كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

ترشـــــيد استهـلاك الطـــاقة في مرحـــلة تشييـــــد المبنـــــى

بحث مقدم من
م.أمل كمال محمد شمس الدين
معيد بكلية الهندسة جامعة عين شمس
للحصول على درجة الماجستير في الهندسة المعمارية

تحت إشراف

د.رضـــا أحمد سيد نصـــير
مدرس بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة
جامعة عين شمس

٢٠٠٣

أ.د.يسر محمد منصور
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة
جامعة عين شمس

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

Γرسالة ماجســـــــتيرΣ

اسم الطالبة : **أمل كمال محمد**

عنوان الرسالة : **ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى**

لجنة الإشـــــراف

أ.د.م.ياسر محمد منصور

أستاذ مساعد العمارة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

د.رضا أحمد نصير

مدرس العمارة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

لجنة الحكـــم والمنـــاقشة

أ.د.مراد عبد القادر عبد المحسن

أستاذ العمارة ونائب رئيس جامعة عين شمس لشئون البيئة

أ.د.محمد مؤمن عفيفي

أستاذ العمارة – كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.د.م.ياسر محمد منصور

أستاذ مساعد العمارة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

تاريـــــخ المناقشة / / ٢٠٠٣

الدراسات العليا:

أجيزت الرسالة بتاريخ

موافقة مجلس الكلية **موافقة مجلس الجامعة**

بسم الله الرحمن الرحيم

[إن المبذرين كانوا إخوان الشياطين وكان الشيطان لربه كفورا]

%

[ولا تجعل يدك مغلولة إلى عنقك ولا تبسطها كل البسط فتقعد ملوماً محسورا]

صدق الله العظيم

{سورة الإسراء (آية٢٩،٢٧)}

التخصص : هندسة معمارية

القســـم : تصـــــــميم

الـــدرجة : ماجســـــــتير

أمل كمال محمد شمس الدين

الكود :

تاريخ الميلاد : ٢٩ -أكتوبر – ١٩٧٨م

البكالوريوس : يونيو ٢٠٠٠ جـــامعة : عين شمس

تاريخ منح الدرجة :

هيئة الإشـــراف

أ.م.د./ ياسر محمد منصور

د./ رضا أحمد سيد نصير

لجنة الفحص والحكم

أ.د./ محمد مؤمـــن عفيفي

أ.د./ مراد عبد القادر عبد المحسن

أ.م.د./ ياسر محمد منصور

ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تتناول هذه الرسالة مشكلة استهلاك الطاقة في مرحلة تشـــييد المبنى خاصة مع تفاقم مشكلة الطاقة المحلية الحالية بمصـــر، وتم تحليل استهلاك الطاقة في هذه المرحلة من خلال عدة اتجاهـــات تم دراستها لمعرفة مواضع الإسراف والهدر في الطاقة ومواضـــع الترشيد الممكنة، كما تناولت الرسالة طرق الترشيد المختلفـــة المباشرة وغير المباشرة من خلال جميع الاتجاهات السابقة مـــع ضرب الأمثلة المختلفة لها، كما تم الوصول إلى جدول تقيـــيم مقترح يساعد على تحديد أفضل بدائل العوامل المـــؤثرة علـــى استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى خاصة بعد طرح مجموعة من البدائل المتاحة لبعضها من خلال الرسالة، وتم تطبيق هـــذا الجدول من خلال عدة تطبيقات يسهل على المعماري التعامـــل معها، فمثلاً تم تطبيقه من خلال دراسة حالة للتعـــرف علـــى أفضل البدائل المتاحة لمجموعة من المـــواد وأســـاليب التنفيـــذ المستخدمة لأحد المشروعات، كما تم تطبيقه من خلال نموذج مقترح على الحاسب الآلي يساعد على اختيار أفضـــل طـــرق الترشيد الممكنة لأي عامل من هذه العوامل، كما تم مناقشـــة النتائج التي تم التوصل إليها وتقديم التوصيات المختلفة في هـــذا المجال.

Energy conservation in the building construction phase

This thesis deals with the issue of energy consumption during the building construction phase, especially with the increase in the local energy problem in Egypt. The energy consumption was analyzed through several classifications that were studied to identify fields of excessive energy usage, energy losses and possible conservation fields. The thesis also discussed different direct and indirect conservation techniques through all previous classifications, giving examples for each.

An evaluation table was suggested which facilitates reaching the best alternatives for the factors affecting the energy consumption in the building construction phase, especially after putting forward a number of available alternatives in the thesis. This table was applied in different situations to demonstrate to the architect how to deal with it effectively. For example it was used in a case study to identify the most efficient alternatives of some materials and building techniques to be used in a project, as well as applying the suggested table in a computerized form to help choose the most effective and available conservation routes for any of the factors affecting energy consumption during the construction phase.

The results reached were discussed and various recommendations were presented.

ΓإقـــــــــرارΣ

هذه الرسالة مقدمة إلى كلية الهندسة جامعة عين شمس للحصول على درجة الماجستير في الهندسة المعمارية.

إن العمل الذي تحتويه هذه الرسالة قد تم إجراؤه بمعرفة الباحث في قسم الهندسة المعمارية شعبة عمارة بكلية الهندسة–جامعة عين شمس في الفترة من ٢٠٠١ إلى ٢٠٠٣م.
يقر الباحث بالنزاهة والأمانة العلمية وعدم النقل والاستنساخ من الأبحاث والرسائل التي تناولت هذا الموضوع، وإن الاقتباسات المسموح بها علمياً والواردة في هذا البحث موضحة المصادر والمراجع في مواضعها هذا ولم يتقدم أي جزء من هذا البحث لنيل أي مؤهل أو درجة علمية لأي معهد علمي آخر.

وهذا إقرار مني بذلك .....

اسم الباحثة: **أمل كمال محمد شمس الدين**
التوقيع:
التاريخ:

جامعة عين شمس
كلية الهندسة

Γشكر وتقديرΣ

بعد حمد الله جل وعلا كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه،
أتقدم بالشكر والتقدير والعرفان إلى الأستاذ الفاضل/

_أ.د.م.ياسر محمد منصور

أستاذ مساعد العمارة-جامعة عين شمس

لإشرافه على هذا البحث ودفعه الدائم له ومتابعته حتى إتمامه.
كما أتقدم بخالص شكري وامتناني إلى الأستاذ الفاضل/

_د.رضا أحمد نصير

مدرس بقسم العمارة –جامعة عين شمس

لإشرافه على البحث وجهده في إرشادي وتوجيه البحث ومتابعته.

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى كل من ساعد على إرشادي وتوجيهي وأخص بالذكر منهم:
_أ.د.عادل ياسين أستاذ العمارة-عميد معهد البيئة سابقاً
وكذلك الهيئات الآتية:
_وزارة الكهرباء والطاقة
_جهاز تخطيط الطاقة
_معهد التبين للدراسات المعدنية(مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة)
_مركز بحوث التنمية والتخطيط التكنولوجي-جامعة القاهرة(مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة)
_المركز القومي للقياس والمعايرة
_هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة
كما أتقدم بالشكر إلى مجموعة عريضة من الشركات لا يسعني سوى ذكر بعضها، منها:
_شركة المقاولون العرب: إدارة الاستشارات الهندسية-إدارة البيئة-إدارة الخرسانة الجاهزة-إدارة العطاءات-إدارة الشدات المعدنية-معهد التدريب-إدارة المحاجر.
_شركة الصناعات الهندسية والمعمارية للإنشاء والتعمير (إيكون)
_شركة كيما فوم لصناعة مواد البناء
وكل الشكر والعرفان لكل الذين عاونوني من زملاء ومدرسين بقسم العمارة، كما لا يسعني المقام للتعبير عن عميق حبي وامتناني لوالدي العزيزين واخوتي، فالله أسأل أن يجزي الجميع عني أفضل الجزاء.

ΓإهـــــــداءΣ

الهم اجعل عملي خالصاً لوجهك الكريم

إلى أبي وأمي..إلى اخوتي..

إلى وطني وأمتي..إلى كل مصري وعربي ومسلم..

إلى كل من يساهم في بناء الأمة ولو بالقليل البسيط..

إلى كل متفائل غير متخاذل

إلى كل من يمسك بشعلة يهتدي بها في الظلام..أهدي هذه الرسالة

وأرجو الأمل.. الأمل في مستقبل مشرق قريب..

بسواعد الأمة ونور الله.

فهـــرس الموضـــوعـــات

فهرس الموضوعات	أ
فهرس الأشكال	ز
فهرس الجداول	ن
ملخص الرسالة	ص
تمهيد	ش
مقدمة	ب ب

الباب الأول: علاقة المبنى بالطاقة	١
١-١-مشكلة الطاقة في مصر	١
١-٢-الطاقة المستخدمة في مصر	٤
١-٢-١-مصادر الطاقة المستخدمة في مصر	٤
١-٢-٢-كفاءة استخدام الطاقة في مصر	٦
١-٣-ترشيد استهلاك الطاقة	٧
١-٣-١-أهمية ترشيد استهلاك الطاقة	٨
١-٣-٢-مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة	٨
١-٣-٣-طرق ترشيد استهلاك الطاقة	١٠
١-٣-٤-جدوى ترشيد استهلاك الطاقة	١٣
١-٤-الطاقة كوحدة قياس	١٣
١-٥-الطاقة المستهلكة في المبنى	١٦
١-٦-اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى	١٨
١-٦-١-محاور ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى	١٩
١-٦-٢-أقسام ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى	٢٠
خلاصة الباب الأول	٢٢

الباب الثاني: الطاقة المستهلكة في تشييد المبنى	٢٤
٢-١-العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى	٢٥
٢-١-١-مواد البناء المستخدمة	٢٦
٢-١-١-١-تأثير مواد البناء المستخدمة على ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	٢٦

٢-١-١-٢-أقسام مواد البناء المستخدمة ٢٨
٢-١-١-٣-مواد البناء المستخدمة في مصر ٢٩
٢-١-٢-نظام البناء المتبع ٣٢
٢-١-٢-١-تأثير نظام البناء المتبع على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٣٢
٢-١-٢-٢-أقسام نظم البناء المتبعة ٣٢
٢-١-٢-٣-نظم البناء المتبعة في مصر ٣٦
٢-١-٣-أسلوب التنفيذ المستخدم ٣٧
٢-١-٣-١-تأثير أسلوب التنفيذ المستخدم على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٣٧
٢-١-٣-٣-أقسام أساليب التنفيذ المستخدمة ٣٩
٢-١-٣-٣-أساليب التنفيذ المستخدمة في مصر ٤٢
٢-١-٤-عملية التصميم ٤٥
٢-١-٤-١-تأثير عملية التصميم على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٤٥
٢-١-٤-٢-محددات عملية التصميم في مصر ٤٦
٢-١-٥-التحكم في الوقت ٤٧
٢-١-٥-١-تأثير التحكم في الوقت على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٤٧
٢-١-٥-٢-كفاءة التحكم في زمن تنفيذ المشروعات في مصر ٤٨
٢-٢-عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٤٩
٢-٢-١-المعدات ٤٩
٢-٢-١-١-طاقة تصنيع المعدة ٥٠
٢-٢-١-٢-طاقة تشغيل المعدة ٥٠
٢-٢-٢-العمالة ٥٢
٢-٢-٢-١-طاقة تهيئة العمالة ٥٢
٢-٢-٢-٢-طاقة تشغيل العمالة ٥٣
٢-٢-٣-هوالك مواد البناء ٥٥
٢-٢-٣-١-الطاقة المهدرة في هوالك مواد البناء ٥٥
٢-٢-٣-٢-العوامل المؤثرة على هوالك مواد البناء ٥٦
٢-٢-٤-سوء إدارة تنفيذ المشروعات ٥٧
٢-٢-٤-١-الطاقة المهدرة والناتجة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات ٥٧
٢-٢-٤-٢-العوامل المؤثرة على سوء إدارة تنفيذ المشروعات ٥٧
٢-٣-أقسام الطاقة المستهلكة في مرحلة تشييد المبنى ٥٨

٢-٣-١-طاقة تصنيع مواد البناء	٥٩
٢-٣-١-١-الطاقة المستهلكة في تصنيع مواد البناء في مصر	٦١
٢-٣-١-٢-أقسام طاقة تصنيع مواد البناء	٦٤
٢-٣-٢-طاقة النقل	٦٦
٢-٣-٢-١-استهلاك طاقة النقل في مصر	٦٧
٢-٣-٢-٢-أقسام طاقة النقل	٦٨
٢-٣-٣-طاقة التنفيذ	٦٩
٢-٣-٣-١-استهلاك طاقة التنفيذ في مصر	٧٠
٢-٣-٣-٢-أقسام طاقة التنفيذ	٧٢
٢-٤-التأثير الناتج عن مرحلة تشييد المبنى على البيئة	٧٤
٢-٤-١-تلوث البيئة في مرحلة تشييد المبنى	٧٦
٢-٤-١-١-تلوث الكائنات الحية في مرحلة تشييد المبنى	٧٧
٢-٤-١-٢-تلوث المواد الخام والطاقة الحفرية	٧٨
٢-٤-١-٣-تلوث المحيط الحيوي في مرحلة تشييد المبنى	٧٩
٢-٤-١-٤-تلوث المنشآت في مرحلة تشييد المبنى	٨١
٢-٤-٢-تدهور البيئة في مرحلة تشييد المبنى	٨٢
٢-٤-٢-١-تدهور الكائنات الحية في مرحلة تشييد المبنى	٨٢
٢-٤-٢-٢-تدهور المواد الخام والطاقة الحفرية في مرحلة تشييد المبنى	٨٤
٢-٤-٢-٣-تدهور المحيط الحيوي في مرحلة تشييد المبنى	٨٥
٢-٤-٢-٤-تدهور المنشآت في مرحلة تشييد المبنى	٨٦
٢-٤-٣-بعض أمثلة الخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى	٨٨
٢-٤-٣-١-الخلل البيئي الناتج عن صناعة الأسمنت	٨٨
خلاصة الباب الثاني	٩٢

الباب الثالث: تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٩٦

٣-١-جدول التقييم المقترح	٩٦
٣-٢-عناصر التقييم المقترحة	٩٨
٣-٢-١-عناصر التقييم المقترحة خلال مرحلة تشييد المبنى	٩٩
٣-٢-١-١-طاقة تصنيع مواد البناء	٩٩
٣-٢-١-٢-طاقة النقل	١٠٠

٣-٢-١-٣-طاقة التنفيذ ١٠١
٣-٢-٢-عناصر التقييم المقترحة من خلال تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة تشغيل المبنى ١٠١
٣-٢-٢-١-طاقة الحصول على راحة حرارية بداخل المبنى ١٠٢
٣-٢-٢-٢-الوفر في طاقة الصيانة للمبنى ١٠٥
٣-٢-٢-٣-طاقة الحصول على أنواع الراحة الأخرى داخل المبنى ١٠٦
٣-٢-٣-عناصر التقييم المقترحة من خلال تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة الهدم ١٠٧
٣-٢-٣-١-الطاقة المهدرة من الطاقة المدخلة ١٠٨
٣-٢-٣-٢-الطاقة المضافة إلى الطاقة المدخلة ١١٠
٣-١-٤-مراعاة التوازن البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى ١١١
٣-٢-٤-١-تقييم التأثير البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى ١١١
٣-٢-٤-٢-أهمية معالجة الخلل البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى ١١٣
٣-٢-٥-مراعاة عاملي الأمان والجودة ١١٣
٣-٢-٥-١-الحفاظ على الطاقة المستهلكة مع مراعاة عاملي الأمان والجودة ١١٤
٣-٢-٥-٢-خفض الطاقة المستهلكة مع الحفاظ على عاملي الأمان والجودة ١١٥
٣-٢-٦-الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة ١١٦
٣-٣-ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة ١١٧
٣-٣-١-طرق ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة ١١٧
٣-٣-١-١-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع الطاقة ١١٨
٣-٣-١-٢-ترشيد استهلاك طاقة نقل الطاقة ١٢٢
٣-٣-١-٣-ترشيد استهلاك طاقة تشغيل الطاقة ١٢٣
٣-٣-٢-بدائل الطاقة المستخدمة في مصر ١٢٤
٣-٤-مصفوفة الاختيار المقترحة بين بدائل العوامل المختلفة ١٣١
خلاصة الباب الثالث ١٣٣

الباب الرابع: أمثلة لبعض بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ١٣٦

٤-١-بدائل مواد البناء المستخدمة ١٣٦
٤-١-١-مواد البناء البديلة للخرسانة المسلحة التقليدية ومكوناتها ١٣٧
٤-١-١-١-مواد البناء البديلة للخرسانة المسلحة ١٣٧
٤-١-١-٢-المواد البديلة للركام في الخرسانة المسلحة ١٤٠
٤-١-١-٣-المواد البديلة للأسمنت في الخرسانة المسلحة ١٤١

٤-١-١-٤-المواد البديلة لماء الخلط في الخرسانة المسلحة ١٤٢
٤-١-١-٥-المواد البديلة لحديد التسليح في الخرسانة المسلحة ١٤٢
٤-١-٢-مواد البناء البديلة للطوب الأحمر ١٤٥
٤-١-٣-مواد البناء البديلة للأخشاب ١٥٥
٤-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة ١٥٧
٤-٢-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة ١٥٨
٤-٢-١-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام البناء الذاتي ١٥٨
٤-٢-١-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة ١٧٢
٤-٢-١-٣-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الجزئية ١٧٥
٤-٢-١-٤-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الكاملة ١٧٧
٤-٢-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة ١٧٩
٤-٢-٢-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام البناء الذاتي ١٧٩
٤-٢-٢-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة ١٨٦
٤-٢-٢-٣-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الجزئية ١٨٨
٤-٢-٢-٤-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الكاملة ١٩٠
٤-٢-٣-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء الوحدات بجزأيها الحامل والمحمول ١٩١
٤-٢-٣-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الجزئية ١٩١
٤-٢-٣-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الكاملة ١٩٤
خلاصة الباب الرابع ١٩٧

الباب الخامس: اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ١٩٩

٥-١-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ١٩٩
٥-١-١-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء ٢٠٠
٥-١-١-١-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية ٢٠٢
٥-١-١-٢-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة ٢٠٩
٥-١-٢-ترشيد استهلاك طاقة النقل ٢١٥
٥-١-٢-١-ترشيد استهلاك طاقة النقل داخل موقع المشروع ٢١٦

٥-١-٢-٢-ترشيد استهلاك طاقة النقل خارج موقع المشروع ٢١٦
٥-١-٢-٣-ترشيد استهلاك طاقة النقل داخل وخارج موقع المشروع ٢١٨
٥-١-٣-ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ ٢٢٢
٥-١-٣-١-ترشيد استهلاك طاقة معدات التنفيذ ٢٢٣
٥-١-٣-٢-ترشيد استهلاك طاقة عمالة التنفيذ ٢٢٦
٥-١-٣-٣-تقليل الهدر في طاقة التنفيذ والناتج عن هوالك مواد البناء ٢٣١
٥-١-٣-٤-تقليل الهدر من طاقة التنفيذ والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات ٢٣٤
٥-٢-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال العوامل المؤثرة عليها في مرحلة تشييد المبنى ٢٤٢
٥-٢-١-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة ٢٤٢
٥-٢-٢-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة ٢٥٠
٥-٢-٣-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة ٢٥٤
٥-٢-٤-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم ٢٥٧
٥-٢-٥-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت ٢٦٣
٥-٣-مراعاة التوازن البيئي في مرحلة تشييد المبنى ٢٦٤
٥-٣-١-تقليل تأثير التلوث البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى ٢٦٥
٥-٣-٢-تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى ٢٦٨
٥-٣-٣-التدوير وإعادة الاستخدام بما يخدم مرحلة تشييد المبنى ٢٧٣
٥-٣-٣-١-إعادة تدوير المخلفات الناتجة عن مرحلة تشييد المبنى ٢٧٣
٥-٣-٣-٢-إعادة استخدام المخلفات الناتجة عن مرحلة تشييد المبنى بها ٢٧٤
٥-٣-٣-٣-إعادة استخدام المخلفات غير الإنشائية في مرحلة تشييد المبنى ٢٧٥
٥-٣-٣-٤-استخدام المخلفات كطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٢٧٦
٥-٣-٤-بعض الأمثلة لمعالجة الخلل البيئي بمرحلة تشييد المبنى ٢٧٧
٥-٣-٤-١-تقليل التلوث الناتج عن صناعة الأسمنت ٢٧٧
٥-٣-٤-٢-تقليل التدهور الناتج عن مرحلة تشييد المبنى ٢٧٨
خلاصة الباب الخامس ٢٨٢

الباب السادس: نماذج لتطبيق جدول التقييم المقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٢٨٦

٦-١-تطبيق تقييم بعض العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال دراسة حالة ٢٨٥
٦-١-١-تقييم بدائل أحد مواد البناء الأساسية المستخدمة ٢٨٧

٦-١-٢-تقييم بدائل أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة ٢٩١
٦-١-٣-تقييم بدائل أحد أساليب التنفيذ المستخدمة ٢٩٥
٦-٢-نموذج مقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى باستخدام الحاسب الآلي ٢٩٨

النتائج ٣٠٥
التوصيات ٣٠٩
الملاحق ٣١٣
المراجع ٣٧٣

فهرس الأشكال

الباب الأول: علاقة المبنى بالطاقة

شكل(١-١):تزايد استهلاك الوقود في مصر ٣
شكل(١-٢):الاحتياطات المؤكدة من الزيت الخام والغازات الطبيعية ٣
شكل(١-٣):الطاقة الكهربائية المولدة في مصر ١٩٩٩/٢٠٠٠م ٣
شكل(١-٤):القدرة المركبة في مصر ١٩٩٩/٢٠٠٠ ٣
شكل(١-٥):التطور في استخدام الوقود خلال الفترة من عام ١٩٨١ إلى عام ٢٠٠٠م ٥
شكل(١-٦):تطور الطاقة المائية في مصر ٥
شكل(١-٧):نمط إنتاج الطاقة الأولية عام١٩٩٩/٢٠٠٠م ٦
شكل(١-٨):نمط استهلاك الطاقة الأولية عام ١٩٩٩/٢٠٠٠م ٦
شكل(١-٩):تطور استهلاك الطاقة عبر الزمن ومقارنته مع كميات الوقود المتوفرة والزيادة السكانية ٧
شكل(١-١٠):طرق ترشيد استهلاك الطاقة ١٠
شكل(١-١١):جزء من مزرعة الرياح لتوليد الكهرباء بالغردقة بالقدرة المركبة(٥٠٠٠ك.و.) ١٢
شكل(١-١٢):جانب من المرحلة الأولى من مزرعة الرياح بالزعفرانة(٢٠٠ميجاوات) ١٢
شكل(١-١٣):محطة توليد كهرباء الكريمات البخارية ١٢
شكل(١-١٤):تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة ١٥
شكل(١-١٥):منشأة القدرة الشمسية لإنتاج البخار الذي بدوره يدير التوربينات لتوليد الكهرباء ١٥
شكل(١-١٦):شدة الطاقة(نسبة الطاقة إلى تكلفة الإنتاج الكلية) لعام ١٩٩٦م ١٧
شكل(١-١٧):الوفورات المختلفة للطاقة في مصر حسب القطاعات ١٩

الباب الثاني:الطاقة المستهلكة في تشييد المبنى

شكل(٢-١):العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	٢٦
شكل(٢-٢):أقسام نظم البناء المتبعة	٣٥
شكل(٢-٣):أقسام أساليب التنفيذ المستخدمة	٣٩
شكل(٢-٤):الوحدات المستوية المستخدمة في التنفيذ	٤٢
شكل(٢-٥):الوحدات الصندوقية الصغيرة	٤٢
شكل(٢-٦):الوحدات الصندوقية المتوسطة	٤٢
شكل(٢-٧):شدة الأعمدة في الطريقة التقليدية(تنفيذ العناصر الحاملة باستخدام وحدات خطية)	٤٤
شكل(٢-٨):الاعتماد على العمالة في الطريقة التقليدية في التنفيذ	٤٤
شكل(٢-٩):مخطط الأهمية النسبية للعوامل التصميمية المعمارية المؤثرة على تكلفة الوحدة	٤٦
شكل(٢-١٠):عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	٤٩
شكل(٢-١١):استخدام التجفيف الطبيعي في التصنيع	٥٦
شكل(٢-١٢):أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	٥٩
شكل(٢-١٣):استهلاك الطاقة في الصناعة (ك.و.س/طن)	٦٠
شكل(٢-١٤):تكلفة الطاقة بالنسبة للتكلفة الإجمالية للإنتاج لبعض الصناعات المختارة في مصر	٦٢
شكل(٢-١٥):متوسط تكلفة الطاقة السنوية للمصانع	٦٣
شكل(٢-١٦):أقسام استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء	٦٤
شكل(٢-١٧):أقسام استهلاك طاقة النقل	٦٨
شكل(٢-١٨):أقسام استهلاك طاقة التنفيذ	٧٢
شكل(٢-١٩):مكونات البيئة المختلفة	٧٤
شكل(٢-٢٠):الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون والناتجة عن استهلاك المنتجات البترولية والغاز الطبيعي في مصر خلال الفترة ١٩٩٠-١٩٩١م/١٩٩٩-٢٠٠٠م	٧٥
شكل(٢-٢١):مقارنة بين كمية فضلات السكن وكميات المواد الناتجة عن البناء	٧٦
شكل(٢-٢٢):مقاطع توضح نسبة الرطوبة لمواد الجدران المختلفة	٨٤
شكل(٢-٢٣):تأثير التطور التكنولوجي على مواد وأساليب البناء بالشكل الطبيعي وفي الدول النامية	٨٧
شكل(٢-٢٤):مصنع شركة الأسمنت البورتلاندي	٩١

الباب الثالث:تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

شكل(٣-١):العزل الحراري لبعض مواد البناء	١٠٤
شكل(٣-٢):خطوات تقديم تقييم التأثير البيئي لمرحلة تشييد المبنى للجهات المختصة	١١٢

شكل(٣-٤):تأثير الماء المعالج مغناطيسياً على زيادة لدانة حجر الأسمنت ١١٦
شكل(٣-٥):أقسام ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة ١١٨
شكل(٣-٦):الوفورات المحتملة من جانب الطلب نسبة إلى إجمالي الطاقة وأنواع الوقود المختلفة ١١٩
شكل(٣-٧):أثر استخدام التقنية المغناطيسية على طبقة النفط ١٢١
شكل(٣-٨):تطور نسبة استهلاك الغاز الطبيعي خلال٩٨/٩٩م في مصر ١٢٧
شكل(٣-٩):الأجزاء المركبة لنظام يعمل بالطاقة الشمسية ١٢٧
شكل(٣-١٠):مجمع أشعة الشمس لتوليد الكهرباء بأستراليا ١٣٠
شكل(٣-١١):المدخنة الشمسية ١٣٠
شكل(٣-١٢):قطاع المدخنة الشمسية ١٣٠
شكل(٣-١٣):طواحين الهواء ١٣٠
شكل(٣-١٤):الأحواض الشمسية ذات التدرج الحبيبي في تركيز الملح ١٣٠
شكل(٣-١٥):طاقة الكتلة الحيوية ١٣٠
شكل(٣-١٦):مصفوفة الاختيار بين بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ١٣٢

الباب الرابع: أمثلة لبعض بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

شكل(٤-١):العزل الحراري للخرسانة الخالية من الركام في مقارنة مع بعض المواد الإنشائية الأخرى ١٤٤
شكل(٤-٢):تغيير ليونة الخلطة الخرسانية باستخدام التقنية المغناطيسية ١٤٤
شكل(٤-٣):الموصلية الحرارية لبعض مواد البناء مقارنة بالطوب الأحمر القخاري ١٥٣
شكل(٤-٤):إمكانية قطع الطوب الخفيف يسهولة بواسطة منشار يدوي ١٥٤
شكل(٤-٥):بلوكات الجبس ١٥٤
شكل(٤-٦):القواطيع الجبسية ١٥٤
شكل(٤-٧):طوب البولي يوريثان ١٥٤
شكل(٤-٨):طريقة اتصال قواطيع الجبس بالحائط ١٥٤
شكل(٤-٩):الطوب المصنع من خامات محلية ١٥٤
شكل(٤-١٠):البناء بطريقة الطوف ١٥٤
شكل(٤-١١):طريقة ربط طوب تاميل نادو ١٦٨
شكل(٤-١٢):طريقة الربط باستخدام الطوب المتداخل ١٦٨
شكل(٤-١٣):طريقة ربط بانوهات وافيل كريت ١٦٩
شكل(٤-١٤):طريقة تجميع وحدات الرويال هاوسينج عن طريق التعشيق ١٦٩
شكل(٤-١٥):ملئ البانوهات وتركيب الأسقف في أسلوب رويال هاوسينج ١٦٩

شكل(٤-١٦):تركيب البانوهات في أسلوب رويال هاوسينج ١٦٩
شكل(٤-١٦):قطاع تفصيلي في وحدات دبليوبانيل ١٦٩
شكل(٤-١٧):طريقة ربط بانوهات دبليوبانيل ١٦٩
شكل(٤-١٨):طريقة ربط بانوهات ترك ١٦٩
شكل(٤-١٩):البانوهات المستخدمة في طريقة Wpanel ١٧٠
شكل(٤-٢٠):تجميع الحوائط والأسقف في طريقة Wpanel ١٧٠
شكل(٤-٢١):تجميع السكة الأرضية على الفرشة الخرسانية في أسلوب الترك بانيل ١٧٠
شكل(٤-٢٢):طريقة ربط بانوهات فيروسمنت ١٧٠
شكل(٤-٢٣):تتابع عمليات التركيب لبانوهات ترك ١٧٠
شكل(٤-٢٤):طريقة ربط بانوهات يوكوبان ١٧٠
شكل(٤-٢٥):طريقة ربط البانوهات الجبسية ١٧٠
شكل(٤-٢٦):طريقة البناء بالقبو باستخدام طوب لبن، وأي أنواع أخرى من الطوب ١٧١
شكل(٤-٢٧):الخرسانة المسلحة بألواح من الصلب ١٧١
شكل(٤-٢٨):طريقة ربط الوحدات في أسلوب الخرسانة المسلحة بألواح من الصلب ١٧١
شكل(٤-٢٩):طريقة تركيب الأعصاب من الطفلة المخروقة ١٧١
شكل(٤-٣٠):قطاع لمجرى الكمرات من الطفلة المخروقة ١٧١
شكل(٤-٣١):طريقة اتصال حديد التسليح بالقطاع الفخاري لأسلوب الأعصاب الفخارية ١٧١
شكل(٤-٣٢):طريقة تركيب البانوهات من الخرسانة المسلحة بالألياف أعلى الحوائط الحاملة ١٧١
شكل(٤-٣٣):السقف وعلاقته بالحوائط في البانوهات الخرسانية الخفيفة ١٧١
شكل(٤-٣٤):طريقة الربط بين وحدات الأسقف في نظام كاستون ١٧٢
شكل(٤-٣٥):تثبيت بانوهات الحوائط الخرسانية الخفيفة ١٧٢
شكل(٤-٣٦):طريقة القبوات القشرية لـــ د/عبد العزيز العروسي ١٧٢
شكل(٤-٣٧):أسلوب التغطية بالقبوات والذي قام بتطويرها د/العروسي ١٧٢
شكل(٤-٣٨):الخرسانة المرشوشة على مواسير وقطاعات من الصلب ١٧٢
شكل(٤-٣٩):القواطيع المعدنية (هيكل من الألمونيوم وكسوة من الميلامين) ١٧٤
شكل(٤-٤٠):خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة ١٧٧
شكل(٤-٤١):تتابع خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة ١٧٧

شكل(٤-٤٢):طريقة الرفع المائل ١٧٧
شكل(٤-٤٣):طريقة البلاطات المدفوعة إلى أعلى ١٧٧
شكل(٤-٤٤):طريقة التعليق ١٧٩
شكل(٤-٤٥):طريقة الانزلاق ١٧٩
شكل(٤-٤٦):الوحدات الصغيرة الخرسانية المستخدمة في التجميع ١٨٤
شكل(٤-٤٧):طريقة رص البلاطات في طريقة الوحدات الصغيرة الخرسانية ١٨٤
شكل(٤-٤٨):تمام عملية التركيب والتجميع للسقف بطريقة الوحدات الخرسانية ١٨٤
شكل(٤-٤٩):طريقة تنفيذ البلاطة في أسلوب التنفيذ بالدعامات الخرسانية وبلاطات الطوب المسلحة ١٨٥
شكل(٤-٥٠):استخدام الكمرات سابقة الصب ١٨٥
شكل(٤-٥١):طريقة البلاطات سابقة الصب جزئياً ١٨٥
شكل(٤-٥٢):طريقة الوحدات الخرسانية المسلحة حوضية الشكل ١٨٥
شكل(٤-٥٣):طريقة بلاطات الأسقف المكونة من كمرات مفرغة من الخرسانة المسلحة ١٨٥
شكل(٤-٥٤):طريقة بلاطات الأسقف المكونة من كمرات مفرغة من الخرسنة المسلحة ١٨٥
شكل(٤-٥٥):طريقة الوحدات الأسمنتية المسلحة المرتكزة على كمرات خرسانية ١٨٥
شكل(٤-٥٦):تتابع تنفيذ البلاطات النصف مصنعة ١٨٦
شكل(٤-٥٧):نظام الحوائط الحاملة والبلاطات الخرسانية الشريطية ١٨٦
شكل(٤-٥٨):استخدام وحدات طولية سابقة التجهيز ١٩٣
شكل(٤-٥٩):الشدة النفقية التقليدية ١٩٣
شكل(٤-٦٠):نظام الشدات المترلقة ١٩٣
شكل(٤-٦١):مسقط أفقي للشدة المترلقة ١٩٣
شكل(٤-٦٢):استخدام الونش العباري في تشييد منشأ بالوحدات الصندوقية ١٩٦
شكل(٤-٦٣):طريقة الرص المنتظم ١٩٦
شكل(٤-٦٤):الطريقة التبادلية ١٩٦
شكل(٤-٦٥):الطريقة الكابولية ١٩٦
شكل(٤-٦٦):الطريقة المركبة ١٩٦

الباب الخامس:اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

شكل(٥-١):حجم السوق التقديري لمنتجات وخدمات تحسين كفاءة استخدام الطاقة ٢٠١
شكل(٥-٢):النسبة المئوية للوفورات في بعض الصناعات ٢٠١
شكل(٥-٣):أقسام ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء ٢٠١

شكل(٥-٤):استخدام مادة تعمل على الضغط على جوانب الصخور مما يؤدي إلى تكسيرها بأشكال منتظمة ٢١٢
شكل(٥-٥):استخدام مسحوق أسمنتي لتفتيت الخرسانات والصخور ٢١٢
شكل(٥-٦):تركيز أشعة الشمس على غلاية بواسطة المرايا الدوارة(الهليوستات) ٢١٣
شكل(٥-٧):قطاع بالمجفف الشمسي الهوائي ٢١٣
شكل(٥-٨):مجفف شمسي هوائي لصناعة الطوب الطفلي ٢١٣
شكل(٥-٩):تصميم مكبس يدوي للطوب ٢١٣
شكل(٥-١٠):أقسام ترشيد استهلاك طاقة النقل ٢١٥
شكل(٥-١١):تطوير وسائل النقل التي تعمل بخلايا الوقود ٢٢١
شكل(٥-١٢):نسبة مشاركة وسائل النقل الثلاث (مائي-بري-سكة حديد) في النقل القومي في مصر عام ١٩٩٢م ٢٢١
شكل(٥-١٣):أقسام ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ ٢٢٢
شكل(٥-١٤):نموذج نمطي لإدارة الطاقة يعتمد على تحكم أمثل بالتوصيل والفصل ٢٣٧
شكل(٥-١٥):مقصات رافعة ذات الدفع الذاتي ٢٣٩
شكل(٥-١٦):مركز التدريب الإنتاجي التابع لبرنامج التدريب في مجالات التشييد والبناء ٢٣٩
شكل(٥-١٧):تدريب عمالة فنية متخصصة ٢٣٩
شكل(٥-١٨):مساحة العمل الاعتيادية والقصوى في حالة الأعمال على مستوى أفقي ٢٣٩
شكل(٥-١٩):مساحة العمل الاعتيادية والقصوى في حالة الأعمال على مستوى رأسي ٢٣٩
شكل(٥-٢٠):إمكانية التنفيذ الذاتي ٢٤٠
شكل(٥-٢١):تدفق اتجاه العمليات الإدارية ٢٤٠
شكل(٥-٢٢):تفاوت الاستهلاك وسياسة الشراء ٢٤٠
شكل(٥-٢٣):معدل الاستهلاك وفترة إعادة الشراء ٢٤٠
شكل(٥-٢٤):أحد برامج الـــCAD التي تساعد على سرعة التنفيذ ودقته ٢٤١
شكل(٥-٢٥):الشكل العام لنموذج أعمال المقاولات ٢٤١
شكل(٥-٢٦):أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال العوامل المؤثرة عليها في مرحلة تشييد المبنى ٢٤٢
شكل(٥-٢٧):خريطة تبين مواقع توافر خامات مواد البناء في سيناء ٢٤٩
شكل(٥-٢٨):صناعة بلوكات الخرسانة ٢٥٤
شكل(٥-٢٩):ديموجراف العلاقة بين التكلفة الكلية للوحدة وتكلفة البنود المتأثرة بتغيير شكل الوحدة للطرق الإنشائية المختلفة ٢٦١
شكل(٥-٣٠):نسبة الزيادة في تكاليف الأعمال الاعتيادية إلى نسبة الزيادة في المساحة ٢٦٢
شكل(٥-٣١):تقليل ارتفاع الأسقف يؤدي إلى ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ ٢٦٢

شكل(٥-٣٢):الحصول على ظلال أكبر للحوائط الخارجية ببروز الأسقف ٢٦٢
شكل(٥-٣٣):عملية تغطية التشوينات ووضع فلاتر على السليوهات والمواسير لشفط الأتربة الناتجة عن العمل داخل محطة مركزية لخلط الخرسانة ٢٦٧
شكل(٥-٣٤):٢فلتر لسحب الغبار والأتربة الناتجة عن العمل من داخل محطة مركزية لخلط الخرسانة ٢٦٧
شكل(٥-٣٥):التصميم الجديد لمسخن مبدئي في أفران الأسمنت لتقليل الغبار المتصاعد من أفران الأسمنت ٢٧٢
شكل(٥-٣٦):تدوير مخلفات البناء لإنتاج طوب البناء ٢٧٧
شكل(٥-٣٧):معالجة الخردة لإنتاج الصلب ٢٧٧
شكل(٥-٣٨):الأتربة والغبار الناتجين عن عملية خلط الخرسانة في محطة الخلط المركزية ٢٧٩
شكل(٥-٣٩):تشوين مغطى وتغطية أماكن التغذية وتغطية السيور وتغطية أماكن الخلط وتحميل السيارات ووضع فلاتر السيلوهات في محطة خلط مركزية ٢٨١
شكل(٥-٤٠):ماكينة غسيل الزلط ٢٨١
شكل(٥-٤١):محطة غسيل وتنظيف الركام بمشروع الصرف الصحي بالجبل الأصفر بالمرحلة الثانية ٢٨١
شكل(٥-٤٢):ماكينة تدوير الخرسانة المرفوضة ٢٨١

الباب السادس:نماذج لتطبيق جدول التقييم المقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

شكل(٦-١):طريقة تنفيذ الأسقف الخرسانية المرتكزة على الأعصاب الحديدية ٢٩٤
شكل(٦-٢):الإنشاء باستخدام الأعصاب المعدنية وبلوكات الأسقف ٢٩٤

الملاحق

شكل(م-١):الطوب الخفيف في إنشاء الحوائط ٣٣٣
شكل(م-٢):نظام التحميل والنقل للطوب الخفيف ٣٣٣
شكل(م-٣):الشدات المعدنية لبناء الأسقف الخرسانية ٣٤٦
شكل(م-٤):عناصر الشدات المعدنية لصب الأسقف ٣٤٦
شكل(م-٥):طريقة التنظيف الذاتي للشدات المعدنية ٣٤٧
شكل(م-٦):عناصر الشدات الخشبية المستعملة ٣٥٢
شكل(م-٧):مكونات شدة الطاولات المعدنية ٣٥٦
شكل(م-٨):التحميل والإنزال باستخدام الشوكة الحاملة ٣٥٦
شكل(م-٩):نقل الطاولات المعدنية بين الأدوار بةاسطة شوكة رافعة وونش برجي ٣٥٦
شكل(م-١٠):زمن فك شدة الطاولات المعدنية = زمن ثني الدعامات وتحريكها ونقلها إلى الدور التالي ٣٥٦

شكل(م-١١):تخزين الطاولات المعدنية بحيث لا تشغل أي حيز أثناء تشوينها ٣٥٧
شكل(م-١٢):بعض معدات التنفيذ المستخدمة في أسلوب الخلط المركزي ٣٥٧
شكل(م-١٣):قطاع في خزان الركام موضح به بوابات لتغذية الميزان بالأنواع المختلفة للركام ٢٦٤
شكل(م-١٤):طلمبة ضخ خرسانة وسيارة خلط سعة ٥م^{٣} ٢٦٥
شكل(م-١٥):لودر يعمل أثناء التشوين ٢٦٥
شكل(م-١٦):مسقط أفقي يبين الأبعاد الخرسانية للدور الأول والثاني بمشروع مدينة نصر الجديدة ٣٧٠
شكل(م-١٧):مسقط أفقي للدور الثالث والرابع بمشروع مدينة نصر الجديدة ٣٧١
شكل(م-١٨):مسقط أفقي للدور الخامس والسادس بمشروع مدينة نصر الجديدة ٣٧٢

فهرس الجداول

الباب الأول:علاقة المبنى بالطاقة

جدول(١-١):تطور إنتاج الطاقة الكهربائية المولدة والحمل الأقصى خلال الثمانينات وبداية التسعينات والمتوقع حتى عام ٢٠١٥م ٣
جدول(١-٢):الطاقة الكهربائية المولدة-مليار ك.و.س ٥
جدول(١-٣):أهم مؤشرات الاقتصاد والطاقة في مصر ٧

الباب الثاني:الطاقة المستهلكة في تشييد المبنى

جدول(٢-١):حجم الطلب على الأسمنت ٣٠
جدول(٢-٢):تطور الإنتاج الفعلي للأسمنت ٣٠
جدول(٢-٣):الدول الرئيسية المستوردة للأسمنت في أفريقيا ٣١
جدول(٢-٤):تطور إنتاج مواد البناء في مصر ٣١
جدول(٢-٥):معدل التنفيذ ونسب المواد المختلفة باختلاف أساليب التنفيذ ٣٩
جدول(٢-٦):أمثلة لمعدل الميتابوليك (M) للأنشطة العملية ٥٤
جدول(٢-٧):الجدول الخاص بقدرة شخص ٨٠كجم عند بذل أي مجهود ٥٤
جدول(٢-٨):الطاقة المستهلكة لإنتاج بعض مواد البناء ٦٠
جدول(٢-٩):الاستهلاك النوعي العالمي والمحلي من الطاقة لعدد من المنتجات الصناعية في مصر ٦٣
جدول(٢-١٠):بعض كميات الطاقة المستهلكة في صناعة مواد البناء ٦٤
جدول(٢-١١):نسب استهلاك الطاقة الكهربائية في مراحل الإنتاج المختلفة للأسمنت ٦٥
جدول(٢-١٢):تأثير أساليب التنفيذ المختلفة على زمن التنفيذ وكميات المواد المستخدمة ٧٣

جدول(٢-١٣):متوسط التركيز لمواد مشعة طبيعياً لمجموعات مختلفة من مواد البناء ٧٨
جدول(٢-١٤):تأثير ملوثات الهواء الناتجة عن عمليات التشييد على بعض المواد الاقتصادية ٧٩
جدول(٢-١٥):بعض الصناعات والانبعاثات المختلفة المقترنة بكل منها ٨١
جدول(٢-١٦):مراحل إنتاج الأسمنت والمنتجات الرئيسية لها والملوثات الناتجة عن كل مرحلة ٩١

الباب الثالث:تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

جدول(٣-١):جدول التقييم المقترح للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ٩٨
جدول(٣-٢):نتائج التطبيقات للأنظمة المغناطيسية في الصناعات الإنشائية-يناير ١٩٩٥م ١١٦
جدول(٣-٣):المستخدم والمنتج من الوقود الثانوي في بريطانيا عام ١٩٧٢م ١١٩
جدول(٣-٤):طرق ترشيد استهلاك طاقة تصنيع الطاقة ١٢٠
جدول(٣-٥):نسبة الوفر في الطاقة الكهربائية المفقودة نتيجة تحسين معامل القدرة الكهربائية ١٢١
جدول(٣-٦):طرق ترشيد استهلاك طاقة نقل الطاقة ١٢٢
جدول(٣-٧):طرق ترشيد استهلاك طاقة تشغيل الطاقة ١٢٣
جدول(٣-٨):كفاءة الوسائل العملية المختلفة لتخزين الطاقة ١٢٤
جدول(٣-٩):بدائل الطاقة المستخدمة في مصر ١٢٥
جدول(٣-١٠):توزيع احتياطي الفحم في مصر لعام ١٩٨٥م ١٢٧
جدول(٣-١١):قيمة الوفر في الوقود نتيجة لاستعلال الطاقة المائية ١٣١

الباب الرابع: أمثلة لبعض بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

جدول(٤-١):بعض بدائل مادة الخرسانة المسلحة ومكوناتها ١٣٧
جدول(٤-٢):أماكن تواجد الغاب في محافظات الوجه البحري ١٤٥
جدول(٤-٣):مواد البناء البديلة للطوب الأحمر ١٤٦
جدول(٤-٤):الاحتياجات من الطاقة لإنتاج طوب الليكا ١٥٣
جدول(٤-٥):مقارنة استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية بين بلوكات الطوب الطفلي المفرغة وبلوكات الميلسل المفرغة ١٥٣
جدول(٤-٦):مواد البناء البديلة للأخشاب ١٥٦
جدول(٤-٧):بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام البناء الذاتي ١٥٨
جدول(٤-٨): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة ١٧٣
جدول(٤-٩): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الجزئية ١٧٥
جدول(٤-١٠): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الكاملة ١٧٨

جدول(٤-١١): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام البناء الذاتي ١٧٩
جدول(٤-١٢): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة ١٨٧
جدول(٤-١٣): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الجزئية ١٨٩
جدول(٤-١٤): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الكاملة ١٩٠
جدول(٤-١٥):بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الجزئية ١٩٢
جدول(٤-١٦):بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الكاملة ١٩٤

الباب الخامس:اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

جدول(٥-١):ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء ٢٠٢
جدول(٥-٢):تقديرات الوفر الممكن للطاقة في الصناعة باستخدام نظم الإدارة الشاملة للطاقة ٢١٢
جدول(٥-٣):تطوير نظام الحريق في صناعة الطوب الطفلي لتحسين الآثار الصحية للانبعاثات الغازية منها ٢١٢
جدول(٥-٤):إمكانية تحسين كفاءة استخدام الطاقة في تسخين العمليات الصناعية ٢١٣
جدول(٥-٥):الوفورات في الطاقة والناتجة عن تطبيق مبدأ إدارة الطاقة بالشركات والمصانع ٢١٤
جدول(٥-٦):ترشيد استهلاك طاقة النقل ٢١٦
جدول(٥-٧):معدل استهلاك الزيوت والشحوم(متوسط عام لخمس سنوات) كجم/١٠٠٠ك.م.مسير ٢٢١
جدول(٥-٨):أقسام ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ ٢٢٣
جدول(٥-٩):ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة ٢٤٣
جدول(٥-١٠):خامات مواد البناء ومواقع تواجدها في مصر بشكل عام ٢٤٩
جدول(٥-١١):أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة ٢٥٠
جدول(٥-١٢):مقارنة بين الكميات المستخدمة من مواد البناء في كل من النظام التقليدي ونظم البناء برمصر ٢٥٤
جدول(٥-١٣):أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة ٢٥٤
جدول(٥-١٤):أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم ٢٥٧
جدول(٥-١٥):أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت ٢٦٣
جدول(٥-١٦):أقسام تقليل التلوث البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى ٢٦٥
جدول(٥-١٧):بعض النتائج لبعض معدات النقل المستخدم فيها جهاز محسن الوقود ٢٦٧
جدول(٥-١٨):أقسام تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى ٢٦٩

الباب السادس:نماذج لتطبيق جدول التقييم المقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

جدول(٦-١):تقييم بدائل أحد مواد البناء الأساسية المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة ٢٨٨

جدول(٦-٢):نسب المقارنة لبدائل أحد مواد البناء الأساسية ٢٩٠
جدول(٦-٣):تقييم بدائل أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة ٢٩١
جدول(٦-٤):نسب المقارنة لبدائل أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة ٢٩٤
جدول(٦-٥):تقييم بدائل أحد أساليب التنفيذ المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة ٢٩٦
جدول(٦-٦):نسب المقارنة لبدائل أحد أساليب التنفيذ المستخدمة ٢٩٧

الملاحق

جدول(م-١):جدول التحويل لوحدات الطاقة المختلفة ٣١٣
جدول(م-٢):وحدات الطاقة وأهم التحويلات المستخدمة ٣١٣
جدول(م-٣):بعض الوحدات المستخدمة للتحويل بين أنواع الطاقة المختلفة ٣١٣
جدول(م-٤):القيم الحرارية العليا لأنواع الوقود الشائعة في مصر ٣١٤
جدول(م-٥):الطاقة الأولية المستهلكة لإنتاج بعض مواد البناء ٣١٥
جدول(م-٦):حجم جهاز التكييف لحوائط وأسقف حسب نوع الطوب المستخدم ٣١٥
جدول(م-٧):التخلف الزمني لبعض مواد البناء ٣١٦
جدول(م-٨):الخواص الفيزيائية لبعض مواد البناء المختلفة ٣١٦
جدول(م-٩):الخواص الحرارية لأنواع طوب البناء المستخدمة ٣١٧
جدول(م-١٠):درجة الانعكاس والامتصاص لبعض المواد والألوان ٣١٧
جدول(م-١١):أوزان المواد الإنشائية طن/م^{3} ٣١٨
جدول(م-١٢):مساحة وأوزان والمحيط الخارجي للأقطار المختلفة من حديد التسليح المستخدم ٣١٨
جدول(م-١٣):جزء من جدول الكميات لمشروع مدينة نصر الجديدة ٣١٩
جدول(م-١٤):معدلات العمالة للمباني الطوب ٣٢٦
جدول(م-١٥):المعدلات الخاصة باستخدام شدة الطاولات المعدنية ٣٥٧
جدول(م-١٦):نسب مكونات الخرسانة المسلحة ٣٦٥

ملخص الرسالة

تمثل العمارة الخضراء أحد الاتجاهات الهامة في سبيل البحث عن عمارة محلية مصرية بعد أن اندثرت معالم آخر حضارة احترمت محليتها وانطمست معالمها مع وجود العمارة العالمية المهيمنة على الفكر العالمي في جميع أوجه الحياة، وكان الاتجاه نحو العمارة الخضراء هو الحل لعمارة محلية باقية مع الزمن بحيث تحترم العمارة الموقع المحلي والإنسان المحلي مع ترسيخ مبادئ العمارة المحلية على أرض الواقع، ومع ظهور أزمة الطاقة بعد حرب ١٩٧٣م ووضوح مشكلة النضوب السريع للطاقة المستخدمة من مصادر غير متجددة، اتجه العالم كله نحو ترشيد استهلاك الطاقة مع التأكيد على أهمية البحث عن بديل لها، وكان الاتجاه نحو العمارة الخضراء والتي تهتم بترشيد استهلاك الطاقة خلال مراحل المبنى المختلفة أحد مظاهر هذه الصحوة، حيث يساعد الترشيد على البعد قدر الإمكان عن هاوية السقوط في مشكلة نضوب الإمدادات من الطاقة والاتجاه بعده لاستيرادها من الخارج.

وتم في الباب الأول استعراض أهمية اللجوء إلى ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التأكيد على أزمة الطاقة المتفاقمة خلال السنوات القادمة وأهمية البحث عن بديل، وذلك بعد التعرف على مشكلة الطاقة الحالية وعلى عدم كفاءة استخدام الطاقة في مصر والذي يعكسه انخفاض نصيب الفرد من الطاقة مع ارتفاع كثافة استخدام الطاقة، وأمكن بتحديد كمية استهلاك الطاقة في مصر وخاصة فيما يختص بالمباني التعرف على مواضع الاستهلاك والهدر في الطاقة خلال هذا القطاع، كما تم التأكيد على أهمية تطبيق الترشيد في قطاع المباني نظراً لما تستهلكه من طاقة عالية ولإمكانية الترشيد من خلاله.

كما تم التأكيد في هذا الباب على أهمية تسوية الوحدات التي يتم التعامل معها لتصبح جميعها بوحدة واحدة فيسهل مقارنتها والتعامل معها، والتأكيد على أهمية الطاقة كوحدة قياس بديلة للنقود نظراً لندرتها وأهميتها وعدم تعبير النقود تعبيراً صحيحا عن القيمة المادية للمادة بمرور الوقت إلي جانب تدخل العوامل البشرية المختلفة فيها، ومن خلال هذه الوحدة يمكن تحديد استهلاك المبنى من الطاقة خلال مراحل الاستهلاك الثلاث مروراً بالتشييد فالتشغيل وحتى الهدم، كما يمكن تقييم الحلول المختلفة لترشيد الاستهلاك من خلال هذه المراحل، وتم بشيء من التفصيل التعرض لمفهوم ترشيد استهلاك الطاقة والطرق المختلفة له متمثلة في الطرق المباشرة بإعادة تنظيم ما هو متاح لخفض الفقد وتحسين كفاءة الأداء، والطرق غير المباشرة باستخدام بدائل للطاقة أو لعناصر استهلاك الطاقة.

ويعتبر قطاع المباني أكبر القطاعات استهلاكاً للطاقة من خلال مراحله المختلفة، حيث وجد أن المبنى يستهلك أثناء تشييده حوالي ثلث طاقة العالم، كما يستهلك حوالي ٦٠% خلال مرحلة تشغيله للحصول على راحة حرارية بداخل فراغاته، إلى جانب ما يستهلكه من طاقة عند هدمه، وبالنظر إلى مراحل استهلاك الطاقة الثلاث نجد أن مرحلة تشغيل المبنى أخذت جزءاً من حقها في الدراسة على العكس من طاقتي التشييد والهدم، وبالتالي نجد أن استهلاك الطاقة في مرحلة التشييد موضوع هام للدراسة والبحث لمحاولة ترشيده، هذا إلى جانب كون هذه المرحلة

هي بنية الأساس في منظومة الطاقة بالمبنى والتي يراعى أن تكون مكملة لبعضها البعض لتحقيق مفهوم الاستدامة، بحيث يبدأ المبنى باستهلاك الطاقة في مرحلة تشييده ثم خلال مرحلة تشغيله ثم يعيد هذه الطاقة عند هدمه.

وتمثل مرحلة التشييد في مصر مرحلة هامة جداً يتم استهلاك الطاقة فيها بصورة كبيرة بدءاً من وجود المواد الخام بالأرض وحتى يصبح المبنى مكتملاً عليه، أي أن مرحلة التشييد تبدأ منذ تصنيع مواد البناء والتي يبلغ استهلاكها من الطاقة ٤٣% من إجمالي الطاقة السنوية في مصر وحتى يكتمل المبنى تماماً ليمكن السكن فيه وبدء مرحلة تشغيل المبنى.

ولقد جاء الباب الثاني ليلقي الضوء على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة، حيث تم فيه تحديد العوامل المؤثرة على هذا الاستهلاك والتي تتمثل في مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم والتحكم في الوقت، مع تحديد تأثير كل منهم على عناصر الاستهلاك المختلفة وتحديد المستخدم من أنواعها في مصر وكفاءته، كما تم تقسيم الطاقة المستهلكة في تشييد المبنى إلى ثلاث مراحل هي طاقة تصنيع مواد البناء وطاقة النقل وطاقة التنفيذ مع تحديد الأقسام الفرعية لكل منهم وكفاءة الطاقة المستهلكة خلالهم في مصر، وفي جميع هذه المراحل يتم استهلاك الطاقة عن طريق العناصر المختلفة لاستهلاك الطاقة متمثلة في طاقة المعدات والعمالة مع تحديد أسلوب حساب طاقة كل منهما وأنواع الطاقات المتضمنة بهما، هذا مع عدم إغفال الطاقة المهدرة خلال هذه المرحلة والناتجة عن هوالك مواد البناء أو سوء إدارة تنفيذ المشروعات، وينتهي الباب باستعراض تأثير هذه المرحلة على التوازن البيئي وما قد تسببه من تلوث أو تدهور لمكوناتها المختلفة متمثلة في الكائنات الحية والمواد والطاقات الحفرية والمحيط الحيوي والمنشآت.

ومما سبق أمكن التعرف على استهلاك مرحلة تشييد المبنى من طاقة وأهمية ترشيد هذا الاستهلاك، وتم التعرض إلى كيفية ترشيد استهلاك الطاقة لهذه المرحلة من خلال الأبواب الثلاث التالية، ففي الباب الثالث تم اقتراح جدول يمكن به تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، وذلك بتقييمها من خلال عناصر التقييم المقترحة خلال جميع مراحل استهلاك الطاقة بالمبنى سواء مرحلة تشييده أو تشغيله أو هدمه مع التأكيد على مفهوم الاستدامة من خلال هذه المراحل، وكذلك من خلال مراعاة التوازن البيئي ومراعاة عاملي الأمان والجودة للمبنى، إلى جانب إدخال عامل تقييم هام هو الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة والذي يمكن من ترشيد استهلاك الطاقة في مكمنها الأصلي من خلال استخدام الطاقات البديلة قليلة الاستهلاك للطاقة، وتم في هذا الباب التعرض لطرق ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة والتي لابد من الاهتمام بها في أي مجال يختص بترشيد استهلاك الطاقة، وينتهي الباب بالحصول على مصفوفة من العلاقات بين البدائل المختلفة للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، والتي تمكن المعماري من الاختيار بين مجموعة من الحلول المختلفة والمتلائمة لظروف الموقع والمشروع والملائمة لبعضها البعض.

ويستعرض الباب الرابع بعض البدائل الممكنة لبعض العوامل المؤثرة إلى استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، وهو ما يسمح بترشيد استهلاك الطاقة بطريقة غير مباشرة باستخدام بدائل لعناصر استهلاك الطاقة، كما يسمح بالحركة على أحد الأضلاع الخاصة بجدول التقييم المقترح، حيث يمكن بالبحث في بدائل هذه العوامل اختيار أفضلها لترشيد استهلاك الطاقة بدلاً من الدخول في مرادفات الترشيد من خلال العوامل التقليدية والتي قد لا توازي ما يمكن الحصول عليه باستخدام هذه البدائل، ويهدف هذا الباب إلى تعريف المعماري بالكم الهائل من بدائل العوامل المختلفة والتي يمكن الاختيار منها وعدم الالتزام بتطبيق العوامل التقليدية المستخدمة.

ولقد تم التركيز في هذا الباب على بدائل كل من مواد البناء وأساليب التنفيذ المستخدمة بعد التعرف على المستخدم منها في مصر بالباب الثاني من البحث مع طرح خصائصها المختلفة، وذلك نظراً لأهميتهما وتأثيرهما على العوامل الأخرى، إلى جانب وفرة بدائل كل منهما وظهور الحديث لهما بصفة دورية ومستمرة، ولقد أمكن استعراض بعض البدائل للمواد شائعة الاستخدام عالية الاستهلاك للطاقة كالخرسانة المسلحة التقليدية والطوب الأحمر، كما تم استعراض بعض لأساليب التنفيذ التقليدية والمعتمدة بشكل كبير على العمالة من خلال مجموعة من أساليب التنفيذ للعناصر الحاملة أو المحمولة أو لكليهما من خلال جميع نظم البناء الممكنة والوحدات البنائية المستخدمة، وتوجد عدة بدائل أخرى على المعماري أن يتمعن فيها جيداً قبل أن يقوم باختيار أحدها اعتماداً على مميزات وعيوب أي منها في ترشيد استهلاك الطاقة .

ويلاحظ بصورة عامة وجود العديد من الدراسات والأبحاث التي لم يتم الاستفادة منها والتي تتعلق بالبدائل المتاحة لمواد وأساليب التنفيذ في مصر، كما يلاحظ عدم وجود الخرائط الكافية للمواد المتوافرة في مصر وعدم المسح الكامل والكشف عن إمكانيات الأرض كما في صحاري مصر، ويلاحظ أن بالبحث خلال هذه الخامات يمكن الحصول على مواد بناء محلية بديلة للمستخدمة، ويلاحظ أيضاً إمكانية الحصول بالبحث والدراسة على مواد بناء وأساليب تنفيذ محلية قليلة الاستهلاك للطاقة بديلة للمستخدمة.

وتنتهي سلسلة ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى باستعراض الحلول الممكنة للاستهلاك العالي من الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى، وذلك من خلال جميع ما تم التعرض إليه في الباب الثاني من اتجاهات يمكن دراسة استهلاك الطاقة من خلالها، واعتمد هذا الترشيد على تطبيق طرق الترشيد المختلفة المباشرة وغير المباشرة والتي سبق ذكرها بالباب الأول من البحث من خلال كل من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة وأقسام هذا الاستهلاك وعناصر الاستهلاك المختلفة في مرحلة تشييد المبنى، ومن خلال هذا الباب أمكن التحرك على الضلع الآخر من جدول التقييم المقترح باللجوء إلى دراسة كيفية ترشيد استهلاك الطاقة سواء للعوامل التقليدية أو لبدائلها قبل استخدام أي منها، كما تم التطرق إلى بعض طرق معالجة خلل التوازن البيئي والناتج عن هذه المرحلة من تلوث أو تدهور لمكونات البيئة المختلفة وطرح إمكانية استخدام مبدأ تدوير المواد بما يخدم مرحلة تشييد المبنى للتأكيد على أهمية الوصول بهذه المرحلة لأن تكون بداية في طريق العمارة الخضراء.

كما أمكن في الباب السادس من البحث تطبيق جدول التقييم المقترح والسابق ذكره بالباب الثالث من خلال مجموعة من التطبيقات لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، أحد هذه التطبيقات يختص بالمقارنة بين بدائل العوامل المختلفة والمؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال دراسة حالة تساعد في الحكم على أفضلية بعض بدائل هذه العوامل بصورة مبدئية من خلال الطاقات المختلفة والتي تساهم في استهلاكها، ولقد تم اختيار مجموعة من العوامل المختلفة لتطبيق جدول التقييم المقترح عليها واختيار مشروع مدينة نصر الجديدة للمساعدة على هذا التطبيق من خلال استخدام الأرقام المختلفة المتعلقة بها لمواد البناء المختلفة ونوعية المعدات والعمالة المستخدمة بها.

ويختص التطبيق الثاني باستخدام الحاسب الآلي في عمل نموذج لحساب استهلاك الطاقة لأي عامل من العوامل المؤثرة عليه في مرحلة تشييد المبنى بتقييم رقمي محدد ولظروف مشروع محددة، مع إمكانية ترشيد هذا الاستهلاك من خلال النموذج السابق باستخدام مجموعة من المقترحات والتي يمكن الحصول عليها ومقارنتها بالنتائج المتحصل عليها قبل الترشيد، ويمثل كلاً من الباب الرابع والخامس مجموعة المقترحات المستخدمة بهذا النموذج لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

ويخلص البحث بعد ذلك إلى النتائج من هذا البحث والتوصيات المستقبلية المطلوبة في طريق الاتجاه نحو عمارة خضراء تسمح بترشيد استهلاك الطاقة دون التأثير السلبي على البيئة مع الحصول على عمارة محلية معاصرة.

تمهيد

يشمل التمهيد في هذا البحث على ما يلي:

- دواعي البحث.
- الإشكالية البحثية.
- فرضية البحث.
- أهداف البحث.
- الخطة البحثية.
- منهج البحث.
- مقدمة.

دواعي البحث

يعيش العالم اليوم حالة من الفزع والخوف نتيجة لظهور بعض المشاكل العالمية على السطح، أهم هذه المشاكل ما يتعلق بالطاقة ونضوب إمداداتها من الموارد المتاحة، ومع اعتماد جميع نواحي الحياة على الطاقة بدأ العالم كله في السعي وراء تأمين احتياجاته منها، وفي حين بدأت بعض الدول بتخزين بعض المصادر من الطاقة في أراضيها ومنع تصدير مخزونها من هذه المصادر، وبدأت أخرى بالاستيلاء على المخزون من الطاقة لدول أخرى أو تطوير نفسها في اتجاه الطاقات البديلة أو أنها قامت بجميع ما سبق، تقع الدول النامية كمصر في مشكلة كبيرة وخاصة مع حاجتها لأن تكون موارد الطاقة إحدى صادراتها كي لا تؤثر على اقتصادها أو تخل بالاتفاقات الدولية، مما ساعد على سرعة نفاذ المخزون من الطاقة لديها، كما تظهر المشكلة واضحة في مصر نظراً لأن الاحتياطي من مصادر الطاقة الأساسية المستخدمة بها قد قارب على النضوب، وإن لم تجد مصر حلاً سريعاً لهذه المشكلة فإنها ستقع فريسة فقدانها لمصادر الطاقة لديها والمحركة لجميع نواحي الحياة بها، هذا إلى جانب غلاء أسعار الطاقة والتي ستؤثر بالسلب عليها نظراً لأنها ستصبح مستوردة لها عما قريب.

ويمكن من خلال فواتير الطاقة الدورية لهيئات الطاقة المختلفة في مصر البحث عن أسباب الإسراف في الاستهلاك للحد منه مع البحث عن إمكانية استبدال الطاقة الحالية بأخرى بديلة، ويتضح من الدراسات والتحليلات أن قطاع المباني بجميع مراحله من أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة في مصر، ولابد بالتالي من خلال تحسين كفاءة أداء الطاقة وخفض الفقد فيها ترشيد استهلاكها في هذا القطاع وغيرها من القطاعات، مما يؤدي إلى تقليل الإسراف في الطاقة وتأجيل الوقوع في أزمة الاستيراد لحين يمكن إيجاد البديل المناسب للطاقة المستخدمة والتي يمكن بها القفز سريعاً إلى بر الأمان.

كما يعني البحث إلى جانب تخطي مشكلة إسراف الطاقة المستهلكة في المباني بالبحث عن الهوية المصرية بها، وذلك باللجوء إلى عمارة نابعة من أرضها ومتوافقة مع إمكانياتها وطبيعتها، والابتعاد عن شباك العالمية التي تسمح بالبعد عن الموارد المحلية التي يمكن تطويرها وتحسين أداءها دون إسراف في استخدام الطاقة، ويعتبر اتجاه العمارة الخضراء أحد الاتجاهات التي تنادي بأهمية أن تكون العمارة هي عمارة المكان والموقع بكل مكوناته من موارد وإمكانيات ومجتمع مع المحافظة على استهلاك الطاقة وعلى البيئة، وهي بذلك أحد الاتجاهات الهامة للدراسة والتحليل للوقوف على إمكانية تطبيقها في مصر من خلال إمكانياتها المتاحة.

الإشكالية البحثية

يمكن تلخيص أهم المشاكل التي تم استعراضها خلال هذا البحث فيما يلي:

- نوعية الطاقة المستخدمة في مصر معظمها من النوع غير المتجدد كالبترول الذي تعتمد عليه مصر اعتماداً كلياً في حين أن معظم الطاقات المتجددة في المراحل المبكرة للاستخدام.
- نضوب الإمدادات من الطاقة التقليدية المستخدمة في مصر دون الاعتماد على بديل مستقبلي.
- عدم كفاءة استخدام الطاقة أو توليدها في مصر والحاجة إلى تنظيم الاستهلاك منها.
- عدم الاهتمام بتحديد مواضع الهدر في الطاقة خلال القطاعات المختلفة والتي تستوجب التعامل مع الطاقة كوحدة لقياس القيمة المادية للمنتج ليمكن معرفة استهلاكها منها.
- الاستهلاك المسرف بقطاع المباني للطاقة خلال مراحله المختلفة.
- عدم الاهتمام بتكامل مراحل المبنى المختلفة عند دراسة ترشيد استهلاك الطاقة من خلالها.
- التأثير السلبي لاستهلاك الطاقة بالمبنى على البيئة بمكوناتها المختلفة.
- عدم وجود أسلوب محدد يمكن المعماري من تقييم العوامل المختلفة والمؤثرة على استهلاك الطاقة بالمبنى ليمكنه تحديد الأفضل بين البدائل الممكنة قبل استخدامها.
- اتباع الأساليب والنظم المختلفة والتقليدية واستخدام المواد المتعارف عليها دون البحث في البدائل المتاحة لها عن صاحب الأولوية من منظور استهلاك الطاقة.

فرضية البحث

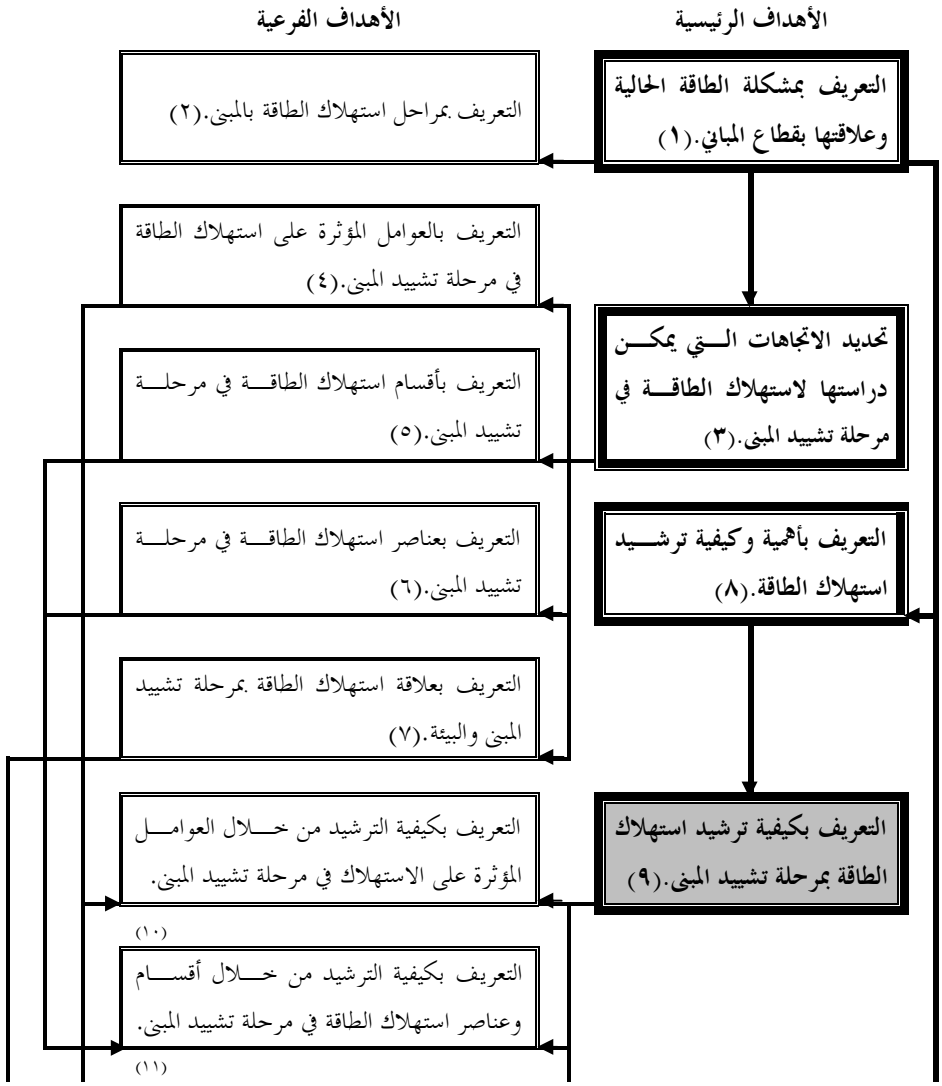
تم افتراض مجموعة من الفروض والتي تمكن من تحليل البيانات والدراسات الخاصة بالبحث كالآتي:

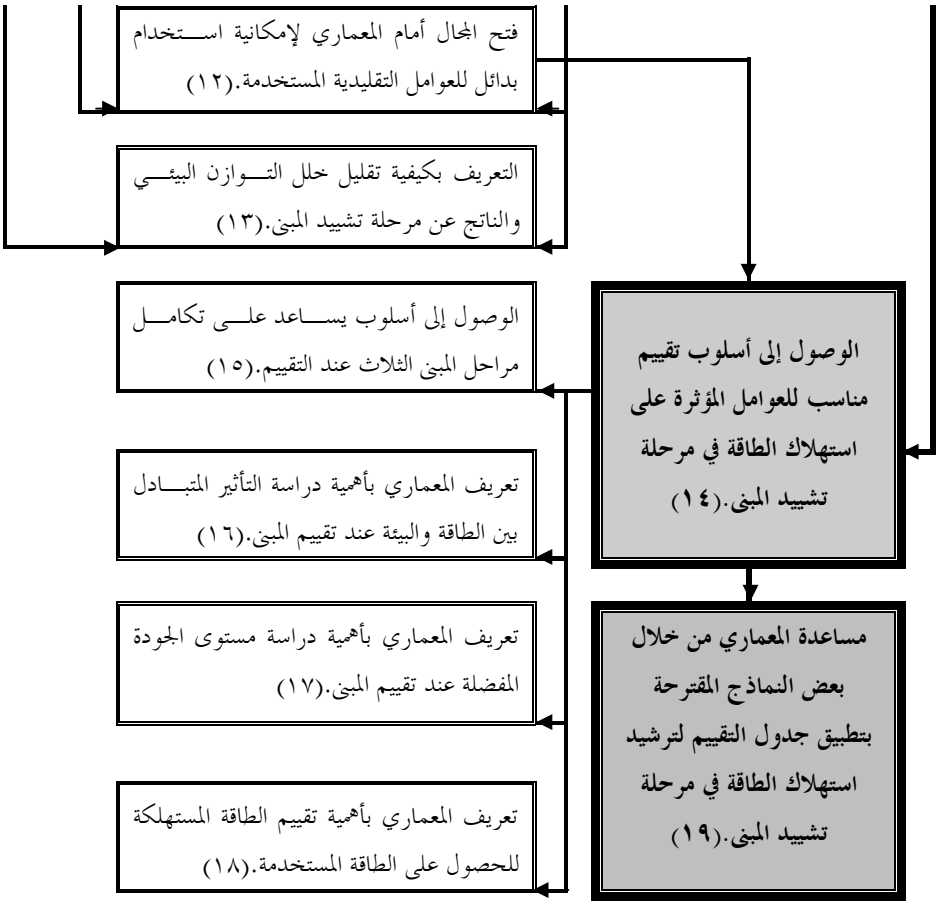
- تم افتراض وجود علاقة مرحلية بين عملية تصنيع الطاقة وعملية نقلها وعملية تشغيلها.
- تم افتراض وجود علاقة بين ترشيد استهلاك الطاقة وبين البحث عن بدائل للطاقة المستخدمة أو لعناصر استهلاك الطاقة بحيث تمثل إحدى طرق الترشيد الممكنة.
- تم افتراض وجود علاقة مرحلية بين عملية تشييد المبنى وعملية تشغيله وعملية هدمه، ووجود تأثير لمرحلة تشييد المبنى على المرحلتين التاليتين لها.
- تم افتراض وجود علاقة مرحلية بين عملية تصنيع مواد البناء وعملية نقل الموارد المختلفة إلى موقع المشروع وخلاله وبين عملية التنفيذ بالموقع، بحيث تتكامل هذه المراحل جميعها لتكون أقسام مرحلة تشييد المبنى والتي تبدأ من المواد الخام في الأرض حتى يصبح المبنى مكتملاً عليه.
- تم افتراض استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال كل من المعدات والعمالة العاملة به، كما تم افتراض الهدر في استهلاك الطاقة خلال هذه المرحلة من خلال الهالك من مواد البناء وسوء الإدارة والتنفيذ لمراحلها المختلفة.

- تم افتراض وجود تأثير لمجموعة من العوامل شاملة مواد البناء المستخدمة وأساليب التنفيذ ونظم البناء وعملية التصميم والتحكم في الوقت على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.
- تم افتراض وجود تأثير سلبي عند استهلاك الطاقة في قطاع المباني على البيئة بمكوناتها المختلفة.
- تم افتراض وجود علاقة بين ترشيد استهلاك الطاقة بالمبنى وبين مستوى الجودة المفضلة له.

أهداف البحث

يشمل البحث على مجموعة من الأهداف يمكن تلخيصها في:





(١) تم التعرف على مشكلة الطاقة في مصر نتيجة الإسراف في الاستهلاك مع عدم كفاءة استخدام الطاقة وقرب نضوب موارد الطاقة المستخدمة بالباب الأول من البحث، هذا إلى جانب التزايد السكاني المفرط والحاجة الدائمة لرفع معدل استهلاك الطاقة بما يفي مع هذه الأعداد، وبالتعرف على احتياجات المبنى المتزايدة من الطاقة إلى جانب الحاجة الملحة إلى المزيد من المساكن يمكن التعرف على مدى تفاقم المشكلة من خلال هذا القطاع.

(٢) تم التعرف على مراحل استهلاك الطاقة بالمبنى متمثلة في مرحلة تشييد المبنى ومرحلة التشغيل ومرحلة الهدم بالباب الأول من البحث، ولقد تم التركيز من خلال الدراسات والأبحاث السابقة الخاصة بترشيد استهلاك الطاقة في المباني على مرحلة تشغيل المبنى، لكن يراعى أن يتم هذا الترشيد على التوازي مع الترشيد من خلال المرحلتين الأخريين.

(٣) تم التعرف على الاتجاهات المختلفة والتي تحدد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بتصنيف كل ما يتعلق بهذا الاستهلاك وفق ثلاث محاور، فإما أن يكون أحد العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد

المبنى، أو أن يكون أحد عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، أو أن يكون أحد أقسام استهلاك الطاقة في هذه المرحلة، وذلك بالباب الثاني من البحث.

(٤) تم التعرف على العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى متمثلة في مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم والتحكم في الوقت بالباب الثاني من البحث، حيث أن جميع هذه العوامل تؤثر على عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

(٥) تم التعرف على أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى متمثلة في مرحلة تصنيع مواد البناء ومرحلة النقل والتنفيذ بالباب الثاني من البحث، ويتم استهلاك الطاقة في هذه الأقسام من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة.

(٦) تم التعرف على عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بصورة مباشرة من خلال طاقة المعدات والعمالة المستخدمة بالباب الثاني من البحث، كما يتم استهلاك الطاقة بصورة غير مباشرة من خلال الهدر في الطاقات السابقة من خلال هوالك مواد البناء أو سوء الإدارة والتنفيذ.

(٧) تم التعرف على التأثير السلبي لمرحلة تشييد المبنى على البيئة من خلال الباب الثاني، وذلك من خلال التلوث والتدهور البيئي الناتجين عن هذه المرحلة لمختلف مكونات البيئة.

(٨) تم التعرف على أهمية وجدوى ترشيد استهلاك الطاقة خاصة بعد استعراض مشكلة الطاقة ولكونها الحل الأمثل لتخطي أزمة الطاقة قدر الإمكان، سواء على المدى القريب بالطرق المباشرة لترشيد استهلاك الطاقة أو على المدى البعيد والأكثر استمرارية بالطرق غير المباشرة.

(٩) يمكن ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بإحدى طريقتين، إما بالطرق المباشرة بتحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة، أو بالطرق غير المباشرة باستخدام بدائل للطاقة المستخدمة أو لعناصر استهلاك الطاقة.

(١٠) (١١) تم تعريف المعماري بالاتجاهات المختلفة والتي يمكن بها ترشيد استهلاك الطاقة من خلال كل من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة وأقسام هذا الاستهلاك وعناصر استهلاك الطاقة بها، وذلك بالباب الخامس من البحث.

(١٢) تم تعريف المعماري بإمكانية ترشيد استهلاك الطاقة بطريقة غير مباشرة باستخدام بدائل للعوامل التقليدية المستخدمة حالياً خاصة المسرف منها في استهلاك الطاقة، ويلاحظ المدى الواسع من الاختيارات لهذه العوامل، والتي يجب على المعماري أن يلم بها ويتعرف على الجديد منها باستمرار ليمكنه اختيار أفضلها من حيث ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، وذلك بالباب الرابع من البحث.

(١٣) (١٦) تم تعريف المعماري بأهمية التقييم مع مراعاة الحفاظ على التوازن البيئي للعوامل التي يتم تقييمها من خلال الجدول المقترح، كما تم التعرف على كيفية معالجة خلل التوازن البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى بالباب الخامس من البحث.

(١٤) تم الحصول على تقييم للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال جدول تقييم مقترح بالباب الثالث من البحث يساعد على حساب استهلاك البدائل المختلفة من هذه العوامل ومقارنتها

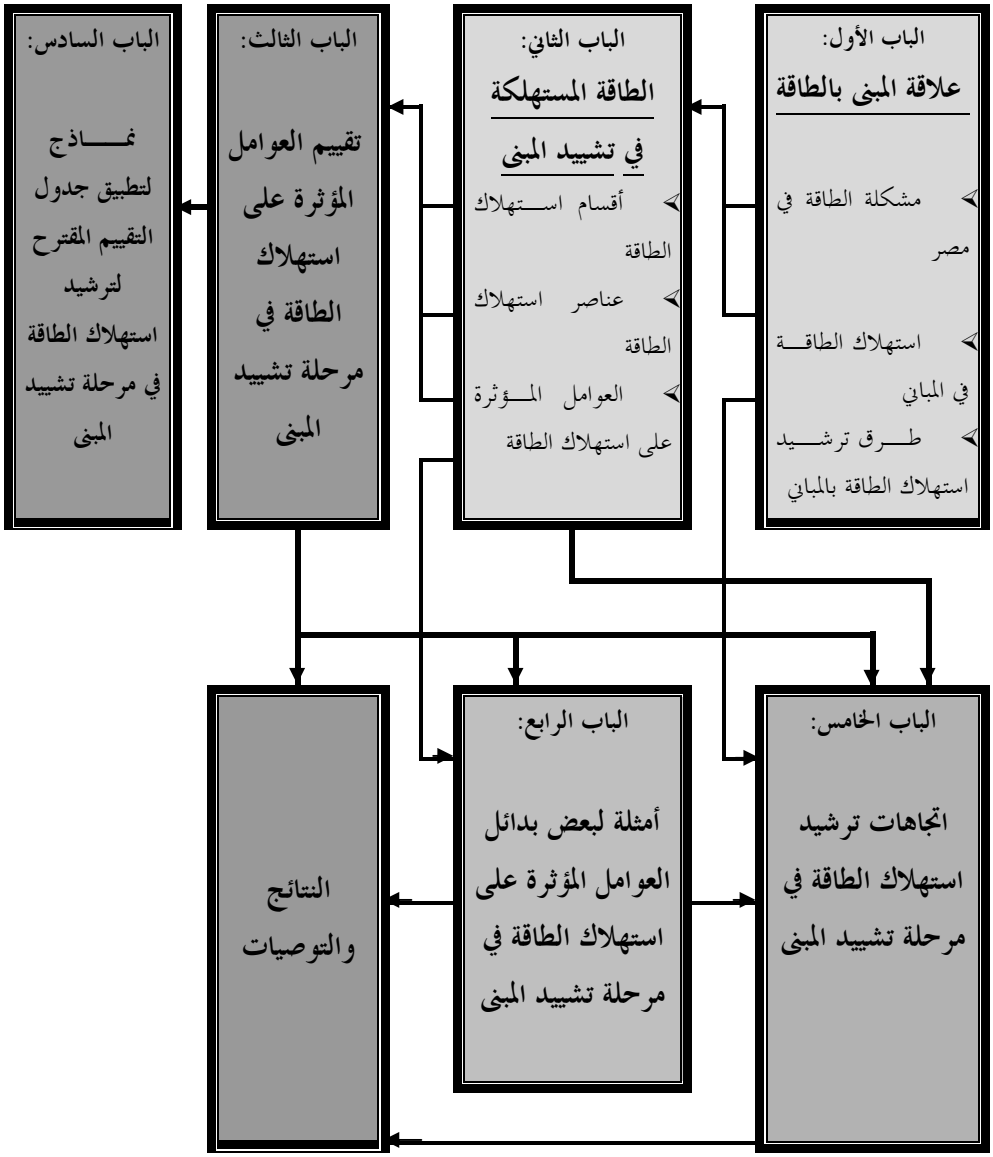
واختيار أفضلها من منظور ترشيد الاستهلاك، ويراعى أن يتم هذا التقييم من خلال جميع المراحل العمرية بالمبنى، وبالاهتمام بالتوازن البيئي لهذه المرحلة وعاملي الأمان والجودة، إلى جانب نوع الطاقة المستخدمة، ويمكن الوصول بعدها إلى مصفوفة من الاختيارات التي تسمح باختيار العوامل المتوافقة مع بعضها البعض.

(١٥) تعريف المعماري بالعلاقة المتبادلة بين مراحل المبنى المختلفة من تشييد وتشغيل وهدم بحيث يتم تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلالهم جميعاً، وبالتالي اختيار العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بما يتوافق مع المراحل السابقة جميعها.

(١٧) تعريف المعماري بأهمية كل من عاملي الأمان والجودة عندما يتم ترشيد استهلاك الطاقة، وبالتالي لابد من أخذها في الاعتبار عند التقييم.

(١٨) تعريف المعماري بأهمية الاختيار السليم للطاقة المستخدمة، ويمكن إعطاء تقييم لأنواع الطاقة المختلفة بحساب استهلاكها من الطاقة للحصول عليها ومعرفة تأثيرها على البيئة، ويراعى الوضع في الاعتبار هذه الحسابات عند حساب أي ترشيد في استهلاك الطاقة من خلال جميع المجالات، وهو ما يفتح المجال بشكل كبير نحو استخدام الطاقات المتجددة.

(١٩) تم بالباب السادس من البحث عرض بعض النماذج التي يمكن للمعماري استخدامها من خلال جدول التقييم المقترح بالباب الثالث، وذلك للحصول على بعض الطرق التي يمكن تطبيقها لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، أحد هذه التطبيقات يختص بالحصول على تقييم مقارن بين بدائل بعض العوامل المستخدمة من خلال دراسة حالة، أما التطبيق الثاني فيعتمد على استخدام الحاسب الآلي لحساب الطاقة المستهلكة لأحد بدائل هذه العوامل والطرق الممكنة لترشيد استهلاكها من الطاقة.



اعتمدت الخطة البحثية على تحليل المشكلة البحثية من خلال البابين الأول والثاني ثم محاولة إيجاد الحلول الممكنة من خلال الأبواب الثلاث التالية بترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، والاعتماد على الجدول المقترح بالباب الثالث في تطبيق بعض النماذج من خلاله بالباب السادس، وأخيراً الحصول على النتائج والتوصيات من البحث.

منهج البحث

اتبع في الرسالة عدة مناهج تبعاً للخطة البحثية السابقة هي:

- المنهج التحليلي التشخيصي لعرض وتحليل الدراسات الخاصة بمجموعة الأبواب الأولى، والتي تظهر بها المشكلة البحثية من خلال:
  - طرح مشكلة الطاقة في مصر بالباب الأول وتحديد علاقة المبنى بها.
  - استخلاص أهمية وجدوى ترشيد استهلاك الطاقة وطرق الترشيد بالباب الأول.
  - تحديد الاتجاهات التي يمكن من خلالها دراسة استهلاك المبنى من طاقة خلال مرحلة تشييد المبنى.
  - طرح العلاقة بين مرحلة تشييد المبنى والبيئة بعد تحديد مكوناتها المختلفة بالباب الثاني.

- كما اتبع المنهج الاستنباطي التحليلي من خلال:
  - تحديد طرق ترشيد استهلاك الطاقة سواء المباشرة أو غير المباشرة بالباب الأول من البحث.
  - تقسيم مراحل استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.
  - تحديد عناصر استهلاك الطاقة بالأقسام السابقة بالباب الثاني.
  - تحديد العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة بالباب الثاني من البحث.
  - تحديد العلاقة بين البيئة وبين مرحلة تشييد المبنى، مع تقسيم البيئة إلى مجموعة من المكونات المختلفة.
  - تحديد أسس تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بالباب الثالث.
  - تحديد علاقة العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بمراحل المبنى الأخرى، وعلاقة هذه العوامل بالبيئة وبمستوى الجودة المفضلة بالمباني.

- تم اللجوء إلى المنهج التوثيقي وذلك من خلال الأبواب الخاصة بترشيد استهلاك الطاقة كما في:
  - طرح بعض البدائل للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.
  - تحديد طرق ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال الباب الخامس من البحث.
  - تحديد طرق ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال أقسام استهلاك الطاقة وعناصر استهلاك الطاقة فيها من خلال الباب الخامس من البحث.

- تم اللجوء إلى منهج الدراسة الميدانية في الحصول على بعض الحسابات والأرقام المتعلقة باستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وبما يمكن من تطبيق جدول التقييم المقترح بالباب السادس من البحث، حيث تم زيارة بعض مصانع وشركات مواد البناء والمقاولات، إلى جانب زيارة مشروع مدينة نصر الجديدة ليتم تطبيق المقارنة عليها.
- وأخيراً تم استخدام المنهج الاستقرائي في الحصول على النتائج والتوصيات الخاصة بالبحث.

نحو عمارة خضراء

جاءت دعوة الربيع الصامت في أواخر الستينات وأوائل السبعينات متمثلة في كتاب الربيـــع الصـــامت Silent Spring لراشيل كارسون،(م٩٤٠،ص٣) وذلك كرد فعل لظهور العديد من المشاكل أولها أزمة الطاقة العالمية ومظاهر التدهور البيئي والتصحر والنقص في الموارد الطبيعية، وتم اعتبار هذا الكتاب بداية الحركة البيئية المعاصـــرة وبـــدأ الاهتمام السياسي بالبيئة تحت عنوان (الأرض في الميزان)، وتبع ذلك العديد من الكتب والدراسات ككتاب الصدمة الثقافية لألفين توفلر، والذي أنبأ العالم بأن ما استخدمه من طاقة منذ عام ١٨٥٠ يقدر بعشرة أمثال ما اســـتخدمه من طاقة منذ نشأته، وانعكست هذه الصحوة العالمية على العمارة فجاءت الـــدعوة إلى العمـــارة الأيكولوجيـــة والبيوميناخية والعمارة البيئية وأخيراً العمارة الخضراء.(م٢٣٠،ص١١٢)

كما تنبه العالم إلى أهمية إيجاد طابع مميز لعمارته وخلق عمارة محلية تختص ببلده دون غيرها، خاصة بعد أن فشل فكر العولمة في تجميد الأذهان والتحول إلى فكر واحد نمطي متكرر من أقصى الشرق إلى أقصى الغـــرب، وذلـــك مروراً بالعديد من الاتجاهات المعمارية والتي تميزت بالمبالغة في تطبيق مفاهيم الحداثة والتركيز على النواحي المميكنة والتقنية المفرطة، مع عدم التركيز على الجوانب التراثية والحضارية والنواحي البيئية.(م٢٣٠،ص١٢)

وملأ الظمأ نفوس الكثيرين في مصر للعودة إلى عمارة محلية نابعة من فكر وحضارة المجتمع المصري المحلي، وبخاصة مع زيادة الأزمة العمرانية في مصر نتيجة فكر العولمة المهيمن عليها، لتكون هذه العمارة بديلة للعمارة التي اندثرت معالمها مع المؤثرات الخارجية الدخيلة، هذا إلى جانب أهمية تحديث الفكر المعماري السابق قبل استخدامه، فعلـــى الرغم من نجاح العمارة الإسلامية كعمارة محلية إلا أنها كانت كذلك في وقتها وحينها ولا يمكن الآن العـــودة إلى الوراء لاقتباس مفرداتها وإلصاقها على العمارة الحالية دون إدخال عامل الزمن عليها، وذلك لا يمنع الاهتمـــام بمـــا توصلت إليه هذه العمارة من نجاح لم يكن لأي عمارة أخرى في زمانها.

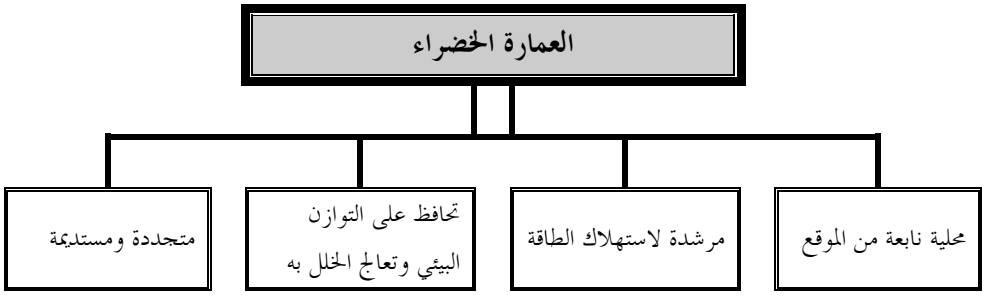
ويمكن تحديد العوامل الأساسية المكونة لأي عمارة محلية كالآتي:

- العوامل البيئية.
- العوامل الاجتماعية.
- العوامل الثقافية.
- العوامل التكنولوجية.

وتدعو العمارة الخضراء من خلال جميع هذه العوامل إلى فكر محلي جذوره الأرض التي يقف عليهـــا، وتعتـــبر العمارة الخضراء فكر جديد للعمارة المحلية، فهي منظومة بناء وظيفية متواكبة مـــع محيطهـــا الحيـــوي ونطاقهـــا الأيكولوجي من خلال التحكم الذاتي في مدخلات ومخرجات هذه المنظومة بأقل قدر من التأثيرات السالبة علـــى

البيئة واستهلاك الطاقة، سواء عند بناء أو تشغيل أو هدم هذه المنظومة،(م.٧١،ملخص عربي ص أ) وهي بذلك منظومة ذكية عالية الكفاءة تحوي وظائف متطورة ومكونة من مجموعة خدمات ذاتية التحكم، كما أنها تتكون من غلاف خارجي مستجيب ومتفاعل مع عوامل البيئة المحيطة حوله، فهو كالنبات الذي يدعم منظومة التوازن البيئي، يأخذ من موارد البيئة بالقدر الذي يحتاجه دون إفراط وينتج مواد مفيدة لاستمرار دورات الحياة بالوسط المحيط دون أن ينتج عنه أي نفايات مضرة بالأمان البيئي، وبالتالي فهو يأخذ من المواد والطاقة ما يحتاجه دون استعراض لقدراته التكنولوجية في استغلال موارد البيئة.

ويمكن تعريف العمارة الخضراء بأنها العمارة الموفرة للطاقة وللاستهلاك غير المرشد للموارد الطبيعية خاصة غير المتجدد منها، وهي العمارة التي تعتمد على الانتفاع من الموارد المتجددة وغير الملوثة للبيئة مع استخدام مواد قابلة للتحلل، ومن أهم خصائص العمارة الخضراء الاستدامة Sustainability، أي استمرار دورات الحياة الطبيعية بعد إقامة المبنى، فمخرجاتها هي مدخلات تثري دورات التوازن الطبيعية ولا تضره بنفاياتها، كما قد تصل إلى وسيلة لتدويرها والاستفادة منها فينعدم التأثير السلبي لها، كما أنها تستفيد من مظاهر الكون ومصادره دون إهدار.(م.٨٢،ص٤٠)



مما سبق يتضح أهمية اللجوء إلى تطبيق مفاهيم العمارة الخضراء في سبيل البحث عن عمارة محلية معاصرة مكتفية ذاتياً من الطاقة وغير مضرة بالبيئة، وفي هذا البحث تم التركيز على ما يختص بمفهوم ترشيد استهلاك الطاقة في سبيل تحقيق أحد مبادئ هذه العمارة وتم التركيز بشكل أكثر على تحقيق هذا الترشيد من خلال أحد مراحل المبنى المختلفة وهي مرحلة تشييد المبنى، كونها أولى المراحل العمرية للمبنى وحجر الأساس في منظومة الاستدامة، كمدخل إلى عمارة خضراء.

Abstract

Green architecture represents one of the important trends for reaching recent national architecture, especially after the spread of the international architectural policies, and thereby was the direction to this type of architecture a very important route to solve the energy problem in Egypt, plus emphasis on the concept of local architecture.

The energy problem appeared after the 1973 war with the quick exhaustion of the energy supplied from non-renewable resources, and therefore an important concept rose up, which is the idea of energy conservation, which in turn helps in prevention of the energy resource exhaustion problem, and limits the obligation to import energy from foreign regions.

The energy problem was clearly discussed in the first chapter, especially with the inefficiency of its application in Egypt. After that was the ensurance of the importance of reverting to energy conservation, in addition to the explanation of the concept, its importance, value, and different ways of conservation – as in industry; driven by its high energy expense and possibility of energy conservation, especially after identifying the energy consumption phases and positions of usage and loss of energy within this section.

To be able to conserve energy, it was an obligation to unify units of energy, and this would help comparing and dealing with the figures easily. The importance of energy as an alternative measuring unit to money was also pointed out due to its rareness and importance. Therefore, money was excluded as a method of determining the financial value due to the interference of a group of man-made effects on it, and its continuous change with the passage of time.

With the beginning of the second chapter, the focus was on the conservation of energy during the building construction phase, with emphasis on the importance of other phases e.g. the phase of building residence, which took a part of the due attention in studying its energy expenditure – unlike both: the energy of construction and demolition. The construction phase represents a very important phase in Egypt where energy is used in a great manner, starting from retrieving the underground raw materials and until the building becomes fully built. The second chapter was put forward to lay an eye on energy consumption during this phase, with discussion of the influencing factors on this consumption plus identifying the effects of each of them on energy consumption, focusing on the ones used in Egypt. Consumed energy in the building construction was also divided into three phases: the energy used in manufacturing construction materials, transportation energy, and the energy used in the actual construction, then specifying the secondary divisions for each of the energy consumption phases, and Egypt's consumption of energy. The energy consumption elements were specified, which are influenced by the previous factors and the energy types consumed in each, and the method of undergoing the calculation of each. This chapter ends by discussing the effects of this phase on the environmental balance and the amount of pollution it may cause, or the damage to its different components represented by the living organisms, materials, underground energy reservoirs, non-biological factors and construction sites.

After introducing the energy consumption during the construction phase, controlling this consumption is the goal of the three following chapters. As for the third chapter, a

table was suggested which enables the evaluation of the factors affecting the energy consumption during the building construction phase. The evaluation is done by using certain suggested evaluating elements and comparing their effect on the consumed energy during the different building phases, which include: construction, residence and demolition, with ensuring the concept of sustainability, besides taking in consideration the environmental balance and also each of the two factors: safety and quality, as well as adding consumed energy to obtain the previously considered energy used, which enables energy conservation in its origin, and via alternative energy sources to conserve energy. This chapter discusses the ways of conserving the energy loss, due to its importance in any field related to energy conservation. The chapter ends by obtaining a series of relationships between different alternatives affecting energy conservation during the building construction phase, which allows the architect to select from a group of different solutions which are suitable for the project's position and conditions, and suitable for each other.

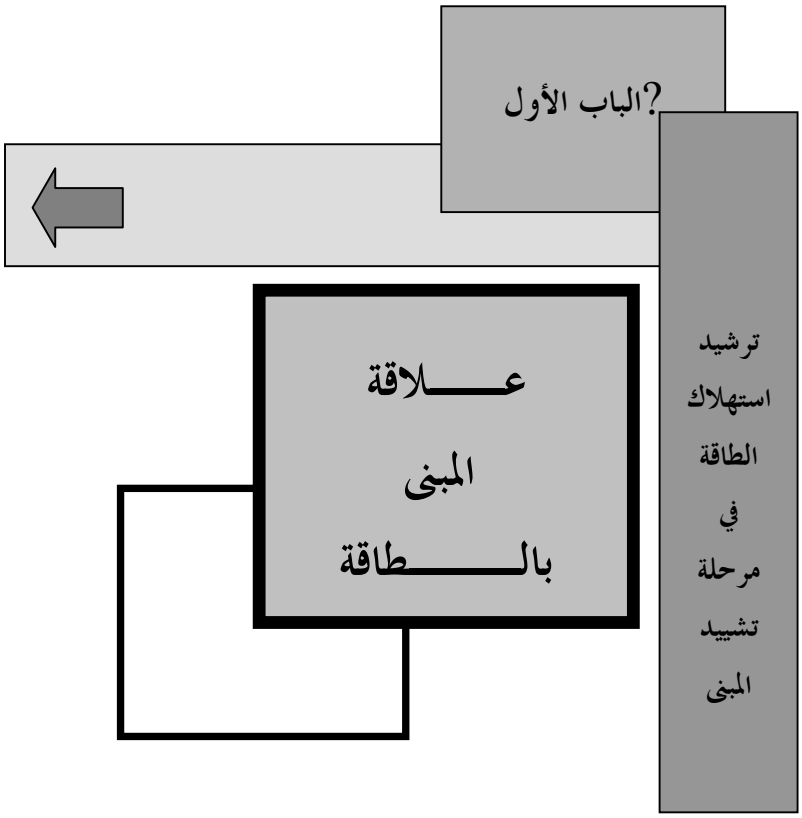
The fourth chapter presented some possible alternatives for some factors affecting the energy consumption during the building construction phase, which allows energy conservation by an indirect way, since it is possible by searching through the alternatives of these factors, and choosing the best one for energy conservation instead of reverting to conservation plans based on traditional factors which may not be equivalent to what the architect can obtain by using these alternatives. The goal of the chapter is introducing the architect to a massive range of different alternative factors which can be chosen from, focusing on the alternatives of the construction materials and the different construction techniques used in Egypt – which were already discussed within the second chapter of this research-; since they were both the most effective on energy consumption during the building construction phase, besides their effect on other factors and the abundance of alternatives for each of them, and the appearance of new versions in cyclic and continuous patterns.

The energy conservation series ends by presenting the possible solutions to the high energy consumption by the affecting factors, consumption sections and different consumption elements during the building construction phase – which were also noted in the second chapter-. This is done by using the direct routes to improve the usage performance and decrease energy losses, and the indirect routes by using the alternatives of the energy used or the energy consumption elements – which were noted in the first chapter -. Some ways of treating the environmental imbalance was also discussed, together with the result of this stage of pollution and the imbalance of different environmental components and putting forward the possibility of using the concept of recycling materials which may help the building construction phase facilitates the attempt to make this phase the starting point of reaching the green architecture.

During the sixth chapter, a group of different factors were chosen to apply the suggested comparison table regarding the energy consumption during the energy construction phase. The Medinat Nasr El-gedida project was used to help this application by using different values related to its construction materials, the type of equipment, labor used and others. A primary construction material was chosen from the project: the elemental bricks, and comparing it with its alternatives: light bricks and gypsum bricks for the same type of wall needed. One of the secondary construction materials was also chosen: form-work scaffolding and comparing it by applying the suggested table with other

form-work types such as: timber form-work and the table for scaffolding. The chapter ends by presenting a suggested example using the computer which enables the calculation of energy consumption for different factors which influence this consumption during the building construction phase, and further comments on the possible energy conservation ways which enable conservation by choosing between available solutions to minimize expense of energy by these factors under the current circumstances. Finally, the concrete performance was compared using the central mixer used in the project with the traditional mixer, by application of the same table.

The research concludes to the results of this research and futural suggestions required in the path towards green architecture, allowing energy conserving without any negative effects on the surrounding.


الباب الأول؟
ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى
علاقة المبنى بالطاقة

الباب الأول:علاقة المبنى بالطاقة

تستهلك المباني طاقة عالية تتضمن في محتواها من المواد والمكونات المختلفة حيث تبذل هذه الطاقة للحصول على المبنى في صورته النهائية ثم التعايش بداخله ثم للحصول على مكوناته مرة أخرى بعد انتهاء عمره أو عند التخلص منه، وبالنظر إلى الأعداد المهولة للمساكن نجد أن الطاقة المستهلكة بها شديدة الارتفاع خاصة مع تزايد استهلاكها نظراً للتزايد السكاني المطرد والحاجة إلى المساكن بصورة مفرطة.

ويظهر على الجانب الآخر من هذه المشكلة مشكلة النضوب السريع للإمدادات من الطاقة المستخدمة، فإلى جانب الاحتياج الملزم من الطاقة للحصول على المباني والحياة فيها، إلا أن معظم هذه الطاقة مهدرة سواء لسوء استخدام المستعملين أو نتيجة التصميم الخاطئ للمباني بما يجعلها مستنزفة للطاقة لجميع مراحلها العمرية بصورة كبيرة، وعند معرفة أنه يمكن بقليل من الوقت والجهد دراسة كيفية تحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمبنى أو تقليل الهدر فيه في مقابل توفير كبير في الطاقة أو تنظيم استهلاكها، تظهر أهمية دور المصمم المعماري لعلاج مثل هذه المشكلة، وتظهر في المقابل اتجاهات أكثر جاذبية بإمكانية اللجوء إلى استخدام الطاقات المتجددة، أو البحث بصورة جدية عن طاقات بديلة تسد الاحتياجات المستقبلية مع ضمان عدم نفاذها أو مع ضمان توفير البديل المستقبلي لها، وهو ما يجذب بدوره المعماري لآفاق أوسع خاصة مع ظهور عدة اتجاهات معمارية واضحة تنادي بذلك مثل اتجاه العمارة الخضراء.

١-١-مشكلة الطاقة في مصر

تنبه العالم منذ حرب ١٩٧٣م إلى الدور الهام الذي تلعبه الطاقة في التأثير المباشر على الاقتصاد القومي لهذه الدول، وبدأت كل دولة من دول العالم في مراجعة أساليب استخدامها للطاقة، وذلك بهدف البحث عن كيفية الاستخدام الأمثل لها وتكثيف الدراسات لاستنباط وسائل وأساليب جديدة تحقق بها هذا الهدف، كما زاد الاهتمام بترشيد استهلاك الطاقة والاقتصاد في استخدامها وتكثيف الأبحاث الخاصة بالطاقات البديلة.(م١٠،ص١)

ولقد أصبح استهلاك الفرد سنوياً من الكهرباء مقياساً لتقدم الأمم خاصة وأن موارد الطاقة التقليدية تتجه نحو النضوب السريع، [1] وتقدر الزيادة في الاستهلاك السنوي الفردي من الطاقة الكهربائية في مصر بنحو ١٧,٧%، كما تقدر الزيادة في احتياجات مصر من الطاقة سنوياً بنحو ٢٠%.(م٩،ص٣) (انظر جدول(١-١))

(١) مقال: الاستثمار في كفاءة الطاقة وحماية البيئة لتحقيق التنمية، ملحق الجمعة-جريدة الأهرام، ٢١ سبتمبر ٢٠٠١م، ص٣٨.

وتمثل الطاقة المستهلكة في مصر اليوم حوالي ٩٢,٥% منها من النوع غير المتجدد،(م.٤٦،ص٢١) كما يعتمد توليد الطاقة الكهربائية في مصر على البترول ففي عام ١٩٨٧م كان ٧٨,٢% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة مولدة في محطات حرارية، ونضوب الإمدادات البترولية سيؤثر سلباً على توليد الكهرباء،(م.٤٦،ص٢٢) (انظر شكل(١-١))وذلك مع التقديرات التي تشير إلى أن احتياطات البترول في عام ١٩٨٩م تمثل نحو ٤,٢ بليون برميل مع استهلاك سنوي ٩,٨% والذي يعتبر عالياً مقارنة بالمتوسط العالمي ومقداره ٣,٥% من الاحتياطي المتوافر، ومع زيادة الطلب المحلي ستواجه مصر موقفاً صعباً ينتج عن نضوب إمداداتها البترولية في المستقبل القريب، ونظراً لاستهلاك الطاقة المتزايد فإن مصر لن تستمتع طويلاً بكونها مصدرة للبترول، بل قد تواجه توقعاً صعباً بكونها مستوردة تماماً له مع كل التعقيدات التي سيضيفها هذا الموقف على وضع الميزانية الحالية المبهمة.

ويلاحظ تزايد الاستهلاك لجميع أنواع الوقود الأخرى في مصر، حيث تبلغ الزيادة في إجمالي الاستهلاك القومي من الطاقة (بوتجاز، بنزين، كيروسين،سولار، مازوت، غاز طبيعي، فحم، كهرباء) نسبة ١٥,٩% سنوياً،(م.٤٦،ص٢١) فقد بلغت نسبة المازوت المستهلك عام ٩٨،٩٩م إلى إجمالي المازوت المعادل ٣٦,٢% أي بزيادة ٥,٥% عن عام ٩٧،٩٨م، وبلغت نسبة الغاز الطبيعي ٦٣,٧% أي بزيادة ٧,١% عن عام ٩٧،٩٨م، وبلغت نسبة استهلاك السولار إلى إجمالي الوقود المستهلك ٠,١% أي بزيادة ٦,٧% عن عام ٩٧،٩٨.(م.٥٤،ص١٤)

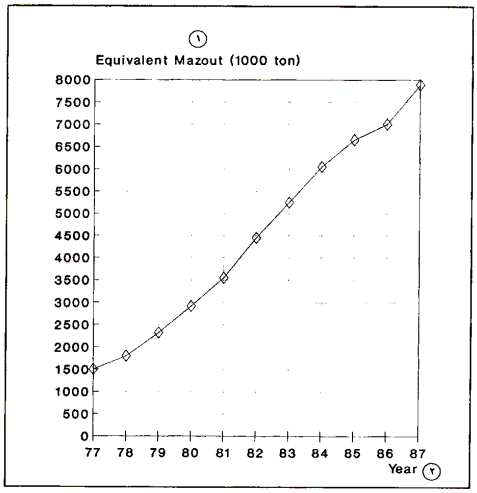
ونتيجة لتزايد استهلاك الطاقة في مصر يتزايد تبعاً لها التوليد، حيث تبلغ الزيادة السنوية في توليد الكهرباء نسبة ١١,٢% ، وعلى الرغم من تطور القدرة الكهربائية بمحطات التوليد الحرارية والمائية والمرتبطة بالشبكة الكهربائية الموحدة، فإنه الجدير بالذكر أنه لا يمكن الاستفادة من إجمالي القدرات المركبة لوحدات التوليد بالشبكة حيث أنها لا تعبر عن القدرات التي يمكن الاستفادة منها، وذلك نتيجة للمشاكل المتعلقة بهذه المحطات كما في محطات السد العالي وخزان أسوان ونجع حمادي، والتي تنخفض فيها القدرات المركبة المائية في فترة تصريف الري المنخفض، هذا إلى جانب تقادم بعض وحدات التوليد الحراري والذي ينتج عنه انخفاض القدرة المركبة أيضاً، مما يظهر الفرق الكبير في القدرة خلال هذه المحطات.(م.٣،ص١٠٩،١٠٨) (انظر شكل(١-٣،١-٤))

وهكذا تظهر المشكلة واضحة بعد التعرف على الزيادة المفرطة في الاستهلاك وعدم كفاءة التوليد، هذا إلى جانب النضوب السريع للطاقة المستخدمة كالبترول والغاز الطبيعي، حيث وجد أن الاحتياطي الحالي من الغاز الطبيعي يمكنه الحفاظ على معدل الاستهلاك لفترة محدودة تقارب على الانتهاء خلال السنوات القادمة، في حين تقع مصادر الطاقة المتجددة في المراحل المبكرة للإنتاج التجاري أو في مراحل التجربة،(م.٤٦،ص١٧،١٦) ومن ثم لابد من عدم تبديد الطاقة المستخدمة حالياً ثم التحول إلى استيراد الطاقة من الخارج بأسعار باهظة وبأعباء مالية كبيرة، كما أن استخدام البترول كوقود ليس هو الاستخدام الأمثل وإنما الأفضل استخدامه في الصناعات الكيماوية المختلفة.(م.٨٣،ص١٣) (انظر شكل(١-٢))

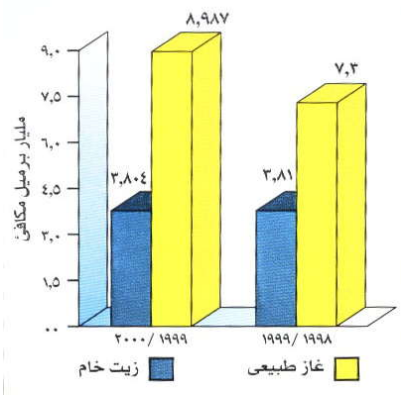
ويعتبر التوليد المائي في محطات خزان أسوان والسد العالي وأسنا ونجع حمادي من أرخص وأنظف المصادر لتوليد الطاقة الكهربائية من أحد المصادر المتجددة منذ عام ١٩٦٠م، لكن تمثل الطاقة المائية نسبة ٢٢,٥% من إجمـــالي الطاقة المولدة لعام ٩٩/٩٨، (م.٥٤،ص١٤) في حين تمثل ٧,٣% فقط من جملة الاستهلاك من الطاقة.(م.٩٤،ص٢٢)

العـــــــــام	١٩٨٠	١٩٩٤	٢٠٠٠	٢٠١٥
الحمل الأقصى(م.و)	٢٢٥٠	٨٠٠٠	١٠٥٠٠	١٨٧٠٠
الطاقة المولدة (مليار ك.و.س)	١٨,٥	٥٠	٦٦,٦	١١٨
نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية(ك.و.س)	٤٢٠	٨٥٠	١٠٤٠	١٥٠٠

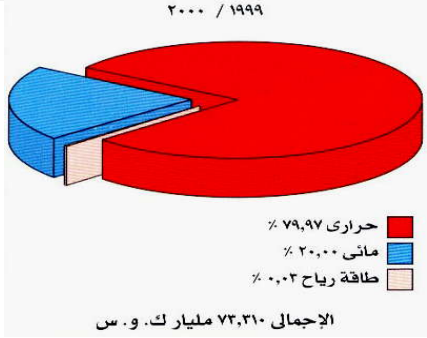
جدول(١-١): تطور إنتاج الطاقة الكهربائية المولدة والحمل الأقصى خلال الثمانينات وبداية التسعينات والمتوقع حتى عام ٢٠١٥م. (م.٤٥-٤،ص٤)



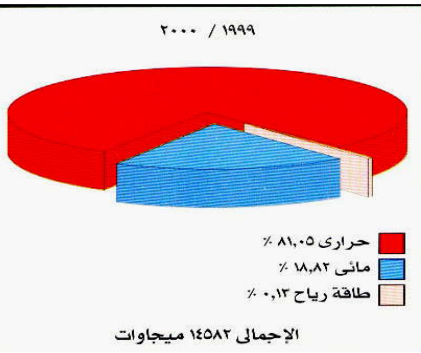
شكل(١-١): تزايد استهلاك الوقود في مصر. (م.٤٦،ص٢٤)



شكل(١-٢): الاحتياطات المؤكدة من الزيت الخام والغازات الطبيعية.(م.٢١،ص١٥)



شكل(١-٣): الطاقة الكهربائية المولدة في مصر ٢٠٠٠/١٩٩٩ (م.٢١،ص٢٧)



شكل(١-٤): القدرة المركبة في مصر ٢٠٠٠/١٩٩٩. (م.٢١،ص٢٥)

١-٢-الطاقة المستخدمة في مصر

يمكن بعد التعرف على مشكلة الطاقة في مصر تحديد العناصر التي يجب دراستها وتحليلها بما يتعلق بهذا الاستهلاك ليمكن بعد ذلك البحث عن طرق وأساليب حل هذه المشكلة، ويمكن أولاً التعرف على مصادر الطاقة المستخدمة في مصر للتعرف على نوعية الطاقة التي يتم التعامل معها حالياً وكيفية تجنب الزيادة المفرطة في استهلاكها أو إهدارها، ويمكن ثانياً التعرف على كفاءة استخدام الطاقة في مصر ليمكن وضع الطاقة المستخدمة في إطار لتحديد وضعها بالنسبة للطاقة المستخدمة في باقي الدول، وبحيث يمكن التعرف على الأماكن التي يمكن الاتجاه إليها مباشرة لحلها، أو لتحديد جدوى استمرار التعامل معها دون البحث عن بديل.

١-٢-١-مصادر الطاقة المستخدمة في مصر

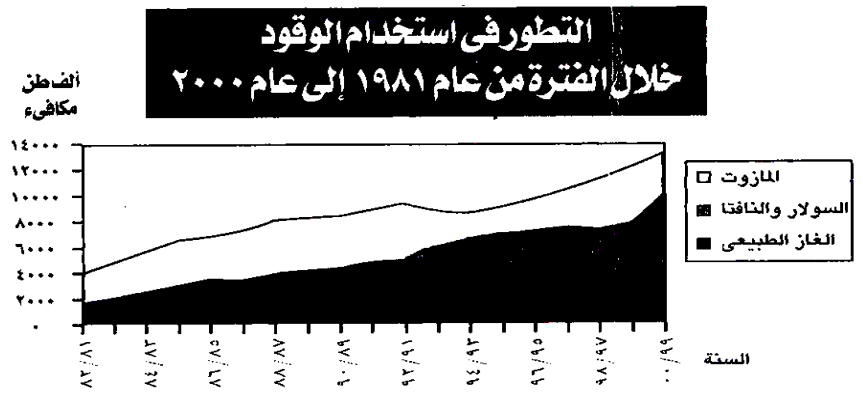
تحصل مصر على الطاقة من مصادر مختلفة متجددة وغير متجددة، وتعرف مصادر الطاقة غير المتجددة بأنها المصادر التي تنضب نتيجة الاستخدام، فهي محدودة العمر مثل البترول والغاز والفحم، وهذه الأنواع الثلاثة تسمى بالوقود الحفري، وترجع أهمية هذه المصادر إلى ما تختزنه من طاقة كيميائية من السهل إطلاقها كطاقة حرارية عند احتراقها(تفاعلها مع الأكسجين)، وهذه المصادر تكونت منذ فترات طويلة من الزمن ولا يمكن تعويضها، فبمجرد استخدامها تفقد إلى الأبد، ويصل استهلاك مصر من الطاقة غير المتجددة حوالي ٩٢,٥% أما بقية الطاقة فهي تستخدم من موارد الطاقة المتجددة مثل الطاقة الكهرومائية والتي تعتبر مصدراً للطاقة المتجددة.(م٤٦،ص٦) (انظر شكل(١-٥))

وتعرف مصادر الطاقة المتجددة بأنها المصادر التي لا تنضب -بإذن الله- كالشمس وحركة الرياح والحرارة الجوفية ومساقط المياه والمخلفات الحيوية، فالشمس مصدر للطاقة الشعاعية، وحركة الرياح ومساقط المياه مصدران للطاقة الميكانيكية، والحرارة الجوفية مصدر للطاقة الحرارية، ومما هو جدير بالذكر أن معظم التقنيات تحت هذا العنوان تعمل في مصر مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والكتلة الحيوية لكنها في مراحل مبكرة من التوليد (انظر جدول(١-٢))، وفيما يلي تم ذكر أهم المصادر المستخدمة في مصر سواء كانت متجددة أو غير متجددة، وهي كالآتي:

- البترول، ولقد وصل استهلاك البترول ٧٤% من إجمالي الطلب على الطاقة بمصر في عام ١٩٨٦م، وذلك من خلال الاحتراق المباشر أو من خلال الطاقة الكهربائية المولدة حرارياً، كما يمثل البترول أحد أهم مصادر الطاقة الإجمالية المستهلكة في الصناعة والتي تبلغ نحو ٧٠% لنفس العام. (م٤٦،ص٦) (انظر شكل(١-٧)، (١-٨))

- الغاز الطبيعي، حيث يستخدم الغاز حالياً بكثرة كوقود كما في صناعة الصلب والأسمنت ومحطات توليد الكهرباء، ويعد الاحتياطي الحالي كافياً للحفاظ على معدل الاستهلاك الحالي لنحو ١١ سنة.(م٤٦،ص١٦)

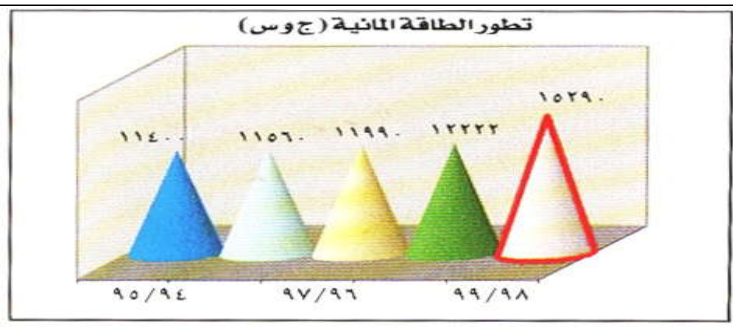
➢ الطاقة الكهرومائية، وهي أحد مصادر الطاقة المتجددة التي تعمل في مصر منذ زمن بعيد، ويعتبر نهر النيل هو المصدر الرئيسي لها، كما تقدر الطاقة المتاحة منها بنحو ٣٢٠٠ ميجاوات ساعة والتي ينتج منها حوالي ٦% من إجمالي الطاقة الكلية، [١] (م.٤٦،ص١٧) ويقدر مجموع القدرات المركبة للمحطات المائية بنحو ١٦٥ ميجاوات يمكن أن تنتج حوالي ١٠٠٠مليون كيلووات ساعة سنوياً.(م.٢١،ص١٥) (انظر شكل(١-٦))



شكل(١-٥): التطور في استخدام الوقود خلال الفترة من عام ١٩٨١إلى عام ٢٠٠٠م.(م.٥٥،ص١١٥)

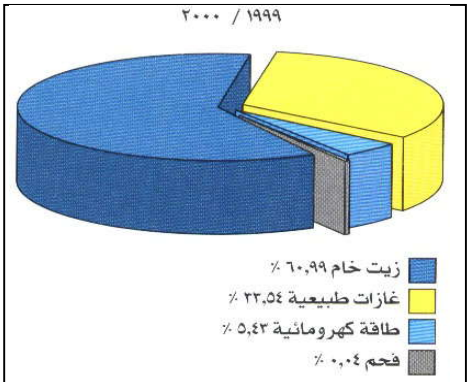
البيـــــــان	٢٠٠٠/١٩٩٩	١٩٩٩/١٩٩٨	معدل النمو السنوي
مائي	١٤،٦٥٩	١٥،٣	٤،١٩%
حراري	٥٨،٦٢٨	٥٢,٧	١١,٢٥%
طاقة الرياح	٠,٠٢٢		
إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة	**٧٢,٢٦٠**	**٦٨**	**٧,٨١%**

جدول(١-٢): الطاقة الكهربائية المولدة –مليار ك.و.س. (م.٢١،ص٢٥)

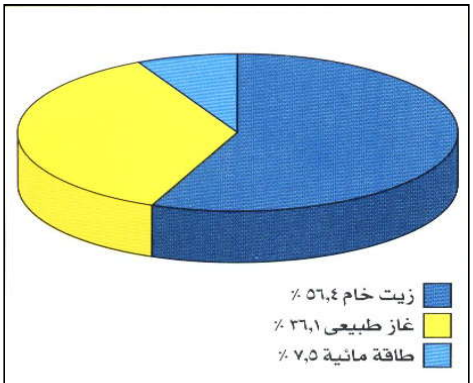


شكل(١-٦): تطور الطاقة المائية في مصر.(ج.و.س.) (م.٥٤،ص١٨)

(١) يمكن القول بأن مصادر الطاقة الكهرومائية المتاحة في مصر قد أمكن استغلالها بالكامل تقريباً، وذلك بعد إنشاء كل من محطتي كهرباء خزان أسوان بقدرة ٦١٥ ميجاوات ومحطة كهرباء السد العالي بقدرة ٢١٠٠ ميجاوات ومحطة إسنا المائية بقدرة ٩٠ ميجاوات، إضافة إلى إمكانية إنتاج بعض الطاقة الكهربائية من كل من قناطر نجع حمادي وأسيوط.(م.٢١،ص١٥)



شكل(١-٧): نمط إنتاج الطاقة الأولية عام ١٩٩٩/٢٠٠٠.(م٢١،ص٢٧)



شكل(١-٨): نمط استهلاك الطاقة الأولية عام ١٩٩٩/٢٠٠٠.(م٢١،ص٢٧)

١-٢-٢-كفاءة استخدام الطاقة في مصر

يمكن بدراسة كفاءة استخدام الطاقة في مصر معرفة وضع مصر بالنسبة للدول الأخرى من حيث استهلاكها من الطاقة، وتعتمد كفاءة استخدام الطاقة على دراسة مؤشرين هامين هما:

- متوسط نصيب الفرد من الطاقة، والذي يعبر عن متوسط استهلاك الفرد من صور الوقود المختلفة، وهذا المؤشر يدل على مدى الرفاهية التي يتمتع بها الأفراد، فكلما زاد متوسط نصيب الفرد من الطاقة زادت الرفاهية التي يتمتع بها هؤلاء الأفراد.(م٩٤،ص٢٣) ولقد ارتفع نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية سنة ٢٠٠١م إلى ١٥٠ كيلووات/ساعة. ((انظر جدول(١-٣))

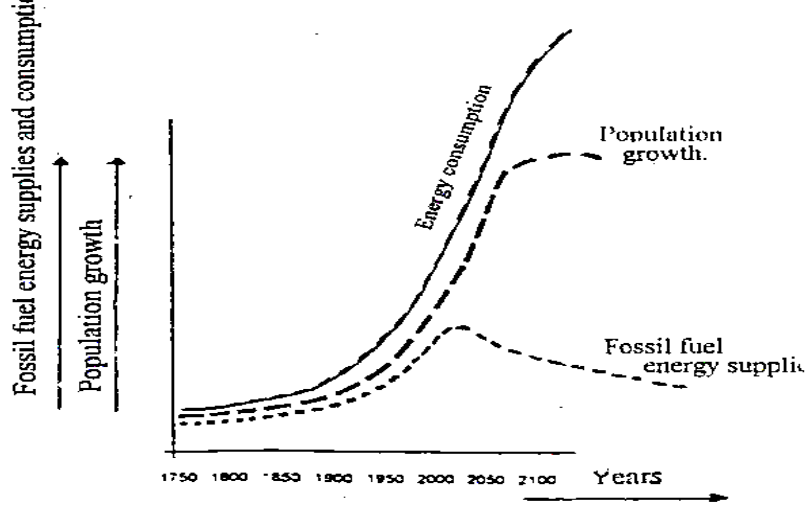
- كثافة استخدام الطاقة، ويعبر كثافة استخدام الطاقة عن عدد الوحدات من الطاقة الأولية لإضافة وحدة واحدة إلى الناتج الإجمالي المحلي.(م٩٤،ص٢٣) (انظر شكل(١-٩))

ويمكن بمقارنة هذه المؤشرات بين نظيرتها في مصر والدول الأخرى أن يتسنى التعرف على وضع مصر بين دول العالم، وفي هذا الصدد نجد أن متوسط نصيب الفرد في مصر منخفض جداً، في حين تعتبر كثافة استخدام الطاقة مرتفعة جداً، مما يعكس عدم كفاءة استخدام الطاقة في مصر،(م٩٤،ص٢٣) ومما يلزم بالبحث السريع عن مواضع الهدر أو الاستهلاك المفرط من الطاقة ومقارنتها مع المحطات المماثلة في الدول الأخرى لمعرفة مواضع الهدر وكيفية إيجاد الحلول المناسبة لهذا الهدر.

ويرجى نتيجة لانخفاض كفاءة استخدام الطاقة في مصر البحث عن حل لهذه المشكلة من خلال نوعية الطاقة المستخدمة وذلك بعد دراسة جدوى استخدامها وكفاءته وتحليل كفاءة الاستخدام لجميع القطاعات البديلة، وبعد دراسة كيفية التحويل بين هذه القطاعات خاصة بعد التعرف على نوعية الطاقة المستخدمة في مصر بالبند السابق والمرتكزة بشكل أساسي على البترول، فمثلاً في عام ١٩٨٧م كانت نسبة٧٨,٢%من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة مولدة في محطات حرارية باستهلاك المنتجات البترولية والغاز الطبيعي، في حين بلغت كمية الطاقة الكهربائية المولدة من المحطات المائية نسبة ٢١% فقط.(م٤٦،ص٢٢)

السنة	متوسط نصيب الفرد من الطاقة الأولية (كجم ب.م)	متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية المولدة (ك.و.س)	كثافة استخدام الطاقة لسنة ١٩٩٦/١٩٩٧ (كجم ب.م/ألف جنيه)
١٩٩٩/٢٠٠٠	٦٧٦	١١٢٠	١٥٤
١٩٩٨/١٩٩٩	٦٦٠	١٠٦٤	١٥٧
معدل النمو	%٢,٤٣	% ٥,٣١	% ١,٩٤

جدول(١-٣):أهم مؤشرات الاقتصاد والطاقة في مصر. (م٢١،ص٢٧)



شكل(١-٩): تطور استهلاك الطاقة عبر الزمن ومقارنته مع كميات الوقود المتوفرة والزيادة السكانية.(م٧١،ص١٥)

١-٣-ترشيد استهلاك الطاقة

يلاحظ مما سبق أهمية إيجاد حل سريع لمشكلة الطاقة المتفاقمة، ولابد من أن يكون الحل المتبع نابعاً من الطاقة ذاتها وأسلوب استهلاكها، ومن الاتجاهات الهامة لحل مشكلة استهلاك الطاقة والتي ظهرت بصورة ملحة في العالم مؤخراً اتجاه ترشيد استهلاك الطاقة، والترشيد يختلف في مفهومه عن التخفيض فهو يعتمد على أن الطاقة حسب القانون الأول للديناميكا الحرارية لا تفنى أو تستحدث من عدم إنما يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى، فطاقة الكون الذي نعيش فيه ثابتة ولا يتعدى اكتشاف مصادر الطاقة وإنتاجها سوى تحويل أحد أنواع طاقة الكون إلى نوع آخر، فعند حرق البترول مثلاً كطاقة حرارية يمكن تحريك الآلات كطاقة ميكانيكية، وينتج عن عملية الاحتراق مواد كيميائية ذات طاقة أقل من طاقة البترول المستخدم، لكن يراعى دوماً إمكانية التعامل مع الطاقة من مفهوم الاستدامة لها دون أي فواقد، وهو ما يرتكز عليه مفهوم الترشيد.(م٢٨،ص٦٧)

١-٣-١-أهمية ترشيد استهلاك الطاقة

يمكن بعد التعرف على مشكلة الطاقة في مصر والعالم والتي تهدد بإمكانية فقد أهم عناصر البنية التحتية، وبعد التعرف على مشكلة التزايد السكاني العالي والحاجة الملحة باستمرار لتوفير احتياجاتهم من الطاقة، وبعد معرفة الحالة التي ستصل إليها مصر قريباً إن لم تجد الحل المناسب لهذه المشاكل مجتمعة بأنها ستصبح مستوردة للطاقة بعد أن كانت مصدرة له، يمكن معرفة أهمية ترشيد استهلاك الطاقة بوضوح باعتباره الحل الأمثل في الوقت الحالي بتحسين كفاءة استخدام الطاقة الحالية وخفض المهدر منها، وعلى المدى البعيد بتوازي العمليات السابقة مع عمليات البحث عن بديل سريع للطاقة الناضبة والتي تسمح بالتخلص من المشكلة نهائياً بإيجاد البديل المناسب.

كما تتعلق كمية الطاقة المستهلكة لكل وحدة نشاط اقتصادي بالكفاءة التي استهلكت بها هذه الطاقة وفي إطار التكامل بين التنمية والطاقة والبيئة فقد تصاعد الوعي العالمي للحاجة إلى الترشيد ورفع الكفاءة في إنتاج ونقل وتوزيع واستخدام الطاقة، فالترشيد لا يتعلق فقط بالطاقة بل ينصب اهتمامه أيضاً على العلاقة المتبادلة بين الطاقة والبيئة، إذ أن تخفيض كمية الطاقة اللازمة لوحدة النشاط الاقتصادي مع الحفاظ على المستوى الفني للخدمات يؤدي إلى زيادة في المردود الاقتصادي والمساهمة في التنمية المستدامة وتخفيض الانعكاسات البيئية.(م٣٦-٦،ص٤٥)

ويصبح خيار تحسين كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها هو الخيار الأهم في المدى المنظور، إذ ينظر إليه كبديل عن الإنتاج الجديد لأن ترشيد استهلاك الطاقة في معظم الحالات إن لم يكن في جميعها أقل كلفة على الاقتصاد من إقامة منشآت جديدة لإنتاج هذه الطاقة.

١-٣-٢-مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة

يقصد بترشيد استهلاك الطاقة حسن استخدام المتاح منها باستثماره بأكفأ الوسائل الممكنة للحصول على أقصى عائد اقتصادي، ويقصد بتحسين كفاءة استخدام الطاقة تخفيض كمية الطاقة اللازمة لوحدة النشاط الاقتصادي إلى أقل قدر ممكن دون المساس أو التأثير الجوهري على مستوى هذا النشاط، ويتطلب ذلك التخطيط المتكامل والرشيد لمصادر الطاقة مع العمل على رفع كفاءة استخدامها في جميع القطاعات المستهلكة لها، كقطاعات الاستخراج والإنتاج والنقل والتوزيع أو في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة، ويتمثل ذلك بمجموعة من السياسات والبرامج السياسية والاقتصادية والفنية والإدارية والإجراءات الموجهة نحو تطبيق التقنيات والأساليب المناسبة.(م٣٦،٦-ص٤٥)

ولا يعني ترشيد استهلاك الطاقة تشغيل المنشأة بدون طاقة، ولا يجب أن يصاحبه تخصيص حصص أو تقليص خدمات الإمداد بالطاقة، ولكن ترشيد استهلاك الطاقة يعني تحديد مواقع الاستخدام المهدر لها واتخاذ خطوات العمل اللازمة لخفض هذا الفاقد إلى حده الأدنى أو منعه تماماً، وبهذه الطريقة يستطيع مستهلك الطاقة أن يحصل على نفس المستوى من الإنتاج أو الخدمات بطاقة أقل، أو أن يتم التوسع في الإنتاج أو الخدمات بنفس القدر من الطاقة، فمثلاً يمكن ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية برفع كفاءة المحطات الحرارية، وترشيد تشغيل المحطات العادية، وتحسين معامل القدرة، واستخدام مصادر التوليد الكهربائية والاقتصادية بخلاف البترول مثل محطات التوليد المائية والمستخدمة للفحم أو النووية.(م٤٦،ص٢٩)

كما يعني الترشيد الاستخدام الأكثر كفاءة والأمثل للطاقة والموارد للحصول على نفس كمية المنتج أو الخدمة بتقليل الفقد مع منع الإسراف في ظل مقننات لا يمكن تجاوزها،(م٤١٠،ص٨٩٨) بمعنى حسن اتخاذ القرار أو الفعل المسبب منطقياً، ولا يعني مجرد التوفير اقتصادياً بل يتضمنه بالضرورة مما يؤدي إلى منع إهدارها أو استنزافها، ويدعم هذا المنع استخدامها بكفاءة عالية واختيار أنسب المصادر لجميع القطاعات الخدمية الإنتاجية، ولترشيد استهلاك الطاقة في أي من القطاعات المستهلكة لها يقتضي الأمر دراسة الحالة للقطاع المستهلك لتحديد حجم المشكلة والأسلوب الأمثل لتطبيق نظم الترشيد به.(م٥٤،٣٣)

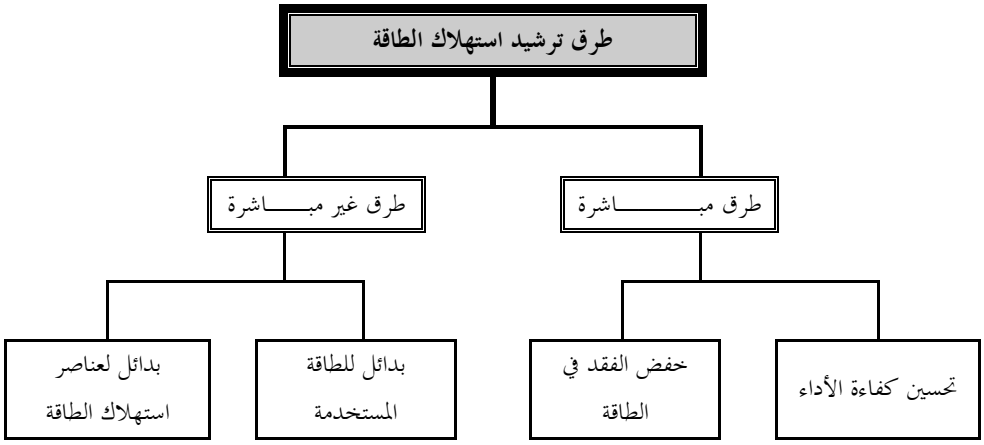
ولابد من تحديد معايير وموازين عند الترشيد تحدد إمكانية التقييم مقارنة بالفائدة المتحصل عليها أو مستوى الجودة والنوعية، ولا يمكن القول بأنه تم ترشيد استهلاك الطاقة في مبنى ما إذا كان هذا الترشيد يصاحبه تخفيض غير مستحب أو مقبول في مستوى الجودة والأداء إلى ما دون الحد الأدنى المتفق عليه، فتحديد مستوى الجودة والأداء والذي يعرف بالجودة المفضلةoptimal quality ضرورة، والعمل بمستوى أعلى منها يؤدي لارتفاع غير مرغوب في استهلاك الطاقة ولا يتوازى والفائدة الناتجة مع حجم التضحيات في كمية الطاقة المهدرة، كما أن العمل بمستوى أقل منها يؤدي إلى خسائر في القيمة الانتفاعية لا توازيها الوفورات المتحصل عليها من الطاقة نتيجة العمل

بالمستوى الأدنى، ومن أمثلة مجالات ترشيد استهلاك الطاقة دون المساس بجودتها المفضلة الاستغناء عن معظم أعمال البياض والتشطيبات دون الإضرار بوظيفة المبنى أو قوة احتماله. [1]

١-٣-٣-طرق ترشيد استهلاك الطاقة:

يمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلال إحدى طريقتين إحداهما تعتمد على ترشيد الطاقة الحالية بحيث يساعد الترشيد على تقليص حجم المشكلة من الطاقة المستهلكة بدون كفاءة أو بإهدار دون معنى، والطريقة الثانية تعتمد على الطاقة المستقبلية بما تحمل من ترشيد على المدى البعيد باستبدال الطاقة الحالية بأخرى مستديمة أو أكثر كفاءة، وبالتالي فإن طرق ترشيد استهلاك الطاقة تتمثل في:

- طرق مباشرة: بإعادة تنظيم ما هو متاح لخفض الفقد وتحسين كفاءة الأداء.
- طرق غير مباشرة: باستخدام بدائل للطاقة أو لعناصر استهلاك الطاقة.(٤١،ص٨٩٨)



شكل(١-١٠): طرق ترشيد استهلاك الطاقة.

ويمكن تطبيق الطرق السابقة على الطاقة من خلال أقسام استهلاك الطاقة المختلفة وهي:

- طاقة تصنيع الطاقة.
- طاقة نقل الطاقة.
- طاقة تشغيل الطاقة. وسوف يرد في الباب الثالث من البحث بحث إمكانية ترشيد استهلاك الطاقة من خلال هذه الأقسام (انظر ص ١٠١).

(١) المجلس القومي للبحوث –مجلس الأبحاث العلمية والتقنية، الدراسات المقدمة للحلقة عن الأسس العامة لترشيد صناعة البناء والتشييد–الحلقة الدراسية حول تخفيض تكلفة المباني–الجزء الثاني، الخرطوم، ١٩٧٤م، ص٢.

وتعتبر الطرق المباشرة هي الحل الأوقع في الوقت الحالي لحين القدرة على تخطي العقبات الحالية والتعامل مع الطرق غير المباشرة، ولو أن هذا لا يمنع بدء البحث والتطبيق فيها ليمكن سرعة استبدال الطاقة قليلة الكفاءة والمستخدمة بغيرها الأكثر كفاءة أو الأكثر استدامة أو كليهما في أقصر وقت، وقد بدأ اهتمام مصر بالاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة مؤخراً، وتم وضع استراتيجية قومية للاستفادة من هذه المصادر بهدف توفير ٣% من استهلاك الطاقة الكهربية المتوقعة عام ٢٠١٠م، وقد تحقق حتى الآن ما يلي:

- تم إعداد قاعدة بيانات لمصادر الطاقة المتجددة حيث تم إصدار الأطلس الشمسي عام ١٩٩١م، كما تم إصدار أطلس الرياح لمنطقة خليج السويس، ويتم حالياً توسيع قياسات طاقة الرياح ليتم عمل أطلس على مستوى الجمهورية.
- تم إنشاء مركز بحوث واختبارات الطاقة الجديدة والمتجددة (أريدو)، والذي يضم إمكانيات معملية وفنية ومعدات ونظم متطورة للقياس والاختبار والتقييم للتقنيات المختلفة، وكذلك إتمام الاختبارات الميدانية وأعمال المعايرة والإصلاح وإصدار شهادات الصلاحية للمعدات المصنعة محلياً أو المستوردة من الخارج.(م.٥٥،ص١٠٦)

- تم تنفيذ مشروعين للتسخين الشمسي الصناعي واستعادة الحرارة المفقودة مما ساهم في توفير ١٢٧,٩٣ ميجاوات ساعة سنوياً.

- تم اتخاذ إجراءات تنفيذ المحطة الشمسية الأولى بالارتباط مع الغاز الطبيعي في دورة مركبة بقدرة ١٢٦ ميجاوات في الكريمات، كما تم تنفيذ مشروع لكهربة نجع أولاد الشيخ بوادي النطرون.(م.٥٥،ص١٠٨)

- تم إنجاز مجموعة من المشروعات الريادية في مجال طاقة الرياح منها:
  - مزرعة الرياح برأس غارب، وتعتبر أول مزرعة رياح تجريبية لتوليد الكهرباء بقدرة ٤٠٠ ك.و.
  - مزرعة الرياح التجريبية في الغردقة باستخدام معدات مصنعة جزئياً، والتي تعمل بقدرة ٤٠٠ ك.و.
  - محطة توليد الكهرباء بالغردقة قدرة ٥ ميجاوات، وتضم هذه المحطة عدد ٣٨ وحدة رياح تراوحت قدرتها بين ١٠٠-٣٠٠ ك.و. وتبلغ قوتها الكلية ٥٠٠٠ ك.و. (انظر شكل(١-١١))
  - مشروع المحطات الكبرى لتوليد الكهرباء بالزعفرانة منها محطة توليد الكهرباء قدرة ٦٠ ميجاوات بالتعاون مع الدانمارك باستخدام طاقة الرياح المتاحة بوفرة في منطقة الزعفرانة،[1] ومحطة توليد كهرباء قدرة ٦٠ ميجاوات بالتعاون مع ألمانيا باستخدام نفس الطاقة على ثلاث مراحل.[2] (انظر شكل(١-١٢))

---

(١) يقدر الإنتاج من الطاقة الكهربائية بما يزيد على ٢٠٠ مليون كيلووات ساعة سنوياً يقابل وفراً في استهلاك الوقود البترولي حوالي ٥٠ ألف طن بترول مكافئ سنوياً.(م.٣٦-٢،ص٧٨١)

(٢) تبلغ قدرة كل مرحلة حوالي ٢٠ ميجاوات، ويقدر الإنتاج من الطاقة الكهربائية في كل مرحلة بحوالي ٧٠ مليون كيلووات ساعة سنوياً يقابل وفراً في استهلاك الوقود البترولي حوالي ١٦ ألف طن بترول مكافئ سنوياً (م.٣٦-٢،ص٧٨١)، وقد أمكن استخدام طاقة الرياح في توليد الكهرباء وضخ المياه نتيجة لاستخدام الريش الايرودينامية والمواد عالية التقنية والتصميمات المتطورة، وقد أنشأت المحطات

➢ مشروع توليد الكهرباء بواسطة الأنظمة المعزولة من توربينات الرياح مع الديزل، ويهدف المشروع إلى خدمة المناطق النائية وتوفير الطاقة الكهربائية لها، ويتكون من خمس محطات قدرة كل منها ١٥٠ كيلووات.(م.٥٥،ص١٠٩)

➢ تم إنجاز مجموعة من المشروعات الريادية في مجال الطاقة المائية منها:

➢ مشروع منخفض القطارة، والذي يمكنه استخدام فرق الارتفاع بين مستوى سطح البحر وبين قاع المنخفض لتوليد الكهرباء، ويصل الماء إلى موقع المنخفض عن طريق قناة طولها ٧٠ كيلومتراً، وأثناء هبوط الماء إلى القاع يمر من خلال توربينات تولد الكهرباء، ويقدر الحد الأقصى للقدرة المنتجة بنحو ٤٢٠٠ ميجاوات، وهذا المشروع تحت الدراسة منذ عام ١٩٢٣م.(م.٤٦،ص٢٨)

كما يتوقع إلى جانب الإنجازات السابقة بعض التطويرات المتوقعة لترشيد استهلاك الطاقة من خلال الطرق غير المباشرة في مصر مثل:

➢ استغلال كامل الطاقة المائية وتشغيل محطة توليد خزان أسوان رقم ٢ بقدرة ٧٢ ميجاوات.

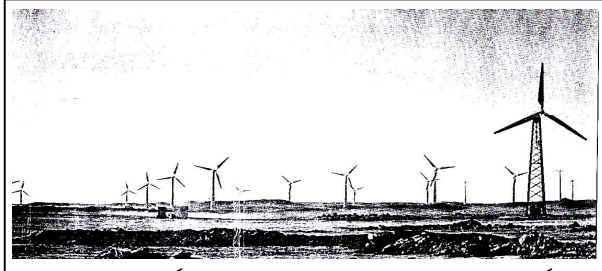
➢ إنشاء محطات توليد الكهرباء على القناطر الجديدة على النيل.

➢ استكمال محطة السويس الحرارية بوحدات إضافية تبلغ قدرتها ٣٠٠ ميجاوات باستغلال الغازات الطبيعية بحقول رأس غارب–رأس شوقير بخليج السويس.

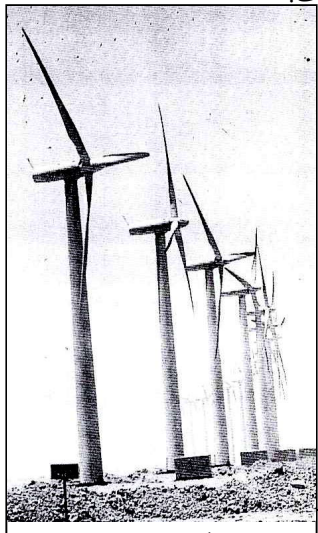
➢ استغلال الفحم الموجود بعيون موسى والمغارة بسيناء وتشغيل محطة توليد حرارية بقدرة ٩٠٠ ميجاوات يعتمد في تشغيلها على الفحم المحلي.

➢ إنشاء وتشغيل محطة توليد بخارية بالكريمات بقدرة ١٣٠٠ ميجاوات على أن تعمل بالغاز الطبيعي أو الفحم.(انظر شكل(١–١٣))

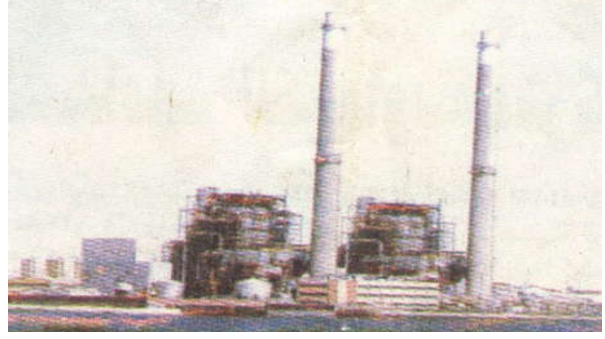
➢ إنشاء وتشغيل محطة توليد بخارية غرب الإسكندرية بقدرة ٦٠٠ ميجاوات.(م.٣٠،ص٨٥)



شكل(١–١١):جزء من مزرعة الرياح لتوليد الكهرباء بالغردقة بالقدرة المركبة (٥٠٠٠ ك.و.).(م.٥٥،ص١٠٩)



شكل(١–١٢):
جانب من المرحلة الأولى من مزرعة الرياح بالزعفرانة (٣٠٠ ميجاوات).(م.٥٥،ص١١٠)



١-٣-٤-جدوى ترشيد استهلاك الطاقة

يراعى دائماً عند الإقدام على أي عمل التأكد من جدواه وخاصة عندما يتعلق الموضوع بأزمة لابد من حلها وتفادي الوقوع في غيرها، كما يراعى دراسة الفترة التي تسمح باستمرار فاعليتها لمعرفة متى يستلزم تغييرها، ويراعى بالتالي دراسة جدوى الطريقة المستخدمة للترشيد نسبة إلى الزمن للتأكد من فاعليته، ويلاحظ مدى جدوى ترشيد استهلاك الطاقة في مصر بالطرق المباشرة من حيث:

- قصر زمن التنفيذ فمعظم مشروعات ترشيد استهلاك الطاقة يمكن تنفيذها في عام واحد أو أقل، وبالتالي تؤتي ثمارها أسرع من الحلول الضخمة ذات التكلفة الاستثمارية.
- يؤدي خفض استهلاك الطاقة إلى وفر في التكلفة وبالتالي يحسن الربحية، ويمكن أيضا الوصول إلى زيادة في الإنتاجية الإجمالية من خلال إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة خاصة عندما يتقيد الإنتاج بمدى إتاحة الطاقة.
- خفض الحاجة لاستيراد الطاقة، وخاصة عمليات استيراد البترول لمشاريع تنمية الطاقة وبالذات الطاقة الكهربائية.
- أغلب مشروعات ترشيد استهلاك الطاقة لها فترة استرداد بسيطة تقل عن ثلاث سنوات مما يجعلها ذات جاذبية كبيرة، وإذا اعتبرنا أن وحدة الطاقة الموفرة عبارة عن وحدة طاقة منتجة فإن ترشيد استهلاك الطاقة تمكن من إنتاج الطاقة بأسعار أقل من التكلفة السائدة، وبالتالي من الأرخص توفير الطاقة عن شرائها.
- بعيداً عن أجهزة القياس والآلات فإن جزءاً كبيراً من المعدات المطلوبة لترشيد استهلاك الطاقة متاح ومصنع محلياً بمصر.(م.٤٦،ص١٢)

أما بالنسبة للطرق غير المباشرة فيلاحظ جدوى استخدامها من حيث:

- تتمتع مصر بمخزون غني من الطاقات الحفرية البديلة يمكنها سد الاحتياجات من الطاقة إلى زمن بعيد.
- تتميز مصر بموقع جغرافي متميز وإمكانيات طبوغرافية عالية لإمكانية استخدام الطاقات الطبيعية المتوفرة.

وجميع ما سبق يؤكد جدوى الترشيد والإسراع فيه لحل مشكلة الطاقة الحالية في مصر.

١-٤-الطاقة كوحدة قياس

يراعى لسهولة التعامل مع أنواع الطاقة المختلفة ليمكن دراسة تأثيرها وكيفية ترشيدها توحيد جميع وحداتها إلى وحدة واحدة متداولة يمكن من خلالها التطبيق المباشر والسريع لجميع المواضع التي بحاجة إلى ترشيد، خاصة مع صعوبة تحديد كمية الطاقة سواء في الاستهلاك أو الإنتاج لاختلاف وحدات القياس المختلفة.(م،٤٠) كما أن ترشيد استهلاك الطاقة يعني بدرجة كبيرة بتحويل الطاقة الموجودة بالوقود أو الكهرباء إلى شغلWork مفيد أو حرارة، وبالتالي لابد من التعبير عن كل الطاقة المستهلكة بصرف النظر عن مصدرها بوحدات مشتركة، ويطلق على ذلك تسوية normalization المصادر المختلفة من الطاقة.(م،٤٠) ويمكن الحصول على وحدة مشتركة باستخدام جدول

خاص بالتحويل بين أنواع الطاقة يمكن من خلاله الحصول عليها جميعاً بوحدة واحدة.(م٤٦،ص٣٥) (انظر الملاحق جدول(م-١)،(م-٢)،(م-٣))

ويمكن بالتالي للتعرف على أنواع الطاقة المختلفة تصنيفها إلى خمسة أنواع رئيسية: ميكانيكية، وكيميائية، وكهربائية، وشعاعية، وحرارية، وهذه الأنواع متمثلة في:

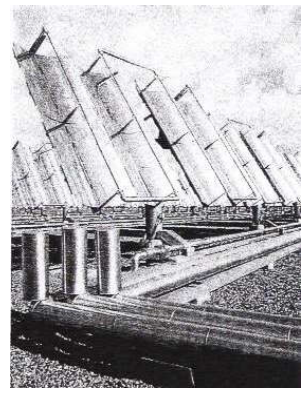
- الطاقة الكيميائية ووحدتها الجول Joule، وهي متوفرة في مختلف أنواع الوقود من فحم وبترول وغاز وحطب.
- الطاقة الحرارية ووحدتها السعر الحراري Calorie، وهذه الطاقة لا تتوفر بطريقة مباشرة في الطبيعة إلا من مصادر الحرارة الجوفية، والطاقة الحرارية هي أكثر أنواع الطاقة شيوعاً، فمعظم أنواع الطاقة تحول إليها قبل أن تسخر للاستخدام المناسب.
- الطاقة الشعاعية، ومصدرها الرئيسي هو الشمس، ويصل منها للأرض ٢٥١٠ جول.
- الطاقة الكهربائية ووحدتها كيلووات ساعة، ولا تتولد الطاقة الكهربائية إلا بتحويل نوع آخر من أنواع الوقود إليها، وأمثلة ذلك عديدة فمثلاً يمكن الحصول عليها باستعمال الطاقة الميكانيكية الطبيعية المتولدة عن مساقط المياه والرياح أو باستعمال الطاقة الميكانيكية المتولدة من حرق الوقود، حيث تستخدم هذه الطاقة لتحريك التوربينات ومن ثم توليد الطاقة الكهربائية، ويلاحظ أن الطاقة الحرارية يمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة ميكانيكية كالتي تنجم عن احتراق بترين السيارات، ويمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية بحرق الوقود، ومن ثم إلى طاقة ميكانيكية فكهربائية، كما يمكن تحويل الطاقة الشعاعية الضوئية إلى طاقة كهربائية مباشرة.(م٢٨،ص٦٩،٦٨) (انظر شكل(١-١،١٤-١٥))

ويمكن بالتالي استخدام أحد وحدات الطاقة السابقة ولتكن الكيلووات ساعة لقياس مدى ملائمة الحلول المختلفة لتوفير الطاقة، وتعتبر هذه الوحدة من أكثر الوحدات تداولاً واستخداماً في هيئات الطاقة أو أي مؤسسة تابعة لها في مصر، كما أن الحسابات المستخدمة لتحويلها متعارف عليها وسهلة التعامل في الأماكن المختلفة والمستهلكة للطاقة، ويمكن حساب الأعمال المختلفة بالطاقة بالحصول على الطاقة المستخدمة لوحدة المنتج وكمية هذا المنتج، فمثلاً لحساب طاقة تصنيع الأسمنت يتم حساب كمية الأسمنت المستخدمة وبدلاً من ضربها في سعر طن الأسمنت لتحديد ثمنها بالنقود يتم ضربها في كمية الطاقة اللازمة لصناعتها، والتي تتضمن سلسلة من الطاقات اللازمة لتكسير خاماته في المناجم ونقله إلى مصانع الأسمنت وطحنه وحرقه لتكوين الأسمنت، وكذلك بالنسبة للطاقة اللازمة لنقله إلى موقع العمل وغيرها من الطاقات.(م٢١،ص٤٢)

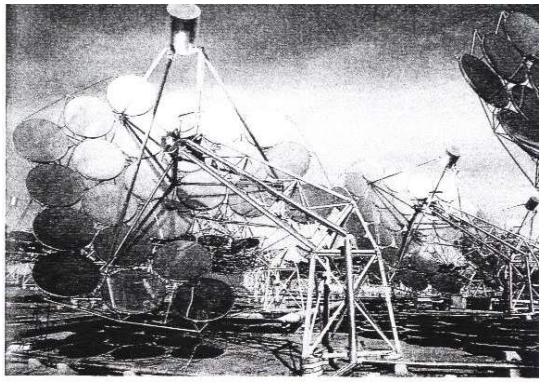
وحيث تتسم الطاقة نفسها بالندرة فإن ذلك يجعلها في حد ذاتها وحدة لقياس القيمة المادية لأي منتج، وبالتالي يمكن الاستغناء عن النقود كوسيلة لتحديد هذه القيمة، خاصة وأن النقود تتدخل في حساب قيمتها العديد من العوامل غير المادية كالعوامل السياسية والاقتصادية والاجتماعية والجمالية وغيرها من العوامل البشرية الوضعية،

فالنقود قد تعبر عن قيمة ما وهذه القيمة تتناسب طردياً مع ما صرف عليها من طاقة، إلى أن تتدخل أي من العوامل السابقة فيها والتي بالتأكيد ليس لها نفس التأثير على الطاقة المستهلكة، وبالتالي فإن الطاقة هي التعبير الأصح عن القيمة المادية عندما يراد ترشيد استهلاكها أو التعامل معها بوجه عام، هذا إلى جانب أن الطاقة لا تتأثر قيمتها عبر الزمن في حين أن أي حسابات تدخل النقود فيها تستوجب تحديثها دوماً ودراسة تأثير الزمن عليها.

كما يساعد هذا الأسلوب في الحساب على معرفة التكلفة الحقيقية للطاقة بغض النظر عن السياسات التسويقية لمؤسسات توليد وتوزيع الطاقة والتي قد تتحمل أرباحاً عن عملياتها أو توفر كهرباء بأسعار مدعومة أو محملة بالضرائب أو خلافه، مع الأخذ في الاعتبار تكلفة الوقود المستخدم لتوليد الكهرباء، والطاقة المستهلكة لإدارة المحطات ونقل الطاقة الكهربائية، وكذلك الفقد في الطاقة نتيجة التحويل من الوقود الحفري إلى كهرباء، ويتم بالتالي الاستغناء عن قوانين الاقتصاد واستخدام قوانين الديناميكا الحرارية والكيمياء الحرارية بدلاً منها لقياس مدى ملائمة الحلول المختلفة لتوفير الطاقة .(م٨١٠،ص٢١٠)



شكل(١-١٤): تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة.(١)



شكل(١-١٥): منشأة القدرة الشمسية لإنتاج البخار الذي بدوره يدير التوربينات لتوليد الكهرباء.(١)

(١) الموسوعة العربية العالمية-الطبعة الثانية، ص٤٩٠،٤٨٦.

١-٥-الطاقة المستهلكة في المبنى

يعتبر قطاع المباني من أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة في مصر بعد الصناعة، كما تعتبر من أكثر المجالات ذات الجاذبية لترشيد استهلاك الطاقة من خلالها، وليمكن دراسة كيفية ترشيد استهلاك الطاقة في المباني لابد أولاً من معرفة مقدار هذا الاستهلاك ومواضعه ومواضع الهدر فيه، ويمكن من خلال التقديرات المبدئية لتحديد الطاقة المستهلكة من خلال القطاعات المختلفة معرفة نصيب المباني منها ولو أنها لا تعبر سوى عن أحد مراحل المبنى وهي مرحلة التشغيل أو الاستخدام للمبنى، في حين أن مرحلتي تشييد المبنى أو هدمه بعد انتهاء دورة حياته غير متضمنة في هذه الحسابات، وقد تعبر طاقة التصنيع عن محتوى جيد منها وخاصة فيما يتعلق بتصنيع المواد المستخدمة بـه، كما أن طاقة النقل تحتوي على جزئية خاصة بالمباني من حيث نقل مكونات المبنى إلى الموقع للتشييد أو نقلها من الموقع بعد الهدم.

وقد بلغ إجمالي الاستهلاك القطاعي من المنتجات البترولية نحو ٢٢١٨١٣ مليون ميجاوات ساعة عام ١٩٩٧/٩٦م منها نحو ٢٩,٣% لقطاع الصناعة، ونحو ٣٦,٦% لقطاع النقل، ونحو ١٥,١% للقطاع المنزلي والتجاري، كما بلغ إجمالي الاستهلاك القطاعي من الطاقة الكهربائية نحو ٤٨,٩ مليار ك.و.س منها نحو ٤٢,٨% لقطاع الصناعة، و٣٨,٦% للقطاع المنزلي والتجاري، ومما سبق يتضح أن استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي والتجاري (المباني) يبلغ حوالي ١٨% من إجمالي استهلاك الطاقة، وبالتالي يعتبر قطاع المباني ثالث القطاعات المستهلكة للطاقة الكلية وثاني القطاعات المستهلكة للكهرباء في مصر،(م٤٦٠،ص٥) كما تقدر الدراسات أن حوالي ٥٠ % من الاستهلاك العالمي للوقود الحفري له علاقة مباشرة بخدمات واستخدام المباني.(م٩٤٠،ص١٢)

ويلاحظ أن صناعة مواد البناء من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة قي مصر حيث يقارب استهلاكها نحو٥٠% من طاقة الصناعة بها، مما يضع الطاقة المستهلكة في المباني في وضع المستهلك الأول للطاقة في مصر،(انظر شكل(١-١٦)) وبإضافة الطاقة التي تستخدم في صناعة مواد البناء ونقلها إلى الموقع وأثناء إقامة المباني نجد أن قطاع المباني وما يتصل به من أنشطة اقتصادية يمكن أن يصل استهلاكه إلى حوالي نصف إجمالي كمية الطاقة المستهلكة في مصر.

وتعتمد فكرة تقييم المباني من منظور الطاقة على أنه عند تصميم أي مبنى لابد من الأخذ في الاعتبار الطاقة الكلية له شاملة جميع مراحله من إنشاء وتشغيل إلى إصلاح في حالة الإزالة أو الترميم.(م٤٦٠،ص٢٧) وبالتالي فإن المبنى يستهلك طاقة عالية تستغل في:

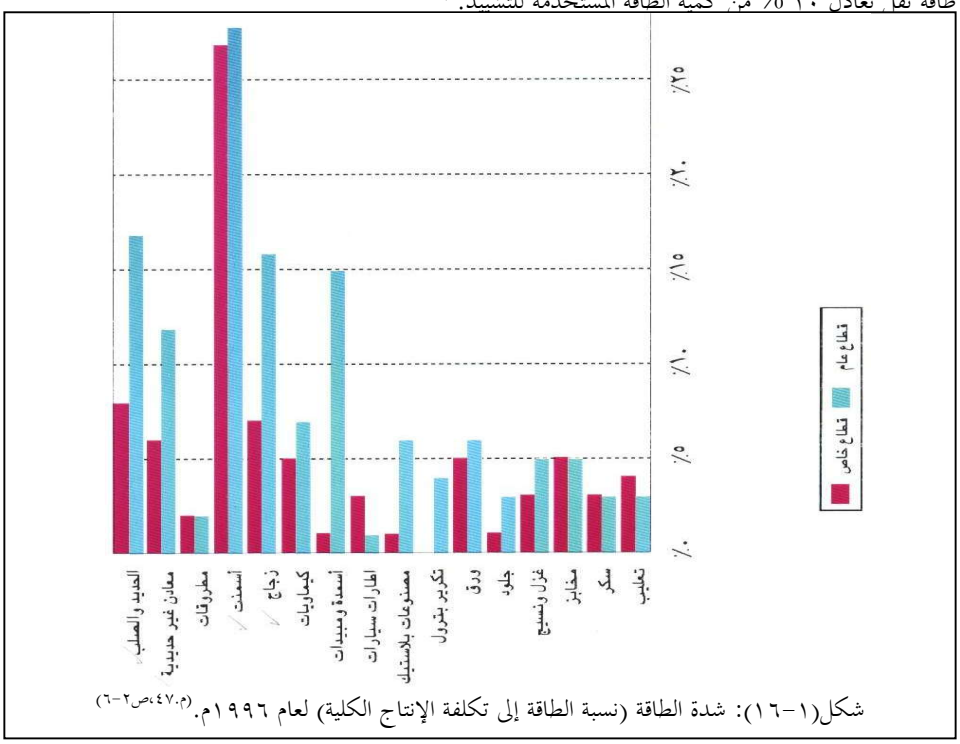
- تشييد المبنى / (طاقة الإنتاج Energy Capital).
- تشغيل المبنى / (الطاقة المتضمنة Embodied Energy).
- هدم المبنى / (طاقة الإزالة أو الترميم أو الإصلاح، أو إعادة التدوير أو الاستخدام).(م٧١٠،ص١٦)

وسيتم في هذا البحث التعامل مع مرحلة تشييد المبنى بشكل خاص مع التطرق للمرحلتين الأخريين من خلالها.

ويمكن في مرحلة تشييد المبنى التعامل مع المبنى على أنه مجموعة من مواد البناء التي لها دورة حياتية هي الاستخراج فالاستخدام ثم مرحلة الهدم، وهذه الدورة الحياتية هي مفهوم هام جداً، ففي كل مرحلة من مراحل حياة المادة بالتسلسل يوجد تحميل على المحيط وتستخدم طاقة وتفرز مخلفات يمكن أن تكون ضارة، وكلما كانت الدورة الحياتية مغلقة للمادة كلما كانت النتائج السيئة لها أقل، ولا تعتبر طاقة إنتاج هذه المواد هي فقط المهمة لاختيارها بل كل عمليات استخراج المواد الأولية وتصنيعها ونقلها ومعالجتها واستخدامها والتخلص منها وإعادتها إلى صورة أولية يمكن استخدامها مرة أخرى إن أمكن، وجميع هذه العمليات لها علاقة مباشرة باستخدام الطاقة.

كما يراعى وجود علاقة قوية بين مراحل المبنى الثلاث، وبالتالي فإنه عند دراسة أحدها لابد من دراسة ما يستتبعها من تأثير على غيرها من المراحل، فمثلاً قدرت كمية استهلاك الطاقة لمنزل عادي في ألمانيا لمدة ٦٠ عاماً بـ ٣٣٠٠٠٠٠ كيلووات ساعة استهلك ما يقارب من ٩ % من هذا الرقم فقط في بناء المنزل، وبعد اختيار مواد بناء مناسبة بيئياً من أجل تقليل الضياع الحراري أصبحت الطاقة المستخدمة لمثل هذا المنزل ٦٠٠٠٠٠ كيلووات ساعة، ثلث هذه الطاقة استهلكت من أجل مواد البناء.

ويلاحظ أن اختيار مادة البناء يؤثر على مدى نشوء مواد ملوثة، فكلما ازداد استخدام الطاقة لإنتاج مادة ما زاد التلوث الناتج عنها، فحرق المادة المولدة للطاقة تنتج كميات هائلة من ملوثات البيئة مثل ثاني أكسيد الكبريت وثلاثي أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون والرصاص، وإن التزايد في منشآت التصنيع المركزية لم يزد فقط في التلوث البيئي لكن أيضاً في زيادة المواصلات والاحتياج إلى الشوارع، فمن أجل بناء منزل عادي يتم الاحتياج إلى طاقة نقل تعادل ١٠ % من كمية الطاقة المستخدمة للتشييد.(م١٩٠-٤،ص٩٩٧)



شكل(١-١٦): شدة الطاقة (نسبة الطاقة إلى تكلفة الإنتاج الكلية) لعام ١٩٩٦م.(م٤٧٠،ص٢-٦)

١-٦-اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى

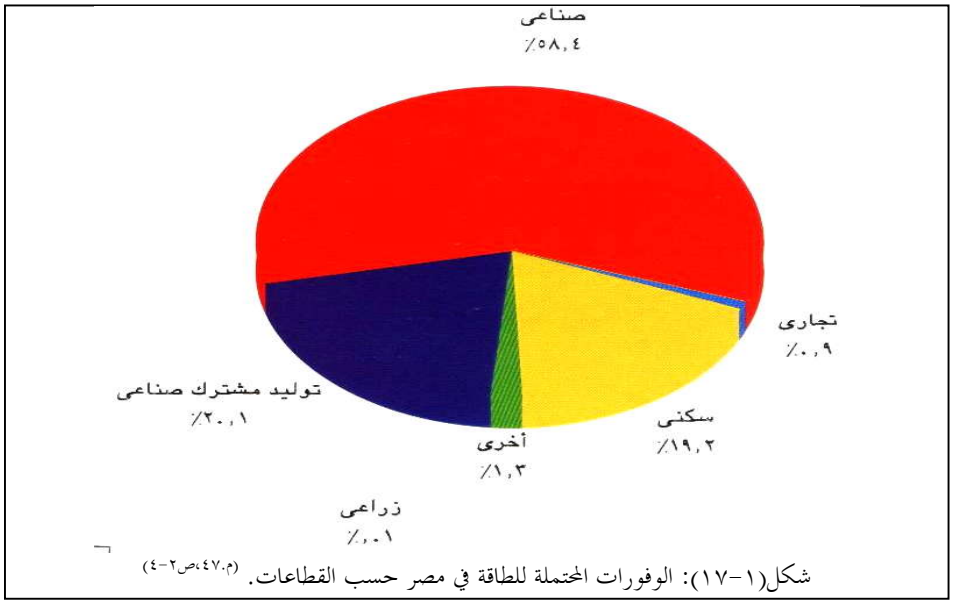
يمكن بعد معرفة جدوى ترشيد استهلاك الطاقة خاصة مع ظهور مشكلة الطاقة العالمية المتفاقمة مع الزمن، وبعد معرفة استهلاك المبنى من طاقة الوصول إلى الهدف من هذا البحث وهو اللجوء إلى ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى، ويمكن أن يتم هذا الترشيد من خلال الطرق المباشرة وغير المباشرة للطاقة خلال المراحل العمرية المختلفة بالمبنى، حيث يمكن تحسين كفاءة استخدام الطاقة بها وتقليل الهدر من خلالها للطاقة الحالية المستخدمة بالمبنى، كما يمكن تطوير وتشجيع استخدام التقنيات عالية الكفاءة في استخدام الطاقة ونشر استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في المجالات التي تثبت جدواها الفنية والاقتصادية في المباني، ولقد ظهرت آفاق التقنية لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية السكنية والتجارية في عدد من دول العالم كما في الولايات المتحدة الأمريكية حيث بلغت نسبة ترشيد الطاقة المستهلكة في المباني٢٧-٤٨% وفي معظم دول أوروبا ٤٢-٦٠%.(م٣٦-٦،ص٤٥)

وتتعاظم أهمية ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية بشكل خاص للدول النامية التي ترغب في تحسين معدلات نموها الاقتصادي، مع الحد من الآثار السلبية على البيئة الناتجة من التوسع في استهلاك الطاقة عن طريق تحسين كفاءة استخدام الطاقة، حيث أن الإنشاءات سواء المباني أو المصانع تزداد عدداً بمعدل أسرع في الدول النامية عنها في الدول المتقدمة وعليه ستزداد الوفورات في الطاقة، إذ أن التغييرات التي تجرى في التصميمات في البداية تسمح بتحسينات أوسع من تلك التعديلات التي تجري على التصميمات القائمة. (١)

ولقد تم التأكيد في أحد المؤتمرات التابعة للأمم المتحدة على أهمية العمل على ترشيد استهلاك الطاقة في جميع قطاعات الاستهلاك النهائي لها خاصة في قطاع الأبنية من الناحية الاقتصادية والبيئية، إذ أن تحقيق وفر ١٠% من استهلاك الطاقة في هذا القطاع في دول الاسكوا(٢) والتي تضم مصر يؤدي إلى وفر أكثر من ١٣,٣ مليار ك.و.س، وإلى ما يقرب من ٣ مليون طن مكافئ نفط سنوياً.(م٣٦-٦،ص٤٧) (انظر شكل(١-١٧))

(١) فوزي محمد الشريف لياس، دور الغاز الطبيعي في الحد من التلوث البيئي-بعض الجوانب الاقتصادية لاستغلال الغاز الطبيعي في محطات القوى الكهربائية بالجماهيرية العربية الليبية، ماجستير، معهد الدراسات والبحوث البيئية-جامعة عين شمس، ١٩٩٨م، ص٢٠.

(٢) الاسكوا هي اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا وتضم الأردن ودولة الإمارات والبحرين والمملكة السعودية وسوريا والعراق وسلطنة عمان وفلسطين وقطر ودولة الكويت ولبنان ومصر واليمن.



شكل(١-١٧): الوفورات المحتملة للطاقة في مصر حسب القطاعات. (م.٤٧،ص٢-٤)

١-٦-١-محاور ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى

يمكن ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى وتحسين كفاءة استخدامها وفق ثلاث محاور هي:

- فرص ترتبط بالتجهيزات والأدوات والنظم المستهلكة للطاقة والمستخدمة في المبنى.
- فرص ترتبط بالمبنى نفسه (تصميم المبنى وغلافه الخارجي).
- فرص ترتبط بالإنسان الذي يستخدم أو يقطن المبنى. (م.٣٦-٦،ص٤٧)

تعتمد الفرص المرتبطة بالتجهيزات والأدوات والنظم المستهلكة للطاقة غالباً على ما يتعلق بمجالات التدفئة والتبريد وتسخين المياه والإضاءة وغيرها من المجالات التي تتبع معظمها مرحلة تشغيل المبنى، حيث تستهلك المباني في البلاد الصناعية من ٣٥-٥٠% من ميزانيات الطاقة القومية معظمها لتدفئة وتبريد الأماكن وتسخين المياه والإضاءة والطهي، وفي معظم دول العالم النامي غالباً ما يكون نصيب المباني من إجمالي الطاقة أعلى بكثير،(م.٤٦،ص١٢) لذا تم الاهتمام بفرص ترشيد استهلاك الطاقة في هذا المجال واستحداث بعض النظم التي يمكن بها الترشيد بهذا الأسلوب، والتي منها نظم إدارة الطاقة والتي تعتبر من الوسائل الممكنة لخفض استهلاك الطاقة وتكاليفها، وتوفر هذه النظم قدراً من التحكم لا يمكن تحقيقه من خلال طرق التحكم اليدوية.(م.٤٦،ص١٣)

وتعتمد الفرص المرتبطة بالمبنى نفسه بكفاءة استهلاك الطاقة في اتجاه التصميم واختيار أنسب المواد والتكنولوجيا المتلائمة،(م.٢٣،ص٢٦) ويتركز الاهتمام في فرص ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية من خلال البناء نفسه في اتجاه

رفع كفاءة استخدام الطاقة لتوفير الراحة للإنسان من خلال تصميم وتنفيذ الأبنية وفق أساليب التصميم المعماري البيئي، حيث يراعى في ذلك مواءمة البناء للظروف البيئية والجغرافية والمناخية المحيطة ومتغيرات الطاقة الشمسية بما يرفع كفاءته الحرارية،(م٣٦-٦،ص٤٨) ولابد هنا من التنويه عن وجود مجالات عديدة تستحق الدراسة و لم يتم التعرض لها لترشيد استهلاك الطاقة في المبنى من خلال هذه الفرص، ويهدف البحث المقدم إلى فتح أحد أبواب هذه المجالات.

بينما تعتمد الفرص المرتبطة بالإنسان الذي يستخدم أو يقطن المبنى على وضع برامج التوعية عن طريق وسائل الإعلام المرئي والمسموع والمكتوب، وعلى نطاق المجتمع المدني والشعبي وخاصة من الناحية السلوكية الفردية،(م٣٦-٦،ص٥٣)

١-٦-٢-أقسام ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى

يمكن بعد التعرف على أقسام استهلاك الطاقة في المبنى من خلال المراحل العمرية المختلفة له، وبعد التعرف على المحاور التي يمكن من خلالها ترشيد هذا الاستهلاك، اللجوء إلى تقسيم أساليب ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى بحيث يمكن التعامل معها بسهولة بالتركيز على أحد هذه الأقسام ودراستها وتحليلها، ويمكن بتجميع أساليب ترشيد استهلاك الطاقة لجميع هذه الأقسام وتوفيقها مع بعضها البعض الحصول على ترشيد لاستهلاك الطاقة في المبنى ككل مع مراعاة تطبيق مفهوم الاستدامة له، ويمكن تقسيم أساليب ترشيد استهلاك الطاقة وفق نفس الأسس التي تم بها تقسيم الاستهلاك، وبالتالي فإن هذه الأقسام هي:

- ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.
- ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى.
- ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة هدم المبنى.

وبالنظر إلى المراحل المختلفة بالمبنى، نجد أن جميع فرص ترشيد استهلاك الطاقة حتى الآن ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمرحلة تشغيل المبنى نظراً لاستهلاكها العالي من الطاقة، حيث تستهلك هذه المرحلة على المستوى العالمي ٦٠% من إجمالي الطاقة المنتجة لتحسين أو خلق بيئة مناخية مريحة داخل المبنى ،[1] كما تستهلك المباني في البلاد الصناعية من ٣٥%-٥٠% من ميزانيات الطاقة القومية معظمها لتدفئة وتبريد الأماكن وغيرها من العمليات التي غالباً ما تكون نصيب المباني في الدول النامية منها أعلى بكثير، ومع أهمية هذه المرحلة وأهمية ترشيد استهلاك الطاقة من خلالها فإن معظم فرص ترشيد استهلاك الطاقة بالمبنى أهملت كل من مرحلتي التشييد والهدم على الرغم من أن هناك تقديرات قدرت كم الطاقة المستهلكة في إنشاء المبنى بما يزيد عن ٥ مرات كمية الطاقة المستخدمة بواسطة مستخدمي المبنى

(١) ايهاب محمد عبد المجيد الشاذلي، استخدام النظم السالبة لترشيد استهلاك الطاقة في تبريد المباني السياحية، دكتوراه، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٤م،ص١٤٨.

في السنة الأولى منه، هذا إلى جانب أهمية مرحلة الهدم باعتبارها المرحلة التي تحدد استمرار بقاء المبنى ولو في صورة أخرى، كما تحدد أيضاً إمكانية استرجاع بعض أو كل الطاقة المصروفة فيه، هذا مع التركيز على كون العمارة الخضراء تدعو للتعامل مع الطاقة كطاقة غير فانية ومتصلة، وتعتمد صناعة الطاقة المتواصلة على إدخال الطاقات الثلاث السابقة خلال حلقة مفرغة كل منها تؤدي إلى الأخرى.(م.٩٤،ص٢٠)

وتوجد عدة وسائل تساهم في ترشيد استهلاك الطاقة خلال جميع المراحل السابقة مجتمعة منها نظام إدارة الطاقة، والذي يعتبر أحد الأدوات الأساسية والتي تقوم بالتحكم وإدارة استخدام الطاقة في المنشأة، وتتحقق هذه الوظيفة بضبط الأجهزة المستخدمة للطاقة المتصلة به، ويمكن لنظم إدارة الطاقة أن تعمل على التوازي مع نظم التحكم الموجودة أو تحل محلها أو تزيد من قدرتها،(م.٤٦،ص١٣) ويوجد إلى جانب ذلك العديد من الاعتبارات والطرق الموفرة للطاقة في حالة استخدام نفس المعدات والتجهيزات.(٣)

كما يعتبر الاستغلال السلبي للطاقة الشمسية أحد الاتجاهات الهامة للتطبيق خلال جميع هذه المراحل، حيث يكون الاتجاه الأكبر لترشيد استهلاك الطاقة من خلالها من نصيب استخدام الطاقات المتجددة، فمثلاً يؤدي تطبيق نظم العمارة الشمسية في التصميم(١) إلى خفض قدره ٢٨,٩% من حجم الأجهزة الميكانيكية المطلوبة لتكييف الهواء، وذلك عند مراعاة أنسب اتجاه للكتلة وأنسب نسب للمسقط الأفقي، وعند مراعاة أنسب اتجاه فقط فإن ذلك يؤدي إلى تخفيض قدره ١٨,٢% من حجم الأجهزة الميكانيكية المطلوبة لتكييف الهواء.(٢) (م.٨١،ص٢٠٨)

ويلاحظ مما سبق أهمية البحث في إمكانية ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى من خلال المراحل المختلفة له ليمكن الحصول على مبنى مرشد للطاقة من جميع جوانبه، وسيتم التركيز في هذا البحث على ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى باعتبار هذه المرحلة هي حجر الأساس التي لابد أن يبدأ بها المبنى موفراً للطاقة ليمكن استمرار هذا التوفير خلال مراحل المبنى المختلفة، وبحيث تكون هذه المرحلة هي بداية الاستدامة في المبنى.

