كلية الهندسة – المطرية
قسم الهندسة المعمارية

# نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء
## كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة في مصر

رسالة مقدمة من

**مهندس / سيد مرعي منصور علي ناجي**
المعيد بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان

**كجزء من متطلبات الحصول علي درجة الماجستير في الهندسة المعمارية**

**تحت إشراف**

**أ. د / راندا محمد رضا كامل**
أستاذ العمارة وعلوم وتكنولوجيا البناء
و رئيس قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان

**أ.م.د/ أيمن محمد نور عفيفي**
الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان

**أ.م.د/ وفاء محمد كمال رشوان**
الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية- جامعة حلوان

**د/ شيرين فتحي عبد العزيز**
المدرس بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان

**القاهرة ٢٠١٠**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ)

سورة المجادلة، أية ١١

# إهـــــداء

**إلى والداى** حفظهما الله لما شملاني به من رعاية وتشجيع ، أهدى إليهما هذا العمل داعيا الله أن يجزيهما عنى خير الجزاء.

**إلى أخواتى** وأبنائهن اللائي طالما سعدت بمساندتهن لي ، أهديهم عملي هذا ليكون حافزا لهم للتفوق في حياتهم العلمية والعملية .

# شكـــر وتقديـــــر

(الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ)

صدق الله العظيم ، سورة الأعراف :أية ٤٣

أحمد الله الذي وفقني لإنهاء هذه الرسالة ، وأتوجه بالشكر إلى أستاذتي الدكتورة/ **راندا محمد رضا كامل** أستاذ العمارة وعلوم تكنولوجيا البناء و رئيس قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة بالمطرية، على كل ما قدمته لي من نصائح وتوجيهات تعيننني على تخطى أي عثرات صادفت البحث وإكماله على أفضل وجه ، جزاها الله كل خير على هذا العمل .

كما أتوجه بالشكر والتقدير إلي أستاذي الدكتور/ **أيمن محمد نور عفيفي** الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة بالمطرية، على كل ما قدمه من التوجيهات والمعلومات إضافة إلي التشجيع المستمر لإتمام هذه الرسالة.

كما أتوجه بالشكر إلي كلا من الأستاذة الدكتورة/ **وفاء محمد كمال رشوان** الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية، والدكتورة/ **شيرين فتحي عبد العزيز** المدرس بقسم الهندسة المعمارية، جازاهم الله عني كل الخير في الدنيا والآخرة.

# فهرس المحتويات


| الموضوع | صفحة |
|---|---|
| فهرس المحتويات..... | أ |
| فهرس الأشكال..... | ط |
| فهرس الجداول..... | ش |
| قائمة المصطلحات ..... | ث |
| مقدمة البحث..... | خ |
| المشكلة البحثية..... | خ |
| فرضية البحث..... | ذ |
| أهداف البحث..... | ذ |
| مجال البحث..... | ذ |
| منهجية البحث..... | ض |
| هيكل البحث..... | غ |
| **الفهرس** | |
| **الدراسة النظرية** | |
| **الباب الأول : العمارة المستدامة** | |
| تمهيد ..... | ١ |
| **(١/١) الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم و محددات** | |
| (١/١/١) **الاستدامة** Sustainability..... | ٣ |
| (١/١/١/١) مفهوم التنمية المستدامة..... | ٤ |
| (٢/١/١/١) محاور التنمية المستدامة..... | ٤ |
| (٢/١/١) **الاستدامة البيئية** Sustainable Environment..... | ٦ |
| (١/٢/١/١) مفهوم الاستدامة البيئية Sustainable Environment Definition. | ٦ |
| (٢/٢/١/١) التغيرات المناخية Climate Change..... | ٧ |
| (٣/٢/١/١) تآكل طبقة الأوزون Ozone Layer Depletion..... | ٨ |
| (٤/٢/١/١) قضايا التلوث Pollution Issue..... | ٨ |
| (٥/٢/١/١) قضايا استهلاك الطاقة Energy Consumption..... | ٩ |
| (٦/٢/١/١) قضايا صحة الإنسان Human Health..... | ١١ |
| (٧/٢/١/١) فقد التنوع البيولوجي Loss of Biodiversity..... | ١١ |

**فهرس المحتويات**


| الموضوع | صفحة |
|---|---|
| (٣/١/١) **العمارة المستدامة** Sustainable Architecture..... | ١٣ |
| (١/٣/١/١) الدعوة إلي عمارة مستدامة..... | ١٣ |
| (٢/٣/١/١) مفهوم العمارة المستدامة..... | ١٥ |
| (٣/٣/١/١) مبادئ العمارة المستدامة..... | ١٨ |
| **(٢/١) الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة** | |
| (١/٢/١) **معايير تحقيق العمارة المستدامة**..... | ٢١ |
| (١/١/٢/١) اعتبارات الموقع Site Analysis..... | ٢٢ |
| (٢/١/٢/١) كفاءة الطاقة Energy Efficiency..... | ٢٥ |
| (٣/١/٢/١) كفاءة المواد Materials Efficiency..... | ٢٨ |
| (٤/١/٢/١) كفاءة المياه Water Efficiency..... | ٣٢ |
| (٥/١/٢/١) جودة البيئة الداخلية Environmental Indoor Quality.... | ٣٥ |
| (٦/١/٢/١) إدارة المخلفات Waste Management..... | ٣٩ |
| (٢/٢/١) **أنظمة تقييم العمارة المستدامة**..... | ٤٢ |
| (١/٢/٢/١) نظام تقييم المباني المستدامة LEED..... | ٤٣ |
| (٢/٢/٢/١) نظام تقييم المباني المستدامة BREEAM..... | ٤٦ |
| (٣/٢/٢/١) نظام تقييم المباني الخضراء الدولية Green Globes..... | ٤٩ |
| (٤/٢/٢/١) مقارنة بين أنظمة تقييم المباني المستدامة ..... | ٥١ |
| خلاصة الباب الأول ..... | ٥٢ |
| **الباب الثاني: مواد البناء** | |
| تمهيد ..... | ٥٤ |
| **(١/٢) الفصل الأول: خصائص ومواصفات مواد البناء** | |
| (١/١/٢) **تصنيف مواد البناء** ..... | ٥٥ |
| (١/١/١/٢) تصنيف مواد البناء من حيث طبيعة المادة..... | ٥٥ |
| (٢/١/١/٢) تصنيف مواد البناء من حيث أنظمة المبني..... | ٥٦ |
| (٣/١/١/٢) تصنيف مواد البناء من حيث الخصائص الطبيعية..... | ٥٧ |
| (٢/١/٢) **مواد البناء** "Building Materials"..... | ٥٨ |
| (١/٢/١/٢) المواد الطبيعية "Natural Materials"..... | ٥٨ |
| (٢/٢/١/٢) المواد المخلوطة "Mixed Materials"..... | ٦٢ |
| (٣/٢/١/٢) المواد المصنعة "Fabricated Materials"..... | ٦٦ |

| الموضوع | صفحة |
|---|---|
| (٣/١/٢) **خصائص ومواصفات مواد البناء**..... | ٧٧ |
| (١/٣/١/٢) الخصائص الطبيعية "Natural Properties"..... | ٧٨ |
| (٢/٣/١/٢) الخصائص الميكانيكية "Mechanical Properties"..... | ٧٨ |
| (٣/٣/١/٢) الخصائص الحرارية "Thermal Properties"..... | ٧٩ |
| (٤/٣/١/٢) الخصائص الصوتية "Acoustical Properties"..... | ٨٠ |
| (٥/٣/١/٢) الخصائص الضوئية "Optical Properties"..... | ٨١ |
| (٦/٣/١/٢) خواص قوة التحمل "Deteriorative Properties"..... | ٨٢ |
| **(٢/٢) الفصل الثاني: مواد البناء المستدامة** | |
| تمهيد ..... | ٨٣ |
| (١/٢/٢) **مواد البناء المستدامة** ..... | ٨٤ |
| (١/٢/٢/٢) الفرق بين مواد ومنتجات البناء المستدامة ..... | ٨٥ |
| (٢/٢/٢/٢) مفهوم مواد البناء المستدامة ..... | ٨٦ |
| (٢/٢/٢) **دورة حياة مواد البناء** ..... | ٨٧ |
| (١/٢/٢/٢) مرحلة ما قبل البناء – التصنيع..... | ٨٨ |
| (٢/٢/٢/٢) مرحلة البناء – الاستخدام ..... | ٩٠ |
| (٣/٢/٢/٢) مرحلة ما بعد البناء - التخلص النهائي ..... | ٩٠ |
| (٣/٢/٢) **الاعتبارات البيئية لمواد البناء** ..... | ٩٢ |
| (١/٣/٢/٢) الاعتبارات الخاصة بمصادر المواد ..... | ٩٢ |
| (٢/٣/٢/٢) الاعتبارات الخاصة بمصادر الطاقة..... | ٩٤ |
| (٣/٣/٢/٢) الاعتبارات الخاصة بالتلوث ..... | ٩٧ |
| (٤/٢/٢) **خصائص مواد البناء المستدامة** ..... | ١٠٠ |
| (١/٤/٢/٢) معايير كفاءة المصادر ..... | ١٠٠ |
| (٢/٤/٢/٢) معايير جودة البيئة الداخلية ..... | ١٠٢ |
| (٣/٤/٢/٢) معايير الكفاءة ..... | ١٠٤ |
| (٥/٢/٢) **استراتيجيات تحقيق استدامة مواد البناء**..... | ١٠٥ |
| (٦/٢/٢) **تقييم معايير الاستدامة لمواد البناء شائعة الاستخدام**..... | ١٠٧ |
| (١/٦/٢/٢) الأخشاب كمادة بناء مستدامة..... | ١٠٨ |
| (٢/٦/٢/٢) الخرسانة المسلحة كمادة بناء مستدامة..... | ١١٠ |
| (٣/٦/٢/٢) الحديد الصلب كمادة بناء مستدامة..... | ١١٢ |

| الموضوع | صفحة |
|---|---|
| (٤/٦/٢/٢) الألمونيوم كمادة بناء مستدامة..... | ١١٤ |
| (٥/٦/٢/٢) اللدائن كمادة بناء مستدامة..... | ١١٦ |
| (٦/٦/٢/٢) الزجاج كمادة بناء مستدامة..... | ١١٨ |
| خلاصة الباب الثاني ..... | ١٢٠ |

**الدراسة التحليلية**

**الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية**

**(١/٣) منهجية الدراسة التحليلية.**

| | |
|---|---|
| **(١/١/٣) أهداف الدراسة التحليلية** ..... | ١٢٤ |
| **(٢/١/٣) منهج الدراسة التحليلية** ..... | ١٢٤ |
| (١/٢/١/٣) اختيار أدوات البحث..... | ١٢٤ |
| **(٣/١/٣) معايير اختيار عينة الدراسة**..... | ١٢٥ |
| **(٤/١/٣) عينة الدراسة**..... | ١٢٥ |
| **(٥/١/٣) تحليل عينة الدراسة**..... | ١٢٦ |

**(٢/٣) الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية.**

| | |
|---|---|
| **(١/٢/٣) معرض وأكاديمية الأرض البيئية – كاليفورنيا** "Institution and Exhibition of Earth Environmental " | ١٢٧ |
| (١/١/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٢٧ |
| (٢/١/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٢٨ |
| (٣/١/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٣٠ |
| (٤/١/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٣١ |
| (٥/١/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٣١ |
| (٦/١/٢/٣) الخلاصة..... | ١٣١ |
| **(٢/٢/٣) المركز الوطني للألعاب المائية - بكين** "National Aquatics Centre - Water Cube " | ١٣٣ |
| (١/٢/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٣٣ |
| (٢/٢/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٣٤ |

| الموضوع | صفحة |
|---|---|
| (٣/٢/٢/٣) النظام الإنشائي..... | ١٣٥ |
| (٤/٢/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٣٧ |
| (٥/٢/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٣٧ |
| (٦/٢/٢/٣) الخلاصة..... | ١٣٧ |
| **(٣/٢/٣) مبني بلدية لندن** | |
| " London City Hall " | ١٣٩ |
| (١/٣/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٣٩ |
| (٢/٣/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٤٠ |
| (٣/٣/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٤٢ |
| (٤/٣/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٤٢ |
| (٥/٣/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٤٢ |
| (٦/٣/٢/٣) الخلاصة..... | ١٤٢ |
| **(٤/٢/٣) مركز ألدو ليوبولد التراثي** | |
| " Aldo Leopold Legacy Center " | ١٤٤ |
| (١/٤/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٤٤ |
| (٢/٤/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٤٥ |
| (٣/٤/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٤٧ |
| (٤/٤/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٤٨ |
| (٥/٤/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٤٨ |
| (٦/٤/٢/٣) الخلاصة..... | ١٤٨ |
| **(٥/٢/٣) كاتدرائية النور - كاليفورنيا** | |
| "Cathedral of Christ the Light " | ١٥٠ |
| (١/٥/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٥٠ |
| (٢/٥/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٥١ |
| (٣/٥/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٥٢ |
| (٤/٥/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٥٤ |
| (٥/٥/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٥٤ |
| (٦/٥/٢/٣) الخلاصة..... | ١٥٤ |
| **(٦/٢/٣) مركز التعليم البيئي بنسلفانيا** | |
| " Pocono Environment Education Activity Center" | ١٥٦ |

| الموضوع | صفحة |
|---|---|
| (١/٦/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٥٦ |
| (٢/٦/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٥٧ |
| (٣/٦/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٥٩ |
| (٤/٦/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٦٠ |
| (٥/٦/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٦٠ |
| (٦/٦/٢/٣) الخلاصة..... | ١٦٠ |
| **(٧/٢/٣) المركز الاستكشافي - سياتل** | |
| " Discovery Center at South Lake Union" | ١٦٢ |
| (١/٧/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٦٢ |
| (٢/٧/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٦٣ |
| (٣/٧/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٦٥ |
| (٤/٧/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٦٦ |
| (٥/٧/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٦٦ |
| (٦/٧/٢/٣) الخلاصة..... | ١٦٦ |
| **(٨/٢/٣) المبني الإداري الإقليمي كارل تي كورتس** | |
| "Carl T. Curtis Headquarters Building National Park Service" | ١٦٨ |
| (١/٨/٢/٣) وصف المشروع..... | ١٦٨ |
| (٢/٨/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة ..... | ١٦٩ |
| (٣/٨/٢/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٧١ |
| (٤/٨/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء..... | ١٧٢ |
| (٥/٨/٢/٣) مواد البناء المستخدمة ..... | ١٧٢ |
| (٦/٨/٢/٣) الخلاصة..... | ١٧٢ |
| **(٣/٣) نتائج الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية** | |
| (١/٣/٣) معايير الاستدامة..... | ١٧٤ |
| (٢/٣/٣) النظام الإنشائي ..... | ١٧٤ |
| (٣/٣/٣) مواد البناء المستخدمة..... | ١٧٥ |
| (٤/٣/٣) استراتيجيات استدامة مواد البناء..... | ١٧٦ |

## الباب الرابع: الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية

### (١/٤) منهجية الدراسة الميدانية.


(١/١/٤) أهداف الدراسة الميدانية ..... ١٨١
(٢/١/٤) منهج الدراسة الميدانية..... ١٨١
(٣/١/٤) معايير اختيار عينة الدراسة..... ١٨٢
(٤/١/٤) عينة الدراسة..... ١٨٢
(٥/١/٤) تحليل عينة الدراسة..... ١٨٣


### (٢/٤) الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية


(١/٢/٤) مكتبة الإسكندرية - الإسكندرية " Library of Alexandria " ١٨٤
(١/١/٢/٤) وصف المشروع..... ١٨٤
(٢/١/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة..... ١٨٦
(٣/١/٢/٤) النظام الإنشائي..... ١٨٨
(٤/١/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء..... ١٩٠
(٥/١/٢/٤) مواد البناء المستخدمة ..... ١٩٠
(٦/١/٢/٤) الخلاصة..... ١٩٠
(٢/٢/٤) الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة " American University New Cairo " ١٩٢
(١/٢/٢/٤) وصف المشروع..... ١٩٢
(٢/٢/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة..... ١٩٤
(٣/٢/٢/٤) النظام الإنشائي.. ..... ١٩٦
(٤/٢/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء..... ١٩٧
(٥/٢/٢/٤) مواد البناء المستخدمة ..... ١٩٧
(٦/٢/٢/٤) الخلاصة..... ١٩٧
(٣/٢/٤) مركز الخزف بالفسطاط " Al-Fustat Ceramics Center " ١٩٩
(١/٣/٢/٤) وصف المشروع..... ١٩٩
(٢/٣/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة ..... ٢٠١

(٣/٣/٢/٤) النظام الإنشائي ..... ٢٠٣
(٤/٣/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء..... ٢٠٤
(٥/٣/٢/٤) مواد البناء المستخدمة ..... ٢٠٤
(٦/٣/٢/٤) الخلاصة..... ٢٠٤
**(٤/٢/٤) حديقة الأزهر – مطعم التل**
" Al-Azhar Park, Hilltop Restaurant " ٢٠٦
(١/٤/٢/٤) وصف المشروع..... ٢٠٦
(٢/٤/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة..... ٢٠٨
(٣/٤/٢/٤) النظام الإنشائي ..... ٢١٠
(٤/٤/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء..... ٢١١
(٥/٤/٢/٤) مواد البناء المستخدمة..... ٢١١
(٦/٤/٢/٤) الخلاصة..... ٢١١

**(٣/٤) نتائج الدراسة الميدانية**
(١/٣/٤) معايير الاستدامة..... ٢١٣
(٢/٣/٤) النظام الإنشائي ..... ٢١٤
(٣/٣/٤) مواد البناء المستخدمة..... ٢١٥
(٤/٣/٤) استراتيجيات استدامة مواد البناء..... ٢١٦

**الباب الخامس: النتائج العامة والتوصيات**
**(١/٥) النتائج العامة**..... ٢١٩
(١/١/٥) نتائج الدراسة النظرية..... ٢١٩
(٢/١/٥) نتائج الدراسة التحليلية..... ٢٢١
**(٢/٥) التوصيات**..... ٢٢٢
فهرس المراجع ..... ٢٢٣
الملخص العربي..... ٢٣٧
ملخص البحث باللغة الانجليزية ..... ٢٤٠

# فهرس الأشكال

## الباب الأول: : العمارة المستدامة


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (١-١) | مفاهيم الاستدامة ..... | ٢ |
| (١-٢) | نموذج ماسلو الاحتياجات الإنسانية طبقاً للأولويات..... | ٣ |
| (١-٣) | محاور التنمية المستدامة ..... | ٥ |
| (١-٤) | تصنيف القضايا البيئية ..... | ٦ |
| (١-٥) | مكونات النظام البيئي الرئيسية..... | ٦ |
| (١-٦) | تزايد انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون المسبب للاحتباس الحراري.. | ٧ |
| (١-٧) | استهلاك قطاع المباني للطاقة الغير متجددة – الوقود الأحفوري..... | ١٠ |
| (١-٨) | تأثير قطاع الإنشاء علي البيئة – الولايات المتحدة ..... | ١٤ |
| (١-٩) | تجسيد الفكر البيئي في تحقيق استدامة البناء في برج مينارا ميسينياجا Menara Mesiniaga بماليزيا – للمعماري كين يانج..... | ١٦ |
| (١-١٠) | التأكيد علي ارتباط المبني والبيئة – جناح هولندا بمعرض هانوفر ٢٠٠٠ بألمانيا ..... | ١٧ |
| (١-١١) | مواد البناء الصديقة للبيئة باستخدام الأنابيب الورقية في تكوين الهيكل الإنشائي – جناح اليابان معرض هانوفر ٢٠٠٠ بألمانيا..... | ١٧ |
| (١-١٢) | دورة حياة المبني الكاملة ..... | ١٩ |
| (١-١٣) | منظومة تحقيق العمارة المستدامة ..... | ٢٠ |
| (١-١٤) | معايير تحقيق العمارة المستدامة ..... | ٢١ |
| (١-١٥) | ارتباط المبني بالبيئة المحيطة بمدرسة بنيامين فرانكلين بولاية واشنطن الأمريكية ..... | ٢٣ |
| (١-١٦) | إدماج تقنيات الأسقف الخضراء في المباني مبني بلدية سياتل الولايات المتحدة Seattle City Hall ..... | ٢٣ |
| (١-١٧) | استخدام وسائل النقل الصديقة للبيئة –الترام الكهربائي و أماكن انتظار الدراجات بمدينة ادنبرج Edinburgh المملكة المتحدة..... | ٢٤ |
| (١-١٨) | عناصر الموقع وعلاقتها بالمشروع بمدرسة بنيامين فرانكلين بولاية واشنطن الأمريكية..... | ٢٤ |
| (١-١٩) | أساليب رفع كفاءة إضاءة البيئة الداخلية و ترشيد استهلاك الطاقة... | ٢٥ |

**فهرس الأشكال**


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (١-٢٠) | توظيف أساليب التصميم الشمسي السلبي في التدفئة والتبريد لترشيد استهلاك الطاقة مركز شوم كريك للتعليم باستراليا..... | ٢٦ |
| (١-٢١) | إدماج الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الكهربائية المبني الإداري الشمسي أوكسفورد بريطانيا..... | ٢٧ |
| (١-٢٢) | التقنيات الحديثة لتوليد الطاقة من الرياح Wind Turbine وMicro Turbine في المباني ..... | ٢٧ |
| (١-٢٣) | استخدام المواد المحلية في البناء بتوظيف التربة الطينية و الأخشاب في منزل سكني بمدينة كاسل الألمانية..... | ٢٩ |
| (١-٢٤) | قابلية المبني للتفكيك وتوظيف التفاصيل الإنشائية للهيكل المعدني بمركز ثورو للاستدامة بولاية كاليفورنيا الأمريكية..... | ٢٩ |
| (١-٢٥) | استخدام مواد البناء المعاد تدويرها كالأنابيب الورقية بالمتحف البدوي بنيويورك الأمريكية..... | ٣٠ |
| (١-٢٦) | بعض الإمكانيات لاستخدام المواد المعاد تصنيعها ..... | ٣١ |
| (١-٢٧) | بعض مصادر المواد التي تصدر غازات ضارة ..... | ٣١ |
| (١-٢٨) | تزايد معدلات استهلاك المياه سنويا في العالم ..... | ٣٢ |
| (١-٢٩) | استخدام الأجهزة الصحية "Water Saving" لترشيد استهلاك المياه داخل المباني ..... | ٣٣ |
| (١-٣٠) | تجميع مياه الأمطار واستغلالها في ري عناصر تنسيق الموقع - المركز الاستكشافي بولاية سياتل الأمريكية..... | ٣٣ |
| (١-٣١) | أساليب تحقيق تدوير المياه وإعادة استخدامها في المباني ..... | ٣٤ |
| (١-٣٢) | الوسائل المختلفة لتحقيق الإضاءة الطبيعية المختلفة داخل المبني ... | ٣٥ |
| (١-٣٣) | توظيف التقنيات الحديثة لتحقيق الإضاءة الطبيعية باستخدام وحدات الإضاءة الشمسية S ylight Suntube ..... | ٣٦ |
| (١-٣٤) | تحقيق الإضاءة الطبيعية و الراحة البصرية باستخدام الهرم الزجاجي الشفاف – متحف اللوفر باريس..... | ٣٧ |
| (١-٣٥) | كيفية عمل أنظمة التهوية و التدفئة بمبني مدرسة توماس ويلز - الولايات المتحدة..... | ٣٨ |
| (١-٣٦) | تصنيف المخلفات الناتجة عن الإنشاء – الولايات المتحدة ..... | ٣٩ |
| (١-٣٧) | الأفضلية البيئية في اختيار استراتيجيات إدارة المخلفات الصلبة..... | ٤٠ |
| (١-٣٨) | إعادة استخدام مخلفات حاويات نقل البضائع كوحدات سكنية Container City بلندن..... | ٤٠ |
| (١-٣٩) | إعادة استخدام المخلفات الزراعية كبالات القش في البناء..... | ٤١ |

**فهرس الأشكال**


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (١-٤٠) | الإصدارات المتخصصة لتقييم المباني المستدامة نظام التقييم LEED | ٤٤ |
| (١-٤١) | نظام تقييم المباني المستدامة LEED – الولايات المتحدة ..... | ٤٥ |
| (١-٤٢) | معايير التقييم بنظام تقييم المباني المستدامة BREEAM – المملكة المتحدة..... | ٤٨ |
| (١-٤٣) | نظام تقييم المباني المستدامة الدولي Green Globe – الولايات المتحدة..... | ٥٠ |
| (١-٤٤) | مقارنة بين الأهمية النسبية لمعايير التقييم و نسبتها في الأنظمة المختلفة..... | ٥١ |


## الباب الثاني : مواد البناء


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٢– ١) | تصنيف مواد البناء المعاصرة من حيث طبيعة المواد ..... | ٥٥ |
| (٢– ٢) | تصنيف مواد البناء المستخدمة في إنشاء المباني ..... | ٥٦ |
| (٢– ٣) | أمثلة توضح استخدام الأحجار كعناصر إنشائية ..... | ٥٩ |
| (٢– ٤) | استخدام الأحجار في التكسيات الخارجية – مبني سكني للمعماري Francis Ed i ..... | ٥٩ |
| (٢– ٥) | الأشكال المختلفة للهياكل الإنشائية الخشبية الحديثة..... | ٦٠ |
| (٢– ٦) | استخدام الأخشاب في تكوين الجمالونات المستخدمة في تغطية الأسقف ..... | ٦٠ |
| (٢– ٧) | استخدام الأخشاب كمادة إنشائية وتشطيب – صالة ألعاب Armstrong Arena..... | ٦١ |
| (٢– ٨) | الاستخدامات المختلفة للوحدات الخرسانية في الإنشاء ..... | ٦٢ |
| (٢– ٩) | الخرسانة المسلحة كمادة إنشائية The concert hall للمعماري Calatrava ..... | ٦٣ |
| (٢– ١٠) | استخدام الإمكانيات المتطورة للخرسانة المسلحة والصلب - مطار ليونز Lyon-Satolas للمعماري Calatrava ..... | ٦٣ |
| (٢– ١١) | الأشكال المختلفة للوحدات الخرسانية سابقة التجهيز..... | ٦٤ |
| (٢– ١٢) | استخدام الوحدات الخرسانية سابقة التجهيز في تكوين الغلاف الخارجي بأحد المباني المكتبية بمدينة دينفر الأمريكية Denver SA ..... | ٦٤ |
| (٢– ١٣) | استخدام الطين كمادة بناء وتشطيب – حضرموت اليمن..... | ٦٥ |

**فهرس الأشكال**


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٢– ١٤) | إستاد بكين الدولي Stadium Bei ing واستخدام الحديد الصلب في الهيكل الإنشائي ..... | ٦٧ |
| (٢– ١٥) | استخدام الإمكانيات الهائلة للحديد و الزجاج كمواد بناء في تكوين ناطحات السحاب – مبني Hearst To er بولاية نيويورك الأمريكية - المعماري نورمان فوستر..... | ٦٧ |
| (٢– ١٦) | استخدام الاستانلس ستيل في الكسوات الخارجية - متحف الفنون بفرجينيا الأمريكية ..... | ٦٨ |
| (٢– ١٧) | استخدام الألومونيوم في تكوين الغلاف الخارجي - مبني المكاتب The Devonshire Building بمدينة لندن بالمملكة المتحدة..... | ٦٩ |
| (٢– ١٨) | استخدام الألمونيوم في الكسوات الخارجية مبني TheATRiuM بمدينة كارديف Cardiff المملكة المتحدة ..... | ٦٩ |
| (٢– ١٩) | استخدام النحاس كمادة تشطيب خارجية- المتحف الحربي الكندي .. | ٧٠ |
| (٢– ٢٠) | استخدام الطوب في الكسوات الخارجية – متحف سان فرانسيسكو للمعماري ماريوبوتا ..... | ٧١ |
| (٢– ٢١) | نماذج مختلفة من البلوكات و الطوب المفرغ..... | ٧١ |
| (٢– ٢٢) | استخدام الطوب بألوانه المختلفة في الحوائط و الكسوات الخارجية والأعمال الديكورية – مسكن للممرضات Mullen Home for Nurses - مدينة دينفير الأمريكية ، للمعماري Temple Buell ..... | ٧٢ |
| (٢– ٢٣) | استخدام الزجاج في عمل القواطيع بالمعرض الزجاجي – للمعماري SANAA ..... | ٧٣ |
| (٢– ٢٤) | استخدام الحوائط الستائرية الزجاجية في تكوين الأغلفة الخارجية برج Torre Agbar Barcelona - برشلونة أسبانيا ..... | ٧٣ |
| (٢– ٢٥) | استخدام السيراميك في الكسوات الخارجية - متحف الأطفال بمدينة بروكلين الأمريكية "Broo lyn Children s Museum"..... | ٧٤ |
| (٢– ٢٦) | استخدام اللدائن في المنشآت المنفوخة - معرض فوجي باليابان Fu i Group Pavilion ..... | ٧٥ |
| (٢– ٢٧) | استخدام مادة ETFE كمادة أساسية في الغلاف الخارجي لمشروع عدن بمدينة كورنوال Con all– المملكة المتحدة..... | ٧٦ |
| (٢– ٢٨) | خصائص ومواصفات مواد البناء..... | ٧٧ |
| (٢– ٢٩) | استخدام الأخشاب المعتمدة ood Certified في البناء..... | ٨٥ |
| (٢– ٣٠) | الزجاج عالي الكفاءة Lo -Emissivity Glass ..... | ٨٥ |
| (٢– ٣١) | دورة حياة مواد البناء التقليدية ..... | ٨٧ |

| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٢– ٣٢) | دورة حياة مواد البناء المستدامة ..... | ٨٧ |
| (٢– ٣٣) | المراحل الثلاثة الأساسية لدورة حياة مواد البناء ..... | ٨٨ |
| (٢– ٣٤) | دورة حياة مواد البناء من مصادرها المختلفة ..... | ٩١ |
| (٢– ٣٥) | يوضح المخزون الاستراتيجي لمصادر المواد الأولية – عدد السنوات..... | ٩٢ |
| (٢– ٣٦) | يوضح المخزون الاستراتيجي لمصادر الطاقة – عدد السنوات .... | ٩٤ |
| (٢– ٣٧) | تصنيف خصائص مواد البناء المستدامة تأثرا بدورة حياة المبني ... | ١٠٠ |
| (٢– ٣٨) | الطاقة المندمجة لبعض مواد البناء الشائعة ..... | ١٠١ |
| (٢– ٣٩) | تفضيل الإنتاج المحلي لمواد البناء وعدم الاعتماد علي الإنتاج المركزي..... | ١٠٢ |


## الباب الثالث: الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٣– ١) | منهج الدراسة التحليلية ..... | ١٢٣ |
| (٣– ٢) | التكامل بين متحف أكاديمية كاليفورنيا للعلوم والبيئة المحيطة..... | ١٢٧ |
| (٣– ٣) | المسقط الأفقي يوضح العناصر الرئيسية ..... | ١٢٨ |
| (٣– ٤) | قاعة الغابات الاستوائية Rainforest Hall ..... | ١٢٨ |
| (٣– ٥) | القطاع العرضي المار بالقاعات الرئيسية ..... | ١٢٨ |
| (٣– ٦) | الحوض المائي A uarium ..... | ١٢٨ |
| (٣– ٧) | توظيف وحدات الإضاءة السقفية لتحقيق مستويات عالية من الإضاءة الطبيعية ..... | ١٢٩ |
| (٣– ٨) | استخدام إطارات من الحديد الصلب Steel Frames في تشكيل الأسقف ..... | ١٣٠ |
| (٣– ٩) | الفراغ السماوي مغطي بشبكة من الكابلات المعدنية والزجاج عالي الكفاءة لتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية. ..... | ١٣٠ |
| (٣– ١٠) | الحوائط الخارجية من الزجاج الشفاف Lo -Emissivity عالي الكفاءة لتحقيق الإضاءة الطبيعية مع تقليل الاكتساب الحراري..... | ١٣٠ |
| (٣– ١١) | تغطية سقف القباب للقاعات الرئيسية بالنباتات لتشكل الأسقف الخضراء ..... | ١٣١ |
| (٣– ١٢) | تغطي قاعة الغابات الاستوائية الفتحات السماوية المصممة | ١٣١ |

| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| | خصيصا من الزجاج لدخول ضوء النهار ..... | |
| (٣– ١٣) | الموقع العام والمساقط الأفقية لمركز الألعاب المائية –المكعب المائي ..... ..... | ١٣٣ |
| (٣– ١٤) | محاكاة الشكل الطبيعي لفقاعات الصابون باستخدام الحاسب الآلي. | ١٣٤ |
| (٣– ١٥) | دراسة فكرة الصوبة وكيفية تنظيم حركة الهواء خلال الغلاف الخارجي ..... ..... | ١٣٤ |
| (٣– ١٦) | التكوين الفريد للوحدات متعددة السطوح من الحديد الصلب واللدائن. ..... | ١٣٤ |
| (٣– ١٧) | انتشار ضوء النهار خلال الغلاف الخارجي يتيح مستويات عالية من الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ الداخلي. ..... | ١٣٥ |
| (٣– ١٨) | تصميم الهيكل الإنشائي بالاستعانة ببرامج الحاسب الآلي..... | ١٣٥ |
| (٣– ١٩) | الهيكل الإنشائي الضخم من الإطارات الفراغية يشمل الحوائط والأسقف من الحديد الصلب أثناء التنفيذ..... | ١٣٥ |
| (٣– ٢٠) | ضخامة العناصر و الوصلات المعدنية المستخدمة في تكوين الهيكل الإنشائي ..... | ١٣٦ |
| (٣– ٢١) | تنوع أشكال وأحجام الوسائد الهوائية المستخدمة في الكسوات الخارجية ..... | ١٣٦ |
| (٣– ٢٢) | تفصيلة الثقوب المثبتة بالوسائد الهوائية لتنظيم درجة الحرارة الداخلية. ..... | ١٣٧ |
| (٣– ٢٣) | توزيع مساحات الفراغات التصميمية بالمساقط الأفقية بمبني بلدية لندن ..... ..... | ١٣٩ |
| (٣– ٢٤) | المنحدر الحلزوني الرائع الذي يربط جميع مستويات المبني ..... | ١٤٠ |
| (٣– ٢٥) | الموقع الفريد لمبني البلدية المطل علي نهر Thames بمدينة لندن... | ١٤٠ |
| (٣– ٢٦) | الاستراتيجيات المختلفة لتحقيق الترشيد في الطاقة بتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالبة والموجبة – مبني بلدية لندن..... | ١٤١ |
| (٣– ٢٧) | الغلاف الخارجي من الزجاج عالي الكفاءة ثلاثي الطبقات ..... | ١٤٢ |
| (٣– ٢٨) | الهيكل الإنشائي الخارجي من العناصر الدائرية من الحديد الصلب Geodesic lattice ..... | ١٤٢ |
| (٣– ٢٩) | تصميم المركز علي هيئة مجموعة من المباني الصغيرة Cluster... | ١٤٤ |
| (٣– ٣٠) | ملائمة المبني مع البيئة المحيطة باستخدام المواد الطبيعية و الألوان المتجانسة. ..... | ١٤٥ |
| (٣– ٣١) | تثبيت الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الكهربائية بالأسقف..... | ١٤٥ |

| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٣– ٣٢) | توظيف الأحجار المحلية وإعادة استخدامها بالموقع ..... | ١٤٥ |
| (٣– ٣٣) | تجهيز العناصر الإنشائية من الأخشاب المحلية التي تم حصادها بالموقع ..... | ١٤٦ |
| (٣– ٣٤) | توفير مستويات عالية من الإضاءة الطبيعية يحقق جودة البيئة الداخلية ..... | ١٤٦ |
| (٣– ٣٥) | الأعمدة من أخشاب الصنوبر المحلية واستخدام الوصلات المعدنية | ١٤٧ |
| (٣– ٣٦) | سقف قاعة المؤتمرات من الجمالونات الخشبية..... | ١٤٧ |
| (٣– ٣٧) | أحد الوصلات المعدنية من الحديد الصلب المستخدمة في تثبيت الأسقف ..... | ١٤٧ |
| (٣– ٣٨) | ترك العناصر الإنشائية الخشبية دون الحاجة إلي نهو خارجي للتأكيد علي طبيعة المواد..... | ١٤٨ |
| (٣– ٣٩) | الموقع المتميز لمبني الكاتدرائية المطل علي بحيرة ميريت ..... | ١٥٠ |
| (٣– ٤٠) | يحقق الغلاف الخارجي الشفافية وتكامل مع البيئة المحيطة ..... | ١٥١ |
| (٣– ٤١) | استغلال ارتفاع القاعة الضخم وخاصية الحمل الحراري في التبريد السلبي ..... | ١٥١ |
| (٣– ٤٢) | ترك المواد الإنشائية من الخرسانة المسلحة والأخشاب علي طبيعتها ..... | ١٥١ |
| (٣– ٤٣) | تفصيلة تدعيم الهيكل الإنشائي الخشبي بوصلات من الحديد الصلب | ١٥٢ |
| (٣– ٤٤) | اعتماد القاعة الرئيسية علي الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة ..... | ١٥٢ |
| (٣– ٤٥) | دراسة الطبقات المكونة للهيكل الإنشائي والغلاف الخارجي ..... | ١٥٢ |
| (٣– ٤٦) | استخدام الحوائط من الخرسانة المسلحة وتركها علي طبيعتها بدون دهان ..... | ١٥٣ |
| (٣– ٤٧) | الهيكل الرئيسي من الركائز الخشبية ذات القطاعات الضخمة..... | ١٥٣ |
| (٣– ٤٨) | تغطية السقف البيضاوي Ceiling Ocular من الداخل بشرائح من الألمونيوم ..... | ١٥٣ |
| (٣– ٤٩) | كسوة الغلاف الخارجي ببانوهات من الألواح الزجاجية غير الشفافة | ١٥٤ |
| (٣– ٥٠) | الموقع العام والمسقط الأفقي لمركز التعليم البيئي – بنسلفانيا ..... | ١٥٦ |
| (٣– ٥١) | المدخل الرئيسي بالواجهة الشمالية ..... | ١٥٧ |
| (٣– ٥٢) | الواجهات العرضية الخلفية والجانبية ..... | ١٥٧ |
| (٣– ٥٣) | توجيه المبني ليأخذ المحور الطولي الشرقي الغربي ..... | ١٥٧ |

**فهرس الأشكال**


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٣– ٥٤) | دراسة تأثير حركة الشمس والرياح علي تصميم المبني ..... | ١٥٧ |
| (٣– ٥٥) | اختيار مواد البناء الطبيعية و المحلية في إنشاء المبني ..... | ١٥٨ |
| (٣– ٥٦) | القاعة الرئيسية تعتمد علي الإضاءة و التهوية الطبيعية..... | ١٥٨ |
| (٣– ٥٧) | استخدام الأعمدة من الأخشاب الشرائحية مزدوجة الشكل ..... | ١٥٩ |
| (٣– ٥٨) | تدعيم الكمرات الخشبية بوصلات من الحديد الصلب ..... | ١٥٩ |
| (٣– ٥٩) | كسوة الحائط الشمالي بشرائح من المطاط المعاد تدويره ..... | ١٥٩ |
| (٣– ٦٠) | الوصلات المعدنية المستخدمة في تدعيم السقف الخشبي والتي تعطي المبني إمكانية الفك و إعادة الاستخدام ..... | ١٦٠ |
| (٣– ٦١) | يضفي الغلاف الخارجي من الزجاج عالي الكفاءة الشفافية علي المبني ..... | ١٦٠ |
| (٣– ٦٢) | الموقع العام للمركز الاستكشافي بمدينة سياتل ..... | ١٦٢ |
| (٣– ٦٣) | توقيع المبني بالقرب من الشارع الرئيسي ليسهل عملية نقله فيما بعد | ١٦٣ |
| (٣– ٦٤) | توظيف بروزات الأسقف في حماية الواجهات الزجاجية من الشمس | ١٦٣ |
| (٣– ٦٥) | هيكل المبني قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز ..... | ١٦٣ |
| (٣– ٦٦) | اعتماد المركز علي الإضاءة الطبيعية في إضاءة فراغاته ..... | ١٦٤ |
| (٣– ٦٧) | استخدام مياه الأمطار في ري العناصر النباتية المحيطة ..... | ١٦٤ |
| (٣– ٦٨) | دراسة فصل المبني إلي وحدات موديولية يسهل نقلها ورفعها باستخدام ونش صغير ..... | ١٦٤ |
| (٣– ٦٩) | قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز المستخدمة في تكوين الأعمدة ..... | ١٦٥ |
| (٣– ٧٠) | أحد الوحدات الموديولية الأربعة التي يتكون منها هيكل المركز..... | ١٦٥ |
| (٣– ٧١) | تفصيلة تصميم الغلاف الخارجي من الألواح الزجاجية المائلة ..... | ١٦٥ |
| (٣– ٧٢) | الفاصل الإنشائي oint Disconnect الذي يسمح بتفكيك المبني..... | ١٦٦ |
| (٣– ٧٣) | المساقط الأفقية موضح بها توزيع الفراغات الإدارية بالمبني ..... | ١٦٨ |
| (٣– ٧٤) | مراعاة توجيه المبني لتعظيم الاستفادة من الواجهة النهرية ..... | ١٦٩ |
| (٣– ٧٥) | استخدام المواد المحلية من الأحجار و الأخشاب الطبيعية ..... | ١٦٩ |
| (٣– ٧٦) | دراسة استغلال الإضاءة الطبيعية في تحقيق كفاءة الطاقة ..... | ١٧٠ |
| (٣– ٧٧) | الكسوات الخارجية من البانوهات الخرسانية سابقة التجهيز ..... | ١٧٠ |
| (٣– ٧٨) | تمتع الفراغات المكتبية بالإضاءة الطبيعية والمناظر المحيطة ..... | ١٧٠ |

| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٣– ٧٩) | ترك العناصر الإنشائية من الأعمدة علي طبيعتها بدون دهان ..... | ١٧١ |
| (٣– ٨٠) | الأغلفة الخارجية من الزجاج الأزرق الشفاف عالي الكفاءة ..... | ١٧١ |
| (٣– ٨١) | الكاسرات الشمسية الأفقية من شرائح الألمونيوم ..... | ١٧١ |
| (٣– ٨٢) | تشكل الواجهات الستائرية الزجاجية الباكيات الرأسية المطلة علي النهر ..... | ١٧٢ |
| (٣– ٨٣) | الاستعانة بالإضاءة الصناعية غير المباشرة داخل بعض الفراغات.. | ١٧٢ |
| (٣– ٨٤) | النسب المئوية للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني محل الدراسة..... | ١٧٤ |
| (٣– ٨٥) | مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني محل الدراسة بالنسب المئوية..... | ١٧٥ |
| (٣– ٨٦) | النسب المئوية لمواد البناء المستخدمة بصورة رئيسية في المباني محل الدراسة..... | ١٧٥ |
| (٣– ٨٧) | النسب المئوية لمقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لمواد البناء بالمباني محل الدراسة..... | ١٧٦ |
| (٣– ٨٨) | النسب المئوية للاستراتيجيات المستخدمة في تحقيق استدامة مواد البناء بالمباني محل الدراسة..... | ١٧٦ |
| (٣– ٨٩) | مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لاستراتيجيات استدامة مواد البناء بالنسب المئوية..... | ١٧٧ |


## الباب الرابع: الدراسة التطبيقية للمشروعات المحلية


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٤– ١) | منهجية الدراسة الميدانية..... | ١٨٠ |
| (٤– ٢) | الموقع العام لمكتبة الإسكندرية..... | ١٨٤ |
| (٤– ٣) | لقطة لمبني مكتبة الإسكندرية والقبة السماوية من جهة البحر..... | ١٨٥ |
| (٤– ٤) | قطاع رأسي لمبني مكتبة الإسكندرية يوضح تدرج مستويات قاعة القراءة الرئيسية..... | ١٨٥ |
| (٤– ٥) | تكامل مبني المكتبة مع الموقع المتميز المطل علي البحر المتوسط.. | ١٨٦ |
| (٤– ٦) | صممت وحدات الأسقف بدقة لتحقيق إضاءة طبيعية غير مباشرة.... | ١٨٦ |
| (٤– ٧) | هيكل المبني قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز..... | ١٨٦ |

**فهرس الأشكال**


| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| (٤– ٨) | الحائط الخرساني وقد أحاط بمبني المكتبة في الأجزاء الجنوبية والغربية..... | ١٨٧ |
| (٤– ٩) | تعتمد خزانات الكتب أسفل مستويات المكتبة علي الإضاءة الصناعية..... | ١٨٧ |
| (٤– ١٠) | توظيف الفناء الداخلي في زيادة مستويات الإضاءة الطبيعية..... | ١٨٧ |
| (٤– ١١) | كسوة قاعة القراءة ببانوهات من الخرسانة المسلحة سابقة الصب.... | ١٨٨ |
| (٤– ١٢) | يحيط بالمكتبة بركة من المياه تساهم في تنقية وتبريد الهواء..... | ١٨٨ |
| (٤– ١٣) | توظيف الأعمدة الدائرية ذات التيجان الهرمية الشكل في الهيكل الإنشائي..... | ١٨٨ |
| (٤– ١٤) | تغطية سقف المكتبة بوحدات هرمية الشكل و قد كسيت بألواح الألمونيوم من الخارج..... | ١٨٩ |
| (٤– ١٥) | كسوة الحوائط الخرسانية الإنشائية بالأخشاب الطبيعية وألواح الجرانيت..... | ١٨٩ |
| (٤– ١٦) | توظيف الحوائط الستائرية الزجاجية في الواجهات الشمالية والغربية..... | ١٨٩ |
| (٤– ١٧) | كسوة الغلاف الخارجي بألواح الجرانيت وقد نقشت عليها رموز للغات العالم..... | ١٩٠ |
| (٤– ١٨) | الموقع العام للحرم الجامعي الجديد..... | ١٩٢ |
| (٤– ١٩) | صورة بانورامية من أعلي لمباني الحرم الجامعي..... | ١٩٣ |
| (٤– ٢٠) | المدخل الرئيسي للجامعة..... | ١٩٣ |
| (٤– ٢١) | مركز الجامعة Campus center..... | ١٩٣ |
| (٤– ٢٢) | تصميم ساحة بارتليت بلازا لتحقق الترابط بين المباني التعليمية..... | ١٩٤ |
| (٤– ٢٣) | توظيف المشربيات الخشبية للحماية من أشعة الشمس بالمركز الأكاديمي..... | ١٩٤ |
| (٤– ٢٤) | تثبيت ملاقف الهواء فوق المباني وتوظيفها كأحد العناصر المعمارية..... | ١٩٤ |
| (٤– ٢٥) | استخدام الأحجار الجيرية في أعمال كسوات الحوائط الخارجية والأقواس..... | ١٩٥ |
| (٤– ٢٦) | تحقيق الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة داخل مبني المكتبة..... | ١٩٥ |
| (٤– ٢٧) | توظيف نوافير المياه في تلطيف درجة الحرارة وتنقية الهواء..... | ١٩٥ |
| (٤– ٢٨) | استخدام الخرسانة المسلحة بالنظام الهيكلي في تشيد مركز | ١٩٦ |

| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| | المعلومات..... | |
| (٤– ٢٩) | استخدام الحوائط الزجاجية لتحقيق الظلال الطبيعية مركز الجامعة.. | ١٩٦ |
| (٤– ٣٠) | الحائط الخرساني ذو الفتحات الموديولية كغلاف مزدوج بالمركز الجامعي..... | ١٩٦ |
| (٤– ٣١) | قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز المستخدمة في تكوين الأعمدة..... | ١٩٧ |
| (٤– ٣٢) | إعادة استخدام مخلفات الأحجار في تشييد حائط الخريجين..... | ١٩٧ |
| (٤– ٣٣) | الموقع العام لمركز الخزف والحرف اليدوية..... | ١٩٩ |
| (٤– ٣٤) | المسقط الأفقي للدور الأرضي لمركز الخزف..... | ٢٠٠ |
| (٤– ٣٥) | واجهات مركز الخزف الغربية والشمالية..... | ٢٠٠ |
| (٤– ٣٦) | تناسق الطابع المعماري للمبني مع البيئة المحيطة..... | ٢٠١ |
| (٤– ٣٧) | تساهم القباب والقبوات و الأبراج في تحقيق كفاءة الطاقة بالمبني.... | ٢٠١ |
| (٤– ٣٨) | يشكل الصحن الرئيسي دورا هامة في تحقيق الإضاءة و التهوية الطبيعية..... | ٢٠١ |
| (٤– ٣٩) | استخدام الطوب الأحمر المخرم في تكوين الحوائط الحاملة و الأغلفة الخارجية..... | ٢٠٢ |
| (٤– ٤٠) | توظيف الأحجار الجيرية المحلية في الحوائط الرئيسية السميكة..... | ٢٠٢ |
| (٤– ٤١) | هيكل المبني قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز..... | ٢٠٢ |
| (٤– ٤٢) | تستخدم العقود في نقل الأحمال إلي الحوائط الحاملة المحيطة..... | ٢٠٣ |
| (٤– ٤٣) | يتكون سقف المتحف والمعرض من القبوات المتقاطعةّ..... | ٢٠٣ |
| (٤– ٤٤) | تنوع الأسقف المستخدمة في تغطية الورش ما بين القباب والقبوات. | ٢٠٣ |
| (٤– ٤٥) | استخدمت الفتحات كبيرة الحجم من الطوب في الغلاف الخارجي... | ٢٠٤ |
| (٤– ٤٦) | استخدام الأخشاب الطبيعية في تظليل الممر الذي يربط الورش..... | ٢٠٤ |
| (٤– ٤٧) | الموقع العام لحديقة الأزهر بالدراسة..... | ٢٠٦ |
| (٤– ٤٨) | المسقط الأفقي لمبني مطعم التل بحديقة الأزهر..... | ٢٠٧ |
| (٤– ٤٩) | واجهة الشرفة و قطاع عرضي لمبني المطعم..... | ٢٠٧ |
| (٤– ٥٠) | واجهة المدخل وقطاع عرضي عمودي علي المطعم..... | ٢٠٧ |
| (٤– ٥١) | تمتع المبني بموقع رائع أعلي التل المطل علي معالم القاهرة..... | ٢٠٨ |
| (٤– ٥٢) | توظيف الأساليب البيئية التقليدية ومواد البناء المحلية لتحقيق كفاءة | ٢٠٨ |

| رقم الشكل | وصف الشكل | صفحة |
|---|---|---|
| | الطاقةّ..... | |
| (٤– ٥٣) | توظيف العناصر المعمارية للطابع الإسلامي بمبني المطعم..... | ٢٠٨ |
| (٤– ٥٤) | يوضح أعمال البناء الحوائط و الكسوات باستخدام الأحجار الهاشمه | ٢٠٩ |
| (٤– ٥٥) | تظليل الأسقف بالأخشاب لتحقيق الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة.... | ٢٠٩ |
| (٤– ٥٦) | توظيف الفوارات ونوافير المياه لتلطيف درجة الحرارة وتنقية الهواء..... | ٢٠٩ |
| (٤– ٥٧) | أعمدة المدخل والتي تعلوها العقود من الأحجار الطبيعية..... | ٢١٠ |
| (٤– ٥٨) | البرجولات الخشبية المستخدمة في تظليل سقف الصحن الأوسط.... | ٢١٠ |
| (٤– ٥٩) | تنوع الفتحات الخارجية ومواد الغلاف الخارجي بين الأحجار والأخشاب..... | ٢١٠ |
| (٤– ٦٠) | ترك الحوائط من أحجار الهاشمه علي طبيعتها دون تشطيب خارجي..... | ٢١١ |
| (٤– ٦١) | تتيح الشرفة العلوية التمتع برؤية بانورامية لمعالم القاهرة التاريخية. | ٢١١ |
| (٤– ٦٢) | النسب المئوية للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني المحلية محل الدراسة..... | ٢١٤ |
| (٤– ٦٣) | مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني المحلية محل الدراسة بالنسب المئوية..... | ٢١٥ |
| (٤– ٦٤) | النسب المئوية لمواد البناء المستخدمة بصورة رئيسية في المباني المحلية محل الدراسة..... | ٢١٥ |
| (٤– ٦٥) | النسب المئوية لمقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لمواد البناء بالمباني المحلية محل الدراسة..... | ٢١٦ |
| (٤– ٦٦) | النسب المئوية للاستراتيجيات المستخدمة في تحقيق استدامة مواد البناء بالمباني المحلية محل الدراسة..... | ٢١٦ |
| (٤– ٦٧) | مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لاستراتيجيات استدامة مواد البناء بالنسب المئوية..... | ٢١٧ |

# فهرس الجداول

## الباب الأول: العمارة المستدامة


| رقم الجدول | وصف الجدول | صفحة |
|---|---|---|
| (١– ١) | معايير تقييم المباني المستخدمة بنظام LEED – NC..... | ٤٤ |
| (١– ٢) | تصنيف المباني المستدامة طبقا لنظام LEED-NC..... | ٤٥ |
| (١– ٣) | تصنيف المباني المستدامة طبقا لنظام BREEAM..... | ٤٧ |
| (١– ٤) | توزيع النقاط بنظام تقييم المباني المستدامة BREEAM – المملكة المتحدة..... | ٤٨ |
| (١– ٥) | معايير تقييم المباني المستخدمة بنظام Green Globe..... | ٤٩ |
| (١– ٦) | تصنيف المباني المستدامة طبقا لنظام Green Globe..... | ٥٠ |
| (١– ٧) | مقارنة بين الأهمية النسبية لنقاط التقييم في الأنظمة المختلفة..... | ٥١ |


## الباب الثاني: مواد البناء


| رقم الجدول | وصف الجدول | صفحة |
|---|---|---|
| (٢– ١) | مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد البناء ..... | ٩٥ |
| (٢– ٢) | يوضح التلوث الناتج عن وسائل النقل المختلفة لمواد البناء ..... | ٩٧ |
| (٢– ٣) | التلوث الناتج عن الطاقة المستخدمة في إنتاج ونقل مواد البناء ..... | ٩٧ |


## الباب الثالث: الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية


| رقم الجدول | وصف الجدول | صفحة |
|---|---|---|
| (٣– ١) | تحليل معرض وأكاديمية الأرض البيئية – كاليفورنيا..... | ١٣٢ |
| (٣– ٢) | تحليل المركز الوطني للألعاب المائية - بكين..... | ١٣٨ |
| (٣– ٣) | تحليل مبني بلدية لندن - المملكة المتحدة..... | ١٤٣ |
| (٣– ٤) | تحليل مركز ألدو ليوبولد التراثي – ويسكونسن..... | ١٤٩ |
| (٣– ٥) | تحليل كاتدرائية النور - كاليفورنيا..... | ١٥٥ |

**فهرس الجداول**


| رقم الجدول | وصف الجدول | صفحة |
|---|---|---|
| (٣– ٦) | تحليل مركز التعليم البيئي – بنسلفانيا..... | ١٦١ |
| (٣– ٧) | تحليل المركز الاستكشافي - سياتل..... | ١٦٧ |
| (٣– ٨) | تحليل المبني الإداري الإقليمي كارل تي كورتس – نبراسكا..... | ١٧٣ |
| (٣– ٩) | مقارنة نتائج عناصر التقييم للمشروعات التحليلية محل الدراسة..... | ١٧٨ |


**الباب الرابع: الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية**


| رقم الجدول | وصف الجدول | صفحة |
|---|---|---|
| (٤– ١) | تحليل مكتبة الإسكندرية..... | ١٩١ |
| (٤– ٢) | تحليل الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة..... | ١٩٨ |
| (٤– ٣) | تحليل مركز الخزف والحرف التقليدية..... | ٢٠٥ |
| (٤– ٤) | تحليل حديقة الأزهر - مطعم التل..... | ٢١٢ |
| (٤– ٥) | مقارنة نتائج عناصر التقييم للمشروعات المحلية محل الدراسة..... | ٢١٨ |

# قائمة الرموز والمصطلحات

| م | وصف المصطلح | الرمز |
|---|---|---|
| ١ | أنظمة التكييف والتبريد والتدفئة | H AC s Heating entilation and Air Conditioning systems |
| ٢ | البوليمرات المسلحة بالألياف الزجاجية | GFRP Glass Fibre Reinforeced Polymer |
| ٣ | التصميم من اجل التفكيك | DfD Design for Deconstruction |
| ٤ | الجمعية الأمريكية لمهندسي التكييف والتبريد | ASHRAE American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineer |
| ٥ | اللجنة العالمية للتنمية والبيئة | WCED World commission on Enviromental Development |
| ٦ | المجلس العالمي لأبحاث البناء | CIB Conseil International du B timent |
| ٧ | المركبات العضوية المتطايرة | OC s olatile organic compounds |
| ٨ | تقييم دورة الحياة | LCA Life Cycle Assessment |
| ٩ | جودة البيئة الداخلية | IAQ Indoor Air Quality |
| ١٠ | ظاهرة الاحتباس الحراري | GWP Global Warming Potential |
| ١١ | مادة من البوليمر الشفاف بديل للزجاج | ETFE Ethylene Tetrafluoroethylene |
| ١٢ | مركبات الكلوروفلوروكربون | CFC CloroFloroCarbon |
| ١٣ | معهد موارد العالم | WRI orld Resource Institute |
| ١٤ | منظمة الصحة العالمية | WHO World Health Organization |
| ١٥ | نظام تقييم المباني المستدامة الأمريكي | LEED Leadership in Energy and Environmental Design |
| ١٦ | نظام تقييم المباني المستدامة البريطاني | BREEAM The Building Research Establishment Environment Assessment Method |
| ١٧ | هيئة ادارة الغابات الأمريكية | FSC Forest Ste ardship Council |
| ١٨ | أنظمة التكييف والتبريد والتدفئة | H AC s Heating entilation and Air Conditioning systems |

نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## المقدمة:

شهدت تكنولوجيا البناء في العقود الأخيرة عدة طفرات متلاحقة مما أدي إلي تطوير العديد من مواد البناء التقليدية واستخدام العديد من المواد الحديثة داخل المنشآت، مما أدي إلي حدوث الكثير من التغيرات السلبية التي أثرت علي المنظومة البيئية وعدم تحقيق استدامة هذه المنشآت. مما دفع الكثير من المصممين والشركات المطورة لمواد البناء إلي التفكير في إعادة تطوير هذه المواد الحديثة بما يحقق استدامة البناء والتوافق مع البيئة، وذلك تماشيا مع العديد من التوجهات المعمارية والتي تدعو للصداقة مع البيئة، حيث يمكن أن يطلق عليها العمارة المستدامة كاستجابة للظروف الحالية من قضايا الطاقة والتلوث وصحة الإنسان والتي أثرت بدورها علي المنتج المعماري والعمراني .

## المشكلة البحثية:

ما زال الكثير من مواد البناء التي ظهرت خلال العقود الثلاثة الماضية تفتقر إلي العديد من المحددات والمعايير التي تتيح استخدامها بأسلوب متوافق مع البيئة ، كما أن التطور التكنولوجي في مواد البناء أنتج العديد من المواد الحديثة ذات التأثير السلبي علي البيئة ولم يراعي تحقيق التوازن المطلوب بين الجوانب التصميمية واستخدام مواد البناء والتوافق البيئي ، بالإضافة إلي تأثير بعض مواد البناء سلبيا علي دورة حياة المبني (Building Life Cycle ) ،مما يضعنا أمام الاحتياج الفعلي إلي طرح

**"منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة في مصر"** وكذلك تحليل مواد البناء المعاصرة و مدي توافقها مع البيئة المحيطة وذلك لتحقيق مبادئ استدامة البناء.

## فرضية البحث:

يفترض البحث بأن تطوير استخدام مواد البناء من خلال مجموعة من الضوابط والمعايير لتتوافق مع معايير ومحددات البيئة المحيطة سيساهم بطريقة فعاله في تحقيق مبادئ العمارة المستدامة دون التأثير علي القرارات التصميمية.

## أهداف البحث:

يهدف البحث إلي طرح منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية

- دراسة وتحليل منظومات التطوير لمواد البناء وبرامج التقييم و التوصيف العالمية والمحلية.
- وضع محاور لتطوير استخدام مواد بناء تتوافق مع البيئة.
- دراسة بعض مواد البناء البديلة و أساليب البناء المستخدمة.

## مجال البحث :

تتناول الدراسة في هذا البحث رصد وتحليل للواقع الحالي لتكنولوجيا البناء وعلي الأخص مواد البناء الحديثة المستخدمة حاليا ودراسة مدي تحقيق هذه المواد للاستدامة البيئية للمباني خلال مراحل الإنشاء، وإعادة الاستخدام، وكفاءة هذه المواد في تحقيق المتطلبات البيئية والوظيفية وتشكيل الفراغات المعمارية. ثم تناقش الاتجاهات المعمارية الحديثة لتطوير مواد بناء متوافقة مع البيئة وتحقق الاستدامة. وتتناول الدراسة بعد ذلك عرض وتحليل لبعض تجارب الدول المتقدمة في استخدام مواد البناء الحديثة بما يتوافق مع البيئة المحيطة وتحقيق استدامة المنشات في الظروف البيئية المختلفة.

## منهجية البحث :

للوصول إلي تحقيق أهداف الدراسة، قام الباحث بوضع خطة تنتهج المنهج الوصفي Description Method، الذي يعتمد علي جمع البيانات والحقائق من المصادر ذات الصلة باستخدام أدوات الدراسة المختلفة، مع الاستعانة بالمنهج التحليلي Analytic Method للبيانات في تحليل بعض المشروعات العالمية التي تشملها العينة، بالإضافة إلي دراسة ميدانية تشمل نماذج من المشروعات المحلية يتم جمع بياناتها وتوثيقها باستخدام التصوير الفوتوغرافي والرسومات المعمارية والأشكال، ثم تحليلها باستخدام جداول التحليل لكل مشروع، ومن ثم استنباط النتائج واقتراح التوصيات.

ينقسم البحث إلي جزأين رئيسيين الأول الدراسة النظرية، والثاني الدراسة التحليلية، يتم توضيحهما كالتالي

**أولا: الدراسة النظرية :**

تشتمل الدراسة النظرية علي قسمين رئيسيين كما يلي

**الباب الأول : العمارة المستدامة:**

(١/١) العمارة المستدامة مفاهيم و محددات.

(٢/١) معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة.

**الباب الثاني: مواد البناء**

(١/٢) خصائص ومواصفات مواد البناء.

(٢/٢) مواد البناء المستدامة.

**ثانيا: الدراسة التحليلية:**

وتشمل الدراسة التحليلية علي قسمين رئيسين كما يلي

**الباب الثالث: الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية**

(١/٣) منهجية الدراسة التحليلية.

(٢/٣) الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية.

(٣/٣) نتائج الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية.

**الباب الرابع: الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية**

(١/٤) منهجية الدراسة الميدانية.

(٢/٤) الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية.

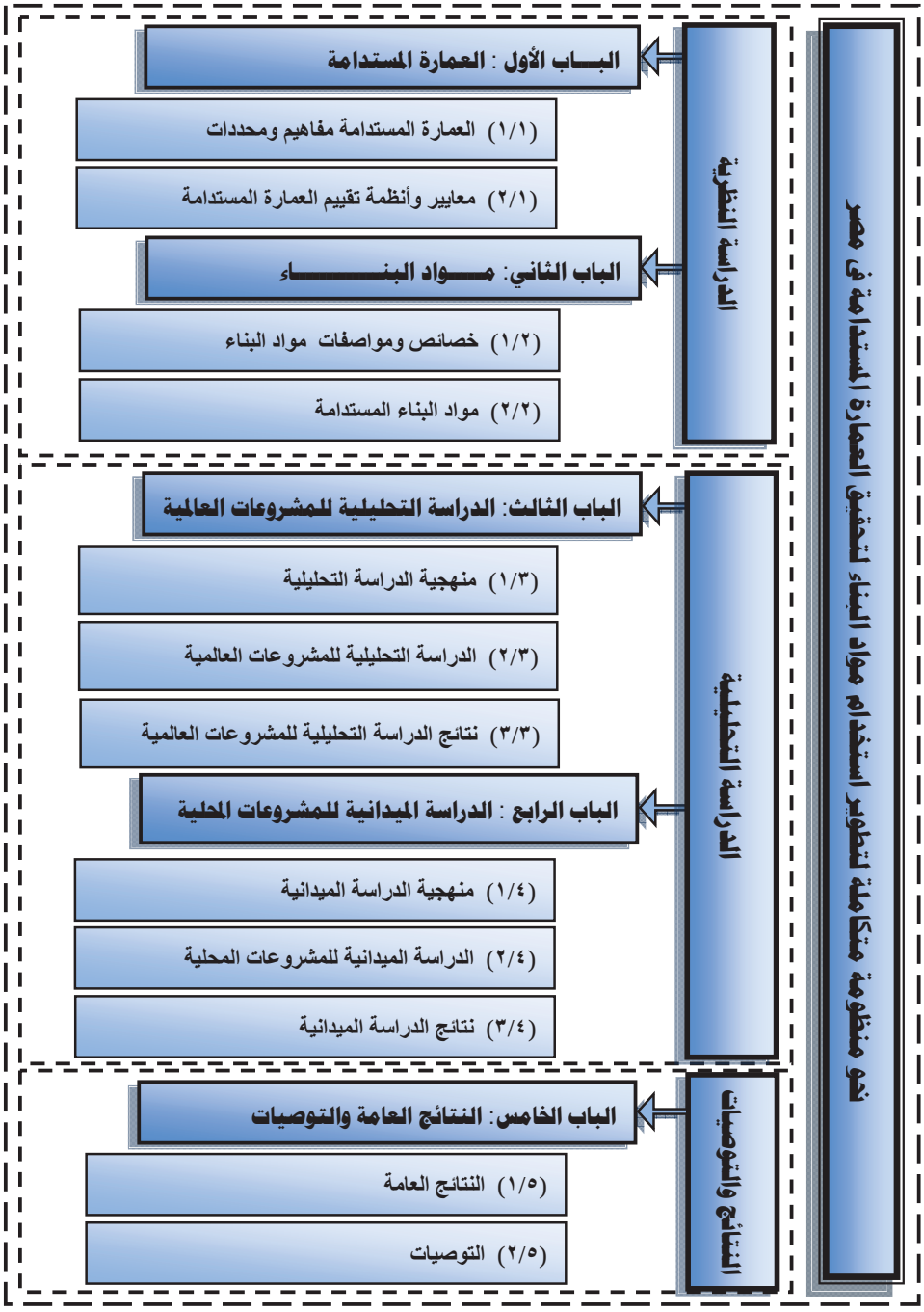
(٣/٤) نتائج الدراسة الميدانية.

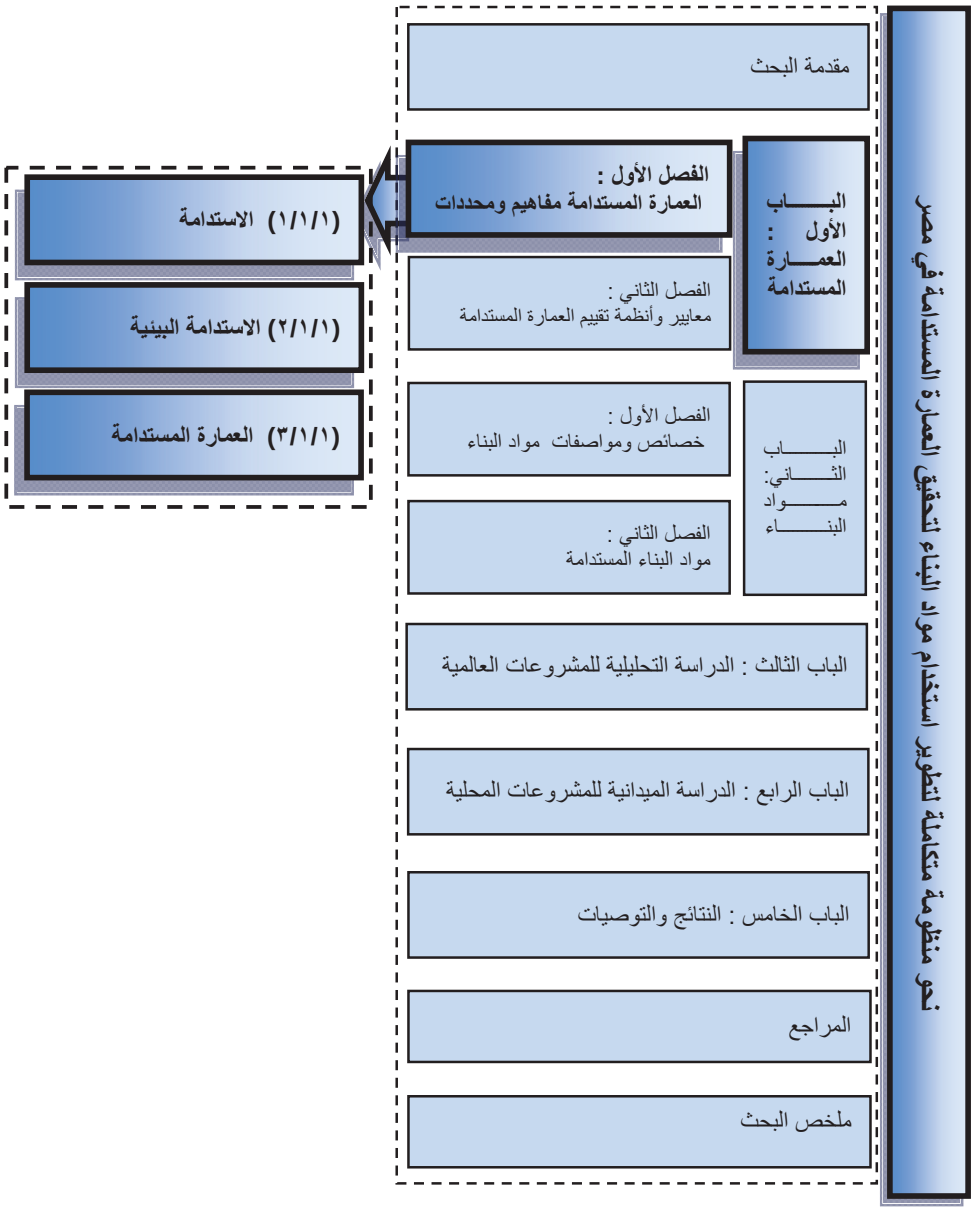
**الباب الخامس: النتائج العامة والتوصيات**

(١/٥) النتائج العامة.

(٢/٥) التوصيات.

## هيكل البحث :


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة فى مصر
الدراسة النظرية
الباب الأول : العمارة المستدامة
(١/١) العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
(٢/١) معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
(١/٢) خصائص ومواصفات مواد البناء
(٢/٢) مواد البناء المستدامة
الدراسة التحليلية
الباب الثالث: الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
(١/٣) منهجية الدراسة التحليلية
(٢/٣) الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
(٣/٣) نتائج الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
(١/٤) منهجية الدراسة الميدانية
(٢/٤) الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
(٣/٤) نتائج الدراسة الميدانية
النتائج والتوصيات
الباب الخامس: النتائج العامة والتوصيات
(١/٥) النتائج العامة
(٢/٥) التوصيات


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
(١/١/١) الاستدامة
(٢/١/١) الاستدامة البيئية
(٣/١/١) العمارة المستدامة
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## تمهيـــد

ظهرت العمارة المستدامة كاتجاه معماري نتيجة للتغيرات التي شهدتها البيئة الطبيعية والأنشطة التنموية المختلفة الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والتي أثرت علي مختلف القطاعات في العصر الحالي ومن أهمها البيئة المبنية وقطاع الإنشاء ، والعمارة مستدامة تحترم البيئة وتحافظ علي مواردها وتحقق احتياجات مستعمليها مرتكزة علي مجموعة من المبادئ البيئية والاستراتيجيات التي تحقق عمارة صديقة للبيئة ، والتي تحتاج لمزيد من الدراسة لتوضيح مفاهيم الاستدامة ومبادئها الرئيسية و الاستراتيجيات المستخدمة في تطبيق تلك المبادئ خلال فترة عمر المبني الكاملة، والتي تستعين بالتكنولوجيا المتقدمة في تحقيق أهدافها.

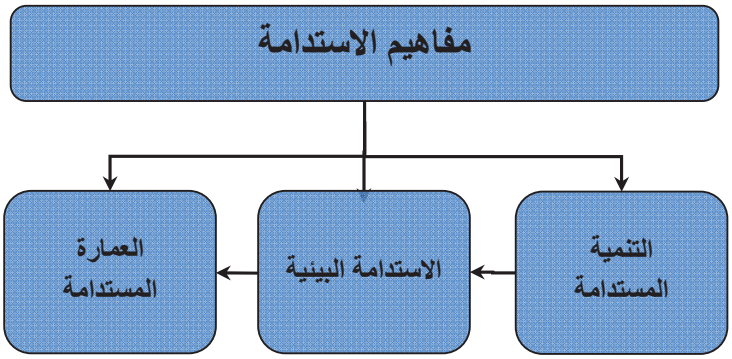
مع ازدياد الوعي بأهمية العمارة المستدامة ظهر عدد كبير من الأنظمة التي تضع المعايير والاشتراطات الواجب توافرها في المباني المستدامة و التي تتنوع أشكالها ومستوياتها تبعا لتحقيق مجموعة من الأهداف. تركز الدراسة علي بعض برامج التقييم الأكثر شمولية و انتشاراً مع توضيح الأهداف التي تسعي إلي تحقيقها من خلال نقاط التقييم المستخدمة.

ونتناول في هذا الباب دراسة العمارة المستدامة و التغيرات البيئية التي أدت إلي الدعوة إلي عمارة متوافقة بيئيا ومرتبطة بمفاهيم التنمية الشاملة و معايير تحقيق استدامة المباني خلال دورة حياة المبني الكاملة بالإضافة إلي دراسة أنظمة تقييم العمارة المستدامة الدولية والتركيز علي أساليب التقييم والاشتراطات الواجب توافرها بالمباني.

## (١/١) العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات

تعتبر العمارة المستدامة احد الاتجاهات المعمارية التي تهتم بالعلاقة بين المبني و البيئة المحيطة به، والتي ظهرت نتيجة للتحديات البيئية والاقتصادية و التي ألقت بظلالها علي مختلف القطاعات في العصر الحالي و التي من أهمها قطاع الإنشاء لما له من أهمية بالغة التأثير علي التنمية والبيئة.[١]

و يتناول البحث في هذا الفصل دراسة مفاهيم الاستدامة بإبعادها البيئية والاقتصادية و الاجتماعية ودورها في عملية التنمية الشاملة وكذلك مفاهيم العمارة المستدامة وأهدافها ووسائل تحقيقها.




شكل (١-١) مفاهيم الاستدامة

- NCARB ( ) "Sustainable Design Professional Development Program" Washington DC NCARB P. .

## (١/١/١) الاستدامة "Sustainability" :

تعد بداية السبعينات من القرن الماضي ومع ظهور العديد من المشكلات البيئية والاقتصادية التي تواجه العالم من نضوب في مصادر الطاقة والخامات و موارد المياه، كنتيجة للأنشطة البشرية وعمليات التنمية الاقتصادية من أجل تحقيق مستوي حياة أفضل للبشرية ، ظهرت العلاقة الوثيقة بين التنمية والبيئة، حيث عقدت العديد من المؤتمرات الدولية التي ساهمت في توضيح العلاقة بين التنمية و البيئة و إدراك منظومة التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة.

وفي عام ١٩٨٧ عقدت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية بالأمم المتحدة مؤتمرا خاصا عن التنمية WCED ، جاء فيه تعريف التنمية المستدامة بصدور التقرير المسمي مستقبلنا المشترك Our Common Future ، أن "*التنمية المستدامة هي التنمية التي تفي بمتطلبات الحاضر دون الحد من قدرة الأجيال المستقبلية في تلبيه متطلباتهم* ".[١]

وتشمل هذه التنمية طبقا لهذا التعريف مضمونين أساسيين، أنها ليست قاصرة علي عدد من العلوم والمناطق بل للدلالة علي العالم بأسره الآن وفي المستقبل.

شكل (١-٢) نموذج ماسلو Maslo s Model الاحتياجات الإنسانية طبقاً للأولويات

*Source: www.businessballs.com/maslow.htm,Accessed (15/7/2008).*

حيث يعتمد مفهوم التنمية المستدامة علي فكرتين أساسيتين تتحقق من خلالهما وهي

- مفهوم الاحتياجات (Needs) والذي يتضمن السعي إلي تحقيق مستوي حياة مرضي لجميع الناس.
- الحدود القصوى (Limits) والذي يتضمن حدود تلبيه البيئة لاحتياجات الحاضر والمستقبل طبقا لمستوي التكنولوجيا ، والنظم الاجتماعية .

---

- CIB. NEP-IETC "Agenda for Sustainable Construction in Developing Countries " Discussion Document Pretoria CSIR building and Construction Technology .

وتندرج هذه الاحتياجات من احتياجات أساسية كالمأكل والمشرب والملبس إلي احتياجات فرعية طبقا لتقسيم ماسلو "Maslo s Model" شكل (١-٢) ، و المتوقفة علي السن و النوع و الوضع الاجتماعي و المهنة، فمن أجل مستقبلنا المشترك سيكون من الأفضل إشباع الضروريات وتقليل الحدود. ومن خلال تلك الفكرتين يمكن تقييم كل التنميات سواء كانت تنمية عمرانية ، سياسية أو اجتماعية في ضوء مفهوم التنمية المستدامة.

**(١/١/١/١) مفهوم التنمية المستدامة :**

تعددت وجهات النظر حول تعريف التنمية المستدامة وتنوعت ومن هذه التعريفات

- في عام **١٩٩٢** عرفها معهد موارد العالم "World Resource Institute" بأنها تستغل الموارد الطبيعية القابلة للتجدد Rene able Resources بحيث لا يتم إهمالها أو الإخلال بها أو الحد من قابليتها للتجدد وذلك من أجل الأجيال القادمة، من خلال المحافظة على المخزون الثابت من الموارد الطبيعية.[١]
- وفي عام ١٩٩٣ استطاع العالمان Rosenbaum ieira التوصل إلي تعريف شامل للتنمية المستدامة علي أنها "ما يفي باحتياجات الحاضر والمستقبل ويقصر علي استعمال الثروات المتجددة وعدم الإضرار بالنظم الطبيعية والبشرية للموقع أي الهواء والماء والأرض والطاقة و النظام الحيوي أو تلك الأنظمة خارج الموقع". [٢]

من التعريفات المختلفة نستنتج أن التنمية المستدامة هي عملية متشعبة الجوانب تتضمن البيئة الطبيعية والنظام الاقتصادي وتشمل الحياة الاجتماعية ولابد من تضافر الجهود في كافة التخصصات و المجالات لتحقيق الاستدامة و المحافظة علي عالمنا.

**(٢/١/١/١) محاور التنمية المستدامة:**

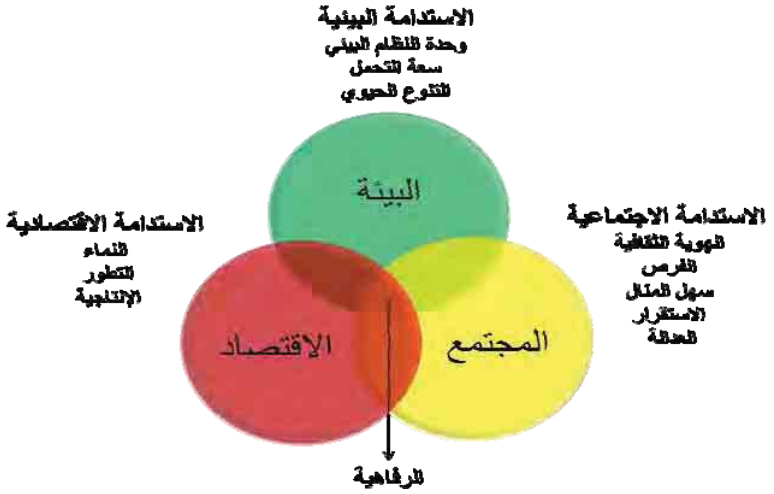
تتشكل منظومة التنمية المستدامة من ثلاث محاور أساسية ، تمثل الدعائم الرئيسية لها وباختلال احدهم تتأثر الأهداف الرئيسية للتنمية المستدامة، شكل (١-٣) وهذه المحاور هي

- البيئة Environment.
- الاقتصاد Economic.
- المجتمع Society.

- WRI ( ) "Definition of sustainable development" Site http //earthtrends. ri.org/ updates /node/ accessed ( / / ).

-Washington State niversity ( ) "Defining Sustainability" Site http // .arch. su.edu/ publications/sustain/defnsust.htm accessed ( / / ).

ولنجاح عملية التنمية المستدامة لابد من ارتباط هذه المحاور وتكاملها نظرا للارتباط الوثيق بين البيئة والاقتصاد و مستوي الحياة الاجتماعية ، حيث تقوم فكرة الاستدامة علي ترك الأرض في حالة جيدة للأجيال القادمة ، دون تلويثها و إفساد الأنظمة البيئية واستنزاف مواردها ، ويمكن ذلك من خلال تطبيق وسائل تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة [1]




شكل (١-٣) محاور التنمية المستدامة

*Source: www.arch.hku.hk/research/ BEER/sustain, Accessed (15/7/2008).*

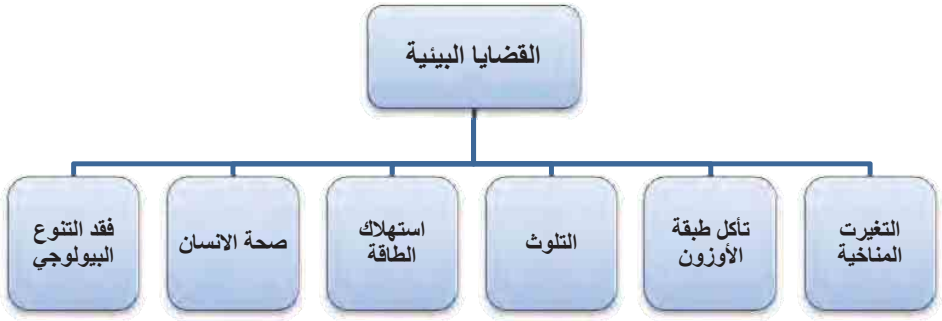
- الأبعاد البيئية للاستدامة تحقيق استدامة البيئة من خلال تقليل المخلفات و الإنبعاثات البيئية، و تقليل الآثار السلبية علي صحة الإنسان، واستخدام المواد الأولية المتجددة، والتخلص من المواد السامة.
- الأبعاد الاقتصادية للاستدامة يتحقق ذلك من خلال خلق أسواق وفرص للتنمية، و تخفيض التكلفة وتحسين الأداء، و استخدام الطاقة و المواد من مصادر متجددة، وخلق قيم إضافية.
- الأبعاد الاجتماعية للاستدامة من خلال الاهتمام بصحة الإنسان و سلامته، و التحكم في التأثير علي المجتمعات المحلية، و التأثير علي نوعية الحياة، و تحقيق فائدة للمجموعات المحرومة (معاقين - الفقراء).

---

- Sam C M Hui ( ) "Sustainable Architecture" Site .arch.h u.h /research/ BEER/sustain Accessed ( / / ).

## (٢/١/١) الاستدامة البيئية Sustainable Environment:

تعد الاستدامة البيئية هي احدي محاور الاستدامة الرئيسية، وقد شهدت البيئة الطبيعية العديد من التغيرات وخاصة في الربع الأخير من القرن الماضي والتي شملت متغيرات مناخية ، قضايا التلوث ، تآكل طبقة الأوزون ، استهلاك الطاقة ، صحة الإنسان و فقد التنوع البيولوجي.




شكل (١-٤) تصنيف القضايا البيئية
*المصدر الباحث (٢٠٠٩)*

### (١/٢/١/١) مفهوم الاستدامة البيئية Sustainable Environment Definition

تعرف الاستدامة البيئية بالحفاظ علي المواد الطبيعية والأنظمة الايكولوجية للبيئة من أجل مصلحة الأجيال القادمة ويشمل مصطلح البيئة كل ما يحيط بالإنسان ويؤثر فيه و يتأثر به، حيث أن المجتمعات الإنسانية تعيش في منظومة بيئية كما بالشكل (١-٥) و التي يمكن تقسيمها إلي ثلاث أنظمة رئيسية كالتالي [١]

شكل (١-٥) مكونات النظام البيئي الرئيسية
*المصدر الباحث*

١. النظام الطبيعي وهو المحيط الحيوي أو الحيز الذي تكون فيه الحياة أو يمكن أن تكون فيه حياه.
٢. النظام المصنوع وهو ما صنعه الإنسان

١ - عصام الحناوي ،(٢٠٠١)،" قضايا البيئة و التنمية في مصر" ، دار الشروق ، القاهرة ، ص٢٢ .

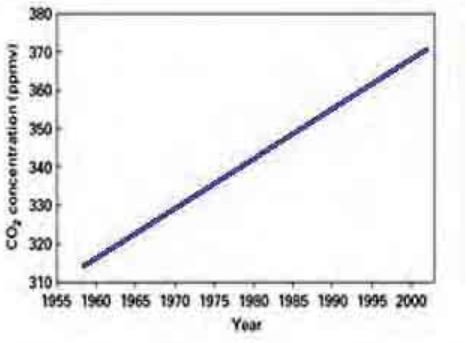
وبناه وأقامه في حيز المحيط الحيوي ، مثل المدن والمستوطنات البشرية ومراكز الصناعة والزراعة وشبكات المواصلات وشبكات المياه والصرف والطاقة وغير ذلك من الوسائل التي يعتمد عليها الإنسان في تحويل عناصر المحيط الحيوي إلي سلع وخدمات تشبع حاجات المجتمع.

٣. النظام الاجتماعي وهو ما أوجده الإنسان من نظم ومؤسسات لإدارة العلاقات بين المجتمع ومكونات النظام البيئي "الطبيعية والمصنوعة" الأخرى والعلاقات بين أفراد المجتمع.