---

(١) وهي وثيقة الصلة بكل من العمارة البيئية والتصميم المناخي وتظهر العمارة الشمسية و التي تهدف إلى تقليل تكاليف توفير الراحة الحرارية عن طريق الإقلال من استهلاك موارد الطاقة القابلة للنفاذ اعتماداً على حسن التعامل مع مصدر الطاقة الرئيسي للأرض وهو أشعة الشمس(م.٨١،ص٢٠٨)

(٢) ايهاب محمد عبد المجيد الشاذلي، استخدام النظم السالبة لترشيد استهلاك الطاقة في تبريد المباني السياحية، دكتوراه، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، ١٩٩٤م،ص١٤٨.

(٣) يعتبر مبدأ الإدارة الشاملة للطاقة Total Energy Management (TEM) مجموعة من ثمانية أنشطة على نفس الدرجة من الأهمية جميعها متصلة بعضها ببعض وتساهم في التوجه نحو هدف واحد هو توفير الطاقة، ويتم تطبيق هذا النظام من خلال مشروع ترشيد الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها وهيئات وبرامج تخطيط وتنفيذ ترشيد استهلاك الطاقة، وبتطبيق هذا المبدأ في شركات مصرية أثبتت فائدة هذا المبدأ ونجاحه، فبينما حققت الجهود المنفصلة كالتي تم تنفيذها في كثير من المصانع المصرية ما بين ٥ إلى ١٠% وفراً في الطاقة فإن برامج TEM مستمرة في تحقيق الوفورات عاماً بعد آخر حتى وصلت إلى وفر إجمالي قدره ٢٥% وأكثر بتنفيذ الإجراءات المتعاقبة.(م.٤٦،ص١٠)

خلاصة الباب الأول

يخلص الباب الأول من خلال البيانات والدراسات عن مشكلة الطاقة وعلاقة المبنى بها إلى الآتي:

- يخطو العالم بخطوات واسعة نحو عصر جديد يبدأ بنضوب الطاقات التقليدية المستخدمة، واندفاع دول العالم المتقدمة كلها لتحقيق احتياجاتها من الطاقة بالبحث عن بديل لها ودراسة إمكانيات الطاقة البديلة، في الوقت الذي يتزايد فيه احتياجات مصر من الطاقة بمعدل عالي ويتزايد معه الاستهلاك بصورة مفرطة وغير كفء مقارنة بالمتوسط العالمي للاستهلاك، وذلك مع النضوب السريع للطاقة المستخدمة والتي أغلبها غير متجدد، بالإضافة إلى تهالك محطات التوليد وعدم كفاءة وحدات التوليد الحراري وعدم التحكم في الفقد في محطات التوليد المائي، ونتيجة للاستهلاك الحالي ولتقديرات الاحتياطي من الطاقة فإن مصر ستدفع دفعاً إلى استيراد الطاقة في بضع سنوات.

- أهمية البحث السريع عن أساليب وطرق لحل أزمة الطاقة في مصر والتي أحد اتجاهاتها مجال ترشيد استهلاك الطاقة، وتظهر أهميته بعد التعرف على مصادر الطاقة المستخدمة في مصر، والكفاءة المنخفضة لاستخدام الطاقة فيها، حيث تعتمد مصر بشكل أساسي على المصادر غير المتجددة وكثيرة الفقد وشديدة التلويث، كما تظهر كفاءة استخدام الطاقة بصورة متدهورة من خلال متوسط نصيب الفرد من الطاقة وكثافة استخدام الطاقة.

- تحديد مفهوم الترشيد بأنه الاستخدام الأكثر كفاءة والأمثل للطاقة للحصول على نفس كمية المنتج أو الخدمة مع تقليل الفقد ومنع الإسراف، ويتم ترشيد استهلاك الطاقة وفق اتجاهين هامين، إما بالطرق المباشرة بإعادة تنظيم ما هو متاح بتحسين كفاءة الاستخدام وخفض الفقد، أو بالطرق غير المباشرة باستخدام بدائل جديدة للطاقة أو لعناصر استهلاك الطاقة، ويعتبر ترشيد استهلاك الطاقة ذا جدوى وأهمية عالية لتخفيض مشكلة الطاقة في مصر.

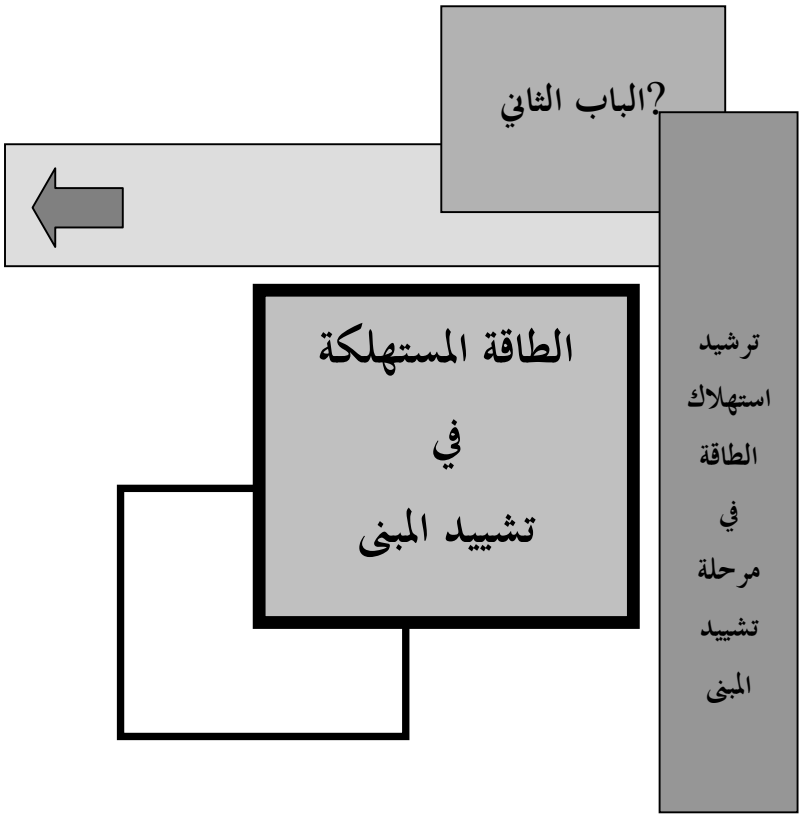
- أهمية البدء بالطرق المباشرة للترشيد مع التأكيد على كون الطرق غير المباشرة ذات مردود فعال ومبشر إلا أنه يحتاج إلى بعض الوقت لحين يمكن التعامل معه والاعتماد عليه، ومن ثم كان لابد من السعي من خلال الاتجاهين معاً ليمكن تلافي تزايد المشكلة ولتخفيف وطأتها من خلال الطرق المباشرة ثم الاستغناء عن المصدر الأساسي للمشكلة متمثلة في نوعية الطاقة المستخدمة من خلال الطرق غير المباشرة، ولقد تم بالفعل على أرض الواقع البدء بالترشيد من خلال الاتجاهين، وتمت عدة إنجازات في اتجاه الطاقات المتجددة في مصر.

- أهمية تسوية الوحدات من الطاقة بكل أشكالها ليمكن استعمالها في تحديد القيمة المادية لأي منتج، والابتعاد عن النقود لتحديد هذه القيمة، وتعتبر الطاقة كوحدة قياس ذات مصداقية في التعبير عن القيمة المادية خاصة مع مرور الزمن، فهي لا تتغير بمروره كالنقود، هذا إلى جانب عدم تدخل أي عوامل بشرية وضعية فيها سواء سياسية

أو اجتماعية أو اقتصادية أو حتى جمالية أو غيرها مما يؤثر على التعبير الحقيقي لها، ولا وجود للدعم أو التسهيلات أو الضرائب أو الجمارك أو لغيرهم قيمة في ميزان قوانين الديناميكا والكيمياء المستخدمة في حساب الطاقة.

- يعتبر قطاع المباني من أكثر القطاعات المستهلكة والمهدرة للطاقة وذلك من خلال المراحل العمرية المختلفة له سواء عند بناءه أو تشغيله أو هدمه، ومع تفاقم أزمة الطاقة وأزمة التزايد السكاني والحاجة الملحة لبناء المزيد من المساكن لحل مشكلة الإسكان في مصر فإن ذلك يضع عبئاً متزايداً على ميزان المدفوعات من الطاقة، وبالتالي تظهر أهمية ترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع من خلال جميع مراحله وجميع مجالات وفرص الترشيد الممكنة، وينتهي الباب بتحديد مجالات ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى بداية من تشييده إلى تشغيله وحتى هدمه.

- نظراً لأهمية مرحلة تشغيل المبنى فقد تم الاهتمام بها بشكل كبير من خلال الأبحاث والدراسات السابقة، والتي يتركز اهتمام معظمها على الطاقة المستغلة لتوفير راحة حرارية مناسبة للإنسان داخل المنشأ، ويراعى أهمية البدء بالاهتمام بمراحل المبنى الأخرى بما يحقق مفهوم الاستدامة في الطاقة وبما يسمح بترشيد استهلاك الطاقة في المبنى ككيان متكامل، مع دراسة تأثير كل مرحلة من هذه المراحل على غيرها من المراحل الأخرى، وسيتم التركيز في هذا البحث على مرحلة تشييد المبنى لكونها حجر الأساس في منظومة حياة المبنى ولتأثيرها الكبير والواضح على المراحل الأخرى بالمبنى.


الباب الثاني؟
ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى
الطاقة المستهلكة في تشييد المبنى

الباب الثاني:الطاقة المستهلكة في تشييد المبنى

يلاحظ أن صناعة التشييد والبناء لا تزال من الصناعات المتخلفة عن المضمار العالمي لترشيد استهلاك الطاقة على الرغم من الاتجاه العالمي نحو خفض وترشيد استهلاك الطاقة في كل صورها من طاقة إنارة إلى طاقة حركة أو طاقة تشغيل آلات ومعدات، ولاسيما في الدول النامية التي تسعى لتقليد نظم البناء والتي قد لا تناسب طبيعة البيئة في هذه الدول، حيث تستنزف مرحلة التشييد بها الكثير من الطاقة والموارد دون وعي أو دراسة.(م٥،ص٧)

وتعتبر صناعة التشييد من الأنشطة الرئيسية في مصر حيث تمثل أكثر من ٤٠ % من نشاط خطة التنمية في مصر وخاصة مع التزايد السكاني المطرد،(م٧،ص٢) وتستخدم المباني أثناء تشييدها ما لا يقل عن ٤٠% من الطاقة العالمية، وتخفيض هذا الاستخدام إلى النصف قد يقلل من نسبة التلوث الناتج عن استخدام الطاقة في العالم إلى السدس، وتنقسم عملية التشييد إلى ثلاث مراحل مختلفة، المرحلة الأولى تستهلك الطاقة من خلال إنتاج مواد الإنشاء الخام بدءاً من المناجم إلى المسابك أو المصانع حتى تصل إلى موقع البناء، والطاقة الثانية تستهلك في نقل المواد والموارد المختلفة إلى موقع البناء إلى جانب عمليات النقل داخل موقع المشروع، أما الأخيرة فهي تتمثل في التنفيذ بما تتضمنه من عمليات إنشاء وتخزين وتشطيب، وتستهلك عملية الإنشاء في حد ذاتها ١٥ % من إجمالي الطاقة المستهلكة في معظم البلاد النامية.(م٢٣،ص٢٥،٢٢)

كما يعتبر قطاع الصناعة هو القطاع الأكثر استهلاكاً للطاقة في مصر إذ يستهلك نحو ٥٠ %من إجمالي الاحتياجات الصناعية من الطاقة، وتمثل الكهرباء نحو ٣٢ %من إجمالي هذه الاحتياجات،(م٤٦،ص٢٠) وتعتبر الصناعات المعدنية هي المستهلك الرئيسي للطاقة السابقة إذ تمثل نحو ٣٧%من الاستخدام الصناعي تليها مجموعة الصناعات الكيميائية ثم مجموعة صناعة الأسمنت ومواد البناء، وتمثل صناعة الأسمنت والطوب والجير متوسط استهلاك سنوي بحدود ٢١% من مجمل استهلاك قطاع الصناعة من الطاقة، (م٣٣،ص٢٩) وتعتبر صناعة الألمونيوم من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة في الصناعات المعدنية وهو ما يظهر جلياً في مجمع الألمونيوم بنجع حمادي.(م٤٦،ص٢٠)

ويلاحظ أن عمليات النقل في مصر تستنزف طاقة عالية نظراً لاستخدام وسائل النقل الثقيلة بإسراف والابتعاد عن وسائل النقل المجمعة والتي يمكن استخدامها بكفاءة في مصر مثل النقل النهري والنقل بالسكك الحديدية، ويلاحظ أ ن معظم وسائل النقل المستخدمة في مصر ذات استهلاك عالي للطاقة، هذا إلى جانب سوء التخطيط للشوارع والطرق، ويلاحظ أن جزءاً لا يستهان به من هذه الطاقة متعلق بعملية التشييد.

أما عمليات التنفيذ في موقع البناء فإنها تستهلك أيضاً جزءاً كبيراً من الطاقة، حيث يعتبر الموقع بمثابة مصنع مؤقت يتم فيه تصنيع المبنى وتتطلب عملية التصنيع عمالة ومعدات ومواد، ويلاحظ ما تستنزفه هذه العمليات من

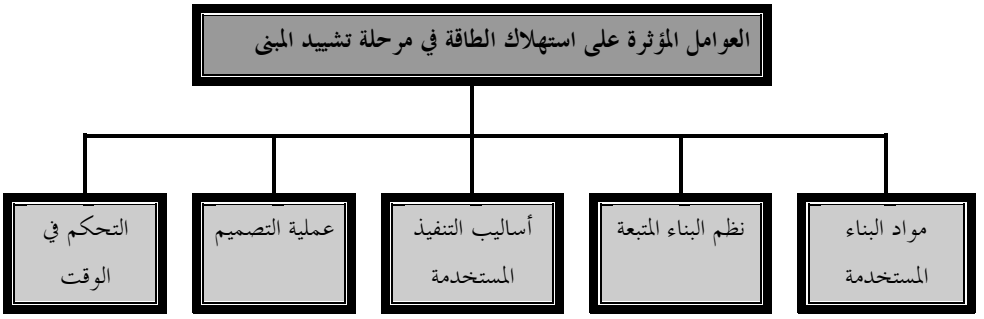
طاقة خاصة مع سوء إدارة تنفيذ المشروعات في مصر، حيث تبلغ كفاءة عوامل إدارة الموقع في مصر متوسط ٦٥%،[م١٠٨٠] ويجب تنظيم الموقع بحيث يستخدم العاملون بأقل طاقة ممكنة أنسب المعدات بأنسب وضع ممكن وأقل استهلاك للطاقة، مع تخزين المواد بطريقة لا تعرضها للتلف وتسهل استخدامها ولا تعوق عملية إنشاء المبنى، واللجوء إلى الاستغناء عن أي عملية تستهلك طاقة دون مبرر كعملية التشطيب إن أمكن،[م٣٠٠،ص١٥٥] هذا مع الحفاظ على طاقة الموارد المختلفة أو المتضمنة فيها، كالحفاظ على المواد المختلفة المستخدمة في الإنشاء والاهتمام بتخفيض الفاقد منها، وتعتبر العمالة أيضاً مورداً يتم الاهتمام برفع إنتاجيته إلى الحد الأقصى، ويمكن للمهندس أن يتأكد متى يكون الفاقد كبيراً أو متى لا يؤدي العامل الأداء المتوقع منه وفق أزمنة قياسية، ويحدد تبعاً لها ما إذا كانت كفاءة استخدام الطاقة جيدة أو منخفضة.[م٤٦٠،ص٦٦]

ويلاحظ مما سبق أهمية ترشيد استهلاك الطاقة في هذه المرحلة ووضعها في الأولويات مع ظهور أزمة الطاقة في العالم والسابق ذكرها في الباب الأول (راجع ص١) ، ويجب عند إنشاء المباني تقليل الاحتياج إلى مصادر الطاقة غير المتجددة من أجل تصميم مبنى كفء في استخدام الطاقة وذلك في جميع مراحل المبنى، فلا يجب التركيز فقط على الطاقة المستخدمة بعد إنشاء المبنى وأثناء استخدامه لكن أيضاً الطاقة المتضمنة في إنتاج مكونات المبنى وتوصيلها إلى الموقع وتجميعها لإقامة المبنى.[م٩٤٠،ص٢٠]

ويلاحظ أن مرحلة تشييد المبنى هي حجر الأساس في منظومة حياة المبنى، وللبحث عن الترشيد الأمثل لابد أن يكون كذلك منذ بدايته، فلا يمكن أن تكون أولى مراحل المبنى العمرية شديدة الاستهلاك للطاقة ثم يتم ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة لاحقة، هذا مع التأكيد على أن لمرحلة تشييد المبنى ميزة عن غيرها من المراحل كونها ذات تأثير على كل من مرحلة تشغيل المبنى ومرحلة الهدم، فهي المرحلة الوحيدة التي تؤثر على ما يتبعها من مراحل إلى أن نصل إلى مفهوم الاستدامة الكامل بأن تتبع مرحلة الهدم مرحلة تشييد أخرى.

٢-١-العوامل المؤثرة في استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى

توجد مجموعة من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، ويلاحظ أن هذه العوامل هي التي تتحكم في كيفية ومقدار استهلاك الطاقة في هذه المرحلة، حيث تؤثر خصائصها على أسلوب استهلاك الطاقة من خلال تأثيرها على عناصر الاستهلاك المختلفة والمتمثلة في المعدات والعمالة وهوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات والتي سيلي ذكرها في هذا الباب، ويلاحظ أن هذه العناصر تحكمها مجتمعة مجموعة من العوامل هي مواد البناء المستخدمة، نظم البناء المتبعة، أساليب التنفيذ المستخدمة، عملية التصميم والتحكم في الوقت، ويلاحظ أن خصائص كل من هذه العوامل ذات تأثير مباشر على الطاقة المستهلكة في هذه مرحلة تشييد المبنى.



شكل(٢-١):العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

٢-١-١-مواد البناء المستخدمة

تعتبر مواد البناء أكثر العناصر التنفيذية تأثيراً في تكلفة الإنشاء حيث أنها تتراوح بين ٥٠ % إلى ٧٠ % من التكاليف الكلية للبناء، وقد أوضحت الدراسات أن تكاليف مواد البناء في الدول النامية تشكل أكبر نسبة في تكاليف بناء الوحدة السكنية والتي تبلغ حوالي ٨٠ % منها،(م٨٠،ص١١٦) وتعبر هذه النسب عن الطاقة المستهلكة في تصنيع هذه المواد، ويراعى أن مواد البناء تؤثر أيضاً على طاقة نقلها والتنفيذ بها، لذا كان من الضروري الاهتمام بمواد البناء كعنصر أساسي لنجاح خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للدولة من خلال توفير مواد البناء المحلية، وترشيد استعمالها وترشيد إنفاق استثمارات إنتاجها واستعمال المواد والأساليب البديلة الأكثر جدوى.(م٨٨،ص٢)

ويلاحظ أن المبنى يستخدم العديد من المواد الكثير منها غير متجدد،(م٩٤،ص) لكن كل مواد البناء تقريباً مصدرها الأصلي من الأرض بطريقة أو بأخرى، ويعتبر الطين أقل المواد تأثيراً على البيئة حيث تكون قريبة من موقع البناء ولا تحتاج إلى طاقة نقل أو تصنيع، كما لا تحتاج سوى لمجهود الإنسان لصنع المبنى منه، وبعد تمام حياة المبنى يتحلل طبيعياً وبدون أي تأثير على البيئة ويعود إلى الأرض من حيث جاء، وحيث أن معظم مواد البناء ليست صديقة للبيئة كالطين فكل عنصر مستخدم في البيئة المشيدة يوجد وراءه تاريخ من استهلاك الطاقة والمواد والانبعاثات الملوثة، وذلك لتجهيزه للاستخدام في البيئة المشيدة.(م٩٤،ص٢٦) وعلى الرغم من تعدد مواد البناء المستخدمة في مصر إلا أن هذه المواد لا تعبر عن الإمكانيات الحقيقية للأرض وعن مدى إمكانية توفير مواد البناء من المصادر الطبيعية المتاحة، والتي يمكن استخدامها في أعمال البناء أو في إقامة صناعات لمواد البناء يمكن بها تحقيق الاحتياجات سواء على المستوى المحلي أو على مستوى المحافظات المجاورة التي لا تتوافر بها الخامات اللازمة.(م٢٣،ص٣٧)

٢-١-١-١-تأثير مواد البناء المستخدمة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تعتبر مواد البناء المستخدمة أكثر العوامل تأثيراً على مرحلة تشييد المبنى لما لها من خصائص عديدة وتأثير واضح على غيرها من العوامل الأخرى، ويظهر تأثير نوعها على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال:

- وزن المادة، فكلما زاد وزن المادة زادت طاقة نقلها، فحمولة أي عربة نقل ثابتة وبالتالي فإن زيادة وزن المادة قد يؤدي إلى عدد مرات نقل أكثر وبالتالي استهلاك أكبر من الطاقة، كما أن وزن المادة يؤثر على الجهد المبذول من العمالة لنقلها وتركيبها أو استخدامها، كما يؤثر الوزن على طاقة المعدات بالمثل، وفي المقابل تساعد خفة وزن المواد على سرعة العمل سواء للعمالة أو للمعدات، ويؤثر وزن المادة على أبعاد وقطاعات العناصر الإنشائية بالمبنى فكلما قلت أوزان المواد المحمولة قلت قطاعات العناصر الإنشائية الحاملة وبالتالي توفير أكثر في الطاقة المتضمنة في تصنيعها مع مراعاة عدم تجاوز حدود الأمان لها.

- حجم المادة، فكلما زاد حجم المادة زادت طاقة نقلها فعربة النقل لها حدود لابد من عدم تجاوزها فيما يختص بتعليمات المرور لحجم شحنة النقل، وبالتالي فإن زيادة حجم المادة يؤثر على عدد مرات النقل، فقد يؤدي إلى عدد مرات نقل أكثر إذا كانت طريقة رصها بما يسمح بوجود فراغات بينية، كما قد تسمح بعدد مرات نقل أقل إذا كانت ذات أشكال منتظمة تسمح بإمكانية رص الوحدات بكفاءة عالية، ويؤثر الحجم على قدرة العامل على نقل عدد وحدات أكثر من المادة أو العمل بها دون إعاقة رؤيته، كما يؤدي زيادة حجم الوحدات البنائية للحوائط إلى قلة حاجتها من المونة أو عناصر ومواد التجميع، وبالتالي تقليل طاقة تصنيعها مع مراعاة حدود الأمان التي لابد من عدم تجاوزها للفواصل بين الوحدات، وقد يساعد حجم المادة على سرعة العمل حسب طبيعة كل عنصر فقد يؤدي زيادة الحجم إلى سرعة إنجاز العمل أو خفضه.

- صلابة المادة، فكلما زادت صلابة المادة قلت قابليتها للكسر، وبالتالي تقل نسبة الهالك منها ويصبح بالإمكان سرعة التداول والاستعمال.

- خشونة المادة (الملمس)، فكلما كان السطح الخارجي من المادة أملس قلت قدرته على التماسك مع مواد التشطيبات، في حين يمكن للأسطح الملساء أو الخشنة ذات الجودة في الشكل والمظهر الاستغناء عن التشطيب مما يؤدي إلى وفر في طاقة تصنيع وتنفيذ مواد التشطيب.

- محلية مواد البناء، ويؤثر هذا العامل بشكل كبير على طاقة النقل سواء من موقع توافر الخامات إلى المصانع أو من المصانع إلى موقع البناء، كما أن مواد البناء المحلية تكون معروفة للعمالة المحلية والتي يفضل استخدامها أيضاً لتقليل طاقة نقلها وتدريبها، كما أن محلية مواد البناء تساعد على عمل الاختبارات بسهولة ويسر في أي وقت وتطوير وتحسين خواص هذه المواد، في حين أن المواد غير المحلية لو ثبت كونها غير مطابقة لأسس الجودة والأمان فإن طاقة نقلها تعتبر مهدر كبير ومضاعف في حالة إعادتها، كما أن المواد المحلية يمكنها أن تعود لطبيعتها بعد انتهاء دورة حياة المبنى بأقل قدر من الآثار السلبية على الموقع مما يقلل من طاقة الهدم.

- مدى توافر المواد، حيث أن إنشاء مصانع خاصة بمواد بناء غير متوافرة بشكل كافي في مصر هو إهدار شديد للمواد التي كان يمكن استخدامها في صناعة أخرى، كما أن توافرها يجب أن يكون بالقدر الكافي للاستخدام وبما لا يؤثر على البيئة.

٢-١-١-٢-أقسام مواد البناء المستخدمة

يمكن تقسيم مواد البناء المستخدمة وفق العديد من الاتجاهات، حيث يمكن أن تكون المواد المستخدمة في المباني طبيعية أو مصنعة، متجددة أو غير متجددة، جديدة أو معاد تصنيعها، لكن في هذا البحث سيتم تقسيمها من منظور أهميتها للمنشأ نفسه، حيث توجد مجموعة من مواد البناء الأساسية وهي تلك المواد التي يجب النهوض بترشيد استهلاكها من الطاقة بشكل جذري سواء باستخدام بدائل لها أو بمعالجة عيوبها، إلى جانب مجموعة من مواد البناء المساعدة والتي يفضل ترشيد استهلاك الطاقة من خلالها بالاستغناء عنها تماماً أو على الأقل بالتقليل منها لتوفير طاقة تصنيعها ونقلها والتنفيذ بها، وذلك باعتبارها طاقة مضافة على الطاقة الأصلية دون التأثير على جودة المنشأ وأمانه، ويكون ذلك من خلال تحسين خواص مواد البناء الأساسية أو المساعدة.

تعرف مواد البناء الأساسية بأنها المواد المستخدمة في بناء عناصر المبنى الأساسية الحاملة والمحمولة، وهي عادة ما تكون الهيكل العام والحوائط بالمبنى مما يمكن الاكتفاء بالمبنى كفراغ معماري، وبالتالي تعتبر الخرسانة المسلحة وطوب البناء والمبا كل المعدنية والتغطيات المختلفة من مواد البناء الأساسية، ويلاحظ أن معظم مواد البناء الأساسية المستخدمة حالياً بشكل كبير يتم استيراده من الخارج مما يهدر من طاقة النقل، ويزيد الحمل على عمليات التخزين المستمرة أثناء نقله.

وتعرف مواد البناء المساعدة بأنها المواد المضافة لإكمال عمليات التنفيذ بالمواد الأساسية أو لإكمال الشكل الخارجي للمبنى، ومنها المواد التي يتم استخدامها للمساعدة في عملية البناء كالشدات والسقالات وغيرهما من العناصر التي يتم تركيبها وفكها، أو المواد الرابطة المضافة للمبنى كالمونة والمواد اللاصقة، أو أي عنصر مستخدم لاستكمال إحدى عمليات البناء أو تشطيبها كالبياض والخشب والزجاج والجير وغيرهم، ويمكن التعرف على أهم أنواع مواد البناء المساعدة فيما يلي:

- الشدات Form Work ، وهي عبارة عن التشييد المؤقت Temporary Constructionلغرض صب الخرسانة الطازجة داخلها، وتتكون الشدة من الفورمة أو القالب Mould Form، وعناصر التحميل المؤقت Temporary Supports، وتعتمد الشدة المستخدمة على نوع المواد المستخدمة في صنعها وأسلوب استخدامها، والمواد المستعملة في أعمال الشدات كثيرة فتوجد مثلاً الشدات الخشبية، والشدات المعدنية،[1] وشدة الأسقف

(١) تظهر فائدة الشدة المعدنية في توفير العروق في الأعمال الواسعة أو المتكررة، ويستعمل فيها هياكل من صلب ترتكز على القوائم الرأسية، ثم يجرى تطبيق ألواح الشدة الخشبية عليها بدون الحاجة إلى قوائم في وسط الباكية.(م.٥٣،ص١٦)

المفرغة، [1] ويلاحظ إمكانية الاستغناء عن أعمال الشدات أو التوفير فيها باستخدام أساليب التنفيذ المختلفة.(م.٥٣،ص١٦)

- مونة المباني، ويتم التعرف على كمية المونة اللازمة للمباني من خلال جداول معدة خصيصاً لمثل هذا الغرض، ويمكن بالتالي تحديد مقدار ما يستهلكه نوع ما من الطوب من طاقة تصنيع المونة اللازمة له.[٢]

٢-١-١-٣-مواد البناء المستخدمة في مصر

تستخدم معظم المباني في مصر الخرسانة المسلحة وطوب البناء بأنواعها المختلفة إلى جانب بعض المواد التكميلية كالألمنيوم والزجاج والخشب والرخام والجبس والجير والحجر، ويلاحظ أن العديد من المواد المستخدمة في مصر كالأسمنت والحديد والطوب من المواد الإنشائية عالية الاستهلاك للطاقة إلى جانب عدم توافرها بالصورة التي تسمح بالاعتماد عليها، هذا إلى جانب إمكانية الاستعاضة عنها بمواد محلية أو قليلة الاستهلاك للطاقة،(م.٨٠،ص١١٧) وقد وجد أن مواد البناء الأساسية المستخدمة في مصر والمتمثلة في الأسمنت والحديد والطوب وغيرهم، ينفرد منهم الطوب والجبس فقط بكونهما مصنعين محلياً بالكامل.(م.٨٠،ص١١٧) ويمكن التعرف على بعض مواد البناء الأساسية والمستخدمة في مصر بشكل كبير فيما يلي:

- الخر سانة المسلحة، وهي من مواد البناء الأساسية والأكثر استخداماً في مصر، وتتكون هذه المادة من الأسمنت والركام والماء وحديد التسليح، ولقد كانت مصر في الماضي من الدول المصدرة للأسمنت قبل عام ١٩٧٥م، حيث بلغ حجم التصدير خلال عامي ١٩٧٢/١٩٧١م نحو ١,١٦مليون طن ثم بدأ التصدير في الانخفاض بعد ذلك مع تزايد حجم الاستهلاك المحلي إلى أن أصبحت كمية لا تذكر، وأصبحت مصر من الدول المستوردة للأسمنت منذ عام ١٩٧٦م، وفي حين زادت الواردات بمقدار تسعة أضعاف تقريباً لم يزد الإنتاج إلا بنسبة ٨% تقريباً في الفترة من عام ٧٦إلى ١٩٨٢م، وزاد الاستهلاك الظاهري للأسمنت بنسبة ١٤٠%تقريباً على مدى الفترة نفسها، وبالتالي انخفض نسبة الإنتاج المحلي إلى الطلب المحلي من٩٠% إلى٤٠%في نفس الفترة،(م.٧٩،ص٤٥) وبلغت الواردات في عام ١٩٨٣م من هذه المادة ما يزيد عن ٦٥% من إجمالي الاحتياجات، مما حمل الدول أعباء استيرادها بالنقد الأجنبي الحر.(م.٧٩،ص٤٣) (انظر جدول(٢-١)،(٢-٢))

وعلى مستوى العالم نجد أن ٧٠% من واردات أفريقيا هي من الأسمنت تتركز في كل من مصر والسودان وغانا وغيرهم مكونة بذلك كمية وصلت إلى ٩,٥ مليون طن عام ١٩٩٩م، وقد بلغ العجز من الأسمنت في أفريقيا٨,٧ مليون طن في نفس العام مما جعل لهذه السوق أهمية لإيجاد الوسائل والسبل للمنافسة فيها بالأسمنت من دول العالم

(١) يتم في شدة الأسقف المفرغة تعريق الشدة كالمعتاد ثم تشد قيعان الكمرات فقط ثم ترص البلوكات المفرغة على السقف، وهذه الطريقة توفر ٤٠ % من التسليح و٢٥ % من الخرسانة، وبالتالي توفير في طاقة تصنيع كل منهما.(م.٥٣،ص١٦)

(٢) كتيب: شركة كيماويات البناء الحديث، دليل المهندس، ٢٠٠١م،ص٢٠٠.

المختلفة، وقد تصدرت مصر قائمة الدول الرئيسية المستوردة للأسمنت في أفريقيا، حيث بلغت الواردات ١,٨ مليون طن عام ١٩٩٦م، والصادرات ٠,٤ مليون طن من نفس العام، ووصلت الواردات إلى ٢,٥ مليون طن أسمنت عام ١٩٩٩م بدون أي صادرات. [١] (انظر جدول(٢-٣))

كما يلاحظ ظهور عجز كبير في حديد التسليح خلال عامي ١٩٨٥/٨٤م قدر بنحو ١٠٤٢ألف طن، وقد انخفض هذا العجز تدريجياً خلال عامي ١٩٨٨/٨٧م بنحو ٣٢٠ألف طن، وعلى الرغم من انخفاض هذا العجز إلا أنه يتخوف أن تزداد المشكلة تفاقماً في المستقبل، فهو حجر الأساس في معظم المنشآت في قطاع التشييد.(م.م.٧٩،ص٤٥)

- الطوب الأحمر،[٢] وهو من مواد البناء الأساسية المستخدمة في مصر، وتظهر مشكلة البناء بالطوب الأحمر جلية فهو المنافس لجميع بدائل الطوب بالرغم من حظر إنتاجه، حيث ينتج في الخفاء بعد إنشاء السد العالي ونضوب معين الطمي الجاري مع نهر النيل، مما حدا بأصحاب القمائن إلى تجريف التربة الزراعية أو تجريف الترع والمجاري المائية، وكلا المصدرين لهما أضرار بالغة بالتربة الزراعية.(م.٨٨،ص٨١) (انظر جدول(٢-٤))

ولقد بلغت المساحة المجرفة سنوياً ٤٠ ألف فدان من أجود الأراضي الخصبة في مصر، وتتضح أبعاد المشكلة إذا علم بأن هذه الأراضي لا تزيد عن ٣٥٩ ألف فدان من جملة الأراضي الزراعية والتي تبلغ ٥،٥ مليون فدان، وخاصة وأن الأراضي المستصلحة لا تصلح للتجريف، وأوضحت الدراسات التي قدمت إلى ندوة بدائل طمي النيل لعام ١٩٨٢م أن إنتاج مليون طوبة حمراء يحتاج إلى ٠,٣٦ فدان تقريباً، ونظراً للطلب الحالي غير المشبع نتيجة لحركة البناء الحالية في مصر ورخص ثمنه بالنسبة لأنواع الطوب البديل، فإن التعديلات التي صدرت لقوانين الزراعة لتجريم التعدي على الأراضي الزراعية بالتجريف لم تكن رادعاً لمنع التجريف أو عدم استعمال الطوب الأحمر حتى الآن، بالإضافة إلى مشكلة إطماء بحيرة السد العالي وما يواجه السد من خفض عمره الإنتاجي كمشروع،(م.١٠-٢،ص٢) هذا إلى جانب أن استعمال الطوب الأحمر بحجمه النمطي يكاد يكون أبطأ طرق البناء بالإضافة إلى أنه يستهلك كميات كبيرة من الطاقة.(م.١٠-٥،ص٢)

السنة	١٩٨٨	١٩٩٠	١٩٩٥	٢٠٠٠
حجم الطلب	١٦مليون طن	٢٠مليون طن	٣٠مليون طن	٤٨مليون طن

جدول(٣-١):حجم الطلب على الأسمنت(وزارة الإسكان والمرافق)(م.٧٩،ص٤٥)

السنة	١٩٨٤/٨٣	١٩٨٥/٨٤	١٩٨٨/٨٧	١٩٩١/٩٠
الإنتاج الفعلي	٤,٥٦	٦,٧٢	١٢,٦٨	١٦,٢٤مليون طن

جدول(٣-٢):تطور الإنتاج الفعلي للأسمنت (وزارة الإسكان والمرافق)(م.٧٩،ص٤٥)

(١) مجلة التعاون الصناعي-العدد٨٠، ورقة عمل منظمة الخليج للاستشارات الصناعية- الاجتماع الفني المتخصص لصناعة الأسمنت، دبي، ٢٠٠٠م، ص٩٢.

(٢) يصنع الطوب الأحمر من الطين العادي أو الطين الجبلي(الطفلي) أو الطين الناري أو خليط منهما، مع إضافة بعض المواد الأخرى بنسب مختلفة مثل الرمل الناعم والسرس (قش الأرز)أو التبن مع الماء.(م.٨٨،ص٨١)

الدولة	١٩٩٦		١٩٩٧			١٩٩٨			١٩٩٩		
	واردات	صادرات	واردات	صادرات	صافي	واردات	صادرات	صافي	واردات	صادرات	صافي
مصر	١,٨	٠,٤	٢,٢	–	٢,٢	٢,٨	–	٢,٨	٢,٥	–	٢,٥
غانا	١,٦	–	١,٧	–	١,٧	١,٨	–	١,٨	١,٩	–	١,٩
نيجيريا	١,٢	٠,١	١,٠	–	١,٠	١,٥	٠,١	١,٤	١,٨	٠,١	١,٧
السودان	٠,٨	–	١,٠	–	١,٠	١,٢	–	١,٢	١,٣	–	١,٣
ساحل العاج	٠,٨	٠,١	٠,٨	٠,١	٠,٧	٠,٨	٠,١	٠,٧	٠,٩	٠,١	٠,٨
السنغال	٠,١	–	٠,٣	–	٠,٣	٠,٥	–	٠,٥	٠,٧	–	٠,٧
مدغشقر	٠,٦	–	٠,٦	–	٠,٦	٠,٦	–	٠,٦	٠,٦	–	٠,٦
المجموع	٦,٩	٠,٦	٧,٦	٠,١	٧,٥	٩,٢	٠,٢	٩,٠	٩,٧	٠,٢	٩,٥
واردات أفريقيا	١٢,٥		١٢,٢			١٤,٠			١٤,٥		

جدول(٢-٣):الدول الرئيسية المستوردة للأسمنت في أفريقيا-الوحدة مليون طن. (بنك المعلومات الصناعية،منظمة الخليج للاستشارات الصناعية[١]

المادة	الوحدة	١٩٧٧	١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨٠/ ١٩٨١	١٩٨١/ ١٩٨٢	١٩٨٢/ ١٩٨٣
الحديد الأسمنت	آلاف الأطنان	١٣٠٨	١٤٦٨	١٤٣٥	١٧٧٦	١٩٤٤	٢١٣٩	٢٢٢٣
	آلاف الأطنان	٣٢٣٢	٣٧٢٢	٢٩٨٧	٣٠٣٨	٣٤٤٦	٣٦٢٧	٣٧٩٨
الطوب الأحمر	مليون طوبة	٤٠٠	٣٠٠	٤٠٨	٢٢٠	٣٨	٦٦	٧٠
الطوب الرملي	مليون طوبة	٣٨	٦٣	٦٥	٦٣	٧٢	٧٥	٧١
الطوب الحراري	آلاف الأطنان	٨٢	٨٤	٩٣	٩٧	٩٨	١٠٣	غير متاح
الزجاج المسطح	آلاف الأطنان	٢١	١٩	٢٧	٢٦	٢٣	٢١	١٣
زجاج الأمان	طن	١٠٠٦	٩٥٣	٩٧٥	١٠٠٧	١٠٦٤	١٢٦٧	١٠٢٨
الجبس وعجينه باريس	آلاف الأطنان	٢٦٤	٣٢٥	٣٦٤	٢٥٨	٢٧٠	–	غير متاح
البلاط	ملايين الأمتار المربعة	٤	٤	٨	٦	٩	٨	٩

جدول(٢-٤):تطور إنتاج مواد البناء في مصر.(١٩٧٦-١٩٨٢)[٢]

(١) مجلة التعاون الصناعي-العدد٨٠، ورقة عمل منظمة الخليج للاستشارات الصناعية- الاجتماع الفني المتخصص لصناعة الأسمنت، دبي، ٢٠٠٠م، ص٩٢.

(٢) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء والكتاب السنوي لجمهورية مصر العربية١٩٨٣م.

٢-١-٢-نظام البناء المتبع

يعبر نظام البناء المتبع عن نوعية الطاقة القائمة بعملية التشييد سواء كانت طاقة بشرية أو ميكانيكية أو كليهما مع تحديد نسبة كل منهما، كما أنها تحدد ماهية أي من هذه الطاقات وفقاً لهذه النسبة، فمثلاً تختلف الطاقة البشرية من طاقة الساكن العادي إلى طاقة العمالة غير الماهرة وطاقة العمالة المدربة، وتختلف نسبة استخدام كل منهم تبعاً لنظام البناء المتبع، وكذلك بالنسبة للمعدات فإن قدرات المعدات المستخدمة تتحدد وفقاً للنسبة بين المعدات والعمالة والتي تتحدد أيضاً تبعاً لنظام البناء المتبع.

٢-١-٢-١-تأثير نظام البناء المتبع على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

يظهر تأثير نظام البناء المتبع على مقدار استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال:

- نسبة استخدام المعدات إلى العمالة، والتي على أساسها يتم تحديد الشغل المبذول لإنجاز مهمة ما بتحديد قدرة كل منهما والمستخدمة في التنفيذ، ولابد من الوصول من خلال المعدات والعمالة إلى الزمن الأمثل لتحقيق هذا الشغل، ويمكن بالتالي الوصول إلى الطاقة المثلى، فمثلاً لا يفضل استخدام عمالة كثيرة في حالة المشروعات الكبيرة، وأيضاً لا يفضل استخدام الميكنة الكاملة في حالة المشروعات الصغيرة، ولا يقتصر تأثير نظام البناء من خلال نسبة المعدات إلى العمالة على القدرات المستخدمة بل يمتد ليتحكم في زمن التنفيذ تبعاً لهذه النسبة.

- نوعية العمالة المستخدمة، حيث يمكن دمج طاقة قاطني المسكن في عملية بناء مساكنهم مما يؤدي إلى وفر في طاقة العمالة غير الماهرة والاستغناء عنها بتدريب السكان أنفسهم للقيام بعملية البناء، وتظهر حسب نوع نظام البناء المستخدم مستويات مختلفة من العمالة بدءاً من العمالة الماهرة المدربة حتى السكان أنفسهم، وبالتالي تختلف كمية الطاقة المبذولة من هذه العمالة وكذلك كمية الطاقة التي تم صرفها لتدريبها أو تهيئتها.

- درجة الدقة والإتقان، وتعتمد هذه الدرجة على نوعية العناصر المنفذة للمبنى ونسبتها من عمالة ومعدات، وتزداد هذه الدرجة بإمكانية إدخال أساليب التحكم الإلكترونية على نسبة المعدات المستخدمة في المشروع والتي تساعد على سرعة ودقة وجودة العمل مع تقليل طاقة المعدات ونسبة الهالك، وتحسين إدارة تنفيذ المشروعات في عمليات الإنشاء والتخزين والتشطيب والعمليات النثرية بالصورة المثلى.

٢-١-٢-٢-أقسام نظم البناء المتبعة

يعتمد أسلوب تقسيم نظم البناء المتبعة على نسبة المعدات إلى العمالة باعتباره المحدد لهذه النسبة، كما يتـــدخل في التصنيف نوعية كل منهما، ويلاحظ أن أقسام نظم البناء المتبعة ذات أهمية في تقسيم أساليب التنفيذ المستخدمة وهو ما سيلي ذكره في هذا الباب، ويمكن بالتالي تقسيم نظم البناء إلى:

- نظام البناء الذاتي، وهو نظام يعتمد بشكل أساسي على الجهود الذاتية للسكان، حيث يرتكز على ضـــرورة الاستفادة من الطاقات الشعبية والقدرات الكامنة لأفرادها، ويعمل على تشجيع مشاركة الساكن في تصميم مسكنه بالأسلوب الذي يراه ملائماً مع احتياجاته الاجتماعية والنفسية في إطار منظومة عامة للطابع العمراني تشمل المنطقة ككل،(م.٧٠،ص٧٤) ولقد تطور هذا النظام في مصر من خلال عدة مشاريع لإقامة الحوائط والأسقف بنظـــام البنـــاء الذاتي، (١) (م.٦٩،ص١) هذا إلى جانب الجهود المختلفة من الهيئات والمراكز للمساعدة على سهولة وانتشـــار هـــذا النظام،(٢) إلى جانب العديد من الأبحاث في هذا المجال.(٣)

- نظام البناء المعتمد على العمالة، ويعتمد هذا النظام بنسبة كبيرة على طاقة العمالة والمعتمدة بشكل أساســـي على الطاقة البشرية سواء العقلية أو العضلية لهذه العمالة، وتختلف الطرق المستخدمة تحت مسمى هذا النظام مـــن مكان لمكان ومن بلد لآخر، فهي عادة تعتمد على مواد البناء الطبيعية المحلية المتاحة وطـــرق الإنشـــاء الأوليـــة، والطاقات البشرية ومعدات البناء والتشييد اليدوية البسيطة وطرق ووسائل النقل البدائية.(م.٧٦،ص١٥) ويعتـــبر هـــذا

---

(١) من أمثلة تطبيق نظام البناء الذاتي في مصر مشروع الصالحية، والذي نفذت فيه الأسقف بأعصاب سابقة التجهيز يرص بينها بلوكات الطوب بهدف الاستغناء عن المعدات وشدات الأسقف التقليدية.(م.٦٩،ص٧٤)

(٢) يقوم المركز القومي للبحوث بعمل دراسات معمارية وإنشائية للوصول إلى وحدة بنائية تصلح للبناء الذاتي دون الحاجة إلى معدات وآلات، ولقد ركزت الأبحاث على إيجاد خامة بديلة لطمي النيل والخامات التقليدية، ولقد تمكن المركز من التوصل إلى وحدة بنائية ذات تكاليف زهيدة مع دراسة خصائصها الإنشائية والفيزيقية، كما أمكن التوصل إلى وحدة بنائية يتم بناؤها دون استخدام المونة حيث يمكن للشباب أن يبني مساكنهم ذاتياً، والخامات الأولية لهذه الوحدة هي الحجر والرمل والأسمنت.(م.٦٩،ص و)

(٣) يجرى عمل أبحاث مشتركة بين جمهورية مصر العربية والمملكة الأردنية الهاشمية في مجال البناء الاقتصادي الذاتي تحت مسمى الفريق الخامس بهدف إقامة المساكن ذاتياً، وتتلخص أحد الطرق المتعلقة بها في إقامة حوائط المسكن عن طريق مجموعة من البلوكات يتم تركيبها بالتداخل مع بعضها البعض وصب الخرسانة المسلحة بداخلها مع وضع أشاير حديدية في أماكن الأعمدة، أما الأسقف فتتكون من أعصاب جاهزة ترص أعلى الحوائط الحاملة، وتوضع بينها بلوكات الطوب وتصب فوقها ٥سم من الخرسانة.(م.٦٩،ص و)

(٤) ينتشر استخدام الطرق التقليدية في جميع الدول النامية والفقيرة، وإن كانت تختلف من حيث الأسلوب إلا أنها جميعا تتصف بأنها تحتاج إلى عمالة مكثفة ولا تحتاج إلى رؤوس أموال كبيرة، وهذه البلاد تحتوي على كم كبير من العمالة المشتغلين بهذا القطاع وليس من السهل تحويلهم إلى قطاعات أخرى.

(٥) جاء التفكير في نظم بناء جديدة بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة عندما ظهرت الحاجة إلى بناء أعداد كبيرة في وقـــت كـــان مجـــرد الاعتماد والتفكير فيه في الطرق التقليدية المعروفة يعتبر خطأً كبيراً، وذلك لأنها تحتاج إلى فترات زمنية طويلة لإنجاز الأعمال، بالإضـــافة إلى اعتمادها على طرق نقل وتشوين ومعالجة بدائية، بالإضافة إلى الحاجة إلى عمالة كثيرة.(م.٤٣،ص٣٤)

(٦) على الرغم من أن هناك ضرورة للدول النامية نحو التحول إلى الأساليب الحديثة الممكنة إلا أن العقل يدعو إلى أن يكـــون التطبيـــق بنسب قليلة، وأن تسير أساليب صناعة البناء الحديث في طريق متواز مع الأساليب الحديثة التقليدية المعروفة للبناء إلى أن يأتي اليوم الـــذي تصل فيه نسب تطبيق التكنولوجيا الحديثة إلى نسب مرتفعة في الدول النامية كما هو الحال في الدول المتقدمة اليوم.(م.٤٣،ص٣٤)

النظام هو الأكثر شيوعاً في الدول النامية،[٤] وعلى الرغم من الاتجاه العالمي نحو نظم البناء المميكنة بعد الحرب العالمية الثانية[٥] إلا أن الاستغناء عن الكم الكبير من العمالة المشتغلين بهذا القطاع يعتبر خطأً فادحاً دون إيجاد الحل البديل لهم.[٦]

- نظام البناء بالميكنة الجزئية، وهو نظام يعتمد على الإحلال الجزئي للآلات بدلاً عن العمالة في بعض مراحل التنفيذ بنسبة تقل عن ٨٠% من أعمال التنفيذ بالموقع، ويكون ذلك عن طريق ميكنة أعمال التجهيزات المختلفة بالموقع مثل الحفر ،النقل ،تشوين المواد المختلفة ،تجهيز الخرسانة وغيرها.(م٤٣،ص٤٨)

وتنقسم ميكنة أعمال التنفيذ للمباني أو إحلال الماكينة محل الإنسان في الموقع في مراحل التنفيذ المختلفة إلى جزأين:

- ميكنة أعمال التجهيز والنقل المختلفة .[١]
- ميكنة طرق الإنشاء للهيكل والأساس.[٢]

وتختلف طرق الميكنة طبقاً للطريقة المستخدمة سواء كان ذلك تحت مستوى المبنى وهو ما يسمى بالأساس، أو فوق مستوى المبنى وهو ما يسمى بالهيكل العام للمبنى.(م٤٣،ص٤٨)

- نظام البناء بالميكنة الكاملة، وهو نظام يعتمد على الإحلال الكامل للمعدات عن العمالة بمعنى أن تقوم الآلة بمعظم أعمال التنفيذ في الموقع بنسبة تزيد عن ٨٠% من جملة أعمال التنفيذ الكلية، ويكون دور الإنسان هنا هو التوجيه والمراقبة، وفي هذه الحالة يشترط أن تتم أعمال التنفيذ بالموقع بكاملها باستخدام الآلات والطرق المميكنة، بحيث تتم جميع أعمال التجهيزات والنقل المختلفة باستخدام الأسلوب الميكانيكي بالإضافة إلى استخدام إحدى الطرق الإنشائية للهيكل الإنشائي بالأساليب المميكنة.(م٤٣،ص٤٩) وقد يحتاج هذا النظام إلى عمالة فنية مدربة تدريباً

---

(١) هي استخدام الآلات في أعمال التجهيزات المختلفة بالموقع، واستخدام الماكينة في الأعمال المساعدة لأعمال التنفيذ للهيكل الإنشائي والأساس وأعمال التشوين والنقل.(م.٧٦،ص١٦)

(٢) هي استخدام الآلات والمحركات التي تعمل بالديزل والكهرباء في معدات البناء، مثل استخدام الخلاطات الميكانيكية بدلاً من الخلاطات اليدوية، واستخدام لواري خلط الخرسانة.(م.٧٦،ص١٦)

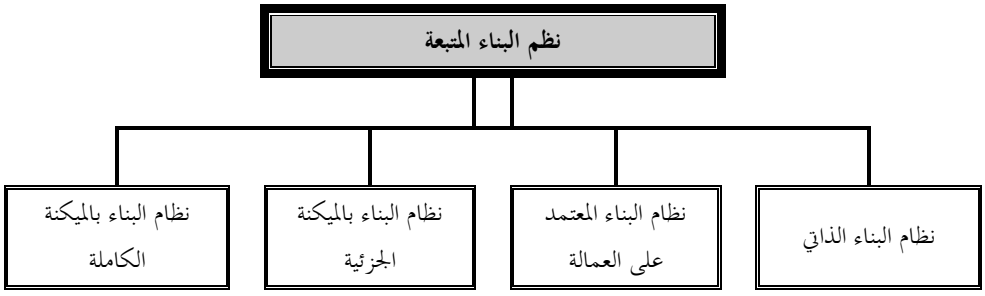
(٣) يعتمد منهج تصنيع المباني على أساليب تكنولوجيا البناء للوحدات المتكررة كثيرة العدد في الموقع أو عدة مواقع من خلال نظام سابق التجهيز أو الصب بالمصنع لتحقيق وفر في الخامات والوقت اللازم للإنشاء، كما أن هناك نظام تصنيع وحدات قياسية للبناء بمكونات البناء للحوائط والأسقف بدون استخدام الشدات وتأكيد عناصر الشد أو الضغط للوصول إلى قيمة قصوى بأقل جهد.(م.٩٠،ص١٤٩)

(٤) يضمن الموديول التوافقي لجميع الوحدات السابق تجهيزها في غير مكان تنفيذ المبنى وإقامته أن تتطابق مع بعضها عند التنفيذ بدون مشاكل تذكر، فهي لا تحتاج إلى إعادة القياس ثم التقطيع والتكسير لتصل إلى المقاس المناسب للمكان الذي ستوضع فيه، وبالتالي توفير الوقت عن طريق تقليل المتغيرات وتوفير فاقد المواد بتقليل الأخطاء في التصنيع وتبسيط عمليات الإنشاء عن طريق تكرار وحدات نمطية متوافقة.(م.٤٣،ص١٥٥)

(٥) الإنتاج بالجملة هو طريقة منطقية لتنظيم العمليات الصناعية وتوفير الطاقة، ولكي تصل العمارة إلى نظام الإنتاج بالجملة لابد أن يكون هناك وحدات يمكن تكرارها، وهذه الوحدات يجب أن تكون متشابهة ليسهل تطبيعها وصناعتها على نطاق واسع، ولابد وأن يكون هناك قواعد عامة أو أساسيات يمكن من خلالها توحيد الموديول الأساسي والوحدة التكرارية التي من تكرارها تحدث المضاعفات المختلفة، ويكون الهدف من ذلك هو تبسيط الرسومات التنفيذية للمبنى بالإضافة إلى تبسيط أعمال التنفيذ، وهو لا يحد من حرية المهندس في التصميم إذا ما استخدم استخداما جيداً.(م.٤٣،ص١٥٦)

عالياً بالإضافة إلى إدارة محكمة لتنظيم العمليات بالموقع، وقد يعتمد هذا النظام على تصنيع المباني بالكامل بإنتاج أعداد وفيرة سابقة التجهيز في المصنع ثم نقلها إلى الموقع لتجميعها ،[٣] ويضمن الموديول التوافقي[٤] لجميع الوحدات السابق تجهيزها في غير مكان تنفيذ المبنى وإقامته أن تتطابق مع بعضها عند التنفيذ بدون مشاكل تذكر.[٥]

ويضمن تصنيع المباني بالكامل في المصنع ثم نقلها إلى الموقع تشغيل العامل تشغيلاً مستمراً بدلاً من تشغيله موسمياً أو في أوقات معينة، إلى جانب إمكانية اختصار بعض الوقت أثناء التنفيذ عن طريق استخدام بعض المعالجات الخاصة للخرسانة مثل استخدام البخار لاختصار وقت شك الخرسانة، هذا مع ضمان تسلسل أعمال البناء التي تساعد على تنفيذ العمل في أقصر وقت، وعدم حاجة هذا النظام إلى أعمال شدات في الموقع يوفر في هالك المواد والوقت وجهود العمالة داخل الموقع. (م٤٣٠،ص١٥٥) ولكن من عيوب هذا النظام عدم إمكانية توفر أعمال الميكنة الكاملة في بعض الدول ذات المستوى التكنولوجي المنخفض، إلى جانب احتياجها إلى عمالة مدربة تدريباً جيداً للعمل بالمصنع ولتجميع المكونات بالموقع، كما تحتاج إلى أسطول نقل كبير مكون من عربات خاصة وأدوات رفع أوناش حتى يمكن نقل الوحدات بدون حدوث أي خسائر أو تلف لها،(م٤٣٠،ص١٥٦) ويراعى عند استخدام هذا النظام مجموعة من الاعتبارات بما يقلل من عيوبها. [١]



شكل(٢-٢): أقسام نظم البناء المتبعة.

(١) يراعى عند استخدام هذا النظام ما يلي:

- التنويع في نوع المادة واللون وبعض الأبعاد الداخلية للقضاء على النمطية والملل.
- انتشار التوحيد القياسي في أنحاء البلاد في مصانع قريبة من مراكز التعمير والتشييد، و تراعى فيها الجودة والسرعة والتي تتحقق كنتاج طبيعي لإدارة الجودة المتكاملة Total quality management.
- أن يمتد سبق التجهيز ليشمل الوحدة السكنية بالكامل وذلك على مستوى بانوهات متفاوتة الحجم من مواد خفيفة كالخشب أو الجبس أو المواد اللدائنية، أو المواد الثقيلة كالخرسانة المسلحة وذلك للحوائط والأسقف، وقد تكبر لتكون وحدات صندوقية للغرف أو وحدات كاملة للمسكن.
- يلزم توفير المرونة في تصميم القوالب ذات النهايات المفتوحة open endedوذلك لتناسب أكبر عدد من المعدلات التي تستجيب للاحتياجات الفراغية المختلفة.

التنسيق التام بين العمل في المصنع والعمل في المواقع المحيطة بنصف قطر محدود، مع ضرورة توفير وسائل النقل والتركيب الميكانيكي والعمالة الماهرة في المصنع والموقع.(م.٣٥،ص١٨٩)

٢-١-٢-٣-نظم البناء المتبعة في مصر

يلاحظ أن جميع نظم البناء السابقة نظم بناء متبعة في مصر سواء على مستوى الوحدة أو المجموعة السكنية، كل حسب نوعية المشروع وحجمه ودرجة الدقة والإتقان المطلوبة وإمكانيات وظروف الموقع، كما يلاحظ أن كل منهم بديل للآخر وفق ظروف الموقع والمشروع.

ويلاحظ أن نظام البناء المعتمد على العمالة هو الأكثر شيوعاً في معظم مشاريع البناء في مصر على الرغم من المشاكل المصاحبة له في بعض الحالات خاصة مع الأدوار المرتفعة، مثل:

- انخفاض مستوى الجودة والإتقان.
- ارتفاع معدل الزمن للتنفيذ.
- سوء الرقابة والتحكم في مدخلات ومخرجات المشروع.
- كما يلاحظ أن نظام البناء بالميكنة الكاملة هو الأقل استخداماً نظراً لما يحتاجه من إمكانيات وتجهيزات ضخمة غير متوافرة بمصر، إلى جانب عدم القدرة عن الاستغناء عن الكم الهائل من المشتغلين بقطاع التشييد أو استبدالهم بعمالة ماهرة غير متوفرة، ولقد دلت التجارب العديدة في عدد من الأقطار الأفريقية المجاورة أن البناء بالوحدات الجاهزة[٢] إذا صاحبه التنميط والتوحيد القياسي بقدر كافي فإنه يحقق وفراً ملحوظاً في تكاليف المساكن، واستعمال مواد البناء قد يصل إلى حوالي ٣٥% في كثير من الحالات إذا قورن بطرق البناء التقليدية، وهذا يرجع لأسباب أهمها:
- إمكانية الرقابة على المواد.
- إمكانية تنظيم الأعمال وتبسيطها.
- إمكانية التقليل من الفرم والشدات.
- مراقبة التسليح وصب الأجزاء والعناية بها بعد الصب مما يوفر في المواد والمصنعية.[٣]

كما يلاحظ أن نظام البناء بالميكنة الجزئية هو ثاني نظم البناء انتشاراً في مصر وخاصة في حالات الحاجة إلى التشييد السريع والمتقن، كما يلاحظ وجود اتجاه عام نحو ميكنة أعمال التنفيذ بالموقع للأسباب التالية:

- تقليل الاعتماد على العمالة الماهرة في الموقع.

---

(١) تجربة الاتحاد السوفيتي (الكومنولث)في هذا المجال رائعة، إذ أن ٧٠ % من الإسكان فيه سابق تصنيعه بشكل يمكن به تجميع مبنى متوسط من خمسة طوابق وتجهيزه للاستعمال في أقل من ثلاثة أيام.

(٢) يمكن أن تكون الوحدات الجاهزة من الخرسانة المسلحة أو غير المسلحة أو السابقة الإجهاد، كما يمكن أن تكون من الخرسانة خفيفة الوزن أو من المخلفات الزراعية أو الأخشاب أو الأجزاء المعدنية، وقد تكون في شكل بلاطات مصمتة أو مفرغة بمقاسات تمكن من ترحيلها وتركيبها في مكان العمل حسب نوع وحمولة المعدات المتوفرة لذلك.(٣)

(٣) المجلس القومي للبحوث-مجلس الأبحاث العلمية والتقنية-الحلقة الدراسية حول تخفيض تكلفة المباني-الجزء الأول، الدراسات المقدمة للحلقة عن الأسس العامة لترشيد صناعة البناء والتشييد، الخرطوم، ١٩٧٤م، ص١٩.

- توفير الوقت اللازم لإنهاء المنشأ عن طريق استخدام وسائل آلية تساهم في سرعة الإنشاء.[1]
- تحسين كفاءة التشغيل والتنفيذ، وذلك باستخدام الآلة والانتظام في الإنتاج للكمية المطلوبة والوقت المحدد.
- تحسين جودة المنشأ.(م.٧٦،ص١٥،١٤)
- الاقتصاد في استخدام مواد البناء والتي أصبحت محدودة، عن طريق تقليل الهالك منها.(م.٤٣،ص٤٨)

ولقد جاء الاهتمام بنظام البناء الذاتي مؤخراً وبشكل كبير في مصر نظراً لما يحققه من حلول لمشاكل عديدة لم تتمكن أي من النظم الأخرى من حلها، مثل:

- التوفيق بين سرعة التنفيذ مع عدم الاستغناء عن الأيدي العاملة، وخاصة أن كلاهما هام بالنسبة لأي دولة نامية كمصر نظراً لتفاقم مشكلة الإسكان فيها والحاجة إلى مساكن كثيرة لسد احتياجها، مع عدم إمكانية الاستغناء عن الأيدي العاملة في قطاع التشييد لما قد يسببه من بطالة وعبء مضاف على المجتمع.
- عدم الاعتماد بشكل أساسي على المعدات والتي معظمها مستورد أو عالي الاستهلاك للطاقة في مصر، نظراً لعدم التحكم في كفاءة تشغيلها أو لسوء إدارة تنفيذ المشروعات.
- معظم مناطق وأحياء مصر المسكونة بحاجة إلى الارتقاء بها وتجديدها، وهذا لن يتم إلا بمساعدة ومشاركة ساكني المكان.

ويلاحظ بالتالي أن جميع نظم البناء السابقة مستخدمة في مصر وفق ظروف واشتراطات معينة تحددها نوعية المشروعات وظروف الموقع.

٢-١-٣-أسلوب التنفيذ المستخدم

يعتبر أسلوب التنفيذ هو المتحكم الرئيسي في طاقة التنفيذ، وهو بالتالي يتحكم في طاقة عمالة ومعدات التنفيذ والتي يستلزم التأكد من الرقابة الجيدة عليها ومنع الهدر فيها خاصة عندما تكون معظم الأعمال المنفذة في موقع الإنشاء، ومن المؤسف أن سوء التنفيذ ومخالفة أصول الصناعة وعدم الالتزام بالمواصفات أصبحت من الظواهر الشائعة التي أصابت الإنتاج العمراني في مصر، مما يعكس سوء التنفيذ وعدم كفاءة الرقابة أو الإدارة بها مما يمثل مهدراً مادياً ينقص العمر الافتراضي للمنشآت.(م.٢٣)

٢-١-٣-١-تأثير أسلوب التنفيذ المستخدم على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تحدد أساليب التنفيذ المستخدمة كل ما يتعلق بالتنفيذ من عمالة ومعدات وهالك وأسلوب إدارة في عمليات الإنشاء والتخزين والتشطيب وغير ذلك، وتتعدد أساليب التنفيذ للخامة الواحدة، لذا يجب الأخذ في الاعتبار

أفضلها من حيث الجودة واستهلاك الطاقة، ويظهر تأثير اختيار أسلوب التنفيذ المستخدم على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال:

- طاقة النقل، حيث يؤدي مثلاً استخدام العناصر جاهزة الصب أو التجهيز في المصنع إلى عملية نقل في البداية من مواقع الخامات الأولية إلى المصنع ثم نقل العناصر الجاهزة إلى الموقع، في حين يؤدي استخدام الطرق التقليدية إلى عملية نقل الخامات الأولية إلى الموقع مباشرة، فلو فرض أن موقع مصنع الوحدات الجاهزة في مكان ما بين مواقع الخامات وموقع البناء فإن استخدام العناصر الجاهزة يقلل من استهلاك طاقة النقل، أما لو كان في مكان ما أكثر بعداً عن موقع البناء بالنسبة لمواقع الخامات الأولية فإن ذلك يؤدي إلى زيادة طاقة النقل، وبالتالي نجد أن طاقة النقل تعتمد بشكل كبير على أسلوب التنفيذ المستخدم في مثل هذه الحالات.

- طاقة المعدات والعمالة، حيث يتم اختيار أسلوب التنفيذ الأقل جهداً وبالتالي بذلاً للطاقة لكل من العمالة والمعدات بما لا يتعارض مع جودة المنتج، وبما يتناسب مع زمن التنفيذ المطلوب.

- الخامات المستخدمة في التنفيذ، حيث تحدد بعض أساليب التنفيذ وجوب استخدام مواد مساعدة للقيام بها كاستخدام الشدات، كما أن أسلوب التنفيذ قد يحدد نوعية هذه المواد، فمثلاً يحدد أسلوب التنفيذ وجوب استخدام الشدات الخشبية أو المعدنية أو غيرهما، وبالتالي يتحكم في طاقة تصنيع بعض المواد المستخدمة في التنفيذ.(انظر جدول(٢-٥))

- هالك مواد البناء، فمثلاً يؤدي اختيار أسلوب التنفيذ إلى تحديد مكان التنفيذ، ويؤدي تنفيذ العناصر في مكان مغلق مثلاً إلى جودة أكثر من تنفيذها في الموقع نتيجة إمكانية التحكم والمراقبة، وبالتالي تؤثر على كمية الهالك من هذه المواد، هذا إلى جانب أن بعض خصائص أساليب التنفيذ المختلفة المستخدمة قد تؤدي إلى هالك في مواد البناء في أي مرحلة تساعد على ذلك.

- طاقة التشطيب، حيث يحدد أسلوب التنفيذ المستخدم شكل السطح النهائي للمبنى إلى جانب خصائص مادة البناء المستخدمة، وبالتالي يؤثر في كمية التشطيب الذي يحتاجه المبنى ويحدد طاقة تصنيع خامات التشطيب وكذلك طاقة عمالة التشطيب.

(١) المجموعة الاستشارية للشرق الأوسط، الدورة التدريبية-تكنولوجيا المواد والأساليب الحديثة للبناء، ١٩٩١م، ص٦٢.

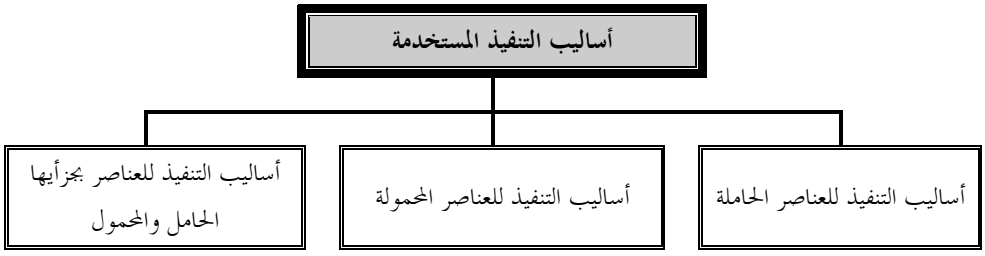
عنصر المقارنة	الطريقة التقليدية	الشدات النفقية	البلاطات اللاكمرية	البلاطات المرفوعة
معدلات البنود				
تسليح	١٠٠كجم/م^3	٦٠كجم/م^3	١١٠كجم/م^3	١١٠كجم/م^3
خ.م.	٤٦م^3 للدور	٧٨م^3 للدور	٧٨م^3 للدور	٥٦م^3 للدور
م٣/م^2 ح.م.	٠,١٨	٠,٣٠	٠,٣٠	٠,٢٢
مباني	٢,٩٤م^2/م^2	٠,٨٢م^2/م^2	٠,٨٢م^2/م^2	٠,٩٤م^2/م^2
بياض داخلي	١,٤م^2/م^2	٠,٩٥م^2/م^2	١,٤م^2/م^2	١,٤م^2/م^2
بياض خارجي	٢,٤٥م^2/م^2	١,٤٠م^2/م^2	١,٤٠م^2/م^2	١,٤٠م^2/م^2
دهانات	٢,٩٠م^2/م^2	٢,٩٨م^2/م^2	٢,٩٨م^2/م^2	٢,٩٠م^2/م^2
معدل الإنشاء				
هيكل	١٠٠يوم	٣٥يوم	٧٥يوم	١٠يوم
دور	٢٠يوم	٧يوم	١٥يوم	٢يوم
وحدة	١٠يوم	٣,٥يوم	٧,٥يوم	١,٥يوم

جدول(٢-٥):معدل التنفيذ ونسب المواد المختلفة باختلاف أساليب التنفيذ.[م.١٦]

٢-١-٣-٣-أقسام أساليب التنفيذ المستخدمة

يمكن تصنيف أساليب التنفيذ المستخدمة على أساس نوعية الوحدات المستخدمة في البناء والتي تتحدد تبعاً لمواد البناء المستخدمة، وكذلك على أساس نظم البناء المتبعة والتي تحدد نسبة المعدات إلى العمالة ونوعية كل منها، ويتم الاختيار بين أساليب التنفيذ المختلفة على أساس مجموعة من العوامل مثل عدد الأدوار وحجم المشروع ونوعه وزمن التنفيذ وموقع البناء ومستوى الجودة المطلوبة سواء في الأداء أو المنتج، كما يمكن تقسيم أساليب التنفيذ على أساس الخاصية الإنشائية للوحدات المستخدمة إلى:

- أساليب التنفيذ المستخدمة في تنفيذ العناصر الحاملة.
- أساليب التنفيذ المستخدمة في تنفيذ العناصر غير الحاملة.
- أساليب التنفيذ المستخدمة في تنفيذ العناصر بجزأيها الحامل والمحمول.



شكل(٢-٣):أقسام أساليب التنفيذ المستخدمة.

ويمكن بعد هذا التصنيف إعادة تصنيفها وفق نوعية وحدات البناء المستخدمة أو حجمهـــا، والـــتي تتمثـــل في الوحدات النقطية والخطية والمستوية وثلاثية الأبعاد، وإعادة تصنيفها وفق نظم البناء المتبعة أيضاً والسابق شرحها في هذا الباب والمتمثلة في نظام البناء الذاتي ونظام البناء المعتمد على العمالة ونظام البناء بالميكنة الجزئية ونظام البنـــاء بالميكنة الكاملة، بحيث يمكن الحصول في النهاية على توصيف دقيق لأسلوب التنفيذ المستخدم نظراً للعدد المهـــول والمتزايد منها.

ولتصنيف أساليب التنفيذ تبعاً لنوعية الوحدات المستخدمة في الإنشاء لابد من التعرف عليها أولاً وهي كالآتي:

- الوحدات النقطية (صغيرة الحجم)، وهي تمثل البناء بوحدات من الطوب بأنواعه المختلفة والربط بينها لتكوين وحدات متماسكة من الحوائط والأسقف مثل:
  - استخدام الوحدات النقطية لبناء الحوائط الحاملة.(١)
  - استخدام الوحدات النقطية لبناء الحوائط غير الحاملة.(٢)
  - استخدام الوحدات النقطية لبناء الأسقف المستوية.(٣)
  - استخدام الوحدات النقطية لبناء الأسقف المقوسة والتي من أمثلتها القبة(٤) والقبو.(٥)

- الوحدات الخطية (متوسطة الحجم)، وهي التي لا تشكل فراغا مقفلاً وتحتاج بعد تجميع وحداتها الأساسية إلى وحدات مكملة لها، وتشمل الوحدات الخطية شائعة الاستخدام على:
  - وحدات حاملة كوحدات الأعمدة والكمرات.(٦)
  - وحدات غير حاملة للحوائط غير الإنشائية.(٧)

---

(١) والتي تختص بأنواع معينة من ذات القدرة العالية على تحمل الاجهادات، ويتم الربط بينهما بالتعشيق بمواد رابطة ذات قدرة على تحمل الاجهادات العالية، ومن أمثلتها الطوب الطفلي والطوب الأسمنتي والليكا والهوردي وغيرهم.(م.٦٩،ص١٠٨)

(٢) وهذه الحوائط مبنية بطوب خفيف لا يتحمل الاجهادات العالية، وتستخدم فقط كفاصل بين الفراغات، ويتم الربط بينهما بالتعشيق أو بمواد رابطة تختلف حسب طبيعة الوحدة البنائية ومن أمثلتها الطوب الرملي الخفيف والبلوكات الجبسية وغيرهم.

(٣) تنفذ عن طريق وضع أعصاب رئيسية مجهزة جزئياً على حائطين متقابلين ويرص بينهم بلوكات الأسقف مثل البلوكات أسمنتية ويصب عليها طبقة من الخرسانة بعد وضع شبكة حديد تسليح خفيفة مثلاً.

(٤) تستخدم القبة في تغطية الفراغات المربعة والتي تتحول إلى مثمنة الشكل عن طريق مثلثات ركنية، وتبنى المداميك في حلقات دائرية تضيق كلما ارتفعت إلى أعلى، ويستخدم لذلك أنواع الطوب المختلفة مثل الطوب الطفلي والأسمنتي.

(٥) يستخدم القبو في تغطية الفراغات المستطيلة، ويبنى على شكل اسطوانة قطاعها نصف دائري وتميل المداميك على الأفقي بزاوية محددة لتميل المداميك بعضها على بعض، وتكون الحوائط الجانبية حاملة ساندة لتقاوم القوى الأفقية الناتجة من القبو العلوي.(م.٦٩،ص١٠٨)

(٦) هي تلك الوحدات التي تكون الهيكل الإنشائي للمبنى بعد تجميعها، وتكون من الحديد أو الخرسانة المسلحة سابقة الإجهاد أو الصب، وتكون قطاعات الوحدات صغيرة.

(٧) تكون وظيفتها الأساسية هي فصل الفراغات المعمارية داخل المبنى بالإضافة إلى العزل الحراري والصوتي وتوضع هذه الوحدات بين الأعمدة كحوائط حشو داخلية وخارجية وظيفتها تحديد الفراغات المختلفة ويمكن أن تكون وحدات خفيفة.(م.٦٩،ص٢٧)

- الوحدات المستوية (متوسطة الحجم)، وهي وحدات من الحوائط والأسقف بأحجام تختلف طبقا للتصميم، وتشمل الوحدات المستوية وحدات إنشائية وغير إنشائية، ويمكن تجهيز الوحدات بالتوصيلات الصحية والكهربائية وحلوق الأبواب والشبابيك، أو تكون الحوائط مبنية جاهزة التشطيب (البياض أو التكسيات الأخرى)(انظر شكل(٢-٤))، ويوجد لنوعيها الحامل والمحمول عدة أنواع منها:
  - وحدات صغيرة الحجم.(١)
  - وحدات متوسطة الحجم.(٢)
  - وحدات كبيرة الحجم.(٣)

- الوحدات ثلاثية الأبعاد (كبيرة الحجم)، وهي وحدات فراغية يتم تصنيعها وتجهيزها في المصنع وتنقل وتركب في الموقع، ويمكن للوحدة الصندوقية أن تنتج بالجملة إذا تم تنميطها لتصبح صالحة لإنتاج وحدات تكرارية بأسلوب إنتاج الجملة، وستكون أكثر إمكاناً للتطبيق عندما تصنع الوحدة من مواد خفيفة تسهل عملية الإنتاج والتجميع بالموقع بالإضافة إلى تسهيل عمليات النقل المختلفة،(٤) وتوجد عدة أنواع من الوحدات الصندوقية المستخدمة مثل:
  - الوحدات الصندوقية الصغيرة.(٥) (انظر شكل(٢-٥))
  - الوحدات الصندوقية المتوسطة.(٦) (انظر شكل(٢-٦))
  - الوحدات الصندوقية الكبيرة. (٧)

وبعد التعرف على الطرق المختلفة لتقسيم أساليب التنفيذ المستخدمة يمكن أن يتم التقسيم وفقاً لجميع هذه الطرق بداية من الخاصية الإنشائية للوحدات المنفذة إلى الوحدات المستخدمة ونظم البناء المتبعة.

---

(١) هي وحدات مستوية طولية يتم تجميعها في الموقع ولا يقل عدد الوحدات المكونة لغرفة ٤ × ٤ م عن ثلاث وحدات.

(٢) هي وحدات مستوية متوسطة الحجم للحوائط والأسقف يتم تجميعها في الموقع ولا يزيد العدد عن ٢ وحدة لفراغ ٤ ×٤ م.

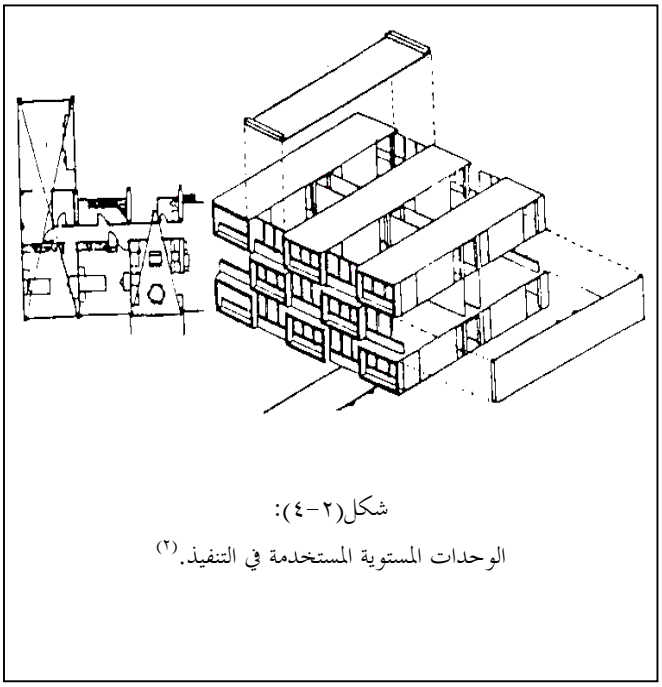
(٣) هي وحدات مستوية للحوائط والأسقف، ويمكن للوحدة أن تكون حائط أو سقف لفراغ ٤ ×٤ م.

(٤) ليس بالضرورة أن تستنبط مواد جديدة خفيفة، ويمكن من خلال التطبيق والتطوير الجيد للمواد التقليدية العادية عمل وحدات موديولية، وهناك عدة أمثلة لذلك مثل المشروع السكني لموشي الصفدي في منتريال بكندا عام ١٩٦٧ م، حيث كانت الوحدة الموديولية التي تحتوي على حجرة معيشة والمصنوعة من الخرسانة العادية تزن ٩٠ طناً أو تزيد، وأتبعت هذه التجربة محاولة جديدة لتخفيف وزن الموديول وكان ذلك في سان أنطونيو بتكساس، وكانت الوحدة فيها تزن حوالي ١٧ طناً فقط نتيجة استعمال نوع من الخرسانة خفيفة الوزن في إنتاج هذا الموديول أو هذه الوحدة الصندوقية.(م.٤٣،ص٢٢٢،٢٢١)

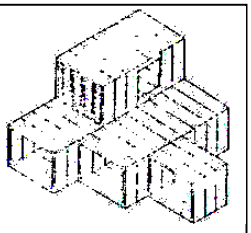
(٥) تتكون الوحدات الصندوقية الصغيرة من شرائح من وحدات على شكل صندوق تغلفها الحوائط والأسقف والأرضيات المصبوبة كوحدة واحدة، ويتم تجميعها لتكوين الفراغ المطلوب، وتعطي هذه الوحدات الصغيرة الحجم مرونة عالية وكبيرة في التصميم، فيمكن عن طريق تجميعها الحصول على مقاسات كثيرة للفراغات المختلفة.(م.٦٩،ص٢٨)

(٦) هي الوحدات المساوية لحجم الغرفة أو نصف الغرفة ، وتختلف أشكال هذه الوحدات فمنها المقفلة ذات الحوائط الأربعة والسقف والأرضية، ومنها الحوائط على شكل حرف L، ومنها وحدات ذات أربعة أعمدة، ويعد هذا النوع الأكثر انتشاراً.(م.٦٩،ص٢٨)

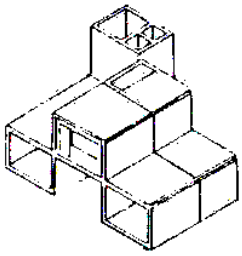
(٧) هذه الوحدات لا تتحمل إلا نفسها، وتحتاج إلى هيكل خرساني أو حديدي مهمته نقل الأحمال إلى الأرض.(م.٦٩،ص٢٨)



شكل(٢-٤):
الوحدات المستوية المستخدمة في التنفيذ.[٢]



شكل(٢-٥):الوحدات
الصندوقية الصغيرة.(م٦٩٠،ص٢٨)



شكل(٢-٦):الوحدات
الصندوقية المتوسطة.(م٦٩٠،ص٢٨)

٢-١-٣-٣-أساليب التنفيذ المستخدمة في مصر

تعتبر أكثر أساليب التنفيذ شيوعاً في مصر أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر الحاملة وغير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة، وهي أساليب تقليدية ومألوفة ومتعارف عليها بين أوساط العاملين في مجال التشييد ومقبولة لدى المهندسين المختصين وعموم المجتمع،[٣١٠م] ومن هذه الأساليب:

- أسلوب التنفيذ المستخدم في بناء العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة باستخدام وحدات بنائية نقطية، وهو الأسلوب التقليدي في بناء الحوائط الحاملة باستخدام وحدات من الطوب القادر على نقل الأحمال إلى الأساسات، وتكون الأساسات في شرائط طولية تنقل الأحمال من الحائط إلى التربة في مستوى التأسيس، والحوائط الحاملة تتوافق مع أحمال الضغط عليها ومع سمك الحوائط ونوع مادة البناء والكمرات فوق الحوائط، وهذه الطريقة تستخدم في تشييد المباني المكونة من طابق أو طابقين.(م٩٠٠،ص١٤٥)

ومن الخصائص المختلفة لهذا الأسلوب:

- اعتمادها على مواد البناء المحلية والتي يمكن تطويرها.
- توافر العمالة حيث تعتبر طريقة معروفة ومارسها الجميع.
- لا تحتاج إلى معدات أو آلات معقدة، فكل الآلات والأدوات المستخدمة تعتبر بسيطة، ويعتمد معظمها على قوة الإنسان العقلية والعضلية.
- هالك مواد البناء كبير و يزيد أو يقل حسب نوع المادة المستخدمة.

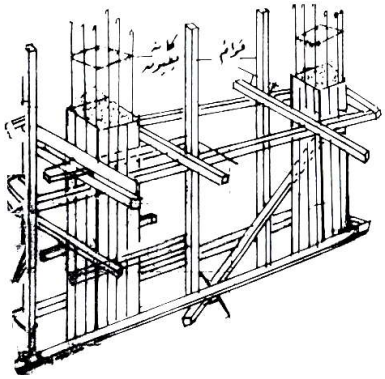
- لا تناسب الأدوار العالية.(م٤٣،ص٤٧،٢٦)
- عدم الدقة الكاملة في عمليات الإنشاء مما قد يتطلب عمليات صيانة مستمرة، أو صرف المزيد من المواد لضمان أمان المنشأ.
- يحتاج إلى كمية تشطيب عالية خاصة مع عدم استواء الأسطح أو التفاوت في الأبعاد.

- أسلوب التنفيذ المستخدم في بناء العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة باستخدام وحدات بنائية خطية، وهو الأسلوب التقليدي في البناء بالأسلوب الهيكلي، ومكوناته الأساسية من الأساسات والأعمدة والكمرات والأسقف، وتعتبر الأساسات قواعد من الخرسانة المسلحة أسفلها خرسانة عادية في محور نقط الارتكاز، أما الأعمدة فهي عناصر التحميل للمنشأ لنقل أحمال الأسقف إلى الأساسات فالأرض، أما الكمرات فهي عناصر نقل الأحمال من الأسقف إلى الأعمدة، وعادة ما يكون هذا الهيكل من الخرسانة المسلحة ويتبعه استخدام أسلوب تنفيذ آخر للعناصر غير الحاملة (انظر شكل(٢-٧)، (٢-٨))، ومن الخصائص المختلفة لهذا الأسلوب:
- معظم مواد البناء المستخدمة يتم استيراده، والمحلي منه عالي استهلاك الطاقة، كما تحتاج إلى مواد بناء مساعدة يتم إهدارها بصورة مستمرة.
- توافر العمالة حيث تعتبر طريقة معروفة ومارسها الجميع.
- يتم نقل جميع المواد كل مادة على حدة إلى الموقع.
- احتياجها إلى وقت كبير نسبياً مقارنة بالطرق المميكنة.
- لا تناسب الأدوار العليا فوق خمسة طوابق وإلا احتاجت للانتقال إلى أسلوب تنفيذ بنظام الميكنة الجزئية.
- تحتاج إلى أماكن كبيرة لتشوين المواد الخام قبل خلطها وتكوينها في الموقع.
- تحتاج إلى عمليات تخزين مستمرة تستدعي صرف الكثير من طاقة العمالة والمعدات للقيام بها.
- تستهلك طاقة تشطيب كبيرة نتيجة عدم استواء الأسطح وخشونتها.
- هالك مواد البناء كبير نظراً لأن جميع الأعمال تتم في الموقع(م٤٣،ص٣٧،٣٦)
- تحتاج إلى عمليات صيانة مستمرة نظراً لعدم الدقة الكاملة لتنفيذ المنشأ.
- ينتج عنها كمية كبيرة من المخلفات إلى جانب التأثير السلبي المستمر على البيئة أثناء عمليات الإنشاء.
- عدم القدرة على ضبط جودة المنتج بالشكل الصحيح مع عدم القدرة على إدارة تنفيذ المشروع بالشكل الأمثل.

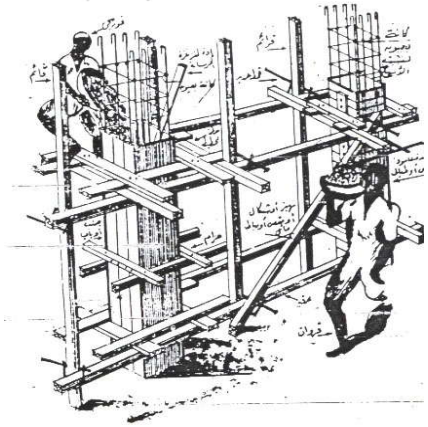
- أسلوب التنفيذ المستخدم في بناء العناصر غير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة وباستخدام وحدات بنائية نقطية ، وهو أسلوب تقليدي آخر يستخدم لبناء الجدران في حالة استخدام النظام الهيكلي متمثلة في الحوائط والقواطيع، ومعظم الوحدات المستخدمة من الطوب المتعارف عليه، وقد تكون الوحدات قياسية لعناصر سابقة التجهيز تفي ببناء الحوائط والأسقف مع عناصر التسليح للربط بين هذه الوحدات.(م٩٠،ص١٥٤،١٥٣) ومن أشهر

الطرق المستخدمة تحت هذا المسمى أنواع الرباط المختلف كالرباط الإنجليزي[1] والفلمنكي،[2] ومن الخصـــائص المختلفة لهذا الأسلوب:

- اعتمادها على مواد البناء المحلية والمستعملة والمعروفة منذ آلاف السنين.
- توافر العمالة حيث تعتبر طريقة معروفة.
- احتياجها إلى وقت كبير في التنفيذ مقارنة بالوحدات المستوية.
- هالك مواد البناء كبير ويختلف حسب نوع مادة البناء المستخدمة.
- تستهلك طاقة تشطيب كبيرة تعتمد على خبرة وإمكانيات العامل الماهر.(م.٤٣،ص٣٦)
- تحتاج إلى دقة بالغة كما قد تحتاج في بعض الأحيان إلى عمالة مدربة للحصول على منتج نهـــائي مـــتقن، خاصة عند التعامل مع نوعية وحدات حديثة.
- صعوبة التحكم في زمن التنفيذ وفي الطاقة المصروفة نظراً لأن العمالة هي المحور الرئيسي لها.



شكل(٢-٧): شدة الأعمدة في الطريقة التقليدية (تنفيذ العناصر الحاملة باستخدام وحدات خطية).(م.٩٠،ص١٤٥)



شكل(٢-٨):الاعتماد على العمالة في الطريقة التقليدية في التنفيذ.(م.٥٣،ص٩)

(١) يظهر الطوب على شكل مداميك متبادلة من إدية وشناوي، ويعتبر هذا الرباط من أقوى الطرق المستعملة لعدم وجود لحامات رأسية فوق بعضها.(م.٥٠،ص١٨)

(٢) يظهر الطوب إلى شكل إديات وشناويات متبادلة في كل مدماك، ويمكن بناؤه بإحدى طريقتين إما أن يكون رباط فلمنكي مفرد فيظهر الرباط على وجه واحد من الحائط، أو أن يكون رباط فلمنكي مزدوج فيظهر الرباط على وجهي الحائط.(م.٥٠،ص١٩)

٢-١-٤-عملية التصميم

تعتبر عملية التصميم أولى العمليات الحاكمة لمرحلة تشييد المبنى حيث يتم البدء بها قبل اختيار مكونات ونظم المبنى الأخرى، ويتم على أساسها تحديد باقي العوامل والتي تؤثر أيضاً على مرحلة تشييد المبنى، وهي بذلك من أهم المراحل خاصة للمهندس المعماري، ويلاحظ أن التصميم المرشد لاستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى أقل أهمية من التصميم المرشد لاستهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى، حيث تعتبر عملية التصميم مؤثراً ثانوياً على طاقة التشييد في حين تعتبر المؤثر الأقوى والأهم في مرحلة التشغيل، كما أن مرحلة تشغيل المبنى هي الأطول والأكثر استهلاكاً للطاقة، وبالتالي فإن التصميم الموضوع لابد له دراسة كيفية ترشيده من خلال مرحلة التشغيل ثم دراسة التصميم الناتج ليمكن ترشيد استهلاك طاقة التشييد من خلاله ثم طاقة الهدم.

٢-١-٤-١-تأثير عملية التصميم على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

يظهر تأثير عملية التصميم على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال عدة عناصر تصميمية تتمثل في:

- شكل الوحدة.
- عدد الغرف.
- عدد الأدوار.
- ارتفاع السقف.
- طريقة التجميع الأفقي.
- الفتحات.

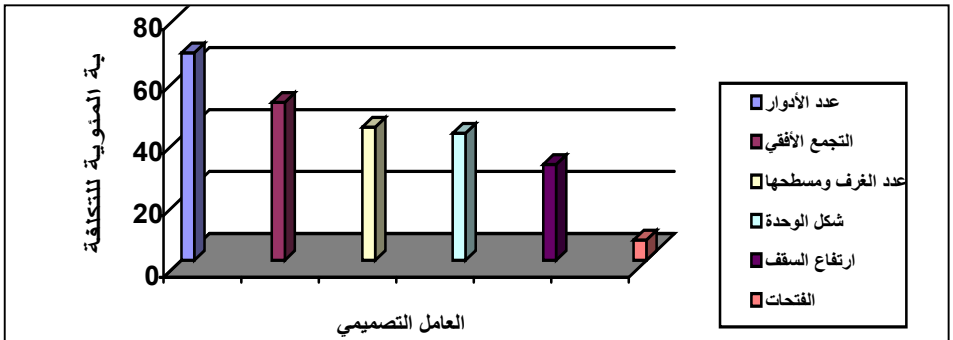
ويلاحظ أن النسبة التي تشكلها البنود المتأثرة باقتصاديات الارتفاع تصل إلى ٦٧% من إجمالي التكلفة الكلية للوحدة، كما تصل النسبة التي تشكلها البنود المتأثرة باقتصاديات أسلوب التجميع الأفقي إلى ٥١ % من إجمالي التكلفة الكلية للوحدة، وتصل النسبة التي تشكلها البنود المتأثرة باقتصاديات شكل الوحدة إلى ٤١%، وتصل النسبة التي تشكلها البنود المتأثرة باقتصاديات ارتفاع السقف إلى ٦,٥%.(انظر شكل(٢-٩))

وتعتبر أعمال المباني (الداخلية والخارجية)، الأساسات، أعمال البياض الداخلي والخارجي، أعمال الدهانات والأعمال الصحية، من البنود التي تشكل عناصر أساسية مؤثرة في اقتصاديات العوامل السابقة وخاصة بالنسبة للارتفاع وأسلوب التجميع الأفقي، وبالتالي فإن أي تخفيض في كميات هذه البنود يعني مباشرة تخفيض في الطاقة.

ويجب على المهندس عند تصميم المجموعات السكنية مراعاة العوامل التصميمية ووضعها في الاعتبار بصورة منهجية سليمة، وأهم هذه العوامل بالنسبة لمرحلة تشييد المبنى ما يعلق بالارتفاع وأسلوب التجميع الأفقي، ويجب على المهندس والمصمم وخبراء التصميم للإسكان وضع العوامل التصميمية المختلفة الباقية في منهج تصميمي بحيث

لا تستحوذ كل الاهتمام دون التركيز على العوامل التصميمية الرئيسية السابقة، ودون إضاعة الوقت في الدخول إلى مرادفات تصميمية وصولاً منها إلى تخفيض دون معرفة العوامل اللازم التركيز عليها،(م٨٤،ص١٢٧)

ويراعى بالتالي عند تصميم أي وحدة أو أي فراغ معماري أفضل ارتفاع للسقف بحيث يحقق أقل استهلاك للطاقة أثناء عملية التشييد، ثم مراعاة أفضل طريقة للتجميع الأفقي لتحقيق نفس الغرض، وهكذا يتم التتابع في العوامل السابقة للحصول على أقل استهلاك للطاقة خلال مرحلة التشييد، هذا مع التركيز على أهمية وجود محددات تصميمية ومعايير وظيفية لابد من الالتزام بها.



شكل(٢-٩): مخطط الأهمية النسبية للعوامل التصميمية المعمارية المؤثرة على تكلفة الوحدة.(م٨٤،ص١٢٧)

٢-١-٤-٢-محددات عملية التصميم في مصر

توجد مجموعة من القوانين والتشريعات والتي تتبع العديد من الهيئات والوزارات بالدولة والتي تحدد مجموعة من الأبعاد والاشتراطات الخاصة بعملية التصميم للوحدة السكنية والتخطيط على مستوى الوحدة ومجموعة الوحدات، وتحدد هذه التشريعات الأبعاد والشروط الدنيا والتي لابد من عدم تجاوزها، كما تحدد الأبعاد والشروط القصوى أيضاً لكل ما يتعلق بعملية التصميم.

ويوجد إلى جانب مجموعة القوانين والتشريعات المصرية عدد من الاشتراطات والمعايير التصميمية العالمية المتداولة، والتي تم وضعها وفقاً لعدة اختبارات ودراسات تعتمد على علاقة الإنسان بالمحيط حوله ويتم تحديثها دورياً، ويلاحظ أن القوانين والتشريعات المصرية قد وضعت في اعتبارها أيضاً مجموعة من العوامل الهامة لتحديدها، إلا أنها تفتقر إلى التحديث المستمر وخاصة مع ظهور مكونات جديدة للمباني وطرق حديثة للإنشاء ووسائل مختلفة لمعالجة العديد من المشاكل التصميمية، أو ظهور مشاكل جديدة لابد من وضعها في الاعتبار عند عملية التصميم، كما أن التشريعات الموجودة فعلياً لا يشترط كونها المثلى بل لابد من التأكد باستمرار من عدم وجود البديل عنها، كتغيير ارتفاع الحجرات مثلاً.

ويمكن بتجربة بعض البدائل التصميمية بعيداً عن القوانين التشريعية الوصول إلى نتائج أفضل وتشريعها بعد ذلك، وقد تساعد هذه البدائل في الحصول على إمكانية ترشيد استهلاك طاقة تشييد المبنى، ويمكن بطريقة أخرى دراسة

كيفية ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال تغيير التصميم ودراسة وما يستتبعه من عوامل لابد من مراعاتها للحفاظ على مستوى الجودة ا لمفضل بالمباني، وقد يظهر مع التجربة أن تغيير التصميم قد لا ينتج عنه أي تأثير سلبي على العوامل المختلفة والتي تحكمها عملية التصميم، وقد يحدث أن تصبح أفضل أيضاً.

٢-١-٥-التحكم في الوقت

أمكن تحديد أزمنة قياسية لأنواع العمل المختلفة عن طريق عدة تجارب لإنجاز أي عنصر من عناصر العمل، فلو تم أداء العمل في نفس الوقت القياسي والمحدد له فسيكون ذلك هو أفضل النتائج، أما لو كان زمن تنفيذ العمل أقل منه فإن ذلك يعني أنه على حساب الجودة للمنتج، ولو كان زمن التنفيذ أكثر منه فإن ذلك يعني وجود معوقات للعمل أو تباطؤ عن أداء المهمة، ويمكن إعطاء نسبة سماحية بالزيادة أو النقصان ٥-١٠% مع مراعاة وجود وقت كاف للعمل ووقت كاف للراحة خلال العمل، حيث زمن العمل=زمن العمل الفعلي +زمن الراحة خلال العمل.(م.١١٩،ص١٤١)

وحيث أن الزمن كما سبق ذكره عامل أساسي في حسابات الطاقة، فإن المهندس ملزم بكيفية الحد من إهدار الوقت وتبذير الطاقة في أمور ثانوية، أو إهدار طاقة كان يمكن الاستفادة منها خلال هذا الوقت المهدر، ويتم حساب وتقدير الزمن اللازم لكل نشاط من خلال معرفة نوع المعدات والعمالة التي يتم من خلالها التنفيذ، ومعرفة نوع وحجم العمل المطلوب مع مراعاة التقدير الدقيق والشامل لجميع المصادر المختلفة للتنفيذ، والتي تحدد نوعية العمل.(م.٧٤،ص٤٢)

٢-١-٥-١-تأثير التحكم في الوقت على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

يلاحظ أن الوقت أو الزمن المستغرق لأداء مهمة ما ذا تأثير كبير على أي طاقة مستهلكة خلال هذه المهمة، حيث أن الطاقة = القدرة×الزمن، وتظهر أهمية التحكم في وقت المعدات والعمالة للحصول على الطاقة المناسبة لكل منهما حيث يعبر الزمن المستغرق عن مدى كفاءة الطاقة المستهلكة لأي منهما لأداء مهمة ما، وتعتمد عملية التحكم في الوقت على مقدار سرعة العمل والتي تؤثر عليها مجموعة من العوامل هي:

- نوعية المجهود المطلوب لأداء المهمة، حيث أن المجهود الزائد له تأثير عكسي على سرعة العمل، وكلما كان العمل يتطلب مجهوداً أقل كلما كان إنجاز العمل بصورة أفضل، وتساعد عملية الاتزان على سرعة العمل حتى مع نفس الجهد المبذول.
- نوعية الأداة المستخدمة، فكلما تطورت الماكينة المستخدمة فإن ذلك يعني التقليل من زمن التنفيذ للعمل، لذلك لابد من معرفة نوعية الآلات سواء كانت متطورة أو قديمة وتحديد الأفضل منها للاستخدام لأداء العمل المطلوب بالسرعة المطلوبة، كما تضاف إليها المهارات الشخصية.

- نسبة المعدات إلى العمالة، حيث يصبح الشغل المبذول هو الحاكم الأول لهذه العلاقة والمعتمدة على القدرة المبذولة من كل منهما مضروبة في الزمن المستغرق لهما، وتحديد الأكثر وفراً في استهلاك الطاقة.

ولقد قام العالم Frederick Winstow Taylor في سنة ١٨٩٨م بعمل تجربة لدراسة تأثير التحكم في الوقت على ٦٠٠ عامل يقومون بتكسير الصخور لوضعها في عربات تنقلها إلى المصنع، وبعدها يتم إنزال هذه الصخور ووضعها في الأفران للتخلص من المواد المؤكسدة والحصول على الصلب وتحميله بعد ذلك على عربات لنقلها إلى مصانع التشكيل، وقد أدى دخول الميكنة إلى التوفير في كمية الشغل نتيجة التوفير في الوقت فأصبح الشخص الواحد في اليوم يمكنه نقل ٧٥ طن بعد أن كان لا ينقل سوى ١٦ طن، كما أنه أدى لتقليل العمالة من ٤٠٠ – ٦٠٠ عامل إلى ١٤٠ عامل فقط.(م١١٩٠٠،ص١٧) ويلاحظ أن الوقت في هذه الحالة لا يعتبر الحاكم الأوحد نظراً لتغيير مستهلك الطاقة، لكن يمكن تحديد ما إذا كان توفير الوقت أدى إلى ترشيد استهلاك الطاقة أم لا بمعرفة قدرات كل من العمالة والمعدات اللازمة لأداء هذا العمل، وحساب طاقة كل منهما بعد الحصول على الزمن المستغرق لهما.

٢-١-٥-٢-كفاءة التحكم في زمن تنفيذ المشروعات في مصر

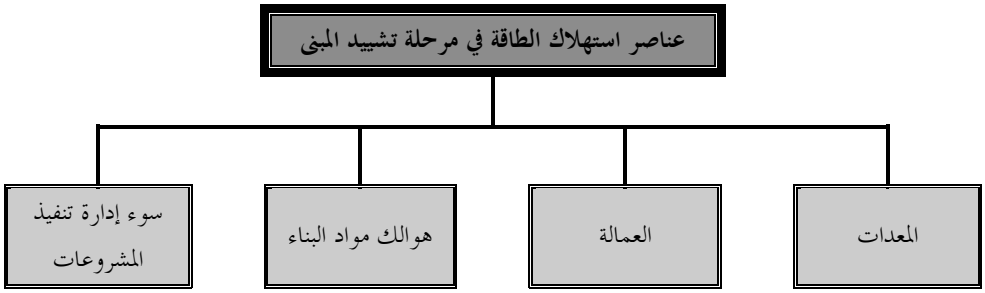
يلاحظ أن عملية التحكم في زمن تنفيذ المشروعات في مصر لا يخضع غالباً لإدارة واعية لتخطيطه، وقلما يتم استخدام أساليب إدارة تنفيذ المشروعات، هذا مع عدم الاستفادة بالأجهزة الحديثة كالحاسب الآلي في تنظيم هذه العملية أو تحديدها، ويلاحظ أن أغلب أعطال العملية التنفيذية للمنشأ تكون نتيجة للتقلبات الجوية وهذا ما يؤثر كثيراً في طرق الإنشاء التقليدية، أما عن الأعطال في طرق الإنشاء المصنعة فتنجم غالباً عن الأعطال الميكانيكية، وهذا ما يمكن التغلب عليه في حالة وجود بدائل ميكانيكية في الموقع.(م٩٠٠،ص١٥٤)

ويلاحظ أن معظم مراحل الإنتاج العمراني في مصر تتعرض لتأخير شديد سواء في مراحل اختيار الموقع أو إجراءات إخلائه من واضعي اليد أحياناً أو بسبب إجراءات نزع الملكية في أحيان أخرى، كما يظهر هذا التأخير في دراسات طرح مسابقات التصميم وتدبير التمويل، ثم تأتي مرحلة الإعداد وطرح المناقصات العامة أو المحدودة، ويليها إجراء الترسية بعد مفاوضات وممارسات بجانب إجراءات استصدار التراخيص، وجميع هذه المراحل قد تطول لسنوات، وعلى الرغم من أن جميع العوامل السابقة قد تكون خارج إرادة المهندس إلا أنها ملزمة منه.

وتتجلى العلاقة الفعلية بين المهندس وأسلوب التحكم في الوقت خلال عمليات التنفيذ ذاتها، حيث تختص هذه العمليات في التحكم في زمن التنفيذ للمعدات والعمالة الخاصة بالمشروع خلال العمليات المختلفة من إنشاء وتخزين وتشطيب وعمليات نثرية، وهو ما يحدد بشكل كبير طاقة كل منهما، ويبلغ المهدر نتيجة تغيير مدة الإنتاج ٤٥% من تكلفة المشاريع، ويتضاعف هذا الفاقد في حالات قصور التموين، ويؤثر الهدر في الوقت سلبياً على خطط التنمية حيث تصدر الاستثمارات أفقياً في مشروعات عديدة ناقصة دون الاستفادة رأسياً من الأوقات المناسبة بالمنتج النهائي بسبب التوسع الذي يفتقد التحديد والتركيز.(م٧٣٠،ص١٣٦)

٢-٢-عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تعتبر عناصر استهلاك الطاقة هي تلك العناصر التي يتم من خلالها صرف الطاقة في صورة شغل، وبشكل عام يوجد عنصرين شديدي الوضوح يتم من خلالهما صرف الطاقة وهما المعدات والعمالة، حيث يتم صرف هذه الطاقة بصورة مباشرة تظهر في المنتج النهائي للعمل، كما يتم صرفها بصورة غير مباشرة نتيجة الإهدار في طاقتهما والمتمثلة في مرحلة التشييد من خلال الطاقة المصروفة في هوالك مواد البناء والمهدرة نتيجة سوء إدارة تنفيذ المشروعات، وبهذا يمكن تقسيم عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى إلى المعدات والعمالة والمهدر منها في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات.



شكل(٢-١٠):عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

كما بالتالي يمكن الوصول إلى أسلوب لحساب طاقة التشييد كما يلي:

طاقة التشييد = المجموع الجبري لطاقات المراحل المختلفة في التشييد

= الطاقة المستهلكة خلال عمليات التشييد + الطاقة المهدرة نتيجة عمليات التشييد

= طاقة العمالة والمعدات خلال عمليات التصنيع والنقل والتنفيذ + الطاقة المهدرة نتيجة هوالك مواد البناء أو سوء إدارة تنفيذ المشروعات خلال العمليات السابقة وذلك بمعرفة أن : الطاقة = القدرة ×الزمن (قدرات عناصر استهلاك الطاقة× الزمن اللازم لإنجاز المهمة أو العمل)

٢-٢-١-المعدات

كان المقاولون المصريون حتى بداية السبعينات يستخدمون العمالة بكثافة عالية، وكانت المعدات الآلية محدودة في استخدامها على المشروعات الكبرى، ولكن بعد حرب ١٩٧٣م وبداية الانفتاح الاقتصادي خاصة بعد هجرة الكثير من العمالة المصرية إلى الخارج تغيرت هذه الحقائق، وبدأت صناعة البناء في استخدام المعدات الثقيلة والخفيفة في عمليات البناء وذات الأنواع المختلفة من آلات الحفر والرفع وغيرها وأصبحت تستخدم في المشروعات الصغيرة والكبيرة، ويعتبر استغلال المعدة أكبر عدد من الساعات أو الأيام أو الأسابيع الممكنة باعتبار استغلالها بأعلى كفاءة وبالطريقة المثلى التي تحفظها في أحسن حالة تحقيق لأعلى استغلال لها.(م.٧٧،ص٢٥)

٢-٢-١-١-طاقة تصنيع المعدة

تعتبر طاقة تصنيع المعدات هي أولى خطوات استهلاك الطاقة بها، ويعتبر سعر المعدة معبراً تقريباً عن الطاقة المستهلكة في تصنيعها بدون إدخال حسابات الضرائب أو الفوائد أو غيرها من المعاملات المالية المضافة، ولابد عند بدء اختيار المعدة وضع طاقة تصنيع المعدة في الاعتبار فلا يتم التركيز على طاقة تشغيل المعدة وحدها أثناء عمليات المقارنة والاختيار، فالمعدات التي تستهلك طاقة تصنيع كبيرة قد تكون موفرة للطاقة أثناء التنفيذ بها والعكس، ويلاحظ أنه يفضل عند اختيار نوع المعدة اختيارها من منظور بيئي من حيث ما قد ينتج عن تصنيعها من تأثير سلبي على البيئة، ومن حيث الخامات المكونة لها، حيث يفضل إمكانية إعادة استخدامها أو استخدام أي من مكوناتها أو تدوير أجزاء منها بعد نهاية دورة حياتها.

ويلاحظ أن استخدام المعدة في أكثر من عمل يسمح بتوزيع الطاقة الأولية على جميع الأعمال التي تقوم بها حتى مرحلة إهلاكها، ويتم عند حساب طاقة المعدات إدخال جزء فقط من طاقة تصنيع المعدة تبعاً لعدد مرات الاستخدام، ويظهر بالتالي فرق آخر بين التكلفة والطاقة حيث لا تعبر التكلفة عن عدد مرات الاستخدام في حين تتوزع الطاقة عليها، كما يلاحظ أن الطاقة المستهلكة في التصنيع تتوزع كلما زاد عدد مرات استخدام المعدة.

٢-٢-١-٢-طاقة تشغيل المعدة

تستهلك المعدات طاقة كبيرة أثناء تشغيلها تختلف باختلاف نوعية العمل، وتتحدد وفقاً للقدرات المستخدمة فيه وللزمن المستغرق في أدائه، في حين أنها تتميز عن العمالة بسرعة التنفيذ والجودة العالية في المهام المنتجة فضلاً عن أن ميكنة قطاع التشييد يؤدي إلى رفع مستوى الأداء والتحكم في مدة العمل، والذي يؤدي إلى زيادة التحكم في معايير الإنتاج بحد أدنى من العمالة والإشراف الفني.(م،١٨،ص٢) (انظر الملاحق جدول(م-٤))

وتستهلك معدات البناء أنواع مختلفة من الطاقة تعتمد على طريقة التشغيل المستخدمة بكل منها، وهذه الأنواع يمكن تلخيصها في:

- طاقة كيميائية باستخدام الفحم أو الجازولين.
- طاقة حرارية باستخدام محرك البخار.
- طاقة كهربائية كالمخزنة في البطاريات.
- طاقة ميكانيكية والناتجة عن المحرك أو الموتور.
- طاقة نووية كالموجودة في المحركات النووية عالية الطاقة.

وتشمل معظم معدات الإنشاء اجتماع لبعض هذه الصور من الطاقة حيث تختلف كفاءة المحركات من محرك لآخر،[1] ويمكن حساب مقدار استهلاك الوقود المستخدم في بعض المعدات من خلال مجموعة من المعادلات والتي تساعد على عمليات التحويل بين أنواع الطاقة المختلفة للحصول على طاقة موحدة،[2] ويمكن بسهولة بالاطلاع على النشرات الدورية التي تنتجها شركات تصنيع هذه المعدات معرفة قدراتها بالحصان، ومن ثم الحصول على طاقة تشغيل المعدة بعد تحويل هذه القدرات إلى الكيلووات ومعرفة الزمن المستغرق في التنفيذ، وذلك من خلال المعادلة: الطاقة = القدرة × الزمن، ويمكن بطريقة أخرى حساب طاقة تشغيل المعدات بمعرفة قيمة الحرارة المتوسطة للطاقة الكامنة لكل نوع من أنواع الوقود المستخدم، حيث توجد طاقة كامنة لكل شغل يتم عمله. (١) (م.١٢٠،ص٧٠)

وجميع الحسابات السابقة تعتبر حسابات نظرية غير واقعية لمقدار استغلال الطاقة المستهلكة، وتسمى بالإنتاجية النظرية للمعدة والتي تعبر عن كمية الإنتاج المثلي في الساعة، وتعتمد على وضع المعدة في أقصى إنتاج لها بدون أي فواقد، وهذا لا يمكن حدوثه في الحقيقة على الرغم من وجود هذه الأرقام مرفقة بالمعدة، إلا أنه يجب الوضع في الاعتبار وجود طاقة مهلكة تصل في مصر إلى ٣٥% بمعنى عدم الاستفادة إلا بمقدار ٦٥ % من الإنتاجية النظرية والسابق حسابها، وهذا يحدث نتيجة لمجموعة من العوامل خاصة بإدارة الموقع وتختلف من موقع إلى آخر ومن كفاءة شركة مقاولات إلى أخرى، وسيتم التطرق إليها من خلال الطاقة المهدرة في المعدات نتيجة سوء إدارة تنفيذ المشروعات في هذا الباب (انظر ص ٥٧).

وتشمل هذه الطاقة على طاقة إضافية تتمثل في طاقة صيانة المعدة، وهي تلك الطاقة التي تمكن من الحفاظ على عمر المعدة أطول وقت ممكن، وحمايتها من الأعطال والصدأ وما خلافه، كما تشمل هذه الطاقة على جميع العمليات التي تساعد في الحفاظ على المعدة في أفضل وضع لها.

---

(١) تختلف كفاءة المحركات المستخدمة كالآتي:محرك البخار ٦-١٠ %، محرك الجازولين ٢٠-٣٠ %، محرك الديزل (السولار) ٣٠-٤٠ %، محرك الكهرباء : ٧٥-٩٥ %.(م.١٢٠،ص٣٥)

(٢) من المعادلات الخاصة بحساب قدرات المحركات ما يلي:

- محرك الكهرباء (كيلووات)= القدرة بالحصان للمعدة × ١٣,٤، حيث أن ١حصان=٠,٠٧٤٦كيلوات أو = ٧٤٦ وات.(م.١٢٠،ص٧٠)
- محرك الجازولين(جالون لكل ساعة) = ٠,٧×(القدرة بالحصان لفرامل المعدة×معامل الحمل)/٦,٢
- محرك السولار (جالون لكل ساعة)= ٠,٥×(القدرة بالحصان لفرامل المعدة×معامل الحمل)/٧,٢، حيث أن gph هي وحدة الحساب وتمثل جالون لكل ساعة ويتم اختيار نسبة الحمل load factorعلى أساس نوعية المعدة ودرجة جودتها. .(م.١٢٠،ص٧٠)

(١) الطاقة الكامنة لأنواع الوقود المختلفة كالآتي :الخشب=٥٠٠٠ BTU/lb، الفحم = ١٢٥٠٠ BTU/lb ، الديزل = ١٩٢٥٠ BTU/lb، الكيروسين = ١٩٨٠٠ BTU/lb ، الجازولين = ٢٠٥٠٠ BTU/lb، وبمعرفة أن 1BTU=778ft.lbs وأن 1KW.hr=3413BTU، ويمكن حساب الطاقات السابقة بالكيلووات ساعة حيث أن ft هو القدم و lb هو الباوند وBTU هي وحدة الحرارة الكامنة.(م.١٢٠،ص٧٠)

٢-٢-٢-العمالة

تمثل العمالة نسبة ٦٠ % من قيمة تكلفة المباني، ولو أمكن توجيه العمال للقيام بعملهم بشكل صحيح لأمكن تخفيض هذه القيمة ٣٠ % على الأقل، وقد ازداد عدد العاملين في مجال الإنتاج العمراني ثلاث مرات عما كان عليه سنة ١٩٥٩م، وزاد الإنتاج العمراني تقريباً عما كان عليه مما يدل على أن الإنتاجية المتوسطة للعامل انخفضت إلى ثلثي إنتاجية العامل عام ١٩٥٩م، وذلك رغم التوسع في استخدام الميكنة خلال السنوات الأخيرة، ويرجع هذا الانخفاض الملموس في إنتاجية العامل بالدرجة الأولى إلى وجود عمالة زائدة، ولا يقتصر أمر العمالة الزائدة على تكاليفها وأعبائها وما تعكسه من خسائر في العديد من الشركات، وإنما يمتد هذا الأثر إلى إرباك الإنتاج وإصابة العاملين الجادين بالفتور، ويقدر الهالك في العمالة بحوالي ٣٥ % من تكاليف العمالة في مصر.(م٤٢،ص٢٦)

٢-٢-٢-١-طاقة تهيئة العمالة

يلاحظ عند حساب طاقة العمالة أنه لابد من الأخذ في الاعتبار طاقة تدريبها وتعليمها، فالعامل غير الماهر لم يستهلك طاقة لتدريبه أو لتعليمه كما استهلك العامل الماهر، وتزداد كمية الطاقة المبذولة لتهيئة العمالة بازدياد الخبرة والإتقان ودرجة التعقيد في العملية التي يقوم بها العامل، و يمكن تحديد عدد العمالة اللازمة بمعرفة نوعية العمل المطلوب بالموقع، وتحديد نسبة العمالة في الساعة لكل وحدة عمل كالمتر المربع أو المكعب أو الطن وغير ذلك، وتحديد نوعية العمالة المطلوبة حسب درجة تهيئتها وتدريبها.(م١٢٥،ص٦٦٣) وبعد الحصول على طاقة تهيئة العمالة يتم توزيع هذه الطاقة أثناء الحسابات كما هو الحال بالنسبة للمعدات على مجموعة الأعمال التي يقوم بها العامل والتي تتطلب هذا التدريب أو التهيئة.

ويلاحظ أن أساليب التنفيذ الميكنة تحتاج إلى نوعية عمالة خاصة على درجة عالية من التدريب، في حين أن أساليب التنفيذ اليدوية تحتاج في أغلب الأحيان إلى عمالة عادية بسيطة، وفي مصر ونظراً لانتشار أساليب التنفيذ اليدوية بها، فإن معظم العمالة العاملة بها على درجة متوسطة أو منخفضة من التدريب، في حين أنها تعتمد في التنفيذ بشكل أساسي على الخبرة التي يكتسبها العامل بمفرده مع الوقت دون الحاجة إلى صرف طاقة لذلك، ويراعى عند اللجوء إلى أساليب التنفيذ التي تحتاج إلى عمالة مدربة عدم الاستعجال باستيراد عمالة خارجية، بل يفضل بدلاً من ذلك تغيير أسلوب استخدام الأساليب التقليدية لحين تدريب العدد الكافي من العمالة المحلية للقيام بعمليات الإنشاء الأخرى، حيث أن استيراد العمالة يضع عبئاً في اتجاه طاقة النقل والتخزين والتي يمكن استثمارها في تدريب العمالة المحلية.

ويلاحظ أهمية دراسة جدوى صرف الطاقة في الاتجاهات المختلفة واختيار الأقل في استهلاك الطاقة، فقد يؤدي مثلاً تدريب العمالة وتهيئتها إلى صرف طاقة كان يمكن الاستفادة منها في تبسيط أو تغيير أسلوب التنفيذ المستخدم

بما يتناسب مع العمالة الحالية، كما يلاحظ أن تبسيط أساليب التنفيذ المستخدمة تسمح باستبدال العمالة بالسكان بحيث يتم استثمار طاقة العمالة المدربة في أعمال أخرى والسماح بإحلال السكان مكان العمالة غير المدربة، ويلاحظ أنه في جميع الأحوال لا يفضل الاستغناء عن العنصر البشري في أعمال التشييد والبناء سواء كانت مدربة أو غير مدربة.

٢-٢-٢-٢-طاقة تشغيل العمالة

تستهلك العمالة طاقة بدنية وذهنية تتحدد وفقاً لنوعية العمل الذي يتم تأديته، ويمكن تشبيه ذلك بطاقة المعدات حيث يمكن أن تكون العمالة بديلة للميكنة في معظم الأعمال الإنشائية، إلا أن طاقة العمالة مفيدة حتى حد معين يتحدد بطبيعة المشروع والموقع وعدد الأدوار، فلا يمكن أن تكون بديلة لطاقة المعدات دوماً إلا في ظروف خاصة، ونجد أن العلاقة بين العمالة والمعدات علاقة متكاملة فالمشاريع المعتمدة على المعدات تحتاج إلى عمالة لتشغيلها والمشاريع المعتمدة على العمالة تحتاج إلى معدات مساعدة لها، ويمكن حساب طاقة تشغيل العمالة كالمعدات إذا أمكن الحصول على مقدار الشغل المبذول من هذه العمالة وزمن تنفيذ المهمة.(م١١٩٠،ص٤٤)

ولتحديد كيفية حساب قدرات العمالة قام العالم Frederick Winstow Taylor بعمل تجارب لكيفية حساب الشغل المبذول من العمالة، وقام باستخدام ساعة إيقاف بتحديد الزمن اللازم لقيام العامل بعمل ما والذي تقوم الماكينة بإنجازه في وقت تم تحديده مسبقاً، وبمعرفة قدرة الماكينة السابقة يمكن بمقارنة كلا الوقتين تحديد قدرة العامل أو الشغل المبذول من العامل مع مراعاة عامل جودة المنتج والذي يضع للمعدة تقييماً أفضل.

ثم تطور الأمر ليتم حساب الشغل وفقاً للزمنالمستغرق لتنفيذ العمل، وذلك بعد تحديد أزمنة قياسية يقوم فيها العامل ببذل الشغل المطلوب منه لإنجاز العمل، وتم تحديد هذه الأزمنة وفق ظروف وعوامل قياسية لإنجاز هذا العمل مع مراعاة أن الزمن الكلي = زمن إنجاز العمل + فترات الراحة، ويتم تقسيم هذه الأزمنة القياسية إلى مجموعة مراحل واللازمة لعمل الشغل بحيث تظهر الفروق الفردية للعمالة، وهذه الفروق متغيرة كمقدار التعليم والمهارات اليدوية ومقدرة كل منهم على زيادة خبرته وغير ذلك من العوامل،(م١١٩٠،ص٢٦) وبعدها يتم حساب الشغل المبذول من كل عامل بتحديد الزمن الذي يستغرقه لأداء كل مرحلة من مراحل العمل، ومعرفة ما إذا كانت العمالة تعمل كل الوقت ومقدار المهدر من الوقت، وما إذا كان جميع العمال مشغولين بنفس الطريقة أم توجد عمالة تعمل أكثر من الأخرى، ويمكن بالتالي بمقارنة الزمن المستغرق من العمالة مع الأزمنة القياسية معرفة الشغل المبذول لكل منهم.

وتوجد طريقة أخرى لحساب طاقة الجسم البشري تعتمد على الطاقة المنتجة من الجسم خلال الأوضاع المختلفة أو ظروف العمل المختلفة، ويمكن التعبير عن هذه الطاقة من خلال معدل الميتابوليزم، حيث تتولد الطاقة بداخل الجسم بواسطة الأكسدة لمعدل يتكافأ مع الطاقة التي يحتاجها الجسم لتأدية وظائفه، ويجب تقدير قيمتها لاختيار

الظروف المثلى للراحة والصحة، وتبلغ قيمتها في حالة الراحة حوالي ٤٧وات/م^{٢} من سطح الجسم أو ٠,٨ ميتابوليك وتزداد مع زيادة النشاط، ويمكن للإنسان أن يحتفظ بنسبة ٥٠% من أقصى سعة للطاقة لمدة طويلة (أقصى سعة للطاقة لسن ٢٠ عاماً هي ١٢ميتابوليك وتقل إلى ٧ميتابوليك لسن ٧٠عاماً)، وتكون للنساء حوالي ٣٠% أقل، كما يلاحظ ازدياد معدل ضربات القلب طردياً مع زيادة النشاط وبالتالي مع زيادة معدل الميتابوليك.(م.٢٣،ص٧٦) (انظر جدول(٢-٦))

كما يمكن من خلال حسابات الحرارة الكامنة بالجسم والناتجة عن ظروف العمل المختلفة والتي تعتمد عليها الحسابات الخاصة بحجم جهاز التكييف المستخدم في الفراغ اعتبارها كمية الشغل المنتجة من الجسم لتأدية هذا العمل، ولقد تم في هذا البحث تقييم هذا المجهود البشري والذي يقوم به الإنسان في فراغ مغلق مع مراعاة أن هذه الحسابات للرجل البالغ بمتوسط وزن ٨٠ كجم وعند القيام بالعمل بأقصى جهد لديه. (انظر جدول(٢-٧))(م.١١٨) ويمكن بالتالي حساب الطاقة بالكيلووات ساعة بتحديد قدرة العامل من الجدول السابق وبمعرفة عدد ساعات العمل لكل عامل مع مراعاة حساب زمن الراحة له،(م.٤٦) ويلاحظ أن وزن الإنسان ذا تأثير على مقدار المجهود المبذول مما لابد من أخذه في الاعتبار عند الحساب.

ويمكن من خلال الأزمنة القياسية لكل عمل معرفة الشغل المبذول من العمالة ومعرفة أيضاً ما إذا كان هناك أي هدر في طاقة العمالة بعدم تطابق الزمن المستغرق مع الحسابات الناتجة، والذي عادة ما يكون نتيجة لسوء إدارة تنفيذ المشروعات، وهو ما تم ذكره لاحقاً في هذا الباب.(انظر ص٥٧)

النشـــــاط	ميتابوليك	وات/م^{٢}
راقد	٠,٨	٤٧
جالس بهدوء	١,٠	٥٨
عمل جلوسي(مكتب-منزل-معمل-مدرسة)	١,٢	٧٠
واقف براحة	١,٢	٧٠
نشاط قليل الجهد واقف(محل تجاري-معمل صناعة خفيفة)	١,٨	٩٣
نشاط متوسط الجهد واقف(مساعد محل-عمل منزلي-عمل على ماكينة)	٢,٠	١١٧
نشاط عالي الجهد(عمل على ماكينة ثقيلة-عمل جراجات)	٣,٠	١٧٥

جدول(٢-٦):أمثلة لمعدل الميتابوليك(M) للأنشطة العملية.(م.٢٣،ص٧٦)

حالة العمل	القدرة (وحدة حرارية بريطانية BTU)	القدرة (كيلووات)
عند الراحة At Rest	٤٥٠	٠,١٣١
عند العمل الخفيف At Light Work	٧٥٠-٦٥٠	٠,٢١٩-٠,١٩
عند العمل الثقيل At Heavy Work	١٢٠٠-٧٥٠	٠,٣٥-٠,٢١٩

جدول(٢-٧):الجدول الخاص بقدرة شخص ٨٠كجم عند بذل أي مجهود.

٢-٢-٣-هوالك مواد البناء

تصل نسبة الفاقد في المواد نتيجة عمليات الإنشاء في كثير من المشروعات في مصر إلى ٢٥%.(م٧٧،ص ز) وهو يمثل معدل الهالك في عدد الوحدات البنائية المستخدمة، والهالك نوعان نوع تفرضه طبيعة العمل وظروفه للفاقد في المواد الخام أثناء الشحن والتفريغ والتخزين والوقت الضائع في تنقلات العمال، ونوع ينشأ عن عمد أو إهمال أو سوء تنظيم أو إدارة .(م٤٢،ص١١) وبالتالي يوجد نوعين من صور الفاقد في مواد البناء هما:

- الفاقد الإيجابي، وهو فاقد استخدام المواد (المواد الأولية-تعطل الآلات-سوء التخزين والتشوين والصيانة).
- الفاقد السلبي، وينتج عن عدم الاستخدام الأمثل للموارد نتيجة سياسات غير متكاملة.(م٧٩،ص٥٠)

ينشأ الفاقد في مو اد البناء نتيجة حدوث أخطاء في إنتاج بعضها أو استيراد مواد بناء غير مطابقة للمواصفات أو بسبب أخطاء في التحميل والنقل والتفريغ أو سوء اختيار مواقع التجميع، ولا شك أن عدم الدقة في التنفيذ يؤدي إلى زيادة فاقد مواد البناء خاصة في حالات الإزالة وإعادة تنفيذ الأعمال، كما أن عدم اختيار أنسب المواصفات والمقاسات للمواد والمشغولات يضيف سبباً آخر لزيادة التالف، ولكن الظاهرة الشائعة تؤيد أن التالف الحقيقي في مواد البناء يتجاوز ضعف المسموح به في مصر مما يسبب خطراً لابد من مقاومته.(م٤٢،ص٢٥) ويتم الهدر في مواد البناء والتشييد نتيجة عدم الدراسة المفصلة لاستخدامات المبنى أو أجزاء المشروع، وتفيد دراسة الجدوى في إيضاح الكثير من هذه الجوانب والتي تم أخذها في الاعتبار عند تصميم المشروع، وذلك للحد من الإنفاق المتكرر والإهدار في المواد الخام وتزايد المخلفات الصلبة الناتجة عن عدم مطابقة جزئيات المشروع المشيد للمتطلبات المختلفة عند استخدامها.(م٥٠،ص٥)

٢-٢-٣-١-الطاقة المهدرة في هوالك مواد البناء

يعتبر هالك مادة البناء في أي مرحلة هدر للطاقة المبذولة من المعدات والعمالة فيها خلال جميع المراحل السابقة لإهلاكها، بحيث يتم حساب طاقة جميع المراحل السابقة لهذا الإهلاك ابتداء من مرحلة التصنيع فالنقل وحتى الوصول إلى موضع الهدر في هذه المادة، وتصل نسبة الهالك في مصر إلى٤٠ % من قيمة مواد البناء أي تمثل ١٦ % من قيمة المباني (عمالة ومواد بناء) في مصر، وهذه النسبة كبيرة جداً حيث يجب ألا تزيد بأي حال من الأحوال عن ٤ % ، وهذا الهالك في مواد البناء يمكن ترجمته إلى هالك في الطاقة التي تم استهلاكها خلال المراحل المختلفة السابقة لاهلاكها.(م٤٢،ص١١)

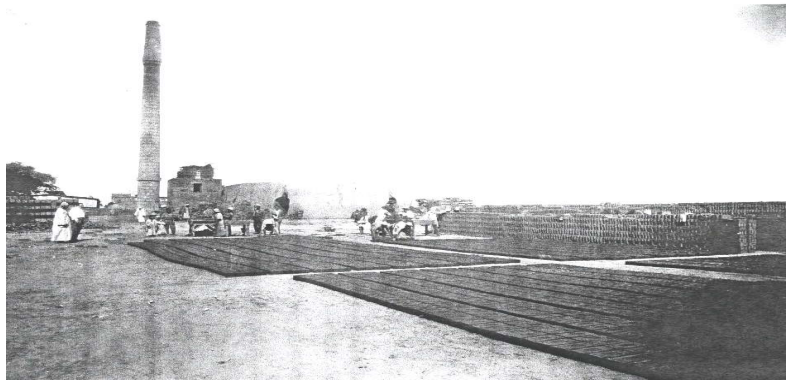
وتحتسب الطاقة المهدرة في هالك المواد خلال عمليات التصنيع بالطاقة المصروفة عليها في العمليات السابقة لإهلاكها من تحجير وتكوين، وخلال عمليات النقل تحتسب الطاقة المصروفة عليها خلال عمليات التحميل والتفريغ والشحن والانتقال والسابقة لإهلاكها، وكذلك بالنسبة للتنفيذ تحتسب الطاقة المهدرة في هوالك مواد

البناء بحساب الطاقة المصروفة خلال العمليات المختلفة فيها قبل فقدها من خلال عمليات التنفيذ المختلفة من إنشاء وتشوين وتشطيب وغيرها، ويتم تجميع الطاقة المهدرة والناتجة عن هوالك مواد البناء وإضافتها للطاقة الكلية المستهلكة، ويظهر بالتالي أهمية تقليل الهالك في مواد البناء لتقليل الطاقة المهدرة فيها حيث تعتبر الطاقة المستهلكة فيها مهدرة ولا يتم الاستفادة منها.

٢-٢-٣-٢-العوامل المؤثرة على هوالك مواد البناء

يختلف معدل الهالك من مادة إلى أخرى وتتوقف على عدة عوامل تتلخص في:

- نسبة الميكنة في التصنيع، فكلما زادت نسبة الميكنة في التصنيع زادت نسبة الهالك لكثرة عمليات التداول.
- الحاجة إلى عمليات التجفيف والحريق، حيث تعتبر هذه العمليات من أكثر مراحل التصنيع التي ينتج عنها نسبة هالك كبيرة، حيث تسبب درجات الحرارة العالية انكماش الوحدة البنائية أثناء عملية الحرق والتجفيف، ونظراً لاختلاف طبيعة الخامات المستخدمة فإن ذلك سيؤدي إلى حدوث التشققات والحيود عن الأبعاد والمقاسات المعتادة، لذلك فإن الاتجاه إلى التصنيع عن طريق الكبس ثم التجفيف الطبيعي كما يحدث للطوب الأسمنتي يعد أفضل من التصنيع عن طريق البثق ثم التجفيف والحرق كما يحدث للطوب الطفلي.(انظر شكل(٢-١٠))
- الموديول التصميمي، ويؤدي اختيار الموديول التصميمي المناسب للوحدات البنائية إلى التقليل من وجود هالك أثناء مرحلة التنفيذ.
- مكان التصنيع، فالوحدات المصنعة في الموقع تكون نسبة الهالك فيها بسيط وتزداد نسبة الهالك بالتصنيع في المصنع ثم النقل.
- طبيعة المادة، فكلما كانت حبيبات الوحدة البنائية متماسكة كانت نسبة الهالك فيها أقل بينما تزداد نسبة الهالك في الوحدات البنائية ذات الفراغات الكبيرة. (م.٦٩،ص١٦٩)



شكل(٢-١١): استخدام التجفيف الطبيعى قى التصنيع.[١]

(١) Building research center ,Clay Brick making in Egypt, p.7.

٢-٢-٤-سوء إدارة تنفيذ المشروعات

تعتمد الطاقة بشكل كبير على جودة إدارتها، والإدارة هي عملية الوصول إلى الهدف بأحسن الوسائل وأقل التكاليف وفي حدود الموارد والإمكانيات المتاحة بأحسن استخدام، وتتناول الإدارة النواحي الخاصة باستغلال الطاقات والموارد المتاحة بأحسن استغلال من خلال عمليات التخطيط والمتابعة والرقابة وغيرها من العمليات الإدارية اللازمة للحصول على أقصى منفعة في أقل وقت وتكلفة، وتتضمن وظيفة الإنتاج دراسة مصادر المواد الأولية والأيدي العاملة وتنظيم الموقع ومراقبة ومتابعة الأعمال ورقابتها وذلك لضمان تحقيق الهدف المخطط له.(م٧٣،ص٢٢)

٢-٢-٤-١-الطاقة المهدرة والناتجة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات

يتم حساب طاقة المعدات والعمالة والمهدرة بدون داعي نتيجة سوء التخطيط أو الرقابة على المشروع كطاقة مضافة إلى الطاقة الكلية، وتظهر أهمية تخفيض المهدر من الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات إلى أقل حد ممكن لكونها طاقة مضافة كعبء على المشروع، ويمكن معرفة مواضع الهدر من خلال مقارنة الأزمنة القياسية والمحددة مسبقاً لإنجاز عمل ما والأزمنة الفعلية المستغرقة لأداء هذا العمل، وبالتالي يمكن تحديد الأعمال التي يتم فيها استغراق وقت أطول وبالتالي إهدار طاقة بدون داعي، أو الأعمال التي يتم فيها استغراق وقت أقل مما يتعدى حدود الأمان والجودة المطلوبة للمنتج، ويمكن بتحديد مواضع الهدر في الطاقة تحديد الأساليب التي يمكن بها إيقاف هذا الهدر، وتشمل الطاقة المهدرة والناتجة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات الهدر في طاقة كل من المعدات والعمالة، وبالتالي يتم حساب الهدر في طاقة كل منهما بنفس الأسلوب في الحسابات وإضافة الناتج إلى مجمل طاقتهما.

ويتوقف خط سير العمل ومعدلات الإنتاج بدرجة ملحوظة على ما يختص بالتخطيط والرقابة والتخزين بعد الشراء لكل ما يلزم من مواده الأولية، مما يدفع إلى الاهتمام بهذه الوظيفة والعناية بترشيد الاستثمار فيها إلى أقصى حد باستخدام الأساليب العلمية والرقابة والتخطيط، كما يراعى أداء كل ما يتعلق بالموارد البشرية بالمشروع وطرق تنمية قدراتها وتحسين أدائها لتحقيق مبدأ الكفاية الإنتاجية دون أي إهدار.(م٧٣،ص٢٩) ويمكن تحقيق ذلك من خلال أساليب إدارة المشروعات المختلفة.

٢-٢-٤-٢-العوامل المؤثرة على سوء إدارة تنفيذ المشروعات

توجد العديد من العوامل التي تساهم في زيادة الهدر في طاقة المعدات والعمالة نتيجة سوء إدارة المشروعات، وحيث أن معظم أساليب التنفيذ في مصر تتم في الموقع فإن تأثير سوء الإدارة يظهر عليها بشكل كبير، وخاصة مع

العدد الكبير من العمالة العاملة والتي تسمح بفقدان المسؤولية الخاصة بإنجاز عمل ما، وتوجد العديد من العوامل التي تؤثر على زيادة فقد الطاقة نتيجة الإهمال والاتكال وعدم التوزيع الصحيح للأعمال وغيرها من العوامل التي لابد من التحكم فيها منذ بداية المشروع، وبالنسبة للعوامل المؤثرة على تنظيم عمل المعدات يمكن تلخيصها في عوامل إدارة الموقع Management Condition factor، أما بالنسبة للعمالة فإن هذه العوامل يمكن تطبيقها عليها بالمثل مع اختلافات بسيطة في العمليات الحسابية الخاصة بها، وهذه العوامل هي كالآتي:

- نسبة الصلاحية availability، وهي الوقت المتاح لعمل المعدة بدون أعطال ميكانيكية أو معوقات للصيانة أو أي توقعات مرتبطة بأعمال فنية ميكانيكية منسوبة لوقت العمل الكلي، فلو فرض مثلاً أن المعدة تعمل ٨ ساعات في اليوم و لم تعمل منهم سوى ٦ ساعات لأحد الأسباب السابقة تكون نسبة الصلاحية هي: نسبة الصلاحية= (عدد ساعات الفترة – (عدد ساعات العطل + الصيانة))/عدد ساعات الفترة = ٦/ ٨ = ٠,٧٥
- نسبة الاستخدام، وهي الوقت المستخدم في تنفيذ الأعمال من الوقت المتاح للعمل بدون أعطال ميكانيكية، منسوبة للوقت المتاح للمعدة بدون أعطال ميكانيكية أو توقعات للصيانة أو أي توقعات مرتبطة بأعمال فنية ميكانيكية، بمعنى أنه توجد طاقة تدار لكن لا يتم الاستفادة منها، وهذا الوقت يتعلق بإدارة الموقع نتيجة سوء تنظيم الموقع كوجود مسارين لعربيتين متقاطعين فتضطر إحداهما للانتظار، أو عدم وجود مواد مخزنة بالموقع كافية لاستمرار العمل وغير ذلك من المؤثرات.

فمثلاً للمعدة السابق ذكرها لو فرض أنها لا تستخدم سوى ٤ ساعات من عدد الساعات المتاحة لها بدون أعطال وهي ٦ ساعات، يمكن حساب نسبة الاستخدام لها كالآتي: نسبة الاستخدام =(عدد الساعات الصالحة–عدد ساعات التوقف)/عدد الساعات الصالحة = ((عدد ساعات الفترة – عدد ساعات العطل + الصيانة) – عدد ساعات التوقف)/ عدد الساعات الصالحة= ٤/ ٦ = ٠,٦.

- نسبة كفاءة العمل، وهو الوقت الفعال في تنفيذ الأعمال منسوب للوقت المتاح، بحيث يتم معرفة عدد الدقائق في الساعة والتي يتم العمل فيها بكفاءة بدون إجراء أي محادثات بين العمال وبدون ساعات الراحة وغير ذلك، وبفرض أن عدد الدقائق التي يتم استغلالها بالكامل=٥٠ دقيقة في الساعة فإن نسبة كفاءة العمل=٥٠/٦٠=٠,٨٤.
- كفاءة السائق، وهو قدرة السائق على تنفيذ الأعمال المكلف بها في أقل وقت ممكن منسوبة إلى دورة العمل القياسية المذكورة في الأدلة الفنية لمصنفي المعدات، وفي الدول المتقدمة تعتمد هذه النسبة على الشريحة التي ينتمي إليها السائق تبعاً لاتحاد السائقين.

٢–٣–أقسام الطاقة المستهلكة في مرحلة تشييد المبنى

تبدأ مرحلة التشييد من استخراج مواد البناء الخام المستخدمة من محاجرها وتستمر حتى يصبح المبنى بالكامل يقف على الأرض، وهو بالتالي يشمل على جميع العمليات التي تتخلل هذه المرحلة، وبالتالي يتم استهلاك الطاقة في هذه المرحلة من خلال أقسام ثلاث أساسية هي مرحلة تصنيع مواد البناء، مرحلة النقل، مرحلة التنفيذ، ويتم في أي من المراحل السابقة استهلاك الطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة السابق ذكرها متمثلة في المعدات والعمالة،

كما يتم حساب الهدر في هذه الطاقة خلال هذه المراحل من خلال هوالك مواد البناء، والهدر الناتج عن سوء التنظيم والإدارة أثناء عملية التشييد.

شكل(٢-١٢):أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

ويمكن بمعرفة قدرات عناصر استهلاك الطاقة والمنتجة لأي مهمة من مهام التشييد وبتحديد زمن تنفيذها لهذه المهمة الوصول إلى الطاقة المستهلكة في هذه المراحل، ونجد أن القدرة التي يتم العمل بها وحدها غير كافية للحكم على الطاقة المستهلكة فعلى الرغم مثلاً مما تستهلكه نظم البناء التقليدية من قدرات قليلة إلا أنها تتصف باحتياجها إلى فترات زمنية طويلة نسبياً لإنجاز العمل، حيث أن أغلب الأعمال تعتمد على القدرة البشرية وبالتالي فإنها قد تستهلك طاقة أكبر من الطرق المميكنة ذات القدرات العالية، وذلك بالعودة إلى المعادلة: الطاقة = القدرة ×الزمن، وعلى النقيض من طرق الإنشاء التقليدية نجد أن طرق الإنشاء المصنعة يستفاد منها في خفض الزمن الكلي اللازم للتنفيذ حيث يتميز العمل بعدم ارتباطه بالتغيرات الجوية، إلا أن قدرات المعدات المستخدمة عالية مما قد يتسبب في زيادة الطاقة المستهلكة حتى مع توفير الوقت، ويتدخل في حسابات الطاقة بعض العوامل الأخرى والتي تتحكم في طاقة كل من المعدات والعمالة وخاصة فيما يتعلق بالأعمال التجهيزية.(م٢٠٠٩،ص١٥٩)

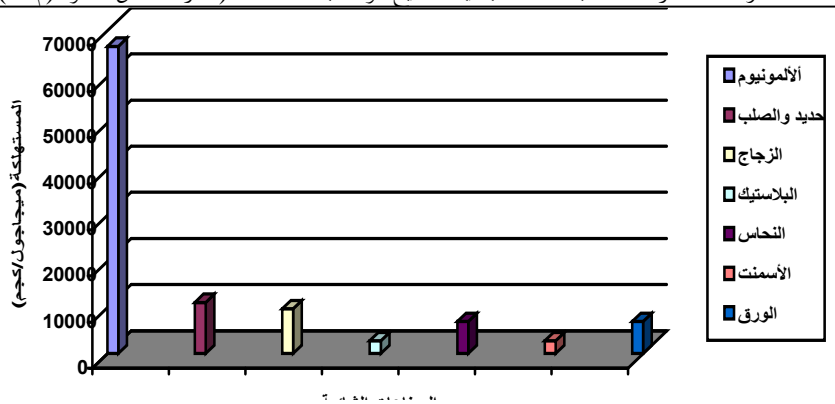
٢-٣-١-طاقة تصنيع مواد البناء

تعبر طاقة تصنيع المواد عن محتوى الطاقة فيها، وتوجد العديد من الدراسات التي تقوم على عملية تقدير الطاقة المستهلكة في إنتاج مواد البناء ومعظم هذه الدراسات بدأت في أوائل السبعينات عندما بدأ التوجه بجدية نحو ترشيد استهلاك الطاقة من خلال القطاعات عالية الاستهلاك منها، وتم تصنيف المواد من ناحية استهلاكها للطاقة على أساس شدة الطاقة المستهلكة وهي عبارة عن الطاقة الكلية التي يحتاجها إنتاج وحدة الوزن من المادة، وجاء التصنيف إلى ثلاث أقسام (انظر جدول(٢-٨)، هي:

- مواد عالية الطاقة (مواد يزيد استهلاكها من الطاقة عن ٥ جيجا جول /طن،١٣٨٧,٥ك.و.س/طن).(انظر شكل(٢-١٣))
- مواد متوسطة الطاقة (مواد تتراوح شدة استهلاكها للطاقة من ٠,٥ إلى ٥ جيجا جول /طن، من ١٣٨,٧٥إلى ١٣٨,٧٥ك.و.س/طن).

- مـــواد قليلـــة الطاقـــة(مـــواد تقـــل شـــدة اســـتهلاكها للطاقـــة عـــن ٠,٥ جيجـــا جـــول/طـــن، ١٣٨,٧٥ك.و.س/طن).(م.٢٣،ص٤٥)

وتوجد عدة دراسات أخرى لحساب الطاقة المبدئية لتصنيع مواد البناء المختلفة.(انظر الملاحق جدول(م-٥))



شكل(٢-١٣):استهلاك الطاقة في الصناعة (ك.و.س/طن)(م.٣٣،ص٢٩)

المـــــــــــواد	كمية الطاقة المستهلكة	
	جيجا جول/طن	ك.و.س/طن
١)مواد عالية الطاقة		
الألمونيوم	٢٠٠-٢٥٠	٥٥٤٠٠-٦٩٣٧٥
البلاستيك	٥٠-١٠٠	١٣٨٧٥-٢٧٧٥٠
الحديد	٣٠-٦٠	٨٣٢٥-١٦٦٥
الأسمنت	٥-٨	١٣٨٧,٥-٢٢٢٠
٢)مواد متوسطة الطاقة		
الجير	٣-٥	٨٣٢,٥-١٣٨٧,٥
الطوب الطفلي	٢-٧	٥٥٥-١٩٤٢,٥
الطوب الأسمنتي	٢-٨	٥٥٥-٢٢٢٠
٣)مواد قليلة الطاقة		
الرمل	<٠,٥	<١٣٨,٧٥
الزلط	<٠,٥	<١٣٨,٧٥
التربة الطينية	<٠,٥	<١٣٨,٧٥
الحجر	<٠,١	<٢٧,٧٥

جدول(٢-٨): الطاقة المستهلكة لإنتاج بعض مواد البناء.(م.٢٣،ص٤٦)

٢-٣-١-١-الطاقة المستهلكة في تصنيع مواد البناء في مصر

قام البنك الدولي وبعض الهيئات الأخرى بتحليل وضع كفاءة الطاقة وكثافة الطاقة Energy intensity، وكمية الطاقة المستهلكة لكل وحدة من المنتج[١] وذلك في العديد من الدول، ولقد وجد أن الصناعة المصرية لها كثافات للطاقة تعد من أعلى الكثافات في العالم بما يعني استخداماً قليل الكفاءة للطاقة بدرجة كبيرة، ويمكن التعرف على الهدر في الطاقة بحسابات بسيطة تدخل فيها الأرقام الخاصة بكثافة الطاقة،(م.٤٦،ص١٢) كما أثبتت العديد من الدراسات التي تمت بمعرفة جهات محلية ودولية أن معدلات استهلاك الطاقة في القطاعات الصناعية المختلفة بمصر تتعدى المعدلات العالمية بما يتراوح بين ٢٠% إلى ٣٠%، مما يمثل مؤشراً خطيراً لوجود مواضع وأسباب متعددة لإهدار الطاقة بالصناعة، كما وجد أن ٢٠%-٣٠% من الطاقة في القطاع الصناعي في مصر يضيع بسبب الصيانة الرديئة وأسباب أخرى.(م.١٢٦،ص١١)

ويظهر الإسراف في معدلات استهلاك الطاقة لبعض الأغراض في مصر والتي تفوق عن نظيرتها على مستوى العالم بخاصة في مجموعة الصناعات التالية:

- صناعة الحديد والصلب ضمن مجموعة الصناعات المعدنية.
- صناعة الأسمنت ضمن مجموعة صناعة الأسمنت ومواد البناء.(انظر شكل(٢-١٤))

ويعبر الاستهلاك النوعي للطاقة عن كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الصناعية، وهو مقدار الطاقة التي تستهلك لوحدة الإنتاج، والتي يمكن من خلالها إظهار إمكانيات إجراء تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في الظروف المحيطة بالعمليات الصناعية،(م.١٤،ص٥٥) ومن خلال دراسة الاستهلاك النوعي للطاقة في الدول الصناعية ومقارنتها مع المعدلات النمطية في عدد من الصناعات في مصر تبين ما يلي: (انظر جدول(٢-٩))

- إنتاج طن من الصلب في الولايات المتحدة يحتاج إلى ٥٩٥ كيلوجرام بترول مكافئ بينما يبلغ المعدل في مصر ٩٥٠ كيلوجرام مما يدل على وجود فرصة لترشيد استهلاك الطاقة بنسبة ٣٧% .(م.٤١،ص٨٩٨) (١)
- يبلغ المعدل النمطي العالمي في مجموعة من الصناعات المعدنية ٥٧٠كغم م.ن/طن، في حين يصل في مصر إلى ٩٥٠كغم م.ن/طن، مما يدل على وجود فرصة لترشيد استهلاك الطاقة بمقدار ٣٨٠كغم م.ن/طن أي بنسبة٤٠%.
- يبلغ المعدل النمطي العالمي في صناعة الأسمنت ١٣٣كغم م.ن/طن مقابل ٢٠٠كغم م.ن/طن محلياً، مما يدل على وجود فرصة لترشيد استهلاك الطاقة بمقدار ٦٧كغم.ن/طن أي بنسبة ٣٣,٥%في هذه الصناعة.(م.١٤،ص١٠٩) (انظر شكل(٢-١٥))

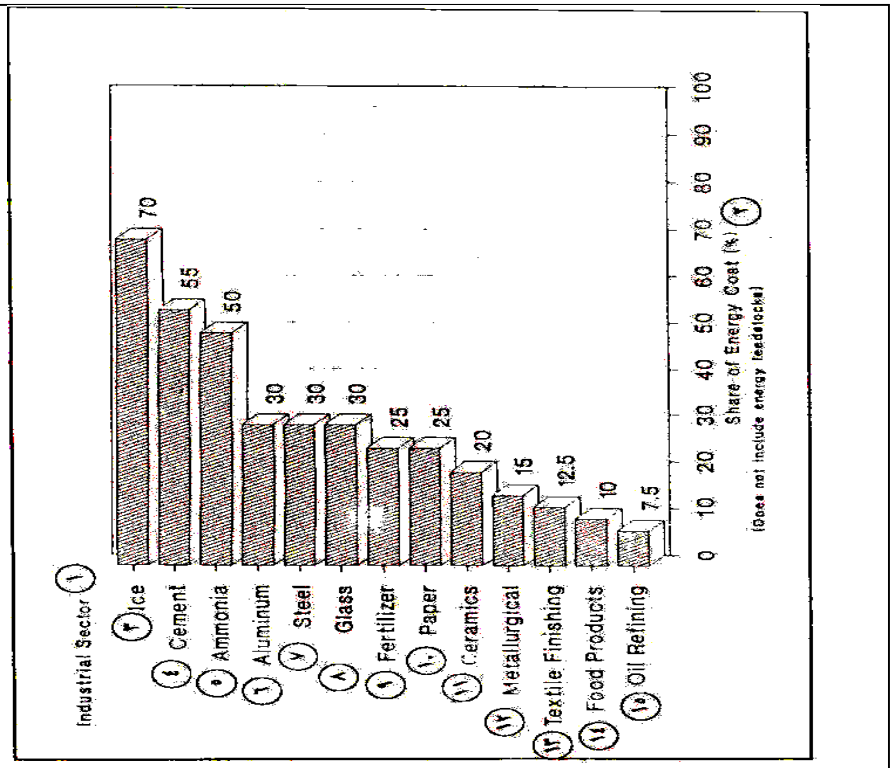
---

(١) تسمى أيضاً الاستهلاك النوعي للطاقة (Specific energy consumption)، والتي تختلف كثيراً باختلاف نوع المنتج ونوع العملية الإنتاجية ونوع الوقود وعمر المعدات وحجم المصنع وممارسات التشغيل.(م.٤٦،ص١٢)

(٢) ويرجع عدم كفاءة استخدام الطاقة في مصنع الحديد والصلب إلى مشكلة الحديد الخام الذي يحتوي على كلوريد الصوديوم والذي يأكل المعدات، ويتطلب الأمر تكاليف صيانة وإصلاح كثيرة مما يحول دون بلوغ المصنع طاقته الإنتاجية الكاملة، ويمكن حل مشكلة كلوريد الصوديوم في خام الحديد المصري بطريقة الغسيل أو تغيير قاعدة الخلطة لحل مشكلة الإسراف في الطاقة.(م.٤١،ص٩٠٧)

- وجد أن ١٠٠٠ طوبة منتجة في مصر تستهلك حوالي ١٥٠ متر مكعب من الغاز (٨٥ كيلوجرام مـــازوت) لإتمام عملية الحرق وهو ما يعادل حوالي ٧٨ كيلووات ساعة من الطاقة الكهربائية.(١٠-٧،ص٣)
- بالنسبة لمجمع الألمونيوم في نجع حمادي فإن المصنع يحقق خسائر لو حسبت الكهرباء التي يستهلكها بأســـعار البترول الممكن تصديره في مقابلها، ويلاحظ أن الألمونيوم المصدر للخارج من إنتاجه مدعوم، فكأن مصر تـــدعم المستهلك الخارجي(م.٤١،ص٩٠٧) إلى جانب أن إنتاج الألمونيوم يتطلب حوالي ثلاثة أضعاف الطاقة اللازمة لإنتـــاج الصلب المدلفن (الملفوف) أي حوالي ٢٠جيجاجول/طن (أي ٥٥٥٠ك.و.س/طن).(م.٤٥،ص٢٤٨)

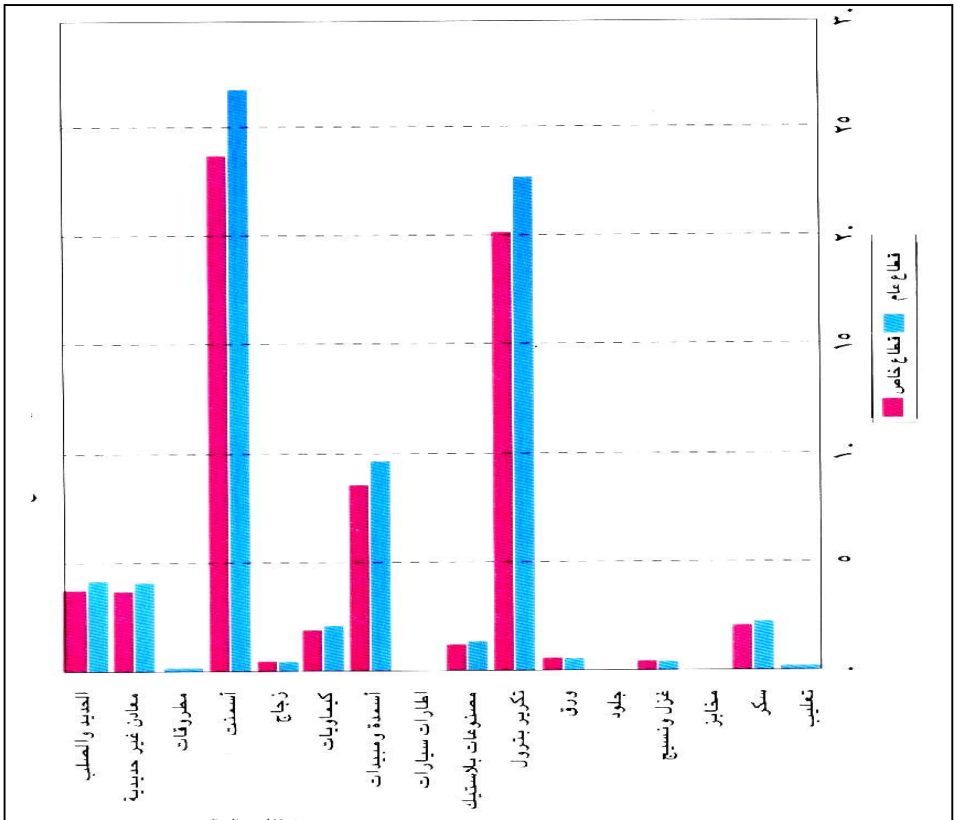
ولقد تم عمل تبويب اقتصادي لمستهلكي الطاقة الكهربائية بقدرة أكثر من ٥٠٠ ك.و. في عام ١٩٨٤/١٩٨٥وبلغ مجموعهم ٦٨٣ مشترك، وتصل الطاقة الكهربائية السنوية لهؤلاء المشتركين ١٠٧٨٠ مليون ك.و.س سنوياً، ولقد وجد أن معظمهم ينتمون إلى الصناعات ذات العلاقة المباشرة بمواد البناء، (١) كما وجـــد أن مصـــانع الأسمنـــت المشتركة في هذا التبويب وعددهم ٥ تبلغ الطاقة المستهلكة لهم ٥١٣٤٨٩ ألف ك.و.س.(٢)(انظر جدول(٢-١٠))



شكل(٢-١٤):تكلفة الطاقة بالنسبة للتكلفة الإجمالية للإنتاج لبعض الصناعات المختارة في مصر.(٣)

(١) منها: شركات و مصانع الحديد والصلب-الألمنيوم-الأسمنت-شركات هيئة قطاع الإسكان-شركات هيئة قطاع المقاولات-شركات صناعة الأسمنت-المنتجات الأسمنتية-الثروة المعدنية-الثروة الخشبية-الرخام والجرانيت-الطوب الرملي والطفلـــي-شـــركات الصـــناعات المعدنية-شركات الصناعات الهندسية-شركات الصناعات الحديدية-شركات الصناعات التعدينية-شركات قطاع مواد البناء.(٣)

(٢) إدارة الهيئة للدراسات والبحوث والتطوير، مشروع بحوث وإدارة الأحمال الكهربائية-التبويب الاقتصادي لمستهلكي الطاقة الكهربائية بقدرة أكثر من ٥٠٠ك.و. عن العام المالي ١٩٨٠/٨٤،ص١٠٠.



شكل(٢-١٥):متوسط تكلفة الطاقة السنوية للمصانع.(م.٤٧،ص٢-٦)

الصنـــــاعة	الاستهلاك النوعي العالمي (كغم م ن/طن)	الاستهلاك النوعي المحلي (كغم م ن/طن)	احتمال الترشيد كغم م ن/طن	احتمال الترشيد (%)
الحديد والصلب	٥٧٠	٩٥٠	٣٨٠	٤٠
الأسمنت	١٣٣(جاف)	٢٠٠(رطب)	٦٧	٣٤
سماد الأمونيا	١١٨٦	١٦٥٤	٤٦٨	٢٨
الورق	٥٩٧	١٠٠٠	٤٠٣	٤٠
الزجاج	٤٠٠	٦٢٠	٢٢٠	٣٥
السكر	٩٥	١٥٢	٥٧	٣٨
النسيج	١٧٢٥	٢٢٧٠	٥٤٥	٢٤
خضروات وفواكه معلبة	٩٣	١٩٢	٩٩	٥٢
الكاوتشوك	٥٤٣	١٠٠٠	٤٥٧	٤٦
مخبوزات	٥٢٣	١١٠٠	٥٧٧	٥٣

جدول(٢-٩):الاستهلاك النوعي العالمي والمحلي من الطاقة لعدد من المنتجات الصناعية في مصر.(م.١٤،ص٥٦)

		الطاقة المستهلكة لعام ٨٥/٨٤ ألف ك.و.س
الأسمنت	ويبلغ عددهم ٥	٥١٣٤٨٩
منتجات أسمنتية	،، ،، ٣	١٤١١٥
البلاط وغطاءات الأرضيات	،، ،، ٢	١٤٤١
الثروة المعدنية	،، ،، ٢	١٨١٤
الثروة الخشبية	،، ،، ٢	٣١٦٧
رخام وجرانيت	،، ،، ٢	١٤٥٠
الطوب الطفلي	،، ،، ٢	٢٧١٩
الطوب الرملي	،، ،، ٣	٣١٠٥
	إجمالي ٢١	٥٤١٣٠٠

جدول(٢-١٠):بعض كميات الطاقة المستهلكة في صناعة مواد البناء.[٢]

٢-٣-١-٢-أقسام طاقة تصنيع مواد البناء

يمكن تقسيم طاقة تصنيع مواد البناء تبعاً لنوعية هذه المواد، وحيث تم تقسيم مواد البناء سابقاً إلى مواد بناء أساسية ومواد بناء مساعدة(انظر ص٢٧)، فيمكن بالتالي تقسيم طاقة تصنيع مواد البناء إلى:

- طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية.
- طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة.

كما يمكن تقسيم طاقة تصنيع مواد البناء وفق مراحل التصنيع المختلفة وبالتالي تقسيم طاقة تصنيع مواد البناء إلى:

- طاقة التحجير(طاقة الحصول على المواد الخام).
- طاقة التكوين(طاقة التحويل إلى مواد بناء مستخدمة).

شكل(٢-١٦):أقسام طاقة تصنيع مواد البناء.

ويتم استهلاك طاقة تصنيع المواد من خلال مراحل التصنيع المختلفة كما يلي:

- تستهلك طاقة التحجير للحصول على المواد الخام الأولية وغالباً ما تتم هذه المرحلة باستخدام أساليب بدائية كالتفجير أو باستخدام الجيلاتين أو كبسولات الكهرباء أو الكبسولات العادية، أو التخريم باستخدام ماكينة تخريم واستكمال عملية الحفر، والتكسير باستخدام الدنابر والبلدوزرات والحفارات واستخدام الكسارات للتكسير.(م١٠٧)
- تستهلك طاقة التكوين من خلال مجموعة من العمليات التي تتم للحصول على مادة البناء المستخدمة في صورتها النهائية من خلال المواد الخام، وذلك في مصانع مواد البناء أو موقع التشييد، ويمكن بعدها استخدامها مباشرة أو دخولها في سلسلة من العمليات الأخرى للحصول على مادة بناء أكثر تعقيداً، ويفضل الاستغناء عن هذه المرحلة بما يسمح باستخدام المواد كما هي في طبيعتها في الإنشاء مباشرة دون المزيد من العمليات المضافة.

ويلاحظ أن طاقة التحجير قد لا تمثل أي وزن في استهلاك الطاقة مقارنة بطاقة التكوين للحصول عليها في صورتها النهائية، ومثال ذلك تصنيع الأسمنت والحديد.(انظر جدول(٢-١١))

المرحلة	النسبة المئوية للطاقة الكهربائية المستهلكة
التكسير	١,٦٥
طحن المواد الخام	٢٦,٤٥
حرق الكلينكر	٢٤,٧٥
طحن الأسمنت	٤١,٣٢
التعبئة	٢,٤٨
مراحل أخرى	٣,٣١
الإجمالي	١٠٠

جدول(٢-١١):نسب استهلاك الطاقة الكهربائية في مراحل الإنتاج المختلفة للأسمنت.(م١٤،ص٦٦)

وتؤثر خواص مواد البناء المصنعة الأساسية والمساعدة في استهلاك الطاقة خلال أقسام الطاقة المختلفة من خلال:

- مصدر ومدى توافر مادة البناء، حيث كلما كانت المادة مأخوذة مباشرة من البيئة كلما كان استخدام الطاقة لتصنيعها قليل مثل تصنيع الحجر الطبيعي والخشب وغيرهما، وتزداد بدرجة التطعيم بمواد أخرى مثل الجبس، القرميد، الخرسانة وغيرهم، وبازدياد نسبة التعقيد التقني لها مثل صناعة الحديد والمواد المصنعة، ويظهر هذا بشكل خاص في إنتاج مواد العزل الحراري حيث تصبح كمية الطاقة المستهلكة لإنتاجها وخيمة العواقب، وأكبر من الاقتصاد بالطاقة الناتج عن استخدامها في البناء.
- خاصية الديمومة للمادة، والتي تمكن من استمرار استخدامها لفترات طويلة مما يسمح بتقسيم طاقة تصنيعها على عدد مرات الاستخدام، لكن يراعى عند اختيار هذه الخاصية التأكد من جدوى استخدام المادة، فمن المشكوك فيه أن المواد الكثيرة المصنعة مثل الألمونيوم والمواد البلاستيكية المتوفرة في الأسواق يتم الاحتياج إليها فعلاً في البناء، وأغلب العناصر الإنشائية مثل عناصر التحميل والعزل الحراري والرطوبة تعتمد في تصنيعها على استعمال المواد

الأولية الطبيعية، ولهذه المواد المصنعة خاصية الديمومة الطويلة الأمد وليست بحاجة إلى عناية كبيرة، لكن هاتين الخاصتين لا تبرران التكاليف الباهظة التي تبلغ أكثر من ١٠٠ ضعف عن تكاليف الخشب مثلاً، وأيضاً نجد أن نوافذ الألمونيوم بحاجة إلى طاقة هائلة غير ضرورية في حين أن النوافذ الخشبية أثبتت صلاحيتها عبر الزمن، كما أن أكثر مواد العزل الحراري أو الجدران المتعددة الطبقات يمكن بناؤها بمواد طبيعية أقل كلفة ومؤكدة للجودة.(م١٩-١،ص١٠٠٠)

- محلية مواد البناء المستخدمة، حيث أن أكثر المواد المستخدمة في الدول العربية مواد مصنعة يتم استيرادها من الدول المصنعة ولا تصنع محلياً، مما يضيف كلفة على كلفة ويزيد من التلوث بسبب عمليات النقل البعيدة، هذا إلى جانب المعلومات العلمية عن صلاحية المادة بيئياً في مكان معين مختلفة عنه في مكان آخر حسب ظروف المكان وتوفر مواده الأولية والصناعات المتوفرة وغيرها من العوامل، و الأهم من ذلك أن نتائج الدراسات الاقتصادية لنسبة الاقتصاد في استخدام المادة مرتبط بالبلدان المستخدمة.
- إمكانية الحفاظ والتطوير، وهو ما يحفظ الطاقة المستهلكة في تصنيع مادة البناء لأطول فترة ممكنة، ومن الواضح أن المعلومات عن استخدام الطين ومواصفاته وصلاحيته للبناء لم تأخذ شكلها الجدي في العالم العربي بالرغم من الكثير من المحاولات لتطويره، ومما لا شك فيه أن الموضوع مرتبط بشكل وثيق بمفهوم قديم عن عمليات التصليح المستمرة داخل المنزل والتي كانت تعتبر جزءاً من حياة المنزل، والمفهوم الحديث عن إزالية المادة التي لا تحتاج إلى تصليح مستحيل بالرغم أن الحفاظ على مادة البناء وتطوير تقنيات عمليات التصليح ممكن أن يكون حلاً وسطاً.(م١٩-١،ص١٠٠٠)

٢-٣-٢-طاقة النقل

تستنزف حركة انتقال مواد البناء والعاملين بين الأجزاء المختلفة زمناً يعتبر غير منتج، لكن لا غنى عنها حيث لابد من عمليات النقل للموارد المختلفة ليمكن البدء بتنفيذ المشروع، ويعد عامل النقل من أهم العوامل في تحديد سعر المنتج النهائي، فمثلاً في حالة الطوب يتم توزيع مناطق إنتاج القمائن توزيعاً جغرافياً بحيث تكون أقرب ما يمكن من الأسواق وبالتالي التغلب على التكلفة المرتفعة لنقل الخام إذا وضع المصنع بعيداً عن الأسواق،(م١٠-٢،ص١٧) وتعتبر الطاقة المهدرة في هوالك مواد البناء أثناء النقل عالية إن لم يراعى فيها الالتزام بشروط النقل وخصائص مواد البناء المختلفة، كما تؤثر إدارة تنفيذ المشروعات على منع الهدر الناتج عن تعارض خطوط النقل المختلفة بالموقع وبالتالي إهدار الطاقة في عمليات الانتظار، كما يمكنها معالجة ما قد يحدث عند نقاط التقاطع المختلفة.(م١٨،ص٧٠)

٢-٣-٢-١-استهلاك طاقة النقل في مصر

يتم استهلاك طاقة النقل من خلال عناصر استهلاك الطاقة والسابق التنويه عنها متمثلة في المعـــدات والعمالـــة والطاقة المهدرة في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات، ولقد سبق شرح هذه العناصر من خلال هذا الباب (انظر ص٤٩) والتي يمكن من خلالها حساب استهلاك الطاقة في مرحلة النقل، وتمثل المعـــدات أولى هـــذه العناصر وتمثل في هذه المرحلة جميع ما تحتاجه عمليات النقل من وسائل نقل أو آلات مساعدة، وتمثل عمالة النقل السائقين وعمالة التحميل والتفريغ، وتظهر مشكلة النقل في مصر عند الأخذ في الاعتبار ما يلي:

- سوء شبكات الطرق والمواصلات المختلفة.
- الاعتماد الكلي في عمليات النقل على الشاحنات والتي تعتبر أكثر وسائل النقل استهلاكاً للطاقة.
- مشكلة عدم توافر مصانع مواد البناء في مواقع تسمح بتمركزها، مما يؤدي في بعض الأحيان إلى أن تصـــبح طاقة النقل أشد استهلاكاً من جميع الطاقات في مراحل التشييد.
- معظم أساليب التنفيذ في مصر تستوجب عدد مرات نقل كثيرة إلى الموقع مما يستترف طاقة عالية.
- التأثير السلبي للمناخ في مصر على عمليات النقل المختلفة وتأثيرها على الموارد، والتي عادة لا يتم مراعاتها مما يتسبب في الهدر في طاقة هذه الموارد من مواد ومعدات وعمالة.
- تتم عمليات التفريغ والتحميل والمناولة معظمها بشكل يدوي في مصر، لذا فإن الهالك من مواد البناء يعتـــبر عالي مما يستوجب عدد مرات نقل مضافة.

ولقد ثبت من الناحية الاقتصادية أن ميكنة تلك العملية تكون أفضل خاصة مع المسافات البعيدة، وتصل تكاليف عملية النقل في مصر من ١٠إلى ١٢ % من إجمالي تكلفة أعمال التشييد، كما قد تصل نسبة العمالة بها إلى ٢٥% من الحجم الكلي للعمالة، ويلاحظ أن هذه المرحلة تستوجب عدداً من المعدات الثقيلة والباهظة فإلى جانب معدات نقل مواد البناء كسيارات السطح وسيارات القلاب والجرارات الكاوتش و الجرارات الحصيرة وغيرهم لابد مـــن توفير معدات نقل الموارد الأخرى المختلفة كالعمالة والمعدات وعناصر البنية التحتية والطاقة المخلفات.

وتوجد عدة أعمال لا تستخدم وسائل النقل الآلية فيها في مصر وستظل إلى مدى بعيد سواء لعـــدم تـــوافر الطرق المناسبة للنقل أو بحكم ظروفها تعتمد اعتماداً كلياً على الوسائل البدائية مثل العربات الكارو والـــديكوفيل، وذلك في المناطق الوعرة أو الصحراوية ذات الكثبان الرملية المتحركة أو مناطق العمل التي تحتاج لنقل داخلـــي في مسافات قصيرة لا تتعدى كيلومترات محدودة، هذا ومن الضروري مع وجود أزمة النقص الشديد في عدد وحدات النقل سرعة استخدام وتعميم وسائل التحميل والمناولة والتفريغ الآلي لتقليل الفاقد الزمني الكبير في مدة الانتظـــار، وبالتالي زيادة عدد مرات النقل اليومية في مسافة ما، وذلك باستخدام الكباشات في تحميل الأتربة ومواد المحـــاجر وكذا الحصيرة المتحركة في تحميل الأسمنت والجبس والمصيص والأوناش في تحميل حديد التسليح، هـــذا بخـــلاف

استخدام وتعميم السيارات المجهزة بخزانات الأسمنت توفيراً لورق الشكاير وتقليل الهالك الكبير في الأسمنت بسبب تمزق الشكاير أثناء عمليات التحميل والتفريغ المتعددة قبل الاستخدام.(م،١٨،ص٦٩)

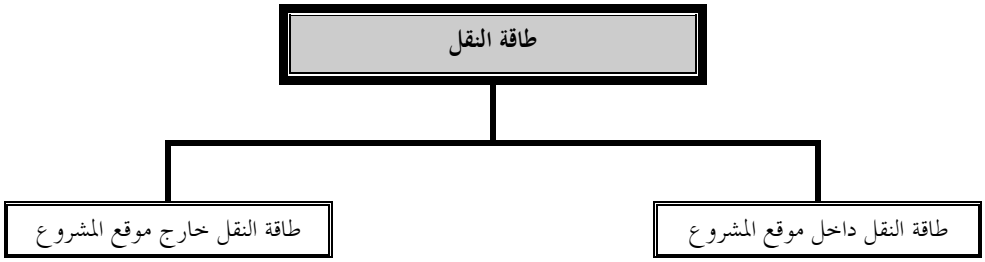
ويلاحظ أن من أرخص وسائل النقل في مصر هي الملاحة النهرية، ولقد كانت تستخدم بالفعل لنقل المواد المستخرجة من محاجر الزلط والرمل من محافظة البحيرة بواسطة المراكب عن طريق الرياح، لكن يعيب هذه الطريقة توقف الملاحة في فترات معينة في السنة والتي فيها ينخفض منسوب المياه، وتسمى هذه الفترة (الحوشة) .[1]

٢-٣-٢-٢-أقسام طاقة النقل

يتم نقل مواد البناء على مرحلتين الأولى من مواقع الإنتاج (المصانع والمحاجر)إلى موقع البناء، والثانية من مكان التخزين أو التشوين في الموقع إلى مكان التشغيل والتركيب، كما يتم نقل العاملين بالتنفيذ والمعدات المطلوبة من مواقع تواجدها إلى موقع التنفيذ وكذلك من مناطق تواجدهم بداخل المشروع إلى أماكن العمل، وفي كلتا المرحلتين تكون الحركة المطلوبة إما أفقية أو رأسية أو في الاتجاهين معاً، ومصطلح النقل يطلق أساسا على الحركة الأفقية ولكن يمكن استخدامه ليطلق بصورة أشمل على الحركة الأفقية والرأسية وعملية التحميل والتفريغ.

ويمكن بالتالي تقسيم طاقة النقل إلى مستويين أساسيين، هما:

- النقل داخل موقع المشروع.
- النقل خارج موقع المشروع.



شكل(٢-١٧): أقسام طاقة النقل.

ويتم من خلال الأقسام السابقة نقل الموارد المختلفة والتي يحتاجها العمل بالمشروع من خارج الموقع إليه أو خلال المواقع المختلفة بالمشروع، وتمثل الموارد المختلفة مواد البناء والعمالة والمعدات وعناصر البنية التحتية، كما قد يحتاج المشروع لعمليات نقل مضافة لإمكانية إتمام العمل كالحاجة إلى نقل المخلفات خارج موقع المشروع، وبالتالي يمكن تقسيم عمليات النقل وفقاً للعناصر المنقولة إلى:

- نقل مواد البناء.

(١) المؤسسة المصرية العامة للمقاولات والإنشاءات-إدارة المنطقة الشمالية، حصر مواد البناء بالمنطقة الشمالية-يشمل محافظات الإسكندرية والبحيرة والصحراء الغربية-الجزء الأول-مستخرجات المحاجر وإنتاج الطوب، ١٩٦٢م، ص٤.

- نقل المعدات.
- نقل العمالة.
- نقل عناصر البنية التحتية.
- نقل المخلفات.

ويعتبر بعد الموقع عن مصادر الماء العذب والكهرباء وأعمال الصرف من كبرى المعوقات، فهذه المصادر لا يمكن الاستغناء عنها في أي مشروع ولذا لابد من توفيرها بالموقع، فإذا كانت بعيدة بقدر يمكن معه عمل التوصيلات من مصادرها إلى الموقع فإن الطاقة المستهلكة للحصول على هذه العناصر تكون قليلة، وتزداد هذه الطاقة كلما بعدت عن الموقع مما يستلزم عمليات انتقال ضخمة للحصول عليها، وتتوقف العوامل التي تؤثر في اختيار وسيلة النقل على عدة عوامل أهمها:

- طبيعة الموقع.
- حجم المادة المطلوب نقلها.
- المسافة المطلوب قطعها.
- الزمن المتاح.(م٣٠،ص٥٣)

ويلاحظ أهمية الاختيار المناسب لوسيلة النقل ومناسبته للعنصر المنقول، فيمكن مثلاً لنقل المعدات استخدام الجرارات الكاوتش أو الحصيرة والتي لا تقل قوتها عن ١٠٠ حصان المجهزة بمقطورات ذات الحمولة الكبيرة، وخاصة لنقل المعدات والآلات الثقيلة مثل آلات الطرق وماكينات دق الخوازيق ومحطات الخلط.(م١٨،ص٧٠)

٢-٣-٣-طاقة التنفيذ

تبدأ مرحلة التنفيذ بعد الانتهاء من تحديد مواد البناء المستخدمة وبالتالي طاقة تصنيعها، وتحديد الموارد المختلفة التي تحتاجها لإتمام عمليات التنفيذ وبالتالي تحديد طاقة النقل لها، وتستهلك هذه الطاقة من خلال جميع العمليات التي تساعد على تجميع العناصر والمكونات المختلفة للمبنى ليصبح كاملاً ومعداً للاستخدام، وهذه المرحلة هي آخر مراحل التشييد والتي تبدأ من بعدها مرحلة تشغيل المبنى، حيث يدخل المبنى في سلسلة جديدة من الطاقات الأخرى المستهلكة فيها.

ويلاحظ أن مرحلة التنفيذ هي أكثر المراحل وضوحاً لمفهوم استهلاك الطاقة من خلال العمالة والمعدات، حيث تظهر للعيان ويتحدد فيها مجموعة من الوظائف الخاصة لكل منهما وللفئات المختلفة لهما، ويبدأ تحديد الوظائف المختلفة للتنفيذ و فقاً لنسبة المعدات إلى العمالة والتي يحددها نظام البناء المتبع، كما يظهر تأثير أسلوب التنفيذ المستخدم شديد الوضوح في هذه المرحلة حيث يحدد مراحل التنفيذ المختلفة والوظائف المستخدمة في كل منها.

٢-٣-٣-١-استهلاك طاقة التنفيذ في مصر

يستهلك المبنى طاقة كبيرة للحصول عليه في شكله النهائي المعد للاستخدام، وفي مصر يلاحظ انخفاض كفاءة كل من طاقتي المعدات والعمالة عن مثيلاتها في الدول الأخرى، حيث تصل مثلاً عوامل إدارة الموقع والتي تختص بإدارة طاقة المعدات (انظر ص٥٧) إلى ٦٠% في معظم قطاع المقاولات في مصر في حين تصل في كبرى شركات المقاولات في الدول الأوروبية إلى ٩٩%، بمعنى وجود هدر في طاقة المعدات أثناء التنفيذ يصل إلى ١% فقط، [١] كما نجد أن الطاقة في مصر خلال مرحلة التنفيذ تهدر بشكل كبير في عمليات كان يمكن الاستغناء عنها كعملية التشطيب بدراسة تحسين خواص المواد المستخدمة أو أساليب التنفيذ بما يسمح بعدم الحاجة إليها، ويمثل التشطيب نسبة ٤٠ % من تكلفة المباني فوق المتوسط في مصر بالإضافة إلى أنها تستغرق ٥٠ %-٨٠ % من الوقت الكلي للإنشاء،(م٠٧٥،ص٨٨) كما وجد أن حوالي ٤٠ % تقريبا من تكلفة المبنى في مصر مرتبطة نوعاً ما بتداول المعلومات وكيفية التحكم فيها ليتمكن كل من المهندس والمقاول بالقيام بعمليات الإشراف والمتابعة لموقع التنفيذ.(م٠٦٣،ص٧٣)

ويتم استهلاك الطاقة خلال هذه المرحلة من خلال عناصر استهلاك الطاقة والسابق شرحها متمثلة في المعدات والعمالة إلى جانب المهدر منها في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات، ويمكن بالتالي التعرف على كيفية استهلاك الطاقة خلال هذه المرحلة كما يلي:

- تستهلك عملية الإنشاء طاقة المعدات والعمالة في تجميع عناصر المبنى المختلفة، وتعتمد الطاقة المستهلكة فيها على عدد الأدوار وشكل التصميم وأسلوب التنفيذ المستخدم وكذلك مواد البناء المستخدمة، بحيث يظهر تأثير خواص المواد وأساليب التنفيذ بشكل واضح على الجهد المبذول والزمن المستغرق لكل من المعدات والعمالة.
- تؤثر عملية الإنشاء من خلال إدارة تنفيذ المشروعات على كمية وجودة العمل المنفذ خلال هذه المرحلة من خلال المعدات والعمالة، وبالتالي فقد تستهلك طاقة كبيرة لتنظيم وإدارة العمل خلال هذه المرحلة مقابل عدم صرف طاقة أكثر لتغيير أحد الأعمال، هذا إلى جانب الطاقة المهدرة عند عدم تخطيط الموقع بشكل جيد بما يسمح أن تستهلك أي معدة أو عامل طاقة أكثر من المطلوبة لأداء عمل معين، ويعتبر توقف أي من المعدات والعمالة نتيجة أي عطل أو تأخير طاقة مهدرة.
- تستهلك عملية الإنشاء طاقة مهدرة عالية في هوالك مواد البناء تعتمد على خواص مواد البناء نظراً لكثرة الأعمال التي تتم في هذه المرحلة والتي تتحدد طبقاً لأسلوب التنفيذ المستخدم.
- تستهلك عملية التخزين كلاً من طاقة المعدات والعمالة في إقامة وحدات التخزين، وفي القيام بتشوين الموارد المختلفة فيها ثم هدمها بعد نفاذ المخزون منها، ويراعى عند حساب الطاقة السابقة ما قد توفره من طاقة أثناء عملية التنفيذ على الرغم مما تستهلكه من طاقتي المعدات والعمالة والتي تتفاوت حسب نوع وحجم المخزون فيها، فلو كانت الموارد في مكان بعيد عن موقع التشغيل فإن ذلك يؤدي إلى فاقد في الوقت والجهد إلى جانب الهالك في طاقة النقل وأثناء النقل من هذه الموارد، وبالتالي يفضل تخزينها بالموقع.(م٠٧٨،ص٣٢)

(١) المقاولون العرب-إدارة المعدات، ورقة عمل: دراسة عن الإمكانات المتاحة لنشاط الطرق بالشركة.