تمثل التفاعلات المتعددة الاتجاهات التي تحدث بين المكونات الثلاث نبض الحياة بالنسبة للمجتمع، وتنشأ المشكلات البيئية عاده نتيجة خلل أو تدهور في بعض التفاعلات التي تجري فيما بين مكونات النظام البيئي ، مثل أن يسمح الإنسان في إدارته للنظام المصنوع ببعض الممارسات التي تخرج إلي النظام الحيوي الذي نعيش فيه فنلوثه ونفسده .

### (٢/٢/١/١) التغيرات المناخية Climate Change

منذ نهاية الستينات وبداية السبعينات ازداد الاهتمام العالمي بالبيئة حيث وجه علماء البيئة أنظار العالم نحو التلوث الناجم عن الأنشطة الإنسانية المختلفة والتي تسببت في التغيرات المناخية التي تواجهها الأرض ، وخاصة ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming الناجمة عن زيادة الإنبعاثات الملوثة في الغلاف الجوي من غاز ثاني أكسيد الكربون CO وما يكافئها، وما قد يستتبعه من ارتفاع في درجات حرارة الأرض واحتمالات التغير في أنماط توزيع الرياح والأمطار في مختلف أنحاء العالم [١]. شكل (١-٦).




شكل (١-٦) تزايد انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO المسبب للاحتباس الحراري.
المصدر *Sue Roaf, "Adapting Building And Cities For Climate Change"(2005).*

قد أعلنت لجان علماء الحكومات - وهي لجان مكونه من ٢٥٠٠ عالم مناخ يمثلون حكوماتهم - في تقريرهم عام ١٩٩٦، أن ظاهرة الاحتباس الحراري هي حقيقة علمية، كما قرروا بأن النشاط

١ - أسامة الخولي ، (٢٠٠٢)، " البيئة وقضايا التنمية و التصنيع "، سلسلة عالم المعرفة، عدد٢٨٥، المجلس الوطني للثقافة و الفنون و الآداب، مطابع دار السياسة، الكويت.

الإنساني كان هو المتسبب في هذه الظاهرة، وحذروا من أن معدل التدفئة المتوقع للقرن القادم قد يكون أعلي مما لوحظ في العشرة ألاف سنه الماضية. وأضافوا أن تلك التأثيرات ستلحق بكل مكان وسيتمثل التأثير الأكبر في ارتفاع منسوب سطح البحر نتيجة ذوبان الجليد. وقدرت مجموعة العلماء أن الارتفاع في منسوب سطح البحر قد يزيد بمقدار واحد متر مع نهاية القرن الحالي، وسوف ينتج عن ذلك تأثر كل المناطق الساحلية ذات المستوي القريب من سطح البحر. و يستتبعه تأثيرات تنموية في كل الميادين مما يستوجب علينا تداركه من الآن. [١]

### (٣/٢/١/١) تآكل طبقة الأوزون zone Layer Depletion

يتكون غاز الأوزون في طبقات الجو العليا (الاستراتوسفير) و المعروف بطبقة الأوزون ، وفي بداية السبعينات من القرن الماضي أوضحت بعض الدراسات أن بعض المركبات الكيميائية المنبعثة من أنشطة الإنسان مثل ( أكاسيد النتروجين و مركبات الكلوروفلوروكربون CFC s و الهالونات ) ، تساعد علي تأكل طبقة الأوزون [٢].

وتوضح التقارير العلمية أن انخفاض ١ في طبقة الأوزون قد يؤدي إلي زيادة كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلي سطح الأرض بنحو ٢ ، وهذه الزيادة قد تؤدي إلي إحداث خلل في جهاز المناعة في جسم الإنسان مما ينتج عنه زيادة الإصابة بالأمراض المعدية و العديد من الأمراض المختلفة والتأثير بصفة عامة علي صحة الإنسان.

### (٤/٢/١/١) قضايا التلوث Pollution Issue

تواجه البيئة الطبيعية العديد من المشاكل البيئية التي ترتبط بالتلوث نتيجة الأنشطة التنموية المختلفة التي يقوم بها الإنسان، وتشمل أشكال التلوث لكل من الغلاف الهوائي والمائي و الأرضي ويمكن رصد تلك المشاكل فيما يلي

أ- **<u>تلوث الهواء:</u>** يعتبر الهواء ملوثا أذا حدث تغير في تركيبة، و يحدث تلوث الهواء نتيجة لعوامل طبيعية مثل انبعاثات الأتربة الناتجة عن العواصف الخماسينية، وتكون أثارها محدودة ومؤقتة. وأيضا ينتج من أنشطة الإنسان المختلفة. وتنقسم مصادره عادة إلي نوعين ؛ مصادر ثابتة ( مثل المصانع و المحارق و محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالطاقة الحفرية أو النووية ) ومصادر متحركة كوسائل النقل التي تستخدم البترول و الغاز وقودا لها .

---

١ - عادل يس محرم ، (١٩٩٨) ، " العمارة الخضراء و الطاقة " ، دليل العمارة والطاقة ، المركز العلمي لجهاز تخطيط الطاقة ، ص ٢٠.

٢ - عصام الحناوي ،(٢٠٠١)،" قضايا البيئة و التنمية في مصر" ، دار الشروق ، القاهرة ، ص٦٩ .

وملوثات الهواء الشائعة هي أكاسيد الكبريت و النتروجين و الجسيمات الكلية العالقة مثل الأتربة و الدخان و رذاذ المركبات الكيميائية المختلفة و أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات، وقد أثبتت الدراسات الحديثة تواجد العديد من المركبات العضوية وغير العضوية في الهواء الخارجي وداخل المباني نتيجة لأنشطة الإنسان المختلفة. [١]

ب- **تلوث الماء:** هو كل تغير في الصفات الطبيعة أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه ويجعلها غير صالحة للاستعمالات المختلفة. و يشمل تلوث المياه السطحية من أنهار وبحيرات نتيجة لصرف المخلفات السائلة ، وتلوث المياه الجوفية نتيجة الاستخدام المفرط للمبيدات و الأسمدة الكيميائية و تلوث مياه الأمطار نتيجة الإنبعاثات الملوثة و المسببة للأمطار الحمضية. [٢]

ج- **تلوث الأرض:** و المتمثل في تلوث الأراضي الزراعية بالمبيدات و تدهور التربة ومشاكل التصحر، و تلوث المناطق الحضرية بالمخلفات الصلبة .

ومما سبق من استعراض مظاهر تلوث الهواء و المياه و الأرض. نستنتج أن حل تلك المشكلات يتطلب شكلا مختلفا من أشكال التنمية يأخذ صفة الاستدامة وذلك من خلال نمط جديد من العمارة يواجه المشكلات البيئية بحيث يقلل من الملوثات و النفايات ويحافظ علي الموارد المختلفة ويقلل استهلاكها بحيث تفي باحتياجات الحاضر دون الحد من قدرات الأجيال القادمة في استيفاء احتياجاتها.

### (٥/٢/١/١) قضايا استهلاك الطاقة Energy Consumption

لقد كانت أزمة البترول التي واجهتها الدول الغربية في السبعينات من القرن العشرين هي الموجة الأولي للتفكير في مصادر جديدة للطاقة، والبحث في الوسائل المختلفة لتخفيض استهلاكها، ثم تحول الاهتمام نحو الحفاظ علي الطاقة و التوجه نحو البناء المستدام.

وقد كان الاهتمام العالمي بقضايا الطاقة واستخدامها في عملية البناء من خلال اتجاهين رئيسيين هما [٣]

- كيفية استخدام الطاقة بكفاءة .
- الصورة أو الشكل الذي توجد عليه الطاقة.

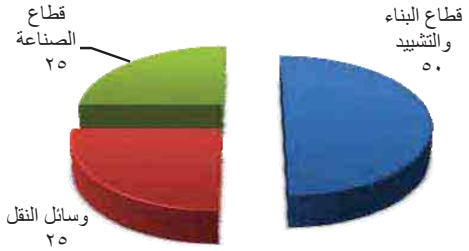
---

١ - عصام الحناوي ،(٢٠٠١)،" قضايا البيئة و التنمية في مصر" ، دار الشروق ، القاهرة ، ص٣٩ - ٤٠ .

٢ - المرجع السابق، ص٥١.

٣ - إيهاب محمود عقبة، (٢٠٠٦)، " مداخل التصميم البيئي نحو التوافق مع تغيرات البيئة الطبيعية " ، مؤتمر توفيق العمارة و العمران في عقود التحولات ، جامعة القاهرة.

حيث يكون الحفاظ علي الطاقة من خلال اختيار الشكل الملائم لها في الوقت الملائم لكي تتم عملية التوفير للطاقة ، وفي المباني الحديثة تكون صورة الطاقة عادة في شكل كهرباء يتم الإمداد بها من خلال الشبكات القومية التي قد تستخدم الوقود الأحفوري في توليدها مما يتسبب في تصاعد كميات كبيرة من الإنبعاثات الملوثة للغلاف الجوي. شكل (١-٧).




شكل (١-٧) استهلاك قطاع المباني للطاقة الغير متجددة – الوقود الأحفوري

*المصدر Sue Roaf, "Adapting Building And Cities For Climate Change", (2005).*

يستهلك المبني الطاقة من خلال عدة صور وهي

- الطاقة المندمجة "Embodied Energy" وهي الطاقة المستخدمة في صناعة مواد البناء و المكونات و النظم المختلفة المستخدمة بها.
- الطاقة الرمادية "Grey Energy" وهي الطاقة المستخدمة في توزيع ونقل مواد البناء والمكونات إلي موقع البناء.
- الطاقة المسببة "Induced Energy" وهي الطاقة المستخدمة في عملية البناء و الإنشاء من خلال المعدات المصاحبة لهذه العملية.
- طاقة التشغيل "Operating Energy" وهي الطاقة المستخدمة في عمليات تشغيل المبني من خلال المعدات أو الأجهزة المستخدمة، كما أن المبني يستهلك الطاقة أيضا أثناء عمليات صيانته أو تغيير بعض أجزاءه أو حتى مرحلة التخلص النهائي منه بالهدم.

### (٦/٢/١/١) قضايا صحة الإنسان Human Health

لقد وضعت منظمة الصحة العالمية "World Health Organization" في عام ١٩٦١ تعريف الصحة الجيدة بأنها " حاله من التكامل المادي والعقلي والاجتماعي والصحي ". وليس فقط المعني المحدود بغياب المرض، ولأن بيئات المعيشة والعمل لها تأثير واضح علي الأفراد وصحتهم، فإن هذا المعني للصحة يرتبط ارتباطا وثيقا بأهداف تصميم أي مبني. كما أن مفهوم الراحة هو هدف أساسي لأي مبني بعد توفيره للمأوي والأمان فهو عنصر يرتبط أيضا بالصحة الجيدة، وقد حددت سبعة عناصر رئيسية للحياة الصحية تشمل

*" البيئة النظيفة الآمنة ، مستوي المعيشة المناسب والمريح ، الأمل في المستقبل ، توافر الوظيفة المناسبة التي تفي بالاحتياجات ، وقت الراحة والترفية، التحرر من القلق المزمن ، و مستوي من الثقة بالنفس والاستقلال ".*

ومن الواضح أن اغلب هذه الاحتياجات تتأثر بالمجتمع ككل ومن الصعب استنتاج دور البيئة المبنية في التأثير علي هذه الاحتياجات، إلا أن العواقب والأخطار الصحية الحالية الناتجة عن التسارع التكنولوجي والثورة التكنولوجية التي تعكس عصر الصناعة نتجت من البيئة المبنية ذات التصميم السيئ مساهمة بالسالب علي صحة الإنسان .

ومن هنا كان لابد من تحقيق بيئة مبنية يشترك فيها المصمم المعماري و المخطط العمراني في توفير الصحة الجيدة لمستخدم المبني بتوفير عناصر الراحة من إضاءة طبيعية وتهوية جيدة واستخدام مواد طبيعية غير ضارة، وطاقة صديقة للإنسان والبيئة. [١]

### (٧/٢/١/١) فقد التنوع البيولوجي Loss of Biodiversity

التنوع البيولوجي هو تنوع الحياة علي الأرض بكل ما فيها من أنواع نباتية وحيوانية ، ويشمل ثلاث مستويات كالأتي [٢]

١. التنوع الجيني ويقصد به المجموع الكلي للمعلومات الجينية في النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة الفردية التي تعيش علي الأرض .
٢. تنوع الأنواع ويقصد به تنوع الكائنات الحية علي الأرض.
٣. تنوع النظم الإيكولوجية بتنوع الموئل والمجموعات والعمليات الحيوية في المحيط الحيوي.

---

١ - إيهاب محمود عقبة، (٢٠٠٦)، " مداخل التصميم البيئي نحو التوافق مع تغيرات البيئة الطبيعية " ، مؤتمر توفيق العمارة و العمران في عقود التحولات ، جامعة القاهرة.

٢ - مرجع سابق.

وقد تم تحديد أربعة أسباب لفقد التنوع البيولوجي

أ- فقد الموئل والتشتيت والتعديل الناتجة عنه أشكال التنمية المختلفة من تنظيف للغابات وجفاف الأراضي الرطبة وغمر الأودية وبناء الطرق وإنشاء المشروعات.

ب- الاستغلال الجائر للموارد والذي يهدد الأنواع البرية والبحرية علي السواء.

ج- التلوث الحادث للأرض والهواء والماء والذي يجهد النظم الإيكولوجية .

د- تأثير الأنواع الغريبة المدخلة في البيئة لكونها تهدد المجموعات الطبيعية النباتية والحيوانية عن طريق التطفل والافتراس أو تعديل الموئل الطبيعي.

ويتكون محيطنا الحيوي من عدة دورات حيوية يحدث خلالها عمليات السريان للماء والمواد والطاقة من خلال العمليات الحيوية الطبيعية ( التحويل – التوزيع – التنقية – الهضم – التخزين )، والتي تكون علي قدر كبير من التوازن وذلك داخل نمط توزيع فراغي متلائم مع البيئة. إلا أن نمو السكان وكثافة الأنشطة الإنسانية وسرعة تقدم هذه الأنشطة عملت علي التأثير السلبي علي النظام الايكولوجي بدوراته الحيوية المختلفة .

نستخلص من دراسة الاستدامة البيئية أن المنظومة البيئية شهدت تغيرا كبيرا في الآونة الأخيرة نتيجة للأنشطة العمرانية من صناعة البناء والتي تشمل استخراج وتصنيع مواد البناء من مصادرها الأولية ومرحلتي التشييد والتشغيل وحتى التخلص النهائي، وكنتيجة للتوسعات العمرانية أحدثت مجموعة من التأثيرات السلبية علي البيئة من تلوث الماء والهواء و استنزاف للموارد الطبيعية و استهلاك شره لمصادر الطاقة الغير متجددة المتمثلة في الفحم والبترول والغاز الطبيعي وما يتبعها من انبعاثات غازية للملوثات، و فقد التنوع البيولوجي والتأثير علي صحة الإنسان، مما أظهر الحاجة إلي ابتكار أساليب جديدة للبناء و تطوير للأساليب التقليدية بما يتوافق مع البيئة ويحافظ عليها ويحمي مواردها ويحقق الاحتياجات الأساسية لراحة الإنسان وللأجيال القادمة من بعده.

## (٣/١/١) العمارة المستدامة Sustainable Architecture:

نظرا لتعاظم حجم النشاط العمراني و البنائي في منظومة التنمية العالمية ودور المشروعات المعمارية و العمرانية في تحقيق أهداف التنمية الشاملة ، فقد أصبح من الضروري أن يكون هذا القطاع داعما للاتزان البيئي و مساهما في تحقيق عمارة مستدامة ، حيث تعتبر العمارة تحديا فريدا في مجال الاستدامة فالمشروعات المعمارية تستهلك كميات كبيرة من الموارد وتخرج كميات أكبر من المخلفات والنفايات.[١]

### (١/٣/١/١) الدعوة إلي عمارة مستدامة:

بدأت الدعوة إلي عمارة مستدامة متوافقة مع البيئة نظر لتأثير المشروعات المعمارية كجزء من منظومة التنمية خلال دورة حياتها من إنشاء وإشغال وتشغيل وحتى مرحلة التخلص النهائي تأثيرا مباشرا وغير مباشر علي البيئة الطبيعية والغلاف الحيوي وأن ذلك التأثير لا يقتصر علي استهلاك المواد الأولية و الطاقة و المياه ولكن أيضا ينتج العديد من الإنبعاثات الضارة علي الغلاف الحيوي ويسبب تدمير الأنظمة الايكولوجية ، ومع زيادة النمو السكاني العالمي والتوسعات الاقتصادية يظهر التحدي الحقيقي الذي يواجهه المشاركين في عملية إنشاء المباني و تشغليها من تحقيقها للعوامل الوظيفية مع تقليل الآثار السلبية علي البيئة .[٢]

نذكر في ما يلي بعض مظاهر تأثير المشروعات المعمارية علي البيئة الطبيعية والموضحة بالشكل (١-٨) وذلك من خلال النقاط التالية

- المواد الأوليةٌ Ra Materials حيث قدرت بعض الدراسات أن صناعة البناء علي مستوي العالم تستهلك حوالي ٤٠ من إجمالي المواد الأوليةٌ Ra Materials ويقدر هذا الاستهلاك بحوالي ٣ مليارات من الأطنان سنويا ، وفي الولايات المتحدة وحدها نحو ٣٠ من إجمالي المواد الأولية المستخدمة.
- مصادر المياه Water Resources حيث تستهلك صناعة المباني نحو سدس إمدادات الماء العذب في العالم، وفي الولايات المتحدة وحدها نحو ١٢ من إجمالي المياه المستهلكة.
- مصادر الطاقة Energy Resources حيث تصل معدلات استهلاك الطاقة إلي ٤٠ من إجمالي الطاقة في العالم و في الولايات المتحدة وحدها نحو

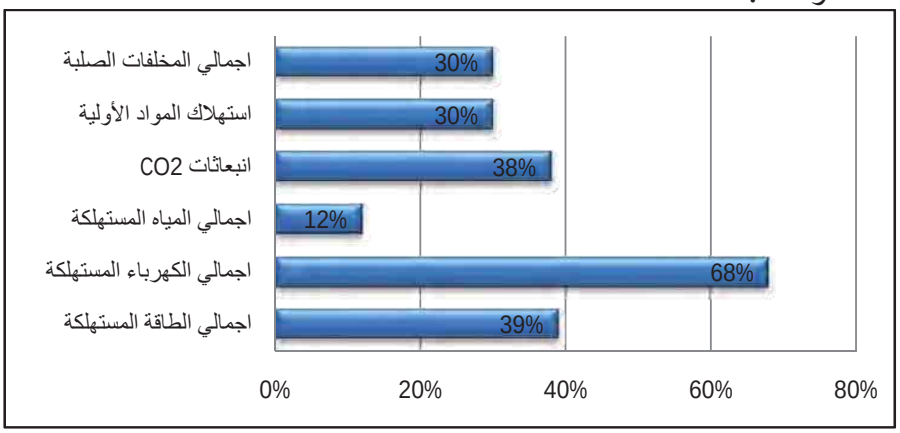
---

١ - محسن محمد إبراهيم، (٢٠٠٤)، " العمارة المستدامة " ، المؤتمر العلمي الأول العمارة و العمران في إطار التنمية ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، القاهرة.

- National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

٣٩ من إجمالي الطاقة و كذلك نحو ٦٨ من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة ، وفي مصر قدرت بعض الدراسات أن المباني تعد ثالث القطاعات المستهلكة للطاقة الكلية وثاني القطاعات المستهلكة للطاقة الكهربائية. [١]

- المخلفات الصلبة Waste حيث تنتج المباني كميات هائلة من المخلفات، وفي الولايات المتحدة علي سبيل المثال تنتج المباني ما يقرب من ٣٠ من إجمالي المخلفات الصلبة، والتي تقدر بنحو ١٣٦ مليون طن من مخلفات البناء و الهدم سنويا.
- الإنبعاثات الغازية Greenhouse Gases حيث تصدر المباني أكثر من ٣٨ من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري في الولايات المتحدة وحدها. [٢]




شكل (١-٨) تأثير قطاع الإنشاء علي البيئة – الولايات المتحدة

*المصدر بتصرف الباحث (http://www.wbdg.org/design/sustainable.php (Accessed 15/10/2008*

كما تشير بعض الدراسات أن ٣٠ من هذه المباني هي مباني مريضة Sic Building syndrome ، شرهة في استهلاك الطاقة والمواد الخام و تلوث البيئة و تؤثر سلبيا علي صحة المستعملين ، فهي معتمدة بصورة أساسية علي الإضاءة والتهوية الصناعية، مما يؤثر علي صحة الإنسان، وهذه الحقائق تجعل من عمليات إنشاء وتشغيل المشروعات المعمارية واحدة من أكثر الصناعات استهلاكا للطاقة و الموارد في العالم، كما أنها تنتج كميات كبيرة من المخلفات الصلبة والملوثات التي تؤثر علي الغلاف الحيوي وتدمر الأنظمة الايكولوجية وكذلك تأثيرها السلبي علي صحة الإنسان.

---

١ - عادل يس محرم ، " العمارة الخضراء و الطاقة " ، دليل العمارة والطاقة ، المركز العلمي لجهاز تخطيط الطاقة ، (١٩٩٨) .

- National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

## (٢/٣/١/١) مفهوم العمارة المستدامة :

تعددت مفاهيم العمارة المستدامة حيث تنوعت نتيجة لاختلاف المداخل التطبيقية المستخدمة، وقد عرف العالمان برندا و روبرت "Robert Brenda" الاستدامة في كتابهما بعنوان العمارة الخضراء بأنها [١]

*" مدخل شامل لتصميم المباني ، حيث أن كل الموارد في صورة المواد أو الطاقات يجب أخذها في الاعتبار إذا أردنا أن نحقق العمارة المستدامة ".*

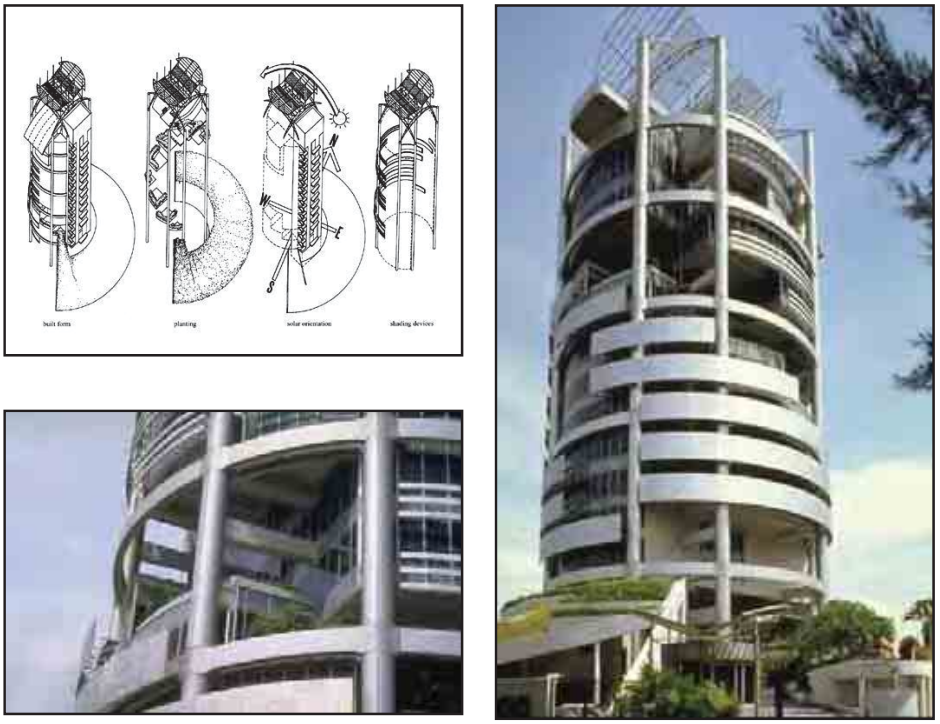
فالعمارة المستدامة هي تصميم المباني مع مراعاة وضع الأهداف البيئية والتنمية المستدامة نصب أعيننا ، وتسعي العمارة المستدامة إلي تقليل التأثيرات السلبية للمباني علي البيئة وذلك بتعظيم الكفاءة والاعتدال في استخدام مواد البناء والطاقة وتطوير الفراغات. [٢] أما المعماري كين يانج " ean eang " فقد ناقش العمارة المستدامة من وجهة نظر بيئية فهو منزعج من تأثير المباني علي الأنظمة الطبيعية حيث يري أن العمارة المستدامة يجب أن تقابل احتياجات الحاضر دون إغفال حق الأجيال القادمة لمقابلة احتياجاتهم أيضا. [٣] والتأكيد علي أن القرارات والأفعال التي نتخذها في الوقت الحاضر لن يمتد تأثيرها سلبيا علي الأجيال القادمة أيضا.

ويظهر الشكل (١-٩) تجسيد المعماري كين يانج لمبادئ العمارة المستدامة من خلال تصميم مبني مينارا ميسينياجا Menara Mesiniaga بماليزيا وتوظيف أساليب التصميم البيئي بدراسة حركة الشمس والهواء وإدماج المبني مع الطبيعة. و يؤكد تعريفة علي أن العملية التصميمية يحاول فيها المصمم التقليل من التأثيرات العكسية علي النظام البيئي للأرض والموارد الطبيعية ويتم إعطاء الأولوية لتقليل هذه التأثيرات.

لذلك فإن العمارة المستدامة هي عمارة ناتجة عن بيئتها وذات مسئولية تجاهها، أي عمارة تحترم موارد الأرض وجمالها الطبيعي، و توفر احتياجات مستعمليها، إذ أنها تؤدي إلي الحفاظ علي صحتهم، شعورهم بالرضي، زيادة إنتاجهم وإشباع احتياجاتهم الروحية، وذلك من خلال العناية بتطبيق الاستراتيجيات المؤكدة لاستدامة البيئة.

---

١ - يحيي وزيري، (٢٠٠٣)، " التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء "، القاهرة، ص٦٣.
- William Brister ( ) "Sustainable Green Architecture" Site http // .architecturaldesign.tv Accessed ( / / ).
٣ - يحيي وزيري، (٢٠٠٣)، " التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء "، القاهرة، ص٦٤.

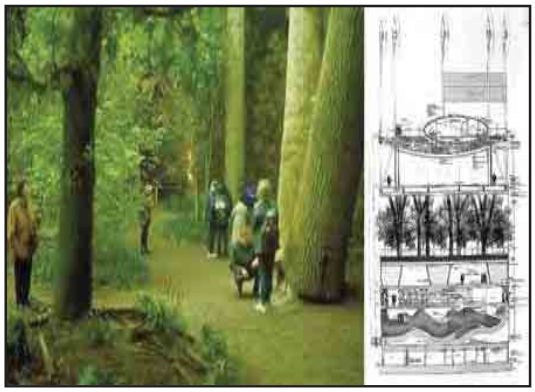



شكل (١-٩) تجسيد الفكر البيئي في تحقيق استدامة البناء في برج مينارا ميسينياجا Menara Mesiniaga بماليزيا – للمعماري كين يانج

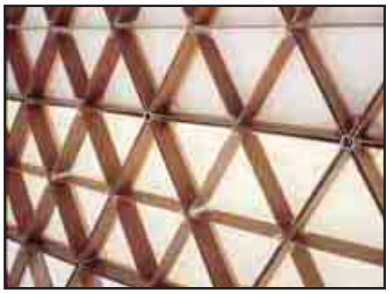
*Source: ArchNet, (2008), "Menara Mesiniaga ", Site: http://archnet.org/library/site_ 1231, Accessed (1/12/2008).*

وقد تبني معرض هانوفر الدولي بألمانيا في عام ٢٠٠٠ فكر العمارة المتوافقة بيئيا في دعوة المعماريين للتعبير عن العمارة المستدامة من خلال مجموعة محددة من المبادئ اشتملت علي احترام العلاقة بين المبني والبيئة المحيطة وابتكار حلول تصميمية ترتكز علي التكنولوجيا والبيئة بالإضافة إلي توظيف مصادر الطاقة الطبيعية وإزالة مخلفات البناء.[١] وقد شارك عدد كبير من المعماريين الذين يمثلون بلادهم من خلال أجنحة المعرض ويوضح الشكل (١-١٠) ، (١-١١) جناحي هولندا واليابان كأحد النماذج التي تعبر عن تطبيق فكر العمارة المستدامة.

- William McDonough ( ) "The Hannover Principles Design for Sustainability" report Site http // .mcdonough.com/principles.pdf Accessed ( / / ).



شكل (١-١٠) التأكيد علي ارتباط المبني والبيئة – جناح هولندا بمعرض هانوفر ٢٠٠٠ بألمانيا.
*Source:http://www.mvrdv.nl/#/_v2/projects/065_expo2000/index.html/, Accessed (1/12/2008).*



شكل (١-١١) مواد البناء الصديقة للبيئة باستخدام الأنابيب الورقية في تكوين الهيكل الإنشائي – جناح اليابان معرض هانوفر ٢٠٠٠ بألمانيا.
*Source:http://www.designboom.com/history/ban_expo.html, Accessed (1/12/2008).*

## (٣/٣/١/١) مبادئ العمارة المستدامة:

ترتكز العمارة المستدامة علي مجموعة من المبادئ من أجل تحقيق أهدافها بإنشاء وتشغيل المباني المشيدة الصحية "Healthy Built Environment" ولتحقيق أهدافها تعتمد علي كفاءة المصادر و التصميم البيئي، وهذه المبادئ يمكن توضيحها في العناصر التالية [١]

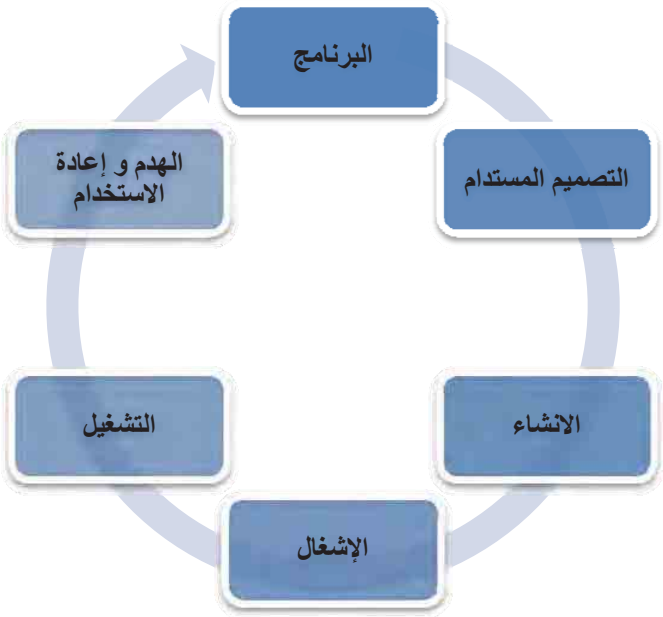
- ترشيد استهلاك المصادر"Reduce".
- إعادة استخدام المصادر "Reuse".
- استخدام المصادر القابلة للتدوير "Recycle".
- حماية البيئة "Nature Protection".
- التخلص من السموم والملوثات "Toxics Disposal".
- تطبيق تكلفة دورة الحياة الكاملة "Economic Life Cycle".
- التركيز علي الجودة "Quality".

تمثل هذه المبادئ الركائز التي يجب أخذها في الاعتبار من أجل تحقيق عمارة مستدامة، تعتمد أساسا علي الترشيد في استهلاك المصادر من الطاقة والمياه ومواد البناء وغيرها من المصادر من خلال استراتيجيات تعتمد علي التوظيف الجيد و الترشيد وإدارة المخلفات للمصادر القابلة للتدوير، إلي جانب الاهتمام بالبيئة وحمايتها وعدم تلويثها من خلال تصميم المباني المتجانسة مع البيئة المحيطة وعدم إلحاق الضرر بها والسعي إلي تحقيق بيئة داخلية أفضل توفر مستويات الراحة لمستخدميها.

---

- Charles . ibert ( ) "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

ومما سبق من استعراض لمبادئ العمارة المستدامة نخلص إلي أن لكل مبني دورة حياة متكاملة تبدأ من مراحل التصميم والإنشاء والإشغال والتشغيل وحتى مرحلة التخلص النهائي، والتي تشير إلي التفكيك Deconstruction بدلا من التهديم Demolition ، كما هي موضحة بالشكل (١-١٢).

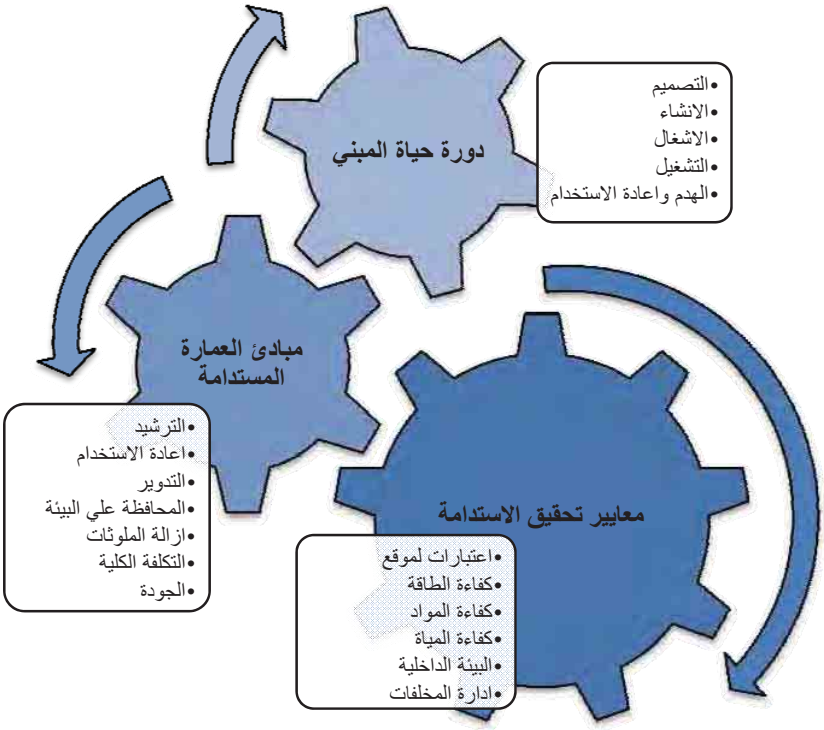



شكل (١-١٢) دورة حياة المبني الكاملة

*Source: www.arch.hku.hk/research/ BEER/sustain, Accessed (15/7/2008)*

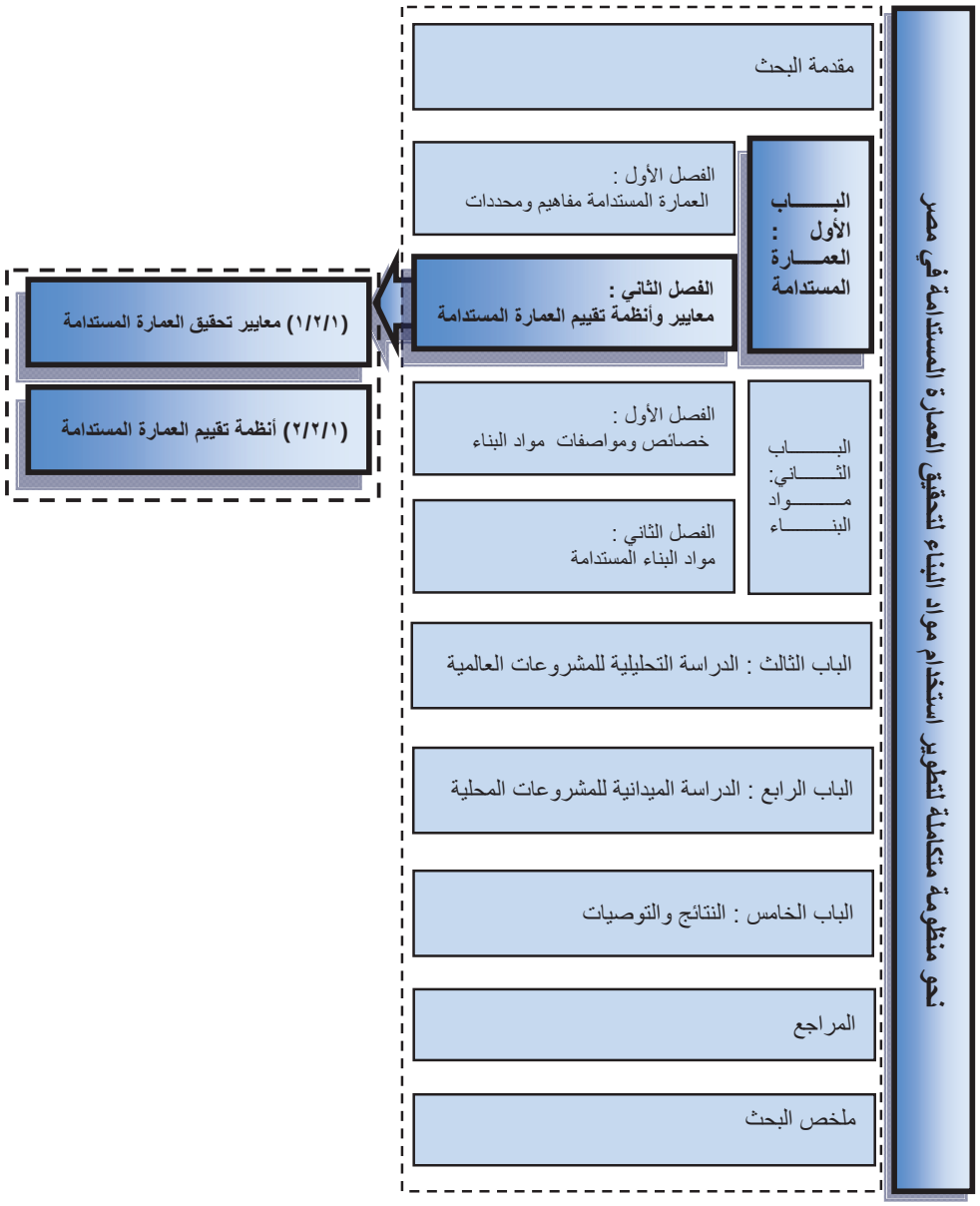
بتطبيق مبادئ الاستدامة خلال تقييم المكونات و المصادر الأخرى التي تحتاجها عملية إنشاء وتشغيل المباني خلال دورة حياة المباني الكاملة تكتمل منظومة العمارة المستدامة والموضحة بالشكل (١-١٣)، وهذه المصادر كما حددها المجلس العالمي لأبحاث البناء CIB "Conseil International du B timent" ، هي استغلال الأراضي Land والمواد Materials والمياه Water والطاقة Energy و جودة البيئة الداخلية Indoor Air Quality و كذلك الأنظمة الايكولوجية Ecosystems.[١]

- Charles . ibert ( ) "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .




شكل (١-١٣) منظومة تحقيق العمارة المستدامة

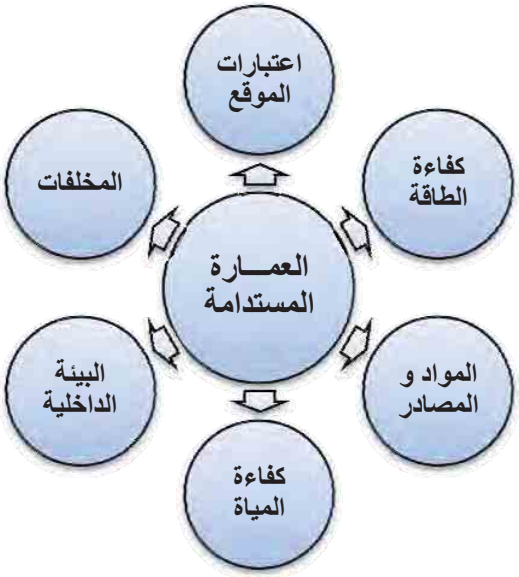
*المصدر بتصرف Charles J. Kibert, (2008),"Sustainable Construction", P.6.*


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
(١/٢/١) معايير تحقيق العمارة المستدامة
(٢/٢/١) أنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

تقوم الدراسة في هذا الجزء بدراسة معايير تحقيق العمارة المستدامة وكيفية تحقيق استدامة المصادر المختلفة، والتي تعبر عن السمات الواجب توافرها في المباني المستدامة من خلال إلقاء الضوء علي بعض الاستراتيجيات المستخدمة في تحقيق استدامة المبني في جميع مراحل حياته.

## (١/٢/١) معايير تحقيق العمارة المستدامة:

لقد ظهر الاتجاه نحو العمارة المستدامة كاستجابة لتأثيرات قطاع إنشاء المباني علي البيئة المحيطة و المصادر الأولية، حيث تشير المباني المستدامة إلي تحقيق معايير الجودة و مبادئ واستراتيجيات الاستدامة.[1] ومستويات عالية من الكفاءة في استخدام مصادر الطاقة و المياه و الاستخدام الملائم للأراضي وتنسيق الموقع واستخدام مواد بناء متوافقة بيئيا لتحقيق جودة البيئة الداخلية وكفاءة المياه وتقليل تأثيرات المباني خلال دورة حياتها وإدارة المخلفات الصلبة.




شكل (١-١٤) معايير تحقيق العمارة المستدامة

المصدر الباحث، (٢٠٠٩).

- Charles . ibert ( ) "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

## (١/١/٢/١) اعتبارات الموقع Site Analysis

يعتبر احترام الموقع وكفاءة استغلاله وترشيد عمليات التنمية العمرانية من أهم معايير تحقيق العمارة المستدامة، ومن الثابت أن عمليات التوسع المخيف للكتل العمرانية علي الأراضي المتاخمة للمدن أدت إلي القضاء علي ألاف الهكتارات من الغابات وبالتالي تأثرت كميات هائلة من الفصائل الحيوانية والنباتية مما أدي إلي خلل في الأنظمة الايكولوجية. [١]

تبدأ عملية إنشاء المباني المستدامة باعتبارات اختيار الموقع وتأثيرات المبني علي البيئة المحيطة و الطاقة المستهلكة بواسطة انتقال المستخدمين و التأثير علي الأنظمة الايكولوجية المحلية و التأثير علي البنية التحتية مع احترام الاعتبارات التاريخية والطابع العام للموقع.

**- استراتيجيات تحقيق استدامة الموقع :**

يمكن تعظيم الاستفادة من تصميم الموقع المستدام من خلال مدخل تصميمي متكامل يسعي إلي تحقيق مجموعة من الأهداف التي تحقق استدامة الموقع وكفاءة المباني،[٢] بتوظيف الاستراتيجيات والاعتبارات التي تحقق ارتباط المبني بالبيئة المحيطة و التقليل من التأثير علي الأنظمة الايكولوجية و توظيف وسائل النقل الصديقة للبيئة وغيرها من الاعتبارات التي يمكن إيجازها كالتالي

**أ- علاقة المبني بالبيئة المحيطة**

- مراعاة تأثير البيئة المحيطة علي شكل وكتلة المبني.
- مراعاة توجيه المبني للاستفادة القصوى من الإضاءة والتهوية الطبيعية.
- الاستخدام الأمثل للشمس وطاقات الرياح و تشجيع إدماج التصميم الشمسي السالب في العملية التصميمية لتوفير الإضاءة و التهوية الطبيعية .
- إعادة استخدام المباني القائمة بدلا من إنشاء مباني أخري جديدة.
- إدماج الأسقف الخضراء Green Roofs بالمباني والربط مع البيئة المحيطة .
- استخدام وسائل التظليل للحماية من أشعة الشمس وتوظيف الأرصفة و الأسقف فاتحة اللون لتقليل الأحمال الحرارية الناتجة عن التعرض للشمس.

---

١ - محمد مختار الرافعي، (٢٠٠٤)، " المعمار المستديم من منظور محلي تجربة مصرية للبناء باستخدام طوب التربة المضغوطة في المناطق الصحراوية " ، ندوة الإسكان الثانية " المسكن الميسر ".

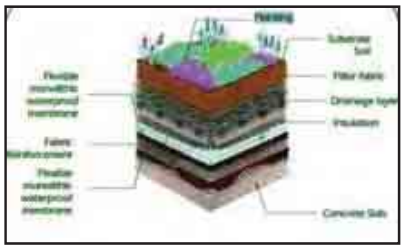
- Rudolph W. Giuliani others ( ) "High performance building guidelines" Report City of Ne or Department of Design and Construction.

شكل (١-١٥) ارتباط المبني بالبيئة المحيطة بمدرسة بنيامين فرانكلين بولاية واشنطن الأمريكية

*Source: Alan Ford, (2007), "Designing the Sustainable School", P.49.*

**ب- التأثير علي الأنظمة الايكولوجية**

- تقليل الآثار البيئية الناتجة عن المباني والتي تعرف Buildings Footprint من خلال دراسات الأثر البيئي والتخطيط الجيد لعمليات التصميم والإنشاء.
- مراعاة مدي توافر البني التحتية وإمكانية تطويرها بدلا من الحاجة إلي إمدادها إلي مناطق جديدة عند اختيار الموقع.



شكل (١-١٦) إدماج تقنيات الأسقف الخضراء في المباني مبني بلدية سياتل الولايات المتحدة Seattle City Hall

*Source:http://www.hydrotechusa.com/seattle_index.htm,Accessed (1/12/2008).*

**د- استخدام وسائل النقل و الموصلات**

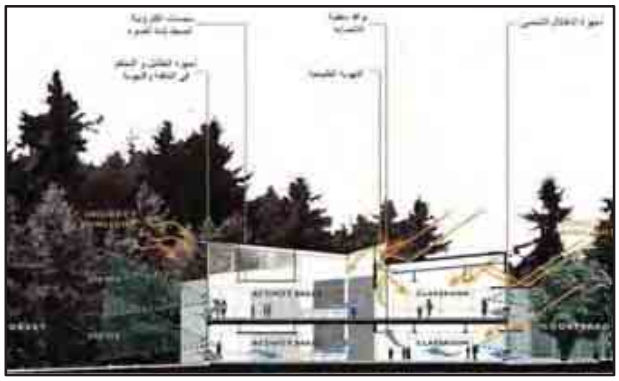
- الاتجاه نحو استخدام وسائل النقل الجماعي وتقليل تكاليف النقل و كذلك استخدام وسائل النقل الصديقة للبيئة لتقليل التأثيرات السلبية علي البيئة.
- اشتراط توافر مسارات المشاة، أماكن انتظار الدراجات، محطات التزود بالطاقة الخاصة بوسائل النقل البديلة المستخدمة للوقود قليلة التلوث كالغاز الطبيعي و الكهرباء.

شكل (١-١٧) استخدام وسائل النقل الصديقة للبيئة –الترام الكهربائي و أماكن انتظار الدراجات بمدينة ادنبرج Edinburgh المملكة المتحدة

*المصدر "Sustainable Design Guide Edinburg –UK", Report, 2008.*

**ه- التوافق من خلال تنسيق الموقع**

- تقليل تأثير عمليات البناء علي الأنظمة الايكولوجية الطبيعية و الحفاظ علي النباتات المحلية المتوافرة بالموقع قدر الإمكان.
- يجب الاختيار الدقيق للخامات المستخدمة في المشروع باستخدام مواد محلية غير ملوثة للبيئة.
- استخدام عناصر تنسيق الموقع المحلية من نباتات وأشجار للمحافظة علي الطابع العام للموقع.



شكل (١-١٨) عناصر الموقع وعلاقتها بالمشروع بمدرسة بنيامين فرانكلين بولاية واشنطن الأمريكية

*Source: Alan Ford, (2007), "Designing the Sustainable School", P.47.*

## (٢/١/٢/١) كفاءة الطاقة Energy Efficiency

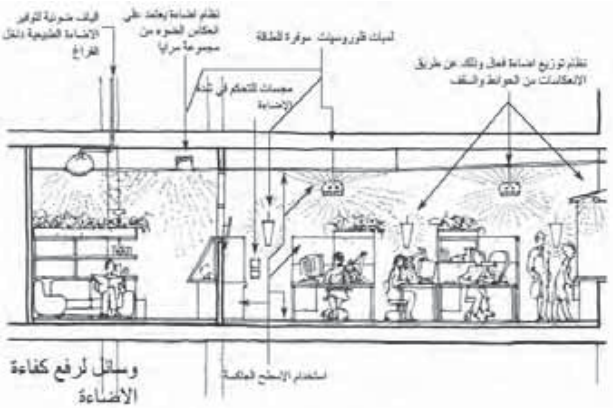
يعتبر البناء من أكثر القطاعات استهلاكا للطاقة علي مستوي العالم فهو يستهلك حوالي ٤٠ من إجمالي الطاقة العالمية، وأغلب هذه الطاقة يتم إنتاجها من مصادر غير متجددة كالبترول والتي تؤثر علي زيادة انبعاثات الغلاف الغازي و التغيرات المناخية العالمية، و استهلاك الطاقة في البناء لا يقتصر علي عمليات التشييد فحسب بل هو يمتد إلي الطاقة اللازمة للتشغيل والطاقة المبذولة في عمليات تصنيع ونقل مواد البناء وغيرها.[١]

- **استراتيجيات تحقيق كفاءة الطاقة :**

تتحقق كفاءة الطاقة في البناء من خلال تطبيق إستراتيجية متكاملة تسعي إلي ترشيد استهلاك الطاقة وكفاءة الاستخدام في عمليات البناء، إلي جانب توظيف مصادر الطاقة المتجددة، والموضحة في النقاط التالية

**أ- ترشيد استهلاك الطاقة**

- ترشيد الطاقة المستهلكة في المباني بجميع أشكالها كعمليات التبريد والتدفئة والإضاءة من خلال تصميم بيئي يتلاءم و البيئة المحيطة.
- الاستخدام الأمثل للتصميم الشمسي السالب ومراعاة التوجيه والشكل وأماكن الفتحات واختيار عناصر تنسيق الموقع الملائمة ومتطلبات استهلاك المبني .



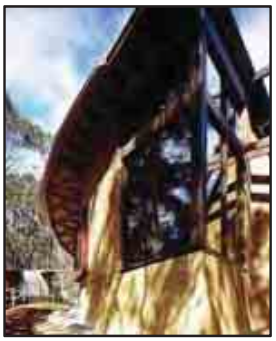
شكل (١-١٩) أساليب رفع كفاءة إضاءة البيئة الداخلية و ترشيد استهلاك الطاقة

*المصدر "Rudolph W., Giuliani & others, (1999), "High performance building guidelines*

---

-National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

- استخدام أغلفة المباني عالية الكفاءة باختيار خامات الحوائط و الأسقف و العناصر الأخرى و تحقيق متطلبات العزل والكفاءة والمتانة.
- تقليل الإنبعاثات الضارة الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة الغير متجددة (بترول و فحم و.. غيره).



شكل (١-٢٠) توظيف أساليب التصميم الشمسي السلبي في التدفئة والتبريد لترشيد استهلاك الطاقة مركز شوم كريك للتعليم باستراليا.

*Source: Alan Ford,(2004), "Designing the Sustainable School",P.72.*

**ب- توظيف مصادر الطاقة المتجددة**

- توظيف مصادر الطاقة المتجددة ، وإدماجها في تصميم المبني كالإضاءة الطبيعية Daylighting ، والتصميم الشمسي السالب Passive Solar design والتسخين الشمسي للمياه Solar Water Heating .
- استخدام الخلايا الشمسية Photovoltaic Cells المولدة للطاقة الشمسية النظيفة و إدماج توربينات توليد الطاقة من الرياح Wind Turbines والكتلة الحيوية Biomass في توليد الطاقة داخل المباني، شكل (١-٢١)، (١-٢٢).
- استخدام الطاقة المتجددة يقلل من الاعتماد علي المصادر الغير متجددة كالوقود الحفري و يقلل من الإنبعاثات الغازية المرتبطة باستخدامه كمصدر رئيسي للطاقة.

شكل (١-٢١) إدماج الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الكهربائية في المبني الإداري الشمسي دوكسفورد بريطانيا.
*Source: Derek Phillips, (2004), "DayLighiting: Natural Light in Architecture",P.64.*

### ج- كفاءة استخدام الطاقة

- كفاءة استخدام أنظمة الإضاءة Lighting وأنظمة التكييف H AC s، وتحقق متطلبات الجودة القياسية التي تحددها الهيئات الدولية، كالجمعية الأمريكية لمهندسي التكييف والتبريد ASHRAE علي سبيل المثال.
- يساعد استخدام الإضاءة والتهوية الطبيعية علي تقليل الاعتماد علي أنظمة التكييف و التبريد والإضاءة الصناعية وذلك يساهم بدوره في ترشيد استهلاك الطاقة داخل المبني بصورة كبيرة.

شكل (١-٢٢) التقنيات الحديثة لتوليد الطاقة من الرياح Wind Turbineو Micro Turbine في المباني
*Source: http://www.archinect.com/forum/threads.php,Accessed (1/08/2008)*

## (٣/١/٢/١) كفاءة المواد Materials Efficiency

تمثل المواد الخام دورا هامة في صناعة البناء علي مستوي العالم ، وتستهلك كميات كبيرة – تصل إلي ٣ مليارات طن سنويا – وهذه الكمية تمثل تقريبا ٤٠ من إجمالي المواد الخام المستخدمة في الأنشطة الاقتصادية علي مستوي العالم ، ولا يقتصر الأمر عند هذا الحد بل يتعداه إلي استهلاك كميات كبيرة من المياه والطاقة في عمليات تصنيع المواد ، وتنتج أيضا العديد من الملوثات و المخلفات التي تؤثر سلبا علي البيئة خلال دورة حياة المبني ، ولا شك أن المواد المستخدمة في عمليات إنشاء المباني تمثل أحد المعايير الهامة في تحقيق الاستدامة .[١]

- **استراتيجيات تحقيق كفاءة مواد البناء :**

تسعي استراتيجيات تحقيق كفاءة المواد إلي استخدام مواد بناء صديقة للبيئة غير ملوثة لها ولا تشارك في إنتاج الملوثات، ولا تؤثر علي الصحة و لا تساعد علي استنزاف المصادر الطبيعية المحدودة ، والآخذة في الاعتبار العوامل البيئية المختلفة من منع التلوث ، قابلية التدوير Recyclability، استخدام مواد ذات محتوي تم تدويره Recycled Content، التفضيل البيئي، دراسة دورة حياة المادة وأساليب التخلص النهائي، ونذكر بعض من هذه الاستراتيجيات في النقاط التالية

**أ- ترشيد استخدام المواد**

- الترشيد و الحد من استنزاف المواد ولاسيما ذات المصادر المحدودة.
- تقليل مخلفات الإنشاء و التي تتطلب التخطيط السليم لعمليات التنفيذ، ومراعاة أساليب التصميم التي تساعد علي تفكيك المبني بدلا من هدمة.
- تعظيم الاستفادة من المواد المحلية لتنمية الاقتصاد المحلي و استخدام المواد التي تتطلب طاقة أقل لإنتاجها من المواد الأولية و نقلها وتركيبها واستخدامها، شكل (١-٢٣).

**ب- إعادة استخدام المباني ومنتجات البناء**

- إعادة استخدام و توظيف الهياكل الإنشائية ومنتجات البناء المستخدمة في المباني القائمة بعد انتهاء فترة عمر المبني.
- الاتجاه إلي تصميم المباني القابلة للتفكيك Design for Deconstruction، لما لها من مميزات إعادة استخدام مكونات المبني مرة أخري،شكل (١-٢٤).

---

[١] -National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

شكل (١-٢٣) استخدام المواد المحلية في البناء بتوظيف التربة الطينية و الأخشاب في منزل سكني بمدينة كاسل الألمانية.

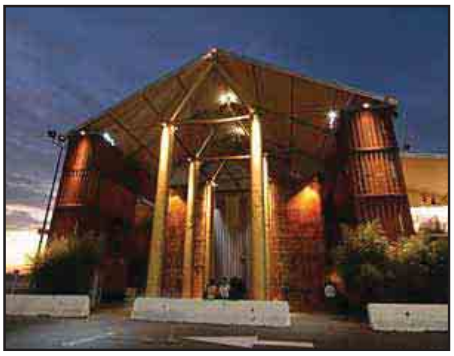
*Source: Gernot Minke,(2006), "Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture", P.149,150.*

شكل (١-٢٤) قابلية المبني للتفكيك وتوظيف التفاصيل الإنشائية للهيكل المعدني بمركز ثورو للاستدامة بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

*Source: Keith G. Moskow, (2008), "Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations", P.152.*

**ج- إعادة استخدام المواد ومنتجات البناء**

- تشجيع استخدام المواد القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام وكذلك المواد التي تحتوي علي مواد معاد تدويرها Recycled content، شكل (١-٢٥).
- ابتكار مواد ومنتجات البناء المعاد تدويرها من المخلفات و كذلك قابليتها لإعادة التدوير أكثر من مرة، دون التأثير علي البيئة، شكل (١-٢٦).



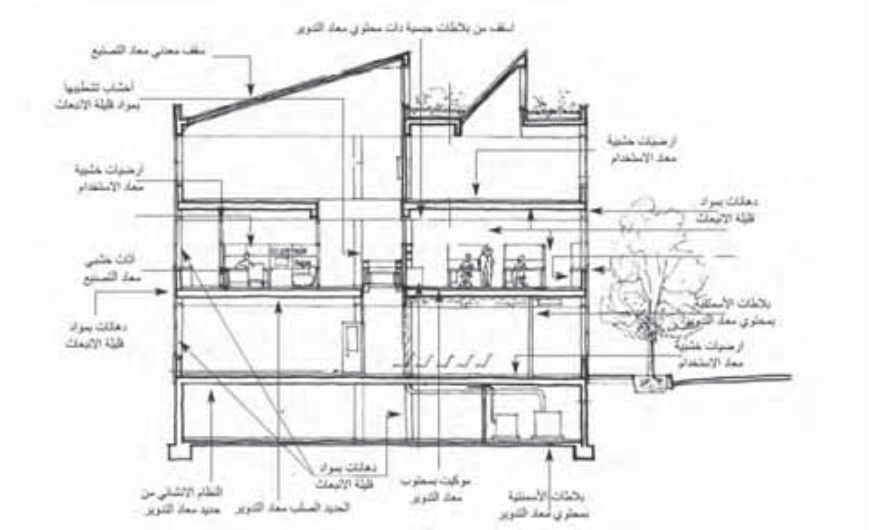
شكل (١-٢٥) استخدام مواد البناء المعاد تدويرها كالأنابيب الورقية بالمتحف البدوي بنيويورك الأمريكية.

*Source:http://www.inhabitat.com/2006/02/16/nomadic-museum ,Accessed (1/11/2008).*

**د- تجنب استخدام المواد الملوثة للبيئة**

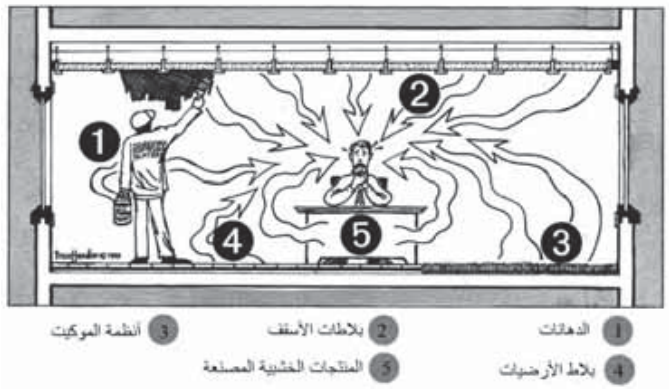
- الحد من استعمال المواد ذات التأثير السلبي علي البيئة الداخلية كالمركبات العضوية المتطايرة و المواد السامة كالرصاص و الاسبستوس و المواد التي تحتوي علي مركبات الكلوروفلوركربون CFC s والتي تضر بطبقة الأوزون.
- تقييم مواد البناء من حيث الأثر البيئي خلال دورة حياة مواد البناء الكاملة من إنتاج وتركيب وتشغيل وحتى مرحلة التخلص النهائي.

وستقوم الدراسة بإلقاء الضوء علي مواد البناء المستدامة بالتفصيل في الباب الثاني.



شكل (١-٢٦) بعض الإمكانيات لاستخدام المواد المعاد تصنيعها

المصدر "Rudolph W., Giuliani & others, (1999), "High performance building guidelines"

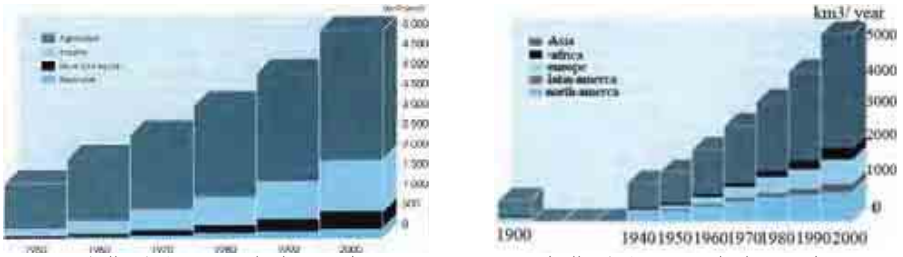



شكل (١-٢٧) بعض مصادر المواد التي تصدر غازات ضارة

المصدر "Rudolph W., Giuliani & others, (1999), "High performance building guidelines"

## (٤/١/٢/١) كفاءة المياه Water Efficiency

يمثل تقليل استهلاك المياه والمحافظة علي جودتها أحد أهم معايير تحقيق الاستدامة في البناء، حيث تمثل المياه التي يستهلكها قطاع البناء بما يشمله من عمليات إنشاء وتصنيع وتشغيل وخلافه سنويا حوالي ١٦ من المياه العذبة المستهلكة،[١] إلي جانب تزايد معدلات استهلاك المياه سنويا والموضحة بالشكل (١-٢٨). مما يجعلنا في حاجة إلي وضع استراتيجيات ترشيد استهلاك المياه والمحافظة علي هذا المصدر الحيوي، حيث يجب أن توضع اعتبارات ترشيد استهلاك المياه خلال مراحل عمر المبني.




معدل استهلاك المياه موزعة طبقا للقطاعات — معدل استهلاك المياه موزعة طبقا للدول

شكل (١-٢٨) تزايد معدلات استهلاك المياه سنويا في العالم

*المصدر: http://www.fao.org/docrep/003/t0800e/t0800e0a.htm,Accessed (1/08/2008)*

- **استراتيجيات تحقيق كفاءة المياه :**

يمكن تحقيق كفاءة المياه في المباني من خلال تطبيق مبادئ الاستدامة بالترشيد في استهلاك المياه خلال فترة عمر المبني والحفاظ علي جودة المياه بالإضافة إلي إتباع أساليب التدوير وإعادة الاستخدام و الموضحة في النقاط التالية [٢]

أ- **الترشيد في استهلاك المياه**

- التصميم الجيد لعناصر تنسيق الموقع مع إعطاء الأولوية لاستخدام نباتات من البيئة المحلية.
- ري النباتات و الأشجار باختيار أوقات الري المناسبة.
- تقليل الاعتماد علي المياه الصالحة للشرب في عمليات التشييد والبناء.
- استخدام الأجهزة والتوصيلات الصحية المبتكرة التي تساهم في ترشيد المياه في المباني، كالتي تعمل باللمس والأشعة تحت الحمراء وغيرها من التقنيات الحديثة، شكل (١-٢٩).

---

-National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

- Rudolph W. Giuliani others ( ) "High performance building guidelines" Report City of Ne or Department of Design and Construction.

- إدارة مياه الأمطار و تجميعها في خزانات ومعالجتها و استخدامها في الموقع.

شكل (١-٢٩) استخدام الأجهزة الصحية "Water Saving" لترشيد استهلاك المياه داخل المباني
المصدر *http://www.practicalenvironmentalist.com/?s=leed,Accessed (1/08/2008)*

**ب- المحافظة علي جودة المياه**

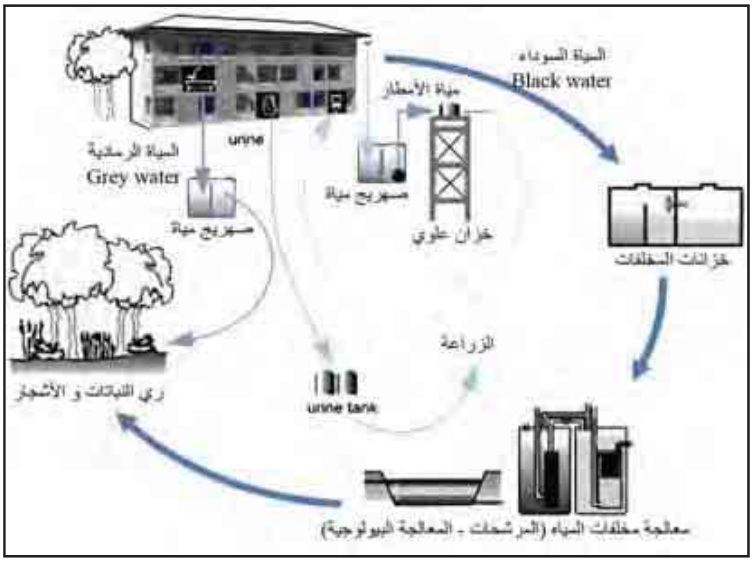
- عدم استخدام مواد ومنظفات سامة في الحمامات و المطابخ للمحافظة علي جودة المياه وإمكانية إعادة استخدامها وتدويرها.[١]
- تنقية مياه الأمطار وترشيحها و إزالة المواد التي قد تؤدي إلي تلوثها، تمهيدا لإعادة استخدامها. شكل (١-٣٠).

شكل (١-٣٠) تجميع مياه الأمطار واستغلالها في ري عناصر تنسيق الموقع - المركز الاستكشافي بولاية سياتل الأمريكية.
*Source:http://www.architectureweek.com/2008/0514/news_1-2.html , accessed(1/07/2008).*

- Charles . ibert ( ) "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

**ج- التدوير وإعادة استخدام المياه**

- تصميم وابتكار أساليب جديدة في معالجة مخلفات المياه و تدويرها.
- إدماج أنظمة تجميع مياه الأمطار في المباني بمكوناتها المختلفة من تجميع لمياه الأمطار وتخزينها في خزانات مياه تمهيدا لمعالجتها وإعادة استخدامها مرة أخري.
- التوسع في استخدام و توظيف المياه الرمادية والمياه السوداء[1]، في أعمال تنسيق الموقع.
- استخدام أنظمة معالجة المياه القياسية والتي تعتمد علي أساليب المعالجة البيولوجية، شكل (١-٣١).




شكل (١-٣١) أساليب تحقيق تدوير المياه وإعادة استخدامها في المباني

*المصدر http://www.ecolog-building.de/vvu/vvu4_en.htm,Accessed(1/08/2008)*

١- المياه الرمادية وهي المياه الناتجة عن استعمال الأدشاش و أحواض غسيل الأيدي و الغسالات الأوتوماتيكية والتي يمكن معالجتها وترشيحها في مرشحات بيولوجية ليعاد استخدامها مرة ثانية في ري الحدائق أو حتى في صناديق الطرد في بعض الأحيان.
المياه السوداء وهي المياه الناتجة عن استعمال المراحيض ، أحواض المطبخ وغسالات الأطباق (تحتوي نسبة عالية من الملوثات البيولوجية).

## (٥/١/٢/١) جودة البيئة الداخلية Environmental Indoor uality

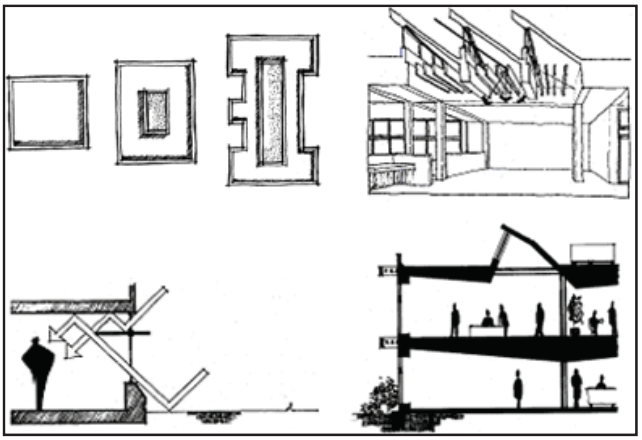
يعني هذا المعيار بتوفير بيئة داخلية صحية تحفظ للمستعملين قدرتهم علي مواصلة حياتهم وممارسة أنشطتهم، إضافة إلي تحقيق أعلي درجات المرونة والتكيف مع احتياجاتهم الحالية والمستقبلية ، بالصورة التي تجعل المنتج البنائي في حالة حيوية و كفاءة باستمرار حتى تسمح بإعادة استخدمها لأغراض ووظائف أخري بعد فترة من الزمن – فالرصيد الحالي من المباني القائمة يمثل ثروة مستثمرة يمكن تحسينها ورفع مستوي أدائها ومن ثم إعادة استغلالها – هذا إضافة إلي أن جودة البيئة الداخلية للمباني تسهم بصورة فعالة في رفع إنتاجية المستعملين الأمر الذي يوفر مبالغ طائلة سنويا.

- **استراتيجيات تحقيق جودة البيئة الداخلية:**

يمكن تحقيق جودة البيئة الداخلية من خلال تطبيق مبادئ الاستدامة من تجنب استخدام المواد الملوثة للهواء وتوفير مستويات عالية من التهوية و الإضاءة الطبيعية وتحقيق مستويات الراحة النفسية للمستخدمين، شكل (١-٣٢).[١]

**أ- تحسين جودة البيئة الداخلية خلال دورة حياة المبني**

- توفير بيئات داخلية مرنة تستجيب للاحتياجات الحالية والمستقبلية للمستعملين.
- اختيار منتجات و مواد البناء الغير ضارة ليس فقط أثناء مرحلتي التصميم و التنفيذ ولكن أيضا خلال عمليات الصيانة و التشغيل للمحافظة علي صحة المستعملين.



شكل (١-٣٢) الوسائل المختلفة لتحقيق الإضاءة الطبيعية المختلفة داخل المبني.
*Source:http://www.wbdg.org/resources/daylighting.php, Accessed (1/08/2008).*

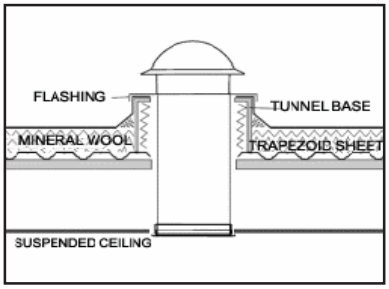
[١] -National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

**ب- تجنب استخدام المواد التي تحتوي علي نسبة عالية من الملوثات.**

- تجنب استعمال المواد التي تحتوي علي نسبة عالية من المركبات العضوية المتطايرة OCs و وغالبا ما تتواجد في منتجات المواد اللاصقة Adhesives و الدهانات ، التي تؤثر سلبا علي صحة المستخدمين.
- تجنب استخدام منتجات البناء التي تحتوي علي مركبات الفورمالدهيد ، كالأنظمة الموكيت و بعض أنواع القواطيع الداخلية Wall Panels.

**ج- توفير مستويات الراحة والملائمة للبيئة الداخلية.**

- توفير مستويات الراحة الفيزيقية و الراحة الحرارية بتصميم الغلاف الخارجي واختيار المواد التي تشكل الحوائط و الأسقف و العناصر الأخرى لكي تحقق الراحة الحرارية للمستعملين.
- تقدير أهمية تحقيق مستويات من الراحة النفسية للمستعملين بتوفير الإضاءة الطبيعية في جميع الفراغات وتجنب الوهج Glare لكل من مصادر الإضاءة الطبيعية والصناعية، شكل (١-٣٣).




شكل (١-٣٣) توظيف التقنيات الحديثة لتحقيق الإضاءة الطبيعية باستخدام وحدات الإضاءة الشمسية S ylight Suntube.

*Source:http://maxisolar.co.uk/index.php, accessed (1/12/2008).*

- تحقيق المعايير الجمالية في الفراغات بتوفير المناظر والعناصر جمالية والتكامل بين البيئة الداخلية المبنية و البيئة المحيطة.
- ضمان مستويات الراحة الصوتية ، بتوفير البيئة الداخلية المناسبة للمستخدمين و تقليل الضوضاء من خلال استخدام المواد ذات الخصائص الصوتية المناسبة من المواد العازلة والماصة للصوت في الحوائط والأرضيات و مكونات العزل الصوتي.

شكل (١-٣٤) تحقيق الإضاءة الطبيعية و الراحة البصرية باستخدام الهرم الزجاجي الشفاف – متحف اللوفر باريس.
*المصدر الباحث، Derek Phillips, (2000) "Lighting Modern Buildings". P.209.*

**د- تزويد المباني بمستويات مناسبة من التهوية الطبيعية**

- ضمان تحقيق أنظمة التهوية والتبريد لمعايير جودة البيئة الداخلية Indoor Air Quality، والتي تنظمها الهيئات الدولية للتوحيد القياسي، مثال المواصفات القياسية للجمعية الأمريكية لمهندسي التكييف والتبريد ASHRAE Standard.
- إعداد برامج الإدارة البيئية لمعايير سلامة مكونات أنظمة التهوية و حمايتها من التلوث أثناء مرحلة التنفيذ.

- تأمين البيئة الداخلية من الملوثات المؤثرة علي الصحة العامة للمستعملين، كالبكتريا والفطريات التي قد تنتشر من خلال الهواء الداخلي و تساعد علي انتشار الأمراض بين مستخدمي المباني. من خلال رفع كفاءة أنظمة التبريد والتكييف H AC.

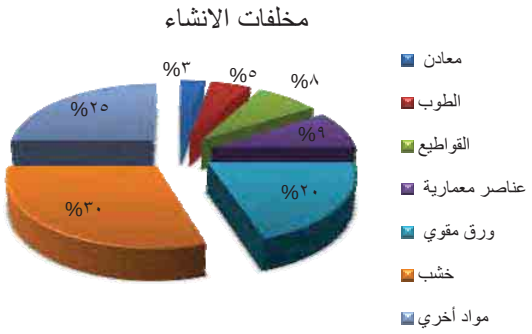
شكل (١-٣٥) يوضح كيفية عمل أنظمة التهوية و التدفئة بمبني مدرسة توماس ويلز - الولايات المتحدة.

*Source:http://archrecord.construction.com/schools/071213.asp, accessed (1/12/2008).*

## (٦/١/٢/١) إدارة المخلفات Waste Management

أصبحت قضية المخلفات والفضلات التي تنتج عن الأنشطة العمرانية تفوق بكثير قدرات البيئة الطبيعية في معالجتها وإعادة تدويرها في ظل تزايد مستمر لمعدلات الاستهلاك والنمو السكاني المخيف للمستوطنات الحضرية . والخطير في الأمر انه كلما ازداد نمو الاقتصاد العالمي زادت الأنشطة العمرانية المختلفة. ينتج عن ذلك تزايد في معدلات استهلاك الموارد ومن ثم إنتاج المخلفات فيزداد العجز عن إيجاد طرق أمنه للتخلص من المخلفات. حيث تنتج عمليات البناء والتشغيل والتصنيع و الهدم آلاف الأطنان من المخلفات سنويا ، وفي الولايات المتحدة الأمريكية تصل نسبة المخلفات الإنشائية إلي ٣٠ من إجمالي المخلفات الصلبة ، والتي تقدر بنحو ١٣٦ مليون طن من مخلفات البناء و الهدم سنويا.[١]

و تهدف مبادئ الاستدامة في البناء إلي تحقيق الاستفادة القصوى من المخلفات الصلبة وابتكار الأساليب التي تجعل استخدام المواد الأولية في دائرة مغلقة، وذلك بترشيد استخدام المواد إثناء عمليات الإنتاج والتنفيذ و لا ينتهي استخدام المواد والمنتجات بانتهاء عمر المبني بل يمكن إعادة استخدامها مرة أخري علي صورتها أو استخدامها كمواد أولية تدخل في عمليات التدوير لإنتاج مواد أخري مختلفة.

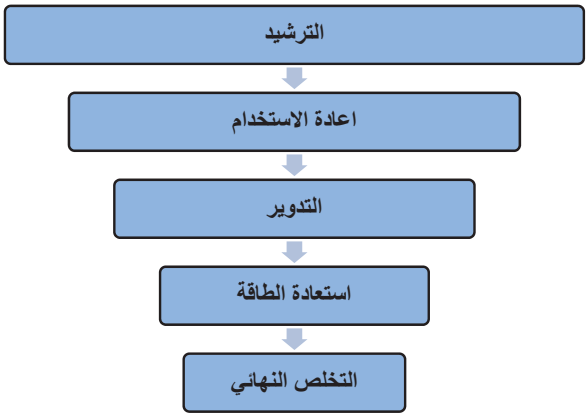



شكل (١-٣٦) تصنيف المخلفات الناتجة عن الإنشاء – الولايات المتحدة
*المصدر بتصرف http://finehomebuilding.taunton.com /item/6814/Accessed (1/7/2008)*

- **استراتيجيات تحقيق إدارة المخلفات :**

تعتمد استراتيجيات تحقيق إدارة المخلفات علي تطبيق مبادئ الاستدامة من الترشيد و إعادة الاستخدام و التدوير والتخلص النهائي باستعادة الطاقة أو بالدفن كما بالشكل (١- ٣٧) ، والتي يتم توضحيها من خلال النقاط التالية

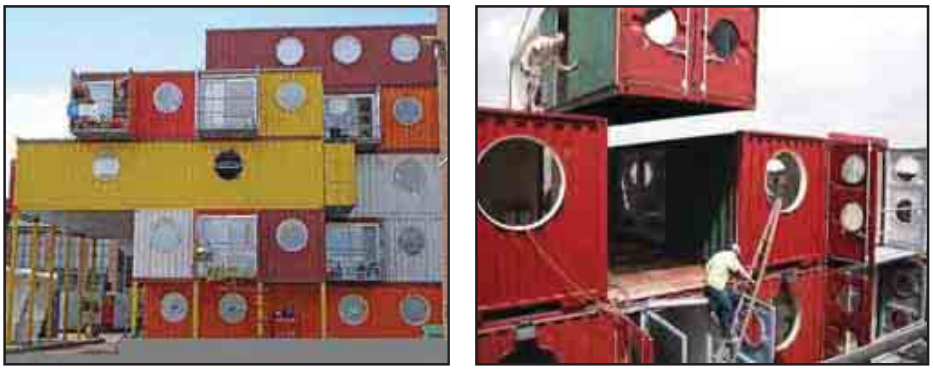
-National Institute of Building Sciences ( ) Whole Building Design guide site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).




شكل (١-٣٧) الأفضلية البيئية في اختيار استراتيجيات إدارة المخلفات الصلبة
المصدر *http://www.less-online.com/services/2-the-waste-hierarchy, Accessed (1/12/2008)*

### أ- **الترشيد في الاستهلاك** Reduce

- تهيئة البيئات العمرانية لفكرة الإدارة السليمة للمخلفات من خلال نظم تنفيذ مناسبة. شكل (١-٣٨).
- تقليل حجم المخلفات الناتجة عن عمليات التشييد والتصنيع من خلال ترشيد عمليات الاستهلاك أصلا.



شكل (١-٣٨) إعادة استخدام مخلفات حاويات نقل البضائع كوحدات سكنية Container City بلندن
المصدر *http://www.containercity.com/container-city-one.html, Accessed (1/12/2008)*

### ب- **إعادة الاستخدام** Reuse

- إعادة تأهيل المباني القائمة لاستغلالها في أغراض أخري كبديل عن هدمها .

- الاتجاه نحو تفكيك المباني و مواد البناء بدلا من الهدم وإعادة استخدامها مرة أخري.
- الاتجاه نحو استخدام المواد المعاد تدويرها ولاسيما في أنشطة التغليف والتعبئة علي سبيل المثال.
- إعادة استخدام مواد البناء الناتجة عن مخلفات البناء و المخلفات الصناعية.

### ج- **إعادة التدوير** Recycle

تدوير المخلفات الصلبة الناتجة عن عمليات التصنيع Postindustrial والمخلفات الناتجة عن عمليات الاستخدام Postconsumer والتي تدخل في عمليات التصنيع كمواد أولية لإنتاج مواد و منتجات بناء جديدة، شكل (١-٣٩).

شكل (١-٣٩) إعادة استخدام المخلفات الزراعية كبالات القش في البناء.
*Source: http://www.buildingwithawareness .com/house2.html, Accessed (1/12/2008)*

### د- **التخلص النهائي** Disposal

تنقسم علميات التخلص النهائي من المخلفات الصلبة التي لا تصلح للتدوير وإعادة الاستخدام إلي الدفن Landfill أو إدخالها في عمليات استعادة الطاقة Energy Recovery بحرقها في أماكن خاصة كمصدر للطاقة.

## (٢/٢/١) أنظمة تقييم العمارة المستدامة

مع ازدياد الوعي بأهمية العمارة المستدامة في تحقيق الأهداف التنموية المختلفة الاقتصادية و البيئية والاجتماعية ، والتي ركزت علي التأثير البيئي طويل المدى أثناء فترة عمر المبني الكاملة ، فقد ظهرت العديد من الأنظمة التي تضع معايير تقييم العمارة المستدامة وترسم ملامح المباني و الاشتراطات الواجب توافرها و التي تهدف إلي توثيق التنمية المستدامة وتحقيق أهدافها.

تتنوع أشكال و مستويات أنظمة تقييم البناء المستدام فمنها الأنظمة الشمولية Holistic و التي تحقق مجموعة من الأهداف، ومنها المتخصصة و التي تقوم بإلقاء الضوء و التأكيد علي أحد الاعتبارات البيئية، وهي شاملة Comprehensive تقدم شكل واحد يمكن تطبيقه علي كل أنواع المباني وهي أيضا متخصصة Sector Specific تقدم مدخل متخصص دقيق لمباني ذات استخدام محدد.

تهدف تلك البرامج و الأنظمة إلي تحقيق العديد من الأهداف البيئية مثل إدارة الطاقة و المياه و المواد و الموقع وجودة البيئة الداخلية، حيث تضع معظم برامج ومنظومات التقييم الخطوط العامة للأهداف و أساليب تحقيقها طبقا للعوامل البيئية، وتقترح معظم البرامج طرق مختلفة لتحقيق الأهداف الموضوعة مسبقا، ولأن القضايا البيئية معقدة نسبيا ومترابطة، لذلك فإذا ما قامت أحد المنظومات بوضع المنهج فإنها تضع بعض المرونة الملازمة للفكرة الأساسية.[١]

وقد اتجهت العديد من الدول المتقدمة إلي وضع معايير بناء جديدة تتوافق مع البيئة وتضع مجموعة من الاشتراطات والمتطلبات اللازمة لتحقيق عمارة مستدامة خضراء ، وقد تعددت أنظمة وبرامج البناء المستدامة الدولية والعالمية ومنها

١. نظام تقييم المباني المستدامة – الولايات المتحدة الأمريكية "Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System (LEED$^{TM}$)"
٢. نظام تقييم المباني المستدامة – المملكة البريطانية " The Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM)"
٣. نظام تقييم المباني الخضراء الدولية – الولايات المتحدة " Green Globes- Building Environmental Assessments"
٤. نظام تقييم المباني المستدامة – كندا " Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC)"
٥. نظام تقييم المباني المستدامة – اليابان " The apan Sustainable Building Consortium ( SBC)"

- Spiegel R. Meado s D. ( ). "Green Building Materials A Guide to Product Selection and Specification". Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

٦. نظام تقييم المباني المستدامة – الصين " The National Resource Defense Council (NRDC)"
٧. نظام تقييم المباني المستدامة – هونج كونج " The Hong ong Building Environmental Assessment Method (H -BEAM)"
٨. مجلس أبو ظبي للتخطيط العمراني – استدامة "Estidama Abu Dhabi" .
٩. المجلس السعودي للمباني الخضراء " The Saudi Green Building Council".
١٠. المجلس المصري للمباني الخضراء " The Egyptian Green Building Council".

بالإضافة إلي عدد كبير من الأنظمة القومية و الدولية الأخرى التي تضع المعايير لتقييم المباني المستدامة وتقوم الدراسة بإلقاء الضوء علي بعض الأنظمة الدولية كنظام تقييم المباني المستدامة بالولايات المتحدة الأمريكية LEED ، و نظام التقييم الوطني بالمملكة المتحدة البريطانية BREEAM ونظام التقييم الدولي Green Globes وذلك لشمولية تلك البرامج والمعايير التي تقوم بتقييم المباني المستدامة. بالإضافة إلي اعتماد عدد كبير من الدول الأخرى هذه الأنظمة كأنظمة بناء مستدامة.

## (١/٢/٢/١) نظام تقييم المباني المستدامة – الولايات المتحدة LEED

تم تطوير هذا النظام بواسطة المجلس الأمريكي للبناء الأخضر SGBC وهي هيئة تطوعية غير حكومية تهدف لتطوير أنظمة التوحيد القياسي ومعايير كفاءة المباني المستدامة ، يقدم نظام التقييم LEED منهج كامل لتقييم كفاءة المباني و التي تحقق أهداف الاستدامة و بعض المعايير القياسية الدولية، حيث يشمل التقييم استراتيجيات تخطيط الموقع و ترشيد استهلاك المياه و كفاءة الطاقة و اختيار المواد و جودة البيئة الداخلية.[١]

أصدرت هيئة تقييم المباني المستدامة LEED عدة إصدارات متخصصة لتقييم كفاءة بعض أنواع المباني، شكل (١-٤٠) وهي كالتالي

- الإنشاءات الجديدة و تجديدات المباني LEED-NC
- عمليات البناء القائمة LEED-EB
- الفراغات الداخلية للمراكز التجارية LEED-CI
- المباني القشرية LEED-CS
- المباني السكنية LEED-H
- تنمية الأحياء السكنية LEED-ND

حقق نظام LEED العديد من الانجازات المتمثلة في نشر الوعي في مجال البناء المستدام ، تقديم نظام شامل لتقييم المشروعات، منح شهادات التفويض المتخصصة و التدريب علي استراتيجيات المباني المستدامة إلي جانب توفير المراجع التطبيقية.