- تعتبر عملية التخزين من أكثر العمليات هدراً في هوالك مواد البناء خاصة مع تأثير الوقت عليها ما يتسبب في تلفها، ويجب لذلك مراعاة تقليص الهالك في هذه المرحلة، ويلاحظ أن التخزين قد يسمح أيضاً في بعض الحالات بتوفير الهالك الناتج عن عملية النقل وأثناءه لهذه الموارد خاصة عند بعدها عن موقع التنفيذ. (١)
- تستهلك عملية التخزين طاقة مهدرة لكل من المعدات والعمالة والناتجة عن وجود التشوينات بالموقع والناتجة عن حركة العامل أو المعدة من وإلى المخازن، والتي يجب على أساسها تحديد أماكن وجود التشوينات، هـذا إلى جانب الهدر الناتج عن الدوران حول أماكن التشوين المختلفة مما يستهلك من طاقتي المعدات والعمالة أكثر مـن المطلوب منه لأداء مهمته.(م.٧٨،ص٣٢)
- تستهلك عملية التخزين طاقة مهدرة عالية إذا لم يتم في البداية دراسة إدارة المواد والتي تختص بدراسة ما يلزم المشروع من كافة احتياجاته من المواد الخام المختلفة واللازمة لمختلف البنود والأنشطة، وأداء عمليات التخطـيط والتخزين ثم الرقابة عليها بشكل يضمن أفضل توجيه لهذه المواد بما يتلاءم مع الإمكانيات المتاحة. (٢)
- تستهلك عملية التشطيب طاقة عالية يمكن اعتبارها طاقة مهدرة مع إمكانية الاستغناء عنها في بعض الأحيان، ويمكن بتطوير أساليب التنفيذ الوصول إلى إمكانية تقليل هذه الطاقة قدر الإمكان.(٣)
- يمكن التحكم في هوالك مواد التشطيب بالتحكم في مدى جودة خامات التشطيب وأسـلوب تنفيـذها إلى جانب مكان القيام بها فعملية التشطيب تصبح أكثر جودة وأقل طاقة إذا تم تنفيذها في المصنع.
- تستهلك الطاقة من خلال مجموعة من العمليات النثرية من خلال وسائل التحكم والمراقبة وتخطـيط الموقـع وتجهيزه وعملية انتقال وتداول المعلومات وغيرها من العمليات المكملة للمشروع، ويراعى تقليل طاقـة العمالـة والمعدات في هذه المرحلة إلى أقل حد ممكن، فمثلاً يمكن باستخدام وسائل الاتصال الحديثة الإقلال من عمليـات الانتقال وتداول المعلومات، كما يمكن باستخدام وسائل الإدارة والتحكم الحديثة تخطيط الموقع وتجهيزه بأسـرع وقت وأقل استهلاك للطاقة، مما يجعل من استخدام الكمبيوتر في مجال التشييد أمراً حيوياً للغاية. (٤)

---

(١) لابد لعدم إهدار طاقة الموارد أثناء التشوين من الإحاطة بظروف الموقع في بعده أو قربه من الموارد المختلفة، كما يراعى تأثير الوقـت على التشوين، فلابد من وضع خطة زمنية لتوريد المواد مثلاً إلى المخازن بحيث تتناسب والوقت المحدد لتشغيلها حتى لا يكون هناك أعطال بسبب عدم توافر المواد الخام مثلاً وبحيث لا تتعدى فترة التشوين مدة صلاحية المواد.(م.٧٨،ص٣٢)

(٢) يلاحظ أن الاهتمام بإدارة المواد يقلل الهدر في الطاقة أثناء التشوين، وتمثل المبالغ المنفقة على شراء الأصناف من المواد المختلفة نسبة كبيرة من إجمالي الإنفاق الكلي للمشروع الهندسي، لذلك يحتل الاستثمار فيها دوراً هاماً ورئيسياً، وقد يفشل المشروع ويتوقف عن العمل إن لم يكن هناك إدارة ورقابة واعية تعمل على توزيع هذا الاستثمار واستغلاله الاستغلال الأمثل من خلال مراقبة حركة المخزون وكمياته وأسعاره، وتطبيق نظاماً تخطيطياً ورقابياً يتفادى حالات الركود والنفاذ وغيرها من دواعي الخسارة المادية في المخزون، وتؤثر المواد تأثيراً مباشراً على معدلات الإنتاج وسير العمل بالمشروع، فأي نقص في المواد اللازمة يعمل على توقف العمل تماماً وتعطيله، وأيضاً لا يجب وجود فائض في المواد مما يتطلب رجوعه.(م.٧٣،ص٢٢)

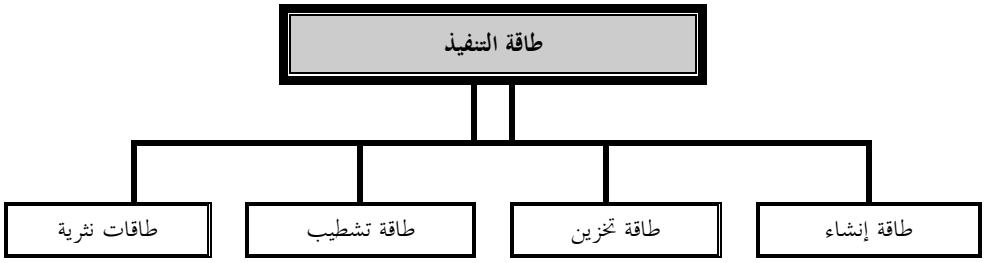
(٣) يعتبر التطور الحادث في صناعة التشييد من حيث المجالات والتعقيد والمدة الزمنية لتنفيذ المشاريع وكذلك كثرة المعلومات المسـتخدمة وسيلة سريعة ودقيقة للتعامل، إلى جانب الانتشار السريع للـInternet الذي يسهل الاتصال بين الأطراف المختلفة للمشروع.(٤)

(٤) وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية-جامعة الدول العربية-مجلس وزراء الإسكان والتعمير العرب، مسح لاستخدام تكنولوجيا المعلومات ومبادلة المعلومات إلكترونياً في صناعة التشييد في مصر-مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية، ٢٠٠٠م، ص١٢٩١.

٢-٣-٣-٢-أقسام استهلاك طاقة التنفيذ

يمكن تقسيم مرحلة التنفيذ إلى مجموعة عمليات كل منها مستهلك للطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة والسابق ذكرها في هذا الباب، وهذه العمليات هي:

- عملية إنشاء المبنى.
- عملية التخزين.
- عملية التشطيب.
- العمليات النثرية.



شكل(٢-١٨): أقسام طاقة التنفيذ.

ويتم من خلال العمليات السابقة الوصول إلى الشكل النهائي للمبنى، وتتدرج أهمية هذه العمليات كما يلي:

- عملية إنشاء المبنى، ويتم في هذه العملية تجميع عناصر المبنى وتركيبها، وهي التي تنتهي بالحصول على الهيكل الخارجي للمبنى كاملاً وعلى العناصر المائلة معها، أو التي تمكن من الحصول على فراغات وظيفية مختلفة غير مشطبة، وتتم عمليات الإنشاء جميعها في موقع المبنى نفسه وبالتالي فإن أي عمليات ليس لها علاقة بمكان المبنى لا تدخل ضمن عمليات الإنشاء، وهذه العملية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنوع مواد البناء المستخدمة الأساسية والمساعدة، وأسلوب التنفيذ المستخدم.
- عملية التخزين، ويتم في هذه العملية الحصول على الموارد المختلفة وتجميعها في أماكن تشوين خاصة بداخل الموقع لحين استخدامها، ويراعى في هذه العملية تواجد الموارد المختلفة التي يحتاجها المشروع في الموقع وتحقيق لمدى فاعلية اتصالها بموقع العمل نفسه بحيث تكون اقتصادية في عملية التشغيل، وتعتمد عملية التخزين على بعد أماكن الحصول على الموارد المختلفة، فإذا كانت الموارد قريبة من موقع التشغيل فلا داعي لإهدار الطاقة في عملية التخزين، والعكس فلو أن الموارد بعيدة عن موقع التشييد فإن ذلك يستلزم طاقة لعمليات التخزين لها، وهو ما يوجهنا إلى أهمية استخدام الموارد المحلية المتوافرة بالموقع للتقليل من هذه الطاقة، وتشمل هذه الموارد كل ما يتم نقله إلى الموقع من مواد بناء وعمالة ومعدات.(م.٧٨،ص٣٢)

ولو فرض توافر العمالة (المناطق الأهلة بالفئات العمالية) قرب موقع التنفيذ فإن ذلك يقلل من الطاقة المستهلكة في نقل العمالة، أما إن كانت بعيدة فإن ذلك يستدعي طاقة أعلى لتوفير أماكن إقامة لهم، لذا لابد من دراسة أي الحلول أفضل نقل العمالة إلى الموقع أو إقامتهم فيها ، وهذا بعد دراسة التأثير البدني والنفسي على العمالة عند

نقلهم إلى الموقع، فلو كان النقل بالأتوبيسات لمسافات كبيرة فإن ذلك يؤدي إلى إرهاقهم بالرحلة اليومية ذهاباً وإياباً وتقليل طاقتهم.(م.٧٨،ص١٠)

- عملية التشطيب، ويتم في هذه العملية الحصول على سطح نهائي للمبنى بحيث يمكن استعمال المبنى في صورته النهائية من مستعملي المكان، ولقد أثرت التكنولوجيا على أعمال التشطيب سواء بالنسبة لأساليب التنفيذ المتبعة أو المواد المستخدمة، حيث طورت التكنولوجيا الأساليب التقليدية في طرق إقامة الهيكل الإنشائي للمبنى والمراحل التي تعقبه وتسبق مرحلة التشطيبات، ومن المتغيرات التي أدخلتها التكنولوجيا على طرق الإنشاء وذات التأثير الكبير على عملية التشطيب ميكنة طرق إقامة الهيكل الإنشائي وصناعة المبنى في المصنع.(م.٧٥،ص٨٨)
- العمليات النثرية، وتمثل جميع العمليات الثانوية التي يتم الاحتياج إليها خلال عمليات التنفيذ السابقة وأكثرها أهمية ما يتعلق بعلاقة المقاول مع الموقع وعلاقة المهندس مع المقاول والموقع بما يشمل التنظيم والإشراف والمتابعة، وحالياً فإن استخدام الأدوات الحديثة لتداول المعلومات والاتصالات ضعيف جدا في هذا القطاع، إلا أن الكثير من الأموال والجهود قد تم استثمارها في هذا المضمار خلال الأعوام الأخيرة، ويعتبر تجهيز الموقع للعمل أحد العمليات النثرية والتي تختلف من مشروع إلى آخر، وتتفاوت قيمة التكلفة فيه من صفر إلى ٢٠% بالمشروع طبقاً لطبيعة ونوعية المشروع.(م.٦٣،ص٧٣)

ويلاحظ أن عامل الوقت لأساليب التنفيذ المختلفة يختلف باختلاف نظام البناء المتبع وأسلوب التنفيذ المستخدم، وبالتالي لابد من التأكد من تأثير عمليات التنفيذ المختلفة عليه نظراً لأهميته في حسابات الطاقة.[1] (انظر جدول(٢-١٢))

عنصر المقارنة	التسليح	خ.مسلحة	مباني	بياض داخلي	بياض خارجي	دهانات	إنشاء الهيكل
طريقة الإنشاء	كج/م٣	م٣/وحدة	م٢/وحدة	م٢/وحدة	م٢/وحدة	م٢/وحدة	يوم/وحدة
الطريقة التقليدية	١	١,٠٠	١	١	١	١	١
الطريقة اللاكمرية	١,١	١,٢٠	١	٠,٨	٠,٨	١	٠,٧٥
الشدات النفقية	٠,٦	١,٧٠	٠,٢٨	٠,٦٨	٠,٥٨	١	٠,٣٥
الأسقف المرفوعة	١,١	١,٢٠	١	٠,٨	٠,٨	١	٠,١٥

(١) يختلف زمن التشييد باختلاف نظام البناء المتبع وأسلوب التنفيذ المستخدم، فمثلاً في مقارنة لأساليب التنفيذ المختلفة مع أسلوب التنفيذ للمباني سابقة التجهيز وجد أن المباني سابقة التجهيز تخفض مدة التنفيذ بمقدار:

٣٣% مقارنة بطريقة البلاطات المرفوعة.

٢٥% مقارنة بطريقة الشدات النفقية.

٤٧% مقارنة بطريقة الأسقف المفرغة.

٥٨% مقارنة بطريقة الحوائط الحاملة.

٤٠% مقارنة بطريقة البلاطات الغير كمرية.

٥٣% مقارنة بطريقة الهيكل التقليدي.(م.٧٦،ص٢٠)

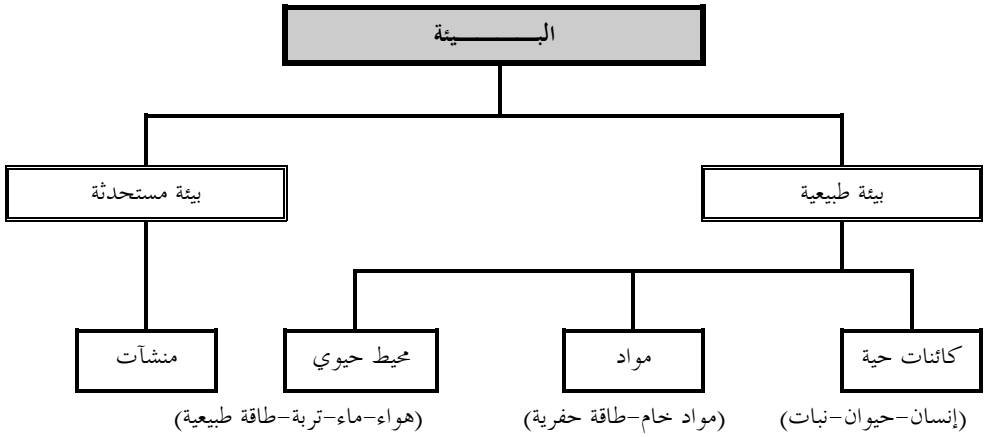
(٢) أسامة الجرف، العناصر المستخدمة بالطرق الإنشائية المختلفة للإسكان مقارنة بالطريقة التقليدية،٢٠٠٠م.

٢-٤-التأثير الناتج عن مرحلة تشييد المبنى على البيئة

توجد علاقة هامة بين عمليات استخدام الطاقة والبيئة وقد أصبح الاهتمام بهما معاً يمثل مطلباً عالمياً، وتعتبر صناعة التشييد والبناء بالطريقة التقليدية والتي تتم بها الآن في مصر ومعظم الدول النامية مهدرة للعديد من الموارد الطبيعية المستخدمة في البناء نظراً للاستهلاك غير المرشد للطاقة والموارد، بالإضافة إلى خلقها لمصادر تلوث الهواء والمياه والمخلفات الصلبة، وكذلك انبعاث الضوضاء لاسيما في المشروعات كبيرة الحجم التي يتم من خلالها عمل إنشاءات عملاقة يمتد تأثير الملوثات الناتجة عنها لفترات ليست بالقصيرة، حيث تؤثر على أعداد كبيرة من البشر تتمثل في العاملين بهذه المشروعات والمجتمعات التي تشاء حظها أن تكون بحكم موقعها الجغرافي قريبة من موقع تنفيذ هذه المشروعات.(م٥،ص١)

ويوجد سؤال هام هو لماذا تم اعتبار التأثير الناتج عن مرحلة تشييد المبنى على البيئة أحد الاتجاهات لتحليل ودراسة استهلاك الطاقة في هذه المرحلة، والجواب يأتي في الباب الثالث بافتراض تحويل مقدار الخلل البيئي إلى طاقة نظراً لكونه طاقة مضافة أو ناقصة بالبيئة، وبالتالي عند حساب استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى لابد من حساب مقدار هذا الخلل البيئي أو التأثير السلبي على البيئة خلال مرحلة تشييد المبنى سواء كانت طاقة مضافة أو ناقصة بالبيئة وإضافتها على الطاقة الكلية المستهلكة، فأي خلل بيئي هو عبء مضاف على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة لابد من دراسته ودراسة كيفية الحد منه.

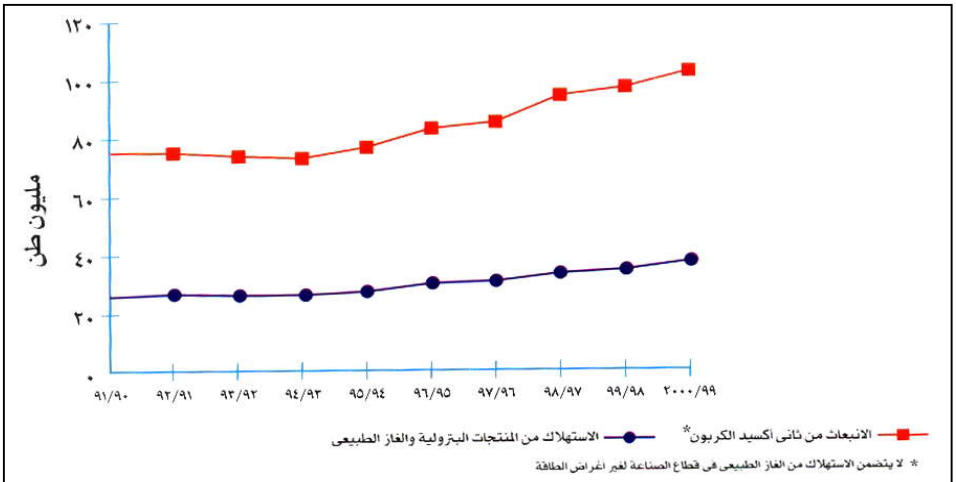
وتعرف البيئة بأنها المحيط الحيوي الذي يشمل الكائنات الحية وما تحتويه من مواد وما يحيط بها من هواء وماء وتربة وما يقيمه الإنسان من منشآت في توازن مستمر،(م٦،ص١) ويمكن بالتالي تقسيم مكونات البيئة حسب مصدرها إلى بيئة طبيعية وبيئة مستحدثة.(انظر شكل(٣-٢٠))



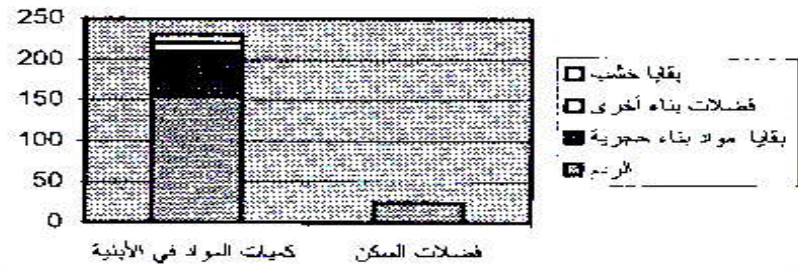
شكل(٢-١٩):مكونات البيئة المختلفة.

ويعتمد تصميم العمارة الخضراء على الاهتمام بالمحافظة على التوازن البيئي بحيث يتم في إطار المحافظة على مكونات البيئة والارتقاء بها ومنع تدهورها أو تلوثها، ويوفر الاتجاه إلى تحقيق العمارة الخضراء في مدننا وقرانا ما يمكن تقديره بحوالي ٢٠% من الطاقة القومية في مصر،(٢٣،ص٢١) ويتم التأثير على التوازن البيئي من خلال مرحلة تشييد المبنى نتيجة تلوث البيئة (تقليل الكفاءة) أو تدهور البيئة (الهدر في مكوناتها)أو كليهما خلال جميع مراحلها المختلفة، ويلاحظ أن ٥٠% من مجموع استهلاك الوقود الحفري يستخدم لتوليد الطاقة اللازمة لتشغيل المباني والطاقة المتضمنة في نسيجها مع العلم كونها أكثر أنواع الطاقات تلويثاً،(م.٩٤،ص١٣) وبالتالي يلاحظ أن للمباني تأثيراً كبيراً على انبعاث الملوثات المختلفة مثل ثاني أكسيد الكربون في الجو،(انظر شكل(٢-٢٠)) كما يجب ألا يهمل التركيز على التأثيرات البيئية والصحية الناجمة عن صناعة التشييد و البناء على الكائنات الحية المختلفة، فهي لا تقل خطورة عن الصناعات الكيماوية ومحطات توليد الطاقة والصناعات المعدنية وما يلي ذلك من الصناعات الملوثة لما تسببه من انبعاثات مرتفعة التركيز من المواد العالقة والأتربة، إضافة إلى الحوادث والكوارث الناجمة عن سوء الأداء والتصميم وعدم أخذ الاعتبارات البيئية عند التخطيط للمشروعات.(م.٥،ص٢) كما يلاحظ أن المخلفات الناتجة عن عملية التشييد كبيرة جداً مما تمثل عبئاً ليمكن التخلص منها.(انظر شكل(٢-٢١))

وحيث أن العمارة الخضراء هي العمارة المتوافقة مع البيئة بكل أركانها، كان لابد من التعرض لكيفية تقليل الأثر البيئي السلبي لمرحلة تشييد المبنى من خلال العمليات المختلفة بتقليل التلوث والتدهور الناتجين عنها، وتمثل الطاقة الخضراء الطاقة غير الملوثة للبيئة إلى جانب كونها طبيعية ولا تحتاج إلى عمليات تصنيع ملوثة للحصول عليها، وفي الوقت الحالي تعتبر مصادر الطاقات المتجددة والتي لا ينجم عن استخدامها أي تأثير سلبي أحد هذه الطاقات الخضراء.



شكل(٢-٢٠):تطور الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون والناتجة عن استهلاك المنتجات البترولية والغاز الطبيعي في مصر خلال الفترة ١٩٩٠/١٩٩١-١٩٩٩/٢٠٠٠.(م.٢١،ص٤٠) (٥٠% منها متعلق بالمباني)(م.٩٤،ص١٣)



شكل(٢-٢١):مقارنة بين كمية فضلات السكن وكميات المواد الناتجة عن البناء.(م،١٩-١،ص١٠٤)

٢-٤-١-تلوث البيئة في مرحلة تشييد المبنى

يعرف تلوث البيئة بأنه أي تغير في خواص البيئة مما يؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بالكائنات الحية أو المنشآت، أو مما يؤثر على ممارسة الحياة الطبيعية،(م،٦،ص٢) كما تعرف المنظمة الأوروبية للتعاون والتنمية الاقتصادية OECD التلوث بأنه قيام الإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر بإضافة مواد أو طاقة إلى البيئة، مما يترتب عليها آثار ضارة يمكن أن تعرض صحة الإنسان للخطر أو تمس الموارد البيولوجية أو الأنظمة البيئية على نحو يؤدي إلى تأثير ضار على أوجه الاستخدام المشروع للبيئة، وهذه الملوثات في الأصل ما هي إلا مواد وطاقة لم يستفاد منها الاستفادة المثلى والقصوى، ووفقاً للتقديرات يفقد من المواد الخام ٤٠% وحوالي ٦٠% من الطاقة المستخدمة في الدول الصناعية وتظهر هذه المخلفات على هيئة ملوثات لعناصر البيئة المختلفة. (١)

كما يمكن تعريف التلوث بأنه كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضي في شكل يؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها لخواصها، أو تؤثر على استقرار استخدام تلك الموارد،(م،٢٨،ص٥١) وينتج التأثير بالتلوث عادة من خلال المواد والعوامل الملوثة شاملة أي مواد صلبة أو سائلة أو غازية أو ضوضاء أو إشعاعات أو حرارة أو اهتزازات تنتج بفعل الإنسان وتؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر إلى تلوث البيئة، ومن هذه المواد ما ينجم عن استخدام الطاقات الحفرية كالزيت أو جميع أشكال البترول الخام ومنتجاته، ويشمل ذلك أي نوع من أنواع الهيدروكربونات السائلة وزيوت التشحيم وزيت الوقود والزيوت المكررة وزيت الأفران والقار وغيرهم من المواد المستخرجة من البترول أو نفاياته.(م،٦،ص٤)
وتؤدي مرحلة تشييد المبنى والتي تعتمد بشكل كبير على أنواع الطاقات الملوثة إلى تلوث البيئة، وهذا التلوث يشمل جميع العناصر المكونة للبيئة، وفيما يلي سيتم ذكر تأثير هذا التلوث على هذه العناصر.

(١) ناجي الشربيني علي، المخلفات الصناعية وأثرها إلى البيئة المصرية-دراسة تحليلية، ماجستير، معهد الدراسات والعلوم البيئية-قسم اقتصاد وقانون-جامعة عين شمس، ١٩٩٢م،ص١٩.

٢-٤-١-١-تلوث الكائنات الحية في مرحلة تشييد المبنى

يمثل المجتمع المتواجد بمنطقة الإسكان قريباً من مكان مواقع الإنشاءات أو بجانب مصنع لأحد مواد البناء أحد أنماط العنصر البشري المتأثر بالتلوث الناتج عن مرحلة التشييد، حيث يؤثر انبعاث الغازات والمواد السامة الناجمة عن إنتاج مواد البناء المستخدمة على صحة وقوة احتمال الجسم البشري، والتي أغلبها مواد مصنعة تطلق كميات كبيرة من الملوثات والمخلفات أو التي تطلق غبار ناعم نتيجة التقادم أو الحك، كما أن بعض الملوثات عبارة عن جزيئات ناعمة جداً بحيث أنها قد تدخل الرئة مباشرة.(م.١٩-١،ص٩٩٦)

ويلاحظ أن الدخان والأتربة العالقة في الهواء الجوي للأحياء السكنية وكذلك الأبخرة والغازات المختلفة ذات خطورة عالية تكمن في احتواء الأتربة العالقة على كثير من المواد العضوية المسببة للسرطان، وتعتبر منطقة حلوان في مصر خير دليل على تأثير صناعة مواد البناء على هواء المنطقة وخطورة الأتربة العالقة على سكان المنطقة،(١) (٢) كما أن خطورة تلوث الهواء بالأتربة تكمن في أن قسماً من هذه الأتربة العالقة في الهواء قابل للذوبان في الماء مما يعرض المصادر المائية بدورها للتلوث عند تساقط هذه الأتربة، ومن الأمثلة الواضحة للتأثير السلبي على تلوث المياه السطحية والجوفية ما يظهر في منطقة حلوان أيضاً نتيجة لمصانع الأسمنت هناك، والذي يتسبب بدوره في الإضرار بعملية التنفس للإنسان والبناء الضوئي للنبات. (٣) (٤)

ويلاحظ إلى جانب تأثير مواد البناء بالأتربة والغبار أن بعض المواد تؤثر على البيئة نتيجة نشاطها الإشعاعي، حيث توجد في الأرض مواد معينة ذات نشاط إشعاعي ينشأ غالباً عن سلسلة تفكك للعناصر المشعة كاليورانيوم والراديوم والثوريوم وخاصة في بلورات الصخور، فإحداث تغيير على نوع ما من الإشعاع بتغيير خاصية من خصائصه يؤدي إلى الإحساس بالتعب وعدم الرغبة بالعمل وإلى شحن الأشياء كهربائياً، ويجب بالتالي تفادي الفراغات المغطاة بمواد بلاستيكية مثلاً لأنها تنتج فراغات غير صحية، كما لابد من تقليل استخدام الحديد والفولاذ إلى الحدود الدنيا،(٥) ومن المهم ذكر أن الطين من المواد القليلة التي ليس لها تأثير إشعاعي سيئ وتسمح بمرور

---

(١) بلغ تركيز الأبخرة والغازات المختلفة في الهواء الجوي عام ١٩٧٥م حوالي ١٣٥٠ ميكروجرام في المتر المكعب في منطقة حلوان الصناعية، ويظهر مدى خطورتها إذا ما علم أن الحد الأقصى لتركيزات الأتربة العالقة في الهواء المسموح بها في معظم الدول الصناعية والمصرح بها من الهيئات الدولية هو ٧٥ ميكروجراماً في المتر المكعب من الهواء كمتوسط سنوي، وأن أقصى تركيز يسمح بالتعرض له خلال ٢٤ ساعة متصلة هو ٢٦٠ ميكوجراماً في المتر المكعب من الهواء، ولا يسمح بتجاوزه أكثر من مرة واحدة في العام.(٢)

(٢) ثناء عبد الجليل، تلوث الهواء، الهيئة العامة للاستعلامات-وزارة الإعلام، ٢٠٠٢م، ص١٦-١٧.

(٣) تصل كمية الأسمنت المتطاير في الهواء من مداخن مصانع شركة أسمنت حلوان أحد مصانع الأسمنت الثلاثة بالمنطقة إلى حوالي ٢٠٠طن يومياً تعادل٥,٥%من مجموع الطاقة الإنتاجية للأفراد، بخلاف الفاقد من عمليات تحضير الخامات وتعبئة الأسمنت المنتج.(٤)

(٤) ثناء عبد الجليل، تلوث الهواء، الهيئة العامة للاستعلامات-وزارة الإعلام، ٢٠٠٢م، ص١٦-١٧.

(٥) يجب تفادي وجود مساحات كبيرة من المواد المصنعة المشحونة بالكهرباء الساكنة ويجب ألا يتم أذية المجال المغناطيسي الطبيعي للأرض، وبسبب هذه التوترات والتيارات المنخفضة جداً يكون ممكناً أن تتأثر فيزيولوجية الجسم من كل مجالات الإشعاع الصناعية والطبيعية.(م.١٩-١،ص٩٩٥)

الإشعاعات الكونية إلى داخل الفراغ، وفي فراغ ما مثل الأبنية الخرسانية يوجد عدم توازن إشعاعي، ويلاحظ أهمية الانتباه إلى النشاط الإشعاعي لمجموعة من المواد الأخرى. [1] (م.١٩-١،ص٩٩٥) (انظر جدول(٢-١٣))

نوع المادة	متوسط التركيز الإشعاعي-/كغ		
	K ٤٠	Ra ٢٢٦	Th ٢٣٢
رمل البناء،البحص	٢٦٠	١٥	١٥
حجر رملي	١٩٠	١٩	١٩
أحجار طبيعية أخرى	٢٨٠	٢٦	٣٠
حجر كلسي، بيتون غازي	٢٢٠	١٩	١٩
أحجار صناعية	٣٧٠	٣٣	٣٠
الجبس الطبيعي	٧٠	١٩	١٩
البيتون،أحجار البيتون	٢٢٠	٢٢	٢٦
خلطات مختلفة	٢٢٠	٢٢	١٥
بازلت	١٤٠٠	٤١	٥٢
الأسمنت	١٥٠	٥٢	٥٢
الجرانيت،الإردواز	١٤٨٠	٥٦	٨١
القرميد،الكلينكر	٦٣٠	٦٧	٦٨
الحجر الخفيف	٨٩٠	٨١	٨٥
الحجر بالشوائب	٣٣٠	٨١	١٠٤
الجبس الكيميائي(فوسفوريت)	٧٠	٥٢٠	١٩
ليتويد-الطف	١٤٨٠	١٣٠	١٢٠
بقايا الأفران	١٢٠	١٢٠	١٣٠

جدول(٢-١٣):متوسط التركيز لمواد مشعة طبيعياً لمجموعات مختلفة من مواد البناء.(م.١٩-١،ص١٠٠٣)

٢-٤-١-٢-تلوث المواد الخام والطاقة الحفرية في مرحلة تشييد المبنى

يؤدي استخدام المواد في قطاع البناء إلى مشاكل بيئية عديدة للأرض مثل تدمير الطبيعة أثناء استخراج المواد وتسرب المواد السامة من المناجم أثناء عملية المعالجة للمواد الخام، كما يؤدي استخدام المواد إلى إنتاج النفايات وما

(١) يلاحظ أن فعالية المواد الإشعاعية تختلف من مادة إلى أخرى، ويجب الانتباه في حال استعمال كل من المواد التالية إلى الخواص الإشعاعية: الجرانيت، الإردواز، الطف البازلتي، الطف الجيري، الأسمنت، البلاط والجص الكيميائي إلى نشاط المادة الإشعاعي، وإن توفر كمية كافية من الشوارد في البناء يؤثر إيجابياً على مناخ البناء وعملية التهوية، كما أن وجود بعض النوافذ النافذة للأشعة فوق البنفسجية تؤثر على التركيز الشاردي داخل الفراغات بشكل جيد.(م.١٩-١،ص٩٩٥)

يستتبعها من تلوث للأرض، علاوة على المشاكل البيئية الناتجة عن استخدام الطاقة أثناء تصنيع ونقل المواد إلى الموقع.(م٩٤،ص٢٨)

وتجدر الإشارة إلى أن كل نشاط في صناعة الأسمنت والمستخدم بشكل حيوي في مصر تبعاً لطبيعته ينتج عنه مخلفات ممثلة أساساً في أتربة الأسمنت والخامات المستخدمة في إنتاجه، بالإضافة إلى الغازات الناتجة عن احتراق أنواع الوقود المستخدم في أداء تلك الأنشطة، وجميع هذه المخلفات لها تأثير كبير على المواد الخام الأخرى.(١) (انظر جدول(٢-١٤))

المادة	مظاهر الإتلاف
المعادن	تآكل السطوح ونقص الوزن وإتلاف المظهر الخارجي.
الأحجار	إتلاف الألوان والمظهر الخارجي والتآكل.
النسيج والصبغات	انتزاع الألوان وذبولها وضعف قوة النسيج.
الجلد	ضعف قوة الشد وقابلية للقطع.
الأوراق	تقصف الأوراق وإتلاف مظهرها.
البويات	انتزاع اللون أو تغييره.
الكاوتشوك	تشقق وضعف.

جدول(٢-١٤):تأثير ملوثات الهواء الناتجة عن عمليات التشييد على بعض المواد الاقتصادية.(٢)

٢-٤-١-٣-تلوث المحيط الحيوي في مرحلة تشييد المبنى

ينتج عن عمليات التشييد المختلفة تلوث للهواء المحيط بأي مرحلة من مراحله سواء لتصنيع مواد البناء أو خلال عمليات النقل أو التنفيذ، ويعرف تلوث الهواء بأنه كل تغيير في خصائص ومواصفات الهواء الطبيعي مما يترتب عليه خطر على صحة الإنسان والبيئة، سواء كان هذا التلوث ناتجاً عن عوامل طبيعية أو نشاط إنساني بما في ذلك الضوضاء، ومن أكثر المواد تلويثاً وتأثيراً على المناطق المفتوحة وتلوث الهواء الحجر والزلط والرمل بجانب بعض المواد المصنعة مثل الحديد.(م٥،ص١٠٢)

وتعتبر صناعة مواد البناء من أكثر الصناعات تلويثاً للهواء وبخاصة صناعة الأسمنت كما سبق ذكره، كما تعتبر المباني مسؤولة عن ثلث كمية أكسيد الكربون الناتج عن احتراق أنواع الوقود المختلفة عند عمليات التصنيع، وهي

(١) ناجي الشربيني علي، المخلفات الصناعية وأثرها إلى البيئة المصرية-دراسة تحليلية، ماجستير، مرجع سبق ذكره، ١٩٩٢م، ص٤٠.

(٢) محمود محمد نصرالله-وزارة الدولة للبحث العلمي-أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، سلسلة قضايا بيئية معاصرة-تلوث الهواء وحماية البيئة الهوائية، ٢٠٠١م،ص٥٧.

المسؤولة عن الكثير من الآثار الجانبية لاستخدام الطاقة مثل تسرب زيت البترول، توليد النفايات، إقامة السدود على الأنهار، وتسرب المواد السامة من مناجم الفحم، وانبعاث الزئبق من عملية احتراق الفحم، ويظهر هذا التلوث في الجو وخاصة في المصانع الكبيرة، ومن الأمثلة الواضحة لذلك منطقة حلوان.(م.٢٣،ص٢٥،٢٢)(انظر جدول(٢-١٥))

وينتج عن عمليات النقل المختلفة في مراحل تشييد المبنى كمية كبيرة من الأتربة العالقة في الجو لا يستهان بها، كما يؤدي عدم التغطية الكاملة لعربات نقل المواد الخام المستخدمة في البناء إلى مخاطر أثناء حركة هذه السيارات على حركة المرور في الطرق التي تمر بها خصوصاً أثناء الليل، كما يؤدي عدم التشوين الجيد وتغطية المواد غير المستخدمة إلى زيادة تركيز المواد العالقة في الهواء في المناطق التي تقام بها الأبنية والمناطق المجاورة للمشروعات الكبرى.(م.٥،ص٢،١)

وينتج عن مرحلة تنفيذ المبنى مجموعة من ملوثات الهواء، حيث تعتبر الأتربة من الملوثات الرئيسية المصاحبة لنشاط الإنشاءات سواء من النشاط نفسه أو من نواتج المخلفات الصلبة لهذه الأنشطة، ومن أنواع الأتربة المصاحبة لنشاط الإنشاءات الرمل (السيليكون) وهي من أخطرها، حيث يمكن أن يسبب مرض السليكوزيس، ومن الأنشطة المختلفة والتي ينتج عنها أتربة ملوثة ما يلي:

- نشاط خلط الخرسانة والذي ينتج أتربة أسمنت ورمال وأتربة دولوميت وأتربة حجر جيري.
- نشاط الحفر والردم والتسوية والذي ينتج عنه أتربة بصفة عامة ورمال.
- أعمال المحاجر التي ينتج عنها أتربة طبقاً لطبيعة المحجر (رمل-حجر جيري-دوليت-جرانيت-..إلخ).
- أعمال النجارة والتي ينتج عنها أتربة نشارة رطبة أو مبللة.
- حركة المعدات والتي ينتج عنها أتربة.

ويختلف تأثير الأتربة المستنشقة اختلافاً كبيراً طبقاً لنوع مادتها وحجم جزيئاتها، وتتدرج هذه التأثيرات من تأثيرات تسبب المضايقة فقط وبعض الحساسية، إلى تأثيرات تسبب أمراض خطيرة مثل التحجر الرئوي (السليكوزيس)أو الأسبستوزيس أو المواد المسرطنة وغيرها من الأمراض الصدرية والجلدية، ومن الضروري عند عمل قياسات لتركيز الأتربة معرفة نوع الأتربة المنبعثة أو الموجودة في بيئة العمل وحجم جزيئاتها.(١)

وينتج عن عمليات التشييد تلوث للمياه أيضاً، ويعرف تلوث المياه بأنه إدخال أية مواد أو طاقة في البيئة المائية بطريقة إرادية أو غير إرادية مباشرة أو غير مباشرة، ينتج عنه ضرر بالموارد الحية أو غير الحية أو يهدد صحة الإنسان أو يعوق الأنشطة المائية.(م.٦،ص٤) ويحدث مثل هذا التلوث نتيجة قابلية العديد من ملوثات الهواء السابقة خلال جميع عمليات التنفيذ على الذوبان.

(١) أحمد حسين أحمد حمدي، المواد الصلبة العالقة والأتربة كملوث بيئي لهواء الناتج عن أنشطة الشركة، إدارة البيئة-المقاولون العرب، ٢٠٠٢م،ص١.

كما ينتج عن عمليات التشييد المختلفة تلوث للتربة حيث يتم التخلص من النفايات عادة من خلال عدة عمليات لا تؤدي إلى استخلاص المواد أو إعادة استخدامها، مثل الطمي في الأرض أو الحقن العميق أو التصريف للمياه السطحية أو المعالجة البيولوجية أو المعالجة الفيزيائية الكيميائية أو التخزين الدائم أو الترميد مما يؤدي إلى

الصناعات	المواد المنبعثة
مصانع الصلب	الجسيمات-الدخان-أول أكسيد الكربون-الفلوريدات
الصناعات غير الحديدية	ثاني أكسيد الكبريت-الجسيمات-معادن مختلفة
مصانع الأسمنت البورتلاندي	الجسيمات-مركبات الكبريت
مسابك الصلب وحديد الزهر الرمادي	الجسيمات-الدخان-الروائح
مصانع السبائك الحديدية	الجسيمات
قماين الجير	الجسيمات
صناعة الألمونيوم	الجسيمات-الفلوريدات

جدول(٢-١٥): بعض الصناعات والانبعاثات المختلفة المقترنة بكل منها.[1]

تلوث التربة.(٢٠٠٦،ص٥)

٢-٤-١-٤-تلوث المنشآت في مرحلة تشييد المبنى

يلاحظ أن صناعة التشييد والبناء تؤثر بالسلب على نفسها، وذلك من خلال أنشطتها المتعددة والتي يمكن اعتبارها أحد مصادر التلوث البيئي للعديد من عناصر ومكونات المنشآت، حيث تؤثر ملوثات الهواء على المواد إما بالتآكل أو الاتساخ أو الإتلاف وخاصة للحوائط الخارجية للمباني، ومن أبرز ملوثات الهواء ما ينتج عن مصانع مواد البناء نفسها، حيث ينشأ عن صناعة الأسمنت مثلاً العديد من الملوثات من عدة أماكن هي ما تسمى بالمناطق المفتوحة داخل المصنع، إلى جانب ما ينشأ عن مداخن أفران الكلنكر حيث تصل كمية الأتربة المتصاعدة من مداخن صناعة الأسمنت الجافة ما يقرب من ١٤٠ كجم لكل طن منتج.

كما ينتج عن صناعة الطوب الطفلي كمية كبيرة من الملوثات، حيث تعتمد الطريقة التقليدية في هذه الصناعة على استخدام وعاء يحوي المازوت الذي يتم به إنزال الوقود منه على هيئة قطرات يتم التحكم يدوياً في معدلاتها حيث تشتعل مع الهواء الذي يدخل إلى الفرن من فتحات جانبية، ولقد وجد أن تطوير عملية الاحتراق لمصانع الطوب تؤدي إلى خفض تركيزات الدخان وأول أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى ٩٨% من الانبعاثات التي تقذف بها مداخن المصانع التقليدية للهواء والتي تتسبب في تلف العديد من واجهات المباني المجاورة، كما ينتج عن صناعة الحديد والصلب ملوثات عديدة أهمها القطران وثاني أكسيد الكبريت وكبريتات الهيدروجين وأكاسيد النيتروجين

والجسيمات العالقة والمواد العضوية المتطايرة والمركبات العضوية الأروماتية وغيرهم، وجميع هذه المواد تؤثر بالسلب على المنشآت القائمة في المحيط حولها. (١)

٢-٤-٢-تدهور البيئة في مرحلة تشييد المبنى

يعرف تدهور البيئة بأنه التأثير على البيئة بما يقلل من قيمتها أو يشوه من طبيعتها البيئية أو يستنزف مواردها أو يضر بالكائنات الحية بالهدر في مكوناتها.(م،٦٠،ص٣) ويكون الهدر بالزيادة أو بالنقصان نتيجة الاستخدام الخاطئ لعناصر البيئة المختلفة مما يؤدي إلى خلل في التوازن البيئي، فمثلاً إذا كان أحد عناصر البيئة متوفر محلياً وتم استخدام آخر غير متوفر فإن ذلك يعتبر هدر لمكونات البيئة خاصة إذا كان زيادة المحتوى من المحلي منها يسبب ضرراً بالبيئة، وبالتالي فإن استيراد أي من الموارد كالمواد أو العمالة أو غيرهما مع وجود موارد بديلة متوفرة محلياً ولها نفس الجودة أو يمكنها إعطاء نتائج متقاربة مع السابقة يعتبر تدهور بالزيادة للبيئة، كما أن استعمال معدات البناء بدلاً من العمالة مع وجود نسبة كبيرة عاطلة منها يمكنها أن تؤدي نفس العمل بطاقة متقاربة يعتبر تدهور بالزيادة للبيئة، كما يظهر التدهور بالزيادة عند تراكم أحد المواد غير المستغلة والتي يؤدي عدم استغلالها الاستغلال الأمثل إلى تلفها أو هجومها على الأراضي المجاورة، أما عن الهدر نتيجة زيادة الاستخدام وهو ما يمثل التدهور بالنقصان فهو أيضاً أحد مظاهر تدهور البيئة بما يعني الاستخدام المفرط لأحد مكونات البيئة دون مراعاة إمكانية نضوبها أو ندرتها كما في حالة الأخشاب.(م،٦٠،ص٣)

وتؤدي مرحلة تشييد المبنى إلى تدهور كبير بالبيئة، وهذا التدهور يشمل جميع العناصر المكونة للبيئة ويمكن فيما يلي استعراض بعض مظاهر هذا التدهور.

٢-٣-٢-١-تدهور الكائنات الحية في مرحلة تشييد المبنى

يتأثر العنصر البشري بمرحلة التشييد من خلال ثلاثة محاور أساسية، المحور الأول يتمثل في العاملين بقطاع التشييد، ولقد سبق ذكر كيفية تدهور هذه العمالة بعدم الاهتمام بالتوازن الأمثل بين نسبة المعدات والعمالة تبعاً لنسبة العمالة المتوفرة في البلاد المختلفة، حيث أن البلاد النامية كمصر تتميز بكبر الشريحة العمالية في قطاع التشييد بها وبالتالي فإن الاستغناء عنها والتحول إلى المعدات أو العمالة المستوردة على الرغم مما يمكن الحصول عليه من نتائج متقاربة في المنتج والطاقة المستهلكة من العمالة المحلية يمثل هدراً يتفاقم مع مرور الزمن، ويظهر هذا التأثير بزيادة البطالة في المجتمع.

(١) محمود محمد نصرالله-وزارة الدولة للبحث العلمي-أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، سلسلة قضايا بيئية معاصرة-تلوث الهواء وحماية البيئة الهوائية، ٢٠٠١م،ص٥٧.

ويمثل المحور الثاني السكان المحيطين بمواقع التشييد، وينتج الهدر عن إهمال المقاولين أو سوء اختيار مواد البناء المشيدة، حيث ينتج عن عدم الاهتمام بالحفر والخنادق التي يتم حفرها أثناء تشييد العديد من المشروعات والتي لا يقوم المقاولون بردمها إلى حوادث متكررة ومخاطر لا يمكن إهمالها، كما ينجم عن عدم الاهتمام بمد البالوعات في الطريق الذي يتم فيه صرف المياه الجوفية ومياه النشع أثناء مرحلة وضع الأساسات ما يترتب عنه من مخاطر الوقوع فيها والغرق للصغار والكبار على حد سواء، ويؤدي عدم الاهتمام بوضع علامات تحذيرية أثناء حفر الأساسات وكذلك عدم وضع أسوار متينة حول المكان إلى حوادث سقوط السيارات و الأفراد.(م٥٠،ص٢)

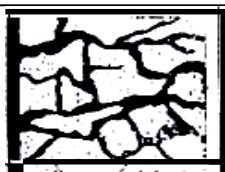
ويؤدي عدم مراعاة قوانين عدم إشغال الطرق ما يتسبب عنه من اختناقات المرور والإقلال من راحة سكان المناطق المجاورة أثناء النهار والليل لشدة الضوضاء والاهتزازات والإضاءة ليلاً، مما يؤثر على صحة هؤلاء السكان، وتزداد حدة هذه المعاناة عند عدم الالتزام بتواريخ نهو الأعمال مما يزيد من فترة التعرض،(م٥٠،ص٢) ويؤدي إهمال المقاولين العاملين في المواقع بإزالة تراكمات المواد المتبقية من عمليات البناء وتشويناتها ما يتسبب عنه من زيادة مستمرة في المواد العالقة، والذي تزداد حدته مع زيادة حركة المرور في الشوارع والتي تزداد بها هذه التراكمات وخصوصاً في المناطق العمرانية الجديدة.

ويمثل المحور الثالث السكان قاطني المكان بعد إنشاؤه، ومن أهم الأخطار التي تواجه الإنسان في البيئة المشيدة هو الناتج عن سوء اختيار مواد الإنشاء، حيث أن الإنسان يسكن داخل الفراغات ٩٠%من حياته، فلابد من أن يكون هذا الفراغ صحي ويجب أن تتوفر في مواد البناء ما يلي:

- أن تكون ذات قدرة على التنفس، وهو ما يشجع استخدام مواد البناء الطبيعية قدر الإمكان كالطين والابتعاد عن المواد المصنعة قدر الإمكان، أو عدم التأثير على المواد الطبيعية بأخرى مصنعة كدهان الخشب، بحيث تسمح مادة البناء بامتصاص الماء وطرحه بسهولة بدون التأثير على خاصيتها الفيزيائية كالعازلية الحرارية. (١) (انظر شكل(٢-٢٢))

(١) لابد أن تسمح مواد البناء بدخول الأوكسجين والهواء النقي إلى الفراغ وطرح الهواء المستخدم إلى الخارج، وهذا يرتبط مباشرة مع توازن ضغط بخار الماء مع تفادي التزايد بالرطوبة أو الجفاف الكبير بالهواء، ويتدنى مثلاً التأثير الصحي الجيد لمادة مثل الخشب الطبيعي إذا طليت بمادة غير مناسبة، وفي الأبنية يسبب تجمع الرطوبة المخنوقة داخل طبقتين إلى تعفن المادة وتلفها السريع،(م.١٩-١،ص٩٩٠) وفي أيام الصيف الحارة يمكن بحرارة ٣٠°درجة و٨٠%رطوبة أن يصبح التنفس صعباً، ويحتاج الجسم لترطيب وتبريد من خلال الجلد الخارجي عن طريق التعرق، لكن الخطر يكمن إذا جف الجسم بهذه العملية، وهذا لا يحدث إذا عوض الضياع بالماء عبر كمية مناسبة من السوائل، وتختلف خاصية الامتصاص من مادة إلى أخرى فالمادة الطبيعية هي مادة خفيفة الوزن نسبياً تختزن كمية ماء أكبر من المادة العازلة المصنعة، وذلك لأن المادة الطبيعية المتشكلة من الماء والشمس تستطيع امتصاص الماء وطرحه بسهولة وبدون التأثير على خاصيتها الفيزيائية كالعازلية الحرارية، ومثل هذه العلاقة غير موجودة بالمواد المصنعة التي إذا ملأت فراغاتها بالماء تصبح عالية الناقلية للحرارة، ومن أمثلة المواد الطبيعية الطين (القرميد)والجبس والخشب والفلين والقش وجوز الهند والعوازل السيللوزية ومن المهم الأخذ في الاعتبار أن تغيير مجرى الماء أفضل من صده أو سده وهذا المفهوم يبقي صالحاً للتعامل مع العنصر الإنشائي.(م.١٩-١،ص٩٩٢)

- أن تكون ذات قدرة على حماية الإنسان من الحرارة وذلك لتجنب الضياع الحراري للجسم، حيث أن الحياة داخل فراغ ذا حرارة ثابتة ومنتظمة عبر الأيام والسنوات تعرض الساكن فيها إلى تعب ذهني وجسدي، وذلك لأن كل عضو بحاجة إلى تمارين وحركة لبقائه، وتبقى الاختلافات في درجة الحرارة محركة وفاعلة. (١) (م.١٩-١،ص٩٩٣)
- أن تسمح مادة البناء بالتهوية حيث لابد من دخول الهواء النقي إلى الفراغ بشكل مستمر، وإلا فإن الحياة في فراغ محكم الإغلاق يحتوي فقط على نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون ٠,٠٦% من نسبة أوكسجين تحت ١٥% يتعب الجسم ويقلل من نشاطه ويؤدي إلى ألم شديد بالرأس.(م.١٩-١،ص٩٩٣)

	شبكة من الأنابيب الشعرية الجيدة، ذات أقطار مختلفة الأبعاد. إمكانية امتصاص كمية كبيرة من الماء وطرح رطوبة عالية. مثل: الطين، القرميد والجبس.
	تشكيل ذو خلايا مغلقة مع القليل من الأنابيب الشعرية بين الخلايا، امتصاص عالي للرطوبة وطرح كمية قليلة من الرطوبة. مثل: الخرسانة المسلحة.
	تشكيل من مسامات وأنابيب شعرية قليلة ومغلقة، إعطاء رطوبة قليلة مثل الخرسانة الثقيلة.

شكل(٢-٢٢):مقاطع توضح نسبة الرطوبة لمواد الجدران المختلفة.(م.١٩-١،ص١٠٠٣)

٢-٤-٢-٢-تدهور المواد الخام والطاقة الحفرية في مرحلة تشييد المبنى

ويظهر هذا النوع من التدهور نتيجة الاستخدام غير المنظم أو المدروس لكليهما مما يؤدي إلى نضوب معظمها والتي يتم استهلاكها بطريقة شرهه مع قلتها، في حين يتم الهدر في أنواع أخرى منها نتيجة عدم استغلالها على الرغم من توافرها وما لها من مميزات قد يكون الإغفال عنها جريمة، ومن أهم عوامل تدهور المواد الخام هو عدم مراعاة محلية هذه المواد، وفي مصر نجد أن مواد البناء المستخدمة إما أن يتم فيها استنفاذ الخامات بشكل كبير لإنتاجها كما في حالة صناعة الطوب الأحمر، أو استخدام مجموعة من مواد البناء غير المحلية والتي يتم استيرادها من الخارج مع إغفال إمكانيات الأرض لإنتاج مواد بناء محلية، ويتأثر سوق مواد البناء بدرجة كبيرة بأسلوب التنفيذ

(١) يعتبر حماية الإنسان من الحرارة من أهم وظائف المنزل، وجسم الإنسان له ميزة كبيرة كونه دافئ ويتحول ٧٠% من هذه الحرارة عبر الإشعاع و ٣٠% فقط من خلال التنفس والنقل وتتغير هذه النسبة متأثرة بالمحيط، ويلاحظ أن درجة حرارة مساحات الفراغ المحيط من جدران وأرضيات تساعد على التبادل الإشعاعي وهي أفضل بكثير من حرارة الهواء المحيط بالجسم من أجل التوازن الحراري لجسم الإنسان، ويكون الهدف من المسكن هو التقليل من عملية الاستقلاب وتحويل الطاقة، وبالتالي لابد من زيادة درجة حرارة الفراغ الداخلي أو تقليله لتجنب الضياع الحراري للجسم.(م.١٩-١،ص٩٩٣)

المستخدم، فطريقة الإنشاء التقليدية تزيد الطلب على مواد البناء التقليدية كالرمل والـزلط والطـوب والخشـب والحجر، كما توجه الطلب على الأسمنت والحديد وهما من مواد البناء التي ليست بالكامل محلية، كما توجه الطلب على مواد بناء مستحدثة أخرى معظمها مستوردة وضارة بيئياً.(م٩٠،ص١٦١)

وتعتبر الأرض بما فيها من معادن تكونت خلال ملايين السنين عرضها بالنسبة للإنسان ثابت بـالمعنى المـادي، ولابد أن يأتي الوقت الذي ينضب فيه، وتوجد موارد تستهلك أو تفنى بالاستعمال وموارد أخرى لا يمكن إعـادة استخدامها، لذلك فقد يكون التركيز الرئيسي حول المعدل الأمثل لاستخدامها عبر الزمن مع مراعاة إمكانية إعادة الاستعمال، فالحديد والصلب الخردة مثلاً يمكن صهرهما واستعمالهما من جديد في صـناعة منتجـات الحديـد والصلب، وعلى الرغم من أن هذه المواد لها أرصدة إلا أن إعادة الاستعمال يمكن أن يساعد في الإبقاء على الرصيد الكلي لهذه الموارد ثابتاً على مدار الزمن إذا كانت نسبة إعادة الاستعمال ١٠٠%.(م٤٠،ص٥٣) في حين أن تصـنيع الخشب يعتبر من بين العمليات الأكثر تدميراً للأنشطة البشرية، فقطع الأشجار يدمر عادة الأنظمة البيئية للغابـات كما أن تحويل الأشجار إلى منتجات خشبية يتضمن عدة عمليات شديدة التلويث. (١)

ويلاحظ التدهور البيئي الناجم عن الاستهلاك غير المرشد للمواد الخام في استخدام ٤٠%من الحجـر والـزلط والرمل و٢٥% من الخشب الخام في البناء مما يؤدي إلى النقص البيولوجي بالطبيعة،(م٥٠،ص١) كما يظهر التدهور في استهلاك المواد بشكل كبير دون مبرر بسبب عوامل الأمان في تصميم الهيكل الإنشائي خوفاً من السرقات التي قد تحدث ولضمان الحصول على مستوى التنفيذ المطلوب، كما نجد أنه في طرق الإنشاء المصنعة يـزداد الاسـتهلاك بسبب التوحيد النمطي للنماذج المنتجة وكذلك الاحتياج إلى تزويد الوحدات المصنعة بتركيبات تساعد على نقلها، هذا بالإضافة إلى الزيادة في التسليح أو إضافة تركيبات خاصة لمقاومة العزوم أثناء الرفع والتركيـب.(م٩٠،ص١٦١) ومعظم مواد البناء كالرمل والزلط يتم إهدارها عن إهمال نتيجة تشوينها على الأرصفة وفي الطرقات ممـا يجعلـها عرضة للرياح وتيارات الهواء والمركبات التي تمر عليها مما يؤدي إلى تطايرها وتناثرها.(٢)

ولقد كان لاستخدام المواد الطبيعية بكميات هائلة استنفاذ النوعيات الجيدة منها، واضطرار الصـناعة الآن إلى استخدام مواد بديلة ليست لها الصفات الجيدة مثل سابقتها أو الاستعاضة عنها بمواد مخلقة مثل البلاستيك ومشتقاته والمواد القطرانية المعالجة والحديد في إعداد السقالات وشدات المباني مثلاً.(م٥٠،ص٤)

٢-٣-٢-٣- تدهور المحيط الحيوي في مرحلة تشييد المبنى

(١) جون.إ.يونج-ترجمة شويكار زكي، الاستفادة من المفايات، مصر-كندا، ص٨.

(٢) رئاسة مجلس الوزراء-وزارة الدولة لشئون البيئة-الإدارة العامة للمخلفات الصلبة، الوثيقة الإرشادية لمنظومة المخلفات الصلبة في مصر، ٢٠٠١م، ص٣.

يلاحظ التدهو ر البيئي الكبير الناجم عن الاستهلاك غير المرشد لمكونات المحيط الحيوي نتيجة عمليات التشييد، فمثلاً يتم استخدام ١٦% من الماء في البناء مما يؤدي إلى التأثير على الزراعة،(م.٥،ص١) وتؤدي نـواتج ومخلفـات التشييد إلى تراكم النفايات مثل المواد الثقيلة مما يؤدي إلى تدهور التربة أسفلها بما تحويه من مكونات، كمـا أنـه نتيجة الصناعات الكثيرة والمتعددة فإن ذلك يؤدي إلى الاستهلاك الزائد لموارد الطبيعة مما يؤدي إلى اختلال ميـزان البيئة.(م.٢٣،ص٢٥)

وتظهر مشكلة تدهور الطاقات الطبيعية بخاصة في المناطق الصناعية، فمثلاً في منطقة حلوان يظهر التأثير الكـبير على الطاقة الشمسية حيث أنها تضم ما يزيد على ١٢٠ مصنعاً من أهمها مصانع الصناعات الثقيلة مثـل الحديـد والصلب وصناعات الأسمنت، بالإضافة إلى بعض الصناعات المعدنية وصناعة الأخشاب والطوب والفخار والـتي معظمها مواد بناء مستخدمة حالياً، وقد أظهرت الدراسة أن مشاكل التلوث البيئي بالمنطقة يتزايد عاماً بعد عـام وأن نقاء هوائها في تدهور مستمر، (١) (م.٢٩،ص١) ولقد أوضحت تحاليل تلك الأتربة المتساقطة والعالقة بهواء المنطقة أنها تنبعث أساساً في عمليات تصنيع الأسمنت.(٢) ولقد أدى وجود هذه الأتربة العالقة إلى تدهور بعض الطاقـات الطبيعية، حيث أدت إلى انخفاض مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على مدينة حلوان بمعدلات تراوحت في بعـض الأحيان بين حوالي ٣٠ % إلى ٤٠% من مقاديرها الطبيعية، ويتركز هذا النقص عادة في الأشعة البنفسجية الـتي تحتوي على فيتامين د، والتي أكسبت منطقة حلوان إلى سنوات قليلة مضت أهمية وشهرة خاصة في مجال العـلاج والسياحة العلاجية، كما تؤدي الأتربة العالقة بالهواء وكذلك الدخان إلى تعتيم الجو مما يؤدي إلى صعوبة الرؤيـة ومن ثم زيادة حوادث الطرق، بالإضافة إلى اضطرار المنشآت الصناعية والتجارية والمحال العامة ودور الحكومـة إلى استعمال الكهرباء نهاراً.(٣)

٢-٤-٢-٤ تدهور المنشآت في مرحلة تشييد المبنى

يظهر التدهور العمراني للمنشآت بظهور مواد وأساليب بناء جديدة واستخدامها دون وعي مما يتسبب في تدهور العمران السابق بالانصراف عنه وعن المتعارف عليه وعدم تطويره أو الاستفادة منه، وتدهور العمران المستقبلي نظراً

---

(١) وجد أن المتوسط السنوي لتساقط الأتربة في المنطقة من المعادي حتى جنوب التبين بلغ في عام ١٩٦٧م حوالي ١٤٥ طناً/ميل مربع في الشهر، ارتفع إلى ٣١٥ طناً/ميل مربع في الشهر عام ١٩٧٤م ثم إلى ٣٧٧ طناً/ميل مربع في الشهر خلال عام ١٩٧٨م، وبمعرفة أن مستويات تركيزات الأتربة المتساقطة في أحواء المدن يجب أن لا تتجاوز ١٥ طناً/ميل مربع في الشهر بالنسبة للمناطق السكنية يتضح مدى خطورة معدلات تساقط الأتربة في هواء مدينة القاهرة الكبرى، والذي يزيد في عام ١٩٧٨م بما يتراوح بين حوالي ٧ أضعاف كحد أدنى وأكثر من ٢٥ ضعفاً كحد أقصى عن الحد المسموح به، كما وصل المتوسط السنوي لتساقط الأتربة فوق المنطقة السكنية جنوب شركات الأسمنت إلى أكثر من ٧٠كجم/م^{٢} شهر كمتوسط سنوي، وهذه المعدلات ضعف الحدود التي تسمى تلوث كثيف جداً بالأتربة، كما وجد أن تركيزاتها بهواء المنطقة قد يصل إلى ١٩٠٠ ميكروجرام/م^{٢} بجوار شركات الأسمنت لذا فإن المتوسط السنوي فوق بعض المناطق السكنية يصل في بعض الأحيان لأكثر من ٢٠ ضعف الحد المسموح به بالهواء وهو ٩٠ ميكروجرام/م^{٣} متوسط سنوي.(م.٢٩،ص١)

(٢) وذلك أن محتواها من عناصر الكالسيوم والألمونيوم تتشابه تماماً مع أتربة صناعة الأسمنت.(م.٢٩،ص١)

(٣) ثناء عبد الجليل-الهيئة العامة للاستعلامات-وزارة الإعلام، تلوث البيئة، ص٣.

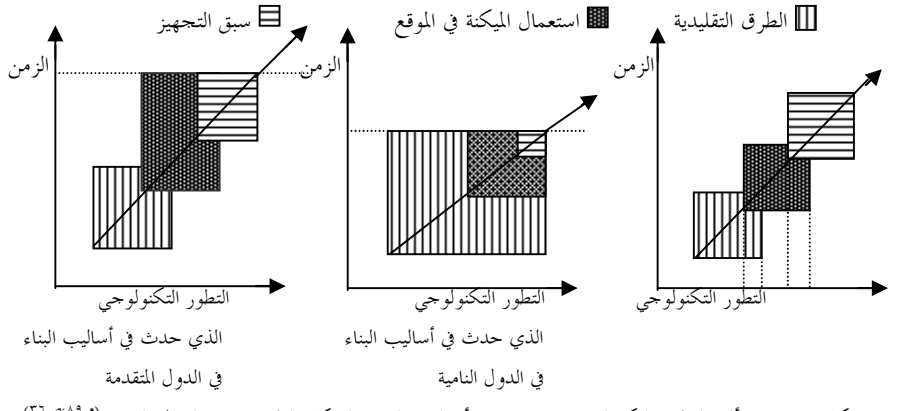
لعدم الخبرة الكافية للتعامل مع الأساليب والمواد الجديدة قبل تطبيقها، وتظهر التداعيات العمرانية الناتجة عن تطبيقات تكنولوجيا البناء والتي تكمن في عدم توفير الوقت الكافي لاكتساب الخبرة والتقنية المناسبة للتفاعل والتعايش مع مواد البناء الجديدة، وهذه التداعيات تظهر غالباً عند بداية كل نظام تكنولوجي جديد، حيث عدم توفر المعلومات الكافية عن خواص المادة وخضوع تطبيقاتها في البداية للتجربة والخطأ، أو القياسات النظرية دون وجود سابق تجربة عملية يؤدي إلى نوع من التدهور.(انظر شكل(٢-٢٣))

وهذا يعني أن التطور الطبيعي في تكنولوجيا البناء يلزم لكل نظام تكنولوجي جديد المرور خلال ثلاث مراحل، المرحلة الأولى وهي مرحلة الاقتباس والاعتماد على ما سبق من أساليب تكنولوجية وهي فترة النمو، والمرحلة الثانية وهي فترة الانتشار والبحث عن إمكانية التطور، والمرحلة الثالثة هي فترة الذروة والتي يصاحبها بلوغ درجة التعايش بين المجتمع والنظام التكنولوجي الجديد، وهذا يعني أن لكل نظام تكنولوجي دورة حياة يبدأ فيها ضعيفاً ثم يقوى تدريجياً حتى يصل إلى القمة هذا بالنسبة للمجتمعات القادرة على التعايش مع التطورات التكنولوجية، أما بالنسبة للمجتمعات غير القادرة على استيعاب نظام تكنولوجي دخيل عليها غالباً فإنه ينتج عن هذا النظام تدهور عمراني للنتاج العمراني للمجتمع، ثم ينتهي أو يثبت بظهور نظام تكنولوجي جديد،(م.٧٠،ص٥٤) ويمكن رصد مظاهر التدهور العمراني الناتج عن ظهور مواد ونظم بناء جديدة أو عن تعدد استخدام نظم تكنولوجية مختلفة في منطقة واحدة في الآتي:

- التضاد الناتج عن نماذج تطبيقات نظم إنشائية قديمة جنباً إلى جنب مع نظم أخرى حديثة، الأمر الذي يشوه الصورة العمرانية للمكان.
- تغير استعمال المباني بخاصة في الطابق السفلي نظراً لطبيعة مواد ونظم البناء التي سمحت بإمكانية تغيير استعمالات المباني.
- هدم المباني القديمة وإحلالها بمباني حديثة الأمر الذي يؤدي إلى فقدان جزء من تاريخ المدينة أو المنطقة ومراحل تطورها، مما يتعذر معه عمل تطوير أو تحسين مستقبلي للمنطقة.(م.٥،ص٥)

ويعتبر عدم إدماج المكونات الإنشائية التي من شأنها التمكين من عمليات الصيانة للمباني والمشروعات المشيدة خطأً كبيراً، ويكون نتيجة قصر العمر الافتراضي للمنشأ إهدار أكبر في إصلاحه بعد تدهوره، وفي بعض الأحيان يصبح إزالة المنشأ ضرورة لابد منها.(م.٥،ص٥) كما قد يسبب الإهمال في إزالة مخلفات المباني إلى سدد في مواسير الصرف الصحي ويصل معظمها إلى بالوعات الصرف الصحي كطريقة سهلة للتخلص منها.(م.٥،ص٢)

ويلاحظ أن الخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى يظل يؤثر على منظومة البناء ككل خلال مراحله المختلفة من تشييد إلى تشغيل إلى هدم ، وقد تم ذكر ما قد يسببه سوء اختيار مواد البناء المختلفة من تأثيرات ضارة خلال جميع هذه المراحل، وبالتالي يراعى في مرحلة التشييد الاهتمام بالعوامل البيئية للمراحل العمرية للمبنى ككل، كما يلاحظ أن بعض المواد مثل الخرسانة المسلحة في بعض المواقع تؤدي إلى قطع دورات التوازن بالموقع وتدمر الحياة البرية فيها وخاصة المناطق ذات الحساسية البيئية.(م.٨٢،ص٤١)



شكل(٢-٢٣):تأثير التطور التكنولوجي على مواد وأساليب البناء بالشكل الطبيعي وفي الدول النامية.(م٨٩،ص٣٦)

٢-٤-٣-بعض أمثلة الخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى

يوجد العديد من الأمثلة الواضحة للخلل البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى من خلال أقسامها المختلفة من تصنيع مواد بناء ونقل وتنفيذ، ويلاحظ أن الخلل البيئي الناجم عن عمليات التنفيذ تتركز بصورة أساسية في مخلفات البناء والتلوث السمعي إلى جانب تطاير الأتربة والغبار الناتج عن العمل، ومن أكثر الأمثلة وضوحاً على ذلك عملية خلط الخرسانة وذلك لكثرة مكوناتها والأعمال المتعلقة بها وسهولة تطاير موادها، أما في عملية النقل فيظهر الخلل البيئي بها نتيجة تطاير الأتربة أو هوالك مواد البناء سواء خلال المسافة المقطوعة أو عمليات التداول والتفريغ والتحميل.

ومما هو جدير بالذكر أن تأثير كلاً من المرحلتين السابقتين لا تضاهي أبداً ما ينجم عن مرحلة تصنيع مواد البناء من تأثير مدمر، وهو ما يوجه إلى أهمية الاختيار المناسب لمادة البناء المستخدمة والتي تكون مناسبة بيئياً والتي تحد من التأثير السلبي على مكونات البيئة المختلفة، وتوجد مجموعة من المواد التي تؤدي طاقة تصنيعها إلى تأثير شديد على البيئة المحيطة معظمها يتم استخدامه حالياً على نطاق واسع، ومن أمثلة هذه المواد الأسمنت وحديد التسليح والألمونيوم، وفيما يلي سيتم التركيز على صناعة الأسمنت كمثال للخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى نظراً لأهمية هذه المادة في اقتصاد الدولة وعمرانها، وكونها مادة البناء الأساسية الأكثر استخداماً وجاذبية.

٢-٤-٣-١-الخلل البيئي الناتج عن صناعة الأسمنت

يعتبر الخلل الناجم عن صناعة الأسمنت وما يحدث خلال مراحل تصنيع الأسمنت من تكسير وطحن وتصحيح لنسبة الحجر الجيري والكلسنة والحرق والتبريد إلى تكسير الكلنكر والتعبئة من أهم أمثلة الخلل البيئي عامة ولمرحلة التشييد خاصة،(م٩٣،ص٤٢،٤٠) وذلك من خلال تطاير الأتربة والتي تقدر بحوالي ١٠% من حجم المواد الخام

المستخدمة، كما تتصاعد خلال عملية الحرق والمزج مجموعة من الغازات الناتجة عن مواد الحريق حاملة جزيئات دقيقة من الأسمنت تقدر بحوالي ٥% من المواد الخام، ونتيجة لزيادة الإنتاج في مصانع الأسمنت زادت كمية الأتربة المتطايرة كذا كمية الغازات المتصاعدة مما أثر تأثيراً سلبياً على البيئة وزاد من تلوثها، ولذلك يجب استخدام تكنولوجيا متطورة لإنتاج الأسمنت من أجل تحقيق المستهدف من الإنتاج والحفاظ على البيئة ومنع أو تخفيف ما يلحق بها من أضرار، أو استبدال مادة الأسمنت بأخرى بديلة تكون صديقة للبيئة.(م.ب.ن،٩٣،ص٤٤)(انظر جدول(٢-١٦))

وتختلف نوعية الملوثات الناتجة من طريقة الإنتاج الرطبة عن الملوثات الناتجة من طريقة الإنتاج الجافة للأسمنت في مرحلة الحريق، حيث تبلغ نسبة الأتربة الخارجة من الطريقة الرطبة لتصنيع الأسمنت Wet process نحو ٥ % بينما في الطريقة الجافة لتصنيع الأسمنت Dry Process فإنه يتخلف عنها كمية كبيرة من الأتربة تتراوح بين ٥% و١٠% من حجم الإنتاج، كما يوجد في هذه الأتربة أملاح قد تؤثر على الفلاتر لكن من مميزات الطريقة الجافة الاقتصاد في استهلاك الطاقة إذ تصل إلى ٨٠٠-٩٠٠ كيلوكالوري/١ كجم كلنكر، أما الطريقة الرطبة فتتراوح ما بين ١٢٠٠-١٥٠٠ كيلوكالوري/١ كجم كلنكر.(م.ب.ن،٩٣،ص٣٩)

وتظهر الآثار البيئية الناتجة عن صناعة الأسمنت من خلال الآتي:

- تلوث الكائنات الحية، حيث تتعرض العمالة إلى التلوث بشكل مركز داخل بيئة العمل وبشكل أقل خارج بيئة العمل مما يؤدي إلى خسائر بشرية عالية والتي قد تؤدي إلى الانقطاع عن العمل، وفاقد هذا الانقطاع قد يؤثر على إنتاجية العمل، وقد ينشأ عنها انخفاض ملحوظ يتمثل في المقارنة بين ما كان ينتجه العامل بعد الإصابات والأمراض المهنية وبين ما كان ينتجه سابقاً، ويتضح ما إذا كانت تؤثر على مستوى الإنتاج كماً ونوعاً داخل الوحدة الاقتصادية بسبب التلوث الناجم عن صناعة الأسمنت، وتسبب أتربة الأسمنت أضراراً بالغة تتمثل في أمراض الحساسية وتحجر الرئة والالتهاب الرئوي بالإضافة إلى الأمراض الجلدية والنفسية وأمراض العيون.(م.ب.ن،٩٣،ص٤)

- التلوث المؤثر على المواد، حيث ينتج عن تصنيع الأسمنت من البحص الكلسي ومن تربة الأرض تحت درجة عالية تحلل المعادن الثقيلة وتلوث والأراضي المحيطة، وإن مثل هذا التلوث يشابه التلوث بالرصاص.(م.ب.ن-١٩،ص١،٩٩٢) وتؤثر ملوثات الأسمنت على الآلات والمعدات الكهربائية المستخدمة في الإنتاج، إذ تساهم جسيمات الأتربة في صدأ وتآكل وضعف إجهاد التوصيلات الكهربائية، ويؤدي ذلك إلى نقص العمر الافتراضي لهذه التوصيلات وزيادة عملية الصيانة غير العادية لها، وتتمثل الأضرار في المواد الخام في تغيير الخصائص الأصلية للمواد بما يؤثر سلباً على جودة النواتج المرحلية والنهائية، ونقص العمر الافتراضي للمواد وشراء مواد أخرى بديلة وما قد يقترن بها من خسائر اختيار بديل ذو جودة أقل أو بديل رديء.(م.ب.ن،٩٣،ص٩٥)

- تلوث المحيط الحيوي، حيث تؤثر صناعة الأسمنت تأثيراً واضحاً على معدلات تلوث الهواء في المناطق المجاورة للمصانع، حيث يتم طحن كميات ضخمة من المواد الخام والتي ينتج عنها كميات كبيرة من الأتربة، كما تنتج المصانع ملوثات الهواء الغازية مثل ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وأتربة الكالسيوم والسيليكا

والكبريتات والمواد القطرانية، وقد أدى تمركز الصناعات حول القاهرة إلى تلوث هوائها الذي يحوي ٢٤٠ميكروجرام/متر مكعب من الدخان وهو أكثر من الحد المسموح به دولياً، وكذلك يصل تركيز الغازات المختلفة إلى ما هو أكثر من المسموح به بكثير نتيجة هذه الصناعة وخاصة في منطقة حلوان، [1] حيث تجاوز معدل تساقط الأتربة والتلوث الهوائي في حلوان ١٨ ضعفاً عن الحد المسموح به دولياً ولاشك أنه أصبح أكثر من ذلك الآن، والمعروف أن المتساقط من الأتربة من مداخن شركة أسمنت بورتلاند وهي إحدى الشركات الثلاثة المنتجة للأسمنت بحلوان يزيد عن ٢٠٠طن يومياً.(م.٨٣،ص١٧٤،١٧٣) (انظر شكل(٢-٢٤))

- تلوث المنشآت، حيث تؤثر معدلات تلوث الهواء في المناطق المجاورة لمصانع الأسمنت على المنشآت بالتآكل والطمر تحت أطنان الملوثات وانخفاض قيمة المباني، مما يؤدي إلى إهدار الطاقة نتيجة تنظيف وصيانة المباني وزيادة مصروفات التنظيف والصيانة الداخلية والخارجية للمباني الموجودة في المناطق الملوثة والمحيطة بمصانع الأسمنت أكثر منها بالمناطق الأخرى غير الملوثة، بالإضافة إلى فقدان المظهر الجمالي للأبنية.(م.٩٣،ص٩٧)

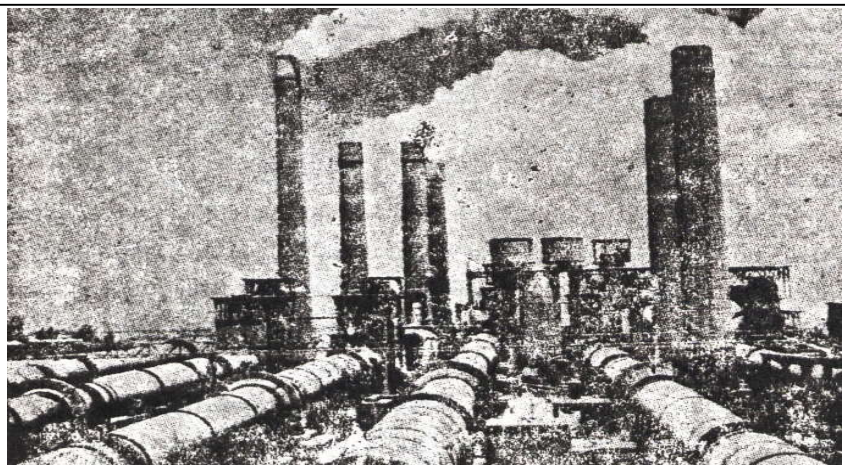
- تدهور الكائنات الحية، حيث يؤدي الزيادة المستمرة في مستوى الضوضاء الناتج عن صناعة الأسمنت إلى زيادة الإجهاد العضلي للعاملين وإرهاقهم، واحتمال فقد القدرة على السمع وانخفاض كفاءة العمل.(م.٩٣،ص١٠٤)

- تدهور المواد، حيث تعتبر المواد الملوثة جزء من المواد الخام والطاقة التي دخلت العملية الإنتاجية، وبالتالي فإن بثها في البيئة على شكل ملوثات دون عودتها إلى شكلها الأصلي قبل القيام بالعمليات الصناعية يعتبر هدر في قيمة هذه المواد كمخرجات للعمليات الإنتاجية في صورة أتربة وغازات(فاقد إنتاج)، ويفقد هذا الهدر إلى الأبد في حين يقوم بتلويث عناصر البيئة الأخرى.(م.٩٣،ص١٠٥)

- تدهور المحيط الحيوي متمثلاً في الطاقة الشمسية، حيث تعمل زيادة تركيز الدقائق في الجو على تقليل كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض، كما تمتص بعض الدقائق نسبة من هذه الأشعة وتنعكس نسبة أخرى وتتشتت في الجو بسبب الدقائق أيضاً.(م.٩٣،ص١٠٥)

---

(١) يصل تركيز ثاني أكسيد الكبريت إلى أجزاء من ١٠مليون جزء في مصر، وهي نسبة تقارب ما هو موجود في أشد المدن تلوثاً في العالم، أما أول أكسيد الكربون السام فتصل نسبته إلى ٥٥جزء في المليون في المتوسط علماً بأن الحد الأقصى المسموح به دولياً هو في حدود ٣٥جزء في المليون، وقد بلغ المتوسط السنوي لتساقط الأتربة على بعض أحياء حلوان ٣٧٧طن/ميل مربع شهر عام ١٩٧٥م في حين أن المعدل المسموح به قانوناً هو ٢٠طن/ميل مربع شهر.(م.٨٣،ص١٧٣)



شكل(٢-٢٤):مصنع شركة الأسمنت البورتلاندي بحلوان.(م.٢،ص١٥٢)

المراحل	المنتج الرئيسي	نوع الملوثات
مرحلة التحجير	حجر جيري طفلة جبس رمل	جزئيات الأتربة أكاسيد الكبريت أكاسيد الكربون أكاسيد النيتروجين
مرحلة التكسير	حجر جيري مجروش طفلة مفتتة	جزئيات الحجر والطفلة أكاسيد الكبريت
مرحلة التجهيز رطبة جافة	 خلطة العجينة خلطة الخام	 ثالث أكسيد الكبريت-أتربة فلاتر الطواحين. ثالث أكسيد الكبريت-أتربة فلاتر طواحين الخام.
مرحلة الحريق رطبة جافة	 كلنكر كلنكر	 أكاسيد الكبريت-أكاسيد النيتروجين-أول أكسيد الكربون-جزئيات الأتربة. أول أكسيد الكربون-هيدروكربونات-أكاسيد النيتروجين-ثاني أكسيد الكبريت-أتربة الباي باص-جزئيات الأتربة.
مرحلة الطحن	الأسمنت بأنواعه	ذرات الأسمنت المنبعثة من مداخن الطواحين.
مرحلة التخزين والتعبئة.	أسمنت معبأ أسمنت سائب	ذرات الأسمنت الناعمة المفقودة.

جدول(٢-١٦):مراحل إنتاج الأسمنت والمنتجات الرئيسية لها والملوثات الناتجة عن كل مرحلة.(م.٩٣،ص٤٣)

خلاصة الباب الثاني

يستهلك المبنى طاقة كبيرة لتشييده مما يمثل مجالاً هاماً لترشيد هذا الاستهلاك من خلال كل ما يتعلق به، خاصة بعد التعرف على أزمة الطاقة في مصر وأهمية الترشيد من خلال جميع القطاعات المستهلكة له بالباب الأول، (انظر ص ١) وليمكن ترشيد استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى كان لابد من التعرف على الاتجاهات ذات العلاقة بهذا الاستهلاك ليمكن الترشيد من خلالها، حيث يؤثر على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة مجموعة من العوامل والتي تؤثر على عناصر استهلا ك الطاقة خلال الأقسام المختلفة لهذا الاستهلاك، ومن هنا كان لابد من التعرف على كل من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة وعناصر استهلاك الطاقة وأقسام هذا الاستهلاك بمرحلة تشييد المبنى ليمكن من خلالها ترشيده، وليمكن الوصول إلى مفهوم العمارة الخضراء من خلال استهلاك الطاقة كان لابد من التعرف على تأثير هذه المرحلة على البيئة ومنع أي تأثير سلبي عليها.

ويؤثر على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى مجموعة من العوامل المختلفة تبدأ من مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم وحتى التحكم في الوقت، وجميع هذه العوامل ذات تأثير مباشر على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة، وسيتم في الباب الخامس طرح طرق لترشيد هذا الاستهلاك من خلال هذه العوامل، ويمكن تحليل استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال هذه العوامل كالآتي:

- تؤثر مواد البناء المستخدمة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال خواصها المختلفة والتي تسمح بزيادة أو خفض استهلاك الطاقة أثناء التعامل معها بالعمالة والمعدات خلال مرحلة التشييد، وتعتبر مواد البناء الأساسية والمساعدة والمستخدمة حالياً بكثرة في مصر من أشد المواد استهلاكاً للطاقة، خاصة أن معظمها غير محلي أو بيئي كالخرسانة المسلحة والطوب الأحمر، وسيتم في الباب الرابع ذكر مجموعة من البدائل الممكنة لهذه المواد.
- تؤثر نظم البناء المتبعة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال تحكمها في العلاقة الخاصة بالمعدات والعمالة، حيث أنها تحدد النسبة بينهما ونوعية كل منهما، ويعتبر نظام البناء المعتمد على العمالة هو أكثر النظم استخداماً في مصر على الرغم من كونه أقل النظم كفاءة، هذا إلى جانب انخفاض مستوى جودة المنشأ الناتج باستخدام هذا النظام مقارنة بالطرق المميكنة، والحاجة إلى عمالة مدربة مقارنة بنظام البناء الذاتي.
- تؤثر أساليب التنفيذ المستخدمة على المواد والمعدات والعمالة والهالك والتحكم في وقت التنفيذ بالمشروع وذلك من خلال علاقتها المباشرة بالمواد والمعدات والعمالة خلال مرحلة التنفيذ، وتعتبر أساليب التنفيذ التقليدية والمستخدمة بكثرة في مصر ذات خصائص معظمها شديدة الاستهلاك أو الهدر للطاقة، ويمكن باستخدام بدائل لهذه الأساليب علاج مشاكلها لو لم يتم علاجها بالطرق المباشرة، وسيتم في الباب الرابع ذكر مجموعة من بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة.
- تؤثر عملية التصميم على استهلاك طاقة كل من معدات وعمالة التنفيذ في مرحلة تشييد المبنى من خلال تأثيرها من شكل الوحدة وأسلوب التجميع للوحدات وعدد الغرف والأدوار وارتفاع السقف وغيرها من العوامل،

وجميع هذه العوامل التصميمية لم تهتم سابقاً بكيفية ترشيد استهلاك طاقة التشييد من خلالها في مصر، ويلاحظ أن عملية التصميم يجب أن تبدأ أولاً من ترشيد استهلاك طاقة التشغيل (استخدام المبنى)، ثم مراعاة ترشيد استهلاك طاقة التشييد من خلال المنتج السابق نظراً لتأثيرها الأكبر والأقوى على مرحلة تشغيل المبنى.

- تؤثر عملية التحكم في الوقت على الطاقة بشكل عام نظراً لكونها مدخلاً أساسياً فيها، حيث أن الطاقة هي معدل الشغل المبذول وبالتالي يحدد الزمن هذا المعدل ويتحكم فيه، ولابد من التحكم في الوقت لمنع أي هدر في استهلاك الطاقة وخاصة مع تحديد أزمنة قياسية يتم العمل فيها قدر الإمكان، ويلاحظ أن هذه العملية تحددها الكثير من عمليات الإدارة والتي أغلبها قليل الكفاءة في مصر.

يتم استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال مجموعة من العناصر المستهلكة للطاقة متمثلة في المعدات والعمالة، ويعتبر الهدر في طاقتهما من خلال هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات عناصر أخرى غير مباشرة لهذا الاستهلاك، ويتم بالتالي تحديد استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى من خلال المجموع الجبري للطاقات المستهلكة من خلال جميع ما سبق، وسيتم في الباب الخامس طرح طرق لترشيد استهلاك الطاقة لجميع هذه العناصر، ويمكن تحليل استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال هذه العناصر كالآتي:

- تستهلك المعدات طاقة تبدأ من مرحلة تصنيعها وتستمر خلال مرحلة تشغيلها وصيانتها، وتمثل طاقة التصنيع مقدار الطاقة المصروفة لتكوين المعدة، ويتم تقسيم هذه الطاقة على عدد مرات استخدامها خلال المشروعات المختلفة، وتحتسب طاقة التشغيل على أساس نوعية الطاقة المستخدمة بها، ويراعى تحويلها جميعاً إلى وحدة واحدة كالكيلووات ساعة، وبمعرفة الزمن المستغرق لتنفيذ الأعمال المختلفة يمكن استخدام المعادلة الخاصة بحاصل ضرب القدرة في الزمن للحصول على طاقة التشغيل، وتحتسب طاقة الصيانة بالمثل لجميع العمليات التي تتم لحماية المعدة من حدوث أعطال بها وإطالة عمرها قدر الإمكان.
- تستهلك العمالة طاقة تبدأ من عملية تهيئتها وتدريبها وحتى تشغيلها، ويمكن حساب طاقة تهيئة العمالة من خلال جميع العمليات المبذولة لتدريب أو تهيئة العمالة والتي تختلف وفق درجة الدقة والجودة ونوعية العمل المطلوب، ويتم تقسيم هذه الطاقة على جميع الأعمال التي يقوم بها العامل باستخدام هذه الخبرة، ويمكن حساب طاقة تشغيل العمالة من خلال عدة اتجاهات أهمها وأكثرها سهولة بتحديد قدرة العامل والتي يمكن التعرف عليها من خلال أوضاع العمل المختلفة التي يقوم بها ووزن هذا العامل، وتختلف قدرة العامل تبعاً لوضعه وصعوبة العمل الذي يقوم به، ويمكن بتحديد زمن أداء المهمة الحصول على طاقة تشغيل العامل لأداء كل عمل من خلال حاصل القدرة والزمن.
- تستهلك هوالك مواد البناء طاقة لتصنيعها ونقلها والتنفيذ بها لأي مرحلة من المراحل السابقة لإهلاكها، حيث تعتبر طاقة مهدرة لا يتم الاستفادة بها لكل من طاقتي المعدات والعمالة، ويمكن بمعرفة الطاقة المستهلكة لوحدة مواد البناء المستخدمة من خلال جميع الأقسام السابقة، وبتحديد نسبة الهالك خلال المراحل المختلقة حساب الطاقة المهدرة فيها وإضافتها إلى الطاقة الكلية.

- يستهلك سوء إدارة تنفيذ المشروعات طاقة مضافة تتمثل في طاقة المعدات والعمالة والتي تقوم بعمليات ليس من المفترض القيام بها أو التي كان يمكن الاستغناء عنها أو تلافيها بحسن التخطيط والإدارة والرقابة، أو الناتجة عن عطل أو توقف العمل لأي سبب من الأسباب، ويمكن حساب الطاقات المهدرة نتيجة لذلك من خلال الزمن المستغرق لكل من العمالة والمعدات ومقارنتها بالأزمنة القياسية لأداء كل مهمة والتي يتم تحديدها مسبقاً لكل منهما، وتعتبر هذه الطاقة طاقة مضافة وعبء على الطاقة الكلية.

يمكن تقسيم مراحل استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى إلى مجموعة من الأقسام، بحيث تشمل مرحلة تصنيع مواد البناء ومرحلة النقل والتنفيذ، ويتم خلال هذه الأقسام استهلاك الطاقة من خلال العناصر السابقة، وسيتم في الباب الخامس من البحث ذكر طرق ترشيد هذا الاستهلاك من خلال الأقسام المختلفة، ويمكن تحليل استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال أقسامها كالآتي:

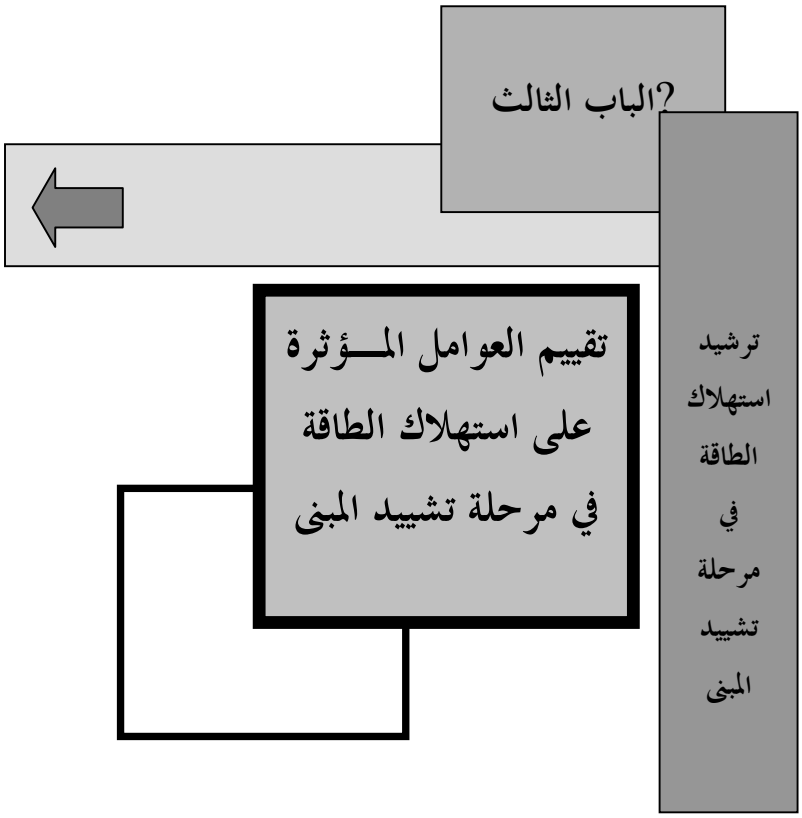
- تعتبر مرحلة تصنيع مواد البناء مستهلكة للطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة من خلال أقسام هذه المرحلة بداية من مرحلة التحجير (الحصول على المواد الخام) وحتى مرحلة التكوين (الحصول على المنتج النهائي) ، وتستهلك مرحلة تصنيع مواد البناء طاقة عالية جداً في مصر مع كفاءة استخدام طاقة منخفضة بدون داعي، حيث توضع مصر في مصاف أكثر الدول ذات كثافة عالية للطاقة، مما يعني استخداماً قليل الكفاءة للطاقة بدرجة كبيرة.
- تعتبر مرحلة النقل مستهلكة للطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة والمستخدمة لنقل الموارد المختلفة من مواد وعمالة ومعدات وعناصر بنية تحتية وحتى المخلفات، وذلك سواء لعمليات النقل داخل موقع المشروع أو من خارج الموقع إليه، وتستهلك مرحلة النقل طاقة عالية في مصر نظراً لعدم الاتجاه الأمثل نحو وسائل النقل قليلة الاستهلاك للطاقة والمتوفرة كالنقل النهري، والاتجاه بشكل كبير نحو النقل البري وخاصة من خلال الشاحنات، هذا إلى جانب عدم كفاءة استخدام الطاقة خلال هذه الوسائل ومن خلال الطرق، وتشمل هذه المرحلة جميع عمليات التحميل والتفريغ والمناولة للعنصر المنقول.
- تعتبر مرحلة التنفيذ مستهلكة للطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة من خلال مجموعة من العمليات التي تتم بها من إنشاء وتخزين وتشطيب وعمليات نثرية، ويلاحظ أهمية الاهتمام بدراسة استهلاك الطاقة في هذه المرحلة نظراً لعدم كفاءة إدارة المواقع في مصر، إلى جانب ما تستهلكه العمليات غير الضرورية بها من طاقة كبيرة كما في عملية التشطيب والعمليات النثرية.

توجد علاقة وثيقة بين استهلاك الطاقة والبيئة بمكوناتها المختلفة الطبيعية منها والمستحدثة، وتمثل البيئة الطبيعية الكائنات الحية والمواد والمحيط الحيوي أما البيئة المستحدثة فتشمل المنشآت، ويتم التأثير على هذه المكونات جميعها من خلال مرحلة تشييد المبنى وغالباً ما يكون هذا التأثير بالسلب، وسيتم في الباب الخامس طرح بعض الطرق لتخفيض التأثير السلبي لهذه المرحلة على البيئة، ويكون التأثير السلبي من خلال التلوث والتدهور.

- يعرف تلوث البيئة بأنه أي تغيير في خواصها بإضافة مواد ذات تأثير ضار على البيئة مما يغير من خصائصها، وتؤدي مرحلة تشييد المبنى إلى تلوث الكائنات الحية متمثلة في المجتمع المتواجد بمنطقة الإسكان، وتلوث المواد الخام والطاقة الحفرية من خلال عمليات الاستخراج والمعالجة للحصول على المواد، كما تؤدي إلى تلوث المحيط الحيوي وخاصة الهواء لما تخرجه مصانع مواد البناء من غازات وأتربة ملوثة أثناء التصنيع وكذلك من خلال تطاير الأتربة خلال المراحل المختلفة من نقل وتنفيذ،كما تؤدي إلى تلوث المنشآت بتآكلها وإتلافها نتيجة للملوثات التي تسببها بالجو.

- يعرف تدهور البيئة بأنه الهدر بالزيادة أو النقصان نتيجة الاستخدام الخاطئ لعناصر البيئة المختلفة، وتؤثر مرحلة تشييد المبنى على تدهور الكائنات الحية من خلال الهدر بالزيادة في عمالة الإنشاء نتيجة الاتجاه إلى الأساليب المميكنة، والهدر بالنقصان للسكان حول مناطق الإسكان وخاصة مع عدم اتباع أسس الأمان في المواقع المختلفة، أو لقاطني المسكن نتيجة للاختيار الخاطئ لمواد البناء، كما تؤثر مرحلة تشييد المبنى على المواد الخام والطاقة الحفرية نتيجة الاستخدام غير المنظم لهما سواء بالنضوب والاندثار أو بالتكتل والزيادة دون استخدام، كما تؤثر على المحيط الحيوي باستنزافه أو بتقليل كفاءته وخاصة للمياه وللطاقة الشمسية، وتؤثر على المنشآت بالسلب نتيجة الاستخدام غير الواعي لنظم وأساليب التنفيذ الحديثة.

مما سبق يظهر أهمية اللجوء إلى وسيلة لمعرفة وتحديد مقدار استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى وهو ما سيتم ذكره بالباب الثالث من البحث، وأهمية البحث عن بدائل للعناصر المستخدمة في مصر عالية الاستهلاك للطاقة وهو ما سيتم التطرق إليه بالباب الرابع من البحث، وأهمية طرح طرق لترشيد استهلاك الطاقة من خلال جميع الاتجاهات السابقة من عوامل مؤثرة وعناصر استهلاك وأقسام استهلاك للطاقة في مرحلة تشييد المبنى وهو ما سيتم التطرق إليه بالباب الخامس من البحث باستخدام طرق الترشيد المختلفة والسابق ذكرها بالباب الأول، وأهمية البحث عن وسيلة لتقليل التأثير السلبي المدمر لمرحلة تشييد المبنى على البيئة وهو ما سيتم ذكره بالباب الخامس أيضاً.


الباب الثالث?
ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى
تقييم العوامل المـــؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

الباب الثالث: تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

يلاحظ من الباب الثاني بعد استعراض مشكلة استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى أهمية اللجوء إلى ترشيد هذا الاستهلاك، ولابد لتحقيق هذا الترشيد من وجود أسلوب تقييم محدد يمكن به اختيار أكثر العوامل ترشيداً لاستهلاك الطاقة في هذه المرحلة، وحيث أن التركيز في هذا البحث يكون على مرحلة تشييد المبنى تم التعامل مع جوانب التقييم المختلفة من خلاله والتي له علاقة به أيضاً، وتم اقتراح لتقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة جدول تقييم مقترح يمكن التعامل معه بحسابات الطاقة البسيطة، وهذا لا يمنع الحصول على أساليب تقييم أخرى لأي من العوامل التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة باستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

ولابد أن يشمل أي تقييم ما يستتبعه من تأثير على باقي مراحل المبنى جميعها لأن المبنى لابد وأن يكون سلسلة متصلة من المدخلات والمخرجات والتي لها تأثير مباشر على بعضها البعض، كما لابد من أن تحترم البيئة بكل مكوناتها دون أي ضرر، ولابد من مراعاة الإتقان والجودة للمنشأ دون التأثير عليهما، وتم بالتالي تحديد أسلوب تقييم للعوامل السابق ذكرها في الباب الثاني متمثلة في مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم وإمكانية التحكم في الوقت من خلال هذا الجدول.

٣-١-جدول التقييم المقترح

يشمل الجدول التالي اقتراحه على جميع عناصر استهلاك الطاقة التي لها علاقة بالعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، وتشمل هذه العناصر جميع المؤثرات خلال المراحل العمرية المختلفة للمبنى، إلى جانب مجموعة من العناصر الواجب مراعاتها والاهتمام بها للحصول على مبنى كفء للاستخدام وللوصول إلى مفهوم العمارة الخضراء عند التطبيق، وسوف يتم ذكر عناصر التقييم المقترحة بشيء من التفصيل خلال هذا الباب، بحيث يمكن التعامل مع هذه العناصر عند تقييم العوامل المختلفة، ويلاحظ أنه ليس بالضرورة استخدام عناصر التقييم جميعها عند تقييم جميع العوامل، حيث يمكن حذف بعض الخانات غير الضرورية والتي لا تؤثر على تقييم هذا العامل، فمثلاً لا نجد علاقة بين عملية التصميم وطاقة تصنيع مواد البناء وبالتالي لا يتدخل في تقييمه.

ويشمل الجدول على محورين أساسيين الأول يختص بالتقييم وعناصر التقييم المقترحة والثاني يختص بالعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وهي العناصر التي يتم تقييمها، ويصل الباب الخامس من البحث إلى محاولة ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بالتحرك على المحور الخاص بعناصر التقييم في محاولة لتحديد أفضلها وأكثرها كفاءة لهذا الترشيد والتي تسمح بالحصول على العوامل الأقل استهلاكاً للطاقة، أما الباب الرابع فقد تم فيه طرح بعض البدائل المختلفة لبعض العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، وهو ما

يفتح الباب للمقارنة بين عدة بدائل وتقييمها من خلال هذا الجدول للحصول على أقلها استهلاكاً والتحرك على المحور الخاص بها.

ويتم التعامل مع هذا الجدول من خلال حسابات الطاقة والتي تم التنويه عنها لعناصر استهلاك الطاقة المختلفة في الباب الثاني من البحث، مع أهمية التأكيد على تسوية الوحدات من الطاقة وهو ما تم ذكره بالباب الأول من البحث (انظر ص ١٣)، ويمكن في بعض الحالات عندما يستغرق الاعتماد على حسابات الطاقة وقتاً لأحد البنود استخدام عامل التكلفة كعامل مرادف للطاقة، بشرط أن يعبر عنه تعبيراً حقيقياً دون أي تدخلات بشرية وضعية كالضرائب والجمارك والفوائد أو الدعم والتسهيلات وما إلى ذلك، ومع مراعاة تحديثها دوماً مع الزمن لحين استخدام الطاقة في الحساب.

ويشمل الجدول على بعض عناصر التقييم والتي لم يتم حسابها بعد من منظور الطاقة ولا يمكن حسابها كتكلفة، مثل مراعاة التوازن البيئي ومراعاة عاملي الأمان والجودة، ويمكن في هذه الحالة إعطاء تقييم رقمي يعتمد على النسبة والتناسب بين العوامل المختلفة ودرجة أهمية عنصر التقييم بالنسبة للمشروع، بحيث يكون أفضل العوامل تحقيقاً لأي من هذه العناصر يستحق نسبة ١٠٠% وهو ما يعادل الدرجة التي تتناسب وأهمية هذا العنصر في المشروع ويتم تنسيب باقي العوامل إليه، لكن يفضل الإسراع في الحصول على هذه الأرقام كطاقة وهو ما يمكن تحقيقه نظراً للعلاقة الوثيقة بين الطاقة وهذه العناصر، فالطاقة هي أحد مفردات البيئة، وهو أيضاً أحد مفردات الأمان والجودة، ويراعى أيضاً في الجدول التالي أن الطاقة المستخدمة من خلال العمليات المختلفة لابد من الحصول عليها بشكل مرشد لاستهلاك الطاقة ومناسب بيئياً، فالطاقة مستهلك رئيسي لنفسها ليمكن الحصول عليها، هذا إلى جانب الفقد فيها إلى أن يتم الحصول على الصورة النهائية منها.

وهكذا يفضل عند الاختيار لأي من العوامل المؤثرة على ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى تقييمها من خلال هذا الجدول، ويلاحظ وجود علاقة بين هذه العوامل وبعضها للمشروع الواحد بحيث تتكامل جميع هذه العوامل مع بعضها البعض في منظومة واحدة، وبالتالي كان لابد من الحصول على مصفوفة متكاملة من الاختيارات لهذه العوامل في نفس المشروع بما يسمح بترابطها معاً، وهو ما سيتم ذكره في نهاية هذا الباب.

وبالتالي تتلخص أهمية تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال:

- إمكانية حساب استهلاك الطاقة لأي عامل من هذه العوامل، مع تحديد أكثر المواضع استهلاكاً للطاقة من خلالها.
- إمكانية معرفة تأثير طرق ترشيد استهلاك الطاقة على أي عامل من هذه العوامل لأي مرحلة يتم فيها استهلاك الطاقة من خلالها.
- إمكانية تحديد أفضل بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى قبل استخدامها.

عناصر التقييم المقترحة				مواد البناء المستخدمة		
خلال مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء		طاقة المعدات			
	طاقة النقل		طاقة العمالة			
	طاقة التنفيذ (إنشاء، تخزين، تشطيب، أعمال نثرية)		الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء			
			الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات			
خلال مرحلة تشغيل المبنى	طاقة الحصول على راحة حرارية					
	الوفر في طاقة الصيانة					
	طاقة الحصول على أنواع الراحة المختلفة داخل المبنى					
خلال مرحلة الهدم	الطاقة المهدرة من الطاقة المدخلة					
	الطاقة المضافة إلى الطاقة المدخلة					
مراعاة التوازن البيئي						
مراعاة عاملي الأمان والجودة						
الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة						
الإجمالي						

جدول(٣-١):جدول التقييم المقترح للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

٣-٢-عناصر التقييم المقترحة

يتضمن الجدول السابق عناصر التقييم المقترحة لتقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، حيث تشمل عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى والسابق ذكرها بالباب الثاني(انظر ص٤٩)، كما تشمل تأثير مرحلة تشييد المبنى على كل من مرحلتي التشغيل والهدم، هذا إلى جانب مجموعة من المحددات والشروط الوا جب مراعاتها وعدم تجاوزها أثناء اختيار أي من هذه العوامل كعدم التأثير على التوازن البيئي المحيط بالمبنى، وعدم التأثير على كل من عاملي الأمان والجودة، كما تشمل أيضاً محاولة التوصل إلى استخدام الطاقة النظيفة والتي لا تستهلك طاقة كبيرة للحصول عليها.

٣-٢-١-عناصر التقييم المقترحة خلال مرحلة تشييد المبنى

يتم التقييم في هذه المرحلة على أساس عناصر استهلاك الطاقة السابق ذكرها في الباب الثاني(انظر ص٤٩) متمثلة في طاقة المعدات والعمالة والطاقة المهدرة في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات، والتي تستهلك طاقتها في هذه المرحلة خلال أقسام استهلاك الطاقة المختلفة متمثلة في طاقة تصنيع مواد البناء وطاقة النقل وطاقة التنفيذ، وقد سبق الشرح الوافي لهذه العناصر والأقسام وشرح كيفية حساب الطاقة المستهلكة لكل منها، ويمكن استخدام الحسابات السابقة في التقييم للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة نظراً للعلاقة القوية والمتبادلة بين عناصر استهلاك الطاقة والعوامل المؤثرة على استهلاك هذه الطاقة.

٣-٢-١-١-طاقة تصنيع مواد البناء

يفضل عند حساب طاقة تصنيع مواد البناء استخدام الطرق التي تعتمد على الحساب الدقيق لطاقة عناصر استهلاك الطاقة، فمثلاً:

- يتم التعرف على كلاً من طاقتي المعدات والعمالة لجميع مراحل التصنيع، وذلك بتتبعهما بداية من عمليات التحجير وحتى التكوين واكتمال تصنيع المادة، ويتم حسابهما وفق المعادلات السابق ذكرها بالباب الثاني لحساب طاقة كل من المعدات والعمالة، وبالتعرف على الطاقة الإنتاجية الشهرية للمصنع من مادة البناء يمكن الحصول على متوسط طاقتي المعدات والعمالة الشهرية لكل وحدة من هذه المادة، وبالتعرف على كمية المادة الكلية المستخدمة يمكن حساب طاقة المعدات والعمالة الكلية.
- يتم حساب المهدر من الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء في التصنيع بحساب الطاقة المستهلكة من المعدات والعمالة لتصنيع هذه الهوالك والسابقة لإهلاكها وإضافتها إلى الطاقة الكلية للتصنيع.
- يتم حساب المهدر من الطاقة والناتج عن سوء الإدارة بتحديد الإنتاجية المثلى للمصنع شهرياً وتحديد كمية المنتج منه في الشهر، ثم بمعرفة كمية الإنتاج من المصنع بعد ذلك وتحديد الفرق في كمية المنتج يتم تحديد الفرق في الطاقة والمهدر نتيجة سوء الإدارة وإضافته كطاقة مهدرة إلى الطاقة الكلية للتصنيع.

توجد طريقة أقل دقة لمعرفة إجمالي طاقة التصنيع وذلك من خلال فواتير الكهرباء والوقود الشهرية الخاصة بالمصنع، بحيث يتم تحديد متوسط استهلاك المصنع من الطاقة في الشهر من خلال أخذ متوسط لعدة فواتير وذلك بعد توحيد وحدات الطاقة المستخدمة، وبمعرفة متوسط الإنتاج الشهري للمصنع يمكن الحصول على الطاقة المستهلكة لوحدة البناء المصنعة، ولا تفضل هذه الطريقة للأسباب التالية:

- لن يتم في هذه الطريقة سوى حساب طاقة المعدات وهو مالا يعبر تعبيراً حقيقياً عن الطاقة الكلية المستهلكة.
- لن تتسم طاقة المعدات نفسها بالدقة نظراً لعدم دخول عامل الزمن الدقيق في الحساب.
- قد لا تتضمن هذه الطاقة طاقة تحجير المواد إذا كانت خارج المصنع أو بعيدة عنه.

لكن قد يتم استخدام هذه الطريقة للتقييم السريع بين مصنعين لهما ظروف متقاربة بحيث يمكن التحديد المبدئي للمصنع الأقل في استهلاك الطاقة لحين الحساب الدقيق للاستهلاك من الطاقة لكلا المادتين.

ويلاحظ أن طاقة تصنيع مواد البناء تبدأ من محاجرها وحتى الحصول عليها في صورتها النهائية وبالتالي فإنها تشمل طاقة النقل بين المصانع المختلفة، أو بين مواضع التحجير والمصانع، ويتم حساب هذه الطاقة بنفس الطريقة والتي سيلي ذكرها بالنسبة لطاقة النقل بين المصنع وموقع التنفيذ.

٣-٢-١-٢-طاقة النقل

تشمل طاقة النقل نقل جميع الموارد المختلفة من خارج الموقع إليه أو عمليات النقل داخل موقع المشروع، وتشمل الموارد المنقولة المواد والمعدات والعمالة وعناصر البنية التحتية، كما تشمل الطاقة نقل المخلفات، ولحساب طاقة النقل لابد من تحديد عدة نقاط هي:

- مكان الحصول على هذه الموارد وبالتالي المسافة المقطوعة لنقلها.
- عدد مرات النقل من وإلى الموقع أو بداخل الموقع شاملة مرات النقل الفارغة.
- تحديد الخواص المختلفة للموارد المنقولة ذات التأثير على طاقة النقل، فمثلاً يؤثر حجم المادة ووزنها وصلابتها وقابليتها للكسر والبري وغيرها من الخواص على عدد مرات النقل، أو على الهالك من المادة أثناء النقل.
- وسيلة الانتقال المستخدمة وأسلوب الانتقال سواء كان أفقياً أو رأسياً.
- عدد العمالة اللازمة للنقل متمثلة في السائق وعمالة التحميل والتفريغ للموارد المختلفة.

ويمكن من جميع هذه النقاط الحصول بسهولة على الطاقة المستهلكة من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة خلال عملية النقل وذلك كما يلي:

- يتم تحديد طاقة المعدات من خلال تحديد قدرات هذه المعدات وتوحيدها بالكيووات ساعة -وذلك من خلال جداول التحويل والسابق الإشارة إليها بالباب الأول- كما يتم تحديد الزمن المستغرق لهذه المعدات لأداء عمليات النقل، وبالتالي الحصول على طاقة المعدات اللازمة لنقل الموارد المختلفة من خلال المعادلات الخاصة بذلك كما ورد بالباب الثاني من البحث.
- يتم تحديد طاقة العمالة بتحديد قدرتها والتي تتحدد غالباً بخواص العناصر المنقولة ومسافة النقل، وذلك باللجوء إلى الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره بالباب الثاني من البحث، وبتحديد الزمن المستغرق لهذه العمالة يمكن الحصول على طاقة العمالة اللازمة لنقل الموارد المختلفة.
- يتم تحديد المهدر من الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء بتحديد الكمية المهدرة منها أثناء عمليات النقل والتحميل والتفريغ والتي يمكن معرفتها من خلال كمية المادة الواجب الحصول عليها بدون إهلاك والكمية الواردة، ويتم بعدها الحصول على الطاقة المستهلكة فيها والسابقة لإهلاكها خلال مرحلة النقل وإضافتها لطاقة النقل الكلية.

- يتم تحديد المهدر من الطاقة والناتج عن سوء الإدارة بمعرفة الزمن القياسي لنقل المادة لكل من المعدات والعمالة وتحديد الزمن المستغرق للنقل، ويتم بعدها حساب الفرق بينهما وضربه في قدرات العمالة والمعدات للحصول على الطاقة المهدرة، والتي يتم إضافتها إلى طاقة النقل الكلية.

٣-٢-١-٣-طاقة التنفيذ

يتم التنفيذ من خلال عدة عمليات سبق ذكرها بالباب الثاني من البحث متمثلة في عملية الإنشاء والتخزين والتشطيب والعمليات النثرية(راجع ص٧٢)، ويمكن لجميع هذه العمليات حساب طاقة عناصر استهلاك الطاقة فيها والسابق شرحها باستفاضة في الباب الثاني كما يلي:

- يتم حساب طاقة المعدات المستخدمة في التنفيذ بمعرفة قدرة الموتور بالكيلووات والزمن اللازم لهذه المعدة لأداء مهمة ما، ثم الحصول على الطاقة بحاصل ضرب القدرة في الزمن لجميع المعدات، وبتجميع طاقة جميع المعدات العاملة لأداء مهمة ما يمكن الحصول على إجمالي طاقة المعدات لهذه المهمة.
- يمكن حساب طاقة العمالة كالمعدات، حيث يمكن بمعرفة قدرتها من خلال الجدول السابق ذكره بالباب الثاني من البحث خلال عمليات التنفيذ المختلفة وزمن إنجازها للمهمة الحصول على طاقتها بنفس المعادلة لحاصل ضرب القدرة في الزمن.
- يمكن حساب الطاقة المهدرة في هوالك مواد البناء بحساب كمية الهالك منها وتحديد الطاقة المستهلكة فيها من معدات وعمالة تنفيذ لحين إهلاكها، ويلاحظ أن نوعية المواد المستخدمة ذات تأثير كبير على الهالك منها.
- يمكن حساب الطاقة المهدرة والناتجة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات بتحديد الزمن القياسي لإنجاز المهمة لأي من المعدات أو العمالة وتحديد الزمن الفعلي المستغرق، وبحساب الفرق بينهما يتم ضربه في طاقة المعدات والعمالة اللازمة لأداء هذه المهمة، وقد سبق في الباب الثاني ذكر أسباب التعطيل أو عدم الاستخدام الأمثل والأكفأ لعناصر استهلاك الطاقة خلال العمليات المختلفة.

ويلاحظ أن الزمن عامل هام في الحسابات المختلفة فالطاقة هي معدل الجهد المبذول من المعدات أو العمالة، فلو افترضنا وجود معدة ذات قدرة عالية فعند مقارنتها بقدرة العامل العادي فإن العامل هو الأقل بذلاً للجهد أو ذا القدرة الأقل، لكن قد يكون الزمن الذي تستغرقه المعدة تعادل أو تتفوق على الفرق بين الجهدين فتصبح طاقة المعدة لإنجاز عمل ما أقل من طاقة العامل الذي يقوم بإنجاز نفس العمل.

٣-٢-٢-عناصر التقييم المقترحة من خلال تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة تشغيل المبنى

ليمكن تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى كان لابد من التعرف على تأثير هذه العوامل على المراحل العمرية الأخرى للمبنى، حيث لا يقتصر تأثيرها على مرحلة التشييد فحسب بل يمتد تأثيرها حتى يفنى المبنى تماماً، هذا مع التأكيد على أهمية الوصول إلى الطاقة المستديمة وبالتالي استمرار تأثير كل مرحلة على

الأخرى، لذا كان لابد من أن يكون هذا التأثير محدد لاختيار العامل المناسب، وبمعرفة أن مرحلة تشغيل المبنى هي أكثر المراحل العمرية طولاً يمكن معرفة مدى أهميتها ووزنها بالنسبة للتقييم، وخاصة مع ارتفاع معدل استهلاك الطاقة بها وطول فترتها، ويلاحظ أن الاختيار المناسب للعوامل السابقة تؤثر تأثيراً جذرياً على هذه المرحلة مما يستدعي بحث بدائلها بكل جدية للحصول على العوامل المناسبة لجميع مراحل المبنى، ويلاحظ من الدراسات المستفيضة عن مرحلة تشغيل المبنى أن استهلاك الطاقة في هذه المرحلة يعتمد أساساً على الحصول على أنواع الراحة بداخلها سواء كانت راحة حرارية أو أي نوع آخر منها، (١) وكذلك فإن استهلاك الطاقة في هذه المرحلة يكون بشكل أساسي من خلال عمليات الصيانة المختلفة بها، لذا كان لابد من دراسة هذه الخواص وعلاقتها بالعوامل المؤثرة على ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ليمكن تقييمها من خلالها.

٣-٢-٢-١-طاقة الحصول على راحة حرارية بداخل المبنى

تعتبر الراحة الحرارية من أهم العوامل الفسيولوجية المؤثرة على الراحة العامة للإنسان،(م٤٢،٩٤) وعلى المصمم أن يتحكم في الغلاف الخارجي للمبنى لتلافي تأثير درجات الحرارة والرطوبة الخارجية إذا ما تعدت حدود الراحة الحرارية له، ويمكن الوصول إلى الراحة الحرارية من خلال مواد البناء بالتحكم في العديد من خصائصها كالإعاقة الزمنية لمرور الحرارة من الخارج إلى الداخل،(م٣٤،ص٦٩) وكالمقاومة الحرارية الكلية للمادة Total Thermal Resistance،(٢) وغالباً ما يتم المقارنة بين المواد المختلفة على أساس خاصية الانتقالية الحرارية للمادة وهي مقلوب المقاومة الحرارية ويرمز لها بالرمز U value، كما تلعب كثافة مادة البناء دوراً هاماً في رفع سعة المادة الحرارية.(م٢٣،ص٢١)

ويلاحظ أن هناك معاملات للمواد يفضل أن يكون لها قيم كبيرة هي:المقاومة الحرارية الكلية وثابت الزمن الحراري والتخلف الزمني، في حين توجد معاملات يفضل أن تكون لها قيم صغيرة مثل معامل انتقال الحرارة الكلي (الموصلية الحرارية) ونسبة التناقص (الخفض الحراري)، ويؤخذ في الاعتبار محصلة القيم Weighted Mean Values ومعاملاتها الحرارية وقيمتها، ووجد بالتجارب أن أفضلية المواد من ناحية السلوك الحراري للطوب المصمت المستخدم هي الحجر الجيري يليه الطوب الرملي الخفيف ثم البلوكات الجبسية ثم الطوب الأسمنتي وأخيراً الطوب الرملي، أما بالنسبة للطوب المفرغ فإن درجة التفضيل للطوب الطفلي ذو الفراغات الأسطوانية ثم للطوب الطفلي ذو الفراغات المستطيلة ثم الطوب الأسمنتي المفرغ من الليكا وأخيراً الطوب الأسمنتي المفرغ.(٣) (م٨٨،ص١٥٩)

---

(١) راجع الأبحاث الخاصة بوزارة الكهرباء والطاقة، جهاز تخطيط الطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، المركز القومي لبحوث البناء والتشييد، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.

(٢) وجد أن طوب التربة المخفف هو أسوأ موصلات الحرارة، وتصل الموصلية الحرارية له إلى ٠,٢٢ كالوري/دقيقة/سم^{٢} لوحدة سمك الطوب المصنوع بعشرين في المائة من الرمل الناعم، و٠,٣٢ كالوري/دقيقة/سم^{٢} لوحدة سمك الطوب المصنوع بثمانين في المائة من الرمل الخشن، وهذا مقابل ٠,٤٨ للطوب المحروق و٠,٨ لبلوكات الخرسانة المجوفة.(مصطفى فهمي، عمارة الفقراء-تجربة في ريف مصر، ص٧٤).

(٣) يلاحظ أن الطوب الأسمنتي احتل المركز قبل الأخير والأخير في المجموعتين السابقتين ومع ذلك قامت الدولة باستيراد عدد ٧٠ خطاً لإنتاج الطوب الأسمنتي مما يعني تجاهل نتائج الدراسات المعملية الخاصة بالصفات الحرارية عند اتخاذ القرار للاستيراد.(م٨٨،ص١٥٩)

ويلاحظ عند تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال تحقيقها للراحة الحرارية بالمبنى، أن بعض العوامل بغير تأثير يذكر على مرحلة التشغيل مثل نظم البناء المتبعة وكيفية التحكم في الوقت، في حين أن أكثرهم أهمية وتأثيراً مواد البناء المستخدمة وعملية التصميم يليهما أسلوب التنفيذ المستخدم، ويظهر تأثير هذه العوامل كما يلي:

- يمكن بالتعرف على خصائص مواد البناء المستخدمة اختيار أفضلها لترشيد استهلاك طاقة الحصول على راحة حرارية، حيث تحدد خواص المواد الفيزيائية والميكانيكية جميع المؤثرات التي لها علاقة مباشرة بالحصول على هذه الراحة، وهو ما سيلي ذكره لاحقاً في هذا البند.(انظر الملاحق جدول(م-٦))
- يمكن من خلال عملية التصميم التحكم في تشكيل المبنى بما يضمن ترشيد استهلاك طاقة الحصول على راحة حرارية أثناء مرحلة التشييد، وذلك من خلال تحديد وضع المباني بالموقع وتحديد الشكل العمراني الخاص بمسطح المباني بالنسبة للأرض، وكمية الظلال على المبني وحركة الهواء وتوجيهه وغيرها من الخصائص والتي تم تحديدها في العديد من الأبحاث والدراسات،(م٢٣،ص٣٠٣،٣٠٢) ويأتي تأثير عملية التصميم في ترشيد استهلاك طاقة التشييد في المرحلة التالية من الأهمية بعد مرحلة التشغيل، والتي لها مجموعة من الخصائص الأخرى متمثلة في عدد الغرف وارتفاع السقف وطريقة التجميع الأفقي والفتحات وشكل الوحدة، ويراعى أن يتم الترشيد في مرحلة تشييد المبنى من خلال التصميم كمرحلة تالية من الترشيد لمرحلة التشغيل وبما لا يتعارض معه.
- يراعى في أسلوب التنفيذ المستخدم اختياره وفق الخصائص التي تساعده على ترشيد استهلاك طاقة الحصول على راحة حرارية، كمراعاة عدم وجود فواصل كثيرة بين الوحدات المستخدمة وبما يسمح بتسرب الحرارة، ومراعاة إمكانية استخدام العوازل المختلفة مع الوحدات عند الحاجة، وغيرها من الخصائص الأخرى.

ولقد قامت العديد من الأبحاث والدراسات سواء في مختلف الجامعات أو الجهات المختصة لتحديد الخواص الحرارية للمواد المختلفة، [1] كما ظهر كود خاص بمواد البناء المختلفة لتحديد استهلاك الطاقة أثناء عملية تشغيل المبنى للحصول على راحة حرارية بداخله، ويمكن من هذه الدراسات التعرف على بعض الخواص الفيزيائية لمواد البناء في الملاحق من هذا البحث (انظر جدول(م-٧)،(م-٨)،(م-٩)).

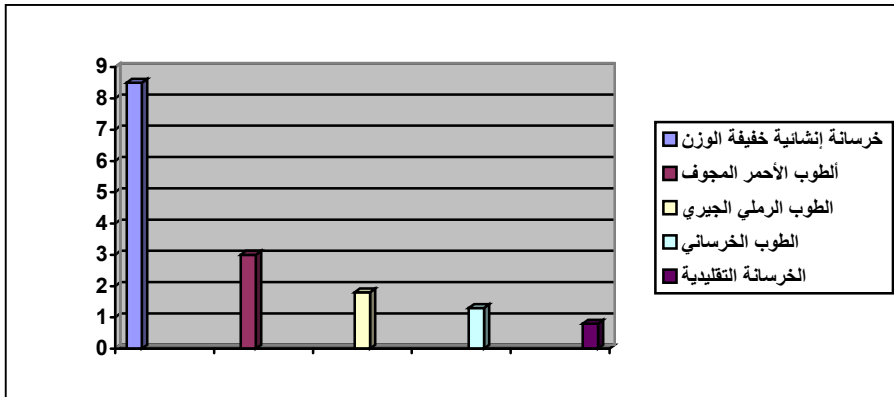
تعتبر مواد البناء المستخدمة أكثر العوامل المؤثرة على مرحلة تشغيل المبنى، حيث أظهرت الدراسات أن نوع مادة البناء المستعملة تساهم بنسبة ٤٠% من مجموع الحمل الحراري في المباني، وقد أظهرت هذه الدراسات بعض النتائج مثل:

---

(١) تم عمل اختبارات لمختلف مواد البناء المستعملة لتحديد مدى الفوارق فيما بينها في مجال العزل الحراري وحجم الطاقة اللازمة لتوفير التبريد المناسب لمواد البناء التالية:الطوب الأحمر الفخاري، البلك الأسمنتي، البلك الرملي الجيري، الحوائط الخرسانية مسبقة الصنع، طوب السيبوركس، وقد أظهرت الدراسة الحقائق التالية: أن نوع مادة البناء المستعملة تساهم بنسبة٤٠% من مجموع الحمل الحراري في المباني وأن الطوب الأحمر الفخاري يمنع التسرب الحراري بنسبة ١١٧-١٩٥%مقارنة مع مواد البناء الأخرى ونتيجة لذلك فإن حجم جهاز التكييف يقل بنسبة ١٣إلى ٢٥%عما تحتاجه الطرق الأخرى.(معهد البحوث-جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، مقال:دراسة لاستهلاك الطاقة لمسكن بالطوب الفخاري، مجلة البناء، ص٥٩).

- يفضل استخدام مواد بناءذات قدرة عالية لتخزين الحرارة والتحكم في سريانها بغرض :
  - تعظيم تخزين الحرارة المكتسبة شتاء.
  - التحكم في سريان الحرارة للداخل وتحديد زمن التأخير Time lag صيفاً.(م.٢٣،ص٣٢)
  - التغلب على خاصية المدى الحراري والتي تميز معظم أقاليم مصر.(١)
- كما يفضل استخدام مواد البناء ذات القابلية لاستخدام مواد عزل حراري معها بغرض:
  - التحكم في سريان الحرارة من الخارج إلى الداخل صيفاً.
  - التحكم في فقدان الحرارة من الداخل إلى الخارج شتاء.
- ويفضل استخدام المواد بحيث تكون عاكسة لأشعة الشمس بغرض:
  - تقليل الحرارة المكتسبة صيفاً.
  - تعظيم الأشعة المنعكسة على المبنى والفتحات شتاء.(م.٢٣،ص٣٣) (انظر جدول في الملاحق)
- يفضل استخدام المواد الخشنة مثل الطوب البارز لمضاعفة الظلال على الأسطح الخارجية.(١)

ويمكن تعريف قدرة أي سطح على عكس أشعة الشمس الساقطة عليه بالألبيدو Albedo، وحيث أنه إن لم تنعكس الأشعة الساقطة على أي سطح فإنها تمتص بواسطته -إلا إذا سمحت خصائص هذا السطح باختراق الأشعة له- فهذا يعني أن خاصية ألبيدو تحدد بصورة مباشرة تأثير أشعة الشمس على درجة حرارة السطح (انظر الملاحق جدول). (١) (م.١٩-٣،ص١٠٧٠،١٠٦٩) (انظر الملاحق جدول(م-١٠))



شكل(٣-١):العزل الحراري لبعض مواد البناء (١/ك)درجة مئوية/وات.(م.٨٩،ص٦٦)

(١) شفق الوكيل، المناخ والعمارة، ١٩٩٨م،ص٣٣.

(٢) يعتبر السطح فاتح اللون ذو خاصية ألبيدو عالية حيث يمتص كمية أقل من أشعة الشمس ويبقى بارداً مقارنة بالسطح قاتم اللون ذا خاصية ألبيدو ضعيفة، وذلك مع التماثل في الخواص الحرارية للمادة المكونة، فيكون حمل تكييف الهواء لتبريد المباني ذات الأسطح القاتمة اللون عالي، وهذا يرجع إلى السخونة المتسربة إلى الداخل عن طريق الحوائط والأسقف، وقد وجد أن الأسطح قاتمة اللون عادة تتعدى درجة حرارتها ١٦٠^{o} فهرنهيت في أيام الصيف في الوقت الذي تصل فيه إلى ١٣٥^{o} للأسطح المستوية البيضاء، وبعمل نموذج باستخدام الحاسب الآلي لأحد المنازل وجد أن استهلاك الكهرباء لتكييف وتبريد الهواء يقل بمقدار ٢٠ %، وذلك بتعديل خاصية ألبيدو للحوائط والأسقف من الألوان السائدة العادية ٠,٣ إلى الألوان الفاتحة٠,٩، وبنفس الطريقة إذا طبق على عدد كبير من أسطح المباني فسوف تتحسن خاصية ألبيدو للمجاورة أو للحي أو للمدينة، وتقل درجة حرارة الهواء لها جميعاً كنتيجة لذلك.(م.١٩-٣،ص١٠٧٠،١٠٦٩)

٣-٢-٢-٢- الوفر في طاقة الصيانة للمبنى

يأمل العديد من الملاك والمهتمين بصناعة البناء بإنتاج مباني لا تحتاج في فترة من فترات عمرها الافتراضي إلى صيانة، ولكن عملياً وواقعياً لا يمكن لهذا الأمل أن يتحقق فكل المواد والمكونات تتعرض للتآكل سواء بمعدل كبير أو صغير، وحيث أن الأمر يرتبط بنوع المادة وطريقة الإنشاء وحالة الجو وطبيعة استعمال المبنى وغيرها من العوامل، ويمكن في مرحلتي التصميم والإنشاء تخفيف الكثير من حجم أعمال الصيانة وكلفتها، وتحتوي الصيانة بشكل عام على نوعين أساسيين من الأعمال هما أعمال الإصلاح وأعمال الاستبدال، ويمكن أيضا إضافة نوع آخر من الأعمال كأعمال التحسينات والإضافات التي يمكن أن تتم في المباني.

يلاحظ أن أكثر العوامل تأثيراً على عمليات الصيانة هي مواد البناء المستخدمة، وأساليب التنفيذ، وعملية التصميم، ويمكن من خلال هذه العوامل المساعدة في توفير طاقة الصيانة كما يلي:

- يمكن من خلال مواد البناء المستخدمة مراعاة تقليل حجم الصيانة تبعاً لموضعها في المنشأ، والذي يتحكم فيه كل من عملية التصميم وأسلوب التنفيذ المستخدم، وهذا الموضع يتحدد تبعاً لطبيعة المناخ والعوامل الجوية المختلفة كارتفاع نسبة الأملاح في الجو، فمثلاً لمادة مثل الخرسانة المسلحة يمكن معالجتها لتقليل طاقة الصيانة أثناء مرحلة تشغيل المبنى بمراعاة تقليل عمليات التشقق وصدأ حديد التسليح [١] وتحسين الأسطح النهائية للخرسانة.[٢]
- يمكن من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة تحديد أماكن اتصال المواد وتحديد أسلوب التركيب وإمكانية الفك لأي منها، بحيث تساعد على سهولة الصيانة وسرعتها.
- يمكن من خلال عملية التصميم اختيار أماكن استخدام المواد وتحديد شكل المبنى والارتفاعات الخاصة به، بحيث تسمح بسهولة الصيانة من خلال العمليات السابق ذكرها.
- يلاحظ أن نظم البناء المتبعة ذات تأثير طفيف على طاقة الصيانة، فقد يسمح نظام البناء الذاتي بعدم الجودة المطلقة للإنشاء مما قد يستدعي عمليات صيانة أكثر مما لو كانت تمت بالنظم الأخرى، لكن في المقابل فإن ساكن المبنى يمكنه القيام أو المساعدة في عملية الصيانة نظراً لخبرته السابقة بإنشاء مسكنه.

---

(١) يوجد نظام يعتمد على تغليف سطح أسياخ الحديد بصدأ كهربائي مماثل لعملية الطلاء الكهربائي لحمايته من التفاعلات الكيماوية، ويزيد من عمر الخرسانة بمعدل النصف.(م.٨٩،ص٦٣)

(٢) استحدث عدد من الطرق منها استخدام شرائح من البولي بروبلين المعزول حرارياً توضع في الشدة الخشبية أو المعدنية قبل الصب، وتتميز هذه المادة بالمقاومة العالية للكيماويات والعزل الحراري لعدم امتصاص الماء وقلة نفاذية الماء من خلالها، وبذلك تساعد على مقاومة السطح للخدوش وتقليل اختراق المواد الكربونية للسطح، كما تتميز الشرائح بالحفاظ على نظافة الشدات بحيث يتم استخدامها عدة مرات.(م.٨٩،ص٦٣)

ويمكن التوفير في أعمال الصيانة في مرحلة التشييد من خلال المواد والمكونات والنظم بالدراسة الدقيقة لمواضع المواد المستخدمة مع مراعاة أفضلية هذه المواد في العناصر المختلفة في المبنى والتي تساعد على:

- إمكانية الاستبدال، بحيث يتم التخطيط للمواد والمكونات ذات العمر الافتراضي القصير في المبنى لكي يتم استئصالها بدون إلحاق الضرر أو الحاجة إلى استبدال مواد أو مكونات أخرى في المبنى.(م.٨٥،ص٢٢٣)
- إمكانية الوصول، بحيث يمكن الوصول إلى كل العناصر في مبنى ما والتي تحتاج إلى التفتيش أو السيطرة على وظائفها وصيانتها واستبدالها بسهولة، ويجب أن تكون قابلة للوصول إليها بسهولة ومعدة لمثل هذه العمليات.(م.٨٥،ص٢٢٤)

٣-٢-٢-٣-طاقة الحصول على أنواع الراحة الأخرى داخل المبنى

يكو ن المصمم هو أكثر الأشخاص إدراكاً لماهية الفراغ المعماري وما يحتاجه من متطلبات أثناء عملية تشغيله، وبالتالي يمكنه تحديد مواضع استهلاك الطاقة أو الهدر فيها، فمثلاً لصالة استماع أو مسرح تكون أكثر عناصر الراحة أهمية عند تشغيلها هي الراحة الصوتية، ولو لم يتم مراعاتها أثناء مرحلة تشييد المبنى فإنها تستهلك طاقة كبيرة فيما بعد، وتبدأ مراعاة مثل هذا العنصر منذ اختيار مادة البناء المستخدمة في الفراغ وحتى الانتهاء من التشييد، ويمكن إلقاء الضوء على بعض أنواع الراحة ذات الأهمية في استهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى والتي منها:

- الراحة الضوئية.
- الراحة الصوتية.
- الأمن من الحريق.

ويلاحظ أن هناك العديد من المتطلبات الأخرى والتي يمكن الاهتمام بها بشكل أساسي في بعض المشاريع عن المشاريع الأخرى، ويلاحظ أن معظم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ذات تأثير مباشر على هذه الطاقات، لكن سيتم ذكر تأثير مواد البناء وأساليب التنفيذ المستخدمة بشكل خاص على العناصر السابق ذكرها نظراً لكونهما الأكثر أهمية وتأثيراً في مرحلة التشييد على معظم هذه الراحات.

- طاقة الحصول على الراحة الضوئية، ويظهر تأثير العوامل المختلفة عليها من خلال:
  - اختيار مادة البناء بحيث تحقق شدة الاستضاءة المناسبة بنوعية النشاط الذي يزاوله الإنسان في الفراغ.
  - مراعاة أسلوب التنفيذ المستخدم وأماكن تواجد الكمرات والأعمدة وأسلوب معالجتها بما يسمح بشدة استضاءة مناسبة.(م.٣٥،ص١٠٤)
- طاقة الحصول على راحة ضوئية، ويظهر تأثير العوامل المختلفة عليها من خلال:

- اختيار مادة البناء التي تخفض الضوضاء المنقولة هوائياً، وذلك باستخدام المواد المسامية وزيادة كتلة الحوائط مثل استعمال الحوائط السميكة من الحجارة أو الطوب أو الخرسانة أو استعمال الحوائط المزدوجة.
- احتمال انتقال الموجات الصوتية الهوائية عن طريق اهتزاز الأغشية الزجاجية والحوائط الرقيقة[1] عند اصطدام الموجات الصوتية بها، مما يؤدي إلى انتقالها من خلالها إلى الهواء خلفها بنفس القوة.[2] (م.٣٥،ص١١٤)
- ضمان وصول صوت واضح إلى كل الجالسين، فلا يقتصر تحقيق الراحة الصوتية داخل الفراغ على التحكم في مستويات الضوضاء فقط.(م.٣٥،صص١٤٣)
- استخدام أساليب التنفيذ التي تسمح بعدم نفاذية الصوت من خلال الوصلات أو أماكن اتصال العناصر ببعضها.
- يراعى استخدام أساليب التنفيذ التي تسمح باستخدام عوازل للصوت عند الحاجة إليها.

طاقة الحصول على الأمن من الحريق، ويظهر تأثير العوامل المختلفة عليها من خلال:

- توفير الطاقة المستهلكة في الاحتياطات الأمنية ضد الحريق في مبنى ما بمراعاة مواد البناء المستخدمة بحيث تكون مقاومة للحريق، وبنفس المنهجية يمكن تقليل الطاقة في العديد من التجهيزات المستخدمة بالمبنى من خلال مواد وأساليب التنفيذ المستخدمة بالمبنى.(م.٣٥،ص١٤٣)

٣-٢-٣-عناصر التقييم المقترحة من خلال تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة الهدم

لمراعاة مبدأ التواصل للطاقة في المبنى وذلك من خلال الطاقة المدخلة والمخرجة على حد سواء، وبما يسمح بالحفاظ على الطاقة المدخلة متمثلة في محتوى المواد والوقود وجهد العمالة أو حتى مشاركة المستخدمين للمبنى وغيرها من طاقة مستنفذة أثناء عمليات التشييد وأثناء مرحلة التشغيل، كان لابد من أن يتم تصميم المبنى بحيث تصبح مدخلاته هي مخرجاته وتعود مخرجاته لتدخل كطاقة مرة أخرى بالمبنى وهكذا في دورة مغلقة، وحيث أن هذه الدورة صعبة من الناحية العملية فلابد على الأقل من التأكيد على أهمية تقليل المهدر من مخرجات الطاقة بأقل قدر ممكن بنفس طريقة التفكير لتقليل المدخلات منها.

ولقد تم التأكيد في البنود السابقة على أهمية الحصول على المبنى بأقل استهلاك من الطاقة وبأقل آثار سلبية متضمنة للإنشاء والاستخدام، وهنا سيتم التأكيد على أهمية تقليل الفقد في المخرج من هذه الطاقة أثناء عمليات الهدم، وبما يسمح بالتخلص من النفايات بأقصى توافق مع الطبيعة، فمثلاً يمكن تصميم المبنى بحيث يكون عند نهاية دورة حياته مصدراً للموارد لمباني لأخرى، كما يجب استخدام أسلوب هدم يساعد على سهولة وأمان استرجاع

(١) أجريت بالهيئة العامة لبحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمراني دراسة معملية مستفيضة على نوعيات مختلفة من حوائط مواد البناء لتقييم خصائص العزل الصوتي لها طبقاً للمواصفات العالمية.(م.٤٧،٩٤)

(٢) ساعد تطور مواد الإنشاء وتكنولوجيا البناء الهيكلي في تضخيم تأثير التلوث السمعي بتقليل سمك الحوائط واستخدام الحوائط الرقيقة من الطوب أو الجبس وغيرهما.

المواد المكونة للمبنى لإعادة استخدامها، أو قد تعود الموارد إلى أصولها الطبيعية بدون تأثير سلبي على البيئة، وغيرها من الاتجاهات التي تسمح بأقل تأثير على البيئة.

ويلاحظ أنه لتقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال مرحلة الهدم لابد من التعرف على طرق ترشيد استهلاك الطاقة فيها من خلال التعامل مع هذه العوامل، وترشيد استهلاك طاقة الهدم يمكن تلخيصه في اتجاهين رئيسيين هما تقليل المهدر من الطاقة المدخلة، وتقليل الطاقة المستهلكة في عمليات مضافة أثناء الهدم، ويلاحظ أن أكثر العوامل تأثيراً لذلك في مرحلة الهدم هي أساليب التنفيذ المستخدمة والتي تتحكم في عمليات الفك والإزالة، وكذلك مواد البناء المستخدمة والتي تتحكم خواصها في الطاقة المدخلة خلال عمليات تصنيعها والتنفيذ بها، كما تحدد خواص مواد البناء أسلوب الهدم الذي يمكن اتباعه وأسلوب التنفيذ الذي يمكن استخدامه، وبالتالي يجب التركيز على كل منهما عند دراسة التأثير الناتج على مرحلة الهدم.

٣-٢-٣-١-الطاقة المهدرة من الطاقة المدخلة

يمثل الفقد في الطاقة المستهلكة لتشييد المبنى أو تشغيله طاقة مهدرة إذا لم يتم استعادتها سواء بشكلها الأصلي أو في صورة أخرى، فعند هدم المبنى ينتج عنه مكونات وطاقة، فإذا لم تكن المكونات المخرجة بنفس كمية وجودة المكونات المدخلة أثناء عمليات التشييد والتشغيل فإن ذلك يعتبر هدراً في هذه الطاقة، هذا إلى جانب احتمال كون المكونات والطاقة ذات تأثير بيئي سلبي مما يؤدي إلى مبنى غير متوافق بيئياً، وحيث أن الحصول على المخرجات من الطاقة والموارد المدخلة بنفس كميتها المدخلة شبه مستحيل فعلى أسوأ الفروض تقليل الهدر فيها إلى أقل ما يمكن بدون أي تأثير سلبي على البيئة، ويلاحظ أن خصائص مواد البناء المستخدمة قد تساعد بشكل كبير على استرجاع جزء من طاقة الموارد، والتي تمثل جزءاً صغيراً من الطاقة الكلية المدخلة بالمبنى وجزءاً من طاقة مرحلة التشييد بها وهي طاقة تصنيع مواد البناء، أما باقي الطاقة المستهلكة من تشييد وتشغيل فلم يتم التوصل حتى الآن إلى كيفية استرجاع ولو جزء بسيط منها، ويمكن تقليل المهدر من طاقة الموارد أثناء الهدم من خلال:

- استخدام المواد المتجددة، حيث يفضل استخدام مواد البناء القائمة على موارد متجددة،[(١)] ويجب قدر الإمكان تقليل استخدام المواد غير المتجددة، أو على أقل التقديرات يتم تقييد استخدامها في مساحات محددة من المباني مثل المداخل بينما تستخدم مواد بديلة في باقي المبنى،[(م٢٧.٠،ص٩٤،١٤٣)] وتتميز الموارد المادية المتجددة بأنها قابلة للتحلل Biodegradable على العكس من المواد غير المتجددة كالمعادن أو المواد المصنعة من هذه المواد كالبلاستيك المصنع من البترول،[(٢)] بالإضافة إلى إمكانية إعادة استخدامها بعد نهاية دورة حياتها في تسميد التربة أو في أسوأ الظروف استخدامها كوقود.[(م٢٧.٠)]

(١) هي المواد التي يمكن أن تكون من مصدر متواصل سواء بالزراعة أو عندما تستخرج.(م٢٧.٠)

(٢) إن لم يتم إعادة استخدام هذه المواد يتم التخلص منها بالحرق مثلاً مما ينتج عنه مخاطر بيئية كثيرة، أو بالدفن في مقالب Land fills مما يعد أسلوباً لا يتماشى مع التنمية المستديمة.(م٢٧.٠)

- استخدام المواد القابلة لإعادة الاستخدام، وهي تلك المواد التي يمكن إعادة استخدامها بأقل قدر من الطاقة وأقل قدر من التأثيرات البيئية السالبة مما يساعد على سهولة الحفاظ على الطاقة المتضمنة فيها (طاقة تصنيعها ونقلها وإقامتها وصيانتها وهدم المبنى واستخلاصها).(م.٩٤،١٤٣) ويعتبر استخدام المادة أكثر من مرة قبل إعادة تدويرها أفضل بيئياً من إعادة تدويرها فقط، و بالتالي فإن إعادة الاستخدام يكون خطوة بين الاستخدام وإعادة التدوير، [١] (م.٧١،ص٦٢) ويمكن أن يتم إعادة استخدام المبنى ككل بنفس فكرة إعادة استخدام مواد البناء المكونة للمبنى أو إعادة استخدام مخلفات المبنى أثناء تشغيله.[٢]

- استخدام المواد القابلة لإعادة التدوير، حيث تعتبر طريقة إعادة تدوير المواد طريقة هامة للحفاظ على الموارد ولمواصلة استخدام المواد،[٣] ويجب عند تصميم المبنى اختيار المواد بحيث عندما يصل المبنى لنهاية دورة حياته فإن كل المواد المكونة له تكون قابلة لإعادة الاستخدام أو إعادة التدوير، فلم يعد كافياً أن نأخذ في الاعتبار الأداء الحالي لنسيج المبنى، حيث أن الاستخدام اللاحق لعناصر المبنى لابد وأن يكون جزءاً في أي اتجاه أخضر في التصميم.[٤] (م.١٩-١،ص٩٩٨)

---

(١) من المواد التي يمكن استخدامها بهذه الخاصية مادة الحديد حيث يمكن بصهره إعادة استخدامه، أما الخرسانة المسلحة فلأنها تتم بتفاعلات كيميائية فلا يمكن عودتها لأصولها لكن يمكن استخدامها بعد عدة عمليات معالجة في الرصف.(م.٧١،ص٦٢)

(٢) يراعى في التصميم إطالة فترة حياة المبنى قدر الإمكان، لأن هدم المبنى يعني فقد الطاقة التي كانت متضمنة فيه أو على الأقل قدر كبير منها إذا أعيد استخدام بعض مواده واستزاف طاقة جديدة تتضمن في المبنى الجديد، ولتصميم مبنى أطول عمراً يجب مراعاة اختيار مواد البناء بحيث تكون متينة شديدة الاحتمال سهلة الإصلاح والصيانة، لتكون أطول عمراً وبالتالي تقلل من استخدام مواد جديدة سواء لاستبدالها أو لإعادة بناء مبنى آخر عند هدم المبنى القائم، إلى جانب المرونة في تصميم المبنى بحيث يمكن أن يتكيف مع الاحتياجات المتغيرة لشاغليه أو توفيق عدة استخدامات في نفس المبنى أو إعادة استخدامه في أغراض جديدة أثناء فترة حياته بدون الحاجة إلى الهدم و إقامة مبنى جديد.(م.٩٤،ص١٤٣) فالحفاظ على المباني ليس فقط يحافظ على الموارد والطاقة بل أيضاً يضمن استمرار استخدام البيئة التحتية للمدن، فالهدم يجب أن يكون الحل الأخير.(م.١٩-٤،ص٩٩٨)

(٣) من الدول الرائدة في مجال إعادة التدوير أمريكا الشمالية، حيث تنتج عن عملية التشييد التقليدية بها حوالي ٢٠-٣٥ كجم من المخلفات الصلبة لكل متر مربع من المساحة الأرضية، وتتكون معظم هذه المخلفات من بقايا الطوب والخرسانة وقطع الأخشاب الصغيرة والتي يتم إعادة استعمالها وإعادة تدويرها، وتستطيع الفرق الحديثة المتخصصة في هدم المنازل تحطيم كتل الخرسانة الضخمة وخلط ما ينتج منها من مسحوق أسمنتي ناعم بأسمنت إضافي لعمل خرسانة جديدة، ولقد استطاعت أحد هذه الفرق في مدينة سيدني بأستراليا والتي هدمت ناطحة سحاب كاملة تجميع الزجاج والحديد والخرسانة كل على حدة وإرسالها لأماكن إعادة التدوير.(م.١٩-٤،ص٩٩٨)

(٤) من المواد الرئيسية القابلة لإعادة التدوير ما يلي:

- الركام الناتج عن الخرسانة المهشمة.
- العناصر الإنشائية مثل الكمرات الخشبية والعوارض.
- المكونات الصغيرة مثل الطوب (في حالة لينة)، بلاطات الأسقف وبلوكات الخرسانة.
- عناصر مثل ضلف النوافذ ، الأبواب،الأشياش،الأعتاب،..إلخ.

٣-٢-٣-٢-الطاقة المضافة إلى الطاقة المدخلة

تمثل الطاقة المستهلكة للقيام بعملية هدم المبنى طاقة مهدرة بوجود فرضية الطاقة المتواصلة بالمبنى، فأي طاقة أخرى مضافة على الطاقة المستهلكة في مرحلتي التشييد والتشغيل هي طاقة مهدرة، وبالتالي كان لابد من مراعاة أن يتم التفكير منذ المراحل الأولى لعمر المبنى في كيفية هدمه من خلال الطاقة المدخلة فيه، مع ملاحظة أن الهدم ليس بالضرورة أن تكون مرحلة نهاية عمر المبنى فقد تؤدي هذه المرحلة إلى مرحلة تشييد أخرى، ويؤثر أسلوب التنفيذ بشكل أساسي على عمليات الهدم المستخدمة وبالتالي على الطاقة المستهلكة فيها، وكذلك تؤثر خصائص مواد البناء المستخدمة على تلك العمليات، ويمكن تقليل الطاقة المستهلكة في عمليات الهدم من خلال:

- استخدام المواد ذات القابلية لإعادة الفك والتركيب، حيث يفضل تصنيع العنصر الإنشائي بشكل يكون فيه قابلاً للفك والتركيب من أجل إعادة استخدامه مرة أخرى بسهولة، ويعتبر استعمال العنصر المصنع عدة مرات دورة مغلقة،(م١٩٠-١،ص٩٩٩) كما يفضل بداية في هذه المرحلة تحديد العمر الافتراضي للمبنى كخطوة أولى بحيث يكون هذا التحديد هو الهدف الذي يسعى المصمم لتحقيقه من خلال الخيارات المتاحة للمواد والمكونات، ويتم تقسيم مواد البناء بالمبنى ومكوناته إلى مواد قابلة للاستبدال أو مواد غير قابلة للاستبدال، وبالتالي تحديد عمر مواد البناء بالمبنى ومكوناته. (١) (٢)

ويعتبر التصميم القابل للتفكيك فرعاً في حركة الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير، حيث أن أسلوب استخدام المواد يمكن أن يساعد أو يعوق طول فترة عمرها، فمثلاً لمبنى ذو هيكل من الخرسانة المسلحة عند هدمه يصير دبشاً أما الهيكل المعدني فيمكن فك أجزاؤه وإعادة استخدامها وإعادة لحامها أو صهرها وإعادة تشكيلها.(م١٩٠-١،ص٩٩٩)

- استخدام المواد القابلة للتحلل، حيث لابد من اتخاذ سياسة للمادة بحيث لا تكلف عودتها إلى دورتها الطبيعية كثيراً، فليست عملية التدوير للمادة هي الطريقة الأفضل بل هي الحالة النهائية، ويجب أولاً استعمال مواد تعود إلى

---

(١) فمثلاً تكون جميع المواد الإنشائية والمواد الأساسية الأخرى في المباني والتي لا يمكن الوصول إليها واستبدالها ذات عمر افتراضي مساو للعمر الافتراضي للمبنى، وتحديد تبعاً لذلك ولوجهة نظر المعماري نوعية المواد للعناصر المختلفة في المبنى بحيث تحقق أقل طاقة خلال مرحلة الهدم.(٢)

(٢) محمد رامز حسين، حسن فهمي السيد، تقييم خامات الطفلة الصحراوية بمنطقة شقلوف محافظة الفيوم-عقد أبحاث بدائل طمي النيل في صناعة طوب البناء، كلية الهندسة-جامعة القاهرة-أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.

(٣) من هذه العمليات (الإذابة)لإنتاج مواد جديدة مثل الزجاج والمعدن والبلاستيك، وهناك مواد متبقية يمكن جمعها وطحنها أو معالجتها لاستعمالها كمادة بناء بشكل مختلف عن استعمالها الأصلي مثل العلب والكرتون والقماش وعجلات السيارات والمواد البلاستيكية، ولقد تم استعمال هذه المواد في كثير من الأبنية السكنية في العالم.(م.١٩-٤،ص٩٩٩)

الطبيعة بدون أي ضرر، ولكن هذه الحالة المثالية قليلة التوفير بهذا الشكل المتكامل إلا في حالة البناء بـــالطين، في حين أن أغلب المواد تحتاج لاستخدام طاقة جديدة لإعادتها إلى شكلها الطبيعي.[٣]

٣-١-٤-مراعاة التوازن البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى

يلاحظ أن الطاقة هي أحد مفردات البيئة الهامة سواء كانت طاقة متجددة أو طاقة حفرية، ويمكـــن بدراســـة خواص البيئة تحويلها إلى معادلات يمكن دراستها وتقييمها بوحدات الطاقة، ويلاحظ أن الطاقة من أكثر عناصـــر البيئة جاذبية لتحويل عناصر البيئة الأخرى إليها أو تنسيبها بالنسبة لها، بحيث يمكن في النهاية تقييم العوامل البيئيـــة كطاقة ومن ثم حسابها بوحدات الطاقة، كما يلاحظ إمكانية التعبير عن الخلل البيئي بنفس هذه الوحدات نظراً لأن أي خلل هو تغيير في محتوى الطاقة بالبيئة بالزيادة أو النقصان، ويمكن إلى حين حساب العوامل البيئيـــة المختلفـــة بمعادلات الطاقة إعطاء تقييم تقديري لتأثير استهلاك الطاقة على البيئة في مرحلة تشييد المبنى وما يستتبعها من تأثير بيئي لمرحلتي التشغيل والهدم، وبالتالي اختيار العوامل قليلة التأثير السلبي على البيئة من مواد مستخدمة وأســـاليب تنفيذ ونظم بناء متبعة مع مراعاة تجنب الآثار السلبية الناجمة عن مخلفات قطاع التشييد والبناء، والتي تكون بكميات ضخمة من النفايات الصلبة الناتجة عن الأعمال الإنشائية [١] (م.٩٤،ص١٣)

وتتضمن المخلفات الإنشائية مواد غير عضوية كالأحجار والخرسانة ومواد عضوية كالأخشاب، وتعد النفايات الإنشائية أقل تلويثاً للبيئة من أنواع النفايات الأخرى لأن قابلية معظمها للتعفن ضعيفة، إلا أن كون معظمها غـــير قابل للتحلل يهدد بالزيادة المطردة في كمياتها وبالتالي بتفاقم مشكلتها، ولعل أكثر الطرق فاعلية في التعامـــل مـــع مشكلة النفايات هي تقليل كمية إنتاجها، وعلى المصمم مراعاة استخدام مواد طويلة العمر عن طريق اختيار مواد متينة شديدة الاحتمال سهلة الإصلاح، وأيضاً ترشيد المواد المستخدمة واستخدام مواد قابلة لإعادة الاســـتخدام أو التدوير أو التحلل(م٩٤،ص١٣)

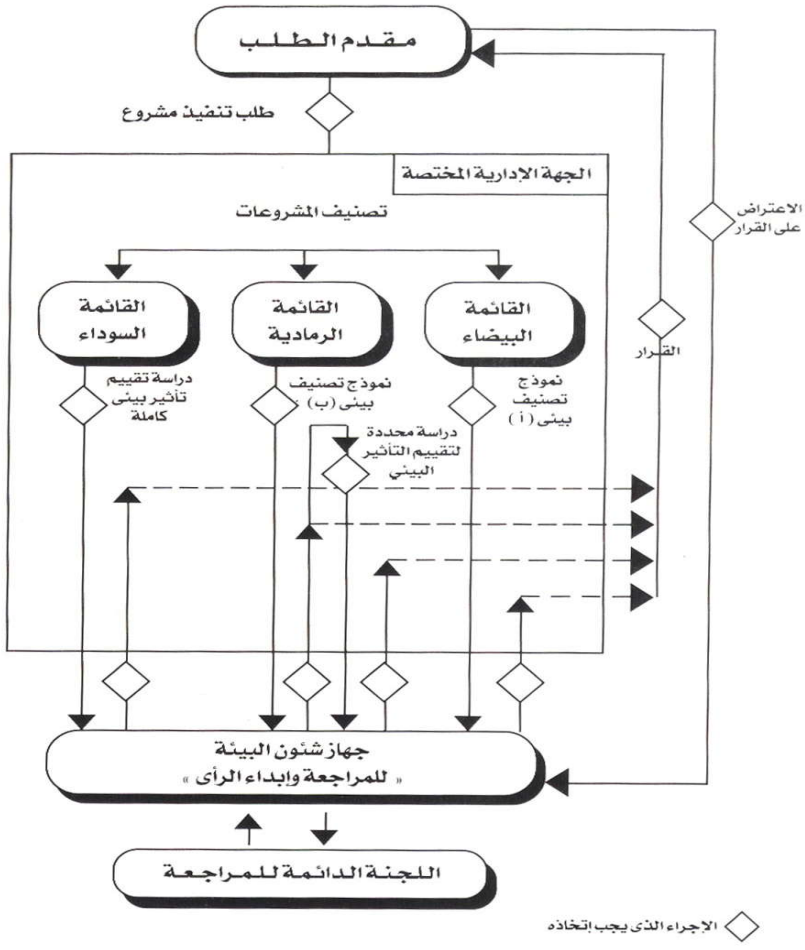
٣-٢-٤-١-تقييم التأثير البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى

يتم تقييم التأثير البيئي من خلال الفحص المنظم للآثار غير المتعمدة التي تنجم عن مشروع أو برنـــامج تنمـــوي، وذلك بهدف تقليص أو تخفيف حدة الآثار السلبية وتعظيم الآثار الإيجابية للمشروع على البيئة، ومن الناحية العملية فإن هذا يعني دراسة وتحليل الجدوى البيئية للمشروع المقترح، حيث أن تنفيذ هذا المشروع أو تشغيله قد يؤثر على سلامة البيئة وعلى الموارد الطبيعية أو صحة الإنسان أو كلاهما معاً.(م.٦،ص٢٦)

(١) تمثل كمية النفايات في الولايات المتحدة حوالي ٥٠ % من إجمالي النفايات الصلبة المحلية، كما ينتج الاتحاد الأوروبي كميات تزيد عن ذلك.(م.٩٤،ص١٣)

ويعتبر الغرض من تقييم الآثار البيئية هو ضمان حماية البيئة والموارد الطبيعية والحفاظ عليها، وضمان تنمية متواصلة تلبي حاجات الوقت الحاضر دون الإنقاص من قدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتها الخاصة، ويتم هذا التقييم على عدة مراحل يتم فيها مجموعة من الخطوات هي:

- تقسيم وتحليل المشروع إلى أنشطة وذلك في بداية دراسته الأولى بدءاً من مرحلة العطاء.
- دراسة تأثير كل نشاط على البيئة وما يمكن عمله تجاه هذا النشاط، كتغيير أسلوب التنفيذ في حالة أن يكون لهذا الأسلوب تأثيراً سلبياً على البيئة.
- دراسة كل الاحتياجات الوقائية والمعدات والمهمات المطلوبة في كل نشاط ليتم بطريقة لا تؤثر على البيئة.
- دراسة ارتباط كل نشاط بالبيئة المحيطة بالمشروع، فمثلاً قد يتسبب وجود مجاورات للمشروع إلى تغيير تنفيذ النشاط كلياً.[م٦،ص٢٦] (انظر شكل(٣-٢))



شكل(٣-٢):خطوات تقديم تقييم التأثير البيئي لمرحلة تشييد المبنى للجهات المختصة.[م٦،ص٣٥]

٣-٢-٤-٢-أهمية معالجة الخلل البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى

يمكن بدراسة التأثير البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى تحديد الآثار السلبية لهذه المرحلة على مكونات البيئة المختلفة والسابق ذكرها بالباب الثاني من البحث (انظر ص٧٤)، وتشمل هذه المكونات الكائنات الحية والمواد الخام والمحيط الحيوي والمنشآت، ويظهر التأثير السلبي لهذه المرحلة إما بتلوث البيئة بتغيير خواصها، أو بتدهور البيئة بالهدر في مكوناتها سواء بالاستخدام المسرف أو بعدم الاستخدام لهذه المكونات، ويمكن بالتالي مراعاة التوازن البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى من خلال:

- تقليل تأثير تلوث البيئة خلال مرحلة تشييد المبنى.
- تقليل تأثير تدهور البيئة خلال مرحلة تشييد المبنى.

وسيتم في الباب الخامس من البحث طرح بعض الحلول المختلفة لإمكانية تقليل التأثير البيئي السلبي سواء بالتلوث أو بالتدهور، وتظهر أهمية معالجة الخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى في:

- الحفاظ على الطاقة المتضمنة بالمبنى بدلاً من خروجها على شكل ملوثات للبيئة، فالطاقة المستهلكة بالمبنى إن لم تخرج في صورتها الأولى فإن ذلك يعني تحولها إلى أحد أشكال الطاقة الأخرى، وهو ما يستتبعه في العادة خروج الملوثات.
- المساعدة على إيجاد بيئة نظيفة منذ المراحل الأولى لعمر المبنى، ليمكن استمراره خلال باقي مراحل المبنى.
- إمكانية غلق بعض الدورات بالمبنى بإدخال المخلفات أو المخرجات الملوثة للبيئة بحيث يمكن استخدامها بالمبنى، وهو خطوة في اتجاه التنمية المتواصلة.
- الحفاظ على التوازن البيئي للمواقع المجاورة للإنشاء بدون ضرر أو تأثير سلبي، وهو ما يحافظ عليها بالمثل عند إنشاء مباني مجاورة لها.

٣-٢-٥-مراعاة عاملي الأمان والجودة

سبق ذكر أهمية عاملي الأمان والجودة عند تطبيق عمليات الترشيد بالباب الأول (انظر ص ١٨)، وترشيد استهلاك الطاقة كأي عمل لابد له من وجود معايير وموازين يمكن بها مقارنتها بالفائدة ومستوى الجودة والنوعية المتحصل عليها قبل الحكم عليها، فلا يمكن افتراض تخفيض أو تقليل استهلاك الطاقة في مبنى ما إذا كان هذا التخفيض يصحبه أيضاً تخفيض غير مستحب أو مقبول على مستوى الجودة والأداء ما دون الحد الأدنى المتفق عليه،

وعليه فإن تحديد مستوى الجودة والأداء والذي يعرف بالجودة المفضلة Optimal quality ضرورة لابد منها، إلى جانب الحفاظ على متطلبات الأمان في المشروع سواء للمنشأ أو للعاملين به أو لأي عنصر يتضمن مرحلة التشييد.

ويلاحظ أن الطاقة من أهم العوامل الواجب مراعاتها لتحقيق عاملي الأمان والجودة للمنتج، فيمكن التعبير عن مدى تحقيقهما في أي عمل أو منتج بمحتوى الطاقة المتضمن فيها، بحيث أن عدم تحقيق هذه العوامل يؤدي إلى الإخلال بمحتوى الطاقة الذي لابد من عدم تجاوزه ليتم التأكد من استيفاء عاملي الأمان والجودة لها، ومن هنا يظهر إمكانية تقييم عاملي الأمان والجودة كطاقة يتم حسابها بمعادلات رياضية، وبالتالي يمكن بها تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، ونجد أن الطاقة ذات علاقة مزدوجة مع عاملي الأمان والجودة فهي أهم مدخلاتها والواجب مراعاة إدخالها بالصورة السليمة للتأكد من جودة العمل، وفي نفس الوقت هي أحد العوامل التي لابد من عدم التأثير بالسلب عليها نتيجة خفض الجودة وما يستتبعه من عدم كفاءة العمل أو المنتج.

ويظهر بالتالي الترابط بين ثلاثتهم: الترشيد في استهلاك الطاقة، الأمان، الجودة، ويفضل إيجاد الوسيلة التي تساعد على عدم تعريض أيهم لتعدي حدود السماحية، كما يلاحظ أن العمل الإنتاجي المتقن المطابق للمواصفات مهما بلغت تكاليفه أرخص من العمل الإنتاجي غير المطابق للمواصفات، والمنتج المصنوع من هذه المواد المطابقة للمواصفات يكون قوياً وافياً بحاجات المستهلك ومحافظاً على صحة المواطنين ويدوم طويلاً ويقاوم العوامل الجوية، في حين أن المنتج غير المطابق يكون ضعيفاً ولا يدوم طويلاً وبالتالي يطلب تغييره.

ويلاحظ أن العلاقة بين عاملي الأمان والجودة والطاقة المستهلكة في تشييد المبنى قد تكون طردية، إلا أنها قد تكون عكسية أيضاً، حيث لا يشترط بالضرورة لرفع مستوى عاملي الأمان والجودة من صرف طاقة أكثر، بل يمكن بتخفيض الطاقة الحصول على زيادة في مستوى عاملي الأمان والجودة، والأخيرة هي الأفضل والأكثر تحقيقاً لمفهوم الترشيد، وفيما يلي سيتم ذكر كلا الأسلوبين وبعض تطبيقاتهما.

٣-٢-٥-١-الحفاظ على الطاقة المستهلكة مع مراعاة عاملي الأمان والجودة

يحدث عادة نتيجة التقليل في الطاقة المستهلكة التدني في مستوى الجودة المفضلة، وبالتالي يلزم للوصول إلى هذا المستوى أو أعلى منه صرف المزيد من الطاقة، وبالتالي يكون الترشيد في استهلاك الطاقة والذي يسمح بتقليل الطاقة المستهلكة سبباً في خفض مستوى الجودة المفضلة بالمبنى، وعند ذلك يصبح هذا الترشيد دون معنى مما يستلزم بالتالي الحفاظ على الطاقة المستهلكة عند حد معين دون زيادة أو نقصان لمراعاة عاملي الأمان والجودة، ومن الأمثلة التي توضح العلاقة الطردية بين تخفيض استهلاك الطاقة وتخفيض مستوى الجودة والأمان للمنشأ ما يلي:

- يؤدي تقليل أبعاد القطاعات الإنشائية إلى ترشيد استهلاك الطاقة في تصنيع مواد البناء ونقلها، لكن إذا تعدى هذا التقليل حدود السماحية المطلوبة لهذه القطاعات فإن ذلك يؤثر على أمان المنشأ، وبالتالي لا يمكن قبوله كنوع من أنواع الترشيد.
- يؤدي استخدام أنواع أقل كفاءة من مواد البناء إلى ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، لكنه إذا تجاوز حدود المسموح به في المواصفات القياسية فإن ذلك يؤثر على جودة المنشأ، وبالتالي لا يمكن قبوله كنوع من أنواع الترشيد.
- استخدام بلاط من الموزايكو والمصنوع من مواد غير مطابقة للمواصفات قد يكون أرخص قليلاً من بلاط مصنوع من مواد تزيد قوتها بنسبة ١٠% أو ٢٠%، لكن بعد مدة يتفتت وتجب إزالته فتدفع طاقة جديدة لخلعه وتصنيع ونقل بلاط جديد ثم إعادة التبليط، وهذا يكلف ضعف الطاقة الأولية وأكثر لأن الطاقة المهدرة في البلاط القديم هي طاقة مضافة.(م٥٦،ص٢٢)

٣-٢-٥-٢-خفض الطاقة المستهلكة مع الحفاظ على عاملي الأمان والجودة

يلاحظ أن أفضل حالات الترشيد ما تسمح بتقليل الطاقة المستهلكة إلى جانب رفع مستوى الأمان والجودة للمنشأ، ومن الأمثلة على هذا الاتجاه ما يلي:

- يؤدي تخفيض ارتفاع السقف من ٢,٧٠م إلى٢,٥٠م، إلى خفض استهلاك الطاقة نتيجة الخفض في طاقة تصنيع مواد البناء وطاقة نقلها والتنفيذ بها، وقد وجد أن هذا الترشيد يصحبه تحسين في تهوية الفراغ الداخلي وكمية الظلال عليه، إلى جانب الراحة النفسية مع عدم التأثير على شدة الاستضاءة، وغيرها من عوامل الأمان والجودة للمنشأ والتي إن لم تكن بنفس جودتها فهي أفضل، وسيلي شرح هذا المثال بالتفصيل في الباب الخامس من البحث في محاولة لترشيد استهلاك طاقة تشييد المبنى من خلال عملية التصميم (راجع ص٢٥٧).
- استطاعت شركتان أمريكيتان بولاية كاليفورنيا في عام ١٩٩٣م توفير نصف كمية الخشب التي كانت تستخدمه عند تشييد أحد المنازل، وذلك بوضع ألواح الخشب على مسافات متباعدة وبدون تعريض سلامة المبنى لأي مخاطرة، وفي عام ١٩٩٣ أيضاً طورت إحدى الشركات الفرنسية خرسانة تتكون من آلاف الأسلاك الحديدية في حجم الشعرة بدلاً من القضبان الحديدية القياسية، ولقد اتسمت هذه الخرسانة بالمتانة والقوة المطلوبين من الخرسانة التقليدية والتي تبلغ ثخانتها ثلاثة إلى أربعة أضعاف الجديدة بجانب توفير إضافي في المواد.(م٩٤،ص١٤٢)
- يؤدي التدني في نوعية الخرسانة إلى خسارة نتيجة تشقق وتلف المنشآت، حيث يلزم بالتالي هدمها وإعادة إنشاءها،(م٥٦،ص٢٣) ويمكن باستخدام التقنية المغناطيسية الترشيد في استهلاك الطاقة بتوفير الأسمنت المستعمل بمعدل ٢٥ % دون الإخلال بخاصية التماسك، وقد تم صنع خرسانة قوية جداً وبخواص تتحمل الأوساط الرديئة من التقلبات الحادة في درجات الحرارة والتجمد الشديدين، والحرارة العالية والرطوبة العالية والبيئة عالية الملوحة والحموضة باستخدام هذه التقنية، هذا إلى جانب زيادة معدل قوة الخرسانة من١٠ % إلى ٤٠ %، كما أنه

باستعمال ماء البحر الممغنط لإنتاج الخرسانة تصل قوة الخرسانة إلى ٦٠ % عن حالة استعمال ماء البحر غير الممغنط في الخرسانة.

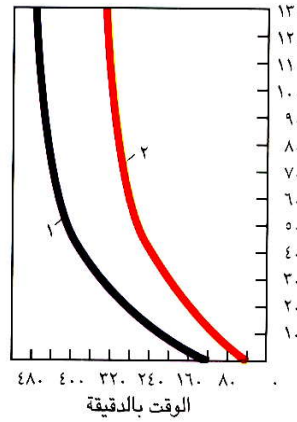
وتعتبر الخرسانة الممغنطة أكثر كثافة في التركيب بالإضافة إلى أن عدد المسامات الشعرية تقل فيها بصورة كبيرة، وينتج عن ذلك نقص واضح في درجة نفوذية الماء والرطوبة عبر الخرسانة، ونجد أن عمر الخرسانة المنتجة طبقاً للتقنية المغناطيسية أطول بحوالي ٤ إلى ٥ مرات مقارنة بعمر الخرسانة المنتجة طبقاً للتقنية المعتادة، كما أن نفوذية الماء والغازات للخرسانة المنتجة طبقاً للتكنولوجيا المغناطيسية تنخفض بصفة كبيرة، كما تمكن التقنية المغناطيسية من الحصول على درجة عالية من ليونة الخرسانة بدون أي تأثير على قوتها.(م.٩٨،ص٢،١)

ولقد أوضحت التجارب عدم تأثير القضبان الفولاذية بالصدأ في الإنشاءات مسبقة الصنع، ولا يمكن أن يرى أية تشققات على سطح الخرسانة المصنوعة حسب التقنية المغناطيسية عند استعمال الماء المعالج مغناطيسياً، حيث يحدث تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكون غشاء للحماية قوي جداً يمنع التآكل، وعند استعمال التقنية المعتادة فإن مرحلة تبلور الأسمنت يأخذ وقتاً طويلاً نسبياً، وفي المقابل عند استعمال التقنية المغناطيسية تبدأ اللزوجة في الزيادة مباشرة بعد الخلط وفي نفس الوقت تبدأ الجزئيات تتبدد إلى أحجام أصغر بحجم الميكرون.(م.٩٨،ص٤) (انظر جدول ٣-٢)

- يمكن باستعمال التقنية المغناطيسية على الحجر الأسمنتي ترشيد استهلاك الطاقة بتوفير الأسمنت، ويؤدي أيضاً إلى التأثير بصفة إيجابية على الخواص الفيزيوكيميائية لها مثل مقاومة نفوذية الماء، مقاومة التجمد، مقاومة الحرارة العالية، المقاومة ضد المواد الكيميائية، اختراقية الغاز.(م.٩٨،ص٤) (انظر شكل ٣-٣)

التقنية المستعملة	التقنية المتبعة العادية (مواصفات عادية)	التقنية المغناطيسية (استعمال مياه ممغنطة في الخلطة الخرسانية)	
مواصفات الخرسانة	النتائج بثبات كمية الأسمنت	استعمال مياه ممغنطة بثبات كمية الأسمنت	استعمال مياه ممغنطة وخصم٢٥% من كمية الأسمنت
متوسط قياس ضلع المكعب (مم)	١٥٠	١٥٠	١٥٠
الحمولة القصوى حتى الكسر	٤٥٩,٥	٦١١,٤	٥٧٩,٢
القوة الضاغطة نيوتن/مم	٢٠,٤	٢٧,٢	٢٥,٧

جدول(٣-٢):نتائج التطبيقات للأنظمة المغناطيسية في الصناعات الإنشائية - يناير ١٩٩٥م.(م.٩٨،ص١٠)



شكل(٣-٣): تأثير الماء المعالج مغناطيسياً على زيادة لدانة حجر الأسمنت.(م.٩٨،ص٩)

٣-٢-٦-الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة

سبق ذكر بعض أنواع الطاقة المختلفة المستخدمة في مصر في الباب الأول وذكر مزايا وعيوب بعض منها، وتعتبر الطاقة المستهلكة للحصول عليها هو عامل رئيسي في الحكم على أفضلية الطاقة المستخدمة، حيث أنها قد تسبب استبعاد أو استنكار أحد هذه الطاقات وتفضيل أخرى.

ويلاحظ أن تغيير نوع الطاقة المستخدمة لن يؤثر كثيراً على كمية الطاقة المستهلكة وخاصة للمعدات المستخدمة، لكنها تؤثر بشكل آخر من حيث طاقة استهلكت للحصول عليها مسبقاً، وهذا ما يجعل الطاقات المتجددة في مصاف أفضل الطاقات المستخدمة على الإطلاق، فهي لا تحتاج سوى إلى القليل من الطاقة للحصول عليها، في حين أنه للحصول على الوقود أو النفط فإن ذلك يستهلك طاقة كبيرة لمجموعة المراحل والعمليات التي تتم حتى تصل إلى المرحلة النهائية منه للاستخدام، كما أن الطاقة المفقودة نتيجة عملية التحويل بين أنواع الطاقة المختلفة تمثل طاقة مهدرة سواء للطاقة المفقودة أو للطاقة المستهلكة في عملية التحويل، وعند اختيار الطاقة لابد من مراعاة تأثيرها البيئي كعامل أساسي إلى جانب طاقة الحصول عليها، وذلك لأن كلاهما ذا تأثير مباشر على أحدهما الآخر، وهو ما يؤكد على تميز الطاقات المتجددة بالنسبة للطاقات الأخرى وأهمية اللجوء إليها في أسرع وقت. [1]

ويمكن لتقييم مثل هذه الطاقات معرفة أقسام استهلاك الطاقة للحصول عليها والسابق ذكرها في الباب الأول (انظر ص ١٠) ، ومحاولة ترشيدها من خلال الطرق المباشرة وغير المباشرة لترشيد استهلاك الطاقة، وهذه الأقسام هي:

- طاقة تصنيع الطاقة.
- طاقة نقل الطاقة.
- طاقة تشغيل الطاقة.

ويمكن حساب هذه الطاقات متمثلة في طاقة معدات وعمالة الحصول على الطاقة بنفس طرق الحساب الخاصة بمعدات وعمالة التشييد، وفي هذه الحالة يمكن لحين التوصل إلى طرق لحساب هذه الطاقة اللجوء إلى تكلفة الطاقة المتداولة بشكل مبدئي، لكن يراعى سرعة الحصول على هذه الحسابات من منظور الطاقة خاصة لما تتميز به تكلفة الطاقة من قوانين وضعية بشرية لا تعبر عن القيمة المادية الحقيقية لها.

٣-٣- ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة

يمكن بعد تحديد أهمية ترشيد استهلاك الطاقة في الحصول على الطاقة المستخدمة، وبتحديد أقسام استهلاك الطاقة للحصول عليها في الباب الأول من البحث (انظر ص١٠)، طرح بعض أساليب هذا الترشيد سواء بالطرق المباشرة أو غير المباشرة للترشيد، وتظهر أهمية الطرق غير المباشرة على المدى البعيد وذلك بالتعرف على بدائل الطاقة والتي

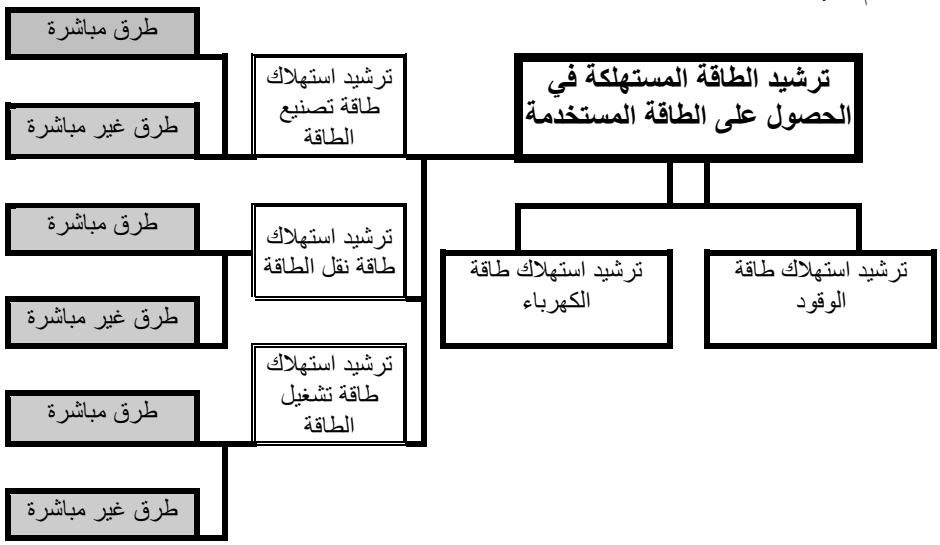
(١) **بمعنى أنه لو وجدت معدة تعمل بكذا ك.و.س. فإن نوعية الطاقة المدخلة لن تؤثر في هذا الكم بمعنى احتياجها لنفس الكم سواء كانت هذه الطاقة طاقة بترول أو غاز أو طاقة شمسية أو طاقة رياح أو غيرهم، لكن يراعى أن طاقة الحصول على أي من هذه الأنواع هو المؤثر الحقيقي لاختيارها، ويراعى كما سبق في هذا الباب تحويل أي حلل بيئي إلى طاقة مضافة على الطاقة الكلية وإدخالها في الاعتبار.

يمكن استخدامها في مصر للاختيار بينها، وحتى يتم الاعتماد عليها لابد من النهوض بالطرق المباشرة لخفض الفقد في الطاقة المستخدمة وتحسين كفاءة أداءها.