---

- Spiegel R. Meado s D. ( ). "Green Building Materials A Guide to Product Selection and Specification". Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

شكل (١-٤٠) الإصدارات المتخصصة لتقييم المباني المستدامة نظام التقييمLEED

*المصدر "USGBC.(2005), "LEED-NC Green Building Ration System*

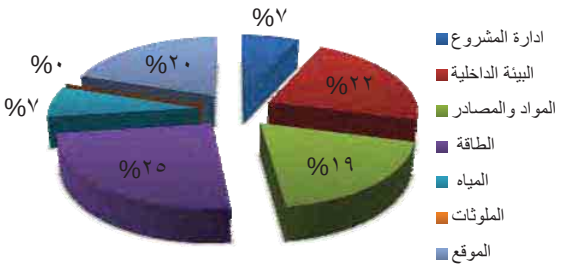
يهدف نظام تقييم المباني المستدامة LEED إلي خلق مباني أكثر استدامة ذات كفاءة عالية و أداء اقتصادي أفضل ، ويتم تقييم المباني من خلال قائمة بسيطة Chec list تحتوي علي مجموعة من المعايير المستخدمة في الحكم علي مدي التزام المبني بضوابط و اشتراطات تحقيق الاستدامة ، ووفقا لهذه المعايير يتم منح المبني مجموعة من النقاط طبقا لتحقيقه للاستدامة في الجوانب المختلفة ، مثلا كفاءة استهلاك الطاقة في المبني يمنح في حدود (١٧ نقطة) ، كفاءة المياه في حدود (٥ نقاط) ، وكفاءة المصادر واستدامة المواد تمنح المبني ( ١٣ نقطة) ، حيث يتم اكتساب النقاط طبقا للجدول (١-١).

جدول (١-١) معايير تقييم المباني المستخدمة بنظام LEED – NC

*المصدر "Charles J. Kibert, (2008), Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery"*

| | التصنيف | النقاط القصوى |
|---|---|---|
| ١ | استدامة الموقع | ١٤ |
| ٢ | كفاءة المياه | ٥ |
| ٣ | الطاقة و الجو | ١٧ |
| ٤ | المواد و المصادر | ١٣ |
| ٥ | جودة البيئة الداخلية | ١٥ |
| ٦ | عمليات التصميم و الإبداع | ٥ |
| | **إجمالي النقاط الممكنة** | **٦٩** |

يمكن تحقيق النقاط الإضافية بتزويد المبني بأنظمة مراقبة غاز ثاني أكسيد و مولدات الطاقة المتجددة و بعد تقدير النقاط لكل جانب من قبل اللجنة المعنية يتم احتساب مجموع النقاط الذي يعكس تقدير شهادة الصلاحية التي تمنحها الهيئة LEED بفئاتها الأربعة البلاتيني و الذهبي و الفضي و الإجازة Certified ، كما هو موضح بالجدول (١-٢) .




شكل (١-٤١) نظام تقييم المباني المستدامة LEED – الولايات المتحدة

*المصدر بتصرف Charles J. Kibert, (2008), " Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery", P.58.*

يحصل المبني الذي يحقق مجموع نقاط يبلغ (٣٩ نقطة) من أصل ٦٩ نقطة ممكنة علي الشهادة الذهبية و هذا التصنيف يعني أن المبني يخفض التأثيرات علي البيئة بنسبة ٥٠ علي الأقل مقارنة بمبني تقليدي مماثل له، بينما المبني الذي يحقق التصنيف البلاتيني فيعني أن المبني يحقق خفض في التأثيرات البيئية بنسبة ٧٠ علي الأقل مقارنة بمبني تقليدي مماثل. [١]

جدول (١-٢) تصنيف المباني المستدامة طبقا لنظام LEED-NC

المصدر " ( ) Charles . ibert Sustainable Construction Green Building Design and Delivery" P. .

**النقاط المطلوبة لنظام التقييم LEED-NC**

| نظام التقييم LEED-NC | النقاط المطلوبة |
|---|---|
| البلاتيني | ٦٩-٥٢ |
| الذهبي | ٥١-٣٩ |
| الفضي | ٣٨-٣٣ |
| إجازة | ٣٢-٢٦ |
| بلا تقييم | ٢٥ أو أقل |

بينما تسعي العديد من الدول إلي اعتماد نظام التقييم الدولي LEED محلياً و التوافق مع معايير التقييم الخاصة به، نجد عدد من المشروعات الدولية تقدمت للحصول علي اعتماد نظام التقييم LEED في أكثر من٤١ دولة تشمل الولايات المتحدة و كندا و المكسيك والبرازيل والهند وغيرها، وتم البدء في تطبيق هذا النظام عام ٢٠٠٠.

- Charles . ibert ( ) " Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P.

## (٢/٢/٢/١) نظام تقييم المباني المستدامة – المملكة البريطانية BREEAM

تم تصميم البرنامج بواسطة هيئة أبحاث المباني البريطانية The Building Research Establishment في عام ١٩٨٨، ويهدف إلي تقييم الكفاءة البيئية لكلا من المباني القائمة و المباني الحديثة ، وقد تم إقرار استخدام نظام التقييم BREEAM في كلا من كندا والعديد من الدول الأوربية والأسيوية ، ويمكن استخدامها بواسطة كلا من المالك والمستخدمين و فريق التصميم لمراجعة وتحسين الكفاءة البيئية للمبني من خلال أسلوب تقييم دورة الحياة LCA.

تم منح شهادات الصلاحية طبقا لنظام التقييم BREEAM و الذي تم اعتماده لدي المنظمات الحكومية، لما يقرب من ١٠٠ ٠٠٠ مبني داخل المملكة البريطانية بينما ينتظر أكثر من ٧٠٠ ٠٠٠ مبني أخر، و يوجد عدة إصدارات متخصصة من نظام التقييم BREEAM لتشمل أنواع المباني المختلفة كتالي [١]

- مباني المحاكم BREEAM Courts
- المباني السكنية BREEAM Eco-Homes
- المباني الصناعية BREEAM Industrial
- مباني المكاتب BREEAM Offices
- مباني الرعاية الصحية BREEAM HealthCare
- مباني السجون BREEAM Prisons
- المباني التجارية BREEAM Retails
- المباني التعليمية BREEAM Education

بالإضافة إلي عدد من الإصدارات المختلفة للمباني المتخصصة كما يمكن استخدام الإصدار "BREEAM Bespo e" لأنواع المباني الأقل شيوعا و كذلك يمكن تقييم المباني خارج المملكة البريطانية باستخدام الإصدار الدولي " BREEAM International".

يهدف نظام تقييم المباني المستدامة "BREEAM" إلي تقييم الأثر البيئي للمباني من خلال تقييم مجموعة من المعايير المرتبطة بالمباني كالتالي [٢]

- Building Research Establishment ( ) " BREEAM BRE Environmental Assessment Method " site http // .breeam.org Accessed ( / / ).
- Charles . ibert ( ) " Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

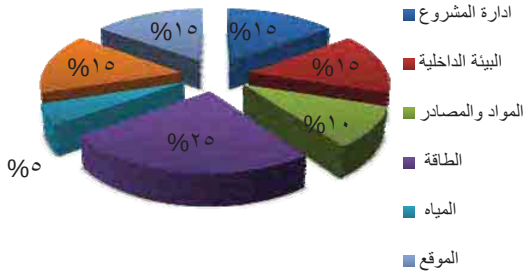
- كفـاءة الإدارة "Management Performance"، السياسـة العامـة لإدارة المشروع.
- اسـتخدام الطاقـة"se Energy"، طاقـة التشـغيل و قضـايا انبعاثـات أكاسـيد الكربون CO.
- الصحة والرفاهية "ell-being Health"، قضايا البيئة الداخلية و الخارجية التي تؤثر علي الصحة.
- التلوث"Pollution"، قضايا تلوث المياه و الماء.
- النقل"Transport"، انبعاثات أكاسيد الكربون المرتبطة و الاعتبارات الخاصة بالموقع .
- استخدامات الأراضـي"se Land"، واعتبـارات الموقع الخاصـة بالمشروع و تنسيق الموقع.
- الأنظمـة الايكولوجيـة"Ecology" ، و تشـمل عوامـل الحفـاظ عـل البيئـة الايكولوجية و تحسين الموقع.
- المـواد"Materials "، التـأثيرات البيئيـة لمـواد البنـاء و تتضـمن تـأثيرات دورة الحياة.
- المياه"Water "، استهلاك المياه وكفاءة استخدامها.

ويـتم تقيـيم المبـاني باسـتخدام القـوائم Chec list ، كمـا هـو مسـتخدم مـع نظـام التقييم LEED ، حيث تحتوي علي مجموعة من المعايير المستخدمة في الحكم علي مدي التزام تحقيق معايير الاستدامة التي يحددها النظام ، ووفقا لهذه المعايير يتم منح المبني مجموعة من النقاط طبقا لتحقيقه للاستدامة في الجوانب المختلفة ويتم تصنيف المبني من حيث مجموع النقاط التي يحصل عليها إلي أربع فئات ؛ ممتاز ، جيد جدا ، جيد ، ومقبول .[1]

جـدول (١-٣) تصـنيف المبـاني المستدامة طبقا لنظام BREEAM .
المصـدر بتصـرف http // .breeam.org Accessed ( / / ).

| النقاط المطلوبة لنظام التقييم BREEAM | |
|---|---|
| نظام التقييم BREEAM | النقاط المطلوبة |
| امتياز | ٧٠ |
| جيد جدا | ٥٥ |
| جيد | ٤٠ |
| مقبول | ٢٥ |
| بلا تقييم | ٢٤ أو أقل |

- Building Research Establishment ( ) " BREEAM BRE Environmental Assessment Method " site http // .breeam.org Accessed ( / / ).




شكل (١-٤٢) معايير التقييم بنظام تقييم المباني المستدامة BREEAM – المملكة المتحدة.
*المصدر بتصرف http://www.breeam.org, Accessed (1/07/2008).*

يعطي نظام التقييم BREEAM مجموعة من المميزات من أهمها المساهمة في تحقيق الكفاءة في مرحلة التشغيل مع التوفير في التكاليف، والوقوف علي مدي كفاءة المبني بتوفير المعلومات الكاملة عنه ومدي كفاءته ومرونته، ولكن يعيب هذا النظام عدم منح إرشادات في كيفية تحقيق الترشيد في استهلاك الطاقة بالمبني. [١]

جدول (١-٤) توزيع النقاط بنظام تقييم المباني المستدامة BREEAM – المملكة المتحدة.
المصدر بتصرف http // .breeam.org (Accessed / / ).

| | التصنيف | النقاط |
|---|---|---|
| ١ | إدارة المشروع | ١٥ |
| ٢ | استدامة الموقع | ١٥ |
| ٣ | الطاقة | ٢٥ |
| ٤ | كفاءة المياه | ٥ |
| ٥ | المواد و المصادر و المخلفات الصلبة | ١٠ |
| ٦ | جودة البيئة الداخلية | ١٥ |
| ٧ | الإنبعاثات والملوثات | ١٥ |
| | إجمالي النسب المئوية | ١٠٠ |

وقد أصدرت هيئة أبحاث المباني البريطانية The Building Research Establishment دليل لتوصيف المباني المستدامة و يحتوي علي أكثر من ٢٥٠ مواصفة إنشائية و يتضمن الدليل أيضا متطلبات المباني المستدامة و كيفية تحليل دورة الحياة LCA وبعض الموضوعات البيئية. [٢]

- Rough Guide ( ) "Green Room BREEAM is building a reputation in sustainable construction " Report Site .hvnplus.co.u Accessed ( / / ).
- Building Research Establishment ( ) " BREEAM BRE Environmental Assessment Method " site http // .breeam.org Accessed ( / / ).

## (٣/٢/٢/١) نظام تقييم المباني الخضراء الدولي reen lobes

يعد نظام تقييم المباني الخضراء Green Globes-Building Environmental Assessments أحد برامج التقييم واسعة الانتشار حيث تم تطوير هذا النظام بواسطة مبادرة المباني المستدامة Green Building Initiative لتطبيقها في كندا عام ٢٠٠٤، وقد تم منح حقوق توزيع Green Globes بتوجيه من المعهد الأمريكي للتوحيد القياسي ANSI ، و هو عبارة عن برنامج حاسوبي ذو واجهة تفاعلية ، ذو أهداف تجارية لتقييم المباني المستدامة، ويرشد إلي كيفية إدماج مبادئ الاستدامة في تصميم المباني و يستخدم في تقييم كلا من المباني القائمة و الجديدة، و يسمح لكلا من المصمم و المالك وإدارة المشروع بتقييم المبني والمساهمة في إدماج مبادئ الاستدامة في البناء. [١]

جدول (١-٥) معايير تقييم المباني المستخدمة بنظام "Green Globe"

المصدر " ( ) Charles . ibert Sustainable Construction Green Building Design and Delivery" P. .

| | التصنيف | النقاط |
|---|---|---|
| ١ | إدارة المشروع | ٥٠ |
| ٢ | استدامة الموقع | ١١٥ |
| ٣ | الطاقة | ٣٦٠ |
| ٤ | كفاءة المياه | ١٠٠ |
| ٥ | المواد و المصادر و المخلفات الصلبة | ١٠٠ |
| ٦ | الإنبعاثات و الملوثات | ٧٥ |
| ٧ | جودة البيئة الداخلية | ٢٠٠ |
| | **إجمالي النقاط الممكنة** | **١٠٠٠** |

يستخدم نظام Green Globes في تقييم المباني المستدامة من خلال تقرير علي هيئة استمارة استبيان والتي تسمح للمستخدمين بتحديد خصائص المشروع و هذا التقرير يساعد علي توجيه المشروع خلال كل مرحلة من مراحل التطوير ،و يتم قياس الكفاءة البيئية للمباني من خلال المعايير التالية [٢]

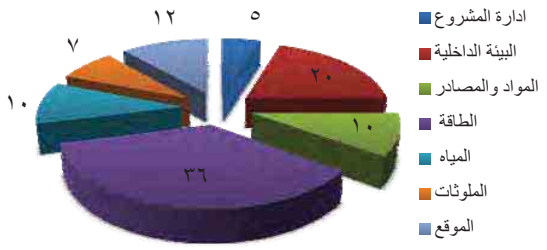
- إدارة المشروع "Pro ect Management".
- اعتبارات الموقع "Site".
- كفاءة الطاقة "Energy".

- Spiegel R. Meado s D. ( ). "Green Building Materials A Guide to Product Selection and Specification". Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

- Green Globes ( ) "The Practical Green Building Rating System" site http // .greenglobes.com accessed ( / / ).

- المياه "Water".
- الموارد "Resources".
- الإنبعاثات أو الملوثات "Emissions".
- جودة البيئة الداخلية "Indoor Environment Quality".

يتم تقييم المباني من خلال قياس معدلات الاستدامة باستخدام نظام اكتساب النقاط، المستخدم في نظام تقييم LEED SGBC s ،حيث يحتوي كل معيار علي بعض الاشتراطات الواجب توافرها ومجموعة من المعايير الممكن تحقيقها ، ويتم تقييم مستوي تحقيق المشروع لمعدلات الاستدامة عند ثلاث مراحل محددة ؛الأولي عند نهاية مرحلة التصميم Schematic Design ، والثانية عند الانتهاء من إعداد مستندات التنفيذ Construction Document ، والأخيرة عند الانتهاء من مراحل تنفيذ المبني Commissioning.[1]




شكل (١-٤٣) نظام تقييم المباني المستدامة الدولي Green Globe – الولايات المتحدة

المصدر: بتصرف Charles . ibert ( ) " Sustainable Construction Green Building Design and Delivery" P. .

بعدها يتم منح المبني شهادة اعتماد المبني كمبني مستدام من نظام Green Globes، بفئاتها الأربع (امتياز – جيد جدا – جيد – مقبول ) طبقا لحصولها علي النقاط كما بالجدول (١-٦) و التي لا تقل عن ٣٥ من مجموع (١٠٠٠نقطة) والتي حققها المبني بالفعل، في نهاية المراحل الثلاث و تقييمها و التأكد من تحقيقها للاشتراطات المحددة.

جدول (١-٦) تصنيف المباني المستدامة طبقا لنظام Green Globe

المصدر Charles . ibert ( ) " Sustainable Construction Green Building Design and Delivery" P. .

| النقاط المطلوبة لنظام التقييم lobe reen | |
|---|---|
| نظام التقييم Green Globe | النسبة المطلوبة |
| امتياز | ١٠٠-٨٥ |
| جيد جدا | ٨٤ -٧٠ |
| جيد | ٦٩-٥٥ |
| مقبول | ٥٤ -٣٥ |
| بلا تقييم - | ٣٤ أو أقل |

[1] - GBI ( ) "Green Globes Tool" Site http // .thegbi.org/ Accessed ( / / ).

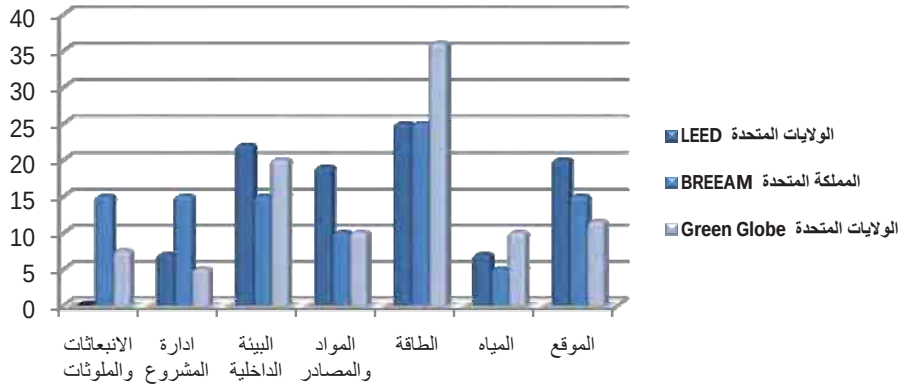
## (٤/٢/٢/١) مقارنة بين أنظمة تقييم المباني المستدامة

تزداد أهمية أنظمة وبرامج التقييم بمرور الوقت ومع ازدياد الوعي بأهمية التوجه نحو المباني المستدامة ، وظهور الحاجة إلي وجود أنظمة تقييم المباني المستدامة بمفهومها الشامل التي تضع المعايير و الاشتراطات الواجب توافرها في المباني للحصول علي اعتماد تلك الأنظمة لها كمباني مستدامة.

| | إدارة الموقع | الملوثات | كفاءة المياه | كفاءة الطاقة | المواد والمصادر | جودة البيئة الداخلية | إدارة المشروع | إجمالي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نظام تقييم الولايات المتحدة LEED | | | | | | | | |
| نظام تقييم المملكة المتحدة BREEM | | | | | | | | |
| نظام التقييم الدولي Green Globe | . | . | | | | | | |

جدول (١- ٧) مقارنة بين الأهمية النسبية لنقاط التقييم في الأنظمة المختلفة
المصدر الباحث (٢٠٠٩)

من خلال دراسة بعض أنظمة تقييم المباني المستدامة نجد أن هذه الأنظمة تتفق في مجموعة من المعايير الأساسية الواجب توافرها في المباني التي تتصف بالاستدامة و تجعلها شرط لاعتمادها لدي أنظمتها، وقد حددت معايير الكفاءة للمصادر المختلفة كالطاقة والمياه والمواد وإدارة الموقع بالإضافة إلي جودة البيئة الداخلية و الكفاءة في إدارة المشروع و تقليل الإنبعاثات الملوثة للبيئة، بينما تتباين في توزيع النقاط المكتسبة تبعا لأهمية كل معيار وباختلاف النظام المستخدم كما في الجدول (١-٧).




شكل (١-٤٤) مقارنة بين الأهمية النسبية لمعايير التقييم و نسبتها في الأنظمة المختلفة
المصدر الباحث (٢٠٠٩)

# خلاصة الباب الأول

تناولت الدراسة في هذا الباب العمارة المستدامة كأحد الاتجاهات المعمارية التي تهتم بالعلاقة بين المبني والبيئة المحيطة والقضايا البيئية، والتأكيد علي مفاهيم التنمية المستدامة و العمارة المستدامة كجزء من منظومة التنمية وإنها ترتكز علي مجموعة من المبادئ، والتي يمكن إيجازها في النقاط التالية

- شهدت المنظومة البيئية في مصر والعالم عدد من التغيرات التي شملت التغيرات المناخية وقضايا التلوث واستنزاف الموارد الطبيعية و استهلاك شره لمصادر الطاقة الغير متجددة و فقد التنوع البيولوجي والتأثير علي صحة الإنسان.

- ظهرت الحاجة إلي ابتكار أساليب جديدة للبناء وتطوير الأساليب التقليدية بما يتوافق مع البيئة ويحافظ عليها ويحمي مواردها ويحقق راحة الإنسان واحتياجاته الأساسية.

- عرفت العمارة المستدامة بأنها عملية شمولية تهدف إلي دعم و استرجاع التجانس بين البيئة المشيدة و البيئة المبنية و خلق مستوطنات بشرية تحفظ الكرامة الإنسانية وتشجع علي العدالة ، وهي التي تقابل احتياجات الحاضر دون إغفال حق الأجيال القادمة لمقابلة احتياجاتهم أيضا.

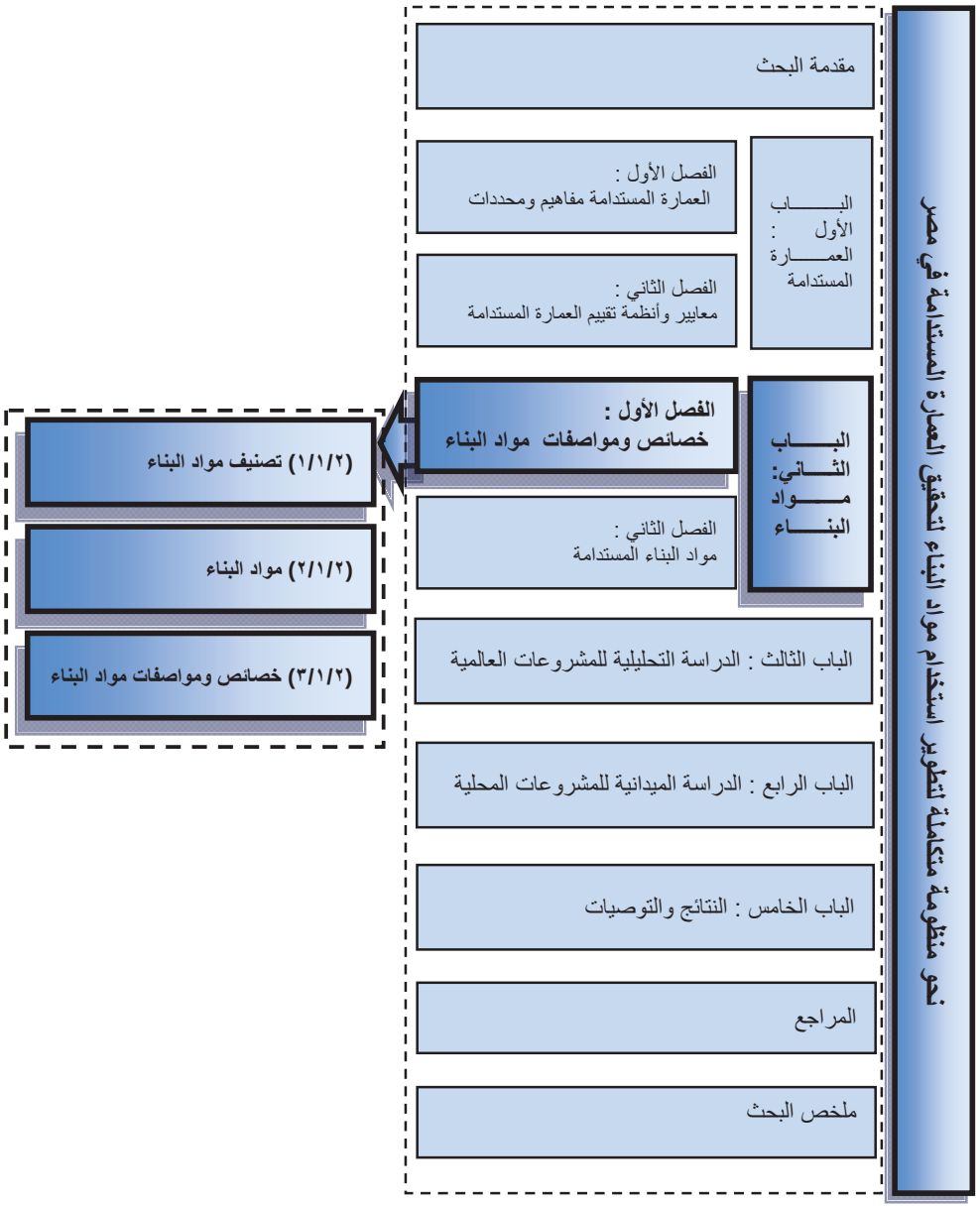
- ترتكز العمارة المستدامة علي مجموعة من المبادئ تتضمن الترشيد في استهلاك المواد والمصادر، وإعادة استخدامها، واستخدام المصادر القابلة للتدوير، وحماية البيئة والتركيز علي الجودة ، وقد حددت المصادر بأنها استغلال الأراضي ومواد البناء و المياه و الطاقة و جودة البيئة الداخلية بالإضافة إلي الأنظمة الايكولوجية.

- تكتمل منظومة العمارة المستدامة بتطبيق تلك المبادئ أثناء تقييم المكونات و المصادر خلال دورة حياة المبني الكاملة والتي تشمل مراحل التصميم والإنشاء والإشغال والتشغيل و حتى مرحلة التخلص النهائي والتي تشير إلي تفكيك المبني بدلا من هدمة.

ثم تناولت الدراسة معايير تحقيق العمارة المستدامة والاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق مستويات عالية من الكفاءة في ترشيد استخدام مصادر الطاقة والمياه والمواد والاستخدام الأمثل للأراضي وتنسيق الموقع وتحقيق جودة البيئة الداخلية وتقليل التأثير السلبي للمباني خلال دورة حياتها الكاملة.

- ***اعتبارات الموقع***، تتحقق استدامة الموقع بتوظيف الاستراتيجيات التي تحقق التكامل بين المبني و البيئة المحيطة والتوافق من خلال عناصر تنسيق الموقع، تعمل علي تقليل التأثير السلبي علي الأنظمة الايكولوجية بالإضافة إلي استخدام وسائل النقل الصديقة للبيئة.
- ***كفاءة الطاقة***، تتحقق بتوظيف الاستراتيجيات التي تحقق الترشيد في استهلاك الطاقة خلال دورة حياة المبني الكاملة وخاصة في مرحلة التشغيل ، وتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالب، و توظيف مصادر الطاقة المتجددة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية و الكتلة الحيوية و تحقيق كفاءة استخدام الطاقة المستخدمة في أنظمة الإضاءة والتدفئة والتبريد.
- ***كفاءة المواد***، تتحقق كفاءة مواد البناء من خلال تطبيق استراتيجيات الاستدامة والتي تسعي إلي ترشيد استهلاك مواد البناء وإعادة استخدامها وتشجيع استخدام المواد ذات المحتوي معاد التدوير والقابلة لإعادة التدوير، وإعادة استخدام المباني ومكوناتها بعد انتهاء فترة الاستخدام وكذلك استخدام المواد المحلية الآمنة والتي تحافظ علي جودة الهواء الداخلي للمباني.
- ***كفاءة المياه***، تتحقق كفاءة المياه في المباني بتطبيق مبادئ الاستدامة بالترشيد في استهلاك المياه بتوظيف الأجهزة و التوصيلات الصحية التي تحافظ علي المياه علي سبيل المثال، مع مراعاة الحفاظ علي جودة المياه بالإضافة إلي إدماج أساليب تدوير المياه وإعادة استخدامها.
- ***جودة البيئة الداخلية***، تتحقق جودة الهواء والبيئة الداخلية بتطبيق الاستراتيجيات المختلفة التي تحافظ علي جودة الهواء الداخلي وتجنب استخدام مواد البناء والتشطيب الداخلي السامة والتي تصدر انبعاثات ضارة، وتوفير مستويات عالية من التهوية والإضاءة الطبيعية و تحقيق مستويات الراحة النفسية والفسيولوجية للمستخدمين.
- ***إدارة المخلفات***، يتم تطبيق استراتيجيات إدارة مخلفات البناء مرتبة طبقا للأولوية البيئية بالترشيد و إعادة الاستخدام والتدوير ثم التخلص النهائي باستعادة الطاقة أو بالدفن.

كما استعرضت الدراسة أنظمة تقييم العمارة المستدامة والتي تضع المعايير والاشتراطات الواجب توافرها في المباني المستدامة ، و قد أظهرت الدراسة أهمية بعض أنظمة التقييم الشاملة كنظام تقييم المباني المستدامة بالولايات المتحدة الأمريكية LEED ، ونظام التقييم الوطني بالمملكة المتحدة البريطانية BREEAM ونظام التقييم الدولي Green Globes، والتي اعتمدت علي تقييم مجموعة من الأهداف البيئية والتي تشمل تحقيق الإدارة الشاملة للمشروع ومدي كفاءة المصادر المختلفة من الطاقة والمواد و المياه وجودة البيئة الداخلية.


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
(١/١/٢) تصنيف مواد البناء
(٢/١/٢) مواد البناء
(٣/١/٢) خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## تمهيـــد

تتناول الدراسة في هذا الباب مفاهيم مواد البناء وخصائصها والقضايا البيئية المتعلقة باستخدامها، حيث يتناول الفصل الأول التعرف علي مواد البناء المعاصرة وتطور استخدامها وخصائصها الطبيعية التي تؤثر علي اختيارها، وتصنيفها إلي مجموعات رئيسية. ثم يتناول الفصل الثاني دراسة مفهوم مواد البناء المستدامة و التعرف علي دورة حياتها خلال مراحل الاستخدام المختلفة، والقضايا البيئية المرتبطة بها، و التعرف علي الخصائص الهامة عند اختيار مواد البناء المستدامة والمقارنة فيما بينها.

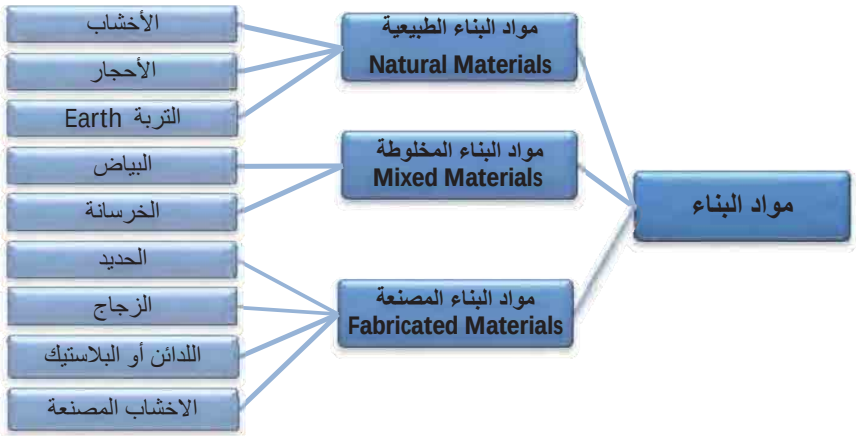
## (١/١/٢) تصنيف مواد البناء

يتم تصنيف مواد البناء بطرق مختلفة تشمل تصنيف مواد البناء من حيث الغرض من الاستخدام و التطبيق و خصائصها الفيزيائية والطبيعية و تبعا لاستخدامها في تكوين أنظمة المبني، ومن بين تلك التصنيفات نذكر ما يلي

### (١/١/١/٢) تصنيف مواد البناء من حيث طبيعة المادة:

تنقسم مواد البناء من حيث طبيعة المادة إلي مواد طبيعية و مواد مخلوطة ومواد مصنعة، شكل (٢-١). [١]

- المواد الطبيعية "Natural Materials" مثل ( الأحجار – المواد العضوية كالأخشاب – البناء بالتربة )
- المواد المخلوطة "Mixed Materials" مثل (الخرسانة – البياض )
- المواد المصنعة "Fabricated Materials" مثل ( المعادن – اللدائن – الحراريات و السيراميكات – المواد المركبة ).



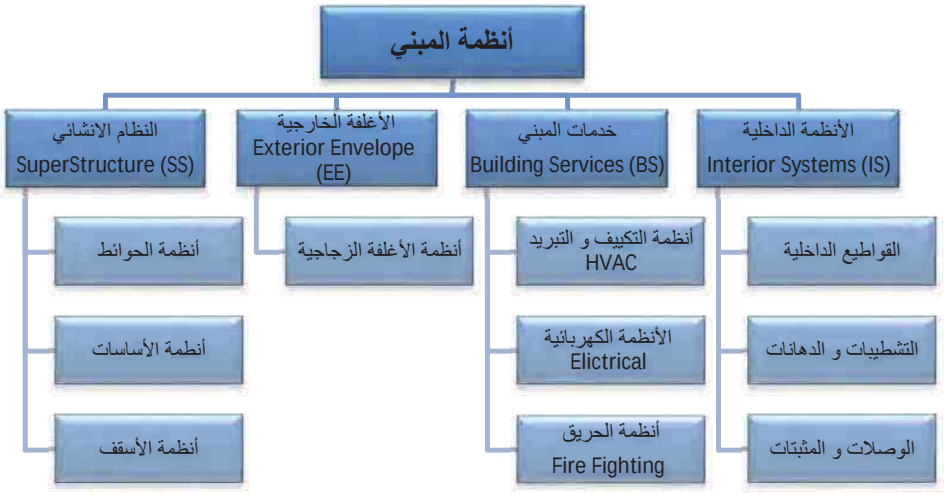

شكل (٢-١) تصنيف مواد البناء المعاصرة من حيث طبيعة المواد.

*المصدر بتصرف من علي رأفت، (٢٠٠٣)، الإبداع الفني في العمار، ص٢٤٨ .*

[١] - **علي رأفت**. (٢٠٠٣)، *" موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة "* ، ص ٢٤٨.

## (٢/١/١/٢) تصنيف مواد البناء من حيث أنظمة المبني

تدخل مواد البناء في تشكيل المبني بصفة عامة وفي تكوين أنظمة المبني المختلفة من أنظمة إنشائية تشكل الهيكل الأساسي للمبني، و أنظمة الغلاف الخارجي التي تحمي المبني من العوامل الخارجية، وأنظمة الخدمات المختلفة وكذلك الأنظمة الداخلية. كما بالشكل (٢-٢).




شكل (٢-٢) تصنيف مواد البناء المستخدمة في إنشاء المباني

المصدر *Fernandez, J. (2006), " Material Architecture",P.82.*

- النظام الإنشائي "Superstructure"، وهي تشكل الهيكل الأساسي للمبني من أساسات و أعمدة و أسقف و حوائط إنشائية.
- أنظمة الغلاف الخارجي "Exterior Envelope" ، تشمل الحوائط و الأغلفة الخارجية و مواد الحماية من العوامل الجوية.
- أنظمة الخدمات "Building Services"، و تشمل الأنظمة الميكانيكية من تبريد وتكييف والأنظمة الكهربائية و أنظمة مكافحة الحريق وغيرها من الأنظمة الخدمية المكملة للمبني.
- الأنظمة الداخلية "Interior Systems"، من قواطيع داخلية و التشطيبات للحوائط و الأرضيات والأسقف والعناصر الأخرى التي تحدد الفراغات الداخلية.

## (٣/١/١/٢) تصنيف مواد البناء من حيث الخصائص الطبيعية و الفيزيائية

تصنف مواد البناء إلي مجموعات تتشابه فيما بينها من حيث الخصائص الطبيعية و الفيزيائية وهي كالتالي [١]

- المعادن، تنقسم إلي المعادن الحديدية Ferrous مثل( الحديد الصلب و الحديد الطري و السبائك الحديدية ) و المعادن غير الحديدية Nonferrous مثل (النحاس و الألومونيوم و التيتانيوم و الرصاص .. وغيرها في صورتها النقية أو علي هيئة سبائك )
- اللدائن، وهي تنقسم إلي الثرموبلاستيك Thermoplastics و الثرموسيت Thermoset
- السيراميكات أو الحراريات ، وتشمل الخرسانة و الأحجار و الطين المحروق والزجاج و السيراميك.
- المواد الطبيعية ، ومنها الأخشاب و الألياف الطبيعية Natural Fibers و مواد التربة Earth Materials.
- المواد المركبة ،و تشمل المواد المركبة من أكثر من مادة سواء معدنية أو غير معدنية أو البوليمرات وغيرها و منها علي سبيل المثال البوليمرات المسلحة بالألياف الضوئية GFRP- Glass Fibre Reinforced Polymer.

تستعرض الدراسة مواد البناء التي تشكل الهيكل الإنشائي و الأغلفة الخارجية لما لها من أهمية حيث تمثل الغالبية العظمي من إجمالي المواد المستخدمة في إنشاء المبني ، و تمثل المواد الإنشائية و المناخية و السطحية نسبة تتراوح بين (٩٥- ٩٧ ) من المواد المستعملة في عملية البناء [٢]، والتي تشمل كلا من النظام الإنشائي Superstructure والغلاف الخارجي Building Envelope ، وطبقا للبند رقم (١/١/١/٢) و (٢/١/١/٢) يمكن الجمع بين كلا التصنيفين بدراسة مواد البناء التي تشكل الهيكل الإنشائي والغلاف الخارجي معا نظرا لارتباطهما الوثيق و لتداخلهما معا في كثير من الأحيان، وبالاستعانة بتصنيف مواد البناء طبقا لطبيعة المواد يمكننا التعرف علي خصائص مواد البناء الشائعة الاستخدام والتي تساهم في تشكيل المبني وتحقيق أهدافه الوظيفية من عوامل الراحة والأمان وكذلك مراعاته للجوانب البيئية التي يختص البحث بدراستها .

---

- Fernandez, . ( ) *" Material Architecture : Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction "* P. .

- Berge, B. ( ), *" The Ecology of Building Materials", (F. Henley, & H. Liddell,Trans.)* p. xvii.

## (٢/١/٢) مواد البناء "Building Materials"

هي تلك المواد التي يعتمد عليها المعماري في تجسيد مبانيه ، و تعد مواد البناء من العناصر الهامة المؤثرة علي النتاج المعماري في أي عصر من العصور، ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية و زيادة المعرفة بخصائصها وإمكانياتها الإنشائية والمعمارية بجانب العوامل المؤثرة الأخرى كالعوامل السياسية و الاجتماعية والاقتصادية تطورت العمارة عبر الحضارات المختلفة.[١]

ليست كل مواد البناء المعاصرة هي مواد تم ابتكارها و استكشافها في القرن الماضي، ولكنها إما مواد قديمة واكتشفت سابقا واستخدمت في العصور السابقة و لكن حدث تطور كبير في إمكاناتها بشكل جعلها تبدو وكأنها تظهر لأول مرة ، أو مواد جديدة وتم اكتشافها و استخدامها لأول مرة ، وسنعرض لبعض مواد البناء كالتالي [٢]

### (١/٢/١/٢) المواد الطبيعية "Natural Materials"

تعبر عن المواد التي غالبا ما تستخدم علي طبيعتها ولا تتدخل الصناعة في صورتها إلا بتهذيبها، بتقطيعها من مصادرها الطبيعية و معالجتها لتتحمل العوامل الجوية ، وتعد المواد الطبيعية من أكثر المواد ملائمة لما تحمله من خصائص طبيعية وما تنقله للمبني من جمال وإبهار طبيعي ، فالمواد الطبيعية تأتي أساسا من الطبيعة والبيئة المحيطة، ويمكن تقسيم المواد الطبيعية بوجه عام إلي مواد صخرية متمثلة في الأحجار و مواد عضوية متمثلة في الأخشاب الطبيعية بجميع أنواعها [٣] .

١. **الأحجار** Stone

تعتبر الأحجار من أقدم مواد البناء التي عرفها الإنسان ،و توجد في الطبيعة علي هيئات و أشكال وخصائص متعددة مثل الأحجار الجيرية اللينة و الأحجار الصلبة كالبازلت والرخام والجرانيت.

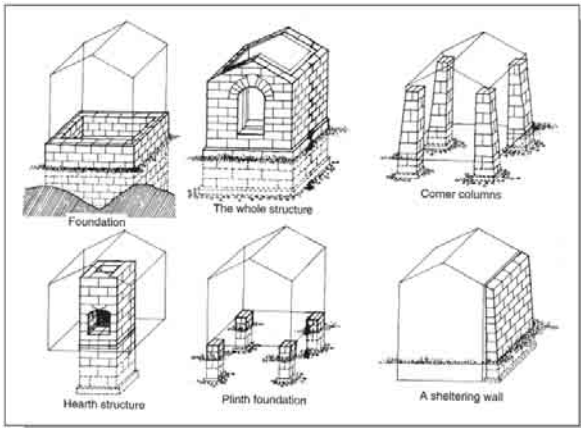
الأحجار في أصل نشأتها تنقسم إلى صخور بركانية وصخور تحولية وصخور رسوبية، وتوجد الأحجار في الطبيعة على أشكال وألوان وخصائص متعددة، فمثلاً توجد الأحجار الجيرية اللينة ، والأحجار الرملية والأحجار الصلبة كالبازلت والرخام

- Fernandez, . *"2006","Material Architecture : Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction"*,P. .

٢ - **نوبي محمد حسن**.(٢٠٠٠)،*" دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين"* ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية .

٣ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،*" موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة"* ، ص ٢٤٨.

والجرانيت. و تتعد استخدامات الأحجار في المباني حيث تستخدم في الأرضيات والحوائط و الكسوات الخارجية والأسقف من خلال القباب و القبوات، الشكل (٢-٣).




شكل (٢-٣) أمثلة توضح استخدام الأحجار كعناصر إنشائية

*Source: Berge, B. (2000)," The Ecology of Building Materials".P.201.*

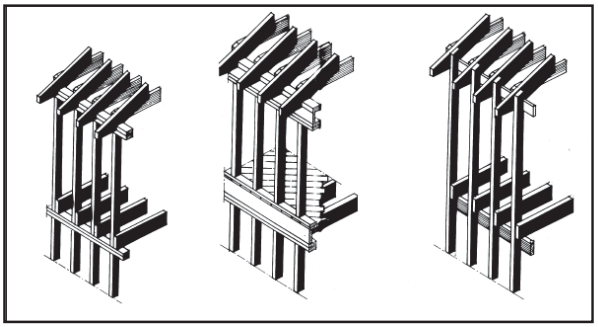
يظهر في الأحجار جمال تداخل أشكال وألوان الحبيبات و التموجات و التعاريق، كما أنها تعبر عن الإبهار الحجمي والزمني للجبال التي هي جزء مقطوع منها. ويتضح الإبهار الحرفي والصناعي في طرق بناء الحائط والقبة والقبو والعقود وما تحمله من زخارف وتركيبات منحوتة ، وفى تقطيع وصقل الرخام والجرانيت وتركيباته ، والتجمعات الزخرفية بين أنواع وألوان متباينة أو متوافقة، شكل (٢-٤).

شكل (٢-٤) استخدام الأحجار في التكسيات الخارجية –مبني سكني للمعماري Ed i Francis
*Source: http://www.modmidmod.com/,Accessed (1/11/2008)*

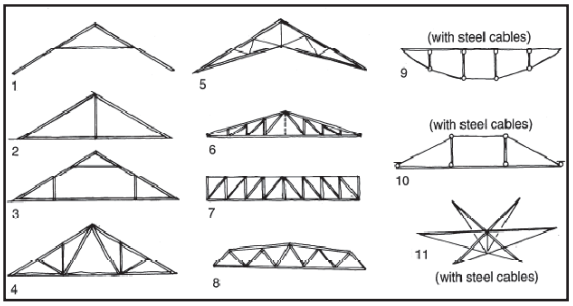
## ٢. الخشب Wood

تعتبر الأخشاب من أقدم المواد التي عرفها الإنسان حيث انتشارها الطبيعي علي سطح الكرة الأرضية، و تنتمي الأخشاب إلي المواد العضوية التي تتميز بأن جميعها وحدة بنائها الخلية وهذه الخلايا تم تنظيمها مع بعضها كوحدة واحدة.

وقد استعمل الإنسان الأول الخشب في صورته الطبيعية في عمل دعامات لمسكنه على شكل جذوع كاملة أو أنصاف جذوع بعد تهذيبها ، والخشب يصنف إلى مجموعتين الأخشاب اللينة Soft ood والأخشاب الصلبة Hard ood، والأولى تنتسب في موقعها إلى الجزء الشمالي من الكرة الأرضية ، أما الأخشاب الصلبة فهي قادمة من الأشجار الدائمة الخضرة والموزعة بكثافة في جميع أنحاء العالم، وقد لعب الخشب دوراً كبيراً في العصور التاريخية المختلفة . وحتى نهاية القرن الثامن عشر كان الخشب هو المادة الوحيدة المتاحة لعمل الجمالونات أو الأجزاء الإنشائية في المباني من دعامات أو كمرات أو عوارض، شكل(٢-٥)، شكل (٢-٦)، شكل (٢-٧).[١]



شكل (٢-٥) الأشكال المختلفة للهياكل الإنشائية الخشبية الحديثة.
*Source: Berge, B. (2000)," The Ecology of Building Materials".P.234.*




شكل (٢-٦) استخدام الأخشاب في تكوين الجمالونات المستخدمة في تغطية الأسقف.
*Source: Berge, B. (2000)," The Ecology of Building Materials".P.235.*

و في القرن العشرين ، تطورت صناعة الأخشاب ليتم التحكم التام في خصائصه من حيث مدى تحمله للحرارة أو الرطوبة أو العوامل المناخية المختلفة ، كما أمكن الحصول على نوعيات معينة من الخشب أكثر صلابة وتماسكا. وفى هذا القرن تم

[١] - Berge, B. ( ) *"The Ecology of Building Materials"* P. .

إجراء العديد من العمليات الكيميائية لمعالجة الخشب وزيادة مقاومته للحشرات والرطوبة والحريق. بعد الاستعانة بالعديد من المواد العازلة ، سواء التي توضع عليه بالرش أو الطلاء أو الغمر في محاليل خاصة.

شكل (٢-٧) استخدام الأخشاب كمادة إنشائية وتشطيب – صالة ألعاب Armstrong Arena.
*Source:http://www.cwc.ca/NR/rdonlyres/, Accessed (22/9/2008).*

مع تقدم التكنولوجيا في صناعة المنتجات الخشبية ، ظهرت الماكينات الحديثة التي تعمل على تطويع الأخشاب وتحويلها من صورتها الطبيعية إلى صورة أخرى لم تكن مطروقة من قبل ، ومنها ماكينات إنتاج ألواح الخشب الأبلكاج أو الكونتر والقشرة ، وماكينات الضغط التي تنتج الخشب الحبيبي و ألواح M.D.F ، والتي تضغط الخشب في عكس اتجاه أليافه لنحصل في النهاية على شكل وملمس مختلفين عن الشكل والملمس الأصليين.[١]

مما ساعد علي إنتاج أشكال مبتكرة لتغطية الأسقف و البانوهات للحوائط و القواطيع المتحركة والأبواب المنطبقة وخاصة بعد إدخال عناصر أخرى معها مثل زجاج ملون أو معشق، أو مفصلات ولوازم تشغيل حديدية أو نحاسية أو برونزية. وإلى جانب تغطيات الأسقف ، فإننا نجد الخشب مستخدماً بكثرة في الكسوات ، مثل ألواح الخشب المكشوف الموسكى أو العزيزى.

ومع التقدم الكبير في صناعات الخشب ، تحولت صناعة جميع قطاعاته لسبق التجهيز والنقل إلى الموقع تمهيداً لتركيبها مباشرة، وقد أسهم ذلك كله في تقدم شكل وأداء صناعة المباني.

- Aurthur Lyons ( ) *"Materials for Architect and Builders"* P. .

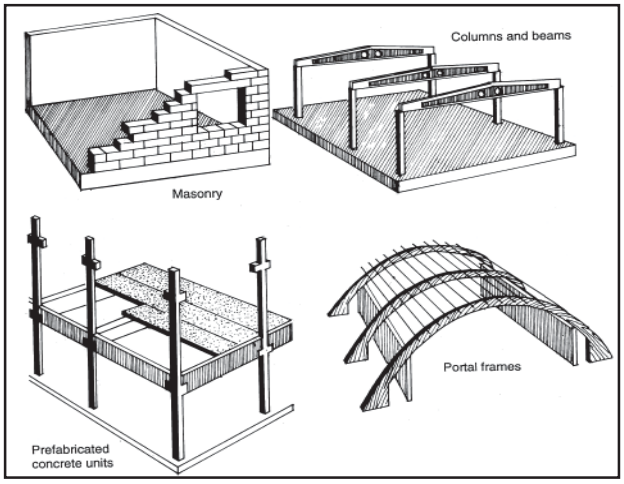
## (٢/٢/١/٢) المواد المخلوطة "Mixed Materials"

المواد المخلوطة هي في الأصل عبارة عن خليط من عده مواد طبيعية أو مصنعة لتنتج في النهاية مادة أخري جديدة تختلف في شكلها وخواصها عن المواد الداخلة في تركيبها ، ومن أشهر المواد المخلوطة المستعملة في الإنشاء و الكسوات الخرسانة و الطين[١].

### ١. الخرسانة Concrete

تتكون الخرسانة من خليط من مواد طبيعية متفاوتة الأحجام من ركام دقيق كالرمل وركام غليظ ككسر الحجر أو الزلط ومادة لاصقة كالأسمنت يضاف إليها الماء، لتنتج في النهاية مادة لدنة سهلة التشكيل.

لقد عرفت الخرسانة في العهد الروماني ولكن لم تستخدم الخرسانة بصورة حقيقية سوي في عام ١٨٩٠ علي يد أرنست رانسوم "Ernest Ransome" و فرانسوا هينيبيكو"Fran ois Hennebi ue" ، وقد تعدد استخدام الخرسانة المسلحة فاستخدمت في أغراض كثيرة منها الأرضيات و الكمرات و الأسقف وكمادة للحشو وكانت تصب حول الكمرات الحديد لتغليفها و حمايتها من الحريق، شكل (٢-٨).[٢]

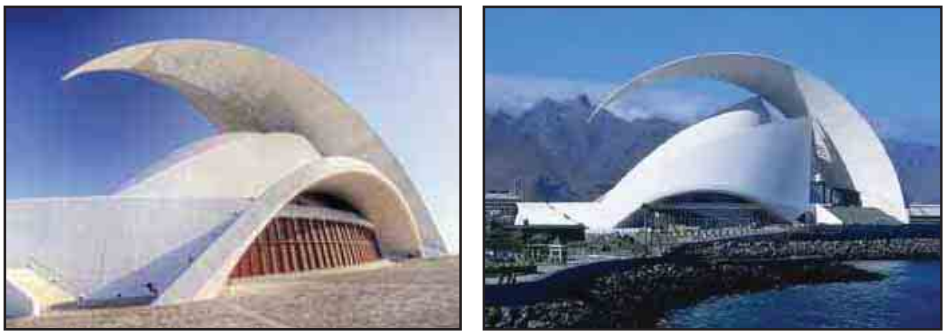



شكل (٢-٨) الاستخدامات المختلفة للوحدات الخرسانية في الإنشاء .
*Source: Berge, B. (2000)," The Ecology of Building Materials".P.198.*

ومنذ بداية القرن الماضي أصبحت الخرسانة المسلحة تستخدم علي نطاق واسع، و كان لإنتاج الخرسانة سابقة الإجهاد دور كبير في تطور طرق الإنشاء مما أعطي قدرات عالية في المنشآت ذات البحور الواسعة، والأشكال غير التقليدية الانسيابية

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة* " ، ص ٢٥١.
٢ - **نوبي محمد حسن**.(٢٠٠٠)،" *دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين* " ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية .

والمنحنية التغطيات القشرية المنحنية Shells و المنطبقة Folded والقباب و القبوات ، شكل (٢-٩)، شكل (٢-١٠).



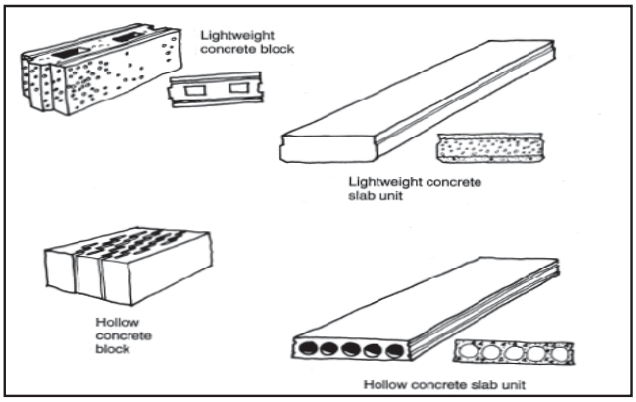
شكل (٢-٩) الخرسانة المسلحة كمادة إنشائية The concert hall للمعماري Calatrava
*Source: http://www.arcspace.com/architects/calatrava/Tenerife, Accessed (1/11/2008).*

شكل(٢-١٠) استخدام الإمكانيات المتطورة للخرسانة المسلحة والصلب - مطار ليونز Lyon-Satolas للمعماري Calatrava
*Source: http://www.galinsky.com/buildings/lyonairport/index.htm,Accessed (1/11/2008)*

وقد أتاحت التكنولوجيا الحديثة تصنيع الخرسانة سابقة التجهيز Precast-Concrete وإنتاج وحدات جاهزة بداية من العناصر الإنشائية كالأعمدة والكمرات وبلاطات الأسقف و تطور إلي تصنيع وحدات صندوقية لغرف كاملة شاملة المرافق .[١]

تميزت الخرسانة من الناحية المعمارية بإمكانيات هائلة فعن طريق تغيير لون الأسمنت يمكن أن يتغير لون الخرسانة ، وكذلك التحكم في ملمس السطح ما بين الخشونة والنعومة باستخدام أنواع مختلفة من الركام ، كما أمكن عمل قوالب خاصة تصب فيها الخرسانة حسب التشكيل المطلوب. شكل (٢-١١)، شكل (٢-١٢).

- Aurthur Lyons ( ) *"Materials for Architect and Builders"* P. .




شـــكل (٢-١١) الأشـــكال المختلفة للوحدات الخرسانية سابقة التجهيز.
*Source: Berge, B. (2000)," The Ecology of Building Materials".P.199.*

شكل (٢-١٢) استخدام الوحدات الخرسانية سابقة التجهيز في تكوين الغلاف الخارجي بأحد المباني المكتبية بمدينة دينفر الأمريكية SA Denver – للمعماري ويليام موشو William Muchow
*Source http://www.modmidmod.com/2009/01/24/colorado -building/,Accessed (1/11/2008)*

### ٢. **الطين** Clay

الطين من أقدم مواد البناء التي عرفها الإنسان ، حيث استخدمته العمارة الشعبية منذ عصر الفراعنة في بناء الحوائط للمساكن و الأسقف المقبية للمخازن ، وقد اخذ أشكالا مختلفة لكونه قابل للصب في شكل حوائط مصمتة Terre Pise ، و لقابليته للتشكيل الحر في قوالب من الطوب .[١]

ومن مميزات الطين كمادة بناء أنه ذو خصائص معينة في الشكل الخارجي للمبني ربما لا نصل إليها بأية مادة أخري إلا بطرق أكثر تكلفة ، فنجدة مصبوبا بين جانبين من الحوائط السميكة التي تأخذ أشكالا متعددة منها المستقيمة و الدائرية والمنحنية ، ومنها

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ، *" موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة "* ، ص ٢٥٣.

الرأسية و المائلة و ذات الأركان الدائرية ، بالإضافة إلي إمكانية استخدامه في إنشاء القباب و القبوات.

وتتميز المباني الطينية بأنها ذات إمكانية للعزل الحراري، فهي تختزن الحرارة نهارا لتشعها في الليل البارد، وأمثلة ذلك كثيرة نجدها في مباني حضرموت باليمن كما بالشكل (٢-١٣)، وكذلك في أعمال المعماري الراحل حسن فتحي و في كثير من مباني العمارة المحلية الإفريقية أو أمريكا الجنوبية.

شكل (٢-١٣) استخدام الطين كمادة بناء وتشطيب – حضرموت اليمن.
*Source: www.alhandasa.net, Accessed (1/11/2008),*

وقد كان التقدم الهائل حين تم التوصل إلي طرق هندسية و علمية لتحسين الخواص و الأداء الإنشائي لهذه المادة عن طريق التثبيت Stabilization بأنواعه المختلفة الميكانيكية والفيزيائية و الكيميائية مع دراسة البدائل المختلفة للمثبتات الكيميائية Binders ، حتى وصل الأمر إلي أن تحولت مادة الطين من مادة مجهولة الخواص شعبية الممارسة إلي مادة هندسية يمكن إخضاعها لمقاييس الجودة وكفاءة الإنتاج و التنبؤ إلي حد كبير بسلوكها الإنشائي طوال فترة خدمتها.[١]

١ - **محمد مختار الرافعي** ، (٢٠٠٤)، *" المعمار المستديم من منظور محلي تجربة مصرية للبناء باستخدام طوب التربة المضغوطة في المناطق الصحراوية "*.

## (٣/٢/١/٢) المواد المصنعة "Fabricated Materials":

تعبر عن مواد خام يتم تصنيعها ومعالجتها لنحصل في النهاية علي الشكل النهائي للمادة ، و تكتسب صلابتها وقوتها من خلال إضافة بعض المواد إليها لتحسين خصائصها الإنشائية والجمالية ، و تعد المواد المعدنية و الطوب والزجاج واللدائن والحراريات والأخشاب المصنعة من أشهر المواد المصنعة وأهمها [١] .

### ١. المعادن Metal

تتميز المعادن بدرجة عالية من تنظيم الخلايا و تجميعها، وهي مواد تخضع في تحميلها إلي قواعد هندسية بحته، بخلاف المواد الطبيعية مثل الحجر أو الخشب حيث لا يستطيع المعماري أن يعرف علي وجه التحديد الحدود الإنشائية للتحمل.

و المعادن تتميز بأنها من أكثر المواد صلابة ومتانة و التصميم بالمعادن يعتمد علي تركيبها الجزيئي وهو المسئول عن القوة والتحمل والتشكيل ، والمعادن نجدها في الطبيعة علي صورتها الخام ومنها نستطيع تكوين عده سبائك بأنواع مختلفة، فالحديد مثلا من الصعب أن نجده في الطبيعة نقيا وخالصا ، إذ لابد أن توجد به بعض الشوائب ، و يكتسب شيئا من صلابته وقوته من خلال إضافة بعض المواد إليه لتحسين خواصه الإنشائية و الجمالية.

#### أ- الحديد الصلب Steel

بالرغم من أن الحديد من المواد المعروفة قديما كأحد المواد المتميزة في صلابتها وقوتها إلا أن استخدامه في أعمال البناء ظل محدودا ، حتى تطورت بعض طرق وأساليب التصنيع والإنتاج عامة. واستخدم الحديد في أعمال المباني قديما لربط الأجزاء مع بعضها سواء أكانت الحجرية أم الخشبية ، كما استخدم لتقوية بعض الأجزاء الرئيسية في الهياكل الإنشائية للمباني، وظهر الاحتياج إلى الحديد في عمل الأبنية المتعددة الطوابق من مادة غير قابلة للاشتعال ، وخاصة أن هذه الخاصية لم تتوافر في المباني ذات الجمالونات الخشبية . [٢]

**الحديد الصلب** Steel هو عبارة عن حديد يحتوي علي نسبة من الكربون تتراوح بين ٠.١٥ إلي ١.٥ وعن طريق زيادة ه هذه النسبة أو نقصها تتغير خصائص الحديد من الصلابة إلي اللدونة ، إلي جانب انه يكتسب صفات أخري متعددة بعد إضافة بعض المعادن الأخرى إليه في شكل سبائك للاستخدامات الخاصة. [٣]

---

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة* "، ص ٢٥٥.
٢ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة* "، ص ٢٦١.
٣ - **نوبي محمد حسن**.(٢٠٠٠)،" *دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين* " ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية .

لقد كان أول استخدام للحديد في الكباري ثم انتقل بعد ذلك إلي المباني المتعددة الطوابق ذات الإنشاء الهيكلي المعدني ، وأيضا في المباني الصناعية ، المكاتب ، المباني التجارية ، المعارض، المباني الرياضية، محطات السكك الحديدية ، والأبراج العالية كبرج إيفل بفرنسا وغيرها. وفي القرن العشرين تم التوسع في المباني الهيكلية الحديدية حتى وصلت إلي ارتفاعات شاهقة ، كما عرفت ناطحات السحاب في أمريكا وأوروبا كما في امبايرستيت Empire State و Hearst To er في نيويورك وغيرها، شكل (٢-١٤)، شكل (٢-١٥).

شكل (٢-١٤) إستاد بكين الدولي Bei ing Stadium و استخدام الحديد الصلب في الهيكل الإنشائي
*Source: http://www.dezeen.com/,Accessed(1/12/2008)*

شكل (٢-١٥) استخدام الإمكانيات الهائلة للحديد و الزجاج كمواد بناء في تكوين ناطحات السحاب – مبنـــي Hearst Tower بولايـــة نيويـــورك الأمريكية - المعماري نورمان فوستر.
*Source:http://www.arcspace.com/architects/foster/hearst.html,Accessed(1/12/2008)*

أدي التقدم العلمي والتكنولوجي إلي إجراء العديد من الأبحاث والتجارب في مجال علم المعادن، بالإضافة إلى الاحتياج إلي معادن أخرى ذات خصائص جديدة ، إلي ظهور نوع متميز من الصلب متعدد الألوان ذو أشكال جمالية لا يتآكل ولا يصدأ ، وقد تجسد ذلك في الحديد غير القابل للصدأ Stainless Steel، الذي يستخدم في أعمال التشطيبات و التكسيات الخارجية والداخلية ، للحوائط والأعمدة والأبواب والمصاعد ، ومازالت المادة تعد من أكثر المواد و التكسيات شيوعا ، إلى جانب أنه يظهر بصورة جذابة ومتلألئة ، تقبل التشكيل على أي صورة في خيال المصمم.[1] شكل (٢-١٦).

شكل (٢-١٦) استخدام الاستانلس ستيل في الكسوات الخارجية - متحف الفنون بفرجينيا الأمريكية
*Source: http://www.arcspace.com/architects/randall_stout/ taubman, Accessed (1/12/2008).*

وأسطح الحديد الصلب غير القابل للصدأ تعد من الأسطح القوية التي تحتفظ بتشكيلاتها وألوانها ضد أي عوامل جوية ، فهي أقل الأسطح عرضة للتشوه أو التكسير للأركان أو النتوءات أو البروزات أو الزخارف. وقد انتشر استعمال الصلب الذي لا يصدأ في اتجاهات العمارة التقنية Hi-Tech المعبرة عن تكنولوجيا العصر في تشكيلها الخارجي وفراغاتها الداخلية .

### ب- الألومونيوم Aluminum

أكتشف الألمونيوم عام ١٨٠٧م و أنتج تجاريا عام ١٨٩٠م، ولكنه لم يستخدم في البناء إلا في عام ١٩٤٥م، حيث استخدم علي هيئة أجزاء في صناعة المساكن الجاهزة Prefabricated Housing.[2]

و يتميز بأنه معدن خفيف الوزن يصنع ويسحب إلى قطاعات مختلفة بأسماك مختلفة، بلون فضي أو ذهبي أو بني بدرجات متفاوتة. وقد تلون بالدهان الالكتروستاتيكي ألوانا ثابتة تتحمل العوامل الجوية. وتشكيل الألومونيوم يتنوع بين القطاعات الخطية المشكلة

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة* " ، ص ٢٦١.
٢ - **نوبي محمد حسن**.(٢٠٠٠)،" *دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين* " ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية .

للفتحات ، وكذلك القطاعات الدائرية والمربعة والمستطيلة للأسوار و التراسات والسلالم وغيرها، شكل(٢-١٧).

شكل (٢-١٧) استخدام الألومونيوم في تكوين الغلاف الخارجي - مبني المكاتب The Devonshire Building بمدينة لندن بالمملكة المتحدة.

*Source:http://www.levolux.com/L_case_studies/devonshire , Accessed(15/11/2008)*

كما يمكن تشكيله على شكل ألواح مستوية لتكسيات الحوائط والأسقف داخليا وخارجيا عن طريق عمل بانوهات محددة المقاسات يتم تثبيتها بالضغط وبدون مسامير، وقد نجح استعمال الألمونيوم الملون مع الخرسانة المكشوفة التي تمثل خلفية محايدة وخاصة عند استعمال الألوان الأساسية كالأحمر والأزرق والأصفر والأخضر، شكل (٢-١٨).[١]

شكل (٢-١٨) استخدام الألمونيوم في الكسوات الخارجية مبني TheATRiuM بمدينة كارديف Cardiff المملكة المتحدة

*Source:http://www.euroclad.ie ,Accessed(1/01/2009).*

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ، *" موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة "* ، ص ٢٦٠.

### ج- النحاس والبرونز Bronze Copper

النحاس مادة معدنية تلي الحديد في الأهمية، وإن كانت أكثر منها انتشارا خاصة في المباني التقليدية، وباتحاده مع الزنك يتحول إلى نحاس أصفر، وعندما يضاف إليه القصدير يتحول إلى برونز. والنحاس مادة شائعة الاستعمال معمارياً ، وهى مادة معدنية غنية بالاحتمالات اللونية من الأصفر الذهبي اللامع إلى اللون الأحمر الداكن.
يتميز النحاس بأنه مادة سهلة التشكيل، حيث أنه يقبل الخرط في قوائم أسطوانية مستقيمة أو مزخرفة (برامق) تستعمل في قوائم السلالم الشرفية الرخامية في الفنادق والمساكن والمسارح ، وغيرها من المباني العامة ، كما تستعمل في مقابض الأبواب. [1]

كما أن مادة النحاس تقبل الصب في قوالب طولية ذات قطاعات متباينة الأنواع و الأشكال ، حيث يصب علي هيئة ألواح ذات سماكات مختلفة تشكل بانوهات مستوية، أو على هيئة شرائح، أو أنابيب مفرغة ملفوفة. ويتيح تشكيل مطروقات النحاس إمكانية الحصول علي قوالب فنية ذات أشكال وزخارف بلا حدود. وتتعدد استعمالات النحاس كمادة بناء وتستخدم بصورة خاصة في التكسيات الفنية في الحوائط الخارجية والمداخل للفنادق والمتاحف وغيرها من المباني. شكل (٢-١٩).

شكل(٢-١٩) استخدام النحاس كمادة تشطيب خارجية - المتحف الحربي الكندي
*Source: http://www.architectureweek.com/0125/building_1-3.html,Accessed (1/11/2008)*

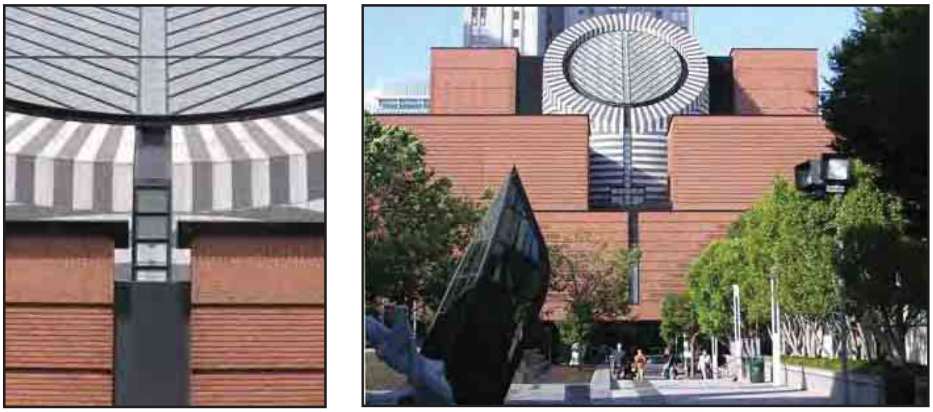
يعتبر البرونز أطول عمراً وأكثر تحملاً من النحاس للعوامل الجوية، وإن كان أقل إبهاراً. وهو من أكثر المواد ملائمة لصنع التماثيل خاصة تلك الموضوعة بالميادين العامة. كما أمكن استغلاله على هيئة بانوهات أو قوائم Mullions في الحوائط الستائرية .

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة* " ، ص ٢٦٣.

## ٢. الطوب Brick

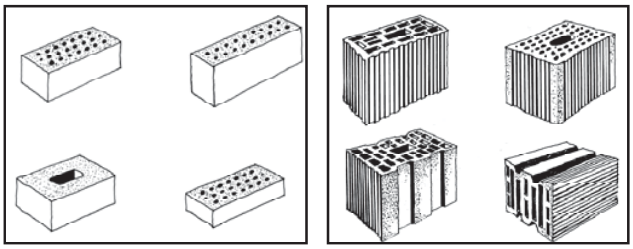
بدا استخدام الطوب في الأماكن التي ندر وجود الحجر بها، منذ أكثر من خمسة ألاف سنة علي نهري دجلة والفرات، حيث يؤخذ منهما الطين ثم يقطع إلي قطع منتظمة و يجفف في الشمس، وقد حدثت تطورات كبيرة في صناعة الطوب بالحريق أدت إلي تغيير شكله ومقاييسه وألوانه و ملمسه العام وذلك بسبب التقدم العلمي والتكنولوجي والذي انعكس علي صناعة الماكينات.

ومع مرور الوقت أصبح الطوب ذو أشكال هندسية دقيقة الأبعاد و الأشكال واللون و ظهرت أنواع مختلفة من الطوب فمنها الطوب المزجج ، طوب قطع السلك ، الطوب الواجهات الحراري والأرضيات والمداخن. [١] شكل(٢-٢٠).



شكل (٢-٢٠) استخدام الطوب في الكسوات الخارجية – متحف سان فرانسيسكو للمعماري ماريوبوتا
*Source: http://www.galinsky.com/buildings/sfmoma/index.html,Accessed(1/11/2008)*

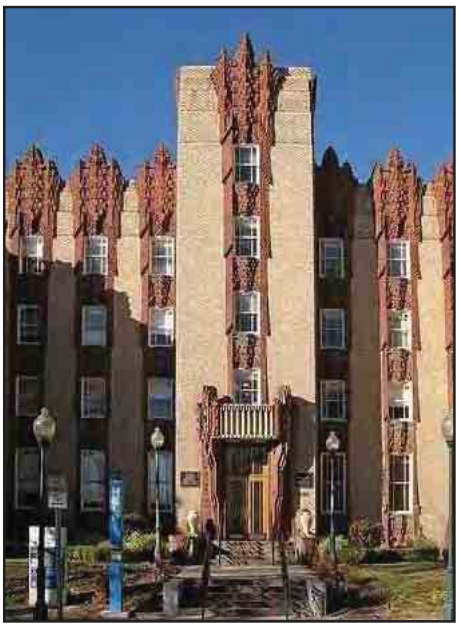
تميز الطوب باستخداماته المتعددة، فبالاستعمال المباشر يعطي عراميس أفقية مستمرة وأخري راسية متقطعة أو مستمرة ، وقد استخدم الطوب المزجج المتعدد الألوان، والطوب الحراري ، والوردي في عمل الزخارف والتشطيبات و التكسيات للواجهات والمداخل والجدران والأرضيات، شكل (٢-٢١).



شكل (٢-٢١) نماذج مختلفة من البلوكات و الطوب المفرغ.
*Source: Berge, B. (2000)," The Ecology of Building Materials".P.206.*

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة* " ، ص ٢٦٣.

استخدم الطوب كمادة إنشائية في بناء الحوائط السميكة وفي عمل القباب والقبوات، وأدي التطور في أساليب ومواد الإنشاء إلي التوسع في استخدامات الطوب، وأصبح استخدامه ليس مجرد مادة بناء إنشائية ولكن كأداة لتحقيق العديد من التصميمات و المعالجات و الأعمال الديكورية داخل المبني وخارجه، كما بالشكل (٢-٢٢). ومن الخصائص الأخرى المميزة للطوب تحمله للعوامل الجوية المختلفة، وقد ساعد طلاء الطوب بمواد راتينجية شفافة Polymers علي تحمله للعوامل الجوية لفترات أطول.[١]



شكل (٢-٢٢) استخدام الطوب بألوانه المختلفة في الحوائط و الكسوات الخارجية والأعمال الديكورية – مسكن للممرضات Mullen Home for Nurses - مدينة دينفير الامريكية ، للمعماري Temple Buell

*Source: http://www.modmidmod.com/, Accessed (01/01/2009).*

### ٣. الزجاج lass

الزجاج من المواد المصنعة الناتجة عن خلط وتصنيع السيليكا "الكوارتز" مع بعض العناصر الأخرى تحت درجات الحرارة العالية، وقد عرف أول نوع من الزجاج في مصر عام ١٣٥٠ ق.م ، حيث استخدم في الديكور الداخلي و منذ تم اكتشاف إمكانية صهره صنعت منه أشكال مختلفة و أواني مجوفة ، وقد عرف الرومان الزجاج المستوي و استخدموه في مبانيهم بعدما حصلوا عليه عن طريق فرد الزجاج علي سطح مستوي بعد صهره حيث كان ذو سطح غشيم و غير شفاف.[٢]

- Aurthur Lyons ( ) *"Materials for Architect and Builders"* P. .

٢ - **نوبي محمد حسن**.(٢٠٠٠)،*" دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين"* ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية .

شكل (٢-٢٣) استخدام الزجاج في عمل القواطيع بالمعرض الزجاجي – للمعماري SANAA
*Source: http://www.arcspace.com/architects/sejima_nishizawa/glass1,Accessed(1/11/2008)*

أصبح الزجاج بإمكانيات التصنيع المعاصرة بدءا من عام ١٨٥٥، وقد أدي التطور التكنولوجي إلي إمكانية استخدام الألواح الكبيرة من الزجاج الشفاف، أو العاكس تماما، ليصبح علامة مميزة للفراغات الخارجية والداخلية ولمعالجة واجهاتها بالحوائط الستائرية الزجاجية Curtain Walls ، كما بالشكل(٢-٢٤). والتي تطورت من الأطر البارزة علي الواجهات لتتحول إلي ستائر زجاجية رفيعة، ثم حذفت الأطر بالكامل لتختفي خلف الزجاج، فيما يسمي بالزجاج الإنشائي Structural Glass.

شكل(٢-٢٤) استخدام الحوائط الستائرية الزجاجية في تكوين الأغلفة الخارجية برج Torre Agbar - برشلونة أسبانيا.
*Source: http://www.arcspace.com/architects/nouvel/agbar/,Accessed (1/11/2008)*

تعد أكثر خصائص الزجاج وضوحا تفاوت نفاذيته للضوء من الزجاج الشفاف إلى نصف الشفاف حتي المعتم بدرجاته، كما تم تصنيع الزجاج المشتت للضوء غير المنفذ له والزجاج المزدوج والثلاثي Triplex للعزل الصوتي والضوئي والحراري ، والزجاج العاكس الملون . ومن الصور الأخرى التي نري عليها الزجاج بلاطات الطوب الزجاجي التي تستخدم في الحوائط و الأرضيات كبلاطات لإضاءة الفراغات والطرقات.[١]

كان لاستخدام الزجاج الشفاف كحوائط ستائرية في واجهات المباني والمحلات وتغير تأثيره البصري صباحاً ومساءاً أثراً مبهراً، فبينما يظهر كسطح أملس عاكس لما حوله من مباني وسماء نهارا ، نجد أنه يتحول ليلا إلي سطح شفاف لما وراءه من دواخل وأسقف مضيئة و قواطيع داخلية.

### ٤. الحراريات و السيراميكات Ceramics

استخدمت أنواع مختلفة من الحراريات المصنوعة من أنواع مختلفة من الطين المحروق ، والتي تنتمي إليها السيراميكات فمنها البلاطات الأرضية. وقد تطورت صناعة السيراميك تطوراً هائلاً في العالم عامة ، وفى المدن اليابانية بصفة خاصة، فتنوعت التكسيات السيراميكية من حيث الألوان والملمس والتشكيلات. شكل (٢-٢٥).

وفى مصر تطورت صناعتها واستعمالاتها مما يبشر خيراً في أن تحل بلاطات السيراميك محل البياض و الكسوات الداخلية والخارجية التقليدية. وهذا اتجاه مؤثر على الاتجاهات المستقبلية للعمارة المحلية لما للسيراميك من إمكانيات فنية و انتفاعية كمادة غير نافذة للماء وقابلة للتنظيف تتحمل العوامل الجوية والأتربة.[٢]

شكل (٢-٢٥) استخدام السيراميك في الكسوات الخارجية - متحف الأطفال بمدينة بروكلين الأمريكية "Broo lyn Children s Museum".

*Source: http://www.arcspace.com/architects/vinoly/bcm/bcm.html, Accessed ( 1/11/2008)*

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الإبداع الفني في العمارة* " ، ص ٢٥٧.
٢ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ،" *موسوعة الإبداع المعماري الإبداع الفني في العمارة* " ، ص ٢٥٨.

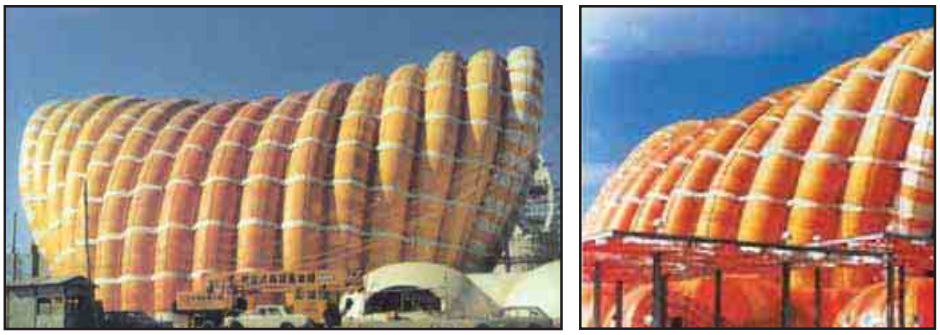
وقد تنوعت هذه البلاطات السيراميكية المزججة في الملمس بين الخشن الآمن للسير عليه ، وبين الناعم المصقول . كما تطورت المقاسات لتبدأ من ١ ١ سنتيمترا لتصل أطوالها في بعض الأحيان إلى متر وعرضها إلى أجزاء من المتر ، بسمك يصل إلى ١٠ ملليمترات ، هذا بخلاف البلاطات الزخرفية المتداخلة .

### ٥. اللدائن Polymers

تعد اللدائن من المواد المصنعة و التي أنتجت بشكل خاص في القرن العشرين ، وترجع خواص اللدائن إلي محتواها الراتنجي القابل للتشكيل من خلال جزيئاتها المعروفة باسم البوليمرات Polymers .

ولعل من أكثر مميزات اللدائن أنها تتمتع بمدى واسع من الخواص يفوق ما للمعادن والأخشاب والخرسانة مجتمعة من خواص ، كما يمكن إضافة عناصر متعددة إليها للحصول على ملمس محدد من خلال استعمال قوالب أثناء الصب ، بحيث تحاكى شكل وملمس الأخشاب والأحجار والطوب والصخور ، خاصة ويمكن الحصول على أي ملمس من خلال سلسلة من المعالجات، وتعد اللدائن من المواد المنفذة للضوء ، حيث أنها في حالتها العادية شفافة ، ولكنها تتحول إلى معتمة عند إضافة مواد أخرى .

كما تتميز بأنها ذات خصائص حرارية تتيح لها إمكانية الصهر، وإعادة استخدامها مرة أخري ، وهي رديئة التوصيل الحراري مثل الحجر و الخشب والزجاج ، ولا تمتص المياه مما يجعلها مادة عازلة للمياه ، وليس لها خاصية لونية محددة و لكن يمكن تلوينها باستخدام مواد و صبغات لونية جديدة ومختلفة.[١] شكل(٢-٢٦).



شكل (٢-٢٦) استخدام اللدائن في المنشآت المنفوخة - معرض فوجي باليابان Fu i Group Pavilion
*Source: http://www.tensinet.com/database/viewProject/3765 , Accessed (1/11/2008)*

١ - **علي رأفت**. (٢٠٠٣) ، *" موسوعة الإبداع المعماري الابداع الفني في العمارة "* ، ص ٢٥٩.

وقد استخدمت اللدائن في البداية كمادة مكملة للمواد التقليدية، كدهان للخشب و غطاء واقي للمعادن و عازل للطوب والخرسانة..الخ ، ولكن عندما عرفت خصائصها تحولت من مادة مكملة للمواد التقليدية إلي مادة أساسية أمكنها الإحلال بدلا من المواد التقليدية في بعض الاستخدامات. و تستخدم اللدائن في المباني علي شكل بانوهات للحوائط والأسقف ، ومنها يصنع الرخام الصناعي orian للأرضيات و الطاولات الناعمة الصلبة و التي تتقبل أي نوع من الزخارف الملونة.

شكل (٢-٢٧) استخدام مادة ETFE كمادة أساسية في الغلاف الخارجي لمشروع إدن Eden بمدينة كورنوال Con all– المملكة المتحدة.

*Source: Aurthur Lyons,(2007), "Materials for Architect and Builders", P.255.*

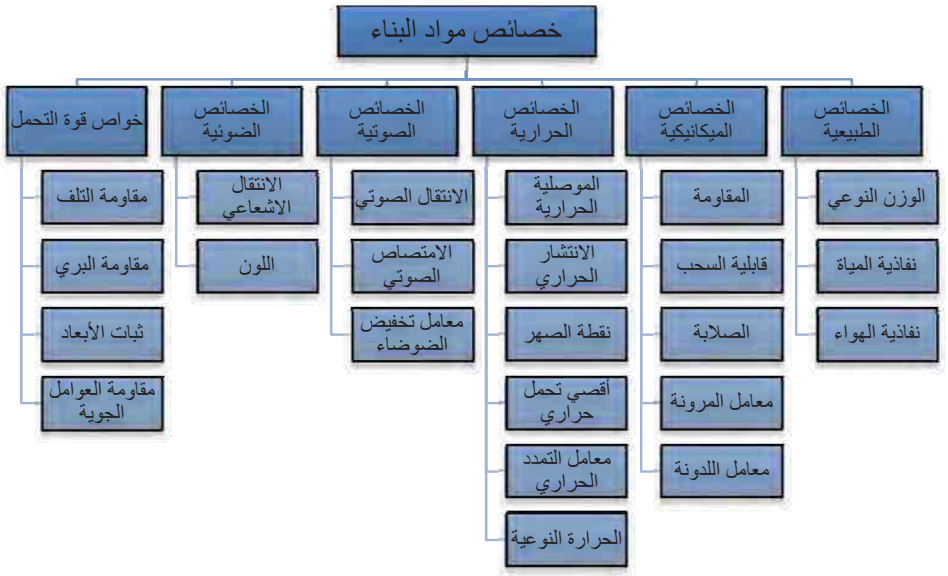
وتدخل اللدائن أيضا في تصنيع الرقائق المشدودة للأسطح الخيامية ومن أشهرها مادة التيفلون Teflon، وهي أسطح معتمة غير شفافة مشدودة علي شكل قبوات أو قباب مخروطية، وتغطي أسطحا علي درجة عالية من البلاستيكية والنعومة تحت الشمس ومنها تصنع ألواح شفافة تقوم مقام الزجاج أو قطاعات لهياكل الفتحات، كما أن خلط البوليستر Polyester مع الزجاج ينتج مادة معروفة باسم Glass Reinforced (GRP) Plastic ، أو الفيبرجلاس Fiberglass ، بالإضافة إلي مادة بوليمرية تعرف ب ETFE تتميز بالعديد من خصائص المتانة وقوة التحمل، وتستخدم في تغطية الأسقف والأغلفة الخارجية كما في مشروع إدن Eden بالمملكة المتحدة شكل (٢-٢٧). [١]

١ - **نوبي محمد حسن**.(٢٠٠٠)،*" دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين "* ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية .

## (٣/١/٢) خصائص مواد البناء

هي تلك الصفات التي تعرف بها المادة نفسها، وهي المقاييس المحددة التي تصف حدودها، و هي اللغة التي يوضح بها المصمم احتياجاته من حيث مقاومة الأحمال والكسر والتفتت و التفاعلات الكيميائية وغيرها من القوي الأخرى [١]، وهذه الصفات مفيدة في المجالات العلمية والتي تهتم بتحليل سلوكها و تكوين النظريات العلمية التي تدرس التكوين الذري والتركيب الجزيئي للمواد، والتي تساعد في التعرف علي الصفات والخصائص المميزة لتلك لمواد البناء. [٢]

وتصنف خواص المواد إلي مجموعات كما تصنف المواد نفسها، حيث يتم تصنيف خواص المواد إلي مجموعات رئيسية من حيث الصفات التي تلبي المتطلبات الوظيفية لمواد البناء، وتعتمد علي التركيب الجزيئي والذري، كما تهتم بدراسة الخصائص الثابتة للمواد و التي لا تتغير بفعل البيئة الخارجية إذا كانت في حالة الثبات، في حين أنها يمكن أن تتغير بفعل التغيرات الحرارية و الإشعاع الشمسي أو باستمرار الأحمال و العديد من المعطيات البيئية الأخرى.




شكل (٢-٢٨) خصائص ومواصفات مواد البناء

*المصدر الباحث (٢٠٠٩)*

---

١ - **عبد الكريم محمد أبوالعطا ، أحمد علي العريان**،(١٩٧٦)، *"المواد الهندسية مقاومتها و اختبارها"* ، الجزء الأول ، عالم الكتب ، القاهرة، ص٣٠.

- Fernandez, . ( ) *" Material Architecture : Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction "* P. .

تشمل الخصائص الهامة لمواد البناء والتي تؤثر علي طبيعة استخدامها الخصائص الطبيعية و الفيزيائية و الكيميائية والميكانيكية و الحرارية و الصوتية والعديد من الصفات الأخرى التي تؤثر علي استخدام مواد البناء في المباني.

### (١/٣/١/٢) الخصائص الطبيعية "Natural properties"

هي الخصائص التي تتميز بها المواد بصفة عامة والتي تعتمد علي التركيب الجزيئي للمادة من الأبعاد و الشكل و الوزن النوعي و الكثافة و النفاذية للمياه و الهواء.

١. ***الوزن النوعي" Specific Weight":*** يعتمد الوزن النوعي لمواد البناء علي التركيب الجزئي ، ويعبر عن وزن مواد البناء المستخدمة و تكمن أهمية وزن مواد البناء بتأثيرها علي الأحمال الواقعة علي العناصر الإنشائية و في تحديد النظام الإنشائي المستخدمة وكذلك خواص المواد المستخدمة في تكوين المبني .[١]

٢. ***الكثافة " Density"*** تعبر الكثافة عن وزن وحدة الحجوم من المادة ، ويؤثر وزن المادة علي عدد من الخصائص الأخرى كالسعة الحرارية و خصائص العزل الصوتي و بعض الخصائص الميكانيكية .

٣. ***نفاذية المياه " Water Permeability":*** تتأثر بعض مواد البناء و المباني بالمياه والتي تتواجد في صورتها السائلة والصلبة والغازية و يرجع انهيار مقاومة بعض المواد إلي عملية تسريب المياه بداخلها ، وبدراسة إمكانيات وخصائص امتصاص المياه و نفاذية بخار الماء و تأثيرها علي مواد البناء يمكن من خلالها حماية المنشات باختيار مواد البناء المناسبة.[٢]

٤. ***نفاذية الهواء " Air Permeability":*** تشير إلي مقدار الهواء الذي تسمح جزيئات المواد بمروره خلال مسامها تحت الضغوط المختلفة ، وهذا يعتمد علي مسامية المادة و التركيب الجزيئي لها، ويلعب محتوي الرطوبة دورا هاما في تحديد هذه الخاصية. حيث أن زيادة عدد جزئيات المياه في المسامات ستمنع الهواء من النفاذ.

### (٢/٣/١/٢) الخصائص الميكانيكية "Mechanical Properties"

تتعرض مواد البناء المستخدمة في إنشاء المباني للعديد من الأحمال الميكانيكية و خاصة المواد المستخدمة في تكوين الهيكل الإنشائي و الغلاف الخارجي ، حيث تعتمد علي تحمل المواد لعدد من إجهادات قوي الضغط و الشد ومعاملات المتانة والصلابة وغيرها من الخصائص الميكانيكية الهامة الواجب مراعاتها عند اختيار مواد البناء.

---

- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"* p. .

٢ - **خالد علي زيد،** (٢٠٠٤)، *" سبق التجهيز وأثرة علي التصميم الداخلي"* ، رسالة ماجستير، ٧٩.

١. ***المقاومة " Strength" :*** هي مقاومة المادة لأي حمل مؤثر، وأقصي مقاومة هي أكبر إجهاد تتحمله المادة تحت تأثير الحمل المؤثر ببطء حتى الكسر، وتعتمد المقاومة علي عاملين أساسيين، الأول نوع القوي و الأحمال الواقعة علي المادة من قوي الشد و الضغط و الانحناء.. الخ، و الثاني سلوك المادة تحت تأثير الأحمال و أثناء انهيارها، وتتنوع مقاومة مواد البناء للأحمال الواقعة عليها بين مقاومة الشد Tensile Strengthومقاومة الضغط Compressive Strength، و مقاومة الانحناء Bending Strength، وهي أحد الصفات الأساسية في المواد الإنشائية بصفة عامة.[١]

٢. ***قابلية السحب " Ductility " :*** تعرف بأنها الخاصية التي تسمح للمادة بتغير لدن كبير تحت تأثير حمل الشد أي قدرة المادة علي السحب وقابليتها للاستطالة عند تعرضها لأحمال الشد، وهي من أهم عوامل تحقيق أمان مستخدمي المباني.

٣. ***الصلابة " Toughness " :*** تعرف الصلابة بأنها قدرة المادة علي مقاومة الأحمال الديناميكية أي مقدرتها علي مقاومة الصدمات و امتصاص الطاقة الميكانيكية، ويقصد بها المتانة و المادة المتينة هي التي تتحمل إجهادا مناسبا مع تغيير كبير في الشكل بدون كسر.[٢]

٤. ***معامل المرونة " Elasticity" :*** هي قدرة المادة علي استعادة أبعادها الأصلية وعدم تغير شكلها نتيجة الأحمال الواقعة عليها حيث أن حد المرونة هو أقصي جهد يمكن للمادة تحمله، وعند تجاوز حد المرونة فمن الممكن حدوث تغيرات دائمة في شكل المادة.

٥. ***معامل اللدونة " Plasticity " :*** هي قدرة المادة علي أن يكون لها تشكل دائم أي لا تسترجع المادة أبعادها الأصلية بعد إزالة الحمل المؤثر.

## (٣/٣/١/٢) الخصائص الحرارية "Thermal Properties"

تنتقل الحرارة في المادة أو المواد المجمعة كنتيجة للتدفق الحراري من الجزء الأعلى إلي الجزء الأقل حرارة، ويعتمد الانتقال الحراري علي مدي الفرق في درجات الحرارة وكذلك نوع المادة و سمكها، ولذلك تعد الخصائص الحرارية لمواد ومنتجات البناء من العوامل الهامة التي تؤثر علي كفاءة المبني من انتقال للحرارة من و إلي المبني، و كذلك في التحكم في درجة الحرارة الداخلية ومدي تحقيق معدلات الراحة الحرارية داخل المبني.

---

- Fernandez, . ( ) *" Material Architecture : Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction "*, P. .

٢ - **عبد الكريم محمد أبوالعطا ، أحمد علي العريان**،(١٩٧٦)، "*المواد الهندسية مقاومتها و اختبارها*"، ص٤١.

تشمل الخصائص الحرارية كلا من الموصلية الحرارية، المقاومة الحرارية، الانتشار الحراري، معامل التمدد الحراري، أقصي تحمل حراري، نقطة الصهر، الإنبعاثية، الامتصاصية، الانعكاسية و كذلك الحرارة النوعية ، كل هذه العوامل تؤثر في استخدام مواد البناء ، وتعرض الدراسة لبعض الخصائص كالتالي [١]

١. ***الموصلية الحرارية " Thermal Conductivity " :*** يعبر التوصيل الحراري عن قدرة المادة علي نقل الحرارة خلالها، في حالة الثبات بينما يقاس الموصلية الحرارية بأنها المعدل الزمني للانتقال الحراري خلال وحدة المساحات عندما يكون الفرق في درجات الحرارة بين سطح المادة المتجانسة وخلال تخانة مقدارها الوحدة هي درجة واحدة حرارية.

٢. ***الانتشار الحراري " Thermal Diffusivity " :*** يعبر الانتشار الحراري عن قدرة المادة علي نقل الحرارة خلالها في حالة الانتقال الحراري أو الانتشار NonSteady، وتعرف بأنها تقيس مدي سماح المادة لانتشار الحرارة خلالها، ويعبر عنها بأنها التوصيل الحراري Thermal Conductivity مقسوم علي ناتج الكثافة Density في الحرارة النوعية Specific Heat للمادة.

٣. ***نقطة الصهر " Melting Temperature " :*** تعبر عن درجة الحرارة التي تتغير عندها حالة المادة و تضعف مقاومتها حيث تتغير قدرة المادة علي تحمل الأحمال الواقعة عليها عند درجة حرارة معينة.

٤. ***أقصي تحمل حراري " Maximum Service Temperature " :*** تعني توقف قدرة المادة علي تحمل الأحمال الميكانيكية الواقعة عليها عند درجات الحرارة المرتفعة، وهي قدرة المواد علي الصمود أمام النيران وتأخير زمن الحريق.

٥. ***معامل التمدد الحراري " Linear Thermal Expansion Coefficient "***: يعرف معامل التمدد الحراري الطولي بأنه الزيادة في الطول منسوبا للوحدة الطولية لكل درجة حرارة زائدة. [٢] و تتمتع اللدائن بمعامل تمدد حراري عالي و موصليه حرارية منخفضة بينما العكس في كل من المعادن و الخرسانة والأحجار و البياض.

٦. ***الحرارة النوعية " Specific Heat Capacity" :*** هي مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتل من المادة مقدار درجة حرارة واحدة، حيث تعد أحد العوامل التي تؤثر علي انتقال الحرارة من والي المادة.

---

- Fernandez, . ( ) *" Material Architecture : Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction "*, P. .

٢ - **خالد علي زيد**، (٢٠٠٤)، *" سبق التجهيز وأثرة علي التصميم الداخلي "* ، رسالة ماجستير، ص٧٥.

## (٤/٣/١/٢) الخصائص الصوتية "Acoustical Properties"

الصوتيات هي علم الصوت المسموع متضمنة الامتداد والانتقال للتأثيرات الصوتية، ومنها ما هو مرغوب أو غير مرغوب في حياة الإنسان اليومية، فالمرغوب منها مثل الاتصال بالأحاديث والكلام – الموسيقى. . . الخ، والغير المرغوب منها مثل المرور – الميكنة – المحركات النفاثة – وكل ما يعوق الأصوات المرغوبة والمصنفة تحت مسمى الضوضاء. [١]

تشمل الخصائص الصوتية كلا من معامل الانتشار، الانتقال، التشتت، الامتصاص الصوتي، ومعامل تخفيض الضوضاء حيث تؤثر هذه الخصائص علي اختيار مواد البناء ، وتعرض الدراسة لبعض الخصائص كالتالي

١. ***الانتقال الصوتي " Acoustic Transition":*** الانتقال الصوتي هو مرور الصوت من مكان لأخر كالانتقال بين الغرف عبر الحوائط والأرضيات والأسقف والأبواب و القواطيع وخلافه ، أو من مصدر خارجي إلى فراغ داخلي عبر الغلاف الخارجي ( الحوائط والشبابيك والأسقف . . . الخ).

٢. ***الامتصاص الصوتي " Acoustic Absorption":*** الامتصاص الصوتي هو قياس لخاصية امتصاص المادة للطاقة الصوتية، والمواد الماصة للصوت لديها قابلية متفاوتة لامتصاص الصوت ومن ثم عكسه من أسطحها حسب قدرة كل مادة.

٣. ***معامل تخفيض الضوضاء " Noise Reduction":*** يمكن من خلالها التعرف علي المواد الماصة للصوت والمواد ذات الأسطح الصلبة مثل البياض والطوب الأسمنتي ، فلكل منها قيمة تعرف بمعامل تخفيض الضوضاء NRC .

## (٥/٣/١/٢) الخصائص الضوئية " ptical Properties "

تعتمد الخصائص الضوئية للمادة علي قدرة المادة علي عكس الضوء و امتصاصه أو إشعاعه، حيث تؤثر الخصائص الضوئية في اختيار مواد البناء بصفة خاصة في تصميم الغلاف الخارجي من الحوائط والفتحات، وفي تغطية الأسقف الخارجية. ومن الخصائص البصرية الهامة لمواد البناء الألوان لما لها من تأثير كبير في تحقيق الراحة الحرارية والنفسية . [٢]

---

١ - مرجع سابق، ص٧٦.

- Mediterranean Architecture Competition ( ) Site http // .architerra.gr/Educational material/ch building thermal balance.pdf accessed ( / / ).

١. ***الانتقال الإشعاعي " Radiation Transmission"*** تساعد الخواص الضوئية لمواد البناء علي نقل الأشعة الضوئية وكذلك الإشعاع الشمسي خلال المواد المختلفة تبعا لخواصها من حيث امتصاص و عكس الأشعة الضوئية.

٢. ***اللون " Color" :*** تؤثر ألوان المواد في شدة الانعكاس، والامتصاص للأشعة الشمسية الساقطة علي الأغلفة والأسطح الخارجية، حيث الألوان الفاتحة تتميز بشدة الانعكاس الشمسي بينما تتميز الألوان القاتمة بامتصاصها للأشعة الشمسية.

## (٦/٣/١/٢) خواص قوة التحمل "Deteriorative Properties"

قوة التحمل هي تلك الصفات التي تعبر عن مدي صمود مواد البناء في مرحلة الاستخدام في المبني من خلال العنصر البشري من الإتلاف، البري، والتآكل و كذلك قابلية التحمل للعوامل الخارجية من أمطار، حرارة، ضوء الشمس و أحمال الثلوج وغيرها من العوامل الأخرى.

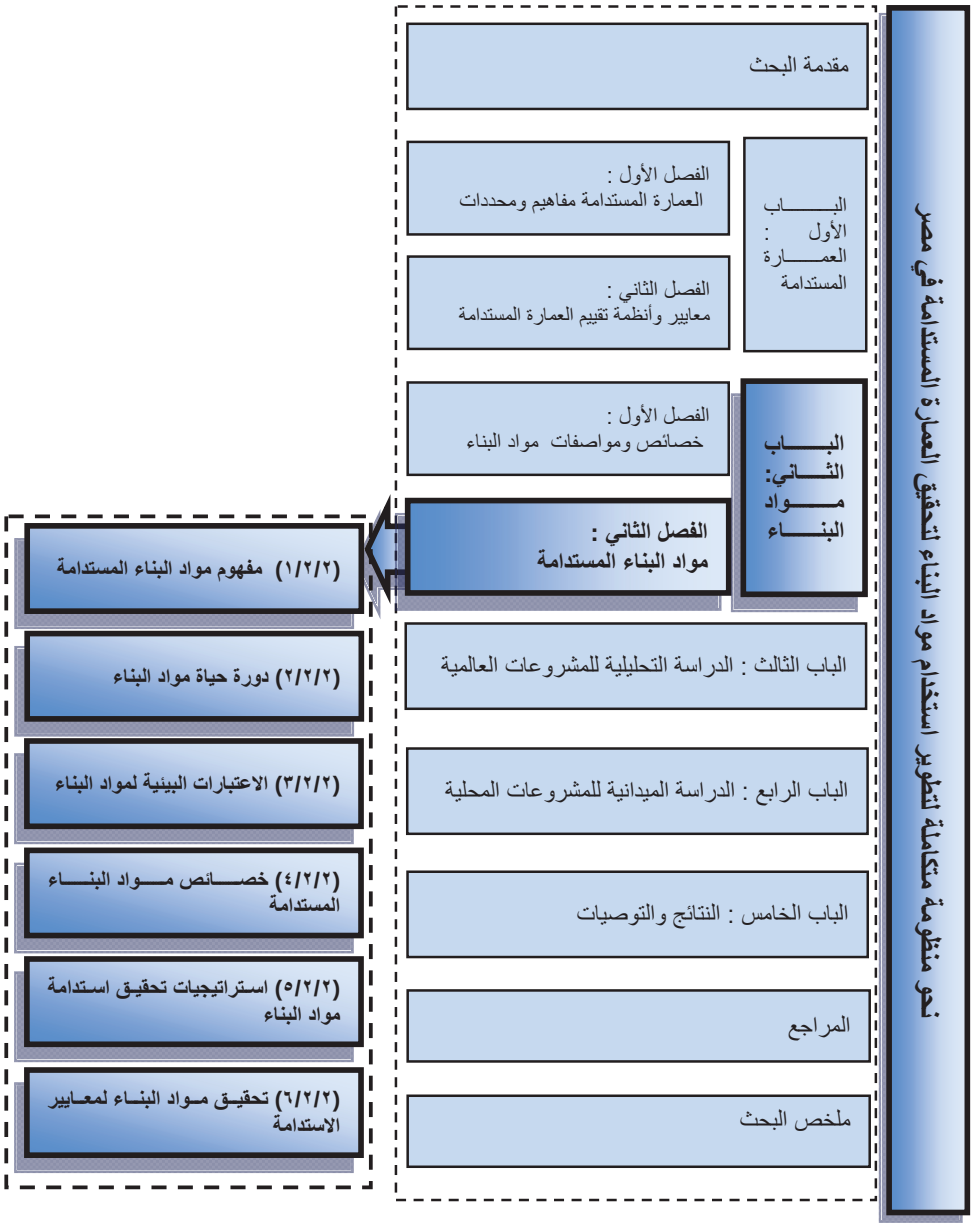
١. ***مقاومة التلف:*** تتعرض العديد من مواد البناء المستخدمة إلي التلف نتيجة الاستخدام المباشر فينتج التآكل نتيجة تعرضها للاحتكاك والخدش، مما يستلزم معه معالجة وصيانة دورية، لتلافي الأضرار الناتجة بفعل العوامل البشرية.

٢. ***مقاومة البري:*** تعرف مقاومة المادة للبرى بأنها القدرة على مقاومة الإتلاف أو الحفاظ على مظهر سطحها الأصلي بعد تعرضها للاحتكاك. وتعتبر المواد المستخدمة في الأرضيات أكثر النوعيات عرضة للتلف.

٣. ***ثبات الأبعاد*** تتعرض بعض مواد البناء نتيجة التغيرات في درجات الحرارة و التعرض لضوء الشمس إلي التمدد والانكماش و التغير الحجمي. [١]

٤. ***مقاومة العوامل الجوية*** تختلف مواد البناء في قدرتها علي تحمل العوامل الجوية حيث تتعرض المباني و مواد البناء للعوامل البيئية الخاصة بالموقع و التي تختلف من مكان إلي أخر، مثل الحرارة و مياه الأمطار و الأمطار الحمضية و الأشعة فوق البنفسجية.

١ - **خالد علي زيد**، (٢٠٠٤)، *" سبق التجهيز وأثرة علي التصميم الداخلي"* ، رسالة ماجستير، ص٧٤.


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
(١/٢/٢) مفهوم مواد البناء المستدامة
(٢/٢/٢) دورة حياة مواد البناء
(٣/٢/٢) الاعتبارات البيئية لمواد البناء
(٤/٢/٢) خصائص مواد البناء المستدامة
(٥/٢/٢) استراتيجيات تحقيق استدامة مواد البناء
(٦/٢/٢) تحقيق مواد البناء لمعايير الاستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## تمهيد

تعتمد فكرة المباني المستدامة علي الدمج بين الاستراتيجيات المختلفة خلال مراحل عمر المبني من عمليات التصميم والإنشاء والتنفيذ، و يمثل استخدام مواد ومنتجات البناء المستدامة أحد العوامل الهامة في تصميم المباني، حيث يوفر استخدام مواد البناء المستدامة العديد من المزايا والمميزات لكلا من مالكي ومستخدمي المباني، ومن أهمها تقليل تكاليف الصيانة و الاستبدال خلال، وترشيد استهلاك الطاقة خلال مراحل عمر المبني ، والتحسين من صحة و إنتاجية مستخدميه، بالإضافة إلي إمكانية التغيير في الفراغات بأقل تكلفة وإتاحة مرونة أكبر في عملية التصميم .

تكمن أهمية مواد البناء في أن قطاع البناء و التشييد يستهلك ما يقرب من ٣ مليون طن من المواد الأولية كل عام أو ما يعادل ٤٠ من الاستهلاك العالمي للمواد، وباستخدام مواد البناء المستدامة يمكن الحفاظ علي المواد الأولية من المصادر غير متجددة، بالإضافة إلي أن إدماج مواد البناء المستدامة داخل المباني يساعد في التقليل من الآثار البيئية التي تنتج عن عمليات الاستخراج و النقل و التشغيل و التصنيع و التثبيت و إعادة الاستخدام و التدوير وحتى مرحلة التخلص النهائي من المواد. [١]

بدراسة دورة حياة مواد البناء و الاعتبارات البيئية المرتبطة بها خلال مراحل الإنتاج و الاستخدام والتخلص النهائي يمكننا وضع تصور شامل لمواد البناء المستدامة وخصائصها وكيفية اختيارها أثناء عملية تصميم المبني .

١- California Integrated Waste ( ) Site http // .ci mb.ca.gov/greenbuilding/ Materials Accessed ( / / ).

## (١/٢/٢) مواد ومنتجات البناء المستدامة

عرفت مواد البناء المستدامة بأنها هي تلك المواد التي تستخدم مصادر الأرض بكفاءة وهي مواد متوافقة بيئياً، وقد ظهرت العديد من التعريفات والمصطلحات التي تحاول وصف مواد البناء البيئية. واستخدمت مصطلحات عدة مثل المواد المفضلة بيئيا و مواد البناء الخضراء Green Building Materials ، مواد البناء المستدامة Sustainable Building Materials، وكذلك مواد ومنتجات البناء عالية الكفاءة "High performance green building materials products". [١]

وقد قامت العديد من الهيئات والمنظمات بتوضيح ماهية مواد ومنتجات البناء المستدامة إلا أنها لا تزال محل خلاف، حيث تضع بعض الهيئات مجموعة محدودة من الصفات من خلال رؤيتها لأهمية تلك الصفات لغرض محدد ، كما هو الحال مع هيئة إدارة الغابات Forest Ste ardship Council، وهي الهيئة المسئولة بالولايات المتحدة بإدارة الغابات ومنح تراخيص للمنتجات الخشبية وذلك من خلال إدارة ذكية تحافظ علي مصادر الأخشاب بأسلوب بيئي مستدام وهي تعرف المنتجات المستدامة بأنها "المنتجات الخشبية التي تم الحصول عليها من غابات تم إدارتها بأسلوب مستدام"، وكذلك عرَّف المعهد البيئي جرين جارد " Green Guard Environmental Institute" منتجات البناء المستدامة معتمدا علي مستويات الإنبعاثات البيئية التي تؤثر علي جودة البيئة الداخلية. [٢]

بينما أتاحت أدوات تقييم الأثر البيئي لمواد البناء من خلال دراسة دورة حياة المادة LCA المساعدة في اتخاذ القرار في اختيار مواد البناء المستدامة و المبنية علي أسس علمية، حيث أتاحت تلك الأدوات توفير معلومات دقيقة عن مصادر المواد و الإنبعاثات المصاحبة لها وكذلك التأثيرات البيئية الأخرى الناتجة عن دورة حياة المنتج أثناء الاستخدام و حتى مرحلة التخلص النهائي ، ومن أمثلة تلك الأدوات ATHENA BEES والتي تستخدم درجة عالية من الدقة والصرامة في تحليل البيانات و تقييم العمليات المصاحبة لمواد البناء خلال دورة حياتها.

---

- Charles . ibert ( ) *" Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery "* Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

- California Integrated Waste ( ) Site http // .ci mb.ca.gov/greenbuilding/ Materials Accessed ( / / ).

## (١/٢/٢/٢) الفرق بين مواد ومنتجات البناء المستدامة

يمثل التأثير البيئي لمواد ومنتجات البناء المستدامة " Sustainable Building Materials" و التي يطلق عليها في بعض الأحيان المواد العالية الكفاءة " High Performance Building Materials" جدل في ماهية المواد المستدامة ومدي تحقيقها للاعتبارات البيئية .[١]

- ***مواد البناء المستدامة ،*** تشير إلي المواد الأساسية و التي ربما تكون أحد مكونات المنتج أو تستخدم بصورة منفصلة في المبني ،والتي لها خصائص بيئية وتأثيرات بيئية أقل بالمقارنة بنظائرها من المواد ، مثال الخشب كمادة بناء مستدامة FSC Certified Wood فهو من مصدر متجدد وكذلك يأتي من غابات تستخدم أساليب الاستدامة في إدارتها للمحافظة علي معدل نمو سريع كمصدر متجدد للمواد الخام شكل (٢-٢٩)، باختصار فإن مادة الخشب هي مادة بناء مستدامة حيث تقابل كل معايير الاستدامة كمادة بناء خام تدخل في عمليات التصنيع.

شكل (٢-٢٩) استخدام الأخشاب المعتمدة Certified ood في البناء.

*Source: www.fsccanada.org, Accessed (1/07/2008).*

- ***منتجات البناء المستدامة ،*** تشير إلي مكونات المبني و التي تحمل مجموعة من الخصائص البيئية والتي تجعلها مفضلة عن نظائرها، مثال الزجاج الأقل إشعاع Lo -Emissivity Glass ، كما بالشكل (٢-٣٠)، وهو نوع من الزجاج يستخدم في الفتحات، يسمح بمرور الضوء المرئي من خلاله، ويمنع مرور الأشعة المضرة تحت الحمراء من الطيف الضوئي ، وهو كمنتج مفضل بيئيا عن الزجاج العادي من حيث كفاءة الطاقة.

شكل (٢-٣٠) الزجاج عالي الكفاءة - Lo Emissivity Glass .

*Source: www.fsccanada.org, Accessed (1/07/2008).*

---

- Charles . ibert ( ) *" Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery "* Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

ولكن عمليات إنتاج الأخشاب وحصادها بأسلوب مستدام قد ينتج عنها كميات كبيرة من المخلفات و تتطلب كميات من الطاقة و المياه و يمكن أن تساهم في تلوث البيئة ، علي الرغم من أن المادة الخام مثالية من وجهة النظر البيئية ولكن يجب الأخذ في الاعتبار دورة الحياة الكاملة لها لكي يمكن تقييم كفاءة أداء المنتج.

تعتمد هذه النقطة علي كيفية تعريف منتجات البناء المستدامة والتي لا تأتي فقط من مواد بناء مستدامة ولكن أيضا يمكن أن تأتي من مواد تقليدية غير مستدامة، مثال الزجاج الأقل إشعاع Lo -E Glass المستخدم في فتحات الإضاءة، حيث يعد من المواد صعبة التدوير بل من المستحيل تدويره حيث يحتوي علي طبقة فيلمية تم لصقها بين طبقات الزجاج لكي تمكنها من فصل الطيف الضوئي ، وذلك عكس الزجاج العادي و الذي يمكن تدويره بسهولة و لعدة مرات، فمن حيث المادة نفسها يعد الزجاج العادي أكثر استدامة من منتجات الزجاج Lo -E Glass ، ويوضح المثال السابق مدي الصعوبة والتعقيد في عملية اختيار مواد ومنتجات البناء للمباني عالية الكفاءة.

## (٢/٢/٢/٢) مفهوم مواد البناء المستدامة

تعرف مواد البناء المستدامة " بأنها تلك المواد التي تستخدم مصادر الأرض بكفاءة وهي مواد مسئولة بيئيا ، تحترم حدود المواد الغير متجددة كما في خام المعادن و المواد البترولية ، تتكامل مع الأنظمة الايكولوجية والدورات الطبيعية للمواد ، غير سامة وتصنع من مواد معاد تدويرها، وهي نفسها قابلة للتدوير وإعادة الاستخدام، ذات كفاءة في استهلاك الطاقة والمياه، صديقة للبيئة غير ملوثة لها، تصنع بأسلوب صديق للبيئة، وأسلوب استخدامها متوافق بيئيا، و كذلك يمكن استعادتها بعد الاستخدام ".[١]

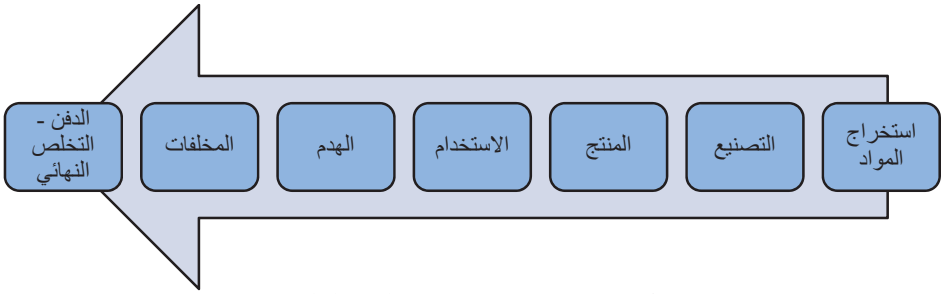
ولازال الخلاف المرتبط بأحقية المواد من مصادر طبيعية مقابل المواد المصنعة و المركبة من مجموعة مختلفة من المواد، فيري البعض من علماء البيئة أن مواد البناء المصنعة لا تمثل مشكلة في حد ذاتها ، حيث يمكن أن تكون المواد من مصادر طبيعية أقل استدامة. فمثلاً البلاستيك المعاد تدويره أكثر استدامة من ألياف القطن التي تدخل في صناعة بعض مواد البناء و التي تتطلب زراعتها كميات كبيرة من الطاقة و المياه و المبيدات الحشرية و مبيدات الأعشاب و الأسمدة ، ومع هذا تستمر قضايا كفاءة المواد المصنعة مقابل المواد التي تأتي من الطبيعة محل دراسة. [٢]

- Spiegel, R., Meadows D. ( ). *"Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification"*. Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

- Charles . ibert ( ) *" Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery "* Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

## (٢/٢/٢) دورة حياة مواد البناء "Material Life Cycle"

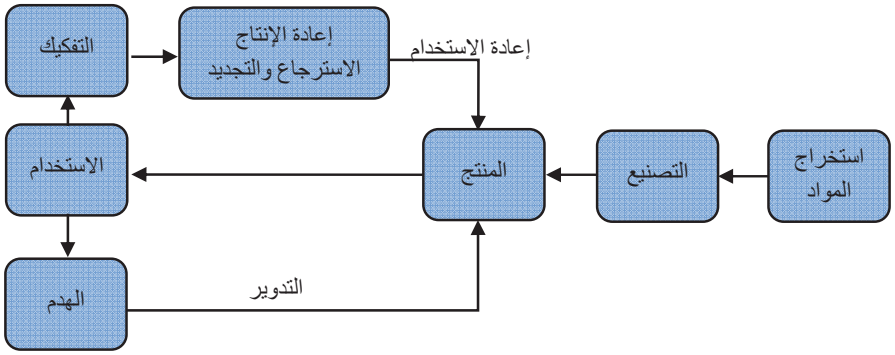
ترتبط دورة حياة مواد البناء بدورة حياة المبني نفسه، وتعتمد بدورها علي تحليل مكونات المبني بداية من اختيار المواد الأولية و إنشاء المبني إلي مرحلة التخلص النهائي Cradle-to-Grave، والموضح بالشكل (٢-٣١) لدورة حياة مواد البناء التقليدية و التي تنتهي عندها صلاحية استخدام المواد بانتهاء عمر المبني و هدمة وبالتالي تتحول المواد إلي مخلفات صلبة تلوث البيئة وتحتاج إلي أماكن للتخلص منها عن طريق الدفن أو الحرق.




شكل (٢-٣١) دورة حياة مواد البناء التقليدية

*المصدر Addis, B.(2006), Building with Reclaimed components and Material, P.13.*

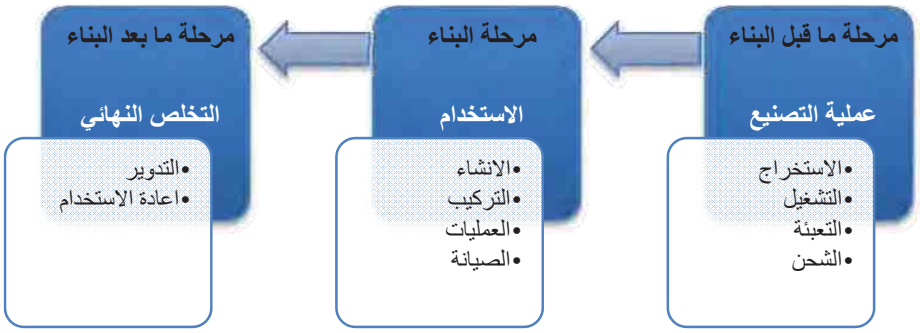
أما بالنسبة لدورة حياة مواد البناء المستدامة فهي تسعي إلي استدامة مصادر المواد وكذلك تعظيم الاستفادة من مواد البناء والتي لا تنتهي فترة حياتها بانتهاء عمر المبني بل تمتد فترات الاستفادة منها إلي ما بعد هدم المبني بالاستفادة من المخلفات الصلبة الناتجة عن المبني ، بإعادة استخدام مواد ومكونات المبني أو تدوير تلك المواد والاستفادة منها في إنتاج مواد أخري وتستمر كذلك في دائرة مغلقة Closed Loop ، شكل (٢-٣٢)، والذي يساهم بشكل كبير في استدامة مواد البناء والحفاظ علي مصادرها.




شكل (٢-٣٢) دورة حياة مواد البناء المستدامة

*المصدر Addis, B.(2006), Building with Reclaimed components and Material, P.13.*

يتم تصنيف دورة حياة مواد البناء المستدامة إلي ثلاث مراحل أساسية متوازية مع مراحل المبني نفسه ، مرحلة ما قبل البناء، مرحلة البناء، و مرحلة ما بعد البناء والموضحة بالشكل (٢-٣٣) ، والتي تسمح بتقييم الأثر البيئي لمواد البناء في كل مرحلة بتحليل تكاليفها خلال فترة عمر المبني الكاملة بدلا من التقدير البسيط لتكاليفها و أثارها خلال مرحلة الإنشاء فقط .[١]




شكل (٢-٣٣) المراحل الثلاثة الأساسية لدورة حياة مواد البناء
المصدر "*Jin Kim, J., & Rigdon, B. (1998)," Sustainable Architecture module*

## (١/٢/٢/٢) مرحلة ما قبل البناء "Pre-Building Phase"

تصف مرحلة ما قبل البناء عملية الإنتاج و عملية توصيل مواد البناء للموقع - ليست متضمنة عملية التركيب - والتي تشمل عملية اكتشاف المواد الأولية في الطبيعة بالإضافة إلي استخراج مواد البناء و التصنيع و التعبئة والنقل لموقع المبني. وتعد هذه المرحلة من أكثر المراحل تأثيرا علي البيئة، ويؤدي الفهم السليم للتأثيرات البيئية في مرحلة ما قبل البناء إلي الاختيار الملائم لمواد البناء ، حيث استكشاف المادة واستخراجها وتصنيعها واختيار طريقة التصنيع نفسها ، والمسافة بين أماكن التصنيع وموقع المشروع كل هذه العمليات لها عواقب سلبية علي البيئة ، حيث يعد الوعي بمصادر مواد البناء أحد العوامل الهامة في تحديد التأثيرات البيئية لها حينما يتم التعبير عنها في المباني .

- ***الإستخراج Extraction:***تعد عملية استخراج المواد الأولية سواء من عملية التعدين كما في المعادن و البترول أو الحصاد من المصادر الطبيعية المتجددة أو المحدودة، في حد ذاتها احد أهم مصادر تدمير البيئة الطبيعية،و تشير عمليات التعدين إلي استخراج المعادن والصخور من باطن الأرض و تتواجد هذه المواد بكميات محدودة ولا تعد من المصادر المتجددة و تتطلب عملية

- in im, ., Rigdon, B. ( ) *" Sustainable Architecture module : Qualities , Use, and Examples of Sustianable building Materials"* ebsite .umich.edu/ nppcpub/

تنقية المعادن إلي كميات كبيرة من الصخور للحصول علي كميات صغيرة من المواد الخام والتي تؤدي إلي الحصول علي كميات صغيرة من المنتج النهائي ، و كل مرحلة في عملية تنقية المعدن الخام تنتج كميات كبيرة من المخلفات السامة . بينما المواد التي يتم حصادها من مصادر متجددة كالأخشاب فهي تساهم بشكل أقل في تدمير الأنظمة البيئية، تعد المادة من مصادر متجددة أو مستدامة إذا ما كان معدل نموها يوافق أو يزيد علي معدل الاستهلاك البشري ، الخشب الصلب علي سبيل المثال يحتاج إلي ٨٠ عاما لينمو مرة أخري. [١]

- ***التشغيل Processing:*** تلي مرحلة استخراج المواد من مصادرها المختلفة مرحلة الإنتاج و التشغيل، حيث تحويل المواد الأولية Ra Materials إلي المواد الأساسية Basic Materials وإنتاج المواد ومنتجات البناء المختلفة ،وعلي سبيل المثال تحتاج الأحجار إلي عمليات التقطيع والتهذيب والمعادن إلي عمليات الصهر و التشكيل لإنتاج السبائك و الألواح المعدنية و القطاعات المعدنية المختلفة تمهيدا لاستخدامها في البناء. و تسبب عمليات إنتاج المواد والمنتجات العديد من الملوثات و التي تؤثر بصورة مباشرة علي البيئة الطبيعية بمفهومها الشامل، وهناك العديد من الصناعات التي لا تراعي عوامل الأمان و صحة الإنسان، ولازلنا بحاجة للبحث عن أساليب إنتاج أقل خطورة، يساهم الإنتاج المحلي في إعطاء مميزات اقتصادية عالية حيث كميات اقل من الملوثات و الاعتماد علي العمالة المحلية. [٢]
- ***التعبئة و التغليف Packaging:*** حيث تستخدم كميات كبيرة من المواد في تغليف مواد البناء وإعدادها للتوزيع، والتي يتم التخلص من معظمها عن طريق الحرق وبعض هذه المواد يمكن إعادة استخدامها لعدد محدود من المرات.
- ***النقل أو الشحن Shipping:*** يعد عامل المسافة ونقل بعض المكونات اللازمة في إنتاج مواد البناء أحد أهم العوامل التي تؤثر علي عمليات الإنتاج و التشغيل و الاستخدام ، وكذلك المسافة بين مكان استخدام المواد الخام في الموقع و أماكن الإنتاج مما له من تأثيرات سلبية في زيادة الطاقة المستهلكة و التلوث الناتجة عن عملية النقل.
- ***التوزيع " Distribution ":*** غالبا ما يستهلك نقل منتجات و مواد البناء من أماكن الإنتاج إلي مراكز التوزيع الإقليمية أو تجار مواد البناء كميات كبيرة من الطاقة في حالة المواد المركبة ، حيث يستهلك ٥٠ من الطاقة المندمجة الكلية للمادة وتزداد تلك النسبة في حالات استيراد مواد البناء ، بينما تقل في

- in im, ., Rigdon, B. ( ) *" Sustainable Architecture module : Qualities , Use, and Examples of Sustianable building Materials"* ebsite .umich.edu/ nppcpub/
- Halliday, Sandy. ( ). *"Sustainable Construction"*. Oxford Gaia Research. P. .

حـالات الإنتـاج المحلـي و تقـل أيضـا وطـأة الأعبـاء و التـأثيرات البيئيـة لتلـك المواد.

### (٢/٢/٢/٢) مرحلة البناء "Building Phase"

مرحلة البناء هي فترة الاستفادة من مواد البناء، وهذه المرحلة تبدأ من نقطة تجميعها في الإنشاء، و تتضمن التركيب و الصيانة و الإصلاح للمادة وتمتد خلال فترة حياة المادة كجزء من المبني.[١]

- ***الإنشاء Construction:*** والتي تعبر عن مرحلة إنشاء المبني و استخدام مواد البناء في أنظمة المبني المختلفة من هيكل إنشائي و غلاف خارجي ومواد التشطيب و الأنظمة الخدمية الأخرى ، ويساهم الاختيار الجيد لمواد البناء الملائمة للاستخدام في تقليل المخلفات الناتجة عن عمليات الإنشاء و المخلفات التي يمكن إعادة استخدامها و تعد مرحلة الإنشاء احدي المراحل الحرجة في دورة حياة المبني.
- ***التركيب Installation:*** وتشمل تركيب الأنظمة المختلفة من أنظمة كهربائية وميكانيكية و كذلك القواطيع الداخلية و مواد التشطيب الخارجي و التي قد تتطلب في بعض الأحيان استخدام معدات ميكانيكية والتي تؤدي إلي إحداث تلوث وضوضاء.
- ***الصيانة Maintenance:*** تتطلب بعض مواد ومنتجات البناء إجراء عمليات صيانة دورية للمحافظة علي أداءها لوظيفتها أو إصلاحها و استبدالها إذا لزم الأمر، وذلك لتجنب التأثيرات السلبية لها علي صحة المستخدمين، و يساهم إمكانية إجراء عمليات الصيانة في استدامة دورة حياة المبني.

### (٣/٣/٢/٢) مرحلة ما بعد البناء "Post-Building Phase"

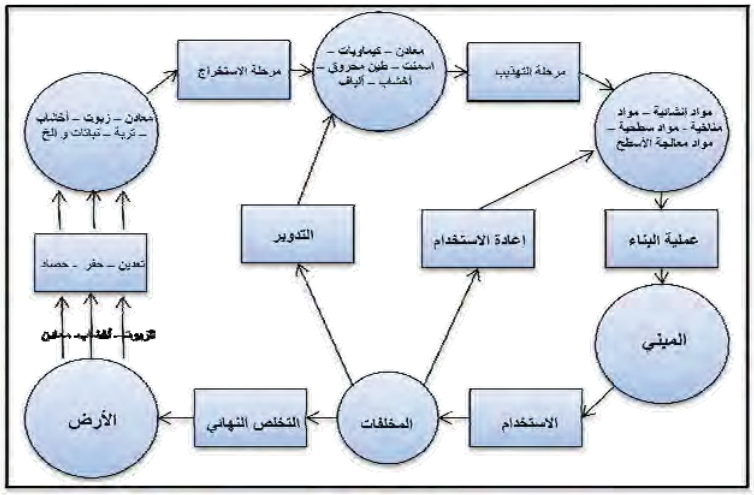
مرحلة ما بعد البناء تشير إلي مواد البناء عندما ينتهي استخدامها بانتهاء عمر المبني ، في هذه اللحظة يمكن إعادة استخدام مواد البناء كما هي أو تدوير مكوناتها للحصول علي منتجات أخري أو التخلص منها، وتعد هذه المرحلة من وجهة نظر المصمم اقل المراحل أخذا في الاعتبار عندما تنتهي فترة الاستفادة من مواد البناء أو المبني بصفه عامة.[٢]

- ***المخلفات Waste :*** تعد عملية هدم المبني أو التخلص من المخلفات الناتجة عنها ذات تكلفة بيئية عالية و قد تنتج المواد المتحللة مخلفات سامة للمادة نفسها أو بالتفاعل مع مواد أخرى ، والمواد الغير متحللة أو الخاملة تزيد المساحات

---

- Halliday, Sandy. ( ). *"Sustainable Construction"*. Oxford Gaia Research. P. .
- in im, ., Rigdon, B. ( ) *" Sustainable Architecture module : Qualities , Use, and Examples of Sustianable building Materials"* ebsite .umich.edu/ nppcpub/

التي نحتاجها لدفن النفايات و والمخلفات الصلبة ، وإعادة الاستخدام للمباني الحالية ومواد البناء يحفظ الطاقة التي استهلكت في إنتاج مواد البناء وعملية الإنشاء ككل و ستفقد الطاقة المندمجة و المستهلكة في إنشاء المبني نفسه وفي إنتاج مواد البناء إذا لم يتم الاستفادة منها علي النحو الأمثل. شكل (٢-٣٤).




شكل (٢-٣٤) دورة حياة مواد البناء من مصادرها المختلفة

المصدر "*Berge B., (2000),"The Ecology of Building Materials*

- ***إعادة الاستخدام Reuse:*** وهي إعادة استخدام مواد ومكونات المبني والتي يتم تصميمها بأسلوب يسمح بتفكيكها وإعادة استخدامها مره أخري الإطارات الحديدية Steel Frames علي سبيل المثال يمكن إعادة استخدامها بسهوله مرة أخري وكذلك تسمح بتلبية رغبات المستخدمين في إعادة التصميم للفراغات الداخلية و سهولة تنفيذ الحوائط و القواطيع الداخلية، وكذلك استخدام أنظمة الأسقف والأرضيات التي تعطي سهولة وصول للتركيبات الكهربائية والميكانيكية تجعل المبني يتوافق مع الاستخدامات الجديدة بسرعة و ذو كفاءة اقتصادية.
- ***التدوير Recycle :*** بما يسمح بتدوير مواد البناء واستخدامها مره أخري حيث يمكن الاستفادة من المخلفات الناتجة عن عمليات الاستخراج و الإنشاء و الهدم وتدخل في العديد من عمليات الإنتاج كمواد أولية مرة أخري ، وتساهم المواد القابلة لإعادة التدوير في تقليل استهلاك المصادر الأولية لتلك المواد.

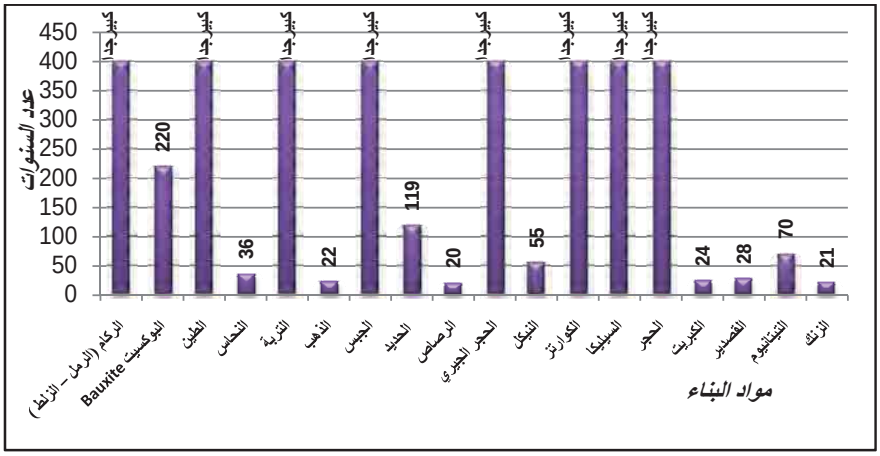
***ويصاحب مواد البناء خلال دورة حياتها استهلاك المصادر الأولية للمواد و الطاقة و إنتاج المخلفات و الملوثات المختلفة من تلويث للبيئة والأنظمة الايكولوجية و الهواء و الماء و التأثير علي الصحة .***

## (٣/٢/٢) الاعتبارات البيئية لمواد البناء المستدامة

يصاحب مواد البناء خلال دورة حياتها مجموعة من التأثيرات والاعتبارات البيئية، والتي تؤثر علي خصائصها أثناء مراحل الإنتاج ، التركيب ، الاستخدام و حتى التخلص النهائي، والتي تؤثر بدورها سلبيا علي كفاءة أداء المباني، ومنها الاعتبارات المتعلقة بمصادر المواد والطاقة و قضايا التلوث المصاحبة ، ويمكن توضيحها كالتالي

### (١/٣/٢/٢) الاعتبارات الخاصة بمصادر المواد

تعد صناعة البناء أكبر مستهلك للمواد الأولية في العالم بعد إنتاج الغذاء، ولذا يجب التعامل بحذر مع المخزون الحالي، وأن يكون هناك دافع قوي لترشيد استخدام المواد الأولية، مما يمكننا من الحفاظ علي المواد غير المتجددة وكذلك الاستخدام الأمثل للمصادر الأخرى، و تتنوع مصادر المواد الأولية لمواد البناء من حيث المخزون الاستراتيجي فالعديد من المواد المستخدمة في صناعة الإنشاء ذات مخزون احتياطي محدود جدا شكل (٢-٣٥). فقد أوضح تقرير معهد موارد العالم " World Research Institute" أن تقدير الكثير من المعادن لا يتعدي المخزون المتوقع لها ١٠- ٢١ عام مثل الرصاص و الزنك، ويعد قليل جدا بالمقارنة بالمخزون المتوقع لخام البوكسيت - المادة الخام لإنتاج الألومونيوم - حيث يبلغ ٢٢٠ عاما، ومن المتوقع أن تصبح مادة الألومونيوم بديل جيد للعديد من المواد المستخدمة في البناء وذلك لما يتمتع به من قابلية عالية للتدوير.[١]




شكل (٢-٣٥) يوضح المخزون الاستراتيجي لمصادر المواد الأولية – عدد السنوات
*المصدر بتصرف "Berge B., (2000),"The Ecology of Building Materials*

- Halliday, Sandy. ( ). *"Sustainable Construction"*. Oxford Gaia Research. P. .

بينما تأتي معظم منتجات البلاستيك من المخزون العالمي للبترول، وهو من المصادر المحدودة جدا حيث يبلغ تقدير احتياطي الزيوت البترولية ما يقرب من ٤٠ عاما فقط، وعلي الرغم من أن منتجات اللدائن المعاد تدويرها تتميز بأفضلية بيئية عن نظيراتها من المصادر الأولية، إلا أن عمليات التدوير تساهم في إضافة ملوثات بيئية يمكن تجنبها منذ البداية، حيث تظل الكثير من المواد المعاد تدويرها أغلي بكثير من نظيراتها من مصادر أولية.

يمكن ترشيد استهلاك المصادر الأولية لمواد البناء مع الأخذ في الاعتبار تقليل استهلاك المصادر خلال مراحل الإنتاج والإنشاء وخلال دورة حياة المبني الكاملة ، مع الأخذ في الاعتبار إعادة استخدام المواد الناتجة عن عملية الهدم، وتطوير عمليات التدوير للحفاظ علي جودة المصادر الأولية الأصلية.

**أ - الترشيد من استخدام المصادر الأولية خلال عملية الإنتاج.** [١]

يمكن تحقيق الترشيد خلال عملية الإنتاج من خلال العناصر التالية

- تعظيم الاستفادة من المصادر المحدودة للمواد الأولية، وهو يعني بصفة أساسية باستخدام التكنولوجيا علي نطاق أوسع في مجالات محددة ويعني بتطوير أساليب إنتاج واستخراج المواد المستخدمة في عمليات البناء كعملية استخراج المعادن.
- تعظيم الاهتمام بالمصادر الغير مستخدمة و المخلفات، وهي المصادر التي تم تصنيفها من قبل كمصادر غير اقتصادية أو التي لم تستخدم من قبل يمكن إعادة تقييمها، وتعظيم الاستفادة من مخلفات الزراعة و الصناعة وكذلك مخلفات المباني.
- زيادة استغلال المصادر الأولية الوفيرة، هناك العديد من المصادر التي لا تنفذ كما هو الحال مع الأحجار والتي تعد احد المصادر الوفيرة، وكذلك التربة والتي تعتبر وفيرة وغير قابلة للنفاد بالمقارنة بالإنتاج القليل للطوب ، و يجب الأخذ في الاعتبار الآثار الجانبية لممارسات التنقيب عن المعادن في البيئة المحيطة بها من تدمير للأنظمة الايكولوجية و تقليل مستويات المياه.
- زيادة الاستخدام للمصادر المتجددة ، حيث العديد من مكونات البناء من مواد أولية معدنية و يمكن استبدالها ببدائل عضوية، مثل الأخشاب يمكن استخدامها كبديل للحديد ، وهو عادة ما يكون له تأثير ايجابي علي البيئة.
- زيادة التدوير لمخلفات عملية الإنتاج، هناك العديد من النماذج التي توضح أن أسلوب التدوير يساهم في الحفاظ علي المصادر القيمة، مثل إعادة استخدام الماء في الصناعة و تصنيع ألواح "plasterboard"، أو إنتاج بلاطات السيراميك.

---

- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"*, Architectural Press p. .

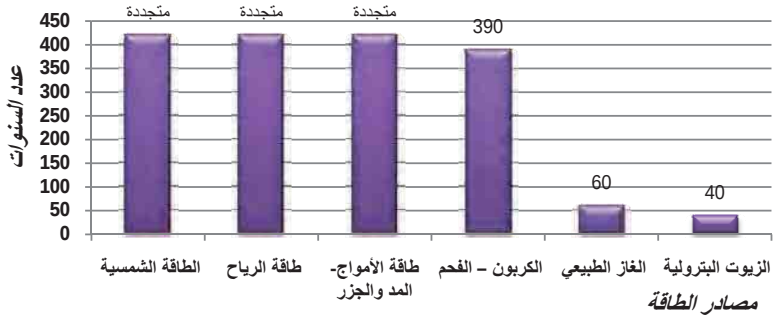
**ب - الترشيد من استخدام المصادر خلال مرحلتي البناء واستخدام المبني.** [1]

في كلتا المرحلتين هناك الإمكانيات التالية لتقليل استخدام المصادر

- الترشيد في استخدام المواد خلال عمليات البناء.
- تقليل الفاقد أو التالف من المواد في الموقع.
- استخدام المواد بطريقة تضمن بقائها ومتانتها.
- إعادة الاستخدام والتدوير لمواد البناء الناتجة عن الهدم.

## (٢/٣/٢/٢) الاعتبارات الخاصة بمصادر الطاقة

يتراوح المخزون الحالي من الزيوت والغازات البترولية كمصدر للطاقة ما بين ٤٠-٦٠ عاما أخري، أما بالنسبة لمخزون الفحم فيكفي لمدة تتراوح بين ٣٩٠-١٠٠٠عام أخري، ولكنه من مصادر الطاقة الملوثة للبيئة لما يسببه من أمطار حمضية و انبعاثات أكاسيد الكربون فهو لا يمكن أن يعد مصدر بديل للطاقة، وهذا يعني أننا سنحتفظ بالمفاعلات النووية كمصادر بديلة للطاقة حيث تعمل هذه المفاعلات باستخدام مواد اليورانيوم و الثوريوم أو الاتجاه إلي المصادر الطبيعية كالشمس و الرياح و قوي المياه "Hydro po er" ، ولكن الطاقة النووية لها مخاطر جسيمة و مشكلات في التخلص من مخلفاتها بينما مصادر الطاقة الطبيعية آمنه ولكن من الصعب تسخيرها. ويوضح الشكل (٢-٣٦) المخزون المتوقع لمصادر الطاقة المختلفة. [2]




شكل (٢-٣٦) يوضح المخزون الاستراتيجي لمصادر الطاقة – عدد السنوات

*المصدر بتصرف "Berge B., (2000),"The Ecology of Building Materials*

أخذت القضايا البيئية الكثير من الاهتمام في الآونة الأخيرة، وخاصة قضايا الغلاف الجوي المرتبطة بالطاقة بصورة مباشرة، و التي تنتج بصفة أساسية من المنتجات البترولية. وبما أن صناعة البناء المستفيد الأول من استهلاك الطاقة فانه تم تقسيم استهلاك الطاقة خلال مراحل الإنتاج والتوزيع والاستخدام.

- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"* Architectural Press p. .
- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"* Architectural Press p. .

**أ - مراحل استهلاك الطاقة في مواد البناء**

**١- استهلاك الطاقة خلال مرحلة إنتاج مواد البناء**

الطاقة المستهلكة مبدئيا "Primary Energy Consumption" هي الطاقة التي تستهلك لتصنيع منتج البناء، ويعد احد العوامل الهامة في حساب هذه الطاقة معامل الاحتراق، حيث يعتمد علي كمية الطاقة التي تنتجها المادة الأولية إذا ما تم حرقها كوقود، دائما ما يتضمن كمية الطاقة المستهلكة "PEC"معامل الحرق لان المواد الأولية ،تحتاج إلي طاقة عالية كمصدر للطاقة وإذا ما تم حذف قيمة معامل الحرق سيعطي صورة خاطئة لمعادلة الطاقة .

عادة ما تمثل الطاقة المستهلكة مبدئيا "PEC" ٨٠ من الطاقة الإجمالية الداخلة في المادة وهي تنقسم إلي

- الطاقة المباشرة المستهلكة في استخراج المواد الأولية وعمليات الإنتاج، تختلف كمية الطاقة باختلاف الماكينات المستخدمة في عمليات الإنتاج.
- الطاقة الثانوية المستهلكة في عمليات التصنيع، تشير إليها الطاقة المستهلكة و المتعلقة بأماكن التصنيع من إضاءة المصنع و صيانة بيئة التصنيع.
- الطاقة المستهلكة في وسائل نقل المواد الأولية و المواد المصنعة، حيث تلعب وسائل النقل المستخدمة دورا هاما في تحديد مقدار الطاقة المستخدمة. ويوضح الجدول(٢-١) مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد البناء بدول شرق أوربا باستخدام وسائل النقل المختلفة تبعا لنوع الوقود.

| وسيلة النقل | | ميجا جول /طن / كم |
|---|---|---|
| الوقود الحفري | النقل البري | ١.٦٠ |
| الوقود الحفري | النقل البحري | ٠.٦٠ |
| الوقود الحفري | القطارات | ٠.٦٠ |
| الطاقة الكهربائية | القطارات | ٠.٢٠ |

جدول(٢-١) مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد البناء
*المصدر المرجع السابق*

**٢- استهلاك الطاقة خلال مرحلتي البناء والهدم**

يمثل النقل واستخدام مواد البناء ٢٠ من مقدار الطاقة الإجمالية الداخلة في المادة. وهي تنقسم إلي

- الطاقة المستهلكة لنقل المنتجات المصنعة، تمثل دورا هاما في كمية الطاقة المستهلكة.
- الطاقة المستهلكة في موقع البناء، تتضمن الطاقة المستهلكة في المعدات المستخدمة و التدفئة و الإضاءة و الكهرباء اللازمة للماكينات، ولقد زادت

الطاقة المستهلكة في الموقع بصورة كبيرة وذلك نتيجة للاعتماد علي الماكينات بصورة أكبر.

- الطاقة المستهلكة أثناء الصيانة، مع العوامل الجوية المختلفة وبمرور الزمن يحتاج المبني للصيانة وللتجديد، فهي بصورة مبسطة مثل معالجة الأسطح بالدهان أو الحقن، إلي استبدال المكونات التالفة.
- الطاقة المستخدمة لتفكيك أو إزالة المواد خلال مراحل الهدم، تمثل هذه الطاقة نسبة ١٠ من الطاقة الإجمالية الداخلة في مواد البناء.

**ب – ترشيد استهلاك الطاقة في صناعة البناء**

يمكن تقليل مقدار الطاقة المستهلكة في صناعة البناء إذا ما اتبعنا الخطوات التالية [١]

**١- التوفير في الطاقة خلال عملية التصنيع.**

- عدم المركزية في الإنتاج، وذلك يقلل من طاقة النقل عندما يتم الإنتاج محليا.
- كفاءة استخدام مصادر الطاقة، حيث أن الكهرباء يتم إنتاجها من الزيوت البترولية أو الفحم و الطاقة النووية وهي تمثل ٢٥-٣٠ من إجمالي الطاقة المتاحة.
- استخدام مصادر الطاقة المحلية، كلما بعدت المواقع عن محطات الطاقة كلما زاد الفاقد في الطاقة حيث يصل الفاقد إلي ١٥ من إجمالي الطاقة في حالات المسافات البعيدة.
- وسائل أخري لتوفير الطاقة ، من الممكن تقليل الطاقة المستهلكة في عمليات الصناعة وذلك بتطوير تقنيات وأساليب الإنتاج المستخدمة .

**٢- التوفير في الطاقة خلال عملية البناء**

- استخدام مواد بناء محلية، إعطاء الأولوية لمواد البناء المحلية والتي تعني متطلبات نقل أقل.
- استخدام مواد أقل في الطاقة، إعطاء أولوية لاستخدام مواد بناء تستهلك طاقة أولية أقل وذات متانة عالية.
- تقنيات البناء المحفزة لإعادة الاستخدام والتدوير، معظم مواد البناء تستهلك كميات كبيرة من الطاقة أثناء التصنيع ، فعلي سبيل المثال فبإعادة استخدام ٧ بلوكات من الطوب فإننا بذلك نوفر ١ لتر من الوقود ، وبتدوير المعادن فإننا نقوم بتوفير ٤٠-٩٠ من الطاقة بالمقارنة باستخراجها من المواد الخام، و التدوير محليا يجنب كميات كبيرة من الطاقة تستهلك لنقل مواد ومنتجات البناء.

---

- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"* Architectural Press p. .

## (٣/٣/٢/٢) الاعتبارات الخاصة بالتلوث

يتم استخراج المواد الأولية لخام المعادن أو الأحجار من خلال عمليات التعدين و التجريف و النقل، وللمواد النباتية كما في الأخشاب و الألياف النباتية من خلال عمليات الحصاد و قطع الأشجار، وتنتج عمليات الحصول علي الخامات الأولية للمواد من مصادرها المختلفة العديد من التأثيرات البيئية حيث تسبب تآكل التربة و إنتاج الإنبعاثات الملوثة للماء و الهواء.

تتسبب عمليات نقل المواد الأولية لأماكن التصنيع والتوزيع باستخدام وسائل النقل المختلفة؛ كالحاويات، القطارات، السفن، السكك الحديدية، والموانئ. والتي يصاحبها استهلاك في الطاقة، في زيادة الملوثات وكمياتها المرتبطة بعمليات النقل المختلفة، والتي تزداد بزيادة مسافات النقل المختلفة. والموضحة بالجدول (٢-٢).[١]

| وسيلة النقل | ثاني أكسيد الكربون CO | ثاني أكسيد الكبريت SO | ثاني أكسيد النتروجين NO |
|---|---|---|---|
| الوقود الحفري النقل البري | ١٢٠ | ٠.١٠ | ١.٩ |
| الوقود الحفري النقل البحري | ٥٠ | ٠.٣٠ | ٠.٧٠ |
| الوقود الحفري القطارات | ٥٠ | ٠.٠٥ | ٠.٧٥ |
| مقدرا ( g/ton m ) بالجرام /طن كيلو متر | | | |

جدول (٢-٢) يوضح التلوث الناتج عن وسائل النقل المختلفة لمواد البناء
*المصدر "Berge B., (2000),"The Ecology of Building Materials*

يعد الوقود من المتطلبات الأساسية لعمليات إنتاج المواد الأولية، و الإنبعاثات الناتجة عن حرق الوقود لإنتاج الطاقة و التي تتسبب في إنتاج العديد من الملوثات أثناء عمليات التصنيع وتشمل الإنبعاثات الغازية (ثاني أكسيد الكربون – أكاسيد النتروجين – أكاسيد الكبريت) كما في الجدول (٢-٣)، والتي تساهم في ارتفاع درجة حرارة الأرض Global Warming، و الترسيبات الحمضية.

| الوقود المستخدم | ثاني أكسيد الكربون CO | ثاني أكسيد الكبريت SO | ثاني أكسيد النتروجين NO |
|---|---|---|---|
| الزيوت النفطية Oil firing | ٧٥ | ٠.٥ | ٠.١٥ |
| الغاز الطبيعي | ٥٧ | ٠.٠١ | ٠.١٦ |
| الفحم ، محتوي كربون قليل | ١١٠ | ٠.٠٣ | ٠.١٦ |
| الفحم ، محتوي كربون عالي | ٩٣ | ٠.٠١ | ٠.١٦ |
| مقدرا ( g / M ) بالجرام / ميجا جول | | | |

جدول (٢-٣) التلوث الناتج عن الطاقة المستخدمة في إنتاج ونقل مواد البناء
*المصدر "Berge B., (2000),"The Ecology of Building Materials*

- Spiegel, R., Meadows, D. ( ). *"Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification"*. Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

أ – **الملوثات البيئية** Environmental pollutants

تساهم عمليات استخراج و إنتاج مواد ومنتجات البناء إلي إنتاج العديد من الملوثات البيئية والتأثير علي الأنظمة البيولوجية والتي تساعد علي تلوث الماء و الهواء وتنتج العديد من السموم البيئية و الغازات المسببة للاحتباس الحراري و الأمطار الحمضية و تأكل طبقة الأوزون، نذكرها في ما يلي [١]

- السموم البيئية "Environmental Poisons"، هي تلك المواد التي تمثل صعوبة في تحللها أو المركبات البيولوجية و التي يعني تركزها في التربة والهواء التأثير علي الأنظمة البيولوجية و تلوث المياه الجوفية ، ومن أمثلة المواد السامة القصدير و الزرنيخ و الرصاص و الزئبق والنيكل ومركباتهم وغيرهما من المواد التي تدخل في صناعة مواد البناء أو تنتجها مخلفاتها.
- غازات الغلاف الغازي "Greenhouse Gases" ، تعد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المسبب الرئيسي لظاهرة الاحتباس الحراري (GWP) Global Warming Potential ، والذي يتصاعد من معظم الأنشطة الصناعية ، وبصفة خاصة الإنبعاثات الناتجة عن حرق المنتجات البترولية المستخدمة لإنتاج الطاقة و تشغيل الآلات.
- المواد الحمضية "Acid Substances"، وتشمل المواد المسببة لظاهرة الحمضية غازات ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروز، والناتجة عن احتراق الوقود والأنشطة الصناعية الأخرى و التي تسبب سقوط الأمطار الحمضية و التي يمكن أن تسبب تدمير المباني و قتل النباتات و الحياة البرية.
- المواد التي تقلل من طبقة الأوزون "Ozone Depletion Substances" ، تعد منتجات الكلوروفلوروكربون CFC s المسبب الرئيسي لتأكل طبقة الأوزون .
- الأتربة "Dust" ، تنتج الأتربة عن الأنشطة الصناعية أثناء عمليات استخراج وتصنيع المواد. وتتسبب بعض المعادن المستخدمة كمادة بناء، في انبعاث أتربة سامة مثل الاسبستوس والصوف الصخري، و تؤثر الأتربة بضفة عامة علي صحة الإنسان حيث تحمل العديد من السموم البيئية.
- تلوث المياه "Water Pollution"، تنتقل المخلفات والسموم الناتجة عن التعدين و عمليات الحصاد إلي الماء، كنتيجة لزوال التربة مما يزيد من تغير لون الماء وتعكره ، ومنع نفاذ أشعة الشمس، ومن ناحية أخري يؤدي تسرب الزيوت البترولية ومخلفات المعادن الناتجة عن التعدين إلي المياه الجوفية إلي تلوث مصادر المياه . [٢]

- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"* Architectural Press p. .
- in im, ., Rigdon, B. ( ) *" Sustainable Architecture module : Qualities , Use, and Examples of Sustianable building Materials"* ebsite .umich.edu/ nppcpub/

**ب - تقليل التلوث في مرحلة الإنتاج**

يمكن تقليل الملوثات في هذه المرحلة من خلال ترشيد استخدام الزيوت البترولية أثناء عملية الاستخراج وخلال مراحل الإنتاج المختلفة لمواد البناء، وأيضا تقليل الطاقة المستخدمة في وسائل النقل، مع البحث في كيفية تعظيم الاستفادة من وسائل الطاقة الجديدة و المتجددة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية و الطاقة المتولدة من المصادر المائية و الطاقة الحيوية ، وإعطاء الأولوية لوسائل الإنتاج المختلفة لمواد البناء التي تراعي استخدام مصادر جديدة للطاقة أثناء عمليتي الإنتاج والتصنيع.[١]

- الاستخدام الأمثل للمصادر البيئية،من خلال زيادة استخدام المواد التي تستخدم أساليب غير ملوثة للبيئة أثناء عملية الاستخراج و الإنتاج ، وبالتالي تعظيم استخدام المواد المتجددة والمعاد تدويرها.
- المعالجة الأمثل لمخلفات التصنيع، هناك العديد من الإمكانيات المتاحة في هذا المجال حيث انه في كثير من الأحيان يمكننا إعادة معالجة مخلفات التصنيع والحصول علي منتجات جديدة.

**ج - تقليل التلوث خلال مرحلة استخدام المبني.**

يمكن تقليل التلوث خلال مرحلة استخدام المبني بإتباع النقاط التالية [٢]

- استخدام مواد البناء المحلية لتقليل معدلات التلوث الناتجة عن استخدام وسائل النقل المختلفة.
- التقليل من استخدام مواد البناء التي تشع غازات ضارة ، أو تنتج أتربة أو إشعاعات ، حيث يمكن أن يصدر المبني إشعاعات أو ينتج أتربة أو غازات ضارة خلال مرحلة الاستخدام أو من مخلفاته ، بتوظيف العديد من البدائل المتاحة .
- استخدام الأخشاب أو المواد ذات الأصول العضوية في المنتجات ذات معامل المتانة عالي، حيث تساهم في امتصاص الكربون، وبالتالي تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون داخل الغلاف الغازي.
- إعادة الاستخدام والتدوير، من خلال إعادة الاستخدام والتدوير، و التقليل من استخدام الطاقة و الموارد أيضا تساهم في تقليل التلوث.

- Berge, B. ( ) *" The Ecology of Building Materials"* Architectural Press p. .
- Previous Reference p. .

## (٤/٢/٢) خصائص مواد البناء المستدامة

بدراسة الاعتبارات البيئية لمواد البناء المستدامة أصبح من الضروري تصنيفها إلي ثلاث مجموعات أساسية وهي معايير **كفاءة مصادر المواد** و**معايير جودة البيئة الداخلية** وكذلك **معايير الكفاءة** كما بالشكل (٢-٣٧)، حيث تساهم هذه المجموعات الثلاث في تقييم ومقارنة مدي توافق مواد و منتجات البناء مع الاعتبارات البيئية وكذلك مقارنتها مع بعضها البعض. [١]

شكل (٢-٣٧) تصنيف خصائص مواد البناء المستدامة تأثرا بدورة حياة المبني
*المصدر "Jin Kim, J., & Rigdon, B. (1998)," Sustainable Architecture module*

### (١/٤/٢/٢) معايير كفاءة المصادر:

**أ - تقليل المخلفات** Waste Reduction

تشير خاصية تقليل المخلفات أثناء عملية تصنيع مواد البناء إلي تحقيق كفاءة عملية الإنتاج وذلك بتقليل مخلفات المواد و التي تأتي من عمليات التشكيل والتقطيع وتشطيب المواد أو المنتجات التالفة أو المعيبة يمكن استخدامها في الموقع أو بإدخالها في بعض الصناعات الأخرى. وبتقليل المخلفات أثناء الصناعة تقل المواد التي نحتاج إلي التخلص منها و بالتالي تزداد كفاءة مصادر المواد.

**ب - منع التلوث** Pollution Prevention

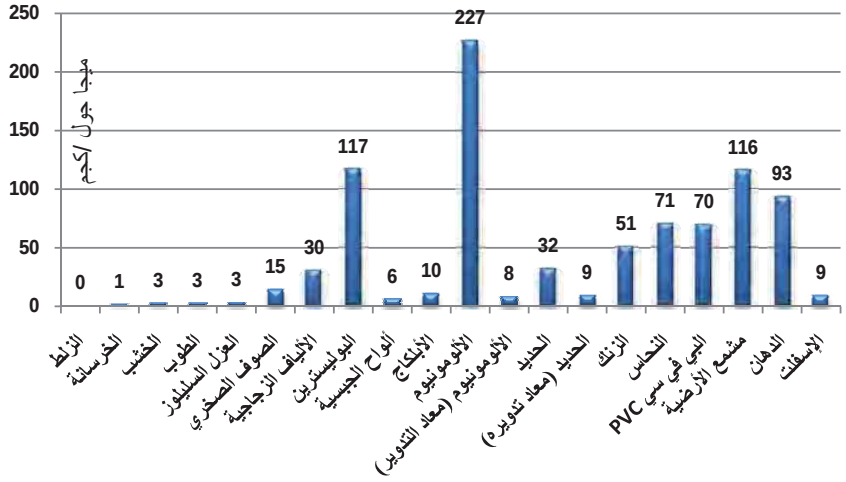
تساهم خاصية منع التلوث أثناء عملية التصنيع بشكل كبير في استدامة المصادر والحفاظ علي البيئة المحيطة، حيث يساعد الوعي لدي المصنعين بمصادر المواد التي تدخل في صناعة مواد البناء بشكل كبير في تحقيق استدامتها، ويشجع

[١] - Spiegel, R., Meadows, D. ( ). *"Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification"*. Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

اختيار مواد البناء التي تنتجها الشركات المسئولة بيئيا جهود منع التلوث، وإن كانت التكلفة المبدئية Initial Cost للمنتجات تبدو أعلي بعض الشيء، وبتطبيق قانون العرض والطلب علي المواد التي تنتج ملوثات أعلي ، فبتقليل الطلب علي هذه المواد يقل الإنتاج و بتقليل الإنتاج يقل المخلفات والطاقة وبالتالي الملوثات البيئية. وكذلك تشجيع استخدام المواد المستدامة و توصيفها في المباني يشجع إنتاجها وتسويقها.

**ج – تقليل الطاقة المندمجة** Embodied Energy

تعبر الطاقة المندمجة لمادة البناء إلي الطاقة الكلية اللازمة لإنتاجها متضمنة الطاقة اللازمة لاستخراج المواد الأولية و طاقة التصنيع وطاقة نقل المواد إلي أماكن التشغيل، هذه الطاقة غالبا ما تأتي من حرق الزيوت البترولية كمصادر محدودة غير متجددة وما يصاحب حرقها من ملوثات بيئية، حيث يوضح الشكل (٢-٣٨) الطاقة المندمجة لبعض مواد البناء ، فكلما ازدادت الطاقة المندمجة للمادة تعني زيادة الطاقة اللازمة لإنتاج المادة وبالتالي زيادة الإنبعاثات الملوثة للبيئة الناتجة عنها.




شكل (٢-٣٨) الطاقة المندمجة لبعض مواد البناء الشائعة
*المصدر "Charles J. Kibert, (2008), "Sustainable Construction*

**د - تدوير المكونات** Recycled Content

تشير المواد ذات المحتوي المعاد تدويره Recycled Content إلي المواد التي تدخل مخلفات الصناعة Post-Industrial ومخلفات الاستهلاك Post-Consumer جزئيا في عملية إنتاجها، والتي تقلل من المخلفات وما يترتب عليها من مشكلات بيئية و يقلل من الطلب علي المواد الخام الأولية و بالتالي تزداد كفاءة مصادر مواد البناء.

وبتدوير مواد البناء يمكن الحفاظ علي الطاقة المندمجة بداخلها، حيث أن الطاقة اللازمة لتدوير بعض المواد أقل بكثير من الطاقة اللازمة لإنتاجها من مصادرها الأولية، كما في الألومونيوم حيث تستخدم ١٠-٢٠ فقط من الطاقة اللازمة لإنتاجه من خام البوكسيت.

**هـ - استخدام المواد الطبيعية** Natural materials

تتميز المواد الطبيعية بصفه عامة بأنها اقل في الطاقة المندمجة، سهلة التصنيع نسبيا، وذات تأثيرات سلبية اقل علي البيئة بالمقارنة بمواد البناء المصنعة. وباستخدام المواد الطبيعية تصبح مواد البناء أكثر استدامة.

**(٢/٤/٢/٢) معايير جودة البيئة:** [١]

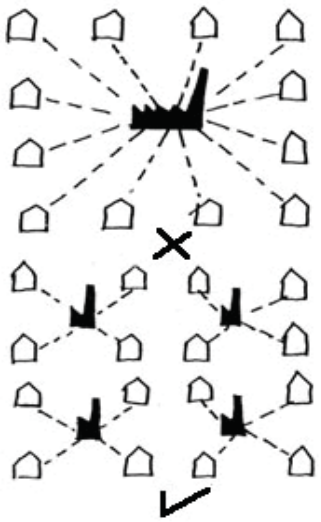
**أ- تقليل مخلفات الإنشاء** Reduction of Construction Waste

يساهم تقليل المخلفات الصلبة أثناء مرحلة الإنشاء و التركيب من تقليل مساحات الأماكن المخصصة لدفن النفايات ويقلل من التكاليف . كذلك يحقق التوافق مع المعايير القياسية تقليل الهالك في المواد وتقليل تكاليف التشغيل والإنشاء.

**ب – استخدام المواد المحلية** Local Materials

يحقق استخدام مواد بناء محلية تقليل مسافات النقل بين أماكن التصنيع و التوزيع ومواقع التشييد وبالتالي تقليل تلوث الهواء المصاحب لاستخدام وسائل النقل للوقود الحفري، ويؤكد الشكل (٢-٣٩) علي أن الإنتاج المحلي لمواد البناء يساهم في تقليل مسافات النقل، وغالبا ما تتناسب المواد المحلية مع الظروف المناخية المحلية، وبالتالي شراء هذه المواد يدعم الاقتصاد المحلي.

وليس دائما بالإمكان توافر جميع مواد البناء محليا لذا لابد من اختيار المواد التي نقوم باستيرادها وبأقل كميات ممكنة، وقد يكون استيراد الحديد لاستخدامه في الأعمال الإنشائية لقوته ومتانته استخدام مبرر وهو عاده يصنع بعيدا عن مواقع البناء.



شكل (٢-٣٩) تفضيل الإنتاج المحلي لمواد البناء وعدم الاعتماد علي الإنتاج المركزي.
*Source: Berge, B. (2000), " The Ecology of Building Materials"*

- Spiegel, R., Meadows, D. ( ). *"Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification"*. Ne ersey ohn Wiley Sons. P. .

**ج - السمية** Toxicity

تمثل العديد من مواد البناء المستخدمة خطورة علي عمال البناء ومستخدمي المبني و علي جودة الهواء الداخلي، لذا يجب الأخذ في الاعتبار تأثيرات السمية عند اختيار مواد البناء وحساب معدلات تغيير الهواء، و باستخدام مواد غير سامة Non-Toxic أو أقل سمية Less-Toxic يمكننا تجنب المشكلات البيئية و الصحية .

**د - أنظمة الطاقة المتجددة** Renewable Energy Systems

تعني استبدال أنظمة المبني التقليدية و التي تعتمد علي الطاقة المنتجة خارج الموقع مثل الطاقة الكهربائية و الوقود الحفري والطاقة الشمسية والرياح، باستخدام المصادر الطبيعية المتاحة بالموقع و الأنظمة التي تشجع علي توظيف ضوء النهار Daylight والتدفئة الشمسية السالبة وتوليد الطاقة بالموقع.

**(٣/٤/٢/٢) معايير الكفاءة:**

**أ - المتانة** Durability.

تشير إلي المواد التي تتميز بفترة استخدام أطول بالمقارنة بالمواد الأخرى المصممة لنفس الغرض و التي تحتاج إلي استبدال أقل خلال فترة استخدامها بالمبني، مما يقلل من المصادر الطبيعية المستخدمة والتكلفة اللازمة لعمليات التثبيت والعمالة.
ويعد عامل المتانة أحد العوامل الهامة في تقييم دورة التكلفة خلال عمر المبني ، حيث تصبح المواد الأكثر متانة هي الأكفأ اقتصاديا بالمقارنة بالمواد التي تحتاج إلي استبدالها عده مرات خلال فترة الاستخدام ، وبالنظر إلي عامل المتانة يمكن المقارنة بين المواد الأكثر تكلفة بالمقارنة بفترة استخدامها.

**ب- كفاءة الطاقة** Energy Efficiency

تعمل المواد المستدامة علي الإبطاء من انتقال الحرارة خلال قشرة المبني مما يقلل الاحتياج إلي التدفئة والتبريد، والخصائص الحرارية للمواد هي أهم معايير اختيار المواد المستخدمة في البناء وخاصة في الغلاف الخارجي. وقد أمكن التحكم في خصائص المواد التي تؤثر علي تحقيق كفاءة الطاقة، وتحديد مدي ملائمتها لخصائص العزل والمقارنة بينهم.

وذلك من خلال عدة معايير منها معامل العزل الحراري R- alue وهو يساعد في تحديد خصائص العزل الحراري للمواد والمادة ذات القيمة الأعلى هي الأكثر عزلا والمادة الأقل عزلا يجب أن تستخدم في طبقات سميكة للوصول لنفس القيمة.ومعامل

التظليل Shading Coefficient ، ويعبر عن نسبة اكتساب حرارة الشمس خلال جزيئات المادة و هو يسمح بالمقارنة بين كفاءتها في حجب أشعة الشمس للأنواع المختلفة من الزجاج وأنظمة التظليل، للاستفادة من أشعة الشمس في الإضاءة Illumination وحجب الحرارة المصاحبة للأشعة الشمسية الغير مرغوبة خاصة في المناطق الحارة.

**ج– كفاءة المياه** Water Efficiency

تتميز المواد المستدامة بأنها تشجع علي كفاءة استخدام المياه خلال عمليات الاستخراج والتشييد و الاستخدام وتساعد علي تحقيق الكفاءة في البناء، ويمكن تحقيق كفاءة استخدام المياه من خلال ترشيد الاستهلاك داخل الموقع وتجميع مياه الأمطار لإعادة استخدامها، أو تدوير المياه بمعالجتها.

**د - إعادة الاستخدام** Reusability

ربما تبقي المواد الأكثر متانة صالحة للاستخدام لعدة سنوات أخرى بينما يمكن أن تنتهي فترة استخدام المبني نفسه، ويمكن إعادة استخدامها بتفكيكها من المبني وتركيبها في موقع آخر. نذكر منها علي سبيل المثال الأخشاب التي يتم تفكيكها من المباني القديمة وإعادة استخدامها في عمليات الإنشاء الجديدة.

**هـ - التدوير** Recyclability

يقيس التدوير قابلية المادة علي استخدامها مرة أخرى كمصدر لإنتاج مواد جديدة، فالعديد من المواد التي لا يمكن إعادة استخدامها في صورتها الأصلية يمكن تكسيرها إلي مكونات قابلة للتدوير.
غالبا ما يواجه عمليات التدوير صعوبة في فصل المواد من أنقاض البناء، والزجاج علي سبيل المثال من المواد سهلة التدوير ولكن صعوبة فصلة عن مخلفات البناء تحول دون عملية تدويره، حيث يدخل في صناعه الزجاج الجديد و الطوب و السيراميك. وكذلك الحديد من المواد التي يمكن فصلها بسهولة بواسطة الخاصية المغناطيسية.

**و- التحلل** Biodegradability

تعني إمكانية التفكيك الطبيعي للمواد بعد التخلص النهائي منها بالدفن، فالمواد الطبيعية تعود إلي الأرض بسهولة وتحتاج المواد الأخرى إلي وقت أطول بينما المواد المصنعة Synthetics لا يستحيل عملية تحللها وينتج بعض منها العديد من الملوثات البيئية.

## (٥/٢/٢) استراتيجيات تحقيق استدامة مواد البناء:

يقترح لتقليل الأثر البيئي لمواد البناء المستخدمة في تنفيذ المشروعات المعمارية إتباع الاستراتيجيات التالية مرتبه تبعا لأهميتها [١]

**١- إعادة استخدام الهيكل الإنشائي الحالي.**

يمكننا بإجراء بعض التعديلات علي المبني الحالي إعادة استخدام أكبر قدر ممكن من الهيكل الإنشائي و الأنظمة الحالية ، وذلك يساهم بقدر كبير في تقليل استخدام مواد جديدة و ما يتبعها من تأثيرات التي تنتج عن عمليات الاستخراج والإنتاج والنقل والتشغيل و المخلفات والعديد من التأثيرات الأخرى.

**٢- ترشيد المواد المستخدمة في البناء**

باستخدام أقل قدر ممكن من المواد المطلوبة لإنشاء المشروع تقلل أيضا التأثيرات البيئية الناتجة عن إنتاج مواد بناء من مصادرها الأولية، وبصفة عامة فان عملية ترشيد استخدام المواد في المبني أمر غاية في الصعوبة وذلك لاعتبارات أنظمة البناء ورغبة المستعملين وتحقيق اشتراطات المباني المستدامة و التي أصبح إدماج أجهزة التحكم و أنظمة التبريد و التكييف وغيرها، والتي لا تتوافر في المباني التقليدية.

وهو الأمر الذي يجعلنا في حاجة إلي تعديل تصميم المباني الحالية وإدماج استراتيجيات جديدة تسمح بتفكيك المبني وإعادة استخدامه بعد انتهاء عمره ، مثال أساليب التصميم من أجل التفكيك Design for Deconstruction ، كجزء من استراتجيات تصميم المبني ككل و استخدام المواد القابلة للتدوير.

**٣- استخدام مواد من مصادر متجددة**

توفر المواد المصنعة من مصادر متجددة فرص تحقيق استدامة المصادر، من خلال عمليات التدوير العضوي و ينطبق هذا المبدأ علي المواد المصنعة من مصادر نباتية كالأخشاب و الأصواف و القطن ، بالإضافة إلي بعض أنواع البوليمرات الصناعية Synthetics الغير قابلة للتحلل ولكن يمكن إعادة تدويرها .

[١] - Charles . ibert ( ) "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

**٤- إعادة استخدام مكونات المبني**

يمثل إعادة استخدام مكونات المبني السليمة الناتجة عن عمليات التهديم ، إمكانية لتقليل التأثيرات البيئية وذلك لأنها تحتاج إلي أقل المصادر من مواد وطاقة لإعادة تشغيلها، وباستخدام تقنيات تفكيك المباني بدلا من تهديمها يجعل استخدام مكونات المباني أكثر انتشارا ، ولكن تبقي مشكلة كيفية التوحيد القياسي و إعادة إصدار شهادات الصلاحية لمواد البناء المستخدمة. [١]

**٥- قابلية التدوير.**

تعني بان مواد البناء المستخدمة يجب أن تكون قابلة للتدوير، ولكن بعض مواد البناء فقط هي القابلة للتدوير، والكثير منها غير قابل للتدوير ولا يزال هدف طموح يحتاج إلي المزيد من الدراسة في أساليب الإنتاج وخواص المواد لجعل جميع المواد قابلة للتدوير. والعديد منها يمكن تدويره فقط إلي منتجات اقل قيمة Lo er-value ، مثال الخرسانة المعاد تدويرها تستخدم كركام في الخرسانة الجديدة ولا تعطي نفس الكفاءة، بينما تظل المعادن واللدائن فقط تتميز بقدرتها الكاملة علي التدوير دون فقد أي من خصائصها وقوتها ومتانتها. [٢]

**٦- استخدام مواد منتجة محلياً**

بدراسة المصادر و الإنبعاثات المرتبطة بعمليات نقل المواد بين المواقع المختلفة للاستخراج و الإنتاج وعمليات التركيب ، تبين أن استخدام المواد المنتجة محليا هي واحدة من الخطوات الهامة في عملية اختيار مواد البناء المستخدمة. ولاشك أن تقليل مسافات النقل باستخدام مواد تم استخراجها و تصنيعها محليا يمكن أن يقلل الأثر البيئي الكلي لمواد البناء خلال دورة حياتها، بينما يظل تعريف متى تصبح مواد البناء محلية غير محددة، ولقد حدد نظام تقييم المباني الخضراء LEED المواد المحلية بمسافة لا تزيد عن ٥٠٠ ميل بما يعدل ٨٠٦ كيلو متر من مصادر إنتاجها وذلك من اجل الحصول علي نقاط التقييم.

يمكن تلخيص عملية اختيار مواد البناء المستخدمة بالاعتماد علي مبادئ ترشيد استخدام مواد البناء، و إعادة الاستخدام، و التدوير (ويمتد معني التدوير ليشمل المواد و المنتجات التي تحتوي علي مواد تم تدويرها أو من مصادر متجددة).

- Charles . ibert ( ) "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

- Previous Reference P. .

## (٦/٢/٢) تقييم معايير الاستدامة لمواد البناء شائعة الاستخدام:

تعرض الدراسة في هذا الجزء إلي توضيح مدي تحقيق بعض مواد البناء شائعة الاستخدام لمعايير الاستدامة بالاستفادة من الخصائص الطبيعية وتصنيف مواد البناء واستخداماتها المختلفة في الهيكل الإنشائي والتي سبق دراستها في هذا الباب، وذلك من خلال جداول مقارنة لمجموعة من الخصائص والتي يمكن توضحيها في النقاط التالية

- **وصف مادة البناء،** توضيح ماهية مادة البناء وأهميتها.
- **خصائص مادة البناء،** حيث تظهر بعض الخصائص الفيزيائية لمادة البناء والتي تؤثر علي استخدامها في الإنشاء والأغلفة الخارجية والتي تشمل أهم الخصائص الطبيعية والميكانيكية والحرارية وقوة التحمل.
- **تصنيف مواد البناء،** بتصنيف مادة البناء وتوضيح إذا ما كانت من المواد الطبيعية أو المخلوطة أو المصنعة.
- **استخدامها في الهيكل الإنشائي،** توضيح أهمية مادة البناء في تكوين الهيكل الإنشائي و مدي اعتماد المبني عليها في التطبيقات الإنشائية.
- **تطبيقاتها في البناء،** إظهار مدي تنوع استخدامات مادة البناء الإنشائية وغير الإنشائية مع ذكر بعض أهم التطبيقات المستخدمة في البناء.
- **تحقيق مادة البناء لخصائص الاستدامة،** توضح مدي تحقيق مواد البناء لخصائص الاستدامة من كفاءة المصادر وجودة البيئة الداخلية ومعايير الكفاءة بإظهار درجة تأثير تلك الخصائص علي مادة البناء.