٣-٣-١-طرق ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة

تبدأ عملية ترشيد استهلاك الطاقة في أي مجال من خلال الاختيار المناسب للطاقة نفسها والمستخدمة في هذا العمل، أو بحسن استهلاك الطاقة المستخدمة بتحسين كفاءة أداءها وخفض الفقد في الطاقة، ويمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أقسام الاستهلاك المختلفة لها متمثلة في طاقة تصنيع الطاقة وطاقة نقلها وتشغيلها، أما عناصر استهلاك الطاقة من خلال هذه الأقسام فهي تمثل المعدات والعمالة المستخدمة للحصول على الصورة النهائية لها، ويلاحظ أن ما تستهلكه محطات توليد الكهرباء في العالم الثالث من الوقود يزيد عن ما تستهلكه محطات التوليد في البلدان الصناعية بما يصل إلى ٤٤% لكل كيلووات ساعة، وإلى جانب طاقة كل من المعدات والعمالة يراعى حساب المهدر من الطاقة نتيجة عمليات التحويل المختلفة. (١)

ويلاحظ أن أكثر أنواع الطاقة احتياجاً للترشيد هي أكثرها استخداماً متمثلة في كل من طاقة الوقود والكهرباء، (انظر الباب الأول ص٤) ويلاحظ أن الطاقة المتجددة ذات جدوى كبيرة للحصول عليها واستخدامها مقارنة بالطاقات السابقة وخاصة في مصر، ويمثل مجال استبدال الطاقات بأخرى أكثر جدوى وكفاءة ترشيد استهلاك الطاقة بالطرق غير المباشرة، أما الطرق المباشرة فهي تعتمد على علاج عيوب الطاقات المستخدمة نفسها من خلال أقسام استهلاك الطاقة.



شكل (٣-٥):أقسام ترشيد الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة

(١) فوزي محمد الشريف لياس، دور الغاز الطبيعي في الحد من التلوث البيئي، ماجستير، جامعة عين شمس، ١٩٩٨م، ص١٨.

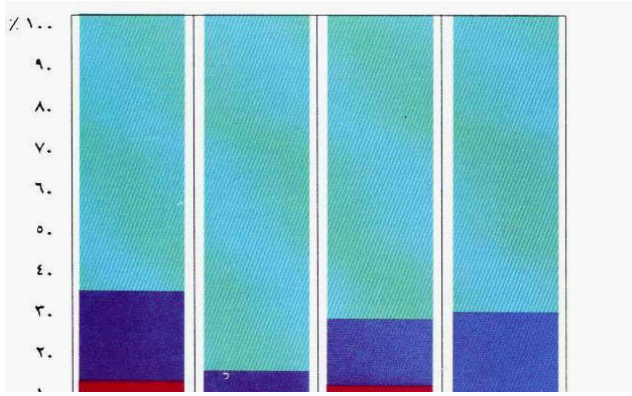
٣-٣-١-١-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع الطاقة

ليمكن استخدام الطاقة في صورتها النهائية لابد لها من المرور خلال مجموعة من عمليات التحويل وتستهلك لذلك طاقة من خلال المعدات والعمالة اللازمة لهذه العمليات، إلا أن المشكلة الأساسية تكمن في كفاءة التحويل ذاتها، وحيث أن الموارد الطبيعية لكي تلبي الاحتياجات المتنوعة من الطاقة لابد لها وأن تتعرض إلى عدد من عمليات التحويل، فإنه لتحويل أحد صور الطاقة إلى أخرى فإن ذلك يؤدي إلى فقد كمية كبيرة من الطاقة المدخلة، فأشكال الطاقة التي توفرها الطبيعة لابد من تحويلها لأخرى فقد تكون كيماوية كالتي تحتوي عليها موارد الوقود الأحفوري، وتواجد الطاقة في هذه الصورة في أغلب الأحيان لن يكون ذا معنى إلا إذا تم تحويلها إلى أشكال طاقية أخرى، ومن هنا تأتي عملية الكفاءة التحويلية لأشكال الطاقة ويظهر دور الكفاءة التقنية بأقل هدر من الطاقة.[1] (انظر شكل(٣-٦))

ويلاحظ بصفة عامة انخفاض درجة الكفاءة في عملية تحويل الطاقة الأولية مثل الفحم والبترول إلى طاقة ثانوية كالكهرباء، حيث يزداد حجم الفاقد أثناء عملية التحويل، ومن الممكن أن تنخفض حجم المدخلات المستخدمة من الطاقة الأولية لتلبية طلب معين من مصادر الطاقة الثانوية إذا أمكن زيادة درجة كفاءة عملية التحويل، فالمستهلكين لا يتلقوا في شكل طاقة كهربائية سوى ٠,٢٥ مما تستخدمه محطات توليد الكهرباء من مصادر أولية، ويصل الفقد في عملية التحويل إلى ٧٠% من المستخدم.(م.٤،ص١٩٧،١٩٦) (انظر جدول(٣-٣))

	مليون وحدة حرارية	%من مدخلات الوقود
مدخلات الوقود الأولي	٣٧,٥١٥	١٠٠
فقد في عملية التحويل إلى مصادر ثانوية للوقود	١٩,٤٧٥	٥٢
المصادر الثانوية المنتجة من الوقود	١٨,٠٤٠	٤٨
فقد في عملية توزيع واستخدام الطاقة الثانوية	٢,٣٩٥	٦
الطاقة الثانوية المتاحة للاستهلاك المحلي والتصدير	١٥,٦٤٥	٤٢

جدول(٣-٣):المستخدم والمنتج من الوقود الثانوي في بريطانيا عام ١٩٧٢. (م.٤،ص٢٠١)



طرق مباشرة	طاقة الوقود	➢ يمكن رفع كفاءة وحدات إنتاج الطاقة المختلفة بتشغيل الوحدات عند القيم الأصلية للتصميم، وتقليل الفواقد من الاحتكاك والخنق. ➢ ضبط نسب الوقود والهواء في عمليات الاحتراق وتسخين هواء الاحتراق باستخدام جزء من طاقة العادم. ➢ تحسين كفاءة العزل الحراري وتحسين كفاءة عمل أسطح انتقال الحرارة من مراجل البخار والمبادلات الحرارية. ➢ استخدام وسائل فعالة ومتطورة لنظم التحكم مما يؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة ورفع كفاءة عمل وحدات إنتاج الطاقة.(م.٣٣،ص٦٠) ➢ تطوير وتحديث أجهزة التحكم والقياس عن طريق استخدام التكنولوجيا الحديثة كاستخدام الأجهزة الرقمية والبرمجيات. (١) ➢ رفع كفاءة آلات الاحتراق الداخلي والتوربينات الغازية في محطات الطاقة الحرارية والتي تعمل بدوران البخار(٢) باستخدام دورات حرارية أخرى،(٣) (م.٣٣،ص٥٢) ➢ تطوير وتحديث أجهزة التحكم والقياس مما يساعد على سرعة تحديد الأعطال، ويقلل زمن الصيانة وزمن الخروج الاضطراري، ويؤدي إلى زيادة استقرار الوحدات.(٤) ➢ إحلال وتجديد محطات التوليد القديمة لرفع كفاءتها وتخفيض معدل استهلاك الوقود بها ومد عمرها الافتراضي.(م.٥٥،ص٨٨) ➢ إحلال الغاز الطبيعي مكان النفط كوقود لتوليد الكهرباء في المحطات الحرارية مع إجراء بعض التعديلات البسيطة والتي من شأنها أن توفر كمية كبيرة من النفط نظراً للقيمة الحرارية العالية للغاز الطبيعي.(٥) ➢ يتم من خلال مشروعات التوليد المشترك توفير استهلاك الوقود بنسبة تبلغ حوالي ٣٠%، حيث أن كفاءة التوليد المشترك تبلغ حوالي ٩٠%.(٦) (م.٥٥،ص٨٩)

(١) يؤدي تطوير وتحديث أجهزة التحكم والقياس إلى تحسين الكفاءة وتجنب الاجهادات الحرارية على الوحدات، إلى جانب خفض كمية الوقود المستهلك مما يؤدي إلى زيادة في كمية الطاقة المولدة مع الإقلال من استخدام الموارد الطبيعية.(م.٣٦-١،ص٥٣٣)

(٢) يتم في محطات الطاقة الحرارية بذل ما يوازي ٢,٢ كيلووات حرارة لإنتاج الكيلووات من الكهرباء.(م.٣٣،ص٥٢)

(٣) يتيح استخدام البرمجيات الجاهزة والحديثة للتشغيل سرعة رد الفعل في الأوقات الحرجة، هذا إلى جانب الدقة العالية نظراً لارتباط نظام التحكم الرقمي بالحاسبات الآلية.(م.٣٦-٣٣-١،٥)

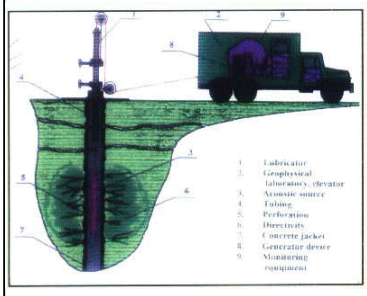
(٣) توجد العديد من الدورات الحرارية المتطورة كالدورات الحرارية البخارية ذات إعادة التسخين، أو ذات مسخنات مياه التغذية.

(٤) فوزي محمد الشريف لياس، دور الغاز الطبيعي في الحد من التلوث البيئي، ماجستير، جامعة عين شمس، ١٩٩٨م، ص١٨.

(٦) يمكن تحويل الوحدات الغازية للعمل بنظام الدورة المركبة مما يزيد من القدرة المتاحة بحوالي ٥٠ % دون زيادة في استهلاك الوقود.

		➢ خفض معدل استهلاك الوقود باستخدام محطات توليد عملاقة ذات كفاءة عالية.(م٤٦،ص١٣٥) ➢ اللجوء إلى استخدام التقنيات الحديثة في الإنتاج كالتقنية المغناطيسية، والتي تؤدي إلى تحسن في إنتاج طبقة النفط بنسبة ٣-٥ % والمحافظة على نفاذية الطبقة المنتجة.(م٩٩،ص٣) ➢ استرجاع حرارة العادم باسترجاع الفاقد الحراري والذي يتضمن مدى واسعاً من المشروعات، والتي تؤثر بشكل فعال في إجمالي الطاقة.(١)	انظر شكل (٣-٧)
	طاقة الكهرباء	➢ تحسين معامل القدرة واستخدام مصادر التوليد الكهربائية الاقتصادية بخلاف البترول (محطات التوليد المائية-محطات الفحم). ➢ تحسين كفاءة توليد وتوزيع الهواء المضغوط بحيث يمكن للهواء المضغوط أن يتسبب في ما يصل إلى ١٠-١٥% من استهلاك الطاقة الكهربائية.(م٤٦،ص١٣٣)	انظر جدول (٣-٥)
طرق غير مباشرة	استخدام بدائل للطاقة المستخدمة وهو ما سيتم التطرق إليه في نهاية هذا الباب، ويلاحظ أن الطاقة المتجددة هي الأكثر جاذبية من حيث ترشيد استهلاك الطاقة، وخاصة أن بعضها لا يحتاج سوى القليل من الطاقة لتصنيعها، كما يمكن التعامل معها مباشرة بقليل من المجهود.		(راجع ص ١٢٤)

جدول(٣-٤):طرق ترشيد استهلاك طاقة تصنيع الطاقة



شكل(٣-٧):أثر استخدام التقنية المغناطيسية على طبقة النفط.(م٩٩٠)

معامل القدرة الأصلي	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٠,٧	٠,٨
نسبة الوفر في الطاقة الكهربائية المفقودة	%٨٠	%٦٩	%٥٥	%٤٠	%٢١
النسبة المئوية للزيادة في القدرة المتاحة	%٥٥	%٤٤	%٣٣	%٢٢	%١١

جدول(٣-٥):

نسبة الوفر في الطاقة الكهربائية المفقودة نتيجة تحسين معامل القدرة الكهربائية.(م٨،٢٤)

(١) تتضمن هذه المشروعات موفر المرجل، والاسترجاع الحراري بين سائل وسائل، والاسترجاع الحراري بين هواء وهواء، واسترجاع جزء من طاقة العادم لإحدى العمليات كتسخين الهواء والوقود.(م١،ص٤٢)

٣-٣-١-٢-ترشيد استهلاك طاقة نقل الطاقة

يبلغ الفاقد في النقل والتوزيع للطاقة الكهربائية في الدول النامية ثلاثة أو أربعة أمثاله عن البلدان الصناعية، وعليه فإن رفع كفاءة المحطات وشبكات النقل توفر الاستثمارات التي كانت ستنفق على إنشاء محطات جديدة، ويلاحظ بشكل كبير أن نوع الطاقة المستخدم يؤثر على طاقة نقله، حيث يعد الفحم أكثر المواد استهلاكاً للطاقة في الشحن والنقل والتفريغ والتخزين لأنه ينقل بواسطة الشاحنات والقطارات والسفن، وهي طرق مستهلكة لطاقة كبيرة إذا ما قورنت بنقل البترول والغاز الطبيعي عبر الأنابيب أو بنقل موارد الطاقة المتجددة والمتوافرة بكل مكان.(م.٨٣،ص٦) أما عن الطاقة الكهربائية فتعد المسافة هي العامل الحرج في طاقة نقلها، وذلك لأن الفقد يزيد كلما زادت مسافة النقل، ويتم الفقد في الكهرباء المرسلة على ثلاث مراحل فهناك فقد في خطوط النقل وفي خطوط دون النقل وفي خطوط التوزيع، ويرتفع الفقد في الكهرباء بشكل يتناسب طردياً مع مربع الكمية المرسلة في شبكات النقل. (١) ويمكن التعرف على بعض طرق ترشيد استهلاك طاقة نقل الطاقة من الجدول التالي.

طرق ترشيد استهلاك طاقة نقل الطاقة			
طرق مباشرة	طاقة الوقود	➢ استخدام نظم النقل والتوزيع ذات الكفاءة العالية والفقد القليل، مثل نقل الوقود بالأنابيب ويليه النقل النهري والنقل بالسكك الحديدية وأخيرا بالسيارات وليس العكس.(م.١٠،ص٤١) ➢ يؤدي استخدام التقنية المغناطيسية إلى حماية أنابيب النفط من الصدأ، والمحافظة على كمية الإنتاج ومعالجة تراكم الفازلين في أنابيب الضخ، وإطالة عمر الأنابيب بنسبة ٤٠ % بسبب تقليل ترسبات الأملاح فيها ومكافحة أنواع مختلفة من بكتريا النفط.(م.١٠٠،ص٣)	

(١) يرجع الفقد في نقل الكهرباء نتيجة لعوامل متعددة منها ارتفاع المقاومة في أسلاك الشبكة وفقدان الطاقة الحرارية في النقل، وتأثير العوامل المناخية والترسيب الترابي على العازلات، وطول شبكات النقل والتوزيع وتهالكها وعدم تخطيطها بطريقة مناسبة.(م.٤١،ص٥٤١)
(٢) تتمثل أنشطة خفض الفقد الكهربائي في الشبكة الكهربائية الموحدة على تطوير معامل القياس والمعايرة وتحسين الأداء الديناميكي لوحدات التوليد، وتطبيق استراتيجيات متطورة في مجال دراسة الشبكات الكهربائية.(م.٥٥،ص٨٩)

	طاقة الكهرباء	➢ رفع كفاءة نقل وتوزيع الطاقة بدراسة خفض الفقد الكهربائي في الشبكة الكهربائية الموحدة.(٢) (م.٥٥،ص٨٩) ➢ يمكن خفض الفقد في الكهرباء من خلال بناء محطات التقوية كجزء أساسي في شبكات النقل والتوزيع، ومراعاة تخطيط شبكات التوزيع بطريقة سليمة تؤدي إلى تحسين كفاءة التغذية الكهربائية.(م.٤١،ص٥٤١) ➢ تحسين معامل القدرة نظراً لانخفاضها في معظم مواقع الاستهلاك مما يزيد من الفقد في الطاقة الكهربائية في خطوط النقل والتوزيع .(م.٢٤،ص٨)	
		➢ يمكن باستخدام تكنولوجيا الموصلات الفائقة خفض استثمارات مهمات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، نظراً لما تتميز به وما يمكن أن تحققه من خفض هائل في الطاقة الضائعة على شكل حرارة داخل هذه المهمات، والتي تصل أحيانا إلى ما يعادل ٢٠% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة.(١) (٢)	
طرق غير مباشرة		استخدام بدائل للطاقة المستخدمة وهو ما سيتم التطرق إليه في نهاية هذا الباب، ويلاحظ أن الطاقة المتجددة الأكثر جاذبية من حيث ترشيد استهلاك الطاقة، وخاصة أن معظمها لا يحتاج لعمليات نقل بل تتوافر في معظم بقاع الأرض.	

جدول(٣-٥):طرق ترشيد استهلاك طاقة نقل الطاقة.

٣-٣-١-٣-ترشيد استهلاك طاقة تشغيل الطاقة

تتم هذه المرحلة من خلال عدة عمليات تختلف من نوع طاقة إلى آخر حيث تحتاج كل نوعية طاقة إلى أسلوب تشغيل يعتمد على خصائصها، وغالباً ما تتم في عمليات التشغيل المختلفة لمعظم أنواع الطاقة بعض المهام مثل عملية تخزين الطاقة وعملية إدارة أحمالها، ويمكن التعرف على بعض طرق الترشيد من خلال هذه العوامل بالجدول التالي.

طرق ترشيد استهلاك طاقة تشغيل الطاقة		
طرق مباشرة	➢ يمكن تحسين كفاءة تخزين الطاقة المساعدة مما يساعد على سهولة تشغيلها، فمثلاً ظهر حديثاً إمكانية استخدام الماء في تخزين الطاقة الكهربائية إلى جانب استخدام الهواء والبطاريات.(٣) ➢ يمكن خفض الفقد من الطاقة الكهربائية في مرحلة تخزينها بإحلال مكثف القدرة مكان البطاريات. ➢ يراعى لتحسين كفاءة الطاقة تطبيق نظم إدارة الأحمال الكهربائية في القطاعات المختلفة بهدف ترحيل الأحمال الكهربائية عن فترات ذروة الحمل.(٤)	انظر جدول (٣-٨)

طرق غير مباشرة	باستخدام بدائل للطاقة المستخدمة وهو ما سيتم التطرق إليه في نهاية هذا الباب ويلاحظ أن الطاقات المتجددة أكثرها جاذبية، حيث لا يتم التعرض إلى مشاكل التخزين وإدارة الأحمال أو غيرها من المشاكل التي تعاني منها بعض الطاقات الأخرى، حيث يمكن بسهولة تخزين وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية مباشرة مثلاً من خلال الأحواض الشمسية ذات التدرج الملحي.	

جدول(٣-٧):طرق ترشيد استهلاك طاقة تشغيل الطاقة.

وسيلة تخزين الطاقة	مدى الكفاءة
الضخ والتخزين المائي	%٧٥-٦٥
البطاريات	%٨٠-٧٥
ضغط وتخزين الهواء	حوالي ٧٠%
باستخدام الموصلات الفائقة لتخزين الطاقة المغناطيسيةSMES	حوالي٩٠%

جدول(٣-٨): كفاءة الوسائل العملية المختلفة لتخزين الطاقة.(٦٦،ص٣٥)

٣-٣-٢-بدائل الطاقة المستخدمة في مصر

سبق ذكر أنواع الطاقة المستخدمة في مصر في الباب الأول من البحث مع التأكيد على أن معظمها في طريقها السريع نحو النضوب وأن المستخدم منها غير كفء في الاستخدام أو الإنتاج، وبالتالي كان لابد من إيجاد البديل المناسب بأسرع ما يمكن خاصة مع وجود مجموعة من الميزات التي تسمح بوجود كم لا يستهان به من بدائل الطاقة المستخدمة في مصر، ويعتبر اللجوء إلى بدائل الطاقة المستخدمة هو ترشيد غير مباشر للطاقة والذي يعتبر وفقاً لوضع الطاقة الحالي أكثر الاتجاهات جدوى للتطبيق والاستخدام، ويلاحظ نتيجة لوفرة بدائل الطاقة في مصر إمكانية تطبيقها بسهولة ويسر ولو أن بعضها بحاجة إلى بعض الاستثمارات في المراحل الأولى منها، إلا أنها في جميع الأحوال تحقق ربحية عالية إلى جانب ترشيدها لاستهلاك الطاقة على المدى البعيد، وكما سبق ذكره بالباب الأول من البحث فإن حساب ترشيد استهلاك الطاقة يجب أن يكون بوحدات الطاقة وبالتالي فإن الطاقات البديلة كالطاقات المتجددة ذات جدوى عالية للتطبيق في مصر.

---

(١) بينت الدراسات أن الموصلات الفائقة وحتى منخفضة الحرارة اقتربت نفقاتها حالياً من الحدود الاقتصادية المقبولة، وذلك في عدد من التطبيقات في مجالات القوى الكهربائية مثل التوليد، نقل القوى الكهربائية، تخزين الطاقة، نظم النقل المحمولة أو السابحة في الهواء وغيرها.(٢)

(٢) مجلة المهندسين-العدد ٥٢٤-مقال تكنولوجيا الموصلات الفائقة(٢)/تطبيقات تكنولوجيا الموصلات الفائقة في صناعة الطاقة الكهربائية،١٩٩٩م،ص٣٢.

بدائل الطاقة المستخدمة في مصر		
الفحم	أقل التقديرات للاحتياطي الموجود من الفحم في مصر هو ٢,٥مليار طن،[١] ويفضل استخدامه خاصة مع انخفاض أسعار البترول.[٢]	جدول (٣-١٠)
المولاط	ينتج عن عملية تحويل الفحم إلى زيت عن طريق التسييل.[٢] (م.٤٥،ص١٥٤)	
رمال القار أو القطران	تحتوي رمال القار Tar Sands على زيت يتطلب استخراجه منها عمليات تحليل، حيث لا يتواجد هذا الزيت سائلاً في مكانه كما هو الحال في النفط الخام.[٣] [٤]	
طين أو صخور الزيت	وتحتوي صخور الزيت Oil shale [٥] على مادة الكروجين القابلة للاشتعال، وعندما تسخن إلى درجة عالية قد تصل إلى ٩٠٠درجة فهرنهايت تتفتت هذه الصخور وتتحول إلى زيت وغاز، والزيت الناشئ يسمى بزيت السجيل والذي له خواص الزيت الثقيل.(م.٤،ص٢٠٥)	
الغاز الطبيعي	يؤدي استخدامه بدلاً من أنواع الوقود المتداول إلى وفر بنسب عالية،[٦] كما يؤدي استخدامه إلى تقليل الآثار البيئية لمحطات التوليد،[٧] وقد أعدت دراسة لإحلال الغاز الطبيعي محل السولار والمازوت مما أدى إلى خفض تكاليف التشغيل بالنسبة للوقود بما لا يقل عن ٢٠%، وخفض في نوعية الانبعاثات الضارة بنسبة ٧٠٠%، إلى جانب خفض الصيانة ورفع كفاءة المعدات لعدم تآكلها.[٨]	
الطاقة المتجددة	تمثل الطاقة المتجددة بكل أنواعها اتجاهاً هاماً كبديل للطاقة التقليدية في المستقبل، ولقد أحرزت أبحاث وتجارب الطاقة المتجددة تقدماً كبيراً في دول العالم المتقدم بهدف الوصول إلى الإنتاجية الاقتصادية التي يمكن أن تنافس الطاقة التقليدية المعروفة،(م.٣،ص١٠٨) وتتمثل مصادر الطاقة المتجددة في مصر في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية والوحدات المائية الصغيرة وطاقة حرارة باطن الأرض، هذا إلى جانب طاقة الأمواج وطاقة فرق درجات الحرارة في البحار وجميعها يمكن أن تستخدم بكفاءة،(م.١١) مع إمكانية استخدام الأيدروجين كنوع من الوقود غير القابل للنضوب والموجود بكل مكان على سطح الأرض.[٩]	

(٣) يؤدي مكثف القدرة إلى الوفرة في استهلاك الطاقة الكهربائية وزيادة العمر الافتراضي لها، فلن يمر وقت طويل حتى يعم استخدام أساليب تخزين الطاقة الكهربية بواسطة المكثفات في شتى التطبيقات العملية، وتعاني صناعة البطاريات من ظاهرة التفريغ الذاتي خاصة عند القدم، ومازال يفقد أثناء شحن البطاريات حوالي ٥٠% من الطاقة أو أكثر إلى جانب العدد المحدود من مرات الشحن والتفريغ للبطارية.(م.٦٢،ص٢٥،٢٤)

(٤) يلاحظ أن الأحمال على خطوط الشبكة والمولدات غير متساوية طوال اليوم، ولكنها تتركز بصورة كبيرة في فترة معينة تتجمع فيها احتياجات الأغراض الصناعية والمترلية، ولابد أن تكون محطات التوليد والشبكات قادرة على الوفاء باحتياجات المستهلكين خلال فترة الذروة، مما يعني استعمال مولدات وشبكات لا تعمل بكامل طاقتها إلا في فترة قصيرة طوال اليوم.(م.٨١،ص٢٠٨)

الطاقة الشمسية	تمثل الطاقة الشمسية أهم مصادر الطاقة المتجددة بمصر خاصة مع موقع مصر الجغرافي المتميز،[١٠] وتتوفر في مصر كميات وفيرة من الرمال الكوارتيزية عالية النقاوة التي يمكن استخراج السيليكون منها لصناعة الخلايا الكهروضوئية والتي تحول الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية،[١١] [٩] كما تقدم الأنظمة الفوتوفلطية بديلاً ذا جدوى جيدة للإمداد بالكهرباء في التطبيقات ذات القدرة المنخفضة بالمناطق النائية،[١٢] وتوجد العديد من التطبيقات الحديثة لاستخدام الطاقة الشمسية كتقنية المداخن الشمسية،[١٣] والتصميمات البصرية المركزة لأشعة الشمس،[١٤] كما يمكن تخزين وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية مباشرة بسهولة من خلال الأحواض الشمسية ذات التدرج الملحي.[م٣٦-٣،ص٤٤٦]		انظر شكل (٣-٩) (٣-١٠) (٣-١١) (٣-١٢) (٣-١٤)
طاقة الرياح	تعتبر طاقة الرياح من أقل أنواع الطاقة تلويثاً للبيئة فهي لا تستخدم وقوداً غير الهواء،[١٥] ويوجد في مصر مناطق يمكن استغلال سرعة الرياح فيها لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال إقامة التوربينات الهوائية ومزارع الرياح،[١٦] [١٧] وتستخدم الطواحين الهوائية[١٨] والعنفات[١٩] على نحو رئيسي للتزويد بالطاقة لضخ المياه أو لتوليد الكهرباء،[٢٠] وقد سبق في الباب الأول ذكر بعض مزارع الرياح التي قامت بها مصر لاستغلال هذه الطاقة.(انظر ص٢١)		انظر شكل (٣-١٣)
طاقة الكتلة الحيوية	تتمثل طاقة الكتلة الحيوية في المخلفات الزراعية والحيوانية والقمامة والصرف الصحي وغيرهم، ويمكن الحصول منهم على مصدر للطاقة الحرارية الرخيصة وذلك عن طريق حرق الفضلات[٢١] إلى جانب إمكانية التخلص من هذه المخلفات،[٢٢] [١٧] ويمكن في مصر استخدام مواد أولية ككوالح الذرة ومياه المجاري، أو يمكن استعمال مزارع مختلطة من الأحياء المجهرية،[٢٣] [م٣٦-٤،ص٥٦٤] هذا إلى جانب التقنيات قديمة الأزل المستخدمة في القرى المصرية كتقنيات التمثيل اللاهوائي والتغويز(التحويل إلى غاز)والخلط والترميدincineration،[م٤٦،ص١٩] وقد أمكن في بعض الدول إقامة مصنع لتحويل القمامة إلى سائل بترولي.[٢٤]		انظر شكل (٣-١٥)
طاقة الحرارة الجوفية	تنتج هذه الطاقة من باطن الأرض فكلما توغلنا في باطن الأرض كلما ارتفعت درجة الحرارة،[٢٥] وقد عثر في مصر على عدة مواقع يمكن فيها تطبيق استخدام هذه الطاقة بنجاح.[٢٦] [٢٧]		
الطاقة المائية	طاقة المساقط المائية	تعتبر هذه الطاقة من الطاقات الشائعة في مصر،[٢٨] ويمكن زيادة قدرة الطاقة في مصر باستغلال جميع المساقط المائية سواء في القناطر أو الترع أو الرياحات.[٢٩] [م٨٣،ص٥٩]	انظر جدول (٣-١١)

	طاقة المد والجزر	وجد أنه يمكن استغلال طاقة المد والجزر لتوليد حوالي ٨٩ميجاوات في خليج يبلغ مساحته كيلومتر مربع في مناطق البحر الأحمر.(م.٨٣،ص٨٢)	
	طاقة الأمواج	يمكن الاستفادة منها وخاصة على شواطئ البحر الأحمر والأبيض، ويمكن أيضاً توليد الطاقة من فرق درجات الحرارة بين أعماق وسطح البحار والمحيطات والبحيرات المالحة في هذه المنطقة.(م.٣،ص١١٠)	
طاقة الهيدرو-جين		يعتبر الهيدروجين أكثر أنواع الوقود طاقة،(٣٠) ويلاحظ أنه لا توجد له أية آثار بيئية مدمرة لو استخدم في حالته النقية، وإذا استخدم الهيدروجين كمادة خام لأنواع الوقود ذات الأساس الكربوني فإنه يقلل من الآثار البيئية السلبية لهذه الأنواع بما يعادل نسبة استخدامه منه، ويلاحظ إمكانية الحصول عليه بسهولة إما بالتحليل الكهربائي أو بمدرجة الوقود الأحفوري أو من بخار الماء.(٣١) (م.٤٥،ص٤)	

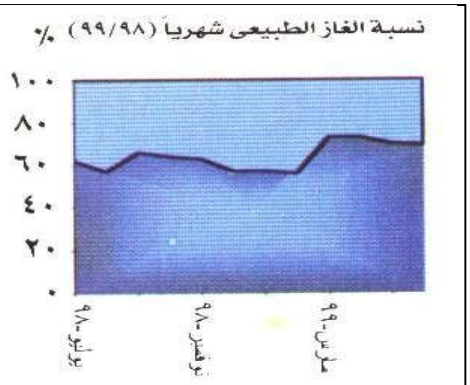
الطاقة النووية		على الرغم من مشاكلها التي باتت معروفة للجميع لا تزال المشاريع النووية تزود الولايات المتحدة بحوالي ٢٠% من الطاقة التي تحتاجها.(٣٢)	
طاقة خلايا الوقود		ابتكرت منذ عام ١٨٣٩ خلية تشبه البطاريات والتي يمكنها تحويل الطاقة الكيماوية إلى الكهرباء، والمواد الكيماوية التي تمد بها عبارة عن الهواء أو الأكسجين وغاز غني بالهيدروجين مثل الغاز المشتق من الفحم، وتمد هذه المواد الكيماوية إلى البطارية بصفة مستمرة ومن ثم تنتج الكهرباء بصفة مستمرة كذلك.(٢) (م.٤٥،ص١٤٧)	

جدول(٣-٩):بدائل الطاقة المستخدمة في مصر.

المنجم	الاحتياطي المحتمل	الاحتياطي الممكن
المغارة	١٠٠	٨٠
وادي ثورة	٦٠	٤٠
عيون موسى	٤٠	٣٠
الصحراء الغربية	٢٠	١٠
الإجمالي	٢٢٠	١٦٠

جدول(٣-١٠):توزيع احتياطي الفحم في مصر لعام ١٩٨٥م.(م.٨٣،ص٥) الوحدة (مليون طن)

لعدم قدرته على مواجهة منافسة انخفاض أسعار البترول، و منذ عام ١٩٧٣ انتقل الفحم من مرحلة الانصراف عنه إلى مرحلة جديدة من التوسع فيه، خاصة أن التوقعات جميعها تدعو إلى التفاؤل عن الاحتياطي منها، كما وضعت وزارة الكهرباء والطاقة في مصر استراتيجيتها حتى عام ٢٠٠٤ لاستخدام الفحم في توليد الطاقة الكهربائية تصل سعتها إلى ٤٨٠٠ ميجاوات لتساهم في توليد حوالي ٣٢ مليار ك.و.س سنوياً مع ملاحظة أن احتياطي الفحم الجيولوجي يقدر بما يزيد عن مائة مليون طن.(م.٩،ص١١٥)



شكل(٣-٧):تطور نسبة استهلاك الغاز الطبيعي خلال ٩٨/٩٩م في مصر.(م.٥٤،ص١٤)

شكل(٣-٨):

الأجزاء المركبة لنظام يعمل بالطاقة الشمسية.[٦]

(٢) تتم عملية التسييل لتحويل الفحم إلى زيت عن طريق مزج الفحم بسائل عضوي، ويعرض هذا المزيج لغاز الهيدروجين ويمرر خلال مفاعل ذي ضغط وحرارة عاليين ومن ثم ينتج المزيد من الزيت ويكون الناتج من هذه العملية زيت يستخدم بديلاً عن النفط الخام أو الزيت الثقيل كما يمكن تحويل الفحم غازاً لينتج نوعاً من أول أكسيد الكربون والهيدروجين والذي يسمى بالغاز الصناعي ويحول هذا المزيج بعد ذلك إلى أنواع من الوقود السائل.(م.٤٥،ص١٥٤)

(٣) يصل الاحتياطي العالمي من رمال القار إلى حوالي خمسة أضعاف الاحتياطي العالمي المؤكد من البترول.(٤)

(٤) محمود سري طه، الطاقة التقليدية والنووية في مصر والعالم، ص٤٦.

(٥) تسمى أيضاً بالطفلة البترولية أو السجيل وهي صخور رسوبية تحتوي على نسبة عالية من مواد عضوية صلبة تسمى الكروجين وهي قابلة للاشتعال، ويبلغ الاحتياطي العالمي منها حوالي ٣٢٦٤بليون برميل من زيت البترول.(م.٤،ص٢٠٥)

(٦) يؤدي استخدام الغاز الطبيعي بدلاً من السولار العادي والسولار المخصوص في الوحدات الغازية إلى وفر في حدود ٦٥% من تكلفة الوقود كما أن استخدامه في المحطات البخارية بدلاً من المازوت يوفر نحو ١٠% من تكلفة الوقود.(م.٥٥،ص١١٢)

(٧) نظراً لأن الغاز الطبيعي لا ينتج عن حرقه أكاسيد الكبريت أو مواد عالقة.(م.٥٥،ص١١٢)

(٨) الهيئة العامة للتصنيع-البحوث الإنشائية، الملتقى الصناعي لاستراتيجية طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)، نوفمبر ١٩٩٩م، ص١٣.

(٩) روبرت لافون، سلسلة قضايا الساعة(١١)-أزمة الطاقة، ص١٢٦.

(١٠) يمكن في المستقبل القريب الاعتماد على الطاقة الشمسية في العديد من الاستخدامات المنزلية والتجارية وأعمال التسخين في المصانع، وهذا يوفر ما مقداره ٣٠ % حتى عام ٢٠٠٥.(م.٣،ص١٠٩)

(١١) كشفت الأبحاث عن تواجد جبال بمساحات كبيرة خاصة في سيناء تصل درجة تركيز السيليكون فيها إلى ٩٩,٩ وهي نسبة نقاوة عالية جداً بالمقاييس العالمية.(موقع انترنت:D:\silicon\٣الزعفرانة\الأهرام\\٢٠الطاقة%الشمسية.htm//)

(١٢) تعتبر هذه التقنية ذات إمكانية تطبيق ممتازة في مصر، حيث تكون السماء صافية معظم أوقات السنة، ويمكن استخدام الطاقة الشمسية المباشرة لتوليد الكهرباء باستخدام الخلايا الضوئية أو مجمعات الحرارة العالية والتي تولد كميات كبيرة من الكهرباء.(الموسوعة العربية العالمية-الطبعة الثانية، ص٤٩١)

(١٣) يسخن الهواء في تقنية المداخن الشمسية تحت سطح دائري زجاجي بواسطة أشعة الشمس، ويتدفق إلى أعلى من خلال مدخنة حيث يوضع توربين هوائي في وسط تيار المدخنة الهوائية وهذا التوربين يقوم بدوره بإدارة مولد لتوليد الكهرباء.(م.٤٥،ص٤٩١)

(١٤) أثمرت جهود باحثة عراقية عن تحسن كبير في أداء الخلايا الشمسية بمضاعفة القدرة الخارجة منها من ثلاثة إلى أربعة أضعاف قيمتها باستعمال تصميمات بصرية مركزة لأشعة الشمس، في الوقت الذي تمكنت فيه من خفض تكاليف إنتاج الألواح الشمسية إلى ربع قيمتها دون تلويث للبيئة.(بتول درعم-جريدة الخليج الاقتصادي-العدد٨٣٠٧، مقال: ٣طرق لتحسين أداء الخلية الشمسية،١٥/٢/٢٠٠٢م)

(١٥) ينتج الاتحاد الأوروبي ٧٠% من طاقة العالم المنتجة بواسطة الرياح وينتج الألمان بالفعل ٢٥% من الكهرباء التي يستخدمونها بواسطتها الأمر الذي يجعلهم يخففون عن الغلاف الجوي عبء ٤,٨ مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون قد يصل إلى ١٢ مليون طن سنويا بحلول عام ٢٠٠٤ .(م.٥٨،ص٤)

(١٦) من أهم المناطق التي يمكن استغلال طاقة الرياح فيها ساحل البحر الأحمر بين رأس غارب وسفاجة، والساحل الشمالي الغربي حتى مرسى مطروح وشرق العوينات،(١٧) كما يمكن استغلالها في المستقبل وربطها بالشبكة الموحدة وخاصة في خليج السويس إذ أن قدرتها على العطاء تساوي قدرة السد العالي مما يخدم المناطق النائية البعيدة عن الشبكة الموحدة.(م.٣،ص١٠٩)

(١٧) بثينة أمين راشد، إنجازات وخطط وبرامج الرياح في مصر، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، دمشق، ٢٠٠٠م، ص٧٧٩،٧٧٨.

(١٨) لمعظم الطواحين الهوائية دولاب من الريشات أو الأشرعة تديرها الرياح، وفي معظم الحالات يوضع الدولاب على قضيب أفقي وتنقل الطاقة عبر سلسلة من التروس إلى القضيب الرأسي، والذي ينقلها بدوره إلى مضخة الماء أو المولد الكهربائي أو جهاز آخر.(الموسوعة العربية العالمية-الطبعة الثانية، ص٤٨٠)

(١٩) قامت حكومات عديدة برعاية بناء واختبار عدد من العنفات (التوربينات الهوائية) ولأحد أنواعها ريشتان طويلتان تشبهان الدافع ويمكنها توليد أكثر من ٢ ميجاوات من الكهرباء في ريح معتدلة، كما طور الباحثون أيضا توربين داريو الهوائي ولهذه الأداة التي تشبه مضرب البيض ريشتان أو ثلاث طويلة مقوسة مربوطة بقضيب رأسي.(الموسوعة العربية العالمية-الطبعة الثانية، ص٤٨٠)

(٢٠) تقدر طاقة الكتلة الحيوية المستخدمة حالياً بنحو ٣,٦ مليون طن بترول مكافئ سنوياً، منها حوالي ٢ مليون طن بترول مكافئ من حرق القمامة، وتستخدم بالفعل في بعض أفران صناعة الأواني الفخارية.(١٧)

(٢١) تصل قيمة مصادر الكتلة الحيوية من مخلفات نباتية وحيوانية إلى حوالي ٢٠ مليون طن سنوياً،(م.١١)

(٢٢) تستعمل مزارع مختلطة من الأحياء المجهرية كلقاح أولي مكونة من البكتريا اللاهوائية المنتجة للميثان، وذلك لإنتاج الغاز الحيوي القابل للاشتعال بإنتاجية تصل إلى ٨٠ لتر لكل كغم من المواد الأولية الصلبة في الشهر الواحد بنسبة ميثان ٦٥%، وهو أفضل من حيث الكمية المنتجة وانعدام ثمن المواد الأولية المستخدمة في الإنتاج.(م.٣٦-٤،ص٥٦٤)

(٢٣) قامت جامعة مانشستر بالتعاون مع بلدية المدينة المذكورة في إقامة مصنع لتحويل القمامة إلى سائل بترولي، وأمكن تحويل كل ١٠أطنان من القمامة إلى ٦أطنان من البترول في أفران خاصة تصل درجة حرارتها إلى ٣٥٠درجة مئوية خلال ١٠دقائق.(م.٤،ص٢٠٦)

تبلغ نسبة الزيادة درجة مئوية واحدة لكل ٣٠ إلى ٣٥ متر في العمق.(٢٥)

(٢٤) عثر على حزام أو سريان حراري عالي على شريط عرضه ٣٠كم على ساحل البحر الأحمر في المنطقة المحيطة بوادي غدير وفي منطقة حلوان حيث توجد العيون المعدنية الساخنة وفي منطقة أسوان حيث يعتقد أن القشرة الأرضية رقيقة وفي منطقة جبل القطراني بالقرب من الفيوم حيث تشير الدلائل إلى وجود نشاط مائي حراري وفي منطقة شرق العوينات في الجنوب الغربي في مصر.(٢٥)

(٢٥) المجلس الأعلى للطاقة-مجموعة عمل إنتاج الطاقة، دراسة بدائل موازنات الطاقة في مصر حتى عام ٢٠٠٥-الجزء الأول.

(٢٦) تعتبر طاقة المساقط المائية الأكثر شيوعاً في مصر إذ لا تزال سواقي الفيوم والطواحين المائية بها تعمل حتى الآن، كما استغلت في إنتاج القوى الكهربائية في مشروع العرق السلطاني منذ سنة ١٩٣١م.(محمود سري طه، الطاقة التقليدية والنووية في مصر والعالم، ص١١٤)

(٢٧) يمكن الحصول على طاقة سنوية تبلغ حوالي ١٢٠٠مليون كيلووات ساعة من المشروعات المقامة على نهر النيل لتوليد الطاقة الكهربائية، والتي من أهمها محطتي توليد كهرباء خزان أسوان والسد العالي إلى جانب كهربة القناطر المقامة على النيل.(م.٨٣،ص٥٩)

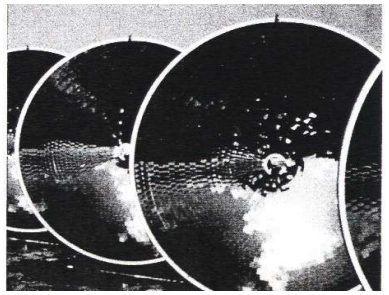
(٢٨) يحتوي الكيلوجرام من الهيدروجين على ١٤٢٠٠٠كيلوجول من الطاقة بينما يحتوي البترين على ٤٥٨٠٠كيلوجول.(سعود يوسف عياش، سلسلة عالم المعرفة(٣٨)-تكنولوجيا الطاقة البديلة، الكويت، ١٩٨١م، ص١٥٩).

(٢٩) مما لا شك فيه أن الطاقة الكهربائية المتاحة من المصادر المائية أو النووية الرخيصة تمثل فرصة هائلة لإنتاج الهيدروجين من خلال التحليل الكهربائي، علاوة على ذلك فإن تحويل الطاقة الكهربائية خلال فترات الحمل الأدنى إلى هيدروجين يعتبر وسيلة ذات كفاءة طيبة، وذلك لاستغلال سعة التوليد الكهربائية الزائدة بدلاً من تركها دون استغلال، كما يمكن هدرجة الوقود الحفري حيث أن جميع أنواع الوقود الحفري يدخل في تركيبها الهيدروجين، ابتداء من الغاز الطبيعي إلى الهيدروكربونات إلى الفحم، وعلى الرغم من صعوبة تخزين غاز الهيدروجين قياساً بأنواع الوقود الأخرى إلا أنه يعد أيسر كثيراً من تخزين الطاقة الكهربائية.(م.٤٥،ص١٤)

(٣٠) هناك بالفعل ٢٠ محطة نووية يجرى إنشاؤها و١٥٠ محطة مطلوب إنشاؤها و٣٦ محطة عاملة.(روبرت لافون، سلسلة قضايا الساعة(١١)-أزمة الطاقة، ص١٢٦)

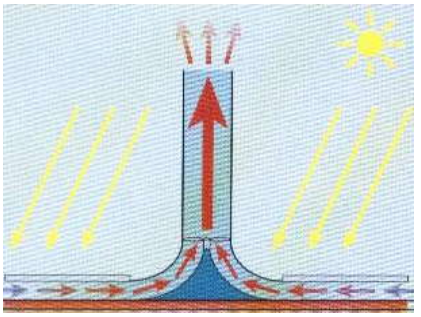
(٣١) يعتقد بعض الباحثين أنه يمكن التوصل إلى كفاءات طاقة عالية جداً من خلال استخدام وقود الكربونات المنصهرة، وبالتالي يمكن أن تقوم خلايا الوقود بإعطاء وسيلة لاستخدام الوقود المستنبط (المشتق) من الفحم بأسلوب يخفض بشكل كبير انبعاث غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين.(م.٤٥،ص١٤٧)

(٣٢) منشور: شركة بي بي العربية للطاقة الشمسية المحدودة، كهرباء من الشمس.

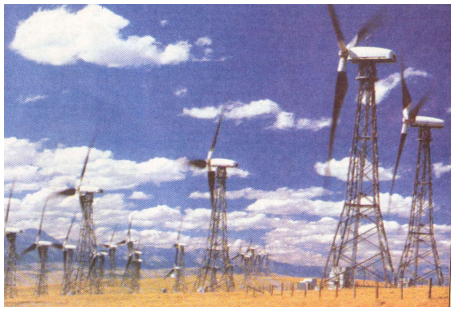


شكل(٣-١٠):مجمع أشعة الشمس لتوليد الكهرباء بأستراليا.(١)

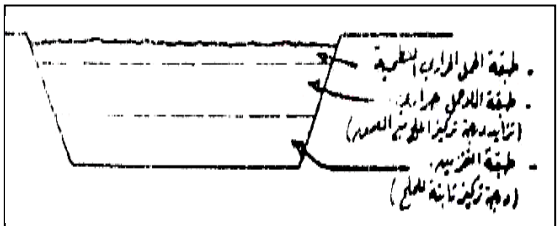
شكل(٣-١١):المدخنة الشمسية(٢)



شكل(٣-١٢):قطاع بالمدخنة الشمسية.(٢)



شكل(٣-١٣):طواحين الهواء.(م.٥٨،ص١٠)



شكل(٣-١٤):
الأحواض الشمسية ذات التدرج في تركيز الملح.(م.٣٦-٣،ص٤٤٧)

شكل(٣-١٥):طاقة الكتلة الحيوية.(٣)

البيـــــــــان	٩٥/٩٤	٩٦/٩٥	٩٧/٩٦	٩٨/٩٧	٩٩/٩٨
الطاقة المائية المولدة(جيجا و.س)	١١٤١٣	١١٥٥٥	١١٩٨٧	١٢٢٢١,٦	١٥٢٨٦,٨
معدل استهلاك الوقود (جم/ك.و.س) مولدة	٢٢٧	٢٢٣	٢٢٣,٥	٢٢٤,٣	٢٢٧,٦
كمية الوفر في الوقود باستهلاك الطاقة المائية(ألف طن مازوت معادل)	٢٥٩١	٢٥٧٧	٢٦٧٣	٢٧٣٧	٣٤٧٩,٣
قيمة المازوت المعدل(المدعم)ألف جنيه	٣٥٤٠٧٧	٣٥٣٥٦٤	٣٦٧٢٥٧	٤٥٨٠٦٧	٥٨٧٨٧٢

جدول(٣-١١):قيمة الوفر في الوقود نتيجة لاستغلال الطاقة المائية.(م.٥٤،ص١٧)

٣-٤-مصفوفة الاختيار المقترحة بين بدائل العوامل المختلفة

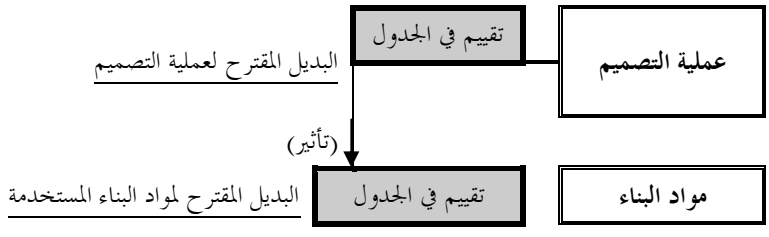
يمكن بعد التعرف على عناصر التقييم المختلفة لتقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، وبعد التعرف على الجدول الذي يحتوي هذه العناصر وكيفية التقييم من خلاله، وبعد التعرف على العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى والتي يفترض تقييمها من خلال الجدول السابق متمثلة في مواد البنـــاء المستخدمة، نظم البناء المتبعة، أساليب التنفيذ المستخدمة، عملية التصميم، التحكم قي الوقت، لابد من الاهتمـــام بكيفية اختيار بدائل العوامل المختلفة بحيث تتوافق مع بعضها البعض عندما يتم تقييمها من خلال هذا الجـــدول، حيث أن اختيار أحد بدائل هذه العوامل لابد وأن يتوافق مع البدائل الأخرى المختارة للمشروع الواحد، فلا يـــتم اختيار بديل من كل عامل دون النظر إلى العوامل الأخرى وبدائلها، لذا كان لابد من القيام بمثل هذه المصـــفوفة

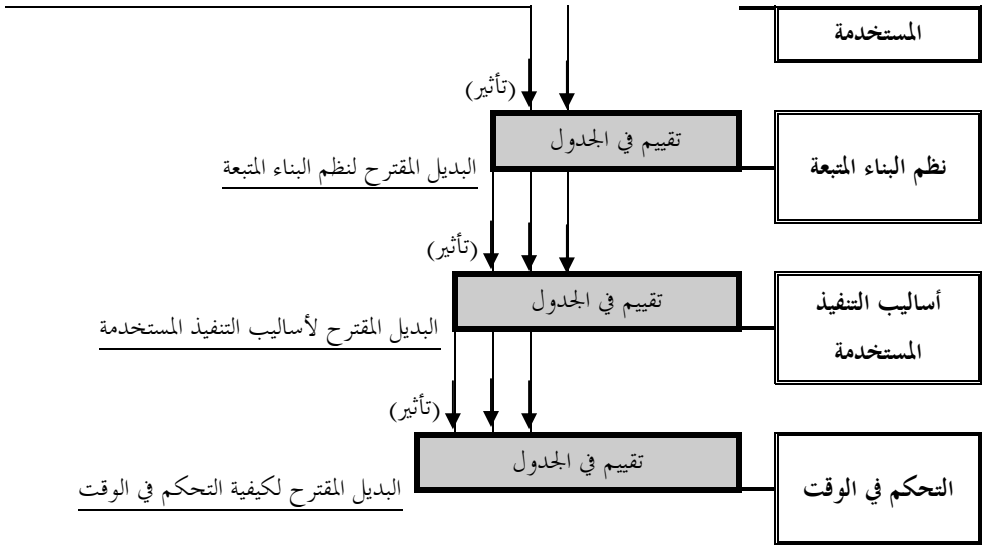
لمعرفة تأثير كل عامل من هذه العوامل على الآخر ومدى ارتباط كل منها بالآخر وما يمكن اختياره أو رفضه نتيجة لاختيار أو رفض عامل سابق له.

وتبدأ هذه المصفوفة باختيار أحد بدائل هذه العوامل ولتكن أحد بدائل عملية التصميم وذلك بعد تقييمها من حيث ترشيد استهلاك الطاقة بالجدول السابق، ثم يتم الانتقال إلى عامل آخر وبحث بدائله المختلفة بما يتوافق مع بديل عملية التصميم المختار وبحيث يكون الأكثر ترشيداً في استهلاك الطاقة، ثم الانتقال إلى بدائل أحد العوامل الأخرى واختياره بما يتناسب مع البدائل السابق اختيارها ووفق التقييم من حيث ترشيد استهلاك الطاقة، وهكذا في التعامل المستمر بين الجدول لاختيار أكثر بدائل العوامل ترشيداً لاستهلاك الطاقة، والمصفوفة لاختيار العوامل المتوافقة مع بعضها البعض، بحيث يتم الانتقال من خلال هذه المصفوفة من أحد العوامل إلى أخرى تؤثر فيها وتتأثر بها.

ويفضل البدء في هذه المصفوفة باختيار أفضل البدائل التصميمية (سيلي ذكر السبب)، وبتقييم أفضل بدائل التصميم المقترحة يمكن تحديد مواد البناء والتي يمكن بها تنفيذ مثل هذه التصميمات مع تقييمها من خلال جدول التقييم المقترح أيضاً، وبعد تقييم مواد البناء المقترحة واختيار أفضلها يمكن تحديد نظام البناء المتناسب مع التصميم ونوع مواد البناء المختارة والأكثر ترشيداً لاستهلاك الطاقة باستخدام الجدول، وبعد تحديد أفضل النظم للإنشاء تأتي مرحلة اختيار بدائل أساليب التنفيذ بناء على مواد البناء المستخدمة والمتماشي مع نظام البناء المتبع والتصميم مع تقييمه بالجدول واختيار أكثره ترشيداً لاستهلاك الطاقة، وبعد اختيار البديل المناسب لها يمكن تحديد الطرق المختلفة لإمكانية التحكم في الوقت للاختيار منها ومن ثم تقييمها أيضاً وفق جدول التقييم المقترح واختيار أكثرها ترشيداً لاستهلاك الطاقة.

ويلاحظ أن البدء بعملية التصميم يأتي لكونها أكثر العوامل تأثيراً على مرحلة تشغيل المبنى وبالتالي يسمح تقييمها من خلال جدول التقييم المقترح الحصول أولاً على تصميم مرشد لاستهلاك الطاقة خلال مرحلة التشغيل مع مراعاة جميع عناصر التقييم الأخرى حيث تعتبر هذه المرحلة أطول المراحل عمراً وأكثرهم استنزافاً للطاقة، ويلاحظ أنه من خلال نفس الجدول يتم تعديل هذا التصميم ليكون مرشد لاستهلاك الطاقة في مرحلة التشييد فالهدم وبما لا يتناقض مع التصميم المبدئي السابق، وهكذا يتم الحصول على تصميم متكامل لترشيد استهلاك الطاقة في المبنى يمكن من بعده تحديد باقي العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.





شكل(٣-١٦): مصفوفة الاختيار بين بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

خلاصة الباب الثالث

يمكن دراسة كيفية ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال تقييم العوامل المؤثرة على هذا الاستهلاك للحصول على أكثر هذه العوامل ترشيداً، وبالتالي وضع منهج لحساب استهلاك الطاقة وتحديد كل ما يؤثر على هذا الاستهلاك بما يسمح بالتعرف على الاتجاهات المختلفة والتي يمكن من خلالها الترشيد، ويتم هذا التقييم من خلال جدول تقييم مقترح يتكون من عدة عناصر تقييم، وهذه العناصر تشمل الطاقة المستهلكة خلال مراحل المبنى المختلفة من تشييد وتشغيل وهدم والتي تؤثر عليها هذه العوامل من مفهوم الطاقة المتواصلة، إلى جانب مراعاة التوازن البيئي، ومراعاة عاملي الأمان والجودة، ومع الوضع في الاعتبار الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة لاختيار نوع الطاقة المناسبة، وتشمل حسابات التقييم كل ما تستهلكه أي من هذه العوامل من طاقة سواء بشكل مباشر أو غير مباشر من خلال عناصر التقييم السابقة، ويساعد التقييم النهائي لأي من هذه العوامل في الحصول على أكثرها ترشيداً لاستهلاك الطاقة.

ويلاحظ أهمية وجود مصفوفة من الاختيارات تسمح بتوافق العوامل التي يتم اختيارها مع بعضها البعض، فلا يتم اختيار مجموعة من العوامل الأكثر ترشيداً في استهلاك الطاقة دون مراعاة علاقتها بالعوامل الأخرى لنفس المشروع، حيث يتم الانتقال من خلال هذه المصفوفة من أحد العوامل إلى أخرى تؤثر فيها وتتأثر بها، ويفضل أن تبدأ هذه المصفوفة باختيار أفضل البدائل التصميمية والتي تبدأ أيضاً بترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى قبل مرحلتي التشييد والهدم، وبعدها يتم اختيار مواد البناء المستخدمة فنظم البناء ثم أساليب التنفيذ، ويتم بعدها تحديد كيفية التحكم في الوقت، وتشمل عناصر التقييم للعوامل السابقة على:

- الطاقة المستهلكة في مرحلة تشييد المبنى، ويمكن حساب تأثير العوامل عليها بشكل مباشر من خلال طاقة عناصر استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من طاقة معدات وعمالة وطاقة مهدرة في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات، ويتم اختيار أفضل العوامل ترشيداً لاستهلاك الطاقة بحساب طاقة هذه العناصر من خلال أقسام التشييد المختلفة من تصنيع ونقل وتنفيذ، وهو ما تم شرحه بالتفصيل بالباب الثاني من البحث.(انظر ص٤٩)

- الطاقة المستهلكة في مرحلة تشغيل المبنى، ويمكن حساب تأثير العوامل عليها بشكل مباشر من خلال علاقة هذه العوامل بالطاقة المستهلكة للحصول على راحة حرارية أو للقيام بصيانة المبنى، أو الحصول على أي نوع من أنواع الراحة الأخرى داخل المبنى كالراحة الضوئية والصوتية والأمن من الحريق، ويلاحظ أن كل من مواد البناء المستخدمة وأساليب التنفيذ لهما علاقة قوية بهذه العمليات، وتوجد معادلات تحدد تأثير خواص المواد المختلفة وخاصة فيما يتعلق بالحصول على راحة حرارية، وهو ما تم دراسته باستفاضة في مجموعة من الأبحاث والدراسات في العديد من الهيئات والمراكز في مصر، ويتم باستخدام هذه المعادلات اختيار أفضل العوامل والتي تحقق الترشيد في استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشغيل المبنى.

- الطاقة المستهلكة في مرحلة هدم المبنى، ويمكن حساب تأثير العوامل السابقة عليها بشكل مباشر من خلال الطاقة المهدرة في الطاقة المدخلة أو من خلال الطاقة المضافة إلى الطاقة المدخلة، وتحسب الطاقة الأولى بتحديد كمية الطاقة المدخلة أثناء مرحلة التشييد والتشغيل ثم تحديد ما يمكن الاحتفاظ به منها خلال مرحلة الهدم، ويعتبر الفرق بينهما طاقة مهدرة تضاف إلى حسابات الطاقة، أما الطاقة المضافة إلى الطاقة المدخلة فيتم حسابها خلال عمليات الهدم نفسها والتي تشمل طاقة المعدات والعمالة اللازمة لإتمام هدم المبنى، وبالتالي تشمل الطاقة المدخلة على طاقة المعدات والعمالة والكامنة من خلال مواد البناء أو المنشأ بعد التنفيذ والتي يرجى الحصول عليها مرة أخرى بأقل هدر فيها وبدون إضافة أي طاقة أخرى عليها لهدمها.

- مراعاة التوازن البيئي، ويتم حساب تأثير العوامل المختلفة عليها بطريقة مباشرة بتحويل أي خلل بيئي من تلوث أو تدهور والناتج عن أي من هذه العوامل لأي من مكونات البيئة إلى طاقة، ويمكن حساب هذا التأثير بمعادلات الطاقة خاصة وأن الطاقة أحد مكونات البيئة سواء كانت طاقة طبيعية أو حفرية، إلى جانب أن أي تأثير بالسلب على البيئة هو إما طاقة مضافة أو ناقصة منها، كما يمكن حساب تأثير العوامل بطريقة غير مباشرة بتنسيب أهمية مراعاة التوازن البيئي إلى الطاقة الإجمالية بالمشروع حسب أهميتها بالنسبة لها، ويتم إعطاء أكثر العوامل تحقيقاً لهذا التوازن نسبة ١٠٠% أو ما يعادل قيمة النسبة السابقة وتنسيب باقي العوامل إليه.

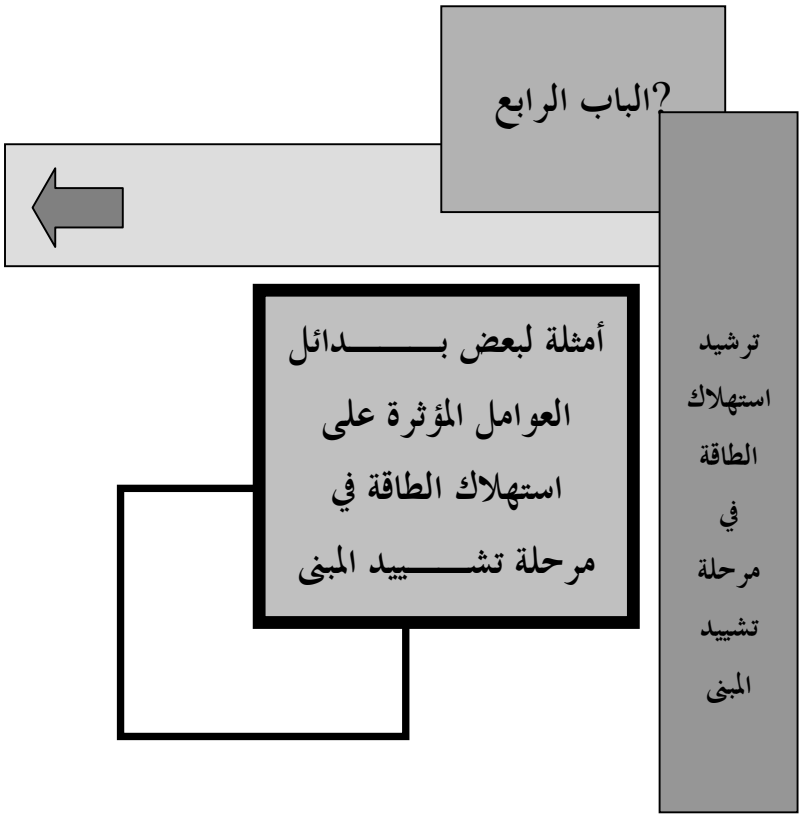
- مراعاة عاملي الأمان والجودة، ويتم حساب تأثير العوامل المختلفة عليها بطريقة مباشرة بتحويل قيمة الجودة المفضلة والتي يجب أن لا يتعداها المشروع ليحقق العرض منه إلى طاقة، ويمكن حساب عاملي الأمان والجودة كطاقة نظراً لكونها أحد مفردات الأمان والجودة الواجب تحقيقها للتأكد من جودة وأمان المنشأ، إلى جانب أن أي

تأثير بالسلب على جودة وأمان المنشأ هو إما طاقة مضافة أو ناقصة، كما يمكن التعبير عن مدى تحقيق مستوى الجودة المفضلة بالمنشأ من خلال محتوى الطاقة فيها، ويلاحظ أنه في سبيل مراعاة عاملي الأمان والجودة يمكن ترشيد استهلاك الطاقة سواء بزيادة الطاقة المستهلكة أو بتقليل الطاقة المستهلكة والأخيرة هي الأفضل من منظور الترشيد، كما يمكن حساب تأثير العوامل بطريقة غير مباشرة بتنسيب أهمية مراعاة عاملي الأمان والجودة إلى الطاقة الإجمالية بالمشروع حسب أهميتها بالنسبة لها، ويتم إعطاء أكثر العوامل تحقيقاً للجودة المفضلة نسبة ١٠٠% أو ما يعادل قيمة النسبة السابقة وتنسيب باقي العوامل إليه.

- الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة، حيث لابد في أي عمل يهتم بترشيد استهلاك الطاقة من الاهتمام خلاله باستخدام الطاقة التي تعبر عن هذا الترشيد، وبالتعرف على الطاقة المستخدمة في مصر يلاحظ أنها قليلة الكفاءة من حيث ترشيد استهلاك الطاقة للحصول عليها وإنتاجها واستهلاكها، لذا كان لابد من إعطاء تقييم وأولوية للعوامل التي تساعد على استخدام الطاقة الأكثر ترشيداً في استهلاك الطاقة للحصول عليها.

ويمكن حساب مثل هذه الطاقة بطريقة مباشرة من خلال المعدات والعمالة المستخدمة خلال أقسام استهلاك الطاقة المختلفة للحصول عليها في صورتها النهائية من تصنيع ونقل وتشغيل، هذا مع مراعاة الهدر في الطاقة والناتج عن عمليات التحويل المختلفة من طاقة إلى أخرى، إلى جانب مراعاة تأثيرها على البيئة، ومن خلال هذه الحسابات يلاحظ أن الطاقات المتجددة ذات جاذبية وأولوية للاستخدام سواء من خلال أقسام الطاقة المختلفة أو من خلال تأثيرها على البيئة، ويمكن إلى حين النهوض باستخدام بدائل الطاقة بالشكل المطلوب اللجوء إلى ترشيد استهلاك الطاقة من خلال المستخدمة فعلياً بالطرق المباشرة بتحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة.

ولقد تم طرح بعض الحلول التي يمكن من خلالها ترشيد الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة سواء بالطرق المباشرة وغير المباشرة للترشيد، كما تم التعرف بصورة مركزة على بدائل الطاقة المستخدمة في مصر والتي يمكن بها الترشيد من خلال الطرق غير المباشرة، ولابد من التأكيد على أن أي ترشيد في أي مجال لابد له من التطرق إلى هذه الطرق والتي تسمح بمصداقية الترشيد خلال المجالات المختلفة.


الباب الرابع?
ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى
أمثلة لبعض بـــــــدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشـــــييد المبنى

الباب الرابع: أمثلة لبعض بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تم في الباب السابق اقتراح جدول لتقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، (راجع ص ٩٧) وفي هذا الباب تم طرح بدائل لبعض هذه العوامل لإمكانية التحرك على المحور الرأسي من الجدول السابق وللتطرق إلى أسلوب جديد يمكن من خلاله ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، حيث يعتمد ترشيد استهلاك الطاقة من خلال هذه العوامل على الاختيار المناسب والسليم لأي منها وهو ما يمثل أحد اختيارات الطرق غير المباشرة للترشيد، ولابد بالتالي من التعرف على إمكانية البحث عن البديل المناسب لها وعدم الاعتماد المطلق على ما هو تقليدي، كما لابد من التأكيد على المدى الواسع من الاختيارات والتي على المعماري التعرف عليها أولاً بأول ليمكنه تحقيق الهدف من ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام الإمكانيات التي تطرحها البدائل الجديدة بدلاً من تضييع الوقت والجهد لترشيد استهلاك الطاقة للتقليدي منها دون فائدة.

ويلاحظ أنه ليس بالضرورة أن يكون كل ما هو جديد مرشد لاستهلاك الطاقة لكن على المعماري التعرف عليها ومقارنتها من خلال الجدول السابق مع مجموعة البدائل الأخرى الممكنة للتعرف على أفضلها، وفيما يلي سيتم التطرق لبعض البدائل لكل من مواد البناء المستخدمة وأساليب التنفيذ نظراً لتأثيرهما الواضح في استهلاك الطاقة عن غيرهما من العوامل إلى جانب تأثيرهما على العوامل الأخرى، ونظراً للمدى الواسع من اختياراتهما والذي يظهر منه الجديد بشكل مستمر وسريع، خاصة بعد التعرف على التقليدي المستخدم منهما وطرح عيوبهما والخصائص المختلفة لهما ومواضع الهدر في استهلاك الطاقة من خلالهما في الباب الثاني من البحث. (انظر ص)

٤-١-بدائل مواد البناء المستخدمة

سبق التعرف في الباب الثاني على مواد البناء التقليدية المستخدمة والتعرف على خصائصها المختلفة (انظر ص ٢٩)، وفي هذا البند تم طرح بدائل لأهم هذه المواد دون تفضيل أحدها أو تمييزها، فجميع هذه البدائل لابد من خضوعها لجدول التقييم المقترح بالباب الثالث حيث قد يكون لأحد هذه المواد الأفضلية في الاستخدام وفق ظروف خاصة لا تحتم كونها كذلك في ظروف أخرى، ويلاحظ أنه في جميع الأحوال يفضل أن تكون بدائل المواد من الموارد المادية المحلية والمتجددة، وهي تلك الموارد ذات الأصل البيولوجي والتي تمثل مكونات لأحد صور الحياة المادية النباتية أو الحيوانية، ووصف هذه الموارد أنها متجدد يتعلق بإمكانية نموها كمكون لكائن حي يعيد إنتاج نفسه عبر دورات طبيعية Ecosystem cycles قصيرة نسبياً.

وصفة التجدد إذاً مرتبطة بإمكانية تجدد هذه الموارد عبر دورات يمكن قياسها على مقياس الزمن الإنساني، والاستخدام المستديم للموارد المادية المتجددة يتمشى مع مفهوم التنمية المستديمة Sustainable development، والتي تعني التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة أجيال المستقبل على تلبية احتياجاتها، وفي المقابل فإن أرصدة الموارد المادية غير المتجددة تتأثر سلباً بالاستخراج فهناك حالياً ٤٠ مورداً تعدينياً في طريقهم للنفاذ مثل النحاس والرصاص والزنك والذهب والزئبق والقصدير وغيرهم.(م.٢٧)

٤-١-١-مواد البناء البديلة للخرسانة المسلحة التقليدية ومكوناتها

يعيب الخرسانة المسلحة ثقل وزنها خاصة أنها تتكون من مكونات هي الأسمنت والزلط وحديد التسليح وجميعها يسوءها ثقل وزنها، وهذا يجر الكثير من التعقيدات في النقل والأساسات والتركيب والهياكل الإنشائية بالإضافة إلى قلة عزلها للحرارة والصوت،(١٠-٥،ص١٨) ولقد سبق الإشارة في الباب الثاني إلى طاقة التصنيع العالية لمكونات الخرسانة المختلفة وخاصة الأسمنت وحديد التسليح مع عدم محلية بعضها مما يستهلك طاقة نقل عالية أيضاً، هذا إلى جانب ما تحتاجه الخرسانة المسلحة من طاقة عالية لتشكيلها حتى تأخذ صورتها النهائية وخاصة باستخدام وسائل التنفيذ التقليدية، هذا إلى جانب ما تحتاجه أيضاً من طاقة تخزين وتشطيب عالية، هذا مع وجود اتجاه عالمي للانصراف عن استخدام الأسمنت نظراً لأن كميات الأسمنت المنتجة عالمياً أصبحت عاجزة عن سد احتياجات كثير من الدول إلى جانب ما تحتاجه من طاقة تصنيع وما يستتبعه من خلل في التوازن البيئي. وفيما يلي بعض بدائلها:

٤-١-١-١-مواد البناء البديلة للخرسانة المسلحة التقليدية		
الخرسانة عالية الجودة	يمكن الحصول عليها باستخدام خامات من المحاجر المصرية، فقد أمكن إنتاج الخرسانة عالية الجودة باستخدام الأسمنت البورتلاندي العادي، كما أمكن تقليل اختراق المياه للخرسانة بنسبة تصل إلى حوالي ٧٥% أي تقليل نفاذيتها للماء.(م.١٣٤،الملخص العربي ص١)	
الخرسانة عالية المقاومة(١)	تستخدم في مشروعات البناء بمنشآتها الخرسانية الضخمة بكفاءة للحصول على قطاعات خرسانية أصغر للأحمال العالية مما يؤدي إلى تخفيض طاقة الإنتاج المطلوبة، إلى جانب طاقة النقل والتنفيذ، وتؤدي إلى خرسانة سليمة متينة مع الزمن دون المساس بأمان المنشأ،(م.١٣١،الملخص العربي ص١) وتتميز الخرسانة عالية المقاومة بأن مقاومة الضغط لها بعد ٢٨ يوم تصل إلى ١١٠٠ كجم/سم^{٢}، ويمكن الحصول على مقاومة الضغط المطلوبة وهي مبكرة للشدات دون إعادة تدعيمها، مما يوفر في زمن التنفيذ إلى جانب التوفير في الخرسانة ونسبة حديد التسليح. (٢)	
الخرسانة الرغوية	تنتج باستخدام الأسمنت الخفيف المضاف إليه مواد رغوية، بحيث أصبح ممكناً تحقيق إحكام كثافة المواد بدقة متناهية والبالغة ٤٠٠-١٧٠٠ كجم/م^{٣}، كما أمكن الحصول على مادة رغوية ثابتة خالية من الكلوريد بالاعتماد على هندسة ماكينات ناضجة يضمن في الوقت ذاته متانة للمواد.(٣) وتمتاز الخرسانة الخفيفة بعزلها الجيد للحرارة مقارنة بالخرسانة العادية بسبب زيادة الفراغات المسامية والتي تتسبب في قلة كثافتها الظاهرية.(م.٨٩،ص٦١)	

(١) تحتاج صناعة هذه الخرسانة إلى استخدام الصلب عالي المقاومة في التسليح والمتماسك مع الخرسانة، إلى جانب استخدام الزلط كركام كبير أو الحجارة الجيرية السليمة والصلدة والمنتشرة بالأقاليم المصرية نظراً لنضوب محاجر الزلط.

(٢) م.محمد أبو الفتوح السيد حجاج-معهد التدريب-المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، سلسلة دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء عدد(٨)-الخرسانة الخاصة، ١٩٩١م.

(٣) منشور:نيوبور، هندسة الأنماط-تقدم في إنتاج الأسمنت، ٢٠٠٢م.

الخرسانة سابقة الإجهاد	قام الباحثون بتطوير هذا الاتجاه ونتج عنه الوصول إلى أرقام مناسبة لمقاومة الخرسانة للقوى بعد ٢٨ يوم تصل إلى ٧٠٠كجم/سم^{٣}، وأمكن التوصل إلى خرسانة خفيفة الوزن تزن بين ١٦-٨٠ طن/م^{٣} وتستخدم في العزل.(م.٨٩،ص٦١)	
خرسانة إنشائية عازلة للحرارة خفيفة الوزن [١]	تتميز هذه الخرسانة بخفة الوزن حيث تبلغ الكثافة الجافة ٥٥٠ كيلوجراماً للمتر المكعب بينما تبلغ في المواد الخرسانية التقليدية ٢٣٠٠ كيلوجرام للمتر المكعب، وبالإمكان التعامل مع هذه المادة كالخشب تماماً باستعمال جميع معدات النجارة عليها، ولذلك فقد أعدت معدات خاصة بها مثل المسامير المجلفنة والتي تعطي تثبيتاً أفضل للمواد عند استعمالها، ويمكن استخدامها كمادة إنشائية حاملة في المباني ذات الطابق والطابقين والثلاثة طوابق ويتم التوفير في التشطيب حيث تتميز هذه المادة بأنها ناعمة الملمس وبراقة تحتاج لطبقة خفيفة جداً في معالجة سطحها.(م.٨٩،ص٦٤)	
الخرسانة الخالية من الرمل	تم دراسة هذا النوع في المركز القومي للمختبرات الإنشائية، ووجد أنها تتميز بخصائص أفضل من الخرسانة الاعتيادية من حيث قابلية التشغيل وقابلية التحمل والانكماش الحجمي والتوصيل الحراري، ويعتبر العزل الحراري أفضل خواص هذه الخرسانة،[٢] كما وأن محتوى الأسمنت للمتر المكعب الواحد يعتبر في الخرسانة الخالية من الركام الناعم اقتصادي بالنسبة للخرسانة الاعتيادية نتيجة للنقص الحاصل في المساحة السطحية.[٣]	انظر شكل (٤-١)
ألواح خفيفة جاهزة للصب[٤]	تتميز هذه الألواح بجودة التشطيب والتوفير في المواد والعمالة وتقليل وقت البناء إلى جانب مرونة التصميم، وحيث أن هذا النظام معزول في كلا الاتجاهين فإن الألواح يمكنها تحويل الحرارة الكامنة من نزع الماء فيها إلى طاقة، وهذه الظاهرة تساهم في تحسين جودة عملية المعالجة وتقليل الزمن اللازم إلى مستويات المعالجة بالبخار، وتكتمل المعالجة بزمن أقل بنسبة ٥٠%بالمقارنة لو تم بنظام العمل التقليدي.[٥] (م.٨٩،ص٦٦)	

(١) تتكون المواد الأساسية لها من الرمل والأسمنت حيث يتم مزجها بالماء لتكوين خليط ناعم يضاف إليه القليل من بودرة الألمونيوم، ومن ناحية أخرى يتم تعديل قضبان حديد التسليح وتنظيفها من أي شوائب ومن ثم قطعها ولحمها كهربائياً لتجهيز شبك التسليح إلى أحواض خاصة حيث يتم غمسها لحمايتها من التآكل والصدأ، وبعد ذلك يتم تجميع الحصائر الجاهزة وتوضع بدقة في القوالب، ومن ثم يصب عليها الخليط.(م.٨٩،ص٦٤)

(٢) يبلغ معامل التوصيل الحراري له ٠,٣-٠,٤٥ أي ما يعادل ٠,٢-٠,٣ من معامل التوصيل الحراري من الخرسانة الاعتيادية، إلى جانب قلة الكثافة والوزن بحدود ١٦ % أقل من وزن الخرسانة العادية باستعمال حصى بمقاس بين (١٠-٢٠)ملم، ويمكن أن تقلل هذه النسبة إلى حد أعلى باستعمال ركام خشن بحجم واحد أو باستعمال مواد خفيفة الوزن بدلاً من الحصى.(٣)

(٣) المركز القومي للمختبرات الإنشائية، استعمال الخرسانة الخالية من الرمل في الأعمال الإنشائية، ١٩٨٣، ص١١،٧.

(٤) هي عبارة عن ألواح كاملة حاملة يمكن استعمالها ليس فقط كقواطيع داخلية بل كألواح حاملة للجدران والأرضيات، وهي نظام جديد في الإنشاءات المعزولة والمقاومة للزلزال تتكون من شبكتي أسلاك مجلفنتين بداخلهما طبقة عازلة من البولسترين، وعندما تنضج الخرسانة التي يتم صبها بين الألواح تكون جاهزة للتلييس.(م.٨٩،ص٦٦)

(٥) تجدر الإشارة إلى أن الجدار الحامل بسمك ٢٢سم مبني بهذا النظام سيكون له معامل نقل حراري يعادل ٠,٤٧ وات/م^{٢}، وهو ما يحدث فارقاً كبيراً عند مقارنته بالمواد الأخرى عند اكتمال البناء.(م.٨٩،ص٦٦)

اللدائن [1]	أثبتت اللدائن جدارتها كمواد للبناء، وبالرغم من كونها لا تزال غير مألوفة للمهندس المدني فإنها تحل مشاكل يصعب معالجتها على الخطوط التقليدية للمواد الإنشائية العادية، ويوجد اهتمام عالمي الآن لاستعمالها في البناء لما لها من صفات ميكانيكية جيدة ومقاومة عالية نسبياً للحرارة، ويوجد نوع من البانوهات الإنشائية والمصنوعة من بوليكلوريد الفينيل الصلب ذات أهمية عالية في البناء نظراً لخفة وزنها،[2] وهو ما يوفر من طاقة التداول والنقل، إلى جانب مقاومته للحريق.(م.٣٧،ص٢١،٢٠) وتتميز اللدائن بإمكانية خفض السعر كلما زاد الطلب إلى جانب سهولة التصنيع واقتصاديات الإنتاج، أما تكلفة القالب فتكون دالة في درجة التكرار لاستخدامه، إلى جانب التوفير في الأدوات والمواد والعمالة، وإذا أخذت الطاقة المستهلكة للصيانة في الحسبان يكون الاختيار الأفضل لتوظيف اللدائن عن أي مادة بديلة، إلى جانب مزايا العزل الحراري والعزل ضد المياه وسهولة التنظيف وسهولة النقل والمداولة، كما تعتبر من المواد الشبه معمرة حيث تكون قابلة لإعادة الفك والتركيب أو إعادة الاستخدام،[3] إلى جانب سهولة تشكيل الأشكال المعقدة والملائمة للإنتاج المتواصل، وإمكانية التجميع في المصنع والنقل إلى الموقع بسبب إمكانية التحكم في زمن الشك للدائن، هذا مع ما تتميز به اللدائن من خفة الوزن وعدم الحاجة إلى عمالة كثيرة، فيمكن أن يقوم طاقم من خمسة عمال تشييد هيكل متين لمنزل مصنوع من البانوهات الجاهزة في يومين.(م.٣٧٠،ص٢٠)	
الغاب السلطاني	تبين من الحصر لأماكن تواجد الغاب Read بمصر أنه متواجد في معظم محافظات جمهورية مصر العربية،(م.٨٧٠،ص١٠) والغاب السلطاني خامة متجددة[4] ومحلية أثبتت نفسها كأحد البدائل الممكنة للاستخدام في الإنشاءات المختلفة سواء السكنية منها أو في حالة الإنشاءات ذات البحور الواسعة،[5] كما أنه في حالة استخدام الغاب لإنشاء الأسقف والأرضيات يمثل الغاب ٤٠% فقط من المادة الخام لو كان الخشب هو المستخدم، مما يعد وفراً كبيراً في المادة الخام، هذا مع عدم وجود هوالك مثل القشرة الخارجية والنشارة الكثيفة في حالة الأخشاب، بالإضافة إلى أن الغاب مادة خفيفة ومرنة وقوية وذات سلوك جيد جداً أثناء الزلزال.(م.٩٢٠،ص٤٩)	انظر جدول (٤-٢)

(١) تنتج اللدائن عن إضافة عامل مقوى إلى المتراصات من البلاستيك، ويمكن لتحسين وموازنة قوتها ورفع درجات الحرارة المسموح بها دمج اللدائن مع مواد للتقوية كالزجاج أو رقائق الخشب أو صفحات الورق أو المواد السيليلوزية لتنتج المتراصات اللدنة.(م.٣٧،ص١٨)

(٢) يصل وزنها إلى٤/٥ من وزن ألواح البولي استر المقواة بالزجاج، ٢/١ من وزن الألمنيوم،٦/١ من وزن الصلب المجلفن.(م.٣٧،ص١٩)

(٣) عبد الرحمن عبد النعيم، عمارة اللدائن، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٨٩م.

(٤) يتميز الغاب السلطاني بإمكانية الحصاد السنوي من بستان الغاب مقارنة بالحصاد كل ٤٠ عام في حالة الأخشاب.(م.٩٢٠،ص٤٩)

(٥) يتميز الغاب السلطاني بخاصية تحمله لإجهادات الشد بناءاً على اختبار تم إجراؤه في معمل مقاومة المواد بكلية الهندسة جامعة عين شمس، كما أن الغاب السلطاني من حيث حجم السيقان أو الخواص الميكانيكية خاصة من حيث تحمل الغاب السلطاني لإجهادات الشد والضغط تؤهلانه لأن يستخدم بكفاءة عالية كبديل للقطاعات المعدنية.(م.٩٢٠،ص٤٩)

الخشب الخفيف	يعتبر الخشب من أقدم مواد البناء المرتبطة بنظم الإنشاء الخفيف، وتصل العديد من المنتجات الخشبية إلى مواقع التشييد بصورة نهائية وجاهزة للتجميع كمكونات رئيسية للمبنى مثل بانوهات الحوائط وجمالونات الأسقف، وتستخدم الأخشاب الشرائحية Laminated [1] لتصنيع الإطاراتFrames والكمرات والعقود، ويمكن استخدام إطارات من الخشب الشرائحي على شكل عقود في تغطية البحور الكبيرة التي تزيد عن ٢٥ متر، ويمكن تصميم العناصر الإنشائية من الخشب الشرائحي بحيث توضع نوعيات جيدة من الأخشاب المقاومة للإجهادات في المناطق المعرضة لإجهادات كبيرة زائدة في حين تستعمل النوعيات الأقل جودة في الأجزاء الباقية الأقل تعرضاً للإجهادات.[2]	
الحجر المسلح	يحل الحجر المسلح محل الخرسانة في الحوائط الساندة، حيث تم استخدام الحوائط الساندة من الحجر المسلح بواسطة إحدى الشركات وكانت كبديل أفضل من الخرسانة المسلحة العادية مع خفض التكلفة بنسبة ٤٠-٦٠%، هذا إلى جانب سهولة الصيانة والشكل الجمالي مما يوفر في طاقة التشطيب، وسهولة البناء والتركيب مقارنة بمواد الخرسانة المسلحة، كما تتميز بطول العمر الافتراضي لها حيث يمكنها البقاء بأمان لفترة طويلة جداً، ولقد تم البناء بهذه الطريقة في مصر بارتفاع حتى ٢٠م.[3]	
٤-١-١-٢-المواد البديلة للركام في الخرسانة المسلحة		
ركام الميلسل	تم الاتجاه لاستخدام حصوة الزجاج المنفوخ عن طريق تصنيعها بتكنولوجيا الميلسل لتكوين حصوة تسمى ركام الميلسل،[4] ومن أهم مميزاته إمكانية التحكم في وزنه النوعي أثناء عملية التصنيع، وهو بذلك ينافس الحصوة الثقيلة (الزلط وكسر الحجر الجيري) من ناحية الخواص المطلوبة في صناعة الخرسانة فهو أخف منها وزناً وأقل امتصاصاً للماء، ويمكن التحكم في مقاومتها للكسر لتناسب الاستعمالات المختلفة، ويحل ركام الميلسل محل جزء أو كل الخلطة الخشنة في الخرسانة العادية مما يؤدي إلى خفة الوزن.[5]	

(١) تتكون الأخشاب الشرائحية بلصق أطوال عشوائية من ألواح الخشب ذات قطاعات متشابهة بطريقة تراكبية مثل مداميك الطوب، ثم تضغط في مكابس آلية مكونة بذلك صفائح ملصوقة، ويمكن بهذه الوسيلة تصنيع قطاعات إنشائية مختلفة الأشكال والأطوال.(٢)

(٢) رضا أحمد سيد نصير، الإنشاءات الخفيفة-تأثير المناخ على إمكانية تطبيقها في مصر، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة عين شمس، ١٩٩١م.

(٣) منشور:.Geose, Agents and distributors Civil Engineering Products, 2000, p.1,2

(٤) هي عملية إنتاج حصوة خفيفة باستخدام الرمل الصحراوي، وذلك بتزجيجه ثم خلطه بمنشط يؤدي إلى انتفاخه بالمعاملة الحرارية، فيصبح ركاماً خفيف الوزن مقاوماً للكسر الانضغاطي، مما يجعله من أصلح المواد لصنع الخرسانة الخفيفة، وقد وجد أن الركام الذي يتم تصنيعه أكثر تجانساً في تركيبه من الركام الطبيعي مع ملاحظة أن الرمل الصحراوي متوافر بكثرة في مصر والبلاد العربية.(١٠-٥،ص١٨)

(٥) يمكن بذلك تصنيع عناصر بناء خرسانية(بلوكات،حوائط،أسقف)ذات وزن نوعي يتراوح بين ٤٠ -٧٠ %من الوزن النوعي لعناصر البناء التي تنتج حالياً، وتتراوح كثافة الخرسانة الخفيفة التي يمكن إنتاجها من ١٠٠٠ كجم/م^3 إلى ٢٠٠٠ كجم/م^3.(م.١٠-٥،ص١٨)

	كما يتميز هذا الركام بخاصية تقبله وسائل التسليح غير التقليدية مثل التسليح بالألياف، بالإضافة لتقبله لكل الإضافات الخرسانية المعروفة والتي يتوقع لها الظهور مستقبلاً، [1] إلى جانب الكفاءة العالية في عزل الحرارة والصوت،[2]، وعدم تأثره بالسخونة حتى درجة ٦٠٠ °م، كما أنه لا يولد أبخرة ولا أدخنة ولا غازات على الإطلاق إذا ما تعرض لدرجة حرارة مرتفعة، وتتمتع الخرسانة المنتجة باستخدام ركام الميلسل بجميع مزايا تشغيل الخرسانة التقليدية كسهولة التشكيل وسهولة التصنيع والخلط الوقتي بالموقع وإمكانية التحفيف بالعوامل الطبيعية، وتمتاز الخرسانة المصنعة بركام الميلسل بإمكانية التقطيع لأحجام صغيرة منتظمة سواء كانت الخلطة مسلحة أو بدون تسليح.(م.١٠-٥،ص١٨)	
برادة الحديد	ينتج عن استخدام برادة الحديد خرسانة ثقيلة الوزن، تتراوح كثافتها التي يمكن إنتاجها من ٢٥٠٠كجم/م^3 إلى ٤٥٠٠ كجم/م^3 طبقاً لمتطلبات العملاء، ويستخدم الركام الثقيل لإنتاج خرسانة ثقيلة بالكثافة المطلوبة ومقاومة الضغط المطلوبة بعد ٢٨ يوم طبقاً للمواصفات.(م.٨،ص٢٤)	
٤-١-١-٣-المواد البديلة للأسمنت في الخرسانة المسلحة		
الراتنجات	تستخدم الراتنجات في الأعمال الخرسانية كمادة رابطة بدلاً من عجينة الأسمنت للركام لإنتاج ما يسمى بالخرسانة الراتنجية.[2]	
الأسمنت السائل	ظهر الأسمنت السائل لأول مرة في معرض باتيمان لمواد البناء في فرنسا، وهو ابتكار جديد لنوع من الأسمنت يستخدم في حالة سائلة ولا يحتاج إلى عمالة أو مجهود لاستعماله، ويتم نقله إلى مواقع العمل سائلاً لتوفير الوقت والجهد.[3]	
رماد قشرة الأرز	يمكن استخدام رماد قشرة الأرز كمادة إحلال جزئي للأسمنت في الخلطات الخرسانية وذلك لتقليل التلوث الناتج عن هذه المواد، إلى جانب تقليل الطاقة المطلوبة لصناعة الأسمنت، ويعطي كل طن أرز حوالي ٤٠ كجم من المادة البوزولانية البديلة للأسمنت.[4]	

(١) ذلك لأن حصوة الميلسل من الزجاج وهي أقل المواد تفاعلا مع غيرها، ويمكن تسليح الخرسانة المصنعة بركام الميلسل على مدى واسع من الوزن النوعي (ما بين ٧٠٠-١٥٠٠ كجم للمتر المكعب).(م.١٠-٥،ص١٨)

(٢) كلما خف وزن الخرسانة المصنعة من ركام الميلسل كلما زادت قدرتها على عزل الحرارة والصوت.(م.١٠-٥،ص١٨)

(٣) منير محمد كمال-أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا-الهيئة العامة لبحوث الإسكان والتخطيط العمراني، استخدام الراتنجات في الخرسانة ووحدات البناء واقتصادياتها.

(٣) جريدة الأهرام-اقتصاد-العدد٤١٢٥٦، مقال:٤٥٠٠شركة عالمية تبحث عن الحلول العصرية لتحديات صناعة مواد البناء، ٢٠ نوفمبر ١٩٩٩لسنة ١٢٤.

(٤) يعطي كل ١ طن أرز بعد عملية الضرب حوالي ٢٠٠ كجم من قشر الأرز، وعند حرق قشر الأرز في أفران محكمة يعطي ناتج الحرق كمية كبيرة من الرماد (RHA) وهو مادة أسمنتية لها الخصائص البوزولانية، ويقدر وزن المادة الأسمنتية الناتجة من حرق ١ طن قشر أرز بحوالي ٢٠٠ كجم، أي أن كل طن أرز يعطي حوالي ٤٠ كجم من المادة البوزولانية بعد حرق قشر الأرز، ويتم حرق قشر الأرز في درجات حرارة من ٥٠٠ – ٧٠٠ °.

	وبإجراء التجارب المعملية على عجينة الأسمنت والمونة والخرسانة المستخدم فيها رماد قشرة الأرز كبديل لجزء من الأسمنت وجد أن النسبة المثلى لرماد قشرة الأرز في خلطات المونة تعتمد على نسبة المياه إلى الأسمنت في الخلطة، ويعتبر استخدام ٢٠ % رماد قشر أرز مناسب في جميع نسب المياه إلى الأسمنت المستخدمة.(١) (٢)	
مادة الكبريت	يمكن استخدام مادة الكبريت كرابط في الخرسانة بدلاً من الأسمنت البورتلاندي، كما يضاف الكبريت للبلوكات الخرسانية لمضاعفة قوتها الضاغطة .(م٨٠،ص١٢١)	
٤-١-١-٤-المواد البديلة لماء الخلط في الخرسانة المسلحة		
الماء الممغنط	أدى استخدام الماء الممغنط على خلطات الخرسانة الجاهزة إلى الحصول على خرسانة أقوى بكثير من الحالة العادية بنسبة تصل إلى٤٠%، إلى جانب إمكانية توفير ١٥% من كمية الأسمنت اللازمة للخلطة مع المحافظة على نفس القوة وتوفير نسبة ٥ % من المياه اللازمة للخلط، إلى جانب إطالة عمر الهياكل الخرسانية للمباني التي تستخدم هذه التقنية بنسبة الضعف، وزيادة اللدانة بمعدل مرتين إلى الأقل.(م٩٨،ص٦)	انظر شكل (٤-٢)
٤-١-١-٥-المواد البديلة لحديد التسليح في الخرسانة المسلحة		
الراتنجات	تم إنتاج الخرسانة المسلحة بألياف البلاستيك والتي من أشهر أنواعها ألياف البولي بروبيلين والألياف الزجاجية، وامتدت الأبحاث لإنتاج واستخدام أسياخ من الألياف الزجاجية وأسياخ من البولي إيثيلين، وهذه الأسياخ بدأت تأخذ انتباه العالم وخاصة في المناطق التي تعاني من الانهيارات بسبب صدأ أسياخ التسليح، ويلاحظ الاقتصاديات الضخمة التي يوفرها استخدام الراتنجات عن حديد التسليح، مع تحقيقها المقاومة العالية والمتانة مع الزمن لكافة العوامل المحيطة والمهلكة للخرسانة، مع الوفر في أعمال الصيانة.(٣)	
القضبان البلاستيكية المقواة بألياف مشبعة بالراتنجات	تسمى هذه القضبان بقضبان C-Bar، ويلاحظ أن طريقة التصنيع والمواد المكونة لهذا المركب يحددان خصائصه ومتانته على المدى الطويل، كما أن القدرة على الانحناء والتحسن والملائمة في الخصائص الميكانيكية، والاختيار السليم للراتنجات وتكوينها، وضبط الجودة لهذه القضبان، هي عوامل تساعد على الاختيار السليم لها.(م١٩-١،ص٩٤١)	

(١) مقاومة الضغط والانحناء لعينات المونة المحتوية على ٢٠ % رماد قشر أرز والمغمورة في مياه وفي محلول كبريتات صوديوم بتركيز ٢٠ % تزيد عن مونة الأسمنت العادية، واستخدام رماد قشرة أرز بنسبة ٢٠ % كبديل عن جزء من محتوى الأسمنت يزيد من مقاومة الضغط للخرسانة بعد ٢٨ يوم معالجة في المياه بنسبة ١٢% عن الخرسانة التي لا تحتوي على رماد، ويزيد مقاومة الضغط للخرسانة التي تجفف في درجة حرارة ١٠٥°م ثم تتعرض لدرجة ٢٠٠ °م لمدة ٣ ساعات عن الخرسانة بدون رماد في نفس الظروف بنسبة ٢٠%.(٢)

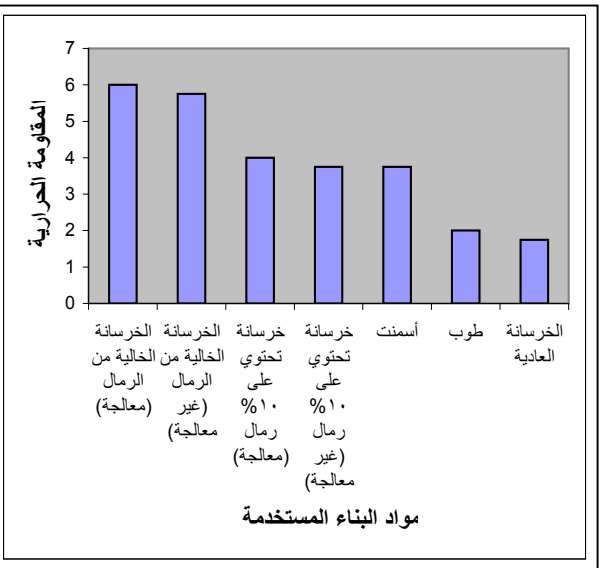
(٢) عمرو عبد المنعم فوزي شاهين، استخدام رماد قشرة الأرز كمادة إحلال جزئي للأسمنت في الخلطات الخرساني، دكتوراه، كلية الهندسة-جامعة الزقازيق، ٢٠٠٠م، الملخص العربي ص١إلى٤.

(٣) منير محمد كمال-أكاديمية البحث العلمي واالتكنولوجيا-الهيئة العامة لبحوث الإسكان والتخطيط العمراني، استخدام الراتنجات في الخرسانة ووحدات البناء واقتصادياتها.

الألياف الطبيعية	قام العديد من الباحثين بتطوير فكرة استخدام الألياف الطبيعية بدلاً من حديد التسليح،[١] هذا إلى جانب أن الكثير من الباحثين قاموا بتطوير مواد مركبة من الألياف الطبيعية مثل ألياف النخيل والموز والجوت وغيرهم،[٢] وتم التفكير في النخيل كمصدر للألياف الطبيعية في مصر كونها محلية، ويتم استخدام سيقان عنقود (سباط أو عرجون) البلح محلياً في تطبيقات تحتاج إلى مقاومة شد عالية وكذلك تحمل للظروف القاسية، ولقد أثبتت أنها ذات كفاءة عالية مما يوحي بأنها ستعمل لتسليح للخرسانة،[٣] (م٩٢.٠،ص١،٣) هذا إلى جانب عدة تجارب للعديد من الألياف الطبيعية مثل الغاب والبامبو.[٤] (م٩٢.٠،ص٥٦،٥٤،٥٢) كما ظهرت المواد المركبة من الغاب والبلاستيك، وتم تطوير شرائح المادة المركبة من البامبو والايبوكسي لتعطي قوة أفضل من تلك التي تعطيها الألياف الزجاجية العادية التي يتم تسليح المواد المركبة بها، وتكون أقوى من الصلب الطري بمقدار من ٣-٤ مرات، والنتائج المأخوذة للعينات في الشد والضغط والانحناء تكفل له الاستخدام في الإنشاءات.(م٩٢.٠،ص٥٢)	
الخيزران	يعتبر الخيزران مادة متاحة محلياً في مصر ويتميز الخيزران بأنه ينمو بسرعة كبيرة، ولا يحتاج إلى رعاية خاصة في معظم المناطق الريفية وعلى طول ضفاف النيل والقناة، وقد أثبتت الأبحاث المستفيضة على هذه المادة ملاءمتها للاستخدام بأمان كبديل لحديد التسليح في الخرسانة المستخدمة في عدد من الأغراض الإنشائية، ولا تحتاج عملية إعداد الخيزران للاستعمال أكثر من تقطيعه لشرائح ومعالجته بمادة عازلة للمياه، ويمكن استخدامه في الأرضيات الخرسانية وتغطية الأسقف والحوائط والأعمدة للمساكن المعرضة لأحمال معقولة، ولكافة العناصر الخرسانية سابقة التجهيز.(م٨٠.٠،ص١١٩)	
شبكة من الحديد الملحوم	تعتمد فكرته على لفائف من الحديد المدرفل على البارد، وباستخدامه يتم التوفير في كمية الحديد المستخدمة حيث أن قطرها أقل، كما تؤدي إلى التوفير في العمالة والتوفير في زمن الإنشاء، فيمكن تغطية ١٠٠ م^{٢} من الشبك المدرفل على البارد في مقابل ١٠م^{٢} من حديد التسليح العادي في نفس الوقت إلى جانب الإقلال من الهوالك وزيادة القوة بين أسياخ الحديد والخرسانة بمقدار ٤٠ % من استخدام حديد التسليح العادي.[٥]	
صلب عالي المقاومة	يوفر استخدام الصلب عالي المقاومة بدلاً من الصلب العادي ٢٢% من كمية حديد التسليح مقابل ٨ % فقط زيادة في التكلفة.(م٢.٠،ص٣٠٨)	

جدول(٤-١): بعض بدائل مادة الخرسانة المسلحة ومكوناتها.

(١) في عام ١٩٨٥ نشر كلاً من بروسامي بالاجورو P.N.Balaguru من جامعة روتجرز بالولايات المتحدة وسورندرا شاه S.P.Shah من جامعة نورث وسترن بالولايات المتحدة بحثاً عن المواد البديلة للتسليح في البلاد النامية، وفيه استعرض الباحثان إمكانية استبدال الحديد كتسليح للخرسانات بألياف المواد الطبيعية، مثل ألياف نخيل جوز الهند والسيزال ومصاصة قصب السكر والغاب والجوت والكتان وعشب الفيل وجريد النخيل، وذلك بتطوير استخدام مواد إنشاء محلي.(م.٩٢.٠،ص٥٧)



شكل(٤-١):العزل الحراري للخرسانة الخالية من الركام في مقارنة مع بعض المواد الإنشائية الأخرى.(٦)

شكل(٤-٢):
تغيير ليونة الخلطة الخرسانية باستخدام التقنية المغناطيسية.(م.٩٨،ص٨)

(٢) إن إضافة ألياف صغيرة ذات مسافات متقاربة وموزعة بانتظام إلى الخرسانة العادية تعمل كقابض للشروخ وتحسن بدرجة كبيرة الخواص الاستاتيكية والديناميكية للخرسانة، ولقد استحدثت عدة أنواع من الألياف للاستخدام في المنشآت الخرسانية من بينها الحديدية والزجاجية والبولي بروبيلين والألياف المصنعة، ومع الزيادة النسبية في تكلفة الألياف المصنعة المستخدمة في الخرسانة المسلحة بالألياف، وكذلك النقص في استخدام ألياف الأسبستوس الرخيصة أصبح من المهم والضروري تقييم الألياف الطبيعية كبديل.(م.٩٢،ص٥٧)

(٣) توصي كل النتائج المتحصل عليها من خلال عدة دراسات باستخدام ألياف ساق العنقود كتسليح للخرسانة بسبب ميزاتها كتحسين المتانة وزيادة مقاومة القص للخرسانة ومقاومة التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح، والتحسن الواضح في مقاومة الصدمات وكذلك النقص في انفعال الانكماش والانتفاش، وتوصى الدراسات باستخدام نسبة حجمية من الألياف السابقة ٠,٥ % وطول ألياف ٥ سم.(م.١٢٩،الملخص العربي ص١،٣)

(٤) تم التوصل من خلال الأبحاث إلى أن التسليح بالبامبو يزيد من السعة القصوى لحمل الكمرة الخرسانية حوالي من ٤-٥ مرات عن تلك غير المسلحة، وأن الأعمدة الخرسانية المسلحة بالغاب تعطي سعات حمل مثل نفس تلك السعات للأعمدة المسلحة بالصلب، وذلك بافتراض أن مساحة المقطع للغاب المستخدم في التسليح من ١٠-١١ مرة ضعف الصلب، وتبعاً لذلك يمكن اقتراح أخذ أحمال عمل آمنة تساوي نصف قيمة حد المرونة.(م.٩٢،ص٥٦،٥٤)

(٥) منشور: عز الدخيلة للحديد والصلب-معرض الإنتربيلد٢٠٠٠، ٢٠٠٠م، ص١.

(٦) المركز القومي للمختبرات الإنشائية-وزارة الإسكان والتعمير، استعمال الخرسانة الخالية من الرمل في الأعمال الإنشائية، ١٩٨٣م، ص١١،٧.

المحافظـــــة	مدى تواجد الغابات بها والمساحة المترعة		ملاحظات (أماكن التواجد)
	بلدي	سلطاني	
القاهرة	يوجد	يوجد	قصر القبة-قصر الزعفران
الجيزة	يوجد	يوجد	حديقة الأورمان-حديقة الحيوانات
الإسكندرية	يوجد	يوجد	
الشرقية	يوجد	يوجد	
الغربية	س-ط-ف ١٣-١٥-٩٥	س-ط-ف ٢١-٦-١	أدق حصر للمساحات المغطاة بالغاب
الدقهلية	يوجد	يوجد	على جسور الطرق والترع والمصارف
المنوفية	يوجد	يوجد	على حواف الترع والمصارف
البحيرة	يوجد	يوجد	على حواف الترع والمصارف
القليوبية	يوجد	س-ط-ف ١٨-٧-٠	إنتاج الغاب البلدي ١٠٠٠٠٠بوصة/ف إنتاج الغاب السلطاني ١٣٠٠بوصة/ف

جدول(٤-٢): أماكن تواجد الغاب في محافظات الوجه البحري.(م.٨٧،ص١٠)

٤-١-٢-مواد البناء البديلة للطوب الأحمر

سبق التطرق إلى المشاكل العديدة لاستخدام الطوب الأحمر في البناء في الباب الثاني من البحث وخاصة فيما يتعلق بالهدر البيئي الذي يسببه، كما يكاد أن يكون أبطأ طرق البناء مهما زادت العمالة، بالإضافة إلى أنه يستهلك كميات كبيرة من الطاقة في جميع مراحل التشييد، كما أن طاقة تصنيع المواد المساعدة له مرتفعة كطاقة تصنيع المونة، ونسبة الهالك فيه عالية مقارنة بأنواع الطوب الأخرى،(م.١٠٠-٥) ولابد من التأكيد هنا على عدم توافر البديل الذي يحمل صفة العمومية، بل لابد من البحث عن المواد البديلة المتواجدة بالقرب من مواقع الاستهلاك سهلة الوصول والتي يكون المخزون الطبيعي لخامتها بما يسمح باستغلالها، وأن تكون ذات اقتصاديات استخراج وتحجير منخفضة، فلكل بديل من البدائل مميزاته وعيوبه التي تختلف من مكان إلى آخر.(١)

وفيما يلي سيتم استعراض بعض البدائل الممكنة لهذه النوعية من الطوب والتي يمكن استخدامها في مصر.

(١) محمد رامز حسين-حسن فهمي السيد، تقييم خامات الطفلة الصحراوية بمنطقة شقلوف-محافظة الفيوم-عقد أبحاث بدائل طمي النيل في صناعة طوب البناء، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، ص٣.

مواد البناء البديلة للطوب الأحمر		
الطوب الطفلي	توجد الطفلة الصحراوية بمتوسط ٣٦ مليون متر مكعب وتغطي حوالي ٥ كم٢، [١] [٢] وقد أظهرت مادة الطفلة إمكانيات جيدة لإنتاج الطوب المصمت والبلوكات المفرغة وبلاطات الأسقف، وتعتبر الطوبة المنتجة من الطفلة أفضل من الطوبة الحمراء المنتجة من الطمي النيلي من حيث القوة والاستخدام، وبخاصة في الحوائط الحاملة مما قد يقلل من الحاجة لاستخدام المباني الهيكلية في حالة بناء وحدات سكنية لا تزيد عن سبعة طوابق.(م٨٠،ص١٩) هذا إلى جانب التخفيض في الطاقة الكهربائية المطلوبة للإنتاج حيث يؤدي التجفيف الطبيعي إلى وفر في كمية الوقود المستهلكة بنسبة تعادل ٤٠% تقريباً، كما أن استخدام الأفران المتطورة يمكن أن يترتب عليه وفر في الطاقة لمرحلة الحريق.[٣] وأغلب الطوب الطفلي المصنوع آليا يكون مفرغا أي تتخلله فراغات في أشكال مختلفة، يكون من مميزاتها الإسراع من عمليات التجفيف والحريق مع تقليل التعرض لعيوب كل من المرحلتين من شرخ أو التواء،(م١٠-٩،ص٢،٣) ويمكن الاستغناء عن البياض والطرطشة في حالة الطوب الطفلي لحسن مظهره الخارجي مما يجعله أوفر في الاستخدام، كما تعمل الفراغات المتضمنة في الطوب الطفلي على اكتساب الطوبة خواص العزل الحراري وعزل الصوت. ويساعد حجم الطوب الطفلي والذي يماثل ١,٦ حجم الطوبة الحمراء إلى وفر في استخدام المونة بنسبة ٤٠%، كما تحتاج المساحة من البناء إلى عدد أقل من الطوب مما يوفر ٤٠% من الوقت أيضاً، وتساعد الفراغات في الطوب على زيادة تماسك الطوبة بالمونة، وتظهر ميزة الطوبة الطفلية في كونها ذات جهد كسر في حدود ١٥٠كجم/م٢ مما يمكن من بناء عدة أدوار بدون أعمدة خرسانية في حين أنه لابد مع الطوب الأحمر من أعمدة خرسانية حاملة لأن الطوب الأحمر له جهد كسر قليل.(م١٠-٩،ص٢،٣)	
الطوب الأحمر الفخاري	يساعد الطوب الأحمر الفخاري على تخفيض عمليات الصيانة حيث أنه لا يتأثر بالحرارة كما أنه مقاوم لتسرب الرطوبة.[٤] (م٨٩،ص٥٦) ويتم إضافة حبيبات البوليسترين الشديدة العزل للحرارة لعجينة الطوب الأحمر الفخاري أثناء تشكيل الطوب، فتتوزع حبيبات	انظر شكل (٤-٣)

(١) أظهرت الأبحاث تواجد تلك الطفلات بكثرة في أماكن عديدة متفرقة في مصر ووادي النيل، بين قنا وأسوان وشرق القاهرة والمعادي والجيزة وبني سويف وغرب الإسكندرية والبحر الأحمر وغيرهم.(م.١٠-٩،ص٦)

(٢) محمد رامز حسين-حسن فهمي السيد، تقييم خامات الطفلة الصحراوية بمنطقة شقلوف-محافظة الفيوم-عقد أبحاث بدائل طمي النيل في صناعة طوب البناء، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، ص٣.

(٣) تحتم التصميمات المتطورة استخدام الهواء الساخن النقي في مرحلة التبريد بالأفران الحديثة لتوليد جزء من الطاقة اللازمة لمرحلة التجفيف، كما يترتب عليه أيضاً في نهاية الأمر إمكانية الخفض الجزئي للطاقة الحرارية اللازمة لهذه الصناعة،(م.٨٨،ص٤٣)

(٤) يؤدي اختلاف درجات الحرارة الداخلية والخارجية في المباني إلى إحداث تشققات ناتجة عن التمدد والتقلص المتعاقب، مما يستلزم طاقة عالية في عمل الصيانة والترميم، وعند اختيار الطوب الأحمر الفخاري للإنشاء يتم التوفير في كل ذلك.(م.٨٩،ص٥٦)

	البوليسترين في جميع جسم الطوبة، وعند حرق الطوب الأحمر الفخاري في الأفران تتبخر الحبيبات تاركة فراغات هوائية تساعد على جعل الطوب الأحمر الفخاري أكثر عزلاً من الأنواع الأخرى.(١) (م.٨٩،ص٥٩)	
الطوب الرملي الجيري	يتميز الطوب الرملي الجيري بثبات الحجم واستقامة حوافه مما يضمن إنجاز البناء بصورة متقنة مع التوفير في استعمال المونة، إلى جانب جاذبية السطح مما يغني عن البياض ويوفر بديلاً صالحاً لكل الأجواء، كما يمكن غسله وتنظيفه بسهولة، وهو أفضل المواد الإنشائية من حيث عكسه لأشعة الشمس سواء كان الملون منه أو اللون الأبيض الطبيعي، وهو عازل ممتاز للصوت ومقاوم فعال للنيران، ويوفر من طاقة الصيانة لما يتميز به من صلابة السطح ونعومته مما تجعلانه أقل تأثراً بالكشط والأتربة، كما أنه لا يتأثر بالأملاح والأحماض والكلور لذا يمكن استعماله كأساسات للمباني وكحوائط ساندة أو حاملة.(م.٨٩،ص٥٧) إلا أن أهم ما يعيبه ثقل وزنه. (٢)	
الطوب الأسمنتي المفرغ	يصنع الطوب الأسمنتي من خلطة خرسانية عبارة عن حصوة تماثل الجزء الخشن، وتكون حوالي ثلاثة أرباع حجم الخلطة، ويمثل الرمل والأسمنت معاً الجزء الناعم ويكونان ربع الخلطة وهي كمية لا يستهان بها،(٣) ويلاحظ سهولة تصنيع البلوكات الأسمنتية وإمكانية تغيير شكلها وخاصة أنها لا تدخل أفران بعد التشكيل،(م.١٠-٥،ص١٤) ولقد ظهر نوع آخر من الطوب الأسمنتي من نفس المواد المستخدمة لكن مع إضافة بوليسترين(فلين) أثناء صب الخلطة في القوالب، ومن مزايا هذا الطوب أنه يمكن استخدامه في السقف مما يؤدي إلى تقليل الأوزان، كما أنه ذا معدل اكتساب حراري للجدار أقل ومقاومة حرارية أعلى، ويعتبر هذا النوع عازلاً للحرارة والرطوبة معاً.(م.٦٠،٨٩)	
طوب الليكا	يستخدم في تصنيعه الركام الخفيف والذي يصنع بحرق الطفلات الصحراوية والرمل والأسمنت بدلاً من الركام التقليدي، وهو يحتاج كمية مازوت وكهرباء أقل بكثير مما يحتاجه الطوب الأحمر أثناء عملية التصنيع.(م.٨٨،ص٥٠)	انظر جدول (٤-٤)

(١) يمتاز الطوب الأحمر الفخاري من ناحية العزل الحراري بتفوقه بنسبة ١٩٥%عن الطوب الأسمنتي،١٦٧%عن الطوب الرملي الجيري،١٨٨%عن الجدران الخرسانية، وبالتالي يتم خفض طاقة تشغيل المبنى بشكل ملحوظ يصل من ٣٠% إلى ٦٢%.(م.٨٩،ص٥٩)

(٢) من الصعوبات التي تحد من إنتاج الطوب الرملي الجيري ثقل وزنه مما يؤثر في الأحمال على أساسات المباني التي يستخدم فيها، حيث أن الألف طوبة تزن ما يقرب من ٢,٥طن، والجير المستخدم في صناعته يجب أن يكون على درجة عالية من النقاء.(١٠-٢،ص١٤)

(٣) يلاحظ أن كمية الأسمنت اللازمة لصناعة الطوب الأسمنتي لا يستهان به فهو يتراوح في محتوى أسمنت ١٢% من وزن الخلطة ما بين ١,٣ مليون طن إلى ١,٩ مليون طن، وفي المحتوى أسمنت١٤% من وزن الخلطة تبلغ الكميات المطلوبة من الأسمنت ما بين ١,٦ مليون طن إلى ٢,٢ مليون طن سنوياً، بما يوازي إنتاج مصنعي أسمنت أسيوط والسويس معاً.(م.٨٨،ص٣٩)

البلوكات من الميلسل	أمكن من ركام الميلسل والمتميز بوفرة خاماته الطبيعية في مصر إنتاج بلوكات وعناصر بناء تتميز بخفة الوزن ومقاومة الكسر والعزل الحراري، هذا إلى جانب قلة امتصاص المياه بحيث تفوق خواص الطوب الأحمر ومعظم بدائله، وتسهل خفة وزنه عملية النقل والبناء والتشطيب، إلى جانب عزل الحرارة والصوت، وقلة استهلاكه من طاقة التصنيع عند مقارنته بالطوب الطفلي[1] مع التوفير الملحوظ في كمية المونة، إلى جانب إمكانية التقطيع لأحجام صغيرة ومنتظمة مع إمكانية الخلط الوقتي بالموقع والتجفيف بالعوامل الطبيعية وانخفاض التأثر بعوامل التعرية، حيث أنه عديم القابلية للتفاعلات الكيميائية وبالتالي قليل التلوث.(م.١٠-٥،ص٥)هذا كما تتميز هذه البلوكات بعدة خصائص أخرى جيدة في حالة تعدد الأدوار.[2]	انظر جدول (٤-٥)
الطوب الخفيف[4]	يتميز الطوب الخفيف بخفة الوزن حيث أن كثافته من ٦٠٠-٦٥٠كجم/م^3، كما يتميز كونه عازل حراري جيد وسهل التشكيل، كما أنه يستخدم ثلث المونة المستخدمة في باقي أنواع الطوب مما يساعد على الإنجاز في عملية البناء وتوفير الوقت نظراً لكبر حجم البلوك الواحد بما يعادل ٨ أضعاف مقاس الطوب العادي، ويستطيع عاملان تشييد حوالي ٣٠-٤٠ متر مربع من قوالب الجدران يومياً، ويمكن باستخدام منشار أو بلطة أو أي آلة حادة قطع الطوبة بسهولة أو نشرها إلى مقاسات مختلفة، [5] (م.١٠٠،ص٤،٥)	انظر شكل (٤-٤)

(١) بعمل مقارنة لاستهلاك الوقود والطاقة الكهربائية بين بلوكات الطوب الطفلي المفرغة وبلوكات الميلسل المفرغة وجد أن الطوب الطفلي يستهلك ٠,١ طن وقود و٥٥,٥ ك.و.س من الكهرباء، في حين يستهلك الميلسل ٠,٠٤٤ طن من الوقود و٣٧,٥ ك.و.س. من الكهرباء.(م.١٠-٥،ص٦،٥)

(٢) تتميز البلوكات من الميلسل في للمباني متعددة الأدوار بخفة الوزن والذي يؤدي إلى الإقلال من حجم العناصر الإنشائية (الأعمدة والأسقف) وزيادة عدد الأدوار، وسهولة التحوير وإعادة التصميم المعماري و المرونة في إعادة تخطيط الشقق عند اللزوم، وذلك يعني عدم الحاجة إلى التغيرات الجذرية في هياكل العمارات عند تجديدها، وإمكانية استخدام أكبر عدد من القواطيع الموجودة أصلا وعدم الحاجة إلى معدات النقل الثقيلة أثناء التنفيذ، إلى جانب المقاومة الحرارية العالية والمقاومة العالية للصوت.(م.١٠-٥،ص٦)

(٣) مركز التوحيد القياسي وضبط الجودة، الوحدات البنائية من الخرسانة المسامية-المواصفات القياسية المصرية رقم١٤٠١م.ق.،١٩٧٨م.

(٤) يعتمد الطوب الخفيف على وجود الجير الحي كمادة رابطة ٢٠ %، وأسمنت بورتلاندي بنسبة ٥ % لسهولة التشكيل، ورمل بنسبة ٧٥ % وبودرة ألمونيوم بنسبة ٠,٠٤-٠,٠٥ %، ونتيجة لتفاعل بودرة الألمونيوم مع الجير تنتج المسامية المطلوبة للخليط قبل التصلد.(٣)ولإعطاء المتانة المطلوبة تستخدم أسياخ الحديد المبروم مقاسات ٨ مم و١٠ مم، ويتم معالجة الحوائط بالبخار المشبع بالماء عند ضغط ١٢ جوي ولمدة حوالي ١١ ساعة بما فيها زمن الرفع والخفض والثبات.(م.١٠-٦،ص٧)

(٥) يمكن إقامة صناعة مثل هذا النوع من الطوب في المناطق التي لا تتوافر فيها التدرج الحبيبي في حبيبات الرمال، حيث أن الرمل الطبيعي يمر بمرحلة طحن في هذه الصناعة قبل الاستخدام وبالتالي لا يتطلب تدرجاً في حبيبات الرمل[٤٠،م] إلا أنه يتطلب وجود مسحوق الألمونيوم ذي المواصفات الخاصة واستخدام الجير عالي النقاء.(م.١٠-٥،ص٤)

بانوهات خرسانية خفيفة	تنتج البانوهات الخرسانية الخفيفة Siporex في قوالب على هيئة بلاطات مسلحة أو بلوكات غير مسلحة،[1] وتتميز هذه الوحدات بخفة الوزن حيث تزن ٤٥٠-٥٠٠كم/م^3 مما يساعد على تقليل حجم الأساسات وما يترتب على ذلك من حفر وردم، كما أن عدد مرات نقل الوحدات إلى الموقع أقل بكثير من الوحدات التقليدية، وتتميز أنها ذات كفاءة عالية في العزل الحراري، وتتميز بخاصية ثبات الأبعاد خلال عمليات التصنيع حيث أنها تصل إلى ٠,٢ %، كما أنها ذات مقاومة عالية للحريق.(م.٦٩،ص٦٠)	
الألواح والبلوكات الجبسية[2]	يعد الاكتشاف الحديث لكميات كبيرة من الجبس في مصر مدعاة لاستخدام هذه المادة المحلية في حوائط وأسقف الوحدات السكنية بدلاً من قصر استخدامها على البياض، حيث أمكن استخدامها في العديد من المجالات الإنشائية المالئة،[3] ولا تحتاج البلوكات الجبسية إلى مواد نمو لانتظام سطحها كما أن لها أسطح ناعمة وجاهزة للدهان دون الحاجة إلى بياض،(م.٦٩،ص٥٥) ويمكن للتغلب على عيوبها كونها ناقلة للصوت وسهل كسرها عمل هذه الألواح مجوفة بكامل سمكها،[4] (م.٨٠،ص١١٨) ويعتبر هذا النوع من البلوكات عازل ممتاز للحرارة إلى جانب مقاومتها العالية للحريق، ويلاحظ إمكانية توفير الطاقة نتيجة انخفاض الوزن النوعي وتأثير ذلك على عناصر المبنى الإنشائية، ولكل بلوك بروزات ونتوءات للتركيب بطريقة النقر واللسان.(م.١٠١)	انظر شكل (٤-٥) (٤-٦) (٤-٨)
طوب البولي يوريثان[5]	تزرع النباتات اللازمة لصناعة البوليوريثان بكميات تجارية كبيرة في الأراضي السودانية والأراضي المصرية شبيهة لها، وهذه الخامات الطبيعية لم يتطرق لها الاستخدام بعد في مجال البناء، وهي مصادر لا تنضب أبداً ويمكن لفني واحد أن يدير معملاً نقالاً على ظهر شاحنة تنتج في اليوم الواحد كمية من الطوب تكفي لبناء ١٥وحدة سكنية مساحة كل منها ١٧٠م^2 إلا أنها تعتمد على تكنولوجيا متطورة في التصنيع.(م.٦٩،ص٥٦)	انظر شكل (٥-٧)

(١) تتكون الخامات الرئيسية من خليط من الأسمنت والرمل يضاف إليه الماء بنسب معينة وبودرة الألمونيوم التي تساعد على إنتاج فقاقيع هوائية تعمل على خفة وزن الوحدات، ومنها يتم إنتاج بانوهات أسمنتية خفيفة معالجة ببودرة الألمونيوم ومسلحة وتستخدم كحوائط حاملة وبلاطات لأسقف المباني ذات الارتفاعات المنخفضة والمتوسطة.(م.٦٩،ص٦٠)

(٢) يستخدم في تصنيعها المصيص أو الجبس الصناعي الذي يصنع بحرق خامات الجبس الطبيعية، ويترك حتى يشك ويخرج من المكبس إلى المناشر للتجفيف.(م.٨٨،ص٤٠)

(٣) يمكن عمل وحدات بناء للحوائط في شكل بلوكات جبسية للحوائط الحاملة، ويمكن استخدام الجبس أيضاً في بلوكات الجبس المفرغة مع نشارة الخشب كمادة مالئة في حالة الحاجة للوزن الخفيف، كما يمكن استعمال الرمل كمادة مالئة، وتستخدم هذه البلوكات في القواطيع والحوائط غير الحاملة وكذلك يمكن استخدام الجبس في عمل الألواح الجبسية التي لو تم تدعيمها لاكتسبت قوة ومقاومة عالية، ويمكن تدعيمها بالخيش أو شبك السلك المجلفن أو نسيج الـ Polypropylene أو بوص النيل ليتم استخدامه كقواطيع وألواح للأسقف.

(٤) أثبت البوص فاعليته عند استخدامه لتدعيم ألواح الجبس والتي تناسب أسقف المباني منخفضة التكاليف لكونها ملائمة من ناحية الحجم ويمكنها تحمل الأحمال الواقعة عليها.(م.٨٠،ص١١٨)

(٥) هذه الطوبة عبارة عن خليط من البوليوريثان وبعض المستخرجات النفطية والزيوت المستخرجة من النخيل والسمك والزيتون والخروع والقطن وجوز الهند وفول الصويا وبذرة دوار الشمس وبذر اللفت.(م.٦٩،ص٥٦)

بلوكات الخرسانة	تتميز البلوكات الخرسانية بكبر حجمها وسهولة البناء بها باستخدام قدر بسيط من المونة، ويمكن صناعتها مصمتة أو مفرغة أو مسامية حسب الأحمال، ويمكن أن تصنع بركام خفيف الوزن لتقليل طاقة النقل والأحمال ولزيادة المقاومة الحرارية لها، كما يمكن صنعها باستخدام القوالب اليدوية أو باستخدام معدات أوتوماتيكية.(م٨٠٠)	
الأسمنت المقوى بالألياف الزجاجية	يقدم الأسمنت المقوى بالألياف الزجاجية GRC مقطعاً رفيعاً خفيف الوزن كبديل للعديد من العناصر الخرسانية غير الحاملة، كما توفر عزل حراري عالي عند استخدامها بالاشتراك مع مواد قلوية عازلة مناسبة مثل البوليسترين أو البوليريثين .(١)	
طوب من خلطات محلية	لا تحتاج هذه النوعية من الطوب والمصنعة من خامات محلية(٢) بسيطة ومتوفرة في إنتاجها إلى استخدام أفران حرارية أو أجهزة تسخين بالبخار عالي الضغط، أو ما شابه ذلك من عمليات مستخدمة فعلاً في مصانع الأنواع المختلفة من الطوب،(٣) والاتجاه العام للطوب المحلي هو استخدام أقل نسبة ممكنة من الأسمنت حتى لا يؤثر ذلك على كميات الأسمنت المتوافرة محلياً في الأسواق، وقد أثبتت التجارب الاختبارية لنوعية الطوب المنتج قدرتها على أن تحسن نفسها يوماً بعد يوم،(٤) إلى جانب ما تميزت به من قوة تحمل وتماسك عالية.(٥) وأمكن في أحد الأبحاث استغلال المواد الخام المحلية المتواجدة بالمواقع المختلفة للبناء والمعتمدة على معالجة التربة الطفلية إما على البارد أو بالتسخين الحراري المتوسط،(٦) كما تعتمد على التنشيط الكيميائي للطفلة بإضافة مواد مثبته مثل الأسمنت البورتلاندي أو الجير، ويمكن بذلك الوصول إلى منتج ذو مقاومة عالية،(٧) وتم عمل عدة تجارب على التربة في مواقع مختلفة كما في أسوان والبحر الأحمر وغيرهم والحصول على طوب أساسه المواد الخام	انظر شكل (٤-٩)

(١) مجلة عمار-العدد الحادي والأربعون، مارس٢٠٠٠م، ص٤١.

(٢) استخدمت الأبحاث خامات محلية من صحاري مصر مترامية الأطراف، مثل الرمال والجير الحي علاوة على الأسمنت البورتلاندي العادي المصنع حالياً، وجميع هذه الخامات تتواجد بوفرة في أراضي وصحاري مصر أو تصنع بأيد مصرية.(م.١٠-٨،ص١)

(٣) تعتبر هذه النوعية صالحة للاستخدام حيث تستخدم النوعيات المعروفة من الطوب الذي ينتج هذه الأيام باستخدام الأفران وأجهزة الضغط البخارية، وما زالت البحوث جارية لتحسين هذه النوعية الجديدة من الطوب المصري.(م.١٠-٨،ص١)

(٤) يستطيع الطوب المصنع تحمل ضغط يصل إلى ٤٣ كجم/سم^{٢} بعد عشرة أيام من تصنيعه، وتصل إلى أكثر من ١٠٠كجم/سم^{٢} بعد عدة شهور، وتتراوح كثافة هذه النوعية من الطوب بين ١,٨ إلى٢,٢ جم/سم^{٣}.

(٥) أثبت البحث أن قوة التماسك للطوبة من خلطات محلية بعد خمسة أيام كافية للتعامل معها أو نقلها من مكان إلى آخر وتداولها، ومن المعروف سلفاً أن قوة تحمل الطوب الأحمر العادي للانضغاط تحت أحسن الظروف لنقاوة المواد المستخدمة في إنتاجه وتحت أفضل ظروف التكوين والتجفيف والحرق لم تتجاوز على أحسن الفروض ٣٢ كجم/سم^{٢}، وهو تحمل متواضع إذا قيس بما أمكن الوصول إليه بدون تعقيدات في استخدام معدات لإنتاج الطاقة الحرارية وإضاعة الوقت والمال، ويكون هناك اتجاه لزيادة نسبة الأسمنت في الخلطات للوصول إلى درجات أعلى من التحمل للطوبة المستخدمة كلما كان ذلك مطلوبا لأعمال محددة في التشييد والبناء.(م.١٠-٨،ص١)

(٦) تتميز المعالجة على البارد بتثبيت التربة المناسبة والمختبرة بإضافة حد أقصى ١٥%مواد مثبته.(م.١٠-٨،ص١)

(٧) تصل مقاومة الطوب المنتج إلى ٢٠٠كجم/سم^{٢} بعد ٢٨ يوم، ويكون مقاوماً للماء والرطوبة.(م.١٠-٨،ص١)

	المتواجد بالموقع، ومن المشاريع التي استخدمت الطوب المحلي مشروع القصر ضمن برنامج التنمية في مرسى مطروح.(م.١٠-٨،ص١) ويميز هذا النوع من الطوب كونه قليل التكاليف وينافس البناء الخرساني المعروف من حيث الجودة، إلى جانب توفير استهلاك طاقة نقل المواد، والتجانس البيئي بين مواد البناء والموقع، وعند تحللها تعود مرة أخرى للموقع، وتختلف أشكال وألوان كل نوع حسب الموقع الذي جاءت منه الخامات والتي يتم منها تصنيع الطوب.(م.١٩-٤،ص١)	
الطوب المضغوط	هو طوب يتم ضغطه تحت ضغط عالي مما يعطى له مقاومة كبيرة،(١) (م.١٢٣،ص٧) ويوجد منه نوع يعتمد على سيليكات الكالسيوم كمادة رابطة، ويسمى الطوب الكلسي أو طوب سيليكات الكالسيوم Calcium Silicate Bricks، ويتم تطبيق هذا الأسلوب مع أي نوع من أنواع الطوب كالطوب الرملي أو الطوب من الحصى أو الجيري أو غيرهم مع كون مادة السيليكات هي مادة الربط، ويتم ضغطهم تحت ضغط عالي وبخار ماء في الأوتوكلاف.(م.١٢٧،ص٩)	
الطوب اللبن	يتميز الطوب اللبن في قدرة المبنى على البقاء زمناً طويلاً لا يتلفه إلا ما يفسده الرياح والأمطار، كما يسهل علاجهما بمونة من طين، ويؤدي وجود الماء بين الهيكل البلوري وماء التبلر لاكتساب الطين خاصية عزل الحرارة وعكس أشعة الشمس، ولتحسين خواص الطوبة يمكن إضافة مادة الجبس(٢) أو استخدام الأسمنت البورتلاندي ليزيد من تثبيت وتركيز قوتها إذا أضيف بكمية كافية،(٣) (م.٨٩،ص٥٤) كما يمكن استخدام خلاصة الأزفلت بنسب متغيرة مع الماء معتمدة على مركبات التربة المستخدمة،(٥) ويمكن استخدام الجير المطفي وعدد آخر من المركبات الكيميائية العازلة.(م.٨٩،ص٥٤) ويوجد إلى جانب الطوب اللبن العديد من المواد التي كانت تستخدم قديماً ويمكن تطويرها حديثاً، مثل الطوف (خليط الطمي والرمل)، القادوس (آنية فخارية)، الجالوص(طمي النيل وأحجار رملية)، القرشيف، الحجر أو الدبش.	انظر شكل (٤-١٠)

(١) يختلف الطوب المضغوط عن الطوب المحروق في أنه لا يحتاج إلى عملية الحرق إلى جانب اختلاف أسلوب ونظام الصناعة المتبعة والذي يتحكم فيه حجم التصنيع.(م.١٢٣،ص٧)

(٢) بديع حبيب جورجي، عمارة الطين، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ص٢٢٥.

(٣) يصلح الأسمنت لتثبيت معظم أنواع التربة إلا التي تحتوي على نسبة عالية من المواد الطينية تزيد على ٨٥%، أو نسبة صغيرة جداً منها تقل عن ١٥%، أو التي تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية تزيد على ٨% بالوزن.(٤)

(٤) علي شريف صلاح الدين، مواد البناء للإسكان الريفي، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة عين شمس، ١٩٦٨م، ص١٢٢،١٠٢.

(٥) وظيفة الأزفلت هو احتواء حبيبات التربة ولصقها مع بعضها مما يجعل خلطة الطين أكثر تماسكاً ويزيل المسامية والترشيح في اللبنة، كما يساعد الحرق في أفران خاصة على إنتاج لبنة عازلة ومقاومة للتعرية.(م.٨٩،ص٥٤)

الطوب المقاوم للأحماض	هو الطوب المحروق المصنوع من الطين إلى درجة ابتداء التزجيج والمعروف تجارياً بالطوب الأزرق، ويستخدم هذا الطوب في أغراض المباني التي تتطلب درجات عالية من المقاومة الحمضية والميكانيكية.(١)	
التربة المخلوطة بالأسمنت والمسلحة بالغاب	يمكن عند تسليح التربة المخلوطة بالأسمنت (٢) والمسلحة بالغاب تحميلها باجهادات الإنحناء، ومن مزايا الغاب كونه مادة متوافقة مع التربة المخلوطة بالأسمنت في العمر الافتراضي لكليهما، كما أن معامل المرونة للغاب إلى معامل المرونة للتربة المخلوطة بالأسمنت عالية جداً، ومعامل التمدد الحراري لكليهما متساوي تقريباً.(م.٩٢،ص٤٧)	
الطوب من الفوم	يتميز هذا النوع بتخفيف الأحمال حيث أن وزنه= ٢٥% من وزن الطوب العادي، ويحقق خفض في الأحمال بما يزيد عن ٤ طن/م^{٢} على مسطح أساسات المبنى مما يوفر في أعمال الأساسات والأعمدة، إلى جانب سهولة التداول والاستخدام بدون معدات، وتقليل كمية حديد التسليح بالأساسات والأعمدة والأعصاب، كما يغني عن طبقة العزل الحراري للأسطح لما يتميز به من مقاومة حرارية،(٣) هذا إلى جانب المرونة التصميمية حيث يتم بناء الحوائط الداخلية في أي مكان، ومن أنواعه طوب على شكل ألواح من البوليسترين فوم الممدد والمفرغ، والملتصق بسطحه ميكانيكياً وكيميائياً طبقة من الخرسانة البوليمارية الخفيفة المسلحة بالفيبر من وجه واحد أو وجهين،(٤) كما يمكن صناعة الحوائط الخفيفة سابقة التجهيز والطوب الخفيف من حبيبات الفوم بوليسترين الممدد والمشكل بالبثق.(٥)	
الأحجار الخام	تعتبر الأحجار الخام من أفضل البدائل إذا كانت بالقرب من مناجمها، ولكن يحد من استخدامها ثقل وزنها في حالة البعد عن المناجم،(م.١٠-٢،ص١٥) ومنها عدة أنواع كالأحجار الجيرية التي تستخرج عن طريق النشر الآلي لترسيبات الأحجار الجيرية، وتعتبر الأحجار الجيرية من أقدم مواد البناء استخداماً في عمليات الإنشاء ولازالت تستخدم حتى الآن.(م.٨٨،ص٤٠)	

(١) مركز التوحيد القياسي وضبط الجودة، الطوب المقاوم للأحماض والمصنوع من الطين، المواصفات القياسية م.ق.٤١/١٩٦٠م

(٢)تعرف التربة المخلوطة بالأسمنت بأنها خليط من التربة مع نسبة بسيطة من الأسمنت البورتلاندي تتراوح بين ٤%-١٠%بالوزن للتربة و الماء، ويتماسك بالضغط البسيط والمعالجة المناسبة ليعطي منتجاً نهائياً صلداً ثابتاً ومعمراً،(م.٩٢،ص٤٧) وتوجد العديد من الأبحاث التي نشرت عن الاستخدامات المختلفة للتربة المخلوطة بالأسمنت في الأساسات والحوائط المانعة لتسرب المياه.(م.٨٧،ص١٦)

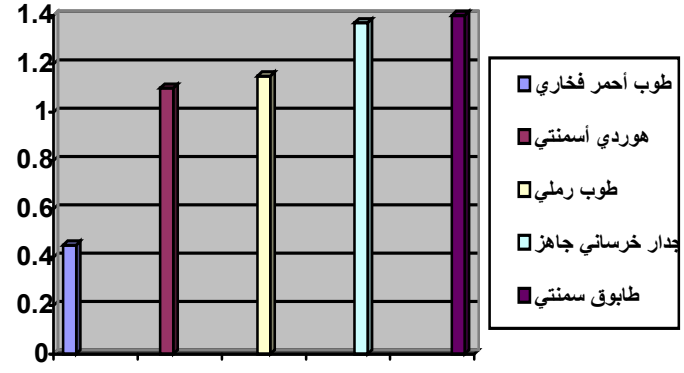
(٣) معامل التوصيل الحراري له= ٠,١٨ وات/متر.درجة.

(٤) منشور: شركة كيميكال بلاست، كيمافوم (نيوكيما بلوك اختراع رقم ٧٦ لسنة ٢٠٠١م)، ص١.

(٥) شركة كيماويات البناء الحديث، دليل المهندس، إبريل ٢٠٠١، ص١٨٩.

الألواح المعرجة	تتميز الألواح المعرجة Corrugated sheets بخفة الوزن وسهولة التركيب ومقاومة الحريق، وتحتاج هذه الألواح إلى هياكل مدعمة بسيطة وقليلة التكاليف، ويمكن تصنيعها من الحديد والألمنيوم والأسبستوس والخرسانة المخلوطة بألياف زجاجية، ويصعب إنتاج الألواح السابقة محلياً بينما يمكن إنتاجها محلياً من البيتومين، وتتكون الأخيرة من ألواح الكرتون المعرجة المشبعة بالبيتومين، وهي عازلة للمياه وخفيفة وقوية وعازلة للحرارة، كما يمكن أن يدهن سطحها العلوي بدهان عاكس، ويمكن نقلها وتركيبها بدون خسائر لمرونتها، ويمكن تصنيعها على نطاق صغير باستخدام البيتومين الناتج من التصفية والورق المعاد استخدامه كمواد خام، ولذلك فهي من أرخص المواد.(م.٨٠،ص١٣٠)	

جدول(٤-٣): مواد البناء البديلة للطوب الأحمر.



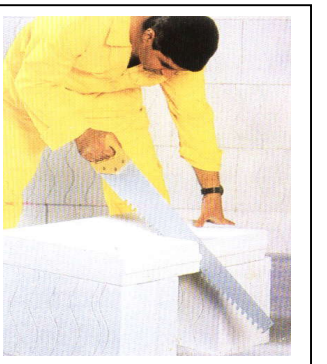
شكل(٤-٣):الموصلية الحرارية لبعض مواد البناء مقارنة بالطوب الأحمر الفخاري.(م.٨٩،ص٥٩)

الاحتياجات من المازوت		الاحتياجات من الكهرباء	
لإنتاج م^3 طوب ليكا	لإنتاج طن طوب ليكا	لإنتاج م^3 طوب ليكا	لإنتاج طن طوب ليكا
٠,٠١٨٢	٠,٠٢٩٣	١٠,٨٦ ك.و.س.	١٧,٥٢ ك.و.س

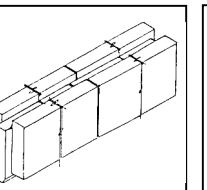
جدول(٤-٤):الاحتياجات من الطاقة لإنتاج طوب الليكا.(م.٨٨،ص٤٠)

مقارنة استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية بين بلوكات الطوب الطفلي المفرغة وبلوكات الميلسل المفرغة		
الوصف	الكمية بما يعادل ألف طوبة نمطية	
	الطوب الطفلي	الميلسل
الوقود	٠,١٠٠ طن	٠,٠٤٤ طن
الكهرباء	٥٥,٥ ك.و.س	٣٧,٥ ك.و.س

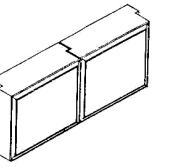
جدول(٤-٥):مقارنة استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية بين بلوكات الطوب الطفلي والمفرغة وبلوكات الميلسل المفرغة.(م.١٠-٥،ص١١)



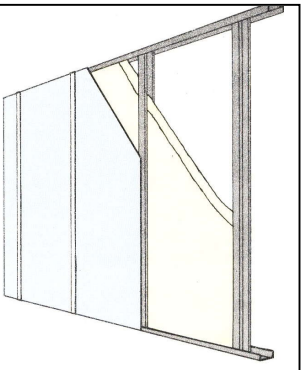
شكل(٤-٤): إمكانية قطع الطوب الخفيف بسهولة بواسطة منشار يدوي.(م.١٠٠،ص٥)



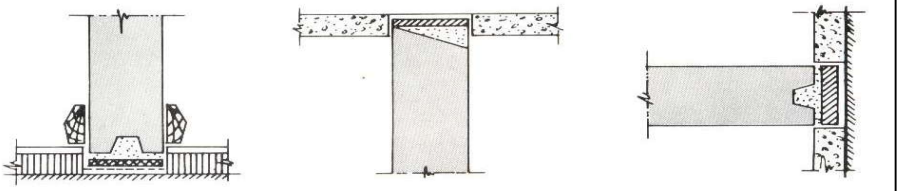
شكل(٤-٥): بلوكات الجبس.(م.٦٩،ص١٠٦)



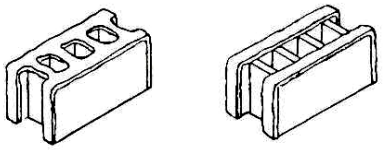
شكل(٤-٧):طوب البولي يوريثان.(م.٦٩،ص١٠٦)



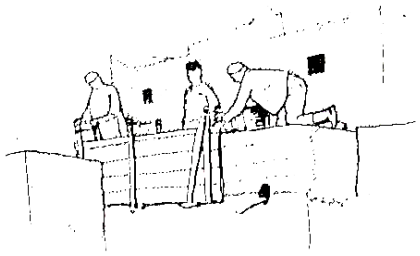
شكل(٤-٦): القواطيع الجبسية.(١)



شكل(٤-٨):طريقة اتصال قواطيع الجبس بالحائط.(م.١٠١،ص١)



شكل(٤-٩):الطوب المصنع من خامات محلية.(م.٦٩،ص١٠٦)



شكل(٤-١٠)البناء بطريقة الطوف.(م.٨٠،ص١٢٦)

يلاحظ مما سبق التنوع الكبير في المواد التي يمكن استخدامها كبدائل لمواد البناء التقليدية، إلا أن هذه المواد لا تعبر عن إمكانيات الأرض بما تحويه من خامات عديدة، ويراعى لذلك عمل الأبحاث والدراسات عن الخامات المتوافرة في مصر لمعرفة إمكانية كل منطقة لإنتاج مواد البناء سواء للمواد المتعارف عليها أو لمواد بناء جديدة، وتم بالفعل القيام بعدد من الدراسات والتي كشفت النقاب عن بعض إمكانيات بعض المناطق في مصر، فقد وجد مثلاً

(١) منشور: شركة الصناعات الهندسية المعمارية للإنشاء والتعمير (إيكون)، القواطيع الجبسية، ٢٠٠٠م.

أنه في شبه جزيرة سيناء توجد إمكانية لإقامة صناعة للطوب الرملي في محافظة سيناء الشمالية، وإمكانية إقامة صناعة للجير بمنطقة جبل لبنى وإمكانية إقامة صناعة للطوب الطفلي في محافظة جنوب سيناء، وأثبتت الدراسات التي أجريت أن ترسيبات الجبس المتواجدة في محافظة جنوب سيناء تعتبر ترسيبات نقية إلى حد كبير، كما تتواجد كميات كبيرة من الصخور الجرانيتية بالمحافظة. [١] وأثبتت الدراسات المعملية جودة خامات الطفلة الصحراوية بكل من منطقة شقلوف بمحافظة الفيوم[٢] ومنطقة بني عديات،[٣] وبدراسة بعض الرواسب السطحية لبعض الوحدات الصخرية الموجودة غرب الدلتا أمكن مع إدخال بعض التحسينات على بعض خواصها إلى إمكانية استخدامها في إنتاج وحدات البناء،[٤] كما قامت دراسة لبعض صخور البازلت المتجوي واحتمالات استخدامها في صناعة مواد البناء نظراً لتواجد الصخور البركانية في مصر بكثرة إما على هيئة سدود أو على هيئة طفوح بركانية، وأثبتت إمكانية استخدام بودرة البازلت الطازج والمجوي في صناعة طوب البناء، وذلك عن طريق تفاعل مخلوط بودرة البازلت مع الجير في الغلايات البخارية.[٥]

٤-١-٣-مواد البناء البديلة للأخشاب

تمثل قيمة الأخشاب حوالي ٢,٧% من إجمالي قطاع البناء، كما تمثل حوالي ٦,٨% من قيمة المباني السكنية،[٤،٧٩،ص٥٢] وقد سبق التنويه في الباب الثاني عن مشاكل استخدام الأخشاب في مصر وخاصة المستوردة منها (انظر ص٣١)، وهو ما يستوجب البحث عن خامات بديلة للأخشاب أو عن مصدر متجدد منها.

(١) عبد القادر فولي جلال، مواد البناء المتاحة في سيناء وأنسب طرق لاستخدامها، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، التوصيات ص٣،٢،١.

(٢) محمد رامز حسين-حسين فهمي السيد، تقييم خامات الطفلة الصحراوية بمنطقة شقلوف محافظة الفيوم-عقد أبحاث بدائل طمي النيل في صناعة طوب البناء، كلية الهندسة-جامعة القاهرة-أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، ص١.

(٣) محمد رامز، دراسة تقييم خامة الطفلة الصحراوية بمنطقة بني عديات بمحافظة أسيوط ومدى صلاحيتها لصناعة طوب البناء، قسم بحوث خامات وصناعة مواد البناء-الهيئة العامة لبحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمراني، ١٩٨٤م، ص٦٧.

(٤) مدحت صبحي السيد الحلاوي، دراسات جيولوجية على بعض الرواسب السطحية غرب دلتا النيل وإمكانية استخدامها كمواد للبناء، ماجستير، كلية العلوم-جامعة الزقازيق، ١٩٩٩م، ص٨-٩.

(٥) علي محمد سيد أحمد شراره، دراسات بتروجرافية ومعدنية لبعض صخور البازلت المتجوي واحتمالات استخدامها في صناعة مواد البناء، ماجستير، كلية العلوم-جامعة القاهرة، ١٩٨٠م، ص٣،٢.

مواد البناء البديلة للأخشاب		
جريد نخيل البلح	جاء الاتجاه إلى استخدام أخشاب أشجار النخيل وخاصة نخيل البلح في الأقطار العربية ومنها مصرنظراً لتوافرها بكثرة، وتتمتع مصر بنصيب وافر من أشجار نخيل البلح تصل إلى ١٠,٥ مليون شجرة يمكن تقليمها بانتظام[١] لتنتج سنوياً ما يعادل ٢٠٠ ألف طن أخشاب جافة سنوياً في صورة سدايب لتدخل في صناعة ألواح الكونتر، بينما يدخل هالك التصنيع في صناعة ألواح الخشب المفروم والحبيبي، ولقد تمت دراسة تصميم نموذج محاكاة لتجفيف جريد نخيل البلح لتحديد السلوك الحراري له باستخدام التجفيف الصناعي في مجفف من النوع النفقي، ووجد أنه يمكن التجفيف في ظروف الهواء المفتوح بالتعرض المباشر للإشعاع الشمسي الساقط مما يساهم في استغلال الطاقة الطبيعية.(م.٤١،ص٢،١)	
المخلفات الزراعية	حدثت طفرة في السنوات الأخيرة في الاهتمام بالاستخدام الصناعي لما يسمى بالمخلفات الزراعية، والتسمية الأصح البواقي الزراعية أي ما يتبقى من المورد بعد الثمار أو المنتج الأساسي، وتحتل أمريكا الشمالية الريادة في إنتاج الألواح المؤلفة Composite panels من هذه المخلفات والتي يقدرها البعض بـ٣٠٠ مليون طن(وزن جاف) شهرياً، كما توجد العديد من المنتجات في العديد من البلدان الأخرى باستخدام هذه المخلفات،[٢] وعلى مصر أن تتجه سريعاً نحو استخدام مخلفاتها الزراعية لتقليل عبئها على البيئة وتوفير الخامات اللازمة لبعض الصناعات.(م.٢٧)	
الراتنجات	يمكن استخدام البلاستيك المقوى في عمل الفرم للأعمال الخرسانية خاصة ذات الأشكال الخاصة بدلاً من الأخشاب،[٣] كما ظهر البلاستيك البيولوجيBio plastic من شرش الجبنة والقابل للتحلل مما يقلل من التلوث الناتج عن تصنيع البلاستيك.[٤] (م.٢٧)	

(١) يتم تقليم أشجار نخيل البلح سنوياً لتنتج من ٥-١٠ جريدات لكل نخلة، ويبلغ طول الجريدة ٣-٦ متر ومقطعها شبه مثلثي بمتوسط طول ضلع ٦ سم تقريباً عند المؤخرة وهذه الكمية تكافئ عند تجفيفها حوالي ٢٠ كجم/سنة/شجرة.(م.٤١،ص٢،١)

(٢) يمكن ذكر بعض منتجات المخلفات الزراعية في البلاد المختلفة كالآتي:

- ألواح الجبس من قش الأرز في سري لانكا منذ عام ١٩٩٣م، حيث تتوافر هذه الخامة سنوياً بكميات تفوق ٢ مليون طن ولا تتعدى تكلفة معدات المصنع ١٠% من المصانع التقليدية، وتتميز هذه الألواح بمقاومة عالية للآفات والتآكل وكذلك النيران، كما أن خواصها من ناحية مقاومة التشرب بالماء وشد المسمار والصلادة السطحية عالية، وفي الهند تم بنجاح استخدام سرسة الأرز Rice husk والتي تتوافر كمياتها سنوياً بحوالي ٣٠ مليون طن في تصنيع ألواح حبيبي، مع تحقق الاستخدام الكامل دون أي بواق لسرسة الأرز.(م.٢٧)
- ألواح بناء من قش القمح Oriented strew strand board (OSSB)، حيث يعتبر قش القمح منتجاً ثانوياً في ولاية البرتا بكندا بمعدل ٣-٤ طن هكتار (وزن جاف)سنوياً، وتم إنتاج لوح شرائح من هذا القش بتنسيل سيقان القمح باستخدام معدة تنسيل إلى شرائح تتراوح أطوالها بين ١٢-١٠٠ مم، ثم خلطها براتنج MDI isosyanate وكبسها على الساخن تحت درجة حرارة ٢٠٠ ^{o}م لإنتاج ألواح ذات ثلاث طبقات، كما أن معامل المرونة ومعامل الكسر لهذه الألواح يفيان بمتطلبات المواصفة الخاصة بالألواح المستخدمة في البناء، ووجد أنه يمثل وفق تقدير الجدوى الاقتصادية بهذه الولاية نسبة٨٣% من نظيره في حالة الأخشاب.(م.٢٧)

جدول(٤-٦): مواد البناء البديلة للأخشاب.

وتوجد العديد من المواد الأخرى والتي بحاجة لإيجاد بدائل سريعة لها نظراً لاستهلاكها العالي من الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى، وعلى المعماري أن يبحث عن جميع البدائل الممكنة قبل الاختيار لأي منها، والذي يتم وفقاً لجدول تقييم استهلاك الطاقة والسابق اقتراحه بالباب الثالث من البحث، ومما هو جدير بالذكر أن كلاً من الألمنيوم والزجاج من المواد شديدة الاستهلاك من الطاقة بجانب المواد الأخرى السابقة مما يستوجب البحث لهما عن بديل، حيث أن من أهم عيوب الألمنيوم عدم قدرته على العزل الحراري، كما أن الخامات المستخدمة في تصنيعه غير متوفرة محلياً بمصر، ومن بدائله المتوقعة مادة الـ UPVC والتي تتميز بمعامل توصيل حراري منخفض، وبعمر استخدام أطول لما تتميز به من مقاومة الصدمات ومقاومة الأملاح والكيماويات ومقاومة الاشتعال ومقاومة الأشعة فوق البنفسجية، كما أنها تحتاج إلى صيانة أقل لأنها تتميز بالسطح الأملس ولا تحتاج إلى طلاء،[٥] ومن بدائل الزجاج المتوقعة مادة البوليكربونيت وهي عبارة عن مادة كيماوية من الثرموبلاستيك نسبة العزل الحراري لها أعلى بنسبة ٢٠ % من الزجاج بنفس السماكة.[٦]

٣-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة

تم ذكر طرق تصنيف أساليب التنفيذ المستخدمة بالباب الثاني وفق نظم البناء المتبعة ووحدات البناء المستخدمة، وذلك بعد تصنيفها وفق العناصر الإنشائية المختلفة كالعناصر الحاملة أو المحمولة أو كليهما، كما تم التعرف على أساليب البناء التقليدية وخصائصها المختلفة والمواضع التي يمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلالها بالباب الثاني من البحث، (انظر ص٤٢) وفي هذا البند سيتم التعرف على بعض بدائل الأساليب التقليدية بما يمكن المعماري من المقارنة والبحث عن البديل الأفضل من حيث ترشيد استهلاك الطاقة، ويراعى أن لكل من هذه البدائل بعض

➢ ألواح ليفية متوسطة الكثافة من عراجين النخيل، والتي تتوافر سنوياً بكميات تصل إلى٢ مليون طن يتم في العادة إحراقها أو تركها كي تتحلل في العراء في ماليزيا، وأمكن هناك الإنتاج التجاري لألواح الـ MDF منها.(م.٢٧)

➢ ألواح ليفية متوسطة الكثافة من عراجين النخيل، والتي تتوافر سنوياً بكميات تصل إلى٢ مليون طن يتم في العادة إحراقها أو تركها كي تتحلل في العراء في ماليزيا، وأمكن هناك الإنتاج التجاري لألواح الـ MDF من منها.(م.٢٧)

(٣) منير محمد كمال، استخدام المراتنجات في الخرسانة ووحدات البناء واقتصادياتها.

(٤) تجرى حالياً تجربة رائدة في هولندا للاستفادة من مليون طن شرش جبنة تتخلف سنوياً عن صناعة الألبان لاستخدامها في إنتاج بلاستيك بيولوجي قابل للتحلل بالبكتيريا Biodegradable، حيث يتوقع إنتاج ٢٠٠٠٠٠ طن سنوياً من هذا الشرش بمثل ٠,٢٥ احتياج هولندا من البلاستيك في العام، وهذا يساعد في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث يؤدي تصنيع ١طن من البلاستيك من البترول(البولي ستيرين) إلى انبعاث ٦طن من ثاني أكسيد الكربون.(م.٢٧)

(٥) منشور: شركة مصر الحجاز لصناعة المواسير ومنتجات البلاستيك، معرض الإنتربيلد٧٣، ٢٠٠٠م،ص٢.

(٦) مجلة عمار-العدد الحادي والأربعون، مارس٢٠٠٠م، ص٥٧.

الخصائص التي قد تجعله الأفضل في بعض المشاريع ولا تستوجب كونه كذلك في المشاريع الأخرى، لذا يستوجب الإحاطة بجميع هذه البدائل والمتجدد منها بصفة مستمرة ودراسة إمكانية تطبيقها في المشروعات المختلفة.

٤-٢-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة

تعتبر العناصر غير الحاملة أكثر العناصر لتي تمتلك مدى واسعاً من الاختيارات بالنسبة لأساليب تنفيذها، حيث يمكن استخدام جميع نظم البناء المتبعة لإنتاجها، كما أنها تأخذ أشكالاً عديدة من الوحدات مختلفة الأبعاد والأشكال والأحجام سواء للحوائط أو للأسقف، فقد تكون وحدات نقطية أو خطية أو مستوية أو ثلاثية الأبعاد.

٤-٢-١-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام البناء الذاتي

سبق في الباب الثاني ذكر أهمية اللجوء إلى نظام البناء الذاتي في الدول النامية لكونه الحل الأفضل مع الاحتياجات المتزايدة إلى المساكن وللإنشاء السريع، كما تم ذكر أساليب التنفيذ التقليدية في مصر والتي أغلبها معتمد على العمالة مع ذكر خصائصها المختلفة وعيوبها، وسيتم في هذا البند التطرق إلى بعض أساليب التنفيذ الذاتية بما يسمح للمعماري بالتعرف عليها وعلى مزايا وعيوب كل منها للتطبيق في مصر قبل أخذ القرار لتطبيق أي أسلوب آخر.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام البناء الذاتي				
الحوائط	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية صغيرة (نقطية)	أسلوب التنفيذ بالبلوكات الجبسية	سبق ذكر هذا النوع من البلوكات في بدائل الطوب الأحمر، ويلاحظ سهولة تركيبها نظراً لوجود نتوءات بالبلوكات تسمح بتركيبها مع بعضها بطريقة التداخل مع ضمان استواء سطح الحائط،(١) كما تسمح بارتفاع معدل الأداء لسهولة تركيبها حيث تصل إلى ٢٠-٣٠ متر طولي في اليوم للعامل الواحد، ولا تحتاج إلى معدات خاصة للتركيب، كما يسهل قطعها باستخدام المنشار العادي، وتصل نسبة الهالك منها ٣% فقط.(م.٦٩،ص٥٥)	

(١) يتم التنفيذ به بتركيب الصف الأول من البلوكات بالكامل على مستوى المساحة المطلوبة، مع وضع لباد أسفل هذا الصف كفاصل تام بين البلوكات الجبسية والخرسانة المسلحة في الأرضية والأعمدة، ثم يتم تركيب بلوكات الصف الثاني فوق الأول، وعند الوصول إلى الصف الأخير الذي يتقابل مع السقف تقطع بلوكات هذا الصف بالأبعاد المناسبة، مع عمل شطف مائل متماس مع السقف ووضع لباد، وتملئ الفراغات بعد ذلك بين البلوكات والسقف بالمونة.(م.٦٩،ص٥٥)

أسلوب التنفيذ بطوب البولي يوريثان	سبق ذكر هذا النوع من الطوب في بدائل الطوب الأحمر، ويتم استخدامه بحيث تلصق بلوكات الصف الأول على البلاطة الخرسانية المسلحة، ويتم ملئ الفواصل بين البلوكات بمونة سائلة من نفس خامة البلوكات، ثم تركب وحدات الصف الثاني أعلى وحدات الصف الأول مباشرة، وبعد الانتهاء من تركيب الحوائط يركب سقف مائل أعلى هذه الحوائط، وتبلغ تكلفة البناء بهذا الطوب نصف تكلفة البناء بالطوب العادي إلا أنها لا تصلح كحوائط حاملة للأدوار المتعددة.(م.٦٩،ص٥٦)		
طريقة البناء ببلوكات تاميل نادو	هو أسلوب لإقامة الحوائط عن طريق ملئ الفراغات البينية واستخدام حديد التسليح لربط الحوائط بالأساسات،(١) وتتميز هذه الطريقة بتشابه وحدات الحوائط والأسقف مما يقلل من عدد النماذج، وبخفة وزن الوحدات مما يسهل تداولها باليد، وهذه البلوكات ذات عزل حراري جيد مماثل للخرسانة، لكنها بحاجة إلى عمالة مدربة ومعدات خرسانة، كما يحتاج السقف إلى معالجة إضافية من الداخل.(م.٦٩،ص٥٧)	انظر شكل (٤-١١)	
طريقة الطوب المترابط سطحياً	ظهر أسلوب حديث للبناء يعتمد على التماسك السطحي بين قوالب الطوب في الحوائط، ويستخدم في الحوائط والقواطيع بالوحدات السكنية، وهو ما يعرف بطريقة الطوب المترابط سطحياً Surface Bonded Brick wall، وهو بذلك يحل مشاكل الأسلوب التقليدي باستخدام المونة،(٢) ويتكون هذا الطوب من جزء واحد من الوزن أسمنت وجزء رمل و٠,٤ جزء من الوزن ماء و يضاف إلى هذا ١%من الحجم ألياف سيزال،(٣) ويعتبر هذا الأسلوب عملي ورخيص وسريع في الإنشاء، كما يوفر في استهلاك الأسمنت ويعطي مقاومة مزدوجة للإلتواء، ويقاوم الصدمات سبعة أضعاف أكثر من مقاومة الطوب التقليدي.(م.٨٠،ص١٢٠)		

(١) تصنع بانوهات الحوائط والأسقف في هذه الطريقة من الخرسانة، ويتم التنفيذ بتثبيت أشاير حديدية رأسية في الميدة الخرسانية على مسافات تعادل عرض البلوكات، وتثبت البلوكات أعلى الميدة الخرسانية ثم تملأ الفراغات بين البلوكات الأسمنتية بمونة أسمنتية كل ثلاثة مداميك، وبعد الوصول إلى منسوب السقف يتم تثبيت كمرة دائرية على الحوائط الخارجية، ثم تثبت أعصاب السقف الجاهزة والتي يثبت عليها نفس بلوكات الحوائط على المائل، ثم تملأ الفراغات البينية بمونة أسمنتية.(م.٦٩،ص٥٧)

(٢) أثبت الأسلوب التقليدي في بناء حوائط الطوب باستخدام المونة بين المداميك وبين قوالب الطوب في نفس المدماك أن له عيوب عديدة، منها استهلاك كميات كبيرة من المونة للربط بين الطوب، بالإضافة لضعف تماسك المونة في حالة الحوائط الجيرية، إلى جانب ما تستهلكه من كميات كبيرة في حالة استخدام المونة في البياض، وتستغرق هذه العملية وقتاً طويلاً مما يتسبب في الإقلال من إنتاجية العمال، هذا بالإضافة لضعف خواص المونة مما يؤثر على العمر الافتراضي وقوة التحمل للحائط.(م.٨٠،ص١٢٠)

(٣) هو نبات تصنع الحبال من أليافه، ويستخدم في هذا الطوب بطول ٤سم، و قد تم اختيار ألياف السيزال لكونها متوفرة تجارياً ولخواصها الميكانيكية الناجحة عند دمجها مع مونة الأسمنت.(م.٨٠،ص١٢٠)

	طريقة البناء بالطوب المتداخل	تتلخص الفكرة الإنشائية في ربط الوحدات ببعض عن طريق نتوءات أفقية ورأسية، لتعمل كوحدة واحدة تقاوم الأحمال الواقعة عليها سواء كانت رأسية أو أفقية ونقلها إلى الأساسات، وهذه النتوءات تعمل كدلائل لإحكام وضع الوحدات مع بعضها البعض والربط بينهم، وهي بالتالي لا تحتاج إلى معدات أو عمالة ماهرة متخصصة، كما أنها ذات جودة تشطيب عالية وسرعة في الأداء.(م.٨٠،ص٥٨)	انظر شكل (٤-١٢)

التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)	طريقة التنفيذ باستخدام بانوهات خرسانية خفيفة	تم ذكر البانوهات الخرسانية الخفيفة Siporex كأحد بدائل الطوب الأحمر، ويمكن التنفيذ بها باعتبارها من الحوائط سابقة التجهيز، [1] وتعتبر الحوائط سابقة التجهيز من أكثر الأساليب المستخدمة للحصول على سرعة في التنفيذ مع إمكانية زيادة الإنتاج وتوفير الخشب اللازم عند البناء، إلا أنه لم يصبح بديلاً ملائماً بحيث يمكن الاستغناء عن استخدام نوعيات الطوب المختلفة، وذلك لعدة أسباب منها أنها تحتاج إلى كميات من الأسمنت أكبر من المستخدمة في البناء بالأسلوب التقليدي، كما أنها تحتاج إلى آلات وأوناش لنقل الحوائط من المصنع إلى موقع البناء ثم رفعها إلى مكانها بالموقع،(م.٤١،٨٨) كما تحتاج الفواصل بين البانوهات إلى معالجة خاصة داخلياً وخارجياً.(م.٦٩،ص٦٠)	

(١) يمكن التنفيذ بهذه الطريقة بتثبيت أسياخ حديدية ثخانة ٨ مم في أماكن ربط البانوهات بالأساسات، وذلك على مسافات محددة بعرض البانوه ثم يوضع معجون لتثبيت البانوهات، وكذلك تستخدم الشدات الجانبية في التثبيت المؤقت لها، ويتم تثبيت البانوهات على استقامة واحدة في خطوط مستقيمة ثم ضبط نهايات البانوهات، ويستعان بشدات جانبية لها كل ٣ أو ٤ بانوهات، وكذلك يستعان بقطع حديدية بقطر ٥مم وطول ٢٥سم لتثبيت نهايات البانوهات ببعض.(م.٦٩،ص٦٠)

(٢) تصل الخرسانة في فورم صاج مجهزة بشبكة تسليح خفيفة، ثم تعالج بالبخار لفترة زمنية محدودة وتنقل من الفورم إلى أماكن التشوين لحين الاستخدام، ويتم صب بلاطة الأرضية الخرسانية حيث توضع بها جوايط في أماكن الحوائط على مسافات محددة، وتركب عليها بانوهات الحوائط الخارجية والداخلية، وتثبت البانوهات مع بعضها البعض عن طريق ربطها بمسامير قلاووظ، ثم تثبت بانوهات الأسقف على الحوائط الداخلية والخارجية، وفي حالة الارتفاع لأكثر من طابق تثبت بانوهات الدور التالي أعلى بانوهات الأسقف.(م.٦٩،ص٦٢)

(٣) يتم التنفيذ بأن تصب فرشة خرسانية عادية أو مسلحة لأرضية المبنى مثبت بها أسياخ معدنية رأسية في أماكن الحوائط الخارجية والقواطيع الداخلية، ثم تثبت البانوهات مع بعضها البعض في الأماكن الخاصة بها عن طريق التعشيق الرأسي بحيث تحوي بداخلها الأسياخ المعدنية، ويراعى ضبط الأبعاد الداخلية عن طريق دكم خشبية توضع بين البانوهات، ويتم تثبيت وزرة سفلية أسفل الحوائط عند اتصالها بالأرضيات، ويتم ملئ جميع البانوهات الداخلية والخارجية بالخرسانة المسلحة من خلال الفتحات العلوية، ويجب التأكد من إحكام الملء حيث تكون الخرسانة لينة وذات وحدات ركام صغيرة الحجم، وتركب بانوهات الأسقف بعد ذلك.(م.٦٩،ص٦٦)

نظام وافيل كريت	يعتبر نظام وافيل كريت Waffle Crete أسلوب لإقامة الحوائط والأسقف من البانوهات الخرسانية سريعة التركيب،[٢] وتتميز هذه الطريقة بسرعة التركيب وكونها قابلة لمواد النهو داخلياً وخارجياً وأنها عازلة للحرارة والصوت، غير أنها بحاجة إلى معدات وآلات للرفع والتركيب إلى جانب صعوبة عمل فتحات مستقبلية بها.(م،٦٩،ص٦٢)	انظر شكل (٤-١٣)
أسلوب رويال هاوسينج	يعتبر أسلوب رويال هاوسينج Royal Housing أسلوب كندي مبتكر[٣] لإقامة المباني السكنية من بانوهات تتكون من بوليمرات بلاستيكية مسلحة، ويعتبر هذا الأسلوب ذا معدلات تركيب عالية إذ يمكن إقامة مبنى بمسطح من ٥٠٠ إلى ٦٠٠ قدم مربع بمجموعة مكونة من ثلاثة أفراد	انظر شكل (٤-١٤) (٤-١٥) (٤-١٦)
	خلال ثلاثة أيام، وهي تناسب جميع الأجواء من حيث الحرارة والبرودة إذ يمكن ملئ البانوهات بأنواع مختلفة من العوازل حسب الحاجة،[١] وتتميز بإمكانية استيعاب أنواع التشطيبات الخارجية المختلفة بما يساعد على التحكم في الناحية الجمالية للمبنى إلا أنها تصلح لعمل دور واحد فقط،[١] كما يؤدي استخدام البلاستيك كمادة خارجية وجوب تغطيتها للحصول على الشكل النهائي ومعالجتها ضد الحريق.(م،٦٩،ص٦٦)	

أسلوب التنفيذ دبليو بانيل	تتلخص طريقة W Panel في إنتاج بانوهات سابقة الصنع[٢] يتم تجميعها مع بعضها رأسياً لتكون حوائط وأفقياً لتكون أسقف، وذلك فوق أساسات منفذة بالطرق التقليدية،[٣] وتنعدم في هذه الطريقة احتمال وجود هالك مع مراعاة الحرص أثناء تداول الوحدات، كما تعتبر من أسرع طرق الإنشاء حيث أن كل الوحدات يتم تركيبها معاً بدون أي أعمال لاحقة عدا أعمال البياض الخارجية، ويمكن تنفيذ هذه الوحدات بعمالة عادية وأدوات بسيطة،[٤] وتؤدي خفة الوزن إلى سرعة التداول وسرعة عمليات التركيب والتجميع، ويعيب هذا الأسلوب أن الوحدات المستخدمة بهذه الطريقة لابد أن تنتج في مصنع أعد خصيصاً لهذا الغرض ولا يمكن عمل ورشة موقع لإنتاج هذه الوحدات، كما يلاحظ في هذه الطريقة عدم تحقق كفاءة نقل تامة نظراً لوجود فراغات في الوحدات الناتجة.(م.٩١،ص١٠٥إلى١١٢)	انظر شكل (٤-١٩) (٤-٢٠)

(١) يتم تصنيع البانوهات بحقنها في ماكينات خاصة تحت درجات حرارة عالية لإنتاج بانوهات مجوفة مقواة بأعصاب داخلية، وتملأ بانوهات الحوائط بالخرسانة المسلحة وبانوهات الأسقف بالمواد العازلة للحرارة كالبولي يوريثان أو الستيروبور.(م.٦٩،ص٦٦)

(٢) تتكون البانوهات من شبكة من الحديد ٣مم والأسمنت البورتلاندي والبولي يوريثان، ويتم وضع شبكتين من الحديد متوازيتين بينهما شبكة حديدية أخرى مائلة بزاوية ٤٥للربط بينهم باللحام، ثم يصب بينهم مادة البولي يوريثان.(م.٩١،ص١٠٥)

(٣) يتم نقل البانوهات فوق بلاطة الأساس في الأماكن المحددة لها وتجميعها أفقياً، ثم يتم رفع الحائط بالعمالة يدوياً حيث يبلغ وزن البانوه ١٤كجم وتثبيت الحائط المرفوع رأسياً تماماً وكذلك لبقية الحوائط، ثم يتم ربط الوحدات المكونة لكل حائط بعضها مع بعض من الداخل والخارج، ثم يتم رص وحدات الأسقف بعضها بجانب بعض ويستخدم في ذلك صلبات خفيفة لتثبيت وحدات السقف بواسطة أسلاك، ثم تربط بوحدات الحوائط الرأسية بواسطة أسلاك أيضاً.(م.٩١،ص١٠٦إلى١٠٩)

(٤) لا تحتاج هذه الطريقة إلى عمالة ماهرة في عملية الإنتاج وخاصة في مرحلة إنتاج الشبك الحديد، لكنها تحتاج إلى عمالة مدربة في مرحلة صب المادة البلاستيكية الرغوية، و هذه الطريقة لا تحتاج لأي نوع من أنواع المعدات الميكانيكية في مرحلة التنفيذ سواء في عمليات الرفع أو عمليات التجميع، ويقتصر على استخدام معدات يدوية بسيطة.(م.٩١،ص١١١)

أسلوب التنفيذ ببانوهات ترك	تتكون الحوائط والأسقف في بانوهات تركTork Panel System من قواطيع مزدوجة، [1] ويتم تجميع الوحدات على شكل مثمن متساوي الأضلاع،[2] ويتميز هذا الأسلوب بالسهولة الكاملة في الفك والتركيب بشكل يجعل أي أسرة تقوم بتركيب شاليه كامل ثلاثة غرف خلال ٨ ساعات، هذا إلى جانب كون الفيبرجلاس الأسمنتي مادة معمرة تقاوم الزمن من خلال صفاتها الفيزيقية العالية مثل مقاومة الاحتكاك والأملاح والحريق، وكونها أسمنتية يجعل الماء والرطوبة يزيدان من قوة تحمل إجهادها مثل الخرسانة، وهي عازلة للحرارة والرطوبة والصوت، وسطحها يمكنه تقبل معظم أنواع التشطيبات الداخلية والخارجية المختلفة غير أنها لا تصلح إلا لدور واحد فقط.(م.٦٩،ص٧٠)	انظر شكل (٤-٢١) (٤-٢٣)
أسلوب التنفيذ ببانوهات فيروسمنت	تصنع بانوهات فيروسمنت Ferrocement بصب الخرسانة المسلحة في قوالب البانوهات الصاج،[3] ويتم تثبيت هذه البانوهات في أرضية البلاطة الخرسانية بواسطة الزراجين كما تثبت مع بعضها من خلال الأشاير،[4] وتتميز هذه البانوهات بكونها خفيفة الوزن نسبياً ولا تمثل نسبة فاقد كبيرة نظراً لسمكها الصغير، إلا أنها تحتاج إلى معدات خاصة للرفع والتركيب، ويكون هذا النظام جيداً في حالة استبدال الخرسانة التي تصنع منها البانوهات بمادة أخرى خفيفة.(م.٦٩،ص٧٥)	انظر شكل (٤-٢٢)

(١) تكون بانوهات ترك بسمك حوالي ٥ سم وتتكون من طبقتين من الفيبرجلاس الأسمنتي بينهما طبقة عازلة للصوت والحرارة، والفيبر جلاس الأسمنتي مادة أسمنتية مسامية تتكون من أسمنت ورمل ناعم متدرج وألياف صناعية وبوليمرات ومواد كيماوية لاصقة، وتكون هذه المكونات مضغوطة ميكانيكياً وشديدة التماسك بشكل يجعلها لا تقطع إلا بآلات قطع الرخام.(م.٦٩،ص٧٠)

(٢) تتكون أرضية الوحدة السكنية من فرشة خرسانية بارتفاع من ١٠ إلى ١٥ سم، ثم يتم تجميع السكة الأرضية بثماني كعوب من الصلب بواسطة المسامير المعدة لذلك حتى تكون محيط مثمن متساوي الأضلاع والأقطار، ويتم تثبيت الكعوب الصلبة على الأرض إما بخوابير البلاستيك في حالة الأرضية البلاط بشرط أن يكون البلاط أفقي تماماً، أو بكانات حديد في الأرضية الخرسانية، بشرط تثبيت الكانات في وضع يجعل المحيط المعدني أفقي تماماً وذلك قبل شك الخرسانة، أو بكانات حديد مفتوحة في حالة الأرضية الرملية مع مراعاة أن يكون المحيط المعدني أفقياً كذلك.(م.٦٩،ص٧٠)

(٣) تصب الخرسانة في بانوهات من الصاج والتي يوضع بها شبكة من حديد التسليح تخرج أطرافه خارج القوالب في الاتجاهين، ثم تترك الخرسانة لتجف.(م.٦٩،ص٧٥)

(٤) بعد أن تصب البلاطة الخرسانية لأرضية الوحدة السكنية يتم عمل مجرى غائرة في أماكن الحوائط الخارجية والقواطيع الداخلية،ثم تثبت البانوهات رأسياً بحيث تستقر الأشاير السفلية في المجرى المخصص لها في أرضية البلاطة الخرسانية وتثبت البانوهات رأسياً عن طريق زراجين متصلة بالبانوهات والأرضية الخرسانية وتثبت البانوهات بعضها ببعض بحيث تتداخل أشاير الحديد الجانبية.(م.٦٩،ص٧٥)

		أسلوب التنفيذ ببانوهات يوكوبان	ينفذ هذا الأسلوب من الخرسانة المسلحة أو من البوليمر المسلح، ويتم الربط عن طريق صب المادة الرابطة بين البانوهات من أعلى، وهذه المادة الرابطة إما مونة أسمنتية في حالة البانوهات الخرسانية أو مواد راتنجية في حالة البانوهات البلاستيكية، ويتميز هذا الأسلوب بمعدل تركيب سريع غير كونه بحاجه إلى معدات للرفع والتركيب، وإلى معالجات داخلية بعد تثبيت المواد العازلة وتوصيل خطوط الكهرباء والتوصيلات الصحية.(م.٦٩،ص٧٥)	انظر شكل (٤-٢٤)
		أسلوب التنفيذ بالبانوهات الجبسية	تنتج البانوهات الجبسية من نفس خامات البلوكات الجبسية والسابق شرحها في بدائل الطوب الأحمر،(١) كما ينفذ بنفس طريقة بانوهات سيبوركس السابقة، ولها نفس ميزات البلوكات الجبسية كتوفر الخامات محلياً وبكميات اقتصادية، وكونها ذات معدلات تركيب عالية إلى جانب تقليل الاعتماد على مواد النهو المختلفة، وكونها عازل جيد للحرارة ومقاومة للحريق، إلى جانب انخفاض الوزن النوعي مما يخفف من الأحمال الواقعة على الأساسات، إلا أنها بحاجة إلى معدات للتركيب وإلى التكسير في البانوهات عند عمل التوصيلات الكهربائية والصحية.(م.٦٩،ص٧٥)	انظر شكل (٤-٢٥)
الأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية صغيرة (نقطية)	أسلوب تنفيذ القباب والقبوات بالطوب	تنوعت الطرق الإنشائية التي استخدمت فيها الوحدة البنائية الصغيرة(الطوبة) في تغطيات الأسقف، فمثلا استخدمت في الأسقف المقوسة لعمل القباب والقبوات، وكذلك في رص الطوب بطريقة التداخل مع الاستعانة بمواسير حديدية تثبت أعلى الحوائط الحاملة.	انظر شكل (٤-٢٦)

(١) تتكون البانوهات الجبسية من الجبس الصناعي المحتوي على نسبة من كبريتات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم، ويتم خلط الجبس ذو المواصفات المحددة مع نسبة من الماء حتى يتم الحصول على مخلوط عجينة تام التجانس، حيث يصب المخلوط أعلى جهاز متحرك فيتزل المخلوط في قالب على هيئة البلاطة أو البانوه المطلوب من حيث اتساع الفتحات والفجوات الموجودة ، ويقطع بالمقاسات المطلوبة ويترك ليجف ويصل إلى نسبة من التصلد.(م.٦٩،ص٧٥)

التنفيذ باستخدام وحدات بنائية طولية (خطية)	التنفيذ باستخدام جذوع النخيل	تعد تغطيات الأسقف بأفلاق من جذوع النخيل والبوص وجريد النخيل والطوب اللبن مع لياسة أسمنتية من أقدم أساليب التنفيذ المعروفة والصالحة للاستمرار بقليل من التعديل، حيث توضع أفلاق من جذوع النخيل أنصافاً أو أرباعاً على البحر الصغير للغرفة مرتكزة على حوائط من اللبن أو الطوب الأخضر مباشرة ومتباعدة حوالي ٣٠ سم، ثم توضع شدة مكونة من طبقتين من الغاب أو من جريد النخيل كفرش وغطاء متقاربة العيدان ترص فوقها طبقة من الطوب الأخضر، يعمل فوقه لياسة بمونة التبن.(م.٦٩،ص٨٨)		
	خرسانة مسلحة بألواح من الصلب	هو نظام إنشائي لإقامة الأسقف دون معدات أو شدات الأسقف التقليدية بحيث يتم عمل فارمة من الصاج تصب فيها الخرسانة فتقوم هذه الفارمة مقام حديد التسليح في الخرسانة المسلحة،(١) ويؤدي هذا الأسلوب إلى توفير ٢٥ % من كمية الأسمنت المستخدمة نتيجة الاقتصاد في أسماكها والاستغناء عن الكمرات الملحقة بها، والتوفير قي حديد التسليح المستخدم وشدة الأسقف التقليدية،(٢) كما أنها لا تحتاج إلى عمالة متخصصة ولا تحتاج الأسقف المقامة بهذا الأسلوب إلى عمليات البياض التقليدية ذلك لأنها مستوية ومصقولة، وتعتبر معدلات إنتاجها وتركيبها عالية، حيث لا يتعدى وزن الوحدة بعد ملؤها ٥٠ كجم مما يسمح برفعها ورصها باليد وبدون استخدام المعدات، إلا أنها تحتاج إلى إمكانيات وتجهيزات خاصة وتناية صاج كبيرة لتجهيز قطاع وحدة السقف.(م.٦٩،ص٨٩)	انظر شكل (٤-٢٧) (٤-٢٨)

(١) يتم تشكيل ألواح من الصاج ذات ثخانات مختلفة تبعاً للبحر المراد تغطيته على هيئة حرفU، ويصب فيه الخرسانة المكونة من رمل وزلط وأسمنت ويترك ليجف، وبعد الانتهاء من إقامة الحوائط الجانبية الحاملة ترص عليها وحدات الصاج المملوءة بالخرسانة جنباً إلى جنب، ويصب عليها فرشة من الخرسانة بسمك ٥ سم والتي تؤدي بدورها إلى ملء الفراغات البينية التي على شكل حرف **u**، مما يؤدي إلى إحكام ترابط الوحدات بعضها ببعض وتصير بلاطة السقف وحدة واحدة.(م.٦٩،ص٨٩)

(٢) يلاحظ أنه تم تحويل حديد التسليح فيها من داخل القطاع الخرساني وجعله خارجياً وبهذا يتم الاستغناء عن شدة الأسقف الداخلية، ويتحقق إمكانية التنفيذ الذاتي، ونتيجة التوفير في الشدة والخرسانة وحديد التسليح فإن اقتصادياتها تكون ٣/٢ من اقتصاديات الأسقف الخرسانية العادية .(م.٦٩،ص٨٩)

أسلوب التنفيذ K.B.	تم تطبيق نظام .K.B في إقامة أسقف الوحدات الاقتصادية بمدينة الصالحية الجديدة بمصر، ويتكون النظام الإنشائي من دعامات الأسقف الحاملة والتي ترص عليها وحدات .K.B [1] على مسافات ٦٥سم من المحور إلى المحور، ويتم رص البلوكات المالئة[2] بين وحدات .K.B مع وضع دعامات قليلة أسفل الوحدات أثناء صب الخرسانة، ثم تصب طبقة خرسانة عادية خفيفة أعلى البلوكات للحصول على سطح متماسك نظيف أملس ويلصق عليه مادة النهو، ونظراً لصلابة وحدات.K.B فإنها لا تحتاج إلا لدعامات قليلة سفلية بدلاً من الشدات التقليدية، ويمكن التعامل مع وحدات الأسقف يدوياً، كما لا تحتاج إلى عمالة ماهرة لوضعها في أماكنها، إلى جانب أنها سهلة وسريعة في التركيب ولا تحتاج إلى إشراف أو عمالة كثيرة، وإنما تحتاج فقط إلى كمية قليلة من الخرسانة المصبوبة في الموقع لإنهاء الأعمال، كما أنها ذات عزل حراري وصوتي جيد، غير أنها تحتاج إلى عمل إضافي للحصول على تشطيب جيد وتحتاج إلى عدد مرات نقل كثيرة من المصنع إلى الموقع.(م٦٩٠،ص٩١)	
نظام الأسقف المفرغة	يتكون نظام الأسقف المفرغة إما من أعصاب سابقة الصب ترفع بالموقع وتحمل على الحوائط وترص بينها قوالب مفرغة تصب فوقها غطاء خرساني، أو أنها تتكون من بلاطات مصمتة (نصف مصبوبة) يمكن نقلها بأي لوري ورفعها بالأوناش العادية، وفي كلا الحالتين لا تحتاج لشدة خشبية نهائياً فيما عدا بعض الدعامات عند التنفيذ، ثم يستكمل حديد التسليح ويستكمل الصب للسمك الإنشائي، وهذان النظامان يجمعان بين سبق التصنيع والطرق التقليدية مما يؤدي إلى المساعدة والتقليل من العمالة بشكل كبير.(م٧٦٠)	

(١) تتكون وحدات هذا النظام السابقة الصب جزئياً في المصنع من هيكل معدني من حديد تسليح مثلث الشكل، مصبوب الجزء السفلي منه داخل قطاع مستطيل الشكل من الخرسانة يمثل الدعامة الرئيسية للقطاع.