تتضمن مواد البناء التي سيتم دراستها في هذا الجزء أهم مواد البناء شيوعا في الاستخدام والتي تدخل في تكوين الهيكل الإنشائية والأغلفة الخارجية للمباني والتي تشمل كلا من الأخشاب الطبيعية، الخرسانة المسلحة، الحديد الصلب، الألمونيوم، اللدائن ، والزجاج مع ذكر بعض التطبيقات الهامة لكل منها. حيث يساهم الإلمام بالجوانب المختلفة لخصائص مواد البناء وإلقاء الضوء علي بعض التطبيقات المختلفة لمواد البناء في الهيكل الإنشائي والغلاف الخارجي إلي جانب التركيز علي الخصائص التي يمكن توظيفها في البناء في تطوير الاستخدام وتحقيق الأهداف التصميمية ومعايير الكفاءة في المباني.

## ١/٦/٢/٢ دراسة خصائص الأخشاب كمادة بناء مستدامة

**وصف مادة البناء**

تعد الأخشاب ماده بناء هامة جدا لما تتمتع به من خصائص جيدة و كونها مادة بناء طبيعية متجددة وعالية المتانة، لذا تتعدد استخداماتها في إنشاء المباني كعناصر إنشائية في تنفيذ الأعمدة والكمرات و الأسقف ، وعناصر غير إنشائية كالقواطيع الداخلية و الحوائط الستائرية الخارجية.

يتكون هيكل المبني من العناصر الإنشائية من الأخشاب الشرائحية والتي تعطي إمكانيات إنشائية غير محدودة.

تشكل قطاعات الأخشاب المضغوطة الهندسية الهيكل الإنشائي لأحد المباني المكتبية عالية الكفاءة - بوسطن

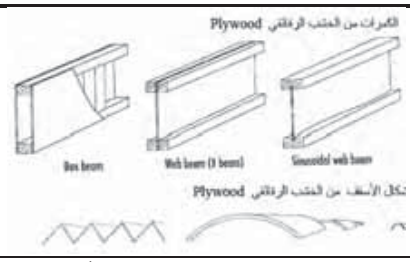
**خصائص مادة البناء**

| | |
|---|---|
| الخصائص الطبيعية | - تتراوح كثافة الأخشاب الطبيعية بين ٤٠٠- ٧٠٠ كجم/م$^3$ .[1]<br>- تزداد صلابة الأخشاب كلما ازدادت كثافتها وذلك عند مستوي رطوبة منخفض. |
| الخصائص الميكانيكية | - تزيد مقاومة الشد للأخشاب في اتجاه الألياف ٢٠ مرة في الاتجاه العمودي والتي تصل إلي ٧٤ميجانيوتن و تبلغ قوي الشد ٣ أضعاف مقاومة الشد لنفس الاتجاه.[2]<br>- تعد الأخشاب أكثر مواد البناء مرونة ويزداد معامل المرونة بزيادة صلابتها. |
| الخصائص الحرارية | - الأخشاب عموما ضعيفة التوصيل الحراري، وتتميز بمقاومتها العالية نسبيا للحرارة.<br>- الأخشاب من المواد القابلة للاحتراق وذات معدل احتراق سريع. |
| خصائص قوة التحمل | - معامل التمدد الحراري للأخشاب متوسط نسبيا.<br>- تتغير أطوال ألواح الأخشاب نتيجة التعرض للرطوبة بصورة ملحوظة. |

| استخدام الأخشاب في الهيكل الإنشائي | | | | | | | | | | | | تصنيف مادة البناء | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأساسات | | | الأعمدة | | | الأسقف | | | الغلاف الخارجي | | | | | |
| غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | المواد الطبيعية | المواد المصنعة | المواد المخلوطة |
| | ■ | | | | ■ | | ■ | | | | ■ | ■ | | |

## تطبيقات الأخشاب في البناء

تعتبر الأخشاب من مواد البناء متعددة الاستخدام كعناصر إنشائية في تنفيذ الأسقف والكمرات والأعمدة و الأساسات في بعض الأحيان، وفي الأغلفة الخارجية من البانوهات الإنشائية وفي تكوين العناصر الغير إنشائية كالقواطيع الداخلية و ألواح العزل الصوتي والحراري وغيرها.

| | | | |
|---|---|---|---|
| الأخشاب الشرائحية Laminated | | ألواح الأخشاب المضغوطة L L | |
| | تستخدم الأخشاب الشرائحية بصفة أساسية في تكوين الإطارات الإنشائية و الجمالونات والكمرات. | | تتميز الأخشاب المضغوطة L L من عدة طبقات بتعدد استخدامها إنشائيا وتصل أطوالها إلي ٢٦ متر. |
| الخشب الرقائقي Ply ood |  | | |
| تستخدم في البانوهات الإنشائية المستخدمة كأسقف بحيث يتم عمل إطارات من دعامات من الألواح المضغوطة و يثبت أعلاها ألواح الخشب الرقائقي. | | تستخدم هذه الألواح في الأغراض الإنشائية ، وكما يستخدم نفس الأسلوب في إنتاج بانوهات عريضة تستخدم كحوائط حاملة ووحدات الأسقف. | |

## مدي تحقيق الأخشاب لمعايير الاستدامة

| كفاءة المصادر | | | | | | | | | | البيئة الداخلية | | معايير الكفاءة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المواد الطبيعية - الوفيرة | منع التلوث | تقليل المخلفات | محتوي معاد التدوير | الطاقة المندمجة | | | المواد المحلية | معامل المتانة | | | السمية | الصيانة | إعادة الاستخدام | قابلية التدوير | التحلل | كفاءة الطاقة | الحفاظ علي المياه |
| | | | | منخفضة | متوسطة | عالية | | منخفضة | متوسطة | عالية | | | | | | | |
| ● | ● | ● | ● | | ■ | | ● | | | ■ | ○ | ○ | ● | ● | ● | ● | ● |

**الخلاصة:**
- تمثل مصادر الأخشاب أكثر العوامل تأثيراً علي البيئة، حيث القطع الجائر للأخشاب المدمر للبيئة.
- يمكن الحصول علي الأخشاب معتمدة المصدر من غابات تدار بأساليب الإدارة البيئية.
- يجب التأكد من المواد المستخدمة في تشطيب الأخشاب وأنها غير ضارة بالبيئة وصحة الإنسان.

**المراجع :**
١- نادية محمد ثابت، (٢٠٠٤)، " دور التقنيات الحديثة في تحقيق استدامة مصادر مواد البناء الطبيعية – الأخشاب و الأحجار "، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، القاهرة.
- Berge B. ( ) " The Ecology of Building Materials" Architectural Press p. .

دلالات الرموز ■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي ◘ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

| ٢/٦/٢/٢ | دراسة خصائص الخرسانة المسلحة كمادة بناء مستدامة |
|---|---|

**وصف مادة البناء**

تعد الخرسانة المسلحة واحدة من أكثر مواد البناء شيوعا في الاستخدام، ومن المواد المعروفة الخصائص جيدا ولها العديد من التطبيقات والتي تزداد يوما بعد يوم في إنشاء المباني. وتتكون الخرسانة بصفة عامة من الركام (الرمل و الزلط) و الأسمنت و المياه والعديد من الإضافات التي تساعد علي تحسين خواصها.

إمكانية تشكيل الكتل المنحنية والحلزونية باستخدام الخرسانة المسلحة لمتحف جوجينهايم بمدينة نيويورك.

تشكل الخرسانة المسلحة عالية الإجهاد الهيكل الإنشائي الرئيسي لأحدي ناطحات السحاب بشيكاغو.

**خصائص مادة البناء**

| | |
|---|---|
| الخصائص الطبيعية | - تتراوح كثافة الخرسانة المسلحة بين ١٢٠٠- ٢٤٠٠ كجم/م$^3$. [1]<br>- يختلف وزن الخرسانة المسلحة و الخرسانة المسلحة بالألياف والخرسانة الخفيفة. |
| الخصائص الميكانيكية | - تتميز بتحملها العالي لقوي الضغط بالمقارنة بالعديد من مواد البناء الشائعة.<br>- تتميز بمعامل متانة عالي ويعتمد علي الخلطة الخرسانية وجودة مهارة الصناعة. |
| الخصائص الحرارية | - تتميز بضعف معامل التوصيل الحراري لها . [1]<br>- الخرسانة المسلحة تتميز بمقاومة عالية للحرائق تجعلها قادرة علي الصمود. |
| خصائص قوة التحمل | - تتصف بثبات أبعادها بفعل التغير الحراري.<br>- تتحمل العوامل الجوية ولا تتطلب صيانة تذكر خلال فترة الاستخدام. |

| استخدام الخرسانة المسلحة في الهيكل الإنشائي | | | | | | | | | | | | تصنيف مادة البناء | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأساسات | | | الأعمدة | | | الأسقف | | | الغلاف الخارجي | | | المواد الطبيعية | المواد المصنعة | المواد المخلوطة |
| غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | | | |
| | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ |

## تطبيقات الخرسانة المسلحة في البناء

تعتبر الخرسانة المسلحة من مواد البناء واسعة الاستخدام كعناصر إنشائية في تنفيذ الأسقف والكمرات والأعمدة و الأساسات وفي الأغلفة الخارجية من البانوهات الإنشائية وبصفة عامة الخرسانة تتواجد محليا و يمكن استخدامها بدون تشطيب أو بتشطيب لتحقيق الأهداف الجمالية.

| | | |
|---|---|---|
| بانوهات الخرسانة المسلحة | استخدام البانوهات الخرسانية سابقة التجهيز في أعمال الكسوات – متحف سوانسيا S ansea. | الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز استخدام العناصر الإنشائية من الخرسانة سابقة التجهيز في إنشاء احد المباني السكنية بأوتاوا - كندا |
| الإنشاء بالخرسانة المسلحة | | التشكيل الإبداعي باستخدام إمكانيات الخرسانة المسلحة متحف العلوم بمدينة فالينسيا بأسبانيا. |

## مدي تحقيق الخرسانة المسلحة لمعايير الاستدامة

| كفاءة المصادر | | | | | | | | | | البيئة الداخلية | | معايير الكفاءة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | الطاقة المندمجة | | | معامل المتانة | | | | | | | | | |
| م تقاوم موجات الصوت | منع التلوث | تقليل المخلفات | محتوي معاد التدوير | منخفضة | متوسطة | عالية | المواد المحلية | منخفضة | متوسطة | عالية | السمية | الصيانة | إعادة الاستخدام | قابلية التدوير | التحلل | كفاءة الطاقة | الحفاظ علي المياه |
| ● | O | ● | ● | | | ■ | O | | | ■ | ○ | ○ | ● | ● | O | ● | O |

**الخلاصة:**

- الخرسانة المسلحة هي مادة أمنه لا تشع أي غازات ضارة أو تؤثر علي جودة الهواء ومقاومة للحرائق.
- تتمثل التأثيرات السلبية للخرسانة في إصدارها الإنبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال عملية تصنيع الأسمنت و التي تدخل بصورة أساسية في الخلطة الخرسانية وتتراوح نسبة الاسمنت بين ٩-١٤ .[٢]
- يمكن استبدال كميات من الأسمنت بمادة الرماد ونواتج خبث الأفران بنسبة ٣٥ من كمية الاسمنت.

**المراجع:**

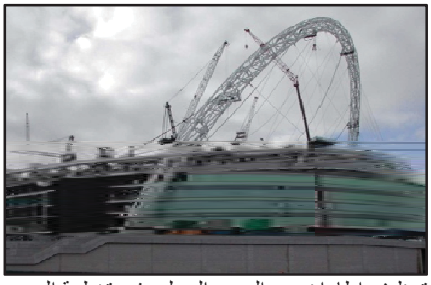
- Berge B. ( ) " The Ecology of Building Materials" Architectural Press p. .
- Charles . ibert ( ) " Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

دلالات الرموز ■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي O تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

## ٣/٦/٢/٢ دراسة خصائص الحديد الصلب كمادة بناء مستدامة

**وصف مادة البناء**

يعد الحديد الصلب من أكثر مواد البناء شيوعا في الاستخدام، لما يتمتع به من خصائص القوة والصلابة والمتانة وتحمل لدرجات الحرارة العالية ومقاومة جيدة للحرائق وسهولة في التشكيل والإنتاج بإشكال ومقاسات متعددة ويتميز بقابلية عالية للتدوير وإعادة الاستخدام.



توظيف إطارات من الحديد الصلب في تغطية البحور الواسعة بإستاد ويمبلي Wembley بمدينة لندن.

يتكون الهيكل الانشائي من قطاعات الحديد الصلب بأسلوب الاطارات الحديدية لمبني Red it house عالي الكفاءة بمدينة allingford الأمريكية

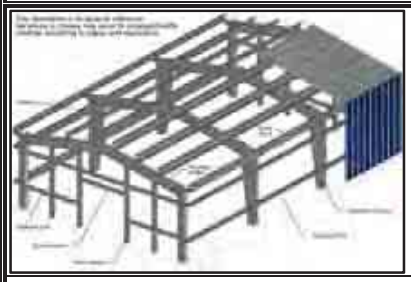
**خصائص مادة البناء**

| | |
|---|---|
| الخصائص الطبيعية | - تبلغ كثافة الحديد الصلب ٨٠٠٠ كجم/م$^{٣}$ وهي أعلي مواد البناء كثافة. [١]<br>- يتميز الحديد الصلب بأعلى معدلات صلابة بين مواد البناء شائعة الاستخدام. |
| الخصائص الميكانيكية | - تتنوع مقاومة الشد لسبائك الحديد الصلب المختلفة بين ٤١٠-٥٦٠ نيوتن/مم$^{٢}$. [١]<br>- الحديد الصلب أكثر مواد البناء قوة وصلابة و قدرة علي تحمل قوي الشد والضغط. |
| الخصائص الحرارية | - الحديد الصلب مثل باقي المعادن جيدة التوصيل الحراري و تتحمل الحرارة العالية.<br>- تحتاج العناصر الإنشائية إلي حمايتها من الحرائق باستخدام الطرق الهندسية. [٢] |
| خصائص قوة التحمل | - معامل التمدد الحراري للحديد قليل نسبيا بالمقارنة بالألومنيوم علي سبيل المثال.<br>- تتحمل قطاعات الحديد الصلب العوامل الجوية ويمكن معالجة سطحها ضد الصدأ. |

| استخدام الحديد الصلب في الهيكل الإنشائي | | | | | | | | | | | | تصنيف مادة البناء | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأساسات | | | الأعمدة | | | الأسقف | | | الغلاف الخارجي | | | | | |
| غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | المواد الطبيعية | المواد المصنعة | المواد المخلوطة |
| | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | ■ | |

## تطبيقات الحديد الصلب في البناء

يستخدم الحديد الصلب في تكوين الهياكل الإنشائية في المباني حيث يستخدم في تكوين الهيكل الإنشائي من الأعمدة والكمرات والأسقف ومرونة في الاستخدام مع الأنظمة الإنشائية المختلفة ويستخدم أيضا في الكسوات الخارجية و في تشكيل الحوائط الستائرية الزجاجية وغيرها.

| | | |
|---|---|---|
| الإنشاء بالحديد الصلب Steel constriction | استخدام قطاعات الحديد الصلب و ألواح الاستانلس ستيل في الكسوة الخارجية بالمبني التذكاري للاتحاد الأوروبي Atomium بمدينة بروكسل - بلجيكا. | الإطارات الحديدية Steel Frame  يتم توظيف قطاعات الحديد الصلب باستخدام نظام الإطارات الإنشائي في تغطية البحور الواسعة. |
| | | الإطارات الفراغية Space Frame استخدام الجمالونات الفراغية المعدنية في تغطية أسقف شركة البترول المحدودة بالهند. |

## مدي تحقيق الحديد الصلب لمعايير الاستدامة

| كفاءة المصادر | | | | | | | | | البيئة الداخلية | | معايير الكفاءة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المواد الطبيعية- الوفيرة | منع التلوث | تقليل المخلفات | محتوي معاد التدوير | الطاقة المندمجة | | | معامل المتانة | | | المواد المحلية | السمية | الصيانة | إعادة الاستخدام | قابلية التدوير | التحلل | كفاءة الطاقة | الحفاظ علي المياه |
| | | | | منخفضة | متوسطة | عالية | منخفضة | متوسطة | عالية | | | | | | | | |
| ● | O | ● | ● | | | ■ | | | ■ | O | ○ | ○ | ● | ● | O | ● | O |

**الخلاصة:**

- تحتاج عملية إنتاج الحديد الصلب إلي طاقة عالية خلال عملية إنتاجها إلا أن تميزه بخصائص القوة والمتانة بالمقارنة بالوزن تجعله أفضل البدائل المستخدمة في تكوين العناصر الإنشائية علي الإطلاق.
- يتميز الحديد الصلب بإمكانياته العالية في التدوير وإعادة استخدام العناصر الإنشائية التي يتم تفكيكها من المباني بعد انتهاء فترة استخدامها، وكذلك فانه لا يصدر أي انبعاثات ملوثة للبيئة الداخلية.(٣)

**المراجع:**

-Arthur Lyons ( ). "Materials for Architect and Builders" P. .
- Gyula Sebestyen ( ) "Ne Architecture and Technology" Architectural Press p. .
- Berge B. ( ) " The Ecology of Building Materials" Architectural Press p. .

دلالات الرموز ■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي O تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

| ٤/٦/٢/٢ | دراسة خصائص الألمونيوم كمادة بناء مستدامة |
|---|---|

**وصف مادة البناء**

يعد الألمونيوم من أكثر مواد البناء استخداما في تشكيل العناصر الإنشائية ، وقد بدأ استخدام الألمونيوم لاحقا بعد الحديد الصلب ولكنه أخذ في الازدياد بسرعة، حيث يتميز الألمونيوم بالعديد من صفات القوة و المتانة وخفة الوزن ومقاومة الاحتكاك ومعامل انعكاس عالي مما يجعله منافس قوي كمادة بناء إنشائية متعددة الاستخدام.

تغطية قاعة elodrome بمدينة مكسيكوسيتي بنظام الإطارات الفراغية وكسوة سطحها بألواح الألمونيوم.

ابتكار الجمالونات الفراغية لتغطية المباني ذات البحور الواسعة باستخدام قطاعات الألمونيوم خفيفة الوزن.

**خصائص مادة البناء**

| | |
|---|---|
| الخصائص الطبيعية | - يعد الألمونيوم أكثر المعادن خفة ف الوزن وتصل كثافته إلي ٢٧٠٠كجم/م$^3$. [١]<br>- يتميز الألمونيوم بخفة الوزن و.معامل متانة عالي جدا. |
| الخصائص الميكانيكية | - ويتراوح مقاومة الألمونيوم لقوي الشد بين ٧٠-١٤٠ نيوتن/مم$^2$ و تصل مقاومتها في بعض السبائك إلي ٣٤٥نيوتن/مم$^2$ وهي مقاومة عالية مقارنة بوزنه. [٢]<br>- معامل المرونة للألمونيوم ٣/١ معامل الحديد الصلب . |
| الخصائص الحرارية | - معامل التوصيل الحراري للألمونيوم عالي بالمقارنة بالحديد الصلب. [٢]<br>- لا تحترق وتزداد مقاومة الألمونيوم للحرائق من ٢٠٠-٣٠٠ درجة بفضل السبائك. |
| خصائص قوة التحمل | - معامل التمدد الحراري للألمونيوم عالي يتطلب مراعاة تفاصيل التنفيذ.<br>- يتميز بمقاومة عالية للصدأ والتآكل وتتطلب معالجة الأسطح بالطلاء والأكسدة . |

| استخدام الألمونيوم في الهيكل الإنشائي | | | | | | | | | | | | تصنيف مادة البناء | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأساسات | | | الأعمدة | | | الأسقف | | | الغلاف الخارجي | | | | | |
| غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | المواد الطبيعية | المواد المصنعة | المواد المخلوطة |
| | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | ■ | |

## تطبيقات الألمونيوم في البناء

يتنوع استخدام الألمونيوم في المباني كعنصر إنشائي في تكوين بعض أنظمة الإطارات الفراغية وفي تشكيل بعض الأسقف المستوية والقباب والقبوات و كعنصر غير إنشائي في تكوين الحوائط الستائرية والأسقف المعلقة والكسوات الخارجية والكاسرات الشمسية وأجهزة التظليل وغيرها.

| | | | |
|---|---|---|---|
| الحوائط الستائرية curtain all | توظيف قطاعات الألمونيوم في تدعيم الواجهات الخارجية والحوائط الستائرية للغلاف الخارجي | النوافذ وكاسرات الشمس | استخدام الألمونيوم في قطاعات النوافذ والفتحات الخارجية وفي الكاسرات الشمسية sun-louvers |
| بانوهات الألمونيوم Alu-cladding | استخدام بانوهات من الألمونيوم في كسوة الأغلفة الخارجية بأحد مباني مكاتب - بولندا . | الإطارات الفراغية Space frame | تغطية السقف بالقبة الجيوديسية من الألمونيوم بمسرح كاسا مانانا بولاية تكساس الأمريكية. |

## مدي تحقيق الألمونيوم لمعايير الاستدامة

| كفاءة المصادر | | | | | | | | | | البيئة الداخلية | | معايير الكفاءة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المواد الطبيعية الوفيرة | منع التلوث | تقليل المخلفات | مختوي معاد التدوير | الطاقة المندمجة | | | المواد المحلية | معامل المتانة | | | السمية | الصيانة | إعادة الاستخدام | قابلية التدوير | التحلل | كفاءة الطاقة | الحفاظ علي المياه |
| | | | | منخفضة | متوسطة | عالية | | منخفضة | متوسطة | عالية | | | | | | | |
| ● | ○ | ○ | ● | | | ■ | ○ | | | ■ | ○ | ○ | ● | ● | O | O | ○ |

**الخلاصة:**

- تعتبر مرحلتي استخراج و إنتاج الألمونيوم أكثر المراحل تأثيرا علي البيئة خلال دورة حياة الألمونيوم.
- يحتاج إنتاج الألمونيوم إلي كميات كبيرة من الطاقة والمياه، ويتم إنتاج ٥٥ من الألومونيوم في العالم باستخدام الطاقة الكهربائية المولدة بالطاقة المائية كطاقة متجددة. ( )
- يتمتع الألمونيوم بقابلية عالية لإعادة الاستخدام والتدوير لعدد لا نهائي من المرات دون التأثير عليه.

**المراجع:**

-Arthur Lyons ( ). "Materials for Architect and Builders" P. .
- Council of Aluminium in Building ( ) Site .c-a-b.org.u Accessed( / / ).
- Charles . ibert ( ) " Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P. .

دلالات الرموز ■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي O تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

## ٥/٦/٢/٢ دراسة خصائص اللدائن كمادة بناء مستدامة

**وصف مادة البناء**

تستخدم المواد المصنعة من اللدائن ومركباتها في الإغراض الإنشائية والأغلفة الخارجية، ولها خصائص تختلف عن نظائرها من المواد التقليدية، وغالبا ما تنتج أسطح منحنية والتي تأتي بأشكال جديدة . وتتميز بسهولة التشكيل وتعتمد صلابة المادة علي شكلها ونوع البوليمر المستخدم.

تغطية سقف المسرح الروماني المكشوف بأغشية منفوخة من اللدائن Nimes Roman بايطاليا.

توظيف أنسجة من مادة التيفلون في السقف المتحرك بملعب التنس بمدينة هامبورج.

يوضح السقف من أنسجة التيفلون اللدنة أثناء الانطباق بملعب التنس

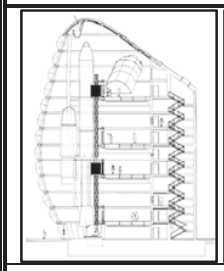
**خصائص مادة بناء**

| | |
|---|---|
| الخصائص الطبيعية | - تتميز اللدائن بوزن نوعي خفيف نسبيا، وبكثافة بين ٩٤٠- ١٢٢٠كجم/م$^{٣}$ . [١]<br>- تزداد صلابة اللدائن كلما زادت كثافتها. |
| الخصائص الميكانيكية | - تتميز اللدائن بصفه عامة بخصائص جيدة لمقاومة الشد بالنسبة لوزنها. [٢]<br>- لا تتحمل اللدائن قوي الضغط في معظم الأحوال. |
| الخصائص الحرارية | - تتميز برداءة التوصيل الحراري وهي مادة عزل حراري جيدة.<br>- جميع أنواع اللدائن قابلة للاحتراق ،وتنتج غازات سامة وتحتاج إلي معالجة سطحها. |
| خصائص قوة التحمل | - معامل التمدد الحراري للدائن كبير جدا، تحتاج إلي تصميم تفاصيل التنفيذ بعناية.<br>- تتميز بمقاومة للرطوبة لكن معظم اللدائن تتغير بفعل العوامل الجوية. |

| استخدام اللدائن في الهيكل الإنشائي | | | | | | | | | | | | تصنيف مادة البناء | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأساسات | | | الأعمدة | | | الأسقف | | | الغلاف الخارجي | | | | | |
| غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | المواد الطبيعية | المواد المصنعة | المواد المخلوطة |
| ■ | | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | | ■ | |

## تطبيقات اللدائن في البناء

تتعدد استخدامات اللدائن في البناء ومن أهمها استخدامها في تغطية الأسقف باستخدام الأغشية المشدودة Tensile membrane، من أنسج مغطاة بطبقة من اللدائن من البولي فينيل أو التيفلون ، كما تستخدم في أعمال الكسوات الخارجية والأغلفة الخارجية و أغراض العزل الحراري.

| | | | |
|---|---|---|---|
| مادة التيفلون | تغطية السقف الخارجي لسوق الجهراء بالكويت باستخدام أغشية من مادة التيفلون. | ألواح البولي كربونات | يتكون الغلاف الخارجي لمركز الرقص بلندن من طبقتين من ألواح البولي كربونات الشفافة والملونة. |
| مادة البولي فينيل | استخدام البولي فينيل النصف شفاف بالمنشئات المنفوخة في تغطية ملعب كرة القدم - ليتوانيا. | مادة ETFE |  يتكون الغلاف الخارجي من مادة ETFE النصف شفافة بمركز الفضاء الوطني – لندن. |

## مدي تحقيق اللدائن لمعايير الاستدامة

| كفاءة المصادر | | | | | | | | | البيئة الداخلية | | معايير الكفاءة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المواد الطبيعية- الوفيرة | منع التلوث | تقليل المخلفات | محتوي معاد التدوير | الطاقة المندمجة | | | المواد المحلية | معامل المتانة | | | السمية | الصيانة | إعادة الاستخدام | قابلية التدوير | التحلل | كفاءة الطاقة | الحفاظ علي المياه |
| | | | | منخفضة | متوسطة | عالية | | منخفضة | متوسطة | عالية | | | | | | | |
| ● | ○ | ● | ● | ■ | | | ● | | | ■ | ○ | ○ | ◉ | ● | ○ | ● | ● |

**الخلاصة:**

– تمثل اللدائن مادة بناء مصنعة تدخل في العديد من الاستخدامات وتعد بديل جيد لكثير من مواد البناء التقليدية.

– تتميز بالعديد من الخصائص الجيدة من المرونة و المتانة و سهولة الاستخدام وتعدد تطبيقاتها في مجالات البناء.

– من عيوب اللدائن أنها تصنع من مصادر محدودة غير متجددة وتستهلك كميات كبيرة من الطاقة والمياه. (٣)

**المراجع:**

- Arthur Lyons ( ). "Materials for Architect and Builders" P. .
-Berge B. ( ) " The Ecology of Building Materials" Architectural Press p. .
-Ecomii ( ) online Article .Ecomii.com/building/understanding -building-materials Accessed ( - - ).

دلالات الرموز ■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي ◉ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

| ٦/٦/٢/٢ | دراسة خصائص الزجاج كمادة بناء مستدامة |
|---|---|

**وصف مادة البناء**

يعتبر الزجاج من مواد البناء المصنعة من مواد طبيعية وفيرة باستخدام درجات الحرارة العالية ويتميز بالشفافية العالية وخفة الوزن وسهولة التشكيل، وتكمن أهمية استخدام الزجاج في المباني المعاصرة بأنه يسمح لضوء النهار من النفاذ إلي داخل المبني ويقلل الحاجة إلي الإضاءة الصناعية وتساعد النوافذ القابلة للفتح في توفير التهوية الطبيعية.

تغطية سقف الفناء الداخلي الضخم بألواح الزجاج لمبني المتحف البريطاني – لندن.

توظيف الزجاج المزدوج في الغلاف الخارجي لمبني S iss Re Building١١٨ بمدينة لندن البريطانية.

**خصائص مادة البناء**

| | |
|---|---|
| الخصائص الطبيعية | - تبلغ كثافة الزجاج ٢٤٠٠كجم /م٣ وهي مادة بناء خفيفة نسبيا. (١) |
| الخصائص الميكانيكية | - يتحمل بعض أنواع الزجاج لقوي الضغط وخاصة في الزجاج المسلح والإنشائي.<br>- الزجاج مادة غير مرنة قابلة للكسر ولا تتحمل قوي الشد. |
| الخصائص الحرارية | - معامل التوصيل الحراري لها ضعيف،بينما يحدث الفقد والاكتساب بخاصية التوصيل الحراري لها وقد أمكن التغلب عليها بالأغلفة الزجاجية المزدوجة. (١)<br>- يعتبر الزجاج مادة غير قابلة للاحتراق ولا تتحمل درجات الحرارة العالية. |
| خصائص قوة التحمل | - معامل التمدد الحراري لها قليل جدا وتتميز بثبات أبعادها.<br>- الزجاج مادة مقاومة للعوامل الجوية إلا أنها قابلة للكسر. |

| استخدام الزجاج في الهيكل الإنشائي | | | | | | | | | | | | تصنيف مادة البناء | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأساسات | | | الأعمدة | | | الأسقف | | | الغلاف الخارجي | | | | | |
| غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | غير مستخدم | استخدام ثانوي | استخدام رئيسي | المواد الطبيعية | المواد المصنعة | المواد المخلوطة |
| ■ | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | ■ | |

## تطبيقات الزجاج في البناء

لقد أمكن التحكم في العديد من الصفات الخاصة بالزجاج وإنتاج أنواع مختلفة تتباين في الخصائص ومنها الطوب الزجاجي وألواح الزجاجي الإنشائي والزجاج الرقائقي والزجاج عالي الكفاءة وغيرها، وتتعدد استخدامات الزجاج لتشكل الأغلفة الخارجية والنوافذ وبعض الاستخدامات الإنشائية الأخرى.

### الزجاج الرقائقي Laminated Glass

يتم إنتاجه من طبقتين أو أكثر من الشرائح الزجاجية بينهما مادة فيلمية وتجعله أكثر تماسكا و أمان.

### الزجاج الإنشائي Structural Glass

يستخدم في بعض الأغراض الإنشائية كالسلالم والقواطيع الداخلية وفي تدعيم الواجهات الخارجية.

### الطوب الزجاجي Glass Bloc

يصنع بمقاسات قياسية مربعة الشكل أو قطاعات مستطيلة ويستخدم في الحوائط والقواطيع الداخلية المستقيمة والمنحنية مما يعطي مرونة في التنفيذ.

استخدام ألواح من الزجاج الإنشائي في تشكيل الحوائط والأعمدة والكمرات بمعرض " Small Pavilion" بلندن من دور واحد.

## مدي تحقيق الزجاج لمعايير الاستدامة

| المواد الطبيعية- الوفيرة | منع التلوث | تقليل المخلفات | محتوى معاد التدوير | الطاقة المندمجة: منخفضة | الطاقة المندمجة: متوسطة | الطاقة المندمجة: عالية | المواد المحلية | معامل المتانة: منخفضة | معامل المتانة: متوسطة | معامل المتانة: عالية | السمية | الصيانة | إعادة الاستخدام | قابلية التدوير | التحلل | كفاءة الطاقة | الحفاظ على المياه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كفاءة المصادر | | | | | | | | | | | البيئة الداخلية | | معايير الكفاءة | | | | |
| ● | O | ● | ● | ■ | | | ● | | | ■ | ○ | ○ | ● | ● | ● | O | O |

**الخلاصة:**

- يتمتع الزجاج بعدة مميزات تجعله مادة أمنة بيئيا، فهو يتم تصنيعه من مواد طبيعية مندمجة منخفضة.
- يساهم تميزه بقابلية عالية للتدوير ومعامل متانة عالي في تقليل الأثر البيئي له. (٢)
- تظل الكيماويات المستخدمة في إنتاج الزجاج عالي الكفاءة و الزجاج المرقق Laminated Glass عقبة أمام عملية تدوير الزجاج، و التي تمنع عملية التدوير بواسطة الصهر لصعوبة فصل الطبقات.

**المراجع:**

- Berge B. ( ) " The Ecology of Building Materials" Architectural Press p. .
- Addis B. ( ) "Building ith Reclaimed components and Materials a Design Handboo for Reuse and Recycling" Earth scan P. .

دلالات الرموز ■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي O تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

## خلاصة الباب الثاني

تناولت الدراسة في هذا الباب مواد البناء المعاصرة و التي تطورت إمكاناتها بفضل التطور التكنولوجي وزيادة المعرفة بالخصائص الطبيعية لمواد البناء بجانب العوامل المؤثرة الخارجية كالعوامل الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والبيئية ، وركزت الدراسة علي توضيح الخصائص الطبيعية لمواد البناء بالإضافة إلي إبراز العوامل البيئية المؤثرة علي مواد البناء ومفهوم مواد البناء المتوافقة بيئيا والمعروفة بمواد البناء المستدامة.

ثم تناولت الدراسة الخصائص الهامة لمواد البناء من الخصائص الطبيعية والفيزيائية والكيميائية والميكانيكية والحرارية ، و التي تؤثر بشكل كبير علي استخدامات مواد البناء وقد ساهم التطور التكنولوجي في التحكم في عدد كبير من الخصائص الهامة لمواد البناء ، والتي أدت إلي تغيرات هائلة في أشكالها وقطاعاتها، ودراسة تصنيف مواد البناء إلي مجموعات تبعا لخصائصها الطبيعية وتبعا لطبيعة الاستخدام حيث تفيد المعرفة الكاملة بخصائص مواد البناء في اختيار المواد التي تتوافق مع طبيعة الاستخدام. قد أثرت مبادئ الاستدامة علي مواد البناء كجزء من منظومة المباني المستدامة، والموضحة في النقاط التالية

- مواد البناء المستدامة هي تلك المواد التي تستخدم المصادر الأولية بكفاءة وهي مواد مؤثرة بيئيا ، تحترم حدود المواد الغير متجددة كما في خام المعادن و المواد البترولية ، تتكامل مع الأنظمة الايكولوجية والدورات الطبيعية للمواد، غير سامة وتصنع من مواد معاد تدويرها، ونفسها قابلة للتدوير وإعادة الاستخدام، ذات كفاءة في استهلاك الطاقة والمياه، صديقة للبيئة غير ملوثة لها وتصنع بأسلوب صديق للبيئة ، وأسلوب استخدامها متوافق بيئيا و كذلك يمكن استعادتها بعد الاستخدام.
- تمر مواد البناء بعدة مراحل خلال فترات الإنتاج والاستخدام وحتى مرحلة التخلص النهائي بما يعرف بدورة حياة مواد البناء، ولقد أثرت مبادئ الاستدامة علي دورة حياة مواد البناء التقليدية لتشمل إعادة الاستخدام والتدوير

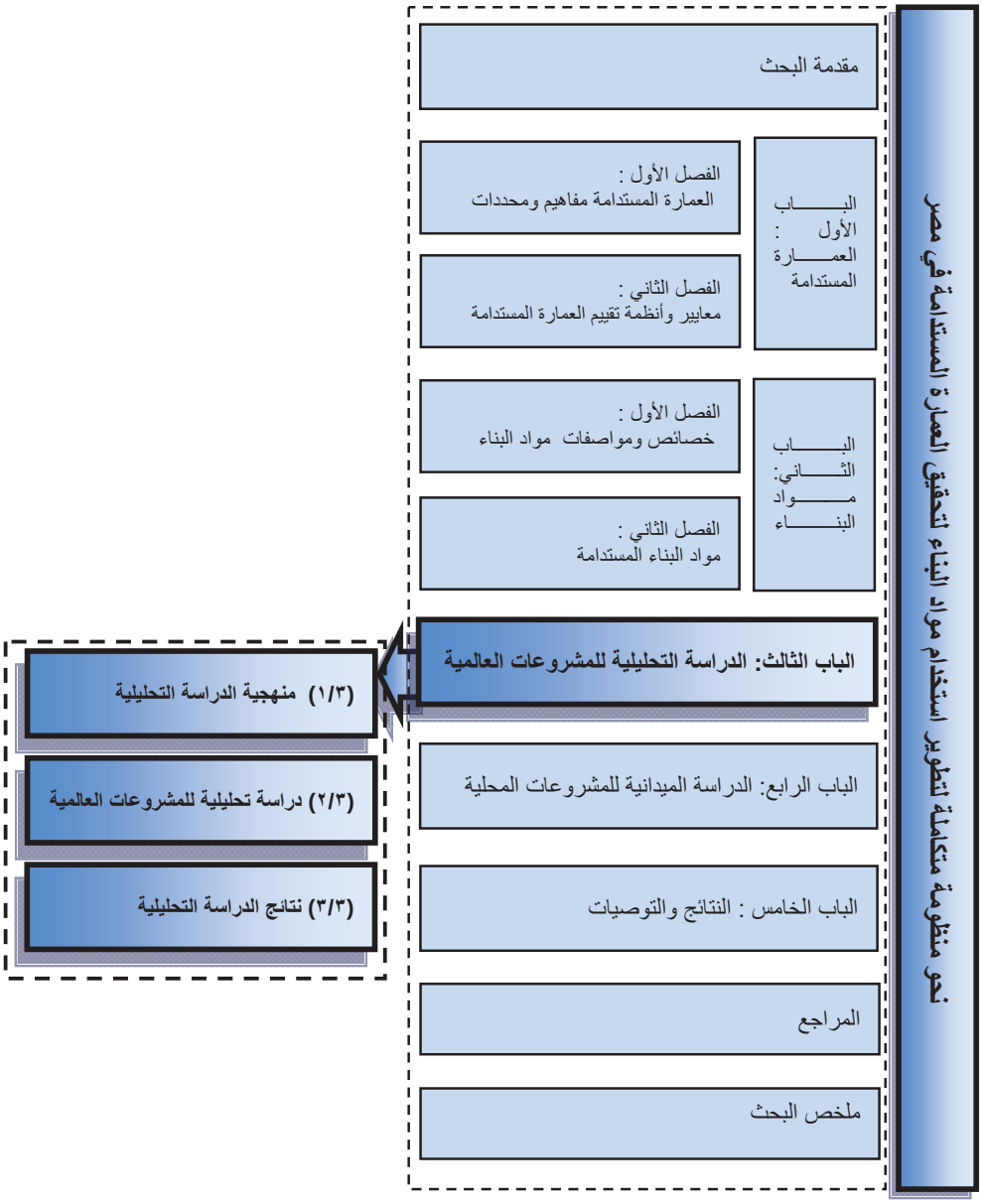
لمواد البناء بدلا من التخلص النهائي لها بالدفن، للحفاظ علي الموارد الطبيعية وحماية البيئة من التأثيرات السلبية لمخلفات البناء.

- يصاحب مواد البناء خلال دورة حياتها استهلاك المصادر الأولية للمواد واستهلاك للطاقة من المصادر المختلفة (المتجددة والغير متجددة)، فضلا عن إنتاج المخلفات الصلبة والملوثات المختلفة من تلويث للبيئة والأنظمة الايكولوجية و الهواء و الماء و التأثير علي الصحة.

- أظهرت الدراسة أن مواد البناء المستدامة يجب أن يتوافر بها مجموعة من المعايير التي تحقق استدامة مواد البناء والتي تم تصنيفها إلي ثلاث مجموعات أساسية، وهي معايير كفاءة المصادر والتي تشمل مواد البناء الطبيعية أو الوفيرة، منع التلوث، تقليل المخلفات، ذات محتوي معاد التدوير، الطاقة المندمجة، المواد المحلية، ومعامل المتانة. ومعايير جودة البيئة الداخلية من معامل السمية والصيانة، ومعايير الكفاءة من كفاءة الطاقة وقوة التحمل بالإضافة إلي قابلية مادة البناء للتدوير وإعادة الاستخدام والتحلل.

- تؤثر خصائص الاستدامة علي اختيار مادة البناء، وتعمل علي تيسير عملية الاختيار والمقارنة بين مواد ومنتجات البناء المستخدمة ومعرفة مدي توافقها مع الاعتبارات البيئية وتحقيقها لمعايير الأمان للمستخدمين.

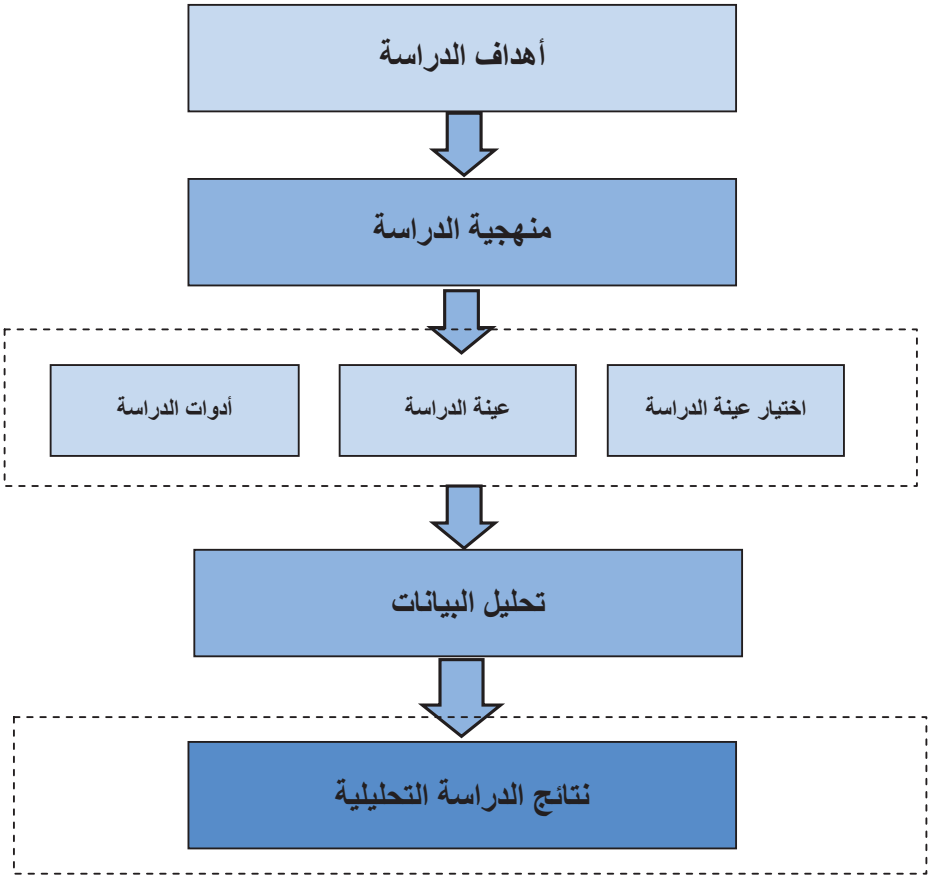
- أوضحت الدراسة بعض الاستراتيجيات الهامة المتبعة لتحقيق استدامة مواد البناء في المباني . والتي تحقق معايير الكفاءة ومن هذه الاستراتيجيات إعادة استخدام الهيكل الإنشائي للمشروعات القائمة مع إجراء بعض التعديلات التي تسمح بإعادة الاستخدام، وإدماج أساليب التصميم والبناء التي تسمح بإعادة تفكيك المبني وإعادة استخدامه بعد انتهاء فترة عمر المبني. بالإضافة إلي إعادة استخدام مكونات المبني، وإتباع أساليب الترشيد في استخدام مواد البناء، واستخدام مواد البناء ذات المصادر المتجددة والوفيرة، والمواد المنتجة محليا، والمواد القابلة لإعادة الاستخدام والتدوير والتي تحتوي علي مواد معاد تدويرها.


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث: الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
(١/٣) منهجية الدراسة التحليلية
(٢/٣) دراسة تحليلية للمشروعات العالمية
(٣/٣) نتائج الدراسة التحليلية
الباب الرابع: الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## (١/٣) منهجية الدراسة التحليلية:

في ضوء ما سبق دراسته في الدراسة النظرية من التعرف علي مفاهيم العمارة المستدامة ومعايير تحقيقها بالإضافة إلي دراسة مواد البناء المعاصرة ومدي توافقها مع معايير استدامة البناء من تحقيق كفاءة المصادر وجودة البيئة الداخلية ومعايير الكفاءة، يتجه البحث في هذا الباب نحو دراسة تأثير استخدام مواد البناء علي الهيكل الإنشائي ودورها في تحقيق معايير استدامة المباني، وذلك من خلال دراسة تحليلية لأمثلة مختارة من المشروعات المعمارية العالمية ذات التوجه البيئي المستدام والتي تستخدم التقنيات الحديثة في تحقيق معايير استدامة البناء.

يستعرض هذا الجزء من البحث مكونات المنهجية المستخدمة في الدراسة التحليلية وتبدأ بتحديد أهداف الدراسة و من خلال هذه الأهداف تتم صياغة المنهجية المقترحة في الدراسة التحليلية و ذلك بتحديد الأدوات المستخدمة في جمع المعلومات ، وتحديد نطاق الدراسة بوضع مجموعة من المعايير الواجب توافرها عند اختيار المشروعات المعمارية محل الدراسة و تحديد عينات الدراسة ،يليها تحليل البيانات و تصميم الجداول المستخدمة في تحليل البيانات للوصول إلي نتائج الدراسة التحليلية. شكل (٣-١)




شكل (٣-١) منهج الدراسة التحليلية

## (١/١/٣) أهداف الدراسة التحليلية :

تهدف الدراسة من خلال تحليل نماذج من المشروعات العالمية التي تتبني الاتجاه البيئي المستدام إلي تحقيق مجموعة من الأهداف كالتالي

- دراسة دور مواد البناء المستخدمة في تحقيق المباني محل الدراسة لمعايير العمارة المستدامة وتأثيرها علي اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة وجودة البيئة الداخلية ومدي التوافق مع البيئة المحيطة.
- دراسة مدي استخدام الاستراتيجيات المختلفة في تحقيق استدامة مواد البناء.
- توضيح أهم مواد البناء المستخدمة في تكوين الهيكل الإنشائي و الغلاف الخارجي للمبني.
- توضيح أساليب توظيف خصائص مواد البناء في تحقيق الملائمة البيئية.

## (٢/١/٣) منهج الدراسة التحليلية :

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والذي يسعي إلي الوصول إلي توصيف دقيق للظواهر، ولكي تحقق الدراسة الأهداف السابقة فقد استخدمت عدة مراحل متتالية وهي كالتالي

- اختيار أساليب جمع البيانات وإعدادها.
- اختيار عينة الدراسة.
- وضع إطار لتصنيف البيانات .
- وصف النتائج وتحليلها و تفسيرها.

**(١/٢/١/٣) اختيار أدوات البحث:**

تم جمع البيانات و المعلومات عن طريق مجموعة من الأدوات هي

- جمع البيانات من المراجع الموثقة والمواقع الالكترونية و المقالات العلمية.
- جداول التحليل المستخدمة في تحليل البيانات واستنباط عناصر تأثير مواد البناء علي المنتج المعماري.

## (٣/١/٣) معايير اختيار عينة الدراسة:

تم اختيار الأمثلة التي تحقق المعايير الأساسية التالية والتي تتحقق بها أهداف الدراسة التحليلية

- اختيار مجموعة من المشروعات المعمارية والتي كان لها دور كبير في ابتكار الجديد في مجال العمارة المستدامة.
- اختيار المشروعات في مناطق مختلفة و في بيئات مناخية مختلفة لاستكشاف تأثير البيئات المختلفة علي المنتج المعماري.
- اختيار المشروعات التي يظهر تأثير مواد البناء في تحقيقها لمعايير الكفاءة و الملائمة البيئية.
- اختيار المشروعات المعمارية والتي تم بناؤها خلال العشر سنوات الماضية.
- التنوع في المشروعات من حيث الشكل و الوظيفة.

## (٤/١/٣) عينة الدراسة :

تم اختيار عدد ثمانية مشروعات معمارية بما يتفق مع المعايير السابقة و بما يحقق أهداف الدراسة وهي كما يلي

١- معرض وأكاديمية الأرض البيئية ، كاليفورنيا - الولايات المتحدة

٢- المركز الوطني للألعاب المائية، بكين - الصين

٣- مبني بلدية لندن ، لندن - المملكة المتحدة

٤ - مركز ألدو ليوبولد التراثي ، ويسكونسن – الولايات المتحدة.

٥- كاتدرائية النور بكاليفورنيا، الولايات المتحدة.

٦- مركز التعليم البيئي ، بنسلفانيا – الولايات المتحدة.

٧- المركز الاستكشافي ، سياتل – الولايات المتحدة.

٨- المبني الإداري الإقليمي كارل تي كورتس ، نبراسكا – الولايات المتحدة.

## (٥/١/٣) تحليل عينة الدراسة:

يتم تحليل المباني محل الدراسة من خلال دراسة مجموعة من العناصر التي تحقق أهداف البحث و التي تشمل الوصف المعماري للمباني وتأثير مواد البناء المستخدمة علي كلا من الهيكل الإنشائي وعناصر تحقيق الاستدامة، ثم يتم استخلاص عناصر التأثير من خلال جداول التحليل التي تشمل علي نقاط التقييم التالية

١. الوصف المعماري ويشمل البيانات الأساسية للمباني محل الدراسة من اسم المبني ووظيفته موقعه واسم المعماري و المالك بالإضافة إلي وصف العناصر التصميمية.
٢. النظام الإنشائي المستخدم وذلك بتحديد النظام الإنشائي المستخدم من مجموعة من الأنظمة الإنشائية الشائعة الاستخدام والموضحة بالجدول.
٣. مواد البناء المستخدمة بتحديد مواد البناء المستخدمة في المبني باختيار واحدة أو أكثر من مواد البناء المعاصرة الموضحة بالجدول وتشمل الأحجار والأخشاب والخرسانة المسلحة و الحديد الصلب والألمونيوم واللدائن و الطوب والزجاج وغيرها.
٤. تأثير مواد البناء علي عناصر تكوين النظام الإنشائي و التي تشمل كلا من الأعمدة والأسقف والحوائط بالإضافة إلي الأغلفة الخارجية.
٥. ملامح استدامة المبني والتي تشمل كلا من اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة وكفاءة المواد وجودة البيئة الداخلية.
٦. الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء بتحديد الأسلوب المستخدم في تحقيق استدامة مواد البناء من الاستراتيجيات الشائعة والتي تشمل إعادة استخدام الهيكل الإنشائي وتوظيف المواد المحلية والطبيعية الوفيرة والمتجددة والآمنة غير السامة و أساليب الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير.

وذلك بهدف " **استنتاج تأثير استخدام مواد البناء علي المنتج المعماري ودورها في تحقيق العمارة المستدامة متمثلة في معايير الاستدامة التي سبق تحديدها و استنباط المعايير التي تحقق استدامة مواد البناء والتقنيات المستخدمة في تحقيقها**".

| ١/٢/٣ | معرض وأكاديمية الأرض البيئية بكاليفورنيا<br>" Institution and Exhibition of Earth Environmental" |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **المالك** | أكاديمية كاليفورنيا للعلوم |
| **الموقع** | كاليفورنيا – الولايات المتحدة |
| **التنفيذ** | ٢٠٠٦ـ ٢٠٠٨ |
| **المعماري** | رينزو بيانو( Renzo Piano) |

**(١/١/٢/٣) وصف المشروع:**

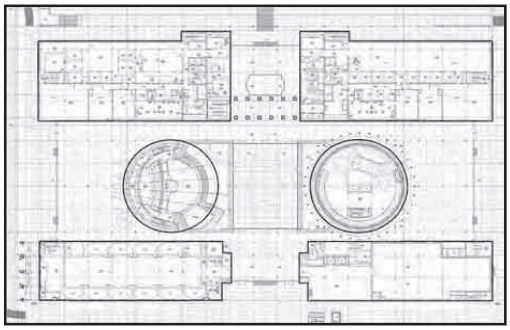
يعد المبني واحد من المباني الرائدة في مجال العمارة المستدامة ، و يهدف إقامة معرض الأرض البيئية Earth Environmental للحفاظ علي الفصائل النباتية و الحيوانية في العالم حيث يضم أكثر من ٣٨٠٠٠ من الحيوانات و الفصائل بالإضافة إلي متحف التاريخ الطبيعي ويضم مركز بحثي وتدريبي في مجال حماية الأرض.[١]

شكل (٣-٢) التكامل بين متحف أكاديمية كاليفورنيا للعلوم والبيئة المحيطة.
*Source: http://www.arcspace.com/architects/piano/cas/cas.html, Accessed (1/1/2009).*

يضم المبني قاعات العرض المتحفي الضخمة للفصائل النباتية و القبة الفلكية و حوض كبير لعرض الكائنات البحرية A uarium و الشعاب المرجانية بالإضافة إلي مركز الأبحاث والذي يحتوي علي المعامل وقاعات التدريب في مجال حماية الأرض ، و يأخذ مبني المتحف الشكل المستطيل بمساحة ١٠٠ ١٠ متر مربع تقريبا، ويتكون السقف من مجموعة من القباب الضخمة والتي تغطي فراغات العرض الرئيسية ومنها

- aren E. Steen ( ) "*Green Architecture's Grand Experiment*" site http // .metropolismag.com/story/ /green-architectures-grand-experiment-part- -the-building accessed ( / / ).

قاعة الغابات الاستوائية Rainforest Hall و القبة الفلكية Morriston Planetarium، بقطر ٩٠ قدم تصل إلي ٤٠ ٢٧ متر تقريبا ويتخللهما الفراغات الداخلية Atrium .[١]



شكل(٣-٣) المسقط الأفقي يوضح العناصر الرئيسية

شكل(٣-٤) قاعة الغابات الاستوائية Rainforest Hall

شكل(٣-٦) الحوض المائي A uarium

شكل(٣-٥) القطاع العرضي المار بالقاعات الرئيسية

*Source:http://www.arcspace.com/architects/piano/cas/cas.html, Accessed (1/1/2009).*

**(٢/١/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:**

تعد أكاديمية العلوم بكاليفورنيا واحدة من المباني الرائدة في مجال الاستدامة علي مستوي الولاية حيث تحقق مجموعة من الاستراتيجيات التي تزيد من كفاءة المبني والتي يمكن توضيحها كالتالي [٢]

- ***اعتبارات الموقع***، يقع مبني الأكاديمية بمدينة كاليفورنيا وسط منتزه Golden Gate Par وتم تصميم المبني ليتناغم مع الموقع المحيط من خلال تغطية السقف بالكامل النباتات الطبيعية المحلية ليشكل أكبر سقف مصنوع من الأسقف الخضراء Green Roofs ، ويتميز بالشفافية الكاملة للحوائط الخارجية للتكامل مع الطبيعة.
- ***كفاءة الطاقة***، يستهلك المبني طاقة أقل بنسبة ٣٠-٣٥ بالمقارنة بالمعايير القياسية للمباني المماثلة، وذلك بفضل توظيف مجموعة من استراتيجيات

- The California Academy of Sciences ( ) official site http // .calacademy.org /geninfo/ne sroom/releases/ /Green building facts.html Accessed ( / / ).
- Nico Saieh ( ) "*California Academy of Sciences*" site http // .archdaily.com/ /california-academy-of-sciences-renzo-piano/ Accessed ( / / ).

ترشيد الطاقة ، ومنها إدماج الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الكهربائية بالمظلات الخارجية Canopy علي حدود المبني بالكامل مما يحقق مالا يقل عن ٥ من احتياجات الأكاديمية من الطاقة ويمنع انبعاث أكثر من ١٨٣طن تقريبا من غازات الاحتباس الحراري سنويا.

- ***مواد البناء*** ، لقد أبدع فريق التصميم في توظيف أجزاء كبيرة من الهيكل الإنشائي لمبني الأكاديمية القديم بالإضافة إلي تدوير أكثر من ٩٠ من مخلفات الناتجة عن الهدم من الخرسانة مسلحة والحديد الصلب والنباتات التي تم إعادة استخدامهم وتدويرهم بالموقع ، وكذلك استخدام الأخشاب المعتمدة المصدر بنسب تصل إلي ٥٠ ، وجميع الدهانات والمواد اللاصقة والمالئة تتوافق مع النسب القياسية للمركبات العضوية المتطايرة.[١]

شكل (٣-٧) توظيف وحدات الإضاءة السقفية لتحقيق مستويات عالية من الإضاءة الطبيعية.
*Source:http://www.arcspace.com,Accessed(1/1/2009)*

- ***جودة البيئة الداخلية***، تعتمد ٩٠ من فراغات الأكاديمية بصفة أساسية علي الإضاءة الطبيعية بتوظيف الأغلفة الخارجية الشفافة وتقنيات جلب الإضاءة الطبيعية العلوية S ylights – كما بالشكل (٣-٧)، والفراغ الداخلي الأوسط Atrium الذي يساهم في تحقيق قدر كبير من التهوية الطبيعية، وتوظيف الأغلفة الخارجية الشفافة في تحقيق الراحة النفسية والارتباط بالبيئة المحيطة.
- ***الحفاظ علي المياه***، يساهم السقف الأخضر الذي يغطي مبني الأكاديمية في امتصاص أكثر من ٦٠ ٣ مليون جالون من مياه الأمطار سنويا (٩٨ من إجمالي مياه الأمطار)، وإعادة استخدام المياه المعالجة في الحمامات وتساهم تلك الأستراتيجيات في تحقيق ٣٠ اقل في معدلات استهلاك المياه للمباني المماثلة.[٢]

---

- David Basulto ( ) "*California Academy of Science / Green roof construction and opening*" site http // .archdaily.com/ /california-academy-of-science-green-Roof-construction-and-opening/ Accessed ( / / ).

- Mike Chino ( ) "*The New Green California Academy of Sciences Unveiled*" Site Http // .inhabitat.com/ / / /california-academy/ Accessed ( / / ).

**(٣/١/٢/٣) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الإنشائي للمبني من الإطارات الحديدية Steel Frames من قطاعات مختلفة، ومجموعة من القباب الضخمة التي تغطي القاعات الرئيسية ، ويشمل النظام الإنشائي [١]

أ- ***الأعمدة،*** تم تصميم الأعمدة من الحديد الصلب بقطاعات رشيقة جدا والتي تمتد بارتفاع أربعة ادوار، وتم تدعيمها بمجموعة من كابلات الشد المعدنية لتجنب انحنائها Bending.

ب- ***الأسقف،*** تتكون الأسقف من الإطارات المعدنية التي تشكل السقف المستوي للأكاديمية ويشكل هيكل القباب الضخمة قطاعات من الحديد الصلب مزدوج الانحناء، بخلاف الفراغ السماوي Piazza S ylight، فهو يمتد بمساحة (٢١.٩٥متر ٢٨.٨٧متر تقريبا) و تم تغطيته بمجموعة من الكابلات المعدنية Tensile Steel Structure تشكل شبكة بمقاسات(١.٨٠ متر ١.٨٠متر )، يتم تثبيت أطرافها من خلال جمالون دائريRing Truss ليتم توزيع الأحمال إلي العناصر الإنشائية المحيطة.

ج- ***الحوائط،*** تنوعت المواد المستخدمة في الحوائط بين الخرسانة المسلحة الغير معالجة ntreated Concrete للتأكيد علي المواد الطبيعية و الحوائط الحجرية بينما الأغلفة الخارجية من الزجاج الشفاف.

د- ***الغلاف الخارجي،*** يتكون الغلاف الخارجي من الزجاج الشفاف عالي الكفاءة والذي تم استخدامه بشدة في معظم أجزاء المتحف والأكاديمية لزيادة مستويات الإضاءة والتأكيد علي الشفافية والتكامل مع البيئة.

شكل (٣-٨) استخدام إطارات من الحديد الصلب Steel Frames في تشكيل الأسقف

شكل (٣-٩) الفراغ السماوي مغطي بشبكة من الكابلات المعدنية والزجاج عالي الكفاءة لتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية.

شكل (٣-١٠) الحوائط الخارجية من الزجاج الشفاف Emissivity- Loعالي الكفاءة لتحقيق الإضاءة الطبيعية مع تقليل الاكتساب الحراري.

---

- ohn Patrick, Renzo Piano, ( ) " *The New California Academy of Sciences*" Article Site .holcimfoundation.org/Portals/ /docs/ S boo let.pdf, Accessed ( / / ).

٥- ***الأسقف الخضراء،*** تتكون القباب الرئيسية والتي تغطي أسقف قاعة الغابات الاستوائية Rainforest Hall و القبة الفلكية Morriston Planetarium، والتي يبلغ قطرهما ٩٠ قدم أي ٢٧.٤٠ متر تقريبا من قطاعات معدنية سابقة التجهيز، وتغطي ببلاطات من الخرسانة المسلحة، بمساعدة شدات خشبية للحصول علي أسطح منتظمة ، ثم تغطي بالنباتات الطبيعية لتكون الأسقف الخضراء والتي تجعلها امتدادا للغابات المحيطة بالمبني.

شكل (٣-١١) تغطية سقف القباب للقاعات الرئيسية بالنباتات لتشكل الأسقف الخضراء.

شكل (٣-١٢) تغطي قاعة الغابات الاستوائية الفتحات السماوية المصممة خصيصا من الزجاج لدخول ضوء النهار.

**(٤/١/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:**

أدي الاختيار الجيد لمواد البناء المستخدمة إلي تقليل الأثر البيئي للمبني بصفة عامة وفي تحقيق كفاءة المبني بصفة خاصة ، باختيار الهيكل الإنشائي من الحديد الصلب المعاد التدوير والذي تتميز وصلاته بإمكانية التفكيك و إعادة الاستخدام في المستقبل ، وبتوظيف الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز وذات المحتوي المعاد التدوير لتقليل الأثر البيئي لها بينما الأغلفة الخارجية من الزجاج عالي الكفاءة الذي يقلل من الاكتساب الحراري لأشعة الشمس فتكتمل منظومة إنشاء المبني التي تحقق أهدافه البيئية.

**(٥/١/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:**

اعتمد المبني بصفة أساسية علي الخرسانة المسلحة في تكوين الأساسات و بعض الحوائط بينما استخدم قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز في الهيكل الإنشائي و الزجاج الشفاف عالي الكفاءة مع الاستعانة بالأخشاب المعتمدة المصدر.

**(٦/١/٢/٣) الخلاصة:**

تم توظيف مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق استدامة مواد البناء من الترشيد في استخدام المواد و استخدام المواد القابلة للتدوير المتمثلة في الهيكل المعدني والمواد ذات المحتوي المعاد تدويره كما في الخرسانة المسلحة ،والمواد المحلية بنسبة ٢٠ ، استخدام المواد الطبيعية من الأخشاب معتمدة المصدر حيث تبلغ أكثر من ٥٠ من الأخشاب المستخدمة.[١]

---

- The California Academy of Sciences ( ) official site http // .calacademy.org /geninfo/ne sroom/releases/ /Green building facts.html Accessed ( / / ).

## معرض وأكاديمية الأرض البيئية
## Institution and Exhibition of "Earth Environmental"

| | |
|---|---|
| الموقع | كاليفورنيا – الولايات المتحدة |
| المعماري | Renzo Piano |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٦ - ٢٠٠٨ |

**الوصف المعماري:**

- يعد المبنى واحد من المباني الرائدة في مجال العمارة المستدامة ويهدف إلي حماية الفصائل النباتية و الحيوانية في العالم.[١]
- يضم المبنى قاعات العرض المتحفي الضخمة للفصائل النباتية والحيوانية و حوض كبير لعرض الكائنات البحرية و الشعاب المرجانية بالإضافة إلي مركز أبحاث والمعامل وقاعات التدريب في مجال حماية الأرض.
- يأخذ مبني المتحف الشكل المستطيل بمساحة ١٠٠ ١٠ متر مربع تقريبا، ويتكون السقف من مجموعة من القباب الضخمة والتي تغطي فراغات العرض الرئيسية ومنها قاعة الغابات الاستوائية Rainforest Hall و القبة الفلكية Morriston Planetarium، بقطر ٩٠ قدم ويتخللهما الفراغات الداخلية Atrium.[٢]

**المراجع:**


- The California Academy of Sciences ( ) site http // .calacademy.org/geninfo/ Accessed ( / / ).
- ohn Patric Renzo Piano ( ) " The Ne California Academy of Sciences" Article Site .holcimfoundation.org/Portals/ /docs/ S boo let.pdf Accessed ( / / ).


### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

استخدمت الأعمدة من الحديد الصلب بقطاعات رشيقة جدا ويمتد ارتفاعها أربعة أدوار بينما تم تدعيمها بمجموعة من كابلات الشد لتجنب انحنائها.

#### الأسقف

الأسقف من قطاعات الحديد الصلب السابقة التجهيز مزدوجة الانحناء لتشكيل القباب الرئيسية وغطيت ببلاطات من الخرسانة المسلحة.

#### الحوائط

تم اعادة استخدام بعض الحوائط الحجرية لمبني الأكاديمية القديم و استخدمت الحوائط من الخرسانة الغير معالجة للتأكيد علي المواد الطبيعية.

#### الغلاف الخارجي

الأغلفة الخارجية من الحوائط الستائرية الزجاجية الشفافة عالية الكفاءة لتحقيق الشفافية و ارتباط الفراغات الداخل بالخارج والتكامل مع البيئة المحيطة.

### ملامح استدامة المبنى

#### اعتبارات الموقع

غطي السقف بالكامل بالنباتات المحلية ليشكل أكبر سقف أخضرمصنوع ويتميز بالشفافية الكاملة للحوائط الخارجية مما يحقق التكامل مع البيئة.

#### كفاءة الطاقة

ادماج الخلايا الشمسية المولدة للطاقة بالمظلات الخارجية بالاضافة إلي تأثير السقف الأخضر في تقليل الأحمال الحرارية و ترشيد استهلاك الطاقة.

#### كفاءة المواد

تتميز المواد المستخدمة في المبني بأنها قابلة لإعادة الاستخدام والتدوير واستخدام المواد بدون معالجة كالحوائط الخرسانية للتأكيد علي المواد الطبيعية.

#### جودة البيئة الداخلية

تساهم شبكة الكابلات المعدنية والأغشية النسيجية التي تغطي Atrium في تحقيق الاضاءة والتهوية الطبيعية بالاضافة إلي توظيف S ylights والزجاج الشفاف.

### النظام الإنشائي / مواد البناء المستخدمة / الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| النظام الإنشائي | | | | | | مواد البناء المستخدمة | | | | | | | | | | الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري | الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى | إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد القابلة للتدوير Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
| - | - | ● | ● | - | - | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | ● | ○ | ● | - | ○ | ○ | ● | ○ | ● | ● | ● | ○ |

**الخلاصة**

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني المبني أحد المباني الرائدة في مجال الاستدامة فقد حقق التكامل مع البيئة باستخدام لأسقف الخضراء والحوائط الخارجية الشفافة والاعتماد علي والتهوية والإضاءة الطبيعية.
- الهيكل الإنشائي الهيكل الإنشائي من إطارات الحديد الصلب السابقة التجهيز والقابلة للتفكيك وإعادة الاستخدام في المستقبل، وغطيت الأسقف بوحدات من الخرسانة المسلحة وكسيت بطبقة من النباتات المحلية.
- تأثير مواد البناء قد كان لمواد البناء دور كبير في تحقيق كفاءة المبني حيث استخدمت الخرسانة المسلحة والحديد الصلب والزجاج الشفاف، وبتبني استراتيجيات ترشيد استخدام المواد والتدوير وإعادة الاستخدام

جدول (٣-١)

دلالات الرموز: ● مستخدم بصورة رئيسية ● مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٢/٢/٣ | المركز الوطني للألعاب المائية - بكين<br>"National Aquatics Centre - Water Cube " |
|---|---|

**المالك** بلدية بكين
Government of Bei ing Municipality

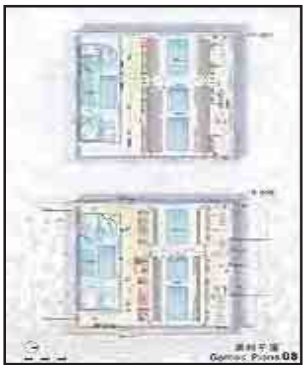
**الموقع** بكين – الصين

**التنفيذ:** ٢٠٠٣- ٢٠٠٦

**المعماري** PTW Architects AR P

**(١/٢/٢/٣) وصف المشروع:**

تم إنشاء المركز الوطني للألعاب المائية والمعروف بالمكعب المائي Water Cube، كجزء من استعدادات الصين للألعاب الاوليمبية ٢٠٠٨، ويضم المبني عدد ٥ حمامات سباحة أوليمبية و فراغ ركوب الأمواج ومجموعة من الكافيتريات بالإضافة إلي الخدمات الأخرى ،وتسع مدرجات المركز ٦ ٠٠٠ مقعد ثابت وتبلغ سعتها القصوى ١٧ ٠٠٠ متفرج خلال فترة الألعاب الأوليمبية و يأخذ المبني شكل المكعب بأبعاد ١٧٧ ١٧٧ ٣١ متر و تبلغ مساحته٧٠ ٠٠٠ متر مسطح. [١]



شكل (٣-١٣) الموقع العام والمساقط الأفقية لمركز الألعاب المائية –المكعب المائي
*Source: http://www.e-architect.co.uk/beijing/ watercube_beijing.htm, Accessed (1/3/2009).*

تجمع فكرة المبني بين الرمزية في شكل المبني حيث يأخذ المركز الشكل المربع والذي يرمز إلي الأرض في الثقافة الصينية، والبناء الهندسي الطبيعي لفقاعات الصابون و التي تم ترجمتها لشكل معماري ، من خلال التكنولوجيا و المواد لابتكار مبني رائع يحقق المعايير الجمالية وكفاءة الطاقة والصداقة مع البيئة.

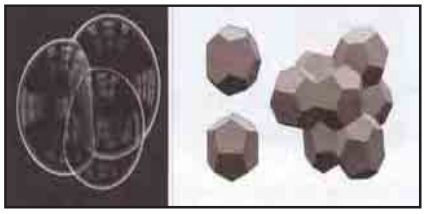
- Arup/ PTW ( ) *"Water Cube National Swimming Centre"* DETAILS ( ) p. - .

يتميز تصميم المبني الفريد بأنه يجمع بين الإنشاء الخفيف ، والعزل الحراري ، وجودة انتشار الضوء خلال الصوبة التي تشكل غلاف المبني ، وكفاءة الطاقة و تحمل الهيكل الإنشائي لنشاط الزلازل بمدينة بكين. [1]

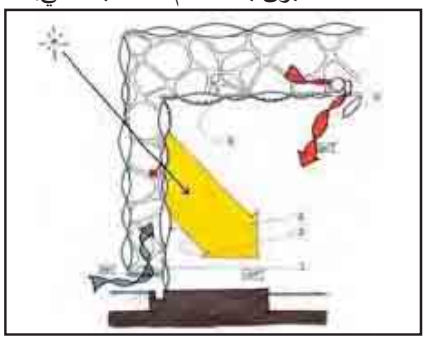
**(٢/٢/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:**

يحقق مركز الألعاب المائية مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق الاستدامة والتي يمكن توضيحها كالتالي [2]

- ***اعتبارات الموقع،*** يحقق المبني مجموعة من الاعتبارات الخاصة بموقع المشروع بدأ من اختيار شكل المكعب الذي يتناسب مع ثقافة المكان والتكامل مع البيئة المحيطة و التصميم الفريد الذي يجعل من المبني علامة معمارية بارزة.
- ***كفاءة الطاقة،*** يحقق المركز كفاءة في الطاقة بفضل التقنيات المستخدمة في ترشيد استهلاك الطاقة بنسبة تقل عن ٣٠ من إجمالي الطاقة اللازمة لمركز الألعاب، أي بما يكافئ تغطية سطح المركز بالكامل بالألواح الشمسية.
- ***مواد البناء،*** يتميز هيكل المبني المكون من النظام الإنشائي من الإطارات الفراغية المعدنية ومواد اللدائن من مادة ETFE بمتانة عالية تعطي للمبني قوة تحمل عالية وفترة عمر طويلة.
- ***جودة البيئة الداخلية،*** يتمتع المركز بمستويات عالية من التهوية و الإضاءة الطبيعية بفضل التكنولوجيا المستخدمة في تكوين الغلاف الخارجي والذي يعمل علي تبريد وتدفئة المركز بالاعتماد علي أساليب التصميم الشمسي السالب.



شكل (٣- ١٤) محاكاة الشكل الطبيعي لفقاعات الصابون باستخدام الحاسب الآلي.



شكل (٣- ١٥) دراسة فكرة الصوبة وكيفية تنظيم حركة الهواء خلال الغلاف الخارجي.

شكل (٣- ١٦) التكوين الفريد للوحدات متعددة السطوح من الحديد الصلب واللدائن.
*Source: http://www.e-architect.co.uk/beijing/ watercube_beijing.htm, Accessed (1/3/2009).*

---

- oann onchar ( ) *"Inside Beijing's Big Box of Blue Bubbles"* Article Site http //ceu.construction.com/article.php L C Accessed ( / / ).
- SP Media ( ) *"Water cube – National Swimming Centre "* Article Site http // .designbuild-net or .com/pro ects/ atercube accessed ( / / ).

- ***الحفاظ علي المياه***، حيث يوفر المركز يقرب من ١ مليون طن من المياه سنويا ، بينما يتم تجميع ١٠ ٠٠٠ متر مكعب سنويا من مياه الأمطار، وترشيحها وإعادة استخدامها حيث يتم تدوير ٨٠ من المياه المستخدمة في المبني، وهو أمر غاية في الأهمية خاصة وأن بكين يقل نصيب الفرد فيها من المياه عن المعدلات العالمية .

**(٣/٢/٢/٣) النظام الإنشائي:**

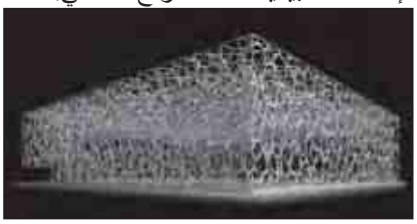
يتكون الهيكل الإنشائي من الإطارات الفراغية Space Frames من الحديد الصلب، ويأخذ الغلاف الخارجي الشكل الطبيعي لبناء فقاعات الصابون، ويبدو الهيكل عشوائي ولكنه يتكون من وحدات تكرارية متعددة الأشكال تم محاكاتها من خلال بناء نموذج رقمي للمبني. ويتكون الهيكل المعدني للحوائط والأسقف من ٢٢ ٠٠٠ قضيب معدني، ١٢ ٠٠٠ نقطة اتصال. ويشمل النظام الإنشائي [١]

ت- ***الأعمدة***، تخلو قاعات المركز من الأعمدة الداخلية بينما يعتمد الهيكل الإنشائي علي الإطارات الخارجية.

ث- ***الأسقف***، تغطي الإطارات الفراغية المعدنية الأسقف والحوائط الخارجية و التي تتكون من فراغات شد Tensile space متعددة السطوح Polyhedron ، ويبلغ سمك الأسقف ٢ ٧ متر.

ح- ***الحوائط***، بينما الحوائط الخارجية يبلغ سمكها ٣.٦ متر و تغطي بطبقتين من الوسائد الهوائية علي شكل بانوهات من مادة ETFE .

شكل (٣- ١٧) انتشار ضوء النهار خلال الغلاف الخارجي يتيح مستويات عالية من الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ الداخلي.



شكل (٣- ١٨) تصميم الهيكل الإنشائي بالاستعانة ببرامج الحاسب الآلي.

شكل (٣-١٩) الهيكل الإنشائي الضخم من الإطارات الفراغية يشمل الحوائط والأسقف من الحديد الصلب أثناء التنفيذ.

*Source:http://www.treehugger.co/the_water_cube.php,Accessed (1/3/2009).*

- Ben McMillan ( ) *"China's Bubbly Aquatics Center Nears Completion"* Article site http // . ired.com/culture/art/multimedia/gallery atercube Accessed( / / ).

ذ- ***الغلاف الخارجي***، يتكون الغلاف الخارجي للمكعب المائي من أغشية عالية الكفاءة من اللدائن من مادة ETFE علي هيئة بانوهات بشكل وسائد هوائية Pillo Panels ، واستخدمت لتغطية الأسقف والحوائط الخارجية من طبقتين إحداهما داخلية والأخرى خارجية، وتتميز البانوهات المستخدمة بأنها لا تحتاج إلي تركيبات ثانوية بالهيكل الإنشائي و التي تعطي كفاءة عالية في العزل الحراري .[1]

شكل (٣- ٢٠) ضخامة العناصر و الوصلات المعدنية المستخدمة في تكوين الهيكل الانشائي .

*Source:http://www.designbuild_network.com/projects/watercube, accessed (1/3/2009).*

شكل (٣- ٢١) تنوع أشكال وأحجام الوسائد الهوائية المستخدمة في الكسوات الخارجية .

*Source:http://www.designbuild_network.com/projects/watercube, accessed (1/3/2009).*

تتنوع أطوال و مساحات وأشكال البانوهات المستخدمة ، و يتراوح طولها من ١ إلي ٩ متر ، ويصل مساحتها إلي ٧٠ متر مربع، وتتنوع الأحجام والأشكال المستخدمة في الأسقف إلي ٧ أنواع ، والمستخدمة في الحوائط إلي ١٥ نوع حيث تتكون هذه البانوهات من طبقتين من الأغشية ETFE Membranes بسمك ٢٠ ٠ ملليمتر، ويتم ضخ الهواء المضغوط بين الطبقتين لتنتفخ وتعطي شكل الوسائد الهوائية، والقادرة علي تغطية بحور واسعة.[2]

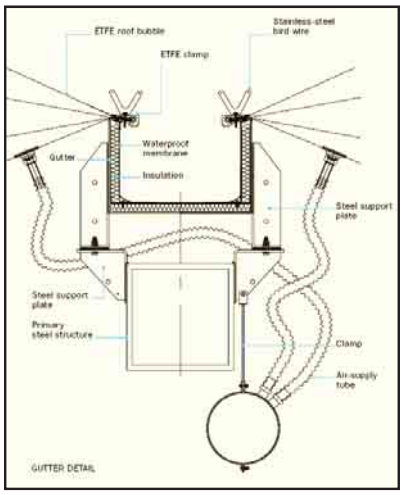
- uanda roup ( ) *"Water Cube - National Aquatics Center"* China Daily ne s Site http // .chinadaily.com.cn/yuanda/content .htm Accessed ( / / ).

- Alex Pasternak ( ) *"The Water Cube, Bubble-Clad Olympic Wonder"* Article Site http // .treehugger.com/files/ / /the ater cube Accessed ( / / ).

**(٤/٢/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:**

اعتمد فريق التصميم في تحقيق الفكرة الرئيسية للمكعب المائي والذي يبدو كفقاعات الصابون علي الخصائص الطبيعية التي تتمتع بها مادة ETFE كأحد اللدائن والتي تتميز بخصائص حرارية جيدة ، بالإضافة إلي خصائصها الجمالية و التي ساهمت في تحقيق الشكل الجمالي للمركز كفقاعات الصابون الطبيعية واللون الأزرق المائي. وقد كان لاستخدام بانوهات بشكل وسائد هوائية من أغشية ETFE Membranes ،عظيم الأثر في تحقيق كفاءة المبني.

وتطبيق فكرة الصوبة في تدفئة الهواء الداخلي للمبني و كذلك تدفئة مياه حمامات السباحة. [١] حيث تسمح الأغشية الخارجية لأشعة الشمس من النفاذ داخل المبني ويساعد سمك الهيكل الذي يمثل الحائط علي اختزان الهواء الساخن بينما تم تثبيت مجموعة من الثقوب Nozzles علي الحدود الخارجية وعلي محيط المبني لتضخ الهواء إلي اعلي الحائط، لتنظيم درجة الحرارة و توفير حركة ثابتة للهواء.




شكل (٣-٢٢) تفصيلة الثقوب المثبتة بالوسائد الهوائية لتنظيم درجة الحرارة الداخلية.
*Source:http://www.inhabitat.com/02/27/bubble-building-national-swim-center-in-beijing/, Accessed (1/3/2009).*

**(٥/٢/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:** اعتمد المبني بصفة أساسية علي الخرسانة المسلحة في تكوين الأساسات والحديد الصلب في الهيكل الإنشائي وبينما استخدمت اللدائن بطريقة مبتكرة في تشكيل الغلاف الخارجي.

**(٦/٢/٢/٣) الخلاصة:** اعتمد المبني علي استراتيجيات ترشيد استهلاك المواد في كلا من الهيكل الإنشائي من إطارات فراغية والغلاف الخارجي من بانوهات من مادة ETFE والتي لا تحتاج إلي أي دعامات إضافية.

- EArchitect ( ) *"Water Cube Beijing"* Site http // .e-architect.co.u /bei ing/ atercube bei ing.htm Accessed ( / / ).

## المركز الوطني للألعاب المائية – بكين
## "National Aquatics Centre - Water Cube"

| | |
|---|---|
| الموقع | بكين – الصين |
| المعماري | ARUP/PTW |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٣ - ٢٠٠٦ |

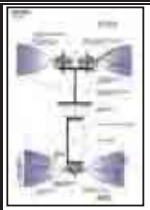
**الوصف المعماري:**

- تم إنشاء المركز الوطني للألعاب المائية والمعروف بالمكعب المائي Water Cube، كجزء من استعدادات الصين للألعاب الاولمبية ٢٠٠٨.
- يأخذ المبني شكل المكعب بأبعاد ١٧٧ ١٧٧ ٣١ متر و تبلغ مساحته ٧٠ ٠٠٠ متر مسطح.[١]
- يغطي الغلاف الفقاعي للمبني عدد ٥ حمامات سباحة أولمبية و فراغ ركوب الأمواج ومجموعة من الكافيتريات بالإضافة إلي الخدمات الأخرى ، وتبلغ سعته القصوى ١٧ ٠٠٠ متفرج خلال فترة الألعاب الأولمبية .
- يجمع المبني بين الإنشاء الخفيف ، والعزل الحراري ، وجودة انتشار الضوء خلال الصوبة التي تشكل غلاف المبني ، وكفاءة الطاقة و تحمل الهيكل الإنشائي لنشاط الزلازل بمدينة بكين.[٢]

### الهيكل الإنشائي

| الأعمدة | الأسقف | الحوائط | الغلاف الخارجي |
|---|---|---|---|
| | | | |
| الصالة الرئيسية لحمامات السباحة الاولمبية خالية من الأعمدة الداخلية وترتكز علي إطارات فراغية تشكل الهيكل الرئيسي. | تتكون الأسقف من الوحدات المعدنية متعددة السطوح من قضبان من الحديد الصلب ، والتي تغطي المركز و يبلغ سمكها ٧ ٢٠ متر . | يبلغ سمك الحوائط الخارجية لمركز الألعاب ٣ ٦٠ متر من القضبان المعدنية متعددة السطوح وتكسي ببانوهات هوائية من اللدائن. | يغطي الغلاف الخارجي للحوائط والأسقف للمركز بانوهات من اللدائن عالية الكفاءة من مادة ETFE تأخذ شكل فقاعات الصابون. |

### ملامح استدامة المبني

| اعتبارات الموقع | كفاءة الطاقة | كفاءة المواد | جودة البيئة الداخلية |
|---|---|---|---|
| |  | | |
| راعي المبني البيئة المحيطة باختيار شكل المكعب المتناسب مع الثقافة المحلية وفكرة الصوبة التي تعتمد علي الظروف البيئية بالموقع. | حقق المركز كفاءة عالية في الطاقة تصل إلي ٣٠ من استهلاك الكلي بفضل اعتماد المبني علي أساليب التصميم الشمسي السالب متمثلة في الغلاف الخارجي. | ساهم التوظيف الجيد للخصائص الطبيعية والحرارية لمادة ETFE في كلا من الأسقف والحوائط في الترشيد في الطاقة و رفع كفاءة المبني بصفة عامة. | يحقق المبني مستويات عالية من الإضاءة والتهوية الطبيعية حيث ينتشر الضوء الطبيعي خلال الغلاف الخارجي ليخترق الفراغ الداخلي. |

**المراجع:**


- Arup/PTW ( ) "Water Cube National S imming Centre". DETAILS ( ) p. - .
- EArchitect ( ) "Water Cube Bei ing" Site http // .earchitect.co.u /bei ing/ atercube bei ing.htm Accessed ( / / ).


| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | - | ● | ● | - | ● |

**النظام الإنشائي**

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | - | ● | - | ● | ● | - | - | ● |

**مواد البناء المستخدمة**

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ○ | ● | - | ● | ○ |

**الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء**

**الخلاصة**

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني بعد المبني أحد المباني التي اعتمدت علي تطور مواد البناء في تحقيق معايير الكفاءة حيث ساهمت في تحقيق الاعتبارات البيئية و ترشيد الطاقة و جودة البيئة الداخلية.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي الفريد من الإطارات الفراغية تضم الأسقف و الحوائط شديدة السمك والذي تميز بمعامل متانة عالية و توظيف مادة ETFE في الغلاف الخارجي بكفاءة عالية.
- تأثير مواد البناء ساعد الفهم الجيد لخصائص مواد البناء المستخدمة من الحديد الصلب واللدائن في تحقيق كفاءة المبني ،واستخدمت استراتيجيات ترشيد استهلاك المواد وتوظيف بعض المواد المحلية.