(٢) تتكون من بلوكات مفرغة خفيفة الوزن يمكن رصها بسهولة بين وحداتK.B ، ويمكن إنتاجها في الموقع بواسطة خلط حبيبات بوليسترين مع الأسمنت لإنتاج بلوكات مفرغة من البوليسترين.

أعصاب من الطفلة المحروقة	تستخدم البلوكات المفرغة للأسقف من الطفلة المحروقة في جميع دول حوض البحر الأبيض المتوسط فيما عدا مصر، وتستخدم عادة في المباني المكونة من عدة أدوار مع استعمال أسلوب التداول الميكانيكي، ولقد رؤي لتطبيق هذا النظام استخدام أحسن الطفلات الصحراوية في مواصفاتها والمتواجدة بالقطر المصري وهي الطفلة أو الطينة الأسوانلي، وتعتبر على المستوى العالمي من أحسن الطفلات لصناعة منتجات الطين الثقيلة، ويعتبر هذا النظام تطويراً لنظام .K.B، [1] حيث تم استبدال الجزء الخرساني لوحدات.K.B بأخرى فخارية لاستقبال حديد التسليح والخرسانة المختلطة به، ويعيبه احتياجه لماكينات خلط وبثق لإنتاج هذه القطاعات، واحتياجه إلى نوعية خاصة من الطفلات الجيدة.(م٦٩،ص٩٣)	انظر شكل (٤-٢٩) (٤-٣٠)
أسلوب التنفيذ بالطوب الهوردي و الأعصاب الفخار ية	نفذت هذه الطريقة في كثير من الدول الأوروبية وأثبتت فاعليتها، وهي مماثلة لطريقة الأعصاب من الطفلة السابق شرحها من وحداتK.B من حيث طريقة التنفيذ والخامات والمميزات والعيوب، إلا أن شكل قطاع الوحدة يختلف عنها فأعصاب هذه الطريقة من وحدات الفخار مهيأة لاستقبال نظام تسليح مثلث الشكل وطوب من الفخار، ويتم رص الأعصاب الفخارية على حافتي الحوائط الحاملة ويرص بينها وحدات الطوب الفخاري ثم تغطى بطبقة من الخرسانة بالعمق المطلوب، وكسابقتها فإنها تتميز بسرعة التنفيذ إذ يمكن تركيب شدات السقف بسهولة مع الاعتماد على دعامات قليلة للسقف، إلى جانب التقليل في كمية الحديد والأسمنت المستهلك والاستغناء بدرجة كبيرة عن النجارين والحدادين اللازمين لعمل الأسقف بالطرق التقليدية، وهي في نفس الوقت تحتاج إلى ماكينات خلط وبثق لإنتاج الكمرات وأفران للمعالجات الحرارية.(م٦٩،ص٩٦،٩٥)	انظر شكل (٤-٣١)

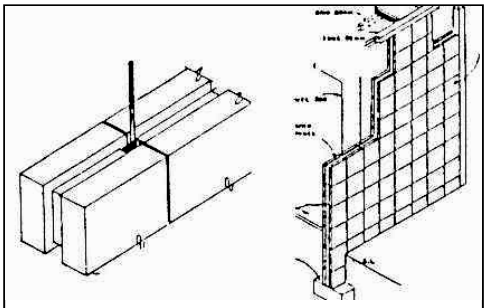
(١) تنقسم عملية التنفيذ إلى مرحلتين أساسيتين، المرحلة الأولى يتم فيها الانتهاء من تهيئة الكمرات الحاملة في الموقع ويتم نقل الكمرات يدوياً بواسطة شخصين ورصفها على الحوائط الحاملة للمبنى بالمسافات المحددة، على أن لا تمسك الكمرة من حديد التسليح البارز من الطرفين وأن ترفع غير مقلوبة، أما المرحلة الثانية فيتم رص البلوكات المفرغة من الطفلة المحروقة في مكانها بين الكمرات، ونحصل على الطول المطلوب باستخدام مقاسين مختلفين على الأقل من البلوكات يتم ربطها، ثم يتم بعدها تشطيب البياض العلوي والسفلي للسقف.(م.٦٩،ص٩٣)

طريقة كاستون	طريقة كاستونCaston System هو أسلوب لإقامة الأسقف والحوائط الجاهزة، ويستخدم بكفاءة مع الحوائط الحاملة وكمرات المباني، كما يصلح لإقامة المباني متعددة الأدوار، ولقد نفذ حوالي ١٢٠٠ مبنى في بومباي بهذه الطريقة.(م.٦٩،ص٩٧)	انظر شكل (٤-٣٤)
أسلوب التنفيذ باستخدام بانوهات خرسانية خفيفة	تمتاز البانوهات الخرسانية الخفيفة Siporex بخفة وزنها وكفاءة عزلها الحراري، وقد سبق شرح مكونات هذه البانوهات وطريقة تصنيعها في أساليب التنفيذ للوحدات المستوية من الحوائط، ويتم تثبيت الأسقف مع بعضها عن طريق التداخل،(١) ويساعد خفة وزن الوحدات على تقليل حجم الأساسات وما يترتب على ذلك من حفر وردم، كما تتميز هذه الطريقة بسرعة التركيب ومقاومة الحريق، وتتميز بخاصية ثبات الأبعاد خلال عمليات التصنيع المختلفة، غير أنها بحاجة إلى معدات للنقل والتركيب.(م.٦٩،ص٩٧)	انظر شكل (٤-٣٣) (٤-٣٥)
بانوهات من الخرسانة المسلحة بالألياف	يتم في هذه الطريقة استخدام وحدات نمطية من الخرسانة المسلحة، حيث يدخل في إنتاجها الألياف الطبيعية أو الصناعية والتي يسبق تجهيزها في صورة شرائح مضلعة أو مستوية، ويمكن في هذا الأسلوب الاستغناء عن حديد التسليح واستبداله بالألياف الطبيعية أو الصناعية، لكنه من أساليب التنفيذ التي تحتاج إلى معدات للرفع والتركيب.(م.٦٩،ص١٠٢)	انظر شكل (٤-٣٢)

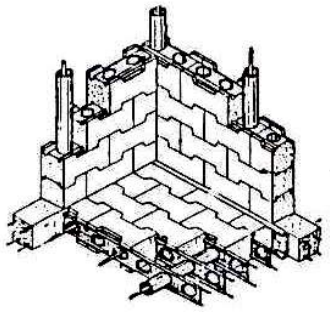
(١) يتم صب الخليط الناتج في قوالب صاج لإنتاج وحدات طولية خفيفة ذات نتوءات جانبية (عاشق ومعشوق)، ويوضع حديد التسليح سابق الإجهاد في الجزء السفلي للبلاطة، وتحمل بانوهات الأسقف بعناية عن طريق حمالة خاصة وتثبت بحرص أعلى بانوهات الحوائط، وتركب بانوهات الأسقف مع بعضها البعض عن طريق التداخل.(م.٦٩،ص٩٧)

أسلوب التنفيذ باستخدام وحدات بنائية كبيرة (ثلاثية الأبعاد)	أسلوب التنفيذ للوحات القشرية (القبوات)	قام بتطوير أسلوب البناء بالقبوات د.عبد العزيز العروسي بقسم الإنشاءات بجامعة عين شمس، [1] وتتلخص هذه الطريقة في صنع خرسانة عادية من مواد الموقع ذاته أو الموجودة قريباً منه. [2] (م.٦٩،ص١٠٢) ويمكن في هذا الأسلوب الاستغناء عن بياض المحارة الداخلي والخارجي إذ يمكن تخشين سطح خرسانة الحوائط قبل تمام تصلبها فتختفي اللحامات، إلا أن هذا الأسلوب يستوجب استخدام حوائط داخلية بسمك ٢٥ سم وخارجية بسمك ٥٠ سم مما يشكل هدر للمسطحات.	انظر شكل (٤-٣٦) (٤-٣٧)
	أسلوب تنفيذ الخرسانة المرشوشة	تنفذ الوحدات من مواسير وقطاعات من الصلب وشبك ممدد ومونة أسمنتية، ويتم تشكيل قطاعات المواسير لتأخذ شكل المبنى ومكوناته، وتغلف قطاعات المواسير من الداخل والخارج بالشبك الممدد ويتم رش المونة الأسمنتية عليها، وهي توفر إمكانيات عالية للتشكيل، وهي بغير حاجة إلى مواد عازلة للرطوبة إلا أنها لا تصلح إلا لدور واحد فقط، كما تحتاج إلى عمالة فنية لتشكيل وعمل المواسير. (م.٦٩،ص١٠٣)	انظر شكل (٤-٣٨)

جدول(٤-٧): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام البناء الذاتي.



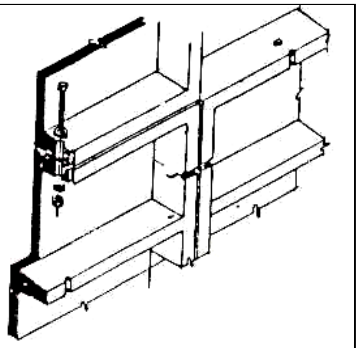
شكل(٤-١١):طريقة ربط طوب التاميل نادو. (م.٦٩،ص١٠٦)



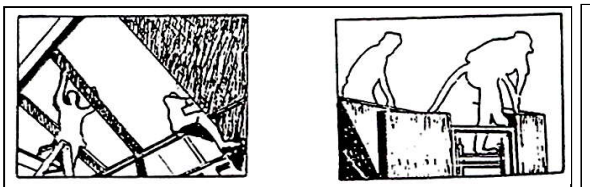
شكل(٤-١٢): طريقة الربط باستخدام الطوب المتداخل. (م.٦٩،ص١٠٩)

(١) يتكون النظام الإنشائي من ثلاثة عناصر هي كمرات أعلى الحوائط الحاملة، كمرات فرعية، بلاطات مقوسة من الخرسانة العادية بطول ٢٠سم وسمك ٢سم، لتحمل عليها بالتعشيق الكمرات الفرعية والتي توضع على مسافات متساوية قدرها ٥٠سم، ويتم تحميل البلاطات المقوسة على الكمرات الفرعية وتثبيتها على الأجزاء السفلية البارزة منها.(م.٨٠،ص١٣٠)

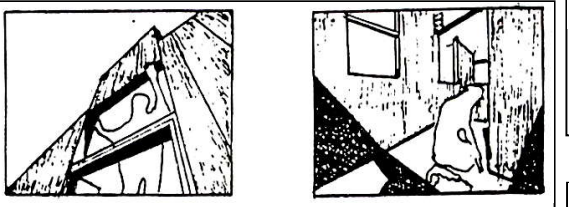
(٢) يعتمد على استخدام المياه المتاحة مثل مياه البحر المالحة أو مياه الآبار، واستخدام الأسمنت واستخدام فرمة بسيطة حيث يتم صب الأسقف على هيئة قشرات من هذه الخرسانة، كما يمكن باستخدام مكبس يدوي أو ميكانيكي أن يصنع طوب مجوف في الموقع من نفس الخرسانة ليستخدم في بناء الحوائط.(م.٦٩،ص١٣٠)



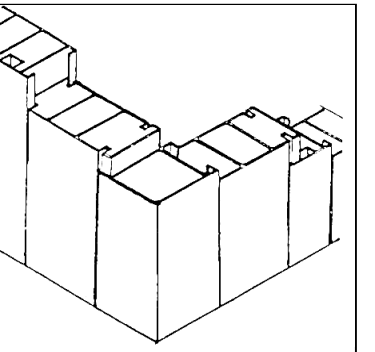
شكل(٤-١٣):طريقة ربط بانوهات وافيل كريت.[٣]



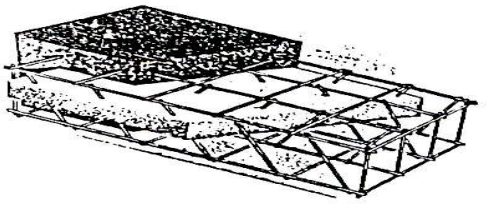
شكل(٤-١٥):ملئ البانوهات وتركيب الأسقف في أسلوب رويال هاوسينج.(م.٦٩،ص٦٨)



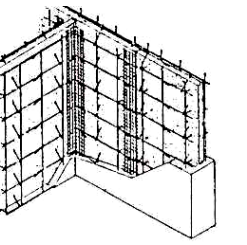
شكل(٤-١٦):تركيب البانوهات في أسلوب رويال هاوسينج.(م.٦٩،ص٦٨)



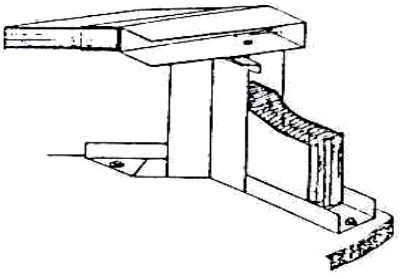
شكل(٤-١٤):طريقة تجميع وحدات الرويال هاوسينج عن طريق التعشيق.(م.٦٩،ص٦٨)



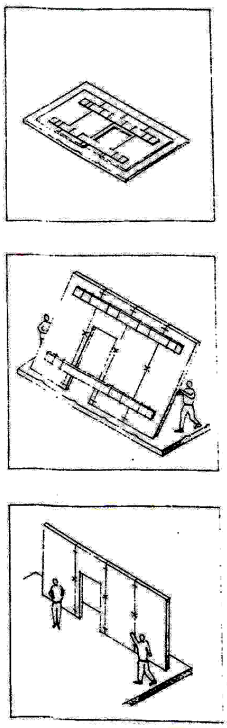
شكل(٤-١٦)قطاع تفصيلي في وحدات دبليو بانيل.(م.٦٩،ص٧٢)



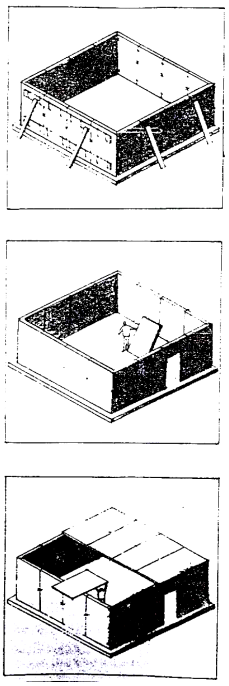
شكل(٤-١٧):طريقة ربط بانوهات دبليوبانيل.(م.٦٩،ص١٠٧)



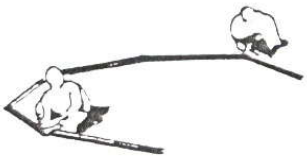
شكل(٤-١٨):طريقة ربط بانوهات ترك.(م.٦٩،ص١٠٧)



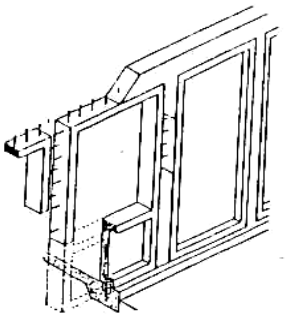
شكل(٤-١٩): البانوهات المستخدمة في طريقة W panel.(م.٩١،ص١٠٦)



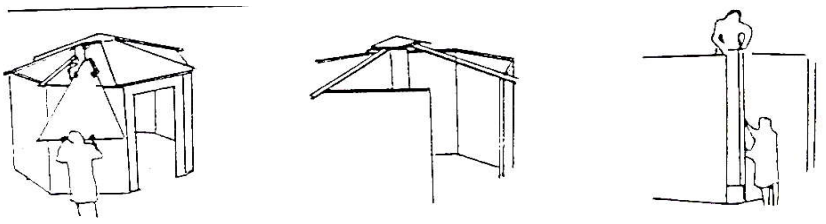
شكل(٤-٢٠):طريقة تجميع الحوائط والأسقف قي طريقةW panel (م.٩١،ص١٠٧)



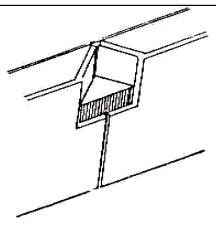
شكل(٤-٢١):تجميع السكة الأرضية على الفرشة الخرسانية في أسلوب الترك بانيل.(م.٦٩،ص٧٢)



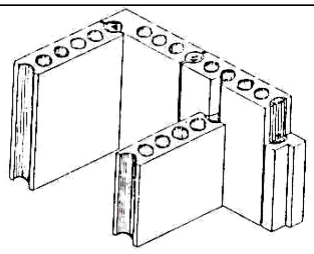
شكل(٤-٢٢):طريقة ربط بانوهات فيروسمنت.(٣)



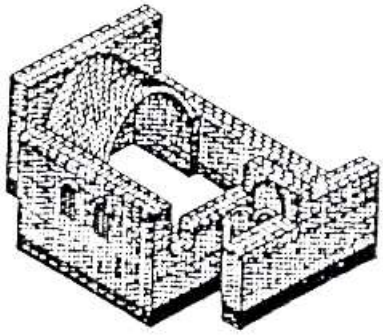
شكل(٤-٢٣):تتابع عمليات التركيب لبانوهات ترك.(٢)



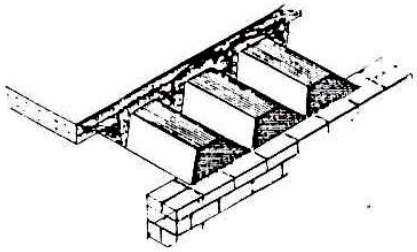
شكل(٤-٢٤):طريقة ربط بانوهات يوكوبان.(م.٦٩،ص١٠٨)



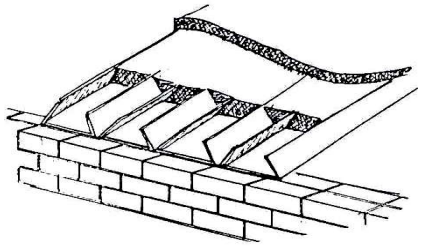
شكل(٤-٢٥):طريقة ربط البانوهات الجبسية.(٢)



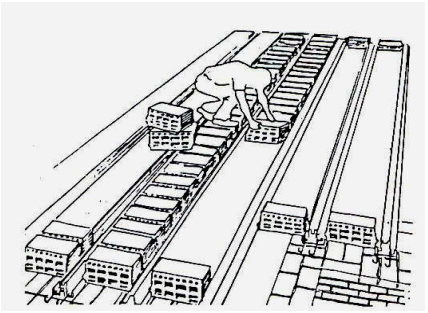
شكل(٤-٢٦):طريقة البناء بالقبو باستخدام طوب لبن، وأي أنواع أخرى من الطوب.(م.٦٩،ص١٠٨)



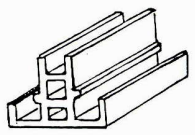
شكل(٤-٢٧):الخرسانة المسلحة بألواح من الصلب.(م.٦٩،ص١٠٩)



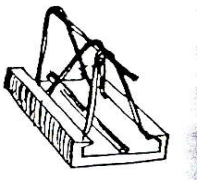
شكل(٤-٢٨):طريقة ربط الوحدات في أسلوب الخرسانة المسلحة بألواح من الصلب.(م.٦٩،ص٩٢)

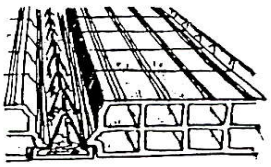


شكل(٤-٢٩):طريقة تركيب الأعصاب من الطفلة المحروقة.(م.٦٩،ص٩٦)

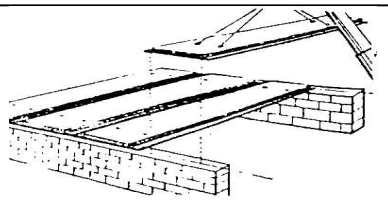


شكل(٤-٣٠):قطاع لمجرى الكمرات من الطفلة المحروقة.(م.٦٩،ص٩٦)

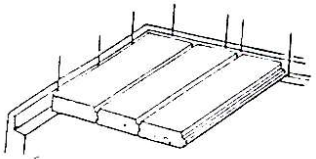




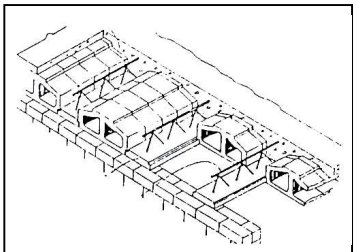
شكل(٤-٣١):طريقة اتصال حديد التسليح بالقطاع الفخاري لأسلوب الأعصاب الفخارية.(م.٦٩،ص٩٦)



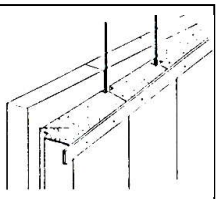
شكل(٤-٣٢)طريقة تركيب البانوهات من الخرسانة المسلحة بالألياف أعلى الحوائط الحاملة.(م.٦٩،ص١٠٠)



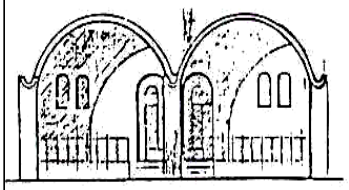
شكل(٤-٣٣):السقف وعلاقته بالحوائط في البانوهات الخرسانية الخفيفة.(م.٦٩،ص١٠٠)



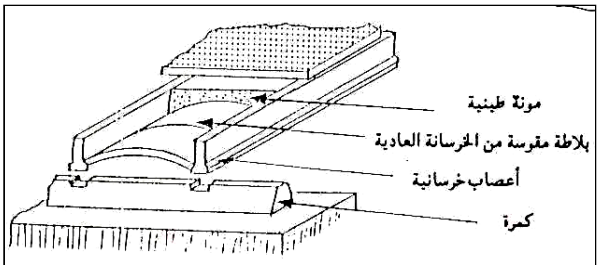
شكل(٤-٣٤):طريقة الربط بين وحدات الأسقف في نظام كاستون(م.٦٩،ص٩٦)



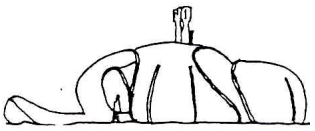
شكل(٤-٣٥):تثبيت بانوهات الحوائط الخرسانية الخفيفة.(م.٦٩،ص١٠٠)



شكل(٤-٣٦):طريقة القبوات القشرية لـــ د/عبد العزيز العروسي.(م.٦٩،ص١١٠)



شكل(٤-٣٧):أسلوب التغطية بالقبوات والذي قام بتطويرها د.العروسي.(م.٨٠،ص١٣٠)



شكل(٤-٣٨):
الخرسانة المرشوشة على مواسير وقطاعات من الصلب.(٣)

٤-٢-١-٢- بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة

تم ذكر أساليب التنفيذ التقليدية في الباب الثاني من البحث والتي تعتمد معظمها على العمالة، وتم التعرف على أن معظم أساليب التنفيذ التقليدية للعناصر غير الحاملة تتم بأنواع الرباط المختلف، ومنها أنواع كثيرة مثل الشناوي، الإنجليزي، الفلمنكي، الأمريكي، الصليبي، البولندي، الشناوي المزدوج، والميل المفرد والمزدوج..إلخ.في حين أن معظم الطرق الحديثة تحت هذا المسمى تتم بالوحدات المستوية والتي عادة ما تتم بالتداخل، ويمكن بعد التعرف على عيوب الطرق التقليدية بالباب الثاني الاهتمام بالبحث عن البديل المناسب بما يرشد استهلاك الطاقة بطريقة غير مباشرة باستبدال الأسلوب السابق بآخر أكثر كفاءة وجدوى سواء بنظم بناء أخرى أو بنفس النظام المعتمد على العمالة، ويمكن ترشيد استهلاك الطاقة بطريقة مباشرة بتحسين كفاءة الأساليب التقليدية المستخدمة ومعالجة عيوبها وتخفيض الهدر من الطاقة خلالها.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة				
الحوائط	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية صغيرة	أسلوب التنفيذ باستخدام مادة رابطة	وهو مماثل لأسلوب التنفيذ التقليدي والذي يمكن تطويره وتحسين خواصه بصفة مستمرة، حيث يعتمد على استخدام وحدات البناء مع مادة لاحمة للربط بينهم، ويعتمد عدد العمال على وزن وعدد هذه الوحدات وفترة التنفيذ المسموح بها وأبعاد الحوائط المطلوب بناءها.	
	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)	أسلوب التنفيذ للقواطيع الداخلية الجاهزة	يعتمد هذا الأسلوب على ترك المساحات الداخلية بدون تقسيم على أن يقوم مستخدمو هذه المساحات بالتقسيم طبقاً لاحتياجاتهم، وإنشاء قواطيع خفيفة الوزن وسهلة الحركة بالنسبة لفكها وإعادة تركيبها بدون ترك أي أثر في المبنى سواء بالنسبة للأسقف أو الأرضيات، ويراعى في تصميم القواطيع الداخلية توفير أكبر كمية من الأوزان على المبنى وبالتالي على الأساسات، وذلك بالمقارنة بالقواطيع المبنية بالطرق التقليدية سواء من الطوب أو البلوكات وما يتبع ذلك من أعمال بياض ودهانات وخلافه، وقد تكون هذه القواطيع معدنية [١] أو جبسية،[٢] كما توجد قواطيع مكونة من ألواح من شرائح الاسبستوس الأسمنتية المشكلة بالضغط بالبخار في أحد الأوجه والآخر من قطاعات الألمنيوم.[٣] [٤] وغالباً ما تكون هذه الوحدات جاهزة ويتم نقلها وتركيبها في الموقع باستخدام العمالة الكاملة، وتتميز جميع هذه القواطيع بخفة الوزن حيث تساوي حوالي ١٠ % من وزن الحائط المبني بالطوب، إلى جانب سرعة التنفيذ وسهولة التطبيق، وعدم احتياجها إلى تشطيب، وقد تحتاج إلى وجهين من الدهان أو لصق ورق الحائط مباشرة، كما تحتاج إلى عمالة عادية ومعدات بسيطة، لكن يعيبها أن المواد المستخدمة في هذه القواطيع قد تكون غير متوفرة.[٥]	انظر شكل (٤-٣٩)

(١) من أمثلة القواطيع المعدنية قواطيع تتكون من هيكل معدني من الصاج المجلفن وغير قابل للصدأ، وهيكل من الألمنيوم المؤكسد ١٢-١٥ ميكرون، وتجليد من الوجهين من الخشب المفروم المغطى بالميلامين، وطبقة داخلية عازلة للصوت من الصوف الزجاجي.(٤)

(٢) من أمثلة القواطيع الجبسية ما تكون عبارة عن ألواح من قطاعات جبسية سليلوزية وهيكل من الصاج المجلفن سمك ٦ سم للحوائط، ويمكن إضافة مادة عازلة حرارياً من الصوف الصخري أو الزجاجي بين الألواح.(٤)

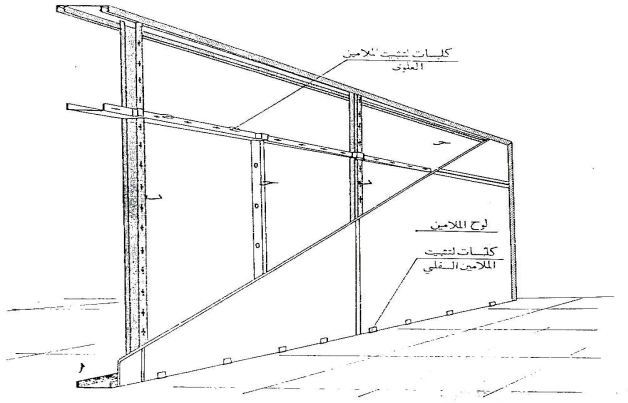
(٣) أساليب التنفيذ لهذه القواطيع غالباً ما تكون بمسامير تثبيت خاصة أو بالبرشام على قطاعات من الألمنيوم، ويتم تثبيت أحد الأوجه ثم وضع مادة عازلة للحرارة مثبتة عليه، ثم تركيب الوجه الثاني وتلحم المسافات بين الألواح بنفس مادة الألواح.(٥)

(٤) منشور: شركة بيلدمور المحدودة لخدمات التركيب، ص٢.

(٥) منشور: شركة الجبس الأهلية، ص٢١، ١١٨، ١٢٦، ١٦٠.

	أسلوب التنفيذ للقواطيع الخارجية الجاهزة	يمكن للقواطيع الخارجية أن تكون من الزجاج إلى جانب القواطيع الجبسية والمعدنية السابق ذكرها بالقواطيع الداخلية، ومن القواطيع الزجاجية ما يكون كحوائط ساترة خارجية من الزجاج والألمنيوم يستخدم في تكسية المباني بالكامل من الخارج بطريقة لا تحتاج إلى خلفية إنشائية للتطبيق عليها، أما القواطيع الجبسية فهي تتكون من هيكل من الحديد المجلفن يغطي الجهتين بألواح جبسية،[1] ويميز القواطيع الخارجية كونها خفيفة الوزن ليس لها تأثير على الهيكل الإنشائي فتوفر بذلك في كمية خرسانة الأساسات والعناصر الحاملة، ولا تقارن بوزن الحائط التقليدي من الطوب أو الخرسانة، كما أنها ذات جودة عالية لأعمال التشطيبات، إلى جانب سرعة التنفيذ فهي قطاعات سابقة التقطيع حسب المقاسات المعطاة بالرسومات، وتعتبر جاهزة للتركيب فور وصولها لموقع التنفيذ، ويمكن إعطائها خاصية العزل الحراري باستخدام مواد عزل حراري بين لوحي القواطيع الجبسية أو المعدنية، لكن قد تحتاج القواطيع الزجاجية إلى معدات متوسطة في وعمالة نصف مدربة.[2]	

جدول(٤-٨): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة.



شكل(٤-٣٩):القواطيع المعدنية (هيكل من الألمونيوم وكسوة من الميلامين)[3]

(١) الألواح الجبسية عبارة عن قلب من الجبس المسامي مغلف من الجهتين بنوع خاص من الورق المقوى بحيث يكون جاهزاً مباشرة للدهانات والديكورات، وأساليب التنفيذ لهذه القواطيع تكون إما بالتثبيت بالمسامير القلاووظ أو اللحام على دلائل معدنية مثبتة مقدماً في بلاطة السقف الخرسانية، وتلحم العراميس إن وجدت بنفس نوع المادة المستخدمة في الألواح.(٢)

(٢) منشور: شركة الجبس الأهلية، ص١٦١.

(٣) منشور: شركة بيلدمرر المحدودة لخدمات التركيب، ص٢.

٤-٢-١-٣- بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الجزئية

يمكن بعد التعرف على نظام البناء بالميكنة الجزئية والتي تستهلك معظم الطاقة فيها من خلال المعـــدات والآلات بدلاً من العمالة التعرف على بعض بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة من خلالها، ويلاحظ أن هذا النظام هو ثـــاني الأنظمة شيوعاً بعد نظام البناء المعتمد على العمالة في مصر ومن النظم ذات الجدوى للتطبيق في مصر، وتســـمح أساليب البناء من خلال هذه النظام بتوفير الزمن المستغرق لأداء المهمة، وهو ما يفتح مجالات أكثر اتساعاً لبـــدائل أساليب التنفيذ التقليدية والتي يمكن فيها ترشيد استهلاك الطاقة من منظور مختلف عن البدائل السابقة.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الجزئية			
الحوائط	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)	طريقة الإمالة مع الرفع إلى أعلى	تستخدم طريقة الإمالة مع الرفع إلى أعلىTilt up system في حالة تشييد الحوائط أو القواطيع الرأسية التي تصب في وضع أفقي ثم يتم تحريكها بعد الشك لتأخذ وضعها الرأسي في المبنى، ومن خصائص هذا الأسلوب: ➢ يمكن أن تكون القواطيع مفردة أو مزدوجة Sandwich type.(١) ➢ التوفير في استخدام الفرم الخشبية، حيث تستعمل بلاطة السقف بدلاً منها. ➢ يمكن أن يكون مقطع العمود أكبر من سمك الحائط أو مساوياً له. ➢ احتياجها إلى ونش ذي موتور لرفع البلاطات وروافع تعمل بضـــغط الزيت Jacks لتحريك البلاطات أفقيا بمقدار ١ بوصة قبل رفعه. ➢ صعوبة استخدامه في المباني التي يصل ارتفاعها لأكثـــر مـــن ثمانيـــة أدوار.(م.٣٠،ص١٦٨،١٦٧)	انظـــر شكل (٤-٤٢)

(١) يمكن أن تكون الطبقتان الخارجيتان من الخرسانة عالية الجودة وبينهما طبقة عازلة للصوت أو الحرارة.(م.٣٠،ص١٦٧)

(٢) يبدأ نظام البلاطات المرفوعة بصب بلاطة سقف الدور الأرضي على الأعمدة الحاملة، وهذا يكون أسرع في التشغيل ويقلل من الخلوص المطلوب في الحالة الأولى، وعلى العكس في حالة البلاطات المدفوعة لأعلى تكون أول بلاطة تصب هي بلاطة سطح الدور العلوي، ثم يتم رفعها لأعلى لصب بلاطة الدور السابق وتستمر عملية الصب والرفع على التوالي حتى تستكمل الأدوار كلها.

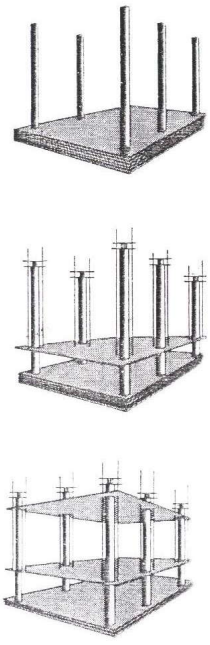
(٣) يتم ذلك إما بدهان الأسطح بمحلول شمعي، أو باستخدام ألواح من المواد البتروكيماوية أو الأبلكاج أو حتى الورق.(م.٣٠،ص١٨٨)

طريقة الدفع إلى أعلى	تعتبر طريقة الدفع إلى أعلى Push up system نفس فكرة البلاطات المرفوعة مع اختلاف أسلوب التنفيذ،[٢] ومن خصائص هذا الأسلوب: ➢ سرعة التنفيذ، وينتج عن استعماله تموجات بسيطة في الأسطح السفلية للبلاطات تساعد على تثبيت طبقة البياض بسرعة. ➢ وجوب استخدام روافع ضخمةJacks للقيام بعملية الرفع، حيث يمكنها تحمل وزن المنشأ بالكامل عند الانتهاء من صب جميع البلاطات. ➢ الحاجة للفصل بين البلاطات.[٣] (م.٣٠،ص١٨٨،١٨٧)	انظر شكل (٤-٤٣)
طريقة البلاطات المرفوعة	تقوم فكرة طريقة البلاطات المرفوعة Lift slab system على صب البلاطات المسلحة حول الأعمدة عند منسوب سطح الأرض بالتتابع واحدة فوق الأخرى مع استعمال مادة فاصلة، ثم رفعها بعد تصلدها إلى وضعها النهائي في المبنى بوساطة روافع هيدروليكية أو أوناش وتثبيتها عند مستوى كل طابق، ومن الخصائص المختلفة لهذا الأسلوب ما يلي: ➢ سهولة عملية صب البلاطات وسبق إجهادها عند سطح الأرض، بل وإمكانية إنهاء الأرضيات وإمكان البدء في أعمال التشطيبات في الأدوار التي يتم رفعها دون التقيد بالانتهاء من عملية رفع الأسقف كلها لأماكنها.[١] ➢ توفير الجزء الأفقي من الشدة حيث تقوم أرضية الدور الأرضي أو أسطح البلاطات المصبوبة بهذه الوظيفة، وبالتالي اختصار الوقت اللازم لعمل الشدة. ➢ لا تحتاج إلى أوناش عملاقة لرفع الخرسانة أو حديد التسليح كما في الطرق الأخرى.[٢] ➢ الإقلال من حجم العمالة.[٣] ➢ الاقتصاد في استخدام المواد وتقليل الهالك منها[٢]	انظر شكل (٤-٤٠) (٤-٤١)

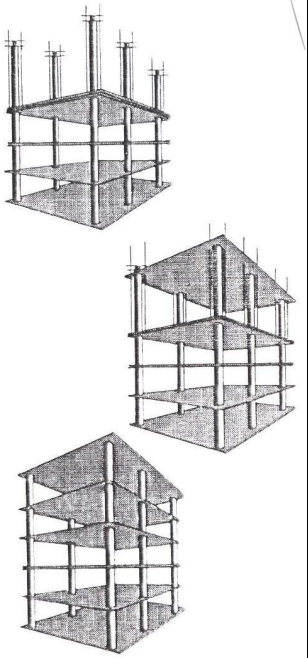
(١) تظهر كثير من عيوب التشطيب خاصة عند الوصلات عند علاقة العمود بالبلاطة مما يستلزم وجود عمالة ماهرة بالموقع لعمل الوصلات بطريقة دقيقة أثناء التثبيت،(م.٧٢،ص١٢٥) وفي هذه الحالة تظهر سهولة عمل جميع التركيبات الفنية والوصلات الكهربائية قبل صب الخرسانة عند سطح الأرض مما يؤدي إلى اختصار الوقت اللازم لعملية التركيب نفسها، إلى جانب أن عمليات معالجة الخرسانة لا تتم إلا على مستوى سطح الأرض حيث تتم عملية الصب مما يؤدي إلى الوفر في الوقت والتكاليف، ويمكن الاستغناء عن البياض وذلك لأن سطح البلاطة الخرسانية يكون نظيفاً مستوياً نتيجة لاستخدام الطبقة العازلة أثناء صب البلاطات، ويكتفى فقط ببعض عمليات الدهان، هذا إلى جانب إمكانية تقفيل جوانب المبنى بمادة مؤقتة حتى يتم عزل تنفيذ باقي الأعمال الداخلية بالمنشأ عن التقلبات الجوية اليومية.(م.٣٠،ص١٧٨،١٧٧)

(٢) يكون الاعتماد في طريقة البلاطات المرفوعة على الروافع المركبة على الأعمدة الخاصة بالمنشأ نفسه، وذلك لرفع كل بلاطة في مكانها الطبيعي. (م.٣٠،ص١٧٨) ولابد من ضمان عملية التحكم الدقيق في عمليات الرفع لتكون في آن واحد وإلا حدث شرخ أو كسر في

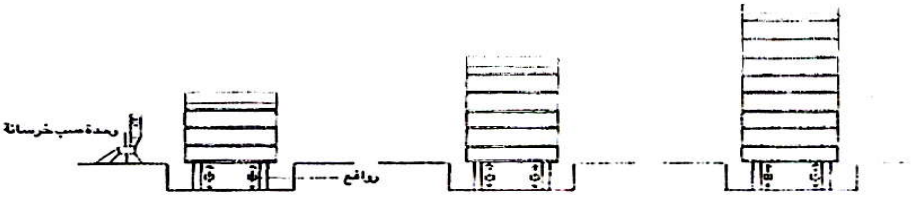
جدول(٤-٩): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الجزئية.



شكل (٤-٤٠):خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة.(م.٣٠،ص١٧٩)



شكل(٤-٤١): تتابع خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة.(م.٣٠،ص١٧٩)



شكل(٤-٤٣): طريقة البلاطات المدفوعة إلى أعلى.(م.٣٠،ص١٨٨)

البلاطة الخرسانية، كما لا يفضل استعمال هذه الطريقة في المباني العالية حيث تصبح عملية رفع البلاطات عبئاً على الطاقة المستخدمة، فكلما زاد ارتفاع المبنى زادت طاقة الروافع، وعلى الجانب الآخر لا يفضل استخدام هذه الطرق للمباني المنخفضة الارتفاع للأقل من خمسة أدوار.(م.٧٢،ص١٢٣)

(٣) يسمح هذا الأسلوب بتقليل حجم العمالة، إلا أنه يلزم استخدام أعداد كبيرة من الروافع.

٤-٢-١-٤- بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الكاملة

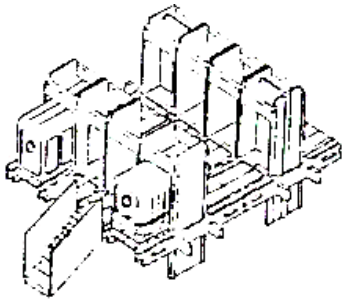
تم في الباب الثاني من البحث طرح مميزات وعيوب نظام البناء بالميكنة الكاملة والتي غالباً ما يتم استبعادها في حالة الدول النامية، وذلك نظراً لنسبة العمالة الضئيلة المستخدمة في هذا النظام بما لا يتناسب مع ظروف هذه الدول، إلا أن هذا لا يمنع كونها تتمتع بمميزات عديدة عن غيرها من أساليب التنفيذ الأخرى كجودة ودقة التنفيذ إلى جانب التوفير في الوقت وإمكانية تدخل الحاسب الآلي في جميع الأعمال بما يضمن إدارة جيدة لعمليات التنفيذ المختلفة، وغالباً ما يفضل اللجوء إلى هذه الأساليب في حالة الحاجة لأساليب تنفيذ سريعة وذات جودة عالية.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الكاملة			
حوائط وأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)	أسلوب التنفيذ باستخدام وحدات سابقة التصنيع	يمكن تصنيع الوحدات غير الحاملة من مواد خفيفة الوزن مثل البلاستيك أو الخشب أو الألمنيوم أو الجبس، بالإضافة إلى إمكانية أن تكون من الخرسانة خفيفة الوزن، ويتم تركيبها في الموقع بعد أو أثناء عملية تنفيذ المنشأ ذاته، ويلاحظ إمكانية تصميمها قياساً أي بمقاسات موحدة بحيث تتحمل فقط أوزانها إضافة إلى القوى التي تتعرض لها أثناء النقل والتخزين والرفع والتركيب أثناء عملية التنفيذ، وتتميز بسرعة التنفيذ خاصة عند استخدام وحدات من الحوائط والأسقف الكبيرة، إلا أنها بحاجة إلى عمالة فنية تقوم بأعمال الوصلات في الموقع، وتعتبر الوحدات الخرسانية سابقة الصب مرشدة للمواد والوقت، كما تؤدي إلى التقليل من أعمال الأساسات والشدات.(م٤٣٠، ص١٧)

التنفيذ باستخدام وحدات بنائية كبيرة (ثلاثية الأبعاد)	طريقة التعليق أو الإنزلاق	تعتمد هذه الطريقة على وجود هيكل إنشائي مستقل يحمل الوحدات إما داخله أو معلقة عليه، بحيث يكون الموديول الصندوقي لا يحمل إلا نفسه ومحمول على إنشاء مستقل تكون مهمته نقل الأحمال إلى الأساس، وهذا بطبيعة الحال يعطي مرونة أكثر للتصميم مع إمكانية استخدام وحدة صندوقية قياسية يمكن تكرارها تصميماً وإنشاء، ويتم تثبيت تلك الوحدات على الإنشاء المساعد بإحدى طريقتين: ➢ طريقة التعليق Suspending Box، حيث يتم إما بالتعليق المباشر (الملاصقة) أو باستخدام كابلات أو حبال من الحديد للتعليق، ثم يتم تثبيتها في الإنشاء المساعد،(م٤٣،ص٢٣٣) مع تعليق هذه الوحدات داخل الهيكل الإنشائي المساعد وإمدادها بالتوصيلات الكهربائية والصحية وربطها بالشبكة الرئيسية للمشروع.(م٦٩،ص٢٨) ➢ طريقة الانزلاق Plug in Box، وتتم هذه الطريقة بانزلاق الموديول داخل الإنشاء المساعد مثل الأدراج ولها نفس مزايا وعيوب طريقة التعليق.(م٤٣،ص٢٣٣) وتعتبر الوحدات ثلاثية الأبعاد ذات ميزات كونها كاملة التشطيب وصالحة للسكن المباشر إلى جانب سرعة التنفيذ إلا أنها بحاجة إلى أوناش تتحمل وزن الوحدات الصندوقية.(م٦٩،ص٢٩)	انظر شكل (٤-٤٤) (٤-٤٥)

جدول(٤-١٠): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة بنظام الميكنة الكاملة.

شكل(٤-٤٤):طريقة التعليق.(م٦٩،ص٢٩)



شكل(٤-٤٥): طريقة الانزلاق.(م٦٩،ص٢٩)

٤-٢-٢- بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة

تعتبر العناصر الحاملة أكثر العناصر أهمية في المنشأ مما يستوجب مراعاة الدقة والجودة أثناء تنفيذها، ولقد سبق ذكر الأساليب التقليدية لتنفيذ العناصر الحاملة وذكر خواصها المختلفة في الباب الثاني، وفيما يلي سيتم ذكر بعض بدائل هذه الأساليب والتي يمكن بها ترشيد استهلاك الطاقة بطريقة غير مباشرة باستبدالها بأساليب أكثر كفاءة من خلال مختلف نظم البناء المتبعة وباستخدام جميع الوحدات والتي يمكن استخدامها في البناء سواء كانت صغيرة، متوسطة أو كبيرة، والحصول بالتالي على مجموعة كبيرة من بدائل هذه الأساليب بما يسمح بالمقارنة واسعة المدى.

٤-٢-٢-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام البناء الذاتي

روعي في بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة التركيز على نظام البناء الذاتي لما له من جاذبية في حل العديد من مشاكل الدول النامية، وتوجد العديد من الدراسات والتي جميعها تحث على استخدام هذا النظام في مصر للأساليب المختلفة باستخدام مختلف الوحدات في التنفيذ، وسيتم فيما يلي ذكر بعض هذه الأساليب.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام البناء الذاتي				
الحوائط	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية صغيرة	أسلوب الحوائط الحاملة من الطوب	يلاحظ أن إقامة المباني بالطوب بنظام الحوائط الحاملة يعد أوفر من مثيلتها المقامة من الهياكل الخرسانية أو المعدنية من حيث المعدات والعمالة،[١] ويعد الطوب من أكثر المواد اقتصاداً من حيث إعادة الترميم والصيانة، إلى جانب سرعة الإنشاء نظراً لإمكانية مواكبة الأعمال مع بعضها البعض،[٢] كما تتميز بعزل صوتي وحراري جيد ومقاومة عالية للحريق.(م.٦٩،ص٢٦)	

(١) لا تحتاج عملية البناء بالطوب إلى مقاول متخصص كالبناء بالمواد الأخرى مثل المنشآت المعدنية والخرسانية.(م.٦٩،ص٢٦)

(٢) يتم مثلاً تصنيع المنشآت المعدنية في المصنع ويتم تركيبها في الموقع في وقت قصير تمنع أي عمليات إنشاء أخرى حتى يتم تركيبها، أما في حالة البناء بالطوب فيمكن مواكبة عمليات الإنشاء الأخرى لعملية الإنشاء الأصلية.(م.٦٩،ص٢٦)

		طريقة الوحدات الصغيرة الخرسانية	تتلخص الفكرة الأساسية من هذه الطريقة في إنتاج وحدات خرسانية مسلحة صغيرة الحجم والوزن،(١) وهذه الوحدات الخرسانية عبارة عن أجزاء يتم تجميعها مع بعضها البعض بطريقة يدوية بدون تدخل أي نوع من أنواع الروافع، (٢) ولقد سبق تصميم وتحديد مكان كل جزء من هذه الأجزاء في الهيكل، ويميز هذا الأسلوب أن جميع عناصره صغيرة الحجم بدرجة كافية لحملها بواسطة ٢-٤ أشخاص، كما أن كل العناصر الإنشائية للنظام يمكن صبها داخل أو خارج الموقع وذلك بواسطة قوالب من الخشب أو الحديد، ومكونات هذا النظام تعمل بمثابة شدة زائدة، وتصل الكفاءة الاقتصادية في عملية النقل إلى ١٠٠ % في الوحدات المصمتة، لكن هذه النسبة تقل في باقي الوحدات لأن بعضها بها فراغات داخلية، ويوجد احتمال وجود هالك بنسب قليلة جداً وذلك نظراً للمقطع الرقيق لمعظم الوحدات إلى جانب شكل المقطع نفسه الذي على شكل حرف L.(م.٩١،ص١٣٩إلى١٤٧)	انظر شكل (٤-٤٦) (٤-٤٧) (٤-٤٨)
الأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (طولية)	طريقة الدعامات الخرسانية المسلحة وبلاطات الطوب المسلحة	تتلخص الفكرة العامة لهذا الأسلوب في إنتاج وحدات صغيرة من دعامات خرسانية مسلحة وبلاطات من الطوب المسلحة(٣)، ويتم تجميع هذه المكونات مع بعضها وربطها باستخدام المونة الأسمنتية، كما يتم تصنيع هذه الدعامات أو الأعصاب من مكونات السقف الأساسية، وتنتج بواسطة صبها في الموقع على مستوى الدور الأرضي بدون عمل شدات، أما بلاطات الطوب المسلح فيتم تصنيعها في الموقع ثم يتم رص الدعامات بينها بلاطات الطوب.(٤)	انظر شكل (٤-٤٩)

(١) طريقة الوحدات الصغيرة الخرسانية هي طريقة مصرية تم اقتراحها سنة ١٩٧٩م من خلال تطبيقها في مشاريع Core Housing Typeلعدد واحد أو اثنين دور فقط، وهذا من خلال معامل كلية الهندسة-جامعة القاهرة.(م.٩١،ص١٣٩)

(٢) تنحصر العمالة المطلوبة أثناء عملية التنفيذ في عمالة النقل، حيث أن هذه الطريقة أثناء عملية التركيب والتجميع لا تتطلب عمالة تركيب وتجميع ماهرة، وهذه الطريقة لا تحتاج إلى استخدام أي معدات حتى ولو كانت معدات يدوية، حتى أن عمليات التركيب والتجميع تتم تلقائياً إلى جانب أن عملية التداول تتم يدوياً، وهذه الطريقة سريعة في عملية التنفيذ نظراً لعدم وجود مرحلة أخرى من صب الخرسانة أو المونة بعد عملية التركيب والتجميع، وتحتاج هذه الطريقة إلى معدات للإنتاج تتمثل في ماكينة فرد الحديد، آلات تقطيع وتصنيع ولحام الحديد، خلاطات متوسطة السعة، هزازات ميكانيكية.(م.٩١،ص١٣٩)

(٣) تصنع بلاطات الطوب المسلحة من الطوب والحديد ومونة أسمنتية Reinforced concrete joist and reinforced brick panels

(٤) يتم فرش ورق سميك على الأرض ثم يرص الطوب فوق الورق، ويرص بعد ذلك حديد التسليح بين فراغات الطوب، وترفع الدعامات بواسطة شخصين وترص عمودية على حوائط الارتكاز موازية لبعضها البعض والمسافات بين الدعامة والأخرى ٥٠ سم، ثم ترفع بلاطات الطوب يدوياً بواسطة حملها بشخص واحد ، ترص هذه البلاطات الواحدة تلو الأخرى بين الدعامات، وهذا الأسلوب لا يحتاج لأي نوع من أنواع المعدات في أي مرحلة من مراحل التنفيذ، حيث يتم تجميع وتركيب المكونات بالطرق اليدوية.(م.٩١،ص٨٤)

			ولا تستلزم هذه الطريقة وجود طاقة نقل حيث أن كل الوحدات تنتج داخل الموقع، كما لا تحتاج هذه الطريقة إلى عمالة ماهرة،[1] وهذه الطريقة من الطرق السريعة جداً في التنفيذ، حيث أنها لا تتطلب استخدام أو عمل أي شدات كما يتم عمل بطنية الأسقف مستوية فلا تحتاج إلى بياض وهذا يخفض من وقت التنفيذ، لكن حدود الارتفاع لهذا الأسلوب دور واحد فقط. (م.٩١،ص٨٤إلى٨٦)	
		طريقة الكمرات سابقة الصب جزئياً والبلاطات الخرسانية المفرغة	تتلخص الفكرة العامة لهذا الأسلوب في الجمع بين مكونات سبق التجهيز نصف المصنعة وبين ربطها بواسطة صب طبقة من الخرسانة،[2] وهذه الوحدات لا تحتاج إلى شروط خاصة أثناء النقل،[3] لكن كفاءة النقل لهذا الأسلوب تعتبر متوسطة،[4] ولا تحتاج هذه الطريقة إلى عمالة ماهرة،[5] كما أنها من أسرع طرق الإنشاء في مرحلة التنفيذ وذلك في مرحلة إقامة الأسقف، ولكنها تتساوى مع الطرق التقليدية في مرحلة التشطيبات، ويعيب هذا الأسلوب أن الوحدات من دعامات وبلاطات خرسانية تتم بطريقة مميكنة. (م.٩١،ص٨٨إلى٩٥)	انظر شكل (٤-٥٠) (٤-٥١)

(١) كل خطوات التنفيذ في هذه الطريقة سهلة وبسيطة، ويمكن الاكتفاء باستخدام عمالة عادية، ويمكن أن يمارس المستعمل بنفسه البناء بإرشادات بسيطة.(م.٩١،ص٨٤)

(٢) تكون المكونات السابقة التجهيز عبارة عن وحدات من دعامات خرسانية مسلحة الجزء السفلي منها سابقة الصب والجزء العلوي يترك ويتم صبه عند التجميع، أما الجزء الثاني فهو وحدات خرسانية مفرغة خفيفة الوزن حيث يتم رص الدعامات الخرسانية سابقة التجهيز نصف المصنعة على حوائط الارتكاز حيث المسافة بين الدعامة والأخرى هو طول الوحدات الخرسانية المفرغة، ثم يتم رص الوحدات الخرسانية المفرغة في صفوف بين الدعامات، وهذا التركيب يكون بمثابة شدة يصب فوقها طبقة رقيقة من الخرسانة تقوم بربط هذه المكونات معاً.(م.٩١،ص٨٨)

(٣) ذلك بالنسبة لوحدات البلاطات المفرغة، حيث أنها صغيرة الحجم بسيطة الشكل يتم رصها فوق بعضها، أما بالنسبة للأعصاب السابقة الصب جزئياً فيراعى عند نقلها أن ترص بجانب بعضها.(م.٩١،ص٨٩)

(٤) نظراً لوجود الفراغات في الوحدات المفرغة والفراغات الناتجة من رص وحدات الأعصاب فوق بعضها للجزء الذي لم يتم صبه.

(٥) خط إنتاج هياكل حديد التسليح آليا لا يحتاج سوى عمالة قليلة، أما خلال التنفيذ فيمكن بقليل من الإرشاد أن يقوم الفرد العادي بعملية التنفيذ.(م.٩١،ص٩٠)

	طريقة الوحدات الخرسانية المسلحة الطولية حوضية الشكل	تتلخص فكرة هذا النظام في إنتاج وحدات خرسانية مسلحة على شكل نصف مجرى، حيث يتم رص هذه الوحدات بجانب بعضها عبر بحر ركائزه من حوائط حاملة متوازية، ثم يتم عزل هذه الوحدات وتسوية السطح العلوي لها بواسطة الزلط مع عمل بلوكات سابقة الصب لدائر السقف.[١] ومعدات تصنيع هذه الوحدات بسيطة تتمثل في قوالب الصب وخلاطات بسيطة متوسطة السعة، ونظراً لإمكانية تداخل الوحدات ببعضها ببعض فإن هذا يجعل عملية النقل اقتصادي، حيث الحجم المنقول هو الحجم الفعلي للوحدات، وبمراعاة رص الوحدات على وضعها الطبيعي أثناء عملية التخزين فإنه يمكن تقليل نسبة الهالك إلى أقل ما يمكن.(م.٩١،ص١١٨إلى١٢٣)	انظر شكل (٤-٥٢)
	طريقة بلاطات الأسقف المكونة من كمرات مفرغة من الخرسانة المسلحة	تتلخص الفكرة في إنتاج وحدات شريطية أسمنتية مفرغة مسلحة، حيث يتم تجميع هذه الوحدات بجانب بعضها البعض فوق عناصر ارتكاز رأسية متوازية من الحوائط الحاملة،[٢] ويلاحظ أن احتمالات وجود هالك أثناء نقل هذه المكونات قليل جداً وذلك لطبيعة شكل وأبعاد هذه المكونات، وتكون العمالة المطلوبة في عملية التنفيذ عمالة عادية غير ماهرة، ولا تستخدم في عملية التركيب أو التجميع أو تداول مركبات هذه الطريقة أي نوع من المعدات أو الروافع، وتعتبر هذه الطريقة من أسرع الطرق في التنفيذ،[٣] وكفاءة النقل لهذه الطريقة متوسطة.[٤] (م.٩١،ص١٢٤إلى١٣٠)	انظر شكل (٤-٥٣) (٤-٥٤)

(١) يتم عمل حوائط حاملة من الطوب الجيري أو البلوكات الأسمنتية أو الحجر، ثم ترفع الوحدات الكمرية يدوياً حيث من الممكن حملها بواسطة شخصين وترص بجانب بعضها عبر حوائط الارتكاز، ثم يتم رص الوحدات الخرسانية المصمتة أسفل السقف لتقفيل الفراغات بين السقف والحائط، ثم تفرش طبقة من الزلط السائب وتسوى حيث تحفظ هذه الطبقة بوضع بلوكات خرسانية على دائر المحيط.(م.٩١،ص١١٨)

(٢) يمكن أن تكون الحوائط الحاملة من الطوب أو بلوكات الخرسانة أو الحجر، ويمكن أن تطبق هذه الطريقة بواسطة عناصر ارتكاز هيكلية (أعمدة وكمرات) من الخرسانة المسلحة، ويتم رفع الكمرات المفرغة يدوياً وتوضع بجانب بعضها البعض عبر البحر بين حائطي الارتكاز المتوازيين، وتكون الطبقة السفلية من السقف كشدة، ويتم وضع أسياخ من حديد التسليح في الاتجاه العكسي لوضع الكمرات وصب الطبقة العليا منه فوق الطبقة السفلي.(م.٩١،،ص١١٨)

(٣) عملية التنفيذ عبارة عن تجميع لبعض المكونات، إلى جانب عدم وجود شدة خشبية، وتكون بطنية السقف ملساء ومستوية ولا توجد حاجة إلى بياضها بالمونة ويكتفى بعمل طبقة الظهارة.(م.٩١،ص١٢٤)

(٤) تبلغ الكفاءة الاقتصادية لعملية النقل حوالي٦٠-٧٠% حيث أن نسبة حجم الفراغ في الكمرة المفرغة بالنسبة للحجم الكلي يتراوح بين ٣٠-٤٠%.(م.٩١،ص١٢٤)

		طريقة الوحدات الأسمنتية المسلحة المرتكزة على كمرات خرسانية مسلحة	يتم في هذه الطريقة إنشاء بلاطات سابقة الصب يتم ملئ الفراغات بينها بمادة لاحمة [1] ، ولا تتعدى المعدات اللازمة لعمليات التنفيذ بعض الأدوات اليدوية البسيطة، ومن مميزات هذا الأسلوب خفة وزن الوحدات، فيمكن تداولها يدوياً ويكفي أن يحمل البلاطة فرد واحد فقط، وتكاد الكفاءة الاقتصادية لعملية النقل أن تكون ١٠٠ %،[2] إلى جانب أن احتمالات وجود هالك صغيرة جداً، وهذه الطريقة من أسرع الطرق في عملية التنفيذ فلا توجد أي عمليات صب لاحقة أثناء عمليات التنفيذ، وتكون بطنية السقف ذات سطح ناعم فلا تحتاج إلى عمل بطانة وبياض ويكتفى بعمل طبقة من الظهارة.(م.٩١،ص١٣٨)	انظر شكل (٤-٥٥)
التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)		طريقة البلاطات سابقة الصب جزئياً	تتلخص هذه الطريقة في إنتاج بلاطات نصف مصنعة تعمل بمثابة شدة للسقف حيث يتم صب الجزء الباقي منها فوق هذه الشدة لتكون السقف النهائي،[3] وهذه الطريقة سريعة جداً في مرحلة التنفيذ،[4] واحتمالات نسبة الهالك في هذا الأسلوب قليلة، إلا أن كفاءة النقل للوحدات متوسطة لوجود الفراغات(الأجزاء غير المصبوبة)، ويحتاج هذا الأسلوب إلى مجموعة من المعدات في الموقع للتعامل مع حديد التسليح قبل عملية الصب، وللقيام بعملية رفع البلاطات من مكان التشوين إلى مكانها النهائي في التنفيذ، كما تحتاج إلى عمالة نصف ماهرة للقيام بعملية تجميع الأعصاب بالشبكة السفلية.(م.٩١،ص٩٧إلى١٠٤)	انظر شكل (٤-٥٦)

(١) يتم في هذه الطريقة بناء حوائط حاملة متوازية فوق الأساسات، وهذه الحوائط إما أن تكون من الطوب أو بلوكات الحجر الجيري، ويتم رفع الكمرات الخرسانية واحدة تلو الأخرى يدوياً وتوضع بعد ذلك البلاطات الخرسانية المسلحة على ظهر الكمرات، ويتم ملئ الفراغات بين البلاطات بواسطة ٤٠-٦٠ % من مادة Mixer of powder sulfur and coarse river sand، مع مراعاة أن يتم تسخين هذا الخليط على الأرض ويبقى ساخنا إلى أن يتم ملئ الفراغات به.(م.٩١،ص١٣٨)

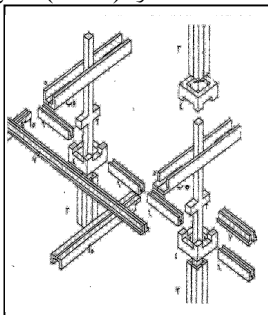
(٢) ذلك لكون المنتجات المنتجة مصمتة بدون أي فراغات داخلية فحجم المنقول هو نفس حجم المكونات.(م.٩١،ص١٣٨)

(٣) يتم رص البلاطات الخرسانية على حوائط الارتكاز الرأسية المتوازية بجانب بعضها بواسطة روافع متحركة ثم توضع شبكة من حديد التسليح على الفواصل بين البلاطات، ويتم صب باقي البلاطات بالخرسانة العادية.(م.٩١،ص٩٧)

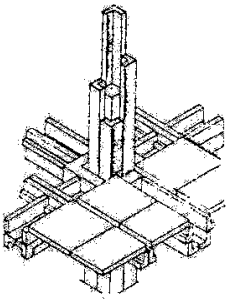
(٤) تكون هذه الطريقة سريعة في التنفيذ بخاصة في مرحلة تجميع الأسقف، حيث البلاطات كبيرة وبالتالي معدل تغطية الفراغات يكون أسرع، إلى جانب أنها تقتصد وقت كبير في عملية التشطيب لما لها من أسطح لا تحتاج إلى بياض.(م.٩١،ص٩٧)

		نظام الحوائط الحاملة و البلاطات الخرسانية الشريطية	تعتمد فكرة هذا النظام على إنتاج بلاطات خرسانية مسلحة سابقة الصب بشكل شريطي بطول البحر ،[1] كما أن استخدام الآلات محدودة في تصنيع وحدات هذه الطريقة وذلك عند الإنتاج الكبير، وتعتبر الكفاءة الاقتصادية في نقل هذه الوحدات عالية جداً حيث أن الحجم الذي تشغله الوحدة أثناء النقل هو نفس الحجم الفعلي للوحدة، ونسبة الهالك المحتملة أثناء عملية النقل قليلة جداً، وهذا الأسلوب لا يستخدم أي معدات في التنفيذ، حيث كل مراحل التنفيذ بها تتم يدوياً،[2] وتعتبر هذه الطريقة من طرق البناء السريعة، حيث أن كثير من بنود العمل في هذه الطريقة يتم اختصاره نظراً لعدم وجود شدات خشبية لصب السقف، كما أن ٤٠% من مكعبات الخرسانة المسلحة يتم صبها على الأرض بالموقع مما يسهل ويزيد من سرعتها، كما يتم صب بلاطات السقف مع البدء في المشروع توفيراً للوقت لتكون جاهزة عند الانتهاء من عمل حوائط الارتكاز.(م.٩١٠،ص١١٣إلى ١١٧)	انظر شكل (٤-٥٧)

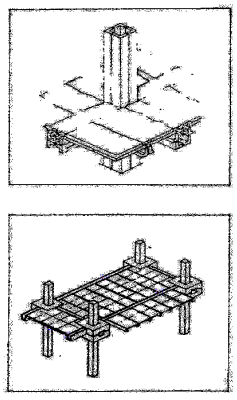
جدول(٤-١١):بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام البناء الذاتي.



شكل(٤-٤٦):
الوحدت الصغيرة الخرسانية المستخدمة في التجميع.(م.٩١٠،ص١٤٠)



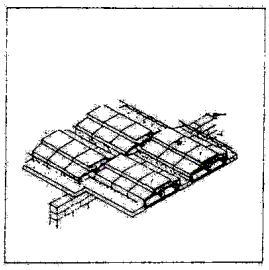
شكل(٤-٤٧):
طريقة رص البلاطات في طريقة الوحدات الصغيرة الخرسانية.(م.٩١٠،ص١٤٠)

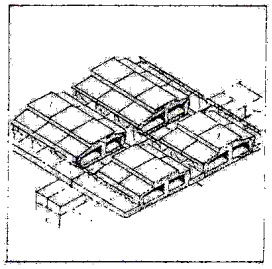


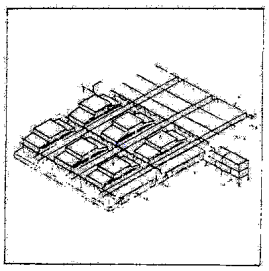
شكل(٤-٤٨):تمام عملية التركيب والتجميع للسقف للوحدات الخرسانية.(م.١٤٠،٩١)

(١) ترص هذه البلاطات بجانب بعضها مرتكزة على حوائط ارتكاز حاملة متوازية مكونة طبقة من السقف، ويتم عمل الطبقة الأخرى وذلك بواسطة رص حديد التسليح فوق الطبقة الأولى وصب طبقة خرسانية فوقها، وبذلك يتم عمل السقف النهائي ويتم في هذا الأسلوب وضع الحوائط الحاملة على مسافات محورية ٣,٦٠، وذلك لأسباب اقتصادية في إنتاج البلاطات الخرسانية في إنتاج مكعبات خرسانية أقل وتوفير نسبة الحديد للأسقف، ويمكن استخدام بلوكات الحجر الجيري إذا تم توفر محاجر الجير القريبة من موقع المشروع.(م.٩١٠،ص١١٣)

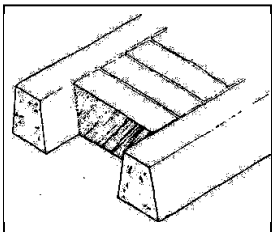
(٢) لا تحتاج هذه الطريقة إلى معدات إلا أنها بحاجة إلى عمالة متخصصة مثل الحدادين والفورمجية لصب الطبقة العلوية للسقف، ويتم إنتاج سطح سفلي أملس للسقف في هذه الطريقة فلا يحتاج إلى بياض ويكتفى بعمل طبقة الظهارة.(م.٩١٠،ص١١٣)



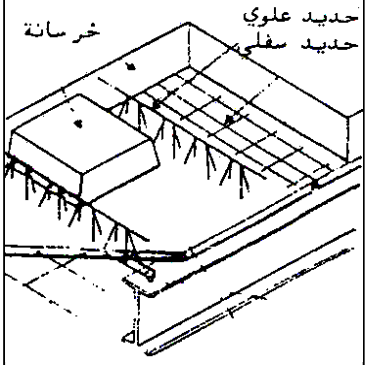




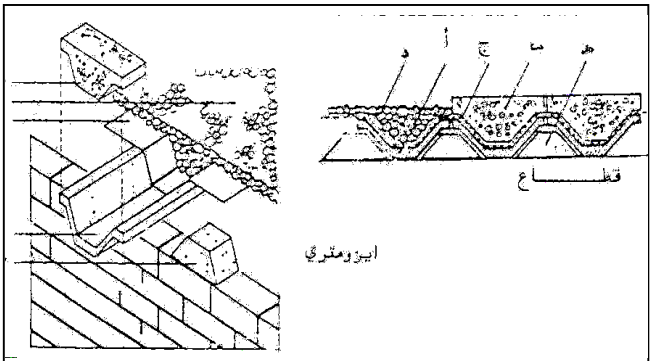
شكل(٤-٤٩):طريقة تنفيذ البلاطة في أسلوب التنفيذ بالدعامات الخرسانية وبلاطات الطوب المسلحة.(م.٩١،ص٩٤)



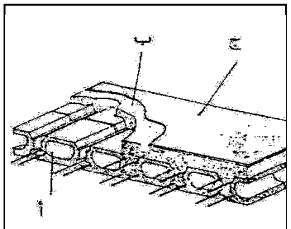
شكل(٤-٥٠):
استخدام الكمرات سابقة الصب.(م.٨٠،ص١٢٩)



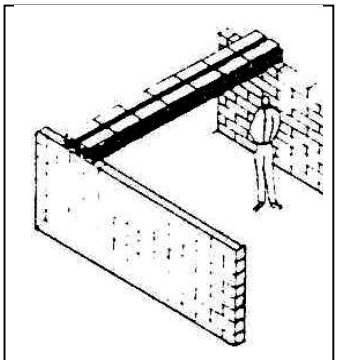
شكل(٤-٥١):طريقة البلاطات سابقة الصب جزئياً.(٢)



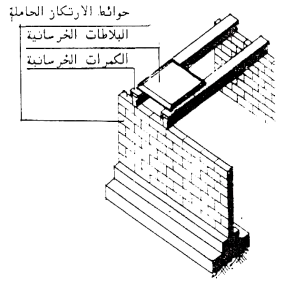
شكل(٤-٥٢):طريقة الوحدات الخرسانية المسلحة الطولية حوضية الشكل.(م.٩١،ص١١٨)



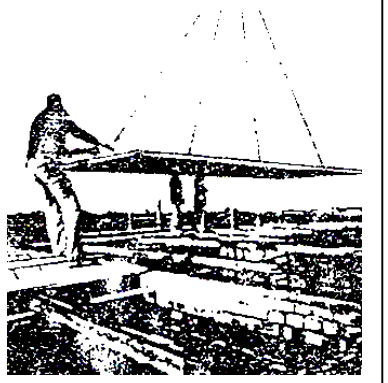
شكل(٤-٥٣):
طريقة بلاطات الأسقف المكونة من كمرات مفرغة من الخرسانة المسلحة.(٤)



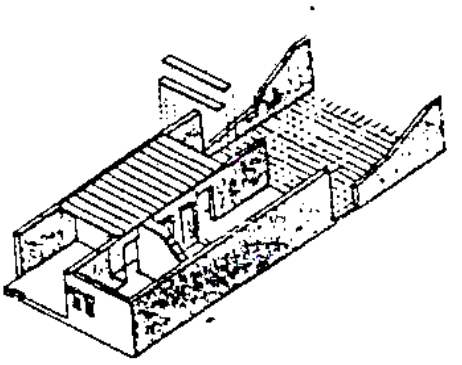
شكل(٤-٥٤):طريقة بلاطات الأسقف المكونة من كمرات مفرغة من الخرسانة المسلحة.(م.٩١،ص١٢٤)



شكل(٤-٥٥):
طريقة الوحدات الأسمنتية المسلحة المرتكزة على كمرات خرسانية.(٣)



شكل(٤-٥٦):تتابع تنفيذ البلاطات النصف مصنعة.(م٩١٠،ص٩٧)



شكل(٤-٥٧):نظام الحوائط الحاملة والبلاطات الخرسانية الشريطية.(م٩١٠،ص١١٣)

٤-٢-٢-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة

تستخدم هذه الأساليب عادة في حالة العدد المحدود من الأدوار والتي تمكن العامل من رفع المواد باستخدام معدات بسيطة إليها، وفي حالة المشاريع الصغيرة التي تمكنهم من الانتقال فيها بسهولة ويسر، وفي حالة المشاريع غير المعقدة سهلة التنفيذ، ويلاحظ أن أساليب التنفيذ المعتمدة على العمالة يمكن الاعتماد عليها حتى حد معين لا يمكن تجاوزه يتحدد بطبيعة المشروع والموقع، وتعتبر معظم الأساليب التقليدية لتنفيذ العناصر الحاملة معتمدة على العمالة، ويمكن بالتالي من خلال نفس النظام البحث عن البدائل الأكثر جدوى أو تحسين التقليدي منها بصورة كفء مع معالجة عيوبها وخفض الفقد منها.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة				
الحوائط	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية صغيرة (نقطية)	أسلوب تنفيذ باستخدام بلوكات الخرسانة الخفيفة	الفكرة الإنشائية لهذا النظام هي نفس الفكرة الإنشائية للحوائط الحاملة التقليدية، ولكن يتم في هذا النظام استعمال وحدات كبيرة نسبياً من البلوكات في إنشاء الحوائط الحاملة من الخرسانة الخفيفة غير المسلحة، ويعتبر هذا النظام موفراً للحديد ولا يحتاج إلى وسائل صلب أثناء التركيب ولا يحتاج في تجميعها إلى أوناش عملاقة أو وسائل ميكانيكية ضخمة.(م.٩٠،ص١٥٤)	
الأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (طولية)	طريقة الكمر السويدي	تتكون مفردات هذه الطريقة من مجموعة من كمرات سابقة الإجهاد وبلاطات صبت في موضعها، حيث يوضع القالب القياسي لبلاط الكمر السويدي بشكل يمكن تحريكه بسهولة على الحواف السفلية للكمرات دون الحاجة إلى دعامات مستقلة، وإذا كانت هناك ضرورة لاستخدام عازل حراري فإنه يوضع دائماً فوق البلاط الخرساني ثم يوصل مع أسلاك فولاذية غير قابلة للصدأ يجرى صبها داخل البلاطة الخرسانية، وتعتبر هذه الكمرات ذات خواص جيدة من حيث كونها غير قابلة للتشقق،(١) قوية،(٢) وغير نافذة للمياه،(٣) كما تتميز هذه الطريقة بتقليل طاقة الصيانة،(٤) إلى جانب ما تقدمه من حلول إنشائية للإنشاءات الخرسانية الممتدة لمسافات بعيدة دون فواصل وذلك مقارنة بالطرق التقليدية لإنشاءات الأرضيات المصبوبة في الموقع والجاهزة أيضاً.(٥) وتقوم هذه الطريقة على تخفيف الجهد داخل البلاطة الخرسانية، مع ضمان خلوها من التشوهات الصغيرة، ويساعد هذا الأسلوب على تقليل طاقة التشغيل،(٦) إلى جانب ما تتميز به من إمكانية الحماية ضد الحريق.(م.٨٩،ص٤٨،٤٧،٤٦)	

جدول(٤-١٢): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الاعتماد على العمالة

(١) ترفع الكمرات السابقة الإجهاد إلى أعلى بواسطة دعائم تثبيت قليلة قبل صب البلاطة، وبعد الصب يتم خفض أو إنزال أرضية الكمر السويدي بنفس السرعة التي تجف بها البلاطة الخرسانية بغية التعويض عن تقلص الخرسانة عندما تجف، وبقصد الحصول على بنية خرسانية خالية تماماً من التشقق وغير نافذة للماء.(م.٨٩،ص٤٦)

(٢) توفر هذه الطريقة قوة ضغط مستمرة في البلاطة بكاملها، وبعد صب البلاطة في موضعها يجرى تخفيفها من الماء بطريقة التفريغ الهوائي لتقوية الخرسانة، ثم تسوى ميكانيكياً مرتين للحصول على سطح أقوى ست مرات عما هو متاح بالطرق التقليدية.(م.٨٩،ص٤٦)

(٣) مما هو جدير بالذكر أن نظام الكمر السويدي لا يحتاج أبداً إلى المزيد من المواد المانعة لتسرب المياه عدا البلاطة الخرسانية نفسها.

٤-٢-٢-٣- بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الجزئية

تم التأكيد في الباب الثاني على أهمية اللجوء إلى أساليب التنفيذ المميكنة عند الحاجة إلى جودة وإتقان في عمليات التنفيذ أكثر من الأساليب اليدوية، أو عند الحاجة إلى سرعة تشييد(انظر ص٣٤)، ويراعى لذلك أن يكون منظور ترشيد استهلاك الطاقة من خلال هذه الأساليب معتمدة على توفير الوقت أو توفير طاقة الصيانة والهدم بالمنشأ، و تتميز الأساليب بنظام الميكنة الجزئية كونها لا تستغني عن العمالة ولو أنها تحتاج إلى أعداد أقل ومهارة أعلى من الأساليب التقليدية المستخدمة، ويلاحظ أن الأساليب المميكنة مفضلة دوماً للعناصر الحاملة بالمنشأ للتأكد من الدقة والجودة لها لكونها أكثر العناصر أهمية وعمراً، وفيما يلي طرح لبعض أساليب التنفيذ والتي يمكن استخدامها بنظام الميكنة الجزئية للعناصر الحاملة كبدائل للأساليب التقليدية.

---

(٤) تعتمد طريقة الكمر السويدي على قوى الضغط والجهد المستديمة في البلاطات المصبوبة والتي تضمن بناء عديم التشقق وغير نافذ للماء، كما يتحقق ذلك جزئياً بفضل طريقتي التجفيف والتسوية بالوسائل الميكانيكية، ويتحمل الكمر السويدي التراوح في درجات الحرارة وما ينجم عنها من تقلص وتمدد دون أن يتسبب ذلك في أي تشقق، ولقد دلت التجارب على عدم تأثر السطح الخرساني الناتج بالملح والزيت والماء والثلج وغير ذلك من المواد.(م.٨٩،ص٤٧)

(٥) يؤدي خفض ارتفاع الكمر مع زيادة البحر إلى وفر في الطاقة الإنشائية، كما أن المساحات الطولية الممتدة تعني عدم وجود أعمدة فاصلة، ويمكن الاستفادة أكثر بالفراغ عما كان عليه في السابق باستخدام النظم التقليدية، ويمكن المحافظة على ارتفاعات صغيرة للأرضيات بصرف النظر عن مشكلة الحمولة عن طريق إضافة الأسلاك المسبقة الجهد في الكمر بدلاً من زيادة ارتفاع الكمر، وهناك عدد كبير من المشاريع استخدم فيها نظام الكمر السويدي بأوروبا والمملكة العربية السعودية يوجد فيها مساحات حرة مفتوحة تمتد لأكثر من ٣٠ متراً، أما التجهيزات والتمديدات فيمكن إمرارها عبر جسم الكمر وبالتالي لا تؤثر في للارتفاع الإنشائي.(م.٨٩،ص٤٧)

(٦) من الثابت أن سقف الكمر السويدي مع العازل الحراري الذي يتكون عادة من مادة رغوية (إستايفوم)سمكها ٥سم وصوف خشبي سمكه ٠,٥ سم يحققون وفراً كبيراً في طاقة التشغيل، وقد أظهرت التجربة أنه يمكن تخفيض تكلفة تكييف الهواء بما يصل إلى ٥٠ % من قيمة أجهزة التكييف الاعتيادية إضافة إلى أنه يمكن توفير ما يصل إلى ٥٠ % أيضاً من تكاليف التشغيل باستخدامها، ويرجع ذلك للأسباب التالية:

- سطح السطح المكشوف لونه خفيف للغاية ويكاد يكون أبيض و لذا يقوم بعكس ٧٠ % من أشعة الشمس.
- تختزن حرارة الشمس في البلاطة الأسمنتية قبل وصولها إلى العازل الحراري مما يؤدي إلى تعطيل مرورها بسبب توصيل الحرارة المنخفض للمادة، وبعد ذلك فإن جزءاً يسيراً من الحرارة يصل إلى العازل.
- تختزن حرارة الشمس في البلاطة الأسمنتية أثناء النهار ثم تنعكس مرة أخرى إلى الجو أثناء الليل، وبالتالي فإن هذا يضمن المحافظة على درجة حرارة مثالية داخل المبنى.

يستخدم الصوف الخشبي بالطبقة السفلية كعازل حراري بسمك ٥سم وتغطي هذه الألواح بالأسمنت لتخفيض درجة اشتعالها عند تعرضها لحرارة عالية أو حريق،كما أن طبيعة المادة الصوفية الماصة للرطوبة تساهم في تخزين كميات كبيرة من رطوبة الهواء في الأسطح المغطاة بالأسمنت إضافة إلى فوائدها الجيدة العازلة للصوت، وأثناء الليل يمتص الصوف الخشبي الماء من الهواء الداخلي، وعندما يتبخر هذا الماء أثناء النهار يصبح الصوف الخشبي أبرد من الجو الداخلي، وهذه العملية تماثل تماماً عمل المكيفات الصحراوية المعروفة حيث تؤدي إلى تبريد الجو داخل المبنى أثناء النهار.(م.٨٩،ص٤٨)

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الجزئية				
الحوائط والأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (طولية)	أسلوب التنفيذ باستخدام الوحدات الجاهزة	يكون ذلك إما بسبق صب العناصر الإنشائية كلها أو بعضها في مكان خاص بالموقع ثم رفعها إلى مكانها النهائي بالمنشأ أو صبها منذ البداية في موضعها النهائي بالمنشأ، ويتم تجميع هذه الوحدات مع بعضها البعض بإحدى الطرق الخاصة بالوصلات سواء كانت جافة أو رطبة لتكوين الهيكل الإنشائي للمبنى، ويترك اختيار الوحدات الأخرى لتقفيل الفراغات المختلفة إما من وحدات خرسانية سابقة التجهيز أو من أي مادة أخرى خفيفة، وهذه الأساليب لا تحتاج إلى معدات أو آلات ثقيلة في الموقع غير أن عملية تجميع الوحدات تحتاج إلى وقت كبير في التنفيذ نظراً لكثرة عدد الوحدات المستعملة، والتي ينتج عنها عدد كبير من الوصلات، فتزداد الحاجة إلى عدد كبير من العمالة بالموقع.(م٣٠،ص١٥٦،١٥٥)	
	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)	نظام الحوائط الحاملة من المباني الجاهزة	يتكون هذا النظام من الحوائط الحاملة في اتجاه واحد أو اتجاهين، ومن بلاطات متصلة بالحوائط في بانوهات مديولية على أبعاد متوافقة قياسياً، وفيه يتم التركيب بوصلات خاصة بين الحوائط وبعضها وبين البلاطات والحوائط، ويتم تصنيع عناصره في المصنع ثم يتم تركيبه بالموقع، وهو يوفر ٨٠% من الأعمال التي يتم تنفيذها بالأسلوب التقليدي، ويجب أن يكون حجم ووزن الوحدات في حدود طبيعة شبكة الطرق وأساليب النقل والتركيب لإمكان نقل الإنتاج بأمان اقتصادياً.(م٩٠،ص١٥٥)	
		نظام PPE	يتم تنفيذ هذا النظام باستخدام أعمدة سابقة الصب بالمصنع بارتفاع خمسة أدوار، ويركب بينها وحدات خاصة من الطوب الأسمنتي المفرغ مع صب طبقة من الخرسانة ودون الحاجة إلى شدات، (١) ويعطي هذا النظام قابلية كبيرة لتخفيض حجم العمالة اللازمة، وتخفيض كميات الخرسانة وحديد التسليح بالموقع إلى أقل ما يمكن،(٢) وتوفير ما يقرب من ٤٠% من الوقت عن الطرق التقليدية، إلى جانب الاستغناء عن جميع أعمال الشدات.	

جدول(٤-١٣): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الجزئية

(١) يتم تركيب الأعمدة بالموقع على قواعد من الخرسانة المسلحة، وتركب كمرات رئيسية سابقة الصب سابقة الإجهاد بالموقع على مسافات كل ٦٠ سم، ويركب بينها وحدات خاصة من الطوب الأسمنتي المفرغ، وتصب طبقة من الخرسانة سمك ٥سم على الكمرات الثانوية والطوب المفرغ مسلح بشبكة من الحديد٢كجم/م٢، مما يعطي سقف متجانس تماماً دون استخدام شدات مما يوفر من زمن التنفيذ.

(٢) يؤدي استخدام الخرسانة سابقة الإجهاد إلى الحصول على قطاعات صغيرة وبالتالي وفر في كمية الحديد ٤٠% والأسمنت ٣٥%.

٤-٢-٢-٤- بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الكاملة

يلاحظ أن العناصر الحاملة أكثر العناصر أهمية لرفع جودتها ومتانتها وأكثرها جاذبية لتحويلها إلى وحدات قابلة للفك والتركيب وهذا ما يوفره نظام الميكنة الكاملة، وعلى الرغم مما تتميز به أساليب التنفيذ التابعة لهذا النظام من الاحتياج إلى معدات ذات قدرات عالية وعمالة مدربة وعمليات نقل مستمرة،(راجع الباب الثاني ص٣٤) فإن هذه الأساليب تكون ذات جدوى في المشاريع التي تستلزم سرعة وجودة منتج إلى جانب توفير طاقة الصيانة والهدم.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الكاملة				
الحوائط	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (طولية)	التنفيذ باستخدام وحدات طولية مصنعة سابقة التجهيز	يتم التنفيذ باستخدام وحدات طولية سابقة التجهيز في المصنع، [(١)] ويتم نقل تلك الوحدات إلى الموقع حيث يمكن تجميعها مع بعضها،[(م٤٣،ص١٨٨)] ويلاحظ أن عملية تصنيع العناصر في المصنع وتركيبها في الموقع يوفر ٧٠% من الأعمال في الموقع، بالإضافة إلى عملية الإنتاج بالجملة والتي تؤدي إلى وفر في الطاقة،[(م٩٠،ص١٥٥)] ويعتمد هذا النظام على أنواع مختلفة من الوصلات بين الأعمدة والكمرات والبلاطات، وعلى قياسات موديولية ومضاعفاتها بما يتناسب مع الأغراض المختلفة. [(م٣٠،ص١٥٦)]	انظر شكل (٤-٥٨)
	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية متوسطة (مستوية)	التنفيذ باستخدام حوائط مصنعة سابقة التجهيز	يشبه هذا الأسلوب أسلوب الحوائط الحاملة في المباني التقليدية من حيث تدرج سمك الحوائط،[(٢)] وتتميز هذه الطريقة بسرعة التنفيذ نتيجة للقيام بالعديد من الأعمال بالمصنع،[(٣)] إلا أنه عند التصميم الإنشائي لتلك الوحدات الحائطية لابد من الأخذ في الاعتبار القوى التي تتعرض لها تلك الوحدات،[(٤)] ويعيبها كثرة الوصلات خاصة إذا كانت الوحدات من النوع الصغير أو المتوسط مما قد يزيد من وقت التنفيذ.[(٥)] [(م٤٣،ص٢١٥،٢٠٥)]	

جدول(٤-١٤): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة بنظام الميكنة الكاملة

---

(١) تختلف هذه الوحدات من حيث الوزن والحجم باختلاف المصنع والتصميم الموضوع والحجم الفراغي المطلوب تكوينه.

(٢) يشبه هذا الأسلوب أسلوب الحوائط الحاملة التقليدية من حيث الوظيفة الإنشائية، أي أنها تقوم بنقل الأحمال الواقعة عليها بالإضافة إلى وزنها الأساسي، وهذا ما يدعو للاختلاف في تصميم الوحدات المستوية، فالحوائط الإنشائية بالدور الأرضي تختلف في تصميمها عن الحوائط الإنشائية بالأدوار التي تعلوها، وهذا طبقا للأحمال التي سوف يقوم الحائط بنقلها،وتختلف أشكال تلك الحوائط طبقاً للتصميم الموضوع فهناك حوائط مستوية مصمتة أو حوائط مفرغة أو حوائط على شكل حرف L.(م٤٣،ص٢٠٥)

(٣) يمكن إحضار الحوائط منهية تماما من المصنع ومركب عليها جميع التوصيلات الكهربائية والصحية وأيضا مخدومة، كما أن الأسطح لا تحتاج إلى بياض أو أي نوع من أنواع النهو بالموقع.(م.٤٣،ص٢٠٥)

(٤) تتعرض الوحدات إلى مجموعة من القوى نتيجة للنقل والتخزين وعمليات الرفع بالأوناش أثناء عمليات التنفيذ والتجميع في الموقع، ولذلك تكون تلك الوحدات ثقيلة نسبياً نظراً لسمكها ولزيادة كمية الحديد بها وهو لازم لمقاومة هذه القوى.(م.٤٣،ص٢١٥)

(٥) تحتاج عملية ضبط الحوائط رأسياً إلى وقت طويل ومهارة عالية ومعدات خاصة، إضافة إلى الركائز المؤقتة لصلب الحوائط.

٤-٢-٣-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء الوحدات بجزأيها الحامل والمحمول

سبق في هذا الباب استعراض بعض بدائل أساليب التنفيذ للعناصر الحاملة وغير الحاملة، ويلاحظ أن هناك نوعية وحدات أخرى سبق التعرف عليها في الباب الثاني وهي العناصر الحاملة والمحمولة معاً، وغالباً ما تكون هذه الوحدات ثلاثية الأبعاد، كما تم التعرف على خصائصها المختلفة وأقسامها والمعتمدة على حجمها بالباب الثاني أيضاً، (انظر ص ٤١) ويلاحظ أن أساليب التنفيذ لهذه النوعية من الوحدات غير شائعة في مصر إلا أنها ذات ميزات عديدة للتطبيق والدراسة، حيث تساعد هذه الوحدات في الحصول على مستوى عالي من الجودة والدقة خاصة لأنها غالباً ما تتم في المصنع إلا بعض العمليات البسيطة بالموقع، ويلاحظ أن هذه النوعية من الأساليب تساعد في الحصول على وحدات قابلة للفك والتركيب مما يساهم في تقليل الطاقة عند الهدم أو الصيانة.

وتساعد هذه الأساليب على سرعة التشييد إلا أنها تستهلك طاقة كبيرة من خلال عمليات النقل والتخزين، ويراعى عند اللجوء إلى هذه الأساليب التنوع في الوحدات المستخدمة للقضاء على الملل والنمطية، وتخفيض كمية المعدات الثقيلة بالموقع قدر الإمكان والتي غالباً ما تكون ذات قدرات شديدة الارتفاع.

وعلى الرغم من الاتجاه نحو عدم تطبيق مثل هذه الأساليب في الدول النامية كمصر إلا أنه يجب دراستها كأحد البدائل الممكنة لأساليب التنفيذ التقليدية، وفيما يلي عرض لهذه البدائل.

٤-٢-٣-١-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الجزئية

يلاحظ أن أساليب التنفيذ تحت هذا المسمى تعتمد على طريقة تشكيل الوحدات كاستخدام شدات بأشكال خاصة تؤدي إلى دمج العناصر الحاملة والمحمولة معاً، ويلاحظ أن نوعية المعدات المستخدمة بالموقع لهذه الأساليب ذات قدرات عالية إلا أنها غالباً لا تصل إلى القدرات المطلوبة لأساليب التنفيذ بنظام الميكنة الكاملة، ويلاحظ أنه في حالة استخدام الخرسانة في هذه الأساليب فإن ذلك يستهلك كمية لا يستهان بها منها، ونظراً لعيوب الخرسانة والسابق ذكرها في الباب الثاني، فإنه يستوجب في حالة استخدام هذه الأساليب البحث عن بدائل للخرسانة بما يساعد على تخفيض الطاقة المستهلكة فيها، ويفضل عند اختيار مواد بناء بديلة أن تكون خفيفة الوزن سهلة التشكيل ناعمة الملمس ولا تحتاج إلى عمليات تشطيب كبيرة.

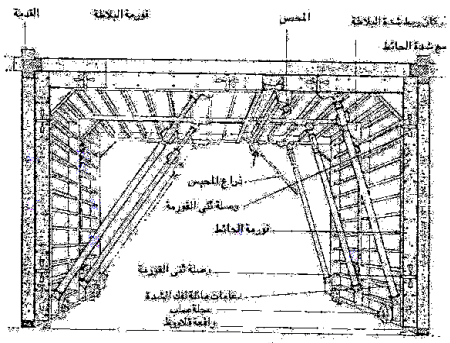
بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر الحاملة والمحمولة بنظام الميكنة الجزئية			
الحوائط والأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائية كبيرة (ثلاثية الأبعاد)	طريقة الشدات المتزلقة رأسياً	➢ تعتمد الشدات المتزلقة رأسياً Vertical Slip Form System على فكرة استمرارية عملية صب الخرسانة داخل شدات متحركة تأخذ شكل قطاع الخرسانة المطلوب، [١] ومن الخصائص المختلفة لهذا الأسلوب: ➢ السرعة العالية التي يتم بها تنفيذ المنشآت.[٢] ➢ إمكانية تركيب المصاعد في مرحلة مبكرة جداً من التنفيذ.[٣] ➢ إمكانية تقليل سمك الحائط.[٤] ➢ التخلص من مشكلة الأخشاب اللازمة لعمل الشدات وكذلك النجارين، وتوفير عدد كبير من العمال اللازمين لصب الخرسانة.[٥] ➢ يرتبط معدل الصب بمقدار الشك الابتدائي للخرسانة.[٦] (م.٧٢،ص١٢٨)	انظر شكل (٤-٦٠)
		نظام الشدات النفقية	تتلخص طريقة الشدات النفقية Tunnel form construction في إمكانية صب الحوائط وبلاطة السطح في نفس المكان خلال عملية واحدة بواسطة قوالب من الصاج سهلة التنقل، وتمتاز بسرعة وسهولة الاستعمال، وتتكون من قالب من الصاج أو الصلب على شكل حرف Uمقلوبة مقوى من الخارج بأعصاب من الصلب، وزيادة في المرونة قد تأخذ الشدة شكل حرفL،[م.٧٢،ص١٢٨] ومن الخصائص المختلفة لهذا الأسلوب: ➢ إمكانية سحب الشدات رأسياً أو أفقياً حسب نوعية البناء بعد حوالي ١٥ ساعة من الشك الابتدائي عندما تكون درجة الحرارة عالية أو طبيعية. ➢ سرعة التنفيذ مع قلة العمالة وتتحدد طاقة الرافعات المستعملة في عملية البناء تبعاً لكمية المواد المستخدمة وثقل العناصر سابقة التجهيز المستخدمة. ➢ الكفاءة العالية في التشطيب.[٧] ➢ يمكن إعادة استخدام القوالب في عدة مشاريع لها نفس الوحدة القياسية. ➢ تحتاج هذه الطريقة إلى دقة عالية و مراقبة لجميع أعمال التنفيذ. ➢ معدل سرعة التنفيذ متوسط.[٨] (م.٧٢،ص١٣٢)	انظر شكل (٤-٥٩) (٤-٦١)

جدول(٤-١٥): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة والمحمولة بنظام الميكنة الجزئية.

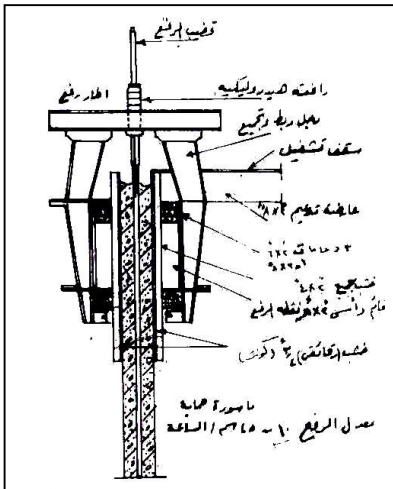
(١) يرتبط معدل سرعة تحرك الشدة بزمن شك الخرسانة والذي يسمح لها بأن تحافظ على تشكيلها تحت وزن ثقلها الذاتي بعد تحريك الشدة، وتحتاج هذه الطريقة إلى فنيين لمراقبة العمل حتى يمكن تلافي أي عطل قد يحدث أثناء التشغيل.(م.٣٠،ص١٧٠)

(٢) ذلك نتيجة لاستمرار عمليات الصب أوتوماتيكياً ليلاً ونهاراً حيث يرتفع المنشأ حوالي من ٥-٧ متر يومياً.(م.٣٠،ص١٧٠)

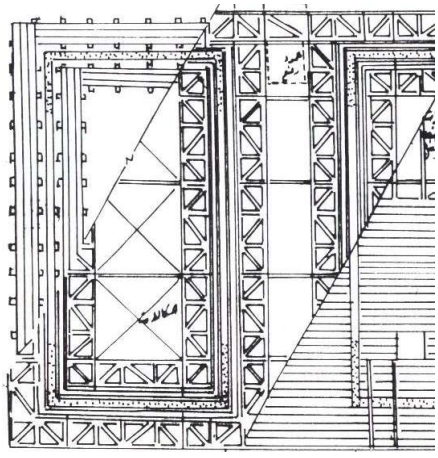
شكل (٤-٥٨):استخدام وحدات طولية سابقة التجهيز.(م.٤٣،ص١٨٨)



شكل(٤-٥٩):الشدة النفقية التقليدية.(م.٣٠،ص١٩٠)



شكل(٤-٦٠):نظام الشدات المترلقة.(٩)



شكل(٤-٦١):مسقط أفقي للشدة المترلقة.(٩)

(٣) يمكن بمجرد الانتهاء من أبراج المصاعد المساعدة في عملية نقل المواد والعمال إلى الأدوار العليا، وفي هذا اختصار وتوفير كبير في معدات الرفع التي يمكن عندئذ الاستغناء عن جزء لا بأس به منها.(م.٣٠،ص١٧٠)

(٤) يتم وضع لوح أو حشوة داخل الشدة، وتكون الموازنة هنا بين كمية الخرسانة التي يتم توفيرها وبين طاقة العمالة اللازمة لتحوير الشدة.(م.٣٠،ص١٧٠)

(٥) منشور: الشركة المصرية لتطوير صناعة البناء، ليفت سلاب مصر، ١٩٨٠م.

(٦) يرتبط معدل الصب بدرجة حرارة الجو، فقد يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى انخفاض معدل رفع الشدة، ويمكن التغلب على ذلك عن طريق زيادة الارتفاع في عمق الشدة، أو إضافة بعض الطرق لتجفيف الخرسانة بالبخار.(م.٧٢،ص١٢٨)

(٧)تمكن الحوائط الناعمة الناتجة من هذه الطريقة من الاستغناء عن البياض واستخدام الدهان مباشرة.(م.٧٢،ص١٣٢)

(٨) يعتبر معدل سرعة التنفيذ غير عالي نتيجة أنه لا يمكن رفع الشدات قبل وصول الخرسانة إلى قوتها حتى تستطيع أن تتحمل وزنها بالإضافة إلى الأحمال الواقعة عليها، لكن من الممكن التغلب على ذلك بواسطة تزويد هذه الطريقة بوحدة إنضاج للخرسانة المسلحة بالبخار للمساعدة على تعجيل تصلبها، وبالتالي رفع معدل سرعة تنفيذ المبنى.(م.٧٢،ص١٣٢)

(٩) شعيب كامل ابراهيم، صناعة البناء في الدول النامية-دراسة تحليلية لتقييم تجربة تطبيق أسلوب سبق التجهيز في سورية، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٥م، ص٤٨،٤٧.

٤-٢-٣-٢-بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الكاملة

تعتبر هذه الأساليب من أكثر الأساليب جودة ودقة، حيث يمكن التحكم الدقيق في كل مكوناتهـــا إلى جانـــب الأعمال الإضافية التي تتم عليها في المصنع، إلا أن غالبية هذه الأساليب تواجه مشكلة في عمليات النقل، حيـــث يستلزم نقل الوحدات كاملة من مناطق إنتاجها إلى مناطق تجميعها، ويراعى لتقليل طاقة النقل والتركيب الاختيار المناسب للمادة التي يتم بها التنفيذ لمثل هذه الأساليب، وتتميز هذه الأساليب بالسرعة إلى جانب جودة المنشأ، إلا أن تأثيرها السلبي بالنسبة للدول النامية تكمن في الاستغناء عن العمالة المتوفرة.

بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في بناء العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الكاملة			
الحوائط والأسقف	التنفيذ باستخدام وحدات بنائيـــة كـــبيرة (ثلاثية الأبعاد)	التنفيذ باستخدام وحدات صندوقية مصنعة سابقة التجهيز	يعتمد هذا الأسلوب على تصنيع عناصر الوحدات الصندوقية في المصـــنع وتركيبها في الموقع، وهذه الوحدات عبارة عن صندوق مكون من بلاطات وحوائط حاملة وأسقف، ويتم توزيع الأحمال فيها من حمـــل الصـــندوق بالكامل إلى ما أسفله، وهو يوفر ٨٥% إلى ٩٠% من الأعمال في الموقع التي يتم تنفيذها بالأسلوب التقليدي،(م.١٥٥،٩٠) وتنقل الوحدات الصندوقية وزنها ووزن جميع الوحدات التي فوقها إلى الأرض.(١) ويوجد وحدات صندوقية مختلفة الأحجام صغيرة أو متوسطة أو كـــبيرة ولكل منها خصائص مختلفة تؤثر على أسلوب التنفيذ لكل منهم كطاقـــة النقل وعدد الوصلات،(٢)(١) ويتم تركيبها بعدة طرق منها: ➢ طريقة الرص المنتظم.(٣) ➢ الطريقة التبادلية.(٤) ➢ الطريقة الكابولية.(٥) ➢ الطريقة المركبة في التجميع.(٦)(١)	انظـــر شكل (٤-٦٢) انظـــر شكل (٤-٦٣) (٤-٦٤) (٤-٦٥) (٤-٦٦)
		أسلوب التنفيذ باستخدام وحدات إطاريـــة ثلاثيـــة الأبعاد	تجمع هذه الوحدات بين استخدام الحوائط الحاملة والإطارات في إنشائها، حيث أمكن باستخدام هذه الوحدات مراعاة بعض الخصائص كإمكانيـــة نقلها وهي في حالة منطبقة إلى الموقع لتقليل حجمها أثناء عملية النقـــل، ويمكن تجميع وحدات مجهزة للنقل تتكون من إطار ثلاثي الأبعـــاد مـــن قطاعات الصلب بطول يصل إلى ١٨م لتكوين مجموعة سكنية بارتفاع لا يزيد عن ثلاثة طوابق.	

		وتستعمل عادة ألواح الألمونيوم واللدائن لتكسية السطح الخارجي للوحدات الصندوقية مع استخدام رغوات اللدائن في العزل الحراري للحوائط الخارجية، ويتم فتحها بالموقع لتصل إلى حجمها الطبيعي، وقد تضاف إليها بعض العناصر سهلة التشكيل والتصنيع مثل قباب البولي يوريثان التي يسهل عملها بالرش على شدة غشائية منفوخة بضغط الهواء، هذا إلى جانب إمكانية التصميم بشكل يسمح بالتوسع وإمكانية تهيئة مسطحات كبيرة مزودة بالخدمات اللازمة.(٧) (٨)	
	أسلوب تنفيذ الوحدات المنحنية ثلاثية الأبعاد	تطورت طرق إنتاج وتشييد الوحدات الصندوقية بدرجة كبيرة مع استخدام اللدائن في صورة إنشاءات منحنية ثلاثية الأبعاد ذات سمك رقيق وكفاءة إنشائية كبيرة، وأصبح ذلك بديلاً عن تجميع ألواح اللدائن أو المعادن المسطحة والتي تحتاج إلى هيكل إنشائي من الصلب، كما تطور استخدام رغوات اللدائن بالطبقات الداخلية للحوائط المشكلة من ألواح اللدائن، مما ساعد على تحسين الخصائص الوظيفية الحرارية للوحدات وإمكانية استخدامها في مباني الشاليهات والمساكن المؤقتة والدائمة. (٨)	
	أسلوب تنفيذ الخلايا الصندوقية	تستعمل الوحدات الصندوقية كخلايا يتكون منها العديد من التشكيلات والتكوينات المعمارية المركبة، وفي هذه الحالة يمكن أن ترتكز الوحدات على بعضها البعض بحد أقصى ثلاثة أدوار، ولتجميعها رأسياً أكثر من ذلك يستلزم وجود إطارات إنشائية ثابتة ومجهزة بتوصيلات المرافق والعناصر الميكانيكية وعناصر الاتصال الرأسية، ويمكن تركيب الوحدات الصندوقية أو الخلايا الموديولية داخلها وتسمى في هذه الحالة كبسولات Plug-in Capsules، وقد تجمع حول محور هيكلي من الخرسانة المسلحة.(٨)	

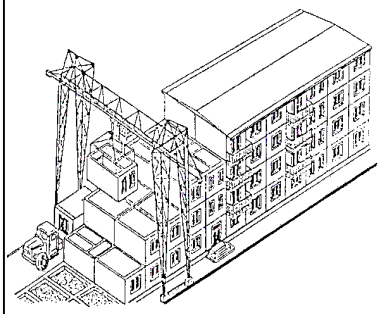
جدول(٤-١٦): بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر بجزأيها الحامل والمحمول بنظام الميكنة الكاملة.

---

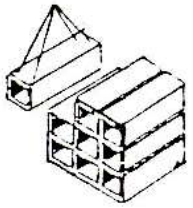
(١) شعيب كامل ابراهيم، صناعة البناء في الدول النامية-دراسة تحليلية لتقييم تجربة تطبيق أسلوب سبق التجهيز في سورية، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٥م، ص٤٨،٤٧.

(٢) توجد عدد من الوحدات الصندوقية مختلفة الأبعاد منها:

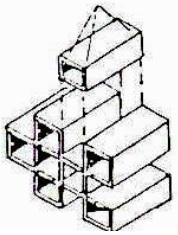
- وحدات صندوقية صغيرة، وتتميز بسهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع وسهولة التشغيل في الموقع مع استخدام أوناش وعمالة فنية في الموقع لتجميع الوحدات، والحاجة إلى وقت كبير في عملية الإنشاء.(م.٤٣،ص٢٢٧)
- وحدات صندوقية متوسطة، وهي تتميز بسهولة نقل هذا الحجم من الوحدات واحتياجها إلى وقت أقل في عملية الإنشاء من الحجم السابق، لكن يعيبها وجود وصلات في الوحدة السكنية الواحدة.(م.٤٣،ص٢٢٨)
- وحدات صندوقية كبيرة، وهي تتميز باحتوائها على عدد قليل من الوصلات، والوصلة غالباً ما تتركز بين الوحدات وبعضها إلى جانب سرعة الإنشاء، حيث تأتي الوحدة السكنية على أجزاء كبيرة أو كوحدة واحدة، وممكن أن تكون كاملة التشطيب والتجهيز، لكن تظهر مشكلة صعوبة نقل حجمها الفراغي الكبير بالإضافة لوزنها الثقيل، والتي تحد من طولها وعرضها وارتفاعها.(م.٤٣،ص٢٣٠)



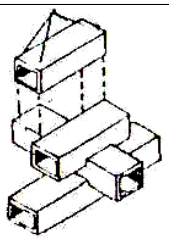
شكل(٤-٦٢):
استخدام الونش العباري في تشييد منشأ بالوحدات الصندوقية.(م.٣٠،ص١٦٤)



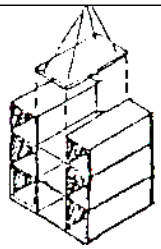
شكل(٤-٦٣):طريقة الرص المنتظم.[٩]



شكل(٤-٦٤):
الطريقةالتبادلية.[٩]



شكل(٤-٦٥):الطريقة الكابولية.[٩]



شكل(٤-٦٦):الطريقة المركبة.[٩]

(٣) توضع الوحدات وتجمع بجانب وفوق بعضها البعض مما ينتج عنه ازدواجية الحوائط والأسقف، ولذلك تعتبر هذه الطريقة مكلفة.

(٤) توضع الوحدات وبينها فراغات في النصف الأول، ثم توضع الوحدات في الدور الثاني بحيث تعلو الوحدات فراغات وتعلو الفراغات وحدات، وبهذه الطريقة لا يحدث ازدواج للحوائط أو الأسقف، وتستخدم بعض الوحدات المستوية لتقفيل جوانب المبنى والأسقف.(١)

(٥) يتم تجميع الوحدات بحيث يكون لكل وحدة ركوب أو كابولي على الوحدة السفلية، وتوضع الوحدات الصندوقية إما متوازية أو عمودية فوق بعضها، ويجب أن يكون الصندوق الموديولي بالطول والحجم المناسب والذي يسمح بالارتكاز.(١)

(٦) ترص الوحدات في صفوف رأسية مع ترك مسافات بين كل مجموعة وأخرى، ويتم استخدام وحدات سابقة التجهيز لتسقيفها مستخدماً الوحدات الصندوقية نفسها، ويمكن استعمالها كفراغات معيشة.(١)

(٧) يمكن إمداد هذه المساكن المتحركةTrailers بالمياه والكهرباء ونظم الاتصالات وغيرها من الخدمات والمرافق.(٨)

(٨) رضا أحمد سيد نصير، الإنشاءات الخفيفة-تأثير المناخ على إمكانية تطبيقها في مصر، ماجستير، جامعة عين شمس، ١٩٩١م.

(٩) شعيب كامل ابراهيم، صناعة البناء في الدول النامية-دراسة تحليلية لتقييم تجربة تطبيق أسلوب سبق التجهيز في سورية، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٥م، ص٤٨،٤٧.

خلاصة الباب الرابع

أمكن في الباب الثالث التوصل إلى جدول مقترح يمكن به مقارنة بدائل العوامل المختلفة المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، كما أمكن تحديد عناصر التقييم المقترحة والمستخدمة لتحديد أفضل البدائل الممكنة، وفي سبيل الحصول على جدوى من هذا الجدول كان لابد من التعرف على إمكانية الحصول على الكم الهائل من بدائل العوامل المختلفة والتي لا يتم التطرق إليها أو دراسة إمكانية تطبيقها عند القيام بعمليات التشييد، وبالتالي فإن البحث عن بدائل للعوامل المختلفة والمؤثرة على استهلاك الطاقة هو طريقة غير مباشرة للترشيد وهو ما يسمح بالتحرك على أحد أضلاع الجدول السابق، وفي الباب الخامس تم استعراض اتجاهات عديدة باستخدام طرق ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وهو ما يسمح بالتحرك على الضلع الآخر من الجدول بتطبيق بترشيد استهلاك الطاقة من خلال عناصر التقييم المقترحة لكل بديل من هذه البدائل، ومن خلال الحركة على الضلعين يتم اختيار أكثر البدائل ترشيداً لاستهلاك الطاقة واستخدامه، هذا مع مراعاة أن لكل موقع ونوعية مشروع ظروف مختلفة عن الأخرى مما يستوجب التقييم المستمر لكل مشروع يتم تشييده، ويهدف هذا الباب إلى:

- اتجاه البحث عن بدائل جديدة للعوامل التقليدية والتي سبق ذكرها وذكر خواصها المختلفة بالباب الثاني.
- فتح أفق المعماري إلى ما هو أبعد من ترشيد استهلاك الطاقة من خلال علاج عيوب العوامل التقليدية والمماطلة فيها دون فائدة، إلى إمكانية البحث عن بدائل لها تكون أكثر ترشيداً لاستهلاك الطاقة.
- تعريف المعماري بالمدى الواسع من الاختيارات والتي تزداد مع التطور المستمر، مما يستوجب من المعماري متابعة آخر التطورات في هذه المجالات لاختيار الأنسب والأفضل بدلاً من التقيد بقيود العوامل التقليدية.

ويمكن بعد التعرف على العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى شاملة مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم والتحكم في الوقت ومعرفة أقسامها وتأثيرها على استهلاك الطاقة بالباب الثاني، وبعد التعرف على العوامل التقليدية لكل منها وذكر خواصها ومواضع هدر الطاقة بها، طرح بعض البدائل لأكثر هذه العوامل أهمية وتأثيراً على الاستهلاك وهما مواد البناء المستخدمة وأساليب التنفيذ، وذلك للأسباب التالية:

- اتساع مجالاتهما وتنوعها وظهور الجديد لهما بصفة دورية ومستمرة.
- أهمية هذه العوامل لما لهما من تأثير على غيرهما من العوامل الأخرى سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، فمثلاً تتحكم مادة البناء المستخدمة في نظام البناء المتبع وعملية التصميم كما تتحكم عملية التصميم في كيفية التحكم في الوقت وبالتالي فإن لمواد البناء السيطرة على كل هؤلاء.
- يلاحظ من الباب الثاني وبعد استعراض العوامل التقليدية المتبعة حالياً أن مواد البناء وأساليب التنفيذ المستخدمة حالياً ذات استهلاك عالي للطاقة، مما يستوجب سرعة استبدالهما أو ترشيد استهلاك الطاقة بهما في حين أن العوامل الأخرى تتشكل تبعاً لهما.

- العلاقة الوطيدة بين مواد البناء المستخدمة وأساليب التنفيذ حيث يسمح الجديد في أحدهما إلى ظهور الجديد في الآخر.

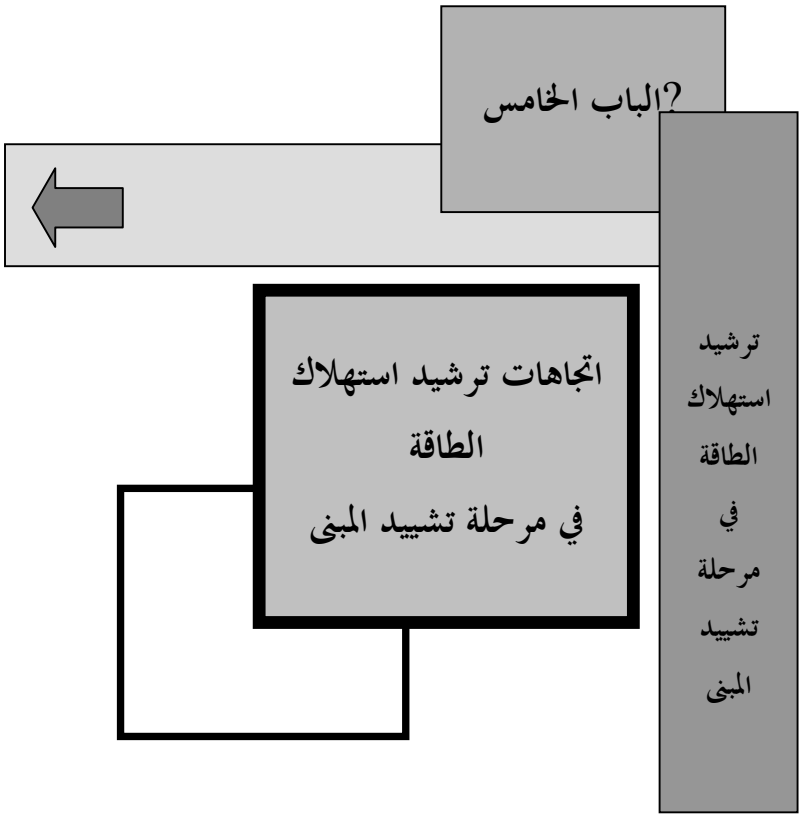
ولقد أمكن طرح بعض البدائل لهذين العاملين والتي على المعماري دراستها وتحليلها والبحث عن مزيد منها للانتقاء منها بعد تقييمها من حيث استهلاكها من الطاقة وفق جدول التقييم السابق اقتراحه مع أي من البدائل الأخرى، وتم التركيز على بعض بدائل العوامل التقليدية كالآتي:

- بعض بدائل مواد البناء المستخدمة.
  - بدائل الخرسانة المسلحة التقليدية ومكوناتها (ركام، أسمنت، ماء الخلط، حديد تسليح).
  - بدائل الطوب الأحمر.
  - بدائل الأخشاب.
- بعض بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة.
  - بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر غير الحاملة (بنظام البناء الذاتي، بنظام الاعتماد على العمالة، بنظام الميكنة الجزئية، بنظام الميكنة الكاملة).
  - بدائل أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر الحاملة(بنظام البناء الذاتي، بنظام الاعتماد على العمالة، بنظام الميكنة الجزئية، بنظام الميكنة الكاملة).
  - أساليب التنفيذ المستخدمة في العناصر بجزأيها الحامل والمحمول (بنظام الميكنة الجزئية، بنظام الميكنة الكاملة).

ومما سبق يمكن التوصل إلى ما يلي:

- يجب عمل الدراسات والأبحاث عن الخامات المتوافرة في مصر لمعرفة إمكانية كل منطقة بما يسمح باستخدام مواد محلية من موقع البناء.
- أهمية الكشف عن الإمكانيات غير المستغلة في الأراضي المصرية والتي يمكن بالتعرف عليها فتح مجالات أوسع لمواد البناء المستخدمة في مصر.
- إمكانية تحسين خواص مواد البناء المستخدمة بدلاً من استخدامها بعيوبها المتعارف عليها.
- إمكانية الاستغناء تماماً عن مواد البناء التقليدية المستخدمة عالية الاستهلاك للطاقة كالأسمنت، وحديد التسليح والطوب الأحمر والألمونيوم والزجاج.
- اتساع مجالات أساليب التنفيذ التي يمكن استخدامها من خلال جميع نظم البناء المتبعة وباختلاف الوحدات المستخدمة في التنفيذ.
- إمكانية التطبيق المحلي لأساليب التنفيذ المستخدمة بنظام البناء الذاتي ذات الجدوى العالية للتطبيق، خاصة في الدول النامية ذات الكثافات السكانية العالية والازدياد المطرد في السكان كمصر، إلى جانب مساعدتها على الإنشاء السريع واستغلال الطاقات الكامنة لقاطني المسكن.
- أهمية الدراسة الجيدة والمتعمقة في أسلوب التنفيذ المستخدم قبل اختياره تبعاً لموقع الإنشاء والظروف المحيطة، حيث أن أحد أساليب التنفيذ قد تكون الأفضل في أحد المشاريع مما لا تستوجب كونه كذلك في مشاريع أخرى.

- أهمية فتح أبواب البحث عن بدائل لأساليب التنفيذ المستخدمة والتي تفي باحتياجات وظروف معظم المواقع في مصر، وبما يحقق ترشيد استهلاك الطاقة.


الباب الخامس؟
ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى
اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة
في مرحلة تشييد المبنى

الباب الخامس: اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تم في الباب الأول استعراض مشكلة الطاقة المتزايدة مع الوقت والتعرف على أهمية البحث عن حل سريع، كما تم استعراض الاتجاهات المختلفة والتي يمكن بها دراسة استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بالباب الثاني، ومنه تم التوصل إلى أهمية ترشيد استهلاك الطاقة في هذه المرحلة مع مراعاة الجوانب البيئية المصاحبة لها بما يضمن الاتجاه نحو معمار أخضر سليم، وفي الباب الثالث تم التعرف على جدول التقييم المقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال اختيار أكثر العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة ترشيداً لهذا الاستهلاك، كما تم في الباب الرابع التعرف على بعض البدائل لهذه العوامل ليمكن بالبحث من خلالها ترشيد استهلاك الطاقة بشكل أسرع من تطبيق طرق الترشيد المختلفة على أي منها.

وأخيراً تم لاستيفاء نواحي الترشيد الممكنة في مرحلة تشييد المبنى طرح السبل المختلفة لها من خلال تطبيق طرق الترشيد المختلفة والسابق ذكرها بالباب الأول (راجع ص١٠) على جميع الاتجاهات السابق دراستها، وبالتالي يمكن من خلال الجدول المقترح تطبيق ترشيد استهلاك الطاقة من خلال الضلع الآخر منه لتطبيق الترشيد على كل بديل من البدائل الممكنة على حدة من خلال عناصر التقييم المقترحة، وتبدأ وسائل الترشيد من تطبيق طرق الترشيد من خلال عناصر استهلاك الطاقة ومن خلال أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ومن خلال العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة نفسها لترشيد الطاقة لغيرها من العوامل.

كما لابد من الاهتمام بالبيئة لما لها من وزن في ميزان الطاقة، وخاصة بعد التعرف على التأثير السلبي لمرحلة تشييد المبنى على مكونات البيئة المختلفة سواء بتلوثها أو بتدهورها كما جاء بالباب الثاني من البحث، وبعد التعرف على أهمية معالجة الخلل البيئي الناتج عنها.

٥-١-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

تم التعرف على أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بالباب الثاني بداية من التصنيع إلى النقل والتنفيذ(انظر ص٥٨)، ويتم استهلاك الطاقة فيها من خلال عناصر الاستهلاك المختلفة متمثلة في المعدات والعمالة إلى جانب المهدر من الطاقة في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات، وبمعرفة أنه يمكن ترشيد استهلاك الطاقة بطرق مباشرة بتحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة، وبطرق غير مباشرة باستخدام بدائل للطاقة أو لعناصر استهلاك الطاقة كما جاء بالباب الأول(انظر ص٨) يمكن تحديد الاتجاهات التي سيتم على أساسها ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أقسام استهلاك الطاقة المختلفة بمرحلة تشييد المبنى.

٥-١-١-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء

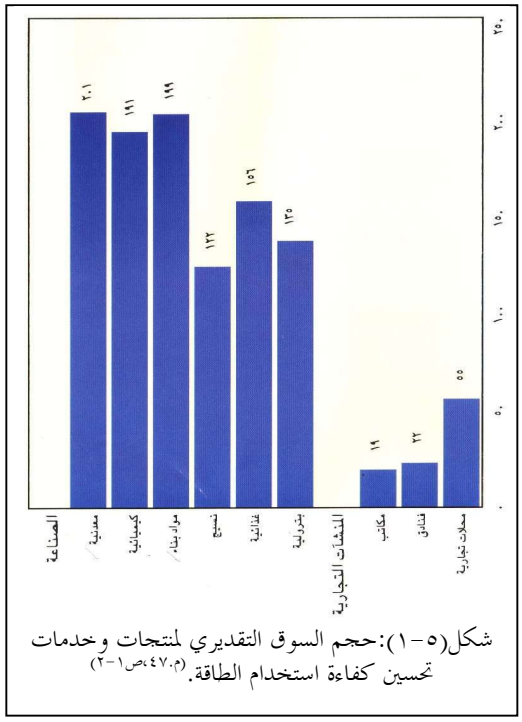
يمكن بعد التعرف على طاقة تصنيع مواد البناء والمستهلكة من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة في هذه المرحلة، وكذلك بعد التعرف على أقسامها سواء كانت لمواد البناء الأساسية أو المساعدة متمثلة في طاقة التحجير وطاقة التكوين، (انظر ص٦٤) يمكن التعرف على كيفية ترشيد هذه الطاقة بالاستعانة بالطرق المختلفة لترشيد استهلاك الطاقة المباشرة وغير المباشرة.

ولقد بينت دراسة قام بعملها مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة أنه يمكن توفير ٣,٥ جيجاوات ساعة سنوياً في الصناعة وحدها بحلول عام ١٩٩٦م، وذلك إذا تم اتخاذ الإجراءات المختلفة والضرورية لترشيد استهلاك الطاقة في القطاعات الصناعية، وقد تصل وفورات الطاقة إلى ٦٠ % من الاستهلاك الحالي في بعض الحالات. (م٤٦،ص٢٦)وفي تقرير آخر قام به مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة اتضح فيه أن مواد البناء والصناعات المعدنية من أهم المنتجات التي يمكن فيهما تحسين كفاءة استخدام الطاقة، حيث بينت الدراسة أن أكبر المصانع بها شدة طاقة [1] تتبع قطاعاتهما، ومن أمثلة هذه القطاعات: الحديد والصلب-المعادن-الأسمنت-الزجاج، ويعتبر الأسمنت هو أكبر مصنع ذا تكلفة للطاقة السنوية،(م٤٧،ص٢-٧،٢-٨) وتمثل التقديرات الواقعية لإمكانيات التوفير في الطاقة في الصناعة المعدنية نسبة٢٠-٤٥ %وفي صناعة الأسمنت ١٠-٥٠ %.(م٤٦،ص١٣)

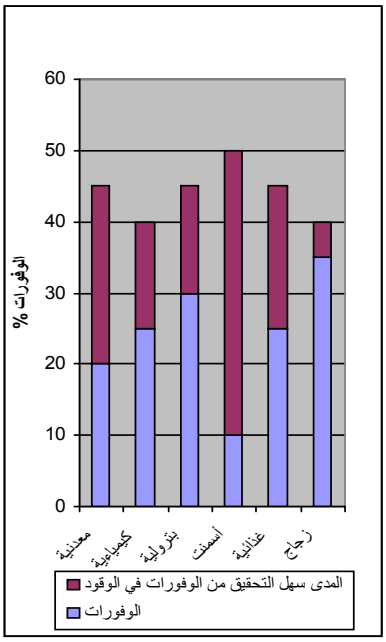
وبدراسة إمكانية تحسين كفاءة استخدام الطاقة وجد أنه يمكن أن يتم في المجالات التالية:(م٤٧،ص٣-٣إلى٣-١٣)

- مجال التسخين في العمليات الصناعية: من الأسواق الأساسية المستهدفة الزجاج ومن الثانوية الأسمنت.
- مجال استرجاع الحرارة/الطاقة في الصناعة: من الأسواق الأساسية المستهدفة الزجاج ومن الثانوية الأسمنت.
- مجال أنظمة القدرة والبخار: من الأسواق الثانوية المستهدفة الأسمنت.
- مجال الأنظمة الكهربائية: من الأسواق الأساسية المستهدفة الأسمنت ومن الثانوية الصناعات المعدنية.
- أنظمة التسخين والتهوية والتكييف: من الأسواق الثانوية المستهدفة الأسمنت.
- أنظمة الإضاءة: من الأسواق الأساسية المستهدفة الأسمنت والصناعات المعدنية.
- مجال معدات القياس والتحميل: من الأسواق الأساسية المستهدفة الزجاج ومن الثانوية الصناعات المعدنية والأسمنت.
- مجال أنظمة التحكم في العمليات والمنشآت:من الأسواق الأساسية المستهدفة الزجاج والأسمنت ومن الثانوية الصناعات المعدنية.(انظر شكل (٥-١)،(٥-٢))

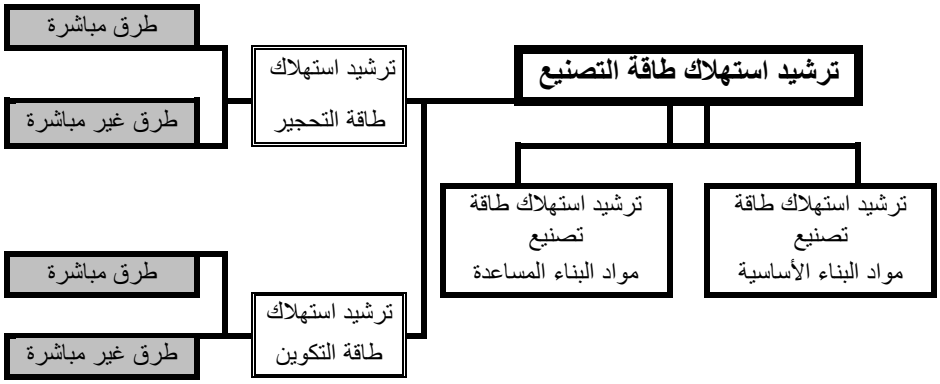
(١) نسبة الطاقة إلى تكلفة الإنتاج الكلية.



شكل(٥-١):حجم السوق التقديري لمنتجات وخدمات تحسين كفاءة استخدام الطاقة.(م٤٧.٠،ص١-٢)



شكل(٥-٢):النسبة المئوية للوفورات في بعض الصناعات.(م٤٦.٠،ص٢٧)



شكل (٥-٣):أقسام ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء

ويمكن طرح بعض أساليب ترشيد استهلاك الطاقة الممكن استخدامها لترشيد استهلاك طاقة التصنيع من خلال الجدول التالي ذكره لمختلف مراحل التصنيع.

٥-١-١-١-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية				
طاقة التحجير	طرق مباشرة	تحسين كفاءة الأداء	➢ الاتجاه إلى التشغيل الآلي للمحاجر [١] حيث يمتاز بإمكان الحصول منه على مواد نظيفة مطابقة للمواصفات يمكن استعمالها مباشرة.[٢](م.١٨،ص٢٥)	
		خفض الفقد في الطاقة	➢ مراقبة وضبط جودة المواد في مواقع إنتاجها[٣] وعدم السماح لأي منجم أو مقلع أو معمل أو مصنع باستخراج مواد غير مطابقة للمواصفات، حيث يمكن أن يتم فحص المواد في ظروف جيدة وبسهولة في مواقع إنتاجها خاصة أن عدد المصانع قليل إذا ما قورن بعدد المناطق التي تورد لها المواد.(م.٥٦،ص٢١)	
	طرق غير مباشرة	استخدام بدائل للطاقة المستخدمة	➢ الاستغناء عن الأساليب البدائية لعملية تفتيت الصخور واستخدام أساليب أكثر تطوراً مع مراعاة تقليل التلوث، وذلك كاستخدام مواد تفتيت الصخور والخرسانات المسلحة[٤] والتي تقوم فكرتها على استبدال طاقة الوقود أو الكهرباء بطاقة كيميائية، حيث تعتمد على التفاعل بين المواد بالتكسير بدون تفجير في وقت قصير.(م.١٠٣،ص١)	انظر شكل (٥-٤، ٥-٥)

(١) إذا أخذ في الاعتبار أن التشغيل اليدوي في المحاجر عملية شاقة وتحتاج إلى مجهود عضلي كبير تحت الظروف الجوية العنيفة أصبح لزاماً من الناحية الإنشائية أن يعدل عنه، كما يصعب بالتشغيل اليدوي استغلال المحاجر بطاقتها الكاملة لإعطاء المعدلات الكبيرة التي تتطلبها الأعمال الجارية. (م.١٨،ص٢٥)

(٢) يمكن بخلاف الزلط المنتج بالطرق اليدوية استعمال مواد المحاجر الآلية مباشرة في الخرسانة، حيث يحتاج الزلط في أغلب الحالات إلى إعادة هزه في موقع العمل قبل الاستعمال، ويترتب على ذلك زيادة التكلفة بحوالي ١٥% من ثمن الزلط بالموقع. (م.١٨،ص٢٥)

(٣) جرت العادة أن تتم عملية ضبط الجودة في الموقع الذي تستعمل فيه هذه المواد، حيث تورد المنتجات وهناك يجرى أخذ عينات لفحصها، فإذا اجتازت المواد الفحص سمح باستعمالها وإلا ترفض وتطلب إزالتها وإحضار بديل لها، وتستغرق عملية الإزالة والتبديل وقتاً تتعطل أثناءه الأعمال، ومما يزيد الأمر سوءاً أنه بعد أن يتم استبدال المواد وتؤخذ منها عينات وتفحص قد تفشل هذه المواد مرة ثانية، وقد تفشل مرة ثالثة ورابعة وقد يماطل المقاول في إزالة المواد غير الصالحة مما يزيد في التعطيل والضرر، وحتى لو نجحت في المرة الأولى واستعملت ثم ورد المزيد منها وتم فحصها فإنها قد تفشل مما يعني استمرار عملية الفحص والمراقبة كلما وردت مجموعة جديدة.(م.٥٦،ص٢١)

(٤) يوجد منها عدة أنواع يمكن استعمالها في جميع الظروف المناخية والبيئية وفي أي مكان وفي درجات حرارة مختلفة، ويوجد منها نوع يستخدم في حالة المطر الشديد ونوع يستخدم في حالة الترخيم الأفقي، تعتمد فكرة عملها على خلط المادة مع الماء بنسبة ٣٠% بالوزن وصب الخليط في ثقوب يتم حفرها في الصخور والخرسانات، ونتيجة لتفاعل المادة مع الماء يزداد حجمها وينجم عنه تمدد جانبي لهذا المحلول تصل قوته إلى ٨٠٠٠ طن/م^{٢} على جوانب الصخر أو الخرسانة المراد تكسيرها، وحيث أن أعلى قوة تحمل للصخور والخرسانات تصل إلى ٢٠٠٠ طن/م^{٢} فإن ذلك يؤدي إلى تشققها وتكسرها، وبعد ذلك يسهل إزالتها.(م.١٠٣،ص١)

طاقة التكوين	طرق مباشرة	تحسين كفاءة الأداء	**أساليب الإجراءات** التنظيمية[1]	➢ تطبيق مبدأ الإدارة الشاملة للطاقة (TEM) Total Energy Management، والذي يتم تطبيقه بالفعل في مصر والتابع لمشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة، شاملاً إجراءات "ترتيب المترل"[2] أو فرص ترشيد استهلاك الطاقة من نوع "التشغيل والصيانة"، إلى جانب مجموعة عريضة من الإجراءات، وقد أمكن الخفض في استخدام الطاقة في بعض الصناعات كما في الصناعات المعدنية بنسبة ٢٠-٤٥% والأسمنت بنسبة ١٠-٥٠% والزجاج بنسبة ٣٠-٤٠% من خلال هذه الإجراءات.(م.٤٦،ص١٣)	انظر جدول (٥-٢)
				➢ تنسيق الأحمال الصناعية بحيث لا تتطابق مع الذروة المسائية للشبكة دون أي مساس بإنتاج هذه المصانع، [3] ونجاح ذلك التنسيق سيؤدي إلى تخفيض أحمال الذروة المسائية بحوالي ١٥٠ ميجاوات.(م.٩٠،ص٦١) ➢ إنشاء نظام محاسبي للطاقة[4] وهو نظام يماثل النظام المحاسبي المالي، والذي يهدف إلى تحديد مسارات الطاقة داخل المنشأة وكيفية استهلاكها كماً ونوعاً.[5]	

(١) تتلخص أساليب الإجراءات التنظيمية في وضع مجموعة من اللوائح والتشريعات تساعد عند تطبيقها في الحد من الإسراف في استهلاك الطاقة والوصول بذلك إلى المقننات المثلى، حيث تمكن الأساليب التنظيمية من الوصول إلى نتائج مباشرة وسريعة للترشيد في استهلاك الطاقة في مدى زمني قصير، وفي إطار من التنسيق على المستوى القومي.(ألهام ابراهيم حجازي، ترشيد استخدام الطاقة في القطاعات الصناعية المختلفة، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا-مجلس بحوث الكهرباء والطاقة، ١٩٩٢م،ص٨٩٩).

(٢) ترتيب المترل يعني إنشاء إدارة للطاقة داخل كل مصنع على رأسها مدير متخصص وتتكون من أخصائيين في الطاقة.(م.٩٠،ص٦٨)

(٣) طبقت سياسة تنسيق الأحمال الصناعية بنجاح في صناعة الأسمنت، حيث تم الاتفاق مع هذه المصانع على إيقاف طواحين الأسمنت أثناء فترة الذروة مما أدى إلى تخفيض ٥٠ ميجاوات من أحمالها خلال هذه الفترة.(م.٩٠،ص٦١)

(٤) يحقق النظام المحاسبي للطاقة مراقبة تكاليف استخدام الطاقة وربطها بمعدلات الإنتاج، ومراقبة معدلات استخدام الطاقة بالمنشأة، وتقييم كفاءة استخدام الطاقة في الوحدات الصناعية مقارنة بالمصانع الأخرى ذات الكفاءة العالية، وفي هذا الصدد فقد أظهرت الدراسات أن أقل معدل لاستهلاك الطاقة في صناعة الحديد والصلب هي في اليابان ثم إيطاليا، وأعلاها في الهند ومصر.(٥)

(٥) صلاح التوني، البرنامج العام حول ترشيد الطاقة في الصناعة-إنشاء نظام محاسبي للطاقة، القاهرة-١٩٩٥م،ص٤.

				الأساليب التقنية[1]	➢ العمل على ضبط استهلاك الطاقة في مختلف العمليات الصناعية خاصة بالنسبة للأفران والمراجل البخارية ليتم استخدام كميات الطاقة التي تتناسب فقط مع العمليات الصناعية، مع العمل على إدخال الأساليب الأتوماتيكية الحديثة لضبط استهلاك كميات الطاقة مع استخدام المحركات المناسبة اللازمة فقط لإدارة المعدات والآلات، وتطبيق الأساليب الحديثة في العزل الحراري لضمان عدم تسرب الحرارة خلال عمليات الإنتاج(م٤١.،ص٨٩٨) ➢ تحسين معامل قدرة استهلاك الطاقة الكهربائية، [2]ويمكن رفع هذا المعامل بتركيب مكثفات بكل شركة لتحسين معامل القدرة بها، ويؤدي تحسين معامل القدرة من ٠,٧٥ إلى ٠,٩ إلى تقليل الفقد بمقدار ٢٨ %، كما أن الوفر في إجمالي الاستخدامات الصناعية عند تحسين معامل القدرة إلى القيمة المقترحة يقدر بحوالي ١٤٠ ميجاوات، هذا إلى جانب توفير طاقة كهربائية تعادل ٩٦٠ مليون كيلووات ساعة.(م٩٠.،ص٦٢) ➢ استكمال تركيب أجهزة قياس الطاقة داخل المصانع ومن ثم يمكن مقارنة ذلك بمعدلات الاستهلاك التصميمية واكتشاف التجاوزات في ذلك الاستهلاك، كما يمكن تحديد الإجراءات اللازم اتخاذها لكفاءة استخدام الطاقة في هذه المعدات.(م٤٦.،ص٩٤)	

(١) هي تلك الأساليب التي تتطلب إدخال تعديلات تقنية وتركيب أجهزة جديدة متطورة للحد من الإسراف والفقد في الطاقة، فمعظم المصانع أقيمت منذ فترة طويلة وتتطلب معداتها تجديداً وإحلالاً نظرا لأن تقنيات الطاقة المطبقة في مختلف مراحل الإنتاج بغالبية هذه المصانع غير حديثة ومن النماذج التي تتضمنها هذه الفئة من الإجراءات: إصلاح التسريبات من جميع الأنواع، الحفاظ على الكفاءة المثلى للاحتراق، صيانة عزل الأنابيب والمعدات، صيانة وإصلاح مصائد البخار وأنظمة المتكاثف العائد من البخار.(م٤١.،ص٨٩٨)

(٢) اتضح أن معامل القدرة ينخفض بصورة ملحوظة في معظم المصانع والشركات وأن قلة منها ذات معامل فدرة ٠,٩ فأعلى، وأن الكثير منها يتدرج معامل القدرة لها من ٠,٨ إلى ٠,٥،(م٩٠.،ص٦٢) ويترتب على انخفاض معامل القدرة زيادة فقد الطاقة في المعدات والمهمات المستخدمة للطاقة في الصناعة، وعدم الاستفادة بالطاقات المتاحة للمعدات والمهمات الكهربائية.(الهيئة العامة للتصنيع،التقرير الدوري لترشيد استخدامات الطاقة في الصناعة-دراسة موقف معامل القدرة بالشركات الصناعية،ص٥)

				➢ تزويد عمليات احتراق الوقود سواء في الغلايات أو في الأفران الصناعية بأجهزة التحكم في نواتج الاحتراق للوصول إلى أكبر كفاءة ممكنة.(١)	
				➢ تكهين وحدات توليد البخار والكهرباء التي تزيد عمرها التشخيصي عن ٣٠ عام إذا ثبت عدم اقتصادية تشغيلها بالشركات الصناعية.(١)	
				➢ تحسين كفاءة المراجل والأفران والتي تعتمد كمية الاحتراق فيها على الهواء الزائد ودرجة حرارة العادم، ويمكن تحسينها بضبط نسبة الهواء الزائد بناء على قياس الكفاءة والتحكم الأوتوماتكي في الاحتراق.(م.٤٦،ص١٢٩)	انظر جدول (٥-٥)
				➢ التأكد من ضبط الجودة للأفران أو المعدات المستخدمة في المصانع، وهي تشمل مدى واسع من إمكانيات التحسين وإدخال التعديلات، ويمكن لذلك الرجوع إلى المواصفات القياسية المصرية بمركز التوحيد القياسي وضبط الجودة.	انظر جدول (٥-٤)
			الإجراءات السعرية(٢)	➢ إلغاء الدعم(٣) كلياً أو جزئياً بالتدريج برفع أسعار الطاقة مع أخذ نسبة التضخم في الحسبان عند تحريك السعر إلى المستويات الاقتصادية خاصة وأن الدعم كان يصل لمن يستحقه ومن لا يستحقه،(٤)ويلاحظ أن صناعة الأسمنت تتأثر كثيراً	

(١) الهيئة العامة للتصنيع، التقرير الدوري لترشيد استخدامات الطاقة في الصناعة-دراسة موقف معامل القدرة بالشركات الصناعية، ص١٩،١٨.

(٢) يعتبر السعر هو الوسيلة الفعالة لترشيد استهلاك المنتجات البترولية.

(٣) الدعم هو إعانة تقدم بصورة مباشرة أو ضمنية للمستهلكين أو المنتجين أو للمشروعات، وذلك لتعويض الفرق بين سعر بيع السلعة أو الخدمة وبين قيمة تكلفتها مضافاً إليها هامش ربح يراعي الأحوال الاقتصادية والاجتماعية للسكان، ويتطلب رفع سعر الطاقة للقطاع العام الصناعي أن يدخل الأخير تطويراً على تقنية للاقتصاد في كميات الطاقة المستهلكة ورفع كفاءة استخدامها على أن تزداد أسعار سلع القطاع العام إلى المستويات الاقتصادية، ويراعى رفع الأجور والرواتب لمواجهة الغلاء والتضخم في هذه الحالة، ولقد سارت الحكومة على طريق زيادة أسعار منتجات البترول ومصادر الطاقة الأخرى على مراحل وبنسب مختلفة، و بالفعل تراجعت معدلات النمو في استهلاك المنتجات البترولية من ١٤,٥% سنة ١٩٨١ إلى ٣,٢ % سنة ١٩٩٠م وإلى ٢,٤% سنة ١٩٩١م.(م.٤١،ص٩٠٠)

(٤) تعد الدراسة التي قدمها البنك الدولي عام ١٩٨٠ بخصوص تسعير الطاقة في مصر من أهم التوصيات التي وردت في هذا الخصوص، وأصبح ترشيد استهلاك الطاقة وتسعيرها وجهين لعملة واحدة هدفها الحفاظ على البترول والغاز الطبيعي.

				بزيادة أسعار منتجات البترول، وهذه الصناعة تعتمد على الطريقة الرطبة في عملها والأفضل لها بعد رفع أسعار منتجات البترول أن تتحول إلى الطريقة الجافة للتقليل من أثر الزيادة في أسعار الطاقة عليها.(م.٤١،ص٩٠٠)	
		خفض الفقد في الطاقة	**أساليب الإجراءات التنظيمية**	➢ استخدام تقنية التقليص[1] Pinch technique ومن ثم أخذ التدابير الكفيلة بإيقاف الإسراف في الطاقة الحرارية، وقد قامت شركات كبرى باستخدام هذه الطريقة الجديدة وتم بالفعل توفير على الأقل ٢٠% من استهلاك الطاقة الفعلي لهذه الشركات.(م.٣٦-٥،ص١٢١) ➢ استخدام أسلوب المنحنى التجميعي الحراري(Grand Composite Curve(GCC أو المنحنى التجميعComposite curve لمعرفة أماكن الإسراف في الطاقة، حيث يتغير المنحنى وفقاً لأي تغير في مستوى الطاقة بالشركات والمصانع عن طريق ربط خطوط الانبعاث والاستهلاك في رسم بياني واحد.(٢) (م.٣٦-٥،ص١٢٣)	
			الأساليب التقنية	➢ القضاء على مصادر تسرب الطاقة في المصانع[3] بتكثيف أعمال الصيانة لجميع المعدات التي تولد أو تنقل الطاقة.(م.٩٠،ص٦٨)	

(١) تم ابتكار طريقة تسمى طريقة تكامل العمليات عن طريق رسالة دكتوراه مولتها شركة للمواد الكيماوية ببريطانيا، وتم تسميتها بعد ذلك بتقنية التقليص، حيث وضع فيها جميع المعادلات الحرارية وأدخل عليها تأثير سريان السائل والضغط في الأنابيب والمبادلات الحرارية لتعطي بعد ذلك خطوط بسيطة واضحة المفهوم لعملية توزيع الاستهلاك الحراري في المصنع، وعلى ضوء ذلك يمكن للإدارة حتى وإن لم تكن ذات خبرة فنية في نفس المجال أن تعرف أماكن الخلل عن طريق إصدار تقرير شهري عن وضعية هذه الخطوط.(م.٣٦-٥،ص١٢١)

(٢) تعتبر هذه التقنية حية التطبيق، بمعنى أنه في حالة أي تغيير في المصنع لآي سبب من الأسباب كحالات التطوير نتيجة تغير في خط الإنتاج أو تغير الضغط والحرارة أو نتيجة لقدم الآلات يتغير المنحنى التجميعي الحراري، وبالتالي تتغير نقط التقليص فيتغير مستوى الطاقة في المنحنى التجميعي المضخم.(م.٣٦-٥،ص١٢٣)

(٣) تتسرب الطاقة هباء نتيجة تسرب الحرارة إلى الهواء دون الاستفادة منها على الإطلاق، ومن أمثلة ذلك ما يحدث في الأفران التي يسقط جزء من طوبها الحراري، ومواسير البخار والغازات والمياه الساخنة التي يسقط جزء من عزلها الحراري، فضلاً عن مواسير البخار والغازات والمياه الساخنة في الأفران غير المحكمة، وفتحات العادم غير المضبوطة وعمليات الاحتراق التي تتم دون كفاءة.(م.٩٠،ص٦٨)

				➢ تلعب عملية تخطيط الإنتاج دوراً مؤثراً في ترشيد استهلاك الطاقة داخل المصانع، وذلك بعدم ترك الأفران والماكينات تعمل دون داعي وتجنب كثرة إيقافها. (م.٩،ص٦٨) ➢ استرجاع الطاقة الحرارية المفقودة في العادم حيث تساعد في توفير الطاقة اللازمة لمعدة أخرى. (١) (م.٩،ص٦٨) ➢ إعادة البخار المتكاثف والذي يوفر في تكلفة الوقود المطلوب للتسخين التمهيدي للماء الداخل إلى المراجل ويقلل من استهلاك الماء.(م.٤٦،ص١٣١)
طرق غير مباشرة	استخدام بدائل للطاقة المستخدمة			➢ دراسة إمكانية التوليد الذاتي للكهرباء والبخار بالشركات الصناعية، حيث يمكن بإحلال توربينات صناعية محل محطات تخفيض البخار بالمصانع توفير البخار على الضغوط المختلفة للعمليات الصناعية، والاستفادة بفرق الضغط في توليد طاقة كهربائية.(٢) (٣) ➢ التوسع في استخدام الغاز الطبيعي في العمليات الصناعية وفي توليد البخار في المواقع القريبة من توفر الغاز. ➢ تحويل المراجل الحارقة لوقود سائل إلى حرق الغاز الطبيعي، وتحويل حوارق البترول أو الغاز إلى حرق الفحم، واستبدال المعدات الكهربائية لتسخين العمليات بأخرى تحرق وقوداً حفرياً.(م.٤٦،ص١٢٩)

(١) حققت الوسائل المختلفة لاسترجاع الطاقة وفراً يتراوح بين ٢٠ % إلى ٥٠ % من كمية الطاقة المستخدمة داخل بعض العمليات الإنتاجية.(م.٩،ص٦٨)

(٢) الهيئة العامة للتصنيع، التقرير الدوري لترشيد استخدامات الطاقة في الصناعة-دراسة موقف معامل القدرة بالشركات الصناعية، ص١٣.

(٣) تجدر الإشارة إلى أن مصنع حلوان دون بقية الشركات الصناعية ينتج جزء من احتياجه من الكهرباء ويبلغ ٣ ميجاوات. (م.١٢١،ص٥٠٦)

		➢ تنمية استخدام الطاقة المتجددة، وفي هذا المجال قامت عدة تجارب من أهمها:	
		➢ استخدام التسخين الشمسي في الصناعة،[١] حيث تم دراسة استخدام الطاقة الشمسية على عدد ١٤ شركة من شركات وزارة الصناعة باستبدال بعض مراحل التسخين الصناعي بها من خلال الهيئة العامة للتصنيع.[٢]	انظر شكل (٥-٦)
		➢ تصميم مجفف شمسي هوائي لاستخدامه في صناعة الطوب الطفلي[٣] حيث أظهرت النتائج أن استخدام المجففات الشمسية وأيضا الصوب البلاستيكية في تجفيف الطوب الطفلي يزيد من قدرة الطوبة على التحمل.[٤](م.١٢٨،الملخص العربي ص١) كما يمكن التجفيف الشمسي باستخدام مواد خاصة تسمى المجففات باستطاعتها أن تمتص كميات كبيرة من الماء.[٥]	انظر شكل (٥-٧، ٥-٨)
		➢ استخدام طاقة الإنسان في تصنيع مواد البناء من خلال تصميم ماكينة لتصنيع الطوب الطفلي ليمكن استخدامه حيث لا تتوافر الطاقة الكهربائية كما في الأماكن الريفية والنائية، ويعمل المكبس بتأثير وزن العامل أي بحوالي ٠,٧ كيلو نيوتن ليعطي ضغط حوالي ٥٠ كيلو نيوتن عند نهاية مشوار الكبس، مما يؤدى إلى توفير ٢٥٠-٣٠٠ طوبة لكل ساعة.(م.١٠٠-٥،ص١)	انظر شكل (٥-٩)

(١) تستخدم بعض الصناعات القائمة سخانات كهربائية في بعض عمليات الإنتاج، ونظرا لأن التسخين الكهربائي يستنزف قدراً كبيراً من الطاقة فإن الأمر يقتضي سرعة استبدال هذه العمليات بالتسخين الشمسي في الحالات التي لا تتطلب درجات حرارة عالية،و في جميع الأحوال يجب عدم استخدام التسخين الكهربائي والتحول إلى التسخين المباشر حتى إذا تطلب ذلك استخدام المنتجات البترولية.(م.٩،ص٦٣)

(٢) الهيئة العامة للتصنيع،التقرير الدوري لترشيد استخدامات الطاقة في الصناعة-دراسة موقف معامل القدرة بالشركات الصناعية،ص١٣.

(٣) يعتبر التجفيف من أدق المراحل في صناعة الطوب، وتأتي أهمية دراسة استخدام الطاقة الشمسية في تجفيف الطوب الطفلي المصنع من الطفلة الصحراوية في عملية التحكم في معدلات البخر في المراحل الحرجة لعملية التجفيف، إلى جانب توفير كمية الحرارة اللازمة لعملية طرد الرطوبة من داخل الطوبة إلى سطحها الخارجي وتجفيفها بانتظام.(م.١٢٨،الملخص العربي ص١)

(٤) أثبتت الدراسة أن الطاقة الشمسية يمكن الاعتماد عليها في عملية تجفيف الطوب الطفلي في الفترة من شهر مارس حتى شهر أكتوبر طبقاً للظروف المناخية لمدينة القاهرة، ويجب استخدام مصدر حراري مساعد في الفترة ما بين شهر أكتوبر حتى شهر مارس وذلك للمحافظة على معدل إنتاج ثابت. (م.١٢٨،الملخص العربي ص١)

(٥) الموسوعة العربية العالمية،الطبعة الثانية،ص٤٩١.

	➢ استخدام طاقة الإنسان بدلاً من الطاقة الميكانيكية في بعض المعدات كمعدات عمل البلوكات المضغوطة من التربة باستخدام طاقة الإنسان .(١)			
٥-١-١-٢-ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة				
طاقة تحجير/ طاقة تكوين	➢ يفضل الاستغناء عن استخدام هذه المواد أو تقليل استخدامها إلى الحد الأدنى بما لا يضر المنشأ، كالاستغناء عن البياض والمونة والشدات، أو استحداث مواد وطرق لا تحتاج إلى أي منها لتوفير الطاقة المصروفة بها دون الحاجة الماسة لوجودها. ➢ يمكن بإطالة عمر هذه المواد التقليل من تكرار عملية تصنيعها، فمثلاً للشدات يمكن باستخدام دهان كيميائي مركز تسهيل عملية فصل الشدات عن الخرسانة وبالتالي إطالة عمرها وحمايتها، كما يمكن استعماله مع جميع أنواع الشدات حيث يوفر سطح خرساني عالي الجودة نظيف خالي من العيوب، ولا يقلل من تماسك البياض والدهانات وورق الحائط على الخرسانة، كما أنه يوفر في الوقت. (٢) ➢ يراعى استبدال المواد الأقل كفاءة بالمواد المتوافرة والأكثر كفاءة، فمثلاً تعتبر السقايل والشدات المعدنية من عناصر التشييد التي يفضل استخدامها تدريجياً في المدى القريب بدلاً من الشدات الخشبية، فهي فضلاً عن مميزاتها الفنية والعملية العديدة التي تفوق مثيلاتها من الخشب فإن ضرورة التطور الصناعي في بلدنا تحتم اتجاهنا إلى إنتاج الأدوات والمهمات التي تحل محل المستورد منها حالياً.(٣)			

جدول(٥-١): طرق ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء.

(١) ظهرت بعض المعدات البسيطة التي يمكن بها عمل البلوكات المضغوطة من التربة المثبتة بالأسمنت أو الجير Stabilized earth يدوياً في قوالب مستقلة أو ميكانيكياً بماكينة بسيطة، وفي الحالة الأولى يتم استخدام كمية أكبر من الأسمنت و الجير للحصول على نتائج جيدة، ويمكن أن يقوم بهذه العملية شخص أو شخصين بواسطة قالب بسيط، أما الطريقة الثانية لإنتاج هذه البلوكات يكون عن طريق ماكينة بسيطة تستخدم بواسطة أربعة أشخاص وتنتج بمعدل ٥٠ بلوك في الساعة،(م.٨٠)كما يمكن استخدام ماكينة لضغط الطوب من الطين المحلي المعالج يدوياً وبالجهود الذاتية بعد تدريب الأشخاص الراغبين في استخدام هذه الماكينة.

(٢) علي شريف صلاح الدين، مواد البناء للإسكان الريفي، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة عين شمس، ١٩٦٨، ص١٧.

(٣) شركة كيماويات البناء الحديث، دليل المهندس، إبريل ٢٠٠١م، ص٤٣.

ولقد قامت العديد من الهيئات بعمل دراسات مختلفة في مجال ترشيد استهلاك الطاقة من خلال الطرق المباشرة في مرحلة تصنيع مواد البناء الأساسية مثل:

- قيام مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة بتطبيق تكنولوجيا الاسترجاع الحراري وضبط الحريق باستخدام الولاعات ذاتية التسخين لهواء الاحتراق، وقد أدى استخدام الولاعات ذاتية التسخين لحرارة العادم المسترجعة إلى وفورات هائلة في استخدام الوقود وصلت إلى ٤٠% في مصنع للألمونيوم، [١] كما قام بتحقيق عدة انجازات لمصانع الحديد والصلب المختلفة.
- توصل فريق بحثي تابع لأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا إلى مجموعة من النتائج الهامة في مجال ترشيد استهلاك الطاقة، هذا إلى جانب مجموعة من الاقتراحات والتوصيات التي تم تطبيقها على عدد كبير من الأفران المستخدمة، كالأفران المستخدمة في صناعة الخزف والصيني وصناعة الحراريات والسيراميك مثل الأفران النفقية وأفران هوفمان وأفران السحب السفلي والزجاجة والمقفلات وغيرهم، والتي يمكن تعميم الاستفادة منها على بقية شركات قطاع مواد البناء.(م.١،ص١)
- تطور الدراسات الخاصة باستخدام الإضافات أثناء عمليات التصنيع للتقليل من استهلاك الطاقة.[٣]
- أكدت الدراسات على أنه في صناعة الخرسانة تفضل طريقة الخلط الجافة في حالة ارتفاع سعر الوقود المستهلك لتوفير كمية كبيرة من الوقود لتبخير الماء.(م.١٢١،ص٣٠٦)
- وجد أن مصانع الأسمنت ذات الجهد المتوسط مثل مصنع أسمنت طريف تستهلك ٥٠ % من طاقة المصانع ذات الجهد العالي والمنتشرة بالجمهورية،(م.١٢١،ص٣٠٦) مما يظهر أهمية توجيه بقية المصانع نحو تغيير أسلوب تشغيل الطاقة بها.

---

(١) مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة، شركة الألمونيوم العربية الأولى في استخدام الولاعات ذات استرجاع حرارة العادم ذاتياً-دراسة حالة رقم(١٠)، ١٩٩٧م، ص١.

(٢) الشركات الممكن الاستفادة من تطبيق النتائج عليها هي على سبيل المثال لا الحصر صناعة الزجاج والأسمنت والجير والطوب الطفلي وغيرهم.(م.١،ص١)

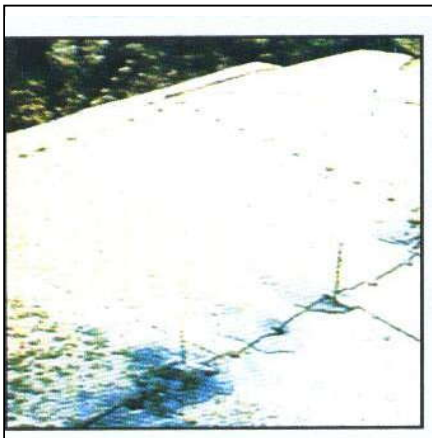
(٣) يمكن باستخدام إضافة على هيئة مسحوق تحسين خواص خلطات الطوب الأسمنتي بتقليل زمن الجفاف وزيادة قابلية التشغيل، وخفض مياه الخلط بنسبة ٦-٢٦%والتوفير في الأسمنت وتقليل الهالك وتحسين شكل الطوب، كما ظهرت مجموعة من إضافات الخرسانة والتي يمكن بها تقليل استهلاك الطاقة من خلال زيادة قوة التماسك مع حديد التسليح والتوفير قي استهلاك الأسمنت وتحسين خواص وشكل الخرسانة، إلى جانب تقليل سيولة الخرسانة وتسهيل عملية الضخ، كما توجد أنواع من الإضافات تساعد في إنتاج الهواء المحبوس بالخرسانة لتقليل طاقة التشغيل بالمبنى، وتوجد مركبات راتنجية لمعالجة الخرسانة لتساعد في عملية انعكاس أشعة الشمس من على الأسطح الخرسانية والاستغناء عن طرق المعالجة التقليدية بالماء وتوفير العمالة، كما يمكن إضافة حبيبات من الفوم بولسترين الممدد والمشكل بالبثق لإنتاج خرسانة خفيفة عازلة للصوت والحرارة مما يقلل من الأحمال الواقعة على المنشأ ويقلل من طاقة التشغيل.(كيماويات البناء الحديث، دليل المهندس، إبريل ٢٠٠١م، ص٣٦،٣٠،٢٥،٢٢)

(٤) توفر الطريقة الجافة ما مقداره ٣٠ %-٥٠ %من الوقود المستهلك في الطريقة الرطبة، فمثلا يصل استهلاك الطاقة إلى ١٣٠ كيلووات ساعة/طن أسمنت و ٨٠٠-٩٠٠ كيلوكالوري/١كجم كلنكر في الطريقة الجافة في حين يصل استهلاك الطاقة إلى ١١٠ كيلووات ساعة/طن أسمنت و ١٢٠٠-١٥٠٠ كيلوكالوري/١كجم كلنكر في الطريقة الرطبة.(م.١٢١،ص٣٠٦)

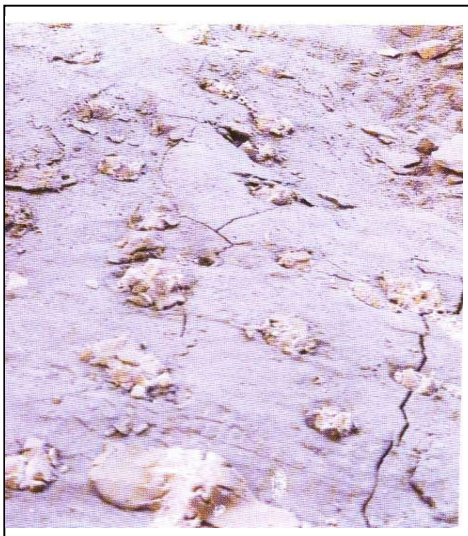
- وجد أنه بتغيير أسلوب التصنيع يمكن ترشيد استهلاك الطاقة كما في مصنع الخرسانة الجاهزة حيث يؤدي استخدام الخرسانة عالية المقاومة إلى تقليل أبعاد القطاع الخرساني ونسبة حديد التسليح دون التأثير على كفاءته. (١)
- أمكن بعمل عدة أبحاث تطوير نظام الحريق في مصانع الطوب الطفلي، حيث أن عملية الحريق تكون غير كاملة نظراً لعدم تسخين الوقود وعدم خلطه الجيد مع هواء الحريق، وعدم وجود نظام للتحكم في عملية الاحتراق الوصول إلى نظام مطور للحريق يحقق عملية الاحتراق الكامل للوقود مع الهواء والتي يمكن التنبؤ بها من خلال الغازات المتصاعدة.(٢) (انظر جدول (٥-٣))

(١) بينت التجارب أنه تحت تأثير حمل معين فإن عمود بمقاس ٧٥ ×٧٥ سم من خلطة خرسانية بمقاومة ضغط ٤٢٠ كجم /سم^{٢} يحتاج إلى حديد تسليح بنسبة ٤% من مساحة مقطعه، بينما أنه لنفس العمود وعند استخدام خلطة خرسانية بمقاومة ضغط ٦٣٠ كجم/سم^{٢} فإن ذلك يحتاج إلى حديد تسليح بنسبة ١% من مساحة مقطعه، وبالتالي يتم تقليل طاقة التصنيع لحديد التسليح بنسبة ٣% مع الحصول على خرسانة عالية المقاومة.(المقاولون العرب-معهد التدريب، سلسلة دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء(١٠)-الخرسانة الجاهزة، ١٩٩١م، ص١٠).

(٢) نتج عن تطبيق هذا النظام تقليل معدل الاستهلاك النوعي للوقود من ١١٠ كجم مازوت/ألف طوبة في النظام القديم قبل التطوير إلى ٦٠كجم مازوت/ألف طوبة بعد التطوير وتقليل تركيز الملوثات الغازية المختلفة.(رئاسة مجلس الوزراء-جهاز شئون البيئة-الوكالة للتنمية الدولية(سيدا)، صندوق مبادرات البيئة المصري-المجلد الأول-العدد الثاني، مارس٢٠٠٠م،ص١٠).



شكل(٥-٤):استخدام مادة تعمل على الضغط على جوانب الصخور مما يؤدي إلى تكسيرها بأشكال منتظمة.(م.١٠٣،ص١)



شكل(٥-٥):استخدام مسحوق أسمنتي لتفتيت الخرسانات والصخور.(م.١٠٣،ص٢))

الصناعـــــــة	الخفض الممكن في استخدام الطاقة
معـــــدنية	٢٠ – ٤٥ %
كيميـــــائية	٢٥ – ٤٠ %
بتـــــرول	٣٠ – ٤٥ %
أسمنـــــت	١٠ – ٥٠ %
غـــــذائية	٢٥ – ٤٥ %
زجـــــاج	٣٠ – ٤٠ %

جدول(٥-٢):تقديرات الوفر الممكن للطاقة في الصناعة باستخدام نظم الإدارة الشاملة للطاقة.(م.٤٦،ص١٣)

المكون	التركيز قبل التطوير ملجم/م٢	التركيز بعد التطوير ملجم/م٢	حدود القانون ملجم/م٢
أول أكسيد الكربون	٤٧٧٥	٢٣٦	٤٠٠٠
ثاني أكسيد الكربون	٤١٨	٢٨٣	٤٠٠٠
الدخان	١٣٠	٥	٢٥٠

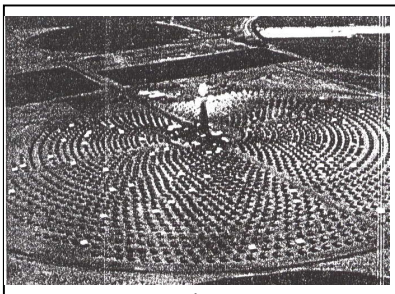
جدول(٥-٣):تطوير نظام الحرية في صناعة الطوب الطفلي لتحسين الآثار الصحية للانبعاثات الغازية منها.(١)

(١) جهاز شئون البيئة-رئاسة مجلس الوزراء-وكالة التنمية الدولية(سيدا)، صندوق مبادرات البيئة المصري-المجلد الأول-العدد الثاني، ٢٠٠٠م، ص١٠.

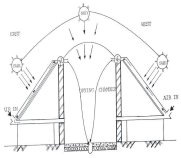
المعدات والخدمات	سوق تحسين كفاءة استخدام الطاقة الحالى	نصيب العمالة الأجنبية	محتوى التصنيع المحلى	نظرة تسويقية لخمسة سنوات
عام	منخفض	متوسط	متوسط	متوسط
حوارق/وأجهزة تسخين	منخفض	متوسط	متوسط	متوسط
أفران وقماثن	منخفض	منخفض	متوسط	متوسط
مواد عازلة/حراريات	متوسط	منخفض	منخفض	عالى

عالى متوسط منخفض

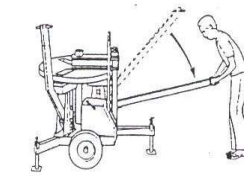
جدول(٥-٤):إمكانية سوق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في تسخين العمليات الصناعية.(م.٤٧،ص٣-٢)

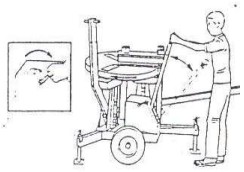


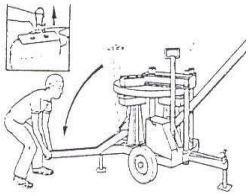
شكل(٥-٦):تركيز أشعة الشمس على غلاية بواسطة المرايا الدوارة(الهليوستات) (م.٨٣،ص١٣١)



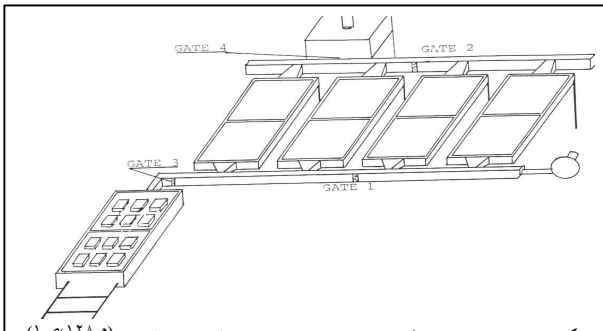
شكل(٥-٧):قطاع بالمجفف الشمسي الهوائي.(م.١٢٨،ص١)







شكل(٥-٩):تصميم مكبس يدوي للطوب.(١)



شكل(٥-٨):مجفف شمسي هوائي لصناعة الطوب الطفلي.(م.١٢٨،ص١)

(١) Swamy,Narayana, A government of India Enterpris-National research development corporation.

الإجراء	الوفر في الطاقة		الوفر في التكلفة		تكاليف التنفيذ (جنيه مصري)	فترة الاسترداد البسيطة (شهر)
	(جيجا جول/سنة)	% من الوفورات	(جنيه/سنة)	% من الوفورات		
١- تحسين كفاءة المرحل (مرحل الضغط العالي)	٧,١١٦	٥,٥	٩,٢٥١	٥,٥	١٢,٠٠٠	١٥,٦
٢- تحسين كفاءة المرحل (مرحل الضغط المنخفض)	٣,٤٧٩	٢,٧	٤,٥٢٣	٢,٧	١,٩٠٠	٥,٠
٣- استخدام ماء الكسح لمرحل الضغط العالي كماء تغذية لمرحل الضغط المنخفض	١٨,٢٣٣	١٤,٢	٢٣,٧٠٣	١٤,١	٥٠٠	٠,٣
٤-استرجاع حرارة غاز المصرف (مرحل الضغط العالي)	٣٤,١١٣	٢٦,٦	٤٤,٣٤٧	٢٦,٤	٦٨,٠٠٠	١٨,٤
٥- عزل المعدات وصهاريج المتكاثف العائد.	٢,١٠٠	١,٦	٢,٧٣٠	١,٦	١,٠٠٠	٤,٤
٦-عزل مواسير البخار والمتكاثف العائد	٦,٨٩٨	٥,٤	٨٩٦٧	٥,٣	٣٥٠٠	٤,٧
٧- خفض فواقد الإشعاع (مرحل الضغط المنخفض)	٣٣٣	٠,٣	٤٣٣	٠,٣	٣٠٠	٨,٣
٨- موفر economizer (مرحل الضغط المنخفض)	٢٤٠٨	١,٩	٣١٣٠	١,٩	٧٠٠٠	٢٦,٨
٩- إعادة المتكاثف	١٠٥١	٠,٨	١٣٦٦	٠,٨	٢٠٠	١,٨
١٠-إصلاح تسريبات البخار	٨٤٠٦	٦,٦	١٠٩٢٨	٦,٥	١٥٠٠	١,٦
١١-إحلال اللمبات المتوهجة بلمبات فلوريسينت	٦٧	٠,١	١٢٤٠	٠,٧	٦٠٠	٥,٨
١٢-إسترجاع حرارة البخار الومضي من الهاضمات digesters	٣٩١٩٧	٣٠,٦	٥٠٩٥٦	٣٠,٤	٣٤٠٠٠	١٠,١
١٣-خفض هواء العادم من ماكينة الورق رقم٢	٤٨١٨	٣,٨	٦٢٦٣	٣,٧	٣٢٠٠	٦,١
الإجمالي	١٢٨٢١٩	١٠٠	١٦٩٨٣٧	١٠٠	١٤٢٧٠٠	١٠,٢

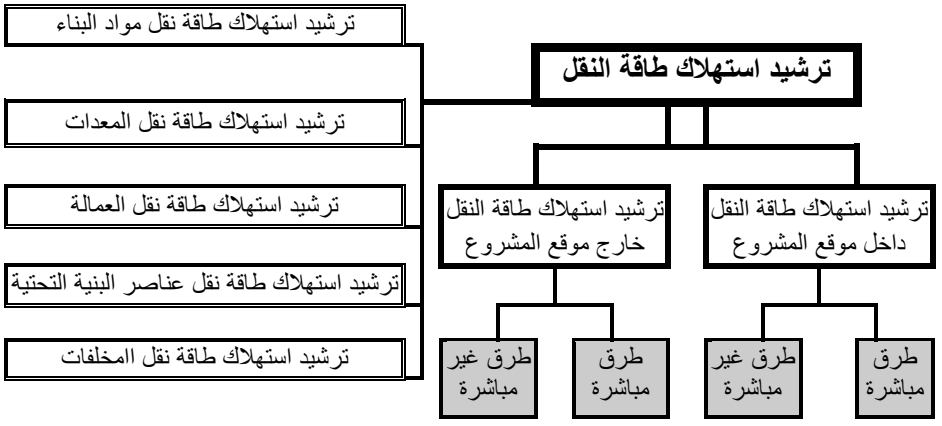
جدول(٥-٥):الوفورات في الطاقة والناتجة عن تطبيق مبدأ إدارة الطاقة بالشركات والمصانع.(م.٤٦،ص١٠٨)

٥-١-٢-ترشيد استهلاك طاقة النقل

يمكن بعد التعرف على بعض طرق ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء، التعرف على كيفية ترشيد استهلاك الطاقة من خلال المرحلة الثانية لاستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وهي مرحلة النقل، ويلاحظ أن هذه المرحلة لا غنى عنها في أي موقع بناء، حيث يجب أن تتوافر مجموعة من العناصر التي تساعد على التنفيذ والتي لابد من نقلها من خارج الموقع إليه، هذا إلى جانب حركة التنقلات لهذه العناصر داخل موقع المشروع إلى أن تتم عملية البناء، ويراعى قدر الإمكان الاستغناء عن العمليات غير الضرورية بها أو التقليل منها بدلاً من استخدامها ثم محاولة ترشيد استهلاكها من الطاقة. ويمكن ترشيد استهلاك طاقة النقل من خلال أقسامها المختلفة والتي سبق التعرف عليها بالباب الثاني من البحث باستخدام طرق الترشيد المختلفة، وتمثل أقسام النقل في مرحلة تشييد المبنى ما يلي:

١. النقل بداخل موقع المشروع.
٢. النقل خارج موقع المشروع.

وتشمل الموارد المنقولة كل من مواد البناء والعمالة والمعدات وعناصر البنية التحتية إلى جانب نقل المخلفات، وبالتالي يمكن تصنيف الترشيد تبعاً لنوعية المورد المنقول أيضاً، ويمكن طرح بعض أساليب ترشيد استهلاك الطاقة التي يمكن استخدامها لترشيد استهلاك طاقة النقل كما يظهر من خلال الجدول التالي.



شكل(٥-١٠): أقسام ترشيد استهلاك طاقة النقل.

٥-١-٢-١-ترشيد استهلاك طاقة النقل داخل موقع المشروع			
طـــرق مباشرة	طاقة نقل مواد البناء	➢ لابد من دراسة بعض البنود التي تخدم المشروع أثناء التنفيذ عند نقـــل مواد البناء أفقياً أو رأسياً، فمثلاً يستهلك نقل المواد الخام رأســـياً إلى الأدوار المختلفة سواء بالمعدات أو بالعمالة طاقة أكثر من أن يتم تنفيذ بئر مصعد في مكان ما داخل المشروع سيتم تنفيذه إن آجلاً أو عاجلاً، حيث يمكن تركيب مصعد ابتدائي يستغل في رفع المواد رأسياً بدلاً من الفاقد في المجهود والوقت في رفع المواد باستخدام العمالة أو المعدات.(م.٧٨،ص٣٣) ➢ يمكن تنفيذ شبكة طرق تطبيقاتها الابتدائية تستغل في حركة المواد الخام داخل المشروع، مما يعد أفضل من التحميل على معدات لها مواصفات خاصة تؤهلها للحركة في الأرض الوعرة.(م.٧٨،ص٣٣)	
	طاقة نقل المعدات	➢ يمكن بالاختيار المناسب للمعدات تقليل طاقة نقلها، فمثلاً لمعدة مثـــل معدة الخلط يتم نقلها كثيراً بداخل الموقع يمكن استبدالها بخلاطة تعمل بالميكنة الكاملة، بحيث تخدم الثانية المشروع كله ويتم نقلها ٣مرات مثلاً داخل الموقع لتكون في مكان متوسط بين الوحدات التي يتم العمل بها. ➢ يمكن أن يساعد الاختيار بين المعدات في تقليل طاقة نقـــل المكونـــات المختلفة داخل المشروع والتي تتعلق بتغذية هذه المعدات، ويكون الاختيار في هذه الحالة بين نقل المعدة ونقل المكونات إليها. (١)	
٥-١-٢-٢-ترشيد استهلاك طاقة النقل خارج موقع المشروع			
طـــرق مباشرة	طاقة نقل عناصر البنية التحتية(٢)	➢ لابد من تقدير الطاقة الحقيقية لمجموعة البدائل الخاصة بعملية الحصـــول على المياه مثلاً، فيمكن مثلاً ضخ المياه خلال أنابيب خاصـــة أو نقلـــها في سيارات خاصة أو التنقيب عنها وحفر آبار قريبة من الموقع، وقد تكون طاقة نقل المياه خلال سيارات مجهزة أقل من الطاقة اللازمة لحفر الآبار أو ضـــخ المياه في أنابيب خاصة.	

(١) عند استخدام خلاطة مركزية بالموقع فإنه يتم تغذيتها بالمواد عن طريق ثلاثة أنابيب متحركة، وتكون متصلة بمكان تخزين الزلط والرمل والأسمنت لتسهيل عملية التغذية والتشغيل، وتوضع الخلاطة في منسوب منخفض عن سطح الأرض لتسهيل توصيل التغذية إلى خزانها، ويتم الحصول على الخلطة الخرسانية الناتجة عن طريق منحدر تنزل إليه سيارة النقل المخصصة إلى مكان التنفيذ، وتكون العمالة اللازمة لتشغيل الخلاطة لا تزيد عن ٤ عمال وهذا هو أقل معدل ممكن .(م.٧٨،ص١٢٨)

(٢) يعتبر بعد الموقع عن مصادر الماء العذب والكهرباء وأعمال الصرف من كبرى المعوقات لعملية الإنشاء فهذه المصادر لا يمكن الاستغناء عنها في أي مشروع، ولذا لابد من توفيرها بالموقع، فإذا كانت بعيدة بقدر يمكن معه عمل التوصيلات من مصادرها إلى الموقع فإن الطاقة المستهلكة تكون قليلة، وتزداد هذه الطاقة كلما بعدت هذه المصادر عن الموقع.(م.٧٨،ص١٠)

	➢ تظهر مشكلة طاقة نقل الطاقة واضحة في المناطق البعيدة عن العمران، فقد يتم الاحتياج إلى مولدات خاصة لتغذية المواقع بالطاقة على عكس المناطق العمرانية حيث لا تظهر مشكلة في الحصول على الطاقة اللازمة لتشغيل المعدات بالموقع، ويمكن بتوفير خزانات خاصة بأحجام متفاوتة داخل الموقع لتوفير مصادر الطاقة المطلوبة من المشتقات البترولية، وقد سبق شرح طرق ترشيد استهلاك الطاقة في نقل أنواع الطاقة المختلفة كوسيلة لترشيد استهلاك طاقة الحصول عليها في الباب الثالث من البحث، (انظر ص١٢٢) ونجد أن مجال استخدام الطاقات المتجددة تفتح أبواباً نحو آفاق أفضل لتقليل الهدر في طاقة نقل الطاقة وبخاصة مجال الطاقة الشمسية.(م٧٧،ص١٠٥)	
طاقة نقل مواد البناء	➢ يعتبر استخدام مواد البناء المحلية أفضل البدائل الممكنة لتخفيض طاقة النقل حيث لا تتطلب صرف أي طاقة نقل إلا في حدوده الدنيا. (١) ➢ يراعى عمل خرائط لجميع الأقاليم في مصر توضح عليها مصادر إنتاج المواد المختلفة في المنطقة سواء لمواد البناء الطبيعية أو المصنعة، ولابد أن تشمل تحديد أقرب المواقع لإنتاج هذه المواد، وتحديد البديل الذي يوفر المادة المطلوبة أو الأقرب إلى مواصفاتها أو الذي يربطه طريق مباشر وجيد بالموقع، أو ذات الطاقة الإنتاجية العالية والتي تساعد على توفير المواد في الموعد المحدد لتواجدها بالموقع.(٢) (م٧٧،ص١٠٤) ➢ يؤدي استعمال الآلات الميكانيكية مثل الكباشات أو الحصائر المتحركة أو مواسير ضغط الهواء في تعبئة المواد داخل اللوريات أو عربات السكة الحديد أو الصنادل إلى ضغط الوقت الذي تستغرقه عملية النقل، وينعكس أثره في زيادة الطاقة الإنتاجية لوسائل النقل المستعملة.(م١٧،ص٣٠)	
طاقة نقل المعدات	➢ لابد من مراعاة طاقة انتقال المعدات والآلات من موقع إلى آخر خلال فترة التنفيذ أو بعدها بحيث تكون أقل ما يمكن لما تستهلكه من طاقة عالية تفوق غيرها من عناصر منقولة أخرى.(م٤٣،ص١٥٦)	

(١) أثبتت المواد المحلية غير مركزية التصنيع وطرق الإنشاء المحلية فاعليتها في دولها عبر التاريخ، فهي أكثر المواد مناسبة من المنطلق البيئي ولا تحتاج إلى طاقة إنتاج كبيرة.(م١٩-٤،ص٩٩٨)

(٢) يعد عامل النقل من أهم العوامل في تحديد الاختيار بين بدائل الطوب، وخاصة الطوب الطفلي الذي يقوم تصنيعه جوار المناجم بالتغلب على الطاقة المرتفعة لنقل الخام.(م١٠-٢،ص١٧)

	طاقة نقل العمالة	➢ يراعى أن يكون اختيار عامل نقل العمالة من خارج الموقع هو آخر الاختيارات لما يسببه من إرهاق بدني وذهني لتلك العمالة، وخاصة عندما تكون مسافة الانتقال كبيرة أو وعرة مما يقلل من طاقتهم ويزيد من طاقة الانتقال.	
	طاقة نقل المخلفات	➢ تعتبر المخلفات من العناصر التي تضع عبئاً إضافياً على طاقة النقل خارج الموقع، ويراعى أن إعادة التدوير للمخلفات واستخدامها لنفس الموقع أفضل من نقلها إلى خارج الموقع مما يضيع من طاقة النقل ويتسبب في خلل التوازن البيئي.	
٥-١-٢-٣-ترشيد استهلاك طاقة النقل داخل/خارج موقع المشروع			
طرق مباشرة		➢ تقصير المسافات في الرحلات. [١] ➢ استخدام التوربينات المطورة مكان التوربينات التقليدية لتوليد الكهرباء في المواصلات، وتصل نسبة كفاءة هذه التوربينات لغاية ٦٠% أي حوالي ضعف كفاءة التقليدية.(م.٥٨،ص٤) ➢ تحسين كفاءة تقنيات المحرك وتخفيض الحمل على المركبة بالتخلص من الوزن الزائد وغير الضروري بهدف توفير استهلاك الوقود.(م.١٤،ص٧٣) ➢ تجنب السرعات العالية أثناء القيادة والتقيد بالسرعات المثالية التي تستهلك وقوداً أقل، إلى جانب تجنب الاختناقات المرورية والاتجاه نحو أقصر الطرق الممكنة، وتفادي استخدام السيارة في ساعات الذروة.(م.١٤،ص٧٤) ➢ إجراء الصيانة الدورية والتي تؤدي إلى خفض معدل استهلاك الوقود بنسبة لا تقل عن ١٠%، وهذه الصيانة تؤدي إلى إطالة عمر المحرك وتقليل استهلاك الوقود بنسبة لا تقل عن ١٠%.(م.١٤،ص٧٥)	
طرق غير مباشرة	استخدام بدائل للطاقة المستخدمة	➢ يمكن استعمال معدات نقل تعمل بطاقات بديلة عن التقليدية منها: ➢ الغاز الطبيعيCNG ، فمحرك الغاز هو رؤية مستقبلية كبديل لمحرك الديزل ويتركز الاهتمام به نتيجة كونه لا يولد أي ملوثات عند استخدامه.(م.٧٦،ص١)	

(١) يؤدي تقصير المسافات في الرحلات واستخدام وسائل مواصلات توفر الطاقة بعيداً عن البترين والفحم إلى اختصار ٣٣% من الطاقة المستخدمة للانتقال داخل المدينة.(م.٢٣،ص٢٩٠)

	➢ طاقة الهيدروجين، وذلك من خلال خلايا الوقود[1]، ويعتبر الهيدروجين هو أنظف أنواع الوقود المستخدم، إلى جانب كونه طاقة متجددة ونظيفة.(م.٧٦،ص١)	
انظر شكل (٥-١١)	➢ نظام التوليد المباشر للكهرباء (نظام خلايا الوقود)، وتتلخص فكرة هذا النظام بأنه نظام عكسي لعملية التحليل الكهربائي للمحاليل المائية، وتتولد الكهرباء نتيجة تأكسد غاز الأيدروجين أو الميثانول أو الهيدرازين أو أول أكسيد الكربون.[2] وينصب الاهتمام حالياً على خلايا الوقود العاملة بأغشية التبادل البروتوني.(م.١٤،ص٨١)	
	➢ الوقود الكحولي، ويعتبر الوقود الكحولي من أكثر الاتجاهات نجاحاً من حيث تطوير بدائل الوقود بالاعتماد على المصادر المحلية للطاقة، حيث ينتج الوقود الكحولي من الكتلة الحيوية[3] وعلى الأخص من قصب السكر لاستعماله كوقود لمحركات السيارات.(م.٤٥،ص٢٧٠)	
	➢ محركات الكهرباء، حيث تعمل مركبات النقل الكهربائية بمحركات كهربائية لدفع العجلات، وتقوم باستمداد الطاقة من حركة السيارة عن طريق الكبح بالتوليد المعاكس عندما تخفض المركبة سرعتها، وتؤدي هذه المركبات إلى تخفيض الانبعاثات الملوثة للهواء.(م.١٤،ص٨١)	

(١) يتم استخدام الهيدروجين كوقود للمركبات على هيئة غاز مضغوط يتم تخزينه في اسطوانة تثبت في المركبات، ويؤدي استخدامه إلى انخفاض انبعاثات أول أكسيد الكربون بما يعادل من ٥٠إلى ٨٠% مقارنة بالوقود السائل، وانخفاض الانبعاثات من الهيدروكربونات بمقدار من ٤٠إلى ٩٠%.(م.٢٠،ص١٤٠)

(٢) تم تشغيل هذه الخلايا بنجاح في الجرارات ١٥ك.و.بوقود الأيدروجين وفي الرافعات ذات الشوكة ١٥ك.و.بوقود الأيدروجين والهيدرازين، كما يرشح الخبراء خلايا الوقود لتوليد الكهرباء اللازمة لتسيير السيارة الكهربائية لأسباب عدة منها كفاءة التوليد المرتفعة(٤٠-٤٥%) مقارنة بكفاءة السيارة الحالية المنخفضة ١٦% داخل المدن، كما أن تشغيلها لا ينتج عنه أي غازات ضارة تلوث البيئة، ويصل استهلاكها إلى الصفر عند توقف السيارة.(م.٣،ص١٦١)

(٣) تم الاهتمام مؤخراً بالوقود البيولوجي من الإيثانول المستخرج من الذرة والقمح وقصب السكر والزيوت النباتية(زيت بذر اللفت).(م.١٤،ص٨٣).

(٤) يتم دمج مميزات كلاً من الكهرباء والديزل لإنتاج موتورات مركزية عالية القدرة، فعندما تسير السيارة لمسافات طويلة فإنها تستخدم موتور الحرق(الديزل)، لكن في المناطق السكنية تستخدم الكهرباء بحيث لا تسبب إزعاج للسكان ولا تخرج غازات عوادم.
(منشور:Bernd schumacher, Man Nutzfahrzeuge aktienges ellschaft, 2000).

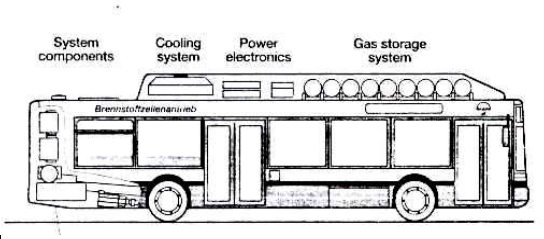
		➢ المحركات الهجينة، وذلك لأنواع الطاقة المختلفة مثل الغاز الطبيعي والميثانول والإيثانول والهيدروجين والكهرباء والديزل البيولوجي، حيث يؤدي التحول من وقود إلى آخر إلى توفير في استهلاك الطاقة، كالانتقال من استهلاك البترين إلى استهلاك الديزل(السولار) والذي يفضل تهجينه بها، ومن الأمثلة الشائعة الأخرى محرك(كهرباء-ديزل).[٤]	
	استخدام بدائل لعناصر استهلاك الطاقة	يمكن تحقيق وفر في استخدام الطاقة بتشجيع التوجه نحو وسائل النقل ذات الطاقة الأقل كثافة، أو التي تؤدي إلى تقليص الاستخدامات النفطية في النقل، ويراعى تطوير تقنيات نقل جديدة مثل السكك الحديدية أو الكهربائية أو وسائل النقل المائية، ومنع استيراد وسائل النقل كشاحنات نقل البضائع.(م.٤٥،ص٢٧١) ➢ يعتبر النقل بالسكك الحديدية من أهم وسائل النقل التي تتمتع بميزة تنافسية كبرى مع شاحنات النقل البري[١]، حيث تؤدي إلى العديد من المكاسب الاقتصادية والبيئية إلى جانب استغلال الطاقة غير المستغلة بالسكك الحديدية[٢] دون تحمل أعباء استثمارية جديدة. [٣] (م.٢٠،ص٢-٦) ➢ يتبين بالنسبة للنقل النهري أن معدل استهلاك الطاقة لوحدات النقل فيه تعادل تقريباً أقل من نصف معدلات استهلاك الطاقة (٤٥%) للشاحنات المستخدمة في أعمال النقل البري على الطرق لذات وحدة الناتج.(م.٢٠،ص٩٥)	انظر شكل (٥-١٢) -جدول (٥-٧)

(١) يقدر العائد السنوي من اجتذاب حوالي ١١مليون طن بضائع أو ٣٠ألف حاوية من النقل البري إلى السكك الحديدية إلى وفر في استهلاك السولار بحوالي ٥١ألف طن سولار، إلى جانب الوفر في ملوثات الهواء.بما يقدر بحوالي ٢٨٥٠ألف طن، وتخفيض عدد القتلى من حوادث الطرق بحوالي ١٥٥قتيلاً، هذا إلى جانب العوائد الأخرى مثل خفض الاستثمارات اللازمة لإنشاء وصيانة الطرق البرية، وتزداد هذه العوائد طردياً كلما زاد نصيب السكك الحديدية من حجم النقل، هذا إلى جانب الحد من التوسع في البنية الأساسية لشبكات الطرق والحد من استيراد بعض المواد البترولية ومن أهمها السولار.(م.٢٠،ص٢-٦)

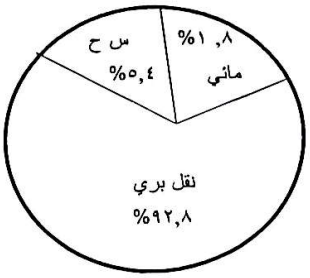
(٢) يلاحظ في مصر أن دور نقل البضائع بالسكك الحديدية من ناحية إجمالي حجم البضائع المنقولة بين المدن على المستوى القومي في تضاؤل بدرجة كبيرة، حيث أصبح يصل إلى ٥% من إجمالي هذه المنقولات بالمقارنة مع حوالي ٣٠% لمعظم الدول الصناعية، وأصبح النقل البري للبضائع بالشاحنات بمثابة العمود الفقري لهذه الصناعة بالرغم من المشاكل الواضحة للنقل بالشاحنات سواء من حيث استهلاك الوقود أو من حيث المشاكل البيئية، حيث وصلت انبعاثات هذا القطاع من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي ٢٧ مليون طن خلال عامي ٩٨/٩٩م(م.٢٠،ص م-١،م-٣)

(٣) تمتلك السكك الحديدية مقومات البنية الأساسية وأسطول وحدات متحرك لنقل البضائع، وتتمثل هذه البنية في شبكة من الخطوط الحديدية يبلغ طولها حوالي ٤٩٠٠كيلومتر، وتقدر طاقتها بتشغيل ٤٨٠ قطار بضائع/يوم، كما تمتلك وصلات خطوط حديدية تربط مراكز النقل الهامة بكل من الموانئ والمصانع والصوامع بشبكة الخطوط الحديدية، وأسطول كبير من عربات البضائع يبلغ حوالي ١٢ألف عربة من طرز خاصة تتناسب مع أنواع المنقولات المختلفة، وبذلك توجد طاقات غير مستغلة تتراوح ما بين ٣٠-٨٠%تقريباً للعديد من الطرز، ويرجع ذلك إلى طول مدة دورة العربة الفعلية عن مدة الدورة النمطية نتيجة لانخفاض حجم الطلب أو بعض معوقات التشغيل،

جدول(٥-٦): طرق ترشيد استهلاك طاقة النقل.



شكل(٥-١١)تطوير وسائل النقل التي تعمل بخلايا الوقود.[١]



شكل(٥-١٢):نسبة مشاركة وسائل النقل الثلاث(مائي-بري-سكة حديد)في النقل القومي في مصر عام ١٩٩٢م.(م.٢٠،ص١١)

اسم الشركة	زيوت	شحوم	إجمالي
النقل المباشر	١,٢٧	٠,٠٦	١,٣٣
أعمال النقل	١,٥٦	٠,٠٦	١,٦٢
نقل البضائع	٠,٩٥	٠,٠٧	١,٠٢
النقل الثقيل	٠,٩٥	٠,٠٩	١,٠٤
النقل البري	٠,٩١	٠,٠٦	٠,٩٧
متوسط عام	١,١٣	٠,٠٧	١,٢٠

(كجم/ ١٠٠٠ ك.م.مسير)

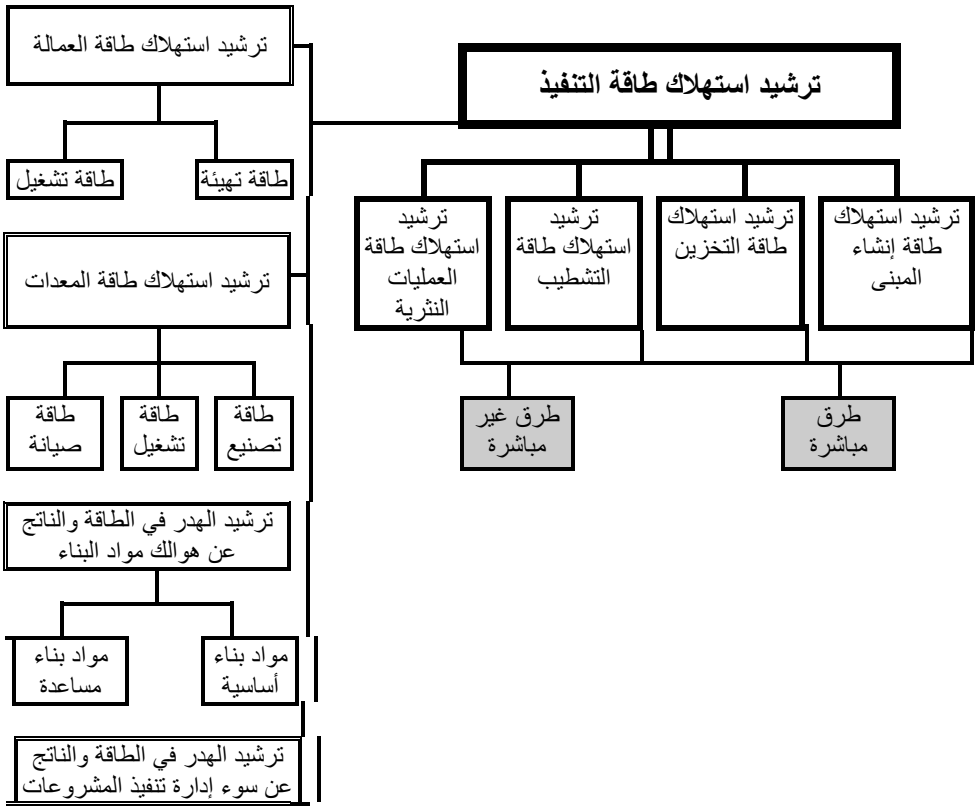
جدول(٥-٧):معدل استهلاك الزيوت والشحوم(متوسط عام لخمس سنوات)كجم/١٠٠٠ك.م مسير.(م.٢٠،ص٩٣)

وتقدر الطاقة غير المستغلة بحوالي ١١مليون طن تقريباً، هذا على الرغم من أن قطاع النقل البري للبضائع بالشاحنات على الطريق يعادل حوالي أربعة أضعاف استهلاك السكك الحديدية لذات المنقول.(م.٢٠،ص م-١،م-١٠١،٣،٩٥)

(١) منشور:.Bernd schumacher, Man Nutzfahrzeuge aktienges ellschaft, 2000

٥-١-٣-ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ

سبق التعرف في الباب الثاني على مجموعة العمليات التي تتم أثناء مرحلة التنفيذ من إنشاء وتخـــزين وتشـــطيب وعمليات نثرية (راجع ص٧٢)، ويتم استهلاك الطاقة في جميع هذه العمليات من خلال عناصر استهلاك الطاقـــة المختلفة من معدات وعمالة إلى جانب الهدر في الطاقة من خلال هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات، ولقد سبق في هذا الباب التعرف على بعض الاتجاهات التي يمكن بها ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء والنقل، والمرحلة التالية لهما هي مرحلة التنفيذ والذي تعتبر المرحلة الفاصلة قبل البدء في مرحلة تشغيل المبنى، ويمكن تطبيق طرق الترشيد المختلفة المباشرة وغير المباشرة والسابق ذكرهما بالباب الأول على هذه المرحلة كما تم تطبيقها علـــى المرحلتين السابقتين لها، ويمكن تحديد اتجاهات الترشيد في هذه المرحلة على أساس أقسامها المختلفة من عمليات يتم فيها استهلاك الطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة المختلفة.



شكل(٥-١٣): أقسام ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ.

٥-١-٣-١-ترشيد استهلاك طاقة معدات التنفيذ		
طاقة تصنيع المعدات	➢ يمكن من خلال تغيير طرق إنتاج الآلات والمعدات تقليل طاقة تصنيعها، كاستخدام خليط معادن أو مواد بلاستيكية أخف في الصناعة من المواد المستخدمة، وذلك لتخفيف وزنها والمساعدة على استهلاك طاقة أقل خلال عملية تشغيلها .[١] ➢ ويجب مراعاة عملية اندثار المعدة Depreciation[٢] إلى جانب تحديد عمرها الافتراضي[٣] لتحديد إمكانية اللجوء إلى عمليات إعادة الاستخدام أو التدوير بما لا يسبب هدر في طاقة تصنيعها.(م.٧٣،ص١١٩) ➢ الاهتمام بكيفية اختيار المعدة بحيث يتم تصنيعها وتشغيلها وفق حدود اقتصادية مناسبة، ولقد تم عمل دراسة لتصميم برنامج على الكمبيوتر لاختيار معدات البناء مع وجود قاعدة معلومات تحتوي على شرح وافي لأنواع المعدات المستخدمة مع مراعاة متطلبات العميل والاستراتيجية المستخدمة، وهذا البرنامج بالمرونة المطلوبة ليتم استخدامه من قبل شركات الإنشاء بدون تغييرات كثيرة، وهو قادر على إدخال المعلومات الحديثة لتطويره.(م.١٣٠-ص٥٢) ➢ إدخال نظم التحكم من خلال الدوائر الإلكترونية كلما أمكن في عمليات التصنيع المختلفة، وهذا يحقق عدة فوائد منها التقليل إلى حد كبير جداً من الأجزاء الميكانيكية والهيدروليكية مما يؤدي إلى أداء أفضل وتقليل في استهلاك الطاقة وتوفير أمان أفضل.[٤] [٥]	انظر شكل (٥-١٤)

(١) فوزي محمد الشريف لياس، دور الغاز الطبيعي في الحد من التلوث البيئي-بعض الجوانب الاقتصادية لاستغلال الغاز الطبيعي في محطات القوى الكهربائية بالجماهيرية العربية الليبية، ماجستير، معهد الدراسات والبحوث البيئية-جامعة عين شمس، ١٩٩٨م.

(٢) عملية اندثار المعدة هي عملية فقدان المعدة لقيمتها بسبب الاستعمال ومرور الزمن خلال عمرها الافتراضي.

(٣) العمر الافتراضي هو ذلك التوقيت المناسب لاستبدال المعدة بأخرى جديدة في العمل والذي يتحقق معه أقل استهلاك للطاقة.

(٤) توجد العديد من الأمثلة لكيفية تطوير المعدات التي تعمل آلياً، حيث تم التوسع في استخدام المحطات الحديثة ذات القدرة الهائلة على إنتاج الخرسانة والتي تعمل آلياً، ويتم التحكم فيها بواسطة الحاسب الآلي ومزودة بأجهزة لقياس درجة تشغيل الخرسانة ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة بالركام، ويتم تصحيح محتوى المياه بالخلطة طبقاً لنسب الرطوبة آلياً باستخدام الحاسب الآلي، وهذه المحطات مزودة بمبرد مياه لخفض درجة حرارة مياه الخلط حتى ٦°م، وذلك لخفض درجة حرارة الخرسانة الطازجة بحيث لا تتجاوز درجة الحرارة المطلوبة طبقاً للمواصفات.(م.٨،ص١٨)

(٥) مجلة عمار، العدد الحادي عشر، إبريل ١٩٩٧م، ص٦٦.

طاقة تشغيل المعدات	طاقة عملية إنشاء المبنى	طـــرق مباشرة	تحسين كفاءة الأداء	➢ اتباع أسس التكنولوجيا المتوافقة باختيار المنظومة التي تتوافق مع الإمكانيات المحلية المتاحـــة في المعـــدات والتكنولوجيا، إذ أنه لا مبرر لاستيراد إمكانيات غريبـــة تتطلب استيراد عمالة ومعدات للتنفيذ، بالذات بالنسبة للمشـــروعات الخاصـــة والعامـــة في القـــرى والنجوع.(م٣٤،ص٤٤)	
				➢ يراعى قدر الإمكان اتباع اســـتراتيجية الامتـــداد الأفقي للعمران، وذلك بدلاً من الامتداد الرأسي الـــذي يتطلب تجهيزات خاصة كالأوناش والمصاعد والمولدات مما يستهلك كميات كبيرة من الطاقة.(م٩٤،ص١٢٣) ➢ التحول إلى الأساليب المميكنة بالكامـــل عنـــدما تكون مجدية وخاصة عند زيـــادة الكميـــات المنتجـــة كاللجوء إلى الخلط المركزي للخرسانة. (١) ➢ يراعى استخدام الوصلات الـــتي تســـاعد علـــى التحكم في الطاقة المستهلكة بالمعدة.(٢) ➢ الحصول على آخر أخبار معدات البناء الحديثـــة لدراسة إمكانية التوفير في الطاقة.(٣)	

(١) تناولت أحد الدراسات مدى جدوى الخلط المركزي للخرسانة في مصر من خلال قسم بحوث مقاومة المواد وضبط الجودة ومجلس بحوث الإسكان والتشييد، وتوصلت الدراسة إلى أن أسلوب الخلط المركزي للخرسانة أجدى وأوفر من الطرق التقليدية إلى جانب ضبط الجودة التي توفرها.(محمد مصطفى السعيد، ملخص عن دراسة جدوى الخلط المركزي للخرسانة في مصر، ١٩٨٥، ص٢)

(٢) يوجد مثلاً جهاز للتحكم اسمه Maximum demand controller لو تم توصيله بالمعدة فإنه يقوم بإطفائها عندما يتعدى استهلاك الكهرباء فيها حد معين، ويكون هذا الحد هو المتوسط الذي تكون المعدة تعمل عنده دائماً.(منشور: ABB I-bus EIB Intelligent Installation system-2002)

(٣) أثبتت الخبرة والتجارب أنه في حالة استخدام مضخات الخرسانة فإن معدلات صب الخرسانة تزيد إلى أكثر من الضعف عنه في حالة استخدام(الكرين)، وكلما زادت كمية الخرسانة تصبح مضخة الخرسانة هي الأوفر.(مجلة عمار–العدد الحادي عشر، إبريل ١٩٩٧م، ص٦٥).

(٤) تزايد عدد وحجم شركات المقاولات بالقطاعين الخاص والاستثماري بدرجة كبيرة في مصر بعد عام ١٩٧٣م وخلال سنوات الانفتاح، وذلك لتلبية الآمال والطموحات في التوسع العمراني المنشود وتحقيق الاحتياجات حتى عام ٢٠٠٠م مما ترتب عليه إسراف شديد في استيراد معدات التشييد من كافة النوعيات والمصادر، واستيراد مصانع للمباني الجاهزة ومصانع لمختلف مواد البناء، وقد تنافس الموردون من كافة دول العالم الصناعي في إغراء شركات المقاولات بشراء المعدات حتى أغرق السوق المصري كله بمعدات من الشرق والغرب دون الخبرة الكافية في استخدامها باستثناء مصانع إنتاج الأسمنت وحديد التسليح التي تم إنشاؤها خلال السنوات الأخيرة، وما يوجد الآن من معدات التشييد والمصانع لإنتاج عناصر البناء أو مواد البناء بخلاف الأسمنت والحديد يمثل مجمله ضعف ما يلزم لتنفيذ الاستثمارات المتاحة

		خفض الفقد في الطاقة	➢ التحقيق الأمثل لنسبة تشغيل المعدات إلى عددها.(٤)	
			➢ يتمثل الفقد في المعدات على مستوى المعدة الواحدة بوجود المعدة متوقفة عن العمل في حين كان يمكن استخدامها في عمل آخر، سواء نتيجة لعطل بالمعدة أو لسوء تخطيط الموقع، وسيلي ذكر كيفية ترشيد استهلاك الطاقة المهدرة الناجمة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات فيما يخص العمالة والمعدات على حد سواء. ➢ يمكن استعمال بعض الأجهزة المضافة لتقليل الفقد في الطاقة كجهاز محسن الوقود المغناطيسي لتوفير ٣٠% من الوقود المستخدم.(١)	
	طرق غير مباشرة	استخدام بدائل للطاقة	استخدام بعض المعدات الحديثة والتي أصبحت تستخدم طاقة الإنسان كمحرك لها مثل الرافعات الشخصية ذات الدفع الذاتي .(٢)	انظر شكل (٥-١٥)
طاقة عملية التخزين	طرق مباشرة		➢ يفضل أن تكون مواقع التشوينات قريبة من مواقع الإنشاء بما يمكن من حركة المعدات في أضيق الحدود. ➢ يفضل أن لا تعيق مواقع التشوينات حركة المعدات أو تتسبب في زيادة مسارها وحركتها. ➢ يفضل عدم الاحتياج لمنشآت للتخزين بما يستهلك من طاقة المعدات لتنفيذها.	

للتشييد، أي أن الراكد والمعطل من معدات التشييد والآلات لبعض المصانع يقدر بحوالي ٥٠ % من إجمالي هذه الأصول، سواء بسبب نقص المتاح من المشروعات أو لتعقيد الحصول على بعض قطع الغيار، أو بسبب تعثر تسويق منتجات بعض المصانع، ولعل الاستفادة من الأصول الميكانيكية الراكدة والمعطلة أجدى من الاتجاه لاستيراد معدات تشييد جديدة في ظل بريق التسهيلات وبدون قروض، ثم ينحسر هذا الظل عن مآزق مالية مربكة (م.٤٢،ص٢٧،٢٦)

(١) يؤدي استخدام جهاز محسن الوقود المغناطيسي اختراع البروفيسور الروسي يوري تكاتشينكو والذي يمكن استعماله مع كافة أنواع الوقود (بترين، ديزل، كيروسين، غاز) إلى توفير في الوقود تصل نسبته إلى ٣٠%، مع تقليل الغازات السامة والناتجة من العادم بنسبة ٨٠% لجميع أنواع المحركات والآلات.(منشور: شركة التقنيات المغناطيسية، جهاز محسن الوقود المغناطيسي، ص٣)

(٢)منشور: دار البناء الحديثة المحدودةModern builders merchant trading Co. Ltd.2000، ص٢.

(٣) لا تتعدى نسبة الخطأ في أقل أنواع ميزان القامة جودة عن ٥ مم/كم، ودقة تحديد المناسيب لها دور كبير في تحديد مستوى الجودة في بنود الأعمال ومنها أعمال التشطيبات.

	طاقة عملية التشطيب	طرق مباشرة	➢ يراعى تخفيض الطاقة المستهلكة في عمليات التشطيب إلى حدودها الدنيا أو الاستغناء عنها تماماً نظراً لما تمثله عملية التشطيب من عبء يمكن الاستغناء عنه. ➢ اللجوء إلى استخدام أجهزة وأدوات تؤدي أعمال التشطيب بكفاءة أعلى من التقليدية، سواء بالنسبة لأساليب التنفيذ المتبعة أو لمواد البناء المستخدمة بما يسمح برفع مستوى الجودة، وهو ما توفره التكنولوجيا الحديثة، مثال ذلك ميزان القامة.(٣) (م.٧٥)	
طاقة صيانة المعدات			➢ تطبيق الأساليب العلمية لتخطيط ورقابة العمل بالمعدة وتحديد أسلوب الصيانة الأنسب للحفاظ على أدائها وكفاءتها في التشغيل، (١) (م.٧٣،ص١٢٢) فتدهور المعدات نتيجة نقص الصيانة أو قطع الغيار غير المناسبة أو الظروف البيئية القاسية تعتبر من الأسباب الشائعة لعدم كفاءة استخدام الطاقة بمصر.(٢) (م.٤٦،ص١٢٤) ➢ تؤدي الصيانة الوقائية والعلاجية إلى التوفير في الطاقة المستخدمة في التشغيل، ومن أمثلة العناصر المستخدمة لترشيد طاقة صيانة المعدات نوع من أنواع المذيبات، وهو على هيئة سائل جاهز الاستعمال لإذابة وتفتيت الخرسانة المتصلدة وطبقات الصدأ بالمعدات والآلات بدون إتلاف لها بدلاً من استعمال المطرقة لتكسير الخرسانة.(٣)	
٥-١-٣-٢-ترشيد استهلاك طاقة عمالة التنفيذ				

(١) تعتمد عملية الصيانة على نوع المعدة وطبيعة عملها وأسلوب تشغيلها بالموقع ودرجة العناية المنظمة لها وفق تعليمات الشركة المنتجة لها، ويراعى ضرورة الحفاظ على المعدات وتلافي حدوث أعطال كبيرة ومفاجئة تمنع سير العمل وتعطله، بحيث تضمن تشغيل المعدة مع الاستغلال الأمثل لها لتحقيق أقصى إنتاجية ممكنة خلال فترات العمل المختلفة.(م.٧٣،ص١٢٢)

(٢) تطيل الصيانة المناسبة للمعدات عمرها وتوفر في استخدام الطاقة، ويجب الرجوع إلى إرشادات مصنعي المعدات واستخدامها كقاعدة لفحص وصيانة كل معدة.(م.٤٦،ص١٢٤)

(٣) منشور: شركة كيماويات البناء الحديث، دليل المهندس، إبريل ٢٠٠١م، ص١٨٥.

(٤) عادل محمد كامل، صلاحية مواد البناء للعمران-مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية-المجلد الثالث، وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية-جامعة الدول العربية-مجلس وزراء الإسكان والتعمير العرب، القاهرة-٩-١٢ إبريل ٢٠٠٠م، ص١٠٠٩.

(٥) تم بالفعل تطوير التعليم الفني بالمعاونة مع الجانب الألماني وتدرب حتى الآن ١٤٨٦ طالباً في ثلاث مهن للتشييد والبناء في إحدى عشرة محافظة من ٢٢٥ شركة عضو بالاتحاد المصري لمقاولي التشييد والبناء.(م.٦٧،ص٤٣)

طاقة تمينة العمالة	➢ يعتبر تدريب العاملين هو الأداة الرئيسية لتنمية المهارات نحو ترشيد استهلاك الطاقة،(م١٠٠٥،ص٧) حيث ترتبط سهولة ومهارة الإنشاء بمدى مهارة الحرفي أو العامل اليدوي وإمكانياته في تصنيع مكونات وعناصر الإنشاءات المختلفة، حيث أنه إذا لم تتواجد مهارة استخدام المواد في مناطق عمرانية معينة فإن ذلك يتطلب استخدامها من خارج المنطقة أو تدريب عمال هذه المنطقة على مهارة استخدام مواد البناء المقترحة.(٤) ➢ يجب أن تولي الجهات المسؤولة عناية خاصة من خلال حسن اختيار القيادات وتطوير نظم ربط الأجر بالإنتاج وبرامج التدريب، إلى جانب اختيار نوعية العاملين وما يستتبعه من إعادة النظر في قانون العمل بما يكفل دعم الإنتاج وردع التسيب والإهمال.(م٤٧٠٥،ص٣-٤) ➢ تطوير وتحديث التعليم الفني والتدريب المهني في مجال قطاع التشييد مع ما توصلت إليه الدول المتقدمة في مجال تكنولوجيا صناعة التشييد، والحصول على التقنيات المتطورة والارتقاء بمستوى المهارة لمهن وحرف التشييد بما يتماشى مع المستويات الأوروبية.(٥)	انظر شكل (٥-١٦) انظر شكل (٥-١٧)

طاقة تشغيل العمالة	طاقة إنشاء المبنى	طرق مباشرة	تحسين كفاءة الأداء	➢ الأخذ في الاعتبار مجموعة عوامل لابد من تحقيقها للحصول على ظروف عمل مناسبة ومريحة تحافظ على طاقتهم دون إهدار من أهمها: ➢ احتياطات الأمان للأشخاص حتى لا يتعرضوا لأي مخاطر. ➢ توفير أماكن الاغتسال المناسبة، وتوفير إمكانيات تجفيف الملابس مع توفير المناشف لهم. ➢ توفير وسائل الإسعاف المناسبة وطفايات الحريق. ➢ توفير النظافة المناسبة لمكان العمل. ➢ توفير أماكن مناسبة للتجمع عند حضورهم وانصرافهم. ➢ يراعى عملية تنظيم الوقت بوجود مخطط زمني للعمل المطلوب، فوجود جدول زمني مسبق للعمل يؤدي إلى عدم تداخل الوظائف المختلفة وعدم إهدار الوقت بتعطيل أحد العمليات على حساب أخرى.(م.١١٩،ص١١٨) ➢ لابد من دراسة مدى التوافق بين البيئة المحيطة والعمل بما يتناسب مع احتياجات العمالة لتساعدهم على أداء عملهم بكفاءة، ولقد ظهرت طريقة بحث اسمها ergonomics (١) لتعطي مجموعة من النتائج بين البحث المطلق والتطبيق العملي، وعرفت بأنها العلاقة بين العامل ومدى استيعابه للآلات المستخدمة في العمل والبيئة المحيطة وحجم العمل المطلوب والتجهيزات الخاصة لكي يتم أداء هذا العمل بصورة أفضل.(م.١١٩،ص١١٢)	

(١) تتضمن عدة عمليات كعملية تصميم الكراسي التي يجلس عليها العمالة وطريقة ترتيبها، وترتيب الأجهزة والمعدات التي يعملوا بها بحيث تتناسب مع الاستعمال والاحتياجات المكتبية وشاشات العرض وغيرها بما يساعدهم على أداء عملهم بصورة أفضل مع توفير الضوء المناسب، وتجنب الضوء الذي قد يؤثر على الصحة العامة والظروف الحيوية المحيطة في مكان العمل، وتعتمد هذه الطريقة أيضاً على الطاقة التي تبذل لإنجاز العمل وتأخذ في الحسبان أوقات الراحة والإرهاق، ومدى إمكانية تزويد العمالة بالمعلومات المفيدة لتأدية العمل بطريقة أفضل، وتحديث هذه المعلومات بصفة مستمرة.(م.١١٩،ص١١٣)

				خفض الفقد في الطاقة	➢ ضرورة الأخذ في الاعتبار مجموعة عوامل الراحة الواجب مراعاتها لتقليل طاقة العمالة والتي منها: ➢ الإضاءة، حيث أن توفير الإضاءة بالشكل المناسب أساسي لتأدية العمل بشكل مرضي، ولابد من مراعاة وجودها في الأماكن المناسبة وتركيزها في الأماكن المطلوبة لتأدية الوظيفة بشكل جيد. [1] (م.١١٩،ص١١٣) ➢ الألوان، حيث لابد من مراعاة الألوان المستخدمة في العمل بما يتناسب مع رد فعل العامل. [2] ➢ التهوية ودرجة الحرارة، حيث لابد من مراعاة توفير الراحة الحرارية للعمال في مكان العمل لما له من تأثير مباشر على الأداء. [3] ➢ الضوضاء، حيث مما لاشك فيه أن الضوضاء تزود إحساس العامل بالإرهاق، وتؤثر الضوضاء الفجائية على العمل بحدوث توقف أثناء العمل لذا يجب معالجتها بتلافيها. [4] ➢ طريقة الجلوس، حيث تؤثر طريقة جلوس العامل على صحته وأداؤه، لذا يراعى الاختيار السليم للكراسي المناسبة التي تمكن العامل من أداء عمله بأقصى قدر ممكن من الراحة الجسمانية، كما يراعى وجود توافق بين ارتفاعات الكراسي والطاولات. (م.١١٩،ص١١٤)	

(١) لابد أن تكون عضلات العين في راحة طوال فترة العمل فلا تكون مرهقة نتيجة بعد عناصر العمل مثلاً، فالعامل يرى بشكل جيد على مسافة ٢٠ قدم، وإذا قلت هذه المسافة فإن ذلك يؤدي إلى ضغط على عضلات العين فيبذل مجهود أكبر ليرى الشيء ليقوم بعمله بالشكل الصحيح، ويفضل زيادة حجم أجزاء المهمة ليراها بشكل أفضل، فتكبير المهمة أفضل من زيادة الضوء.(م.١١٩،ص١١٣)

(٢) كلما زادت الألوان الموجودة في العمل كألوان الأسلاك والمواسير كلما كان ذلك أسوأ، وكلما أمكن توحيد الألوان والعناصر المتشابهة في الوظيفة كلما كان ذلك أسهل في التعامل، كما يفضل استخدام الألوان الواضحة في أجزاء معينة تسهل العمل في الماكينات كعلامات التحذير، ويفضل أيضاً استخدام الألوان المريحة لجلب السعادة في أقسام المصنع المختلفة ليتم العمل في جو مريح.(م.١١٩)

(٣) تؤدي عدم الراحة الحرارية إلى عدم العمل بالطاقة الكاملة للعمالة، وليمكن تحسين الأداء لابد من توفير التهوية اللازمة والحفاظ على درجة الحرارة في الحدود المطلوبة للعمل، وهي تختلف من مكان لآخر حسب حركة العامل، فالأعمال الذهنية لا تتطلب حركة كثيرة وبالتالي تحتاج إلى درجة حرارة أعلى من التي يتطلبها صاحب المجهود اليدوي أو العضلي.(م.١١٩،ص١١٤)

(٤) توجد أعمال تتطلب مستوى معين من الضوضاء لا يمكن الإقلال منه، لذا يفضل فصل هذه الأماكن عن غيرها، كما يراعى استخدام الأسقف والحوائط المانعة للصوت عند الحاجة.(م.١١٩،ص١١٤)

				➢ تقليل حركة العامل إلى أقصى حد ممكن، وهذا يتطلب أن تكون الآلات والمعدات موضوعة بجانب العامل بطريقة تقلل من الحركة التي ينتجها العامل للحصول عليها،(١) كما تم استحداث طريقة لدراسة الحركة أثناء العمل اسمها motion study تعتمد على دراسة حركة الأيدي والأذرع والساقين لتقليل حركة العامل قدر الإمكان.(٢) (م.١١٩،ص١١٥)	انظر شكل (٥-١٨) (٥-١٩)
		طرق غير مباشرة	استخدام بدائل للطاقة المستخدمة	➢ يمكن التغيير في طاقة العمالة باستبدالها بطاقة ميكانيكية والعكس مع مراعاة حسابات الطاقة الناتجة عن هذا التغيير، ويفضل في معظم الدول النامية عند الاستغناء عن طاقة العمالة استبدالها بطاقة بشرية أخرى كاستغلال الجهود الذاتية في البناء.(٣)	انظر شكل (٥-٢٠)

(١) يتطلب تقليل طاقة العامل إلى أن تكون الآلات والمعدات موضوعة بجانب العامل بطريقة تقلل من الحركة التي ينتجها العامل للحصول عليها، فإذا كان العامل جالساً على كرسي فلابد أن تكون الأدوات التي يستخدمها موجودة في المساحة المحيطة بحيث تسمح بحركة يديه وذراعيه في نطاق هذه المساحة فقط، ويراعى عدم وجود أي عوائق لحركة يديه بطريقة صحيحة، وللشخص الواقف يراعى أبعاد حركة يديه لأعلى وأسفل في الحدود المسموح بها وبدون عوائق أيضاً، وفي جميع الأحوال يراعى اتزان الجسم أثناء العمل، فمثلاً يميل الشخص الذي يحمل على أحد كتفيه ثقل ما باتجاه الجانب الآخر ليحاول مقاومة القوة لتحقيق الاتزان، لكن لو تم تقسيم الحمل على جانبي الجسم فإن ذلك يؤدي إلى عدم بذل الجسم لمجهود كبير لوجود تعادل في الأحمال على جانبي الجسم، ويعتبر مراعاة مجال رؤية العامل أحد أهم العوامل لأداء الحركة بسهولة، فلابد أن يشمل مجال الرؤية جميع المواد التي يقوم الشخص باستخدامها، ويمكن تزويد مجال الرؤية بحركة العين لكن يراعى أن حركة العين بكثرة تسبب إرهاق لها.(م.١١٩،ص١٢٠)

(٢) ليمكن دراسة حركة العامل أثناء العمل لابد من دراسة خواص ومواصفات الحركة التي يبذلها الشخص والتي تعتمد على دراسة كل من مكان العمل، المعدات التي يتعامل معها العامل، الحركة التي لابد أن يقوم الشخص بها لأداء العمل.(م.١١٩، ص١٢٠)

(٣) يمكن استغلال الجهود الذاتية مع الأخذ في الاعتبار بعض النقاط للوصول إلى توزيع مناسب للعمالة، وهي:

١. مستوى مهاراتهم وإمكانية تنميتها عن طريق التدريب.
٢. نوع المساعدة التقنية التي يجب توفيرها للحرفيين والبناءين بالجهود الذاتية.
٣. نوع الحرفيين المطلوبين والمتوفرين لأعمال البناء.
٤. مراحل العمل التي لا يمكن للسكان تنفيذها بالجهود الذاتية.
٥. دور مقاولي القطاع الخاص في بناء المساكن وماهية مهاراتهم وإمكانية تطويرها.(م.٨٠،ص٨٢)

			ويؤدي تغيير نظام البناء المتبع إلى استبدال طاقة العمالة بأخرى، حيث يؤدي استخدام نظام البناء الذاتي إلى استبدال طاقة العمالة بطاقة قاطني المسكن، وقد وجد أن اتباع نظام البناء الذاتي (برمصر) أدى إلى وفر مقداره٦٧,٦٢%في العمالة إلى جانب استغلال الطاقات المهدرة وغير المستغلة للسكان مع التغيير في أسلوب التنفيذ المستخدم .(١) (م.١٠-٥،ص٢٤)
طاقة عملية التخزين	طرق مباشرة	➢ يفضل أن تكون مواقع التشوينات قريبة من مواقع الإنشاء بما يمكن من حركة العمالة في أضيق الحدود. ➢ يفضل أن لا تعيق مواقع التشوينات حركة العمالة أو تسبب زيادة مسارها وحركتها. ➢ يفضل عدم الاحتياج لمنشآت للتخزين بما يستهلك من طاقة العمالة لتنفيذها.	
طاقة عملية التشطيب	طرق مباشرة	➢ السعي نحو إمكانية الاستغناء عن التشطيبات عند عدم الحاجة إليها، وهذا ما يؤدي إلى الابتعاد عن الطرق التقليدية في البناء والاتجاه أكثر نحو استخدام الوحدات الجاهزة أو سابقة الصنع، وهو أيضاً ما يشجع على ميكنة طرق إقامة الهيكل الإنشائي للمبنى وصناعة المبنى في المصنع.(٢) ➢ إنتاج مواد جاهزة أو شبه جاهزة للاستخدام مباشرة دون الحاجة إلى تركيب هذه المواد من الخامات الأولية في الموقع كما كان يحدث في مونة البياض أو الطرطشة الملونة وغيرهما.(م.٧٥،ص٧٨)	

(١) على الرغم من وجود نسبة ضئيلة من العمال المهرة بين السكان في بعض المناطق كالمناطق المتدهورة والتي يفضل إحلالها، إلا أن معظم العمالة المتوفرة في مثل هذه المجتمعات تعتبر غير ماهرة، لكنها تعتبر طاقات مهدرة غير مستثمرة، ويمكن الاستفادة منها في عمليات البناء في مثل هذه المناطق باستخدام تقنيات البناء البسيطة والمتوافقة مع الظروف المحلية للمواقع، ولتحقيق الاستفادة المثلى من المشتركين عن طريق الجهود الذاتية أو المساعدات المتبادلة يفضل استخدام المواد في صورتها الخام واستخدام العمالة المدربة في أضيق الحدود، وتوفير الأدوات الأساسية للأوزان والقياس والماكينات لتحقيق أعلى قدر من الإنتاجية، ويجب أن تكون مكونات المبنى الإنشائية قياسية وموحدة مما يسهل العمل ويحسن النتائج ويقلل من فاقد المواد أثناء عملية البناء.(م.٨٠،ص١١٢)

(٢) ترتبط نوعيات التشطيب في الطرق المميكنة للإنشاء بنوعيات الأسطح الناتجة عن أعمال التنفيذ باستخدام هذه الطرق، وتشترك الأسطح المصنعة بوجه عام في نعومتها واستوائها، الأمر الذي يجعلها لا تحتاج إلى أعمال تقويم كالبياض الذي يستخدم في علاج الأسطح الخشنة أو غير المستوية.(م.٧٥،ص٨٩)

				➢ اللجوء إلى الأساليب المتطورة و المواد الجديدة والتي توفر في طاقة العمالة نظراً لأنها تحتاج إلى عدد أقل من العمالة لإنجاز ما ينجزه عدد أكبر باستخدام الأساليب التقليدية، كما يقل عدد العمالة اللازمة لتحضير هذه المواد للاستخدام. ➢ استخدام أسلوب التشطيبات الجاف بدلاً من التشطيبات الرطبة في حالة الوحدات سابقة التجهيز فالأولى تتم في المصنع والثانية تنفذ في الموقع.(م٧٥،ص٨٨)	
٥-١-٣-٣-تقليل الهدر في طاقة التنفيذ والناتج عن هوالك مواد البناء					

مواد بناء أساسية/ مساعدة	عملية الإنشاء	طرق مباشرة	خفض الفقد في الطاقة	➢ يراعى كخطوة أولى لتقليل هوالك مواد البناء الترشيد في استخدام مواد البناء ذاتها، وبالتالي ترشيد استهلاك طاقة تصنيعها ونقلها وتركيبها بما لا يضر بعاملي الأمان والجودة للمنشأ أو يؤثر على وظيفته،(م.٩٤،ص٢٠) ويتبع ذلك تحديد نوع التكنولوجيا المطلوبة [١] سواء كانت باستخدام مواد تقليدية أو غير تقليدية لترشيد الهالك منها، وذلك باعتبار أن بعض المواد التقليدية المعروفة والمستخدمة لم تصل بعد إلى التطبيق الأمثل والاستفادة القصوى من إمكاناتها الفيزيائية والطبيعية.(م.٧٩،ص٣٨) ➢ دراسة تأثير العوامل البيئية لتقليل الفاقد ورفع كفاءة تشغيل المواد وتحسين الأداء، حيث تؤثر العوامل الجغرافية على زيادة نسبة الهالك وصعوبة النقل وضياع الوقت وتأخر وصول المواد، وكذلك تؤدي العوامل المناخية إلى زيادة الهالك، لذا يفضل اختيار مادة البناء البديلة التي توفر المادة المطلوبة أو الأقرب إلى مواصفاتها، والأقرب إلى الموقع والذي يربطه طريق مباشر وجيد بالموقع لتلافي هذه العوامل، حيث العلاقة بين مسافة النقل تتناسب مع زيادة نسبة الهالك.(م.٧٧،ص١٠٣)	
	طاقة عملية التخزين	طرق مباشرة	خفض الفقد في الطاقة	➢ اختيار أساليب التنفيذ ونظم البناء التي تساعد على خفض فاقد مواد البناء أثناء عملية التخزين سواء نتيجة طول فترة التنفيذ أو لظروف التنفيذ غير المحكمة. [١] [٢]	

(١) يلاحظ أن الطرق التقليدية في البناء ينتج عنها هالك كبير في المواد مما يشكل خسارة وتبديد وظهور عجز وفجوة بين حجم الطلب وحجم الإنتاج، لهذا كان من الضروري التفكير في أسلوب جديد وتطبيق تكنولوجيا جديدة في البناء تتميز بالاقتصاد في استخدام مواد البناء التي أصبحت محدودة ومرتفعة الأسعار عن طريق تقليل الهالك منها.(م.٧٩،ص٨٣)

(١) يحقق الخلط المركزي مثلاً إمكانية استخدام الأسمنت طازجاً وبالتالي تفادي التأثيرات الإتلافية للتخزين الطويل، كما أن الأسمنت يورد في حالة سائبة ويتم تخزينه في صوامع محكمة الغلق، وبالتالي يتحقق التخزين الأفضل ويوفر في طاقة التخزين بالموقع، إلى جانب تحقيق الوفر في الفاقد.

(٢) محمد مصطفى السعيد، ملخص عن دراسة جدوى الخلط المركزي للخرسانة في مصر، ١٩٨٥، ص٧.

(٣) تصبح هذه الوسيلة فعالة في مناطق المشروعات الضخمة التي تحتاج إلى معدلات كبيرة من الأسمنت.

	طاقة عملية التشطيب	طرق مباشرة	خفض الفقد في الطاقة	➢ يلاحظ أن استخدام مواد التشطيبات والتي قدمتها التكنولوجيا لتحل محل التقليدية تحقق الحصول على أسطح نهائية دقيقة تتميز بالصلادة ومقاومة ظروف الجو المتقلبة وإمكانية صيانتها وتنظيفها، ولذلك وجب متابعة التطور في أساليب التشطيب المختلفة واختيار المناسب منها وكذلك مواد التشطيب المستخدمة لمنع أي هدر فيها أو في مكوناتها.(م.٧٥،ص٨٦) ➢ يراعى اختيار مواد البناء التي تساعد على الاستغناء عن عملية التشطيب وبالتالي تقليل المهدر منها.	
	عملية إنشاء/ تخزين/ تشطيب	طرق غير مباشرة	بدائل لعناصر استهلاك الطاقة	➢ البحث عن مواد بناء بديلة للمستخدمة والتي تعاني من زيادة نسبة الهالك منها سواء لمواد البناء الأساسية أو المساعدة، وهو ما تم ذكره باستفاضة بالباب الرابع من البحث.(انظر ص١٣٦)	
مواد البناء الأساسية	➢ يمكن تقليل الهدر في هوالك بعض مواد البناء الأساسية كالآتي: **الخرسانة المسلحة**، يمكن تقليل الهالك من خلال: ➢ مراعاة استخدام وسائل نقل الأسمنت السائب بالعربات المختصة لذلك ما أمكن.(٣) (م.٧٩،ص٥٠) ➢ يراعى عند تعبئة الأسمنت بعربات العبوات ألا يتساقط بحرية أثناء ملئها.(٤) ➢ العناية باختيار الأطوال وتجنب الاستبدال عند استخدام حديد التسليح لتقليل الفاقد.(م.٧٩،ص٥٠)				
	➢ يراعى استخدام ماكينات فرد وتجنيش حديد التسليح.(١) ➢ يفضل استخدام حديد التسليح عالي المقاومة الذي يؤدي إلى وفورات سواء من				

(٤) يلزم التحكم في تساقط الأسمنت باستخدام ممرات تغذيه من الخيش أو استخدام خرطوم معدني لمنع حدوث الأتربة الأسمنتية أو فقد جزء من الأسمنت علاوة على انتظام وضع كمية الأسمنت بالعربة، كما يراعى عند تفريغ عربات العبوات للأسمنت ألا يكون ذلك دفعة واحدة، بل تقسم العربة إلى حجرات تفرغ كل واحدة على حدة لمنع الأتربة و الفاقد أيضاً.(م.٢،ص٣٤٤)

حيث كمية الحديد المستخدمة أو من حيث العمالة اللازمة لتجهيزه.[٢] ➢ يجب مراعاة الاسكتشات المستخدمة في التفريد في حالة تشكيل الحديد بالموقع للاستفادة من جميع كميات الحديد الواردة، وكذلك الاستفادة من أطواله لتقليل الحديد الهالك.[٢] [٣] ➢ تطوير الأسلوب المستخدم حالياً في إنتاج الخرسانة من الخلط اليدوي إلى الخلط الميكانيكي.[٤] ➢ يمكن تقليل نسبة الهالك عن طريق اختيار الوسيلة المناسبة لنقل وتوزيع الخرسانة المنتجة.[٥]	
المباني، ويمكن تقليل الهالك فيها من خلال: ➢ العناية بدراسة طريقة الاستخدام نفسها ومعالجة الهالك منها وخاصة أن الأسلوب اليدوي هو النمط المستخدم حالياً في تلك الأعمال. ➢ الاهتمام بعمليات التحميل والنقل والتفريغ ثم التشوين في الأماكن المناسبة، مما يؤدي إلى تقليل نسبة الفاقد أثناء التداول.[٦] (م.٧٩،ص٥٢)	

(١) تساعد ماكينات فرد وتجنيش حديد التسليح على رفع معدلات تجهيزه مما يقلل من نسبة العمالة اليدوية المستخدمة ويخفض من طاقة التنفيذ، وخاصة مع استخدام حديد التسليح عالي المقاومة .(م.٧٩،ص٥١)

(٢) منشور: إدارة الشدات المعدنية وتشكيل الحديد–المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، الشدات المعدنية، ٢٠٠٠م،ص٤.

(٣) توجد بعض الشركات التي سجلت براءة الاختراع في عدم الحصول على أي هوالك لحديد التسليح، وذلك باستخدام طريقة القص للحديد بالحدادة على البارد، حيث يتم زيادة قطر حديد التسليح عند نهايته وإما أن يتم قطعه أو قلوظته بعدها، وفي هذه الحالة يمكن باستخدام قطعة مساعدة الجمع بين قضيبين مقلوظين وذلك في حالة إمكانية لف القضيب الثاني، واستخدام قطعة ثانية بجانب الأولى في حالة كون القضيب الثاني لا يمكن لفه، كما يمكن لحام القطعة المساعدة بسهولة ولف القضيب الثاني بدون أي مشاكل، وتوجد مجموعة متنوعة للقطع المساعدة المستخدمة سواء لوضعها في نهاية القضيب أو بين قضيبين أو كقطعة مساعدة ثانية أو عند اللحام.(منشور: Bar Tec, Mechanical splicing System, 2000, p.1)

(٤) يخفض الخلط الميكانيكي للخرسانة من نسبة استخدام الأسمنت في الخرسانات، ويقلل من الفاقد سواء في مواد الخرسانة أو الخرسانة نفسها، وفي حالة الأعمال المتناثرة تلجأ بعض الشركات إلى إنشاء محطة مركزية تجمع فيها الخلاطات الميكانيكية، ويتم توزيع الخرسانات المنتجة من هذه المحطة إلى مختلف مواقع الأعمال مما يخفض من تكاليف الإنتاج ويقلل من نسبة الهالك، والذي يزداد بتعدد أماكن التشوينات بنسبة تصل إلى حوالي ٦ % من قيمة الخرسانة المنتجة في ثلاثة مواقع متفرقة.(م.٧٩،ص٥١)

(٥) تبدأ وسائل نقل الخرسانة بالطرق اليدوية باستخدام القرونات، ثم العربات اليدوية أو السيارات ذات القلابات المتفاوتة السعة، كما يمكن رفع الخرسانة إلى أماكن صبها إما بالطرق اليدوية أو بالمصاعد الثابتة أو بالأوناش المتحركة أو الكابلات الهوائية، كما قد تستخدم طلمبات الخرسانة في بعض الحالات الخاصة، وجميع هذه الوسائل يمكن أن تستخدم بطاقات متفاوتة حسب حاجة العمل.(م.٤٢،ص٣٣)

(٦) يمكن لهذا الغرض دراسة استخدام وسائل نقل خاصة والعمل على تنظيم موقع التنفيذ تنظيماً سليماً، وبالتالي ضمان التشوين السليم للطوب، كما يقتضي الأمر لتحقيق نفس الغرض رش الطوب بالماء بصفة دورية أثناء تشوينه.(م.٧٩،ص٥٢)

	➢ الاهتمام بعملية البناء نفسها واختيار البناءين الأكفاء الذين يهتمون بدقة الصناعة وضبط المون المستخدمة لهذه العملية والعمليات التكميلية التالية لها وعلى الأخص البياض .(١) ➢ وضع موديول ثابت في التصميمات لأبعاد الغرف لمضاعفات مقاسات الطوب لمنع الإهدار في الموديولات المختلفة.(م٤٢،ص٥٢)					
مواد البناء المساعدة	➢ يمكن تقليل الهدر في هوالك بعض مواد البناء المساعدة كالآتي: **أخشاب النجارة**، يمكن تقليل الهالك فيها من خلال: ➢ اختيار المقاسات المناسبة من الأخشاب من حيث السمك أو الطول أو العرض مما يؤدي إلى وفورات كبيرة في الخامات عن طريق تقليل قيمة الهالك منها.(م٧٩،ص٥٢) تصنيع الأعداد المطلوبة من وحدات النجارة دفعة واحدة، وخاصة إذا كانت من نماذج متشابهة.(م٤٢،ص٣٤)					
٥-١-٣-٤-تقليل الهدر في طاقة التنفيذ والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات						
	➢ توجد بعض الاتجاهات الفكرية التي تم وضعها لتلافي مشكلة الهدر في الطاقة نتيجة سوء التنظيم والإدارة منها: ➢ مدرسة علوم الإدارة Management Science.(٢) ➢ اتجاه بحوث العمليات Operation Research.(٣) ➢ اتجاه تحليل النظم System Analysis.(٤)	تحسين كفاءة الأداء	طرق مباشرة	مرحلة إنشاء المبنى		انظر شكل (٥-٢١)

(١) لابد من دراسة الزمن والحركة لعملية البناء واختيار مجموعة البناءين والمساعدين مما يحقق وفراً كبيراً في المصنعيات والمون، ومما يؤدي لعدم وجود معوقات تعطل استخدام الطاقة الكاملة لمجموعة البناءين.

(٢) تنادي هذه المدرسة بضرورة وجود فريق عمل متكامل للإدارة، هذا الفريق متعدد في التخصصات والاتجاهات المعرفية المختلفة، مما يهدف إلى تكامل اتجاهات العلم المختلفة لتصميم النماذج والأساليب ولحل المشاكل واتخاذ القرارات السليمة.

(٣) يؤكد هذا الاتجاه على ضرورة تطبيق علم بحوث العمليات بنظرياته الرياضية المختلفة للبرمجة الخطية Linear Programmingونماذج الاحتمالات Probabilistic Models، وفي حل المشاكل الإدارية المختلفة، لما لهذا العلم من القدرة على التحليل المنطقي لأي مشكلة ثم صياغتها رياضياً ثم حلها الحل الأمثل، وقد أطلق عليها الطرق الكمية لترشيد القرار الإداري.

(٤) نشأ هذا الاتجاه بعد التقدم والتطوير في علوم الحاسب الآلي، وإمكانياته الهائلة في تخزين المعلومات والبيانات والقدرة على أداء العمليات الحسابية والرياضية المختلفة والمعقدة في وقت وجيز ودقة بالغة.

					هذا وتعتمد المشروعات الهندسية غالباً على اتجاه بحوث العمليات. [1] وتعتمد معظم هذه الاتجاهات على استخدام إمكانيات الحاسب الآلي في حل مختلف المشاكل الإدارية[2] من خلال رسم خرائط التدفق وتتابع الأعمال، وتحديد البيانات اللازمة وخطوات حلها، ثم تطبيق الحاسب الآلي في إنجاز العمليات الحسابية لها.(م.٧٣،ص١٩) وتوجد عدة اتجاهات فكرية أخرى جميعها مختلف كمحاولة لصياغة مفهوم ومبادئ وأسس لعلم الإدارة المعاصرة، كما أن جميع الاتجاهات السابقة لا تصلح بصورة فردية لإقامة أساس لعلم الإدارة، وإنما تتكامل مع بعضها البعض، بمعنى أن يتم الاهتمام بطرق وأساليب علمية مختلفة لتحسين الأداء وتحقيق الكفاية الإنتاجية كما في اتجاه الإدارة العلمية.[3] (م.٧٣،ص١١٠)

(١) تعتمد الإدارة في تنفيذ المشروعات الهندسية على تطبيق علم بحوث العمليات ونظرياته الرياضية المختلفة اعتماداً كلياً في تحليل المشاكل الإدارية وحلها الحل الأمثل، ومن ثم تدعيم القرار الإداري وترشيده خلال جوانب المشروع المختلفة كالوقت والعمالة والمواد والمعدات.(م.٧٣،ص١١٠)

(٢) يعتبر الحاسب الآلي من أبرز العلوم المتطورة في وقتنا الحاضر وأكثرها تأثيراً على مختلف المجالات العلمية والعملية، وذلك لما له من قدرات تنظيمية وحسابية وتخزينية واقتصادية فعالة، وقد أمكن استغلال طاقات الحاسب الآلي في تطبيق أسس وأساليب الإدارة الحديثة للمشاريع الهندسية وتدعيم هذا المجال، وقد تحقق من خلاله نتائج لم يكن من الممكن الوصول إليها من خلال التطبيق التقليدي لهذه الأسس، سواء من جهة السرعة أو الدقة أو توفير الجهد، خاصة وأن نمو حجم المشروعات الهندسية وتعقد علاقتها الداخلية وتزايد وتنوع احتياجاتها من الموارد والطاقات المختلفة عملت على صعوبة مهمة الجهاز الإداري وحاجته الماسة إلى إمكانيات تفوق القدرات البشرية، ولقد أظهرت النتائج أن الحاسب الآلي يقوم باختصار حوالي ٧٠% من التكلفة والوقت اللازمين لأداء العمليات الحسابية والتنظيمية، وأدائها بالسرعة والدقة اللازمة لاتخاذ القرار الإداري الأمثل وفي التوقيت المناسب الذي يتحقق معه تفادي وقوع الانحرافات المختلفة لكافة جوانب المشروع.(م.٧٣،ص١١٠)

(٣) ثبت بالتجربة مدى فاعلية الأساليب العلمية للإدارة كأدوات تخطيط ورقابة ومتابعة لكل جانب من جوانب المشروع الهندسي في مرحلة التنفيذ، وقدرتها على عمل تقييم شامل لهذه الجوانب ورصد العديد من الانحرافات والتنبؤ بها، مما يقلل من حجم الخسائر المختلفة ويؤدي إلى تصحيح مسار المشروع لتحقيق الأهداف المخططة لجوانبه المختلفة.(م.٧٣،ص١١٠)

			خفض الفقد في الطاقة	**تنظيم إدارة طاقة المعدات**، ويتحقق ذلك من خلال: ➢ الاختيار الأمثل للمعدة المناسبة لأداء نشاط معين بالمشروع الهندسي لضمان نجاح الاستثمار في المعدة وتحقيق الكفاية الإنتاجية المثلى لها. (١) ➢ معرفة مواضع الهدر في طاقة المعدة لتجنبها، كما في حالة وجود المعدة شغالة بدون عمل نتيجة عطل بها. (٢) (م.٧٣،ص١١٠) ➢ تخطيط الموقع بحيث يسهل تحميل ومناورة سيارات الخلط والتشوينات وخلافه بحيث يراعى أن لا يتم تعطيل استخدام أحد المعدات لأسباب خاصة بالموقع، كما يراعى لتجنب سوء تخطيط الموقع أن تتم عملية التخزين في أماكن يسهل معها حركة المعدات فلا تضطر مثلاً للف حولها. (٣) (٤) ➢ تخطيط توزيع الاحتياجات من المعدات المختلفة خلال الفترات الزمنية باستخدام أساليب توضح العلاقة بين نوعية المعدة و فترات تشغيلها، حيث يختلف المدى الزمني لهذه المخططات باختلاف مراحل الدراسة للمشروع، ومن هذه السياسات:	

(١) يتلخص المنهج العلمي لاختيار وتقييم المعدة في المشروع في الخطوات التالية: تحديد الأهداف الهامة والرئيسية المطلوبة-تصنيف الأهداف حسب أهميتها النسبية-تحديد عناصر البدائل التي سيتم المقارنة بينها-عمل نموذج للمقارنة بين هذه البدائل-اختيار البديل الأمثل كقرار مبدئي-إعادة تقييم البديل الأمثل واتخاذ القرار النهائي.

(٢) لابد لتجنب عطل المعدة من وجود خطة للصيانة لجميع المعدات يقوم بتنفيذها الفنيين والمتخصصين في الصيانة في مواعيدها، ولابد من إصلاح الأعطال البسيطة التي تحدث، وذلك للأهمية البالغة لضمان عدم تعطل المعدات أثناء تنفيذ الأعمال لضمان جودة الأداء وبالتالي جودة المنتج، كما لابد من تواجد مخزن لقطع الغيار الضرورية واللازمة لسرعة الإصلاح، ويفضل استخدام أساليب التنفيذ والتي تسمح بعمل المعدة معظم ساعات العمل دون توقف للحصول منها على أقصى طاقة.

(٣) محمد مصطفى السعيد، ملخص عن دراسة جدوى الخلط المركزي للخرسانة في مصر، ١٩٨٥م، ص٦.

(٤) مما هو جدير بالذكر أن استخدام الخرسانة الجاهزة يمنع إشغالات الطرق الناتجة عن تشوين المواد والخلط، وفي محطة قباء لإنتاج الخرسانة الجاهزة أمكن مثلاً الوصول إلى أقصى طاقة للمحطة واستغلالها بكفاءة عالية بتزويد المحطة بعدد٢ قمع للتفريغ في سيارات الخلط تعمل في وقت واحد، حيث يتم تحميل سيارتين وعند الانتهاء من تفريغ الخرسانة في السيارة الأولى يتم تحويل بوابة المحطة أوتوماتيكياً للتفريغ في السيارة الثانية، مما يوفر الوقت في مناورة سيارات الخلط والمحافظة على نظافة المحطة وتقليل نسبة الهالك.(منشور: إدارة الخرسانة الجاهزة-المقاولون العرب، افتتاح محطة قباء، ١٩٩٩م، ص٢)

- مرحلة السياسة العامة للتنفيذ Master Programming.[1]
- مرحلة البرامج الجزئية Stage Programming.[2]
- تسوية الاحتياجات من المعدات.[3] (م.٧٣،ص١٣٠)

تنظيم إدارة طاقة العمالة ويتحقق ذلك من خلال:

- تسوية المصادر من العمالة Leveling Resource.[4]
- دراسة أسلوب العمل Work Study.[5]
- استخدام الحاسب الآلي في تدعيم أساليب إدارة الأفراد.[6]

---

(١) يتم خلال هذه المرحلة دراسة التوزيع العام للعمل وتخطيطه لكافة أنواع المعدات اللازمة لأداء مختلف الأنشطة بالمشروع وذلك خلال الزمن الكلي للتنفيذ.

(٢) تتناول هذه المرحلة عملية التخطيط اللازمة لرقابة أداء وتشغيل المعدة بالموقع بشكل أكثر تفصيلاً عن المرحلة السابقة، فهي تعمل على إحكام نطاق الرقابة ودقتها كعمل سجلات يومية تشمل كمية الوقود والعمالة الخاصة بالمعدة وبيانات تفصيلية أخرى.(م.٧٣،ص٩٩)

(٣) يتم في هذه الدراسة توزيع الاحتياجات من المعدات خلال الفترات الزمنية بالمشروع مع مقارنة الاحتياجات المخططة بالإمكانيات المتاحة، وفي حالة حدوث عدم تطابق للمخطط مع المتاح من المعدات يتم استخدام أسلوب إعادة تنظيم وتوزيع الاحتياجات والذي يعتمد على استخدام المرونة الوقتية للأنشطة بالموقع لإعادة توزيع الاحتياجات من المعدات لتتناسب والإمكانات المتاحة.(م.٧٣،ص١٣٠)

(٤) يتم تطبيق عملية التسوية عندما يكون حجم العمالة المخططة أكبر من حجم العمالة المتاحة بهدف الوصول بالمستوى المخطط إلى المستوى المتاح من العمالة، أو عندما يكون حجم العمالة المخططة يساوي حجم العمالة المتاحة أو أقل منها مع وجود عدم انتظامية في التوزيع العام (اليومي أو الأسبوعي) للعمالة خلال فترة المشروع مما يؤثر على كفاءة الرقابة والمتابعة بالموقع، وفي هذه الحالة يتم اللجوء إلى ما يسمى Smoothing بهدف تحقيق الانتظامية في التوزيع العام من الاحتياجات للعمالة، وفي كلتا الحالتين تتم عملية التسوية باستخدام المرونة الوقتية للأنشطة في عمل إزاحة لها على الجدول الزمني في حدود العلاقات الداخلية لها، ودون التأثير على الزمن الكلي للمشروع أو الزمن الخاص بكل نشاط Duration، ومن خلال محاولات الخطأ والصواب يتم الوصول لعملية التنظيم أو التسوية.(م.٧٣،ص١٠١)

(٥) يهدف دراسة أسلوب العمل إلى تمكين الإدارة من التخلص من محتويات العمل غير الضرورية والتي تضاف إلى محتوى العمل الأساسي وتتسبب في ضياع الوقت والجهد، إلى جانب عدم القدرة على تحقيق مبدأ الكفاية الإنتاجية أو الإنتاجية المثلى لمن يقوم بأداء العمل بالمشروع.(م.٧٣،ص١٠١)

(٦) يتم دراسة أساليب إدارة الأفراد بالمشروع الهندسي لتحقيق مبدأ الكفاية الإنتاجية بالموقع، وذلك عن طريق عمل الرقابة والتخطيط لكل نوع من أنواع التخصصات العمالية خلال فترات زمنية قصيرة (على مدار الساعة/اليوم)، وذلك من خلال عمل المخططات المختلفة الخاصة بتوزيع وتنظيم الاحتياجات من العمالة والمعتمدة على المخططات الزمنية السابقة وعلى دراسة إدارة الزمن، وهي في ذلك تحتاج لأداء العديد من العمليات الحسابية والتخزينية لحساب الاحتياج لكل نشاط من أنشطة المشروع من أنواع العمالة وتخصصاتها، وكل ذلك يتطلب جهود إنسانية مكثفة ووقت طويل لتلبية هذه الاحتياجات لإدارة الأفراد، وتزداد صعوبته كلما زاد حجم المشروع واحتياجاته من

	طاقة عملية التخزين	طرق مباشرة	➢ تعتبر أساليب الرقابة على المخزون Stock control [1] من العمليات الإدارية الهامة واللازمة لتحقيق مبدأ الاستثمار الأمثل من المواد، ومن أهم الأساليب لرقابة المخزون ما يلي: ➢ طريقة المراجعة الدورية Periodical Review. ➢ طريقة نقطة إعادة الشراء Reorder Point Method.[2] ➢ طريقة تصنيف المواد Material Classification Method. هذا مع ضرورة الاستفادة من إمكانيات الحاسب الآلي في تدعيم هذه الأساليب وتحقيق الأهداف الإدارية لهذا المجال،[3] ويقوم الحاسب بإجراء عمليات التحديث للمخططات التي توضح توزيع الاحتياجات من المواد المختلفة خلال الفترات الزمنية للعمل للأنشطة المختلفة، وتحديد وحساب الكمية الاقتصادية للشراء من كل صنف من الأصناف.[4]	انظر شكل (٥-٢٢) (٥-٢٣)
	طاقة العمليات النثرية	طرق مباشرة	➢ تضييق الفجوة بين الأسلوب المستخدم في صناعة المقاولات والبناء والتشييد والعالم الذي جعلته ثورة المعلومات والاتصالات على اتصال وثيق بها من خلال شبكة المعلومات (الإنترنت).[5]	انظر شكل (٥-٢٥)

الأيدي العاملة مما يستدعي الاستعانة بالإمكانيات الحسابية والتنظيمية والتخزينية الهائلة للحاسب الآلي، والذي يختصر الوقت ويوفر المجهود وتعمل على تلبية احتياجات الإدارة في الوقت المناسب والأمثل لتحقيق أهدافها.(م.٧٣،ص١١٠)

(١) لا يتطلب مبدأ الرقابة على المخزون دراسة الكمية الاقتصادية في الشراء من الصنف وتحديد مواعيد إعادة الطلب فقط، وإنما يتطلب وجود جهاز رقابي يلتزم بمتابعة حركة المخزون من المواد ومعدلات السحب والإيداع لها، معتمداً في ذلك على الأساليب العلمية التي تساعد الإدارة في ترشيد قراراتها في هذا المجال.(م.٧٣،ص١٤٧)

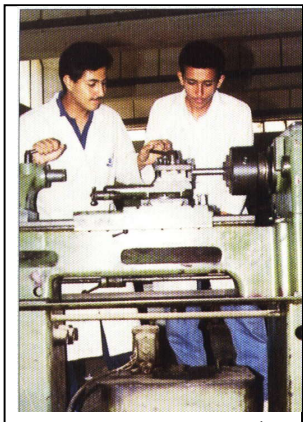
(٢) تعتبر طريقة نقطة إعادة الشراء هي أكثر أساليب رقابة المخزون تداولاً، ويعتمد هذا الأسلوب في الرقابة على تحديد الكمية الاقتصادية للشراء من الصنف وحجم المخزون الاحتياطي وفترة الشراء وعدد مرات الشراء الكلية خلال فترة المشروع، ويتم في ظل هذه المعلومات متابعة حركة المخزون من المواد ومراقبتها وتحديد الطلب في كل مرة يتم فيها شراء الكمية الاقتصادية في التوقيت المخطط له، ويعتمد حجم الطلب كل مرة على مدى التفاوت في معدلات الاستهلاك بالموقع ومدى التزام الإدارة بتحقيق المخططات الزمنية، وتعمل الرقابة على المخزون لتلافي حدوث حالات النفاذ أو التراكم للمخزون والالتزام بالشراء الاقتصادي.(م.٧٣،ص١٤٨،١٤٧)

(٣) تحتاج العمليات التخزينية أو الحسابية لكافة أساليب إدارة المواد إلى سرعة في الأداء ودقة في النتائج لاتخاذ القرار السليم في الوقت المناسب، وهي تزداد تعقيداً مع زيادة حجم العمل ونوعيات المواد المستخدمة بالموقع.(م.٧٣،ص١٣٥)

			➢ تتيح خدمات وتطبيقات الحاسب الآلي لشركات المقاولات ميكنة جميع أعمالها من مشروعات وأنظمة مالية وشؤون إدارية، وربط جميع الأعمال داخل الشركة بنظام يتيح إمكانية الحصول على المعلومات الكاملة والدقيقة بسرعة حتى تتيح للإدارة أو صاحب العمل اتخاذ القرار المبني على المعلومة الدقيقة.(٦) (م.٦٣،ص٤٦،٤٥)	انظر شكل (٢٤-٥)

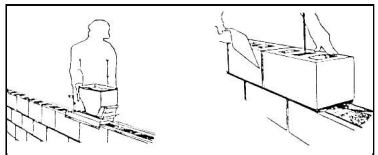
جدول(٥-٨): طرق ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ.

شكل(٥-١٤):نموذج نمطي لإدارة الطاقة يعتمد على تحكم أمثل بالتوصيل والفصل.(٧)

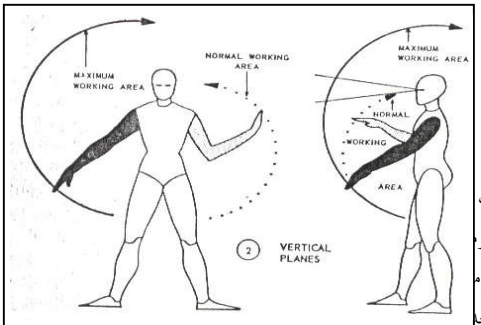


شكل(٥-١٦):مركز التدريب الإنتاجي التابع لبرنامج التدريب في مجالات التشييد والبناء.(م.٦٠،ص٣٦)

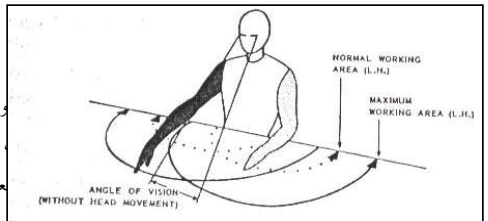
شكل(٥-١٥):مقصات رافعة ذات الدفع الذاتي(٨)



شكل(٥-١٧):تدريب عمالة فنية متخصصة.(م.٤٦،ص١٧٧)



شكل(٥-١٩):مساحة العمل الاعتيادية والقصوى في حالة الأعمال على مستوى رأسي.(م.١١٩،ص١٢٠)

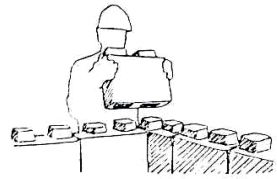


شكل(٥-١٨):مساحة العمل الاعتيادية والقصوى في حالة الأعمال على مستوى أفقي.(م.١١٩،ص١٢٠)

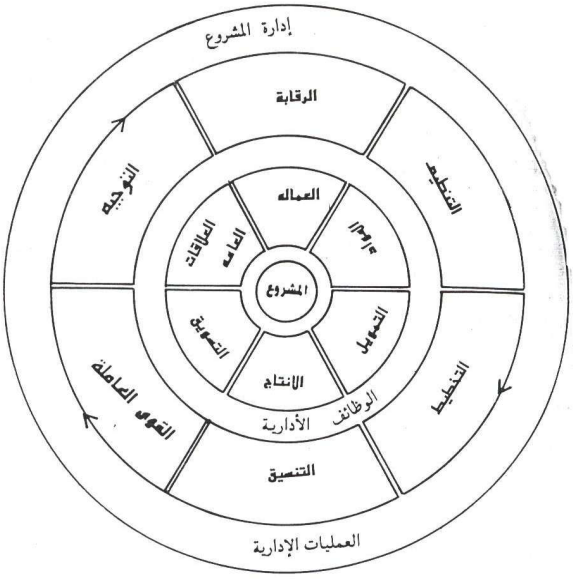
(٦) تتيح خدمة تطبيقات الحاسب الآلي متابعة تنفيذ المشروعات وتقييم أداء القائمين على التنفيذ، فمهما كان موقع المقاول يمكنه إنجاز أعماله في سرعة وسهولة ويسر وهو جالس أمام شاشة الكمبيوتر، كما يمكن تقديم التطبيقات عن بعد باستخدام شبكات الاتصال الرقمية التي تصل بين المستخدم ومراكز معلومات الشركة المجهزة ببرامج التطبيقات، مما يخفض من تعدد الموردين للخدمات إلى جانب إمكانية الاتصال بين مركز المعلومات لمركز الطوارئ بالمقر الرئيسي والموقع.(م.٦٣،ص٤٦)

(٧) مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة، نظم إدارة الطاقة، ١٩٩٦م، ص٤٥.

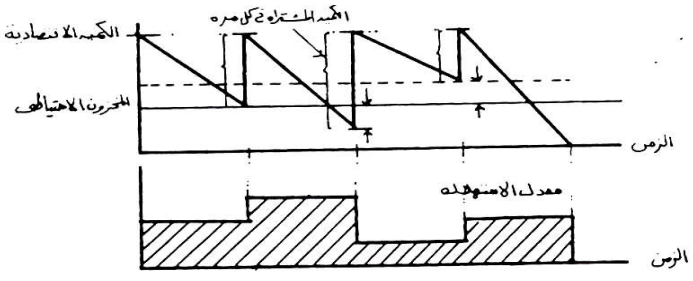
(٨) منشور: شركة دار البناء الحديثة المحدودة، ٢٠٠٠م، ص٢.



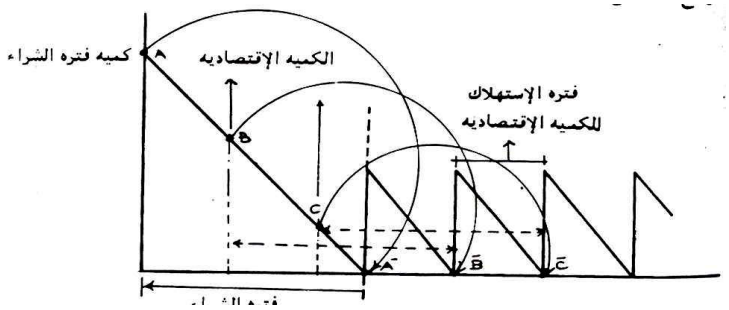
شكل(٥-٢٠):إمكانية التنفيذ الذاتي.(م.٦٩،ص١٧٧)



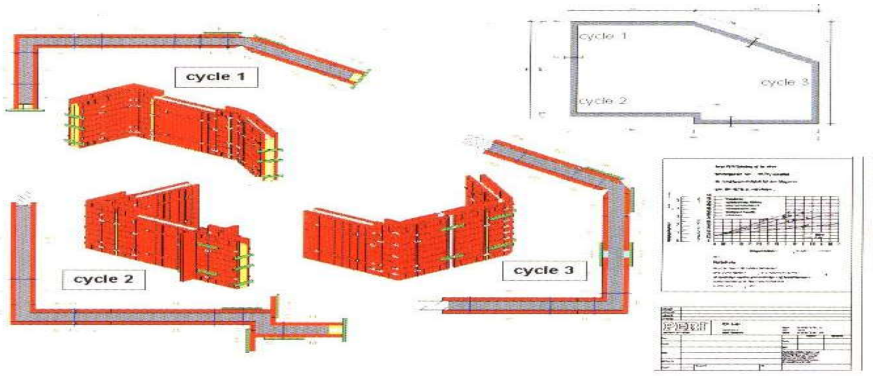
شكل(٥-٢١):تدفق اتجاه العمليات الإدارية.(م.٧٣،ص٣٠)



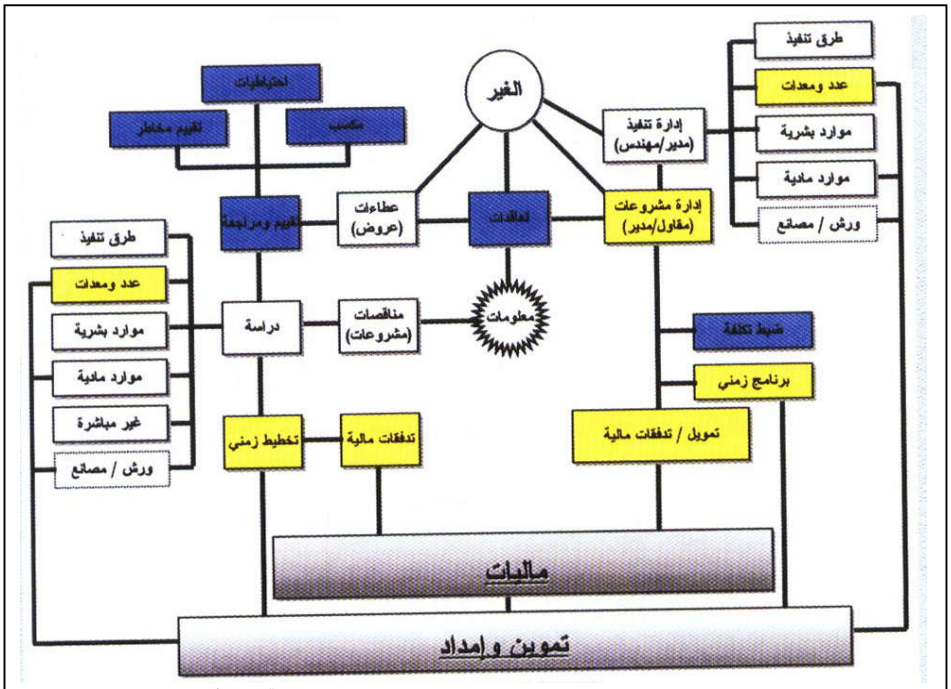
شكل(٥-٢٢):تفاوت معدلات الاستهلاك وسياسة الشراء.(م.٧٣،ص١٥٠)



شكل(٥-٢٣):معدل الاستهلاك وفترة إعادة الشراء.(م.٧٣،ص١٤٨)



شكل(٥-٢٤):أحد برامج الـــCAD التي تساعد على سرعة التنفيذ ودقته.(١)

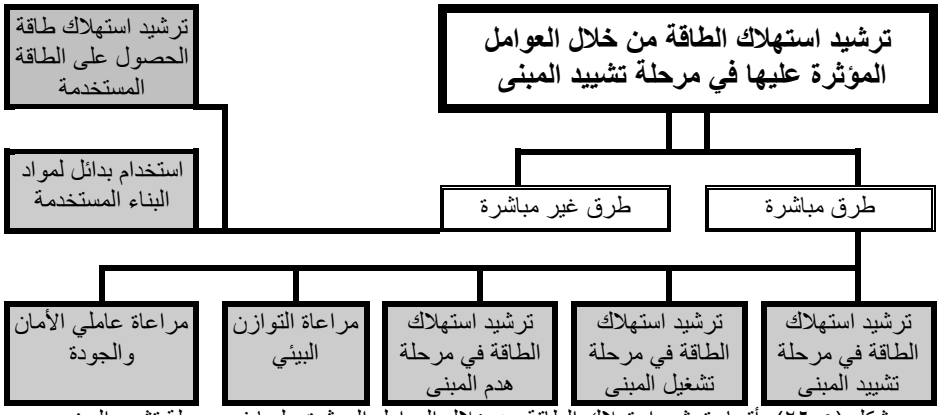


شكل(٥-٢٥):الشكل العام لنموذج أعمال المقاولات.(م٦٣،ص٤٥)

(١) منشور: PERI Form work Engineering Co., ELPOS Wall formwork, slab formwork and platform systems (planned quickly and scheduled accurately, p.12.

٥-٢-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال العوامل المؤثرة عليها في مرحلة تشييد المبنى

تمثل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم والتحكم في الوقت (راجع الباب الثاني ص٢٥)، وبمعرفة تأثير هذه العوامل على استهلاك الطاقة يمكن الحصول على عناصر التقييم المقترحة لها والتي سبق تحديدها في الباب الثالث من البحث من خلال جدول التقييم المقترح لها،(راجع ص٩٨) ويمكن باللجوء إلى طرق ترشيد استهلاك الطاقة والسابق ذكرها بالباب الأول الحصول على مجموعة من الاقتراحات التي يمكن بها ترشيد استهلاك الطاقة من خلال هذه العوامل، وتمثل عناصر التقييم أحد السبل التي يمكن على أساسها تصنيف ترشيد استهلاك الطاقة بها، وهذه العناصر تتمثل في أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وتأثير مرحلة التشييد على كل من مرحلتي التشغيل والهدم، ومراعاة التوازن البيئي ومراعاة عاملي الأمان والجودة إلى جانب الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة.



شكل (٥-٢٦): أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال العوامل المؤثرة عليها في مرحلة تشييد المبنى

٥-٢-١-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة

يعتبر تطوير مواد البناء من أهم الاتجاهات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند الترشيد وذلك لأن المادة المستخدمة في البناء تلعب دوراً كبيراً في تحديد نوع التكنولوجيا المطلوبة والمستخدمة وبالتالي كيفية ومقدار استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، ويمكن التعرف على اتجاهين أساسيين للترشيد من خلالها هما:

- الاتجاه الأول: ينادي بأن المواد التقليدية المعروفة والمستخدمة لم تصل بعد إلى التطبيق الأمثل والاستفادة القصوى من إمكانياتها الفيزيائية الطبيعية، لذلك لابد من البحث عن تطبيقات جديدة لتلك المواد بحيث يمكن الاستفادة من طاقتها الكامنة غير المستغلة بعد.
- الاتجاه الثاني: يعتبر المواد التقليدية المستخدمة في صناعة البناء قد استنفذت الغرض منها وأن التطبيقات المختلفة لها في أعمال التنفيذ قد وصلت إلى أقصى إمكانياتها، وأن التفكير في تطويرها أو الاستفادة منها أكثر من ذلك

سيكون مكلفاً وبدون جدوى، لذلك فمن الأفضل الاتجاه نحو استنباط مواد جديدة لها صفات وإمكانيات أفضل من المواد التقليدية.(م٨٩،ص٣٦)

ولقد سبق ذكر مواد البناء المستخدمة بقطاع التشييد بمصر بالباب الثاني(راجع ص٢٩)، كما تم ذكر بعض البدائل الممكنة لبعض المواد المستخدمة بالباب الرابع(راجع ص١٣٦)، ولكلاهما لابد من تطبيق أسس ترشيد استهلاك الطاقة واختيار الأنسب منهما بعد التأكد من كونه البديل الأوفر والأكثر جدوى في ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة			
طرق مباشرة	أقسام الطاقة المستهلكة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء	➢ يبدأ ترشيد استهلاك الطاقة في المباني باختيار أنسب المواد التي تستهلك طاقة أقل في تصنيعها، حيث يرتبط محتوى الطاقة لمادة البناء بطبيعة عملية التصنيع، ويراعى بالتالي أن تكون الطاقة المستهلكة في معدات وعمالة تصنيعها أقل ما يمكن، وبحيث لا تحتاج هذه المصانع إلى أي معدات ثقيلة. ➢ يفضل استخدام مواد البناء المحلية، فكلما كانت مادة البناء أقرب لطبيعتها كلما قل محتوى الطاقة لها، ويعتبر توفير مواد البناء من المصادر الطبيعية المتاحة محلياً أو عن طريق التصنيع المحلي أحد الأسس الهامة في تنفيذ خطط التنمية، وخاصة في قطاع البناء والتشييد.(م٩٤،ص١٣٢) ➢ يفضل اختيار مادة البناء بحيث تتوافر فيها سهولة التصنيع، إمكانية التقطيع لأحجام صغيرة ومنتظمة، إمكانية الخلط الوقتي بالموقع، إمكانية التجفيف بالعوامل الطبيعية وأي خصائص أخرى تساعد على سهولة التصنيع.(م١٠-٥،ص٨) ➢ يراعى استخدام مواد البناء ذات الوزن النوعي المنخفض، مما يوفر من طاقة تصنيع عناصر المبنى الإنشائية نتيجة تقليل الأحمال. ➢ يراعى إمكانية تطبيق مبدأ التوحيد القياسي والذي يؤدي إلى زيادة إمكانية تبادل المنتجات المختلفة سواء على المستوى المحلي أو الدولي.(م٧٦،ص١٧) ➢ استخدام مواد البناء والتي تحتاج إلى تقنيات بسيطة لاستخدامها، لتجنب الحاجة إلى الاستيراد وللتغلب على النقص في المواد والذي يؤدي إلى تعطيل العمل في المشروعات، ومما يساعد على التوفير في المواد والعمالة والوقت.(م٨٠،ص٨٤)

طاقة النقل	➢ مراعاة قرب أماكن توافر مواد البناء ومصانعها من مواقع التنفيذ. ➢ تحقيق بعض الخواص في مواد البناء كخفة الوزن والتي تؤدي إلى تقليل عدد مرات النقل وعدم قابليتها للكسر إلى جانب سهولة عمليات النقل والحمل والتركيب.(م.٩٥،ص١٣٢) ➢ يراعى رفع الكفاءة الاقتصادية أثناء عملية النقل، وذلك بمراعاة أن يكون الحجم المنقول من المادة هو الحجم الفعلي للوحدات، سواء من خلال أسلوب الرص أو شكل الوحدات.	
طاقة التنفيذ	➢ اختيار مادة البناء بما يساعد على الاستغناء عن المعدات قدر الإمكان أو استخدام معدات بسيطة لا تستهلك طاقة عالية، كما يفضل اختيار مادة البناء بحيث تتوافر فيها سهولة التشكيل والتشغيل. ➢ اختيار مادة البناء التي تحتاج إلى طاقة العمالة، مع تقليل هذه الطاقة قدر المستطاع دون الاعتماد على طاقة المعدات في المقابل، وهذا التقليل إما أن يكون في عدد العمالة أو في نوعية العمالة المستخدمة. ➢ يراعى اختيار مادة البناء بحيث تكون هي ومكوناتها ذات نسب هوالك قليلة، وبالتالي تقلل من الطاقة المهدرة والمستخدمة فيها قبل إهلاكها. ➢ يراعى قدر المستطاع الاستغناء عن عمليات التشطيب وتوفير طاقة تصنيع موادها وطاقة المعدات والعمالة الخاصة بها. ➢ يراعى اختيار مواد البناء قليلة القابلية للكسر والمقاومة للصدمات بحيث يسهل التعامل معها وتداولها وتركيبها بسهولة. ➢ يفضل اختيار مادة البناء التي يمكن البناء بها ذاتياً أو دون الاعتماد على عمالة مدربة غير متوفرة بكثرة.	

تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة تشغيله	➢ يراعى اختيار مواد البناء ذات القابلية على التخزين الحـــراري، وذات المقاومة الحرارية المناسبة للحصول على راحة حرارية بداخل فراغات المنشأة، إلى جانب قابليتها لعكس أشعة الشمس.(راجع الباب الثالث ص١٠٢) ➢ يراعى اختيار مواد البناء ذات القابلية لمقاومة الصوت والحريق، وتوفير الراحة بأشكالها المختلفة داخل هذه الفراغات حسب حاجة التصميم ونوعية المشروع.(راجع الباب الثالث ص١٠٦) ➢ يراعى اختيار مادة البناء والتي تقلل من طاقة الصيانة كأن تكون غـــير نافذة للمياه، وقادرة على تحمل التراوح في درجات الحـــرارة دون تشـــقق، ومقاومة للعوامل الجوية، وغيرها من الصفات التي تؤدي إلى عـــدم الحاجـــة لعمليات صيانة بعد الإنشاء.(راجع الباب الثالث ص١٠٥)	
تأثير مرحلة تشغيل المبنى على مرحلة الهدم	➢ يراعى استخدام مواد البناء المتجددة ذات الخواص التي تسمح بتخفيض عمليات الهدم كأن تكون قابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير أو قابلة لإعادة الفك والتركيب أو التي ينتهي بها المطاف بالتحلل والعودة إلى الطبيعة بدون التأثير عليها.(راجع الباب الثالث ص١٠٧) ➢ يراعى تحقيق العمر الافتراضي المطلوب للعناصر المختلفة مـــن المـــبنى، وذلك بتحسين الخواص الفيزيائية للمواد مع التركيز على إطالة عمر الهياكل الإنشائية قدر الإمكان.	
مراعاة التوازن البيئي	➢ يراعى استخدام مواد البناء ذات الخامات المتوفرة محلياً لتكون أقرب ما يمكن لموقع الإنشاء، وعندما تعود إلى الطبيعة فإنها لا تؤثر عليها بالسلب. ➢ يراعى أن تكون مواد البناء عديمة القابلية للتفاعلات الكيميائية وأن لا تتأثر بالعوامل الجوية المختلفة، إلى جانب مراعاة الوفر في استهلاك الثـــروة القومية دون إهدار كالمياه.(م.٩٤،ص١٣٢) وسوف يتم ذكر بعض العوامل الأخرى الواجب مراعاتها عند اختيار مـــواد البناء لتقليل التأثير السلبي لمواد البناء على البيئة في الجزء الأخير مـــن هـــذا الباب.(انظر ص٢٦٤)	
مراعاة عاملي الأمان والجودة	➢ رفع كفاءة مواد البناء من خلال المواصفات القياسية والتي تحدد خواص المواد قبل التشغيل وفي مراحل الإنتاج المختلفة، حيث تشمل أنسب الطـــرق والكميات اللازمة لإنتاج مركبات البناء المطلوبة بالقياسات والمواصـــفات الموضوعة سواء كانت قومية أو دولية، مما يساعد على رفع كفـــاءة المنشـــأ ومراقبته مراقبة دقيقة من حيث الجودة.(م.٧٦،ص١٧)	

		➢ التغيير في مكونات المواد بما يساعد على تحسين خواصها، وذلك بالاهتمام باستبدال المواد التي تحتاج إلى طاقة عالية في الإنتاج بأخرى تحتاج إلى طاقة منخفضة بدون التأثير على الأداء.(م٨٠،ص١١٧) ➢ رفع كفاءة استخدام المواد وهو التحدي الثاني بعد اختيار مواد البناء بالنسبة للعاملين في مجال البناء، بحيث يمكن التقليل من الكم المستخدم مع عدم المساس بكفاءة الأداء. (م٩٤،ص١٤٢) (راجع الأمثلة ص١١٥)	
طرق غير مباشرة	ترشيد الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة	➢ تم ذكر هذا البند بالتفصيل في الباب الثالث (راجع ص١١٧)، ويشمل البحث عن بدائل للطاقة المستخدمة نفسها، إلى جانب تحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة أثناء الحصول على أي نوع من أنواع الطاقة الحالية.	
	استخدام بدائل لمواد البناء المستخدمة	➢ تم ذكر مجموعة من البدائل لبعض مواد البناء الأساسية والمساعدة في الباب الرابع من البحث (راجع ص١٣٦)، ويلاحظ أهمية التعرف باستمرار على كل ما هو جديد في مجال مواد البناء، ومتابعة أخبارها وأساليب تطويرها سواء لمواد البناء التقليدية أو المستحدثة، هذا مع التأكيد على أهمية أن تكون هذه المواد محلية أو من مواد متوفرة. ➢ البحث في خامات مصر غير المستغلة عن إمكانيات استغلالها في مجال التشييد والبناء، وتعتبر صحاري مصر ذات إمكانيات هائلة لم تكتشف بعد، [١] وتوجد عدة عوامل تحكم الاستغلال الأمثل لمصادر الخامات الطبيعية مثل: ➢ توافر الخامات بالكميات والتركيب والخواص التي تلائم مجال الاستخدام. ➢ اقتصاديات الاستخراج والاستغلال ونقل الخامة والتصنيع. ➢ القرب من مواقع التجمعات السكانية وحجم الاحتياجات الحالية والمستقبلية.(م١٠-٨،ص١٢) ➢ البحث عن إمكانية استنباط مواد جديدة من الخامات والمواد المتعارف عليها والمستخدمة شرط أن تكون محلية، وتوجد العديد من الدراسات لذلك.[٢]	

(١) يجب كشف النقاب عن جميع إمكانيات أرض مصر وعدم اقتصار المسح على المناجم والمناطق المتعارف عليها، فيجب البحث مثلاً في المكونات المحلية المتوفرة في صحاري مصر، ولقد وجدت مكونات محلية متوفرة في صحارى مصر وبنوعيات جيدة تصل جودتها إلى حد استخدام بعض رمال الصحاري في إنتاج الزجاج.(م.١٠-٨،ص١٢)

جدول (٥-٩): ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة.

وتوجد بعض الدراسات والخرائط لأماكن تواجد مواد البناء في مصر وأنسب طرق لاستخدامها، وأيضا أهم ا لمواد الطبيعية التي يمكن استخدامها مباشرة في البناء أو المستخدمة في تصنيع مواد بناء أخرى في عدد من الهيئات ومراكز الأبحاث، والتي يمكن الاستعانة بها عند الحاجة لاستنباط مواد جديدة أو البحث في إمكانيات الخامات المتوافرة ومواقعها لإقامة الصناعات الخاصة بمواد بناء أخرى،[٣] كما توجد دراسات كاملة لمناطق محددة في مصر كشبه جزيرة سيناء والتي كشف البحث عن احتوائها على عدة مواد مثل الرمال والزلط والحجر الجيري والطفلة الصحراوية والجبس والرخام والجرانيت وغيرهم،(م.٤٢،ص١٦) ويمكن اللجوء إلى مركز التوحيد القياسي وضبط الجودة لمعرفة المواصفات القياسية المصرية أو الأوروبية لجميع المواد المختلفة الداخلة في صناعة البناء والتأكد من جدوى استخدامها في مصر.

ومما سبق يظهر أهمية التعرف على الخامات المحلية بمصر والخامات الطبيعية المتاحة والتي يمكن استخدامها في أعمال البناء أو في إقامة صناعات لمواد البناء، وبما يمكن أن يحقق احتياجات المحافظات المجاورة التي لا تتوفر بها الخامات اللازمة للبناء بشرط توافر جدوى استحداث هذه الأنشطة، ويعتبر الركام الطبيعي [٤] بأنواعه المختلفة أكثر المواد المحلية شيوعاً في مصر، وتشمل أنواع الركام الطبيعي على:

---

(٢) قام معهد أبحاث البناء في سلسلة تجارب لاستنباط مواد جديدة بإنشاء منزل ريفي بناحية المرج، وقد روعي في المواد المستعملة أن تكون محلية واقتصادية سهلة الحمل والاستعمال، حيث قام المعهد بعمل تحليل لتربة منطقة المرج ووجد أنها تربة طينية رملية تحتوي على نسبة تتراوح بين ١٠-١٦ % طينة سوداء، وأجريت تجارب تثبيت هذه التربة بالأسمنت لاستعماله في إنشاء المنزل، وأمكن تثبيتها بنسبة تتراوح بين ٤-١٠ % أسمنت، واستعملت في الأساسات وفي البياض الداخلي والخارجي وجميع الأرضيات، وقد أجريت تجارب لعمل كمرات من الخرسانة الأسمنتية سابقة الإجهاد بقطاعات صغيرة سهلة النقل، كما أمكن عمل بلاطات من الجبس المقوى بالبوص لتحل محل طرق التسقيف التقليدية المكونة من العروق الخشبية وغيرها، وقد اختبر المبنى بتحميل جزء منه مع رصد نتائج تحمل الأجزاء المختلفة للأحمال التي صممت عليها بأمان.(م.٣٢،ص١١)

(٣) على الرغم من الدراسات العديدة لتحديد أماكن تواجد المواد الخام والخرائط المحدثة، فمازال من الضروري عمل مسح لمناجم مواد البناء المتوفرة محلياً وإعداد خرائط شاملة تحدد أماكنها وكميات خاماتها في جميع أقاليم الجمهورية، وإجراء التجارب العملية على هذه الخامات لمعرفة خواصها الطبيعية والكيماوية ومدى إمكانية تصنيعها وإنتاجها، وتكون هذه الخريطة التفصيلية متاحة للأجهزة التخطيطية والشركات والهيئات المهتمة بتصنيع مواد البناء.(م.٤٢،ص١٦)

الركام عبارة عن حبيبات صخرية لها مميزات محددة من حيث القطر والتدرج الحبيبي والخواص الميكانيكية، والركام الطبيعي هو الركام المأخوذ من المحاجر الطبيعية بدون إدخال أي عمليات صناعية عليه.(م.١٠-٨،ص١٢)

(٤) تستخدم الرمال السيليسية التي يصل محتواها من السيليكا إلى ٨٠ % أو أكثر في أعمال البناء العامة والصناعات مثل صناعة الطوب الرملي والأسمنت الطفلي وأعمال الخرسانة والمون والبلاط والترابيع الخرسانية والسيراميك، وتستخدم الرمال السيليسية ذات درجات النقاء العالية (أكثر من ٩٨ % سيلكا)في صناعة الزجاج، وتستخدم الرمال المتواجدة في سيناء في صناعة الطوب الأسمنتي كركام صغير ضمن الخلطة الأسمنتية، وتوجد الرمال على طول الساحل الشمالي من العريش حتى رفح وجبال الحلال والمشرح والمغارة،(م.١٠-٨،ص١٢) ويقدر الاحتياطي منها بنحو ١٠٠ مليون طن بالزعفرانة فقط.(موقع: .htm.الطاقة٢٠% الشمسية\الأهرام\الزعفرانة٣ \ |:D// \silicon ،ص ١من ٣).

- الرمال.[٢]
- الزلط.[١]
- الحجر الخفاف.[٢]
- الترسيبات الجيرية.[٣]
- الترسيبات الطفلية. [٤]
- الترسيبات الجبسية. [٥]
- الصخور البازلتية.[٦]
- الصخور الجرانيتية.[٧]

(١) يدخل الزلط بصفة أساسية في صناعة الخرسانة، كما يستخدم الزلط الرفيع في صناعة الطوب الأسمنتي أحياناً.

(٢) يوجد بعض أنواع الحجر الخفاف في مصادر طبيعية مختلفة مثل أبو عجيبة والجفجافة والمليز، كما يوجد الركام الخفيف في سبيكة ورمتنة والحسنة وسهل الريان.(م.١٠-٨،ص١٢)

(٣) تعتبر الترسيبات الجيرية أحد أكثر الأنواع شيوعاً من أنواع الصخور الرسوبية، ومن أمثلتها الحجر الجيري والدولوميت والرخام، ويدخل الحجر الجيري في صناعة المباني من الدبش كما يستخدم كسر الحجر في صناعة الطوب الأسمنتي، وتستخدم البودرة الناتجة عن التكسير أحيانا في صناعة البلاط، وتعتبر ترسيبات الأحجار الجيرية أساسية في صناعة الجير الحي والمطفي وفي صناعة الأسمنت والبويات، وتتواجد الترسيبات الجيرية في جبل لبنى وجبل الحلال والحسنة ووادي غرندل وجبل يلق، ويستخرج الرخام من الزعفرانة وأسيوط وبني سويف. (م.١٠-٨،ص١٢)

(٤) توجد الترسيبات الطفلية في سهل الطينة، ومنها الطينة النيلية والطفلات الصحراوية والكاولين، وتوجد عدة مجالات لاستخدام هذه الطفلات حيث تستخدم الأنواع التي تحتوي على أكاسيد حديد في صناعة الطوب الطفلي(م.٢٣،ص٤٠،٣٩،٣٨،٣٧) كما تدخل في صناعة الأسمنت، وحديثاً تم استخدام بعض الأنواع من الطفلة بعد معالجتها بطرق خاصة لإنتاج حبيبات الركام الخفيف (الليكا)حيث تدخل في بعض الصناعات مثل الخرسانة والطوب الأسمنتي،(١٠-٥،ص١٨) وتتواجد الطفلة الصحراوية في المغارة والريان والحسنة، أما الكاولين فيتواجد في جبل مسبع سلامة والعسيلة، ويقدر الاحتياطي من خام الكاولين في منطقة أبو زنيمة فقط بنحو ١٠٠ مليون طن.(موقع: .htm.الطاقة٢٠% الشمسية\الأهرام\الزعفرانة٣ \silicon \ |:D// ،ص ٣من ٣).

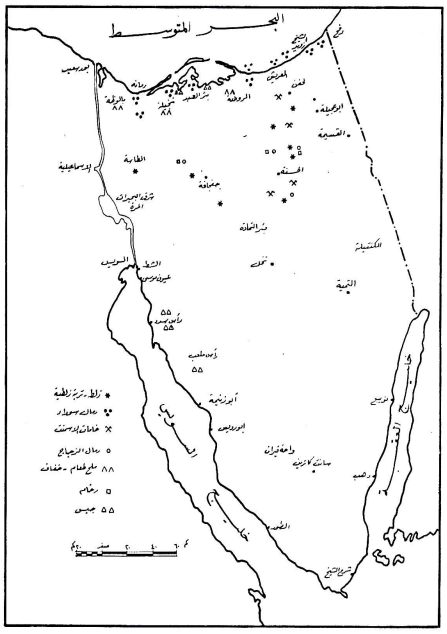
(٥) الترسيبات الجبسية:يستخدم الجبس في مصر في عدة مجالات منها صناعة المصيص وصناعة البلوكات الجبسية، ويعتبر الجبس مادة لاحمة هامة في أعمال البناء وفي صناعة مواد بناء الحوائط، وقد أظهرت المعلومات الجيولوجية والدراسات المختلفة تواجد الجبس بكميات كبيرة في مصر.

(٦) الصخور البازلتية: يستخدم البازلت في عمل الخرسانات الخاصة والبلاط وفي رصف الطرق، وتتواجد الصخور البازلتية أساساً في محافظة جنوب سيناء في موقعين متميزين هما جبل الماتلا ومنطقة جبل تكنا.

(٧) تستخدم الصخور الجرانيتية بكثرة في أعمال التكسية للمباني، ويمكن استخدام الرخام الناتج منها في أعمال البلاط، وتتواجد هذه الصخور بشبه جزيرة سيناء في مناطق متعددة وخاصة في جنوب سيناء، وتقع غالباً في جبال متوسطة إلى عالية الارتفاع.(٢٣،ص٤١)

مادة البناء	الخامات الطبيعية	مواقع التواجد
الرمال	-الرمال المستخدمة في أعمال المباني -رمل زجاج	على طول الساحل الشمالي من العريش حتى رفح جبل الحلال والمشرح-المغارة.
الركام	-ركام خفيف(حجر خفاف) -ركام طبيعي من مصادر طبيعية مختلفة	سبيكة-رمتنة-الحسنة-سهل الريان أبيو عجيبة-الجفجافة-المليز
الجبس	-جبس -أنهدريت	رأس سدر-رأس ملعب
خامات حيرية	-حجر جيري -دولوميت -رخام	جبل لبنى-جبل الحلال-الحسنة-وادي غرندل-جبل يلق
خامات الطفلة	-طينة نيلية -طفلات صحراوية -كاولين	سهل الطينة المغارة-الريان-الحسنة جبل مسبع سلامة-العسيلة
البازلت		جنوب سيناء-أبوزنيمة
الجرانيت		جنوب شرق سيناء

جدول(٥-١٠): خامات مواد البناء ومواقع تواجدها في مصر بشكل عام.(م.٢٣،ص٤١)



شكل(٥-٢٧):
خريطة تبين مواقع توافر خامات مواد البناء في سيناء.(١)

٥-٢-٢-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة

سبق ذكر أنواع وأقسام نظم البناء المتبعة في الباب الثاني بدون تفضيل أحدها عن الآخر، وكل منهم بديل للآخر في ظروف خاصة لا تستوجب كونه كذلك في جميع الأحوال (انظر ص٣٢)، وحيث أن اختيار نظام البناء يعتمد في شق منه على ظروف المكان والبلدة، وحيث أن الدراسة تتعلق بمشكلة الطاقة في بلدة نامية تحكمها ظروفها ومشاكلها الخاصة، فقد تم اللجوء إلى دراسات تم عملها للمساهمة في حل مشكلة الإسكان في مصر توصلت إلى أن الحل السليم لمشكلة الإسكان يكمن في عدة نقاط أهمها إيجاد نظم البناء المناسبة التي:

- تمكن من استغلال طاقة الشباب للمساهمة في التشييد بأقل جهد من التدريب الموسمي.
- تكون سهلة التنفيذ دون الاعتماد على الكثير من المعدات الثقيلة.
- تكون قادرة على البناء الجيد لجميع المساكن مهما كان مستواها اقتصادياً أو متوسطاً أو فاخراً.
- تؤدي إلى الاقتصاد في استخدامات الطاقة والمياه.
- تؤدي إلى إطالة العمر الافتراضي للمسكن.
- تساعد على سهولة الصيانة.(م،١٠-٥،ص١)

ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة				
طرق مباشرة	أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء	➢ يراعى اختيار نظم البناء التي تسمح بجودة أعلى للمنشأ عندما تكون الطاقة المستهلكة لذلك كبيرة، ويلاحظ أن الطرق اليدوية لا تصل إلى نفس جودة الطرق الميكنة فهي تسمح بعمليات التصنيع بداخل الموقع وهو ما يقلل من الجودة المطلوبة إلا إذا تم وفق شروط ومواصفات خاصة.	
		طاقة النقل	➢ يلاحظ أن الموارد المعتمدة على اختيار نظم البناء المستخدمة تحدد بشكل كبير مقدار طاقة النقل وعدد مرات النقل، وهذه الموارد هي مواد البناء المستخدمة والعمالة والمعدات وغيرهم، وبالتالي يمكن تقليل أو زيادة طاقة النقل مثلاً وفقاً للمواد المستخدمة والتي تحدد تلقائياً وفق نظام البناء المتبع، فمثلاً يستدعي نظام الميكنة الكاملة نقل العناصر جاهزة بالكامل إلى الموقع مما يستهلك طاقة نقل عالية هذا مع مراعاة قواعد المرور المتبعة، كما أن النظام المعتمد على العمالة يستدعى توريد جميع المواد الخام إلى الموقع مما يؤدي أيضاً إلى طاقة نقل عالية وعدد مرات نقل كثيرة، أما نظام البناء الذاتي فيمكن به توفير طاقة نقل العمالة حيث تتوافر العمالة اللازمة بالموقع، وبالتالي لابد من الاختيار الواعي لنظام البناء الذي يسمح بعمليات النقل في أضيق الحدود.	

	طاقة التنفيذ	➢ اختيار نظام البناء بما يتناسب مع نسبة المعدات إلى العمالة، حيث لابد من أن تكون هذه النسبة بما تحقق كفاءة استخدام عالية لكليهما، وملاءمة الزمن المستغرق مع القدرة المبذولة خلالها للحصول على طاقة مناسبة لعمليات التنفيذ. ➢ اختيار نظام البناء الذي يسمح بتقليل هوالك مواد البناء من خلال اختيار مواد وأساليب التنفيذ المستخدمة. (١) ➢ اختيار نظام البناء بما يساعد على تقليل الأخطاء أو الأعطال غير المتوقعة، ويلاحظ أنه كلما زادت نسبة الميكنة المبرمجة قلت نسبة الأعطال والأخطاء لكنه لا يمنعها، كما أن نظم البناء اليدوية قد تقلل من الأعطال الميكانيكية نتيجة عدم استخدامها لكنها تزيد من نسبة الأخطاء وعدم التحكم بالوقت، ويمكن علاج الأعطال الميكانيكية عامة بوجود بدائل لها مع المداومة على الصيانة الدورية. ➢ يتم اختيار نظام البناء بما يسمح بالإقلال من عمليات التشطيب باعتبارها طاقة مهدرة يمكن الاستغناء عنها، وهو ما توفره الأساليب المميكنة أو العناصر الجاهزة. ➢ يتم اختيار نظام البناء بما يقلل من عمليات التخزين، وما يستتبعه من إشغالات للطرق، وإهدار لطاقة المعدات والعمالة لإجراء عمليات التخزين، أو عند الاضطرار إلى الحركة حول أماكن التشوينات، وهو ما يميز نظم البناء المميكنة. ➢ يراعى اختيار نظام البناء الذي يساعد على سرعة التشييد من أجل الإسكان والتعمير.(٢)	
	تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة تشغيله	➢ يتم اختيار نظام البناء والذي يساعد على الإقلال من طاقة الصيانة، وتعتبر الطرق المميكنة والتي تتم في المصنع بعيداً عن موقع البناء أكثر جودة وخفضاً لطاقة الصيانة على طول عمر المبنى، حيث تتم الأعمال الكهربائية والصحية بشكل أكثر إتقاناً يسمح بالصيانة الدورية دون الإضرار بالمبنى.	

(١) يحدد نظام البناء المتبع نوعية المواد الممكن استخدامها فمثلاً تختلف المواد المستخدمة بنظام البناء الذاتي عن أي نظام آخر، ونجد أن الطرق المميكنة هي الأقل في هوالك مواد البناء وخاصة ما يتم منها في المصنع نظراً للتحكم الدقيق والمبرمج لنسب ومكونات المواد.

(٢) يمكن اختيار نظام البناء الذي يسمح بسرعة التشييد من خلال استنباط وسائل التشييد السهلة والسريعة، والإعداد للتعبئة من أجل الإسكان والتعمير بحيث يكون التدريب عليها سهلاً، وبالتالي يمكن تدريب الشباب والعمال غير المهرة عليها في أقصر وقت، وهذا ما يجذب الانتباه نحو نظام البناء الذاتي.(م.١٠-٥،ص٧)

	تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة الهدم	➢ يلاحظ أن نظام البناء المتبع يسمح بالتحكم في درجة تعقيد المنشأ، فمثلاً تسمح تبسيط عمليات التنفيذ باستخدام نظام البناء الذاتي أو استخدام نظام البناء بالميكنة الكاملة إلى عدم الحاجة إلى الكثير من أعمال الإنشاء المعقدة للحصول على المنتج النهائي، حيث يسمح كلا النظامين بإمكانية استخدام وحدات قابلة للفك والتركيب، وهو ما يساعد على عملية الهدم بأقل أضرار بيئية وأقل خسائر في طاقة الهدم، فيما عدا أن نظام البناء بالميكنة الكاملة يحتاج إلى معدات للرفع والفك والتركيب أثناء الهدم مما يستهلك بدوره طاقة، في حين أن معظم أساليب التنفيذ والمعتمدة على نظم البناء الأخرى تستخدم مواد تعتمد على تفاعلات كيميائية مما يصعب إعادتها إلى صورتها الأولية أو الاستفادة منها بعد انقضاء عمرها إلا في أضيق الحدود.	
	مراعاة التوازن البيئي	يلاحظ أنه كلما زادت نسبة الميكنة زادت التأثيرات الضارة على البيئة، في حين أنه كلما زادت درجة التكنولوجيا النظيفة المستخدمة قلت نسبة هذا التلوث، ويحدد اختيار نظام البناء المتبع نسبة الميكنة وإمكانية تطويرها، وسوف يتم ذكر كيفية تقليل المؤثرات السلبية من تدهور وتلوث للبيئة خلال مرحلة تشييد المبنى في الجزء الأخير من هذا الباب.(انظر ص٢٦٤)	
	مراعاة عاملي الأمان والجودة	يراعى اختيار نظم البناء بما يساعد على تقليل الأخطاء والأخطار أثناء عمليات التنفيذ، ويلاحظ أن مشاكل الانهيارات في المباني تقل كلما زادت نسبة الميكنة في حين تزداد بالاتجاه نحو الأساليب اليدوية، فتظهر مثلاً مشاكل صدأ حديد التسليح أو تعشيش الخرسانة أو عدم تجانس الخلطة أو سوء تنفيذها وغيرها من المشاكل التي يمكن الاستغناء عنها بالطرق المميكنة.	
طرق غير مباشرة	ترشيد الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة	تم ذكر هذا البند بالتفصيل في الباب الثالث (راجع ص١١٧)، ويشمل البحث عن بدائل للطاقة المستخدمة نفسها، إلى جانب تحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة أثناء الحصول على أي نوع من أنواع الطاقة الحالية.	
	استخدام بدائل لنظم البناء المتبعة	كما ذكر سابقاً فإن جميع هذه النظم بدائل لبعضها البعض دون تفضيل إحداها عن الأخرى، ويتحدد استبدال أحدها بآخر وفقاً لظروف المواقع وطبيعته وظروف الإنشاء والبيئة المحيطة بما يسمح في النهاية بأقل استهلاك من الطاقة للمشروع.	

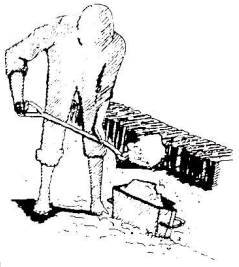
		وتعتبر مشكلة التزايد السكاني في مصر أحد المشاكل ذات التأثير المباشر على نظام البناء المتبع، وبعمل مجموعة من الدراسات توصل الباحثون إلى أن أكثر نظم البناء فاعلية وأسرعها حلاً لمشاكل الإسكان في مصر هو نظام البناء الذاتي، [1] ويراعى عند تطبيق نظام البناء الذاتي ما يلي: ➢ سهولة التركيب بحيث يستطيع الشخص العادي أن يقوم أو يساعد في تركيبها بقليل من التدريب. ➢ أن يكون التركيب يدوياً بالكامل، وقد يكفي لإقامة البيت أربعة أشخاص فقط ولا حاجة إلى معدات ثقيلة في مواقع البناء. ➢ أن يتكون البيت من أقل عدد من العناصر، مما يجعلها سهلة الصنع وأن تكون التعشيقات سهلة في مواقع البناء. ➢ المرونة في التخطيط بما يناسب قطعة الأرض، وإمكانية تصميم بيوت تناسب جميع المستويات الاقتصادية. ➢ إمكانية شحن جميع عناصر البيت في حاوية مصنوعة من أجزاؤه، ويراعى أن تورد الأدوات والعدد المطلوبة للتركيب مع البيت. ➢ إمكانية نقل البيت بواسطة أي من وسائل النقل مثل السيارات والقطارات والطائرات والهليكوبتر أو القوارب النهرية.(م.١٠-٥،ص١٢)	انظر شكل (٥-٢٨)
		ويعتبر نظام البناء برمصر [2] أحد أمثلة نظم البناء الذاتي المقترحة في مصر ويعتمد هذا المثال على التوفير في مواد البناء والعمالة اللازمة للتشييد. [1]	انظر جدول (٥-١٢)

(١) لم يتم حتى الآن إقامة مشاريع بنظام البناء الذاتي في جمهورية مصر العربية على الرغم من كونها الأكثر جاذبية لحل مشكلة الإسكان في مصر، إلا أنه كانت هناك محاولات جادة لتصميم مثل هذه النوعية من المباني، وتم بالفعل عمل رسومات متكاملة في مؤسسات حكومية متخصصة.(م.٦٩،ص١)

(٢) يساعد نظام البناء برمصر على تشييد المساكن تسليم المفتاح والتي تؤدي إلى رفع التكلفة وجودة المسكن، سواء لفرص العيش فيها أو بغرض الإقلال من تكلفة الصيانة، وذلك باستخدام المزايا الوظيفية لحصوة الميلسل الخفيفة والمقترح استخدامها فيها، ولعل أهم العوامل التي تساعد على خفض التكلفة هو حسن استخدام مكونات عناصر البناء كالحديد والأسمنت بحيث تستغل قدراتها الإنشائية بكفاءة عالية باستخدام التكنولوجيا الحديثة في التصميم، إلى جانب الإقلال من الفاقد ورفع مستوى التشطيب بدرجة كبيرة.(م.١٠-٥،ص١٤)

(٣) بالمقارنة بين كميات المواد لنظام البناء التقليدي ونظام البناء برمصر ذو الكمرات المدفونة و الساقطة نجد أن النظام التقليدي يحتاج إلى ٥٠ طن من حديد التسليح و٢٧٣ طن من الأسمنت، في حين أن نظام البناء برمصر ذو الكمرات المدفونة يحتاج إلى ٣٥ طن من حديد التسليح و١٧٢ طن من الأسمنت، ويحتاج نظام البناء برمصر ذو الكمرات الساقطة إلى ٣١ طن من الحديد و١٨١ طن أسمنت، وذلك في عمارة سكنية من المستوى الاقتصادي في مشروع مدينة العامرية الجديدة بمسطح ٣٣٠ م^2 على ٤ أدوار، كما يمكن بمقارنة كميات العمالة التي تستخدم في كل من النظام التقليدي ونظام البناء بر مصر لإنشاء ما يعادل ٤٠٠ ألف وحدة سكنية بمتوسط مساحة للوحدة ٨٠ م^2، نجد أن مقدار الوفر فيها لنظام البناء بر مصر عن النظام التقليدي ٦٧,٦٢ % من العمالة.(م.١٠-٥،ص٢٤٢١،)

جدول(٥-١١):أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة.



شكل(٥-٢٨):صناعة بلوكات الخرسانة

مواد البناء	نظم البناء		
	النظام التقليدي	نظام برمصر ذو الكمرات المدفونة	نظام برمصر ذو الكمرات الساقطة
حديد التسليح	٥٠طن	٣٥ طن	٣١ طن
الأسمنت	٢٧٣ طن	١٧٢ طن	١٨١ طن

جدول(٥-١٢):مقارنة بين الكميات المستخدمة من مواد البناء في كل من النظام التقليدي ونظم البناء برمصر.(م،١٠-٥،ص١٤)

٥-٢-٣-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة

سبق أن تم تحديد طريقة لتصنيف أساليب التنفيذ المستخدمة والتي تعتمد على نظم البناء المتبعة ومواد البناء المستخدمة سواء للعناصر الحاملة أو المحمولة أو لكليهما في الباب الثاني(راجع ص٣٩)، كما تم ذكر عدد من البدائل المختلفة لهذه الأساليب في الباب الرابع(انظر ص١٥٧)، وسيتم في هذا الباب طرح طرق ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال هذه الأساليب والتي يجب وضعها في الاعتبار أثناء اختيار أحدها.

ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة			
طرق مباشرة	أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء	➢ يتم اختيار أسلوب التنفيذ الذي يساعد على تقليل استخدام مواد البناء التي تستهلك طاقة عالية، والتي تساعد على تقليل طاقة تصنيع مواد البناء إلى حدودها الدنيا، كأن يتم اختيار أسلوب التنفيذ الذي يساعد على الاستغناء عن مواد البناء المساعدة وبالتالي التوفير في طاقة تصنيعها، كالاستغناء عن أعمال الشدات أو تخفيض كمية المونة المستخدمة بين الوحدات أو الاستغناء عنها تماماً أو عن أعمال البياض والتشطيب. ➢ يفضل اختيار أسلوب التنفيذ الذي يساعد على تقليل القطاعات الإنشائية دون التأثير على أمان وجودة المنشأ.

	طاقة النقل	➢ مراعاة اختيار أساليب التنفيذ والتي يتم فيها الإقلال من عمليات النقل قدر المستطاع، حيث يحدد أسلوب التنفيذ نوعية الخامات المطلوبة وبالتالي يحدد الاحتياج من عربات النقل العادية أو الملاءمة لقواعد المرور عند النقل، مع مراعاة الأطوال والارتفاعات المسموح بها وتحقيق أقصى كفاءة لعملية النقل.	
	طاقة التنفيذ	➢ اختيار أسلوب التنفيذ والذي يقلل الاعتماد على المعدات وخاصة الثقيلة منها كمعدات الرفع والتركيب. ➢ اختيار أسلوب التنفيذ الذي يقلل الاحتياج إلى عمالة متخصصة، واختياره بشكل يسهل على العمالة التعامل معه واستيعابه وتطبيقه بسهولة. ➢ يراعى اختيار أسلوب التنفيذ بحيث يتم فيه الاستغناء عن أي معالجات إضافية للحصول على جودة تشطيب عالية. ➢ يراعى اختيار أسلوب التنفيذ والذي يساعد على تقليل هوالك مواد البناء. ➢ يراعى الاستغلال الأمثل لطاقة المعدات والعمالة وتجنب أي أعطال أو تأثير على طاقة أي منهما. ➢ اختيار أسلوب التنفيذ والذي يؤدي إلى عدم الحاجة إلى أماكن كبيرة لتشوين المواد الخام.(م.٤٣،ص٣٦) ➢ مراعاة أن يكون زمن التنفيذ أقل ما يمكن بتقليل عدد الوصلات بين عناصر الإنشاء مثلاً.	
	تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة تشغيله	➢ يراعى اختيار أسلوب التنفيذ الذي يمكنه المساعدة على زيادة كفاءة العزل الحراري، إلى جانب توفير عناصر الراحة الأخرى بداخل فراغات المنشأ حسب وظيفته وأهمية هذه عناصر الراحة فيه، كأن يتم اختيار الأساليب التي تسمح باستخدام مواد العزل المختلفة بجانب مواد البناء المستخدمة أو أن تكون طريقة تجميع الوحدات بما يسمح بالحفاظ على أنواع الراحة المختلفة. ➢ اختيار أسلوب التنفيذ الذي يؤدي إلى تقليل طاقة الصيانة، كأن يتم إجراء عمليات تنفيذ التوصيلات الصحية والكهربائية متزامنة مع عمليات التنفيذ المختلفة بما يسمح الوصول إليها بسهولة ويسر.	

تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة الهدم	➢ يراعى اختيار أسلوب التنفيذ والذي يسمح بعمليات إعادة استخدام عناصر المبنى عند الحاجة، أو القابلة لإعادة الفك والتركيب بعد انتهاء عمر المبنى، بحيث يمكن استخدام الوحدات الناتجة عنه في البناء مرة أخرى أو تحويرها بقليل من الطاقة لاستخدامها.(راجع الباب الثالث ص١٠٨)	
مراعاة التوازن البيئي	➢ يراعى اختيار أساليب التنفيذ التي لا ينتج عنها أي ملوثات أو مخلفات بناء أثناء عمليات التنفيذ المختلفة. ➢ يراعى اختيار أساليب التنفيذ التي لا تؤدي إلى تدهور البيئة والناتج عن الهدر في مكوناتها، كالهدر في الطاقة البشرية بعدم استغلالها الاستغلال الأمثل مع توافرها بكثرة، أو الهدر في موارد المحيط الحيوي كالمياه. ➢ يراعى اختيار أسلوب التنفيذ والذي يقلل من تلوث الهواء، سواء بتناثر مكونات الإنشاء أثناء العمليات المختلفة، أو نتيجة الاستعانة ببعض الأعمال التي تعتمد على تصاعد الأدخنة والأتربة في الجو. ➢ الاهتمام بتجنب ضوضاء الأعمال عند اختيار أسلوب التنفيذ المستخدم. [1] وسوف يتم ذكر كيفية تقليل تأثير مرحلة تشييد المبنى على البيئة بالسلب سواء بالتدهور أو بالتلوث في الجزء الأخير من هذا الباب.(راجع ص٢٦٤)	
مراعاة عاملي الأمان والجودة	➢ يمكن الاستغناء عن بعض الأعمال التي تتم في الطرق التقليدية مع مراعاة عدم التأثير السلبي على المنشأ. ➢ استبدال أي من الأعمال المستهلكة لطاقة عالية بأخرى تساعد على تقليل الطاقة مع زيادة جودة وأمان المنشأ.(راجع الباب الثالث ص١١٥) ➢ الاهتمام بدراسة أساليب التنفيذ المختلفة بما يساعد على تغيير مكونات أو طرق الإنشاء مع المحافظة على نفس الجودة والأمان اللازمين لها أو يرفع منهما مع ترشيد استهلاك الطاقة، حيث يراعى مثلاً تقليل الوصلات في الوحدات السكنية بما يساعد على زيادة الجودة للمنشأ المستخدم. ويراعى أن زيادة كفاءة الجودة المفضلة للمنشأ يعطي تقييماً أكبر في ميزان الطاقة وهو ما ذكر سابقاً في الباب الثالث من البحث.(راجع ص١١٣)	

(١) يتعرض السكان في المناطق المجاورة للأبنية تحت الإنشاء إلى الضوضاء الإنشائية التي تتراوح من ٤٠ إلى ٧٠ ديسيبل، وتنتج الضوضاء عن عملية الإنشاء وأيضاً من نقل المواد وغيرها من العمليات، وقد وجد أنه على بعد ١٦ متر من المعدات التي تسير على الأرض تتراوح مستويات الضوضاء من ٧٣ إلى ٩٦ ديسيبل، بينما تتراوح مستويات الضوضاء من ٧٥ إلى ٩٠ ديسيبل على بعد ١٦ متر من محركات الخلاطات الخرسانية، وتصل مستويات الضوضاء الناجمة عن مطارق الركائز والصخور إلى ١٠٠ ديسيبل على بعد ١٦ متر. (م.٩٤،ص١٧)

طرق غير مباشرة	ترشيد الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة	➢ تم ذكر هذا البند بالتفصيل في الباب الثالث (راجع ص١١٧)، ويشمل البحث عن بدائل للطاقة المستخدمة نفسها، إلى جانب تحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة أثناء الحصول على أي نوع من أنواع الطاقة الحالية.	
	استخدام بدائل لأساليب التنفيذ المستخدمة	➢ سبق ذكر مجموعة من أساليب التنفيذ التقليدية في الباب الثاني من البحث (انظر ص٣٩)، كما تم ذكر بعض بدائلها المختلفة بالباب الرابع من البحث (راجع ص١٥٧)، وتوجد العديد من البدائل الأخرى واسعة النطاق والتي تتغير وتتبدل يومياً، حيث تتميز أساليب التنفيذ مع مواد البناء بالتطور السريع المستمر، لذا وجب دراسة كل ما هو جديد في مجالاتهما ليمكن ترشيد استهلاك الطاقة منذ بدايتها بالاختيار السليم لأي منهما وما يستتبعه من نشاطات متعلقة بهما بدلاً من المحاولة العقيمة أو الطويلة لترشيد استهلاك الطاقة في مواد وأساليب التنفيذ التقليدية، ويلاحظ أن تطور مواد البناء المستخدمة يتبعه تطور في أساليب التنفيذ والعكس.	

جدول(٥-١٣): أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة.

٥-٢-٤-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم

سبق ذكر العلاقة بين عملية التصميم وعمليات التنفيذ في مرحلة تشييد المبنى بالباب الثاني (راجع ص٤٥)،كما تم التعرف على مخطط الأهمية النسبية للعوامل التصميمية المعمارية المؤثرة على تكلفة الوحدة وهي ذاتها ذات التأثير المباشر على كمية الطاقة المستهلكة بالمبنى (انظر شكل(٥-٢٩)، حيث أن تغير شكل الوحدة له تأثير مباشر على الطاقة ويسبب زيادة في البنود المتأثرة باقتصاديات شكل الوحدة بنسبة ٣٤-٣٥ %،[م.١٥،ص١٢٧] وفيما يلي سيتم ذكر طرق ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال عملية التصميم.

ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم			
طرق مباشرة	أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة التنفيذ	➢ توجيه طاقة المهندس المصمم بالبحث والعمل للوصول بشكل الوحدة (المسقط الأفقي) إلى أبسط صورة له، وعند تصميم شكل الوحدة عادة يجب مراعاة العناصر التالية لتقليل الطاقة المستهلكة أثناء التنفيذ: ➢ أن يكون المحيط الخارجي للوحدة أقل ما يمكن. ➢ أن تكون الوحدة أقرب ما تكون لشكل المربع. ➢ أن تكون عرض الواجهة الرئيسية أقل ما يمكن.

		➢ أن يعتمد التصميم للمحيط الخارجي على البساطة. ➢ البعد عن التكسيرات المتتالية للواجهات.	
		وفي حالة كون الوحدات متصلة يجب مراعاة ما يلي: ➢ مراعاة أن تكون الحوائط المتصلة أكبر ما يمكن. ➢ مراعاة تجميع المرافق. ➢ مراعاة أن تكون الواجهات أقل ما يمكن من حيث العرض.(م.٨٤،ص١٠٤)	
		➢ يجب على المهندس المصمم والخبراء القائمين على التصميم في مجال الإسكان مراعاة تحديد الارتفاع لمنطقة سكنية بعناية، لأن اختلاف عدد الأدوار يؤثر تأثيراً كبيراً على الطاقة المستهلكة في عملية تنفيذها،(م.٨٤،ص١٠٤) وفي تجربة عملية تمت عام ١٩٧١ لتغيير الارتفاع المقترح لحجرات المسكن في مصر إلى ٢,٥ متر بدلاً من ٢,٧م طبقاً للقانون الحالي أثبت أنه يحقق وفراً في تكاليف بناء المسكن وقدره ٣,٥ %. (١) (م.١٧،ص١٣)	انظر شكل (٥-٣١)
		➢ على المهندس مراعاة وجود علاقة وطيدة بين مساحة الوحدة واستهلاك الطاقة، فأي تقليل في المساحة يؤدي بالتالي إلى تقليل في الطاقة المستهلكة، وأي زيادة ١٠ % في مساحة الوحدة تؤدي إلى زيادة التكاليف ١٠ %، لكن لا يجب المغالاة في تقليل مساحات الوحدات السكنية أو محاولة ضغط هذه المساحات إلى أقصى الحدود مما يترتب عليه تصميم مساكن لا توفر أدنى حدود الاحتياجات.(٢)	انظر شكل (٥-٣٢)

(١) يكون الوفر في الطاقة المستهلكة في التشييد عند تغيير الارتفاع أو عدد الأدوار من خلال:

➢ خفض نسبي في أعمال الإنشاء نتيجة لخفض بعض بنود الأعمال.

➢ تقليل كميات مواد البناء في العناصر الرئيسية للمبنى مثل الطوب، المونة للمباني والبياض، الدهان للحوائط، السلالم، الدرجات، المساحة، الدربزينات، التوصيلات الصحية والكهربائية، وهو ما يؤدي إلى خفض الضغط على مصانع مواد البناء وتوفيرها لمواجهة أعمال التعمير المختلفة الأخرى.

➢ الخفض في تكاليف الهيكل الإنشائي(المواد والأعمال)نتيجة لتقليل الارتفاعات والأحمال.

➢ الانتفاع بطوابق أكثر في ارتفاع محدد.

➢ القصد في أعمال نقل مواد البناء إلى موقع المبنى.

➢ زيادة إمكانية توفير أعتاب خاصة للفتحات.(م.١٧،ص١٣)

(٢) معهد أبحاث البناء-المركز القومي لبحوث البناء والتشييد، علاقة مساحة الوحدة السكنية بتكاليف بنائها، ١٩٦٠م، ص٢.

		➢ لابد من مراعاة أشكال الفراغات الداخلية بالمبنى بحيث لا تستهلك طاقة كبيرة، ويحقق التصميم الحر لمسطح المسكن الاقتصاد في المساحة والمرونة في توزيع الاحتياجات.(م.٨٤،ص١٢٩) ➢ يراعى عند التصميم ربط علاقة شكل الوحدة[١] وعدد الأدوار[٢] بأسلوب التنفيذ المستخدم، حيث أن أي تغيير في أي منهما له تأثير مباشر على الطاقة المستهلكة من خلال أساليب التنفيذ.	
تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة تشغيله	➢ يجب على المصمم أثناء عملية التصميم عند محاولة ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى مراعاة ما يستتبعه من طاقة أثناء مرحلة التشغيل والعكس، ويلاحظ إمكانية ترشيد استهلاك الطاقة فيهما معاً بمراعاة مواد وأساليب التنفيذ المستخدمة، كما يلاحظ أن لمرحلة تشغيل المبنى الأولوية في تحقيق ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم، حيث أن عملية التصميم ذات تأثير مباشر وقوي على استهلاك الطاقة بها سواء للحصول على أنواع الراحة المختلفة داخل المبني أو لتقليل طاقة الصيانة، ويلاحظ أن عملية التصميم من خلال مرحلة التشغيل تحدد بشكل مبدئي نوعية مواد البناء المستخدمة، وسمك الحوائط وطريقة التوجيه، ونوعية الإنشاء سواء للحوائط الداخلية أو الخارجية وهو ما يؤثر بشكل كبير على طاقة تشييد المبنى.[٣]		

(١) أثبتت الدراسات أنه عند التغيير المستمر في شكل الوحدة يستحسن استخدام نظام البلاطات غير الكمرية عن استخدام نظام الهيكل الخرساني التقليدي للأسباب التالية:

➢ تغير شكل الوحدة في حالة استخدام نظام الهيكل الخرساني التقليدي يسبب زيادة في إجمالي التكلفة للوحدة قدرها ٥-٦ % في حين أن البلاطات الغير كمرية تسبب زيادة ٠,٥-٠,٦ %.

➢ تغير شكل الوحدة في حالة استخدام نظام الهيكل الخرساني التقليدي يسبب زيادة في تكلفة البنود المتأثرة باقتصاديات شكل الوحدة بنسبة تتراوح من ٣٤-٣٥ % في حين تسبب البلاطات غير الكمرية زيادة تتراوح من ١٣-١٤ %.(م.٨٤،ص١٢٩)

(٢) يفضل عند التصميم لارتفاع الوحدة ثلاثة أدوار استخدام نظام الشدات النفقية حيث يعتبر أكثر اقتصاداً من نظام البلاطات الكمرية للأسباب التالية:

➢ تغير عدد الأدوار من ثلاثة أدوار إلى ستة أدوار في حالة استخدام نظام البلاطات غير الكمرية يسبب زيادة في إجمالي التكلفة الكلية للوحدة بنسبة قدرها ٩-٤٠ %، في حين أن الشدة النفقية تسبب زيادة ٣٠-٣١ %.

تغير عدد الأدوار من ثلاثة أدوار إلى ستة أدوار في حالة استخدام نظام البلاطات غير الكمرية يسبب زيادة في تكلفة البنود المتأثرة باقتصاديات عدد الأدوار بنسبة قدرها ٥٦-٥٧ %، في حين أن استخدام نظام الشدة النفقية يزيدها بنسبة ٥٢-٥٣ %.(م.٨٤،ص١٢٩)

(٣) مها بكري عليوه، تأثير المناخ على تصميم الغلاف الخارجي للمبنى-دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني في مصر-الجزء الأول، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٨٩، ص ٢٢٨.

		كما توجد عدة أمثلة عن تحقيق ترشيد استهلاك طاقة التشغيل بتحقيق ترشيد استهلاك طاقة التشييد، فمثلاً عند تغيير الارتفاع من ٢,٧٠م إلى ٢,٥٠م فإن ذلك يؤدي إلى ترشيد طاقة التشييد وهو ما يسبب أيضاً زيادة كفاءة استهلاك الطاقة في مرحلة التشغيل من خلال الحصول على أنواع الراحة المختلفة بالمنشأ. (١) ➢ أمكن التوصل إلى تقسيم مصر إلى سبعة أقاليم مناخية متميزة من وجهة النظر المعمارية و يختلف كل أقليم عن الآخر في التوصيات الخاصة بتوجيه المبنى وأنواع الإنشاء للحوائط الخارجية للمباني ومسطح الفتحات وحركة الهواء داخل الفراغات.(٢) وتوجد العديد من الدراسات بما يخص هذا المجال ولن يتم الخوض فيها جميعاً نظراً لاستفاضتها وكثرتها.		
	تأثير مرحلة تشييد المبنى على مرحلة الهدم	➢ لابد من الاهتمام أثناء تصميم المبنى بوضع كلاً من الامتداد المستقبلي والمرونة في الاعتبار فلا يجب اللجوء للهدم في سبيل التجديد بل يمكن التغيير والإضافة لما هو قديم، فالعمارة الخضراء كالنبات تتصف بخاصية النمو فهي نامية كلما تقدم بها العمر حتى تصل إلى حالة الاستقرار ولا تظهر مكتملة النمو مرة واحدة،(٣) وبالتالي يمكن تقليل الهدر الناتج عن الطاقة الضائعة من عمليات الهدم وتحويلها نحو عمليات تشييد أخرى بتطوير عملية التصميم نحو هذا الاتجاه.(م.٨٢،ص٤٠)	
		➢ يراعى إمكانية تصميم الوحدات بما يجعلها قابلة لإعادة الفك والتركيب عند اللزوم إلى جانب إعادة الاستخدام للوحدات ما أمكن.	

(١) عند تغيير الارتفاع من ٢,٧٠م إلى ٢,٥٠م فإن ذلك يؤدي إلى:

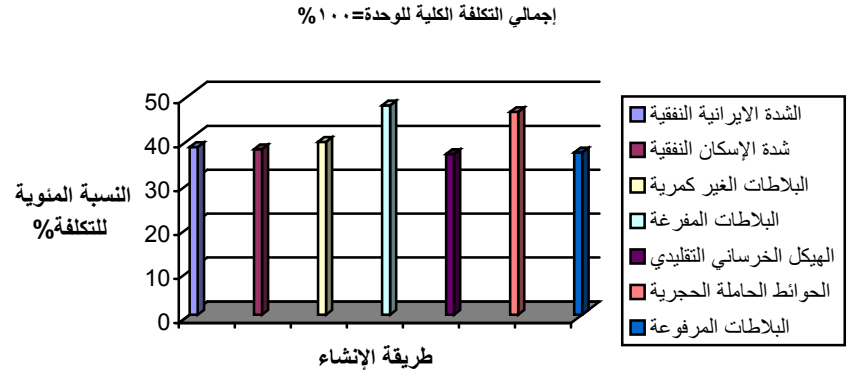
- القصد في الطاقة المستهلكة للحصول على راحة حرارية داخل الفراغات بسبب خفض حجم الهواء الداخلي.
- الحصول عل ظل أكبر على الحوائط الخارجية بواسطة خفض حجم الهواء الداخلي.
- الحصول على تهوية داخلية أفضل بسبب زيادة قرب الأجزاء العليا من الشبابيك من الأسقف.(م.١٧،ص١٥).

(٢) مها بكري عليوه، تأثير المناخ على تصميم الغلاف الخارجي للمبنى-دراسة لتقييم الأداء البيئي للمباني في مصر-الجزء الأول، ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٨٩م، ص٢٢١.

(٣)) يجب أن يكون المعمار الأخضر به من المرونة ما يجعله يتقبل التغيرات المستقبلية المتوقعة في أي من عناصر المنظومة المتحكمة في تكوينه، كما لابد من أن يتقبل التغيير المستقبلي في طبيعة الأنشطة داخله، ومن هنا ظهر مفهوم المنزل الديناميكي أو المنزل النواة القابل للنمو المستقبلي، وعليه أن يتقبل التغيرات المستقبلية في الوسط الحيوي المحيط به.(م.٨٢،ص٤٠)

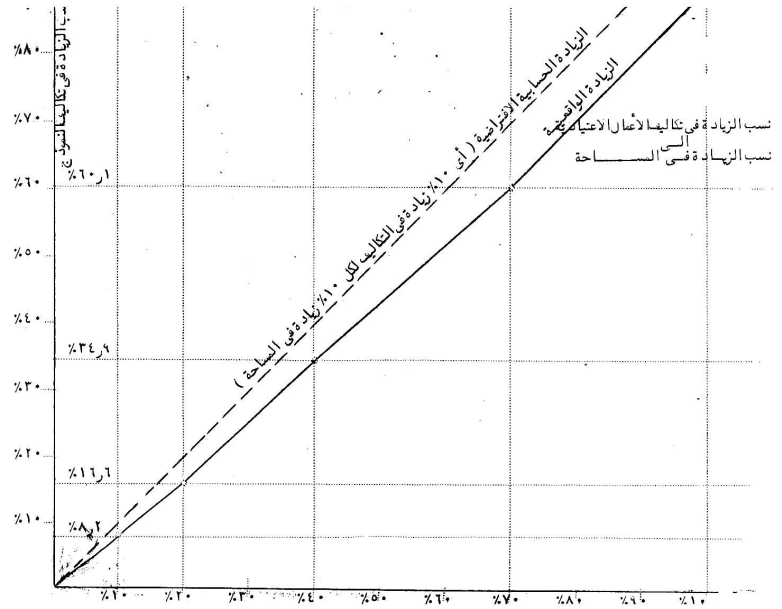
	مراعاة عاملي الأمان والجودة	➢ لابد من التأكد من أن أي عمل يتم في التصميم لا يؤثر على جودة أو أمان المنشأ، فمثلاً في الدراسة السابق ذكرها عن تخفيض ارتفاع الحجرات إلى ٢,٥م كان لابد من الاهتمام بدراسة العوامل الأخرى والمتعلقة بجودة وأمان المبنى والمتأثرة بتغيير ارتفاع الحجرات، كدرجة الحرارة والتهوية والإضاءة والتأثيرات النفسية وغيرها من العوامل، والتأكد من أن جميعها إن لم تكن أكثر كفاءة فهي بغير ضرر .(١)	انظر شكل (٥-٣١)

جدول(٥-١٤): أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم.

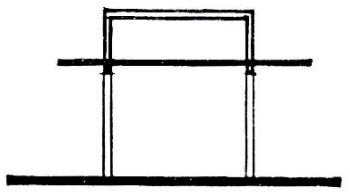


شكل(٥-٢٩): ديموجراف العلاقة بين التكلفة الكلية للوحدة وتكلفة البنود المتأثرة بتغيير شكل الوحدة للطرق الإنشائية المختلفة.(٣)

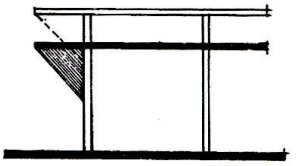
(١) وجد أن تغيير ارتفاع الحجرات من ٢,٧٠م إلى ٢,٥٠م لا يؤثر في درجة حرارة الهواء داخلها، حيث أن زيادة ارتفاع الحجرة بمقدار نحو ٥٠ سم كان ذا تأثير طفيف عليها، و لم يتجاوز الفرق في درجة الحرارة ٠,٥°م، أما بالنسبة للتهوية فقد وجد أن الإنسان البالغ يحتاج إلى ١٧ م^3 من الهواء في الساعة، وإذا كان لا ينبغي أن يقل المسكن المكون من حجرة واحدة لفرد واحد عن عشرين متراً مربعاً فإن الارتفاع المناسب لحاجة الإنسان من الهواء هو ٢,٥م، هذا إلى جانب أن زيادة أو نقص ارتفاع سقف الحجرة في حدود ٥٠ سم لا يؤثر تأثيراً يذكر في تهوية الحجرة، كما أن زيادة قرب الجزء العلوي من الشبابيك إلى سقف الحجرة يعمل إلى تحسين التهوية فيها،(م.١٧،ص١٠) كما وجد أنه لا يوجد تأثير بالنسبة للصوت نتيجة هذا الخفض وقد يكون التأثير أكبر باختلاف مواد البناء، ويمكن الوصول بمعدلات الإضاءة الطبيعية في حجرات ذات ارتفاع ٢,٢٥م فقط تماثل معدلات الإضاءة في حجرات ذات ارتفاع ٢,٧٠م بزيادة تبلغ ١٠-٢٠% من مسطح النوافذ، ويمكن الحصول على توزيع أفضل للإضاءة الطبيعية في الحجرات بزيادة قرب الجزء العلوي من الشبابيك إلى السقف، كما أن تقليل ارتفاع الأسقف يحقق تجنب الإحساس بالضيق أو الطول في الممرات والحجرات، ويمكن الحصول على ظلال أكبر للحوائط الخارجية ببروز الأسقف.م.١٧،ص١٣،١٢)



شكل(٥-٣٠):نسبة الزيادة في تكاليف الأعمال الاعتيادية إلى نسبة الزيادة في المساحة.[١]



شكل(٥-٣١): تقليل ارتفاع الأسقف يؤدي إلى ترشيد في استهلاك طاقة التنفيذ.(م.١٧،ص١٣)



شكل(٥-٣٢):الحصول على ظلال أكبر للحوائط الخارجية ببروز الأسقف.(م.١٧،ص١٣)

(١) معهد أبحاث البناء-المركز القومي لبحوث البناء والتشييد، علاقة مساحة الوحدة السكنية بتكاليف بنائها، ١٩٦٠م، ص٢.

٥-٢-٥-ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت

سبق ذكر أهمية التحكم في الوقت للوصول إلى كفاءة تشييد مناسبة مع خفض استهلاك الطاقة (انظر ص٤٧)، وذلك لما لعامل الزمن من تأثير مباشر وكبير على الطاقة وهو ما يتضح في مجمل حساباتها، كما تم التنويه عن الأزمنة القياسية التي تم حسابها وتقديرها لكل نشاط من الأنشطة والتي يجب العمل في حدودها للوصول إلى كفاءة استهلاك طاقة مناسبة سواء للمعدات أو العمالة، وذلك بعد معرفة نوع المعدات والعمالة التي يتم من خلالها التنفيذ بالموقع، ويعتبر التحكم في الوقت في حد ذاته وسيلة لترشيد استهلاك الطاقة، مع التأكيد على أهمية الالتزام بالوقت المحدد لكل عملية وبالجدول الزمني للمشروع لمنع أي هدر ممكن في الطاقة نتيجة الإسراع في التنفيذ أو التباطؤ عنه.

ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت

طرق مباشرة	أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء/ طاقة النقل/ طاقة التنفيذ	➢ توجد العديد من الأساليب العلمية لإدارة الوقت والتابعة لعلم بحوث العمليات Operation Research، والتي يجب على المعماري أن يتعرف عليها ليستخدمها في التحكم في الوقت منها: ➢ أسلوب مخطط المستقيمات Ganett Scheduling.(١) ➢ أسلوب المسار الحرج.(٢) ➢ أسلوب موازنة الخطوط Line of Balance.(٣) ➢ تسخير الحاسب الآلي لتدعيم أساليب إدارة الوقت ومحاولة تضييق الفترة الزمنية التي يتم خلالها إعادة تحديث المخططات المختلفة مما يساعد على سرعة ضبط الانحرافات المستقبلية وتفاديها، كما أن تضييق الفترة الزمنية لإعادة تحديث المخططات تعمل على تقليل حجم الانحرافات الزمنية والتي يتم ضبطها.(٤) (م.٧٣،ص٥٨)	

جدول(٥-١٥): أقسام ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت.

٥-٣-مراعاة التوازن البيئي في مرحلة تشييد المبنى

تم التعرف على مفهوم البيئة بأقسامها المختلفة سواء كانت بيئة طبيعية (كائنات حية، مواد، محيط حيوي) أو بيئة مستحدثة (منشآت) في الباب الثاني من البحث (انظر ص٧٤)، كما تم التعرف على أسباب الخلل البيئي بتلوث البيئة (تغير في خصائصها) أو تدهور البيئة (الهدر في مكوناتها) وذلك لجميع مكونات البيئة السابقة خلال مرحلة تشييد المبنى، وإن تلافي حدوث أي خلل في التوازن البيئي والناتج عن أي مرحلة من المراحل العمرية للمبنى هو

(١) يعتبر هذا الأسلوب من الطرق ذات الإيضاح البياني والتي يتم من خلالها التخطيط والتنظيم للتتابع الزمني للأنشطة المكونة للمشروع، وهي تساعد على تحديد علاقات الأنشطة بعضها ببعض وتحديد المدى الزمني Duration اللازم لكل نشاط، وتحديد الإطار العام لتتابع هذه الأنشطة، مع إمكانية تخطيط وتنظيم عناصر أخرى بالمشروع كالعمالة والمواد اللازمة للأنشطة.(م.٧٣،ص٤١)

(٢) أسلوب المسار الحرج عبارة عن تمثيل لتتابع الأنشطة وعلاقتها التبادلية المختلفة من خلال مخطط شبكة Net work يتم من خلاله عمل الحسابات المختلفة لكل نشاط كأنواع الأوقات والمرونة الوقتية وتعيين المسار الحرج وأنشطته.(م.٧٣،ص٤٦)

(٣) تعمل طريقة موازنة الخطوط على دراسة تتابع الأنشطة والعمليات المختلفة التي تتسم بالتكرار، وتحديد معدلات الأداء واحتياجاتها من العمالة بتخصصاتها المختلفة واللازمة لتحقيق معدلات الإنجاز المطلوبة.(م.٧٣،ص٥٨)

(٤) إن التأخير في توقيت ضبط أي انحراف يعمل على تراكم حجم الخسارة، وتدخل عوامل أخرى مؤثرة كزيادة الأسعار وتراكم فوائد القروض في البنوك إلى غير ذلك مما يترتب على التأخير الزمني للمشروع.

أحد أهداف العمارة الخضراء، ويراعى أن تقليل الملوثات تشمل إمكانية استخدامها نفسها كطاقة في الوقت الذي يمكن فيه التخلص منها، بالإضافة إلى أن تقليل كمية الملوثات يعني الاستفادة بمواد وطاقة كان مصيرهما الضياع .[1]

ولقد قامت مصر بقيادة جهاز تخطيط الطاقة ودعم من برنامج الأمم المتحدة للبيئة والمعهد الفنلندي للتكنولوجيا بدراسة كشفت عن أن السعي لخفض الانبعاثات نتيجة الإقلال من استهلاك الطاقة بوقف الهدر فيها ورفع كفاءة استخدامها يؤدي إلى فائدة اقتصادية مباشرة تعود على الاقتصاد الوطني ككل، إلى جانب خفض الانبعاثات بحوالي ٤٠% من الانبعاثات الحالية أو المتوقعة،(م،٢٥-١) وبما أن انبعاث المخلفات أثناء استخدام الطاقة يعتبر أمراً حتمياً فالمطلوب هو أن تكون تلك المخلفات أقل ما يمكن من ناحية النوع والكمية حتى تتمكن الأنظمة البيئية من تحليلها عضوياً.

ويلاحظ أن أكثر المراحل ذات تأثير سلبي على البيئة هي مرحلة الصناعة، حيث تنتج من الملوثات والمخلفات ما يفوق غيرها من المراحل العمرية خلال مرحلة تشييد المبنى، لذا وجب الاهتمام بتخفيض التأثير السلبي لمصانع مواد البناء على البيئة بشكل خاص أو الاستغناء عن استخدامها تماماً ما أمكن، ولقد اتجهت العديد من الدول إلى إيجاد الحل المناسب لمشكلة التلوث الناتج عن الصناعة من خلال الطاقات المتجددة،[2] حيث توجد طرق عديدة لتوليد الطاقة التي لا تؤدي إلى انبعاث غازات ظاهرة الاحتباس الحراري أبداً مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية والتي يرجى استخدامها على المدى القريب في جميع المجالات بما فيها قطاع التشييد.(م.٥٨،ص٤٠)

٥-٣-١-تقليل تأثير التلوث البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى

سبق الشرح الوافي لتأثير التلوث الناتج عن مرحلة تشييد المبنى على مكونات البيئة المختلفة الطبيعية والمستحدثة في الباب الثاني، كما تم تحديد علاقة الطاقة بالبيئة من خلال الباب الثالث، مع التأكيد على أهمية البيئة في ميزان الطاقة وإمكانية تقييمه من خلالها وذلك لكون الطاقة أحد مفرداتها ولأن التلوث ما هو إلا طاقة مضافة أو ناقصة، وفيما يلي سيتم ذكر طرق تقليل هذا التأثير للمساعدة في التقييم المناسب لترشيد استهلاك الطاقة لنفس المرحلة.

---

(١) ناجي الشربيني علي، المخلفات الصناعية وأثرها على البيئة المصرية-دراسة تحليلية، ماجستير، معهد الدراسات والبحوث البيئية-قسم اقتصاد وقانون-جامعة عين شمس، ١٩٩٢م، ص١٩.

(٢) اتجهت المكسيك والتي ظلت لعقود تعاني من الاختناق جراء انبعاثات الغازات الصادرة منها إلى مضاعفة إنتاجها من طاقة الحرارة الأرضية، والتي ستجعلها ثالث دولة في العالم في إنتاج الحرارة الأرضية بعد الولايات المتحدة والفلبين، كما تحولت عدد من الشركات متعددة الجنسيات على نحو غير متوقع خلال السنوات القليلة الماضية إلى شركات صديقة للبيئة، وفي إحدى الشركات أمكن تخفيض نسبة ثاني أكسيد الكربون المنبعث منها بما يقل عن معدلات سنة١٩٩٠م بنسبة ١٠%، وبعد أربع سنوات من ذلك التاريخ حققت الشركة نصف النسبة المقررة وذلك بتخفيض كمية انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري والتي تشتعل في حقول النفط والمصافي. (م.٥٨،ص٤٠)

عناصر البيئة		تقليل تأثير التلوث البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى	
بيئة طبيعية	الكائنات الحية	➢ يراعى منع انبعاث الأتربة المصاحبة لنشاط الإنشاءات أو التقليل منها بقدر المستطاع، وعمل كافة الاحتياطات اللازمة لأن تكون في حدود المسموح به، مثل التغطية والترطيب والعمل في أماكن مغلقة مزودة بفلاتر أتربة بأنواعها، مع ضرورة الالتزام باستخدام الأقنعة الواقية المناسبة طبقاً لطبيعة ونوع وحجم الأتربة. (١) ➢ لابد من التخطيط البيئي السليم بمراعاة أماكن تواجد المناطق السكنية ومصادر انبعاث الملوثات الناتجة عن مصانع مواد البناء ومواقع التشييد.	انظر شكل (٥-٣٣)
	المواد الخام والطاقة الأحفورية	➢ يتم منع التأثير عليهما عند عملية استخراج أي منهما، حيث يراعى أن يتم ذلك بحيث لا يؤدي إلى تغيير كبير بالطبيعة، وبحيث لا تسبب عملية الاستخراج فضلات كبيرة، في حين أن استخراج الخامات على كل الأحوال يعرض الطبيعة للتخريب، وتعتبر المواد الأولية لإنتاج مواد البناء المعدنية وفيرة لكن المخزون منها محدود وتتطلب استخدام طاقة كبيرة لإتمام عملية الاستخراج، وبسبب قلة كمية موارد الطاقة كالبترول والغاز والفحم يمكن اعتبار أن كل المواد الأولية المستخدمة لإنتاج المنتجات المصنعة هي أيضاً قليلة، ويعتبر الحفر لاستخراج الجص والبحص أو الطين الصغيرة الحجم نوع من أنواع التخريب الأقل في تأثيره من تأثير استخراج المواد الأخرى، حيث أنه يحتاج إلى فترة أقل للعودة والاندماج مع الطبيعة من التخريب الذي يحصل من الحفر الكبيرة لاستخراج المواد الأخرى، أما عن الحصول على المواد الأولية القابلة للتجديد والمتوفرة مثل الخشب والقش واللباد والصفصاف وغيرهم فتعتبر أفضل في حال أعيد إنتاجها، وتتميز كونها خالية من المواد الضارة ويمكن أن تمتص بطريقة حيوية بعض المواد الضارة الموجودة بالطبيعة، وهذه المواد الأولية القابلة للتجديد متوفرة بكثرة، ويمكن بعملية توفيق بين الوظائف المناخية وتنقية مياه الصرف وغيرهما من المجالات زرع أنواع معينة من النباتات مثل اللباد والصفصاف وغيرهما من الغابات التي يمكن استخدامها كمواد بناء.(١٩-٤،ص٩٩٧)	

(١) أحمد حسين أحمد، المواد الصلبة العالقة والأتربة كملوث بيئي للهواء الناتج عن أنشطة الشركة، المقاولون العرب، ٢٠٠٢م، ص٢.

المحيط الحيوي (هواء، ماء، تربة، طاقة طبيعية)	يمكن تقليل تلوث الهواء عن طريق: ➢ تقليل الانبعاثات الناتجة عن مرحلة تشييد المبنى بتغيير نوع الوقود وخاصة في مرحلة تصنيع مواد البناء،(١) (م.٦٥،ص٢٧) حيث تعتبر إجراءات منع التلوث الصناعي أكثر كفاءة من إجراءات مكافحته في مرحلة لاحقة .(٢) ➢ استخدام تكنولوجيا نظيفة للإنتاج Non waste technology.(٢) ➢ استخدام التكنولوجيا الحديثة للوصول إلى المواصفات القانونية للمخلفات، ويمكن ذلك باستخدام الفلاتر والمرشحات وغيرهما،(م.٧٤) كما يمكن ذلك باستخدام التقنية المغناطيسية لمكافحة التلوث والاقتصاد في توفير الوقود.(٣) ➢ اللجوء إلى بعض الحلول لتقليل انبعاثات المصانع مثل ارتفاع المداخن وتغيير وسائل التصنيع أو استخدام الوسائل التي تزيل الملوثات قبل انطلاقها للهواء من المداخن، إلى جانب إمكانية التحكم في انبعاث الأتربة من خلال مجموعة من الوسائل مثل غرف الترسيب والسيكلونات والمرشحات النسيجية وغرف الغسيل وأبراج الغسيل والمرشحات الكهربية. ➢ التخلص من الغازات الملوثة عن طريق تغيير طريقة التصنيع أو التنفيذ بتعديل الخطوات المتبعة أو الخامات المستخدمة. ➢ إزالة الملوثات الغازية قبل انبعاثها عن طريق الامتصاص أو الادمصاص أو التكثيف أو بالتحويل إلى مواد غير ملوثة.(٤)	انظر جدول (٥-١٧) انظر شكل (٥-٣٤)

(١) لابد من تغيير نوع الوقود كلما أمكن الوقود سواء الصلب إلى سائل أو من السائل إلى وقود الغازي، حيث ينشأ عن ذلك خفض واضح في انبعاث العديد من الملوثات.

(٢) لابد لتقليل الانبعاثات من تطوير أنواع جديدة من تكنولوجيا حماية البيئة بهدف تحقيق أقصى منفعة ممكنة من استخدام المواد وموارد الطاقة، ويمكن التغلب على الانبعاثات الناتجة عن مرحلة تصنيع مواد البناء بتغيير نوع الوقود المستخدم أو المواد الداخلة في التكوين، فمثلاً تشير وزارة الصناعة إلى نجاح استخدام الغاز الطبيعي في المصانع مما أدى إلى تقليل نسبة الملوثات والانبعاثات المختلفة، فهو وقود حضاري نظيف يحافظ على البيئة من التلوث، ويخلص العالم من انبعاثات العادم الناتجة عن احتراق الوقود الهيدروكربوني والذي يعمل على ارتفاع درجة حرارة الأرض وتغير المناخ.(م.٥٧،ص٧٥)

(٢) يتم فيها محاولة استخدام تكنولوجيا إنتاجية لا ينجم عنها انبعاث ملوثات أو انبعاث أقل قدر ممكن منها، وإحدى طرقها هي تجميع أكثر من عملية إنتاجية معاً بحيث يتم خفض الانبعاث النهائي للملوثات إلى أقل حد ممكن.(م.٧٤)

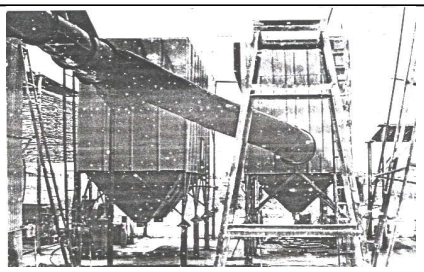
(٣) يمكن استخدام التقنية المغناطيسية في مكافحة التلوث باستخدام جهاز صغير يركب على كافة أنواع المركبات، ويساعد هذا الجهاز في المحافظة على البيئة من خلال الحرق الكامل للوقود والتقليل من الوقود بنسبة تتراوح بين ٥-٤٠ % حسب نوع الميكنة، وهي تستخدم في جميع المعدات التي تستخدم الطاقة في تشغيلها من بترين أو ديزل، ويعتبر الجهاز مخفضاً للغازات السامة التي تخرج من العادم بنسبة ٧٥ % وخاصة غاز أول أكسيد الكربون.(م.٩٩،ص٤)

(٤) مقال:مصانع الأسمنت أنفقت ٦٠٠مليون جنيه للحفاظ على البيئة، جريدة الأهرام-اقتصاد-العدد٤٢١٨٩،الاثنين١٠ يونيو ٢٠٠٢م، ص١٠٩.

بيئة مستحداثة	المنشآت	➢ يجب لحماية المنشآت من التلوث خلال مرحلة تشييد المبنى عمل دراسة تفصيلية لأي مشروع فيما يختص بمجموعة من النقاط اللازمة للدراسة [1] يتم بعدها تحديد الانبعاثات المختلفة والناتجة عن الأنشطة المختلفة، ويتم قياسها ومراجعة هذه النتائج مع جداول قانون البيئة والقوانين المنظمة، ثم يتم عمل خطة التزام بيئي يحدد بها تفصيلاً كيفية منع أو الحد من هذه الانبعاثات سواء بتغيير أسلوب تنفيذ النشاط أو بتغيير المواد الداخلة أو معالجة الانبعاثات، بحيث يكون النشاط غير مؤثر على البيئة وانبعاثاته في حدود المسموح به قانوناً للحفاظ على كافة الممتلكات والمنشآت المجاورة لموقع المشروع.(م.٦،ص٣١)

جدول(٥-١٦): أقسام تقليل التلوث البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى.

شكل(٥-٣٣): عملية تغطية التشوينات، ووضع فلاتر على السيلوهات ومواسير لشفط الأتربة في مناطق التشوين.(م.٦،ص١٤)



شكل(٥-٣٤):٢فلتر لسحب الغبار والأتربة الناتجة عن العمل من داخل محطة مركزية لخلط الخرسانة.(م.٥١،ص٢٢)

غازات العادم	قبل تركيب المحسن	بعد تركيب المحسن
CO, %	٢,٠٥	٠,٥٧
CO2, %	١٢	١١,٧٠
HC,ppm	١٩٣	١٢٤
O2, %	١,٦٠	١,٨٠

جدول(٥-١٧):بعض النتائج لبعض معدات النقل المستخدم فيها جهاز محسن الوقود.(م.٩٩،ص ١)

(١) تتضمن الدراسة التفصيلية لأي مشروع لتقليل التلوث بالمنشأ عدة نقاط متمثلة في:

- كافة المعدات المستخدمة في التشغيل والعمليات الإنتاجية بالتفصيل والتسلسل التكنولوجي لخطوات الإنتاج.
- المواد الخام والمواد المساعدة المستخدمة في الإنتاج وطرق نقلها وتداولها.
- طرق تخزين المواد الخام والمساعدة والمنتج النهائي.
- أنواع الطاقة المستخدمة وكمياتها.
- تحديد الانبعاثات بكافة أنواعها وتركيزاتها والمخلفات الناتجة من العمليات الإنتاجية (سائلة-صلبة-مواد خطرة-..إلخ).
- تحديد طريقة الصرف (صناعي-صحي)و كمياته وطرق التعامل معه.
- تحديد أماكن حركة المعدات سواء كانت الحركة داخلية أو من وإلى المشروع.(م.٦،ص٣١)

٥-٣-٢-تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى

سبق شرح تأثير التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى على مكونات البيئة المختلفة الطبيعية والمستحدثة من كائنات حية ومواد خام ومحيط حيوي ومنشآت في الباب الثاني(انظر ص٧٤)، ويكون التدهور ناتجاً عن الإهدار في مكونات البيئة سواء لزيادة الاستخدام أو قلته، وينتج الهدر من زيادة الاستخدام نتيجة الإسراف دون وعى ودون النظر إلى المخزون منها كما يحدث نتيجة استنزاف الموارد المختلفة كما بالمناجم بما يفوق طاقتها الإنتاجية، ويؤدي الهدر الناجم عن عدم الاستخدام أو قلته إلى تكوين عبء مضاف على البيئة وخاصة عند زيادة المحتوى منه بما يؤثر بالسلب على غيره من عناصر البيئة كما في حالة عدم استخدام العمالة المحلية أو المواد المحلية المتوافرة، وفيما يلي تم ذكر طرق تقليل هذا التأثير للمساعدة في ترشيد استهلاك الطاقة لنفس المرحلة خاصة مع زيادة وزن التقييم البيئي كطاقة يتم ترشيدها بتقليل تدهور البيئة كما جاء بالباب الثالث من البحث، (انظر ص١١١) وللحصول على تطبيق مناسب كمدخل إلى العمارة الخضراء.

عناصر البيئة		تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى	
بيئة طبيعية	الكائنات الحية	➢ مراعاة الالتزام بقواعد الأمان في مواقع الإنشاء، كتغطية الحفر ووضع علامات التحذير وغيرها من الأعمال التي تحفظ سلامة السكان. ➢ مراعاة التوازن البيئي للعمالة المشاركة في عملية البناء، وهذا التوازن يختلف من بلد إلى آخر، ففي البلدان المتقدمة توجد ندرة في عدد العمالة مما يستوجب التخفيض في كمية العمالة اللازمة في مرحلة التشييد وإلا حدث خلل في التوازن البيئي باستنزاف قدراتها، في حين أنه في البلدان النامية يعتبر الإقلال فيها من عدد العمالة هو هدر بيئي نتيجة خلل توازن البيئة بزيادة العبء عليها من بطالة هذه العمالة، [1] وفي حالة إمكانية ترشيد استهلاك الطاقة من خلال تقليل عدد العمالة[2] لابد من إيجاد العمل البديل، وهو ما توفره عمليات إعادة التدوير.[3] ➢ لابد من الاهتمام بعدم تأثير أي من مكونات الإنشاء على تدهور السكان قاطني المكان بعد السكن، ويظهر ذلك نتيجة تعرض السكان للإشعاعات والتي قد تساعد عليها بعض مواد البناء.[4]	

(١) تعتمد كمية العمالة المستخدمة على نظم الإنشاء المتبعة، حيث أن نظم الإنشاء التقليدية تزيد الطلب على العمالة غير الماهرة للعمل في مجالات الحفر والنقل والرفع والهدم والردم وغيرها من الأعمال، وعلى النقيض من ذلك نجد أن نظم الإنشاء المصنعة تلغي الطلب على العمالة غير الماهرة حيث تحل محلها الماكينة، وتزيد الطلب على العمالة الماهرة الحرفية كنجار الشدة والحداد والبناء، بحيث تكون قادرة على التعامل بكفاءة تامة مع نظم الإنشاء الجديدة، ومن ثم نجد أهمية اتخاذ القرار السليم بشأن الاستعمال الموسع لنظم الإنشاء المصنعة واتخاذ قرار مباشر بالنسبة لسوق العمالة المحلية، كما يعني أيضاً اتخاذ القرار بالنسبة لاستيراد نوعية من العمالة غير المتوفرة محلياً مما يؤدي إلى زيادة بطالة العمالة المحلية.(م.٩٠،ص١٥٨)

(٢) يعتقد البعض أن التقدم الاقتصادي والصناعي والتقني الذي يعيشه العالم اليوم يعتبر نتيجة مباشرة لبراعة العلماء في تسخير أنواع الطاقة المتاحة واستبدال القوة العضلية بالقوة الميكانيكية(قوة الآلة)، في حين أن الاتجاه نحو الآلة مع وجود معدلات الزيادة السكانية الكبيرة تؤثر تأثيراً كبيراً في المستوى الاقتصادي والاجتماعي لمعظم هؤلاء السكان إلى جانب تناقص حجم الموارد الطبيعية واللازمة لإعالة هؤلاء السكان.(المحمدي سيد عيد، المؤتمر العربي الأول حول حماية بيئة العمل من التلوث-التنمية المتواصلة وبيئة العمل، منظمة العمل العربية بالتعاون مع جامعة الدول العربية ووزارة القوى العاملة والتدريب، القاهرة،١٩٩٢م).

(٣) توفر عمليات إعادة التدوير فرص عمل للعديد من فئات المجتمع غير المرتفعة التأهيل، وكذلك فرص عمل لمجموعات الأفراد المتداولين في السوق لهذه المواد، إلى جانب تلبيتها احتياجات الطبقات الفقيرة من المواد المسترجعة أو المعاد تصنيعها، كما سيخلق اهتمام صناعة التشييد بعمليات إعادة التدوير إلى فرز المخرجات غير المستخدمة وإعادة تشوينها و استغلالها في مشروعات مماثلة أو بيعها في حالة جيدة، مما يؤدي إلى خفض مستمر في تكاليف مواد البناء التي يمكن أن يستغلها محدودي الدخل في بناء مساكن محدودة التكلفة دون التضحية بجودة وسلامة هذه المواد أو الأبنية.(م.٥،ص٦)

(٤) يتعرض الإنسان للإشعاعات الناتجة عن المصادر الطبيعية بحوالي ٢ ملي سيفرت في السنة، لكن يمكن أن تؤدي التهوية الرديئة خاصة في المنازل ذات النوافذ المحكمة إلى زيادة الجرعة الناتجة عن استنشاق غاز الرادون المشع الذي ينتج عن تفكك الرادوم الموجود في أنواع عديدة من الصخور والتربة ومواد البناء الأخرى.(الهيئة العامة للاستعلامات-وزارة الإعلام، تلوث البيئة في مصر المشكلة والحل، ص٣٨).

	➢ مراعاة المواصفات الفيزيائية للمواد المستخدمة لما لها من تأثير واضح على حواس الجسم البشري مثل حاسة اللمس والشم، فمثلاً الرائحة القوية تؤثر سلباً على الأعصاب، والأصوات العالية تؤثر على السمع، ونقصان الإثارة اللطيفة للشعور يؤدي إلى حزن الأعصاب.(م.١٩-٤،ص٩٩٦)	
المواد الخام والطاقات الحفرية	➢ لابد من الاهتمام بعدم حدوث فجوة زمنية لفترات تكوين أي من المواد الخام أو الطاقة الحفرية، إلى جانب منع النضوب لكليهما.(م.٥٠،ص٤) ➢ الاهتمام بمراحل التخطيط للمنشآت والأبنية والمشروعات الإنشائية الكبيرة، والالتزام الجاد من قبل المقاولين المنفذين للمشروعات بنظم الإدارة الجيدة، مما ينتج عنها خفض ملحوظ في استهلاك الموارد المستخدمة في البناء والتي من أهمها مواد البناء المستخدمة والطاقة المستهلكة فيها.(م.٥٠،ص٤) ➢ الحد من استهلاك الموارد أو اختيار التكنولوجيا التي تساعد على إعادة استخدامها بطريقة صحية، وذلك من خلال عملية إدماج البعد البيئي في كافة مراحل التشييد للمشروع بدءاً من اختيار الموقع حتى اكتمال تكوين المبنى.(م.٥٠،ص٤) ➢ مراعاة احتياطات الأمن والقوانين الصادرة بشأن حماية البيئة لمنع تطاير أو فقدان أي من مكونات مواد البناء خلال العمليات المختلفة للتشييد.(١) ➢ منع تدهور المواد الخام والناتج عن استعمال المتفجرات في المحاجر للحصول على مواد البناء باستخدام وسائل أكثر كفاءة، حيث تؤدي عملية التفجير إلى إهدار التكوينات الطبيعية كالجبال، وحدوث هالك كبير في مقابل بلوك واحد سليم، ويمكن استبدال طاقة التفجير بطاقة كيميائية تعمل على الضغط على جوانب الصخور وبالتالي الحصول على أكبر عدد من البلوكات السليمة بطريقة آمنة.(٢)	

(١) صدر قانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ في شأن حماية البيئة أنه على جميع الجهات والأفراد عند القيام بأعمال التنقيب أو الحفر أو البناء أو الهدم أو نقل ما ينتج عنها من مخلفات أو أتربة أن تتخذ الاحتياطات اللازمة للتخزين أو النقل الآمن لها لمنع تطايرها وفقد أجزاء منها، فيمكن مثلاً نقل المخلفات والأتربة الناتجة عن أعمال الحفر والهدم والبناء في حاويات أو أوعية خاصة باستخدام سيارات نقل معدة ومرخصة لهذا الغرض، كأن تكون مجهزة بصندوق خاص أو بغطاء محكم لمنع انتشار الأتربة والمخلفات بالهواء أو تساقطها على الطريق، وأن تكون السيارة مزودة بمعدات خاصة للتحميل والتفريغ (رئاسة مجلس الوزراء-وزارة الدولة لشئون البيئة-جهاز شئون البيئة-الإدارة العامة للمخلفات الصلبة، الوثيقة الإرشادية لمنظومة المخلفات الصلبة في مصر، إبريل ٢٠٠١م، ص١٨).