جدول (٣-٢)

دلالات الرموز ● مستخدم بصورة رئيسية ○ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٣/٢/٣ | مبني بلدية لندن " London City Hall " |
|---|---|

المالك **هيئة تطوير لندن**
More London Development

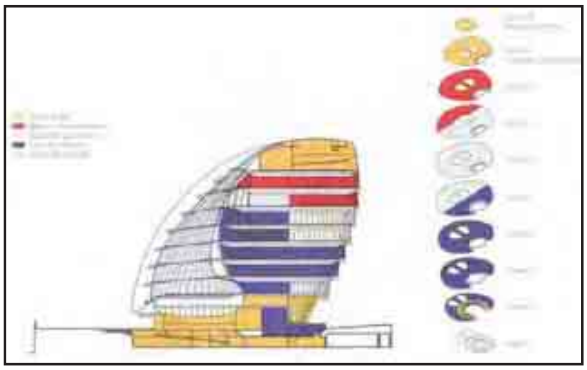
الموقع **لندن – المملكة المتحدة**

التنفيذ ١٩٩٨-٢٠٠٢

المعماري **نورمان فوستر**
Norman Fosters Partners.

## (١/٣/٢/٣) وصف المشروع:

يقع المبني علي الجانب الجنوبي لنهر تاميس Thames ، ويعد أحد أهم المباني الرمزية في لندن ، و يؤكد علي مفهوم الشفافية بإمكانية متابعة الشعب للعملية الديمقراطية داخل مبني البلدية ،ويبرهن علي أمكانية تحقيق الاستدامة من خلال مبني غير ملوث للبيئة.

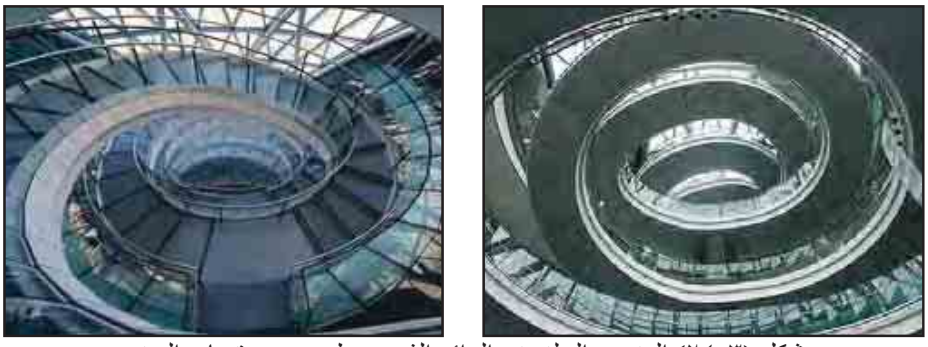


شكل (٣-٢٣) توزيع مساحات الفراغات التصميمية بالمساقط الأفقية بمبني بلدية لندن
*Source: Philip Jodidio, (2001), "Architecture Now", London: Taschen, p.182.*

يبلغ ارتفاع المبني ٤٥ متر بارتفاع ١٠ أدوار بخلاف الأرضي، وبمساحة مبنية ١٨٠٠٠ متر مربع تقريبا موزعة علي الأدوار، و يحتوي علي ٢٥ غرفة مكتبية للأعضاء المنتخبين و مكتب رئيس البلدية ومجوعة من المكاتب الإدارية للموظفين، و قاعة الاجتماعات الرئيسية بالإضافة إلي المعرض والمكتبة العامة و مجموعة من الكافيتريات.[١]

[١] - More London ( ) "*London City Hall*" Site http // .morelondon.com/ Accessed ( / / ).

يؤدي بهو المدخل إلي منحدر رائع حلزوني الشكل يسمح للزوار بالصعود إلي الأدوار العليا ، و الاستمتاع بالمناظر الخارجية المحيطة حيث يطل المبني مباشرة علي نهر تاميس Thames River الذي يمر عبر مدينة لندن البريطانية، ، بينما الفراغ العلوي المخصص للزوار والمسمي London s Living Room والذي يطل مباشرة علي النهر ويسمح لهم بالاستمتاع بمشاهدة المدينة بطول النهر من أعلي . [1]

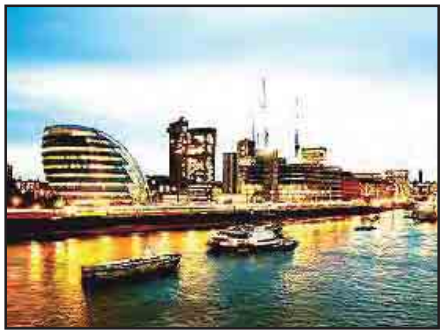


شكل (٣-٢٤) المنحدر الحلزوني الرائع الذي يربط جميع مستويات المبني
*Source: More London, (2008), Site: http://www.morelondon.com/, Accessed (1/1/2009).*

### (٣/٣/٣/٢) استراتيجيات الاستدامة:

يحقق مبني بلدية لندن مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق الاستدامة والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية [2]

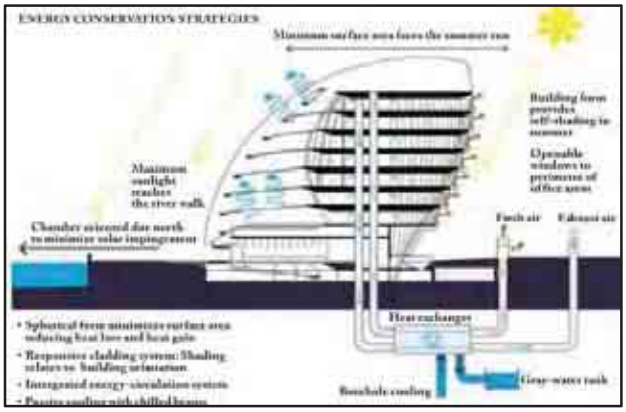
- ***اعتبارات الموقع***، وقد روعي في اختيار موقع مبني البلدية الإطلالة الفريدة علي نهر Thames في وسط المدينة ، مما يحقق الربط بين المبني والبيئة المحيطة و مراعاة التوجيه الجيد الذي يساهم في استمتاع زوار المبني بالبيئة المحيطة، بالإضافة إلي تحقيق كفاءة الطاقة.
- ***مواد البناء***، بتوظيف الهيكل الإنشائي من الحديد الصلب والبلاطات الخرسانية المصبوبة بالموقع، والغلاف الخارجي من الحوائط الستائرية عالية الكفاءة أهم الملامح الرئيسية في تكوين مبني بلدية لندن.



شكل (٣-٢٥) الموقع الفريد لمبني البلدية المطل علي نهر Thames بمدينة لندن.
*Source: http://www.morelondon.com/, Accessed (1/1/2009).*

- Hugh Pearman ( ) "*Shape making gone mad: Norman Foster's London City Hall*" Site http // .hughpearman.com/articles /cityhall.html Accessed ( / / ).
- Philip odidio ( ) "*Architecture Now*" London Taschen p. .

- ***كفاءة الطاقة***، يحقق المبني مستويات عالية من ترشيد الطاقة بتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالب،حيث يستهلك المبني ٢٥ فقط من الطاقة اللازمة لتشغيل مبني إداري مماثل يستخدم أجهزة التبريد الصناعية Air-conditioned وذلك بفضل استراتجيات كفاءة الطاقة المستخدمة، كما بالشكل (٣-٢٦) بالإضافة إلي توظيف مجموعة من أجهزة التظليل الشمسي السالب والموجب وبتدرج بلاطات أسقف المبني في الجزء الجنوبي لتحقيق الظلال الطبيعية في أكثر الأجزاء تعرضاً لأشعة الشمس.[١]
- ***جودة البيئة الداخلية***، يعتمد المبني علي التهوية الطبيعية بتوظيف النوافذ القابلة للفتح في المكاتب الإدارية، ويستخدم نظام التبريد في المبني مجموعة من الأنابيب Bore Holes التي يمر من خلالها الماء في أرضية المبني و الذي يقلل أحمال التبريد و يقلل الطاقة اللازمة للتدفئة خلال فترات طويلة من العام ، وبتعظيم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية مع تقليل الاكتساب الحراري من خلال الغلاف الخارجي للمبني.
- ***كفاءة المياه***، توظيف المياه في أنابيب تم تمديدها خلال أسقف المبني ويتم تجميعها وإعادة استخدامها مرة أخري بالإضافة إلي توظيف استراتيجيات ترشيد استهلاك المياه بالمبني.

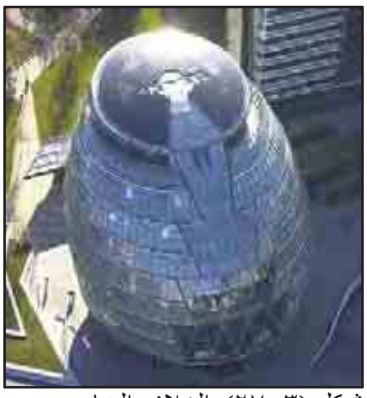


شكل (٣-٢٦) الاستراتيجيات المختلفة لتحقيق الترشيد في الطاقة بتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالبة والموجبة – مبني بلدية لندن.
*Source: Philip Jodidio, (2001), "architecture now", London: Taschen, p.182.*

- Don Barker ( ) "*Foster's New City Hall*" Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

**(٣/٣/٢/٣) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الإنشائي من القلب الخرساني والهيكل المعدني الذي يشمل الشكل الخارجي الكروي ويغطي بالغلاف الخارجي من الحوائط الستائرية الزجاجية ، ويشمل النظام الإنشائي [١]



شكل (٣- ٢٧) الغلاف الخارجي من الزجاج عالي الكفاءة ثلاثي الطبقات

شكل (٣- ٢٨) الهيكل الإنشائي الخارجي من العناصر الدائرية من الحديد الصلب Geodesic lattice

أ- ***الهيكل الإنشائي،*** يتكون من الحديد الصلب في كمرات الأسقف وتم صب الخرسانة المسلحة بالموقع باستخدام الشدات المعدنية وتوظيف نظام البلاطات المرفوعة Raised floor ،وتبلغ حجم الخرسانة المستخدمة ١٣١٠٠ متر مكعب.

ب- ***الغلاف الخارجي،*** يتشكل الهيكل الخارجي من العناصر المعدنية من الحديد الصلب Geodesic Lattice ، ويعلوا الهيكل المعدني الغلاف الزجاجي من الزجاج الشفاف ثلاثي الطبقات Triple-glazed عالي الكفاءة، والذي يمتص الأشعة تحت الحمراء ويسمح بمرور ضوء النهار ويمنع الطاقة الحرارية المكتسبة من أشعة الشمس، ويبلغ إجمالي مساحة سطح الغلاف الزجاجي ٧٣٠٠ متر مسطح. [٢]

**(٤/٣/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:** تتميز المواد المستخدمة في المبني بأن معظمهما من مواد معاد تدويرها، ويساهم أسلوب الإنشاء المستخدم في تكوين الغلاف الخارجي إلي إمكانية تفكيكها وإعادة استخدامها مرة أخرى.

**(٥/٣/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:** اعتمد المبني بصفة أساسية علي الخرسانة المسلحة في تكوين الأساسات و القلب الخرساني و الحديد الصلب من العناصر المعدنية Geodesic Lattice في الهيكل الإنشائي الخارجي ويعلوها الحوائط الستائرية من الزجاج عالي الكفاءة في الغلاف الخارجي.

**(٦/٣/٢/٣) الخلاصة:** اعتمد المبني علي كلا من استراتجيات الترشيد في استهلاك المواد و توظيف المواد المعاد تدويرها.

---

- Nicholas anberg ( ) "*London City Hall: Greater London Authority building*" Site http //en.structurae.de/structures/data/index Accessed ( / / ).

- Emporis ( ) "*City Hall*" site http // .emporis.com/en/ m/bu/ id cityhall-london-united ingdom accessed ( / / ).

## مبني بلدية لندن
## "London City Hall"

| | |
|---|---|
| الموقع | لندن – المملكة المتحدة |
| المعماري | Norman Foster |
| سنة التنفيذ | ١٩٩٨ – ٢٠٠٢ |

**الوصف المعماري:**

- يقع مبني بلدية لندن علي نهر Thames وهو أحد المباني الرمزية الهامة ويؤكد علي مفهوم الشفافية ومتابعة الشعب للعملية الديمقراطية.
- يبلغ ارتفاع المبني ٤٥ متر بارتفاع ١٠ أدوار بخلاف الأرضي، وبمساحة مبنية ١٨٠٠٠ متر مربع تقريبا موزعة علي الأدوار.
- يحتوي المبني علي ٢٥ غرفة مكتبية للأعضاء المنتخبين و مكتب رئيس البلدية ومجوعة من المكاتب الإدارية للموظفين، و قاعة الاجتماعات الرئيسية بالإضافة إلي المعرض والمكتبة العامة و مجموعة من الكافيتريات.
- يستمتع زوار المبني باستخدام منحدر رائع حلزوني الشكل يسمح لهم بالصعود إلي الأدوار العليا ، و الاستمتاع بالمشاهدة عبر نهر تاميس Thames River الذي يمر بمدينة لندن البريطانية.

### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

استخدمت الأعمدة الدائرية من الحديد الصلب في الأجزاء الجنوبية و تم توظيفها كعناصر دائرية كجزء من النظام الإنشائي للغلاف Geodesic Lattice .

#### الأسقف

تتكون بلاطات الأسقف من الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع بالاستعانة بالشدات المعدنية ،علي كمرات الحديد الصلب واستخدام البلاطات المرفوعة.

#### الحوائط

الحوائط الداخلية من القواطيع الخفيفة والشفافة والتي تسمح بالمرونة في تعديل الفراغات الداخلية والاعتماد علي أسلوب المسقط المفتوح في الفراغات العامة.

#### الغلاف الخارجي

يتكون الغلاف الخارجي الزجاجي من الزجاج الشفاف ثلاثي الطبقات Triple-glazed عالي الكفاءة Lo -E والذي يقلل من الاكتساب الحراري لأشعة الشمس.

### ملامح استدامة المبني

#### اعتبارات الموقع

يتمتع المبني بموقع فريد مطل علي نهر التاماس ويراعي المبني توفير إطلالة علي النهر لمعظم الفراغات العامة ومراعاة توجيه المبني.

#### كفاءة الطاقة

يحقق المبني كفاءة عالية في الطاقة بتوظيف مجموعة من استراتيجيات التصميم الشمسي السالب والموجب واختيار الشكل الكروي للمبني للترشيد في الطاقة.

#### كفاءة المواد

توظيف الحديد الصلب والخرسانة المسلحة لتحقيق كفاءة في المصادر واستخدام المواد المعاد تدويرها والغلاف الخارجي من الزجاج عالي الكفاءة.

#### جودة البيئة الداخلية

يعتمد المبني علي التهوية الطبيعية بتوظيف نوافذ قابلة للفتح في المكاتب الإدارية و نظام التبريد المعتمد علي أنابيب المياه وكذلك الاستفادة من الإضاءة الطبيعية.

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ● | - | - | - | ○ |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | الألمونيوم | الزجاج | المطوب | مواد أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | - | ● | ○ | ● | - | ● | - | ○ |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد القابلة للتدوير Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ○ | ○ | ● | ● | ○ | ○ |

**المراجع:**


- Philip odidio ( ) "Architecture No " London Taschen p. .
- More London ( ) "London City Hall" Site http // .morelondon.com/ Accessed ( / / ).
- Don Bar er ( ) "Foster s Ne City Hall" Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / /d esign - .html Accessed ( / / ).


### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني يعتمد المبني علي الاستفادة من الموقع الفريد واختيار الشكل الكروي الهجين و أساليب التصميم الشمسي السالبة والموجبة وتوظيف أسلوب التبريد بالمبادة في تحقيق كفاءة المبني.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي من القلب الخرساني الذي يشمل العناصر الرأسية والبلاطات الأفقية و الغلاف الخارجي الكروي الشكل من الحديد الصلب ويغطيه الحوائط الستائرية الزجاجية.
- تأثير مواد البناء ساهم اختيار الزجاج عالي الكفاءة ثلاثي الطبقات والحديد الصلب من Geodesic lattice والقلب الإنشائي من الخرسانة المسلحة و والمواد المعاد تدويرها في تحقيق كفاءة المبني بصفة عامة.

**جدول (٣-٣)**

دلالات الرموز ● مستخدم بصورة رئيسية ○ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٤/٢/٣ | مركز ألدو ليوبولد التراثي<br>" Aldo Leopold Legacy Center " |
|---|---|

**المالك** مؤسسة ألدوليوبولد
Aldo Leopold Foundation

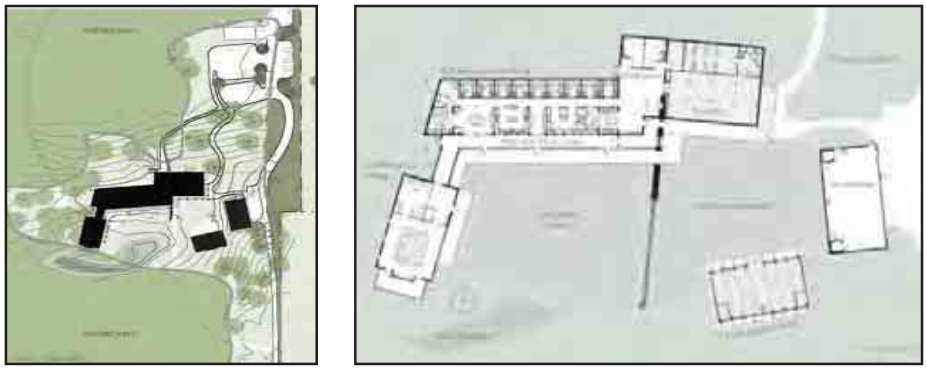
**الموقع** ويسكونسن – الولايات المتحدة
Baraboo Wisconsin SA

**التنفيذ:** ٢٠٠٧

**المعماري:** ubala Washat o

## (١/٤/٢/٣) وصف المشروع:

يقع مركز ألدو ليوبولد التراثي Aldo Leopold بمدينة بارابو بولاية ويسكونسن Wisconsin الأمريكية بإحدى المناطق الريفية و التي يرجع تاريخها إلي الأربعينات من القرن الماضي حيث قامت عائلة ليوبولد بزراعة مساحات كبيرة من غابات الصنوبر حيث يؤمن ألدو ليوبولد أن "الأرض هي المجتمع و هي المفهوم الأساسي للبيئة وحب الأرض واحترامها هو امتداد للقيم الأخلاقية والتراثية".[١]



شكل (٣-٢٩) تصميم المركز علي هيئة مجموعة من المباني الصغيرة Cluster
*Source: http://www.treehugger.com/files/2007/10/aldo_leopold, Accessed (1/3/2009).*

تم تأسيس المركز الجديد في عام ٢٠٠٧كجزء من مؤسسة ألدو ليوبولد للحفاظ علي التراث و تبلغ مساحة المركز ١٠٠ ١ متر مسطح تتضمن مجموعة من المباني علي هيئة Cluster بارتفاع طابق واحد وتشكل فيما بينها الساحات الخارجية Courtyard.

-AIA/C TE ( ) " *Aldo Leopold Legacy Center* " Site http // .aiatopten.org/hpb/overvie .cfm Pro ectID Accessed ( / / ).

يهدف تصميم المبني للحفاظ علي التراث البيئي من خلال احترام البيئة خلال فترة بقاء المركز التراثي بتوظيف التصميم الشامل الذي يعتمد علي فهم وإدراك الأنظمة الايكولوجية وتبادل المنفعة بين البيئة و الأرض.

**(٢/٤/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:**

عمل فريق التصميم علي توظيف الاستراتيجيات الملائمة لتحقيق بيئة مناسبة تتوافق مع الأحوال الجوية والبيئة المحيطة، والتي يمكن توضيحها كالتالي

- ***اعتبارات الموقع،*** تم تصميم المركز علي شكل مجموعة من المباني الصغيرة يجمع فيما بينها الفراغات الخارجية بينما صمم المبني الرئيسي علي شكل خطي ليواجه المنتزه لتحقيق إطلالة جيدة لجميع الفراغات و الارتباط بالبيئة المحيطة و استخدام المواد الطبيعية والألوان المتجانسة مع الطبيعة.[١]
- ***كفاءة الطاقة،*** يعد المبني من المباني الرائدة في تحقيق كفاءة الطاقة حيث صمم المبني ليحقق معدل استهلاك طاقة أقل ٧٠ بالمقارنة بالمباني التقليدية المكافئة، بتوظيف استراتيجيات التصميم الشمسي السالب وتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية إلي جانب نظام التبريد المستخدم لأنابيب المياه الأرضية مما يحقق ترشيد في استهلاك الطاقة ، وكذلك إدماج الخلايا الشمسية المولدة للطاقة بقدرة ٣٩٨ كيلووات تنتج ١١٠ من الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المشروع.[٢]

شكل (٣-٣٠) ملائمة المبني مع البيئة المحيطة باستخدام المواد الطبيعية و الألوان المتجانسة.

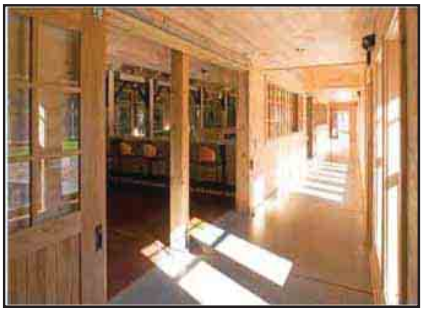
شكل (٣-٣١) تثبيت الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الكهربائية بالأسقف.

شكل (٣-٣٢) توظيف الأحجار المحلية التي تم استرجاعها و إعادة استخدامها بالموقع.

- Architecture week ( ) *"Aldo Leopold Legacy Center"* Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / / Accessed ( / / ).
- AIA/C TE ( ) *"Discovery Center at South Lake Union"* Site http // .aiatopten.org/hpb/overvie .cfm Pro ectID Accessed ( / / ).

- ***مواد البناء،*** لقد أبدع فريق التصميم في ابتكار أسلوب جديد في اختيار مواد البناء اللازمة للإنشاء بتوظيف مواد البناء المتاحة بدءا من مرحلة التصميم و إتاحة أفضل استخدام للكميات المحدودة من الأخشاب التي تم حصادها محليا وتوظيفها بالموقع - شكل (٣-٣٣)، وتمثل الأخشاب المعتمدة المصدر أكثر من ٧٥ من نسبة الأخشاب المستخدمة في البناء و ما يقرب من ٦٠ من المواد من مصادر محلية أو تم تصنيعها محليا. [١]
- ***جودة البيئة الداخلية،*** ساعد توجيه المبني الرئيسي للمركز علي طول المحور الشرقي الغربي إلي تعظيم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية لكل من فراغات المبني ، والسماح باختراق أشعة الشمس لكل فراغات المبني من جهتين أمكن من تحقيق معدلات إضاءة متوازنة للفراغات العامة طول ساعات النهار، وقد ساهم استخدام أنظمة التبريد و التدفئة السالبة بتوظيف أنابيب في أرضية المبني في تحقيق مستويات من الراحة الحرارية والتهوية الطبيعية مع تحقيق الترشيد في استهلاك الطاقة بقدر كبير. [٢]
- ***الحفاظ علي المياه،*** أمكن تقليل استهلاك المياه بالمركز بنسبة ٦٥ بإدماج نظام معالجة مياه الأمطار و إعادة استخدامها مرة أخري، وباستخدام نباتات محلية لا تحتاج إلي عمليات الري وتعتمد علي مياه الأمطار، واستخدام الأجهزة الصحية قليلة الاستهلاك للمياه .

شكل (٣-٣٣) تجهيز العناصر الإنشائية من الأخشاب المحلية التي تم حصادها بالموقع.



شكل (٣-٣٤) توفير مستويات عالية من الإضاءة الطبيعية يحقق جودة البيئة الداخلية.

*Source:http://www.architectureweek.com/2007/1003/, Accessed (1/3/2009).*

- orge Chapa ( ) *"First LEED Platinum Carbon Neutral Building"* Article Site http // .inhabitat.com/ / / /first-leed-platinum-carbon/ Accessed ( / / ).
- essica Boehland ( ) *" Building on Aldo Leopold's Legacy: The Aldo Leopold Foundation aims to uphold the land ethic in its new headquarters"* Article Site http //greensource.construction.com/pro ects/Aldoleopold Accessed ( / / ).

**(٣/٤/٢/٣) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الرئيسي للمبني من الأسقف الجمالونية الخشبية واستخدام الوصلات المعدنية في تجميع أجزاءها مما يعطي متانة عالية للأسقف وكذلك إمكانية تفكيك الأسقف وإعادة استخدامها مرة أخري، ويشمل النظام الإنشائي ما يلي [١]

ج- ***الأعمدة***، تتكون من القطاعات الخشبية بمقاسات مختلفة تتناسب والأحمال المستخدمة،وتتنوع بين جذوع الصنوبر الدائرية Pine logs والقطاعات الهندسية وقد ساعد تصميم الأسقف الجمالونية باستخدام الوصلات المعدنية إلي تقليل الحاجة إلي الأعمدة في الفراغات الداخلية.

شكل (٣-٣٥) الأعمدة من أخشاب الصنوبر المحلية واستخدام الوصلات المعدنية.

ح- ***الأسقف***،تغطي الأسقف بالجمالونات الخشبية Wood Trusses الإنشائية من أخشاب الصنوبر التي تم حصادها بالموقع ، مع استخدام الوصلات المعدنية Steel Connections و الكابلات المعدنية في تدعيم البحور الواسعة نسبيا للأسقف والتي تصل إلي ٩ أمتار مما يعطي مرونة في تصميم الفراغات الداخلية.

شكل (٣-٣٦) سقف قاعة المؤتمرات من الجمالونات الخشبية.

خ- ***الحوائط***، استخدمت الأحجار الطبيعية والتي تم استرجاعها بالموقع في تكوين بعض الحوائط الخارجية ، واستخدام مجموعة من البانوهات الخشبية الإنشائية.

شكل (٣-٣٧) أحد الوصلات المعدنية من الحديد الصلب المستخدمة في تثبيت الأسقف.
*Source:http://www.aldoleopold.org/legacycenter, Accessed (1/3/2009).*

د- ***الغلاف الخارجي***، تتكون الأغلفة الخارجية من البانوهات الخشبية الإنشائية و الفتحات الزجاجية كبيرة الحجم ذات الإطارات الخشبية مع توظيف مجموعة من البروزات

---

- Rick S. ( ) *"South Lake Union Discovery Center chosen as one of the Top 10 Green Projects of 2008 "* Site http // .thesouthla e.com/ / /south-la e-union-discovery-center.html Accessed ( / / ).

لتوفير الظلال الطبيعية وحماية الفتحات من أشعة الشمس المباشرة ، ويصل معامل العزل الحراري عند أي نقطة في الغلاف الخارجي ضعف المعدلات القياسية.

**(٣/٤/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:**

صمم المبني ليبقي مدة لا تقل عن ١٠٠ عام وقد روعي في تصميم المركز اختيار مواد البناء التي تعمر لفترات طويلة و التي لا تتأثر بالعوامل الزمنية كما في استخدام الأحجار في بعض الحوائط الخارجية ، وتغطية الأسقف بالألمونيوم للحماية من العوامل الجوية، الهيكل الإنشائي يحقق عوامل المتانة والأمان والاستجابة للاحتياجات المستقبلية.[١]

شكل (٣-٣٨) ترك العناصر الإنشائية الخشبية دون الحاجة إلي نهو خارجي للتأكيد علي طبيعة المواد.

*Source:http://www.architectureweek.com/2007/1003/, Accessed (1/3/2009).*

كما أن ترك العناصر الإنشائية الظاهرة من قطاعات الأعمدة و الكمرات الخشبية في الفراغات الداخلية يقلل الحاجة إلي مواد نهو السطح الخارجي والدهان ويقلل الحاجة إلي الصيانة، بالإضافة إلي أن اختيار مواد البناء والتشطيب الداخلي و المواد اللاصقة والمنتجات الخشبية بحيث لا تحتوي علي مركبات عضوية متطاير أو ذات نسب قليلة آمنة.

**(٥/٤/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:**

استخدمت الأخشاب معتمدة المصدر في تكوين الهيكل الإنشائي من الأعمدة والكمرات والأسقف وفي تكوين بانوهات الأغلفة الخارجية ، وقد استخدمت الأحجار المحلية في بعض الحوائط بينما استخدمت الخرسانة ذات المحتوي معاد التدوير في أعمال الأساسات.

**(٦/٤/٢/٣) الخلاصة:**

اعتمد المبني علي استراتجيات الترشيد في استهلاك المصادر المحدودة لمواد البناء التي تم حصادها بالموقع، واستخدام مواد البناء المحلية و إعادة استخدام الأحجار التي تم استرجاعها من المبني القديم و المواد القابلة للتدوير وذات المحتوي معاد التدوير كما في الخرسانة المسلحة، كما أن الهيكل الإنشائي للمركز يتميز بإمكانية تفكيك أجزاءه وإعادة استخدامها مرة أخري في المستقبل.

---

- Lloyd Alter ( ) *" Aldo Leopold Legacy Center: the "Greenest Building on the Planet "* Article Site http // .treehugger.com/files/ / /aldo leopold le.php Accessed ( / / ).

## مركز ألدو ليوبولد التراثي
## "Aldo Leopold Legacy Center"

| | |
|---|---|
| الموقع | ويسكونسن – الولايات المتحدة |
| المعماري | ubala Washatko |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٧ |

**الوصف المعماري:**

- يقع مركز ألدو ليوبولد التراثي بمدينة بارابو بولايـة ويسكونسـن Wisconsin الأمريكيـة بإحدى المناطق الريفية.
- يهـدف تصـميم المركـز للحفاظ علـي التـراث البيئي بنشر الـوعي من خـلال احتـرام البيئـة خـلال فتـرة بقـاء المركـز بتوظيـف التصـميم الشامل المستدام الذي يعتمد علي فهم وإدراك الأنظمة الايكولوجية وتبادل المنفعة بين البيئة والأرض.[١]
- يتكـون المركـز مـن مجموعـة مـن المبـاني المنفصـلة والتـي تـم تجميعهـا علـي هيئـة Clusters يجمع فيما بينها الساحات الخارجية و هي بارتفـاع طـابق واحـد وتبلـغ مساحاتها ١١٠٠ متر مسطح.
- يشمل المركز علي مجموعة من الفراغات المكتبية إلي جانب المعارض وورش العمل وقاعـات الاجتماعـات بـالمركز وتـم تقليـل مسـاحات المكاتب إلـي أقل الأبعاد القياسية لزيـادة الفراغـات العامـة ممـا يعطـي مرونـة للمركز في تلبية الاحتياجات المستقبلية.[٢]

**المراجع:**

- AIA/COTE ( ) "Discovery Center at South La e nion" Site http // .aiatopten .org/hpb/Pro ectID Accessed ( / / ).
- Aldo Leopold ( ) "Aldo Leopold Legacy Center " Site http // .aldoleopold.org /legacycenter Accessed ( / / ).

### الهيكل الإنشائي

**الأعمدة**

استخدام جذوع أشجار الصنوبر من مصادر محلية ذات القطاعـات الدائريـة والهندسـية الشكل كأعمـدة فـي الهيكـل الإنشائي للمركز.

**الأسقف**

استخدم في تغطية المركز الأسقف الجمالونية من الأخشاب المحلية بالاستعانة بالوصلات المعدنية في تجميع أجزائها ويصل بحر الأسقف إلي ٩ أمتار.

**الحوائط**

استخدمت الأحجـار الطبيعيـة المحليـة فـي بعـض الحـوائط الخارجيـة وكـذلك البانوهـات الإنشـائية مـن الأخشـاب فـي الأغلفة الخارجية.

**الغلاف الخارجي**

تـم توظيـف الفتحـات الزجاجيـة كبيـرة الحجـم مـع تدعيمهـا بالكـابلات المعدنيـة فـي بعـض الأحيـان بالإضـافة إلـي البانوهات الخشبية الإنشائية.

### ملامح استدامة المبني

**اعتبارات الموقع**

قـد روعـي فـي تصـميم المركـز علـي هيئـة مجموعـة مـن المبـاني الصـغيرة علـي هيئـة Clusterوالتوافـق مـع البيئـة المحيطة و التجانس معها.

**كفاءة الطاقة**

بتوظيـف أنابيـب التهويـة الأرضـية و أسـاليب ترشـيد اسـتهلاك الطاقـة بالإضـافة إلـي إدمـاج الخلايـا الشمسـية المولدة للطاقة الكهربائية حقق المركز كفاءة الطاقة.

**كفاءة المواد**

اعتمد المركز علي توظيف مواد البناء المحلية المتاحة من الأخشاب التي تم حصادها بـالموقع فـي الهيكل الإنشـائي و إعادة استخدام الأحجار في الحوائط.

**جودة البيئة الداخلية**

حيث تعتمد جميع الفراغات بالمركز علي الإضاءة الطبيعية بالإضافة إلي توفير نظام التبريد باستخدام أنابيب التهوية الأرضية جودة البيئة الداخلي.

| النظام الإنشائي | | | | | | | مواد البناء المستخدمة | | | | | | | | الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري | الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد المطلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى | إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCS | المواد المعاد تدويرها |
| ● | - | - | - | - | ● | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ◉ | - | ● | - | ◉ | - | ● | ● | ● | ◉ | ● | ○ |

**الخلاصة**

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني لقد اعتمد المركز علي استراتيجيات التصميم الشامل والتكامل مع البيئة المحيطة وإتاحة أفضل استغلال للموارد المتاحة محليا لتحقيق كفاءة المبني وتحقيق اكتفاء ذاتي من الطاقة.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي من الجمالونات الخشبية أعتمد علي توظيف مواد البناء المتاحة في تكوين أجزاءه ويتميز بإمكانية تفكيك أجزاءه وإعادة استخدامها و المرونة في تلبية الاحتياجات المستقبلة .
- تأثير مواد البناء اعتمد المبني بصفة أساسية علي المواد المحلية و الطبيعية من الأحجار والأخشاب بالإضافة إلي الزجاج والألمونيوم واستخدمت استراتيجيات الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير لتحقيق الاستدامة.

جدول (٣-٤)

دلالات الرموز: ● مستخدم بصورة رئيسية ◉ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٥/٢/٣ | كاتدرائية النور - كاليفورنيا<br>" Cathedral of Christ the Light" |
|---|---|

**المالك** Catholic Diocese of Oa land

**الموقع** أوكلاند كاليفورنيا – الولايات المتحدة
Oa land California SA

**التنفيذ:** ٢٠٠٢-٢٠٠٨

**المعماري:**
S idmore O ings Merrill LLP

**(١/٥/٢/٣) وصف المشروع:**

تتمثل أهمية الكاتدرائية في أنها تخدم أكثر من ٥٠٠ ٠٠٠ من المتعبدين في مدينة أوكلاند بولاية كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية، و تم بناؤها علي أنقاض احد الكنائس التي دمرها زلزال عام ١٩٨٩.[١]

شكل (٣-٣٩) الموقع المتميز لمبني الكاتدرائية المطل علي بحيرة ميريت
*Source: http://www.som.com/ cathedral _of_christ_the_light , Accessed (1/2/2009).*

يتكون المبني من طابق واحد بارتفاع أكثر من ٤٠ متر و تبلغ مساحته ٢٠ ٨١٠متر مسطح و يضم المبني عدد من الفراغات المكتبية ومركز للمؤتمرات وعيادة طبية و محلات هدايا و كافتيريا و إقامة رجال الدين بالإضافة إلي القاعة الرئيسية لتأدية العبادة و التي تسع لعدد ١٥٠٠ شخص. وكذلك ساحة عامة وحديقة

- Paul C. ilham ( ), *"Cathedral Of Christ The Light"* Wood Design Building ol. site http // .som.com/resources/content/ / / / / / /CathedralChrist Light Fall .pdf Accessed ( / / ).

مطلة علي بحيرة ميريت Merritt La e كفراغ اجتماعي و منتزه عام يخدم المنطقة المحيطة. وقد اعتمد تصميم الكاتدرائية علي فكرة رمزية تأثرا بالثقافة المعاصرة و هي جعل المجتمع في بؤرة الاهتمام وقد واجه فريق التصميم تحديا في إنشاء نموذج معماري يجمع بين الفكر المدني والديني من خلال هذا العمل الفريد.[1]

**(٢/٥/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:**

عمل فريق التصميم علي جعل مهمة تقليل الأثر البيئي نصب أعينهم خلال مراحل المبني واستخدام الاستراتيجيات البيئة الملائمة والتي تجعل المبني قادر علي البقاء لفترات طويلة، والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية

شكل(٣-٤٠) يحقق الغلاف الخارجي الشفافية وتكامل مع البيئة المحيطة.

شكل(٣-٤١)استغلال ارتفاع القاعة الضخم وخاصية الحمل الحراري في التبريد السلبي.

شكل (٣-٤٢)ترك المواد الإنشائية من الخرسانة المسلحة والأخشاب علي طبيعتها

*Source:http://www.som.com/cathedral_of_christ_the_light, Accessed (1/2/2009).*

- ***اعتبارات الموقع***، يمثل المبني استجابة حقيقية للبيئة المحيطة واستغلال الإطلالة علي بحيرة ميريت في ابتكار مبني يتمتع بالشفافية والقوة إلي جانب قيم المبني الروحية، ويضم المشروع بين عناصره ساحة عامة تستخدم كفراغ اجتماعي ومنتزه يخدم المجتمع المحيط.
- ***كفاءة الطاقة***، أمكن تحقيق الترشيد في استهلاك الطاقة بالاستغلال الأمثل لضوء النهار وتوظيف الكتلة الخرسانية التي تمثل قاعدة المبني ككتلة حرارية تساعد في عمليات التبريد والتدفئة حيث الحوائط السميكة و كفاءة الغلاف الخارجي متعدد الطبقات إلي جانب تغطية أسطح قاعة المؤتمرات و المكاتب بالنباتات الطبيعية كأسقف خضراء لتقليل الأحمال الحرارية الواقعة عليها.
- ***مواد البناء***، يعتمد المبني علي قاعدة مرتفعة من الخرسانة المسلحة ويعلوها الهيكل الإنشائي من الأخشاب الطبيعية

[1] - Bridgette Steffen ( ) *"SOM's Stunning Cathedral of Christ the Light"* Article. Site http // .inhabitat.com/ /som-cathedral-of-christ-the-light/ Accessed ( / / ).

من مصادر متجددة من الأخشاب الشرائحية وقد استخدمت التقنيات الحديثة في تصنيعها و الوصلات المعدنية في تجميع أجزاءها والتي تعطي قابلية للتفكيك وإعادة الاستخدام، وتتميز مواد البناء المستخدمة بمعامل متانة عالي تجعل المنشأ قادر علي البقاء لفترة طويلة.

- ***جودة البيئة الداخلية***، أمكن تحقيق جودة البيئة الداخلية بتوظيف الغلاف الخارجي متعدد الطبقات في تحقيق الاستغلال الأمثل لضوء النهار في إضاءة المبني و الاعتماد علي تقنيات نظام التبريد والتدفئة السالبة والاستفادة من خاصية الحمل الحراري في تبريد الهواء حيث يرتفع الهواء الساخن إلي اعلي ثم يتم التخلص منه إلي الخارج باستخدام فتحات التهوية العلوية بالسقف.

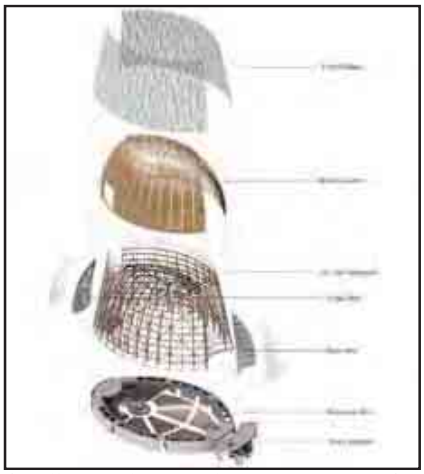
شكل(٣-٤٣) تفصيلة تدعيم الهيكل الإنشائي الخشبي بوصلات من الحديد الصلب.

شكل (٣-٤٤) اعتماد القاعة الرئيسية علي الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة.

**(٣/٥/٢/٣) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الإنشائي الرئيسي للمبني من الإطارات الفراغية Space Frame من هجين يجمع بين الخرسانة المسلحة و العناصر الإنشائية من الأخشاب الشرائحية، وقطاعات من الحديد الصلب عالي الإجهاد تشكل ثنائي مع دعامات عرضية من الأخشاب الشرائحية لتقاوم أحمال الضغط، ويشمل النظام الإنشائي العناصر التالية [١]

*خ- **الأساسات**،* يشيد الهيكل الإنشائي فوق كتلة من الخرسانة المسلحة بارتفاع ٦ أمتار تقريبا كقاعدة مرتفعة تأخذ شكل العين Eye Shape تمثل جزء من النظام الإنشائي لمقاومة الزلازل وبمساعدة



شكل(٣-٤٥) دراسة الطبقات المكونة للهيكل الإنشائي والغلاف الخارجي .

*Source:http://www.som.com/cathedral_of_christ_the_light, Accessed (1/2/2009).*

- Paul A. Harding ( ) *" Christ the Light Cathedral: Of Our Time + Tradition"* Article site http // .aia.org/ /documents/pdf/aiab .pdf Accessed ( / / ).

مجموعة من القواعد الخرسانية التي تستند علي الركائز البندولية والتي تتيح للمبني الحركة النسبية وامتصاص القوي الناتجة عن الهزات الأرضية.

د- ***الأعمدة،*** تستخدم ٢٦ ركيزة من الأخشاب الشرائحية الضخمة بطريقة مزدوجة أحداهما منحنية بارتفاع يصل ٣٣متر و الأخرى مستقيمة تثبت مائلة بارتفاع ٣٠متر تقريبا، ويتم تثبيتهم من أعلي من خلال كمرة دائرية من الحديد الصلب تشكل الركائز بالإضافة علي مجموعة من الوصلات المعدنية التي تكون الشكل المخروطي للمبني.

ج- ***الأسقف،*** يتكون السقف من كمرة دائرية من الحديد الصلب Steel Ring تمثل الإطار الخارجي للسقف و يتم تثبيت العناصر الرئيسية الخشبية بها، مع تدعيم الكمرات الخشبية بمجموعة من القضبان الحديدية المائلة، ويغطي السقف الألواح الزجاجية الغير إنشائية Ocular Ceiling والتي تأخذ شكل العين بينما استخدمت ١٤٠ من شرائح الألمونيوم لتغطية السقف الزجاجي من الداخل والتي تمنع دخول ضوء الشمس المباشر إلي القاعة الرئيسية.[١]

د- ***الحوائط،*** استخدمت الخرسانة المسلحة والأخشاب الطبيعية المصنعة في تكوين الحوائط الخارجية وفي تكوين بعض الحوائط والقواطيع الداخلية.

شكل(٣-٤٦) استخدام الحوائط من الخرسانة المسلحة وتركها علي طبيعتها بدون دهان.

شكل (٣-٤٧) الهيكل الرئيسي من الركائز الخشبية ذات القطاعات الضخمة.

شكل(٣-٤٨) تغطية السقف البيضاوي Ocular Ceiling من الداخل بشرائح من الألمونيوم.
*Source:http://www.som.com/cathedral_of_christ_the_light, Accessed (1/2/2009).*

- S M ( ) *"Cathedral of Christ the Light"* site http // .som.com/content.cfm/cathedral of christ the light Accessed ( / / ).

شكل(٣-٤٩) كسوة الغلاف الخارجي ببانوهات من الألواح الزجاجية غير الشفافة.
*Source:http://www.som.com/cathedral_of_christ_the_light, Accessed (1/2/2009).*

هـ- ***الغلاف الخارجي،*** يتكون الغلاف الخارجي المزدوج من طبقتين أحداهما طبقة داخلية من الكاسرات الأفقية من الأخشاب الشرائحية بقطاعات مختلفة تتراوح بين (١٣-٨٠ سم) عرض و (٥٧ – ١٠٠ سم ) عمق، والطبقة الخارجية من الحوائط الستائرية الزجاجية بمقاسات (١٣٥سم ٣٠٠سم) تقريبا، واستخدم الزجاج الغير شفاف و المطلي بطبقة من السيراميك التي تعمل علي تحقيق الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة و حجب التأثيرات الغير مرغوبة كالوهج.[١]

**(٣/٢/٥/٤) تأثير استخدام مواد البناء:**

أعتمد فريق التصميم علي الاستفادة من الخصائص المميزة للأخشاب كمادة عضوية طبيعية تتميز بالمرونة كجزء من النظام الإنشائي المقاوم للزلازل إلي جانب تميزها الخصائص الجمالية والاقتصادية بالمقارنة باستخدام هيكل من الحديد الصلب أو إطارات من الخرسانة المسلحة، بالإضافة إلي إعطاء الأخشاب أحاسيس الدفء وتوظيفها في هذا الفراغ الروحاني الضخم للتأكيد علي الارتباط بين البيئة والإنسان.

**(٣/٢/٥/٥) مواد البناء المستخدمة:**

استخدمت الأخشاب الطبيعية من الأخشاب الشرائحية التي تميزت بخصائص القوة والمتانة وذات أشكال مستقيمة ومنحنية و بقطاعات ضخمة وصلت إلي ٣٣متر طولي واستخدام الوصلات المعدنية من الحديد الصلب بالإضافة إلي الخرسانة المسلحة ذات المحتوي معاد التدوير في تكوين قاعدة كبيرة بارتفاع ٦ أمتار وتوظيف الزجاج غير الشفاف في الأغلفة الخارجية وتوظيف شرائح الألمونيوم في الأسقف.

**(٣/٢/٥/٦) الخلاصة:**

استخدمت مجموعة من الاستراتيجيات التي تساهم في تحقيق الاستدامة والقدرة علي ابتكار مبني مستدام قادر علي البقاء لفترات طويلة جدا واستخدام المواد المحلية والطبيعية من الأخشاب معتمدة المصدر، والترشيد في استخدام المواد بابتكار الهيكل الإنشائي و استخدام المواد ذات معامل متانة عالي دون الحاجة إلي أعمال الصيانة واستخدام مواد آمنة خالية من المواد السامة والمركبات العضوية.

---

-Lauri Puchall ( ) *"Cathedral of Light"* Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

## كاتدرائية النور – كاليفورنيا
"Cathedral of Christ the Light"

| | |
|---|---|
| الموقع | كاليفورنيا– الولايات المتحدة |
| المعماري | S M |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٢-٢٠٠٨ |

**الوصف المعماري:**

- تقع كاتدرائية النور بمدينة أوكلاند بولاية كاليفورنيا و التي تم بناؤها علي أنقاض أحد الكنائس التي دمرت بفعل أحد الزلازل.
- يتكون المبني من طابق واحد بارتفاع أكثر من ٤٠ متر و تبلغ مساحته ٢٠٨١٠متر مسطح.[1]
- يضم المبني عدد من الفراغات المكتبية ومركز للمؤتمرات وعيادة طبية و محلات هدايا و كافتيريا و إقامة رجال الدين و كذلك ساحة عامة وحديقة مطلة علي بحيرة ميريت كفراغ اجتماعي و منتزه عام يخدم المنطقة المحيطة.
- بالإضافة إلي القاعة الرئيسية لتأدية العبادة و التي تسع لعدد ١٥٠٠ شخص.
- اعتمد تصميم الكاتدرائية علي فكرة رمزية تأثرا بالثقافة المعاصرة و هي جعل المجتمع في بؤرة الاهتمام وقد واجه فريق التصميم تحديا في إنشاء نموذج معماري يجمع بين الفكر المدني والديني من خلال هذا العمل الفريد.[2]

**المراجع:**


- SOM ( ) "Cathedral of Christ the Light" site http // .som.com/content.cfm/ cathedral of christ the light Accessed ( / / ).
- Paul A. Harding ( ) " Christ the Light Cathedral Of Our Time Tradition" Article site http // .aia.org/pdf/aiab .pdf Accessed ( / / ).


### الهيكل الإنشائي

**الأعمدة**

تتكون الأعمدة من ٢٦ ركيزة من الأخشاب الشرائحية بطريقة مزدوجة أحدهما منحنية بارتفاع ٣٣متر من القطاعات المنحنية والأخرى مستقيمة بارتفاع ٣٠متر.

**الأسقف**

يتكون السقف من حلقة دائرية من الحديد الصلب تمثل الإطار الخارجي ويتم تثبيت الركائز الخشبية بها ويغطي بالألواح الزجاجية من الخارج.

**الحوائط**

استخدمت الحوائط من الخرسانة المسلحة علي طبيعتها دون الحاجة إلي مواد النهو الخارجي إلي جانب بعض الحوائط من الأخشاب الشرائحية.

**الغلاف الخارجي**

يتكون الغلاف الخارجي المزدوج من طبقتين أحدهما طبقة داخلية من الكاسرات الأفقية من الأخشاب الطبيعية والطبقة الخارجية من الزجاج غير الشفاف.

### ملامح استدامة المبني

**اعتبارات الموقع**

يتوافق المبني مع البيئة المحيطة بمراعاة توجيه المبني ومراعاة الشفافية التي تحقق الإطلالة علي بحيرة ميريت واستغلال مقومات الموقع.

**كفاءة الطاقة**

أمكن تحقيق الترشيد في استهلاك الطاقة بالاستغلال الأمثل لأساليب التبريد و التدفئة السالبة وتوظيف الغلاف الخارجي متعدد الطبقات والإضاءة الطبيعية.

**كفاءة المواد**

استخدمت الأخشاب الشرائحية في تكوين المبني وبتوظيف الوصلات و الكابلات المعدنية أمكن تحقيق هيكل إنشائي عالي المتانة وقابل للتفكيك.

**جودة البيئة الداخلية**

يحقق المبني الاستغلال الأمثل لضوء النهار لتحقيق الإضاءة الطبيعية غير المباشرة من خلال الغلاف الخارجي من الزجاج والكاسرات الشمسية الخشبية.

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | - | - | - | ● | ● |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ● | - | ● | - | ● | - | ○ |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ● | ● | ○ | ● | ○ |

### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني لقد حقق المبني الاستغلال الأمثل لضوء النهار في الإضاءة الطبيعية و أساليب التبريد والتدفئة السالبة والترشيد في استخدم المواد وتحقيق منشأ قادر علي البقاء ومواجهة الزلازل لفترات طويلة.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي من قاعدة مرتفعة من الخرسانة المسلحة يعلوها الركائز الضخمة من الأخشاب الشرائحية وتوظيف الوصلات المعدنية والأغلفة الخارجية من الأخشاب والزجاج.
- تأثير مواد البناء ساعد التوظيف الجيد للخصائص المميزة للأخشاب كماده عضوية متجددة في تحقيق كفاءة المبني واستخدمت المواد الطبيعية والمحلية والمواد قابلة للتدوير إلي جانب الترشيد في استخدام المواد.

جدول (٣-٥)

دلالات الرموز ● مستخدم بصورة رئيسية ○ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٦/٢/٣ | **مركز التعليم البيئي بنسلفانيا**<br>"Pocono Environment Education Activity Center " |
|---|---|

**المالك** قسم المنتزه الوطني
National Par Service

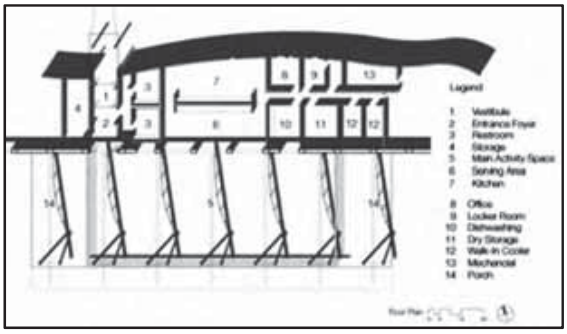
**الموقع** بنسلفانيا – الولايات المتحدة

**التنفيذ:** ٢٠٠٥

**المعماري** Bohlin Cy ins i ac son

**(١/٦/٢/٣) وصف المشروع:**

يقع مركز التعليم البيئي بمدينة دينجمانز فيري Dingmans Ferry بولاية بنسلفانيا الأمريكية Pennsylvania ، ويحيط بالمبني غابة من الأشجار الطبيعية و قد تم تصميم المشروع ليعزز دور المركز في نشر الوعي البيئي والتعليم و كمركز لخدمة المجتمع و الزائرين.[١]

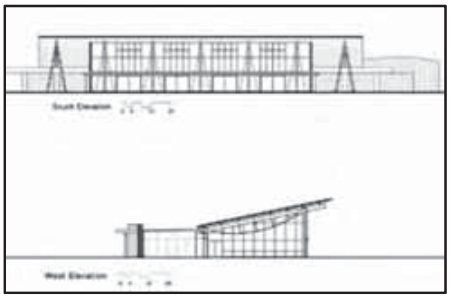


شكل (٣-٥٠) الموقع العام والمسقط الأفقي لمركز التعليم البيئي – بنسلفانيا
*Source: http://www.aia.org/akr/Resources/Projects/AIAP037805, Accessed (1/2/2009).*

يضم المبني مجموعة من الفراغات الوظيفية تشمل القاعة الرئيسية متعددة الاستخدامات بطول المبني تحوي قاعات المحاضرات و الطعام وأنشطة التعليم الأخرى و فراغات الاستقبال ومنطقة الخدمات. وتبلغ مساحة المركز ٧٢٠ متر مسطح
تم تصميم المبني ليكون أداة تعليمية لنشر الوعي البيئي بتطبيق المبادئ البيئية في صورة ملموسة للمستخدمين.[٢]

- AIA ( ) *"Pocono Environmental Education and Visitor Center"* Site http // .aia.org/a r/Resources/Pro ects/AIAP Accessed ( / / ).
- eith . Moskow ( ) *"Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations"* Ne or McGra -Hill P. .

شكل(٣-٥١) المدخل الرئيسي بالواجهة الشمالية



شكل (٣-٥٢) الواجهات العرضية الخلفية والجانبية

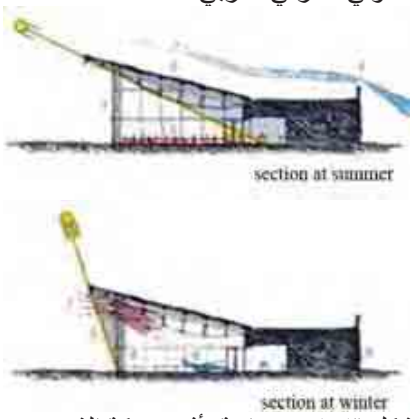
*Source: http://www.aia.org/akr/Resources/Projects/AIAP037805, Accessed (1/2/2009).*

### (٢/٦/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:

يعد المبني تجسيدا لمبادئ التصميم المستدام من خلال الاختيار الجيد لموقع المبني و مواد البناء المستخدمة و التصميم الجيد لأنظمة المبني، ويهدف فريق التصميم إلي جعل المبني كأداة لتعليم الزائرين وجعل الاستراتيجيات البيئية ظاهرة للمستخدمين، والتي يمكن توضيحها كالتالي

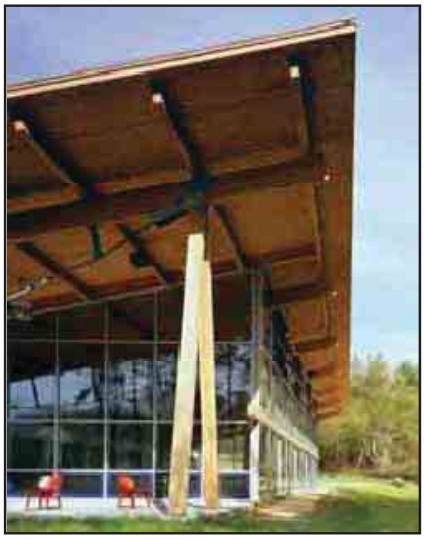
شكل (٣- ٥٣) توجيه المبني ليأخذ المحور الطولي الشرقي الغربي

- ***اعتبارات الموقع***، بتقليل التأثير علي الموقع و بتوجيه المبني ليأخذ المحور الشرقي الغربي لتعظيم الاستفادة من ضوء النهار وتوظيف تقنيات التصميم الشمسي السالب. والتكامل مع الطبيعة بزيادة مسطحات الزجاج بالواجهات الجنوبية للاستمتاع بإطلالة علي المنتزه المحيط بالمركز.
- ***كفاءة الطاقة،*** ساعد استخدام النموذج الافتراضي لمحاكاة استهلاك الطاقة بالمبني من تحقيق وفر في استهلاك الطاقة بالمركز تصل إلي ٤٣ بالمقارنة بالمباني التقليدية المكافئة، بفضل الاستفادة من الإضاءة و التهوية الطبيعية.بالإضافة إلي استخدام أنظمة المبني الكهربائية و الميكانيكية التي تعمل علي تحقيق كفاءة المبني بتوظيف مجموعة من المجسات الالكترونية.




شكل(٣- ٥٤) دراسة تأثير حركة الشمس والرياح علي تصميم المبني.

- ***مواد البناء*** ، لقد روعي في اختيار مواد البناء التي تشكل الأسقف والحوائط و الحوائط الستائرية الزجاجية عوامل تحقيق كفاءة الطاقة و مصادر مواد البناء و استخدام المواد ذات محتوي معاد التدوير كالخرسانة المسلحة والقابلة للتدوير، وكما يتميز الهيكل الإنشائي من الأخشاب الشرائحية والتي تستخدم الوصلات المعدنية في تجميع أجزائها بأنه قابل للتفكيك وإعادة الاستخدام في المستقبل، وتم استبعاد مواد التشطيب والدهانات التي تحتوي علي المركبات العضوية المتطايرة.[١]
- ***جودة البيئة الداخلية***، يعتمد المركز بصفة أساسية علي التهوية الطبيعية لأكثر من ٩١ من فراغات المركز، واستخدام نوافذ قابلة للفتح وتصميم مسارات الهواء بعناية لتهوية الفراغات طبيعيا وتقليل الاعتماد علي أنظمة التكييف في الأماكن التي يتم تهويتها طبيعيا مع الاستعانة ببعض المراوح السقفية، بينما تعتمد أكثر من ٩٣ من الفراغات العامة علي الإضاءة الطبيعية حيث تعمل الواجهة الجنوبية الممتدة بطول المبني علي تعظيم الاستفادة من ضوء النهار والاكتساب الحراري خلال فصل الشتاء وتعمل أرضية المبني كمخزن حراري يساهم في تدفئة المبني وتقليل استهلاك الطاقة الكلية.[٢]
- ***الحفاظ علي المياه***، تساعد الأسقف المائلة في تجميع مياه الأمطار من خلال أنابيب الصرف وتجميعها في خزان ثم معالجتها وإعادة استخدامها مرة أخري كجزء من نظام إدارة المياه والحفاظ عليها .



شكل(٣- ٥٥) اختيار مواد البناء الطبيعية و المحلية في إنشاء المبني .

شكل(٣- ٥٦) القاعة الرئيسية تعتمد علي الإضاءة و التهوية الطبيعية.

*Source:http://www.peec.org/facilities.html, Accessed (1/2/2009).*

- Bulding reen ( ) *"Pocono Environmental Education and Visitor Center"* Site http // .buildinggreen.com/hpb/overvie .cfm pro ectID Accessed ( / / ).
- eith . Moskow ( ) *"Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations"* Ne or McGra -Hill P. .

**(٣/٦/٢/٣) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الإنشائي من الكمرات و الأعمدة من الأخشاب الشرائحية والمدعمة بالجمالونات الفراغية من الحديد الصلب ، ويتميز الهيكل الإنشائي للمبني بأن معظم أجزائه قابلة للتفكيك و إعادة الاستخدام في نهاية فترة استخدام المبني، ويشمل النظام الإنشائي العناصر التالية [١]

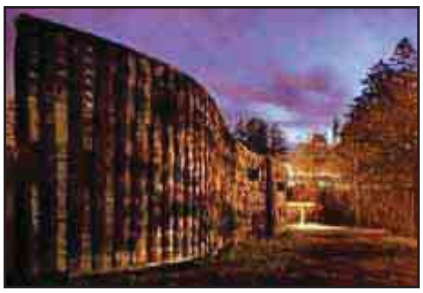
أ- ***الأعمدة***،تتكون الأعمدة من الأخشاب الشرائحية Glue Laminated Lumber، والتي تأخذ إيقاع ثابت علي طول الواجهة الجنوبية بشكل مزدوج كما بالشكل(٣-٥٧).

شكل(٣- ٥٧) استخدام الأعمدة من الأخشاب الشرائحية مزدوجة الشكل.

ب- ***الأسقف***،استخدمت الكمرات من قطاعات الأخشاب الشرائحية والتي تم تدعيمها بمجموعة من الجمالونات المعدنية لتغطي القاعة الرئيسية الخاصة بالأنشطة التعليمية بالكامل دون الحاجة إلي أعمدة داخلية، ويعلو الكمرات الخشبية بانوهات من الأخشاب الرقائقية- الأبلكاج بقطاعات I- oist ثم تكسي ببانوهات خشبية Insulated Ply ood Panels مقاومة للعوامل الجوية من الأخشاب الشرائحية.

شكل(٣- ٥٨) تدعيم الكمرات الخشبية بوصلات من الحديد الصلب.

ج- ***الحوائط***،استخدمت الحوائط الحاملة من Wood Stud Bearing ، و الخرسانة المصبوبة بالموقع. و تتشكل القواطيع من بانوهات من المباني و الأسمنت المعروفة ب CM. واستخدام بانوهات من الأحجار المحلية لكسوة بعض الحوائط Slates Wall Panels بينما كسيت الواجهة الشمالية بشرائح من المطاط المعاد تدويره من إطارات السيارات المستعملة بأسلوب مبتكر لحماية الحائط ضد العوامل الجوية،شكل (٣-٥٩).



شكل(٣- ٥٩) كسوة الحائط الشمالي بشرائح من المطاط المعاد تدويره.

*Source:http://www.aiatopten.org/hpb/process.cfm?ProjectID=1016, Accessed (1/2/2009).*

---

-Randy ragg ( ) *"Pocono Environmental Education Center"* Article Site http //greensource.construction.com/pro ects/ peec.asp Accessed ( / / ).

د- ***الغلاف الخارجي***،استخدم في الواجهات الخلفية والجانبية الحوائط الستائرية من الزجاج الشفاف عالي الكفاءة Lo -E المزدوج الطبقات مع استخدام غاز الأرجون كعازل حراري، لتقليل الاكتساب الحراري المصاحب لأشعة الشمس وتعظيم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية لضوء النهار، مع تصميم البروزات الخارجية بالأسقف لحماية الواجهة الزجاجية من التعرض المباشر لأشعة الشمس خلال فصل الصيف.[١]

شكل(٣- ٦٠) الوصلات المعدنية المستخدمة في تدعيم السقف الخشبي والتي تعطي المبني إمكانية الفك و إعادة الاستخدام.

شكل (٣- ٦١) يضفي الغلاف الخارجي من الزجاج عالي الكفاءة الشفافية علي المبني.

*Source: Keith G. Moskow, (2008), "Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations, P.60.*

**(٤/٦/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:**

قام فريق التصميم باختيار مواد البناء المستخدمة التي تحقق عوامل المتانة و طول العمر و التي تحتاج إلي صيانة أقل و ذات تأثير حميد علي البيئة ، والاستخدام الشامل للمنتجات الخشبية الهندسية Engineered Wood Products و الخالية من مركبات اليوريافورمالدهايد. ذات التأثير الحميد علي البيئة الداخلية، بينما يساهم الجمالون الفراغي من الحديد الصلب والوصلات المستخدمة في الأسقف من إمكانية تفكيك المبني وإعادة استخدامه.

**(٥/٦/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:**

اعتمد المبني بصفة أساسية علي الأخشاب الشرائحية الحديثة في تكوين الأعمدة والأسقف بينما تم توظيف الحوائط من الخرسانة المسلحة والطوب وكسيت بالأحجار المحلية والمطاط المعاد تدويره بينما الغلاف الخارجي من الزجاج الشفاف عالي الكفاءة.

**(٦/٦/٢/٣) الخلاصة:**

اعتمد المبني علي استراتجيات ترشيد استخدام المواد واستخدام المواد المحلية والطبيعية والمواد ذات المحتوي معاد التدوير والمواد المعاد تدويرها والقابلة لإعادة التدوير.

---

- Ben McMillan ( ) "China s Bubbly A uatics Center Nears Completion" Article site http // . ired.com/culture/art/multimedia/gallery atercube Accessed( / / ).

## مركز التعليم البيني بنسلفانيا
"Pocono Environment Education Activity Center"

| | |
|---|---|
| الموقع | بنسلفانيا – الولايات المتحدة |
| المعماري | Bohlin ackson |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٥ |

**الوصف المعماري:**

- يقع مركز التعليم البيئي بمدينة دينجمانز فيري Dingmans Ferry بولاية بنسلفانيا الأمريكية Pennsylvania ، ويحيط بالمبني غابة من الأشجار الطبيعية .
- تبلغ مساحة المركز ٧٢٠ متر مسطح. يضم المبني مجموعة من الفراغات الوظيفية تشمل القاعة الرئيسية متعددة الاستخدامات بطول المبني تحوي قاعات المحاضرات و الطعام وأنشطة التعليم الأخرى و فراغات الاستقبال ومنطقة الخدمات.[١]
- يعد المبني تجسيدا لمبادئ التصميم المستدام من خلال الاختيار الجيد لموقع المبني و مواد البناء المستخدمة و التصميم الجيد لأنظمة المبني.
- تم تصميم المشروع ليعزز دور المركز في نشر الوعي البيئي والتعليم و كمركز لخدمة المجتمع و الزائرين.[٢]

**المراجع:**


- eith G. Mos o ( ) "Sustainable Facilities Green Design Construction and Operations" Ne or McGra -Hill P. - .
- Randy Gragg ( ) "Pocono Environmental Education Center" Article Site http //greensource.construction.com/pro ects/peec.asp Accessed ( / / ).


### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

نجح المصمم في ابتكار توظيف الأعمدة المزدوجة من الأخشاب الشرائحية والتي تستخدم الوصلات المعدنية في تجميع أجزائها.

#### الأسقف

استخدمت كمرات من الأخشاب الشرائحية في تغطية سقف القاعة الرئيسية و التي تم تدعيمها بكابلات من الحديد الصلب وكسوتها بألواح من الألواح الخشبية.

#### الحوائط

استخدمت الحوائط الحاملة من الخرسانة المسلحة والمباني بصورة بانوهات CM وكسوتها بالأحجار المحلية والمطاط المعاد تدويره في بعض الأحيان.

#### الغلاف الخارجي

يتكون الغلاف الخارجي من الحوائط الستائرية من الألواح الزجاجية مزدوجة الطبقات وبينهما غاز الأرجون الذي يحقق كفاءة العزل الحراري للغلاف.

### ملامح استدامة المبني

#### اعتبارات الموقع

تم مراعاة اعتبارات الموقع من خلال التوجيه السليم للمبني واستغلال المحور الشرقي الغربي بطول المبني للاستفادة من التهوية والإضاءة الطبيعية.

#### كفاءة الطاقة

يحقق المركز ترشيد في الطاقة بنسبة ٤٣ بتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالب و استخدام البروزات الخارجية للحماية من أشعة الشمس.

#### كفاءة المواد

استخدام مواد البناء الطبيعية و المواد المحلية من الأخشاب والأحجار و المواد المعاد تدويرها كما في استخدام المطاط في كسوة الواجهة الشمالية.

#### جودة البيئة الداخلية

حقق المبني مستويات جيدة من الإضاءة و التهوية الطبيعية باستخدام الغلاف الزجاجي عالي الكفاءة والنوافذ القابلة للفتح و المراوح السقفية.

| النظام الإنشائي | | | | | | | مواد البناء المستخدمة | | | | | | | | | الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخرى | الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى | إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
| ● | - | - | - | o | ● | o | ● | ● | ● | - | o | - | ● | o | o | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

**دلالات الرموز**

● مستخدم بصورة رئيسية  o مستخدم بصورة ثانوية  ○ مستخدم بصورة ضعيفة  - غير مستخدم

### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني نجح المبني في تحقيق فراغات وظيفية تعتمد علي الإضاءة و التهوية الطبيعية بصورة أساسية وتوظيف المواد المحلية الطبيعية مما يحقق كفاءة الطاقة والمصادر الطبيعية.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي من الإطارات الخشبية والحوائط الحاملة بما يحقق دوام البقاء والاستجابة للاحتياجات المستقبلية بالإضافة إلي إمكانية التفكيك وإعادة استخدام مكوناته في المستقبل .
- تأثير مواد البناء أعتمد المبني علي المواد الطبيعية من الأخشاب الشرائحية و المواد المحلية من الأحجار و المطاط المعاد التدوير والخرسانة ذات المحتوي معاد التدوير وإدماج استراتيجيات الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير.

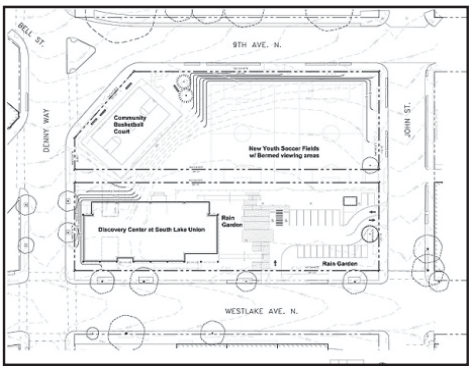
**جدول (٣-٦)**

| ٧/٢/٣ | المركز الاستكشافي - سياتل<br>"Discovery Center at South Lake Union " |
|---|---|

| |
|---|
| **المالك** ulcan Real State Seattle |
| **الموقع** SA Seattle Washington |
| **التنفيذ:** ٢٠٠٥ |
| **المعماري:** The Miller Hull LLP |

**(١/٧/٢/٣) وصف المشروع:**

يقع المركز الاستكشافي في الجزء الشرقي من المنتزه rban Par بمدينة South La e nion، بسياتل بولاية واشنطن الأمريكية، يعد المركز أحد المباني المؤقتة والتي يهدف تصميمها إلي مراعاة إمكانية تفكيك المبني بعد انتهاء فترة استخدامه وإمكانية تجميعه مرة أخري في مواقع مستقبلية، واختيار مواد البناء التي تضمن تحقيق اعتبارات تفكيك المبني .[١]




شكل (٣-٦٢) الموقع العام للمركز الاستكشافي بمدينة سياتل

*Source: http://www.buildinggreen.com/projectid=1032 , Accessed (1/3/2009).*

يتكون المبني من طابق واحد وتبلغ مساحته ١٠٢٠متر مربع تقريبا بأبعاد (١٢متر ٢٢متر) ويضم قاعات عرض Gallery تتسم بالمرونة بأسلوب المسقط المفتوح و التي تسمح بتعديل الفراغات الداخلية بسهولة و يضم أيضا مجموعة من الفراغات الخدمية التي يحتاجها الزائرين.

- AIA/C TE ( ) *"Discovery Center at South Lake Union"* Site http // .aiatopten.org/hpb/overvie .cfm Pro ectID Accessed ( / / ).

**(٢/٧/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:**

عمل فريق التصميم علي استخدام الاستراتيجيات الملائمة لخلق بيئة مناسبة تتوافق و الأحوال الجوية والبيئة المحيطة، والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية [١]

- ***اعتبارات الموقع***، تم مراعاة توجيه المبني و تصميمه علي شكل خطي ليواجه المنتزه لتحقيق إطلالة جيدة لجميع الفراغات، بينما يعلق المبني علي مجموعة من القواعد الخرسانية الشريطية والسطحية دون التأثير علي التربة و تسمح للنباتات من النمو من حولها.

شكل (٣-٦٣) توقيع المبني بالقرب من الشارع الرئيسي ليسهل عملية نقله فيما بعد.

- ***كفاءة الطاقة***، يعتمد المبني علي الإضاءة الطبيعية بتوظيف الواجهات الزجاجية لتسمح لأشعة الشمس من اختراق الفراغات الداخلية ، وكذلك تعتمد علي التهوية الطبيعية باستخدام النوافذ القابلة للفتح بالإضافة إلي توظيف بروزات الأسقف لتحجب الأشعة الشمس في فترات الصيف والحماية من الاكتساب الحراري لتقليل الأحمال الحرارية الواقعة علي المبني.

شكل (٣-٦٤) توظيف بروزات الأسقف في حماية الواجهات الزجاجية من الشمس.

- ***مواد البناء*** ، نجح فريق التصميم في اختيار مواد البناء ذات معامل متانة عالي والمواد القابلة للتدوير وذات المحتوي معاد التدوير، والتي تحقق أهداف تصميم المبني بتصميم مبني من الهيكل المعدني بصورة وحدات موديولية تضمن إمكانية التفكيك وإعادة الاستخدام في المستقبل بالإضافة إلي المواد الطبيعية من البانوهات الخشبية.

شكل(٣-٦٥) هيكل المبني قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز.

*Source:http://www.millerhull.com/htm/nonresidential/slu.htm, Accessed (1/1/2009).*

---

- Architecture week ( ) *"AIA Green Building Awards 2008"* Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ /ne s - .html Accessed ( / / )..

- ***جودة البيئة الداخلية***، تعتمد إضاءة المبني بصورة أساسية علي الإضاءة الطبيعية من خلال الاستفادة من توجيه المبني ، واستخدام واجهات من الزجاج بكامل الارتفاع لتسمح بضوء النهار من النفاذ إلي داخل فراغات المبني. وتحقيق الراحة البصرية للتمتع بإطلالة علي المناظر الخارجية للمنتزه المحيط بالمبني و الطبيعة الخارجية.[1]

شكل (٣-٦٦) اعتماد المركز علي الإضاءة الطبيعية في إضاءة فراغاته.

- ***الحفاظ علي المياه***، يحتوي المركز علي أسلوب جيد لتجميع مياه الأمطار في خزانات أرضية وتنقيتها وإعادة استخدامها في ري العناصر النباتية المحيطة، واستخدام الأجهزة والوصلات الصحية الموفرة للمياه بما يحقق ترشيد في استهلاك المياه يصل إلي ٣٧ من استهلاك المباني المكافئة.[2]

شكل (٣-٦٧) استخدام مياه الأمطار في ري العناصر النباتية المحيطة.

*Source:http://www.aiatopten.org/hpb/overview .cfm?ProjectID=1032, Accessed (1/3/2009).*

شكل (٣-٦٨) دراسة فصل المبني إلي وحدات موديولية يسهل نقلها ورفعها باستخدام ونش صغير

*Source: http://www.aiatopten.org/hpb/overview.cfm?ProjectID=1032, Accessed (1/3/2009).*

- Building reen ( ) *"Mobile building celebrates a specific neighborhood-for now"* Site http //archrecord.construction.com/pro ects/BTS/archives/civic/ discoveryCntr/ Accessed ( / / ).

- Miller Hull ( ) "*South Lake Union Discovery Center*" Site http // .millerhull.com/htm/nonresidential/slu.htm Accessed ( / / ).

**(٣/٧/٢/٣) النظام الإنشائي:**

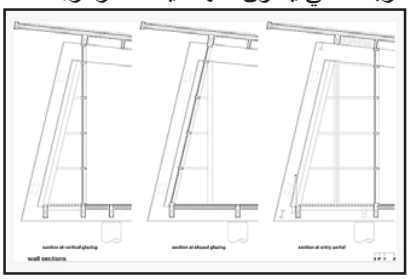
يتكون الهيكل الإنشائي من الإطارات المعدنية من قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز علي هيئة وحدات صندوقية يسهل تجهيزها وتجميعها بالموقع، ويشمل النظام الإنشائي [١]

شكل (٣-٦٩) قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز المستخدمة في تكوين الأعمدة.

ت- ***الأعمدة،*** تتكون من قطاعات من الحديد الصلب السابقة التجهيز والتي تستخدم المسامير في تجميع أجزائها والتي تسمح بسهولة تفكيك العناصر الإنشائية وإعادة استخدامها.

شكل (٣-٧٠) أحد الوحدات الموديولية الأربعة التي يتكون منها هيكل المركز.

ث- ***الأسقف،*** يغطي الهيكل المعدني للأسقف كمرات من الأخشاب الشرائحية بمسافات موديولية ثابتة بعرض ١٢٠ سم وبطول ٦متر لتوزيع الأحمال و نقلها إلي الهيكل المعدني ويعلوها بانوهات خشبية من OBS-Oriented Strand Board وتثبت في الاتجاه العمودي علي الكمرات الخشبية مباشرة دون الحاجة إلي وصلات إضافية. مع تغطية السطح الخارجي للسقف بالألواح المعدنية للحماية من العوامل الجوية. و تتيح هذه الطريقة إمكانية تصنيع الأسقف و تجميعها و دهانها خارج الموقع في صورة وحدات موديولية بمقاس ٢٤٠سم ٦٠٠سم، و التي يسهل رفعها و نقلها إلي الموقع باستخدام رافعه صغيرة الحجم Crane .



شكل (٣-٧١) تفصيلة تصميم الغلاف الخارجي من الألواح الزجاجية المائلة.

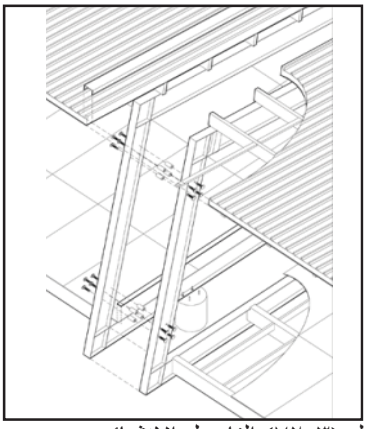
*Source: www.Archiplanet.org,Accessed (1/1/2009).*

---

[١] - Miller Hull ( ) "*South Lake Union Discovery Center*" Site http // .millerhull.com/htm/nonresidential/slu.htm Accessed ( / / ).

ح- ***الحوائط،*** تستخدم بانوهات من الألواح المعدنية المعزولة إلي جانب بعض القواطيع الخشبية الخفيفة والتي تستخدم للفصل بين الفراغات الداخلية.

ن- ***الغلاف الخارجي،*** يتنوع أنظمة الغلاف الخارجي بين الحوائط الستائرية الزجاجية بكامل الارتفاع و المائلة لتعظيم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية وبعض البانوهات المعدنية المعزولة سابقة التجهيز.



شكل (٣-٧٢) الفاصل الإنشائي Disconnect oint الذي يسمح بتفكيك المبني.
*Source: www.Archiplanet.org,Accessed (1/1/2009).*

**(٤/٧/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:**

ساعدت مواد البناء المستخدمة في تحقيق المبني للأهداف التصميمية التي تسعي إلي إنشاء مبني مؤقت قابل للتفكيك وإعادة الاستخدام يتكون من ٤ وحدات موديولية بأبعاد قياسية يسهل نقلها وتوظيف ٣ وصلات رئيسيةDisconnect oints يمكن فصل المبني من خلالها ، مع تغطيتها من الداخل بألواح من الألمونيوم ، ومراعاة قابلية التفكيك عند هذه النقاط لكل من مواد التشطيب و الهيكل الإنشائي والأنظمة الكهربائية والميكانيكية. [١]

**(٥/٧/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:**

اعتمد المبني في تكوين الهيكل الإنشائي علي قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز و البانوهات الخشبية من الأخشاب الشرائحية المصنعة Laminated-Strand Lumber في تكوين الأسقف وبعض الحوائط الداخلية، بالإضافة إلي الحوائط الستائرية الزجاجية و استخدام الخرسانة المسلحة ذات المحتوي معاد التدوير في تكوين القواعد الخرسانية الشريطية.

**(٦/٧/٢/٣) الخلاصة:**

اعتمد المبني علي استراتيجيات تحقيق الاحتياجات المستقبلية من حيث تفكيك المبني إلي ٤ وحدات موديولية يمكن نقلها بسهولة وتجميعها في مواقع مستقبلة، وتوظيف المواد القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام و ترك الوحدات الخشبية دون الحاجة إلي نهو السطح الخارجي يساعد في الترشيد في استهلاك مواد البناء وتقليل الحاجة إلي الصيانة.

---

- Rick S. ( ) *"South Lake Union Discovery Center chosen as one of the Top 10 Green Projects of 2008 "* Site http // .thesouthla e.com/ / /south-la e-union-discovery-center.html Accessed ( / / ).

## المركز الاستكشافي - سياتل
## "Discovery Center at South Lake Union"

| | |
|---|---|
| الموقع | سياتل واشنطن – الولايات المتحدة |
| المعماري | ميلر هول Miller Hull |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٥ |

**الوصف المعماري:**

- يقع المركز الاستكشافي في الجزء الشرقي من المنتزه rban Par بمدينة South La e nion، بسياتل بولاية واشنطن الأمريكية.
- يتكون المبني من طابق واحد وتبلغ مساحته ١٠٢٠متر مربع تقريبا بأبعاد (١٢متر ٢٢متر) ويضم قاعات عرض Gallery و يضم أيضا مجموعة من الفراغات الخدمية التي يحتاجها الزائرين.[1]
- يعد المركز أحد المباني المؤقتة والتي يهدف تصميمها إلي مراعاة إمكانية تفكيك المبني بعد انتهاء فترة استخدامه وإمكانية تجميعه مرة أخري في مواقع مستقبلية، واختيار مواد البناء التي تضمن تحقيق اعتبارات تفكيك المبني.
- تتسم الفراغات الداخلية بالمرونة في التعديلات والاستجابة للاحتياجات المستقبلية حيث استخدم المسقط المفتوح في التصميم.[2]

**المراجع:**


- Miller Hull ( ) "South La e nion Discovery Center" Site http // .millerhull.com/htm/nonresidential/slu.htm Accessed ( / / ).
- AIA/COTE ( ) "Discovery Center at South La e nion" Site http // .aiatopten.org/hpb/ Pro ectID Accessed ( / / ).


### الهيكل الإنشائي

**الأعمدة**

استخدمت الأعمدة من قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز واستخدمت المسامير في تجميع أجزاءها المختلفة مما يسمح بإمكانية تفكيكها.

**الأسقف**

يغطي الهيكل المعدني كمرات من الأخشاب الشرائحية يعلوها بانوهات خشبية تثبت في الاتجاه العمودي علي الكمرات ويكسي السطح الخارجي بالألواح المعدنية.

**الحوائط**

تستخدم بانوهات من الألواح المعدنية المعزولة للحماية من العوامل الجوية إلي جانب استخدام بعض القواطيع الخشبية الخفيفة.

**الغلاف الخارجي**

يتكون من الحوائط الستائرية الزجاجية المصممة بعناية بمراعاة الميل المناسب لتعظيم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية ومراعاة إمكانية تفكيكها فيما بعد.

### ملامح استدامة المبني

**اعتبارات الموقع**

تم مراعاة توجيه المبني في الاتجاه الطولي وتوقيع المبني علي مجموعة من القواعد الشريطية دون التسبب في إزالة النباتات و التأثير علي التربة.

**كفاءة الطاقة**

ساعد الاعتماد علي الإضاءة والتهوية الطبيعية وتوظيف أساليب التصميم الشمسي في تقليل الاكتساب الحراري وتحقيق كفاءة الطاقة بالمبني.

**كفاءة المواد**

المبني يستخدم مواد بناء ذات معامل متانة عالي من قطاعات الحديد الصلب و المواد الطبيعية من الأخشاب والقابلة للتدوير وإعادة استخدامه.

**جودة البيئة الداخلية**

يحقق المركز مستويات جيدة من الإضاءة الطبيعية بتوظيف الغلاف الخارجي من الحوائط الستائرية الزجاجية.

| النظام الإنشائي | | | | | | | مواد البناء المستخدمة | | | | | | | | الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري | الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى | إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
| - | - | - | ● | - | - | ○ | - | ● | ○ | ○ | ● | - | ● | - | ○ | - | ○ | ● | ● | - | ○ | ○ |

**دلالات الرموز:** ● مستخدم بصورة رئيسية ○ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني اعتمدت فكرة المبني علي تصميم مبني مؤقت يسهل تفكيكه وإعادة استخدامه و تحقيق فراغات وظيفية تعتمد علي الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية إلي جانب الترشيد في المواد والطاقة والمياه.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي من الإطارات المعدنية صندوقية الشكل علي هيئة ٤ وحدات موديولية وبأبعاد يسهل نقلها وتجميعها بالموقع وتوظيف ٣ وصلات رئيسية لإمكانية تفكيك المبني في المستقبل.
- تأثير مواد البناء ساعد اختيار قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز والمواد الطبيعية من الأخشاب المصنعة والخرسانة المسلحة و الألواح الزجاجية الشفافة في تحقيق المبني لمبادئ الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير.

**جدول (٣-٧)**

| ٨/٢/٣ | المبني الإداري الإقليمي كارل تي كورتس<br>"Carl T. Curtis Midwest Regional Headquarters Building National Park Service" |
|---|---|

**المالك** Par Service Developers/ Noddle Development Company

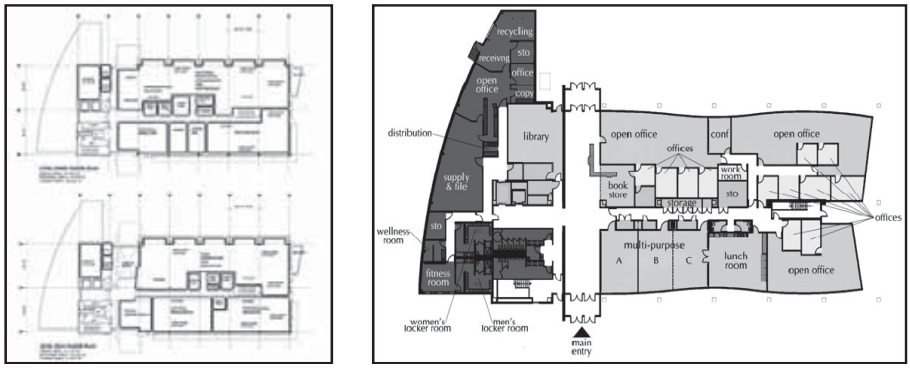
**الموقع** نبراسكا – الولايات المتحدة Omaha Nebras a - SA

**التنفيذ:** ٢٠٠٤

**المعماري: ليو أ دالي** LEO A DAL

**(١/٨/٢/٣) وصف المشروع:**

يقع المركز الإداري كارل تي كورتس التابع لهيئة المنتزه القومي National Par Service والمطل علي نهر ميسوري Missouri بوسط مدينة أوماها بولاية نبراسكا الأمريكية، ويهدف تصميم المبني إلي بناء مركز إقليمي للهيئة يخدم ١٣ ولاية أمريكية. يدعم المبني التكنولوجيا البيئية المتقدمة بينما يحافظ علي الشكل التقليدي للمباني الإدارية و يحافظ علي الطابع العمراني للمنطقة المحيطة. [١]




شكل (٣-٧٣) المساقط الأفقية موضح بها توزيع الفراغات الإدارية بالمبني

*Source: http://www.buildinggreen.com/projectid=418, accessed (1/3/2009).*

يتكون المبني من ثلاث طوابق بمساحة ٦٣٢٠ ٠٠ متر مسطح وتبلغ مساحة الموقع ١٨٩٠٠ ٠٠ متر مسطح ، ويعد المبني جزء من مشروع تطوير واجهة النهر تشمل مجموعة من المباني المطلة علي نهر ميسوري.