(٢) يمكن استخدام طاقة كيميائية عبارة عن مسحوق أسمنتي قوي الفاعلية يتم خلطه مع الماء بنسبة ٣٠% بالوزن وصب الخليط في ثقوب يتم حفرها في الصخور والخرسانات، ويتم اختيار الثقوب حسب شكل البلوكات المراد الحصول عليها، وبعد ٦ ساعات يتم الحصول على البلوكات بدون أي هدر في المواد حيث تحدث الشروخ باتجاه الفتحات السابقة، وهذه الطريقة لا تحتاج إلى أخصائيين بل يمكن استخدامها ببعض الخبرة، ولا تحدث اهتزازات أو انفجارات ولا يتولد عنها غبار أو غازات ضارة، وحيث أن المادة تحدث تشقق وتفتيت وتكسير للصخور والخرسانات في ساعات قليلة من استخدامها فإن إنجاز العمل يتم في وقت قصير بدون أي أضرار.(م.١٠٣،ص٤)

	➢ استخدام المواد المحلية قدر الإمكان، حيث يظهر نوع من التدهور نتيجة عدم استخدامها كما في مناطق الريف والتي بها مجموعة من المواد الإنشائية الملائمة للاستخدام والمهملة، مما يؤدي لاندثارها تحت أكوام المخلفات الإنشائية للمواد الحديثة المستوردة .(١) (م.١٩-٢) ➢ يمثل الهالك من مواد البناء أثناء عمليات تشييد المبنى نوع من أنواع التدهور البيئي، لذا وجب تخفيض هوالك مواد البناء إلى أقل حد ممكن، وتوجد العديد من الدراسات والأمثلة لتقليل الهالك من مواد البناء خلال مراحل التشييد المختلفة.(٢)	انظر شكل (٣٤-٥)
المحيط الحيوي (هواء، ماء، تربة، طاقة طبيعية)	يمكن تخفيض الهدر في المياه خلال مرحلة التشييد كما يلي: ➢ يمكن خفض الهدر من الماء باستخدام بدائل لمواد البناء المستخدمة والمستهلكة لكميات كبيرة من المياه، أو بتتبع أماكن الهدر فيها وتخفيضها إلى أدنى الحدود، أو البحث عن بدائل للمياه نفسها كأن يتم استخدام مياه معالجة، ويلاحظ أن المباني تستخدم كميات هائلة من المياه أثناء تصنيع مواد البناء.(٣) ➢ يمكن أثناء التنفيذ إعادة استخدام المياه المستخدمة في غسيل معدات الخرسانة أو الركام في خلط الخرسانة، بشرط تطابق نتائج اختبارات هذه المياه مع حدود المواصفات المطلوبة، مع تكرار هذه الاختبارات على فترات أسبوعية أو شهرية حسب حالة العمل لضمان عدم حدوث زيادة كبيرة في تركيز الأملاح الناتجة عن الغسيل.(م.٥١،ص٢٢)	

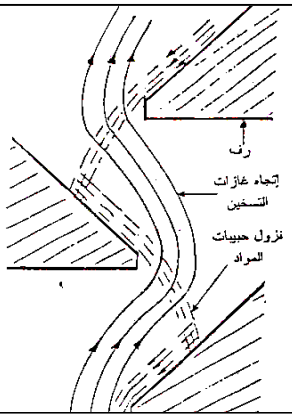
(١) يتزايد التأثير المدمر من استخدام مواد الإنشاء الحديثة على البيئة الريفية فقد تزايدت المخلفات الصلبة من كسر الطوب الأحمر والمواد الأسمنتية والخرسانية وغيرها من المخلفات، نتيجة التخلي عن اتباع الطرق التقليدية والتي سادت لأزمنة طويلة بالريف والتي اعتمدت على المواد الأولية المحلية والقابلة لإعادة استخدامها بصفة دورية مثل الطمي والطين، فالبناء بالطوب اللبن المقوى بقش الأرز أو قش القمح كان يعبر أصدق تعبير عن خبرة المجتمع و الحرص على عدم ترك أي مخلفات صلبة حتى لا تشغل أي حيز من الأرض.(م.١٩-٢)

(٢) قامت دراسة تبين أن الغبار المتصاعد من أفران الأسمنت كثيف جداً ويبلغ حوالي ١٠% من كمية المواد الداخلة في الإنتاج، لذا تم دراسة المشكلة من منظور إمكانية تخفيض كمية الغبار المتصاعد من أفران الأسمنت مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج وتقليل الغبار وتقليل الطاقة المستخدمة، وقد تمكن مهندس مصري بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالقاهرة بتصميم مسخن مبدئي جديد لا تتضمن مهمة الغاز فيه نقل المواد، وأصبح تسخين كل من الفرن والمسخن المبدئي ذا إشعال مستقل ويخرج عادم غازاته منفصلا إلى المدخنة مباشرة.(م.٦٥،ص٤٣،٤٢)

(٣) يحتاج الأسمنت مثلاً أثناء تصنيعه إلى ٣,٦ طن مياه لكل طن بودرة أسمنت جافة، ويحتاج طن الحديد في تصنيعه إلى ١٨ طن من المياه، هذا إلى جانب دخول المياه كأحد المكونات الرئيسية للخرسانة، علاوة على كميات المياه المستهلكة في غسيل الركام قبل توريده للموقع، كما يستهلك البناء بالطوب كميات لا يستهان بها من المياه كما يستخدم البياض كمية كبيرة منه.(م.٩٤،ص٢٧).

بيئة مستحدثة	المنشآت	➢ تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى في المنشآت بإمكانية حمايتها والحفاظ عليها أثناء إنشائها مع استخدام المعالجات المناسبة بما يحافظ عليها خلال مراحلها التالية، كما أن الارتقاء بالمشاريع السكنية القائمة فعلاً والتي بحاجة إلى ذلك أفضل بيئياً عند تقييمها من المشاريع الحديثة حتى مع استهلاك الطاقة العالي، [1] ويراعى أن التطوير العمراني لهذه المناطق يهدف إلى توفير بيئة مناسبة لاحتياجات سكانها واستمرارها بهذه الصورة، فمشروعات تطوير البيئة تنتهي بإنتهاء عمليات التشييد، لكن عمليات الحفاظ عليها عمليات مستمرة تتعامل مع المجتمع كما تتعامل مع المتوفر من المرافق والخدمات بصورة مستمرة، ويلاحظ أن مساهمة السكان في أعمال البناء والتشييد يحقق انتماء السكان للنشاط الجاري إنشاؤه. ➢ مراعاة استخدام المواد تبعاً لخصائصها بحيث لا تظهر مظاهر تدهور المنشآت والناتجة عن عمليات الإنشاء في تآكل المواد وافتقار الأسطح لجمالها ورونقها نتيجة عدم التوفيق في اختيار المادة المناسبة في المكان المناسب في حدود طبيعة المادة وخصائصها ومقاومتها للظروف المختلفة. [2] [3]	

جدول(٥-١٨): أقسام تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى.



شكل(٥-٣٤):
التصميم الجديد لمسخن مبدئي في أفران الأسمنت لتقليل الغبار المتصاعد من أفران الأسمنت. (م.٦٥،ص٤٣)

(١) عند تقييم مشروع كمشروع الارتقاء بمنطقة القصبجي المتدهورة نجد أن هذا المشروع من حيث التكلفة عالي، لكونه يتطلب التخلص من عدة نوعيات من القمامة بداية من المخلفات الموجودة بالترعة والمصارف، إلى المخلفات الناتجة عن السكان أنفسهم والمتجمعة بالمسكن أو الطريق، وهذه التكلفة قد تكون أعلى بكثير من إقامة مشروع في مناطق لم تصلها يد التلوث بعد، لكن من الناحية البيئية فإن عملية الارتقاء بالمنطقة وإيقاف التدهور بها يكون تقييمه أفضل من تلك المقامة بعيداً عن هذه التجمعات، والحكم بعد ذلك للطاقة المستهلكة في كل منهما.(م.٧٠،ص٧٤)

(٢) تم التعجيل بتآكل الآثار والمباني التاريخية بسبب التلوث، فقد زاد نسبة التدهور في السنوات الـ٢٠-٢٥ الماضية بفعل التلوث أكثر مما لحق بها في الـ٢٤٠٠ سنة السابقة.(هيلاري ف.فرنش-معهد مراقبة البيئة العالمية-وثيقة٩٤، ترجمة: أنور عبد الواحد، تخليص الهواء من الملوثات-جدول أعمال عالمي، ص٣٥)

(٣) أسامة محمد علي فرج، أثر العوامل البيئية والسلوكية على اختيار مادة البناء الخارجية في المبنى-مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية-المجلد الثالث، القاهرة، ٢٠٠٠م، ص١٠١٨.

٥-٣-٣-التدوير وإعادة الاستخدام بما يخدم مرحلة تشييد المبنى

يعتبر هذا البند هام للتأكيد على أن مرحلة تشييد المبنى لا يجب أن يكون بالضرورة هو المرحلة الأولى بل قد يكون مرحلة فيما بعد الهدم، فالمبنى سلسلة متواصلة من العمليات لابد وأن تسير في حلقة مفرغة لتصل إلى مفهوم الاستدامة، وتتضح أبعاد مشكلة الخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى إذ أنه لا تصنيع بدون مخلفات[١] ملوثة للبيئة، وتشمل معالجة المخلفات مجموعة عمليات فيزيائية أو ميكانيكية تشمل عمليات الفصل والفرز لاسترجاع المكونات القابلة لإعادة الاستخدام، كما تشمل أيضاً عمليات تجفيف وطحن وتكتيل، وبعدها تبدأ عمليات التدوير،[٢] وهي ما تسمح باستخلاص المواد أو إعادة استخدامها كإعادة استخدام بعض المخلفات كوقود أو إعادة تكرير الزيوت أو استخلاص المعادن والمواد العضوية من هذه المخلفات أو معالجة التربة، وفي الآونة الأخيرة بدأ الاتجاه نحو استخدام المواد التي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها في تصنيع مواد أخرى أو التي يمكن استخدامها في نفس الغرض، أو في استخدامات لا تتطلب نفس القوة أو المتانة أو التحمل، والهدف من ذلك توفير استخدام المواد الخام البكر حتى لا تستنفذ من العالم لمواجهة احتياجات الزيادة السكانية.[م.٥،ص٦]

وفيما يلي بعض السبل التي يمكن بها تقليل الأثر البيئي السلبي لمرحلة تشييد المبنى من خلال هذه العمليات.

٥-٣-٣-١-إعادة تدوير المخلفات الناتجة عن مرحلة تشييد المبنى

توجد مثلاً دراسة متكاملة للاستفادة من أنقاض البناء التي تصل لحوالي ٨٠٠ ألف طن سنوياً[٣] لإنتاج أنواع معينة من الصبات الخرسانية المستخدمة لأغراض الحماية وأرصفة الطرق وغيرهما،[٤] وفي هذا الصدد قام المركز العلمي والفني للبناء بتصميم مفهوم شامل لإدارة المخلفات منذ المراحل الأولى لتصميم منتجات البناء حتى مرحلة هدم المنشآت بما يسمح باتخاذ القرار بشأن مختلف مراحل صلاحية المنشآت وإمكانية تدوير المخلفات الناتجة عنها، مع تحقيق هدفين أساسيين هما:

---

(١) يقصد بالمخلفات الصناعية كل ما يتخلف عن عمليات المشروع الصناعي، ولا يستخدم في عمليات إنتاجية أخرى، ويتم التخلص منها خارج الحدود المكانية للوحدة الصناعية.(ناجي الشربيتي علي، المخلفات الصناعية وأثرها على البيئة المصرية-دراسة تحليلية، ماجستير، معهد الدراسات والعلوم البيئية-قسم اقتصاد وقانون-جامعة عين شمس، ١٩٩٢م، ص٦).

(٢) وزارة الدولة لشئون البيئة-الإدارة العامة للمخلفات الصلبة، الوثيقة الإرشادية لمنظومة المخلفات الصلبة في مصر، ٢٠٠١م، ص٦.

(٣) مختبر التحكم بالمخلفات الصناعية/دولة الكويت-مكتب منظمة العمل العربية/جنيف، بعض جوانب الاستفادة أو التخلص من المخلفات الصلبة ومكافحة التلوث الصناعي-ورقة معلومات حول أنشطة المنظمات الدولية في مجال حماية بيئة العمل من التلوث، يونيو١٩٩٢م،ص٤.

(٤) تظهر أهمية الاستفادة من أنقاض البناء في فرنسا حيث كيف يمكن التصرف في ٣١ مليون طن متري من المخلفات السنوية الناتجة عن مواقع البناء، في الوقت الذي ينتظر فيه القيام عام ٢٠٠٣ بهدم ١٥٠٠٠ مسكن من مساكن محدودي الدخل في فرنسا وحدها مقابل ٤٠٠٠ مسكن عام ١٩٩٩م، إن تحديات التطوير المستمر وتشدد القوانين الأوروبية ستؤدي تدريجياً إلى قيام رجال الصناعة بمعالجة مخلفات مواقع العمل بأقصى درجة ممكنة، مع خفض أحجام النفايات التي يتم التخلص منها.(م.٦٤،ص١٣)

- الحد من كمية المخلفات الناجمة عن مصدرها الرئيسي، وذلك من خلال إجراء دراسة المواصفات البيئية منذ مرحلة تصميم منتجات البناء.
- تحسين إدارة تلك المخلفات من خلال دراسة إنتاجها وتجميعها مع تحديد نظم إعادة المعالجة الضرورية خلال عمليات البناء والهدم والتجديد.(م.٦٤،ص١٣)

٥-٣-٣-٢-إعادة استخدام المخلفات الناتجة عن مرحلة تشييد المبنى بها

تم في هذا المجال عدة تجارب أهمها ما يعتمد على إعادة استخدام مخلفات عملية الإنتاج، حيث يتم تجميع المخلفات والناتجة عن المراحل الأولى لعملية التشييد وإعادة استخدامها مرة أخرى لنفس العملية الإنتاجية،(م.٧٤) ويراعى الأخذ في الاعتبار عند توطين الصناعات بمواقع معينة الجمع بينها بشكل يحقق حلقة إنتاجية متكاملة تحقق استفادة قصوى من المواد الخام والطاقة والمخلفات، بحيث تكون المخلفات الصناعية ما هي إلا مدخلات صناعة أخرى ،[1] ومن أمثلة استخدام بعض المخلفات الناتجة في عمليات الإنتاج الخاصة بمرحلة تشييد المبنى ما يلي:

- إعادة استخدام بعض النفايات في تحضير الأسمنت المخلوط، حيث ينتج تراب أفران الأسمنت (أتربة المخارج الجانبية) بكميات كبيرة أثناء عمليات تصنيع كلنكر الأسمنت البورتلاندي باستخدام الطريقة الجافة،[2] ويعتمد التركيب الكيميائي لتراب أفران الأسمنت على نوعية المواد الخام المستخدمة في تصنيع كلنكر الأسمنت وكذلك على نوعية الوقود المستعمل في أفران الحرق، وتعتبر هذه الأتربة عبء لإمكان التخلص منها ونقلها خارج موقع العمل، هذا بخلاف التلوث البيئي الخطير الذي تسببه هذه الأتربة للوسط المحيط،(م.١٣٦،الملخص العربي ص١) لذلك كان الاتجاه نحو إعادة هذه النفاية الصناعية إلى خطوط الإنتاج مرة أخرى لاستخدامها في إنتاج أنواع خاصة[3] من الأسمنت

---

(١) ناجي الشربيتي علي، المخلفات الصناعية وأثرها على البيئة المصرية-دراسة تحليلية، ماجستير، معهد الدراسات والعلوم البيئية-قسم اقتصاد وقانون-جامعة عين شمس، ١٩٩٢م، ص١٢٠.

(٢) وهي مشكلة تواجه جميع المصانع المنتجة للأسمنت بجمهورية مصر العربية، والذي يتراكم فيها بكميات كبيرة قد تصل إلى ١,٥ مليون طن سنوياً أثناء تصنيع الأسمنت البورتلاندي بجميع أنواعه المختلفة بالطريقة الجافة، كما ينتج منها كميات أكبر من الطريقة الرطبة.

(٣) أمكن استخدام أدخنة السيليكا من مصنع السبائك المعدنية بأدفوا، وأثبتت النتائج أن عجينة الأسمنت البورتلاندي العادي المحتوي على٤% تراب سليكا مع١٠% تراب أسمنت محروق ينشط من تأدرت الأسمنت، ووجد أيضا أن الكثافة الكلية وقوة التحمل تقل بإضافة تراب الأسمنت وبزيادته، ولكن إضافة تراب السليكا يعمل على زيادة قوة التحمل للعجائن المتصلدة،كما وجد أن إضافة تراب الأسمنت المحروق إلى الأسمنت الحديدي يعمل على زيادة مياه الخلط والإسراع من زمن الشك للعجائن، ووجد أيضا أن إضافة تراب الأسمنت يعمل على زيادة الكثافة الظاهرية وكذلك قوى التحمل للعجائن المتصلدة حتى عمر ثلاثة شهور،(م.١٣٦،الملخص العربي ص١) وقد وجد أن إضافة١٠ % من تراب أفران الأسمنت إلى أسمنت الكرنك يعطي أفضل مركبات لها خواص تصلح في مجال البناء، ففي هذه الحالة يعمل تراب أفران الأسمنت كمنشط لحبيبات الرمل الموجود في أسمنت الكرنك لتضيف نواتج تأدرت لها خواص هيدروليكية قوية، كما وجد أن استخدام تراب أفران الأسمنت غير المغسول أكثر تنشيطاً لحبيبات الرمل الموجودة في أسمنت الكرنك بالمقارنة بتراب الأسمنت المغسول، كما أوضحت نتائج الخواص الفيزيقوكيميائية والميكانيكية للعينات المتصلدة والمحتوية على أسمنت الكرنك وأدخنة السليكا أن نسبة ٥ % من أدخنة السليكا حققت أكبر تحسين في الخواص الميكانيكية بعد المعالجة الحرارية بالأوتوكلاف.(م.١٣٣،الملخص العربي ص٢)

المخلوط. (م.١٣٣،الملخص العربي ص١) وتم دراسة عينات من أسمنت الكرنك المضاف إليه تراب أفران الأسمنت وأدخنة السليكا المعالجة حرارياً ووجد احتوائها على نواتج تأدرت تصلح في إنتاج منتجات البناء المختلفة.(م.١٣٦،م.ع. ص٢)

- استخدام المخلفات الناتجة عن كسارات الحجر الجيري والدولوميت ومخلفات مداخن الأسمنت في الإقلال من اللدونة والبري وزيادة معدل البثق في مصانع الطوب للطفلة الصحراوية، وقد جاءت النتائج بخفض الأحمال الكهربائية على كل من الباثق والخلاط لسهولة التجهيز والتشكيل بسبب تخفيض اللدونة.(١)
- تدوير مخلفات المبنى المختلفة لإنتاج طوب البناء، ويمكن الحصول من هذه المخلفات على أنواع طوب يحمل مواصفات خاصة كقوة التحمل.(انظر شكل(٥-٣٦)

٥-٣-٣-إعادة استخدام المخلفات غير الإنشائية في مرحلة تشييد المبنى

لا تقتصر الاستفادة من المخلفات في مرحلة تشييد المبنى على المخلفات الناتجة عنها، بل يمكن البحث في المخلفات المختلفة التي يمكنها المساعدة في عمليات التشييد المختلفة، ومن الأمثلة الشائعة لذلك ما يلي:

- استخدام بعض مخلفات الألياف الصناعية والطبيعية في تقوية الخرسانة، حيث أمكن تقوية الخرسانة المصنعة محلياً باستخدام بعض مخلفات الألياف الصناعية مثل ألياف البولي بروبيلين(٢) إلى جانب ألياف الجوت أو القنب،(٣) وكانت نتيجة التجارب المخبرية أن المقاومة العظمى على الضغط للعينات المسلحة بالألياف تزيد عن مثيلاتها من الخرسانة العادية بنسب تصل حتى ٥٠ %، كما أن وجود الألياف يمنع تطور التشققات فتحفظ للعينة تماسكها حتى بعد وصولها إلى قيمة التحمل العظمى.(م.٥٦،ص٧٩)
- استخدام الخردة في صناعة الصلب، وفي دراسة قام بها مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة لدراسة الآثار الإيجابية لمعالجة الخردة على صناعة الصلب أظهرت عملية تحليل البيانات لعدد ١٦٨ حبة من الخردة غير المجهزة بالشركة إمكان تحقيق وفر في الطاقة الكهربائية يصل إلى ٢,١٥ ميجاوات ساعة لكل صبة.(٤) (انظر شكل(٥-٣٧))

---

(١) تم خفض الأحمال الكهربائية من ٩٠ إلى ٧٠ أمبير في الخلاط ومن ٤٥٠ إلى ٤٠٠ أمبير في الباثق مع الإقلال من العطلات في كل منهما، هذا إلى جانب زيادة قوة الطوبة من ١٠٠ كيلو/سم^{٢} إلى ١٩٠كيلو/سم^{٢} واعتبارها طوبة حاملة.(م.١٠-٣،ص١)

(٢) هي من مخلفات الألياف المستخدمة في صناعة السجاد المحلي، وهي عبارة عن ألياف بلاستيكية دقيقة ذات ألوان عديدة خاملة كيميائياً لا تتفاعل مع أي من المواد الداخلة في الخلطة، مقاومتها عالية على الشد ومرونتها عالية ووزنها النوعي منخفض ولا تمتص الماء.(م.٥٦،ص٧٩)

(٣) هي مخلفات الألياف المستخدمة في صناعة أكياس تعبئة الخضار، وهي عبارة عن ألياف نباتية بشكل جدائل تم إزالة ضفائرها وقصها إلى ألياف نباتية قصيرة بحدود ١,٥ سم من أجل استخدامها في التجارب المخبرية، وهي عبارة عن ألياف ذات مقاومة جيدة على الشد ووزنها النوعي منخفض، مرنة وتتشرب الماء، ويضاف معها ملدن إلى الخرسانة من أجل زيادة قابلية التشغيل وزيادة المقاومة، ويضاف بنسبة ٠,٦ % من وزن الأسمنت أو بمعدل ١,٨ كجم/م.(م.٥٦،ص٧٩)

(٤) أظهرت نتائج المراقبة أن متوسط الاستهلاك النوعي للطاقة في حالة الخردة غير المجهزة تبلغ ٧٣١ كيلووات ساعة لكل طن (٢٩٦ ميجاوات ساعة لكل صبه)، ويقابل ذلك في حالة الخردة المجهزة ٦٢٠ كيلووات ساعة لكل طن (٢١,٧ ميجاوات ساعة لكل صبه)، وعليه فإن تجهيز الخردة يحقق في المتوسط وفراً في الطاقة الكهربية مقداره ١٤٢٣٥ ميجاوات ساعة لكل سنة.(مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة، الآثار الإيجابية لمعالجة الخردة على صناعة الصلب الكهربية-دراسة حالة، ديسمبر ١٩٩٧م، ص٢،١).

- استعمال المخلفات الخشبية في عمليات الإنشاء، ومما هو جدير بالذكر أن مصر من البلاد المستوردة للأخشاب التي تستهلكها، وأنه يوجد فائض كبير من مخلفات الصناعات الخشبية لا يمكن استخدامها وإن كانت هناك الإمكانات لاستغلالها في خدمة العمارة، إذ أن الأساليب الحديثة في استخدامات الخشب المصنع وخاصة لعمارة البحور الكبيرة والمنشآت الفراغية تعتمد أساساً على هذه المخلفات .(١)
- استخدام رماد قشرة الأرز كبديل عن جزء من محتوى الأسمنت، وقد سبق ذكر فوائد استخدامه على خلطات المونة في الباب الرابع من البحث (انظر ص١٤١).
- استخدام المخلفات الزراعية في إنتاج مواد البناء، ومن أمثلة ذلك استخدام الخيزران كقواطيع وتحويل المواد السليلوزية مثل مخلفات الورق والكرتون إلى ألواح معرجة للتغطيات، وإنتاج ألواح من مخلفات الخشب والمخلفات الزراعية بعد تحويلها إلى رقائق ولصقها معاً بمادة لاصقة مناسبة، أو استخدامها في إنتاج عازل قليل التكاليف وخفيف الوزن.(م.٨٠،ص١٢٠)

٥-٣-٣-٤-استخدام المخلفات كطاقة في مرحلة تشييد المبنى

يعتبر استخدام النفايات والمنتجات الثانوية كطاقة هو أحد البدائل المقترحة لتوفير الطاقة المستخدمة، ومن أكثر الأمثلة شيوعاً لإمكانية استخدامها هو ما يتم استخدامه منها لإنتاج حرارة العمليات، وقد وجد أن حرارة العمليات يمكن الحصول عليها من بدائل الوقود في نفس الوقت الذي يمكن فيه التخلص منها، حيث يمكن:

- إحراق النفايات الورقية لاستخدامها في حرارة العمليات.
- تركيب محارق النفايات الصلبة لاستخدامها في حرارة العمليات.
- إحراق المنتجات الخشبية لاستخدامها في حرارة العمليات.(م.٤٦،ص١٩٩)

كما يمكن بالحرق الآلي للمخلفات الصلبة تحويلها إلى مواد خاملة مما يقلل من حجمها ويقدم مصدراً جديداً للطاقة.(٢)

---

(١) تم عمل دراسة تحليلية لاستعمالات الخشب في العمارة والتعريف بها للوصول إلى الاستخدام الأمثل لها بهدف استعمال مخلفات الأخشاب وإعادة تصنيعها بطريقة اقتصادية لخدمة العمارة في مصر، وتوصلت هذه الدراسة إلى إمكانية استعمال الشرائح الخشبية المضغوطة من أطوال قصيرة لتحل مكان كتل الكمرات الخشبية المحدودة الأطوال في حل بعض المشاكل الخاصة بالبحور الكبيرة لما لها من مميزات في التشكيل والتصميم المعماري، وإمكانية استعمال الأخشاب قليلة الجودة في المنشآت القشرية وقواطيع المساكن سابقة التجهيز، وتوفير ما يقرب من ٢٥٠وحدة سكنية سنوياً بمسطح حوالي ١٠٠م^{٢} من إنتاج إعادة تشغيل مخلفات خشبية مهملة لوحدة إنتاجية واحدة تقوم على الصناعات الخشبية المعمارية، وإنقاص نسبة الخام المستورد في الوحدة من ٥٩,٢% إلى ٧,٨٨%.(ماجد فهيم إسكندر، الأخشاب في العمارة، دكتوراه، كلية الهندسة-جامعة عين شمس، الملخص ص١،٢.

(٢) يتم الحرق في فرن يتراوح وزن الرماد الناتج فيه ما بين ١٠-١٥ % من وزن المخلفات لذا فهو اقتصادي من ناحية النقل ويستخدم في أعمال الردم لكنه يحتوي على أملاح قابلة للذوبان تؤدي إلى تلوث المياه،وتستخدم محارق البخار الناتج من هذه العمليات في توليد الكهرباء والتدفئة وتشغيل مضخات شبكات المجاري وفي الصناعة.(م.٥٩،ص١٣٩)

شكل(٥-٣٦): تدوير مخلفات البناء لإنتاج طوب البناء.(م،٦٤،ص١٣)

شكل(٥-٣٧): معالجة الخردة لإنتاج الصلب.[١]

٥-٣-٤-بعض الأمثلة لمعالجة الخلل البيئي بمرحلة تشييد المبنى

يعتبر مجال صناعة الخرسانة من أكثر المجالات جاذبية لتقليل التأثير البيئي السلبي بها، لما تتميز به من درجة تأثير سلبي كبير على جميع مكونات البيئة خلال مراحلها المختلفة، وسبق في الباب الثاني التطرق إلى بعض الأمثلة لإظهار مدى هذا التأثير فيما يخص نفس الصناعة، وفي هذا الباب تم التعرف على طرق تخفيض جزء من هذا الخلل من خلال مجالين من مجالات صناعة الخرسانة، هما مجال صناعة الأسمنت ومجال خلط الخرسانة كأحد الأمثلة لمعالجة التأثير السابق، وللتركيز على كون مجال صناعة الخرسانة أكثر المجالات استهلاكاً للطاقة وتأثيراً على البيئة.

٥-٣-٤-١-تقليل التلوث الناتج عن صناعة الأسمنت

سبق في الباب الثاني التركيز على هذه الصناعة لكونها شديدة التلويث للبيئة وخاصة في مصر، وتتركز أهمية مواضع تقليل التلوث البيئي الناتج عنها في تقليل ملوثات الهواء والتي تتصاعد بكميات هائلة تفوق ما هو مسموح به دولياً، حيث ينبعث الغبار أثناء المراحل المختلفة في صناعة الأسمنت بدءاً من المحاجر ومروراً بالكسارة، ثم خلط المواد الخام فعملية الحرق ثم الطحن والمناولة والتخزين في الصوامع حتى التوزيع النهائي للمنتج، ويمكن بإجراءات التحكم بذل كل الجهود الممكنة لمنع حدوث انبعاث الغبار، ولتحقيق ذلك لابد من:

- حسن اختيار موقع المصنع عند إنشائه ومراعاة اتجاه الرياح السائدة.

(١) مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة، الآثار الإيجابية لمعالجة الخردة على صناعة الصلب الكهربية-دراسة حالة، ديسمبر ١٩٩٧م، ص١.

- وجود سيور الخامات في أماكن مغلقة وكذلك أماكن التشوين والتخزين التي يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عنصر التهوية عند إنشائها وذلك بتواجد مرشحات القماش.(م.٦٨،ص١١٨)
- إعادة استغلال الأتربة، وتوجد طريقتان للتخلص منها إما بتدوير جزء من التراب وإضافته إلى المواد الخام المستخدمة في التصنيع[١] أو بإعادة استخدامه في صناعة الأسمنت،[٢] ويترتب على ذلك سد العجز من هذه الصناعة إلى جانب تخفيض كمية المازوت المستهلك في أفران الأسمنت.[٣]
- تقليل نسبة التطاير الداخلي في المصنع بتغطية محطات الخلط والتكسير ونقل الخام عبر السيور الناقلة بين الوحدات الإنتاجية.

٥-٣-٤-٢-تقليل التلوث الناتج عن محطة خلط الخرسانة

تعتبر عملية خلط الخرسانة من أهم الأنشطة المشتركة في معظم مجالات صناعة التشييد في مصر، كما أن خلاطات الخرسانة يمكن أن تتواجد داخل التجمعات السكانية أو قريبة منها وبذلك تكون انبعاثاتها مؤثرة على مكونات البيئة بشكل واضح، وتتكون الانبعاثات الناتجة في محطات خلط الخرسانة أساساً من أتربة عالقة Particulate matter (غبار أسمنت، أتربة رمال، أتربة ركام)بسبب أنشطة الخلط،[٤] وكذلك نتيجة نقل وتعبئة الرمل والركام وحركة السيارات على أرض غير معبدة أو أرض متربة، بالإضافة إلى حركة الهواء فوق أكوام

---

(١) لا تزيد النسبة المضافة إلى المواد الخام المستخدمة في التصنيع إلا بما يحافظ على المواصفات القياسية للمخلوط.

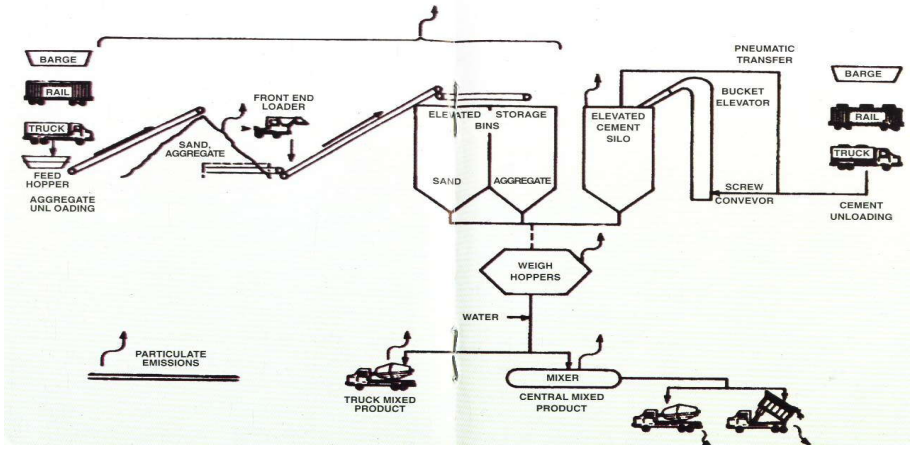
(٢) يتم ذلك من خلال طريقتين لمعالجة تراب الأسمنت، إما بغسيل التراب بالماء أو حريق تراب الأسمنت في جو من الهواء حتى درجة ١١٠٠°م، ويعمل الأخير على تطاير القلويات والكلوريدات ثم خلط هذه الأتربة مع المواد الأولية في صناعة الأسمنت، و لإضافة أتربة الأسمنت إلى العجين يلزم تحويل الطريقة المتبعة للعجين المنتجة إلى عجينة شبه جافة بواسطة ماكينات خاصة، أفضلها باستخدام طريقة مرشحات السيور والتي تؤدي إلى خفض استهلاك الطاقة من مازوت أو الغاز طبيعي إلى حوالي ٣٠ %، وتؤدي إلى زيادة الطاقة الإنتاجية للأفران بحوالي من ٢٠-٢٥ % من طاقته لمقابلة الزيادة المتوقعة في إنتاجية الأفران.(م.٦٨،ص١٢٠)

(٣) يترتب على استغلال تراب الأسمنت زيادة الطاقة الإنتاجية للأفران التي تقوم بإنتاج الأسمنت، وذلك بسد العجز في السوق المصري من هذه السلعة التي تعتمد عليها الدولة في بناء الركائز للبنية الأساسية للدولة، مع عدم الاتجاه إلى الاستيراد من الخارج بل والاتجاه إلى التصدير، ويترتب على إعادة تدوير تراب الأسمنت واستغلاله انخفاض كمية المازوت المستهلك في أفران الأسمنت وذلك لأن الطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج كيلوجرام كلينكر بعد التحويل تعادل حوالي من ١١٥٠ إلى ١٢٠٠ كيلوكالوري وذلك بدلاً من ١٦٠٠ إلى ١٧٠٠ كيلوكالوري في الطريقة الرطبة، وبالتالي فإن الوفر في إنتاج طن الكلينكر في الطاقة الحرارية=٥٠٠٠٠٠كيلوكالوري/طن كلينكر، وذلك لاستغلال طاقة قد تم صرفها بالفعل دون وجه استفادة.(م.٦٤،ص١٧٧)

(٤) تعتمد كمية انبعاث الأتربة الناتجة من نقل الرمال والركام على درجة الرطوبة السطحية لهذه المواد، وتوجد بهذه المحطات بعض الانبعاثات الغازية نتيجة لعادم المعدات، ويتم التحكم فيها باختبار العادم وضبط المعدات طبقاً للقوانين المنظمة لذلك.(م.٧،ص٣)

(٥) تعتبر أتربة الرمال المستنشقة والمحتوية على السليكا الحرة أقل من خمسة ميكرون ذات تأثير خطير على مستنشقيها، حيث أنها السبب الرئيسي لمرض السليكوزيس وهو من الأمراض الصدرية الخطيرة التي تصيب الشعب الهوائية، وتعتبر أتربة الأسمنت والدولوميت والحجر الجيري من الأتربة التي تؤدي إلى أضرار كبيرة لمرضى الحساسية، وتمثل الرياح واتجاهها عاملاً في نقل هذه الأتربة إلى المناطق المجاورة للمحطات مما يساعد على انتشار تأثيرها السلبي.(م.٧،ص٥)

تشوين الرمال والركام،[٥] ويلاحظ أن الأتربة الناتجة عن هذه العمليات أكثر الملوثات ضرراً على البيئة والمسببة لمعظم التأثيرات السلبية الناجمة عن هذه العملية، مما يستوجب الحد من انبعاثاتها أو تخفيضها إلى أقل ما يمكن.[م.٧،ص٤،٣] (انظر شكل (٥-٣٨))



شكل (٥-٣٨): الأتربة والغبار الناتجين عن عملية خلط الخرسانة في محطة الخلط المركزية.[م.٧،ص٩]

ويمكن تقليل التأثير السلبي لهذه العملية من خلال:

- تتم المعالجة في مرحلة التشوين [١] بتوريد الخامات مغسولة إلى منطقة العمل، وتغطية منطقة التشوين المفتوحة والسيارات الناقلة لهذه المواد، واستعمال رشاشات مياه على التشوينات، وعمل سياج من الأشجار حول منطقة التشوين وحول المحطة، وعمل مساحات خضراء بها.[م.٧،ص٥] (انظر شكل(٥-٣٩))
- تتم المعالجة في مرحلة تغذية المحطة بالأسمنت[٢] بالتأكد من سلامة مبينات الخزانات لعدم الملء أكثر من سعة الخزان فيقل الطفح الزائد، مع تركيب فلتر منفصل على كل خزان أسمنت لفصل الأسمنت المتطاير مع الهواء للخارج، وتوصيل مخارج الهواء المحمل بغبار الأسمنت لجميع الخزانات إلى مجمع لترسيب نسبة من الغبار (يعاد

(١) تنبعث الأتربة عند التحميل وأثناء النقل وعند تفريغ السيارات للرمل أو الركام.(م.٧،ص٥)

(٢) يتم انبعاث غبار الأسمنت أثناء ضخ الأسمنت إلى خزانات المحطة باستخدام الهواء المضغوط، فتحدث إثارة للأسمنت الموجود بالخزان ويخرج الهواء محملاً بغبار الأسمنت،كما يتم انبعاث غبار الأسمنت عند دفع كمية من الهواء المضغوط لتنظيف خطوط الفرن وخطوط التغذية، كما ينبعث عند تفريغ شكائر الأسمنت.(م.٧،ص٦)

(٣) يتم تغذية المحطة بالركام في المحطات ذات التشوين المغلق، حيث توجد خزانات معدنية مقسمة داخلياً، وتتم التغذية مباشرة أو عن طريق سير ناقل عبر قمع التحميل بواسطة اللودر، وعليه تنبعث الأتربة عند التغذية والتحميل وفي المحطات ذات التشوين المفتوح عند تغذية العيون باللودر وعند تحريك الأسكريبر.(م.٧،ص٦)

استخدامه) ، ثم تستكمل التنقية من خلال فلتر قبل خروجه إلى الهواء الخارجي، وفي حالة التغذية بالشكائر يتم تغطية منطقة التغذية وتركيب شفاطات لسحب الهواء من غبار الأسمنت، وفصله عن طريق الفلتر المثبت في نهاية خطوط السحب.(م٧.٠،ص٦)

- تتم المعالجة في مرحلة تغذية المحطة بالركام[٣] باستعمال خامات مغسولة ومبللة، مع تغطية منطقة التغذية وعمل شفاطات لسحب الأتربة، وتركيب فلتر لفصل الأتربة والتأكد من سلامة الوصلات.(م٧.٠،ص٦) (انظر شكل(٥-٤٠))
- تتم المعالجة في مرحلة الوزن والتفريغ لخامات الخرسانة [١] بتركيب فلتر على مخرج الهواء بميزان الأسمنت، وتركيب فلتر على حلة الخلط بالمحطة وتوصيل ميزان الأسمنت مع حلة الخلط بوصلة مرنة محكمة، وللركام يتم إغلاق منطقة وزن الركام وتركيب شفاط وفلتر عليها، إلى جانب تغطية منطقة التحميل والتفريغ للسير الناقل.(م٧.٠،ص٧)
- تتم المعالجة في مرحلة الخلط بداخل المحطة وتعبئة السيارات[٢] بتغطية منطقة التفريغ وتزويدها بشفاط وفلتر، واستخدام أجهزة الوقاية الشخصية للقائمين بضبط الخرسانة.(م٧.٠،ص٧)
- تتم معالجة الملوثات الناتجة عن حركة السيارات والمعدات بداخل المحطة برصف الطرق كلما أمكن، وغسل السيارات الخلاطة وبخاصة المزاريب قبل مغادرة المحطة ورش مسارات السيارات والمعدات بالمياه النظيفة، وتشجير وزراعة مساحات من موقع المحطة بالنباتات، والنظافة الدائمة لموقع المحطة.
- تتم معالجة نواتج غسيل ومخلفات المحطة (مخلفات سائلة وصلبة) بتخصيص مكان لاستقبال مياه غسيل الخلاطات، وعمل أحواض ترسيب لتجميع المخلفات الصلبة منها ونقلها للمقالب العمومية، وإعادة استخدام مياه الغسيل في رش المحطة بعد فصل الزيوت والشحوم منها باستخدام مصائد الزيوت، وتجميع الزيوت الناتجة عن أعمال الصيانة، واستخدام ماكينات إعادة التدوير للخرسانة المرتجعة، وإعادة استخدام مكوناتها من ركام وأسمنت ومياه في إنتاج الخرسانة واستخدام الخرسانة المرتجعة في تصنيع المكعبات أو البردورات.(م٧.٠،ص٧) (انظر شكل(٥-٤١))

---

(١) ينبعث الغبار والأتربة أثناء التفريغ لخامات الخرسانة(المواد الأسمنتية والركام)داخل الموازين خلال عملية الوزن.(م٧.٠،ص٧)

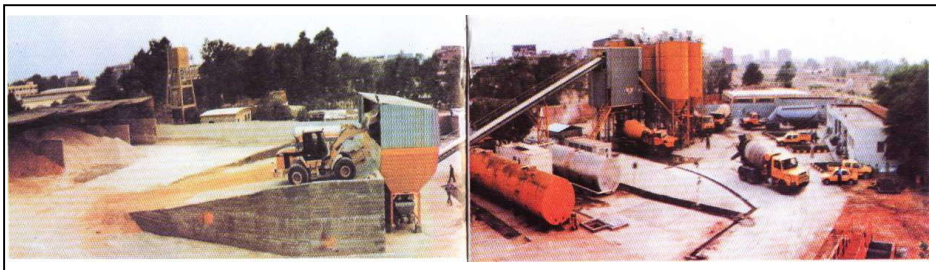
(٢) يتم الخلط بداخل المحطة إما بالخلط الجاف وهو ما يتم داخل سيارات الخلط، وفي هذه الطريقة يتصاعد غبار الأسمنت وغبار الركام أثناء تفريغ المواد وأثناء خلط الخرسانة داخل حلة السيارة، أو بالخلط المبلل وهو ما يتم في المحطة باستخدام حلة الخلط المثبتة بها، وفي هذه الطريقة يتصاعد غبار الأسمنت وغبار الركام أثناء تفريغ المواد وأثناء خلط الخرسانة داخل حلة الخلط المثبتة بالمحطة.(م٧.٠،ص٧)

(٣) تنبعث الأتربة نتيجة لحركة السيارات والمعدات على طرق غير ممهدة أو متربة، وعن تساقط بعض مواد الخرسانة والخرسانة المخلوطة داخل المحطة.(م٧.٠،ص٧)

(٤) ينتج عن غسيل حلل السيارات وجود مياه ملوثة ببقايا الأسمنت والأتربة والركام، إلى جانب وجود بعض المخلفات الخرسانية المرتجعة، ووجود الخرسانة الناتجة عن نظافة وتكسير الخرسانة بحلل الضغط، ووجود زيوت وشحوم نتيجة لأعمال الصيانة للمعدات بالمحطة.(م٧.٠،ص٧)

(٥) تنبعث الأتربة نتيجة لتكسير المخلفات التي تصلدت ونتيجة لتحرك الهواء فوق نواتج هذا التكسير.

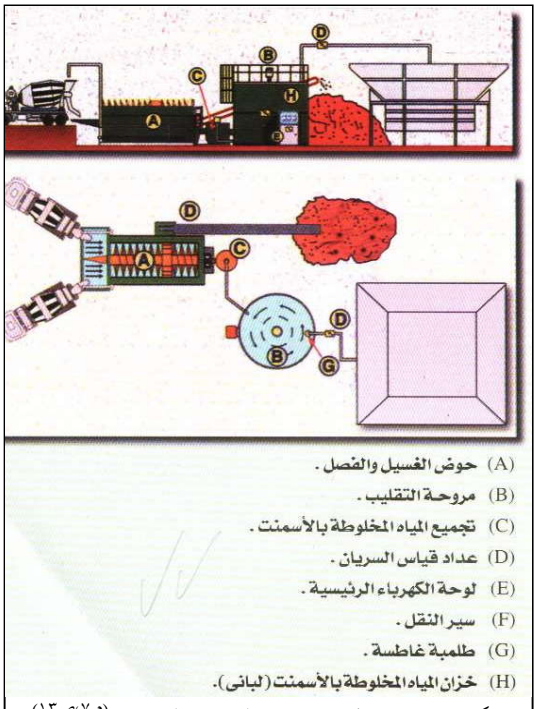
➢ تتم المعالجة نتيجة تكسير المخلفات المرفوضة بتخصيص مكان لتكسير حلل الخلط وتجميع المخلفات، ونقلها للمقالب العمومية أو إعادة استخدامها في المصنعات الخرسانية، أو تكسير الخرسانة المرتجعة بماكينات خاصة بذلك (وحدة إدارة المخلفات) لإعادة تدويرها، واستخدامها في مصنعات خرسانية لا تحتاج لإجهادات كسر عالية.[م٧٠،ص١١] (انظر شكل(٥-٤٢))



شكل(٥-٣٩):تشوين مغطى، وتغطية أماكن التغذية، وتغطية السيور، وتغطية أماكن الخلط وتحميل السيارات، ووضع فلاتر السيلوهات في محطة خلط مركزية.[م٧٠،ص١٢]

شكل(٥-٤٠):ماكينة غسيل الرمل.[م٧٠،ص١٤]

شكل(٥-٤١):محطة غسيل وتنظيف الركام بمشروع الصرف الصحي بالجبل الأصفر بالمرحلة الثانية.[م٨٠،ص٣١]



شكل(٥-٤٢):ماكينة تدوير الخرسانة المرفوضة.[م٧٠،ص١٣]

خلاصة الباب الخامس

يختص هذا الباب بالنصيب الوافر من المجالات التي تهم المعماري وغيره لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، حيث يسمح بطرح السبل الممكنة من خلال جميع الاتجاهات التي تم التعرف عليها سابقاً لدراسة استهلاك الطاقة في هذه المرحلة والحصول بالتالي على جميع الاتجاهات الممكنة لترشيد هذا الاستهلاك، مع التعرف على بعض الأمثلة المختلفة من خلال الاتجاهات السابقة، ويتضمن هذا الباب في محتواه الباب الرابع والذي اعتمد على ترشيد استهلاك الطاقة بطريقة غير مباشرة باستخدام بدائل العوامل المؤثرة على الاستهلاك من الطاقة، كما يساهم في التقييم من خلال الجدول المقترح بالباب الثالث بطرح وسائل الترشيد المختلفة لكل بديل من البدائل التي يتم تقييمها.

ويعتمد هذا الباب على معرفة طرق ترشيد استهلاك الطاقة والسابق ذكرها في الباب الأول سواء كانت طرق مباشرة بتحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة، أو طرق غير مباشرة باستخدام بدائل جديدة للطاقة أو لعناصر استهلاك الطاقة (راجع ص٨) ، كما تعتمد على معرفة أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، والعوامل المؤثرة على هذا الاستهلاك والسابق شرحهما بالتفصيل في الباب الثاني (انظر ص٥٨)، ومعرفة العلاقة بين مرحلة تشييد المبنى والبيئة بمكوناتها المختلفة والواجب مراعاتها في هذه المرحلة للوصول إلى عمارة خضراء من خلال الباب الثاني أيضاً (انظر ص٧٤)، وبالتالي تطبيق طرق الترشيد المختلفة على كل من أقسام استهلاك الطاقة والعوامل المؤثرة عليها، وتحديد السبل التي يمكن بها تقليل التأثير السلبي لهذه المرحلة على البيئة بتلوثها أو تدهورها.

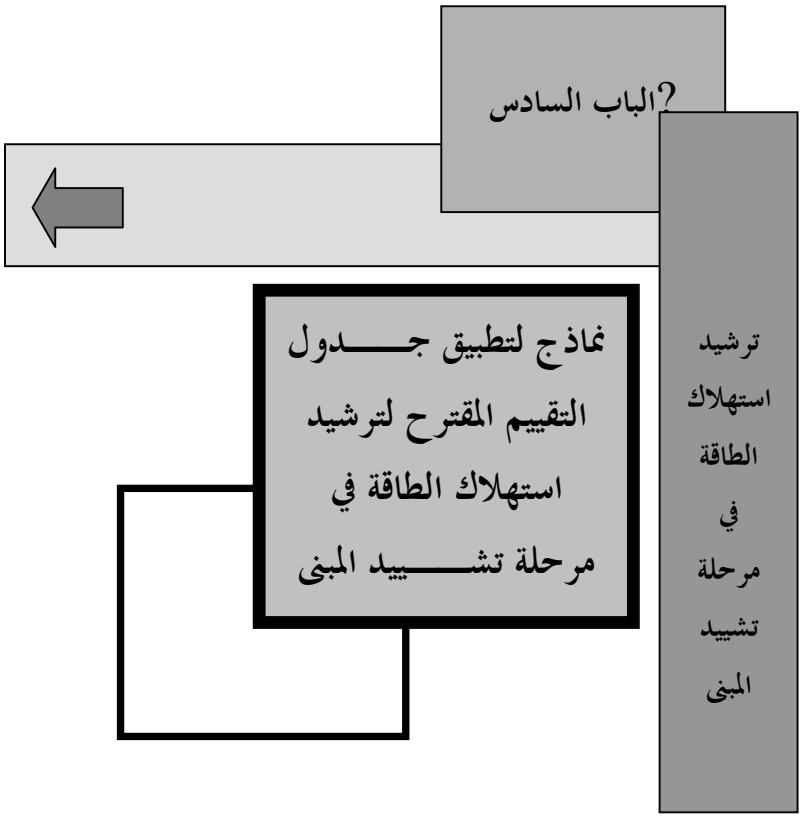
وبالتالي أمكن التوصل إلى إمكانية الاتجاه نحو عمارة خضراء من خلال:

- ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال أقسام استهلاك الطاقة المختلفة من طاقة تصنيع مواد البناء وطاقة نقل وتنفيذ بطرق ترشيد استهلاك الطاقة المباشرة وغير المباشرة من خلال:
  - ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء لكل من مرحلتي التحجير والتكوين بالاعتماد على الطرق المباشرة وغير المباشرة لترشيد الاستهلاك، وذلك من خلال مجموعة من الإجراءات الخاصة بمرحلة التصنيع سواء كانت إجراءات تنظيمية أو أساليب تقنية أو إجراءات سعرية.
  - ترشيد استهلاك طاقة النقل سواء كانت خارج موقع المشروع أو داخله، وذلك لمختلف العناصر المنقولة من مواد بناء أو عمالة أو معدات أو عناصر بنية تحتية أو مخلفات، بالاعتماد على الطرق المباشرة وغير المباشرة لترشيد الاستهلاك.
  - ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ وذلك لجميع مراحل التنفيذ من إنشاء وتخزين وتشطيب وأعمال نثرية، بالاعتماد على الطرق المباشرة وغير المباشرة لترشيد الاستهلاك.

- ترشيد استهلاك طاقة العناصر المختلفة من معدات وعمالة والمستهلكة للطاقة في مرحلة تشييد المبنى، إلى جانب المهدر من الطاقة في هوالك مواد البناء وسوء إدارة تنفيذ المشروعات لنفس المرحلة، بتطبيق طرق ترشيد استهلاك الطاقة عليها، ويمكن ذلك من خلال:
  - ترشيد استهلاك طاقة المعدات من خلال طاقة تصنيعها وتشغيلها وصيانتها.
  - ترشيد استهلاك طاقة العمالة من خلال طاقة تهيئتها أو تشغيلها.
  - تقليل الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء سواء كانت مواد بناء أساسية أو مساعدة.
  - تقليل الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات خلال المراحل المختلفة للتنفيذ، بمنع هذا الهدر لعناصر استهلاك الطاقة السابقة من معدات وعمالة وهوالك لمواد البناء.

- ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال العوامل المؤثرة عليها والمتمثلة في مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم والتحكم في الوقت، من خلال طرق ترشيد استهلاك الطاقة المباشرة وغير المباشرة، ويمكن ذلك من خلال:
  - ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة بالاختيار المناسب لها بما يضمن ترشيد الاستهلاك لمجموعة العناصر التي تؤثر بها سواء لمرحلة تشييد المبنى، أو ما يستتبعه من تأثير على كل من مرحلتي التشغيل والهدم، مع مراعاة التوازن البيئي وعاملي الأمان والجودة، واستخدام طاقة مرشدة، هذا مع التأكيد على المدى الواسع من بدائل مواد البناء التقليدية الأساسية والمساعدة، والسابق ذكر بعضها بالباب الرابع من البحث. (انظر ص١٣٦)
  - ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة بالاختيار المناسب لها بما يضمن ترشيد الاستهلاك لمجموعة العناصر التي تؤثر بها، مع التأكيد على أهمية اللجوء لنظام البناء الذاتي في الدول النامية ذات معدلات السكان الكبيرة والمتزايدة كمصر.
  - ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة بالاختيار المناسب لها بما يضمن ترشيد الاستهلاك لمجموعة العناصر التي تؤثر بها، مع التأكيد على المدى الواسع من الاختيارات لأساليب التنفيذ المستخدمة، والتي تم ذكر بعضها في الباب الرابع من البحث.(انظر ص١٥٨)
  - ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم بالاختيار المناسب لها بما يضمن ترشيد الاستهلاك لمجموعة العناصر المؤثرة بها، مع التأكيد على أهمية بدء عملية التصميم بما يتناسب مع ترشيد استهلاك مرحلة التشغيل أولاً ثم تطبيق هذا التصميم بما يتناسب مع ترشيد الاستهلاك في مرحلة التشييد.
  - يمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت بالاختيار المناسب لأسلوب هذا التحكم، بما يضمن ترشيد الاستهلاك بعدم حدوث أي هدر في الوقت خلال مرحلة تشييد المبنى، وبالتالي التحكم الدقيق في استهلاك الطاقة.

- لابد من مراعاة التوازن البيئي خلال مرحلة تشييد المبنى باعتبارها الركيزة الثانية للعمارة الخضراء والتي لا يصح ترشيد استهلاك الطاقة دون تحقيقها، هذا مع إمكانية تحويلها إلى مفردات من الطاقة وحسابها بحسابات الطاقة، ويكون تقليل التأثير السلبي لمرحلة تشييد المبنى على البيئة بتقليل كل من التلوث البيئي (تغيير الخواص) أو التدهور البيئي (الهدر في المكونات) لجميع مكونات البيئة الطبيعية والمستحدثة، وتمثل هذه المكونات الكائنات الحية والمواد الخام والمحيط الحيوي والمنشآت، ويتم ذلك من خلال:
  - تقليل التلوث البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى بمنع أي انبعاثات أو مخلفات أو عناصر مضافة للبيئة تؤدي إلى تغيير خواصها.
  - تقليل التدهور البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى بمنع الهدر في مكونات البيئة سواء باستنزافها أو إهمالها.
  - تشجيع عمليات التدوير وإعادة الاستخدام بما يخدم مرحلة تشييد المبنى لتقليل الخلل في التوازن البيئي.


الباب السادس؟
ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى
نماذج لتطبيق جـــــدول التقييم المقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشـــــييد المبنى

الباب السادس:نماذج لتطبيق جدول التقييم المقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

سبق التعرف على جدول التقييم المقترح لتقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بالباب الثالث من البحث (انظر ص٩٦)، كما تم التأكيد على كونه أحد السبل الممكنة لدراسة ترشيد استهلاك الطاقة في هذه المرحلة بتقييم هذه العوامل لمعرفة أكثرها ترشيداً للاستهلاك.

وتم في هذا الباب استخدام هذا الجدول في عدد من التطبيقات المتاحة من خلاله للوصول إلى مجموعة من الأساليب التي يمكن للمعماري استخدامها أو اتباع منهجها لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، أحد هذه التطبيقات كانت من خلال اللجوء إلى دراسة حالة تم فيها تطبيق الجدول من خلال عدة أمثلة مقارنة للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة والمستخدمة بالمشروع المقترح، أما التطبيق الثاني فكان من خلال استخدام نموذج بالحاسب الآلي لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى يسمح بتطبيق طرق ترشيد استهلاك الطاقة على كل بديل من البدائل المستخدمة لهذه العوامل، ويلاحظ أنه باستخدام نفس الجدول ونفس طريقة التقييم والحساب الحصول على عدد كبير من المقترحات والتطبيقات والتي تمكن المعماري من ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.

ويمكن من خلال هذا الباب التأكيد على أهمية كل من الأبواب الثلاث السابقة، حيث يمثل الباب الثالث جدول التقييم المقترح والذي يمكن به تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، ويمثل الباب الرابع ترشيد استهلاك الطاقة من خلال هذه العوامل بالبحث عن بدائل لها يمكن مقارنتها بها، ويمثل الباب الخامس الطرق المختلفة لترشيد استهلاك الطاقة لهذه العوامل وبدائلها، وبالتالي تم استخدام الباب الثالث والرابع في التطبيق الأول، وثلاثتهم الباب الثالث والرابع والخامس من خلال النموذج المقترح للحاسب الآلي.

ويساعد التطبيق الأول من خلال دراسة حالة على معرفة أفضل بدائل العوامل المختلفة قبل تطبيقها في المشروع، إلى جانب إمكانية تطبيق هذه النتائج على المشاريع المماثلة، في حين يساعد التطبيق الثاني من خلال الحاسب الآلي على معرفة أكثر الطرق ترشيداً لاستهلاك الطاقة من خلال أي عامل من هذه العوامل، ويعيب التطبيق الأول كونه لا يمكن تعميمه دوماً نظراً لاختلاف خصائص المشاريع المختلفة والتي قد تؤدي إلى التغيير في بعض البنود، أما التطبيق الثاني فيعيبه وجوب الالتزام الكامل بإدخال جميع البيانات بأرقام محددة قد يكون الحصول عليها ليس باليسير.

ويراعى من خلال التطبيقين التاليين التركيز على تأثير العوامل المختلفة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال حسابات استهلاك الطاقة، بمعنى افتراض تساوى تأثير هذه العوامل على جميع عناصر التقييم الأخرى من خلال جدول التقييم المقترح، وبالتالي التغاضي عن تأثيرها على مرحلة تشغيل المبنى ومرحلة الهدم، إلى جانب إلغاء تأثيرها على التوازن البيئي وعاملي الأمان والجودة والطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة، وأي ملاحظات خاصة بأي منها سيتم ذكره وإرفاقها مع الحسابات الخاصة بهذا العامل.

٦-١-تطبيق تقييم بعض العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال دراسة حالة

يمكن اللجوء إلى تطبيق جدول التقييم المقترح من خلال دراسة حالة عندما يراد الحصول على تقييم مبدئي مقارن بدون أرقام محددة بين أحد العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة وأحد بدائلها، وتطبيق مثل هذه المقارنة على مشاريع مماثلة للحالة السابق دراستها للاستفادة من نتائج المقارنة السابقة، ويلاحظ أن مثل هذا التقييم لا يمكن تعميمه دوماً نظراً لاختلاف خصائص المشاريع المختلفة مما يؤدي إلى التغيير في بعض البنود والتي قد لا تدخل في الاعتبار في دراسة الحالة السابقة، فمثلاً قد يتم تفضيل أحد مواد البناء المستخدمة من حيث طاقة النقل بفرض إلغاء المسافة المقطوعة في حسابات النقل ، وهذا لا يستدعي ذلك في جميع المشاريع خاصة عند إدخال المسافة المقطوعة في الحسبان.

وتم في هذا البند التطرق إلى بعض الأمثلة الرقمية لإيضاح فكرة التقييم من خلال الجدول المقترح وباستخدام أحد المشاريع كدراسة حالة للمقارنة من خلالها، وتم اختيار تطبيق هذا التقييم لمجموعة من العوامل في مشروع المرحلة الأولى لمدينة نصر الجديدة (انظر الملاحق ص٣٢٠)، [1] حيث أن الوحدات بهذا المشروع من نوعية الوحدات المتداولة والمتعارف عليها في معظم مشاريع الإسكان في مصر، كما أنها منطقة خصبة للدراسات لاستخدامها مجموعة من الطرق الحديثة للإنشاء والتي يمكن مقارنتها بمثيلتها من الطرق الأخرى، وسيتم التركيز في هذا المشروع على عناصر محددة للمقارنة هي كالآتي:

- أحد مواد البناء الأساسية المستخدمة.
- أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة.
- أحد أساليب التنفيذ المستخدمة.

وليمكن تقييم العوامل السابقة من خلال جدول التقييم المقترح لابد من الحصول على بدائل مناسبة لها، وسوف يتم اختيار هذه البدائل بما يسمح بعدم التأثير على أي من العوامل الأخرى والمستخدمة بالمشروع الأصلي، فجميعها يمكن أن تحل محل الأصلية بدون مشاكل تذكر وبدون الاضطرار لتغيير أحد العوامل الأخرى بجانبها، وبعدها يتم تقييم هذه البدائل مع العوامل الأصلية المستخدمة وفقاً للتقييم السابق ذكره، لكن نظراً لصعوبة الحصول على تقييم رقمي لجميع عناصر التقييم المقترحة فإن التقييم سيكون وفقاً للجزئية الخاصة باستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى خاصة وأن تركيز البحث عليه، وسيتم التنويه قدر الإمكان عن بقية عناصر التقييم الأخرى سواء لتأثير اختيار هذه العوامل على كل من مرحلة تشغيل المبنى أو مرحلة الهدم، أو فيما يختص بمراعاة التوازن البيئي وعاملي الأمان والجودة، أو فيما يختص بالطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة (انظر الملاحق ص٣٢٠).

---

(١) وهو مشروع ملك شركة هليوبوليس للإنشاءات العقارية والاستثمارية السياحية، ويضم المشروع إنشاء عدد ١١برج سكني (٨٥ وحدة سكنية)، ويتبع مشروع تقسيم رقم ٦٩٣، والاستشاري الخاص بتصميم المشروع هو مكتب مهندس سبيس/مدحت درة.

وكما سبق فإن دراسة تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى تعتمد على التعرف على أقسام استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وعناصر استهلاك الطاقة بها وأقسامها وطرق حساب الطاقة بها وهو ما تم ذكره بالباب الثاني بالبحث، وسيتم الأخذ في الاعتبار الفروض الآتية عند حساب جميع الحسابات:

- لن يتم الأخذ في الاعتبار طاقة التحجير للمواد المختلفة وسيكتفى في طاقة التصنيع بطاقة التكوين التي تتم بداخل المصنع، وهو ما يسمح بالتغاضي عن طاقة تصنيع بعض المواد كالرمل والزلط نتيجة لأنها تصبح قليلة التأثير على استهلاك الطاقة في هذه المرحلة، لكن يراعى أهمية الحصول فيما بعد على طاقة التحجير وطاقة النقل بين المحاجر المختلفة والمصانع.
- لن يتم أخذ المسافة بين المواقع المختلفة في الاعتبار كالمسافة بين المصنع وموقع التنفيذ، وبالتالي فإن طاقة النقل لن تتأثر بهذا المؤثر لكن يراعى أنها من أهم العوامل المؤثرة على هذه الطاقة.
- لن يتم الأخذ في الاعتبار طاقة تدريب أو تأهيل العمال أو طاقة تصنيع المعدات والأدوات أثناء الحسابات، مع مراعاة أهمية إدخالها كعامل أساسي في الاعتبار فيما بعد وذلك بعد معرفة عدد مرات استعمال المعدة وعدد مرات استخدام العامل للخبرة التي تم تأهيله بها.
- سيتم التغاضي عن الطاقة المهدرة والناتجة من سوء إدارة تنفيذ المشروعات بفرض تحقيق أقصى كفاءة ممكنة من المعدات والعمالة وهو ما لا يمكن تحقيقه على أرض الواقع.

٦-١-١-تقييم بدائل أحد مواد البناء الأساسية المستخدمة

تم اختيار مادة التقييم هي مادة بناء الحوائط الداخلية بالمشروع وتمثل الطوب الأسمنتي المصمت مقاس ٢٥ ×٢٠ ×٤٠ سم في مشروع مدينة نصر الجديدة، وفي المقابل تم للمقارنة اقتراح الطوب الخفيف مقاس ٥٠ ×٢٠×٢٠سم وحائط مزدوج من الطوب الجبسي ٥٠ ×٦٦,٥× ١٠ سم، بحيث يتم الحصول على حوائط بديلة بسمك ٢٠سم، وبحيث لا تؤثر هذه البدائل على أي من العوامل الأخرى بالمشروع.

وفيما يلي عرض سريع لأهم النتائج الخاصة بهذه المقارنة والعلاقة الناتجة منها، أما الحسابات المفصلة فهي بالملاحق من هذا البحث.(انظر ص٣٢٠)

الطوب الأسمنت المصمت						النسبة
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية	تصنيع المواد الداخلة في التكوين	١٧,٢٨ ك.و.س/م^{3}مباني	انظر الملاحق ص ٣٢٠		
		تجميع مكونات الطوب	٨,٣٥ ك.و.س/م^{3}مباني			
		تأثير وزن الطوب المستخدم على طاقة تصنيع الخرسانة	٣٤٩,٩ ك.و.س/م^{3}مباني			
	طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة	طاقة تصنيع المونة	١٩,٩٢ ك.و.س/م^{3}مباني			
		طاقة تصنيع البياض	٢,٢٣٦ ك.و.س/م^{3}مباني			
			٣٩٧,٦ ك.و.س/م^3			%١٠٠
طاقة النقل	طاقة معدات النقل			انظر الملاحق ٣٢٤		%١٠٠
	طاقة عمالة النقل		١١,٢ك.و.س/نقلة			%١٠٠
			=٢/(١٠٠ +١٠٠)			%١٠٠
طاقة التنفيذ	طاقة معدات التنفيذ		لا يوجد	انظر الملاحق ص ٣٢٥		
	طاقة عمالة التنفيذ	طاقة عمالة الإنشاء	عمالة التركيب	٣,٤ ك.و.س/م^3 مباني		
			عمالة الرش	٠,١ك.و.س/م^3 مباني		
	طاقة عمالة التخزين			٠,٢٨ك.و.س/م^3 مباني		
	طاقة عمالة التشطيب			٠,٦٦ك.و.س/م^3 مباني		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء			٢,٨٣ك.و.س/م٣ مباني		
	الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات			لا يوجد		
				٧,١٧ك.و.س/م^3 مباني		%١٠٠
الطوب الخفيف						**النسبة**
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية	تجميع مكونات الطوب	طاقة العمالة	٣,٢ ك.و.س/م^{3}مباني	انظر الملاحق ص ٣٢٨	
			طاقة المعدات	٥ك.و.س/م^3 مباني		

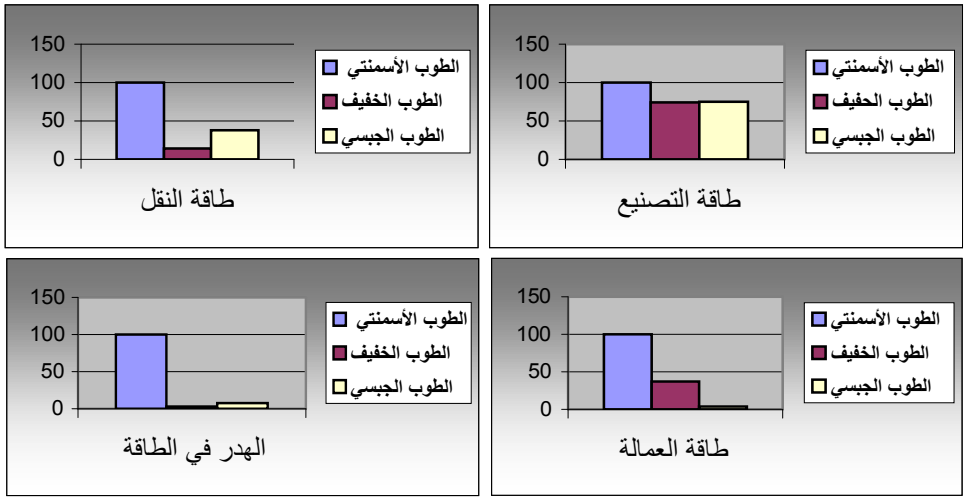
		تأثير وزن الطوب المستخدم على طاقة تصنيع الخرسانة		٢٥٧,٨ك.و.س/م^{٣} مباني		
	طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة	طاقة تصنيع المونة		٤,٨ك.و.س/م^{٣}مباني		
		طاقة تصنيع البياض		١,٥٣ك.و.س/م^{٣}مباني		
				٢٩٤,٥٣ك.و.س/م^{٣}مباني		%٧٤
طاقة النقل		طاقة معدات النقل			ص ٣٣١	%٢١
		طاقة عمالة النقل		٤ك.و.س/نقلة		%٧,٥
					=٢/(٧,٥ + ٢١)	%١٤
طاقة التنفيذ		طاقة معدات التنفيذ		لا يوجد	انظر الملاحق ص ٣٣١	
	طاقة عمالة التنفيذ	طاقة عمالة الإنشاء	عمالة التركيب	٠,٧٣ك.و.س/م^{٣} مباني		
			عمالة الرش	٠,١ك.و.س/م^{٣} مباني		
		طاقة عمالة التخزين		٠,١٦ك.و.س/م^{٣}مباني		
		طاقة عمالة التشطيب		٠,٦٦ك.و.س/م^{٣} مباني		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء			٠,٠٨٢ك.و.س/م^{٣}مباني		
	الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات			لا يوجد		
				١,٧٣٢ك.و.س/م^{٣} مباني		%٢٤
الطوب الجبسي						**النسبة**
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية	تجميع مكونات الطوب		٧,٣٨ك.و.س/م^{٣} مباني	انظر الملاحق ص ٣٣٤	
		تأثير وزن الطوب على طاقة تصنيع المواد الأخرى		٢٨٥ك.و.س/م^{٣} مباني		
	طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة	طاقة تصنيع المونة		٨ ك.و.س/م^{٣} مباني		
		طاقة تصنيع البياض		لا يوجد		
				٣٠٠ك.و.س/م^{٣} مباني		%٧٥
طاقة النقل		طاقة معدات النقل			ص ٣٣٧	%٣٨
		طاقة عمالة النقل		١١,٢ك.و.س/نقلة		%٣٨
					= ٢/(٣٨+ ٣٨)	%٣٨

طاقة التنفيذ	طاقة المعدات			لا يوجد	انظر الملاحق ص ٣٣٨	
	طاقة العمالة	طاقة عمالة الإنشاء	عمالة التركيب	٠,٨٢١ك. و.س/م^3 مباني		
			عمالة الرش	لا يوجد		
		طاقة عمالة التخزين		٠,٢١٦ك.و.س/م^3 مباني		
		طاقة عمالة التشطيب		لا يوجد		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء			٠,٢٢ك.و.س/م^3 مباني		
	الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات			لا يوجد		
				١,٢٥ك.و.س/م^3 مباني		١٧%

جدول(٦-١): تقييم بدائل أحد مواد البناء الأساسية المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة.

عناصر التقييم المقترحة	استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى				
	طاقة تصنيع مواد البناء	طاقة النقل	طاقة التنفيذ (إنشاء-تخزين-تشطيب-أعمال نثرية)		
مواد البناء المستخدمة			طاقة المعدات	طاقة العمالة	الهدر الناتج عن هوالك مواد البناء	الهدر الناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات
الطوب الأسمنتي المصمت	١٠٠%	١٠٠%		١٠٠%	١٠٠%	
الطوب الخفيف	٧٤%	١٤%		٣٧%	٩٧%	
الطوب الجبسي	٧٥%	٣٨%		٢٣%	٩٢,٣%	

جدول(٦-٢):نسب المقارنة لبدائل أحد مواد البناء الأساسية.



٦-١-٢-تقييم بدائل أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة

تم اختيار الشدات كأحد مواد البناء المساعدة Form work لتطبيق هذا التقييم، والشدة عبارة عن التشييد المؤقت لغرض صب الخرسانة الطازجة داخلها، وتوجد عدة أنواع للشدات منها:

- الشدات الخشبية Timber Form work، حيث تستعمل النجارة الخشبية عادة لتشكيل فورمات هذه الشدة الخشبية المؤقتة للخرسانة.
- الشدات المعدنية، ويستعمل فيها هياكل من صلب ترتكز على القوائم الرأسية ثم يجرى تطبيق ألواح الشدة الخشبية عليها بدون الحاجة إلى قوائم في وسط الباكية، وبالتالي تقوم بتوفير العروق في الأعمال الواسعة أو المتكررة.

هذا إلى جانب بعض النظم المستخدمة لتشكيل أعمال الخرسانة مثل نظام الشدات النفقية ونظام الشدات المترلقة ونظام الطاولات.(م.٥٣،ص٤)

ولقد تم استخدام الشدات المعدنية في مشروع مدينة نصر الجديدة، وذلك نظراً لإمكانياتها المطلوبة في كثرة عدد مرات الاستخدام والتي تساعد على سرعة التنفيذ بالمشروع ذا العدد الكبير من الوحدات، إلى جانب خفة وزنها وسهولة تداولها للأدوار العليا، مما يخدم المشروع ذا الأدوار العالية والتي تصل إلى ١١ دور لمعظم هذه الوحدات، ولقد تم اختيار بدائل الشدات المستخدمة مختلفة عنها من حيث المادة المستخدمة بها أو طريقة التعامل معها، وتتمثل هذه البدائل في الشدات الخشبية ونظام الطاولات.

ويراعى عند إجراء الحسابات أن لا يؤثر استخدام بدائل الشدات المستخدمة على أي من العوامل الأخرى المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، كما يراعى الوضع في الاعتبار مجموعة من الافتراضات الإضافية هي:

- التركيز في الحسابات على الشدات المستخدمة للأسقف والكمرات دون غيرها.
- في حالة استخدام نظام الطاولات يتم إضافة الفرق في كمية الخرسانة إلى حساباتها لعدم وجود شدات للكمرات بها.

	استخدام شدات معدنية			النسبة
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة	١٦٣٥٦,٧ك.و.س/الدور	ص ٣٤٠	%١٠٠
		١٦٣٥٦,٧ك.و.س/الدور		%١٠٠
طاقة النقل	طاقة معدات النقل	٣٦مرة نقل	ص ٣٤٣	%١٠٠
	طاقة عمالة النقل	٧٢ك.و.س/الدور		%٣,٨
		= ٢/(١٠٠+ ٣,٨)		% ٥١

طاقة التنفيذ	طاقة عمالة الإنشاء	طاقة عمالة التركيب	٢١٦ك.و.س/ الدور	انظر الملاحق ص ٣٤٤	
		طاقة عمالة الفك	١٠٨ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة المعالجة	١٠ك.و.س/الدور		
	طاقة عمالة التخزين		لا يوجد		
			٣٣٤ك.و.س/الدور		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء		لا يوجد		صفر%
			٣٣٤ك.و.س/الدور		١٠٠%
النسبة	**استخدام شدات خشبية**				
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة		لا يوجد	ص ٣٤٧	صفر%
			لا يوجد		صفر%
طاقة النقل	طاقة معدات النقل			الملاحق	٨٣%
	طاقة عمالة النقل		٦٠ ك.و.س/نقلة	ص ٣٤٨	٣,٢%
			= ٢/(٣,٢ + ٨٣)		٤٣%
طاقة التنفيذ	طاقة عمالة الإنشاء	طاقة عمالة التركيب والفك	١٠٥٢,٦٧ك.و.س/الدور	انظر الملاحق ص ٣٤٩	
		طاقة عمالة النقل بين الأدوار	٤٨٦,٢ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة المعالجة	١٦٨ك.و.س/الدور		
	طاقة عمالة التخزين		لا يوجد		
			١٧٠٦,٨ك.و.س/الدور		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء		٢,٦٦ك.و.س/الدور		٤,٥%
			١٧٠٩,٤ك.و.س/الدور		٦٢%
النسبة	**استخدام شدة الطاولات المعدنية**				
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة		٧٨٥٧,٩ك.و.س/الدور	ص ٣٥٢	
			٧٨٥٧,٩ك.و.س/الدور		٤٨%
طاقة النقل	طاقة معدات النقل		٩ مرات نقل	الملاحق ص ٣٥٣	٢٥%
			١٨٥٠ك.و.س/الدور		١٠٠%
	طاقة عمالة النقل		لا يوجد		صفر%

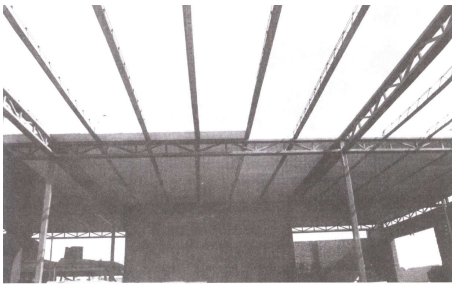
					%٦٢
طاقة التنفيذ	طاقة معدات الإنشاء		٢٧٠٠ك.و.س/الدور	انظر الملاحق ص ٣٥٣	
	طاقة عمالة الإنشاء	طاقة عمالة التجميع	٨,٥٢ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة النقل بين الأدوار	٠,٢٣ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة التركيب	١٠ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة المعالجة	٨ك.و.س/الدور		
	طاقة عمالة التخزين		لا يوجد		
			٢٧٣٥,٠٣ك.و.س/الدور		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء		لا يوجد		صفر%
			٢٧٣٥,٠٣ك.و.س/الدور		%١٠٠

جدول(٦-٣): تقييم بدائل أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة.

ويراعى عند البحث عن البدائل المتاحة دراسة جميع الإمكانيات الممكنة لترشيد استهلاك الطاقة من خلالها، ومما هو جدير بالذكر وجود العديد من الشدات ذات خواص ومزايا جيدة يجب كشف الستار عنها، فمثلاً توجد شدة للأسقف المفرغة والتي يتم فيها تعريق الشدة ثم شد قيعان الكمرات فقط وبعدها ترص البلوكات المفرغة على السقف، وهذه الطريقة توفر ٤٠ % من الوقت،(٥٣٠م) كما ظهر حديثاً نظام يمكن به البناء بسرعة هائلة وبدون الحاجة إلى شدة معدنية أو خشبية وهو الإنشاء بطريقة تتابع الوظائف للعصب، فيكون في مرحلة هو الشدة وفي مرحلة تالية هو جزء من الهيكل الأساسي للمبنى، ويمكن بهذا النظام إنشاء وصب أسقف حتى ١٢متر بدون أي شدات أو باستخدام دعامة خشبية أو معدنية في المنتصف فقط. (١) (م.١٠٢،ص١)

(١) يمكن استخدام هذه الطريقة عند استخدام الحوائط الحاملة (المباني)أو استخدام الأعمدة الخرسانية أو استخدام أعمدة معدنية مع الهيكل المعدني أو الخرساني باستخدام الهيكل المعدني العادي، ففي جميع الأحوال يتم تثبيت أعصاب معدنية كل ١متر أو حسب مطالب التصميم على الحوائط الحاملة (المباني)، ويفضل أن يكون فيها فراغ (طوب مفرغ)حتى يمكن ربط العصب بواسطة الحديد الملحوم في العصب على هيئة جانش داخل فراغ الطوب، أو تشكيل نهاية العصب على شكل كانة تدفن داخل الكمرة المسلحة، أو يمكن لحام العصب في الهيكل المعدني ثم توضع بلوكات الأسقف المفرغة الخفيفة مثل الطوب المستخدم من البولسترين فوم الملتصق بسطحه طبقة من الخرسانة البوليمارية الخفيفة حتى تمام تغطية الدور أو السقف المطلوب، وفي نفس اليوم تصب خرسانة الأعصاب في الفراغ المتروك بين بلوكات الأسقف وبعد حوالي ٤٨:٧٢ساعة يتم صب طبقة الخرسانة النهائية بعد وضع حديد التسليح المناسب لها بالسمك المطلوب، وهو في العادة بين ٤:٦سم، ويفضل ربط حديد الطبقة النهائية مع الأعصاب على أن تحيط الخرسانة ببلوكات السقف من جميع الجهات.(م.١٠٢،ص١)

شكل(٦-١):طريقة تنفيذ الأسقف الخرسانية المرتكزة على الأعصاب الحديدية.(م،١٠٢،ص١)

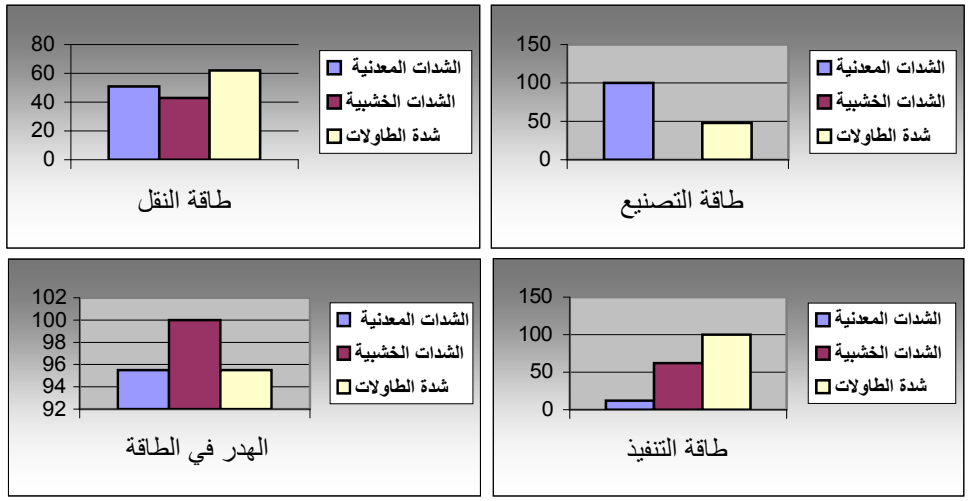


شكل(٦-٢):

الإنشاء باستخدام الأعصاب المعدنية وبلوكات الأسقف.(م،١٠٢،ص٢)

عناصر التقييم المقترحة	استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى					
	طاقة تصنيع مواد البناء	طاقة النقل	طاقة التنفيذ (إنشاء-تخزين-تشطيب-أعمال نثرية)			
مواد البناء المستخدمة			طاقة المعدات	طاقة العمالة	الهدر الناتج عن هوالك مواد البناء	الهدر الناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات
الشدة المعدنية	١٠٠%	٥١%		١٢%	٩٥,٥%	
الشدة الخشبية	صفر%	٤٣%		٦٢%	١٠٠%	
شدة الطاولات المعدنية	٤٨%	٦٢%		١٠٠%	٩٥,٥%	

جدول(٦-٤):نسب المقارنة لبدائل أحد مواد البناء المساعدة المستخدمة.



٦-١-٣-تقييم بدائل أحد أساليب التنفيذ المستخدمة

يتم استخدام مجموعة من أساليب التنفيذ المختلفة للمشروع الواحد، حيث تتنوع أساليب التنفيذ وفقاً للعناصر التي تقوم بتنفيذها سواء كانت عناصر حاملة أو محمولة أو كليهما ولا غنى عن أي منها في المشاريع المختلفة، ويلاحظ أهمية استخدام أساليب التنفيذ المختلفة المتوافقة والمكملة لبعضها البعض بكل مشروع، وفيما يلي تم التركيز في هذا المثال على أحد أساليب التنفيذ المستخدمة للعناصر الحاملة بالمشروع، وذلك نظراً لأن مادة الخرسانة المسلحة هي أكثر العناصر تداولاً في مصر وأساليب التنفيذ المختلفة لها تعتبر مطلباً هاماً بها لتطويرها واختيار أفضلها، وتم اختيار أسلوب التنفيذ للخرسانة المسلحة بحيث يتم تغيير أحد بنوده فقط وهي عملية الخلط مما يسهل عملية المقارنة ويركز على هذه العملية لتغيير أسلوب التنفيذ المستخدم.

يعتبر الغرض الأساسي من عملية الخلط هو تحويل العناصر المختلفة المكونة للخرسانة من الرمل والزلط والأسمنت والماء والإضافات إن وجدت إلى خليط متجانس التكوين والقوام في أقل وقت ممكن وبأقل فقد في المواد، وعند انتهاء عملية الخلط يجب أن تكون كل حبيبة من الركام مغطاة بعجينة الأسمنت، وتعتبر عملية خلط الخرسانة أهم العمليات التي تؤثر على خواصها، ولذلك يجب إعطاء هذه العملية العناية الكافية عند تنفيذها وترشيد استهلاك الطاقة فيها.(٤٢٠٤)

وتتم عملية الخلط في مشروع مدينة نصر الجديدة باستخدام الخلاطة المركزية المتواجدة بموقع المشروع، وتم مقارنة عملية الخلط باستخدام هذه الخلاطة مع أسلوب التنفيذ التقليدي باستخدام الخلاطة النحلة، ويلاحظ أن اختيار أسلوب الخلط باستخدام خلاطة مركزية في الموقع جاء نتيجة العدد الكبير من العمارات والارتفاعات الكبيرة بكل منها، وقد تم اختيار موقع الخلاطة المركزية بحيث تكون متوسطة لمجموعة الوحدات بالمشروع.

ويلاحظ عند مقارنة أسلوبي التنفيذ أن استخدام المادة نفسها يؤدي إلى تساوي طاقة تصنيع مواد البناء لكليهما، كما يلاحظ أن أسلوبي التنفيذ يتمان في الموقع مما يؤدي إلى التغاضي عن العديد من العوامل المشتركة بين الأسلوبين مثل طاقة النقل لكليهما والمعتمدة على نقل نفس الموارد للمشروع لكلا الأسلوبين، ما عدا من بعض العمليات المختلفة فيما بينهما كطاقة عمالة تفريغ وتحميل الأسمنت، ويراعى عند الحساب وضع مجموعة من الافتراضات الهامة والتي تضاف للافتراضات السابقة في الاعتبار وهي:

- الاعتماد على الحسابات غير الدقيقة لطاقة تصنيع المواد من خلال الفواتير الشهرية لهذه المصانع، ويراعى فيما بعد عند الحسابات الدقيقة وضع جميع العمليات المختلفة لكل من المعدات والعمالة في الاعتبار.
- تتم عملية التشوين في الموقع لكلا الأسلوبين في نفس المكان بحيث تشغل نفس الحيز، وهو ما يساعد على التغاضي عن طاقة التشوين لكلا الأسلوبين.

أسلوب تنفيذ الخرسانة المسلحة باستخدام الخلاطة المركزية المتواجدة بالموقع					النسبة
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية		٧٦ ك.و.س/م^3	ص ٣٥٧	
			٧٦ ك.و.س/م^3		١٠٠%
طاقة النقل	طاقة عمالة نقل الأسمنت		٦,٤ ك.و.س/الدور	ص ٣٦٠	
			٠,١٦ ك.و.س/الدور		٢١ %
طاقة التنفيذ	طاقة معدات الإنشاء		٣٠٣١٧,٣ك.و.س/الدور	انظر الملاحق ص ٣٦١	
	طاقة عمالة الإنشاء	عمالة المعايرة	٥ ك.و.س/الدور		
		عمالة الخلط	١٥ ك.و.س/الدور		
		طاقة الصب	٣٧,٨ ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة الهز	٣٥ ك.و.س/الدور		
			٣٠٤١٠ك.و.س/الدور		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء		١٤٨,٨ك.و.س/الدور		٩ %
			٣٠٥٥٨ك.و.س/الدور		١٠٠%

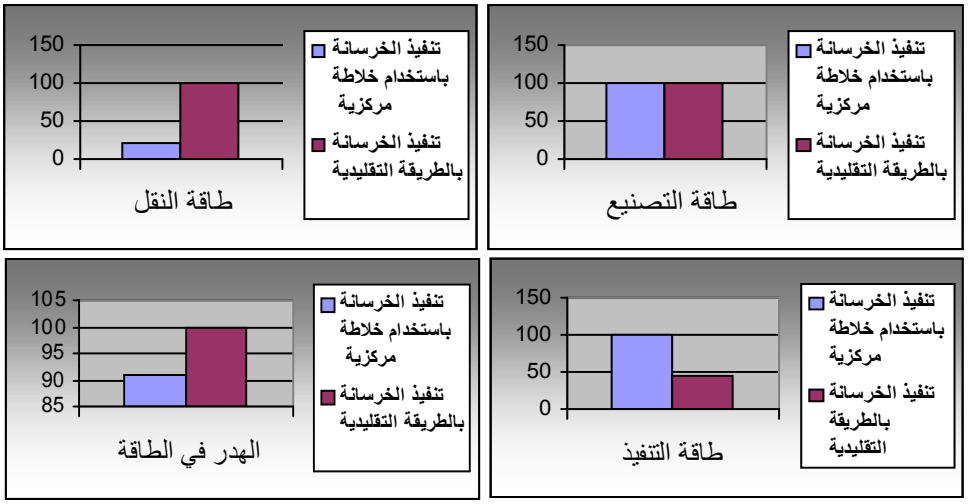
أسلوب تنفيذ الخرسانة المسلحة باستخدام الطريقة التقليدية(الخلاطة النحلة)					النسبة
طاقة التصنيع	طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية		٧٦ ك.و.س/م^3	ص ٣٣٦	
			٧٦ ك.و.س/م^3		١٠٠%
طاقة النقل	طاقة عمالة نقل الأسمنت		٢٩,٧ ك.و.س/الدور	ص ٣٣٦	
			٢٩,٧ ك.و.س/الدور		١٠٠%
طاقة التنفيذ	طاقة معدات الإنشاء		٨٦١٨ ك.و.س/الدور	انظر الملاحق ص ٣٣٦	
	طاقة عمالة الإنشاء	عمالة المعايرة	٢١٥٢,٦ ك.و.س/الدور		
		عمالة الخلط	١٦٨,١٧ ك.و.س/الدور		
		طاقة الصب	١٩٧٣,٢ ك.و.س/الدور		
		طاقة عمالة الهز	٤٣٤ ك.و.س/الدور		

		١٣٤٤٦ك.و.س/الدور		
	الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء	١٦٠٧,٠٤ك.و.س/الدور		١٠٠%
		١٥٠٥٣ك.و.س/الدور		٤٩%

جدول(٦-٥): تقييم بدائل أحد أساليب التنفيذ المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة.

عناصر التقييم المقترحة	استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى			
	طاقة تصنيع مواد البناء	طاقة النقل	طاقة التنفيذ (إنشاء-تخزين-تشطيب-أعمال نثرية)	
مواد البناء المستخدمة			طاقة المعدات والعمالة	الهدر الناتج عن هوالك مواد البناء	الهدر الناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات
أسلوب التنفيذ باستخدام خلاطة مركزية	١٠٠%	٢١%	١٠٠%	٩١%	
أسلوب التنفيذ باستخدام الخلاطة النحلة	١٠٠%	١٠٠%	٤٤%	١٠٠%	

جدول(٦-٦):نسب المقارنة لبدائل أحد أساليب التنفيذ المستخدمة.



٦-٢-نموذج مقترح لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى باستخدام الحاسب الآلي

يمكن اللجوء إلى استخدام النموذج المقترح باستخدام الحاسب الآلي لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى عندما يراد الحصول على تقييم رقمي لاستهلاك الطاقة لأحد العوامل المستخدمة بالمشروع، كما يمكن هذا النموذج من مقارنة عمليات الترشيد المختلفة والتي يمكن تطبيقها بالمشروع مع العمليات الفعلية التي تتم عليه.

وتم في هذا النموذج استخدام جدول التقييم المقترح بالباب الثالث من البحث للمساعدة في الحسابات الخاصة بالطاقة المستهلكة لهذه العوامل، ويشترط إعطاء أرقام صريحة وواضحة لهذا الاستهلاك والمعتمدة على ظروف المشروع والتي تختلف بالتالي مع غيرها من المشاريع والمواقع الأخرى، فلا يمكن في هذه الحالة التغاضي عن بعض الأرقام والحسابات الخاصة بالمشروع كمسافة النقل المقطوعة بين المواضع المختلفة أو طاقة تحجير أحد مواد البناء، ويعطي هذا النموذج إمكانية تطبيق طرق ترشيد استهلاك الطاقة في المواضع التي يمكن فيها الترشيد بحيث يمكن بالمقارنة بين النتائج قبل القيام بعمليات الترشيد وبعدها الاستدلال على كيفية الترشيد من خلال هذه العوامل وأفضل الطرق الممكنة لها.

وتم وضع بعض الافتراضات في الاعتبار عند التعامل مع هذا النموذج المقترح، وتتضمن هذه الافتراضات ما يلي:

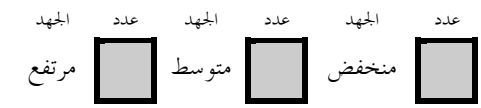
- يتم تخزين طاقة تصنيع جميع مواد البناء المتعارف عليها بالبرنامج بحيث يكفي معرفة كمية هذه المادة واسمها التعرف على طاقة تصنيعها.
- التعامل مع المباني ذات ارتفاع دور واحد فقط، وبالتالي فإن طاقة العمالة والمعدات ستحسب لهذا الدور فقط، ويراعى اختلاف الطاقة باختلاف الأدوار عند الحساب لأكثر من دور.
- فرض إلغاء طاقة كل من تصنيع المعدات وتهيئة العمالة مما يجعل طاقة كل منهما مساوية لطاقة تشغيلهما، ويراعى فيما بعد وضع كلا الطاقتين في الاعتبار بعد تحديد عمر المعدة وبالتالي عدد مرات استخدامها، وكذلك بعد تحديد عدد مرات تشغيل العامل باستخدام طاقة تهيئته، بحيث يتم قسم الطاقتين على عدد مرات التشغيل وإضافتهما إلى إجمالي طاقتيهما.
- التعامل مع قدرة العمالة بمعرفة مستوى الجهد المطلوب منها من خلال ثلاث أقسام تم تحديدهم، وذلك بافتراض مستوى الجهد المنخفض للعمالة يقابل ١٥٠وات، وبافتراض مستوى الجهد المتوسط يقابل ٢٠٠وات، وبافتراض مستوى الجهد المرتفع يقابل ٣٠٠وات.

ويمكن بالتالي التعامل مع النموذج المقترح بعد ملئ الخانات المطلوبة كالآتي:

- اسم المادة المستخدمة

- كمية المادة المستخدمة بالدور (طن) أو (م^3)/ الدور

- عدد عمالة التحميل والتفريغ وفق مستوى الجهد المبذول لكل منهم/ نقلة



- الزمن المستغرق للتحميل والتفريغ

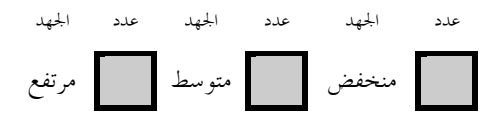
- سعة عربة النقل (طن) أو (م^3)

- قدرة عربة النقل (ك.و)

- مسافة النقل المقطوعة (كم)

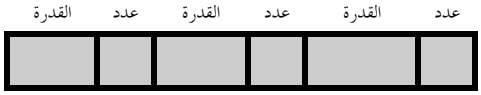
- زمن النقل (لكل كم مشوار)

- عدد عمالة التنفيذ وفق مستوى الجهد المبذول لكل منهم



- الزمن المستغرق لأداء العمل لكل عامل من عمالة التنفيذ

- قدرة المعدات المستخدمة للتنفيذ وعددها



- الزمن المستغرق لأداء العمل لكل معدة من معدات التنفيذ

ويلاحظ أنه من خلال الخانات السابقة يمكن بسهولة استنتاج عدد من الخانات الأخرى وهي:

- عدد مرات النقل: كمية المادة (طن أو م^3)/سعة العربة (طن أو م^3)
- طاقة عمالة النقل: مجموع قدرة عمالة النقل × الزمن المستغرق لكل منهم × عدد مرات النقل
- طاقة معدات النقل: مجموع قدرة معدات النقل × الزمن المستغرق لكل منهم × عدد مرات النقل
- طاقة عمالة التنفيذ: مجموع قدرة عمالة التنفيذ × الزمن المستغرق لكل منهم
- طاقة معدات التنفيذ: مجموع قدرة معدات التنفيذ × الزمن المستغرق لهم

ويتم تلقائياً ملئ الخانات الخاصة باستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بالجدول السابق اقتراحه بالباب الثالث كالتالي:

عناصر التقييم المقترحة		المادة المستخدمة:		
الطاقة المستهلكة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء			
	طاقة النقل			س
	طاقة التنفيذ			
تأثير مواد البناء المستخدمة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى[١]			[٢]	
تأثير مواد البناء المستخدمة على استهلاك الطاقة في مرحلة هدم المبنى[٣]			[٤]	
مراعاة التوازن البيئي[٥]			[٦]	
مراعاة عاملي الأمان والجودة[٧]			[٨]	
الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة[٩]				
المجموع				

و يمكن بالتالي في حالة الرغبة في ترشيد استهلاك الطاقة التوجه نحو الخطوة التالية الخاصة بالترشيد، وذلك من خلال أحد اختيارين إما بالطرق المباشرة أو الطرق غير المباشرة، ويمكن بالضغط على أي من الاختيارين الحصول على بعض الحلول الممكنة، والتي يمكن بتغيير أي منها الحصول على حسابات مختلفة يمكن مقارنتها مع الأصلية.

هل تريد ترشيد استهلاك الطاقة ؟

طرق مباشرة

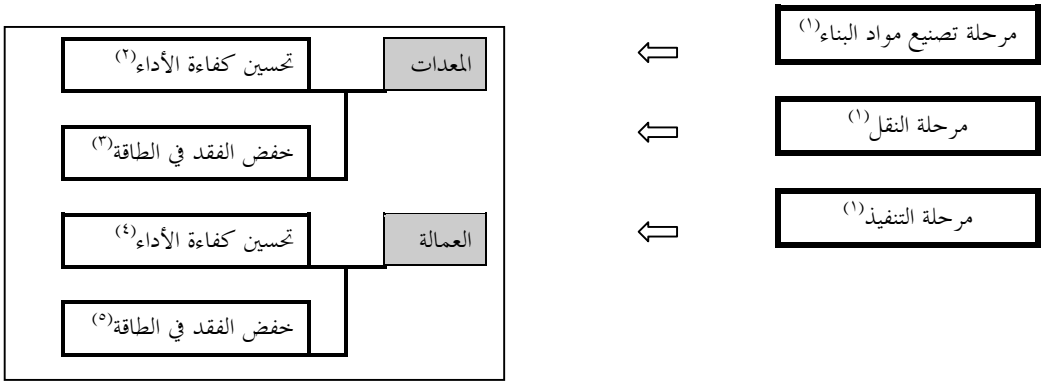
طرق غير مباشرة

(١) انظر الباب الثالث ص ١٠١.
(٢) انظر التوصيات ص ٣١٢.
(٣) انظر الباب الثالث ص١٠٧.
(٤) انظر التوصيات ص ٣١٢.
(٥) انظر الباب الثالث ص١١١.
(٦) انظر التوصيات ص٣١١.
(٧) انظر الباب الثالث ص١١٣.
(٨) انظر التوصيات ص٣١٢.
(٩) انظر الباب الثالث ص ١١٦.

الطرق المباشرة لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

القيمة الأصلية	س
القيمة بعد التغيير	

➢ **ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة**



➢ **ترشيد استهلاك الطاقة من خلال العوامل المؤثرة عليها في مرحلة تشييد المبنى**

(١) يفترض عند الضغط على أي من الخانات السابقة ظهور الصندوق الموضح بجانب هذه الخانات على الشاشة.

(٢) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لتحسين كفاءة طاقة المعدات.(راجع الباب الخامس ص٢٢٣)

(٣) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لخفض الفقد في طاقة المعدات والمتمثلة في هوالك مواد البناء والناتجة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات.(راجع الباب الخامس ص ٢٣١)

(٤) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لتحسين كفاءة طاقة العمالة.(راجع الباب الخامس ص ٢٢٦)

(٥) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لخفض الفقد في طاقة العمالة والمتمثلة في هوالك مواد البناء والناتجة عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات.(راجع الباب الخامس ص ٢٣٤)

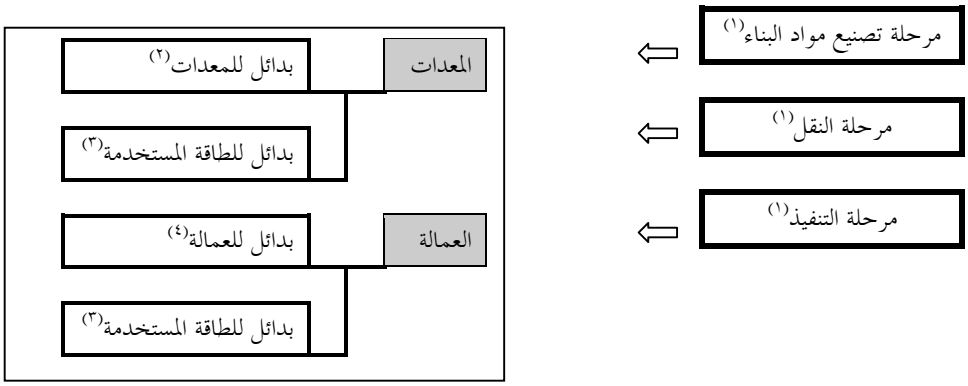
(٦) يفترض عند الضغط على أي من الخانات السابقة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لترشيد استهلاك الطاقة من خلال هذه العوامل.(راجع الباب الخامس ص ٢٤٢)

التحكم في الوقت[٦]

الطرق غير المباشرة لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى

القيمة الأصلية	س
القيمة بعد التغيير	

- **ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة**



- **ترشيد استهلاك الطاقة من خلال العوامل المؤثرة عليها في مرحلة تشييد المبنى**

مواد البناء المستخدمة[٥]

أساليب التنفيذ المستخدمة[٥]

نظم البناء المتبعة[٦]

عملية التصميم[٦]

التحكم في الوقت[٦]

---

(١) يفترض عند الضغط على أي من الخانات السابقة ظهور الصندوق الموضح بجانب هذه الخانات على الشاشة.

(٢) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لبدائل المعدات.(راجع الباب الخامس ص ٢٢٥)

(٣) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لبدائل الطاقة المستخدمة.(راجع الباب الثالث ص١١٧)

(٤) يفترض عند الضغط على هذه الخانة ظهور مجموعة من الحلول المقترحة لبدائل العمالة.(راجع الباب الخامس ص ٢٢٨)

(٥) يفترض عند الضغط على أي من الخانات السابقة ظهور مجموعة من البدائل المقترحة لهذه العوامل.(الباب الرابع ص ١٣٦،١٥٧)

(٦) يفترض عند الضغط على أي من الخانات السابقة ظهور مجموعة من البدائل المقترحة لهذه العوامل.

مما سبق يمكن الحصول على مثال تطبيقي لجزئية من هذا البرنامج على أحد مواد البناء المستخدمة بمشروع مدينة نصر الجديدة ولتكن مادة الطوب الأسمنتي كما يلي:

برجاء ملئ الخانات التالية بدقة:

طاقة تصنيع المواد المختلفة

اسم المادة المستخدمة	الطوب الأسمنتي					
كمية المادة المستخدمة م٣ أو طن/الدور	117.6 م٣/الدور					
عدد عمالة التحميل والتفريغ وفق مستوى الجهد المبذول لكل منهم/نقلة	عدد	الجهد	عدد	الجهد	عدد	الجهد
	0	منخفض	0	متوسط	4	مرتفع
الزمن المستغرق للتحميل والتفريغ(ساعة)/نقلة	0		0		4	
سعة عربة النقل(طن) أو (م٣)	10 م٣					
قدرة عربة النقل(ك.و./كم مشوار)	1					
مسافة النقل المقطوعة (كم) (ذهاباً وإياباً)	100					
زمن النقل (ساعة/نقلة)	1.5					
عدد عمالة التنفيذ وفق مستوى الجهد المبذول لكل منهم	عدد	الجهد	عدد	الجهد	عدد	الجهد
	1	منخفض	8	متوسط	15	مرتفع
الزمن المستغرق لأداء العمل لكل عامل من عمالة التنفيذ/ يوم، عدد الأيام	8	7	8	4	8	1
قدرة المعدات المستخدمة للتنفيذ وعددها	عدد	القدرة	عدد	القدرة	عدد	القدرة
	0		0		0	
الزمن المستغرق لأداء العمل لكل معدة من معدات التنفيذ	0		0		0	
عدد مرات النقل/الدور	11.76					
طاقة عمالة النقل(ك.و.س)	4.8					
طاقة معدات النقل(ك.و.س)	1764					
طاقة عمالة التنفيذ(ك.و.س)	95.6					
طاقة معدات التنفيذ(ك.و.س)	0					

عناصر التقييم المقترحة	المادة المستخدمة	الطوب الأسمنتي
الطاقة المستهلكة في مرحلة تشييد المبنى	طاقة تصنيع مواد البناء	46757.76
	طاقة النقل	1768.8
	طاقة التنفيذ	95.6
تأثير مواد البناء المستخدمة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى		
تأثير مواد البناء المستخدمة على استهلاك الطاقة في مرحلة هدم المبنى		
مراعاة التوازن البيئي		
مراعاة عاملي الأمان والجودة		
الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة		
المجموع(ك.و.س)		48622.16

هل تريد ترشيد استهلاك الطاقة

طرق مباشرة

طرق غير مباشرة

القيمة بعد التغيير:

القيمة بعد التغيير:

جداول للمساعدة في تسوية الوحدات من الطاقة

الطاقة		للحصول على: وحدة حرارية بريطانية BTU (و.ح.ب)	جول	كيلوكالوري	كيلووات ساعة
اضرب					
و.ح.ب	في	١,٠	١٠٥٤,٨	٠,٢٥٢	$١٠\times٢,٩٣^{-٤}$
جول	في	٠,٠٠١	١,٠	$١٠\times٢,٤^{-٣}$	$١٠\times٢,٧٨^{-٧}$
كيلوكالوري	في	٣,٩٦٨٥	٤١٦٦,٧	١,٠	$١٠\times١,١٦^{-٣}$
كيلووات ساعة	في	٣٤١٢	$١٠\times٣,٦^{٦}$	٨٦٠	١,٠

جدول(م-١): جدول التحويل لوحدات الطاقة المختلفة.(م.٤٦،ص١٨١)

طن بترول مكافئ	مليون وحدة حرارة بريطانية	جيجا جول	جيجا كالوري	ميجاوات ساعة
١	٣٩،٦٩	٤١,٨٧	١٠	١١,٦٣
٠,٠٢٥	١	١,٠٥	٠,٢٥	٠,٢٩
٠,١	٣,٩٧	٤,١٩	١	١,١٦
٠,٠٨٦	٣,٤١	٣,٦	٠,٨٦	١
٠,٠٢٤	٠,٩٥	١	٠,٢٤	٠,٢٨

جدول(م-٢): وحدات الطاقة وأهم التحولات المستخدمة. (م.٢١،ص٤٢)

كيلو(K (kilo	=	ألف = $١٠^{٣}$
ميجا(M (Mega	=	مليون = ٦١٠
جيجا(G (Giga	=	مليار=بليون=٩١٠
تيرا(T (Tera	=	تريليون = ١٢١٠
طن متري	=	١٠٠٠كيلوجرام
متر مكعب غاز طبيعي	=	٣٥,٣١٥قدم مكعب
طن بترول	=	٧,٣برميل بترول
طن غاز طبيعي	=	١٢٧٢م٣
متر مكعب غاز طبيعي	=	٣٥,٣١٥ قدم مكعب

طن زيت خام	=	٠,٩٩٥طن بترول مكافئ
طن غاز طبيعي	=	١,١١١طن بترول مكافئ
طن بوتاجاز	=	١,١٢٥طن بترول مكافئ
طن مازوت	=	٠,٩٧٢طن بترول مكافئ
طن كيروسين	=	١,٠٨٦طن بترول مكافئ
طن بترين	=	١,١٠٣طن بترول مكافئ
طن سولار	=	١,٠٦٦طن بترول مكافئ
طن فحم	=	٠,٦٧ طن بترول مكافئ
ك.و.س (مائي)	=	٢١٩,٤بترول مكافئ*

*لعام١٩٩٨/٢٢١،١٩٩٩لعام١٩٩٩/٢٠٠٠

جدول(م-٣): بعض الوحدات المستخدمة للتحويل بين أنواع الطاقة المختلفة.(م.٢١،ص٤٢)

جدول للمساعدة في حساب طاقة المعدات

نوع الوقود	الوحدة	جيجاكالوري لكل وحدة (G cal/unit)	جيجاجول لكل وحدة (GJ/unit)	طن زيت مكافئ لكل وحدة (TOE/unit)
سولار (زيت البترول رقم ٢)	طن	٩,٧٤	٤٠,٧٧	٠,٩٧٤
مازوت (زيت البترول رقم ٦، ٣%كبريت)	طن	٩,٥٥	٣٩,٩٨	٠,٩٥٥
كيروسين	طن	١٠,٣٩	٤٣,٤٩	١,٠٣٩
غاز طبيعي	م٣	٠,٠٠٩	٠,٠٣٧	٠,٠٠٠٩
بيوتان	طن	١١,٩٧	٥٠,١١	١,١٩٧
بروبان	طن	١١,٩٦	٥٠,٠٦	١,١٩٦
فحم الإنتراسيت	طن	٧,٧٢	٣٢,٣٢	٠,٧٧٢
فحم بيتوميني	طن	٧،٧٨	٣٢,٥٧	٠,٧٧٨
فحم دون البيتوميني	طن	٧,٠٠	٢٩,٣٠	٠,٧٠٠
ليجنيت	طن	٤,٨٢	٢٠,١٨	٠,٤٨٢
خثpeat،(٢٠% رطوبة)	طن	٣,٤٦	١٤,٤٨	٠,٣٤٦
خشب (١٥%رطوبة)*	طن	٣,٣٤	١٤,٣٦	٠,٣٤٣
كهرباء**	كيلووات ساعة	$١٠\times٨,٦^{-٤}$	$١٠\times٣,٦^{-٣}$	$١٠\times٨,٦^{-٥}$

* تختلف القيمة الحرارية باختلاف نوع الخشب ونسبة الرطوبة

** لا تشمل كفاءة التوليد وفواقد النقل والتوزيع.

جدول(م-٤): القيم الحرارية العليا لأنواع الوقود الشائعة في مصر.(مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة-مركز بحوث التنمية والتخطيط التكنولوجي).

جدول للمساعدة في حساب طاقة تصنيع مواد البناء

المواد	الطاقة الأولية المستهلكة جيجاجول/طن
الحديد	
حديد مصنع (ألمانيا)	٢٥,٨٠
حديد تسليح (ألمانيا)	٣٠,١٠
الألمونيوم	
الألواح (ألمانيا)	٢٦١,٠٠
منتجات نهائية	٢٧٠,٠٠
الرمل (انجلترا)	٠,٠٣ – ٠,٣
الرمل المتدرج (الهند)	٠,٢٢
رمل المباني (الهند)	٠,٠١٥
كسر الحجر (الهند)	٠,١
الحجر المحوت (كينيا)	٠,١
الطوب النيئ (الأرجنتين)	٠,٠٠٢
الطوب النيئ المقوى بالأسمنت (٥%)	٠,٣٥
الطوب النيئ المقوى بالأسمنت (١٥%)	٠,٧٠

جدول(م–٥): الطاقة الأولية المستهلكة لإنتاج بعض مواد البناء.(م.٢٣،ص٤٨،٤٧)

جدول يبـــين إمكانية المقارنة بين طاقة تشغيل أنواع الطوب المستخدم

نوع الجدار	نوع السقف	حجم جهاز التكييف	استهلاك الطاقة السنوي كيلووات–ساعة	نسبة الزيادة في تكاليف الطاقة بالنسبة للطوب الأحمر
طوب أحمر فخاري	هوردي فخاري	١٦طن	١٠٤٧١٨	
طوب أسمنتي	هوردي أسمنتي	١٨طن	١٣٥٨١٦	٣٠
طوب أسمنتي	بلاطة أسمنتية	٢٢طن	١٥٠٤٦٠	٤٤
طوب رملي	بلاطة أسمنتية	٢٤طن	١٦٤٠٠٠	٥٧
حائط خرساني جاهز	بلاطة أسمنتية	٢٥طن	١٦٩٠٠٠	٦٢

جدول(م–٦): حجم جهاز التكييف لحوائط وأسقف حسب نوع الطوب المستخدم.(م.٨٩،ص٦٦)

جدول(م–٧): التخلف الزمني لبعض مواد البناء.(م.١٩٦١،٨٩)

جدول(م–٨): الخواص الحرارية الفيزيائية لبعض مواد البناء المختلفة.(م.٢٣،ص٢٢٤)

مادة البناء	السمك (سم)	التخلف الزمني (ساعة)
الحجر الطبيعي	٢٠	٥,٥
	٣٠	٨
	٤٠	١٠,٥
	٦٠	١٥,٥
	٣٠	٧,٨
	٤٠	١٠,٢
الطوب الأحمر	١٠	٢,٣
	٢٠	٥,٥
	٣٠	٨,٥
	٤٠	١٢
الخشب	١,٢٥	٠,١٧
	٢,٥	٠,٤٥
	٥	١,٣
ألواح عازلة للحرارة	١,٢٥	٠,٠٨
	٢,٥	٠,٢٣
	٥	٠,٧٧
	١٠	٢,٧
	١٥	٥
الخرسانة	٥	١,١
	١٠	٢,٥
	١٥	٣,٨
	٢٠	٥,١

المادة	الكثافة (كجم/م^3)	الموصلية الحرارية K (وات/م.س)	الحرارة النوعية Cp
طوب أسمنتي مصمت	١٦٠٠ – ٢٠٠٠	١,٢ – ١,٤	٨٨٠
طوب رملي وردي	١٨٠٠	١,٥٩	٨٣٥
طوب الليكا المفرغ	١٠٠٠– ١٣٠٠	٠,٣٥– ٠,٤٥	١٠٠٠
	١٨٥٠– ٢٠٠٠	٠,٥٥– ٠,٦٥	٨٣٥
الحجر الجيري	٢٣٨٠	٠,٧٣	٨٤٠
الحجر الرملي	٢٢٦٠	٠,٩٧	٨٤٠
رمل	١٥٢٠	٠,٣٣	٨٠٠
جبس	١٢٠٠	٠,٤٣	١٠٨٠
خرسانة	٢٣٠٠	٠,٩٣	٦٥٣
التشطيبات			
رخام	٢٦٠٠	٢,٦	٨٨٠
جرانيت	٢٨٠٠	٣,٥	٩٠٠
محارة	٢١٠٠	٠,٧٥	٨٣٥
خشب	٣٥٠– ٧٥٠	٠,١١– ٠,١٦	٢٠٠٠
حديد/صلب	٧٢٠٠– ٧٧٠٠	٤٥–٦٠	٥٠٠
ألمونيوم	٢٧٤٠	٢٢١	٨٩٥

جدول(م–٩): الخواص الحرارية لأنواع طوب البناء المستخدمة.(مركز بحوث الإسكان والبناء–قسم بحوث طبيعة المنشآت والعوامل البيئية المحيطة–وحدة العزل والسلوك الحراري)

طوب البناء	الكثافة (كجم/م٣)	الموصلية الحرارية (وات/م.س)
فوم مفرغ	٥٣٠	٠,٢
فوم مصمت	٨٠٠	٠,٢٥
جبس مفرغ	٧٥٠	٠,٤١
جبس مصمت	٩٥٠	٠,٣٩
ليكا مفرغ	١٢٠٠	٠,٣٩
طفلي مفرغ	١٧٩٠	٠,٦
طفلي مصمت	١٩٥٠	١,٠٠

طوب البناء	الكثافة (كجم/م٣)	الموصلية الحرارية (وات/م.س)
أسمنتي مصمت	١٨٠٠	١,٢٥
أسمنتي مفرغ	١١٤٠	١,٦
خرساني مصمت	٢٠٠٠	١,٤٠
خفاف أبيض	٩٨٥	٠,٣٣
رملي مصمت	١٨٠٠	١,٥٩
رملي مفرغ	١٥٠٠	١,٣٩

R = الثخانة/ الموصلية الحرارية. $U_{roof} = 0.6\ W/m^2.^oC$ $U_{wall} = 1.0 W/m^2.^oC.$

جداول للمساعدة في حسابات الباب السادس من البحث

المواد	أوزان المواد الإنشائية(طن/م^3)
الخرسانة العادية	٢,١-٢,٣
الخرسانة المسلحة	٢,٤٠-٢,٦٠
الخرسانة المسلحة الخفيفة	٠,٨٠-١,٦٠
الخرسانة المسلحة الثقيلة	٣,٢٠-٥,٣٠
الألمونيوم (مصبوب)	٢,٧٧
الألمونيوم(رقائق)	٠,٠٠٢٨
الاسبستوس	٢,١٠
الأسفلت(الرصف)	٢,١٠
البازلت	٢,٧٠
البيتومين(الطبيعي)	١,١٠٠
البتومين (المصنع)	١,٤٠٠
الطوب	١,٧٥٠
الأسمنت(في أكياس)	١,٢٨٠
الفلين(حبيبات)	٠,١٢٢

المواد	أوزان المواد الإنشائية (طن/م^3)
الفيلت	٠,٢٠طن/مم سمك
الزجاج	٢,٧٠
الزلط	١,٧٠
الجبس	١,٥٠
الحمرة	١,٥٠
الحديد	٧,٨٠-٨,٠٠
الحديد الخام	٢,٤٠٠
الحجر الرملي	٢,٢٠-٢,٤٠
الصلب	٧,٨٥٤٠
القار	١,٢٠٠
الخشب	٠,٨٠-١,٠٠
الطين	١,٩٢-٢,١٠
الفلين المضغوط	٠,٣٩

جدول(م-١١): أوزان المواد الإنشائية طن/م^3.(الإدارة العامة للاستشارات الهندسية والخدمات الفنية-إدارة التصميمات-المقاولون العرب)

Φ	الوزن	المحيط	مساحة المقطع (سم^2)									
مم	كجم/م	سم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٦	٠,٢٢٢	١,٨٨	٠,٢٨	٠,٥٦	٠,٨٤	١,١٣	١,٤١	١,٧٠	١,٩٨	٢,٢٦	٢,٥٤	٢,٨٣
٨	٠,٣٩٥	٢,٥١	٠,٥٠	١,٠١	١,٥١	٢,٠١	٢,٥١	٣,٠٢	٣,٥٢	٤,٠٢	٤,٥٢	٥,٠٣
١٠	٠,٦١٧	٣,١٤	٠,٧٨	١,٥٧	٢,٣٦	٣,١٤	٣,٩٣	٤,٧١	٥,٥٠	٦,٢٨	٧,٠٧	٧,٨٥
١٣	١,٠٤	٤,٠٨	١,٣٣	٢,٦٦	٣,٩٨	٥,٣١	٦,٦٤	٧,٠٦	٩,٢٩	١٠,٦	١١,٩	١٣,٣
١٦	١,٥٨	٥,٠٣	٢,٠١	٤,٠٢	٦,٠٣	٨,٠٤	١٠,١	١٢,١	١٤,١	١٦,١	١٨,١	٢٠,١
١٩	٢,٢٣	٥,٩٧	٢,٨٣	٥,٦٧	٨,٥٠	١١,٣	١٤,٢	١٧,٠	١٩,٩	٢٢,٧	٢٥,٥	٢٨,٤
٢٢	٢,٩٨	٦,٩١	٣,٨٠	٧,٦٠	١١,٤	١٥,٢	١٩,٠	٢٢,٨	٢٦,٦	٣٠,٤	٣٤,٢	٣٨,٠
٢٥	٣,٨٥	٧,٨٥	٤,٩١	٩,٨٢	١٤,٧	١٩,٦	٢٤,٥	٢٩,٥	٣٤,٤	٣٩,٣	٤٤,٢	٤٩,١
٢٨	٤,٨٣	٨,٨٠	٦,٦١	١٢,٣	١٨,٥	٢٤,٦	٣٠,٨	٣٧,٠	٤٣,٤	٤٩,٣	٥٥,٤	٦١,٦
٣٢	٦,٣١	١٠,٠	٨,٠٤	١٦,١	٢٤,١	٣٢,٢	٤٠,٢	٤٨,٣	٥٦,٣	٦٤,٣	٧٢,٤	٨٠,٤
٣٨	٨,٩٠	١١,٩	١١,٣	٢٢,٦	٣٣,٩	٤٥,٢	٥٦,٥	٦٧,٨	٧٩,١	٩٠,٤	١٠٢	١١٣

جدول(م-١٢): مساحة وأوزان والمحيط الخارجي للأقطار المختلفة من حديد التسليح المستخدم.(م.١٢٢،ص١٤)

		برج (١) موديل(D)	برج(٢) موديل(E)	برج (٣) موديل(D)	برج (٤) موديل(C)		برج (٥) موديل(C)		برج (١٠) موديل(C)		برج (١١) موديل(C)	
الحفـــــر		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	١٢٠٠,٤٢٠							
الردم	رمل	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد		لا يوجد		لا يوجد		لا يوجد	
	الزلط	١٧٣٩٠,٨٦١			لا يوجد		لا يوجد		لا يوجد		لا يوجد	
أساسات	طبقة رمل	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٧٣٠,٩٧١				٧٣٠,٩٧١			
	خرسانة.ع	٢٣٨,٨٠١	٢٤٧,١٨٧	٢٣٨,٨٠١	١٨٢,٧٤٣				١٨٢,٧٤٣			
	خرسانة.م	١٢٨٨,٣٨	١٣٣,٣٨٣	١٢٨٨,٣٨	٢٤٤٧,٥٢٠				٢٤٤٧,٥٢٠			
دور البدروم	حوائط	٧٦,١٦٧	٦٤,٣٨١	٧٦,١٦٧	٧٢,١٥٧		٧٢,١٧٥		٧٢,١٧٥		٧٢,١٧٥	
	الأعمدة	٧٠,٥٤٠	٦٧,٩٧٧	٧٠,٥٤٠	٥٦,٠١٠		٥٦,٠١٠		٥٦,٠١٠		٥٦,٠١٠	
	القلب	٣٨,٢٢٦	٣٨,٢٢٦	٣٨,٢٢٦	٤٢,٥٠٦		٤٣,٥٠٦		٤٢,٥٠٦		٤٣,٥٠٦	
	السقف	١٥٥,٥٢٦	١٥٦,٨١١	١٥٥,٥٢٦	١٣٥,٥٤٣		١٣٥,٥٤٣		١٣٥,٥٤٣		١٣٥,٥٤٣	
الدور الأرضي	الأعمدة	٥٦,٤٢٠	٥٤,٣٣٠	٥٦,٤٢٠	٤٧,٠٥٠		٤٧,٠٥٠		٤٧,٠٥٠		٤٧,٠٥٠	
	القلب	٣٨,٠٨٦	٣٨,٠٨٦	٣٨,٠٨٦	٤٤,٩٣٨		٤٤,٩٣٨		٤٤,٩٣٨		٤٤,٩٣٨	
	السقف	١٥٤,٨٠٣	١٥٤,٥٤٤	١٥٤,٨٠٣	١٤٥,١١٧		١٤٥,١١٧		١٤٥,١١٧		١٤٥,١١٧	
الدور الأول	الأعمدة	٤٦,٩٦٠	٤٦,٨٢٠	٤٦,٩٦٠	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦
	القلب	٢٨,٩٧٤	٢٩,٣٨١	٢٨,٩٧٤	٤٤	٤٦	٤٤	٤٦	٤٤	٤٦	٤٤	٤٦
	السقف	١٥٢,٢٢٠	١٥٢,٢٢٠	١٥٢,٢٢٠	١٣٠	١٢٩	١٣٠	١٢٩	١٣٠	١٢٩	١٣٠	١٢٩
الدور الثاني	الأعمدة	٤٦,٩٦٠	٤٦,٨٢٠	٤٦,٩٦٠	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦
	القلب	٢٨,٩٧٤	٣٣,٧١٧	٢٨,٩٧٤	٤٤	٤٦	٤٤	٤٦	٤٤	٤٦	٤٤	٤٦
	السقف	١٥٢,٢٢٠	١٥٢,٥١٠	١٥٢,٢٢٠	١٣٠	١٢٩	١٣٠	١٢٩	١٣٠	١٢٩	١٣٠	١٢٩
الدور الثالث	الأعمدة	٤٠,٢٥٠	٤٠,٦٠٠	٤٠,٢٥٠	٣١		٣١		٣١		٣١	
	القلب	٢٥,٣١٣	٢٥,٣١٣	٢٥,٣١٣	٤١		٤١		٤٢		٤١	
	السقف	١٤٥,٧٦٦	١٤٧,٠١١	١٤٥,٧٦٦								
الدور الرابع	الأعمدة	٤٠,٢٥٠	٤٠,٦٠٠	٤٠,٢٥٠								
	القلب	٢٥,٣١٣	٢٥,٣١٣	٢٥,٣١٣								
	السقف	١٤٥,٧٦٦	١٤٧,٠١١	١٤٥,٧٦٦								
الدور الخامس	الأعمدة	٣٣	٣٢	٣٣	٣٣							
	القلب	٢١	٢١	٢١	٢١							
	السقف	١٤٧	١٤٧	١٤٧								
الدور السادس	الأعمدة	٣٣	٣٢	٢٣	٣٣							
	القلب	٢١	٢١	٢١	٢١							
	السقف	١٤٧	١٤٧	١٤٧								

جدول(م-١٣): جزء من جدول الكميات لمشروع مدينة نصر الجديدة.[١١٧٠م]

حسابات استهلاك الطاقة عند استخدام الطوب الأسمنتي المصمت في مشروع مدينة نصر الجديدة

- **طاقة التصنيع**

طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية

أولاً:طاقة تصنيع المواد الداخلة في التكوين

بإلغاء طاقة التحجير لمواد البناء المستخدمة فإن المؤثر الرئيسي للطاقة المستهلكة لإنتاج الطوب الأسمنتي هو طاقة تصنيع الأسمنت، ويمكن بمعرفة أن طاقة تصنيع الأسمنت = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن،(م١١٠) وبفرض استخدام محتوى الأسمنت في الخلطة ١٢% والذي يحدد وفقاً لوزن الخلطة،(م٨٨) وبمعرفة أن كثافة الطوب الأسمنتي = ١٨٠٠ كجم/م^3 (م٢٣،ص٢٤٤) أي أن وزن الأسمنت منها = ١,٨ × ٠,١٢ = ٠,٢١٦ طن/م^3، وبالتالي فإن الطاقة المستهلكة لتصنيع الأسمنت فيها =٨٠×٠,٢١٦ = **١٧,٢٨ ك.و.س/م^3**

ثانياً:طاقة تجميع مكونات المادة

يتم استخدام المعدات التالية في التصنيع: خلاطة مركزية لخلط المونة سعة ٣ /٤ متر مكعب.

ماكينة بياض طوب مقاس ٢٥×٢٠×٤٠ سم شاملة الفارمة سعة ١٠ (عشرة طوبة بنفس المقاس).

ونش شوكة حمولة ٢,٥ طن.

لودر تشوين خامات.

ولقد وجد من فواتير استهلاك مصنع الطوب الأسمنتي أن القدرة الكهربائية المستهلكة للتصنيع=١١٨,٥ ك.وات خلال ٨ ساعات للوردية الواحدة لإنتاج عدد ٦٠٠٠ طوبة مقاس ٢٥×٢٠×٤٠سم، أي أن طاقة تصنيع وحدة الحجوم = ١١٨,٥/٨×٦٠٠٠×(٠,٢٥×٠,٢× ٤.)=**٧,٩ ك.و.س/م^3 مباني**.(م١١٤)

كما يتم الاحتياج للعمالة التالية:عمالة فنية:١ فني سائق (سلكيير لتقريب الخامات للميزان).

١ فني لتشغيل لوحة الكهرباء(خلاطة).

١ سائق ونش شوكة.

١ سائق لودر.

١ فني تشغيل البياضة.

١ فني ميكانيكا.

١ ملاحظ فني.

ويمكن اعتبار العمالة السابقة ذات قدرة = ٢٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة السابق ذكره بالباب الثاني (انظر ص٥٤)، أي أن مجموع طاقتهم للوردية = ٧×(٢٠٠/١٠٠٠)× ٨ = ١١,٢ ك.و.س، بمعرفة أن عدد ساعات الوردية =٨ساعات.

العمالة العادية: يتم الاحتياج إلى ٢ عامل رش مياه.

١ عامل مساعد ماكينة البياض.

١ عامل نظافة بلاطة المصنع.(م١١٤٠)

ويمكن اعتبار العمالة السابقة ذات قدرة = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، أي أن مجموع طاقتهم للوردية = ٤× (١٠٠٠/٣٠٠)× ٨ = ٩,٦ ك.و.س، بمعرفة أن عدد ساعات الوردية =٨ساعات.

عمالة التشوين: يتم الاحتياج إلى ١عامل لتشوين ٥٠٠ طوبة مقاس ٢٥×٢٠ ×٤٠ سم، وللقيام بتشوين عدد ٦٠٠٠ طوبة للوردية يتم الاحتياج إلى عدد = (٦٠٠٠/٥٠٠) = ١٢ عامل للوردية الواحدة.(م١١٤٠)

ويمكن اعتبار قدرة أي منهم = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، وبالتالي فإن مجموع طاقتهم للوردية = ١٢×(١٠٠٠/٣٥٠)× ٨ = ٣٣,٦ ك.و.س.

أي أن طاقة عمالة تصنيع وحدة الحجوم من الطوب الأسمنتي المصمت= (١١,٢+٩,٦ + ٣٣,٦)/ (٦٠٠٠×(٠,٢٥×٠,٢ ×٠,٤)) = ٠,٤٥ ك.و.س/م^3 مباني.

وبالتالي فإن إجمالي الطاقة المستهلكة لتصنيع الطوب الأسمنتي المصمت من تجميع مكوناته = ٧,٩ + ٠,٤٥ = ٨,٣٥ ك.و.س/م^3 مباني.

ثالثاً:تأثير وزن الطوب المستخدم على طاقة تصنيع المواد الأخرى

يمكن معرفة تأثير وزن الطوب على أبعاد المنشآت الخرسانية بمقارنته بتأثير وزن بدائل هذا الطوب بكميات متقاربة على هذه الأبعاد، وحيث أن كثافة الطوب الأسمنتي = ١٨٠٠ كجم /م^3(م٢٣٠٠،ص٢٤٤) فإن وزن الطوبة المستخدمة = ١٨٠٠ ×(٠,٢×٠,٢٥×٠,٤) = ٣٦ كجم وفيما يلي سيتم افتراض أبعاد افتراضية للحساب، ويمكن بإعادة حساب المساحات المختلفة من المشروع بنفس الأسلوب الحصول على حسابات دقيقة لتأثير وزن الطوب الأسمنتي المصمت على كل فراغ من الفراغات، لكن سيتم هنا تنسيب النتائج إلى الأبعاد الإجمالية للمشروع طالما أنها ستنتهي بالمقارنة.

ويمكن افتراض مساحة الفراغ المحسوب له = ٤×٤م بسمك ١٢سم، وبمعرفة أن كثافة الخرسانة = ٢,٥ طن/م^3،وافتراض أن وزن التشطيب =٠,١٥ طن/م^2 ووزن الأحمال الحية = ٠,٢ طن/م^2، يمكن حساب الأحمال على البلاطة كما يلي:

الأحمال على البلاطة = وزن البلاطة +وزن التشطيب + الأحمال الحية على البلاطة = (٠,١٢ ×٢,٥) + ٠,١٥ + ٠,٢٠ = ٠,٦٥ طن/م^2.

الأحمال على الكمرات

تشمل الأحمال على الكمرات الوزن من البلاطة والحوائط إلى جانب وزن الكمرة، وذلك مع افتراض أبعاد الكمرة = ٢٠×٧٠سم، وأن ارتفاع الدور = ٣م.

- الوزن من البلاطة(للأضلاع المتماثلة) = ١ /٤ ×((طول البلاطة ×عرض البلاطة ×الأحمال على البلاطة)/طول ضلع الكمرة) = ٠,٢٥ ×(٤ × ٤ ×٠,٦٥)×٤ = ٠,٦٥ طن/م-.
- الوزن من الحائط (الحوائط الداخلية) = أبعاد المتر الطولي من الحائط ×كثافة الحائط = (١ × ارتفاع الحائط(ارتفاع السقف – عمق الكمرة) ×سمك الحائط (سمك المباني + سمك طبقتي البياض)) ×كثافة الحائط = ١ ×٢,٣ ×٠,٢٤ ×١,٨= ٠,٩٩ طن/م-.
- وزن الكمرة الذاتي = أبعاد المتر الطولي من الكمرة ×كثافة الخرسانة = (٠,٢ ×٠,٧ ×١) ×٢,٥ = ٠,٣٥ طن/م-.

وبالتالي فإن الأحمال على الكمرة = ٠,٦٥ + ٠,٩٩ + ٠,٣٥ = ١,٩٩ طن/م-.

تصميم الكمرة

عمق الكمرة = ثابت حسب نوع الخرسانة K_1 ×√(عزم الانحناءM/عرض الكمرة).

عزم الانحناء M = (الوزن على الكمرة ×(طول الكمرة)^2)/ ٨ = ١,٩٩ ×٤^2 / ٨ = ٣,٩٨ طن/م-.

مع العلم أن الثابت K_1 = ٠,٢٣٦ للخرسانة ٢٥٠ كجم /سم^2.(م.١٢٢،ص١٧٩) وهو أحد ثوابت التصميم بطريقة حدود المرونة.

إذاً عمق الكمرة = ٠,٢٣٦ ×√(٣,٩٨ ×١٠^5 /٢٠) = ٣٣,٩٢سم~ ٣٥سم.

مساحة حديد التسليح بالكمرة As = عزم الانحناء/ (ثابت حسب نوع الخرسانة K_2 ×عمق الكمرة) =٣,٩٨ / (١٥٣٥ ×٣٥) = ٧,٤ سم^2.

مع العلم أن الثابت K_2 = ١٥٣٥ للخرسانة ٢٥٠ كجم/سم^2 (م.١٢٢،ص١٧٩) وهو أحد ثوابت التصميم بطريقة حدود المرونة.

ويمكن باستخدام الجدول الخاص بمساحات وأوزان حديد التسليح (انظر الملاحق ص٣١٨) استخدام عدد أسياخ = ٦ بقطر ١٣ مم، أي أن الوزن الكلي لأسياخ حديد التسليح المستخدمة في الكمرات = ٦× ١,٠٤ = ٦,٢٤كجم للمتر الطولي من الكمرة، بمعرفة أن وزن المتر الطولي من حديد التسليح بقطر ١٣مم = ١,٠٤كجم/م-.

تصميم العمود

تشمل الأحمال على العمود الأحمال من الكمرات ووزن العمود مع فرض أن أبعاد العمود = ٠,٣×٠,٦م، وبالتالي فإن الأحمال على العمود = الأحمال من الكمرات + (أبعاد العمود ×كثافة الخرسانة) = ٢ ×((٤×١,٩٩) / ٢) + (٠,٦×٠,٣ ×٢,٦٥ × ٢,٥) = ٩,١٥ طن للدور، وبمعرفة أن عدد أدوار المبنى = ١١ دور، فإن الحمل على العمود = ١٠٠,٦٥ طن.

ولتصميم العمود بفرض استخدام حديد صلب عالي المقاومة٥٢ فإن:

الحمل على العمود = مساحة مقطع الخرسانة Ac ×ثابت حسب نوع الحديد fc ×(١ + ٠,١٥)

$١,١٥ \times ٦٠ \times Ac = ^{٣}١٠ \times ١٠٠,٦٥$

$Ac = ١٤٥٨,٦ سم^{٢}$، وبفرض مساحة حديد التسليح للعمود = ٠,٠١ من مساحة الخرسانة فإن مساحة حديد التسليح للعمود $As=١٤,٦ سم^{٢}$.

ومن الجدول الخاص بمساحات وأوزان حديد التسليح (انظر الملاحق ص٣١٨) يمكن استخدام عدد أسياخ = ٣ بقطر ٢٥ مم وزن السيخ الواحد منها = ٣,٨٥ كجم/م-، أي أن الوزن الكلي لأسياخ حديد التسليح المستخدمة في الأعمدة = ٣ ×٣,٨٥ = ١١,٥٥ كجم للمتر الطولي من الأعمدة.(م.١٢٢،ص١٤)

يمكن باستخدام النسبة والتناسب لأي فراغ داخل الوحدة استنباط كمية الخرسانة وحديد التسليح المستخدم فيها، والأفضل هو استخدام المعادلات من بدايتها مع كل فراغ، لكن حيث أن الحسابات الناتجة ستدخل ضمن مقارنة بين مجموعة من مواد البناء البديلة لبعضها البعض فسيكتفى في هذه المقارنة بدراسة تأثير وزن المادة لمساحة محددة وهي مساحة الدور بالكامل للحصول على نسبة صالحة للمقارنة.

وبمعرفة أن مقدار استهلاك الطاقة لإنتاج المتر المكعب من الخرسانة = ٧٦ك.و.س/م^{٣} خرسانة (كما سيلي حسابه في أسلوب الخلط المركزي، انظر ص٣٦٠)، وأن مقدار استهلاك الطاقة لإنتاج طن حديد التسليح=٩٠٠ك.و.س/طن،(م.١٠٩٠) وبمعرفة أن كمية الخرسانة في الدور في مشروع مدينة نصر الجديدة باستخدام الطوب الأسمنتي المصمت = ٢٤٨م^{٣}،(م.٩٧٠) وأن نسبة حديد التسليح = ١٠٠كجم/م^{٣} من الخرسانة،(م.٥٢٠،ص٥٧) فإن كمية الطاقة المستهلكة لإنتاج كل من الخرسانة والحديد بالدور = (٢٤٨×٧٦) + (٢٤,٨×٩٠٠) /١١٧,٦٥٦ = ١١٧,٦٥٦ / ٢٢٣٢٠ + ١٨٨٤٨ =٣٤٩,٩ك.و.س/م^{٣} مباني باستخدام الطوب الأسمنتي المصمت.

طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة

أولاً:طاقة تصنيع المونة

بمعرفة أنه لبناء ٢-٣م^{٣} من المباني بالطوب الأسمنتي يتم الاحتياج إلى مونة بمتوسط ٢,٥م^{٣} حيث أن عدد وحدات الطوب = ٥٦,٧ طوبة للطوب الأسمنتي المصمت مقاس ٢٥ ×٢٠ ×٤٠ لنوعية مونة ٣٠٠ كجم أسمنت/م^{٣} رمل للمباني بالمتر المكعب، أو ٣٥٠ كجم أسمنت للمتر المكعب رمل للمباني بالمتر المسطح،(م.٥٢٠،ص٨٨) فإنه يتم الاحتياج إلى مونة = ٢,٥ / ٣ = ٠,٨٣ م^{٣}مونة/م^{٣} مباني، وبإلغاء طاقة التحجير لمواد البناء المستخدمة فإن المؤثر الرئيسي للطاقة المستهلكة لإنتاج المونة هو طاقة تصنيع الأسمنت، وبمعرفة أن طاقة تصنيع الأسمنت = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن،(م.١١٠٠) فإن الطاقة المستهلكة = ٠,٨٣ ×٠,٣× ٨٠ = ١٩,٩٢ ك.و.س/م^{٣} مباني.

وسيتم ذكر عمالة المونة في طاقة التنفيذ.

ثانياً: طاقة تصنيع البياض:

يتم في الحوائط الداخلية الاحتياج إلى: طرطشة عمومية للمتر المسطح، البؤج والأوتار، التخشين طبقة واحدة سمك ٢سم للمتر المسطح، التخشين طبقة سمك ٢سم للمتر المسطح وبالتالي فإن الطاقة السابقة تشمل:

- الطرطشة الداخلية: تتكون من١م^{٣} من الرمل الناعم + ٣٥٠ كجم أسمنت يعطي ٢٠٠ م^{٢} من الطرطشة.
- البؤج: تتكون من شيكارة جبس معجون بماء الجير السلطاني أو المطفي + ١٠ كجم أسمنت تعطي كمية تغطي مساحة = ٢٥٠ م^{٢} من البؤج.
- الأوتار: تتكون من١م^{٣} من الرمل الناعم المهزوز + ٢٠٠ كجم أسمنت + ٠,٥ م^{٣} جير مطفي لتغطي مساحة ٢٥٠م^{٢}.
- البطانة: تتكون من١م^{٣} من الرمل الناعم المهزوز + ١٥٠ كجم من الأسمنت + ٠,٥م^{٣} من الجير المطفي لتغطي ٤٠-٥٠ م^{٢} من بياض التخشين.(م.٤٤،ص٢١)

وبالتغاضي عن طاقة التحجير الخاصة بالمواد المستخدمة نجد أن طاقة تصنيع الأسمنت هي المؤثر الرئيسي في طاقة تصنيع البياض، وبمعرفة أن طاقة تصنيع الأسمنت = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن،(م.١١٠) فإنه يمكن اعتبار أن طاقة تصنيع البياض = (٢٠٠/٨٠×٠,٣٥) + (٢٥٠/٨٠×٠,٠١) + (٢٥٠/٨٠×٠,٢) + (٥٠/٨٠×٠,١٥) = ٠,١٤+٠,٠٠٣٢+٠,٠٦٤ + ٠,٢٤ =٠,٤٤٧٢ك.و.س/م^{٢}مباني.

وبمعنى آخر فإن طاقة تصنيع البياض = ٠,٤٤٧٢/ ٠,٢ = ٢,٢٣٦ ك.و.س/م^{٣}مباني.

وسيتم ذكر عمالة التشطيب في طاقة التنفيذ.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة التصنيع للطوب الأسمنتي= ١٧,٢٨ +٣٤٩,٩ + ٧,٩ + ٠,٤٥ + ١٩,٩٢ + ٢,٢٣٦ = ٣٩٧,٦ك.و.س/م^{٣}

- **طاقة النقل**

أولاً:طاقة معدات النقل

باستخدام العربة سعة ١٠ م^{٣} حمولة ٤,٥ طن، وبمعرفة أن كثافة الطوب الأسمنتي المصمت = ١٨٠٠ كجم/م^{٣} (م.٢٣،ص٢٤٤) فإن الحجم المنقول من المادة في المرة الواحدة تحسب كالآتي:

الحجم المنقول من المادة = حمولة العربة / كثافة المادة = ٤٥٠٠ كجم /١٨٠٠ كجم/م^{٣} = ٢,٥ م^{٣} أي أن العربة ستقوم بنقل حمولتها كاملة حيث أن الحجم المنقول < سعة العربة.

أي أنه لمرة النقل الواحدة من الطوب الأسمنتي يمكن بناء مسطح = الحجم المنقول من المادة / سمك الحائط =٢,٥ /٠,٢٥ = ١٠ م^{٢}.

وحيث أن الهالك من مادة البناء = ٢ % أثناء النقل، و٢,٥ % أثناء التفريغ والرص، فإنه يتم الاحتياج إلى عدد مرات نقل إضافية = ٥,٥ % مرة نقل، أي أن مرة النقل الواحدة تعادل بناء مسطح = ٩,٤٥ م^{٢}.

ثانياً: طاقة عمالة النقل

يتم الاحتياج إلى عدد عاملان يقومان بالتفريغ والرص لسيارة حمولة ١٠ م^3 لعدد ٢ نقلة في اليوم، أي عدد مرتين للرص ومرتين للتفريغ، وبفرض قدرة العمالة من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤) = ٣٥٠ وات لثقل وزن الطوبة وصعوبة تداولها، فإن طاقة عمالة التفريغ والرص في اليوم (عدد ٨ ساعات)= ٢ ×٤ ×٠,٣٥ × ٨ = ٢٢,٤ ك.و.س/٢ نقلة.(م٥٢،ص٨٠)

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة النقل لبناء مسطح ٩,٤٥م^2 (نقلة واحدة)= ١١,٢ ك.و.س/ نقلة

- **طاقة التنفيذ**

طاقة معدات الإنشاء

تستعمل للتنفيذ بعض المعدات مثل الأوناش لرفع المواد للأدوار العليا، خلاطات مونة وغيرها من المعدات التي يمكن التغاضي عن طاقتها لجميع أنواع الطوب الذي سيتم المقارنة بينهم وخاصة لعدم الحاجة الملحة لوجودهم.(م٥٠،ص٣)

طاقة عمالة الإنشاء

أولاً: عمالة التركيب

يحتاج المتر المكعب من المباني إلى العمالة التالية:٣/١ بناء + ٣/١ موان لتجهيز وخلط المونة ونقلها لمكان العمل + ٣/١ دباش لترحيل الطوب إلى مكان العمل + ٦/١ صبي لتنظيف وملء العراميس + ١٢/١ خشاب لعمل السقايل. ويضاف لهذه المجموعة سدس دباش + ١,٥ موان لكل دور بعد الأرضي أو لكل ٣ متر ارتفاع.(م٥٢،ص٧٥)

وبمعرفة أن معدل التركيب للطوب الأسمنتي = ٢٠ م^2/يوم بناء أو ٣م^3 من المباني /يوم بناء لمجموعة العمل السابقة، فإن هذه المجموعة تعادل من العمالة: بناء + موان +دباش +٢/١ صبي + ١/ ٤ خشاب بالإضافة إلى ٣/٢ دباش و ٣/١ موان لكل ٣ متر ارتفاع.(م٤٤،ص١٥) (انظر جدول (م-١٤))

وبفرض قدرة العمالة السابقة من الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره في الباب الثاني (انظر ص٥٤) كالآتي:

- قدرة كل من البناء والموان والدباش = ٣٥٠ وات.
- قدرة كل من الصبي والخشاب = ٣٠٠ وات، وأن عدد ساعات العمل باليوم=٨ساعات، فإن طاقة عمالة التركيب = (٣× ٠,٣٥ × ٨)/٣ + (٠,٧٥× ٠,٣ × ٨)/٣ = ٢,٨ + ٠,٦ = ٣,٤ ك.و.س/م^{3}مباني.

ثانياً: عمالة الرش

يتم الاحتياج إلى ١ عامل لرش ١٥ متر مكعب في اليوم من الطوب، حيث يتم رش الطوب بالماء بعد الاستخدام لمدة أسبوع،(م٥٢،ص٧٧) وبمعرفة أن عدد ساعات العمل باليوم = ٨ ساعات وبفرض قدرة العامل = ٢٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، فإن طاقة عمالة الرش = (١×٠,٢×٨)/١٥ = ٠,١ ك.و.س/م^{3}مباني.

أي أن إجمالي طاقة عمالة الإنشاء = ٠,١ + ٣,٤ = ٣,٥ ك.و.س/م^{٣} مباني طوب أسمنتي

طاقة عمالة التخزين

يتم الاحتياج لعدد ١ عامل لتشوين ٥٠٠ طوبة مقاس ٢٥ ×٢٠ ×٤٠ سم،(م١١٤) ويتم تشوين عدد ٦٠٠٠ طوبة لمدة ٨ ساعات وبالتالي يتم الاحتياج إلى عدد ١٢ عامل للتشوين، وبفرض قدرة كل منهم = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، فإن طاقة عمالة التشوين = ١٢×(٣٥٠ / ١٠٠٠)× ٨ = ٣٣,٦ ك.و.س أي ما يعادل ٣٣,٦ / (٦٠٠٠× ٠,٢٥ ×٠,٢ ×٠,٤) = ٠,٢٨ ك.و.س/م^{٣}مباني.

كما يتم الاحتياج إلى عامل لرش الطوب بالماء قبل الاستخدام، وبفرض الاستخدام المباشر يمكن التغاضي عن هذه الطاقة، وحيث أن عملية التشوين للطوب الأسمنتي لا تحتاج إلى أي إنشاءات خاصة، فإنها لا تستهلك طاقة قبل القيام بعملية تشوينها.

طاقة عمالة التشطيب

يتم الاحتياج إلى العمالة الآتية:

عمالة الطرطشة العمومية: ١عجان + ٢نفر لعمل مقطوعية = ٢٠٠ م^{٢}/اليوم.

عمالة البؤج والأوتار: ٢مبيض + ١عجان ينتجون ١٥٠ م^{٢} يومياً.

عمالة بياض التخشين للأماكن الجافة الداخلية: ٢مبيض + ٢ عجان + ٢ فاعل لعمل مقطوعية = ٨٠ م^{٢}.(م٤٤،ص٢١،٢٠)

وبفرض قدرة العمالة السابقة = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة فإن طاقة عمالة التشطيب =(٣× ٠,٣ ×٢٠٠/٨)+ (٣× ٠,٣ ×٨ /١٥٠) + (٦× ٠,٣ × ٨ /٨٠) = ٠,٠٣٦ + ٠,٠٤٨ + ٠,١٨ = ٠,٢٦٤ ك.و.س/م^{٢}.أي ما يعادل = ٠,٢٦٤ /٠,٤ = ٠,٦٦ ك.و.س/م^{٣}مباني.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة التنفيذ = ٣,٤ + ٠,٢٨ + ٠,٦٦ = ٤,٣٤ ك.و.س/م^{٣}

البند	الوحدة	بناء	دباش	عجان	خشاب سقايل	مهن أخرى	الإنتاج اليومي
مباني عادية	م٢-م٣	١	١	١	١/ ٤	-	٣م٣ أو ٢م٢٠
مباني على السيخ	م٣-م٢	١	١/ ٤	١/ ٢	١/١٦	-	٣م٣ أو ٢م٨

جدول (م-١٤/٧):معدلات العمالة للمباني الطوب.(م٤٤،ص١٥)

يقدر الهالك من مادة البناء والناتج عن النقل = ٢%، والهالك من مادة البناء والناتج عن التحميل والتفريغ والرص = ٢,٥ %، وهالك التنفيذ بالطوب الأسمنتي = ٥ %،(٢) وبالتالي فإن ذلك يمثل هدراً في طاقة تصنيع الطوب الأسمنتي المصمت = ٢٩,٨٤ ×٠,٠٩٥ = ٢,٨٣ ك.و.س/م^{٣}

- **الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات**

يمكن افتراض تحقيق أقصى كفاءة لطاقتي العمالة والمعدات من خلال إدارة تنفيذ المشروعات، لذا سيتم التغاضي عن الهدر الناتج عن أي منهما، ويراعى ما يلي في التشوين والإمداد للتأكد من كفاءة الاستهلاك:

- تشوين المواد المستخدمة في المباني بالقرب من موقع العمل.
- عند بدء البناء بالطوب يجب تشوين الطوب على جانبي الحوائط تسهيلاً للعامل واقتصاداً للوقت.
- يتم تشوين الطوب على شكل كراسي.
- يجب تفادي تشوين الطوب في مسار الإد ويراعى تشوينه في أماكن متفرقة ولا يشون في مكان واحد.(م.٥٠٠،ص٤)

ويمكن بفرض إتباع التعليمات السابقة لمنع أي هدر في الطاقة وبفرض القيام بتشوينها في مكان يسهل معه حركة المعدات والعمالة بالموقع، التغاضي عن الهدر في طاقة المعدات والعمالة بعد القيام بعملية تشوينها بالشكل الصحيح.

- **طاقة التشغيل**

يمكن حساب طاقة الحصول على راحة حرارية بمعرفة أن الموصلية الحرارية للطوب الأسمنتي = ١,٣ وات /درجة متر، وذلك من خلال المعادلات الخاصة بطاقة التشغيل، ولن يتم التطرق إليها من خلال هذا البحث.

- **مراعاة التوازن البيئي**

يراعى عند التنفيذ بالطوب الأسمنتي المصمت وجود مؤثرات بالسلب على التوازن البيئي تتمثل في:

- يلاحظ الهدر في الماء والمستخدم لغمر الطوب فيه قبل استعماله لمدة ٨ ساعات.
- ينتج عن استخدام المونة مخلفات في الموقع عبارة عن سواقط ويستلزم ذلك تنظيف الموقع باستمرار من الأتربة والمخلفات.(م.٥٠٠،ص٦)
- يلاحظ أن كلاً من مرحلة التصنيع والنقل تمثلان تأثيراً سلبياً وخاصة مع وجود الأسمنت كمكون رئيسي في مكونات الطوب، هذا إلى جانب سهولة تطاير جزيئاته.

تم المقارنة باستخدام طوب خفيف بمقاس ٥٠×٢٠×٢٠سم، وهو عبارة عن بولي فيبر ممعدن ومضاف إليه مواد عضوية وغير عضوية رابطة.(م-١٠٥) (انظر شكل(م-١))

- **طاقة التصنيع**

طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية

أولاً: طاقة تجميع مكونات المادة

نظراً لأن نوع الطوب الذي تم اختياره للمقارنة مسجل كبراءة اختراع لشركة كيمافوم فمعظم خط الإنتاج للطوب يمكن أن يكون حقيقة متداولة بعد ٢٠ عاماً من التسجيل، على أن خط الإنتاج المتواجد حالياً هو خط إنتاج منتج آخر هو الكيمابلوك وقد تم تزويده بمعدات تقطيع وتشوين، أما عن العمالة المتواجدة فهي عمالة فنية يبلغ عددها حوالي ٢٠ عامل بين إداري وعمالة مدربة وعمالة عادية، وبفرض قدرة جميع العمالة من الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره بالباب الثاني (انظر ص٥٤) = ٢٠٠ وات، وبمعرفة أن الإنتاجية اليومية للمصنع = ٢٠٠م^3 يومياً فإن عمالة تصنيع الخامة في اليوم = (٢٠× ٠,٢ × ٨)/٢٠٠ = ٠,١٦ ك.و.س/م^3، حيث أن عدد ساعات العمل اليومية = ٨ ساعات، وبمعرفة أن عدد أيام العمل في الشهر = ٢٠ يوم فإن طاقة عمالة التصنيع الشهرية = ٢٠×٠,١٦ = ٣,٢ ك.و.س/م^{3}مباني.

كما أمكن من المصنع التعرف على متوسط الطاقة الكهربائية الشهرية للإنتاج والتي تمثل ٢ ك.و.س/م^3 منها ٠,٥ ك.و.س/م^3 للمادة الرغوية العازلة، كما تحتاج إلى كمية وقود = ٣ ك.و.س/م^3 لتوليد البخار المستخدم في تصنيع الفوم.(م-١١٦)

أي أن إجمالي طاقة معدات التصنيع للمتر المكعب من المادة = ٥ ك.و.س/م^{3}مباني.

ثانياً: تأثير وزن الطوب المستخدم على طاقة تصنيع المواد الأخرى

يمكن بدراسة تأثير وزن الأحمال الناتجة عن الحوائط المبنية بالطوب الخفيف على بقية المواد المستخدمة بالمبنى، وباستخدام المعادلات السابق الحساب بها في حسابات أبعاد القطاعات الخرسانية ووزن حديد التسليح للطوب الأسمنتي.

تصميم الكمرة

الوزن على الكمرة = الوزن من البلاطة + الوزن الذاتي للكمرة + الوزن من الحائط = ٠,٦٥ + ٠,٣٥ + (١× ٢,٣ ×٠,٢٤ ×٠,٥) = ١,٢٧٦ طن/م-.

وذلك بمعرفة أن كثافة الطوب الخفيف = ٤٠٠إلى٥٠٠ كجم/م^3(م-١٠٥)

عزم الانحناء M =(الوزن على الكمرة × طول الكمرة)^{٢}/ ٨ = ١,٢٧٦×(٤)^{٢} / ٨ = ٢,٥٥ طن/م-.

عمق الكمرة = K_1 × عزم الانحناء M/ عرض الكمرة = ٠,٢٣٦×(١٠×٢,٥٥^{٥} /٢٠) = ٢٦,٦ سم ~ ٣٠سم.

مساحة حديد التسليح بالكمرة As= عزم الانحناء / K_2 × عمق الكمرة =(١٠×٢,٥٥^{٥}) /(١٥٣٥× ٣٠) = ٥,٥٣سم^{٢}.

ويمكن باستخدام الجدول الخاص بمساحات وأوزان حديد التسليح (انظر ص٣١٨) استخدام عدد أسياخ = ٢ بقطر = ١٩ مم، وزن السيخ الواحد منها = ٢,٢٣كجم /م-، أي الوزن الكلي لأسياخ حديد التسليح المستخدمة في الكمرات = ٢×٢,٢٣= ٤,٤٦ كجم للمتر الطولي من الكمرة.

وبالتالي فإن استخدام الطوب الخفيف يوفر في كمية الخرسانة ما يعادل = ١٠٠-(عمق الكمرة في حالة استخدام الطوب الخفيف / عمق الكمرة في حالة استخدام الطوب الأسمنتي) ×١٠٠ % = ١٠٠ -(٣٠/٣٥)×١٠٠ % = ١٤,٢ %. ويوفر في كمية حديد التسليح ما يعادل = ١٠٠ -(وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الخفيف /وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الأسمنتي)×١٠٠% = ١٠٠ -(٤,٤٦ / ٦,٢٤)×١٠٠% = ٢٨ %.

تصميم العمود

تشمل الأحمال على العمود الأحمال من الكمرات ووزن العمود مع فرض أن أبعاد العمود = ٠,٣×٠,٦م، وبالتالي فإن الأحمال على العمود = الأحمال من الكمرات + الوزن الذاتي للعمود = ٢ ×(الأحمال على الكمرة ×طول الكمرة)/٢ + (أبعاد العمود ×كثافة الخرسانة) = (٢× (١,٢٧٦×٤ /٢)) + (٠,٦×٠,٣×٢,٧×٢,٥) ٦,٣١٥ طن للدور وبمعرفة أن عدد أدوار المبنى = ١١ دور فإن الحمل على العمود = ٦,٣١٥×١١ = ٦٩,٤٦ طن.

الحمل على العمود = مساحة مقطع الخرسانة Ac × fc ×(١ + ٠,١٥)

٦٩,٤٦x ١٠^{٣} = Ac × ٦٠ × ١,١٥

Ac= ١٠٠٦,٦ سم٢ وبفرض مساحة حديد التسليح للعمود = ٠,٠١ من مساحة الخرسانة فإن مساحة حديد التسليح للعمود As = ١٠٠٦,٦ ×٠,٠١ = ١٠ سم^{٢}.

ومن الجدول الخاص بمساحات وأوزان حديد التسليح يمكن استخدام عدد أسياخ = ٥ بقطر ١٦ مم ووزن السيخ الواحد منها = ١,٥٨ كجم/م،(م.١٢٢٠،ص١٤) أي أن الوزن الكلي لأسياخ حديد التسليح = ٥×١,٥٨ = ٧,٩ كجم للمتر الطولي من الأعمدة.

أي أنه باستخدام الطوب الخفيف فإن ذلك يوفر في كمية الخرسانة ما يعادل = ١٠٠ -(مساحة مقطع العمود في حالة استخدام الطوب الخفيف / مساحة مقطع العمود في حالة استخدام الطوب الأسمنتي) ×١٠٠ % = ١٠٠ -(١٤٥٨,٦/١٠٠٦,٦)×١٠٠ % = ٣١ %، ويوفر في كمية حديد التسليح ما يعادل = ١٠٠ -(وزن حديد

التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الخفيف /وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الأسمنتي)×١٠٠% = ١٠٠ -(١١,٥٥ / ٧,٩)×١٠٠% = ٣١ %.

ويمكن بالتالي افتراض إجمالي التوفير في كمية الخرسانة (أعمدة وكمرات)= (١٤,٢ + ٣١)/٢٠٠ = ٢٢,٦ % وإجمالي التوفير في حديد التسليح = (٢٨ + ٣١) /٢٠٠ = ٢٩,٥ %، ومن الحسابات السابقة لكمية الخرسانة وحديد التسليح في الدور باستخدام الطوب الأسمنتي المصمت (راجع ص٣٢٣)، فإن كمية الطاقة الموفرة باستخدام الطوب الخفيف = (٠,٢٢٦× ٢٤٨ ×٧٦) + (٠,٢٩٥×٢٤,٨×٩٠٠) /١١٧,٦٥٦= ١١٧,٦٥٦/١٠٨٤٤,٠٤ =٩٢,١ك.و.س/م٣ مباني، أو أنها تستهلك طاقة مقدارها=٣٤٩,٩-٩٢,١ = ٢٥٧,٨ك.و.س/م٣ مباني، وذلك مع مراعاة حدود الأمان والجودة المتفق عليها بالنسبة لهذه القطاعات.ومعرفة أن كمية المباني في الدور = ١١٧,٦٥٦ م٣،(٩٦.م) هذا إلى جانب التغاضي عن طاقة النقل والتنفيذ للخرسانة الموفرة.

طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة

أولاً: طاقة تصنيع المونة

يبلغ معدل المونة للطوب الخفيف مقاس ٤٠×٢٠×٢٠ لعدد ١١ طوبة في المتر المكعب مباني إلى ٠,٢ م٣ مونة بنسبة هالك = ٢٠ %،(٤٤.م،ص١٧) أي أن كمية المونة المستخدمة = ٠,٢ م٣مونة/م٣ مباني، وإجمالي كمية المونة التي يتم احتياجها = ١,١٣+ (٠,٢× ١,١٣) = ١,٣٥ م ٣مونة/م٣ مباني، وذلك بمعرفة أن كمية المونة المطلوبة دون هالك = ٠,٢/ (١١× ٠,٤ ×٠,٢ × ٠,٢) = ١,١٣م٣ ، ويمكن بمعرفة أن مونة المباني المقاسة بالمتر المكعب من الطوب = ٢ جزء جير: ٣ جزء رمل:١٥٠ كجم أسمنت لكل متر مكعب من الخلطة، أو متر مكعب رمل +٢٥٠ كج أسمنت، وبإلغاء طاقة التحجير لمواد البناء المستخدمة فإن المؤثر الرئيسي للطاقة المستهلكة لإنتاج المونة هو طاقة تصنيع الأسمنت، وبمعرفة أن طاقة تصنيع الأسمنت = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن،(١١٠.م) فإن الطاقة المستهلكة = ١,٣٥×٠,٢٥×٨٠ = ٢٧ ك.و.س/م٣ مباني أما عن عمالة المونة فسيتم ذكرها في طاقة التنفيذ.

ثانياً:طاقة تصنيع البياض

تعتبر طاقة تصنيع البياض لأنواع الطوب المختلفة واحدة ولو أنها معتمدة على مجموعة عوامل خاصة بالخصائص الفيزيائية للمادة كما سبق شرحها في الباب الثاني، وبالنسبة للطوب الخفيف يمكن الاستغناء عن طبقة الطرطشة التقليدية السابقة لأعمال البياض حيث سطحه يقبل طبقة البياض بالمحارة في خطوة واحدة (٦) وبالتالي فإن طاقة تصنيع البياض = ٠,٠٠٣٢ + ٠,٠٦٤ + ٠,٢٤ = ٠,٣٠٧٢ ك.و.س/م٣.أي ما يعادل = ٠,٢/٠,٣٠٧٢ = ١,٥٣ك.و.س/م٣. أما عن عمالة التشطيب فسيتم ذكرها في طاقة التنفيذ.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة التصنيع للطوب الخفيف= ٣,٢ + ٥ + ٢٥٧,٨ + ٢٧ + ١,٥٣ = ٢٩٤,٥٣ك.و.س/م٣.

➢ **طاقة النقل**

أولاً: طاقة معدات النقل

يمكن باستخدام العربة سعة ١٠ م^3 حمولة٤,٥ طن وبمعرفة أن كثافة المادة (وزن وحدة الحجوم من المادة) = ٥٠٠ كجم/م^3،(م٥٠٠،ص) فإن الحجم المنقول من المادة في المرة الواحدة =حمولة العربة/كثافة المادة =٤٥٠٠كجم/٥٠٠ كجم/م^3 = ٩ م^3 أي أن العربة ستقوم بنقل حمولتها كاملة، وأنه لمرة النقل الواحدة من الطوب الخفيف يمكن بناء مسطح = ٠,٢/٩ = ٤٥ م^2 ، وبالنظر إلى الحجم المنقول من الطوب الأسمنتي في المرة الواحدة والتي تكفي لبناء مسطح ٩,٤٥م^2 يظهر لنا أن عدد مرات النقل باستخدام الطوب الخفيف = ٤٥/٩,٤٥ = **٠,٢١** من عدد مرات النقل باستخدام الطوب الأسمنتي لنفس المسطح، وبالتالي فإن طاقة النقل للطوب الأسمنتي = ٤,٨ طاقة النقل للطوب الخفيف سواء للعربة المستخدمة في النقل أو للسائق بفرض المسافة المقطوعة واحدة لكلا الحالتين.(انظر شكل(م-٢))

ثانياً: طاقة عمالة النقل

يتم الاحتياج إلى عدد عاملان يقومان بالتفريغ والرص لسيارة حمولة ١٠ م^3 لعدد ٢ نقلة في اليوم، أي عدد مرتين للرص ومرتين للتفريغ، حيث يمكن للعامل تحميل ٦ آلاف طوبة نمطية يومياً وتفريغ ورص ٣ آلاف طوبة يومياً،(م٤٨٠،ص٨٠) وبفرض قدرة العمالة من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر الباب الثاني ص٥٤)= ٢٥٠ وات لسهولة تداول هذا النوع من الطوب إلى جانب مقاومته العالية للكسر وسهولة رصه، وبالتالي فإن طاقة عمالة التفريغ والرص في اليوم (عدد ٨ ساعات)= ٢×٤ ×٠,٢٥ × ٨ = ١٦ ك.و.س/٢ نقلة .(م١١٦٠)

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة النقل لبناء مسطح ٤٥م^2 (نقلة واحدة)= **٤ ك.و.س/النقلة.**

وعند الأخذ في الاعتبار عدد مرات النقل لكل من الطوب الخفيف والطوب الأسمنتي فإن طاقة عمالة النقل في حالة الطوب الخفيف =(١١,٢/٤) × ٠,٢١ = **٠,٧٥** من طاقة عمالة النقل في حالة الطوب الأسمنتي.

➢ **طاقة التنفيذ:**

طاقة عمالة الإنشاء

أولاً: طاقة عمالة التركيب

معدل التركيب باستخدام الطوب الخفيف = ٣٠ م^2/يوم لعمالة التركيب المتمثلة في:عامل بناء ومساعد بناء و٠,٥ مساعد تشوين لنقل الخامة بجانب العمالة السابقة،(م١١٦٠) ويلاحظ أم البناء بالطوب الخفيف يحتاج إلى جهد أقل من المطلوب للبناء بالطوب الأسمنتي وذلك لخفة وزنه وسهولة مناولته وعدم قابليته للكسر، فيمكن حمله بسهولة ويسر ويصبح المحدد لحمل الطوب هو ما لا يعوق رؤية العامل وبالتالي أمكن زيادة الحجم المنقول للمرة الواحدة، ويمكن أن تتم مناولة الطوب الخفيف في الأدوار السفلية بالرمي مباشرة للعامل المتواجد بالدور، وبالتالي أمكن اختصار قدر لا بأس به من زمن النقل وخاصة مع عدم قابلية الطوب للكسر.

ويمكن من الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره بالباب الثاني (راجع ص٥٤) افتراض القدرات التالية للعمالة المستخدمة:بناء بقدرة= ٢٥٠ وات، مساعد بناء بقدرة = ٢٠٠ وات، ٠,٥ مساعد تشوين بقدرة = ٢٠٠ وات، وبالتالي فإنه ليوم العمل(٨ ساعات) فإن طاقة العمالة = (٠,٢٥ + ٠,٢ + (٠,٥× ٠,٢))× ٨/(٣٠× ٠,٢) = ٠,٧٣ ك.و.س/م٣مباني.

ثانياً: طاقة عمالة الرش

يتم الاحتياج إلى عمالة لرش الطوب بالماء لمدة أسبوع، حيث يتم الاحتياج إلى عدد عامل لرش ١٥ متر مكعب في اليوم خلال هذه المدة،(م٤٨،ص٧٧) وبمعرفة أن عدد ساعات العمل باليوم = ٨ ساعات وبفرض قدرة هذا العامل = ٢٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، فإن طاقة عمالة الرش = (١×٠,٢× ٨)/١٥= ٠,١ ك.و.س/م٣مباني.

طاقة عمالة التخزين

يتم الاحتياج إلى عدد ٢٠ عامل لتشوين ٢٠٠م٣ يومياً،(م١١٦،٤) ومن الجدول الخاص بقدرة العمالة يمكن فرض قدرة العمالة = ٢٠٠ وات نتيجة خفة وزن الطوب الخفيف وسهولة مناولته، وبالتالي فإن طاقة عمالة التشوين = (٢٠ × ٠,٢ × ٨)/ ٢٠٠ = ٠,١٦ ك.و.س/م٣مباني.

ويتم الاحتياج إلى عامل لرش الطوب بالماء قبل الاستخدام، وبفرض الاستعمال المباشر للطوب يمكن التغاضي عن هذه الطاقة، وحيث أن عملية التشوين للطوب الخفيف لا يحتاج إلى أي إنشاءات خاصة بعملية تشوينها فإنها لا تستهلك طاقة قبل القيام بعملية تشوينها، وبفرض أن التشوين يتم خلال الأدوار فإنه لا يؤثر على حركة المعدات والعمالة بالموقع وبالتالي يمكن أيضاً التغاضي عن هذه الطاقة.

طاقة عمالة التشطيب

تعتبر طاقة عمالة التشطيب للطوب الخفيف مماثلة لطاقة عمالة التشطيب باستخدام الطوب الأسمنتي لنفس ظروف الموقع ولنفس المساحة المشطبة، وبالتالي فإن طاقة عمالة التشطيب = ٠,٢٦٤ ك.و.س/م٢، أي ما يعادل = ٠,٢٦٤ /٠,٤ = ٠,٦٦ ك.و.س/م٣مباني.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة التنفيذ = ٠,٧٣ + ٠,١ + ٠,١٦ + ٠,٦٦ = ١,٦٥ك.و.س/م٣مباني.

- **الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء**

يمثل الهالك من الطوب الخفيف أثناء العمليات المختلفة ٠,٠١ نظراً لعدم قابلية المادة للكسر ولعدم وجود حبيبات متطايرة في مكوناتها، وبالتالي فإن الطاقة المهدرة في تصنيع مادة البناء = ٠,٠١× (٣,٢ + ٥)= ٠,٠٨٢ ك.و.س/م٣

- **الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات**

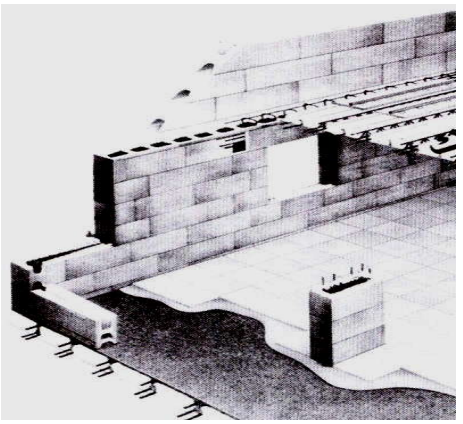
بفرض اتباع التعليمات الخاصة بالاستعمال بشكل يمهد إلى عدم وجود أي هدر في الطاقة، يمكن التغاضي عن هذه حساب هذه الطاقة.

- **طاقة التشغيل**

يمكن حساب طاقة الحصول على راحة حرارية بمعرفة أن هذا النوع من الطوب يحتوي على طبقة عازلة للحرارة من البوليسترين فوم سمك ١٠،١٥ سم والذي يصل معامل التوصيل الحراري له إلى ٠,١٨ وات /متر درجة،(١٠٥،م) وذلك من خلال الحسابات المختلفة والخاصة بتأثير خواص المادة على مثل هذه الطاقة.

- **طاقة الهدم**

نظراً لإمكانية إعادة تدوير الفوم بسهولة يمكن فرض أن التوفير في الطاقة عند هدمه يعادل ١ /٣ طاقة تصنيعها من جديد، أي ما يمثل توفيراً للطاقة = ٨,٢ /٣ = ٢,٧٣ ك.و.س/م^{3}مبانٍ.



شكل(م-١):الطوب الخفيف في إنشاء الحوائط.(١٠٥،م)

شكل(م-٢):نظام التحميل والنقل للطوب الخفيف.(١٠٠،م)

➢ **طاقة التصنيع**

طاقة تصنيع مواد البناء الأساسية

أولاً: طاقة تجميع مكونات المادة

كما سبق سيتم افتراض إلغاء طاقة التحجير لمواد البناء المستخدمة، لكن لابد هنا من التأكيد على أنها لو أخذت في الاعتبار لكان للطوب الجبسي ميزة كبيرة لذلك، نظراً لأن الجبس من المواد الخام المتواجدة بكثرة ومنتشرة على سطح الأرض في مصر ولا تحتاج إلى طاقة تحجير كبيرة، أما طاقة التكوين فتتم في مصنع للطوب الجبسي وهو عبارة عن خط إنتاج متكامل يتم فيه استخدام المعدات التالية:

رمالة لرفع وتشوين الجبس تعمل بطاقة ضغط الهواء.

خزان سعة ٨٠ طن.

حلة لخلط المونة على قضيب سكة حديد.

عدد ٢ مكبس لإنتاج الطوب الجبسي.

ونش شوكة مجهز بشيالة خاصة لرفع الطوب.

خلاطة كهربائية لعمل مونة اللصق.

ووجد أن قدرة هذه المعدات مجتمعة = ٧١ ك.و.[(١١٣٠م)] أي أنه للوردية الواحدة(٨ ساعات) يتم استهلاك طاقة مقدارها= ٧١× ٨ = ٥٦٨ ك.و.س.

كما يتم الاحتياج إلى العمالة التالية:٢فني لمكابس الإنتاج وتجهيز وتحضير المونة للصب.

١ سائق ونش شوكة.

١كهربائي.

١ملاحظ فني.

١ أمين مخزن.

١مساعد سائق الهايستر لتحريك عربة المنتج إلى خارج مصنع الهايستر.

١فني لعمل مونة اللصق وتشغيل الخلاطة.

٤عامل لتعتيق سيارات الجبس الخام وتشوينه بالرمالة.

٢حارس أمن.

ويمكن اعتبار العمالة السابقة ذات قدرة = ٢٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤)للوردية الواحدة والتي تبلغ ٨ ساعات، أي أن مجموع طاقتهم للوردية = ١٤×(٢٠٠/١٠٠٠)× ٨ = ٢٢,٤ك.و.س.[(١١٣٠م)]

ويتم في الوردية الواحدة إنتاج ٨٠ كبسة مقدار الكبسة الواحدة ٥ متر مسطح أي أن الإنتاجية في الوردية الواحدة (٨ ساعات) = ٤٠٠ متر مسطح، وبفرض استخدام حائط مزدوج من الطوب الجبسي مقاس ٥٠ ×٦٦,٥

×١٠سم فإن طاقة التصنيع للمتر المكعب من المـــادة = (٥٦٨ +٢٢,٤)/ (٤٠٠× ٠,١ × ٢) = ٨٠/٥٩٠,٤ = ٧,٣٨ ك.و.س/م٣مباني.

ثانياً: تأثير وزن الطوب المستخدم على طاقة تصنيع مواد البناء الأخرى

يمكن دراسة تأثير وزن الأحمال الناتجة عن الحوائط على باقي المواد المستخدمة بالمبنى باستخدام المعادلات السابق الحساب بها في حساب أبعاد القطاعات الخرسانية ووزن حديد التسليح للطوب الأسمنتي.

تصميم الكمرة

الوزن على الكمرة = الوزن من البلاطة + الوزن الذاتي للكمرة + الوزن من الحـــائط = ٠,٦٥ + ٠,٣٥ + (١× ٢,٣× ٠,٢٤× ٠,٩) = ١,٤٩ طن/م-.

وذلك بمعرفة أن كثافة الطوب الجبسي =٩٠٠كجم/م٣.(م.١١٣)

عزم الانحناء M = (الوزن على الكمرة ×طول الكمرة)٢/ ٨ = ١,٤٩×(٤)٢ / ٨ = ٢,٩٨ طن/م-.

عمق الكمرة = K_1 × عزم الانحناء M/ عـــرض الكمـــرة(م.١٢٢،ص١٧٩)= ٠,٢٣٦× ٢,٩٨×١٠٥/ ٢٠) = ٢٨,٨ سم~ ٣٠سم.

مساحة حديد التسليح بالكمرة As= عزم الانحناء / K_2 × عمق الكمرة =(٢,٩٨×١٠٥) /(١٥٣٥ × ٣٠) = ٦,٤٧سم٢.

ويمكن باستخدام الجدول الخاص بمساحات وأوزان حديد التسليح استخدام عـــدد أســـياخ = ٥ بقطـــر = ١٣ مم،وزن السيخ الواحد منها = ١,٠٤ كجم /م أي الوزن الكلي لأسياخ حديد التسليح المستخدمة في الكمرات = ٥×١,٠٤ = ٥,٢ كجم للمتر الطولي من الكمرة، أي أنه باستخدام الطوب الجبسي فإن ذلـــك يـــوفر في كميـــة الخرسانة ما يعادل = ١٠٠ -(عمق الكمرة في حالة استخدام الطوب الجبسي / عمق الكمرة في حالـــة اســـتخدام الطوب الأسمنتي) ×١٠٠ % = ١٠٠ -(٣٠/٣٥) ١٠٠x % = ١٤,٢ %، ويوفر في كمية حديد التسليح مـــا يعادل = ١٠٠ – (وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الجبسي /وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة اســـتخدام الطـــوب الأســـمنتي)×١٠٠% = ١٠٠ - (٥,٢ / ٦,٢٤)×١٠٠% = ١٦ %.

تصميم العمود

تشمل الأحمال على العمود الأحمال من الكمرات ووزن العمود مع فرض أن أبعاد العمود = ٠,٣×٠,٦م، وبالتالي فإن الأحمال على العمود = الأحمال من الكمرات + الوزن الذاتي للعمود = ٢ ×(الأحمال على الكمـــرة ×طـــول الكمرة)/٢ + (أبعاد العمود× كثافة الخرســـانة) = (٢×(١,٤٩×٤ /٢)) + (٢,٥×٢,٦×٠,٣×٠,٦) = ٥,٩٦ + ١,١٧ = ٧,١٣ طن للدور، وبمعرفة أن عدد أدوار المبنى = ١١ دور فإن الحمل على العمـــود = ١١×٧,١٣= ٧٨,٤٣طن.

الحمل على العمود = مساحة مقطع الخرسانة Ac x fc x (١ + ٠,١٥)

$١,١٥ \times ٦٠ \times Ac = ^{٣}١٠\times٧٨,٤٣$

Ac= ١١٣٦,٦ سم٢، وبفرض مساحة حديد التسليح للعمود = ٠,٠١ من مساحة الخرسانة فإن مساحة حديد التسليح للعمود As = ١١٣٦,٦×٠,٠١ = ١١,٣٦ سم٢. (م١٢٢.٠،ص١٧٩)

ويمكن باستخدام الجدول الخاص بمساحات وأوزان حديد التسليح (انظر الملاحق ص٣١٨) استخدام عدد أسياخ = ٣ بقطر ٢٢ مم ووزن السيخ الواحد منها = ٢,٩٨ كجم/م، (م١٢٢.٠،ص١٤) أي أن الوزن الكلي لأسياخ حديد التسليح = ٣× ٢,٩٨ = ٨,٩٤ كجم للمتر الطولي من الأعمدة.

أي أنه باستخدام الطوب الجبسي فإن ذلك يوفر في كمية الخرسانة ما يعادل = ١٠٠ -(مساحة مقطع العمود في حالة استخدام الطوب الجبسي / مساحة مقطع العمود في حالة استخدام الطوب الأسمنتي) ×١٠٠ % = ١٠٠ -(١٤٥٨,٦/١١٣٦,٦)×١٠٠ % = ٢٢ %، ويوفر في كمية حديد التسليح ما يعادل = ١٠٠ -(وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الخفيف /وزن حديد التسليح للمتر الطولي بالكمرة في حالة استخدام الطوب الأسمنتي)×١٠٠% = ١٠٠ -(٨,٩٤ / ١١,٥٥)×١٠٠% = ٢٢,٥ %.

وبالتالي افتراض إجمالي التوفير في كمية الخرسانة = (١٤ + ٢٢)/٢٠٠ = ١٨ % وإجمالي التوفير في حديد التسليح = (١٦ + ٢٢,٥) /٢٠٠= ١٩ %، وبمعرفة أن الطاقة المستهلكة لإنتاج الخرسانة وحديد التسليح بالدور عند استخدام الطوب الأسمنتي المصمت = ٣٤٩,٩ ك.و.س/م^{٣} مباني بالدور كما سبق حسابه انظر ص٣٢٣)، فإن كمية الطاقة الموفرة باستخدام الطوب الجبسي = (٠,١٨×٢٤٨×٧٦) + (٠,١٩×٢٤,٨×٩٠٠)/ ١١٧,٦٥٦ = (٣٣٩٢,٦ + ٤٢٤٠,٨)/١١٧,٦٥٦ = ٦٤,٨٧ ك.و.س/م^{٣}، أي أنها تستهلك ما مقداره =٣٤٩,٩- ٦٤,٨٧ = **٢٨٥ ك.و.س/م^{٣} مباني.**

وذلك مع مراعاة حدود الأمان والمتفق عليها بالنسبة لهذه القطاعات، وبمعرفة أن كمية المباني في الدور = ١١٧,٦٥٦ م^{٣}. (م٩٦.٠) هذا إلى جانب التغاضي عن طاقة النقل والتنفيذ للخرسانة الموفرة.

طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة

أولاً: طاقة تصنيع المونة

يتم تركيب الطوب بواسطة النقر واللسان باستخدام مونة لاصقة خاصة مكونة من مصيص pure gypsum وماء ومادة لزيادة زمن الشك Retard Material ومادة لاصقة Bounding Material، ولتصنيع ٢٥٠ كجم من هذه المونة يتم الاحتياج إلى حوالي ١/ ٢ ساعة باستخدام معدة بموتور ١٠ ك.و، وبمعرفة أنه يلزم ٢ كجم مونة لصق لكل متر مسطح من الحائط فإن طاقة التصنيع = ٢×(٢/١ × ١٠ × ٢٥/٢) = ٠,٨ ك.و.س/م^{٢} للحائط المزدوج.أي ما يعادل ٠,١/٠,٨ = **٨ ك.و.س/م^{٣} مباني.**

وسيتم ذكر عمالة المونة مع طاقة التنفيذ.

ثانياً: طاقة تصنيع البياض

لا يحتاج هذا النوع من الطوب إلى تشطيب حيث يمكن تركه كما هو أو دهانه مباشرة (غراء أو زيت).(م.١٠١)

وبالتالي فإن إجمالي طاقة التصنيع للطوب الجبسي = ٧,٣٨ + ٢٨٥ + ٨ = **٣٠٠,٣٨ك.و.س/م٣ مباني.**

➢ **طاقة النقل**

أولاً: طاقة معدات النقل

يمكن باستخدام العربة سعة ١٠م٣ حمولة ٤,٥ طن وبمعرفة أن كثافة الطوب الجبسي = ٩٠٠ كجم/م٣،(م.١٠١) فإن الحجم المنقول من المادة في المرة الواحدة يحسب كالآتي:

الحجم المنقول من المادة = حمولة العربة /كثافة المادة = ٤٥٠٠ /٩٠٠ = ٥م٣<١٠ م٣، أي أن العربة ستقوم بنقل حمولتها كاملة، وبالتالي فإنه لمرة النقل الواحدة من الطوب الجبسي يمكن بناء مسطح = الحجم المنقول من المادة /سمك الحائط = ٠,٢/٥ = ٢٥ م٢، وحيث أن الهالك من مادة البناء أثناء النقل والتحميل والتفريغ = ٣%،(م.٤٨،ص١٩) فإنه يتم الاحتياج إلى عدد مرات نقل إضافية = ٣ % مرة نقل، أي أن مسطح البناء للنقلة الواحدة يعادل ٢٤,٢٥ م٢.

وبمعرفة أن الحجم المنقول من الطوب الأسمنتي في المرة الواحدة تكفي لبناء مسطح = ٩,٤٥ م٢ فإن عدد مرات النقل باستخدام الطوب الجبسي = ٢٤,٢٥/٩,٤٥ = **,٣٨** من عدد مرات النقل باستخدام الطوب الأسمنتي لنفس المسطح وبالتالي فإن طاقة النقل للطوب الأسمنتي = ٢,٦ طاقة النقل للطوب الجبسي سواء للعربة المستخدمة في النقل أو للسائق بفرض المسافة المقطوعة واحدة لكلا الحالتين.

ثانياً: طاقة عمالة النقل

يتم الاحتياج إلى عدد عاملان يقومان بالتفريغ والرص لسيارة حمولة ١٠ م٣ لعدد ٢ نقلة في اليوم أي عدد مرتين للرص ومرتين للتفريغ، حيث يمكن للعامل تفريغ ورص ٤ طن يومياً بهالك نقل وتحميل وتفريغ = ٣%.(م.٤٨،ص١٩) وبفرض قدرة العمالة من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر الباب الثاني ص٥٤) = ٣٠٠ وات، نظراً لوزن الطوب الخفيف نسبياً، فإن طاقة عمالة التفريغ والرص في اليوم (عدد ٨ ساعات)= ٢×٤ ×٠,٣ × ٨ = ٢٢,٤ ك.و.س/٢ نقلة .

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة النقل لبناء مسطح ٢٤,٢٥م٢ (نقلة واحدة)= **١١,٢ ك.و.س/ نقلة**

وعند الأخذ في الاعتبار عدد مرات النقل لكل من الطوب الجبسي والطوب الأسمنتي فإن طاقة عمالة النقل في حالة الطوب الجبسي =(١١,٢/١١,٢) × ٠,٣٨ = **,٣٨** من طاقة عمالة النقل في حالة الطوب الأسمنتي.

➢ **طاقة التنفيذ**

طاقة عمالة الإنشاء

أولاً: طاقة عمالة التركيب

بفرض معدل التركيب = ٣٠ م٢/يوم بناء،(م٠١٠١،ص٢) لمجموعة العمل المكونة من بناء ومساعد بناء (موان)و١/ ٢ مساعد تشوين(دباش) لترحيل الطوب إلى مكان العمل إلى جانب ١٢/١ خشاب لعمل السقايل،(م٠١٠١،ص٢) ولعمل الحائط المزدوج من الطوب الجبسي فإن ذلك يستلزم طاقة لعمل مكعب بناء = ٠,٢×٣٠ = ٦ م٣، وبفرض طاقة العمالة السابقة من الجدول الخاص بقدرة العمالة كالآتي:

البناء بقدرة = ٢٥٠ وات نتيجة لوزن الطوب الخفيف نسبياً – مساعد بناء بقدرة = ٢٥٠ وات – مساعد تشوين(دباش) بقدرة = ٢٠٠ وات – خشاب بقدرة = ٢٠٠ وات.

وبالتالي فإن طاقة عمالة التركيب للمتر المكعب في اليوم = (٢×١×٠,٢٥) +(١/ ٢× ٠,٢)+ (١/١٢×٠,٢)×((٠,٥ + ٠,١ + ٠,٠١٦)× ٨ = ٦/٨ = **٠,٨٢١ ك.و.س/م٣مباني**.

ثانياً: طاقة عمالة الرش

لا يحتاج الطوب الجبسي إلى عمالة لرش الطوب قبل الاستخدام في حالة استخدام الطوب الجبسي.(م٠١٠١،ص٢)

طاقة عمالة التخزين

يتم الاحتياج إلى عدد ١ عامل لتشوين ١٠م٣ في اليوم.(٢)ومن الجدول الخاص بقدرة العمالة يمكن فرض قدرة العامل = ٢٧٠ وات نتيجة للوزن الخفيف نسبياً وسهولة مناولته.وبالتالي فإن طاقة عمالة التشوين = (١× ٠,٢٧× ٨)/١٠ = ٠,٢١٦ ك.و.س/م٣.وحيث أن عملية تشوين الطوب الجبسي لا تحتاج إلى أي إنشاءات خاصة بعملية التشوين فإنها لا تستهلك طاقة قبل القيام بعملية تشوينها وبفرض أن التشوين يتم خلال الأدوار المختلفة فلا يؤثر على حركة المعدات والعمالة بالموقع يمكن التغاضي عن وجود أي هدر في الطاقة بعد القيام بعملية تشوينها.

طاقة عمالة التشطيب:

لا يحتاج الطوب الجبسي إلى بياض وبالتالي فيمكن الاستغناء عن عمالة التشطيب.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة التنفيذ = ٠,٨٢١ + ٠,٢١٦ = **١,٠٣ك.و.س/م٣ مباني.**

➢ **الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء**

يمثل الهالك من الطوب أثناء العمليات المختلفة ٣ % فقط، حيث أن جهد الكسر للطوب عالي = ٥٠ كجم/سم٢،(م٠١٠١) وبالتالي فإن الطاقة المهدرة في تصنيع مادة البناء = ٠,٠٣ × ٧,٣٨ = **٠,٢٢ ك.و.س.**

- **الهدر في الطاقة والناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات**

بفرض اتباع التعليمات الخاصة بالاستعمال بشكل يمهد إلى عدم وجود أي هدر في الطاقة، يمكن بالتالي التغاضي عن حساب هذه الطاقة.

- **طاقة التشغيل**

يمكن حساب طاقة الحصول على راحة حرارية بمعرفة أن الموصلية الحرارية للطوب = ٠,٤٣ وات/متر درجة،(م.٢٣،ص٢٤٤) هذا إلى جانب أنه يساعد في تخفيض طاقة الحصول على راحة صوتية فالعزل الصوتي له في حدود ٣٤-٤٠ دسيبل.(م.١٠١)

- **طاقة الهدم**

الجبس من المواد التي لا تسبب أضرار بيئية عند عودتها للطبيعة هذا إلى جانب أن عملية تركيب الطوب الجبسي تتم باستخدام النقر واللسان ومونة لاصقة بدون بياض مما يعطي إمكانية فكها وإعادة تركيبها مرة أخرى دون التأثير على جودتها،(م.١٠١) ويمكن فرض أن التوفير في الطاقة عند الهدم يعادل ١/ ٢ طاقة تصنيعها من جديد أي ما يمثل وفر في الطاقة = ٢/٧,٣٨ = ٣,٦٩ ك.و.س/م٣.

- **مراعاة التوازن البيئي**

يعتبر الجبس من مواد البناء المحلية والمتوفرة بمصر على السطح الخارجي لها مما لا يحتاج إلى طاقة تحجير كبيرة، حيث تتواجد هذه الخامة في مصر بترسيبات ذات درجة نقاء عالية في عدة مواقع مثل دير البرقان والعميد بالساحل الشمالي الغربي ومنطة البلاج بالاسماعيلية والساحل الشرقي لخليج السويس وبالقرب من مدينة سفاجا، ويتميز جبس الساحل الشمالي الغربي بوجوده على هيئة طبقات أفقية على السطح بسمك يتراوح بين٠,٢-٠,٣متراً،(م.٨٨،ص٩٢) كما أنه لا يحتاج إلى الرش بالماء كأنواع الطوب الأخرى لأنه يحتفظ بالماء داخله مما يقلل من الهدر في الماء، كما لا يحتاج إلى بياض مما يساعد على نظافة الموقع وعدم ظهور مخلفات.(م.١٠١)

- **الطاقة المستهلكة في الحصول على الطاقة المستخدمة**

يمكن استخدام أحد مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة لتجفيف الطوب، كأن يترك في الهواء الطلق فلا يحتاج إلى عملية حرق أو إهدار للوقود.

➢ **طاقة التصنيع**

طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة

يمكن بإلغاء طاقة التحجير لمواد البناء المستخدمة لجميع أنواع الشدات التغاضي عن الكثير من الطاقة المستهلكة والخاصة بتحجير المواد الخام المستخدمة بالشدات، وكذلك طاقة النقل بين المصنع والمحاجر المختلفة، ويمكن بالتالي الاكتفاء بطاقة المصنع، وبالنسبة للشدات المعدنية نجد أن متوسط طاقة المصنع الشهرية = ١٤,٣٣١ ك.و.س،(م١٠٤.٠) وبخصم نسبة ١٠ % إضاءة بالمصنع و٣ % فاقد الجهد المتوسط يكون الناتج = ١٢٢٠٨٧,٩٧ ك.و.س شهرياً، وبمعرفة أن الطاقة الإنتاجية للمصنع في الشهر تتراوح بين ١٢٥-١٥٠طن شدات ولابد من استبعاد المنتجات الأخرى للمصنع والتي تمثل ٢٥ % من المنتجات، وبالتالي نجد أن متوسط طاقة التصنيع للشدات = ١٢٢٠٨٧,٩٧×٧٥ % = ٩١٥٦٥,٩٧ ك.و.س شعرياً، ومن ثم يمكن حساب الطاقة المستهلكة لإنتاج الطن من الشدات حيث = ٩١٥٦٥,٩٧/ ١٣٧,٥ = ٦٦٥,٩٣ ك.و.س/طن.

وتختص الحسابات بمجموعة من الأرقام المتعلقة بكمية ونوعية الشدات المستخدمة، ويمكن إفرادها ومعرفة كمية الشدات المستخدمة بالدور بمعرفة أن مسطح الدور = ٧٤٠م٢ (م٩٦.٠) كما يلي:

➢ التطبيق، حيث يتم استخدام التطبيق sheeting من أخشاب لتزانة ١"×٤"، بحيث يحتاج مسطح الدور بأحد المجموعات السكنية بالمشروع والخاصة بالسقف والكمرات إلى ٠,٠٢٥ من الخشب، أي (٧٤٠م٢ + (٣٢٠م-× ٠,٥٤×٢))× ٠,٠٢٥ = ٢٧,١٤م٣ لتزانة/ الدور. (انظر شكل(م-٤))

➢ التطاريح، حيث يتم استخدام التطاريح joist باستخدام كمرات تلسكوبية تحت السقف، وكمرات ثانوية من أخشاب الموسكي ٢"×٦" على مسافات ٢٥ سم، وقد تم استخدام لمسطح الدور بالمشروع عدد ٢٩٩ كمرة تلسكوبية وزن كل منها ٤٣,٠١ كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ١٢٨٥٩,٩٩ كجم.(م١١٧.٠) كما تم استخدام كمية أخشاب موسكي تعادل بالأمتار الطولية: ٣٢٠م(طولي كمرة)× (طول الكمرات الثانوية من الخشب)/٠,٢٥ (مسافة بين التطاريح) = ٢٠٤٨ م-/الدور.(انظر شكل(م-٤))
ولحساب الكمية يتم ضرب الأمتار الطولية للكمر في ٢"× ٦" أي = ٢٠٤٨م× ٠,٠٥× ٠,١٥ = ١٥,٣٦م٣ خشب موسكي.

➢ العروق، حيث يتم استخدام العروق stringer من أخشاب ٣"× ٦"، ويتم عمل عروق لعدد ٢٠ كمرة أو بطول = ٣٢٠ متر طولي للكمر بعدد = ٤ عروق لكل كمرة، حيث يتم عمل جانبين كل منهما عرقين أسفل الكمرة بطولها مع وجود ركوب بين العروق وبعضها تمثل ١,١ من طولها، وبالتالي فإن المتر الطولي للأخشاب

المستخدمة = ٢(جانبي الكمر)×٢(عدد العروق لكل جانب)×٣٢٠م-(طول الكمر)× ١,١(ركوب العـــروق) = ١٤,٨م-.(انظر شكل(م-٤))

أي أن كمية الأخشاب المستخدمة للعروق ٣"×٦" = ١٤٠٨× ٠,١٥× ٠,٠٧٥ = ١٥٨,٨٤ م^{٣}.

- القوائم، حيث تستخدم القوائم shore باستعمال عدد من الدعامات المعدنيـــة shorbrace frame مـــع اكسسواراتها Accessories (انظر شكل(م-٣))، وقد وجد أنه لمساحة الدور في مشروع مدينة نصر الجديدة يتم الاحتياج إلى:

دعامة مزدوجة١٢٠×٨٠سم shorbrace frame بعدد ٣٦٠ دعامة وزن كل منها ٣٠ كجم، وبالتـــالي فـــإن إجمالي وزن الكمية = ١٠٨٠٠كجم.

دعامة مزدوجة ١٢٠×١٦٥سم shorb.tel .frame بعدد ٣٦٠ دعامة وزن كل ٢٧ كجم، وبالتالي فإن إجمـــالي وزن الكمية = ٩٧٢٠كجم.

بتر حديد براس ١/ ٢ كر ١٦٥سم Rivet Pin بعدد ٧٢٠ وزن كل منها ١٤ كجم، وبالتالي فإن إجمـــالي وزن الكمية = ١٠٠,٨كجم.

فينيل عدل أكرو Post Head Jackبعدد ٧٢٠ وزن كل منها ٩,٤ كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكميـــة = ٦٧٦٨كجم.

فينيل يوأكرو U-Head Jackبعدد ٧٢٠ وزن كل منها ١٢,٢٠ كجم، وبالتالي فـــإن إجمـــالي وزن الكميـــة = ٨٧٨٤كجم.

شيكال مزدوج ١٢٠×١٨٠سم Cross Bra (1.80m) بعدد ١١٠ كجم وزن كل منها ٨,٤٠كجم، وبالتـــالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٩٢٤كجم.

شيكال مزدوج ١٢٠×١٥٠سم Cross Bra (1.50m)بعدد ٥٨ وزن كل منها ٧,٥٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٤٣٥كجم.

شيكال مزدوج ١٢٠×١٢٠سم Cross Bra (1.20m)بعدد ٢٠٠ وزن كل منها ٥,٦٠كجم، وبالتـــالي فـــإن إجمالي وزن الكمية = ١١٢٠ كجم.

شيكال مزدوج ١٢٠×٩٠سم Cross Bro(0.9m) بعدد ٣٠ وزن كل منها ٤,٢٠ كجم، وبالتالي فإن إجمـــالي وزن الكمية = ١٢٦كجم.

خوصة ذراع مسافة ٣٠سم Link Space(30cm) بعدد ٢٠٤ وزن كل منها ٠,٧٠ كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ١٤٢,٨كجم.

خوصة ذراع مسافة ٦٠سم Link Spac(60cm)بعدد ٧٨ وزن كل منها ١,٢٠كجم، وبالتالي فإن إجمـــالي وزن الكمية = ٩٣,٦كجم.

دعامة ش١ 1 ×ST.Prop بعدد ٦١٤ وزن كل منها ٢٢,٨٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ١٣٩٩٩,٢كجم.

رأس دعامة Stirrup Head بعدد ٦١٤ وزن كل منها ٣,٨٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٢٣٣٣,٢كجم.(م-١٠٦)

كلبس ثابت ١,٥×١,٥" Double Couplerبعدد ٤٣٢ وزن كل منها ٠,٩٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٣٨٨,٨كجم.

كلبس ثابت ١,٥×٢" .Prop Double Co بعدد ٤٣٢ وزن كل منها ١,٤٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٦٠٤,٨كجم.

ماسورة ١,٥" بطول ٢,٠م St. Tube L= 2.0m بعدد ٦٠ و وزن كل منها ٩,٦٨كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٥٨٠,٨كجم.

ماسورة ١,٥" بطول ٣,٠م St. Tube L=3.0m بعدد١٥ و وزن كل منها ١٤,٥٢كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٢١٧,٨كجم.

ماسورة ١,٥"بطول ٤,٠م St. Tube L=4.0mبعدد ١٠ و وزن كل منها ١٩,٣٦كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ١٩٣,٦كجم.

ماسورة ١,٥"بطول٥,٠م St. Tube L=5.0mبعدد ١٥ و وزن كل منها ٢٤,٢٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٣٦٣كجم.

ماسورة ١,٥"بطول ٦,٠م St. Tube L=6.0mبعدد ١٠ و وزن كل منها ٢٩،٠٤كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ٢٩٩١,١٢كجم.

وصلة مواسير Tube Connectorبعدد ١٠٣ و وزن كل منها ١,٤٠كجم، وبالتالي فإن إجمالي وزن الكمية = ١٤٤,٢كجم.(م-١٠٦)

وبالتالي فإن إجمالي وزن القوائم للشدة المعدنية المستخدمة للسقف للدور الواحد في مشروع مدينة نصر الجديدة = ٦٠٨٣٠,٧٢كجم = ٦٠,٨٣طن.

- الفرشات والسقايل، حيث يتم استخدام خشب ٣×٦"أسفل القوائم، وبمعرفة أن السقف = ٧٠٠م طولي فإن كمية الأخشاب المستخدمة = ٧٠٠× ٠,٠٧٥ ×٠,١× ٠ = ١٧,٩٠ م٣.(م-١٠٦) (انظر شكل(م-٤))

ويمكن التغاضي عن طاقة تصنيع الأخشاب حيث أنها لا تحتاج إلى طاقة كبيرة لعملية تصنيعها بعد إلغاء طاقة مر حلة التحجير لجميع الشدات، وتصبح طاقة التصنيع باستخدام الشدات المعدنية = وزن الشدة المعدنية المستخدمة×طاقة تصنيع وحدة الأوزان من الشدة = (وزن الكمر التلسكوبي المستخدم + وزن الدعامات المعدنية واكسسواراتها)×٦٦٥,٩ = (١٢,٨٦ + ٦٠,٨٣)×٦٦٥,٩= ٤٩٠٧٠,١٧ك.و.س/الدور.

وبمعرفة أن عدد مرات استعمال الشدة المعدنية= ١٢٠ مرة،(م١٠٦) مع التغاضي عن كمية الأخشاب المستخدمة معها نتيجة لقلتها مقارنة بالعناصر المعدنية المستخدمة باستعمال الشدة المعدنية، وأن عدد مرات استعمال الشدة الخشبية = ٣٦,٧٦مرة كما سيلي حسابه في حالة استخدام الشدات الخشبية، فإن عدد مرات تصنيع الشدة المعدنية تمثل ٣ أضعاف عدد مرات تصنيع الشدة الخشبية، أي أن طاقة تصنيع الشدة المعدنية يقابلها طاقة تصنيع للشدة الخشبية ثلاث مرات. ، وبالتالي فللمقارنة بينهما فإن طاقة تصنيع الشدة المعدنية للدور مع الوضع في الاعتبار عدد مرات استعمالها = ٣/٤٩٠٧٠,١٧ = ١٦٣٥٦,٧ ك.و.س/الدور.

➢ **طاقة النقل:**

أولاً: طاقة معدات النقل

يمكن بمعرفة أن كثافة الخشب = ٣٥٠-٧٥٠كجم/م^3،(م٢٣،ص٢٢٤) وبفرض استخدام عربة النقل حمولة ٤,٥طن سعة ١٠م^3 فإن الحجم المنقول من المادة للمرة الواحدة = حمولة العربة/كثافة المادة = ٤٥٠٠كجم/(٧٥٠ كجم/م^3) = ٦م^3<١٠م^3 أي أن العربة ستقوم بنقل حمولتها كاملة.

عدد مرات النقل للأخشاب = كمية الأخشاب المستخدمة/السعة المنقولة بالعربة = (٢٧,١٤ +١٥,٣٦ + ١٥,٨٤ + ١٧,٩٠)/٦ = ٦/٧٦,٢٤ = ١٣مرة.

عدد مرات النقل للعناصر المعدنية = وزن الشدة المعدنية/حمولة العربة = (١٢,٨٦ + ٦٠,٨٣)/٤,٥٠ = ١٧ مرة.

وحيث أن عدد مرات استعمال أخشاب التطبيق = ٥ مرات فقط،(م٥٣،ص١٨) فيتم الاحتياج إلى ٢,٢مرة إضافية منها لاستيفاء الشدة المعدنية لجميع أدوار المبنى (١١دور) ، وبالتالي سيتم الاحتياج إلى عدد مرات نقل إضافية لكمية الأخشاب = ١,٢×٢٧,١٤ = ٣٢,٥٦م^3، أي عدد مرات نقل = (٦/٣٢,٥) = ٦ مرات.

وبالتالي فإن إجمالي عدد مرات النقل = ١٣+١٧+٦ = ٣٦ مرة.

ثانياً: طاقة عمالة النقل

يتم الاحتياج إلى عمالة تحميل وإنزال للشدات بما يعادل ٣٦ مرة إلى جانب الاحتياج إلى سائق لعربة النقل، وبفرض أن طاقة السائق متساوية لجميع عمليات النقل فالمؤثر الرئيسي في طاقته هو عدد مرات النقل = ٣٦ مرة، ويمكن اعتبار هذه الطاقة متضمنة في طاقة معدات النقل نظراً لأن الحاكم الأول فيها هو المسافة المقطوعة والتي سبق التغاضي عنها في الحسابات، أما بالنسبة لعمالة التحميل والإنزال فيتم الاحتياج إلى عدد ٤ عمالة في زمن يقارب الساعة لإتمام أي عملية منهما، وبافتراض أن قدرة هذه العمالة = ٢٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره بالباب الثاني (راجع ص٥٤)، حيث أن وزن الشدة التلسكوبية خفيفة فيسهل لشخص واحد حملها بسهولة،(م١٠٩) فإن طاقة العمالة = ٢×(٤ × ١ × ٣٦ × ٠,٢٥) = ٧٢ ك.و.س/الدور.

➢ **طاقة التنفيذ**

طاقة عمالة الإنشاء

أولاً: طاقة عمالة التركيب

يتم التركيب بمعدل ٢٥ م^{٢}/يوم باستخدام فني + مساعد + خشاب.(م١٠٩٠) وبالتالي فإنه لمساحة الدور ٧٤٠م^{٢} يتم الاحتياج إلى عدد = (٣×٧٤٠)/٢٥ ~ ٩٠ عامل تركيب منهم :

٣٠ فني يمكن فرض قدرتهم = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤).

٣٠ مساعد يمكن فرض قدرتهم = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة.

٣٠ خشاب يمكن فرض قدرتهم = ٢٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة.

وحيث أن عدد ساعات العمل باليوم = ٨ساعات ،فإن إجمالي طاقة عمالة التركيب = (٣٠ × ٠,٣٥ × ٨) + (٣٠ × ٠,٣ × ٨) + (٣٠ × ٠,٢٥ ×٨) = ٢١٦ ك.و.س/الدور.

ثانياً: طاقة عمالة الفك

يتم الفك بمعدل ٥٠م^{٢}/يوم باستخدام فني + مساعد +خشاب،(م١٠٩٠) وبالتالي فإنه لمساحة الدور ٧٤٠م^{٢} يتم الاحتياج إلى عدد =(٣×٧٤٠)/٥٠ = ٤٥ عامل فك منهم:

١٥ فني يمكن فرض قدرة كل منهم = ٣٥٠ وات من وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤).

١٥ مساعد وبفرض قدرة كل منهم = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة.

١٥ خشاب وبفرض قدرة كل منهم = ٢٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة.

وحيث أن عدد ساعات العمل باليوم = ٨ ساعات ،فإن إجمالي طاقة عمالة الفك = (١٥ × ٠,٣٥ × ٨) + (١٥ × ٠,٣ × ٨) + (١٥ × ٠,٢٥ ×٨) = ٤٢ + ٣٦ + ٣٠ = ١٠٨ك.و.س/الدور.

كما يراعى إمكانية وضع صلبات معدنية لإتمام فك الشدات المعدنية قبل عملية التصلد النهائي مما يقلل من فترة إشغال الشدات المعدنية.(م١٠٦٠)

ثالثاً: عمالة النقل بين الأدوار

وقد تم حسابهم من خلال عمالة الفك والتركيب السابقة ضمنياً.

رابعاً: عمالة المعالجة

يتم الاحتياج إلى عدد ٥ عمالة لرش الشدات لمدة يوم واحد فقط أي عدد ساعات عمل = ٨ساعات، وبفرض قدرة عمالة المعالجة = ٢٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة فإن طاقة عمالة المعالجة = ٥ × ٠,٢٥ × ١ × ٨ = ١٠ ك.و.س/الدور.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة الإنشاء = ٢١٦ +١٠٨ +١٠ = ٣٣٤ك.و.س/الدور.

طاقة عمالة التخزين

لا يفضل أن يتم تخزين الشدات بالموقع بل يتم استعمالها مباشرة، وإذا تم تخزينها يكون ذلك خلال الأدوار نفسها بحيث لا تتسبب في إهدار أي طاقة نتيجة تخزينها في هذا المكان، وهي لا تحتاج إلى أي إنشاءات خاصة بالتخزين وبالتالي يمكن التغاضي عن هذه الطاقة، وتعتبر الشدات التلسكوبية ذات وزن خفيف جداً بحيث يمكن لشخص واحد حملها وتخزينها وتنظيفها بسهولة .[١٠٦.م]

وبالتالي فأن إجمالي طاقة عمالة التنفيذ = طاقة عمالة الإنشاء + طاقة عمالة التخزين = ٣٣٤ ك.و.س/اليوم

- **الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء**

أولاً: هالك مواد البناء المساعدة

يمثل الهالك في مواد البناء المساعدة الهالك في الشدات ذاتها، وهذه النسبة لا يتعدى في الشدات المعدنية ٠,٠١، وبالتالي يمكن التغاضي عن حسابها.

ثانياً: هالك مواد البناء الأساسية

يمثل الهالك في مواد البناء الأساسية ما تؤثر به الشدات على الخرسانة المسلحة، وبالنسبة للشدات المعدنية فإن ذلك يساعد على استخدام شدات ثابتة الأبعاد، وينتج عن استخدام شدات ذات أبعاد ثابتة في جميع الأدوار تحديد كمية المواد المستخدمة وتكعيبها، فلا يحدث وجود هوالك ناتجة عن تغير الارتفاعات بين الأدوار، كما أن حديد التسليح يكون بأطوال ثابتة ومحددة وبالتالي يوفر ٠,٤ كجم/م^3 من حديد التسليح المستخدم في الطريقة التقليدية .[١]

ويمكن بمعرفة أن طاقة تصنيع حديد التسليح = ٩٠٠ ك.و.س/طن،[١٠٦.م] وأن كمية الخرسانة لسقف الدور = ١٤٥,٧م^3.[٩٧.م] لمساحة الدور والتي تبلغ ٧٤٠ م^2،[٩٦.م] وأن مساحة حديد التسليح =٠,٠١مساحة الخرسانة،[١٢٢.م] فإن كمية حديد التسليح بالدور = ٧٤٠ × ٠,٠١ = ٧,٤م^3، وذلك بالتغاضي عن مساحة مقطع حديد التسليح والذي عادة يحسب بالمليمترات، وبالتالي فإن التوفير في حديد التسليح = ٠,٤× ٧,٤ =٢,٩٦كجم، وبالتالي فإن كمية الطاقة التي يتم توفيرها عن استخدام الشدات الخشبية = ٩٠٠ × (١٠٠٠/٢,٩٦) = ٢,٦٦ك.و.س/الدور مع العلم بأن الطاقة المستهلكة لتصنيع حديد التسليح بالدور= ٩٠٠×(٧٤٠× ٠,٠١× ١٠٠٠/٨,٨٥) = ٥٨,٩ك.و.س/الدور، بمعرفة أن كثافة حديد التسليح = ٨,٨٥كجم/م^3[١٠٩.م] وبالتالي فإن نسبة الطاقة الموفرة عن استخدام الشدات الخشبية=٥٨,٩/٢,٦٦ = ٤,٥%.

- **مراعاة التوازن البيئي**

مما هو جدير بالذكر كون الشدات المعدنية غير مستهلكة للماء عند معالجتها، إلى جانب كونها ذاتية التنظيف من أي مخلفات عالقة بها باستخدام جزء مقلوظ يتحرك على الشدة، ويمكن بمقارنة هذه الميزات عن استخدام الشدة

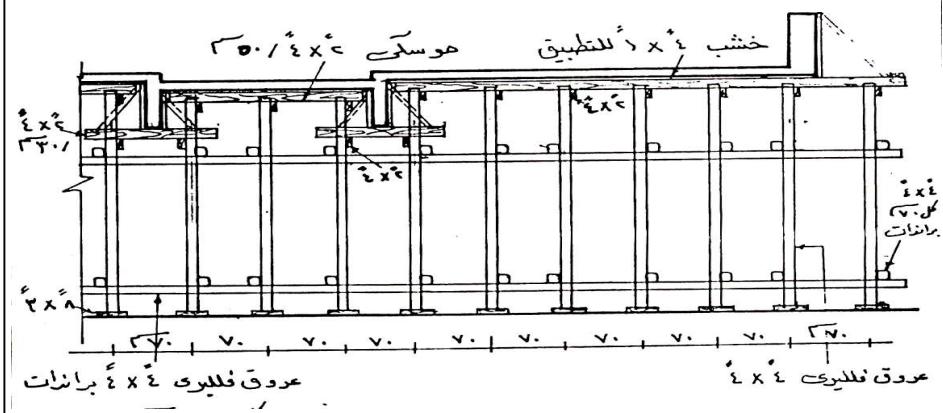
(١) أسامة الجرف، العناصر المستخدمة بالطرق الإنشائية المختلفة للإسكان مقارنة بالطريقة التقليدية، ٢٠٠٠م.

الخشبية والتي يصعب تخليصها مما يعلق بها التعرف على مدى التوفير الناتج للمحافظة على البيئة والتي تشمل تقليل الهدر في مواد البيئة، وعدم التأثير على المحيط الحيوي.[م٠٦٠١] (انظر شكل(م-٥))

- **مراعاة عاملي الأمان و الجودة**

يوفر التنفيذ باستخدام الشدات المعدنية أماناً أكبر من استخدام الشدات الخشبية، كما يساعد على سهولة التركيب والفك وسهولة الحركة أسفلها، هذا إلى جانب كونها قليلة التعرض لحوادث الحريق ولنفاذ الماء من خلالها، كما يسهل صيانتها.[م٠١٨،ص٤١]

شكل(م-٣):الشدات المعدنية لبناء الأسقف الخرسانية.[م٠١٣٧]



شكل(م-٤):عناصر الشدات المعدنية لصب الأسقف.[م٠١٠٦]

شكل(م-٥):طريقة التنظيف الذاتي للشدات المعدنية.(م٠١٣٧)

حسابات استهلاك الطاقة عند استخدام الشدات الخشبية في مشروع مدينة نصر الجديدة

➢ **طاقة التصنيع**

طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة

تتكون الشدة الخشبية من عدة مكونات (انظر شكل(م-٦))، ويلاحظ أنه لإمكانية حساب طاقة تصنيع الشدة الخشبية للدور في مشروع مدينة نصر الجديدة لابد أولاً من التعرف على كمية الأخشاب المستخدمة لها كالآتي:

➢ أخشاب التطبيق، حيث تستعمل التطبيق من اللتزانة التي لا يقل سمكها عن ٥ر٢سم، ويحتسب الاستهلاك على أساس عدد مرات الاستعمال.

ما يلزم للمتر المسطح من بلاطات الأسقف هو ٠ر٠٢٦ م^3 لتزانة أي ٧٤٠× ٠,٠٢٦ = ١٩ر٢٤م^3.

ما يلزم للمتر المسطح من جوانبه الكمرات هو ٠ر٠٣٣م^3 لتزانة أي ٥٧٣× ٠ر٠٣٣ = ١٨ر٩م^3.(م٠٥٣،ص١٧)

➢ الفرشات والسقايل، حيث تستخدم الفرشات من البونيتي تحت القوائم والسقايل فوق الأرضي، ويستهلك المتر المسطح من الشدة ٠ر٠٢٠ م^2 أي ٧٤٠× ٠,٠٢ = ١٤ر٨م^3.

➢ التطريح، حيث يستعمل الخشب الموسكي في التطريح قطاع ٢"× ٢,٤" أو ٢"× ٦"، ويتم استخدام الأخشاب الموسكي اللازمة للتطريح للمتر المسطح على أساس:

المتر المسطح من بلاطات الأسقف تحتاج ٠ر٠١ م^3 من الخشب أي ٧٤٠× ٠,٠١= ٧ر٤ م^3.

المتر المسطح من الكمرات (ارتفاع ٧٠ سم) تحتاج٠ر٠٣ م^3 من الخشب أي ٥٧٣× ٠,٠٣ =١٨ر٩م^3.(م٠٥٣،ص١٨)

➢ العروق، حيث تصنع العروق من الفليري وتستعمل في القوائم والشدات (البيانضات) وتمثل كمية =٧٤٠ ×٠,٠٦٨ = ٥٠ر٣٢ م^3.

وبالتالي فإن إجمالي كمية الأخشاب المستخدمة في الدور = ١٩ر٢٤ + ١٨ر٩ + ١٤ر٨ + ٧ر٤ + ١٨ر٩ + ٥٠ر٣٢ = ١٢٩ر٥٦م^3. (م.م،٥٣،ص١٩)

كما يمكن حساب كمية الأخشاب المستخدمة على أساس حجم الخرسانة المسلحة كالآتي:
١ متر مكعب من الخرسانة المسلحة في المباني السكنية يحتاج إلى :٨/١ م^3 موسكي + ١/ ٤م^3 لاتزانه + ٥/٤ م^3 عروق كما يحتاج إلى ٤٠ قمطة و ٢ كجم مسمار.(م.م،٤٤،ص١٠)

ويلاحظ أن عدد مرات استخدام الشدة الخشبية ذا تأثير مباشر على طاقة تصنيعها مقارنة مع طاقة تصنيع الشدات الأخرى، حيث يتم التعرف على عدد الشدات المستخدمة من أحدهما مقارنة مع عدد الشدات المستخدمة لنفس الزمن من الآخر ووضع ذلك في الحسبان عند حساب طاقة التصنيع لكليهما، ويلاحظ أن عدد مرات استخدام الأخشاب منخفضة نسبياً مقارنة مع باقي المواد، حيث أن عدد مرات الاستعمال للشدة الخشبية كالآتي: أخشاب التطبيق = ٥ مرات، الفرشات والسقايل = ٥٠ مرة، التطريح = ٣٣مرة، العروق = ٥٠ مرة،(م.م،٥٣،ص١٩،١٨،١٧) وحيث أن كمية أخشاب التطبيق المستخدمة في الشدة الخشبية = ٢٣,٣م^3، كمية أخشاب الفرشات والسقايل المستخدمة في الشدة الخشبية = ١٤,١م^3 ، كمية أخشاب التطريح المستخدمة في الشدة الخشبية = ١٧,٤٤م^3، كمية أخشاب العروق المستخدمة في الشدة الخشبية = ٤٨,١٤م^3، وبالتالي فإن نسبة كمية كل نوع من هذه الأنواع لإجمالي الكمية المستخدمة هي:
أخشاب التطبيق = (١٠٢,٩/٢٣,٣) = ٢٣%، أخشاب الفرشات والسقايل =(١٠٢,٩/١٤,١) = ١٤ %
،أخشاب التطريح = (١٠٢,٩/١٧,٤٤) = ١٧ %، أخشاب العروق = (١٠٢,٩/٤٨,١٤) = ٤٦%.
كما أن متوسط عدد مرات الاستعمال للمتر المكعب من الشدة الخشبية =(٠,٢٣× ٥) + (٠,١٤×٥٠) + (٠,١٧×٣٣) + (٠,٤٦×٥٠) = ١,١٥+ ٧ + ٥,٦١ + ٢٣ = ٣٦,٧٦ مرة استعمال.

ويمكن افتراض طاقة التصنيع للخشب غير مؤثرة خاصة بعد إلغاء طاقة التحجير لمواد البناء المستخدمة والاكتفاء بطاقة المصنع، وبالتالي يمكن التغاضي عن هذه الطاقة والمتمثلة في ماكينات تقطيع الأخشاب وتجهيزها.

- **طاقة النقل**

أولاً: طاقة معدات النقل

بمعرفة أن كثافة الخشب = ٣٥٠-٧٥٠ كجم/م^3،(م.م،٢٣،ص٢٢٤) وبفرض استخدام عربة النقل حمولة ٤,٥طن سعة ١٠م^3، فإن الحجم المنقول من المادة للمرة الواحدة = حمولة العربة/كثافة المادة = ٤٥٠٠كجم/(٧٥٠كجم/م^3) = ٦م^3< ١٠م^3 أي أن العربة ستقوم بنقل حمولتها كاملة.
عدد مرات النقل = كمية الأخشاب المستخدمة/السعة المنقولة بالعربة = ٦/١٢٩,٥٦ = ٢٢ مرة.

وبمعرفة أن عدد مرات استعمال أخشاب التطبيق = ٥مرات فقط،[٥٣.م] الفرشات والسقايل = ٥٠مرة، التطـــريح = ٣٣ مرة، العروق = ٥٠ مرة، يمكن إكمال استخدام هذه الأخشاب لجميع أدوار المبنى فيما عدا أخشاب التطبيـــق والتي سيتم الاحتياج إلى كمية مضافة منها = ١١دور/٥ مرات استعمال = ٢,٢من كمية الأخشاب المستخدمة أي بزيادة تساوي ١,٢× (١٩,٢٤ + ١٨,٩) = ٤٥,٧٦ م٣.أي عدد مرات نقل مضافة = ٦/٤٥,٧٦ = ٨مـــرات، وبالتالي فإن إجمالي عدد مرات النقل في حالة استخدام الشدات الخشبية = ٢٢ + ٨ = ٣٠ مرة.

وبفرض تساوي طاقة العربة الناقلة لجميع أنواع الشدات للنقلة الواحدة من أي منها فإن العامل الأساسي في تحديد طاقة النقل هو عدد مرات النقل للعربة = ٣٠ مرة.

ثانياً: طاقة عمالة النقل

يتم الاحتياج إلى عمالة تحميل وإنزال للشدات بما يعادل ٣٠مرة والتي تمثل عدد مرات النقل هـــذا إلى جانـــب سائق العربة، وبفرض طاقة سائق العربة متساوية لجميع الحالات فإن المؤثر الرئيسي هو عدد مرات النقل = ٣٠ مرة، وبفرض قدرة عمالة التحميل والإنزال = ٢٢٠وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، فإن طاقة العمالة = ٢ ×(٤ × ٣٠ × ٠,٢٥) = ٦٠ك.و.س/الدور

- **طاقة التنفيذ**

طاقة عمالة الإنشاء

أولاً: عمالة الفك والتركيب

يلزم لتركيب وفك ١م٣ من الشدات ما يلي:

البلاطات: يتم الاحتياج إلى عدد ١ نجار لمدة ٤ساعات، عدد ١خشاب لمدة ٤ ساعات،[٥٣.م] ويمكن فرض قـــدرة النجار = ٣٥٠وات، قدرة الخشاب=٣٠٠وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤).

الكمرات: يتم الاحتياج إلى عدد ١ نجار لمدة ٨,٥ ساعة، عدد ١ خشاب لمدة ٨,٥ ساعة،[٥٣.م] وبفـــرض قـــدرة النجار = ٣٥٠وات، قدرة الخشاب = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة.

وبالتالي فإن لكمية شدات خشبية = ١٢٩,٥٦م٣ فإن طاقة العمالة الفك والتركيـــب = ١٢٩,٥٦ × ((١ × ٤ × ٠,٣٥) + (١ × ٤ × ٠,٣) + (١ × ٨,٥ × ٠,٣٥) + (١ × ٨,٥ × ٠,٣)) = ١٠٥٢,٦٧ك.و.س/الدور.

ويلاحظ أنه لابد من انتظار زمن محدد لفك الشدات الخشبية عكس الشدات المعدنية، ويمثل زمن فك الشـــدات بالأيام للأسمنت البورتلاندي العادي الآتي:

- للكمرات = ٢ل + ٢ (ل هو طول بحر الكمرة)
- الكوابيل = ٣ل- (ل- هو طول الكابولي)
- زمن فك جوانب الأعمدة والكمرات = ٢يوم.[م.٤٤،ص١٣]

ولا يسمح بفك الشدات في حالة استعمال الأسمنت العادي إلا بعد فوات المدة الآتية:

- ٣ أيام للألواح الجانبية للكمرات والأعمدة والأجزاء الكاملة.
- ٣ أيام + ٢,٥ × طول البحر لبطنيات الكمرات على ألا تتعدى ٢٨ يوم ولا تقل عن ٣٠ يوم.
- ٣ أيام + ٥ × طول البحر للكوابيل.(م.٤٩،ص٢٦)

ويلاحظ مدى الهدر في زمن التنفيذ عند معرفة أنه يمكن وضع صلبات معدنية لإتمام فك الشدات المعدنية في حين لابد من تمام مرور كامل الوقت على الشدة الخشبية للتأكد من تصلد الخرسانة.(م.١٠٦)

ثالثاً: عمالة النقل بين الأدوار

يتم الاحتياج إلى عدد ١ عامل إضافي (صبي) لعملية النقل بين الأدوار لكل ١م^3 عبوة شدات،(م.٤٨،ص٥٧)وبفرض قدرة العامل = ٣٠٠وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، فإن طاقة النقل بين الأدوار = ١ × ١٢,٥ × ٠,٣ × ١٢٩,٦٧ = ٤٨٦,٢ ك.و.س/الدور

رابعاً: عمالة المعالجة

يتم الاحتياج إلى عدد ٥ عمالة لرش الشدات مرتين أو ثلاث مرات يومياً خلال ٧أيام وذلك لمنع الخرسانة من الجفاف،(م.٢٠) وبفرض عدد ساعات العمل اليومية = ٨ساعات وأن قدرة عمالة المعالجة = ٢٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر الباب الثاني ص٥٤)، فإن طاقة عمالة المعالجة = ٥ × ٠,٢٥ × ٧ × ٨ = ١٦٨ك.و.س/الدور.

وهكذا فإن إجمالي طاقة عمالة الإنشاء = ١٠٥٢،٦٧ + ٤٨٦,٢ + ١٦٨ =١٧٠٦,٨ ك.و.س/الدور.

طاقة عمالة التخزين

لا يفضل أن يتم تخزين الشدات بالموقع بل يتم استعمالها مباشرة، وإذا تم تخزينها في أي فترة يكون ذلك خلال الأدوار نفسها بحيث لا تتسبب في إهدار أي طاقة نتيجة تخزينها في هذا المكان، ويتم الاحتياج إلى ٤ عمالة مدربين للقيام برص الأخشاب في صفوف متعامدة وبشروط خاصة خلال يوم أو ٨ ساعات من العمل، (١) كما لا تحتاج هذه العملية إلى أي إنشاءات خاصة بالتخزين وبالتالي يمكن التغاضي عن هذه الطاقة.

طاقة عمالة التشطيب

ينتج عن استخدام الشدة الخشبية التقليدية سطح خشن وغير متساوي لعدم انتظام الألواح تماماً بجانب بعضها البعض، وبالتالي قد تستهلك كمية بياض كبيرة في عملية التشطيب لكن يمكن معالجة هذا العيب باستخدام ألواح كونتر لتعطي نفس جودة الأسطح الناتجة عن الشدات المعدنية، كما أنه بدهان الشدة الخشبية إذا كانت من اللتزانة بالصابون ولصق ورق مشبع بالزيت على الشدة ينتج وجه خرساني فائق النعومة، كما يمكن استخدام ألواح

(١) أسامة الجرف، العناصر المستخدمة بالطرق الإنشائية المختلفة للإسكان مقارنة بالطريقة التقليدية، ٢٠٠٠م.

الويزافوم الجديدة أو استخدام الصاج،(م٥٣٠،ص١٧) ويمكن التغاضي عن الفرق في طاقة التشطيب بين الأنواع المختلفة للشدات.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة التنفيذ = ١٧٠٦,٨ك.و.س/الدور.

➢ الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء

أولاً: هالك مواد البناء المساعدة

يمثل هذا الهالك ما ينتج من هالك للشدة الخشبية نفسها، وتمثل نسب الهالك ما يلي: اللاتزانة = ١٥ %،هالك العروق = ٢,٥ %، هالك التطريح(الموسكي) = ٧ % ،هالك البونتي = ٤ %،(م٤٤٠،ص١٠) ويمكن التغاضي عن نسبة الهالك بوجود الفرض السابق بالتغاضي عن طاقة تصنيع العبوات الخشبية.

ثانياً: هالك مواد البناء الأساسية

ينتج هالك مواد البناء الأساسية عن استخدام هذه الشدات أساساً في الخرسانة المسلحة نظراً لعلاقتها المباشرة بها، وينتج هذا الهالك نتيجة عدم دقة القياسات مثلاً، فللأدوار المختلفة قد يتغير ارتفاع كل منها عن الأخرى بالزيادة أو النقصان نتيجة عدم تساوي أبعاد الشدات الخشبية، ويتم الاضطرار في هذه الأحوال إلى إهدار حديد التسليح المستخدم، كما أن كمية الخرسانة المستخدمة غير محددة والتالي يتم إحضار كمية كبيرة منها والفائض يتم التخلص منه بعد ذلك، في حين تخضع الشدة المعدنية في استخدامها لأسس تصميمية دقيقة للحصول على عبوات لصب الخرسانة تعطي نتائج تتفق تماماً مع أسس التصميم الإنشائي الأمر الذي يؤدي إلى وفر في كميات الأعمال.(م١٨٠،ص٤٤)

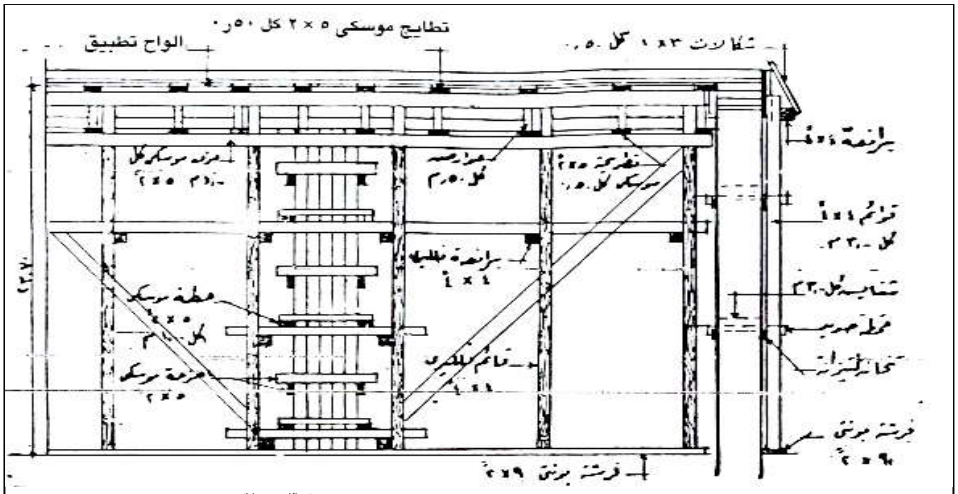
➢ مراعاة التوازن البيئي

يؤدي استخدام الشدات الخشبية في المباني إلى تدهور واضح في بيئة الكائنات الحية المتمثلة في النبات، حيث أن الاستهلاك بالشكل المسرف كما في المباني دون تعويض مستمر عن النقص الناتج للبيئة من جراء استخدام مكوناتها يؤدي إلى خلل في التوازن البيئي لها، فلو أن استخدام الشدات كان إلى الحد الذي يضمن تجدد الخامة لكان أسلوباً اقتصادياً في طريقة التنفيذ، كما أن عملية المعالجة المستمرة للخشب لمدة ٧أيام تؤدي إلى تدهور في المحيط الحيوي بالهدر في المياه وخاصة إذا كانت ذا ندرة.

كما يلاحظ صعوبة تنظيف الشدة الخشبية والتي تؤدي إلى أن يكون زمن صيانة الشدة الخشبية = ضعف زمن صيانة الشدة المعدنية وخاصة مع ظهور الشدات المعدنية ذاتية التنظيف، إلى جانب أنه يصعب بعد انتهاء عدد مرات استخدام الشدة الخشبية إعادة استخدامها في غرض مماثل، لكن من الممكن إعادة تدويرها للحصول على منتج يمكن استعماله في أجزاء أخرى بالمبنى.

➢ **مراعاة عاملي الأمان و الجودة**

تعتبر الشدات الخشبية عرضة للكثير من المخاطر والتي تسمح بتقليل جودتها أيضاً، حيث أنها عرضة للحريـــق إلى جانب أن خاصية الخشب لامتصاص الماء يمكن أن يؤثر على خواص الخرسانة، كما يمكن أن يؤثر على أسياخ حديد التسليح في حالة امتصاص كمية كبيرة من الماء، في حين لا تسمح الشدات المعدنية بمرور الماء خلالها.



شكل(م-٦):عناصر الشدات الخشبية المستخدمة.(م٠٥٣،ص٧)

حسابات استهلاك الطاقة عند استخدام شدة الطاولات المعدنية في مشروع مدينة نصر الجديدة

تشكل الخرسانة المستخدمة في بلاطات الأسقف ما يزيد عن نصف كمية الخرسانة في الإنشاء بشكل عام، وقد أدى ذلك إلى التفكير في طريقة الطبالي والتي تعتمد على تجهيز أكبر مساحة ممكنة من الفورم الخشبية أو المعدنيـــة، والتي تتكون من هيكل من القوائم الرأسية التي تتحرك على عجل لحمل الشدة يركب عليهـــا عـــوارض خشـــبية وكمرات مغطاة بألواح من الكونتر أو الميلامين والتي تمثل السطح النهائي للشدة الملاصقة للخرسانة، ويستخدم نظام الطبالي لإنشاء السقف بعد أن يكون قد تم إنشاء العناصر الحاملة الرأسية (أعمدة وحوائط خرسانية)بأي طريقة من طرق الإنشاء.(م٠٥٣،ص٧٥) (انظر شكل(م-٧))

➢ **طاقة التصنيع**

طاقة تصنيع مواد البناء المساعدة

يمكن بإلغاء طاقة التحجير لجميع أنواع الشدات والاكتفاء بطاقة المصنع نجد أنها تمثل تقريباً نفس طاقـــة تصـــنيع الشدات المعدنية = ٦٦٥,٩٣ ك.و.س/طن، وبمعرفة أن وزن الشدة الواحدة = ٥٠ كجم،م٢(م١٣٦٠) (انظر جدول(م-٢)) فإن وزن الشدات للدور = ٧٤٠ × ٥٠ = ٣٧٠٠٠ كجم = ٣٧ طن، وبمعرفة أن مساحة الـــدور = ٧٤٠م٢ فإن طاقة تصنيع شدات الدور = ٦٦٥,٩٢ × ٣٥,٤ = ٢٣٥٧٣,٩٢ ك.و.س/الدور.

وبالأخذ في الاعتبار الفرق في عدد مرات استعمال الشدة الخشبية عن شدة الطاولات المعدنية والمماثلة للشدة المعدنية ليمكن المقارنة بينهما، نجد أن طاقة التصنيع = ٢٣٥٧٣,٩٢/٣ = ٧٨٥٧,٩ ك.و.س/الدور.

➢ **طاقة النقل**

أولاً: طاقة معدات النقل

بفرض استخدام شاحنة نقل حمولة ٤,٥طن وبمعرفة أن كثافة الشدة المعدنية = ٧,٨طن/م^{3}، [1] فإن الحجم المنقول من المادة في المرة الواحدة =حمولة العربة/كثافة المادة = ٤,٥٠/٧,٨٠ = ٠,٥٧م^{3}، وبالتالي فإنه يلزم لنقل ٣٧طن من الشدات المعدنية = ٤,٥/٣٧ = ٩ مرات نقل للدور الواحد، وبمعرفة أن عدد مرات استعمال الشدة المعدنية = ٦٠مرة،(م٠٦٠١) فإن عدد الشدات تكفي المبنى ولا يتم الاحتياج لأي زيادة منها، وبفرض تساوي طاقة العربة الناقلة لجميع أنواع الشدات للنقلة الواحدة من أي منها فإن العامل الأساسي في تحديد طاقة النقل هو عدد مرات النقل للعربة = ٩مرات.

وتحتاج عملية التحميل والإنزال من العربة إلى شوكة حاملة ١طن/٥م،(م١٣٦٠) وبفرض استخدام الونش البرجي المتواجد بالمشروع قدرة ٣٠٠ك.و،(م١١٧٠) وبمعرفة أن نقل الشدة الواحدة يستغرق ما مقداره ٥ دقائق للتحميل أو الإنزال، وبمعرفة أن عدد الشدات/م^{2} = ٠,٠٥وحدة/م^{2}،(م١٣٦٠) فإن عدد الشدات للدور = ٧٤٠ × ٠,٠٥ = ٣٧ شدة للدور، وبالتالي فإن طاقة النقل للونش = ٢ × (٣٧ × ٣٠٠ × ٥/٦٠) = ١٨٥٠ك.و.س/الدور

ويلاحظ أن كفاءة النقل لشدة الطاولات المعدنية تبلغ ١٠٠% نظراً لعدم وجود أي فراغات بين الوحدات، وإشغال جميع حيز معدة النقل المستخدمة.(انظر شكل(م-٨))

ثانياً: طاقة عمالة النقل

تتركز عمالة النقل في هذه الحالة في سائقي عربة النقل والونش البرجي، ويمكن مراعاة أن هذه الطاقة متضمنة في طاقة معدات النقل مع مراعاة أن طاقة السائق واحدة في جميع حالات النقل، وبالتالي فإن المؤثر الأساسي فيها هو عدد مرات النقل = ٩ مرات، ويمكن التغاضي عن هذه الطاقة باعتبار أن طاقة كلا السائقين مماثلة لطاقة السائقين في أنواع الشدات الأخرى، هذا إلى جانب اعتمادها على مسافة النقل المقطوعة والتي سبق التغاضي عنها.

➢ **طاقة التنفيذ**

طاقة معدات الإنشاء

أولاً: معدات النقل بين الأدوار

يتم نقل الشدات بين الأدوار المختلفة عن طريق شوكة حاملة ١طن/م.(م١٣٦٠،ص٤) وبفرض استخدام الونش البرجي المتواجد بالمشروع قدرة ٣٠٠ك.و.(م١١٧٠) فإن نقل الشدة الواحدة يستغرق ما مقداره ١٥ دقيقة، وحيث أن عدد الشدات التي يحتاجها الدور الواحد = ٣٦شدة فإن طاقة المعدة المستهلكة للدور = ٣٦ × ٣٠٠ × ٦٠/١٥ = ٢٧٠٠ك.و.س/الدور. (انظر شكل(م-٩))

(١) الإدارة العامة للاستشارات الهندسية والخدمات الفنية-المقاولون العرب، سلسلة دليل المهندس-إدارة التصميمات، ١٩٨١.

طاقة عمالة الإنشاء

أولاً: طاقة عمالة التجميع

تحتاج عملية تجميع الشدات إلى عدد ٥فنيين،[١] ويتم تجميع الشدة في الدور الأرضي فقط ثم رفعها إلى الأدوار المختلفة، ومن الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر الباب الثاني ص٥٤) يمكن تقدير قدرتهم بـ٣٥٠وات أي ٠,٣٥ك.و، ويتم إتمام عملية التجميع في أسبوع مع للعلم بأن عدد ساعات العمل اليومية = ٨ساعات لمدة ٦ أيام بالأسبوع، وبالتالي فإن طاقة العمالة = ٠,٣٥ × ٨ × ٦ = ١٦,٨ك.و.س/الدور. وحيث أن هذه الطاقة تتم لمرة واحدة في المبنى والمكون من ١١دور فإن طاقة عمالة التجميع للدور = ١٦,٨/١١ = **١,٥٢ك.و.س/الدور**.

ثانياً: عمالة النقل بين الأدوار

يتم الاحتياج إلى عدد ٥ عمالة مدربة في الدور، وتستغرق عملية الفك وتحميل الشوكة وإنزالها بعد ذلك منها حوالي ٧٥ % من وقت نقل الشدة أي = ١١,٢٥ دقيقة،[١٣٦.م] ومن الجدول الخاص بقدرة العمالة يمكن فرض أن قدرة عمالة النقل بين الأدوار = ٢٥٠ وات أي ٠,٢٥ك.و، وبالتالي فإن طاقة هذه العمالة = ٥ × ٠,٢٥ × ١١,٢٥ /٦٠ = **٠,٢٣ك.و.س/الدور**. (انظر شكل(م-١٠))

ثالثاً: عمالة التركيب

يتم تركيب الشدة وصب الخرسانة بمعدل شقة لمجموعة العمل الواحدة في اليوم،[٢] ويمكن اعتبار أن عملية تركيب الشدة تستغرق ٢٥ % من عدد ساعات العمل في اليوم والتي تمثل ٨ساعات، وذلك لعدد ٥ عمال مدربين لكل شقة، أي أن عملية تركيب الشدات تتم على ٤أيام للدور الواحد، ومن الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤) يمكن فرض أن قدرة عمالة التركيب = ٢٥٠وات أي ٠,٢٥ك.و، وبالتالي فإن طاقة العمالة للدور = ٥ × ٠,٢٥ × ٠,٢٥ × ٨ × ٤ = **١٠ك.و.س/الدور**.

رابعاً: عمالة المعالجة

تحتاج الشدات إلى عملية رش لمدة يوم واحد وبالتالي فهي تحتاج ١/٧ من عمالة المعالجة في حالة الشدة الخشبية والتي تتم المعالجة على ٧ أيام فيها، ومن الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره بالباب الثاني(انظر ص٥٤)، يمكن فرض أن كلاً منهم ذا قدرة ٢٠٠ وات أي ٠,٢ك.و، وبمعرفة أن عدد ساعات العمل باليوم = ٨ ساعات فإن طاقة العمالة = ٥ × ٠,٢ × ٨ = **٨ ك.و.س/الدور**.

(١) أسامة الجرف، العناصر المستخدمة بالطرق الإنشائية المختلفة للإسكان مقارنة بالطريقة التقليدية، ٢٠٠٠م.

(٢) المجموعة الاستشارية للشرق الأوسط-الدورة التدريبية-تكنولوجيا المواد والأساليب الحديثة في البناء، ١٩٩١م، ص٣٦.

ويلاحظ التوفير في الوقت والناتج عن استخدام هذا النوع من الشدات حيث يوفر في الزمن اللازم للإنشاء بمقدار = ٠,٣٥ من الزمن اللازم للإنشاء باستخدام الشدة التقليدية. [١] (انظر جدول(م-١٥))

طاقة معدات التخزين

نتيجة لإمكانية رص حوالي ٦ شدات طاولة على شاحنة دون أن تأخذ حجم كبير نظراً لأن ارتفاع الشدة وهي مطبقة = ٤,٣ سم فقط، فإما أن يتم نقل الشدة فوراً بواسطة شوكة التحميل إلى الأدوار فلا يتم الاحتياج إلى مرحلة تخزين، وإما أن يتم إنزالها على الأرض مباشرة دون الحاجة لأي إنشاءات لمرحلة التخزين، كما أنها لا تأخذ مكاناً كبيراً عند تخزينها حيث يتم الرص رأسياً، وبالتالي يمكن اعتبار الهدر في الطاقة الناتج عن إشغال مكان للتخزين قليل بحيث يمكن إلغاؤه.(انظر شكل(م-١١))

طاقة عمالة التشطيب

ينتج عن استخدام شدة الطاولات سطح أكثر نعومة واستواء من الشدات السابقة، وبالتالي فإن كمية البياض المستخدم يكون أقل، لكن يمكن اعتبار طاقة التشطيب المستهلكة تقريباً واحدة في جميع الحالات، وبالتالي التغاضي عن هذه الطاقة.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة التنفيذ(معدات وعمالة) = ٢٧٠٠ + ١٦,٨ + ٠,٢٣ + ١٠ +٨ = **٢٧٣٥,٠٣ك.و.س/الدور**

- **الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء**

أولاً: هالك مواد البناء المساعدة

يمثل هالك المواد المساعدة الهالك في الشدة نفسها والتي لا يتعدى ٠,٠١ وبالتالي يمكن التغاضي عن حسابه.

ثانياً: هالك مواد البناء الأساسية

ينتج عن استخدام شدات ذات أبعاد ثابتة في جميع الأدوار تحديد كمية المواد المستخدمة وتكعيبها بدقة، فلا ينتج هوالك في مواد البناء الأساسية المتمثلة في الخرسانة المسلحة بمكوناتها عن تغير الارتفاعات بين الأدوار، كما أن حديد التسليح يكون بأطوال ثابتة ومحددة وبالتالي يوفر ٠,٤كجم /م^{٣} من حديد التسليح عن استخدام الشدة التقليدية، [١] وهو ما يماثل كمية ا لتوفير في حالة استخدام الشدات المعدنية = **٢,٦٦ ك.و.س/الدور**.

طاقة الهدم

يلاحظ أن خامة الشدة المستخدمة بنظام الطاولات والمماثلة للشدة المعدنية ذات أهمية كبيرة بالنسبة لمرحلة الهدم، حيث يمكن بعد انتهاء عدد مرات استخدامها إمكانية تدويرها وإعادة استخدامها، مما يوفر في طاقة تصنيع الشدات عندما يراد استخدامها مرة أخرى.

---

(١) أسامة الجرف، العناصر المستخدمة بالطرق الإنشائية المختلفة للإسكان مقارنة بالطريقة التقليدية، ٢٠٠٠م.

(١) المجموعة الاستشارية للشرق الأوسط-الدورة التدريبية-تكنولوجيا المواد والأساليب الحديثة في البناء، ١٩٩١م، ص٣٦.

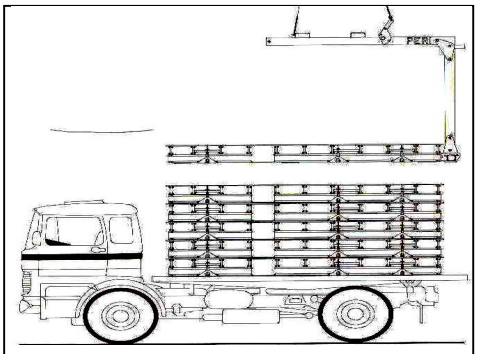
مراعاة التوازن البيئي

يلاحظ أن الشدات لا تستهلك لمعالجتها ماء كثيرة، وبالتالي يؤدي ذلك إلى عدم إهدار المحيط الحيوي بالموقع، إلا أن عملية تصنيع الشدة المعدنية تؤدي إلى تلوث البيئة المحيطة بالمصنع من خلال الدخان والمواد المتصاعدة من عمليات التصنيع.

مراعاة عاملي الأمان و الجودة

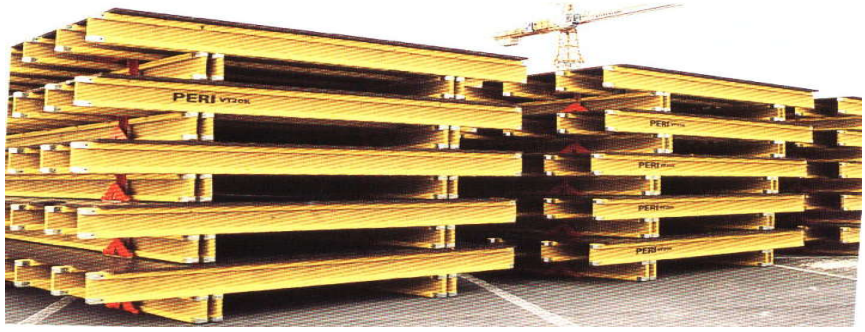
تعتبر هذه الشدة من أكثر الأنواع أماناً وخاصة لكونهعند مقارنتها مع الشدة الخشبية في حالة الحريق، كمـــا أن

شكل(م-٧):
مكونات شدة الطاولات المعدنية.(م،١٣٦،ص٨)



شكل(م-٨): التحميل والإنزال باستخدام شوكة حاملة.(م،١٣٦،ص٤)

السطح الناتج عن استخدامها أكثر جودة من الشدة التقليدية.



شكل (م-١١): تخزين الطاولات المعدنية بحيث لا تشغل أي حيز أثناء تشوينها.(٤)

عدد الأجزاء/م٢	الوزن (كجم/م٢)	المساحة(م٢) لكل وحدة	الزمن (س/م٢)
٠,١٠ إلى ٠,١٥	٥,٠٠	٥٠	٠,٠٥

سمك البلاطة = ٣٠٠مم.

جدول (م-١٠): المعدلات الخاصة بتركيب شدة الطاولات المعدنية.(م،١٣٦،ص١)

حسابات استهلاك الطاقة لأسلوب تنفيذ الخرسانة المسلحة باستخدام الخلاطة المركزية المتواجدة بالموقع

➢ **طاقة التصنيع**

تستهلك هذه الطاقة للحصول على مكونات الخرسانة المختلفة، وبالتالي تعتبر متماثلة لجميع طرق الخلط، ويمكن التنويه عن احتياجات هذه الطاقة كالآتي:

➢ طاقة الحصول على الزلط

يمكن باستخدام العمالة اليدوية الحصول على الزلط من خلال عدة عمليات هي:

١. الكشف والقطع، حيث ينتج العامل الواحد حوالي ٢م^3 في اليوم.
٢. التحميل، حيث يقوم العامل الواحد بتحميل ٧م^3 في اليوم الواحد.
٣. الخدمات، حيث ينتج مجموعة مكونة من ريس وعامل مياه و٣عمال إصلاح طريق وخفير ٦٠م^3 في اليوم.(م.٤٨،ص١٣)

يمكن باستخدام المعدات الحصول على الزلط من خلال عدة عمليات هي:

١. الكشف والتقطيع، حيث يتم باستخدام الحفار أو البلدوزر، ويمثل الإنتاج اليومي للحفار٤٠٠م^3 والبلدوزر٥٠٠م^3 في اليوم.
٢. التحميل للهزاز، حيث يتم باستخدام اللودر وينتج يومياً ٥٠٠م^3.
٣. الهز، حيث يتم باستخدام الهزاز وعلى سبيل المثال هزاز متوسط إنتاجية ٥٠٠م^3 يومياً.
٤. التحميل على السيارات، حيث يتم باستخدام لودر الإنتاج اليومي له٥٠٠م^3.

ويتم إهلاك المعدة بعد تشغيلها ١٢ ألف ساعة.(م.٤٨،ص١٤)

ويمكن من المتوسطات الخاصة بكسارة عتاقة والتابعة لشركة المقاولون العرب لإنتاج السن اختصار الحسابات لطاقة المعدات أو العمالة السابقة ومعرفة الآتي:

١. متوسط الإنتاج م^3 = ٦٩٢٩٧م^3/شهر، مع معرفة أن عدد أيام العمل الشهرية =٣٠ يوم وعدد ساعات العمل اليومية = ١٦ساعة.
٢. متوسط استهلاك السولار الشهري = ١٠٧٢١٢ لتر.
٣. متوسط استهلاك الزيوت الشهري = ١٢٠٠٥ كيلوكالوري.
٤. متوسط استهلاك الشحوم الشهري = ٦٩٠ كيلوكالوري.

وذلك للمعدات الآتية: دنابر – لوادر – حفارات – بلدوزرات.

أما بالنسبة للكسارة فمتوسط الاستهلاك الشهري لها = ٦٢,١٥٦ ك.و.س/م^3.(م.١٠٧)

وبمعرفة أن كثافة السولار = ٠,٠٨٣٥ كجم/م^{٣}، فإن إجمالي وزن السولار المستخدم = ٠,٠٨٣٥ × ١٠٧٢١٢ × ١٠$^{-٣}$ = ٨,٩٥كجم.

وحيث أن طن السولار يعطي= ٩,٧٤ جيجاكالوري،(م.٤٦،ص٣٧) فإن كمية السولار المستخدمة تعطي ٨,٩٥ × ١٠$^{-٣}$ ×٩,٧٤ × ١٠^{٦} = ٨٧١٧٣ كيلوكالوري.

وبمعرفة أن ١ كيلووات ساعة =٨٦٠ كيلوكالوري أو أن ١ كيلوكالوري = ١,١٦×١٠$^{-٣}$كيلووات ساعة،(م.٤٦،ص١٨١) فإن طاقة الوقود المستخدمة = (٨٧١٧٣ + ١٢٠٠٥ + ٦٩٠) × ١,١٦ ×١٠$^{-٣}$ = ١١٥,٨٤ ك.و.س.

أي أن إجمالي الطاقة المستهلكة لتصنيع المتر المكعب من السن مع التغاضي عن طاقة العمالة = ١١٥,٨٤/(٦٩٢٩٧ ×٣٠×١٦)+٦٢,١٥٦ = ٧٠ك.و.س/م^{٣}.

- طاقة الحصول على الرمل

يمكن باستخدام العمالة اليدوية الحصول على الرمل من خلال عدة عمليات هي:

١. الكشف والقطع، حيث ينتج العامل الواحد يومياً ٥م^{٣}.
٢. التحميل، حيث يقوم العامل الواحد بتحميل ١٥م^{٣} يومياً.
٣. الخدمات، حيث يقوم ريس وعامل مياه و٣ عمال إصلاح طريق وخفير بإنتاج ١٠٠ م^{٣} يومياً.

يمكن باستخدام المعدات الحصول على الرمل من خلال عدة عمليات هي:

١. الكشف والقطع، حيث يتم استخدام حفار أو بلدوزر كالسابق ذكره في الزلط وبنفس المعدلات، وهي الحفار ٤٠٠م^{٣} والبلدوزر ٥٠٠م^{٣}في اليوم.
٢. التحميل، حيث يتم باستخدام اللودر كالسابق ذكره في الزلط إنتاج يومي ٥٠٠ م^{٣}.
٣. الخدمات، وهي كالسابق ذكرها في العمالة اليدوية.(م.٤٨،ص١٥)

ويتم إهلاك المعدات بعد تشغيل ١٢ ألف ساعة.

- طاقة الحصول على الأسمنت

يمكن للحصول على الأسمنت المرور على عدة مراحل هي:

١. استخراج المواد الأولية من المحجر، وهي عبارة عن المواد الكلسية Calcarious والطينية Argillacious أو مواد تحتوي على سليكا وألومينا وأكسيد حديد.
٢. تنقل المواد السابقة إلى المصانع بطرق حديثة اقتصادية مثل النقل بالسلك الهوائي (التلفريك).
٣. تفتت المواد الأولية في الكسارات ثم تطحن وهي مبتلة في طواحين كرات.

٤. يخلط مطحون المواد الأولية بنسب معينة معلومة تشكل عجينة توضع في صهاريج تسمى صهاريج العجينة (Slurry Tanks).

٥. تحرق العجينة في الأفران الدوارة فتتحول إلى كلنكر، ثم يطحن ناعماً مع نسبة قليلة من الجبس ليصير أسمنتاً.

٦. يتم تعبئة الأسمنت.

ويتبع في صناعة الأسمنت طريقتان رئيسيتان إما الطريقة الجافة أو الطريقة الرطبة، وتفضل الطريقة الجافة في حالة ارتفاع سعر الوقود، فتتوافر بذلك كمية كبيرة من الوقود الذي يستهلك في تبخير الماء،(م٢٠،ص١٦٤)

ويمكن من مصنع الأسمنت الحصول على طاقة تقريبية لطاقة تصنيع الأسمنت من فواتير المصنع وخبرة العاملين بها، لكن يراعى عند الحسابات الدقيقة أن يتم حساب طاقة كل من المعدات والعمالة للعمليات السابقة المختلفة بحيث يتم الحصول على طاقة شاملة لعملية التصنيع ككل، ومن المصنع أمكن معرفة أن متوسط طاقة تصنيع الأسمنت الشهرية = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن أسمنت.(م١١٠)

➢ طاقة الحصول على حديد التسليح

يتم استخراج خام البوكسيت من محاجره ونقله إلى المصنع، وكما سبق فسيتم التغاضي عن طاقة التحجير، وفي المصنع نجد أن متوسط الطاقة الشهرية له = ٤٥٠٠٠ ك.و.س/طن منها ١٠ % للإضاءة والخدمات، ويمثل الإنتاج الشهري من حديد التسليح = ٥٠٠٠طن،(م١١٥٠)وبالتالي فإن طاقة تصنيع حديد التسليح = ٩٠٠ ك.و.س/طن.

ويمكن مما سبق حساب طاقة تصنيع المتر المكعب من الخرسانة كما يلي، مع التغاضي عن طاقة تحجير مواد البناء المستخدمة:

بفرض استخدام خرسانة ٢٥٠كجم/م^3 فإنه يحتوي على كمية أسمنت = ٢٥٠كجم وكمية زلط أو سن = ٠,٨م^3 وكمية رمل = ٠,٤م^3 (انظر جدول(م-١٦))، وبالتالي فإن:

وحيث أن طاقة تصنيع الأسمنت = ٨٠ك.و.س/طن،طاقة تصنيع السن = ٧٠ك .و.س/م^3.

طاقة تصنيع الخرسانة = (٠,٢٥ × ٨٠) + (٠,٨ × ٧٠) = ٧٦ك.و.س/م^3، هذا إلى جانب ما تحتويه من طاقة لحديد التسليح.

➢ **طاقة النقل**

يمكن افتراض أن طاقة النقل لكلا الأسلوبين واحدة سواء لنقل الزلط أو الرمل أو حديد التسليح وخاصة مع التغاضي عن المسافة المقطوعة في عملية النقل، والفرق يكمن في مكان المنقول إليه، ويلاحظ وجود فرق واحد هو في عملية نقل الأسمنت، وفيما يلي سيتم ذكر بعض عمليات التي تتم لكلا الأسلوبين هي:

➢ نقل الزلط

يتم نقل الزلط إلى الموقع في سيارة حمولة ١٠م^{٣} تؤدي ١٠ نقلات يومياً، من ١٠ إلى ١٢ كيلومتر بين المحجر وموقع العمل، ويتم التفريغ بالموقع للعامل الواحد لكل ١٠م^{٣} في اليوم، أما عن هالك النقل والتحميل والتفريغ فهو ٢,٥ %.

وقد يتم النقل إلى الموقع والتفريغ باستخدام قلاب كمثال حمولة ١٠ م^{٣}، وينتج ١٠ نقلات يومياً لمسافة من ١٠-١٢ كيلومتر بين المحجر وموقع العمل، أما عن هالك النقل والتحميل والتفريغ فهو كالسابق ٢,٥ %.

- نقل الرمل

يتم نقل الرمل إلى الموقع في سيارة قلاب حمولة ١٠م^{٣} تعمل من ١٠ نقلات يومياً لمسافة ١٠-١٢ كيلومتر بين المحجر وموقع العمل، ويتم التفريغ للعامل حوالي ٢٥ % يومياً، أما عن هالك التحميل والنقل والتفريغ فهو ٥ %، وقد يتم نقله كما يتم نقل الزلط بنسبة هالك ٥ %.

- نقل حديد التسليح

يتم نقل حديد التسليح إلى الموقع باستخدام سيارة حمولة ٣٠طن تعمل ١-٢نقلة يومياً طبقاً لموقع العملية من مكان المصنع أو المخزن، ويتم التفريغ باستخدام ونش لمدة ساعة يقوم بتفريغ سيارة حمولتها ٣٠طن، أما عن النقل الداخلي والتحميل والتفريغ فيتم باستخدام ونش + سيارة لمدة يوم تعطي ١٠٠طن يومياً للنقل الداخلي والتحميل والتفريغ، أما عن هالك النقل والتشغيل فهو بنسبة ٨ %.(م٤٨،ص١٧)

- نقل الأسمنت

يظهر الفرق بين طاقتي النقل لكل من أسلوب الخلط المركزي وأسلوب الخلط التقليدي من خلال عملية نقل الأسمنت، لذا سيتم حساب الفرق بين الطاقتين وفقاً لهذه العملية، ويتم نقل الأسمنت إلى الموقع سائب في عربات سيلو أسمنت حمولة ٣٠ طن أسمنت وبالتالي لن يتم الاحتياج إلى عمالة تحميل وإنزال للأسمنت،(م٤٤) لكنها بحاجة إلى عدد ٢ عامل للتغطية والربط يمكن فرض قدرة كل منهما ٢٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة والسابق ذكره بالباب الثاني (انظر ص٥٤)، ولكمية الخرسانة = ٢٤٨م^{٣} للدور(م٩٧) وباستخدام نوع الخرسانة ٢٥٠كجم أسمنت /م^{٣} خرسانة، يتم الاحتياج إلى كمية أسمنت = ٢٥٠×٢٤٨ = ٦٢ طن أسمنت/الدور، فإنه يمكن حساب طاقة عمالة نقل الأسمنت للدور = ٢×٠,٢×(٣٠/٦٢)× ٨ = **٦,٤ك.و.س/الدور**

مع معرفة أن عدد ساعات العمل اليومية = ٨ ساعات.

- **طاقة التنفيذ**

طاقة معدات الإنشاء

يتم الاحتياج إلى المعدات الآتية في الإنشاء: (م١١٧)

١. عدد ٢لودر كاتر بللر قدرة ١٤٠ك.و. لنقل المواد المشونة إلى محطة خلط الخرسانة، وبالتالي فإنها تعمل عدد أيام = ٢٥/٢٤٨ = ١٠ أيام لعدد ساعات = ٢ ساعة لكل يوم، أي أن طاقة المعدات = ٢×١٠×٢×١٤٠ = ٥٦٠٠ ك.و.س/الدور. (انظر شكل(م-١٥))

٢. عدد ١محطة خلط خرسانة إرباو بقدرة ٥٠٠ك.و.(م٩٧٠-١١٧) لإنتاج ٢٥م٣/ساعة، وبالتالي فإن إنتاج كمية ٢٤٨م٣ خرسانة للدور(م٩٧٠) تحتاج إلى طاقة = ٥٠٠ × ٢٥/٢٤٨ = ٤٩٦٠ك.و.س/الدور. (انظر شكل(م-١٢))

٣. عدد ٢خلاطة على سيارة ماجيروس سعة ٥م٣ بقدرة = ١٢٠ك.و.(م١١٧٠-) تحتاج كل منهما إلى زمن = ٢دقيقة في حالة انتظار الخلاطة، ٦ دقيقة في حالة تحميل الخرسانة على الخلاطة، دقيقة للخروج، أي إجمالي ٩دقيقة بالإضافة إلى ٦٠دقيقة حركة إلى موقع الصب،٣٠دقيقة تفريغ،٦٠دقيقة عودة، وبالتالي فإن إجمالي عدد الدقائق = ١٥٠ + ٩ = ١٥٩ ~١٦٠ دقيقة.

أي أن ٥م٣ يتم عملهم في ١٦٠دقيقة وبالتالي فإن ١م٣ يحتاج إلى نصف ساعة لعملية الصب، أي أن معدل الخلاطة = ٢م٣/ساعة، ولإنتاج كمية خرسانة = ٢٤٨م٣،(م٩٧٠-) فإن طاقة سيارات النقل = ١٢٠ × ٢/٢٤٨ = ١٤٨٨٠ك.و.س/الدور.

٤. عدد ١ طلمبة ضخ خرسانة بوزماستر متحرك بقدرة =١٤٠ك.و.(م١١٧٠-) تعمل بمعدل = ١٢م٣/ساعة، وبالتالي فإنه لإنتاج كمية خرسانة = ٢٤٨م٣ نحتاج إلى طاقة =١٤٠× ١٢/٢٤٨ = ٢٨٩٣,٣ ك.و.س/الدور (انظر شكل(م-١٤))

٥. عدد ١ هزاز يقوم بعمل ٢٠م٣ في اليوم بقدرة = ٢٠ك.و.وبالتالي فإنه لكمية خرسانة = ٢٤٨م٣ فإن طاقة الهزاز = ٢٠/٢٤٨ × ٢٠ × ٨ = ١٩٨٤ ك.و.س/الدور.

مع مراعاة أن العربات تذهب وهي محملة وتعود فارغة وبالتالي تستهلك طاقة في كلتا الحالتين.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة معدات الإنشاء = ٥٦٠٠ + ٤٩٦٠ + ١٤٨٨٠ + ٢٨٩٣,٣ + ١٩٨٤ = ٣٠٣١٧,٣ك.و.س/الدور.

طاقة عمالة الإنشاء

يمكن من الحسابات السابقة لطاقة معدات الإنشاء تحديد الومن المستغرق بكل مرحلة كالآتي:

يتم الخلط في زمن مقداره = ٢٥/٢٤٨ = ١٠ ساعات.

و يتم الصب في زمن مقداره = ١٢/٢٤٨ = ٢١ ساعة.

أما عملية الهز فتتم في زمن مقداره = ٢٤٨ ×٢٠/٨ = ١٠٠ ساعة.

ويمكن بالتالي حساب طاقة العمالة وفق هذه الأزمنة كالآتي:

أولاً: عمالة المعايرة

عدد ٢ سائق لودر لعدد ساعات = ٢ساعة لعدد أيام = ١٠، وبفرض قدرة السائق = ٢٥٠وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، فإن إجمالي الطاقة = ٢× ١٠ × ٠,٢٥ = ٥ ك.و.س/الدور.

ثانياً: عمالة الخلط

يتم الاحتياج إلى عدد ٢ فني تشغيل الخلاطة وعامل لنظافة شبكة الرمال وعامل لتشغيل خراطيم ضغط الهواء في صوامع الأسمنت وعامل لمتابعة فتح وغلق بوابة الخلاطة،(م١١٧٠٠) وبفرض متوسط قدرة العمالة = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤)، فإن طاقة العمالة = ٥ × ٠,٣ × ١٠ = ١٥ ك.و.س/الدور.

ثالثاً: عمالة الصب

يتم الاحتياج إلى عدد ٢ فني تشغيل مضخة الخرسانة وعامل لمتابعة شبكة الخرسانة على المضخة وعامل لضبط خرطوم مضخة الخرسانة وعدد ٢ فورمجي خرسانة وقد،(م١١٧٠٠) وبفرض متوسط قدرة العمالة = ٣٠٠وات فإن طاقة العمالة = ٦ × ٠,٣ × ٢١ = ٣٧,٨ ك.و.س/الدور.

رابعاً: عمالة الهز

يتم الاحتياج إلى عدد ١ هزاز في زمن مقداره ١٠٠ساعة، وبفرض قدرته = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤)، فإن طاقة عمالة الهز = ١× ٠,٣٥ × ١٠٠ = ٣٥ ك.و.س/الدور.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة الإنشاء = ٥ + ١٥ + ٣٧,٨ + ٣٥ = ٩٢,٨ك.و.س/الدور.

طاقة معدات التخزين

يتم الاحتياج إلى مكان للتشوين له اشتراطات خاصة، كما يتم الاحتياج إلى مكان لتشوين الركام الكبير بمقاساته المختلفة-إن وجدت-والركام الصغير (الرمل)، ويجب وجود فاصل واضح بين هذه الأنواع حتى لا يحدث الاختلاط بينهما.(م٥١٠،ص١٥) (انظر شكل(م-١٣))

ويلاحظ الدقة البالغة والتحكم الدقيق في عملية التشوين للمواد في أسلوب الخلاطة المركزية، حيث يتم نقل التشوينات من أماكنها إلى العيون التي يتم سحب المواد منها للميزان باللوادر، ويراعى تلافي حدوث انفصال حبيبي للركام عند التحميل ومراعاة عدم تساقط زيوت أو شحوم على الركام من هذه الوسائل، ويتم تغذية خزان الركام بالأنواع المختلفة من الركام عن طريق سير متحرك، ويتم استقبال الركام بعد وزنه باستخدام الميزان الموجود أسفل خزان الركام في قمع التجمع أو في حلة الخلط عن طريق سير ثابت، ويتم نقل الأسمنت من صومعة الأسمنت السايب عن طريق الحلزونة إلى ميزان الأسمنت الموجود أعلى قمع التجميع، كما يتم قياس كمية مياه الخلط باستخدام عداد

لقياس المياه موجود داخل كابينة التشغيل وفي داخل كابينة التشغيل، ويتم التحكم والسيطرة على محطة الخلط وتفريغ المواد بعد خلطها جيداً في سيارات نقل الخرسانة في حالة الخلط المبلل، أو تفريغ هذه المواد داخل سيارات خلط ونقل الخرسانة في حالة الخلط الجاف حيث يتم الخلط.

ويلاحظ أن طاقتي المعدات في حالتي الخلط بالطريقة التقليدية أو باستخدام خلاطة ميكانيكية ذات فارق بسيط يمكن التغاضي عنه، كما أن الهدر في الطاقة لكليهما متماثل والناتج عن حركة المعدات والعمالة حول أماكن التشوين نتيجة إشغال حيز كان يمكن الاستفادة منه بالمشروع.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة التنفيذ = ٣٠٣١٧,٣ + ٩٢,٨ = ٣٠٤١٠,١ ك.و.س/الدور.

- **الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء**

تمثل نسبة الهالك من الخرسانة أثناء الخلط بطريقة الخلاطة المركزية = ٠,٠٠٠٧م^3 حيث أن كمية ٧٠ألف متر مكعب يهلك منها ٥٠م^3،(م١١٢٠) وبالتالي يمكن التغاضي عن هذه الطاقة المهدرة.

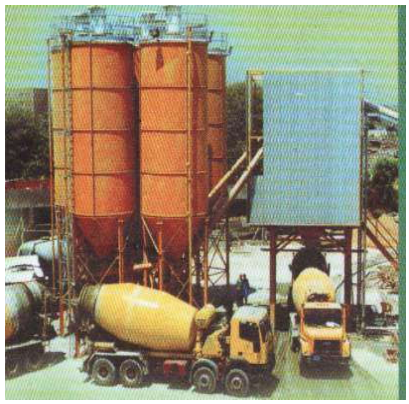
يمثل هالك حديد التسليح = ٧ % نظير الوصلات والكراسي وفرق الوزن، وهي مماثلة لهالك حديد التسليح في حالة الخلط بالطريقة التقليدية لذلك لن يتم احتسابها في المقارنة.

في حين أن هالك النقل من الأسمنت نتيجة نقله بشكل سائب = ٣ %(م٤٨٠،ص١٦) وهو أعلى من نظيره باستخدام الطريقة التقليدية، وبفرض استخدام خرسانة ٢٥٠كجم/م^3 فإن كمية الهدر في الطاقة = ٠,٠٣ × (٠,٢٥ × ٢٤٨ × ٨٠ = ١٤٨,٨ ك.و.س/الدور

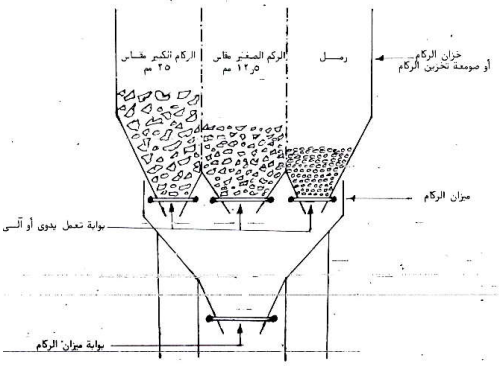
وذلك بمعرفة أن كمية الخرسانة المستخدمة بالدور = ٢٤٨م^3،(م٩٧٠) ومعرفة أن متوسط طاقة تصنيع الأسمنت الشهرية = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن أسمنت.(م١١٠٠)

مراعاة التوازن البيئي

يلاحظ أن عملية الخلط في حد ذاتها للخرسانة تسبب تلوثاً وانتشاراً للغبار والأتربة نتيجة إجراء عملية الخلط أمام المنشأ، في حين يمكن باستخدام الخلاطة المركزية استخدام فلتر لامتصاص الغبار والأتربة الناتجة عن التشغيل سواء كانت من الأسمنت أو خلافه كالفلاتر المركبة على صوامع الأسمنت، وبذلك يتم المحافظة على صحة العاملين وعدم انتشار الأتربة بالمنطقة الموجودة بها المحطة،(م٥١٠) هذا إلى جانب استخدام مراوح الشفط العملاقة وإمكانية وجود مظلة واقية لحجز الغبار المتصاعد من الركام، وتوجد العديد من محطات الخلط الصديقة للبيئة والتي تستخدم أجهزة تحقق ذلك مثل جهاز فصل المواد Recycling Machine ، الذي يقوم بفصل مكونات الخرسانة المرفوضة أو المواد الناتجة عن غسيل سيارات الخلط أو الزائدة عن الحاجة بإعادتها إلى مكوناتها الأصلية من ركام مغسول وأسمنت ومياه لإعادة استخدامها في إنتاج الخرسانة.(م٨٠٠،ص١٧)



شكل(م-١٢):بعض معدات التنفيذ المستخدمة في أسلوب الخلط المركزي.(م٩٥.٢)



شكل(م-١٣): قطاع في خزان الركام موضح به بوابات لتغذية الميزان بالأنواع المختلفة للركام.(م٥١.٢،ص١٥)

نوع الخلطة	أسمنت	رمل	زلط	نسبة الماء / الأسمنت	كمية الماء باللتر لكل شيكارة أسمنت
عادية ٣٠٠كجم أسمنت/م٣ خرسانة منتهية	شكارة واحدة	٠,٠٦٦م٣ أي صندوق ٢٨,٥×٥٠×٥٠سم	٠,١٣٢م٣ أي صندوق ٥٥×٥٠×٥٠سم	٠,٥٥	٢٧,٥
عادية ٣٥٠كجم أسمنت/م٣ خرسانة منتهية	شكارة واحدة	٠,٠٥٨م٣ أي صندوق ٢٧×٥٠×٥٠سم	٠,١١٦م٣ أي صندوق ٤٧×٥٠×٥٠سم	٠,٦٤	٢٢

جدول(م-١٦): نسب مكونات الخرسانة المختلفة.(م٢.٢،ص٣٤٣)

شكل(م-١٤): طلمبة ضخ خرسانة وسيارة خلط سعة ٥م٣(م٩٥.٢)

شكل(م-١٥): لودر يعمل أثناء التشوين.(م٩٥.٢)

حسابات استهلاك الطاقة لأسلوب تنفيذ الخرسانة المسلحة باستخدام الطريقة التقليدية (الخلاطة النحلة)

➢ **طاقة التصنيع**

تماثل هذه الطاقة طاقة تصنيع مواد البناء في حالة الخلط باستخدام الخلاطة المركزية المتواجدة بالموقع، سواء للحصول على الزلط أو الرمل أو الأسمنت أو حديد التسليح، وبالتالي فإن طاقة تصنيع المتر المكعب من الخرسانة = ٧٦ك.و.س/م^3

➢ **طاقة النقل**

تماثل هذه الطاقة أيضاً طاقة نقل المواد في حالة استخدام الخلاطة المركزية المتواجدة بالموقع، فيما عدا عملية نقل الأسمنت حيث يتم نقله في شكائر، وبالتالي يحتاج إلى عمالة إنزال عدد ١ عامل لكل ٥طن أسمنت، وعمالة تحميل عدد ١ عامل لكل ٥طن أسمنت، وحيث أن كمية الخرسانة = ٢٤٨م^3 للدور،(٩٧٠م) وباستخدام نوع الخرسانة ٢٥٠كجم أسمنت /م^3 خرسانة، يتم الاحتياج إلى كمية أسمنت = ٢٥٠ كجم/م^3، أي ما يعادل كمية أسمنت = ٦٢ طن للدور الواحد، وبفرض قدرة عمالة التحميل = ٣٠٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤)، فإن طاقة عمالة نقل الأسمنت (رص وتفريغ) في اليوم = ٠,٣ × ١٠/٦٢ × ٢ × ٨ = ٢٩,٧ ك.و.س/الدور وذلك بفرض عدد ساعات العمل اليومية=٨ساعات.

➢ **طاقة التنفيذ:**

طاقة معدات الإنشاء

يتم استخدام عدد من المعدات لإتمام عملية الخلط التقليدية تتمثل في:

١. الخلاطة النحلة، حيث تنتج الخلاطة ٤ متر مكعب في الساعة، وعدد ساعات التشغيل = ٨ ساعات في اليوم، قدرة الخلاطة = ١٥ حصان،(١) (م٤٨٠،ص٤٧) وبالتالي فإنه لكمية الخرسانة بالدور = ٢٤٨م^3 فإن طاقة الخلاطة النحلة = ٤/٢٤٨ × (١٥×٠,٠٧٤٦) = ٦٩,٣ك.و.س/الدور في زمن قدره = ٤/٢٤٨ = ٦٢ ساعة. باستخدام أن ١حصان = ٠,٧٤٦ك.و.(م١٢٠،ص٣٥)

٢. الهزاز، حيث يقوم الهزاز بعمل ٢٠م^3 في اليوم، ويستهلك ٠,٢٥ لتر بنزين في الساعة لكل حصان من قوة الهزاز.(م٤٨٠،ص٤٧) وبمعرفة أن قدرة الهزاز = ٢٠ك.و، وأن كمية الخرسانة بالدور= ٢٤٨م^3، فإن طاقة الهزاز لكمية الخرسانة بالدور = ٢٠/٢٤٨ × ٢٠ = ٢٤٨ك.و.س/الدور في زمن قدره = ٢٤٨ × ٨ / ٢٠ = ١٠٠ ساعة.

(١) بحيث معدل استهلاك السولار = ٢كجم/حصان/ساعة ومعدل استهلاك الزيت = ٠,٦كجم/يوم.

٣. عدد ١ ونش متحرك قدرته = ١٢٠ ك.و. لنقل الخرسانة إلى الأدوار المختلفة لتتم عملية صبها، حيث تعمل بعدد ساعات عمل الخلاطة = ٦٢ساعة، وبالتالي فإن طاقة الونش = ١٢٠ × ٦٢ = ٧٤٤٠ ك.و.س/الدور.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة معدات الإنشاء = ٩٣٠ + ٢٤٨ + ٧٤٤٠ = ٨٦١٨ ك.و.س/الدور.

طاقة عمالة الإنشاء

يمكن من الحسابات السابقة استنتاج أن الزمن المستغرق للعمليات المختلفة هي كالآتي:

- عملية الخلط = عملية الصب = ٦٢ ساعة.
- عملية الهز = ١٠٠ ساعة.

أولاً: عمالة المعايرة

يتم الاحتياج إلى عدد ١ ريس + عامل مياه + ٣ كراك + ١ للأسمنت (فتح الشكائر) لمعايرة ٣٠ متر مكعب خرسانة،(م.٤٤،ص٧) وبفرض متوسط قدرة العمالة = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر ص٥٤)، وحيث أن عدد ساعات العمل = ٦٢ ساعة، فإن طاقة عمالة المعايرة = ١٢ × ٠,٣٥ × ٣٠/٢٤٨ × ٦٢ = ٢١٥٢,٦٤ك.و.س/الدور.

ثانياً: عمالة الخلط

يتم الاحتياج إلى عدد ١/ ٢ ميكانيكي تشغيل الخلاط و١/ ٢ مساعد ميكانيكي لتشغيل الخلاطة لإنتاج ٣٢ متر مكعب خرسانة، وبفرض متوسط قدرة العمالة = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة وحيث أن عدد ساعات العمل = ٦٢ ساعة فإن طاقة عمالة الخلط = ١ × ٠,٣٥ × ٣٢/٢٤٨ × ٦٢ = ١٦٨,١٧ك.و.س/الدور.

ثالثاً: عمالة الصب

يتم الاحتياج إلى عدد ٨ نفر قروان و١حراث و١فورمجي +١ لعمل السقايل والطرق لصب ٣٠م^3 خرسانة، ويزداد عدد القروان ٢٠ % لكل سقف ارتفاع.(م.٤٤،ص٧) وبفرض متوسط قدرة العمالة = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة (انظر الباب الثاني ص٥٤)، وحيث أن عدد ساعات العمل = ٦٢ ساعة، فإن طاقة عمالة الصب = ١١ × ٠,٣٥ × ٣٠/٢٤٨ × ٦٢ = ١٩٧٣,٢ك.و.س/الدور.

رابعاً: عمالة الهز

يتم الاحتياج إلى عدد ١ عامل لتشغيل الهزاز لإنتاج ٢٠م^3 في اليوم وبفرض قدرته = ٣٥٠ وات من الجدول الخاص بقدرة العمالة، لعدد ساعات عمل = ١٠٠ ساعة فإن طاقة عمالة الهز = ١ × ٠,٣٥ × ١٠٠ × (٢٠/٢٤٨) = ٤٣٤ ك.و.س/الدور.

وبالتالي فإن إجمالي طاقة عمالة الإنشاء =١٩٧٣,٢ +١٦٨,١٧ +٢١٥٢,٦٤ +٤٣٤ = ٤٧٢٨ ك.و.س/الدور.

معدات وعمالة التخزين

يراعى عند الحساب وفق الافتراضات السابق ذكرها أن يتم تشوين المواد لكلا أسلوبي التنفيذ في نفس المكان وبحيث تشغل نفس الحيز، وبالتالي يمكن التغاضي عن وجود فرق بين طاقتي التخزين لكلا الأسلوبين، حيث تستهلك نفس الطاقة للحصول على منشآت التخزين كما تؤدي إلى نفس الهدر في طاقة كل من العمالة والمعدات في حالة الاضطرار للف حول أماكن التشوين الموجود بالموقع، ويلاحظ أن أسلوب التخزين في حد ذاته مختلف للأسلوبين ولابد بالتالي من اختلاف في طاقتي العمالة والمعدات التي تقوم بعمليات التشوين، إلا أن الفرق بسيط يمكن التغاضي عنه أيضاً نظراً لأن في كلا الأسلوبين يتم تشوين نفس المواد بنفس الكميات بالموقع، ويحتاج هذا الأسلوب من الخلط إلى عدة عمليات تخزين تتمثل في الآتي:

١. تخزين الركام

يجب تخزين الركام الصغير والكبير كل على حدة وبكيفية تجنب تلوثه، وفي الأعمال التي تحتاج إلى خرسانة خاصة يجب عمل أرضية صلبة لتخزين الركام وتشوينه حسب مقاساته المختلفة طبقاً لتدرجه الحبيبي ،[١] (م.٢٠/ص٣٣٧)

٢. تخزين الأسمنت البورتلاندي

يراعى كون الأسمنت البورتلاندي حساس للرطوبة وكلما أمكن المحافظة عليه من هذه الرطوبة كلما كان أفضل، ويراعى لذلك تخزين الأسمنت في مخزن جاف ويتم تشوين شكائر الأسمنت في صفوف رأسية ملتحمة مع بعضها ولا يسمح بمرور الهواء بينها، ولما كان رص الشكائر على الحوائط ليس ملائماً يجب أن تترك مسافة نصف متر من جميع الجهات بين الجدران وصفوف الأسمنت، كما يجب أن تكون المسافة بين كل رصتين لا تقل عن نصف متر، وقد تساعد هذه المقاييس التقريبية في تقدير حجم المخزن المراد بناؤه. [٢] (م.٢٠،ص٣٣٩)

٣. تخزين حديد التسليح

يجب أن تتوافر عدة شروط لتخزين حديد التسليح منها:

- تخزين حديد التسليح أفقياً مما يحتاج إلى مساحة كبيرة.
- يخزن كل قطر من أقطار الحديد على حدة.

---

(١) يجب أن يوضع كل مقاس من الركام في عين منفصلة على أرض من الخرسانة العادية ذات ميول ٣-٥ % لإمكانية تصريف مياه الغسيل المحملة بالأتربة والمواد الناعمة، ويفضل أن تكون منطقة التشوين مغطاة لتجنب أشعة الشمس، كما يجب غسل الركام الحرش في غسالات خاصة لإزالة الأتربة والمواد الضارة، كما يجب هز الرمل قبل توريده لموقع العمل لفصل عروق الطفلة والزلط الكبير، ويجب تعرض الركام الحرش لرزاز من المياه للمحافظة عليه بارد بصفة دائمة.(م.٤٩،ص٤)

(٢) ترص شكائر الأسمنت غير ملاصقة للحائط ولا تتعدى الرصة الواحدة أكثر من ١٢ شكارة، ويتم عزل أرضية المخزن قبل رص الأسمنت عليها، وعند بناء مخزن دائم للأسمنت يجب ملاحظة أن يكون متسعاً ليواجه طلبات التخزين، وتعتمد كفاية المخزن على مساحة الأرض والارتفاع، وعند تقرير حجم المخزن المطلوب لتخزين عدد معين من الشكائر الأسمنتية يفرض أن كل شيكارة تشغل ٠,٠٣٥م^{٣} وحوالي ٠,١٨م^{٢} من مساحة الأرض ،وعادة يكون الحد الأقصى لارتفاع الرصة يتراوح بين ١٠-١٢ شيكارة.(م.٣٩،ص١٥)

- يخزن الحديد في رصات على عوارض خشبية لرفعها عن الأرض الطبيعية بمسافة كافية لضمان عدم تأثر حديد التسليح بالرطوبة ومياه المجاري والأمطار.
- يلزم تغطية حديد التسليح بمشمعات في المناطق شديدة الرطوبة.(م٠٤٠)

وبالتغاضي عن طاقة التخزين فإن إجمالي طاقة التنفيذ = ٨٦١٨ + ٤٧٢٨ = **١٣٤٤٦ك.و.س/الدور**

➢ الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء

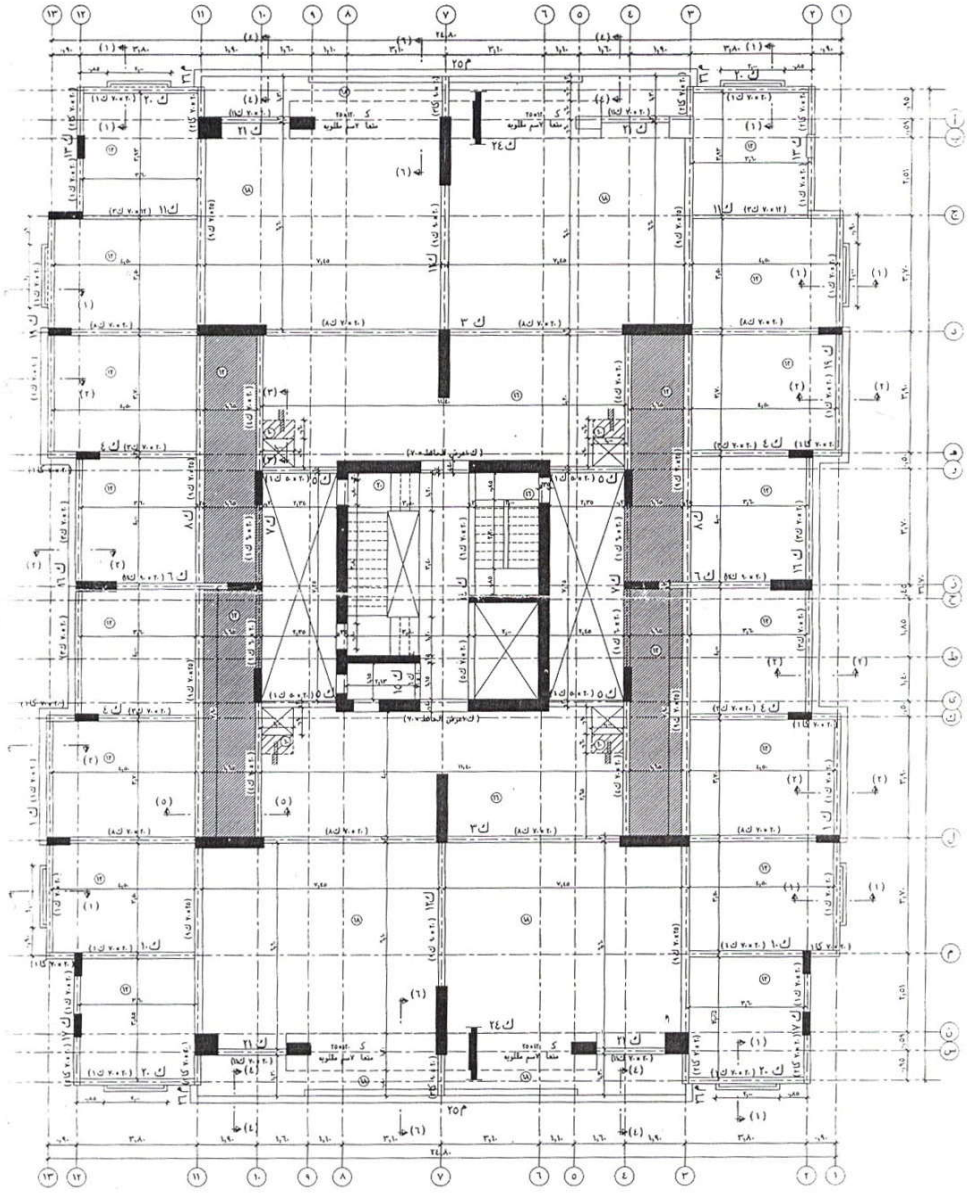
تمثل نسبة الهالك في هذه الطريق ما يعادل = ٥ % رمل، ٥ % أسمنت ، ٣ % زلط نظير التحميل والتفريغ والنقل والمناولة أثناء العمل، هذا إلى جانب الهالك ٥ % من الخرسانة أثناء العمل، ٧ % من حديد التسليح نظير الوصلات والكراسي وفرق الوزن،(م٠٤٨،ص٥٤) وهي مماثلة للهالك من حديد التسليح باستخدام الخلاطة المركزية المتواجدة بالموقع لذا لن يتم حسابها في المقارنة، وبالتالي فإن الهدر في الطاقة والناتج عن هوالك مواد البناء الناتج عن استخدام الخلط بالطريقة التقليدية = (٠,٠٥ × ٧٦ × ٢٤٨) +(٠,٠٥ × ٨٠ × ٢٤٨ ×٠,٢٥) + (٠,٠٣ × ٧٠ × ٠,٨×٢٤٨) = **١٦٠٧,٠٤ك.و.س/الدور**.

وذلك بفرض استخدام خرسانة ٢٥٠كجم/م^3 والمحتوية على كمية أسمنت = ٢٥٠كجم وكمية زلط أو سن = ٠,٨م^3 وكمية رمل = ٠,٤م^3، وبمعرفة أن كمية الخرسانة المستخدمة بالدور = ٢٤٨م^3،(م٠٩٧) وأن الطاقة المستهلكة لتصنيع الخرسانة = ٧٦ك.و.س/م^3 كما سبق حسابه في أسلوب الخلط السابق، وأن الطاقة المستهلكة لتصنيع الأسمنت = ٧٠-٩٠ ك.و.س/طن والطاقة المستهلكة لتصنيع السن = ٧٠ ك.و.س/م^3، وذلك بالتغاضي عن طاقة التحجير لجميع هذه المكونات وبالتالي التغاضي عن طاقة تصنيع الرمل.

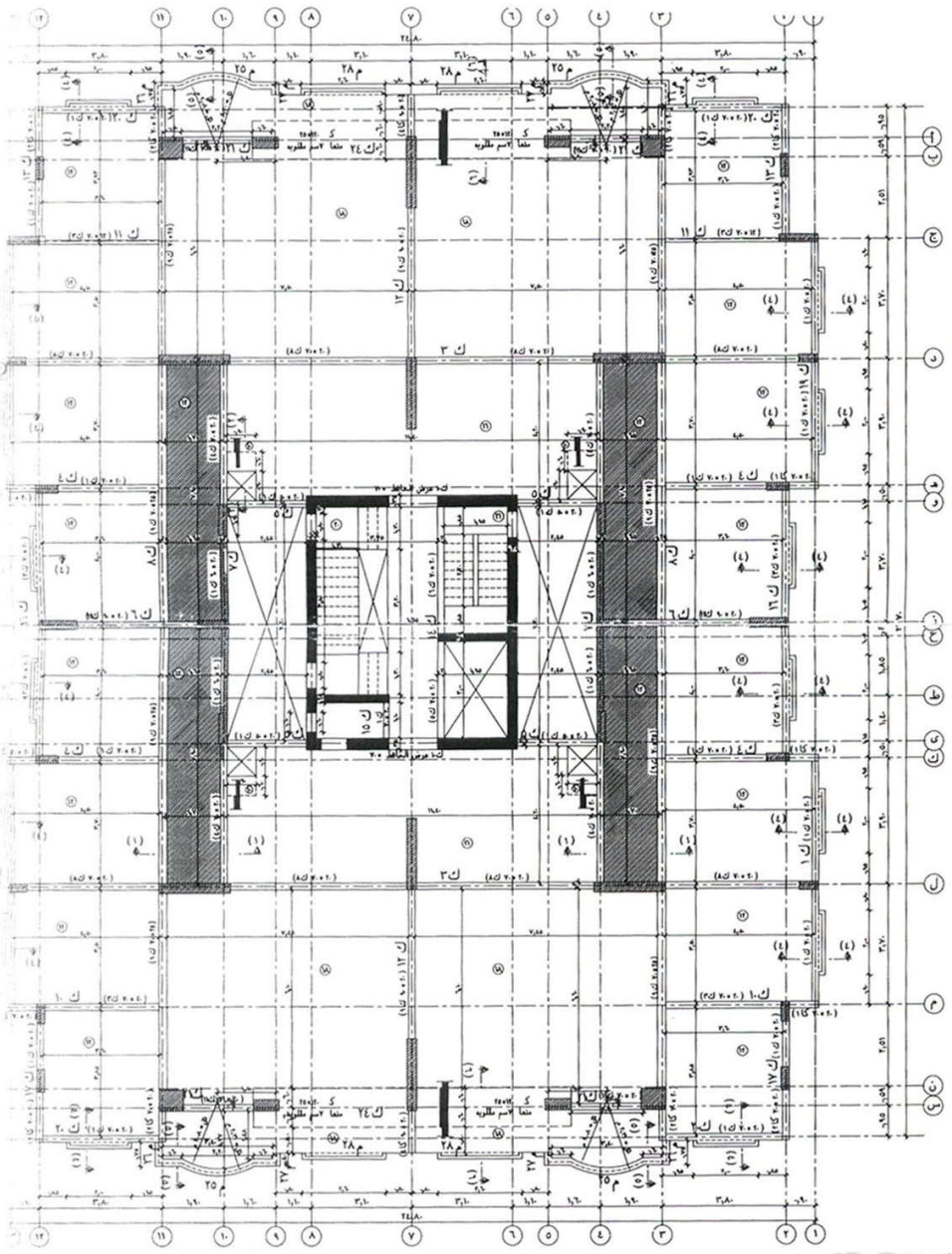
ومما هو جدير بالذكر أن استخدام الخلاطة المركزية يؤدي إلى تقليل نقط تشوين المواد وبالتالي تقليل الهالك الذي تزيد نسبته كلما زادت نقط تشوين المواد.(م٠١٨،ص٣١)

➢ مراعاة عاملي الأمان والجودة

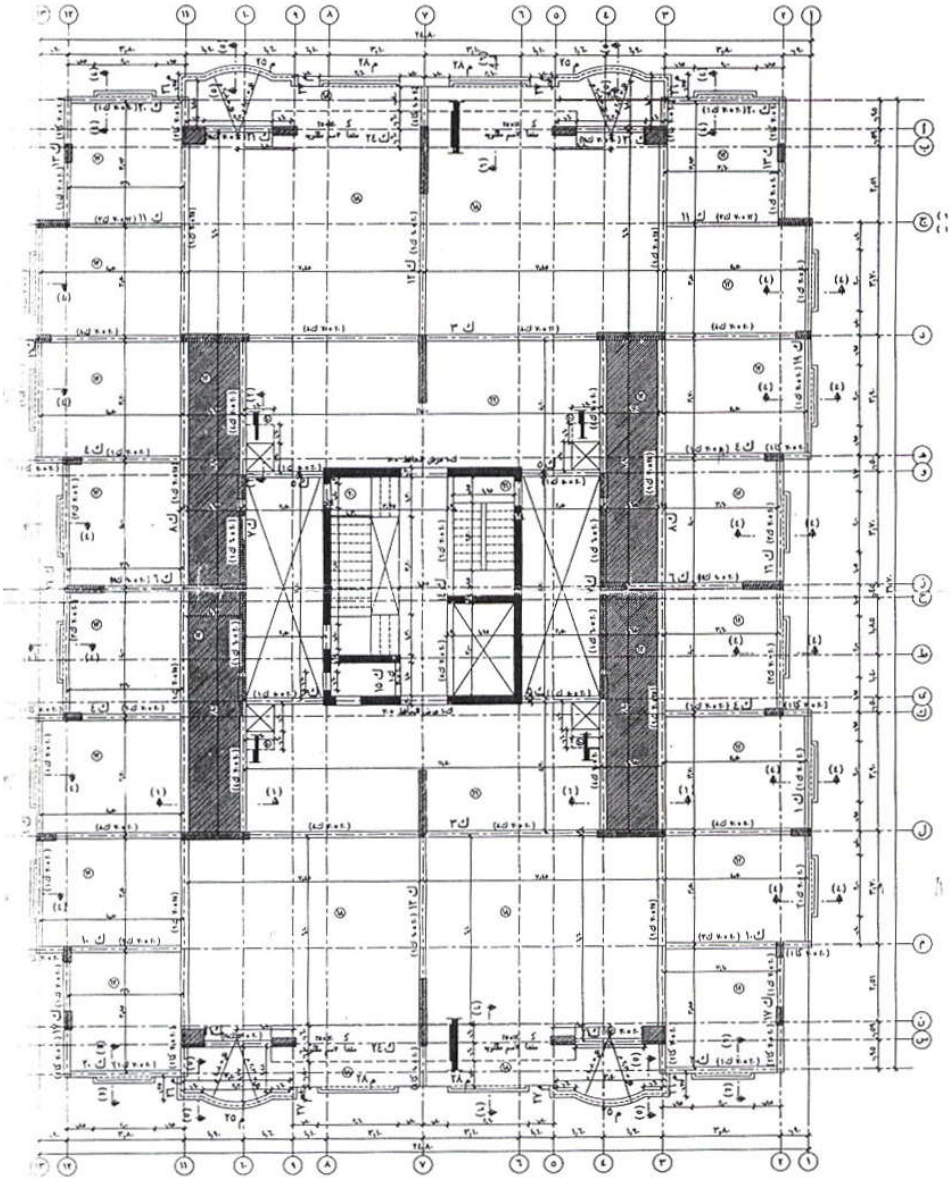
لا تخضع الخرسانة المصنعة بالطرق التقليدية إلى اختبار المنتج النهائي، هذا إلى جانب عدم تجانس الخلطة الخرسانية لاختلاف مصادر الخامات وتنوعها وللتباين في نسب المكونات وعدم كفاءة الخلط، هذا إلى جانب وجود فواصل صب بالخرسانة نتيجة انخفاض معدل الصب وزيادة زمن الصب،(م٠٨) كل ذلك يجعل لأسلوب التنفيذ السابق الأولوية عن الأسلوب التقليدي.



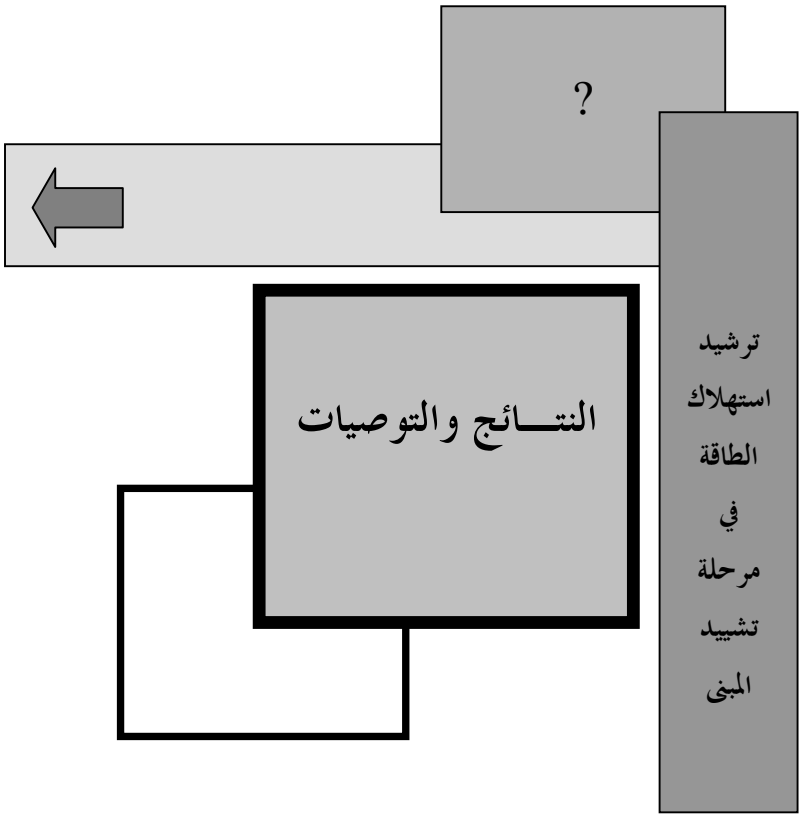
شكل(م-١٦): مسقط أفقي يبين الأبعاد الخرسانية للدور الأول والثاني بمشروع مدينة نصر الجديدة، نموذج (E).



شكل(م-١٧): مسقط أفقي للدور الثالث والرابع بمشروع مدينة نصر الجديدة، نموذج(E).



شكل(م-١٨): مسقط أفقي للدور الخامس والسادس بمشروع مدينة نصر الجديدة، نموذج(E).


?
ترشيد
استهلاك
الطاقة
في
مرحلة
تشييد
المبنى
النتـــائج والتوصيات

النتائـــــــــــج

يمكن من خلال البيانات المقدمة بالباب الأول استنتاج الآتي:

- تقع مصر كباقي دول العالم في أزمة الطاقة نظراً لاعتمادها على المصادر غير المتجددة منها، وتتزايد المشكلة مع الإسراف في استخدام الطاقة وعدم كفاءة هذا الاستهلاك.
- يمكن أن تتحول مصر خلال بضع سنوات لاستيراد الطاقة نظراً للنضوب السريع لإمداداتها غير المتجددة منها، وعدم توافر البديل المناسب.
- تعتمد مصر بشكل أساسي على البترول لتوليد الكهرباء على الرغم من مشاكلها البيئية العديدة وعدم توافر الاحتياطي المناسب منها، بينما تقع الطاقات المتجددة في مصر في مراحل مبكرة من الاستخدام.
- يعتبر نصيب الفرد من الطاقة في مصر منخفضاً مع كثافة استخدام عالي للطاقة، مما يعكس عدم كفاءة استخدام الطاقة في مصر.
- لابد من البحث السريع عن طريقة للحد من تفاقم أزمة الطاقة في مصر، ويعتبر اتجاه ترشيد استهلاك الطاقة أحد الاتجاهات الهامة لذلك.
- تظهر أهمية ترشيد استهلاك الطاقة والتي تؤدي إلى توفير طاقة تفوق ما يمكن الحصول عليه من إقامة منشآت جديدة لإنتاجها.
- يعني ترشيد استهلاك الطاقة بالحفاظ عليها بالدرجة الأولى ولا يعني بتخفيضها إلى دون المستوى المطلوب منها، بحيث يسمح الترشيد بالتنمية المستدامة مع تخفيض الانعكاسات البيئية.
- يتم ترشيد استهلاك الطاقة إما بطرق مباشرة بتحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد من الطاقة، أو بطرق غير المباشرة باستخدام بدائل للطاقة المستخدمة أو لعناصر استهلاك الطاقة، والتي لها الأولوية على المدى البعيد.
- يتم ترشيد استهلاك الطاقة نفسها للحصول عليها من خلال مراحلها المختلفة من توليد ونقل وتشغيل.
- توجد عدة إنجازات في مجالات الطاقة المتجددة في مصر وخاصة في مجال طاقة الرياح، والتي ينتظر أن تكون ذات صدى على الاستهلاك من الطاقة على المدى القريب.
- يستهلك المبنى طاقة عالية من خلال جميع مراحله المختلفة من تشييد وتشغيل وهدم، وبالتالي لابد من ترشيد هذا الاستهلاك من خلال الفرص المتاحة لذلك.

يمكن من خلال تحليل وضع الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وتحديد الاتجاهات المختلفة والمتعلقة باستهلاك الطاقة بها من خلال الباب الثاني من البحث استخلاص النتائج التالية:

- تستهلك المباني أثناء مرحلة تشييدها طاقة عالية تبدأ منذ وجود المواد الخام بالأرض وحتى يصبح المبنى مكتملاً عليه.

- توجد مجموعة من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى متمثلة في مواد البناء المستخدمة ونظم البناء المتبعة وأساليب التنفيذ المستخدمة وعملية التصميم والتحكم في الوقت، والتي تؤثر على عناصر استهلاك الطاقة في هذه المرحلة.
  - توجد علاقة متكاملة بين العوامل السابقة وبعضها البعض، حيث يؤثر اختيار أحدها على تحديد الآخر، ويلاحظ أن معظم هذه العوامل لم تصل بعد إلى الصورة المثلي لها في التطبيق ليمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلالها في مصر.
  - تعتبر كل من مواد البناء وأساليب التنفيذ المستخدمة حالياً في مصر من أكثرها استهلاكاً للطاقة وأقلها كفاءة، مما يستوجب البحث عن بديل مناسب وسريع لها.
  - تعتبر الخرسانة المسلحة من أكثر مواد البناء الأساسية استهلاكاً للطاقة سواء عند تصنيعها أو تصنيع مكوناتها، أو عند نقلها، أو عند التنفيذ بها، خاصة مع عدم محلية معظم مكوناتها كالأسمنت وحديد التسليح، هذا إلى جانب ما تسببه من تأثير سلبي على البيئة خاصة خلال مرحلة تصنيع الأسمنت والذي يعتبر أهم مكوناتها.
  - تعتبر أساليب التنفيذ التقليدية المستخدمة حالياً بكثرة من أكثر الأساليب استهلاكاً للطاقة، خاصة مع سوء الرقابة على مثل هذه النوعية من الأساليب، وعدم الاعتناء بجودة المنتج الناتج عنها، وعدم تحقيق النسبة المثلى للمعدات إلى العمالة بما يحقق كفاءة استهلاك الطاقة، هذا إلى جانب ما تسببه هذه الأساليب من تأثير بيئي سلبي.
- توجد مجموعة من العناصر المستهلكة للطاقة في مرحلة تشييد المبنى متمثلة في كل من المعدات والعمالة، كما يتم الهدر في استهلاك طاقة كل منهما بطريقة غير مباشرة من خلال هوالك مواد البناء وسوء الإدارة.
  - تستهلك كلاً من المعدات والعمالة طاقة يمكن حسابها من خلال معادلات الطاقة المختلفة ليمكن التأكد دوماً من عدم وجود استهلاك مفرط لها دون داعي، أو خفض لهذا الاستهلاك مما ينتج عنه عدم جودة المنتج.
  - تعتبر الطاقة المهدرة والناتجة عن مرحلة تشييد المبنى عالية جداً في مصر نظراً للارتفاع الملحوظ في نسبة هوالك مواد البناء بدون مبرر ، إلى جانب سوء إدارة تنفيذ المشروعات والتي تصل كفاءتها إلى ٦٠% في بعض الأحيان في مصر.
- يمكن تقسيم مراحل استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى إلى مرحلة تصنيع مواد البناء ومرحلة النقل والتنفيذ، ويتم في جميع هذه المراحل استهلاك الطاقة من خلال عناصر استهلاك الطاقة السابقة.
  - يتميز قطاع الصناعة في مصر شاملاً صناعة مواد البناء على وجه الخصوص بكونه ذا كثافة طاقة من أعلى الكثافات في العالم، بما يعني استخدام قليل الكفاءة بدرجة كبيرة.
  - يتميز قطاع النقل في مصر باستهلاكه العالي من الطاقة إلى جانب اعتماده بشكل كبير على وسائل النقل البرية كالشاحنات، مع التغاضي عن وسائل النقل الأخرى المتوفرة قليلة الاستهلاك للطاقة.
  - تتميز عمليات التنفيذ المختلفة في مصر بعدم كفاءة استهلاك الطاقة، ويلاحظ التركيز بشكل كبير على صرف الطاقة المستهلكة على عمليات كان يمكن الاستغناء عنها بالمبنى.
- تؤثر مرحلة تشييد المبنى بصورة سلبية كبيرة على البيئة بجميع مكوناتها المختلفة سواء بتلوثها أو بتدهورها، ويتم تلويث مكونات البيئة بإضافة مواد إليها والتغيير في خصائصها الكيميائية أو الفيزيائية، بينما يتم تدهور

مكونات البيئة إما بالزيادة نتيجة عدم الاستغلال الأمثل لموارد البيئة المتواجدة وخاصة إذا كان زيادة المحتوى منـــها يؤدي إلى ضرر بالبيئة، أو بالنقصان نتيجة لاستنزاف موارد البيئة المختلفة دون وعي.

ويمكن من الباب الثالث الحصول على النتائج التالية:

- يمكن تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال مجموعة من عناصر التقييم المقترحة، شاملة تأثيرها على استهلاك الطاقة لجميع مراحل المبنى ومراعاتها للتوازن البيئي وعاملي الأمان والجـــودة ونوعية الطاقة المستخدمة خلالها.
- يمكن الحصول على مصفوفة من الاختيارات التي تمكن المعماري من الحصول على العوامل المختلفة المتوافقة مع بعضها البعض.
- يمكن بالاختيار المناسب لكل من مواد البناء وأساليب التنفيذ المستخدمة وغيرهما من العوامل المؤثرة علـــى استهلاك الطاقة خلال مرحلة تشييد المبنى ترشيد استهلاك الطاقة خلال مرحلتي تشغيل المبنى وهدمه، وهـــو مـــا يوضح العلاقة المتلاحمة للمراحل الثلاث من تشييد وتشغيل وهدم مع بعضها البعض.
- يعتبر ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى وكل من عاملي الأمان والجودة للمنشأ ثـــلاث وجـــوه لعملة واحدة، فعند تحسين أحدها لابد أن لا يضر ذلك بالأخرى إن لم يكن يحسنها بالضرورة.
- يمكن بتقييم الطاقة المستهلكة للحصول على الطاقة المستخدمة تحديد أفضلية استخدام أحدها عن الأخرى، وهو ما يسمح بالتركيز على الطاقات المتجددة وإعطاء أولوية لها.

يمكن من خلال جمع البيانات عن بعض البدائل لمواد البناء وأساليب التنفيذ المستخدمة في مصر ليمكن ترشـــيد استهلاك كل منهما باستخدام البدائل المتاحة لهما بالباب الرابع من البحث الحصول على النتائج التالية:

- يمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلال اختيار مواد البناء والتي تسمح بذلك وفق تقييمها مع بدائلها المختلفة المتاحة من خلال جدول التقييم المقترح بالباب الثالث من البحث، وتظهر بعض الخصائص والتي تســـمح عامـــة بترشيد استهلاك الطاقة من خلالها مثل:
  - أن تكون هذه المواد محلية ومتوفرة مثل الطفلة والجبس والمصيص والمخلفات الزراعية والصناعية.
  - أن تكون هذه المواد قابلة للتجدد نباتية أو حيوانية المصدر.
  - أن يتم تصنيع العنصر الإنشائي بشكل يكون فيه قابلاً لإعادة الفك والتركيب من أجل إعادة اســـتخدامه مرة أخرى.
  - استخدام المواد المتواجدة بأرض المشروع والتي يمكنها بعد انتهاء عمر المبنى أن تعود إليه بصورة طبيعية.
  - استخدام المواد والتي تسمح خصائصها بتوفير أنواع الراحة المختلفة بداخل فراغاتها.
- عدم توافر الخرائط والأبحاث الكافية لإمكانيات الخامات المتوافرة في مصر لإمكانية استخدامها في صـــناعة البناء بها.

- يمكن ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة من خلال اختيار أسلوب التنفيذ والذي يسمح بذلك وفق تقييمه مع بدائله المتاحة من خلال جدول التقييم المقترح بالباب الثالث من البحث، ويلاحظ أنه يمكن بتحديد الطاقة المستهلكة لكل من المعدات والعمالة معرفة النسبة المثلى بينهما وتحديد الزمن اللازم وفقاً للقدرات المتاحة لكل منهم، وتوجد بعض الخصائص التي يفضل اختيارها عامة لأساليب التنفيذ المستخدمة ليمكن بها ترشيد استهلاك الطاقة منها:

  - أن تكون أساليب التنفيذ المستخدمة بسيطة سهلة التنفيذ دون أي تعقيدات، وهو ما يسمح بجدوى نظام البناء الذاتي والذي يسمح باستغلال طاقة الساكنين بقليل من المجهود والتدريب، هذا إلى جانب عدم الاحتياج إلى العمالة الماهرة التي قد لا تتوافر في مصر.
  - أن لا تعتمد أساليب التنفيذ على الميكنة الكاملة بما يؤدي إلى الاستغناء عن العمالة وتحميل البيئة عبئاً دون حل مشكلة بطالة هذه الفئة.
  - أن تساعد أساليب التنفيذ المستخدمة على سهولة الصيانة الدورية بعد اكتمال المنشأ.
  - استخدام أساليب التنفيذ التي تقلص الهالك من مواد البناء قدر الإمكان، ويفضل أن تكون أساليب التنفيذ المستخدمة بما يسمح بالتوفير في طاقة التشطيب بالاستغناء عنها تماماً.
  - استخدام أسلوب التنفيذ الذي يمكن من سهولة الرقابة والإدارة وبما يسمح بالقضاء على مسببات الهدر في طاقة المعدات والعمالة العاملة.

ويمكن بتطبيق طرق ترشيد استهلاك الطاقة والسابق ذكرها بالباب الأول من البحث على جميع الاتجاهات المتعلقة بهذا الاستهلاك والسابق دراسته بالباب الثاني من البحث الوصول في الباب الخامس إلى أنه يمكن ترشيد استهلاك الطاقة للوصول إلى **عمارة خضراء** من خلال:

- ترشيد استهلاك طاقة تصنيع مواد البناء من خلال مرحلتي التحجير والتكوين لمواد البناء، وذلك بالاعتماد على أساليب الإجراءات التنظيمية والأساليب التقنية والإجراءات السعرية بالطرق المباشرة وغير المباشرة للترشيد.
- ترشيد استهلاك طاقة النقل والمتعلقة بنقل الموارد إلى الموقع أو بداخله بالطرق المباشرة وغير المباشرة للترشيد.
- ترشيد استهلاك طاقة التنفيذ من خلال العمليات المختلفة والتي تتم به من إنشاء وتخزين وتشطيب وعمليات نثرية بالطرق المباشرة وغير المباشرة للترشيد.
- ترشيد استهلاك طاقة المعدات خلال جميع مراحل استهلاك الطاقة لها من تصنيع للمعدة وتشغيل وصيانة من خلال الطرق المباشرة وغير المباشرة للترشيد.
- ترشيد استهلاك طاقة العمالة خلال جميع مراحل استهلاك الطاقة لها من تهيئة وتشغيل من خلال الطرق المباشرة وغير المباشرة للترشيد.
- ترشيد استهلاك الطاقة بتقليل هوالك مواد البناء وبالتالي الهدر في طاقة العمالة والمعدات، وذلك بتحسين خواصها وطرق التعامل معها أو من خلال بدائل هذه المواد.

- ترشيد استهلاك الطاقة بتقليل الهدر الناتج عن سوء إدارة تنفيذ المشروعات لطاقتي المعدات والعمالة باستخدام الأساليب العلمية لإدارة طاقتيهما.
- ترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء المستخدمة بالاختيار المناسب لها من بين عدة بدائل متاحة وفق جدول تقييم تم اقتراحه بالباب الثالث من البحث.
- ترشيد استهلاك الطاقة من خلال نظم البناء المتبعة بالاختيار المناسب لنظام البناء الذي يسمح بحل أكبر عدد من المشاكل في مصر دون الإسراف في استهلاك الطاقة، وذلك وفق تقييم يتم في جدول تم اقتراحه بالباب الثالث من البحث.
- ترشيد استهلاك الطاقة من خلال أساليب التنفيذ المستخدمة بالاختيار المناسب لها بين عدة بدائل متاحة منها وفق جدول تقييم تم اقتراحه بالباب الثالث من البحث.
- ترشيد استهلاك الطاقة من خلال عملية التصميم بالاختيار المناسب بين عدة بدائل تصميمية متاحة لأفضلها من حيث ترشيد استهلاك الطاقة وفق مجموعة من عناصر التقييم المقترحة بالباب الثالث من البحث.
- ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم في الوقت باللجوء إلى الأساليب العلمية لإدارة الوقت بما يسمح بالتحكم في وقت المعدات والعمالة بالمشروع، وبالتالي الطاقة المستهلكة بهما.
- تقليل كل من التلوث والتدهور البيئي الناتجين عن مرحلة تشييد المبنى من خلال مجموعة من العمليات أهمها ما يتعلق بإمكانية التدوير وإعادة الاستخدام.

التوصيات

يمكن الوصول من خلال البحث إلى التوصيات التالية:

- أهمية تقييم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى والمتمثلة في مواد البناء المستخدمة ونظم البناء وأساليب التنفيذ وعملية التصميم وأسلوب التحكم في الوقت، وذلك من خلال جدول تقييم مقترح بالباب الثالث من البحث، ليمكن اختيار البديل الأكثر جدوى من هذه العوامل لترشيد استهلاك الطاقة من خلاله والذي يحصل على أفضل تقييم.
- الاهتمام بترشيد استهلاك الطاقة كأحد الاتجاهات التي تسمح بزيادة كفاءة استخدام الطاقة في مصر، وبما يسمح بتضييق اتساع الفجوة الزمنية قبل مرحلة النضوب للطاقة، كما تساعد على السماح لأشكال الطاقة الأخرى بالظهور والتي تحل محل الأولى غير المتجددة، حيث يفضل فيها الاستدامة لتجنب الوقوع في مثل أزمة الطاقة الحالية مستقبلاً، وخاصة أن مصر على هاوية استيراد احتياجاتها من الطاقة بالكامل.
- الاتجاه نحو الطرق المباشرة لترشيد استهلاك الطاقة حالياً بتحسين كفاءة الأداء وخفض الفقد في الطاقة، لحين إمكانية الاعتماد والتوسع من خلال الطرق غير المباشرة باستخدام بدائل للطاقة المستخدمة أو بدائل لعناصر استهلاك الطاقة على المدى البعيد.

- الاهتمام بتحويل وحدات القياس المختلفة إلى طاقة باعتبارها في حد ذاتها وسيلة لتحديد القيمة المادية للمنتج، وبما يضمن الحصول على أرقام ومعادلات ثابتة عبر الزمن لا يستلزم تحديثها كل مدى، إلى جانب إمكانية الوصول إلى قيمة تعبر تعبيراً حقيقياً عن المنتج دون أي تدخلات بشرية وضعية تحكمها الأهواء والسياسات المتغيرة، كالعوامل السياسية والاقتصادية والاجتماعية والجمالية، ليمكن بعدها معرفة الأفضل والأحق في الدعم والاستخدام.
- البحث في إمكانية ترشيد استهلاك الطاقة في مكمنها سواء بترشيد استهلاك طاقة تصنيعها أو نقلها أو تشغيلها ذاتها، ويلاحظ لذلك أهمية الاتجاه نحو أنواع الطاقة المتجددة، والتي تسمح بترشيد استهلاك الطاقة للحصول عليها مع الحفاظ على البيئة.
- البحث عن بدائل العوامل المختلفة المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى قبل استخدامها، بما يفتح المجال أمام المعماري للاختيار ضمن مجموعة البدائل المتاحة والتي معظمها تكتظ بها المكتبات والهيئات دون استفادة.
- يراعى الابتعاد قدر الإمكان عن مواد البناء المستخدمة في مصر شديدة الاستهلاك للطاقة كالخرسانة المسلحة، و أهمية البحث في بدائل مواد البناء المختلفة بما يساعد على ترشيد استهلاك الطاقة من خلال خواصها المختلفة، إلى جانب إمكانية الاستغناء عن مواد البناء المساعدة قدر الإمكان.
- عمل الأبحاث والخرائط اللازمة عن أماكن تواجد الخامات في مصر، وبحث إمكانية استخدامها في صناعة البناء أو في الصناعات المكملة لها، ويراعى كشف الستار عن المواد المختلفة بالأراضي المصرية والتي لم تطلها يد البحث بعد وخاصة في صحاري مصر، حيث يمكن بالبحث في إمكانيات هذه المواد الوصول إلى خامات بديلة للمستخدمة حالياً بما يساعد على ترشيد استهلاك الطاقة.
- الاتجاه نحو نظام البناء الذاتي والذي يسمح بالاستفادة من الطاقات الشعبية الكامنة لأفرادها، إلى جانب ما تقدمه من حلول مختلفة لمشكلة الإسكان في مصر.
- البحث في بدائل أساليب التنفيذ المختلفة عن الأساليب التي يمكن تطبيقها في مصر وتقييمها من منظور ترشيد استهلاك الطاقة، مع مراعاة متابعة كل ما هو جديد لهذه الأساليب والإحاطة بجميع البدائل الممكنة.
- أهمية إدخال الترشيد في استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى خلال عملية التصميم إلى جانب الترشيد في استهلاك طاقة التشغيل خلال هذه العملية.
- التحكم قدر الإ مكان في زمن استهلاك الطاقة للمعدات والعمالة، ويمكن لذلك استخدام الأساليب العلمية المختلفة لإدارة الوقت بالاعتماد على إمكانيات الحاسب .
- أهمية الاستغناء تدريجياً عن الصناعات شديدة الاستهلاك للطاقة خلال مرحلة تصنيعها كصناعة الأسمنت والألمونيوم وحديد التسليح، والتي تعكس كثافة استخدام طاقة عالية في مصر دون غيرها.
- البدء في الاعتماد على وسائل النقل قليلة الاستهلاك للطاقة والمتوفرة بمصر دون استغلال، كالنقل النهري والنقل باستخدام السكك الحديدية.

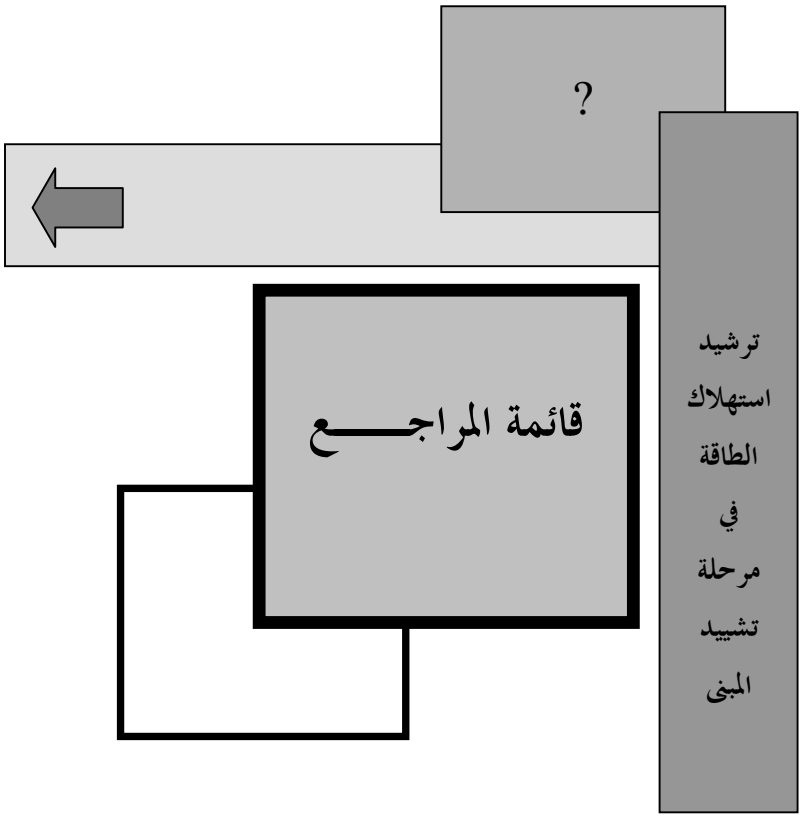
- التأكد من النسبة الكفء لكل من المعدات والعمالة والتي تسمح بأقصى كفاءة لاستهلاك الطاقة، بتحديد قدرات كل منهما والزمن المستغرق لأداء العمليات المختلفة لهما.
- أهمية تدريب العاملين في شتى المجالات على أحدث الأساليب المتبعة لترشيد استهلاك الطاقة، مع التركيز على نشر الوعي عند العاملين كي يتبعوا تعليمات الترشيد بإصدار نشرات للتوعية، وبإعداد دورات تدريبية علمية لهم.
- تقليل الهالك من مواد البناء قدر الإمكان في مصر، والذي ينتج كميات هائلة منه دون سبب محدد سوى الإهمال وسوء عمليات الاستخدام.
- القيام بعمليات التشوين في الموقع بما يضمن الحفاظ على الموارد والطاقة المتاحة، ودون الإسراف في استهلاك الطاقة للقيام بها وبالإنشاءات الخاصة بها، كما يراعى التشوين بما لا يؤدي إلى زيادة مسار المعدات والعمالة ويسبب الهدر في طاقة أي منهما.
- الاستغناء عن عملية التشطيب قدر الإمكان أو التقليل منها، وذلك بتحسين خواص مواد البناء المستخدمة وأساليب التنفيذ بما يسمح بالحصول على سطح نهائي ذا جودة عالية لا تستلزم عمليات إضافية.
- اللجوء إلى إمكانيات الحاسب الآلي والتي تسمح بسهولة تداول المعلومات والتحكم فيها، إلى جانب إدارة الموقع وتخطيطه وتجهيزه وجميع العمليات تحت مسمى العمليات النثرية.
- الاهتمام باستخدام أساليب تنفيذ ومواد بناء لا تلوث البيئة أو تسبب تدهورها، وذلك بعد تقييمها من منظور التوازن البيئي لكل ما يتعلق بها من خصائص وباستخدامها من آثار.
- عدم الاعتماد على الأساليب المميكنة في تشييد المبنى، والتي تسمح بالاستغناء عن العمالة العاملة بهذا القطاع دون إيجاد البديل المناسب لها، مما يسبب تدهوراً في البيئة بزيادة العبء من العمالة الباطلة عليها.
- الاهتمام بعدم تطبيق أي نظام تكنولوجي جديد قبل اكتساب الخبرة الكافية للتفاعل والتعايش معها، وهو ما يحمي المنشآت من التدهور نتيجة للاستخدام الخاطئ للتكنولوجيا.
- تحليل الغازات الخارجة من الأفران والمخففات في مصانع مواد البناء للتأكد من تمام احتراقها وتحديد مكوناتها بغرض الاستفادة منها وتقليل تأثيراتها الضارة على البيئة، هذا إلى جانب أهمية التغطية الكاملة لجميع أماكن العمل والتشوينات بما لا يسمح بتطاير الأتربة المختلفة بالجو.
- الاهتمام بفتح مجالات التدوير وإعادة الاستخدام بما يخدم مرحلة تشييد المبنى، حيث يمكن تدوير المخلفات الناتجة عنها أو إعادة استخدامها لنفس المرحلة أو استخدام النفايات الأخرى بها.

ويراعى من خلال هذا البحث الوصول إلى التوصيات المستقبلية التالية:

- محاولة الوصول إلى نموذج تطبيقي متكامل باستخدام الحاسب الآلي يساعد على طرح جميع سبل الترشيد الممكنة لأي عامل من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة وفي أي مجال يمكن فيه الترشيد في مرحلة تشييد المبنى سواء بالطرق المباشرة أو غير المباشرة قبل استخدامها أو تطبيقها.
- محاولة الوصول إلى تقييم مادي للتأثير السلبي على البيئة لضمان أخذها في الاعتبار عند التقييم لأي مجال أو أي عمل، مع الأخذ في الاعتبار إمكانية حسابها بوحدات الطاقة ومعادلاتها نظراً لأن الطاقة أحد عناصر البيئة

سواء كانت طبيعية أو حفرية مما يمكن من تحويل باقي مكونات البيئة إليها، وأن أي خلل بيئي هو طاقة مضافة أو ناقصة بالبيئة.

- محاولة الوصول إلى تقييم مادي لمستوى الجودة المفضلة بالمبنى والمتعلق بكل من عاملي الأمان والجودة، ويمكن تحقيق ذلك بمعرفة أن الطاقة هي أحد الاهتمامات الأساسية لكلا العاملين، وأنه يمكن التعبير عن مدى تحقيقهما بكمية الطاقة المصروفة عليهما أو محتوى الطاقة في المنتج.
- الاهتمام بالبحث عن كيفية ترشيد استهلاك الطاقة خلال مرحلة الهدم حيث أنها من أهم المجالات التي لم تتطرق إليها الأبحاث السابقة بالصورة المناسبة بعد، كما يراعى البحث في إمكانية ربط المراحل الثلاث من تشييد وتشغيل وهدم في منظومة متكاملة لترشيد استهلاك الطاقة وبما يحقق مفهوم الطاقة المتواصلة.
- فتح أبواب البحث لترشيد استهلاك الطاقة خلال مراحل المبنى المختلفة لجميع الباحثين بجميع المجالات حيث لا تقتصر مسؤولية هذا الترشيد على عاتق المعماري وحده.


?
ترشيد
استهلاك
الطاقة
في
مرحلة
تشييد
المبنى
قائمة المراجـــــع

قائمة المـــــــراجع

الكتب باللغة العربية

(١) أحمد صابر أحمد فهمي وآخرون، **مشروع ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع مواد البناء–تقريـــر نهـــائي**، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، ١٩٨٧م.

(٢) أحمد علي العريان–عبد الكريم محمد عطا، **تكنولوجيا الخرسانة–مواد الخرسانة المسلحة وصناعتها–الجـــزء الأول**، عالم الكتاب–القاهرة،، ١٩٧٤م.

(٣) أحمد محمد ماهر، **الطاقة المتجددة ومجالات استخدامها في مصر خلال العشرين سنة القادمة**.

(٤) أحمد محمد مندور–أحمد رمضان نعمة الله، **اقتصاديات الموارد والبيئة**، مؤسسة شباب الجامعة–الأسكندرية، ١٩٩٥م.

(٥) إدارة البيئة –المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، **الاعتبارات الواجـــب مراعاتهـــا في صـــناعة التشييد**، مطابع المقاولون العرب–القاهرة،، ٢٠٠٠م.

(٦) إدارة البيئة –المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، **دليل أسس حماية البيئة في أنشـــطة الشـــركة**، مطابع المقاولون العرب–القاهرة، يناير ٢٠٠١م.

(٧) إدارة البيئة –المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، **سلسلة أدلة الموائمة البيئية –الـــدليل الأول– محطات خلط الخرسانة**، مطابع المقاولون العرب، ٢٠٠١م.

(٨) إدارة الخرسانة الجاهزة –المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، **إدارة الخرسانة الجـــاهزة**، مطـــابع المقاولون العرب–القاهرة، ٢٠٠٠م.

(٩) إدارة الهيئة للتخطيط والشئون الاقتصادية، **الاحتياجات الحقيقية من الطاقة**.

(١٠)أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، **مؤتمر مستقبل صناعة الطوب ومواد بناء الحوائط في مصر حتى عام ٢٠٠٠**، ١٩٩٨م.

(١٠–١) أسامة الجنايني، **تصميم ماكينة لتصنيع الطوب الطفلي**.

(١٠–٢) أحمد عبد الفتاح بهنسي، **إمكانية تصنيع الطوب الأحمر خارج الوادي مع دراسة جـــدوى لمشـــروع إنتاجي**.

(١٠–٣) اميل فرج، **الإقلال من اللدونة ومعدل البري وزيادة معدل البثق للطفلات في مصانع الطوب الطفلي**.

(١٠–٤) شريف عيسى–محمد صابر–سيد خاطر، **الأملاح المنقولة من الصحراء إلى الوادي وعلاقتها بأســـلوب عمل القمائن**.

(١٠–٥) صلاح الدين محمد جاهين، **عناصر البناء الخفيفة المصنعة باستعمال ركام الميلسل كوسيلة غير تقليدية لإقامة حوائط الأسقف**.

(١٠–٦) عمر فاروق، **الحوائط غير التقليدية في صناعات البناء**.

(١٠-٧) فتحي سليم، **تقييم لتجربة إنشاء مصنع طوب طفلي صغير بمنطقة البحر الأحمر.**

(١٠-٨) محمد عصفور-محمد زكريا عبد الوهاب، **نحو ترشيد استخدام الطاقة في مصانع الطوب في مصر.**

(١٠-٩) يوسف مظهر، **المشاكل الفنية والاقتصادية التي تواجه الصناعات المختلفة لطوب البناء.**

(١١)أكاديمية البحث العلمي ومراكز البحوث-هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، **مؤتمر مستقبل الطاقة المتجددة ودورها في التنمية (التقرير النهائي)**، ١٩٨٧م.

(١٢)الإدارة العامة للاستشارات الهندسية والخدمات الفنية-المقاولون العرب- عثمان أحمد عثمان وشركاه، **سلسلة دليل المهندس -إدارة التصميمات**، مطابع المقاولون العرب، ١٩٨١م.

(١٣)البنك الدولي، **الطاقة في الدول النامية**، البنك الدولي-واشنطن-الولايات المتحدة الأمريكية، ١٩٨٠م.

(١٤)اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، **تحسين كفاءة استخدام الطاقة من منظور إقليمي في دول الإسكوا**، الأمم المتحدة-نيويورك، ١٩٩٨م.

(١٥)اللجنة العليا لتخطيط القاهرة الكبرى-الجهاز التخطيطي والتنفيذي، **اقتصاديات المسكن-دراسة لأدنى مسطح للمسكن**، القاهرة، ١٩٧١م.

(١٦)المجموعة الاستشارية للشرق الأوسط MEAG، **الدورة التدريبية-تكنولوجيا المواد والأساليب الحديثة للبناء**، ١٩٩١/١١/٢١م.

(١٧)المركز القومي لبحوث البناء والتشييد، **اقتصاديات المسكن-دراسة لأدنى ارتفاع للحجرات(١)**، اللجنة العليا لتخطيط القاهرة الكبرى-الجهاز التخطيطي والتنفيذي-القاهرة، ١٩٧١م.

(١٨)المركز القومي لبحوث البناء والتشييد، **تقرير اللجنة المشكلة بالقرار الوزاري رقم ١٣١١ لسنة ١٩٦٥ لدراسة تصنيع قطاع التشييد والبناء**، ١٩٦٥م.

(١٩)جامعة الدول العربية(مجلس وزراء الإسكان والتعمير العرب)-وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية جمهورية مصر العربية، **مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية -أبحاث المؤتمر(المجلد الثالث)**، تحت رعاية /عاطف عبيد-رئيس المؤتمر/محمد إبراهيم سليمان، القاهرة، شركة مطابع المقاولون العرب، ٩-١٢ إبريل ٢٠٠٠م.

(١٩-١) سالم فاظا، **جيل جديد من القضبان البلاستيكية المقواة بألياف لتسليح الخرسانة.**

(١٩-٢) محمد الصهبي-أسانة المازن-محمود أبو شوك، **التأثير المدمر من استخدام مواد الإنشاء الحديثة على البيئة الريفية.**

(١٩-٣) محمد عصمت حامد العطار، **التحكم البيئي باستخدام الألوان الفاتحة للواجهات والنباتات بفراغات المدن.**

(١٩-٤) ناديا محمد بصير، **أسس اختيار مواد البناء البيئية.**

(٢٠)جهاز تخطيط الطاقة، **دراسة تطوير نقل البضائع بالسكك الحديدية وأثره على قطاعي الطاقة والبيئة (مسودة التقرير النهائي)**، مكتب الاستشارات الفنية-القاهرة، يونيو ٢٠٠١م.

(٢١)جهاز تخطيط الطاقة، **الطاقة في مصر**، جهاز تخطيط الطاقة، ١٩٩٩/٢٠٠٠م.

(٢٢)جهاز تخطيط الطاقة–الهيئة العامة للتصنيع(البحوث الإنشائية)، **الملتقى الوطني لاستراتيجية تنمية طاقة الكتلة الحيوية(البيوماس)**، ١٠–١١ نوفمبر١٩٩٩م.

(٢٣)جهاز تخطيط الطاقة (نخبة من الأساتذة)، **دليل العمارة والطاقة**، جهاز تخطيط الطاقة، يوليو ١٩٩٨م.

(٢٤)جهاز تخطيط الطاقة(مركز معلومات الطاقة)، **جهاز تخطيط الطاقة في سبعة عشر عاماً**، عدد خاص، مطابع ايجيبت برس، نوفمبر ٢٠٠٠م.

(٢٥)جهاز تخطيط الطاقة، **ندوة سياسات الطاقة والإعلام**، القاهرة، ٢١–٢٢مايو ١٩٩٥م.

(٢٥–١) أسامة أمين الخولي، **محاضرة سياسات الطاقة والبيئة العالمية**.

(٢٥–٢) حمدي البنبني، **افتتاح ورشة عمل سياسات الطاقة والإعلام**.

(٢٥–٣) سامح فهمي، **محاضرة قطاع البترول والتنمية في مصر**.

(٢٥–٤) مصطفى سويدان، **محاضرة قطاع الكهرباء والتنمية في مصر**.

(٢٥–٥) ممدوح نجاتي الياس، **المعامل المتنقلة لقياسات الطاقة(O.E.C.P)**.

(٢٦)جهاز تخطيط الطاقة–أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، **ندوة نظم المعلومات والطاقة–أنشطة جهاز تخطيط الطاقة في مجال التدريب**، ١٩٩٥م.

(٢٧)حامد الموصلي، **الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة /المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية– تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة**، مركز تنمية الصناعات الصغيرة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس، ٢٨–٣١ مارس ٢٠٠١م.

(٢٨)حسن أحمد شحاته، **التلوث البيئي فيروس العصر–المشكلة أسبابها وطرق مواجهتها**، الطبعة الثانية، ١٩٩٩م.

(٢٩)سعيد عز الدين خليل–محمود محمد نصر الله، **دراسة بيئية عن الأتربة بهواء المناطق المحيطة بشركات الأسمنت بمنطقة حلوان الصناعية –التقرير النهائي عن العام الأول**، وزارة الصناعة – معهد التبين للدراسات المعدنية، ١٩٩٥م.

(٣٠)شفق العوضي الوكيل–محمد عبد الله سراج، **ميكنة البناء بالموقع**، عالم الكتاب–القاهرة.

(٣١)عبد الرسول حمودي الغزاوي، **الطاقة والمباني**، الطبعة الأولى، ١٩٩٦م.

(٣٢)عبد العزيز عبد الخالق صابر–أحمد علي العريان–أحمد عز الدين عصفور، **تقرير عن صناعة مواد البناء**، قسم العلوم الهندسية والصناعات–رئاسة الجمهورية–المجلس الأعلى للعلوم، يناير ١٩٥٩م.

(٣٣)عصام الدين خليل حسن، **سلسلة كراسات مستقبلية–مستقبل الطاقة**، المكتبة الأكاديمية، ١٩٩٩م.

(٣٤)علي رأفت، **سلسلة ثلاثية الإبداع المعماري –الإبداع الإنشائي في العمارة –الجزء الثاني**، مركز أبحاث إنتركونسلت–القاهرة، ١٩٩٧م.

(٣٥)علي رأفت، **سلسلة ثلاثية الإبداع المعماري – البيئة والفراغ –الجزء الأول**، مركز أبحاث إنتركونسلت–القاهرة، ١٩٩٦م.

(٣٦) لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا(الأسكوا)، **الندوة العلمية الثالثة للمؤتمر الهندسي العربي الثاني والعشرين للطاقة ومصادرها في الوطن العربي والتنمية المستدامة** ،دمشق ٢٨-٣٠ تشرين الأول ٢٠٠٠م.

(٣٦-١) أحمد إمام / أحمد طه، **الاهتمام بتخفيض ملوثات البيئة يساهم في رفع كفاءة وحدات التوليد البخارية**.

(٣٦-٢) بثينة أمين راشد، **إنجازات وخطط وبرامج طاقة الرياح في مصر**.

(٣٦-٣) تاج الدين ضيا، **الجدوى الاقتصادية لاستعمال الأحواض الشمسية ذات التدرج الملحي في تخزين الطاقة الحرارية الشمسية**.

(٣٦-٤) صلاح هادي خلف الزهيري / سعد حسين خضير العبيدي / سحر صمد كاظم، **إنتاج الغاز الحيوي باستخدام المخلفات الزراعية والصناعية**.

(٣٦-٥) م.مبارك إبراهيم الكواري، **طريقة جديدة لمعرفة أماكن الإسراف في استهلاك الطاقة في المصانع ومحطات إنتاج الطاقة**.

(٣٦-٦) محمد برضاب، **مقال عن ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في قطاع الأبنية في دول الأسكوا**.

(٣٧)محسن لطفي، **اللدائن في البناء-المؤتمر الهندسي العربي الثامن**، معهد أبحاث البناء- القاهرة، ١٦مايو ١٩٦٣م.

(٣٨)محمد حسن عدس، إدارة الشدات المعدنية-المقاولون العرب، **دراسة تحليلية للشدات المعدنية**، ١٩٩٤م.

(٣٩)محمد أبو الفتوح حجاج، **سلسلة دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء-الأسمنت**، مطابع المقاولون العرب، سبتمبر ١٩٩٨م.

(٤٠)محمد أبو الفتوح حجاج، **سلسلة دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء-عدد٣-حديد التسليح**، مطابع المقاولون العرب.

(٤١)محمد محمود ابراهيم الديب، **سلسلة صناعات مصر-الطاقة في مصر-دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان**، ١٩٩٣م.

(٤٢)محمد ماجد عباس خلوصي، **كيف تبني مسكنك بأقل تكلفة-الطبعة الأولى**، الهيئة المصرية العامة للكتاب.

(٤٣)محمد محمود عويضة، **التكنولوجيا الحديثة في البناء**، دار النهضة العربية للطباعة والنشر-بيروت، ١٩٨٤م.

(٤٤)محمود حسين المصيلحي، **معدلات المواد والعمالة للأعمال الاعتيادية والتشطيبات**، مطابع المقاولون العرب، ١٩٩٧م.

(٤٥)محمود سري طه، **الاتجاهات المعاصرة في عالم الطاقة**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٧م.

(٤٦)مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة -إعداد/شركة هاجلربايس للاستشارات، **إدارة الطاقة للشركات**، ١٩٩٦م.

(٤٧)مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة -إعداد/شركة هاجلربايس للاستشارات، **لمحة موجزة عن أعمال كفاءة استخدام الطاقة في مصر**، ١٩٩٦م.

(٤٨)مصطفى رزق-حامد الشافعي-حلمي أبو العطا، **معدلات الأداء في أعمال مقاولات المباني**، ١٩٩٨م.

(٤٩)معهد التدريب-المقاولون العرب، **الإرشادات الفنية لتنفيذ أعمال الخرسانات(الجزء الثاني)**، مطابع المقاولون العرب، مايو ١٩٩٥م.

(٥٠)معهد التدريب-المقاولون العرب، **الإرشادات الفنية لتنفيذ أعمال مباني الطوب (الجزء الثالث)**، مطابع المقاولون العرب، مايو ١٩٩٥م.

(٥١)معهد التدريب-المقاولون العرب، **سلسلة دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء-عدد ١٠-الخرسانة الجاهزة**، مطابع المقاولون العرب، ١٩٩١م.

(٥٢)مصطفى رزق-حامد الشافعي-حلمي أبو العطا، **معدلات الأداء في أعمال مقاولات المباني**، ١٩٩٨م.

(٥٣)ناريمان عدوي غيث، معهد التدريب-المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، **سلسلة دليل المهندس في أعمال التشييد والبناء رقم (١١)-الشدات للمنشآت الخرسانية**، مطابع المقاولون العرب.

(٥٤)وزارة الكهرباء والطاقة-هيئة كهرباء مصر، **التقرير السنوي للإحصاءات الكهربائية**، ١٩٩٨م-١٩٩٩م.

(٥٥)وزارة الكهرباء والطاقة، **الكهرباء والطاقة إنجاز يتحقق**، ١٩٨١-٢٠٠٠م.

الدوريـــــات

(٥٦)ابراهيم متولي، **ضبط الجودة في صناعة الخرسانة**، مجلة المهندسين-العدد٥٥٢، مارس ٢٠٠٢-ذي الحجة١٤٢٢هـ.

(٥٧)أبو النصر مهران، **تعميم استخدام العاز الطبيعي للحفاظ على البيئة من التلوث**، مجلة المهندسين-العدد٥٣٥، أكتوبر ٢٠٠٠م.

(٥٨)أحمد بشير بابكير، **مصادر نظيفة ومتجددة للطاقة**، جريدة الخليج-علوم وبيئة-استراحة الجمعة-العدد٨٠٢٠، ٤مايو ٢٠٠١م-الجمعة ١٠صفر١٤٢٢هـ.

(٥٩)أحمد يسري زيتون، **جمع المخلفات الصلبة ومعالجتها**، مجلة المهندسين-العدد٥٢٥،ديسمبر١٩٩٩م-رمضان١٤٢٠هـ.

(٦٠)اسماعيل باشا، **آفاق التطوير والتجديد في قطاع مقاولات التشييد**، مجلة المقاول المصري-العدد٧-السنة الثانية، يونيو٢٠٠١م-ربيع الأول ١٤٢٢هـ.

(٦١)أنور بشاي، **البيئة والتنمية**، مجلة المهندسين-العدد٥١٠، سبتمبر ١٩٩٨م.

(٦٢)عبد المقصود على حجو، **هل يحل مكثف القدرة مكان البطاريات**، مجلة المهندسين-العدد٥١٠، سبتمبر ١٩٩٨م.

(٦٣)عمرو سراج الدين الشيخة، **شبكات النيل للمعلومات والاتصالات**، مجلة المقاول المصري-العدد٧-السنة الثانية، يونيو٢٠٠١م-ربيع الأول ١٤٢٢هـ.

(٦٤)فوزي عبد الحليم، **تدوير مخلفات البناء لإنتاج طوب البناء**، جريدة الأهرام-البيئة-صفحة متخصصة، ٢٨أغسطس٢٠٠١م.

(٦٥)محمد عبد السلام محمد، **تخفيض كمية الغبار الذي يتصاعد من أفران الأسمنت(١)**، مجلة المهندسين-العدد٥١٠، سبتمبر ١٩٩٨م.

(٦٦)محمود سري طه، **تكنولوجيا الموصلات الفائقة(٢)-تطبيقات تكنولوجيا الموصلات الفائقة في صناعة الطاقة الكهربائية**، مجلة المهندسين العدد٥٢٤، نوفمبر ١٩٩٩م-شعبان١٤٢٠هـ.

(٦٧)مصطفى رزق، **نشاط وإنجازات الاتحاد٢٠٠٠**، مجلة المقاول المصري-العدد٧-السنة الثانية، يونيو٢٠٠١م-ربيع الأول ١٤٢٢هـ.

قائمة الرسائل العربية

(٦٨)أحمد سعد محمد أحمد، **دراسة اقتصادية لحماية البيئة من تلوث الأسمنت في منطقة حلوان -دراسة تحليلية على شركات الأسمنت بالمنطقة**، رسالة ماجستير، قسم الاقتصاد والقانون والتنمية الإدارية -معهد الدراسات والبحوث البيئية-جامعة عين شمس، ١٩٩٩م.

(٦٩)أسامة عبد اللطيف يوسف، **تكنولوجيا البناء-الأسس والمعايير التي تتحكم في البناء بالوحدة الموديولية بأسلوب البناء الذاتي وطرق تقييمها**، رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، ١٩٩٦م.

(٧٠)أسامة محمد علي فرج، **البعد الاجتماعي في تكنولوجيا البناء المتوافقة كمدخل لتطوير المجتمعات العمرانية المتدهورة**، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة-جامعة عين شمس، ١٩٩٦م.

(٧١)إيمان مختار عمر مختار، **نحو عمارة خضراء-مفاهيم وركائز**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٨م.

(٧٢)أيمن محمد مصطفى يوسف، **أثر تطور أساليب البناء على التصميم الحضري في المدينة -دراسة حالة مدينة القاهرة**، رسالة ماجستير، قسم التخطيط العمراني-كلية الهندسة-جامعة عين شمس، ٢٠٠١م.

(٧٣)ايهاب ابراهيم مغاوري، **إدارة تنفيذ المشروعات الهندسية ودور الحاسب في تطويرها**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٣م.

(٧٤)إيهاب محمود عقبة، **البعد البيئي للتنمية العمرانية المتواصلة**، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية-كلية الهندسة-جامعة عين شمس، ١٩٩٨م.

(٧٥)ايهاب مصطفى أحمد قطر، **تأثير التطور التكنولوجي على أعمال التشطيبات في المباني**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية-كلية الهندسة-جامعة القاهرة، ١٩٩٤م.

(٧٦)حسين مصطفى صبري الشنواني، **نظم الإنشاء منخفض التكاليف –دراسة تحليلية مقارنة لمحددات التصميم والتنفيذ**، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة –جامعة القاهرة، ١٩٩٥م.

(٧٧)خالد علي عبدالهادي، **تأثير العوامل البيئية على تنظيم إدارة الموقع–نموذج لتقليل الفاقد ورفع كفاءة تشغيل المواد وتحسين الأداء**، رسالة دكتواة،كلية الهندسة–جامعة القاهرة.

(٧٨)خالد علي عبد الهادي، **تنظيم العمل بمواقع التشييد وأثره على اقتصاديات البناء**، رسالة ماجستير،قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة–جامعة الزقازيق،١٩٩٠م.

(٧٩)راندا محمد رضا كامل، **تكنولوجيا البناء–الأسس والمحددات الاقتصادية للتطبيق في مصر**، رسالة دكتوراه،كلية الهندسة–جامعة القاهرة، ١٩٩٣م.

(٨٠)شيماء محمد كامل محمود، **البناء لمن لا مأوى لهم**، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة – جامعة عين شمس ، ١٩٩٥م.

(٨١)عباس محمد عباس الزعفراني، **العمارة الشمسية السالبة في المناطق الحارة–تقييم لاقتصاديات معالجتها المناخية**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة–جامعة القاهرة، ١٩٩٤م.

(٨٢)غادة ممدوح محمد فهمي، **استخدام تقنيات المعلومات في صياغة أسس العمارة الخضراء**، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة–جامعة القاهرة، ٢٠٠٠م.

(٨٣)فاطمة مصطفى محمد سعد، **إمكانيات الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر–دراسة في جغرافية الطاقة**، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا–كلية البنات–جامعة عين شمس، ١٩٩٤م.

(٨٤)محسن محمد أبو النجا، **اقتصاديات تصميم الوحدات السكنية–دراسة تأثير شكل الوحدات السكنية وعدد الأدوار على التكلفة**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة–جامعة القاهرة، أكتوبر ١٩٨٤م.

(٨٥)محمد سليمان منون، **صيانة المباني السكنية–العوامل المؤثرة في مرحلة التصميم للتخفيض من حجم أعمال الصيانة وكلفتها**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية –كلية الهندسة–جامعة القاهرة، ١٩٩٦م.

(٨٦)محمد صلاح محمد، **تكنولوجيا البناء–التحكم في تكلفة تنفيذ المشروعات**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة–جامعة القاهرة، ١٩٩٦م.

(٨٧)محمد عبد الحميد محمد سليمان، **البوص البلدي(الغاب)واستخدامه في العزل الحراري لتقليل التلوث البيئي**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة– معهد الدراسات والبحوث البيئية–جامعة عين شمس، ١٩٩٨م.

(٨٨)محمد يسري حسن عثمان فهمي، **اقتصاديات إنتاج الطوب من مواد البيئة المحلية في مصر–دراسة تطبيقية في مجال الإسكان**، دكتوراه، معهد الدراسات والبحوث البيئية–جامعة عين شمس، ١٩٩٣م.

(٨٩)مجدي محمد قاسم أحمد، **تأثير التكنولوجيا وتطور أساليب ومواد البناء والمعالجات المناخية على العمارة– دراسة مقارنة بين مصر ودول المشرق العربي**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة–جامعة عين شمس، ١٩٩٨م.

(٩٠)مصطفى محمد عطية، **التنمية العمرانية من خلال تطوير الأنماط السكنية كمدخل لدراسة التجمعات العمرانية حول القاهرة**، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية –كلية الهندسة–جامعة عين شمس، ١٩٩٦م.

(٩١)معتز محمد فريد، **تكنولوجيا بناء الوحدات السكنية لذوي الدخل المحدود –منهج لتقييم طـرق البنـاء المتطورة ذات الوحدات الصغيرة في مشروعات المواقع والخدمات بالمدن المصـرية الجديـدة**، رسـالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة–جامعة القاهرة، ١٩٨٧م.

(٩٢)نادر حسن ابراهيم محمد، **دراسة للأساليب المناسبة للاستفادة من الغاب السلطاني في الهياكل الإنشـائية والصناعات البيئية**، رسالة ماجستير، هندسة بيئية–معهد الدراسات والبحـوث البيئيـة–جامعـة عـين شمس،١٩٩٢م.

(٩٣)نعيمة رمضان سليمان حسن، **الآثار الاقتصادية والبيئية للتلوث الناجم عن صناعة الأسمنت في ظل القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤–دراسة حالة أسمنت طرة**، رسالة ماجستير، قسم الاقتصـاد والقـانون والتنميـة الإدارية–معهد الدراسات و البحوث البيئية –جامعة عين شمس، ١٩٩٨م.

(٩٤)هبة عبد المحسن علي، **العمارة الخضراء–الاعتبارات البيئية والإنسانية في التصميم** ، رسالة ماجستير، قسم هندسة معهد الدراسات والبحوث البيئية –جامعة عين شمس، ٢٠٠٠م.

قائمة المنشورات والتقارير

(٩٥)إدارة الخرسانة الجاهزة–المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشركاه)، **إدارة الخرسانة الجاهزة**، ٢٠٠١م.

(٩٦)الرسومات التنفيذية لموقع مدينة نصر الجديدة بناء على زيارة الموقع (انظر الملاحق ص).

(٩٧)جدول الكميات والمواصفات مشروع مدينة نصر الجديدة بناء على زيارة للموقع (انظر الملاحق ص).

(٩٨)شركة التقنيات المغناطيسية، **أحدث تقنية مغناطيسية – تطبيق التقنية المغناطيسية في البناء والإنشـاءات**، ٢٠٠٢م.

(٩٩)شركة التقنيات المغناطيسية، **تكنولوجيا التقنيات المغناطيسية**، ٢٠٠٢م.

(١٠٠) شركة الدلتا للطوب الرملي، **إنتاج الطوب الخفيف طبقاً للمواصفات المصرية والعالميـة**، معـرض الإنتربيلد، ٢٠٠٠م.

(١٠١) شركة الصناعات الهندسية المعمارية للإنشاء والتعمير(إيكون)–إدارة الإنتـاج، **الطـوب الجبسـي**، ٢٠٠١م.

(١٠٢) شركة المنصورة للصناعة(كيما فوم) ، **أسقف خرسانية بدون شدة خشبية أو معدنية**، ٢٠٠٢م.

(١٠٣) شركة كيميكال ايديل – ميدل ايست، **فراكت لتفتيت الصخور و الخرسانات بقوة ٨٠٠٠ طن/م^2**، شركة الرواد للتجارة الدولية، وزارة الدولـة لشـئون البحـث العلمـي–أكاديميـة البحـث العلمـي والتكنولوجيا(قطاع التنمية التكنولوجية والخدمات العلمية–مكتب براءات الاختراع)، ٢٠٠٠م.

(١٠٤) فواتير الكهرباء شركة أكرو مصر للشدات والسقالات المصـرية، وادي حـوف–حلـوان، نمـوذج ١٥٧٩/٥٨ لشهر أكتوبر ونوفمبر ٢٠٠١م.

(١٠٥) مجموعة شركات كيمافوم ، **مواد البناء القرن الواحد والعشرون** ، ٢٠٠٠م.

زيارات ميدانيـــة

(١٠٦) إدارة الشدات المعدنية-مكتب التصميم والدراسات-المقاولون العرب(عثمان أحمد عثمان وشـــركاه)، بناء على مقابلة مع م/عبد اللطيف غبارة-م/محمد حسن عدس.

(١٠٧) إدارة المحاجر -المقاولون العرب، بناء على مقابلة مع م/سامية يوسف.

(١٠٨) إدارة المعدات-المقاولون العرب، بناء على مقابلة مع م/فتحي عبد الرحمن.

(١٠٩) إدارة خدمات التشييد ومركز تشكيل الحديد-المقاولون العرب.

(١١٠) شركة أسيك حلوان للأسمنت، بناء على مقابلة مع م/معتز بياض.

(١١١) شركة أكرو مصر، بناء على مقابلة مع م/ممدوح نجم.

(١١٢) محطة الخرسانة الجاهزة بقباء التابعة للمقاولين العرب، بناء على مقابلة مع م/مرفت.

(١١٣) مصنع الطوب الجبسي شركة الصناعات الهندسية المعمارية للإنشاء والتعمير(إيكون)، بناء على مقابلـــة مع م/طارق أحمد فتحي.

(١١٤) مصنع الطوب الأسمنتي شركة الصناعات الهندسية المعمارية للإنشاء والتعمير(إيكون)، بناء على مقابلـــة مع م/طارق أحمد فتحي.

(١١٥) مصنع حديد التسليح، إدارة خدمات التشييد-المقاولون العرب، بناء على مقابلة مع م/محمد عسكر.

(١١٦) مصنع شركة كيميكال بلاست، بناء على مقابلة مع م/عاطف الصاوي.

(١١٧) موقع مدينة نصر الجديدة، بناء على مقابلة مع م/عمرو المنشاوي.

الكتب باللغة الإنجليزية

(١١٨) American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, **Ashrae–Cooling and Heating Load Calculation**, U.S. Department of housing and urban development, 1993.

(١١٩) Currie,R.M –Revised by Faraday,Joseph, Low-priced edition-The English Language book society & PITAM, **Work Study**, forth edition, 1983.

(١٢٠) David A.Day,P.E.University of Denver, **Construction Equipment GuideWeiley Series of practical construction guids**, M.D.Morris,P.E.Series Editor-New York.

(١٢١) Egyptian Electricity Authority, **The cement industry in Egypt-A study of existing and planned electrical loads and potential for peak load**, International consultants to power utilities.

(١٢٢) El Behairy,Shaker, **Reinforced concrete Design Hand Book**, Fifth Edition, Egypt, 1997.

(١٢٣) Guillaud,Hubert-Thierry Jaffroy–Pascal Odul, **Compressed earth blocks–, Volume 2– Manual of design and construction**, View.eg.

(١٢٤) Harris, Frank-Longman scientific and Technical , **Modern Construction Equipment and Methods.**

(١٢٥) M.Anti,James– Paul W.S.Ryan, **Civil Engineering Construction**,fifth edition.

(١٢٦) Ragy,Ragy Farid-Yehia El Mahgary-Hassan Gomaa-Kimmo Tuomhnen, **Case Studies on waste management and co-generation, LNWT , Energy Production , Municipal waste management.**

(١٢٧) Sandlime Brick Manufacturers, **Calcium Silicate Bricks–Including sandlime and flint-lime bricks**, 1973.

الرسائل باللغة الإنجليزية

(١٢٨) Abd-El-Razek,Mohamed Mahmoud, **Design and testing of solar air drying for clay industry**, doctor, faculty of science-Cairo University, 1990.

(١٢٩) Al-Ashker,Nabil Hassan Aly, **A new type palm-originated date cluster stem fibers for reinforcing concrete**, M.Sc., Civil Engineering–Cairo University, 1996.

(١٣٠) Ali,Hamza Hasan, **Equipment Selection Based On Fuzzy Logic with Computer Assistance**, Doctor of Philosophy, Civil Engineering-Faculty of engineering-Cairo University, January 2001.

(١٣١) El-Dieb,Amr Salah, **High strength concrete by using crushed limestone from local quarries**, master of science, faculty of engineering-Ain Shams University, 1987.

(١٣٢) El-Mahllawy,Medhat Sobhy El-Sayed, **Geological Studies of some surface sediments western nile delta and their possible utilization as building materials**, master of science, Faculty of Science-Zagazig University.

(١٣٣) El-Sokkary,Tarek Moustafa, **Recycling of some industrial by-products in the preparation of blended cement**, Natural & biological science department-Institute of Environmental studies and research-Ain Shams University, 1996.

(١٣٤) Hamid,Abd El-Rahman, **High Quality concrete**, master, department of civil engineering-faculty of engineering-Ain Shams University, 1995.

(١٣٥) Mohamed,Sayed Shebl, **Theoretical and experimental investation of date palm leaves-midribs drying as renewable wooden material, master**, Mech.Power Engineering Dept-Helwan University, 1997.

(١٣٦) Osmen,Tarek Amin , **Study on autoclaved building materials containing some industrial wastes**, Doctor of Philosophy, Institute of Environmental studies and researches-Ain Shams University, 2000.

المنشورات والتقارير باللغة الإنجليزية

(١٣٧) PERI Form work Scaffolding co., **Table forms**, 2001.

(١٣٨) PERI Form work Scaffolding co., **PERI MultiProp-the cost of effective solution**, 2000

Γمستخلص البحثΣ

أمل كمال محمد شمس الدين . ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى . ماجستير . جامعة عين شمس . كلية الهندسة . قسم العمارة . ٢٠٠٣ .

تهدف هذه الرسالة إلى طرح أحد الحلول الممكنة لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع المباني باللجوء إلى العمارة الخضراء، حيث تقع مصر كغيرها في أزمة الطاقة العالمية مما يهدد باستنزاف مواردها من الطاقة الناضبة والتي تعتمد عليها اعتماداً كلياً واتجاهها بعد ذلك لاستيرادها من الخارج، ويهتم مجال العمارة الخضراء بترشيد استهلاك الطاقة من خلال المبنى إلى جانب مراعاة محلية وبيئة الموقع المحيط به.

وتبحث الرسالة إمكانية ترشيد استهلاك الطاقة في أحد المراحل الهامة بالمبنى وهي مرحلة تشييدها، وتبدأ هذه المرحلة منذ أن كان المبنى مجرد مواد خام وحتى يصبح مبنى مكتمل إلى الأرض تبدأ من بعده كل من مرحلتي تشغيل المبنى (استخدامه) وهدمه (الإزالة أو الدخول في عمليات تساهم في مفهوم الطاقة المستديمة)، وتم لذلك استعراض مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة وأهميته وجدواه والطرق المختلفة له، ثم التعرض إلى مجموعة الاتجاهات المختلفة التي يمكن بها دراسة استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال أقسام هذا الاستهلاك وعناصر استهلاك الطاقة والعوامل المؤثرة عليه في هذه المرحلة، ليمكن بعد ذلك استعراض الحلول الممكنة في جميع الاتجاهات السابقة وإمكانية تطبيقها في مصر خاصة بعد معرفة المستخدم حالياً منها ومدى كفاءته.

وأمكن بالتالي لدراسة ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من الوصول إلى جدول تقييم مقترح للعوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى من خلال جميع عناصر التقييم الممكنة لها، كما تم بعد ذلك التعرض لمجموعة من بدائل العوامل السابقة والتي يمكن استبدالها بالعوامل التقليدية المستخدمة بعد المقارنة والتحليل كأسلوب غير مباشر لترشيد استهلاك الطاقة، وأخيراً تم الحصول على مجموعة حلول مقترحة لترشيد استهلاك الطاقة من خلال جميع اتجاهات الاستهلاك المختلفة بتطبيق طرق الترشيد عليها، وللتأكيد على أهمية البيئة في ميزان الطاقة تم دراسة كيفية معالجة الخلل البيئي الناتج عن مرحلة تشييد المبنى أيضاً.

وأخيراً تم تطبيق جدول التقييم المقترح من خلال عدة تطبيقات مقترحة يسهل على المعماري استخدامها من خلالها سواء للمساعدة على المقارنة السريعة باستخدام دراسة حالة يتم تطبيق التقييم من خلالها، أو للمساعدة على تطبيق طرق الترشيد المختلفة من خلال أي من العوامل المستخدمة بالمشروع باستخدام نموذج مقترح على الحاسب الآلي.