---

-Bulding reen ( ) *"Carl T. Curtis - National Park Service"* Site http // .buildinggreen.com/hpb/overvie .cfm pro ectid accessed ( / / ).

يتميز تصميم الفراغات المكتبية بتوظيف أسلوب المسقط المفتوح، ليعطي مرونة في استخدام الفراغات تستجيب للتغيرات في الوظيفة ، ويعطي إمكانيات عالية لإضاءة الفراغات كلها بالإضاءة الطبيعية و كذلك الاستمتاع بالمناظر الطبيعية الخارجية المحيطة بالمبني.

**(٢/٨/٢/٣) استراتيجيات الاستدامة:**

يعتمد المبني في تصميمه علي وضع البيئة محل اهتمام و قد ورعي في التصميم تعدد الأهداف لتحقيق مبني يوظف التكنولوجيا البيئية، ويحقق مجموعة من خصائص المباني المستدامة، والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية [١]

شكل (٣-٧٤) مراعاة توجيه المبني لتعظيم الاستفادة من الواجهة النهرية.

شكل (٣-٧٥) استخدام المواد المحلية من الأحجار و الأخشاب الطبيعية

*Source:http://leedcasestudies.usgbc.org/ ProjectID=418, Accessed (1/3/2009).*

- ***اعتبارات الموقع***، تكمن أهمية موقع المبني الإداري من التأكيد علي أهمية تاريخ النهر بالنسبة للمنطقة المحيطة وكجزء من إعادة تطوير واجهة النهر بينما يحافظ علي طابع المنطقة وهويتها، و قد روعي توجيه المبني من خلال المحور الشرقي الغربي الذي يتيح تمتع أكثر من ٩٠ من فراغات المكاتب من التمتع بالمناظر الطبيعية الخارجية المطلة علي نهر ميسوري.
- ***كفاءة الطاقة***، عمل فريق التصميم علي توظيف الأغلفة الخارجية من الحوائط الستائرية الزجاجية عالية الكفاءة والكاسرات الشمسية الأفقية للحماية من الأشعة الشمسية وتمنع الوهج، بالإضافة إلي الاعتماد علي الإضاءة الطبيعية والمجسات الالكترونية للتحكم في الإضاءة الصناعية، وقد حقق الجمع بين هذه الاستراتيجيات البيئية المختلفة ترشيد استهلاك الطاقة الكلية للمبني بنسبة ٢٥ أقل من المعدلات القياسية للمباني الإدارية المكافئة. [٢]

---

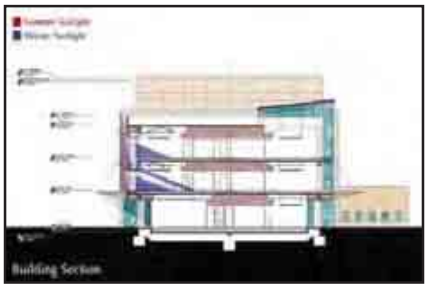
- US BC ( ) *"Carl T. Curtis Midwest Headquarters of the National Park Service "* Site http //leedcasestudies.usgbc.org/overvie .cfm Pro ectID accessed ( / / ).

- eith . Moskow ( ) *"Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations"* Ne or McGra -Hill P. .

- ***مواد البناء،*** استخدام الخرسانة المسلحة في تكوين الهيكل الإنشائي للمبني وترك العناصر الإنشائية علي صورتها الطبيعية مما يقلل الحاجة إلي مواد التشطيب واستخدام البانوهات سابقة التجهيز والأحجار المحلية في أعمال الكسوات الخارجية، وقد ساعد هذا الاختيار لمواد البناء المستخدمة في تعظيم كفاءة المواد وترشيد استهلاك المصادر الطبيعية.

- ***جودة البيئة الداخلية،*** ساهم تركيز الفراغات الخدمية في القلب في جعل ٩٠ من الفراغات المكتبية من الاستفادة بالإضاءة الطبيعية وتوظيف المجسات الالكترونية الدقيقة Electronic Sensors و التي تعمل علي قياس التغير في شدة الإضاءة الطبيعية وتُعدل الإضاءة الصناعية كاستجابة للتغيرات الخارجية، واستخدام أنظمة التبريد والتكييف وتوزيع الهواء في أرضية المبني، بالإضافة إلي انفتاحها علي الخارج والتمتع بإطلالة مميزة علي البيئة المحيطة مما يحقق الراحة النفسية للموظفين العاملين بالمركز وتحسين إنتاجيتهم.[١]

- ***الحفاظ علي المياه،*** يحقق المبني وفر في استهلاك المياه يصل إلي ٢٦ بالمقارنة بالمباني الإدارية المماثلة من خلال استخدام الأجهزة الصحية الموفرة للمياه و اختيار العناصر النباتية المحلية التي لا تحتاج إلي مياه الري الإضافية.




شكل (٣-٧٦) دراسة استغلال الإضاءة الطبيعية في تحقيق كفاءة الطاقة.

شكل(٣-٧٧) الكسوات الخارجية من البانوهات الخرسانية سابقة التجهيز.

شكل(٣-٧٨) تمتع الفراغات المكتبية بالإضاءة الطبيعية والمناظر المحيطة

*Source:http://www.gsa.gov/Portal/gsa/ep/20399, accessed (1/3/2009).*

---

- US SA ( ) *"Carl T. Curtis Midwest Regional Headquarters of the National Park Service"* Site http // .gsa.gov/Portal/gsa/ep/ accessed ( / / ).

**(٣/٨/٢/٣) النظام الإنشائي:**

يشكل هيكل المبني النظام الهيكلي من الخرسانة المسلحة عالية الإجهاد والتي تشكل الأعمدة والعوارض والكمرات والأسقف، ويشمل النظام الإنشائي [١]

ج- ***الأعمدة،*** وقد تركت معظم الأعمدة الإنشائية علي طبيعتها دون الحاجة إلي مواد نهو وتقليل الحاجة إلي الصيانة.

شكل (٣-٧٩) ترك العناصر الإنشائية من الأعمدة علي طبيعتها بدون دهان.

ح- ***الأسقف،*** تستخدم البلاطات المرفوعة Raised Floor في جميع الأدوار مما يعطي مرونة عالية في استخدام الفراغات الداخلية و سهولة الوصول للتوصيلات الكهربائية وشبكات المعلومات، وتغطية أكثر من ٧٥ من السطح العلوي للمبني بألواح من الثرموبلاستيك فاتحة اللون والتي تقلل من الاكتساب الحراري.

شكل (٣-٨٠) الأغلفة الخارجية من الزجاج الأزرق الشفاف عالي الكفاءة.

خ- ***الحوائط،*** استخدام الحوائط من البانوهات الخرسانية سابقة التجهيز المستخدمة في تشكيل الحوائط الخارجية والداخلية التي تعمل علي ترشيد استخدام المواد اللازمة لإنهاء السطح الخارجي و الدهان.

ر- ***الغلاف الخارجي،*** استخدام الحوائط الستائرية من الزجاج الأزرق الشفاف عالي الكفاءة Lo -E بشدة في الواجهات التي تشكل الغلاف الخارجي للفراغات المكتبية.

شكل (٣-٨١) الكاسرات الشمسية الأفقية من شرائح الألمونيوم.

*Source:http://www.gsa.gov/Portal/gsa/ep/20399, accessed (1/3/2009).*

مع اختيار جميع أنظمة المبني الإنشائية والكهربائية والميكانيكية وتتكامل معا لتحقق معايير المرونة والكفاءة البيئية.

---

- eith . Moskow ( ) *"Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations"* Ne or McGra -Hill P. .

### (٤/٨/٢/٣) تأثير استخدام مواد البناء:

ساعد استخدام الأغلفة الزجاجية عالية الكفاءة و البانوهات المعزولة من الخرسانة سابقة التجهيز إلي تقليل الاكتساب الحراري وتحقيق كفاءة المبني وترشيد استهلاك الطاقة ، واختيار مواد البناء آمنة و ذات معامل متانة عالي والتي تحتاج إلي صيانة أقل مما يحقق الترشيد في استخدام المواد وتكاليف التشغيل وتحقيق بيئة داخلية آمنة تشجع المستخدمين علي الإنتاج وتحافظ علي صحتهم.

شكل(٣-٨٢) تشكل الواجهات الستائرية الزجاجية الباكيات الرأسية المطلة علي النهر.

شكل (٣-٨٣) الاستعانة بالإضاءة الصناعية غير المباشرة داخل بعض الفراغات.

*Source:http://www.gsa.gov/Portal/gsa/ep/20399, accessed (1/3/2009).*

### (٥/٨/٢/٣) مواد البناء المستخدمة:

يعتمد المبني علي الخرسانة المسلحة كمادة بناء في تكوين الهيكل الإنشائي والبلاطات الخرسانية المطبوعة في الأرضيات والبانوهات المعزولة سابقة التجهيز والأحجار المحلية في الكسوات الخارجية واستخدام الزجاج عالي الكفاءة في الأغلفة الخارجية إلي جانب استخدام الألمونيوم في الكاسرات الشمسية و ألواح الثرموبلاستيك في تغطية السطح الخارجي.

### (٦/٨/٢/٣) الخلاصة:

اعتمد المبني علي الاستراتيجيات التي تحقق الاستدامة واستخدام المواد المحلية كالحديد الصلب والأحجار المستخدمة في أعمال الكسوات وجميع الأخشاب المستخدمة معتمدة المصدر، ومراعاة مبادئ الترشيد في استخدام مواد البناء باستخدام المواد علي طبيعتها وتقليل الحاجة إلي أعمال النهو الخارجي والصيانة ، واختيار مواد البناء والتشطيب والدهانات ذات نسب منخفضة آمنة من المركبات العضوية المتطايرة OCs - Lo ، إلي جانب توظيف ٢٠ من المواد المستخدمة ذات محتوي معاد التدوير و إعادة استخدام وتدوير ٦٠ من المخلفات الإنشائية الناتجة عن البناء.[١]

---

- eith . Moskow ( ) *"Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations"* Ne or McGra -Hill P. .

## المبني الإداري الاقليمي كارل تي كورتس Carl T. Curtis Midwest Regional " Headquarters Building National "Park Service

| | |
|---|---|
| الموقع | نبراسكا – الولايات المتحدة |
| المعماري | LE A DAL |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠٤ |

**الوصف المعماري:**

- يقع المركز الإداري كارل تي كورتس التابع لهيئة المنتزه القومي والمطل علي نهر ميسوري Missouri بوسط مدينة أوماها بولاية نبراسكا الأمريكية.
- تبلغ مساحة المبني ٦٣٢٠متر مسطح موزعة علي ٣ أدوار من الفراغات المكتبية و العناصر الخدمية.[1]
- يهدف تصميم المبني إلي بناء مركز إقليمي للهيئة يخدم ١٣ ولاية أمريكية، ويعد المبني جزء هام من تطوير الواجهة النهرية لنهر ميسوري.
- يدعم المبني توظيف التكنولوجيا البيئية المتقدمة مع المحافظة علي الشكل التقليدي للمباني الإدارية و الطابع العمراني للمنطقة المحيطة و المطلة علي النهر.
- يتميز تصميم الفراغات المكتبية بتوظيف أسلوب المسقط المفتوح، ليعطي مرونة في الاستخدام و الاستجابة للتغيرات في الوظيفة إلي جانب تعظيم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية.

### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

الأعمدة الإنشائية من الخرسانة المسلحة وقد تركت علي طبيعتها دون الحاجة إلي مواد النهو الخارجي لتقليل الحاجة إلي الصيانة.

#### الأسقف

استخدمت البلاطات المرفوعة في أرضيات المبني لتحقيق المرونة في الفراغات المكتبية بينما استخدمت ألواح الثرموبلاستيك في تغطية السقف الخارجي.

#### الحوائط

تم توظيف البانوهات المعزولة من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز في الحوائط الخارجية و أحجار كاتساس المحلية في كسوة بعض الحوائط الخارجية والمداخل.

#### الغلاف الخارجي

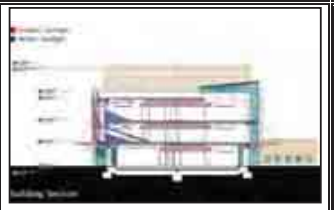
استخدمت الحوائط الستائرية من الزجاج الأزرق الشفاف عالي الكفاءة بكثافة في الواجهات مع توظيف الكاسرات الشمسية في تحقيق كفاءة الغلاف الخارجي.

### ملامح استدامة المبني

#### اعتبارات الموقع

تم مراعاة توجيه المبني علي المحور الشرقي الغربي الذي يتيح تمتع معظم الفراغات المكتبية بالإضاءة الطبيعية والتمتع بالإطلالة علي الواجهة النهرية.

#### كفاءة الطاقة



بالاعتماد علي الإضاءة الطبيعية في إضاءة الفراغات المكتبية وتوظيف الأغلفة الخارجية عالية الكفاءة والكاسرات الشمسية في تحقيق كفاءة الطاقة بالمبني.

#### كفاءة المواد

استخدام العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة علي طبيعتها البانوهات الإنشائية سابقة التجهيز و الأحجار المحلية ساعد في تحقيق كفاءة المواد.

#### جودة البيئة الداخلية

حقق المبني مستويات جيدة من الاضاءة الطبيعية وباستخدام المجسات الاكترونية الحساسة للضوء أمكن الترشيد في استخدام الاضاءة الصناعية .

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | - | - | - | - | - | - | ○ |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألومنيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | - | ● | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ○ | ● | ○ | ○ | - |

**المراجع:**


- BuldingGreen ( ) "Carl T. Curtis
- National Par Service" Site http // .buildinggreen.com/hpb/overvie .c fm pro ectid accessed ( / / ).
- eith G. Mos o ( ) "Sustainable Facilities Green Design Construction and Operations" Ne or McGra -Hill P. - .


## الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني اعتمد المبني علي التكامل بين أنظمة المبني الإنشائية و الكهربائية و الميكانيكية مع توظيف الأساليب البيئية في تحقيق كفاءة المبني والترشيد في استخدام المواد و الطاقة والمياه.
- الهيكل الإنشائي بتوظيف الخرسانة المسلحة في تكوين هيكل المبني والحوائط الستائرية عالية الكفاءة في الأغلفة الزجاجية بالإضافة إلي البانوهات الخرسانية سابقة التجهيز والأحجار المحلية في الحوائط.
- تأثير مواد البناء ساهم استخدام الخرسانة المسلحة والبانوهات المعزولة سابقة التجهيز إلي جانب الأخشاب والأحجار الطبيعية في تحقيق الكفاءة إلي جانب توظيف استراتيجيات الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير.

جدول (٣-٨)

دلالات الرموز: ● مستخدم بصورة رئيسية ○ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

## (٣/٣) نتائج الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية:

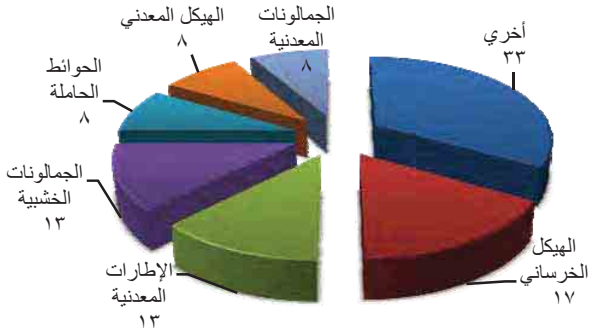
من خلال الدراسة التحليلية لمجموعة مختارة من الأمثلة العالمية للمشروعات التي تحقق معايير الاستدامة ومن خلال الجداول المستخدمة في تحليل المباني محل الدراسة والتي ترتكز علي مقارنة مجموعة من العناصر المؤثرة علي المباني كالنظام الإنشائي ومواد البناء المستخدمة والاستراتيجيات التي تم توظيفها لتحقيق استدامة مواد البناء والتي يمكن توضحيها كالتالي

### (١/٣/٣) معايير الاستدامة:

- تتميز المباني محل الدراسة بتنوع الأساليب المستخدمة في تحقيق استدامة البناء وتوظيف عدد كبير من الاستراتيجيات المتنوعة والتي تختلف باختلاف وظيفة المبني ونوعه ومتوسط العمر الافتراضي والظروف البيئية المحيطة.
- تبين من خلال دراسة هذه المباني أن جميعها يحقق وبكفاءة عالية واحدة أو أكثر من معايير الاستدامة التي سبق دراستها و التي تتضمن مراعاة لاعتبارات الموقع وتحقيق كفاءة المصادر من الطاقة والمياه ومواد البناء إلي جانب توفير مستويات جيدة من جودة البيئة الداخلية والإدارة الرشيدة للمخلفات الصلبة.

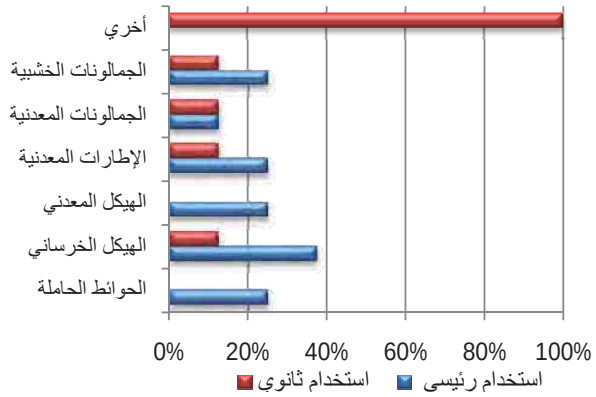
### (٢/٣/٣) النظام الإنشائي:

- تشكل مواد البناء المستخدمة مع النظام الإنشائي وأسلوب التنفيذ المختار الأركان الواجب توافرها لتحقيق التكنولوجيا الملائمة ويعتمد مدي تحقيق المباني المستدامة لمعايير الكفاءة والملائمة البيئة علي التوافق بين مواد البناء والنظام الإنشائي المستخدم.




شكل (٣- ٨٤) النسب المئوية للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني محل الدراسة – الباحث (٢٠٠٩).

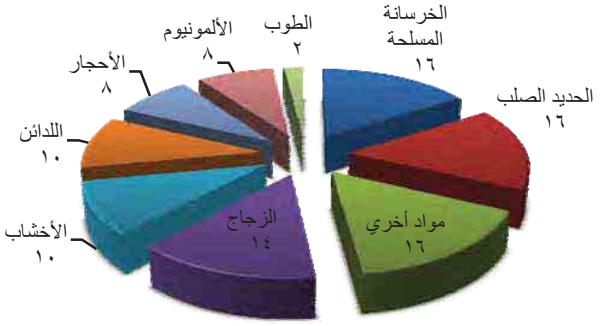
- تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية علي الأنظمة الإنشائية من الهياكل الخرسانية والإطارات الحديدية و الجمالونات الخشبية وهي الأنظمة الأكثر استخداما بين المباني محل الدراسة كما بالشكل(٣-٠٠).
- يستعين فريق التصميم بمجموعة من الأنظمة الإنشائية الثانوية والتي تتكامل مع النظام الإنشائي الرئيسي لتحقيق أهداف البناء و من أهمها أنظمة الحوائط الحاملة والجمالونات المعدنية والهياكل المعدنية وغيرها.




شكل (٣-٨٥) مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني محل الدراسة بالنسب المئوية – الباحث (٢٠٠٩).

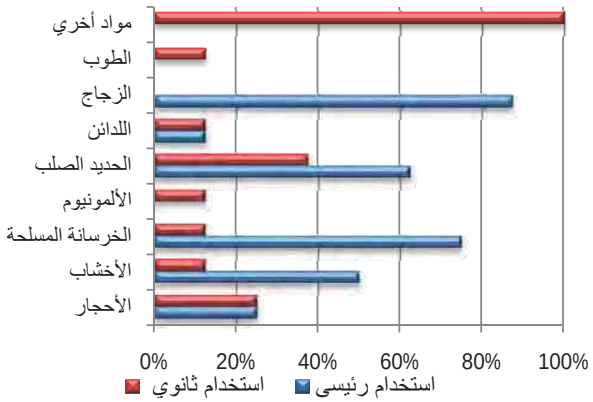
### (٣/٣/٣) مواد البناء المستخدمة:

- يؤثر استخدام مواد البناء علي معايير العمارة المستدامة الأخرى، حيث يؤثر توظيف مواد البناء علي اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة والمياه و جودة البيئة الداخلية وإدارة المخلفات، ويحقق التكامل فيما بينهم مباني تتصف بالكفاءة العالية وتجسد العمارة المستدامة.




شكل (٣- ٨٦) النسب المئوية لمواد البناء المستخدمة بصورة رئيسية في المباني محل الدراسة – الباحث (٢٠٠٩).

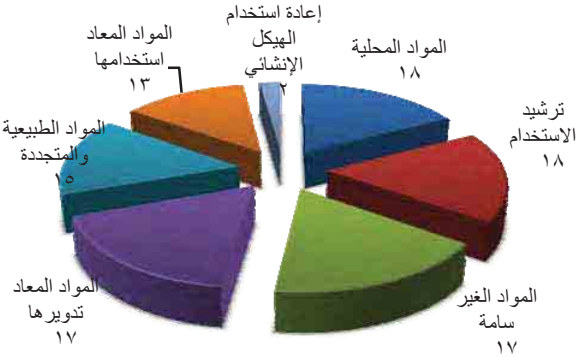
- تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية علي عدد كبير من مواد البناء في تكوين الهياكل الإنشائية والأغلفة الخارجية ومن أهم هذه المواد الخرسانة المسلحة والحديد الصلب والأخشاب الطبيعية والزجاج، بينما تم الاستعانة بمواد البناء بصورة ثانوية كما في اللدائن والألمونيوم والأحجار والطوب.
- ابتكار أساليب جديدة لتطوير استخدام هذه المواد لتقليل التأثيرات السلبية لها داخل المباني والاستفادة من خصائصها الطبيعية وإمكاناتها الإنشائية لتعظيم الاستفادة من تطبيقاتها المختلفة في البناء.




شكل (٣-٨٧) النسب المئوية لمقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لمواد البناء بالمباني محل الدراسة– الباحث (٢٠٠٩).

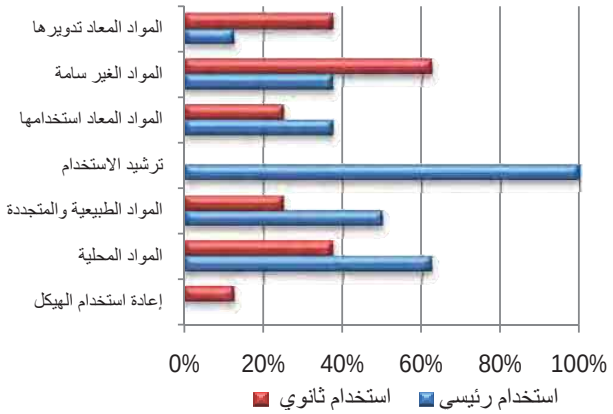
### (٤/٣/٣) استراتيجيات استدامة مواد البناء:

- تتميز المشروعات العالمية محل الدراسة بتوظيف مجموعة من الاستراتيجيات والأساليب البيئية لتحقيق استدامة مواد البناء والتي يعتمد عليها فريق التصميم بصورة رئيسية في تحقيق مستويات عالية من الكفاءة والملائمة البيئية.




شكل (٣- ٨٨) النسب المئوية للاستراتيجيات المستخدمة في تحقيق استدامة مواد البناء بالمباني محل الدراسة – الباحث (٢٠٠٩).

- تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية علي مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقيق استدامة مواد البناء وتعمل علي رفع كفاءة المباني، ومن خلال تحليل النماذج العالمية يمكن توضيحها كالتالي
  - □ مواد البناء المحلية.
  - □ مواد البناء الطبيعية أو المتجددة والوفيرة.
  - □ المواد الآمنة والغير سامة.
  - □ توظيف أساليب الترشيد في الاستخدام.
  - □ المواد المعاد تدويرها.
  - □ المواد المعاد استخدامها.
- ذلك إلي جانب مجموعة من الأساليب البيئية المبتكرة للتخلص من الآثار السلبية لمواد البناء والتي ظهر تأثيرها بصورة ثانوية في المباني محل الدراسة كالتالي
  - □ استخدام الأخشاب معتمدة المصدر.
  - □ توظيف مكونات البناء وعناصر الإنشاء سابقة التجهيز.
  - □ المواد ذات المحتوي معاد التدوير.
  - □ قابلية المواد للتدوير وإعادة الاستخدام.
  - □ توظيف منتجات البناء المستدامة.
  - □ قابلية مواد البناء للتفكيك وإعادة الاستخدام.

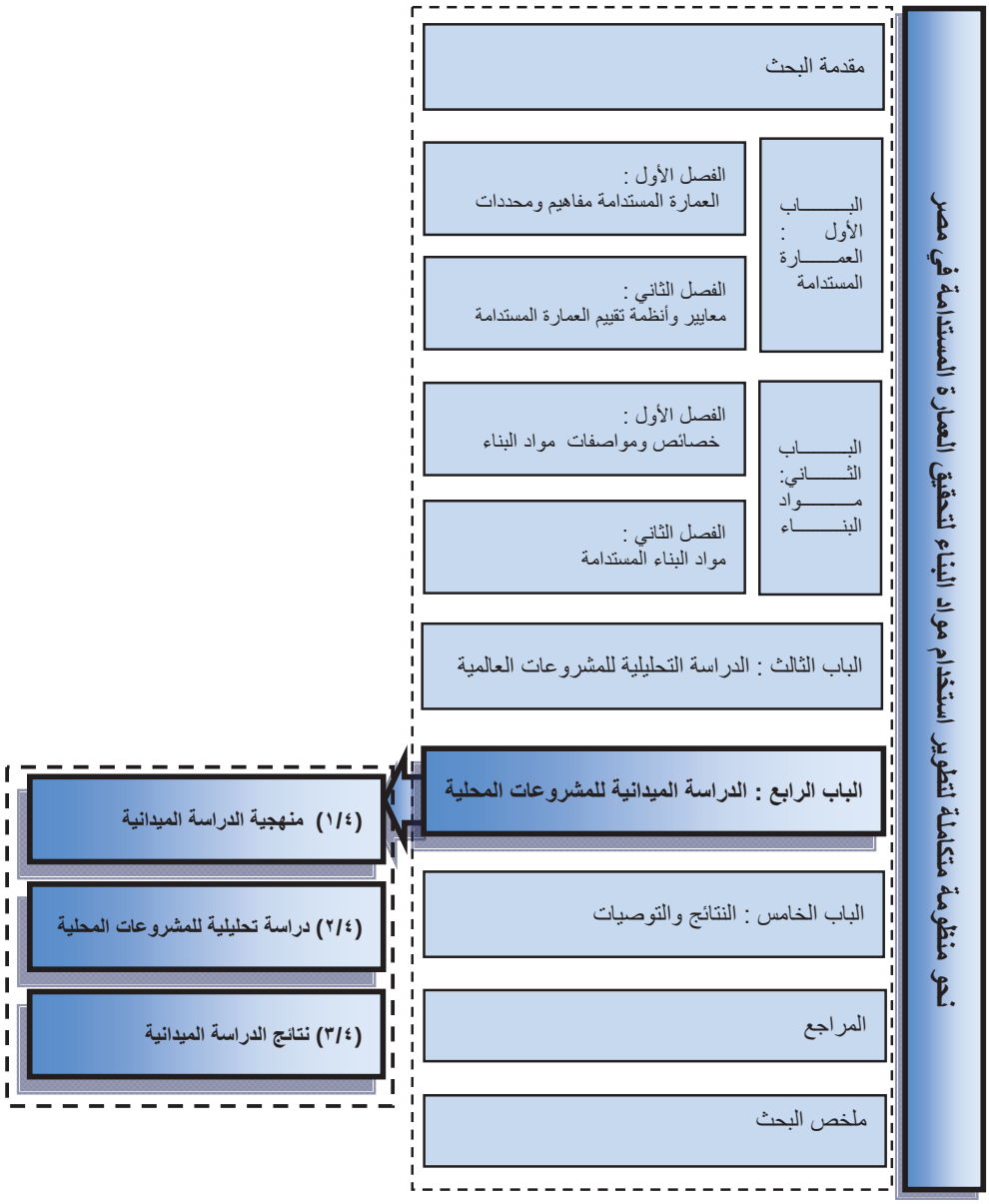



شكل (٣-٨٩) مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لاستراتيجيات استدامة مواد البناء بالنسب المئوية – الباحث (٢٠٠٩).

| | | أكاديمية العلوم - كاليفورنيا | مركز الألعاب المائية - بكين | مبني بلدية لندن | مركز ألدو ليوبولد التراثي | كاتدرائية النور - كاليفورنيا | مركز التعليم البيئي - بنسلفانيا | المركز الاستكشافي - سياتل | المقر الإداري الإقليمي - نبراسكا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النظام الإنشائي المستخدم | الحوائط الحاملة | - | - | - | ● | - | ● | - | - |
| | الهيكل الخرساني | - | ⊙ | ● | - | ● | - | - | ● |
| | الهيكل المعدني | ● | - | ● | - | - | - | - | - |
| | الإطارات المعدنية | ● | ⊙ | - | - | - | - | ● | - |
| | الجمالونات المعدنية | - | ● | - | - | - | ⊙ | - | - |
| | الجمالونات الخشبية | - | - | - | ● | ⊙ | ● | - | - |
| | أخري | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| مواد البناء المستخدمة | الأحجار | ⊙ | - | - | ● | - | ● | - | ⊙ |
| | الأخشاب | ⊙ | - | - | ● | ● | ● | ● | - |
| | الخرسانة المسلحة | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ⊙ | ● |
| | الألمونيوم | ○ | - | ○ | ○ | - | - | ○ | ⊙ |
| | الحديد الصلب | ● | ● | ● | ⊙ | ● | ⊙ | ● | ⊙ |
| | اللدائن | ○ | ● | - | - | - | - | - | ⊙ |
| | الزجاج | ● | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | الطوب | - | - | - | - | - | ⊙ | - | ○ |
| | مواد أخري | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ○ |
| استراتيجيات تحقيق استدامة مواد البناء | إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | ⊙ | - | - | - | - | - | - | - |
| | المواد المحلية | ● | ⊙ | ⊙ | ● | ● | ● | ⊙ | ● |
| | المواد الطبيعية والمتجددة | ⊙ | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ⊙ |
| | ترشيد الاستخدام | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | المواد المعاد استخدامها | ● | - | ● | ⊙ | ⊙ | ● | - | ○ |
| | المواد الغير سامة | ● | ⊙ | ⊙ | ● | ● | ● | ⊙ | ⊙ |
| | المواد المعاد تدويرها | ⊙ | ○ | ○ | ○ | ⊙ | ● | ⊙ | - |

دلالات الرموز المستخدمة ● استخدام رئيسي ⊙ استخدام ثانوي ○ استخدام ضعيف - غير مستخدم

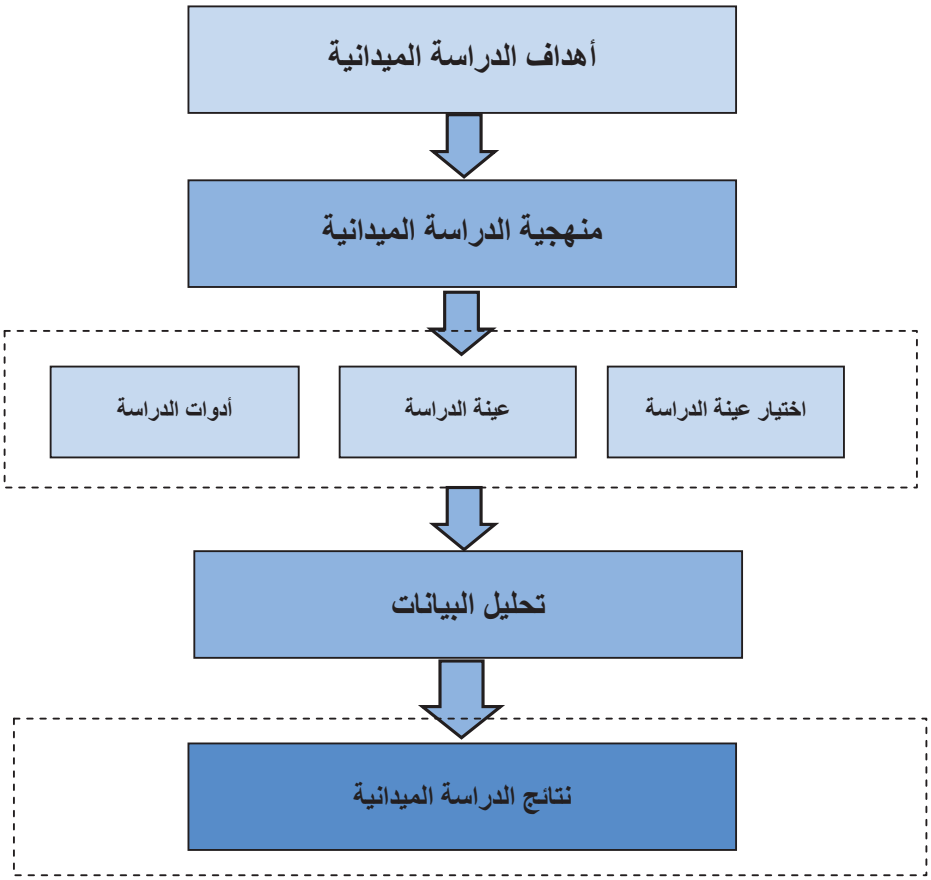
جدول (٣-٩) مقارنة نتائج عناصر التقييم للمشروعات التحليلية محل الدراسة - الباحث (٢٠٠٩).


نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
(١/٤) منهجية الدراسة الميدانية
(٢/٤) دراسة تحليلية للمشروعات المحلية
(٣/٤) نتائج الدراسة الميدانية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## (١/٤) منهجية الدراسة الميدانية:

في ضوء ما سبق دراسته في الدراسة التحليلية ، يتجه البحث في هذا الباب نحو دراسة تأثير استخدام مواد البناء علي الهيكل الإنشائي ودورها في تحقيق معايير استدامة المباني، وذلك من خلال دراسة تحليلية لأمثلة مختارة من المشروعات المعمارية المحلية ذات الاتجاه البيئي والتي تستخدم البيئية أساليب التصميم البيئي المختلفة للتوافق مع البيئة المحيطة .

يستعرض هذا الجزء من البحث مكونات المنهجية المستخدمة في الدراسة الميدانية وتبدأ بتحديد أهداف الدراسة و من خلال هذه الأهداف تتم صياغة المنهجية المقترحة في الدراسة الميدانية و ذلك بتحديد الأدوات المستخدمة في جمع المعلومات ، وتحديد نطاق الدراسة بوضع مجموعة من المعايير الواجب توافرها عند اختيار المشروعات المعمارية المحلية محل الدراسة و تحديد عينات الدراسة، يليها تحليل البيانات و تصميم الجداول المستخدمة في تحليل البيانات للوصول إلي نتائج الدراسة الميدانية . شكل (٤-١)




شكل (٤-١) منهجية الدراسة الميدانية

## (١/١/٤) أهداف الدراسة الميدانية :

تهدف الدراسة من خلال تحليل عينة من المشروعات المحلية في مصر و التي تتبني الاتجاه البيئي إلي تحقيق مجموعة من الأهداف كالتالي

- التأكيد علي إشكالية البحث بالنسبة للواقع المحلي وتوضيح
- رصد وتوثيق العلاقة بين استخدام مواد البناء وتحقيق كفاءة المباني والملائمة البيئية.
- توضيح أهم مواد البناء المستخدمة في تكوين الهيكل الإنشائي و الغلاف الخارجي للمبني.
- رصد وتوثيق مدي استخدام الاستراتيجيات المختلفة في تحقيق استدامة مواد البناء.
- توضيح أساليب توظيف خصائص مواد البناء في تحقيق الملائمة البيئية.
- عمل مقارنة بين المشروعات المحلية من حيث توافق استخدام مواد البناء

## (٢/١/٤) منهج الدراسة الميدانية :

اتبعت الدراسة نفس المنهج المستخدم في الدراسة التحليلية وهو المنهج الوصفي التحليلي والذي يسعي إلي الوصول إلي توصيف دقيق للظواهر، حيث سيتم رصد وتوثيق عينات الدراسة من الطبيعة عن طريق الزيارة الميدانية وتوثيق البيانات باستخدام التصوير الفوتوغرافي و بواسطة الرسومات المعمارية لكل مشروع ومن خلال جداول التحليل المستخدمة، وتحقق الدراسة الأهداف السابقة فقد استخدمت عدة مراحل متتالية وهي كالتالي

- اختيار أساليب جمع البيانات وإعدادها.
- اختيار عينة الدراسة.
- وضع إطار لتصنيف البيانات .
- وصف النتائج وتحليلها و تفسيرها.

## (٤/١/٣) معايير اختيار عينة الدراسة:

تم اختيار الأمثلة التي تحقق المعايير الأساسية التالية والتي تتحقق بها أهداف الدراسة التحليلية

- اختيار المشروعات ذات التوجه البيئي والتي
- اختيار المشروعات محل الدراسة ذات الأنشطة والاستخدامات المختلفة وتنوع وظيفة المباني.
- اختيار المشروعات التي يظهر تأثير مواد البناء في تحقيقها لمعايير الكفاءة والملائمة البيئية.
- تحديد الفترة الزمنية للمشروعات المختارة محل الدراسة والتي تم الانتهاء من بناؤها خلال العشر سنوات الماضية.
- اختيار مجموعة من المشروعات المعمارية والتي كان لها شهرة كبيرة علي المستوي المحلي.

## (٤/١/٤) عينة الدراسة :

تم اختيار عدد أربع مشروعات معمارية بما يتفق مع المعايير السابقة و بما يحقق أهداف الدراسة وهي كما يلي

١- مكتبة الإسكندرية.

٢- الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة.

٣ – مركز الخزف والحرف التقليدية.

٤ – حديقة الأزهر "مطعم التل".

## (٥/١/٤) تحليل عينة الدراسة:

يتم تحليل المباني محل الدراسة من خلال دراسة مجموعة من العناصر التي تحقق أهداف البحث و التي تشمل الوصف المعماري للمباني وتأثير مواد البناء المستخدمة علي كلا من الهيكل الإنشائي وعناصر تحقيق الاستدامة، ثم يتم استخلاص عناصر التأثير من خلال جداول التحليل التي تشمل علي نقاط التقييم التالية

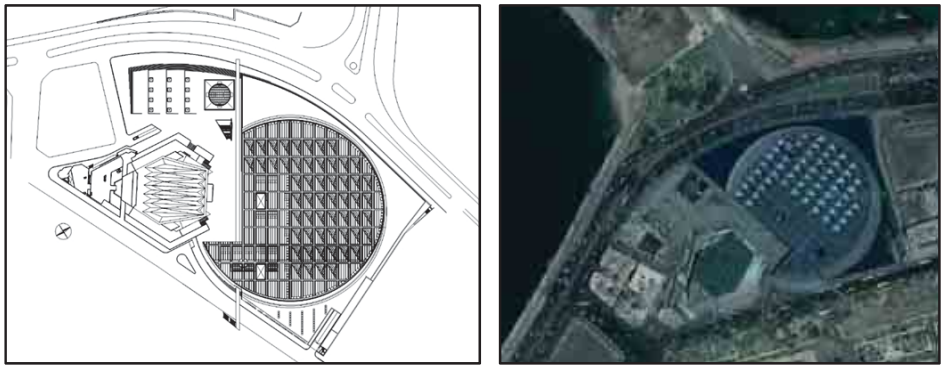
١. الوصف المعماري ويشمل البيانات الأساسية للمباني محل الدراسة من اسم المبني ووظيفته وموقعه واسم المعماري والمالك بالإضافة إلي وصف العناصر التصميمية.
٢. النظام الإنشائي المستخدم وذلك بتحديد النظام الإنشائي المستخدم من مجموعة من الأنظمة الإنشائية الشائعة الاستخدام والموضحة بالجدول.
٣. مواد البناء المستخدمة بتحديد مواد البناء المستخدمة في المبني باختيار واحدة أو أكثر من مواد البناء المعاصرة الموضحة بالجدول وتشمل الأحجار والأخشاب والخرسانة المسلحة و الحديد الصلب والألمونيوم واللدائن و الطوب والزجاج وغيرها.
٤. تأثير مواد البناء علي عناصر تكوين النظام الإنشائي و التي تشمل كلا من الأعمدة والأسقف والحوائط بالإضافة إلي الأغلفة الخارجية.
٥. ملامح استدامة المبني والتي تشمل كلا من اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة وكفاءة المواد وجودة البيئة الداخلية.
٦. الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء بتحديد الأسلوب المستخدم في تحقيق استدامة مواد البناء من الاستراتيجيات الشائعة والتي تشمل إعادة استخدام الهيكل الإنشائي وتوظيف المواد المحلية والطبيعية الوفيرة والمتجددة والآمنة غير السامة و أساليب الترشيد وإعادة الاستخدام والتدوير.

| ١/٢/٤ | **مكتبة الإسكندرية**<br>" Alexandria Library " |
|---|---|

| |
|---|
| **المالك** وزارة التعليم – مصر |
| **الموقع:** الإسكندرية – مصر |
| **التنفيذ:** ١٩٩٢ ـ ٢٠٠٢ |
| **المعماري:** سنوهيتا النرويج- حمزة مصر<br>Sn hetta- Hamza Consortium |

### (١/١/٢/٤) وصف المشروع:

يقع مشروع مكتبة الإسكندرية بالقرب من الموقع التاريخي للمكتبة القديمة في وسط مدينة الإسكندرية في مواجهة الميناء الشرقي والبحر المتوسط، ويحدها من الشمال والجنوب طريقان رئيسيان، بينما يحيط بها من الغرب مركز المؤتمرات الرئيسي لجامعة الإسكندرية والذي يشغل جانبا مهما من أرض المشروع.[١]



شكل (٤-٢) الموقع العام لمكتبة الإسكندرية

*Source: http://www.bibalex.org/building/construction/phase1.htm, Accessed (1/3/2009).*

تعد أبرز السمات التي يتميز بها المشروع هو شكله الدائري الصريح، ويستلهم المبني شكله الدائري من قرص الشمس الذي يشرق عبر الأفق، والمبني في ضخامته ومقياسه الهائل يذكرنا بعمارة أهرامات مصر القديمة.[٢] والمبني في مجملة بناء

١ - **محمد ماجد خلوصي**، (٢٠٠٠)، *"أبنية المكاتب العامة والخاصة"*، دار قابس للطباعة والنشر، بيروت، ص ١١٧.

٢ - **إسماعيل سراج الدين**، (٢٠٠٧)، *"مبني مبهر – تأملات حول البناء المعماري لمكتبة الإسكندرية"*، الإسكندرية، مكتبة الإسكندرية.

معماري بسيط فبالرغم من مساحته الشاسعة إلا أن الزائر لا يشعر بتلك المساحة عند الدخول من المدخل الرئيسي. يبلغ قطر المبني الرئيسي للمكتبة ١٦٠ متر ويصل ارتفاعه إلي ٢٥ متر فوق سطح الأرض و١٦ مترا تحت الأرض، ويبلغ مساحة المكتبة ٤٠٥ ٨٥ متر مسطح موزعة علي ٩ مستويات بخلاف دور البدروم والتي تشمل أربعة مستويات تحت الأرض وستة طوابق علوية من أعلي نقطة من السطح الدائري شديد الانحدار.

شكل (٤- ٣) لقطة لمبني مكتبة الإسكندرية والقبة السماوية من جهة البحر.
*Source: http://www.bibalex.org/building/construction/phase1.htm, Accessed (1/3/2009).*

شكل (٤- ٤) قطاع رأسي لمبني مكتبة الإسكندرية يوضح تدرج مستويات قاعة القراءة الرئيسية.

تم تنظيم الفراغات الوظيفية بعناية داخل مبني المكتبة لتضم قاعة القراءة الرئيسية ذات المستويات المتدرجة إلي جانب مخازن الكتب و٦ مكتبات متخصصة و٣ معارض دائمة وفراغ للمعارض المؤقتة والمدرسة الدولية بالإضافة إلي متحف القبة الفلكية و الفراغات المكتبية و كافتيريا وجميع الخدمات الضرورية اللازمة لمثل هذا النوع من المباني.[١]

تتكون قاعة القراءة الرئيسية من فراغ واحد مفتوح، تبلغ مساحته ٢٠٠ ١٨ متر مسطح وهي الأكبر في العالم وتسع لأكثر من ٢٠٠٠ قارئ، حيث تتكون القاعة من ثمانية مستويات متدرجة تحتوي كل منها علي أحد فروع العلم و تبدأ من الأسفل بجذور العلم كالفلسفة والتاريخ والدين والجغرافيا وتتدرج لتنتهي بفروع التكنولوجيا الحديثة.

---

-Library of Alexandria ( ). *"The Rebirth of the Library"* Site http // .bibalex.org/ /about us/building/construction/phase .htm Accessed ( / / ).

**(٢/١/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة:**

عمل فريق التصميم سنوهيتا النرويجي بالاستعانة بمكتب حمزة وشركاه المصري علي تصميم وتنفيذ مبني المكتبة ليكون قادرا علي البقاء لفترة طويلة تصل إلي مائتي عام، باستخدام مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق مستويات عالية من الكفاءة والتي يمكن توضيحها كالتالي [١]

شكل (٤-٥) تكامل مبني المكتبة مع الموقع المتميز المطل علي البحر المتوسط.

شكل (٤-٦) صممت وحدات الأسقف بدقة لتحقيق إضاءة طبيعية غير مباشرة.

شكل (٤-٧) هيكل المبني قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

- ***اعتبارات الموقع،*** يمثل المبني استجابة حقيقية للتكامل مع الموقع المميز والمطل علي البحر المتوسط من جهة الشمال و التي تم توجيه المبني نحوها علي هيئة قرص دائري يميل نحو الشمال الغربي للاستفادة من الإضاءة الطبيعية، إلي جانب قرب الموقع من جامعة الإسكندرية ومركز المؤتمرات الملاصق لأرض المشروع والذي يشجع علي جعل المكتبة مركز إشعاع ثقافي يخدم الطلاب والباحثين من كل مكان.
- ***كفاءة الطاقة،*** ساعد الاعتماد علي الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة في إضاءة قاعة القراءة الرئيسية وتوظيف الحائط الخرساني الضخم المحيط بمبني المكتبة في الواجهات الجنوبية والغربية في تقليل الأحمال الحرارية الواقعة عليه و المساهمة في تقليل استهلاك الطاقة بالمبني، إلا أن معظم الفراغات الوظيفية للمكتبة تعتمد علي أنظمة التبريد و التهوية الصناعية و ما يقرب من ثلثي هذه الفراغات يعتمد علي الإضاءة الصناعية مما يجعل استهلاك الطاقة الكلي كبير نسبيا بالمقارنة بمبني مماثل يعتمد علي الإضاءة والتهوية الطبيعية. [٢]

- Snohetta Architects ( ) *"Bibliotheca Alexandrina / Alexandria Library, Egypt"* Site http // .e-architect.co.u /egypt/alexandria library.htm Accessed ( / / ).

-Library of Alexandria ( ). *"The Rebirth of the Library"* Site http // .bibalex.org/ /about us/building/construction/phase .htm Accessed ( / / ).

- ***مواد البناء،*** اعتمد المبني علي الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع بصفة أساسية في تكوين الأساسات الخازوقية و حائط الجدار الخرساني المزدوج و في تكوين الأعمدة الدائرية والكمرات الإنشائية واستخدمت البلاطات الخرسانية الخفيفة في تكوين أسقف الأدوار المتكررة، وتعد الخرسانة المسلحة من المصادر المحلية إلا أن استخدامها بهذه الكميات الضخمة يؤثر علي ترشيد استهلاك الموارد و تلوث البيئة، وقد تم الاستعانة بأحجار الجرانيت و الرخام في أعمال الكسوات الخارجية والداخلية بالإضافة إلي استخدام الأخشاب الطبيعية والحوائط الستائرية الزجاجية وغيرها من مواد البناء.[1]
- ***جودة البيئة الداخلية،*** تعد من أنجح العناصر بالمشروع من خلال استخدام مجموعة من الاستراتيجيات البيئية ومن أهمها ، توظيف الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة وتقليل الانعكاس والتأثيرات البصرية الغير مرغوبة الناتجة عن التعرض لأشعة الشمس المباشرة في توفير مستويات جيدة من الإضاءة داخل قاعة القراءة الرئيسية بمستوياتها المتعددة، وذلك من خلال بناء نموذج رقمي لتوفير أفضل مستويات الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة خلال مرحلة التصميم. والاستعانة بمجموعة من الأفنية الداخلية العميقة للمساهمة في زيادة مستويات الإضاءة الطبيعية

شكل (٤-٨) الحائط الخرساني وقد أحاط بمبني المكتبة في الأجزاء الجنوبية والغربية.

شكل (٤-٩) تعتمد خزانات الكتب أسفل مستويات المكتبة علي الإضاءة الصناعية.

شكل (٤-١٠) توظيف الفناء الداخلي في زيادة مستويات الإضاءة الطبيعية.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

- ArcSpace ( ) *"Bibliotheca Alexandrina"* Site http // .arcspace.com/architects/ snoehetta/alexandria f/ Accessed ( / / ).

للفراغات المكتبية ، إلي جانب تصميم أنظمة التهوية والتبريد الميكانيكية التي تراعي توفير مستويات عالية من الراحة لجميع زائري المبني دون إهمال متطلبات الحماية من مخاطر الحريق. واستخدام وحدات من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز و الأخشاب الطبيعية في أعمال الكسوات الخاصة بالقاعة الرئيسية لتوفير مستويات جيدة من الراحة الصوتية.

- ***الحفاظ علي المياه،*** يحيط بالمكتبة بركة كبيرة من المياه تساهم في تبريد المبني وامتصاص الأتربة من الهواء والتي تعمل علي تنقية الهواء والمساهمة في تحقيق جودة الهواء. [1] وعلي الرغم من تميز موقع المكتبة بمناخ حار رطب إلا أنه لا يوجد إستراتيجية لتجميع مياه الأمطار وإعادة استخدامها والاستفادة بها.

شكل (٤-١١) كسوة قاعة القراءة ببانوهات من الخرسانة المسلحة سابقة الصب.

شكل (٤-١٢) يحيط بالمكتبة بركة من المياه تساهم في تنقية وتبريد الهواء.

**(٣/١/٢/٤) النظام الإنشائي:**

يرتكز الهيكل الإنشائي للمكتبة علي أساسات خازوقيه من الخرسانة المسلحة يعلوها الحوائط الخرسانية المزدوجة التي تشكل الحائط الدائري المحيط بالمبني و قد صمم ليبقي مدة لا تقل عن ٢٠٠ عام ، و يشمل النظام الإنشائي العناصر التالية

أ- ***الأعمدة،*** استخدمت الأعمدة النحيفة من الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع بينما استخدمت التيجان الهرمية الشكل من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز، والتي تحمل وحدات الأسقف الهرمية

شكل (٤-١٣) توظيف الأعمدة الدائرية ذات التيجان الهرمية الشكل في الهيكل الإنشائي.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

- ictor A. houeiry ( ) *"Legendary Library Resurrected"* ArchitectureWee No. . pD - Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

الشكل، تتوزع الأعمدة علي شكل شبكة موديولية مقاس ٤٠ ١٤ ٦٠ ٩متر ويبلغ ارتفاعها بالتيجان ١٦ متر بينما يصل قطرها إلي ٧٠سم ،وهي أعمدة نحيفة بالنسبة للأحمال الواقعة عليها.

شكل (٤-١٤) تغطية سقف المكتبة بوحدات هرمية الشكل و قد كسيت بألواح الألمونيوم من الخارج.

ب- ***الأسقف***، يتكون السقف المائل الضخم الذي يغطي القاعة الرئيسية لصالة القراءة من الوحدات الهرمية من الخرسانة المسلحة والزجاج والتي تم تغطية السطح الخارجي لها بألواح الألمونيوم، وينقل الأحمال من الأسقف إلي الأعمدة من خلال الكمرات الخرسانية عالية الإجهاد، بينما استخدمت الخرسانة المسلحة من الكمرات المتقاطعة باستخدام نظام Waffle Slab والبلاطات الخرسانية الخفيفة في تكوين بلاطات الأدوار المتكررة والمستويات المتدرجة.

شكل (٤-١٥) كسوة الحوائط الخرسانية الإنشائية بالأخشاب الطبيعية وألواح الجرانيت

ج- ***الحوائط***، يحيط بالمكتبة ككل حائط ضخم مزدوج من الخرسانة المسلحة علي شكل اسطواني مائل، تم كسوته من الخارج ببانوهات من الجرانيت الرمادي والتي نقشت علي سطحه حروف ضخمة للغات العالم ترمز للمؤلفات العالمية التي تحويها المكتبة. بينما استخدمت القواطيع الداخلية المتعددة المواد في الفراغات الداخلية للمكتبة من الأخشاب الطبيعية والخرسانة المسلحة سابقة التجهيز وغيرها.

شكل (٤-١٦) توظيف الحوائط الستائرية الزجاجية في الواجهات الشمالية والغربية.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

د- ***الغلاف الخارجي***، يمتد الغلاف الخارجي لمبني المكتبة ليشمل كلا من الحوائط الخرسانية التي تشكل المبني والسقف المائل المنحدر بشدة من الوحدات الهرمية من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز والتي تغطي بألواح من الألمونيوم من الخارج إلي جانب الزجاج الشفاف ومجموعة من الحوائط الستائرية الزجاجية المدعمة بالوصلات المعدنية للتثبيت.

**(٤/١/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء:**

ساعد الاختيار الجيد لمواد البناء المستخدمة في تشييد مبني المكتبة والتي تتميز بمعامل متانة عالي إلي قدرة الهيكل الإنشائي علي البقاء لمدة لا تقل عن ٢٠٠ عام، كما أن ترك العناصر الإنشائية من الخرسانة الظاهرة كالكمرات والأعمدة والبانوهات الخرسانية سابقة التجهيز المستخدمة في أعمال الكسوات الداخلية علي طبيعتها دون معالجتها أو دهان سطحها الخارجي يساهم في ترشيد استهلاك مواد البناء وتقليل الحاجة إلي أعمال الصيانة.[١]

**(٥/١/٢/٤) مواد البناء المستخدمة:**

استخدمت الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع بصورة أساسية في تكوين معظم العناصر الإنشائية من الأساسات الخازوقية والحوائط الخرسانية والأعمدة، مع الاستعانة بأسلوب سبق التجهيز في الكمرات الخرسانية وتيجان الأعمدة والبانوهات الخرسانية المستخدمة في أعمال الكسوات الداخلية، استخدام كتل من الجرانيت الأسواني في أعمال الكسوات إلي جانب ألواح الألمونيوم المستخدمة في تغطية الأسقف الخارجية و الحوائط الستائرية الزجاجية بالإضافة إلي الألواح الخشبية ومنتجاتها.

شكل (٤-١٧) كسوة الغلاف الخارجي بألواح الجرانيت وقد نقشت عليها رموز للغات العالم.
*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

**(٦/١/٢/٤) الخلاصة:**

أعتمد المبني علي استراتيجيات الترشيد في استخدام مواد البناء وتوظيف مواد البناء المحلية قدر الإمكان كما في الخرسانة المسلحة والجرانيت الأسواني والرخام، والاستعانة بمواد البناء الطبيعية كما في الأخشاب التي تم استيرادها لعدم توافرها محليا.

---

- Snohetta Architects ( ) *"Bibliotheca Alexandrina / Alexandria Library, Egypt"* Site http // .e-architect.co.u /egypt/alexandria library.htm Accessed ( / / ).

## مكتبة الإسكندرية
"Library of Alexandria"

| | |
|---|---|
| الموقع | الإسكندرية - مصر |
| المعماري | سنوهيتا (النرويج) – حمزة وشركاه (مصر) |
| سنة التنفيذ | ١٩٩٢- ٢٠٠٢ |

**الوصف المعماري:**

- يقع مشروع مكتبة الإسكندرية بالقرب من الموقع التاريخي للمكتبة القديمة في وسط مدينة الإسكندرية في مواجهة الميناء الشرقي والبحر المتوسط.
- يبلغ قطر المبني الرئيسي للمكتبة ١٦٠ متر ويصل ارتفاعه إلي ٢٥ متر فوق سطح الأرض و١٦ مترا تحت الأرض.
- ويبلغ مساحة المكتبة ٤٠٥ ٨٥ متر مسطح موزعة علي ٩ مستويات بخلاف دور البدروم والتي تشمل أربعة مستويات تحت الأرض وستة طوابق علوية.
- تضم المكتبة قاعة القراءة الرئيسية ذات المستويات المتدرجة إلي جانب مخازن الكتب و ٦ مكتبات متخصصة و٣ معارض دائمة وفراغ للمعارض المؤقتة والمدرسة الدولية بالإضافة إلي متحف القبة الفلكية و الفراغات المكاتب و كافتيريا وجميع الخدمات الضرورية اللازمة.

**المراجع:**


- Library of Alexandria ( ). "The Rebirth of the Library" Site http // .bibalex.org/ /about us/building/construction/phase .htm Accessed ( / / ).
- Aga han Development Net or ( ) "Aga han A ard for Architecture" site http //archnet.org/library/sites/one-site id Accessed ( / / ).


### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

استخدمت الأعمدة الاسطوانية نحيفة الشكل من الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع بينما استخدمت التيجان الهرمية الشكل من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز.

#### الأسقف

استخدمت الوحدات الهرمية من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز والتي تغطي بألواح من الألمونيوم من الخارج إلي جانب الزجاج الشفاف والملون في تغطية سقف المكتبة.

#### الحوائط

يحيط بالمكتبة ككل حائط ضخم مزدوج من الخرسانة المسلحة علي شكل اسطواني مائل، تم كسوته من الخارج ببانوهات من الجرانيت الرمادي .

#### الغلاف الخارجي

يمتد الغلاف الخارجي لمبني المكتبة ليشمل كلا من الحوائط الخرسانية التي تشكل المبني والسقف المائل بالاضافة إلي الحوائط الستائرية الزجاجية.

### ملامح استدامة المبني

#### اعتبارات الموقع

يمثل المبني استجابة حقيقية للتكامل مع الموقع المميز والمطل علي البحر المتوسط مع توجيه المبني نحوها علي هيئة قرص دائري يميل نحو الشمال الغربي.

#### كفاءة الطاقة

توظيف مواد البناء في تقليل الأحمال الحرارية الواقعة علي المبني ساهم في ترشيد الطاقة بينما يعتمد المبني علي أنظمة التبريد الصناعية زاد من الاستهلاك الكلي للطاقة.

#### كفاءة المواد

استخدام المواد المحلية من الخرسانة المسلحة مع الاستعانة بأحجار الجرانيت والرخام بالإضافة إلي استخدام الأخشاب الطبيعية والحوائط الستائرية الزجاجية.

#### جودة البيئة الداخلية

توظيف الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة وتقليل الانعكاس والتأثيرات البصرية الغير مرغوبة وتوفير مستويات جيدة من الإضاءة داخل قاعة القراءة الرئيسية.

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | - | - | - | - | ○ |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | ● | ● | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ○ | ● | - | ○ | - |

### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني أعتمد في تصميم مكتبة الإسكندرية علي التكامل مع البيئة المحيطة و الاستفادة من معطيات الموقع في إبداع تحفة معمارية بارزة ونجاحه في تحقيق جودة البيئة الداخلية وتوظيف المواد المحلية.
- الهيكل الإنشائي صمم الهيكل الإنشائي من الخرسانة المسلحة بصورة رئيسية لتشمل الأساسات والحوائط والكمرات وأسقف الأدوار المتكررة ويتميز النظام الإنشائي المستخدم بالقدرة علي مقاومة الزلازل و المياه الجوفية.
- تأثير مواد البناء أثرت مواد البناء المستخدمة بشكل كبير في زيادة كفاءة المبني واستخدمت استراتيجيات الترشيد في استهلاك المصادر وتوظيف المواد المحلية والطبيعية في تحقيق استدامة مواد البناء.

جدول (٤-١)

دلالات الرموز: ● مستخدم بصورة رئيسية ○ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٢/٢/٤ | **الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة**<br>"American University campus in New Cairo " |
|---|---|

**المالك** الجامعة الأمريكية بالقاهرة

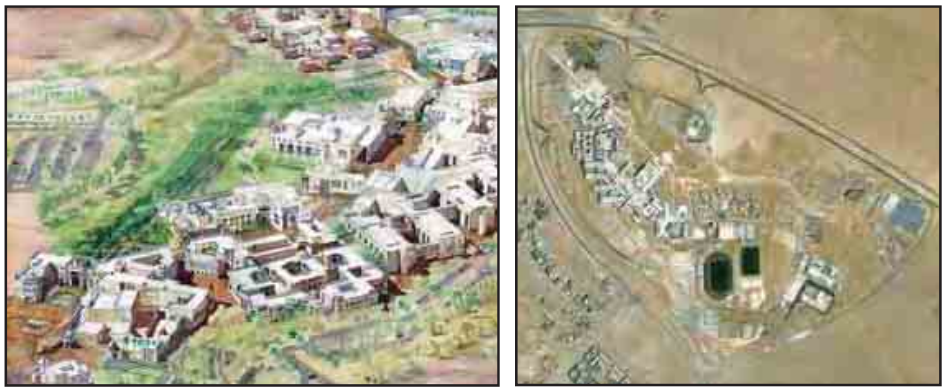
**الموقع:** القاهرة الجديدة - مصر

**التنفيذ:** ٢٠٠١ ـ ٢٠٠٨

**المعماري:** Sasa i Associates
Waterto n Massachusetts SA

**(١/٢/٢/٤) وصف المشروع:**

يقع الحرم الجامعي الجديد للجامعة الأمريكية بمدينة القاهرة الجديدة، وذلك سعيا لأن تكون الجامعة نموذجا للتكامل مع البيئة المحيطة و العمل علي تحقيق مباني الجامعة لمعايير الاستدامة البيئية والتي تهدف لبناء مبني يصلح للعمل لمئات السنين.[١]



شكل (٤-١٨) الموقع العام للحرم الجامعي الجديد
*Source: http://www.bdcintl.com/portfolio-auc.htm, Accessed (1/7/2009).*

يتميز تصميم الحرم الجامعي الجديد بمجموعة من الخصائص الرئيسية من أهمها التصميم البيئي الواعي بتوظيف أساليب ترشيد الطاقة بشكل جيد داخل الحرم الجامعي، ويعبر عن الطراز التقليدي للعمارة الإسلامية بطريقة متطورة.[٢]

- AUC ( ) *"New Cairo Campus: Making History Again"* Official Site http // .aucegypt.edu Accessed ( / / ).
- BDC ( ) *"AUC's New Cairo Campus Receives ULI Award, 2009",* Site http // .bdcintl.com/portfolio-auc.htm Accessed ( / / ).

يهدف تصميم مقر جديد للجامعة الأمريكية بمدينة القاهرة الجديدة لاستيعاب ٥٥٠٠ طالب و ١٥٠٠ من الأساتذة والموظفين بالجامعة، ويمتد الحرم الجامعي علي مساحة كبيرة تبلغ ٢٤٠ فدان، وتبلغ المساحة المبنية ١٤ فدان والقابلة للامتداد المستقبلي الذي قد يصل إلي ١٢٠فدان.[١]

شكل (٤-١٩) صورة بانورامية من أعلي لمباني الحرم الجامعي

*Source:* http // .insidehighered.com/ne s/ / / /cairo Accessed( / / ).

شكل (٤-٢٠) المدخل الرئيسي للجامعة

شكل (٤-٢١) مركز الجامعة Campus center

*Source : http://www.aucegypt.edu, Accessed (1/7/2009).*

ويشمل المشروع علي العديد من المباني المتنوعة ذات الوظائف المختلفة وتضم مكتبة ضخمة تحوي علي ٤٠٠ ٠٠٠ كتاب ومجلد و الوسائل التعليمية اللازمة للطلبة من الفصول والمعامل ومركز لشئون الطلاب وإسكان الطلاب ومجموعة من المباني الرياضية والترفيهية بالإضافة إلي حديقة عامة تبلغ مساحتها أكثر من ٢٠ فدان.[٢]

- Catherine Bilkey ( ) *"AUC's new $400 Million Campus"* Site http // .aucegypt.edu/SiteCollectionImages Accessed ( / / ).

-SASA I ( ) *"American University in Cairo"* Site http // .sasa i.com/ hat/portfolio.cgi fid Accessed( / / ).

**(٢/٢/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة:**

لقد قرر فريق التصميم المحافظة علي الطراز المعماري الإسلامي من خلال توظيف العديد من المفردات و العناصر المعمارية في تشييد المباني الحديثة للجامعة، إلي جانب توظيف مجموعة من الاستراتجيات البيئية والتي يمكن توضيحها كالتالي [١]

- ***اعتبارات الموقع***، لقد روعي في تصميم مباني الحرم الجامعي تحقيق الترابط والتكامل فيما بينها من خلال المحور الرئيسي الذي يجمع بينهما، وتحقيق التوجيه الجيد للمباني بالإضافة إلي جعل منطقة الحرم الجامعي بالكامل خالية من حركة السيارات حيث تم تخصيص ساحة كبيرة لانتظار السيارات تسع ألفي سيارة في منطقة مظللة بالأشجار وتفريغ الحرم الجامعي بالكامل من السيارات وليكون التجول سيرا علي الإقدام ولتوصيل الإمدادات داخل الحرم تم عمل نفق بطول ١٦٠ كيلومتر والذي يتيح نقل الخدمات تحت الأرض ويمر به كافة شبكات المرافق والبنية التحتية.
- ***كفاءة الطاقة***، عمل فريق التصميم علي تحقيق كفاءة الطاقة خلال مراحل المشروع المختلفة من خلال تصميم مباني تستخدم العناصر المعمارية الأصيلة التي تستخدم أساليب التصميم الشمسي السالبة وتوظيفها جيدا، واختيار مواد البناء من الأحجار في إنشاء معظم الحوائط والأغلفة الخارجية بالحرم الجامعي لما لها من خصائص بيئية موفرة للطاقة إذ تجعل الحجرات باردة أثناء النهار ودافئة ليلا فتوفر استخدام التكييف وبالتالي تعمل علي ترشيد الطاقة بنسبة ٥٠ .

شكل (٤-٢٢) تصميم ساحة بارتليت بلازا لتحقق الترابط بين المباني التعليمية.

شكل (٤-٢٣) توظيف المشربيات الخشبية للحماية من أشعة الشمس بالمركز الأكاديمي.

شكل (٤-٢٤) تثبيت ملاقف الهواء فوق المباني وتوظيفها كأحد العناصر المعمارية.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

- Catherine Bilkey ( ) *"AUC's new $400 Million Campus"* Site http // .aucegypt.edu/SiteCollectionImages Accessed ( / / ).

- ***مواد البناء،*** توظيف مواد البناء المحلية من الأحجار الرملية التي تم نقلها مدينة كوم أمبو شمال أسوان، حيث حملت أعداد كبيرة من الكتل الحجرية العملاقة والتي يصل وزنها إلي ٣٠ طن، ثم تقطيعها بالموقع واستخدامها في تشكيل الأقواس وبناء الحوائط الخارجية في أكثر من ٧٥ من الحوائط الخارجية داخل الحرم الجامعي لما لها من خصائص بيئية هامة.[١]
- ***جودة البيئة الداخلية،*** ساهم استخدام العناصر المعمارية كالمشربيات في توفير الخصوصية والحماية من أشعة الشمس وتوفير الإضاءة الطبيعية كما في مبني المكتبة، كما تم تثبيت ملاقف الهواء علي الأسطح لالتقاط الريح وتدوير الهواء النقي وتوظيفه داخل المبني واستخدمت الشخشيخة للتخلص من الهواء الساخن بالإضافة إلي العديد من المعالجات المعمارية المستوحاة من العمارة الإسلامية مثل الأفنية وغيرها كل هذه العناصر ساهمت في تحقيق جودة البيئة الداخلية.[٢]
- ***الحفاظ علي المياه،*** استخدمت مجموعة من أساليب الحفاظ علي المياه حيث يتم تدوير وإعادة استخدام المياه المستخدمة في تشغيل ٢٧ نافورة في أماكن متفرقة داخل الحرم الجامعي، وساهم اختيار أكثر من ٤٦ نوع من الأشجار والنباتات التي تتناسب مع المناخ الصحراوي في الحفاظ علي المياه.

شكل (٤-٢٥) استخدام الأحجار الجيرية في أعمال كسوات الحوائط الخارجية والأقواس.
*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

شكل (٤-٢٦) تحقيق الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة داخل مبني المكتبة.

شكل (٤-٢٧) توظيف نوافير المياه في تلطيف درجة الحرارة وتنقية الهواء .
AUC ( ) *"New Cairo Campus"*

- Safaa Abdoun ( ) *"AUC 'makes history again,' inaugurates New Cairo campus"* Daily Ne s Site httphttp // .thedailyne segypt accessed ( / / ).
- Catherine Bilkey ( ) *"AUC's new $400 Million Campus"* Article Site http // .aucegypt.edu/SiteCollectionImages Accessed ( / / ).

**(٣/٢/٢/٤) النظام الإنشائي:**

تعتمد مباني الجامعة علي النظام الهيكلي من الخرسانة المسلحة المصبوبة في الموقع، وبينما استخدمت الأحجار والرخام والجرانيت في أعمال الكسوات والأرضيات، ويشمل الهيكل الإنشائي العناصر التالية [١]

ت- ***الأعمدة***، تشكل الأعمدة جزء من النظام الإنشائي من الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع حيث بلغت كميات حديد التسليح المستخدمة بالموقع ٢٤٠٠٠طن، والتي ترتكز علي أساسات خرسانية تنوعت بين القواعد المسلحة المنفصلة والمستمرة.

شكل (٤-٢٨) استخدام الخرسانة المسلحة بالنظام الهيكلي في تشيد مركز المعلومات.

ث- ***الأسقف***، استخدمت الأسقف المستوية من الخرسانة المسلحة بنظام البلاطات المستوية والبلاطات المفرغة في تشكيل أسقف المباني كما في مبني المكتبة المكون من خمسة أدوار متكررة، وتثبيت ملاقف الهواء و الشخشيخة فوق الأسقف من الخرسانة المسلحة كما في مركز بيع الكتب Boo store والموضحة بالشكل(٤-٢٨).

شكل (٤-٢٩) استخدام الحوائط الزجاجية مع تحقيق الظلال الطبيعية مبني مركز الجامعة.

ج- ***الحوائط***، تتنوع مواد البناء المستخدمة في تكوين الحوائط الخارجية بين الطوب الأسمنتي المحلي المستخدم في معظم الحوائط الخارجية والداخلية لمباني الجامعة بينما كسيت الحوائط الخارجية بالأحجار الطبيعية من الأحجار الرملية المستخرجة محليا والتي تم نقلها وتقطيعها وتجهيزها بالموقع لتشكل الكسوات الخارجية للحوائط والأقواس و الفتحات.

شكل (٤-٣٠) الحائط الخرساني ذو الفتحات الموديولية كغلاف مزدوج بالمركز الجامعي.
AUC ( ) *"New Cairo Campus"*

د- ***الغلاف الخارجي***، يشكل الغلاف الخارجي من الحوائط المبنية والتي كسيت

---

- Catherine Bilkey ( ) *"AUC's new $400 Million Campus"* Article Site http // .aucegypt.edu/SiteCollectionImages Accessed ( / / ).

بالأحجار في معظم الأغلفة الخارجية إلي جانب توظيف المشربيات الخشبية في الفتحات الخارجية كما في مبني المكتبة واستخدام الحائط ذو الفتحات الموديولية مربعة الشكل في توفير الظلال وتقليل الأحمال الحرارية والذي يعمل كغلاف مزدوج كما هو موضح بالشكل (٤-٣٠).

شكل (٤-٣١) قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز المستخدمة في تكوين الأعمدة.

شكل (٤-٣٢) إعادة استخدام مخلفات الأحجار في تشييد حائط الخريجين Alumni all.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

**(٤/٢/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء:**

ساهم الاختيار والتوظيف الجيد لمواد البناء المستخدمة في تشييد مباني الحرم الجامعي في تحقيق كفاءة الفراغات الداخلية بتقليل الأحمال الحرارية الواقعة عليها وبالتالي الترشيد في استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلي ٥٠ بالإضافة إلي المساهمة في زيادة جودة البيئة الداخلية وتحقيق عوامل الراحة للمستخدمين إلي جانب تميزها بخصائص الأمان والمتانة العالية والقدرة علي البقاء دون الحاجة إلي المزيد من أعمال الصيانة مع الحفاظ علي الطراز المعماري الإسلامي بأسلوب معاصر من خلال مباني بيئية ذات كفاءة عالية.

**(٥/٢/٢/٤) مواد البناء المستخدمة:**

تمثل الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع أحد مواد البناء الرئيسية في تشييد مباني الحرم الجامعي من خلال هياكل خرسانية تشمل الأساسات و الأعمدة والأسقف بينما تشكل الحوائط الخارجية الطوب الأسمنتي والأحجار الجيرية التي تشكل الكسوات الخارجية لأكثر من ٧٥ من الحوائط والفتحات الخارجية والأقواس، مع الاستعانة بالجرانيت والرخام والأخشاب الطبيعية في عمليات البناء.

**(٦/٢/٢/٤) الخلاصة:**

اعتمد في تنفيذ مباني الحرم الجامعي الجديد علي استراتيجيات الترشيد في استهلاك مواد البناء وتوظيف مواد البناء المحلية والطبيعية ذات المصادر الوفيرة لتشكل أكثر من ١١٥ ٠٠٠ مترمسطح من الأحجار الرملية والرخام والجرانيت المستخدمة في التنفيذ إلي جانب الخرسانة المسلحة، وتدوير المخلفات الناتجة عن تقطيع وتجهيز الأحجار بالموقع وإعادة استخدامها مرة أخري.

## الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة
"American University campus in New Cairo"

| | |
|---|---|
| الموقع | القاهرة الجديدة - مصر |
| المعماري | Sasa i Associates Massachusetts SA |
| سنة التنفيذ | ٢٠٠١ – ٢٠٠٨ |

**الوصف المعماري:**

- يقع الحرم الجامعي الجديد للجامعة الأمريكية بمدينة القاهرة الجديدة، وذلك سعيا لأن تكون الجامعة نموذجا للتكامل مع البيئة المحيطة.
- يهدف تصميم مقر جديد للجامعة الأمريكية بمدينة القاهرة الجديدة لاستيعاب ٥٥٠٠ طالب و ١٥٠٠ من الأساتذة والموظفين بالجامعة، ويمتد الحرم الجامعي علي مساحة كبيرة تبلغ ٢٤٠ فدان، وتبلغ المساحة المبنية ١٤ فدان والقابلة للامتداد المستقبلي.
- يتميز الحرم الجامعي الجديد بالتصميم البيئي الواعي بتوظيف أساليب ترشيد الطاقة بشكل جيد ويعبر عن الطراز التقليدي للعمارة الإسلامية بطريقة متطورة.
- يشمل الحرم الجامعي علي العديد من المباني المتنوعة الوظائف والتي تضم مكتبة ضخمة و الوسائل التعليمية اللازمة للطلبة من الفصول والمعامل ومركز لشئون الطلاب وإسكان الطلاب ومجموعة من المباني الرياضية والترفيهية بالإضافة إلي حديقة عامة.

**المراجع:**


- A C ( ) *"New Cairo Campus: Making History Again"* Official Site http // .aucegypt.edu Accessed ( / / ).
- SASA I ( ) *"American University in Cairo"* Site http // .sasa i.com/ hat /portfolio.cgi fid Accessed( / / ).


### الهيكل الإنشائي

**الأعمدة**

تشكل الأعمدة جزء من النظام الانشائي من الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع والتي تم كسوتها من الخارج بالأحجار الرملية المحلية.

**الأسقف**

استخدمت الأسقف المستوية من الخرسانة المسلحة بنظام البلاطات المستوية والبلاطات المفرغة في تشكيل الأسقف إلي جانب توظيف العناصر المعمارية التقليدية انشائياً

**الحوائط**

تتنوع الحوائط الخارجية بين الطوب الأسمنتي المحلي المستخدم في معظم الحوائط الخارجية والداخلية لمباني الجامعة بينما كسيت الحوائط الخارجية بالأحجار الطبيعية.

**الغلاف الخارجي**

تم تنفيذ الأغلفة الخارجية للتوافق مع البيئة الصحراوية المحيطة بالتنوع في المواد المستخدمة بين الأحجار والمباني والزجاج لتحقيق عزل جيد للفراغات الداخلية.

### ملامح استدامة المبني

**اعتبارات الموقع**

روعي في تصميم مباني الحرم الجامعي تحقيق الترابط والتكامل فيما بينها وتكوين الفراغات المفتوحة والساحات التي تجمع بينهم وتحقيق التوافق مع البيئة المحيطة.

**كفاءة الطاقة**

تصميم مباني تستخدم العناصر المعمارية الأصيلة كالقباب والقبوات والمشربيات وغيرها وتوظيفها جيدا لتحقيق كفاءة الطاقة والترشيد في الاستهلاك.

**كفاءة المواد**

توظيف مواد البناء المحلية من الأحجار الرملية المحلية وتقطيعها بالموقع واستخدامها في تشكيل الأقواس وبناء وعمل الكسوات لمعظم الحوائط الخارجية.

**جودة البيئة الداخلية**

استخدام المشربيات و الحوائط ذات المخرمات وغيرها في الحماية من أشعة الشمس وتوفير الإضاءة الطبيعية كما في مبني المكتبة، واستخدام ملاقف الهواء وتوظيفها بالمباني.

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O | ● | - | - | - | - | O |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | اللبان | الزجاج | الطوب | مواد أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ● | ● | ● | - | ○ | - | O | ● | O |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | O | ● | ● | O | - |

## الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني يتميز تصميم الحرم الجامعي الجديد بالتصميم البيئي الواعي بتوظيف أساليب ترشيد الطاقة بشكل جيد وتوظيف مواد البناء المحلية ويعبر عن الطراز التقليدي للعمارة الإسلامية بطريقة متطورة.
- الهيكل الإنشائي تعتمد معظم مباني الجامعة علي النظام الهيكلي من الخرسانة المسلحة المصبوبة في الموقع بينما تستخدم الأحجار والرخام والجرانيت في أعمال المباني و الكسوات والأرضيات إلي جانب الحوائط الستائرية الزجاجية.
- تأثير مواد البناء ساهم الاختيار والتوظيف الجيد لمواد البناء المستخدمة في تشييد مباني الحرم الجامعي في تحقيق كفاءة الفراغات الداخلية و الترشيد في استهلاك الطاقة وتوظيف استراتيجيات الترشيد وإعادة استخدام مواد البناء.

جدول (٤-٢)

دلالات الرموز: ● مستخدم بصورة رئيسية  O مستخدم بصورة ثانوية  ○ مستخدم بصورة ضعيفة  - غير مستخدم

| ٣/٢/٤ | **مركز الخزف بالفسطاط**<br>" Al-Fustat Ceramics Center " |
|---|---|

**المالك** وزارة الثقافة

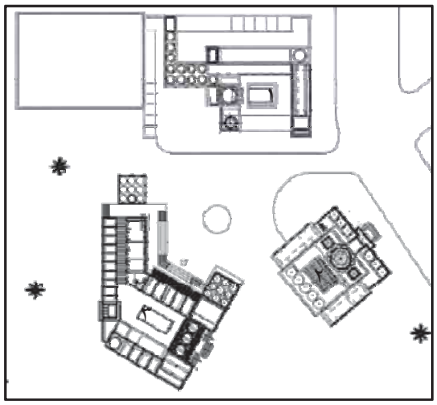
**الموقع:** الفسطاط - القاهرة

**التنفيذ:** ١٩٩٦ - ٢٠٠١

**المعماري:** جمال عامر Gamal Amer

**(١/٣/٢/٤) وصف المشروع:**

يقع مركز الخزف والحرف اليدوية بالفسطاط بمنطقة مصر القديمة، ويهدف تصميم المركز إلي إقامة مبني ذو قيمة جمالية مرتفعة وأداء وظيفي ناجح من خلال مبني يتناسب مع القيمة التاريخية للمكان ويخلق جوا مناسبا لمرتاديه من الفنانين والمبدعين ويساعدهم علي الخلق والإبداع.[١]



١. مركز الخزف
٢. متحف سعيد الصدر
٣. مركز الحرف اليدوية

شكل (٤-٣٣) الموقع العام لمركز الخزف والحرف اليدوية

*Source:* A TC ( ) *"Al-Fustat Ceramics Center ".*

يعد بناء المركز جزء من سياسات وزارة الثقافة لتطوير المنطقة والحفاظ علي الصناعات اليدوية والحرف التقليدية وذلك بإنشاء مركز للخزف والحرف اليدوية و متحف وقاعة عرض لأعمال الفنان سعيد الصدر مؤسس المركز ومسرح مكشوف وغيرها من الأنشطة الثقافية والفنية، وذلك من خلال خطة متكاملة تنفذ مرحليا.

---

-A TC ( ) *"Al-Fustat Ceramics Center "* Site http //archnet.org/library/sites/one-site. sp site id Accessed ( / / ).

يبلغ إجمالي مساحة المركز ٢٤٠٠ متر مسطح، ويتضمن المركز مجموعة من الورش والمشاغل وأماكن تكسير وطحن الخامات الأولية وغرف التزجيج والأفران الإنتاجية ، و مجموعة من الجاليريهات وقاعات العرض وقاعة متعددة الأغراض و هي مغطاة بقبة رئيسية بارتفاع ١٥ متر و هي تصلح للعروض المتغيرة، والمكاتب الإدارية و الكمبيوتر والمكتبة وصالون كبار الزوار، بالإضافة إلي المراسم وأماكن إقامة الفنانين.[١]

١. المدخل الرئيسي
٢. الاستعلامات
٣. الصحن الرئيسي
٤. الصحن الأصغر
٥. المشاغل والورش
٦. الأمن
٧. غرفة التزجيج
٨. أفران حرق
٩. تكسير وطحن
١٠. تخزين الطمي
١١. مكتب
١٢. مكتبة
١٣. المتحف
١٤. مدخل المتحف
١٥. معارض مفتوحة
١٦. محلات البيع

شكل (٤-٣٤) المسقط الأفقي للدور الأرضي لمركز الخزف
*Source:* A TC ( ) *"Al-Fustat Ceramics Center "*

شكل (٤-٣٥) واجهات مركز الخزف الغربية والشمالية
*Source:* A TC ( ) *"Al-Fustat Ceramics Center "*

يعد الصحن الداخلي و مجموعة الأحواش من العناصر المميزة للمشروع وهي مصممة من أجل إمكانية العرض المكشوف بالإضافة إلي أنها تلعب دوراً مناخياً هاماً في عملية التهوية والإضاءة الطبيعية و هي تشغل مساحة ٧٠٠ متر مسطح من المبني الأساسي.[٢]

١- **مركز الحرف التقليدية**، (٢٠٠٨)، *"مركز الخزف بالفسطاط"*، الموقع الرسمي foustatcenter.gov.eg. // http ، تاريخ (٢٠٠٩/٧/١).
٢ - **وفاء عوض**، (٢٠٠١)، "مركز الخزف ينعش عاصمة مصر القديمة"، مقال الكتروني، الموقع islamonline.net/arabic/arts/ / /article .shtml. // http، تاريخ (٢٠٠٩/٧/١).

**(٢/٣/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة:**

لقد روعي في تصميم المركز تطبيق فلسفة المعماري الراحل حسن فتحي في توظيف العناصر المعمارية الأصيلة كالقباب والقبوات المتقاطعة والعقود والمشربيات، بالإضافة إلي مجموعة من الأساليب البيئية التي تساهم في تحقيق توافق المبني مع البيئة والتي يمكن توضيحها كالتالي [١]

شكل (٤-٣٦) تناسق الطابع المعماري للمبني مع البيئة المحيطة.

شكل (٤-٣٧) تساهم القباب والقبوات و الأبراج في تحقيق كفاءة الطاقة بالمبني.

شكل (٤-٣٨) يشكل الصحن الرئيسي دورا هامة في تحقيق الإضاءة و التهوية الطبيعية.

*المصدر الباحث،(٢٠٠٩).*

- ***اعتبارات الموقع،*** يحقق مركز الخزف تكامل مع الطابع المعماري والقيم التاريخية للمنطقة المحيطة، من حيث التناغم مع خط السماء الذي يذخر بالعديد من قباب المساجد وأبراج الكنائس وغيرها من المباني التاريخية ذات القيمة الجمالية. بالإضافة إلي مراعاة توجيه المبني والاستعانة بالأفنية الداخلية و المواد المحلية في تحقيق كفاءة المبني.
- ***كفاءة الطاقة،*** يحقق المركز كفاءة في ترشيد استهلاك الطاقة حيث يعتمد بصورة رئيسية علي التهوية و الإضاءة الطبيعية في معظم أجزاءه، وكذلك استخدام مواد البناء المحلية في تنفيذ الأغلفة الخارجية بسماكات مناسبة أدي إلي تقليل الأحمال الواقعة علي المبني والاستعانة بالقباب والقبوات المتقاطعة في تحريك الهواء والتخلص من الهواء الساخن، وغيرها من الاستراتيجيات البيئية التقليدية. إلا أنه لوحظ وجود قصور في بعض أجزاء الغلاف الخارجي حيث تركت الفتحات الخارجية من تشكيلات الطوب دون وجود نوافذ زجاجية حيث تتسبب في دخول الأتربة وبرودة الجو داخل الورش خلال فصل الشتاء إلا أنه تم معالجتها فيما بعد بإضافة نوافذ زجاجية قابلة للفتح.

---

-A TC ( ) *"Al-Fustat Ceramics Center "* Site http //archnet.org/library/sites/one-site. sp site id Accessed ( / / ).

- ***مواد البناء،*** أدي التوظيف الجيد لمواد البناء والخامات المحلية البيئية من الأحجار الجيرية الغير منتظمة كالدبش والطوب الأحمر المخرم و الأخشاب الطبيعية وتفادي استخدام الخرسانة المسلحة قدر الإمكان وغيرها من المواد ذات التأثيرات السلبية علي البيئة والتي ساعدت علي تقليل تكلفة الإنشاء. بالإضافة إلي ترك معظم العناصر الإنشائية من العقود المتقاطعة والقباب والعقود المصنوعة من الطوب الأحمر علي طبيعتها دون الحاجة إلي مواد التشطيب الخارجي، إلي ترشيد استخدام مواد البناء ورفع كفاءة المبني بصفة عامة.[1]

- ***جودة البيئة الداخلية،*** يعتمد المركز بصورة أساسية علي توفير مستويات جيدة من الإضاءة الطبيعية في معظم الفراغات الوظيفية، و التي تعمل علي توظيف الإضاءة الطبيعية معظم فترات النهار باستخدام الإضاءة الغير مباشرة عن طريق الأفنية الداخلية وتشكيلات المخرمات من الطوب لتوفير إضاءة طبيعية غير مباشرة وتلافي التأثيرات السلبية لها، مع الاستعانة بالإضاءة الصناعية في الورش و المشاغل والتي يحتاجها الرسامين و الخزافين لدقة الأعمال الفنية التي يقومون بها، إلي جانب العمل علي توفير التهوية الطبيعية داخل الورش و تم إضافة مجموعة من المراوح السقفية لتلطيف الهواء خلال فصل الصيف ويقتصر استخدام التكييف علي فراغ المتحف حيث استخدام النوافذ الزجاجية الغير قابلة للفتح من الزجاج الملون للإضاءة فقط.

شكل (٤-٣٩) استخدام الطوب الأحمر المخرم في تكوين الحوائط الحاملة و الأغلفة الخارجية

شكل (٤-٤٠) توظيف الأحجار الجيرية المحلية في تكوين الحوائط الرئيسية السميكة.

*Source: AKTC, (2008), "Al-Fustat Ceramics Center "*

شكل (٤-٤١) هيكل المبني قطاعات الحديد الصلب سابقة التجهيز.

*المصدر الباحث،(٢٠٠٩).*

[1] - Egypt Architecture ( ) *"Foustat Ceramic Center"* Site http // .egyptarch.com/egyptarchitect /gamalamer/main.htm Accessed ( / / ).

**(٣/٣/٢/٤) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الإنشائي للمركز من الحوائط الحاملة من الطوب الأحمر والأحجار المحلية والأخشاب ويشمل النظام الإنشائي العناصر التالية [١]

ج- ***الأعمدة***، استخدم في نقل الأحمال الإنشائية العقود والعقود المتقاطعة التي تم تنفيذها باستخدام الطوب الأحمر علي شكل العقد الموتور، واستخدمت الشدات الخشبية في تنفيذ العقود و العقود المتقاطعة بالاستعانة بالبنائيين المحليين في عملية التنفيذ.

شكل (٤-٤٢) تستخدم العقود في نقل الأحمال إلي الحوائط الحاملة المحيطة.

ح- ***الأسقف***، استخدم في تكوين الأسقف مجموعة من العناصر المعمارية الأصيلة كالقباب والقبوات والأقبية المتقاطعة من الطوب الأحمر و الأحجار الجيرية المحلية ويبلغ ارتفاع القبة الرئيسية التي تعلو قاعة الندوات ١٥ متر وتعد من أهم العناصر المعمارية المميزة للمشروع، بينما استخدمت الخرسانة المسلحة في تكوين أسقف الفراغات المكتبية والتي تعلوها المراسم. وكذلك الأخشاب الطبيعية في تظليل سقف الممرات بين الورش.

شكل (٤-٤٣) يتكون سقف المتحف والمعرض من القبوات المتقاطعة.

ح- ***الحوائط***، استخدم كلا من الطوب والأحجار الجيرية في تكوين الحوائط الخارجية السميكة بسمك يتراوح بين ٢٥-٥٠ سم، وتم إضافة مجموعة من القواطيع الخشبية القابلة للحركة في تحقيق مرونة استخدام فراغات المعارض و الجاليريهات والسماح بتغيير أشكالها واستخدامها تبعا للتغيرات التي تطرأ علي الفراغ.

شكل (٤-٤٤) تنوع الأسقف المستخدمة في تغطية الورش ما بين القباب والقبوات.

*المصدر الباحث،(٢٠٠٩).*

---

- Egypt Architecture ( ) *"Foustat Ceramic Center"* Site http // .egyptarch.com/egyptarchitect /gamalamer/main.htm Accessed ( / / ).

د- ***الغلاف الخارجي***، يشكل الغلاف الخارجي الفتحات من التشكيلات الهندسية من الطوب الأحمر فقط أو بإضافة نوافذ زجاجية قابلة للفتح من الداخل في بعض الأحيان أو بتوظيف المشربيات الخشبية كعناصر معمارية أصيلة تساهم الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة وتعمل علي الاستفادة بالتهوية الطبيعية، ويشكل هذا التنوع تناغم واضح بين العناصر المستخدمة.

شكل (٤-٤٥) استخدمت الفتحات كبيرة الحجم من الطوب في تشكيل الغلاف الخارجي.

شكل (٤-٤٦) استخدام الأخشاب الطبيعية في تظليل الممر الذي يربط الورش .
*المصدر الباحث،(٢٠٠٩).*

**(٤/٣/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء:**

روعي عند اختيار مواد البناء تحقيقها لعوامل المتانة و الأمان و توافرها محليا، وتوظيف مواد البناء الطبيعية وتقليل التأثيرات السلبية من خلال ترك بعض العناصر الإنشائية علي طبيعتها دون الحاجة إلي مواد النهو الخارجي. وساعد التوظيف الجيد لمواد البناء من الخلال التصميم من التوافق البيئي بالمساهمة في تحقيق كفاءة المبني وكذلك التوافق مع الطابع المعماري للمنطقة المحيطة واحترام القيم الثقافية والتاريخية لها.

**(٥/٣/٢/٤) مواد البناء المستخدمة:**

استخدم في إنشاء المركز المواد المحلية من الأحجار والطوب الأحمر في تكوين الحوائط الداخلية والخارجية والعناصر المعمارية المختلفة من القباب و القبوات والعقود المتقاطعة واستخدمت الأخشاب في تظليل الأسقف وفي عمل النوافذ الخارجية والمشربيات، مع الاستعانة بالخرسانة المسلحة في تكوين الأساسات وبعض الاستخدامات المحدودة قدر الإمكان.

**(٦/٣/٢/٤) الخلاصة:**

اعتمد المبني خلال مراحل التصميم والتنفيذ علي ترشيد استخدام مواد البناء لتقليل عنصر التكلفة مع توظيف الخامات المحلية والعمالة المدربة في مراحل التشييد إلي جانب المواد الطبيعية كالأخشاب وتقليل استخدام المواد ذات الأثر السلبي علي البيئة قدر الإمكان.

## مركز الخزف بالفسطاط
## " Al-Fustat Ceramics Center "

| | |
|---|---|
| الموقع | الفسطاط - القاهرة |
| المعماري | جمال عامر |
| سنة التنفيذ | ١٩٩٦ - ٢٠٠١ |

**الوصف المعماري:**

- يقع مركز الخزف والحرف اليدوية بالفسطاط بمنطقة مصر القديمة، ويهدف تصميم المركز إلي إقامة مبني ذو قيمة جمالية مرتفعة وأداء وظيفي ناجح .
- يتضمن المركز مجموعة من الورش والمشاغل وأماكن تكسير وطحن الخامات الأولية و غرف التزجيج والأفران الإنتاجية ، و مجموعة من الجاليريهات وقاعات العرض وقاعة متعددة الأغراض.
- يشمل المركز أيضا بعض المكاتب الإدارية و الكمبيوتر والمكتبة وصالون كبار الزوار، بالإضافة إلي المراسم وأماكن إقامة الفنانين.
- يعد الصحن الداخلي و مجموعة الأحواش من العناصر المميزة للمشروع وهي مصممة من أجل إمكانية العرض المكشوف بالإضافة إلي أنها تلعب دوراً مناخياً هاماً في عملية التهوية والإضاءة الطبيعية.

### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

استخدم في نقل الأحمال الإنشائية العقود والعقود المتقاطعة التي تم تنفيذها باستخدام الطوب الأحمر علي شكل العقود والتي تعلوها القباب والقبوات التي تشكل الأسقف.

#### الأسقف

تتكون الأسقف من العناصر المعمارية الأصيلة كالقباب والقبوات والأقبية المتقاطعة من الطوب الأحمر و الأحجار الجيرية المحلية مع توفير فتحات علوية للإضاءة.

#### الحوائط

تتكون حوائط المركز من الطوب والأحجار الجيرية المستخدمة في تكوين الحوائط الحاملة السميكة بسمك يتراوح بين ٢٥-٥٠ سم في معظم أجزائها.

#### الغلاف الخارجي

يشكل الغلاف الخارجي من التشكيلات الهندسية من الطوب الأحمر فقط أو بإضافة نوافذ زجاجية قابلة للفتح من الداخل في بعض الأحيان أو بتوظيف المشربيات الخشبية.

### ملامح استدامة المبني

#### اعتبارات الموقع

مراعاة توجيه المبني والتوافق مع الطابع المعماري والقيم التاريخية للمنطقة المحيطة، من حيث التناغم مع خط السماء للعديد من قباب المساجد وأبراج الكنائس المحيطة.

#### كفاءة الطاقة

يحقق المركز مستوي جيد من الترشيد في استهلاك الطاقة حيث يعتمد بصورة رئيسية علي التهوية و الإضاءة الطبيعية في معظم أجزاءه.

#### كفاءة المواد

التوظيف الجيد لمواد البناء والخامات المحلية البيئية من الأحجار الجيرية كالدبش والطوب الأحمر المخرم و الأخشاب الطبيعية وتفادي استخدام الخرسانة.

#### جودة البيئة الداخلية

يعتمد المركز بصورة أساسية علي توفير مستويات جيدة من الإضاءة الطبيعية في معظم الفراغات الوظيفية، و التي تعمل علي توظيف الإضاءة الطبيعية معظم فترات النهار.

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الجمالونات المعدنية | الجمالونات الخشبية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ● | - | - | - | - | - | ○ |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألومنيوم | الحديد المصلب | اللدائن | الزجاج | الطوب | مواد أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ● | ● | ◉ | - | - | - | ○ | ● | ○ |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OGs | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ◉ | ● | ○ | ◉ | - |

**المراجع:**


- A TC ( ) "Al-Fustat Ceramics Center " Site http //archnet.org/library/sites/one-site. sp site id Accessed ( / / ).
- Egypt Architecture ( ) "Foustat Ceramic Center " Site http // .egyptarch.com/egyptarchitect /gamalamer/main.htm Accessed ( / / ).


### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني اعتمد المركز علي بعض أساليب التصميم الشمسي السلبية والتكامل مع الموقع بالحفاظ علي الطابع المعماري للمنطقة المحيطة و العمل علي تحقيق مستويات جيدة من الإضاءة والتهوية الطبيعية.
- الهيكل الإنشائي يتكون الهيكل الإنشائي للمركز من الحوائط الحاملة من الأحجار والطوب الأحمر واستخدام الأخشاب في الأسقف، وتوظيف العناصر المعمارية التقليدية في نقل الأحمال كما في القباب والقبوات والعقود المتقاطعة.
- تأثير مواد البناء اعتمد في إنشاء المبني علي مواد البناء المحلية من الأحجار و الطوب الأحمر و الأخشاب وتقليل استخدام الخرسانة المسلحة والاعتماد علي استراتيجيات الترشيد في المصادر واستخدام مواد البناء المحلية والطبيعية.

جدول (٤-٣)

دلالات الرموز ● مستخدم بصورة رئيسية ◉ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

| ٤/٢/٤ | **حديقة الأزهر – مطعم التل**<br>" Al-Azhar Park, Hilltop Restaurant" |
|---|---|

**المالك** برنامج دعم المدن التاريخية الأغاخان

**الموقع:** القاهرة – مصر

**التنفيذ:** ١٩٩٧ - ٢٠٠٤

**المعماري** : رامي الدهان – سهير فريد
Rami El-Dahan – Soheir Farid

**(١/٤/٢/٤) وصف المشروع:**

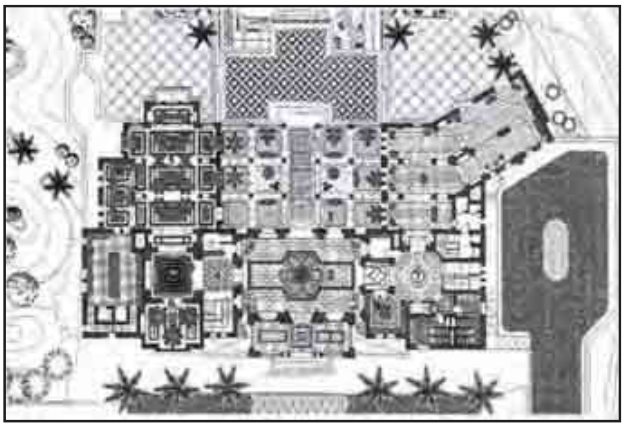
تقع حديقة الأزهر وسط القاهرة بمنطقة الدراسة علي مساحة ٧١ فدان تمثل رئة ومتنفس في قلب الحي التاريخي بالقاهرة ويحيط بموقع حديقة الأزهر مدينة الفاطميين الإسلامية في الغرب وامتدادها الدرب الأحمر ومسجد السلطان حسن في الجنوب والأماكن التاريخية المحيطة وكذلك قلعة الأيوبيين.[١]

شكل (٤-٤٧) الموقع العام لحديقة الأزهر بالدراسة
*Source: http://maps.google.com/, Accessed (1/7/2009).*

يستهدف تصميم الحديقة تعظيم الاستفادة من طبوغرافية الموقع والإطلالة الفريدة علي القاهرة التاريخية من خلال رؤية بانورامية من أعلي، و تضم الحديقة المطاعم كمطعم التل و مطعم البحيرة و مناطق لألعاب الأطفال إلي جانب الحدائق المختلفة و تترابط عناصر المشروع عبر شبكة من الممرات المنحنية المطلة إلي جانب ممر رئيسي

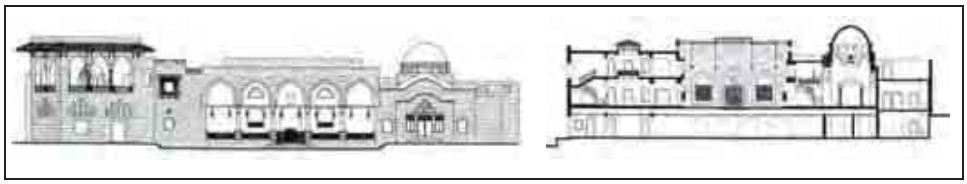
- Aga han ( ) *"Azhar Hilltop Restaurant"* Site http //archnet.org/library/sites/one-site. sp site id Accessed ( / / ).

مستقيم يربط بين مطعم التل في الشمال ثم جنوبا نحو ساحة المدخل ثم ينكسر نحو مقهى البحيرة. لقد استلهم المعماريان في تصميم **مطعم التل** الطراز المعماري الإسلامي مستخدمين في ذلك الأساليب والعناصر المعمارية للفاطميين، وتمثل مساحاته ذات الأسقف المقوسة في معظمه هيكلا تقليديا في معظم فراغات المطعم ، حيث يمتد المبني ليأخذ المحور الشرقي الغربي و يزين مدخلة الجنوبي مجموعة من أشجار النخيل ورواق ذو أعمدة عند مدخل المبني ومنها إلي منطقة استراحة مظللة وتعرف بالتختبوش قبل الوصول إلي حديقة الشرفة.[1]

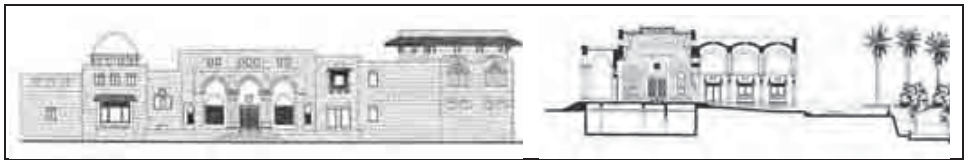


١. الرواق ذو الأعمدة
٢. الفناء الداخلي المغطي
٣. التختبوش
٤. المطعم
٥. القاعة الرئيسية
٦. قاعة الطعام الخاصة
٧. الجناح الغربي
٨. جاليري الفنون
٩. محل الهدايا

شكل (٤-٤٨) المسقط الأفقي لمبني مطعم التل بحديقة الأزهر
*Source:* Aga han ( ) *"Azhar Hilltop Restaurant"*



شكل (٤-٤٩) واجهة الشرفة و قطاع عرضي لمبني المطعم
*Source:* Aga han ( ) *"Azhar Hilltop Restaurant"*



شكل (٤-٥٠) واجهة المدخل وقطاع عرضي عمودي علي المطعم
*Source:* Aga han ( ) *"Azhar Hilltop Restaurant"*

---

- A DN ( ) *"A Green Lung for Cairo"* Article Site http // .a dn.org/ Accessed ( / / ).

**(٢/٤/٢/٤) استراتيجيات الاستدامة:**

عمل مصممي مطعم التل رامي الدهان و سهير فريد علي استخدام العناصر المعمارية الإسلامية والتي تتميز بها معالم القاهرة الفاطمية المحيطة بالموقع، وتوظيف مجموعة من الاستراتيجيات البيئية الملائمة والتي يمكن توضيحها كالتالي

- ***اعتبارات الموقع،*** نجح فريق التصميم في اختيار موقع المطعم و الذي يتوسط الحديقة ويقع أعلي ربوة مرتفعة يمكن من خلالها الاستمتاع بمعالم القاهرة الأثرية، وتمتد الحديقة علي مستوي منخفض في المنتزه الرئيسي والتي يطل عليه منطقة استراحة مظللة تعرف بالتختبوش في اتجاه مجمع القلعة كما بالشكل (٤-٥١)، وتوجيه المبني ليأخذ المحور الشرقي الغربي لتوفير لتحقيق أفضل تهوية بتعظيم الواجهة الشمالية ، ويمكن الوصول إلي المطعم من خلال طريق خاص متدرج إلي أعلي ويحيط به المساحات الخضراء ونوافير المياه ليصل بك إلي المطعم، إلي جانب تخصيص منطقة لانتظار السيارات أمام المطعم.[١]

شكل (٤-٥١) تمتع المبني بموقع رائع أعلي التل المطل علي معالم القاهرة الفاطمية.

شكل (٤-٥٢)توظيف الأساليب البيئية التقليدية ومواد البناء المحلية لتحقيق كفاءة الطاقة.

- ***كفاءة الطاقة،*** تعمل مواد البناء المحلية المستخدمة في تكوين الغلاف الخارجي والتي تتميز بمعامل عزل حراري عالي إلي جانب توظيف أساليب التصميم الشمسي السالبة والاعتماد علي التهوية و الإضاءة الطبيعية خلال معظم فترات النهار طوال العام علي تقليل استهلاك الطاقة داخل مبني المطعم، وقصر استعمال أجهزة التكييف علي الفراغات المغلقة كقاعة الطعام الخاصة.

شكل (٤-٥٣) توظيف العناصر المعمارية للطابع الإسلامي بمبني المطعم.

*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

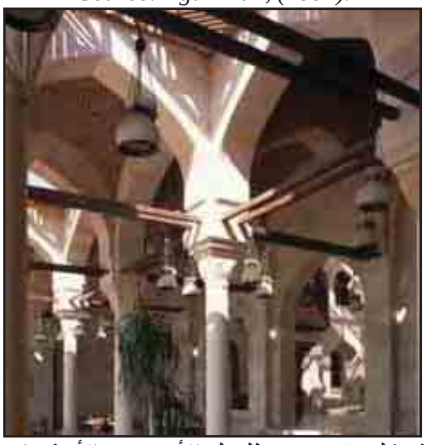
---

١ - **كاميرون راشتي، ماهر ستينو،** (٢٠٠١)، *"برنامج دعم المدن التاريخية – تحويل موقع مهجور إلي حديقة حضرية"* ، مؤسسة الأغاخان للثقافة، موقع A. DN.org ، تاريخ الزيارة (٢٠٠٤/١/١).

- ***مواد البناء،*** يعتمد في إنشاء مبني مطعم التل علي خامات البناء المحلية من الأحجار الجيرية ذات محتوي الرملي العالي نسبيا والمعروفة بأحجار الهاشمه والطوب الأحمر في تكوين العقود والقباب و أعمال الكسوات الخارجية و استخدام الأخشاب الطبيعية في تظليل سقف الصحن الداخلي والمشربيات التي تشكل النوافذ الخارجية إلي جانب استخدام الخرسانة المسلحة في تكوين الأساسات وسقف البدروم مع اقتصار استخدام المواد المصنعة علي مواد التشطيب الداخلي من السيراميك وغيرها.[١]

شكل (٤-٥٤) يوضح أعمال البناء الحوائط و الكسوات باستخدام الأحجار الهاشمه .
*Source: Aga Khan, (2004).*

- ***جودة البيئة الداخلية،*** تعتمد معظم فراغات المطعم الوظيفية علي الإضاءة والتهوية الطبيعية وتوظيف المشربيات الخشبية في توفير الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة ، البرجولات الخشبية التي تعمل علي تظليل الصحن الداخلي والذي يتم توظيفه لتلطيف درجة الحرارة و يعمل علي توفير مستويات جيدة من التهوية الطبيعية، وقصر استعمال أجهزة التكييف علي قاعة الطعام الخاصة مما يحقق جودة البيئة الداخلية و المساهمة في توفير الطاقة.



شكل (٤-٥٥) تظليل الأسقف بالأخشاب لتحقيق الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة.

- ***الحفاظ علي المياه،*** تعمل مجموعة من النوافير و فوارات المياه المستخدمة في الصحن الداخلي و المساحة الأمامية التي تطل عليها حديقة الشرفة علي تلطيف وتنقية الهواء الخارجي وتقليل درجة حرارة البيئة المحيطة .

شكل (٤-٥٦) توظيف الفوارات ونوافير المياه لتلطيف درجة الحرارة وتنقية الهواء.
*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

- Robert Ivy ( ) *"The Role of Contemporary Architecture"* Document Pages – Site http //archnet.org/library/documents/document id Accessed ( / / ).

**(٣/٤/٢/٤) النظام الإنشائي:**

يتكون الهيكل الإنشائي لمطعم التل من الحوائط الحاملة من الطوب الأحمر والأحجار المحلية والأخشاب و بينما يرتكز المبني علي أساسات من الخرسانة المسلحة و يشمل النظام الإنشائي العناصر التالية [١]

خ- ***الأعمدة***، استخدمت الأعمدة قصيرة الارتفاع التي تزينها العقود المرتفعة من الأحجار الطبيعية والتي تعلوها مجموعة القباب والقبوات التي تغطي الرواق المعمد و التختبوش.

شكل (٤-٥٧) أعمدة المدخل والتي تعلوها العقود من الأحجار الطبيعية.

د- ***الأسقف***، تتنوع المواد المستخدمة في تغطية الأسقف بين الأحجار الطبيعية التي تشكل القباب والقبوات، والأخشاب الطبيعية التي تشكل الأسقف و البرجولات الخشبية المستخدمة في تظليل الصحن الأوسط كما بالشكل (٤-٥٨)، بينما تستخدم الخرسانة المسلحة في تكوين سقف البدروم والتي ترتكز علي أكثر من مائتي خازوق خرساني يحمل المبني.

شكل (٤-٥٨) البرجولات الخشبية المستخدمة في تظليل سقف الصحن الأوسط.

خ- ***الحوائط***، تتكون الحوائط بصورة أساسية من الطوب المحلي و الأحجار الطبيعية وهي حوائط سميكة نسبيا لتقليل الانتقال الحراري داخل المبني.

ذ- ***الغلاف الخارجي***، يشكل الغلاف الخارجي الحوائط من أحجار الهاشمه و النوافذ الزجاجية صغيرة الحجم ذات الإطار الخشبي إلي جانب تغطية الفتحات كبيرة الحجم بالمشربيات الخشبية ذات الطابع الإسلامي.

شكل (٤-٥٩) تنوع الفتحات الخارجية ومواد الغلاف الخارجي بين الأحجار والأخشاب.
*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

---

- Robert Ivy ( ) *"The Role of Contemporary Architecture"* Document Pages – Site http //archnet.org/library/documents/document id Accessed ( / / ).

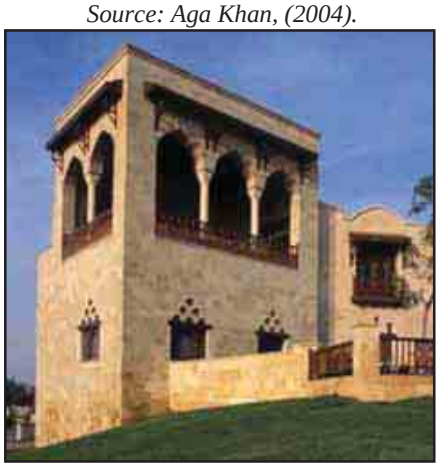
**(٤/٤/٢/٤) تأثير استخدام مواد البناء:**

يعد مبني المطعم امتدد لعمارة الفاطميين وذلك من خلال اختيار مواد البناء و العناصر المعمارية التي تحاكي الطابع المعماري للقاهرة الفاطمية وهي العنصر الأكثر تأثيرا علي البيئة المحيطة ، وقد نجح المعماريان في اختيار مواد البناء المحلية والطبيعية والتي تتميز بمعامل متانة عالي كالأحجار والأخشاب ومع ترك مواد البناء علي طبيعتها دون الحاجة لمواد النهو الخارجي يضفي المزيد من التكامل مع الطبيعة وتحقيق ترشيد في استهلاك مواد البناء.

شكل (٤-٦٠) ترك الحوائط من أحجار الهاشمه علي طبيعتها دون تشطيب خارجي.
*Source: Aga Khan, (2004).*

**(٥/٤/٢/٤) مواد البناء المستخدمة:**

استخدم في إنشاء المطعم كلا من أحجار الهاشمه الجيرية ذات المحتوي الرملي والتي تم تقطيعها وتجهيزها بالموقع في تكوين الحوائط الخارجية والداخلية ومعظم العناصر المعمارية من العقود والقبوات و القبة مع الاستعانة بالأخشاب الطبيعية في تكوين الأسقف والنوافذ والمشربيات ذات الطابع الإسلامي ، بينما قصر استعمال الخرسانة المسلحة علي الأساسات والبدروم، و استخدام الرخام في أعمال الكسوات الداخلية، وتقليل استخدام المواد المصنعة قدر الإمكان خلال تنفيذ المبني.



شكل (٤-٦١) تتيح الشرفة العلوية التمتع برؤية بانورامية لمعالم القاهرة التاريخية.
*المصدر الباحث، (٢٠٠٩).*

**(٦/٤/٢/٤) الخلاصة:**

يعتمد مبني مطعم التل علي استراتيجيات الترشيد في استهلاك مواد البناء إلي جانب توظيف مواد البناء المحلية من الأحجار والأخشاب الطبيعية وتقليل الاعتماد علي الخرسانة المسلحة في البناء، واستخدام الخامات علي طبيعتها وتقليل استخدام مواد النهو والتشطيب الخارجي لتقيل الأثر البيئي للمبني قدر الإمكان.

## حديقة الأزهر – مطعم التل
Al-Azhar Park, Hilltop " " Restaurant

| | |
|---|---|
| الموقع | القاهرة - مصر |
| المعماري | رامي الدهان – سهير فريد |
| سنة التنفيذ | ١٩٩٧ - ٢٠٠٤ |

**الوصف المعماري:**

- تقع حديقة الأزهر وسط القاهرة بمنطقة الدراسة علي مساحة ٧١ فدان تمثل رئة ومتنفس في قلب الحي التاريخي بالقاهرة ويحيط بموقع حديقة الأزهر مدينة الفاطميين الإسلامية في الغرب.
- يهدف تصميم الحديقة تعظيم الاستفادة من طبوغرافية الموقع والإطلالة الفريدة علي القاهرة التاريخية من خلال رؤية بانورامية من أعلي.
- تضم الحديقة المطاعم كمطعم التل و مطعم البحيرة و مناطق لألعاب الأطفال إلي جانب الحدائق المختلفة و تترابط عناصر المشروع عبر شبكة من الممرات المنحنية.
- استخدم في تصميم **مطعم التل** الطراز المعماري الإسلامي ، وتمثل مساحاته ذات الأسقف المقوسة في معظمه هيكلا تقليديا في معظم فراغات المطعم ، حيث يمتد المبني ليأخذ المحور الشرقي الغربي و يزين مدخله الجنوبي مجموعة من أشجار النخيل ورواق ذو أعمدة عند مدخله.

**المراجع:**


- Aga han ( ) *"Azhar Hilltop Restaurant"* Site http //archnet.org/library/sites/site id Accessed ( / / ).
- Robert Ivy ( ) *"The Role of Contemporary Architecture"* Document Pages – Site http //archnet.org/library/documents/document id Accessed ( / / ).


### الهيكل الإنشائي

#### الأعمدة

استخدمت الأعمدة قصيرة الارتفاع التي تزينها العقود المرتفعة من الأحجار الطبيعية والتي تعلوها مجموعة القباب والقبوات التي تغطي الرواق المعمد و التختوش.

#### الأسقف

تتنوع العناصر المعمارية المستخدمة في تغطية الأسقف بين القباب والقبوات من الطوب والبرجولات الخشبية المستخدمة في تظليل الصحن الأوسط.

#### الحوائط

تشكل الحوائط الحاملة من الطوب الأحمر المحلي والتي تم كسوتها من الخارج بأحجار الهاشمه كجزء من نظام نقل الأحمال الإنشائية وهي حوائط سميكة نسبيا.

#### الغلاف الخارجي

يشكل الغلاف الخارجي الحوائط من أحجار الهاشمه و النوافذ الزجاجية صغيرة الحجم ذات الإطار الخشبي إلي جانب تغطية الفتحات كبيرة الحجم بالمشربيات الخشبية.

### ملامح استدامة المبني

#### اعتبارات الموقع

يتميز موقع المطعم بأنه يتوسط الحديقة ويقع أعلي ربوة مرتفعة يمكن من خلالها الاستمتاع بمعالم القاهرة الأثرية المحيطة والتي وتمتد في اتجاه مجمع القلعة.

#### كفاءة الطاقة

تعمل أساليب التصميم الشمسي السالبة وتوظيف الصحن الأوسط و العناصر المعمارية والاعتماد علي التهوية و الإضاءة الطبيعية علي تقليل استهلاك الطاقة داخل المطعم.

#### كفاءة المواد

استخدام خامات البناء المحلية من الأحجار الهاشمه والطوب الأحمر في تكوين العقود والقباب و أعمال الكسوات الخارجية لجميع الحوائط والفتحات الخارجية.

#### جودة البيئة الداخلية

تعتمد معظم فراغات المطعم الوظيفية علي الإضاءة والتهوية الطبيعية وتوظيف المشربيات الخشبية والفتحات الخشبية الصغيرة في توفير الإضاءة و التهوية الطبيعية.

### النظام الإنشائي

| الحوائط الحاملة | الهيكلي الخرساني | الهيكلي المعدني | الهيكلي المعدني | الإطارات المعدنية | الحوائط المعدنية | الحوائط الحجرية | أخري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ● | ◉ | - | - | - | - | - | ○ |

### مواد البناء المستخدمة

| الأحجار | الأخشاب | الخرسانة المسلحة | الألمونيوم | الحديد الصلب | الذائن | الزجاج | الطوب | مواد أخرى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ● | ● | ◉ | - | - | - | ○ | ● | ○ |

### الاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق استدامة مواد البناء

| إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | المواد المحلية | المواد الطبيعية والمتجددة | ترشيد الاستخدام | المواد المعاد استخدامها | المواد الغير سامة Non- OCS | المواد المعاد تدويرها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ● | ● | ● | - | ● | - |

### الخلاصة

**يمكن تلخيص استراتيجيات استدامة المبني و تأثير المواد كما يلي:**

- استراتيجيات استدامة المبني يتكامل المبني مع الطابع المعماري المحيط بالموقع إلي جانب اعتماد معظم فراغاته علي الإضاءة والتهوية الطبيعية واستخدام مواد البناء المحلية في تحقيق كفاءة المبني وترشيد استهلاكه للطاقة.
- الهيكل الإنشائي يتكون الهيكل الإنشائي لمطعم التل من الحوائط الحاملة من الطوب الأحمر والأحجار المحلية والأخشاب وتوظيف العناصر المعمارية الأصيلة إنشائياً، بينما يرتكز المبني علي أساسات خازوقيه من الخرسانة المسلحة.
- تأثير مواد البناء أثر الاختيار الجيد لمواد البناء المحلية والطبيعية والتي تتميز بمعامل متانة عالي كالأحجار والأخشاب ومع ترك مواد البناء علي طبيعتها دون الحاجة لمواد النهو الخارجي في تحقيق الترشيد في استهلاك المصادر.

جدول (٤-٤)

دلالات الرموز ● مستخدم بصورة رئيسية ◉ مستخدم بصورة ثانوية ○ مستخدم بصورة ضعيفة - غير مستخدم

## (٣/٤) نتائج الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية:

أوضحت الدراسة الميدانية التي أجريت علي عدد من المشروعات المحلية المعاصرة التي تمثل الاتجاه البيئي في مصر والتي تم اختيارها طبقا لمجموعة من المعايير التي سبق تحديدها، مجموعة من المعايير التي تعمل علي تطوير استخدام مواد البناء والاستراتيجيات التي تم استخدامها لتحقيق استدامة المواد ورفع كفاءة المباني، والتي يتم التوصل إليها من خلال مقارنة النتائج التي تم استخلاصها من جداول التحليل الخاصة بالمشروعات المحلية، والتي يمكن توضيحها طبقا لعناصر التقييم المستخدمة في العناصر التالية

### (١/٣/٤) معايير الاستدامة:

تتميز المباني التي شملتها عينة الدراسة بتحقيق التوافق مع البيئة بتوظيف مجموعة من الأساليب المختلفة لتحقيق كفاءة المباني، والتي تنوعت تبعا لمجموعة من العوامل التي أثرت عليها ومنها نوع المبني ووظيفته و متوسط عمر المبني والظروف البيئية المحيطة والأهداف التصميمية والقيم الجمالية التي يسعي فريق التصميم إلي تحقيقها.

تظهر الدراسة نجاح المباني محل الدراسة في توظيف بعض الأساليب والاستراتيجيات البيئية التي تسعي إلي تحقيق كفاءة البناء والتكامل مع البيئة، وقد تمت تأسيس المركز المصري للمباني الخضراء لتحديد الاشتراطات الواجب توافرها في المباني المستدامة أو تلك المباني التي تسعي إلي تحقيق التكامل مع البيئة والحفاظ علي مواردها.

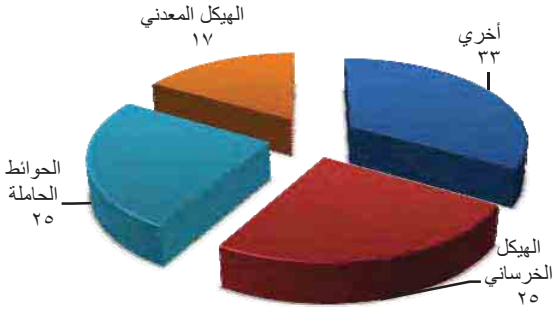
- تتميز المباني محل الدراسة بمراعاة اعتبارات الموقع من تحقيق التوجيه الأمثل والاستفادة من معطيات الموقع والظروف المناخية قدر الإمكان وملائمة المباني للطابع المعماري المميز للبيئة المحيطة بالموقع وتقليل التأثيرات السلبية علي البيئة.
- تحقيق كفاءة الطاقة في المباني محل الدراسة بترشيد استهلاك الطاقة وتوظيف أساليب التصميم البيئي السالبة، وذلك بالاعتماد علي الإضاءة والتهوية الطبيعية وتقليل الأحمال الحرارية الواقعة علي المباني واستخدام مواد البناء التي تحقق كفاءة في العزل الحراري قدر الإمكان.
- بينما تنعدم الاستراتيجيات التي توظف الطاقة النظيفة من المصادر الطبيعية المتجددة كالشمس والرياح وغيرها داخل المباني لتحقيق كفاءة الطاقة بتوليد

ويرجع ذلك إلي عوامل تقنية و اقتصادية نظرا لحداثة هذه التطبيقات في سوق البناء المصري.

- تحقيق كفاءة المواد في المباني محل الدراسة، علي الرغم من توظيف المباني لأساليب الإنشاء والتنفيذ التقليدية من الحوائط الحاملة والهياكل الخرسانية إلا أن بعض هذه المباني يسعي وبصورة مبتكرة إلي تحقيق كفاءة البناء بترشيد استهلاك المواد واستخدام مواد البناء المحلية والمتجددة والوفيرة.
- جودة البيئة الداخلية، تتمتع المباني بقدر مناسب من الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية إلا أن بعضها يحتاج إلي تطوير تلك الفراغات من خلال معايير تحدد جودة البيئة الداخلية والمستويات القياسية للتهوية والإضاءة الطبيعية لكل فراغ تبعا لنوعه ووظيفته.
- ساهم استخدام مواد البناء الطبيعية والمحلية في تقليل الحاجة إلي إعمال الدهانات و النهو للسطح الخارجي للكثير من مواد البناء المستخدمة والتي أدت بدورها إلي تحسين جودة البيئة الداخلي للفراغات وتجنب التأثيرات السلبية لبعض أنواع الدهانات والتي تصدر غازات ضارة بالبيئة وصحة المستعملين.

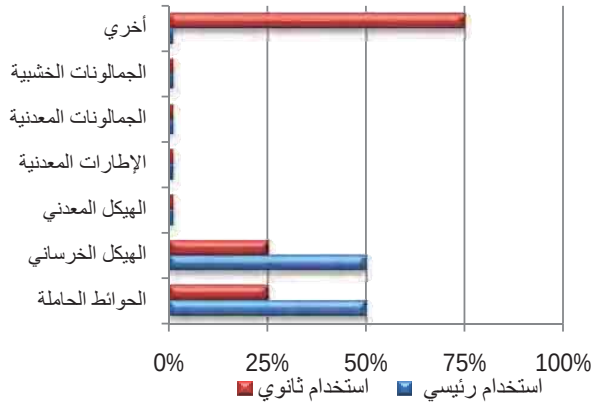
**(٢/٣/٤) النظام الإنشائي:**

نستخلص من خلال دراسة الأنظمة الإنشائية المستخدمة في تنفيذ المشروعات المحلية و بتحليل جداول التقييم - والموضحة بالشكل (٤-٦٢) - أنها تعتمد بصورة أساسية علي النظام الإنشائي الهيكلي من الخرسانة المسلحة والحوائط الحاملة إلي جانب الهيكل الإنشائي الحديدي.




شكل (٤- ٦٢) النسب المئوية للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني المحلية محل الدراسة – الباحث (٢٠٠٩).

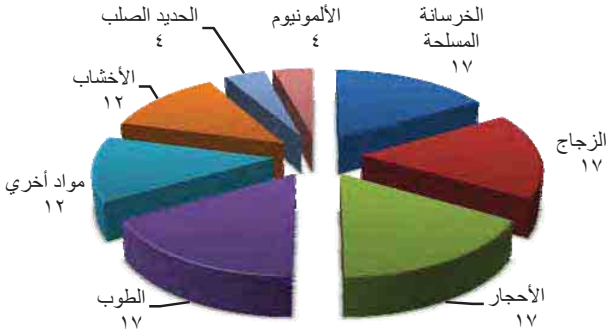
يتم الاستعانة بالأنظمة الإنشائية من الهياكل الخرسانية والحوائط الحاملة و بعض الأنظمة الأخرى بصورة ثانوية في تكوين بعض العناصر الإنشائية والأغلفة الخارجية كما في الحوائط الستائرية الزجاجية، ويظهر الشكل (٤-٦٣) مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي للأنظمة الإنشائية.




شكل (٤-٦٣) مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي للأنظمة الإنشائية المستخدمة في المباني المحلية محل الدراسة بالنسب المئوية – الباحث (٢٠٠٩).

**(٣/٣/٤) مواد البناء المستخدمة:**

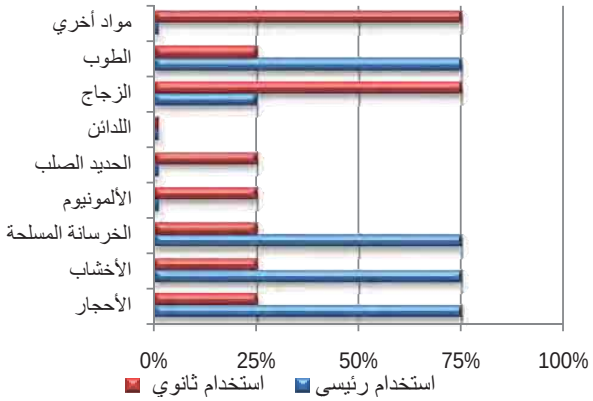
تتميز المباني محل الدراسة بنجاح فريق التصميم في اختيار مواد البناء المستخدمة في بنائها والتي تتميز بمعامل متانة عالي نسبيا وتوظيف مواد البناء المحلية والتي تعبر عن البيئة الحضرية المحيطة إلي جانب تحقيق القيم الجمالية والأهداف التصميمية في ابتكار مباني معاصرة تنتمي إلي بيئتها.




شكل (٤- ٦٤) النسب المئوية لمواد البناء المستخدمة بصورة رئيسية في المباني المحلية محل الدراسة – الباحث (٢٠٠٩).

تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية علي عدد كبير من مواد البناء في تكوين الهياكل الإنشائية و الأغلفة الخارجية، ومن أهم هذه المواد الخرسانة المسلحة و الأحجار والطوب و الأخشاب والزجاج وغيرها كما هو موضح بالشكل (٤-٦٤)،

حيث تمثل واحدة أو أكثر من هذه المواد الهيكل الإنشائي الرئيسي بينما يتم استخدام بعض مواد البناء الأخرى بصورة ثانوية والموضحة بالشكل(٤-٦٥).

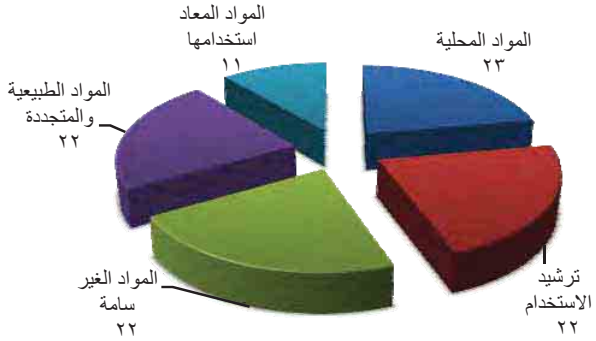



شكل (٤-٦٥) النسب المئوية لمقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لمواد البناء بالمباني المحلية محل الدراسة– الباحث (٢٠٠٩).

بينما تقل التطبيقات التي تستخدم قطاعات الحديد الصلب والألمونيوم و أنواع اللدائن المختلفة في تكوين الهياكل الإنشائية والأغلفة الخارجية وذلك نظرا لاعتبارات تقنية واقتصادية.

**(٤/٣/٤) استراتيجيات استدامة مواد البناء:**

توضح نتائج جداول التحليل الخاصة بالمباني محل الدراسة توظيف تلك المباني لمجموعة من أساليب الملائمة البيئية والتي يعتمد عليها المصممين في تحقيق التكامل مع البيئة وتقليل التأثيرات السلبية للمباني علي البيئة وصحة المستخدمين.

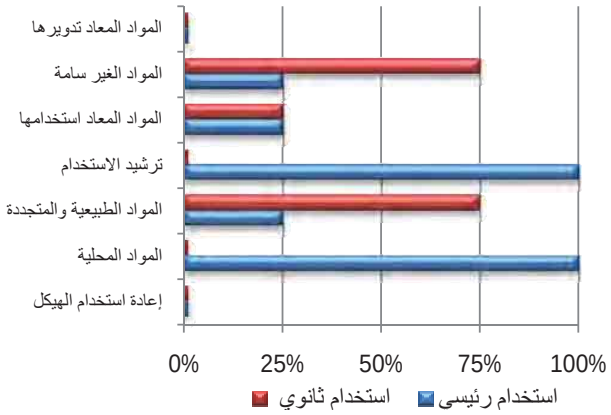



شكل (٤- ٦٦) النسب المئوية للاستراتيجيات المستخدمة في تحقيق استدامة مواد البناء بالمباني المحلية محل الدراسة – الباحث (٢٠٠٩).

تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية علي مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقيق استدامة مواد البناء وتعمل علي رفع كفاءة المباني و من أهمها أساليب الترشيد

فـي الاسـتخدام واسـتخدام المـواد المحليـة والمـواد ألآمنـة والمـواد الطبيعيـة والمتجـددة بالإضافة إلي المواد المعاد استخدامها كما هو موضح بالشكل (٤-٦٦).

- يختلف أسلوب تطبيق الاستراتيجيات و الأساليب المختلفة التي تحقق استدامة مواد البناء من مبني إلي أخر، وذلك نظرا لعدم وجود معايير محددة لتحقيق استدامة مواد البناء.
- يقتصر استخدام المواد المعاد استخدامها علي بعض مخلفات البناء التي يتم إعادة استخدامها بالموقع، كما في استخدام مخلفات الأحجار الناتجة عن بناء الحوائط والأقواس وتهذيبها وإعادة استخدامها مرة أخري.
- كما تنعدم نسبة مواد البناء المعاد تدويرها أو المواد ذات المحتوي معاد التدوير وذلك لقلة الصناعات التي تعمل علي إنتاج مواد بناء معاد تدويرها أو ذات محتوي معاد التدوير، وتقتصر هذه الصناعات علي استخدام الحديد الخردة الناتج عن مخلفات البناء وغيرها بنسب مختلفة في إنتاج الحديد.
- تفتقر المباني التي شملتها عينة الدراسة لقابلية مواد البناء المستخدمة في تكوينها للتفكيك وإعادة الاستخدام، الأمر الذي يزيد من استهلاك مصادر المواد والطاقة ولا يحقق الكفاءة في تلك المصادر علي المدى الطويل.
- استخدام الوحدات سابقة التجهيز بنسب ضئيلة في البناء كما في الوحدات الخرسانية سابقة التجهيز المستخدمة في أعمال العزل الصوتي لقاعة القراءة بمكتبة الإسكندرية، علي الرغم من المميزات التي تساهم في تحقيقها من توفير للطاقة وترشيد للمصادر إلي جانب إمكانية التفكيك وإعادة الاستخدام مرة أخري لهذه الوحدات.




شكل (٤-٦٧) مقارنة بين الاستخدام الرئيسي والثانوي لاستراتيجيات استدامة مواد البناء بالنسب المئوية – الباحث (٢٠٠٩).

| | | مكتبة الإسكندرية | الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة | مركز الخزف بالفسطاط | حديقة الأزهر بالقاهرة |
|---|---|---|---|---|---|
| النظام الإنشائي المستخدم | الحوائط الحاملة | - | ⊙ | ● | ● |
| | الهيكل الخرساني | ● | ● | ⊙ | ⊙ |
| | الهيكل المعدني | - | - | - | - |
| | الإطارات المعدنية | - | - | - | - |
| | الجمالونات المعدنية | - | - | - | - |
| | الجمالونات الخشبية | - | - | - | - |
| | أخري | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ○ |
| مواد البناء المستخدمة | الأحجار | ⊙ | ● | ● | ● |
| | الأخشاب | ● | ● | ● | ● |
| | الخرسانة المسلحة | ● | ● | ⊙ | ⊙ |
| | الألمونيوم | ⊙ | - | - | - |
| | الحديد الصلب | ⊙ | ○ | - | - |
| | اللدائن | - | - | - | - |
| | الزجاج | ● | ⊙ | ○ | ○ |
| | الطوب | ○ | ● | ● | ● |
| | مواد أخري | ○ | ⊙ | ○ | ○ |
| استراتيجيات تحقيق استدامة مواد البناء | إعادة استخدام الهيكل الإنشائي | - | - | - | - |
| | المواد المحلية | ● | ● | ● | ● |
| | المواد الطبيعية والمتجددة | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ● |
| | ترشيد الاستخدام | ● | ● | ● | ● |
| | المواد المعاد استخدامها | - | ● | ○ | - |
| | المواد الغير سامة | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ● |
| | المواد المعاد تدويرها | - | - | - | - |

دلالات الرموز المستخدمة ● استخدام رئيسي ⊙ استخدام ثانوي ○ استخدام ضعيف - غير مستخدم

جدول (٤-٥) مقارنة نتائج عناصر التقييم للمشروعات المحلية محل الدراسة- الباحث (٢٠٠٩).

نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

خلص البحث في موضوع تطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة و الذي تم تناوله من خلال دراسة نظرية و أخري تحليلية، إلي عدد من النتائج العامة والتوصيات والتي نعرض لها في هذا الباب.

## (١/٥) النتائج العامة :

يهدف هذا الفصل إلي صياغة النتائج التي توصلت إليها الدراسة من خلال مراحل البحث والتي شملت علي دراسة نظرية للعمارة المستدامة ومواد البناء والدراسة التحليلية لمجموعة من النماذج العالمية والدراسة الميدانية لأمثلة من المشروعات المحلية وذلك بهدف تطوير استخدام مواد البناء كخطوة في سبيل تحقيق العمارة المستدامة في مصر، وتتمثل تلك النتائج في

### (١/١/٥) نتائج الدراسة النظرية:

- أدت التغيرات التي شهدتها المنظومة البيئية إلي الحاجة إلي ابتكار أساليب بناء جديدة، وتطوير الأساليب التقليدية بما يتوافق مع البيئة ويحافظ عليها فكانت الدعوة إلي عمارة مستدامة.

- ترتكز العمارة المستدامة علي مبادئ الترشيد في استهلاك المواد والمصادر، وإعادة استخدامها، واستخدام المصادر القابلة للتدوير، وحماية البيئة والتركيز علي الجودة.

كما أوضحت الدراسة أهمية مواد البناء كأحد المعايير التي تساهم في تحقيق العمارة المستدامة، وكيفية تحقيق مواد البناء لمبادئ الاستدامة كالتالي

- تتميز مواد البناء بمجموعة من الخصائص الطبيعية والفيزيائية والكيميائية والميكانيكية والحرارية، والتي تؤثر بشكل كبير علي استخداماتها في البناء، حيث ساهم التطور التكنولوجي في التحكم في عدد كبير من الخصائص الهامة لمواد البناء، والتي أدت إلي تغيرات هائلة في أشكالها وقطاعاتها.
- ترتبط مواد البناء بدورة حياة المبني الكاملة، حيث تمر بعدة مراحل خلال فترات الإنتاج والاستخدام وحتى مرحلة التخلص النهائي، ولقد أثرت مبادئ الاستدامة علي دورة حياة مواد البناء التقليدية لتشمل إعادة الاستخدام والتدوير لمواد البناء بدلا من التخلص النهائي لها بالدفن.

- يصاحب مواد البناء خلال دورة حياتها استهلاك المصادر الأولية للمواد واستهلاك للطاقة من المصادر المختلفة (المتجددة والغير متجددة)، فضلا عن إنتاج المخلفات الصلبة والملوثات المختلفة.

- لقد أظهرت الدراسة أن مواد البناء المستخدمة يجب أن يتوافر بها مجموعة من الخصائص التي تحقق استدامتها والتي تم تصنيفها إلي ثلاث مجموعات أساسية كالتالي

  - ✓ معايير كفاءة المصادر والتي تشمل مواد البناء الطبيعية أو الوفيرة، منع التلوث، تقليل المخلفات، ذات محتوي معاد التدوير، الطاقة المندمجة، المواد المحلية، ومعامل المتانة.
  - ✓ معايير جودة البيئة الداخلية من معامل السمية والصيانة.
  - ✓ معايير الكفاءة من كفاءة الطاقة وقوة التحمل بالإضافة إلي قابلية مادة البناء للتدوير وإعادة الاستخدام والتحلل.

- كما أوضحت الدراسة بعض الاستراتيجيات الهامة والمتبعة لتحقيق استدامة مواد البناء في المباني والتي تساهم في تحقيق معايير الكفاءة، نذكر منها

  - ✓ إعادة استخدام الهيكل الإنشائي للمشروعات القائمة مع إجراء بعض التعديلات التي تسمح بإعادة الاستخدام.
  - ✓ إدماج أساليب التصميم والبناء التي تسمح بتفكيك المبني وإعادة استخدامه بعد انتهاء فترة استخدامه و إعادة استخدام مكوناته.
  - ✓ إتباع أساليب الترشيد في استخدام مواد البناء.
  - ✓ استخدام مواد البناء ذات المصادر المتجددة والوفيرة.
  - ✓ استخدام المواد المحلية.
  - ✓ استخدام المواد القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام.
  - ✓ استخدام مواد البناء التي تحتوي علي مواد معاد تدويرها.

### (٢/١/٥) نتائج الدراسة التحليلية:

من خلال الدراسة التحليلية لمجموعة مختارة من المشروعات العالمية والمحلية والتي تسعي إلي تحقق استدامة البناء نستخلص مجموعة النتائج والتي تتمثل في

- يعتمد مدي تحقيق المباني المستدامة لمعايير الكفاءة والملائمة البيئة علي التوافق بين مواد البناء والنظام الإنشائي المستخدم.
- يؤثر استخدام مواد البناء علي معايير العمارة المستدامة الأخرى، حيث يؤثر توظيف مواد البناء علي اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة والمياه و جودة البيئة الداخلية وإدارة المخلفات، ويحقق التكامل فيما بينهم مباني تتصف بالكفاءة العالية وتجسد العمارة المستدامة.
- تفتقر التجارب المحلية لتنفيذ إستراتيجيات تحقيق المواد لمعايير الاستدامة من خلال النقاط التالية
  - ✓ يقتصر استخدام المواد المعاد استخدامها علي بعض مخلفات البناء التي يتم إعادة استخدامها بالموقع في المباني المحلية
  - ✓ تنعدم نسبة مواد البناء المعاد تدويرها أو المواد ذات المحتوي المعاد التدوير لقلة صناعتها محليا، وتقتصر هذه الصناعات علي استخدام الحديد الخردة الناتج عن مخلفات البناء وغيرها بنسب مختلفة في إنتاج الحديد.
  - ✓ تفتقر لقابلية مواد البناء المستخدمة للتفكيك وإعادة الاستخدام.
  - ✓ تقل التطبيقات التي تستخدم قطاعات الحديد الصلب والألمونيوم و أنواع اللدائن المختلفة في تكوين الهيكل الإنشائي والغلاف الخارجي وذلك نظرا لاعتبارات تقنية واقتصادية.
- ساهم استخدام مواد البناء الطبيعية والمحلية في تقليل الحاجة إلي إعمال الدهانات و النهو للسطح الخارجي للكثير من مواد البناء المستخدمة والتي أدت بدورها إلي تحسين جودة البيئة الداخلي للفراغات.
- يختلف أسلوب تطبيق الاستراتيجيات و الأساليب المختلفة التي تحقق استدامة مواد البناء من مبني إلي أخر ضمن عينة المباني المحلية ، وذلك نظرا لعدم وجود معايير محددة لتحقيق استدامة مواد البناء.
- أدي إبداع بعض المعماريين في توظيف مواد البناء واستخدامها بصورة مبتكرة إلي تقليل التأثيرات السلبية لها داخل المباني والاستفادة من خصائصها الطبيعية وإمكاناتها الإنشائية وتعظيم الاستفادة من تطبيقاتها المختلفة في البناء.

## (٢/٥) التوصيات

خلصت الدراسة لعدد من التوصيات التي تساهم في تطوير استخدام مواد البناء ورفع كفاءة المباني كخطوة لتحقيق العمارة المستدامة في مصر، ويمكن توضيحها كالتالي

- يقترح البحث صياغة منظومة متكاملة من المعايير والاستراتيجيات التي تحقق الاستدامة محليا في صورة نظام بناء متكامل، يضع الضوابط والاشتراطات الواجب توافرها في المباني المستدامة.
- ضرورة تشجيع التوجه المحلي للمباني المستدامة التي تحافظ علي البيئة وتعمل علي توظيف الموارد الطبيعية بكفاءة، وذلك بتوفير الحوافز الاقتصادية والاجتماعية للأطراف المشاركة في عملية البناء، إلي جانب نشر الوعي بالعائد الاقتصادي والبيئي علي المجتمع.
- يجب مراعاة الاعتبارات البيئية عند اختيار مواد البناء المستخدمة في المباني ، باختيار مواد البناء المحلية والطبيعية أو ذات المصادر الوفيرة والمتجددة والتي تستهلك طاقة أقل والمواد ذات محتوي معاد التدوير والقابلة للتدوير وإعادة الاستخدام والتي لا تنتج انبعاثات سامة وذات معامل صيانة أقل.
- إدماج الاستراتيجيات التي تحقق استدامة مواد البناء خلال مراحل المشروع المختلفة، بدءا من مرحلة التصميم وحتى مرحلة الإنشاء والتنفيذ، وبما يتناسب المتطلبات الوظيفية والاقتصادية للمشروع.
- تدوير مخلفات البناء وإعادة استخدامها في إنتاج مواد بناء مرة أخري ودعم الصناعات القائمة علي تدوير المخلفات الصلبة لإنتاج مواد بناء بديلة وبتكنولوجيا محلية لترشيد استهلاك الخامات الأولية وإنتاجها محلياً مما يساهم في استدامة البناء.
- ضرورة توظيف مواد البناء المحلية والتي تنتمي لبيئاتها، وتعمل علي توظيف خامات البناء المتاحة بأسلوب ملائم يعظم الاستفادة من خصائصها الطبيعية والعمل علي تقليل أثارها السلبية علي البيئة.
- ضرورة تطوير أنظمة البناء التي تسمح بالتفكيك وإعادة الاستخدام مرة أخري في المستقبل عند انتهاء فترة عمر المبني، والتي تسمح بالاستفادة من مواد ومنتجات البناء وتفكيكها و التي تستخدم الوصلات في تجميع أجزاءها.
- تشجيع إنتاج مواد البناء البديلة من المخلفات الزراعية كقش الأرز وجريد النخيل المتوافر محليا في مصر والذي يمثل أحد المصادر الغير تقليدية لمواد البناء والتي يمكن أن تكون بديل لمواد البناء الغير متجددة والمحدودة المصادر والمواد الغير متوافرة محليا.

نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## أولاً: المراجع العربية:

- **الكتب العربية:**


١ **إسماعيل سراج الدين،** (٢٠٠٧)، *"مبني مبهر – تأملات حول البناء المعماري لمكتبة الإسكندرية"* ، الإسكندرية، مكتبة الإسكندرية.

٢ **صلاح زيتون،** *" عمارة القرن العشرين"* ، دار الأهرام للتوزيع، القاهرة (١٩٩٣).

٣ **عادل يس محرم ،** *" العمارة الخضراء و الطاقة "* ، دليل العمارة والطاقة ، المركز العلمي لجهاز تخطيط الطاقة ، (١٩٩٨) .

٤ **عبد الكريم محمد أبوالعطا ، أحمد علي العريان،** *"المواد الهندسية مقاومتها و اختبارها"* ، الجزء الأول ، عالم الكتب ، القاهرة، (١٩٧٦).

٥ **عصام الحناوي ،** *" قضايا البيئة و التنمية في مصر"* ، دار الشروق ، القاهرة ، (٢٠٠١) .

٦ **علي رأفت ،** *"دورات الإبداع الفكري الدورة البيئية – عمارة المستقبل"* ، الجزء الخامس ، مركز أبحاث انتركونسلت ، القاهرة ، (٢٠٠٧).

٧ **علي رأفت ،** *" موسوعة الإبداع المعماري الإبداع الفني في العمارة "* ، دار الأهرام للتوزيع ، القاهرة ، (٢٠٠٣).

٨ **علي رأفت ،** *" موسوعة الإبداع المعماري البيئة و الفراغ "* ، دار الأهرام للتوزيع ، القاهرة ، (٢٠٠٣).

٩ **محمد ماجد خلوصي،** (٢٠٠٠)، *"أبنية المكاتب العامة والخاصة"* ، دار قابس للطباعة والنشر، بيروت، ص ١١٧.

١٠ **محيي الدين سلقيني،** *" العمارة البيئية "* ، دار قابس للطباعة و النشر ، بيروت ، ط ١ ، (١٩٩٤) .

١١ **يحيي وزيري ،** *"التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء"* ، مكتبة مدبولي ، القاهرة ، (٢٠٠٣) .

- **الرسائل العلمية:**

١٢ **احمد محمد محمود عويضة** ،*"تأثير نظم البناء المعاصرة و المواد الحديثة علي سرعة وجودة و تكلفة تنفيذ المباني"* ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، (٢٠٠٥).

١٣ **إيمان مختار عمر مختار**، *" نحو عمارة خضراء مفاهيم وركائز "* ، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، (١٩٩٨).

١٤ **خالد علي زيد**، " سبق التجهيز وأثرة علي التصميم الداخلي "، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان، (٢٠٠٤).

١٥ **ممدوح إبراهيم زكي** ، *" منهجية الإدارة البيئية كمدخل لتنفيذ مشروعات التنمية المستدامة دراسة تحليلية لمشروعات التنمية السياحية "* ، رسالة دكتوراه ، قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة بالمطرية ، جامعة حلوان ، (٢٠٠٦).

- **المقالات والأبحاث المنشورة:**

١٦ **إيهاب محمود عقبة** ، *" مداخل التصميم البيئي نحو التوافق مع تغيرات البيئة الطبيعية "* ، مؤتمر توفيق العمارة و العمران في عقود التحولات ، جامعة القاهرة ، القاهرة ، (٢٠٠٦).

١٧ **أسامة الخولي** ، *"البيئة وقضايا التنمية و التصنيع "* ، سلسلة عالم المعرفة ، عدد٢٨٥ ، المجلس الوطني للثقافة و الفنون و الآداب ، مطابع دار السياسة ، الكويت ، (٢٠٠٢).

١٨ **أسامة عبد اللطيف يوسف ، نادر حسن إبراهيم المعاجيني** ، *"دور التكنولوجيا المتوافقة في الاستفادة من ألياف و جريد النخيل كخامات بناء محلية "* ، المؤتمر المعماري الدولي الخامس العمران والبيئة ، كلية الهندسة ، جامعة أسيوط ، (٢٠٠٣).

١٩ **خالد سليم فجال**، *"العمارة البيئية المعاصرة "* ، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، القاهرة، (٢٠٠٤).

٢٠ **شريف كمال دسوقي** ، *"انعكاس الثورة الرقمية علي العمارة و العمران في إطار التنمية المستدامة في مصر "* ، المؤتمر المعماري الدولي السادس ، الثورة الرقمية وتأثيرها علي العمارة و العمران ، كلية الهندسة ، جامعة أسيوط ، (٢٠٠٥).

٢١ **صفاء محمود عيسي عبده** ، *"التشريعات و العمارة المستدامة أهم ركائز بيئة جاذبة للسكان بالمدن الصحراوية"* ،ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها ، وزارة الأشغال العامة و الإسكان ، الرياض ، (٢٠٠٢).

٢٢ **عصام صلاح سعيد ، عبد الرؤوف علي حسن ، وآخرون** ، *"التطور في استخدام مواد البناء وتأثيره علي العمارة البيئية في المناطق الحارة "* ، المؤتمر المعماري الدولي الخامس العمران والبيئة ، كلية الهندسة ، جامعة أسيوط ، (٢٠٠٣).

٢٣ **علي محمد السواط** ، *"الاستدامة كمدخل لتعزيز دور المهندسين السعوديين في بناء الاقتصاد الوطني"* ، ندوة المهندس ودورة في بناء الاقتصاد الوطني ، مركز الملك فهد الثقافي ، الرياض ، (٢٠٠٥).

٢٤ **علي مهران هاشم** ، *"عوامل تحقيق العمارة الخضراء و التنمية المستدامة في المدن العربية "* ، المؤتمر الدولي السابع للبناء و التشييد ( انتربيلد ) ، القاهرة ، (٢٠٠٠).

٢٥ **علي مهران هشام** ، *"العمارة الخضراء و التنمية العمرانية المستدامة "* ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للفنون والآداب ، الكويت ، مجلد ٣٤، (٢٠٠٦).

٢٦ **محسن محمد إبراهيم** ، *" العمارة المستدامة "* ، المؤتمر العلمي الأول العمارة و العمران في إطار التنمية ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، القاهرة ، (٢٠٠٤).

٢٧ **محمد مختار الرافعي** ، *" المعمار المستديم من منظور محلي تجربة مصرية للبناء باستخدام طوب التربة المضغوطة في المناطق الصحراوية "* ، ندوة الإسكان الثانية " المسكن الميسر " ، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، الرياض ، (٢٠٠٤).

٢٨ **معاذ أحمد محمد عبد الله**، *"مقومات الاستدامة في عمارة المسكن التقليدي"* ، المؤتمر العلمي الأول العمارة و العمران في إطار التنمية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، (٢٠٠٤).

٢٩ **منصور عبد العزيز الجيد،** *"عمارة الطين في البلاد العربية و البلاد الغربية طرق البناء السائدة ومحاور التطوير المقترحة"* ، مجلة بحوث ودراسات المدينة المنورة، المدينة المنورة، فبراير- أبريل (٢٠٠٤).

٣٠ **نادية محمد ثابت،** *" استخدام المخلفات كمواد بناء بديلة للمواد التقليدية "* ، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، القاهرة، (٢٠٠٤).

٣١ **نادية محمد ثابت،** *" دور التقنيات الحديثة في تحقيق استدامة مصادر مواد البناء الطبيعية – الأخشاب و الأحجار "* ، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، القاهرة، (٢٠٠٤).

٣٢ **نوبي محمد حسن ،** *" دور مواد البناء الحديثة في تطور الفكر المعماري في القرن العشرين "* ، مؤتمر مواد البناء العربية و التحديات الاقتصادية ، القاهرة ، (٢٠٠٠).

٣٣ **هاشم عبد الله الصالح،** *" البيئة الداخلية للمباني في المملكة العربية السعودية و الحاجة إلي معايير بيئية وصحية لتوصيف مواد البناء "* ، المؤتمر الخامس العمران والبيئة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، (٢٠٠٣).

٣٤ **هاشم عبد الله الصالح،** *" ضرورة البحث عن طرق لتفعيل الموضوع البيئي في التنمية العمرانية "* ،عالم الفكر ، المجلس الوطني للفنون و الأداب ، الكويت، مجلد ٣٢ ، (٢٠٠٤).

٣٥ **هشام علي مرتضي ،** *"العمارة المعاصرة للحياة الصحراوية المستدامة حالة دراسية الجنوب الغربي الأمريكي"* ، ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها ، وزارة الأشغال العامة و الإسكان ، الرياض ، (٢٠٠٢).

٣٦ **وليد فؤاد عمر ، صلاح الدين سمير هريدي ،** *"تحقيق التنمية المستدامة بالتحكم في المنظومة البيئية للتصميم"* ، ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها ، وزارة الأشغال العامة و الإسكان ، الرياض ، (٢٠٠٢).

٣٧ **يسري عبد القادر عزام، هدي عبد القادر عزام،** *" دور التكنولوجيا المتوافقة في تدعيم مفاهيم العمارة الخضراء "* ، المؤتمر المعماري الدولي الخامس العمران والبيئة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، (٢٠٠٣).

## ثانياً: المراجع الأجنبية:

- English Books

Addis, B. *"Building with Reclaimed components and Materials : a Design Handbook for Reuse and Recycling"*. Earthscan . .

Alan Ford *" Designing the Sustainable School"* Image Publishing .ISBN

Aurthur Lyons *"Materials for Architect and Builders"* Oxford Elsevier Butter orth-Heinemann Third Edition .

Berge, B. *"The Ecology of Building Materials"* (F. Henley H. Liddell Trans.) oxford Architectural Press. .

Charles . ibert *"Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery "* Ne ersey ohn Wiley Sons .

CIB. , UNEP-IETC *"Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries "* Discussion Document Pretoria CSIR building and Construction Technology .

Derek Phillips *"DayLighiting : Natural Light in Architecture"* Oxford Architectural Press .

Derek Phillips *"Lighting Modern Buildings"* Oxford Architectural Press .

Du Plessis, Chrisna Etal *"Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries – A discussion document "* CSIR Building and construction Technology South Africa .

Fernandez, . *"Material Architecture: Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction"*. Oxford Architectural Press. .

ernot Minke *"Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture"* Berlin Bir auser Publishers for architecture .

yula Sebestyen *"New Architecture and Technology"*, Oxford Architectural Press .

Halliday, Sandy. *"Sustainable Construction"* Oxford Gaia Research. .

Honorable Rudolph W. iuliani others *"High performance building guidelines"* City of Ne or Department of Design and Construction April .

ebert, C. ., Sendzimir, ., uy, . B. *"Construction Ecology: Nature as the basis for green buildings"*. SPON Press London. .

eith . Moskow *"Sustainable Facilities: Green Design, Construction, and Operations"* Ne or McGra -Hill .

NCARB *"Sustainable Design: Professional Development Program"* Washington DC NCARB .

Philip odidio *"ARCHITECTURE NOW"* London TASCHEN .

Spiegel, R., Meadows, D. *" Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification"* Ne ersey ohn Wiley Sons. .

Steele, . *"Sustainable Architecture: Principle, Paradigms, and Case Studies"* Ne or McGra -Hill. .

Sue Roaf *"Adapting Building And Cities For Climate Change: A 21st century survival guide"* Architectural Press London .

The Institution of Structural Engineers. *"Building for a sustainable future: Construction without depletion"*. London SETO. .

U.S. reen Building Council *"LEED green building rating system for new Construction & new major Renovation"* October .

- Articles and Published Researches

Aga han ( ) *"Azhar Hilltop Restaurant"* Site http //archnet.org/library/sites/one-site. sp site id Accessed ( / / ).

AIA, ( ) *"Pocono Environmental Education and Visitor Center"* Site http // .aia.org/a r/Resources/ Accessed ( / / ).

AIA ( ) *"Pocono Environmental Education and Visitor Center"* Site http // .aiatopten.org/Pro ectID Accessed ( / / ).

AIA/C TE ( ) *"Aldo Leopold Legacy Center "* Site http // .aiatopten.org/hpb/ Pro ectID Accessed ( / / ).

AIA/C TE ( ) *"Discovery Center at South Lake Union"*, Site http // .aiatopten.org/hpb/ Pro ectID Accessed ( / / ).

Aldo Leopold ( ) *"Aldo Leopold Legacy Center "* Site http // .aldoleopold.org/legacycenter Accessed ( / / ).

A DN ( ) *"A Green Lung for Cairo"* Article Site http // .a dn.org/ Accessed ( / / ).

A TC ( ) *"Al-Fustat Ceramics Center "* Site http //archnet.org/library/sites/ Accessed ( / / ).

Aldo Leopold ( ) *"Aldo Leopold Legacy Center "* Site http // .aldoleopold.org/legacycenter Accessed ( / / ).

Alex Pasternak ( ) *"The Water Cube, Bubble-Clad Olympic Wonder"* Article Site http // .treehugger.com/files/ / / Accessed ( / / ).

Architecture week ( ) *"AIA Green Building Awards 2008"* Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / Accessed ( / / ).

Architecture week ( ) *"Aldo Leopold Legacy Center "* Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

Architecture week ( ) *"Aldo Leopold Legacy Center"* Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / / Accessed ( / / ).

Architecture week ( ) *"AIA/ALA Library Awards: Public Library in Scottsdale"* Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / /ne s - .html Accessed ( / / ).

ArchNet ( ) *"Menara Mesiniaga "* Site http //archnet.org/library/site id Accessed ( / / ).

ArcSpace ( ) *"Bibliotheca Alexandrina"* Site http // .arcspace.com/architects/ snoehetta/alexandria f/ Accessed ( / / ).

ArcSpace ( ) *" Renzo Piano Building Workshop California Academy of Sciences"* Site http // .arcspace.com /architects/piano/cas/cas.html Accessed ( / / ).

Arup/PTW ( ) *"Water Cube National Swimming Centre"*. DETAILS ( ) P. - .

AUC ( ) *"New Cairo Campus: Making History Again"* Official Site http // .aucegypt.edu Accessed ( / / ).

BDC ( ) *"AUC's New Cairo Campus Receives ULI Award, 2009"* Site http // .bdcintl.com/portfolio-auc.htm Accessed ( / / ).

Ben McMillan ( ) *"China's Bubbly Aquatics Center Nears Completion"* Article site http // . ired.com/culture/art/ multimedia/ Accessed( / / ).

Bridgette Steffen ( ) *"SOM's Stunning Cathedral of Christ the Light"* Article . Site http // .inhabitat.com/ / / /som-cathedral-of-christ-the-light/ Accessed ( / / ).

Bridgette Steffen ( ) *"Scotsdale's Arabian Library Wins Smart Environment Award"* Article Site http // .inhabitat.com/ / / /arabian Accessed ( / / ).

Bridgette Steffen ( ) *"The Water cube Wins Australia's Highest Architecture Award"* Article Site http // .inhabitat.com/ / / /the- atercube- ins-australias Accessed ( / / ).

Building reen ( ) *"Discovery Center at South Lake Union"* Site http // .buildinggreen.com/hpb/ Accessed ( / / ).

Building reen ( ) *"Mobile building celebrates a specific neighborhood-for now"* Site http //archrecord.construction.com /pro ects/BTS/archives/civic/ discoveryCntr/ Accessed ( / / ).

Building reen ( ) site http // .buildinggreen.com/ Accessed ( - - ).

Bulding reen ( ) *"Carl T. Curtis - National Park Service"* Site http // .buildinggreen.com/hpb accessed ( / / ).

Bulding reen ( ) *"Pocono Environmental Education and Visitor Center"* Site http // .buildinggreen.com/hpb/ pro ectID Accessed ( / / ).

Catherine Bilkey ( ) *"AUC's new $400 Million Campus"* Site http // .aucegypt.edu/SiteCollectionImages Accessed ( / / ).

California Integrated Waste ( ) Site http // .ci mb.ca.gov/greenbuilding/ Materials Accessed ( / / ).

Catherine Bilkey ( ) *"AUC's new $400 Million Campus"* Site http // .aucegypt.edu/SiteCollectionImages Accessed ( / / ).

Clara Wong ( ) *"ETFE bubble-pillows at the Beijing Olympic Swimming Center "* Article Site http //gsdmaterialscollection. blogspot .com / / /etfe-bubble.html Accessed ( / / ).

City Council of Edinburg ,*"Sustainable Design Guide Edinburg –UK"* Report Site http // .edinburgh.gov.u Accessed ( / / ).

David Basulto ( ) *"California Academy of Science / Green roof construction and opening"* site http // .archdaily.com/ /california-academy-of-science-green-Roof Accessed ( / / ).

Dbasulto ( ) *" Construction process of the The Cathedral of Christ the Light / SOM"* Site http // .archdaily.com/ /construction-process-of-the-the-cathedral Accessed ( / / ).

Don Barker ( ) *"Foster's New City Hall "*, Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

EArchitect ( ) *"Water Cube Beijing"* Site http // .e-architect.co.u /bei ing/ atercube bei ing.htm Accessed ( / / ).

Egypt Architecture ( ) *"Foustat Ceramic Center"* Site http // .egyptarch.com/egyptarchitect /gamalamer/main.htm Accessed ( / / ).

Emily Pilloton ( ) *"Beijing Bubble Building: China's National Swim Center"* Article Site http // .inhabitat.com/ / / / bubble-building-national -center-in-bei ing/ Accessed ( / / ).

Emporis ( ) *"City Hall"*, site http // .emporis.com /en/ m/ cityhall-london-united ingdom Accessed ( / / ).

BI ( ) *"Green Globes Tool"* Site http // .thegbi.org/ Accessed ( / / ).

reen lobes, *(2008),"The Practical Green Building Rating System"*, site http // .greenglobes.com accessed ( / / ).

David Basulto ( ) *"California Academy of Science / Green roof construction and opening"* site http // .archdaily.com/ /california-academy-of-science-green-Roof Accessed ( / / ).

Dbasulto ( ) *" Construction process of the The Cathedral of Christ the Light / SOM"* Site http // .archdaily.com/

/construction-process-of-the-the-cathedral-of-christ-the-light-som/ Accessed ( / / ).

Don Barker ( ) *"Foster's New City Hall "*, Architecture Wee No. Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

EArchitect ( ) *"Water Cube Beijing"* Site http // .e-architect.co.u /bei ing/ atercube bei ing.htm Accessed ( / / ).

Herman Miller ( ) *"Case Study: Arabian Library, Scottsdale Public Library"* article Site http // .hermanmiller.com/ /case studies/pdfs/CS SAL F LL.pdf Accessed ( / / ).

Hugh Pearman ( ) *" Shape making gone mad: Norman Foster's London City Hall "* Site http // .hughpearman.com/ /cityhall.html Accessed ( / / ).

ade Chang ( ) *"Arabian Library"* Article Site http // .metropolismag.com/arabian-library Accessed ( / / ).

essica Boehland ( ) *" Building on Aldo Leopold's Legacy: The Aldo Leopold Foundation aims to uphold the land ethic in its new headquarters"* Article Site http //greensource.construction.com/ Accessed ( / / ).

essica Boehland ( ) *"The Aldo Leopold Foundation aims to uphold the land ethic in its new headquarters"* Site http //greensource.construction.com/AldoLeopoldLegacyCenter.asp Accessed ( / / ).

in im, ., Rigdon, B. ( ). "*Sustainable Architecture module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable building Materials"*. Michigan National Pollution Prevention Center for Higher Education. ebsite .umich.edu/ nppcpub/ .

oann onchar ( ) *"Inside Beijing's Big Box of Blue Bubbles"* Article Site http //ceu.construction.com/article.php Accessed ( / / ).

ohn Patrick Renzo Piano ( *)," The New California Academy of Sciences"* Article Site .holcimfoundation.org/Portals/ /docs / S boo let.pdf Accessed ( / / ).

orge Chapa ( ) *"First LEED Platinum Carbon Neutral Building"* Article Site http // .inhabitat.com/ / / /first-leed-platinum-carbon-neutral-building/ Accessed ( / / ).

aren E. Steen ( ),*" Green Architecture's Grand Experiment"* site http // .metropolismag.com/story/ /green-architectures-grand-experiment -the-building accessed ( / / ).

Lauri Puchall ( ) "Cathedral of Light " Site http // .architecture ee .com/ / /design - .html Accessed ( / / ).

Library of Alexandria ( ). *"The Rebirth of the Library"* Site http // .bibalex.org/ /about us/building/construction/phase .htm Accessed ( / / ).

Lloyd Alter ( ) *" Aldo Leopold Legacy Center: the "Greenest Building on the Planet "* Article Site http // .treehugger.com/ aldo leopold le.php Accessed ( / / ).

LondonSe ( ) *"Solar panels at City Hall - are they worth the money?"* Article Site http // .london-se .co.u /ne s/vie / Accessed ( / / ).

Mike Chino ( ),*"The New Green California Academy of Sciences Unveiled"* Site Http // .inhabitat.com/ / / / california - academy-of-sciences-unveiled/ Accessed ( / / ).

Miller Hull ( ) *"South Lake Union Discovery Center"* Site http // .millerhull.com/slu.htm Accessed ( / / ).

More London ( ) *"London City Hall"* Site http // .morelondon.com/ Accessed ( / / ).

Nancy Levinson ( ) *"Arabian Public Library"* Architecture Record une Article Sitehttp //archrecord.construction.com /pro ects/portfolio/archives/ arabian- .asp Accessed ( / / ).

National Institute of Building Sciences ( ) *"Whole Building Design guide"* site http // . bdg.org/design/sustainable.php. Accessed ( / / ).

Nicholas anberg ( ) *"London City Hall :Greater London Authority building"* Site http //en.structurae.de/structures/data/index. cfm id s Accessed ( / / ).

Nico Saieh ( ) *" Cathedral of Christ the Light / SOM"* Site http // .archdaily.com/ /the-cathedral-of-christ-the-light-som/ more- / Accessed ( / / ).

Nico Saieh ( ) *"California Academy of Sciences"* site

http // .archdaily.com/ /california-academy-of-sciences-renzo-piano/ Accessed ( / / ).

Nico Saieh ( ) *"Cathedral of Christ the Light / SOM"* Site http // .archdaily.com/ /the-cathedral-of-christ-the-light-som Accessed ( / / ).

Paul A. Harding ( ) *" Christ the Light Cathedral: Of Our Time + Tradition"* Article site http // .aia.org/groups/ e public/documents/pdf/aiab .pdf Accessed ( / / ).

Paul C. ilham ( ) *"Cathedral Of Christ The Light"* Wood Design Building ol. site http // .som.com /resources/content/Cathedra Fall .pdf Accessed ( / / ).

PEEC ( ) *"Pocono Environmental Educational Center "* Site http // .peec.org/facilities.html Accessed ( / / ).

Randy ragg ( ) *"Pocono Environmental Education Center"* Article Site http //greensource.construction.com/pro ects/ peec.asp Accessed ( / / ).

Rick S. ( ) *"South Lake Union Discovery Center chosen as one of the Top 10 Green Projects of 2008 "* Site http // .thesouthla e.com/ / /south-la e-union-discovery-center.html Accessed ( / / ).

Robert Ivy ( ) *"The Role of Contemporary Architecture"* Document Pages – Site http //archnet.org/library/documents/ Accessed ( / / ).

Rough uide ( ),*"Green Room: BREEAM is building a reputation in sustainable construction "* Report Site .hvnplus.co.u Accessed ( / / ).

Safaa Abdoun ( ) *"AUC 'makes history again,' inaugurates New Cairo campus"* Daily Ne s Site httphttp // .thedailyne segypt accessed ( / / ).

Sam C M Hui ( ) *"Sustainable Architecture"* Site .arch.h u.h /research/ BEER/sustain Accessed ( / / ).

SASA I ( ) *"American University in Cairo"* Site http // .sasa i.com/ hat Accessed( / / ).

Satprem Miani. *"Earthen Architecture for sustainable habitat and compressed stabilized earth block technology"*. lecture Auroville earth center . Al-Riyad . .

Snohetta Architects ( ) *"Bibliotheca Alexandrina / Alexandria Library, Egypt"* Site http // .e-architect.co.u / Accessed ( / / ).

S M ( ) *"Cathedral of Christ the Light"* site http // .som.com/content.cfm/ Accessed ( / / ).

SP Media ( ) *"Watercube – National Swimming Centre"* Article Site http // .architectureaustralia.com/ accessed ( / / ).

The California Academy of Sciences ( ) site http // .calacademy.org/geninfo/ne sroom/releases/ /Green building facts.html Accessed ( / / ).

The Cathedral of Christ the Light ( ) Site http // .christthelightcathedral.org/ accessed ( / / ).

US BC ( ) *" Carl T. Curtis Midwest Headquarters of the National Park Service "* Site http //leedcasestudies.usgbc.org/ Pro ectID accessed ( / / ).

US SA ( ) *"Carl T. Curtis Midwest Regional Headquarters of the National Park Service"* Site http // .gsa.gov/Portal/gsa/ep/ accessed ( / / ).

ictor A. houeiry ( ) *"Legendary Library Resurrected"* ArchitectureWee No. . pD - Site http // .architecture ee .com/ Accessed ( / / ).

Washington State University ( ) *"Defining Sustainability"* Site http // .arch. su.edu/publications/defnsust.htm Accessed ( / / ).

WRI ( ) *"Definition of sustainable development"* Site http //earthtrends. ri.org/ updates /node/ accessed ( / / ).

SP Media ( ) *"Water cube – National Swimming Centre"* Article Site http // .architectureaustralia.com accessed ( / / ).

uanda roup ( ) *"Water Cube - National Aquatics Center"* China Daily ne s Site http // .chinadaily.com.cn/yuanda/ - / /content .htm Accessed( / / ).

- Internet Sites

http //archrecord.construction.com/schools Accessed ( / / ).
http //finehomebuilding.taunton.com /item/ /Accessed ( / / )
http //maxisolar.co.u /index.php accessed ( / / ).
http // .archinect.com/forum/threads.php Accessed ( / / )
http // .architecture ee .com/ Accessed ( / / ).
http // .arcspace.com/architects/ Accessed ( / / )
http // .building itha areness.com/ Accessed ( / / )
http // .containercity.com/container.html Accessed ( / / )
http // .c c.ca/NR/rdonlyres/ Accessed ( / / ).
http // .designboom.com/ban expo.html Accessed ( / / ).
http // .dezeen.com/ Accessed( / / )
http // .ecolog-uilding.de/vvu/vvu en.htm Accessed( / / )
http // .euroclad.ie Accessed ( / / ).
http // .fao.org/docrep/ /t e a.htm Accessed ( / / )
http // .fsccanada.org Accessed ( / / ).
http // .galins y.com/buildings/index.htm Accessed ( / / )
http // .galins y.com/buildings/index.html Accessed( / / )
http // .hydrotechusa.com/index.htm Accessed ( / / ).
http // .inhabitat.com//nomadic-museum Accessed ( / / ).
http // .less-online.com/ aste-hierarchy Accessed ( / / )
http // .levolux.com/L case studies Accessed ( / / )
http // .modmidmod.com/ Accessed ( / / ).
http // .modmidmod.com/ Accessed ( / / )
http // .modmidmod.com/colorado Accessed ( / / )
http // .mvrdv.nl/ expo /index Accessed ( / / ).
http // .practicalenvironmentalist.com Accessed ( / / )
http // .tensinet.com/database/ Accessed ( / / )

نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة في مصر
مقدمة البحث
الباب الأول : العمارة المستدامة
الفصل الأول : العمارة المستدامة مفاهيم ومحددات
الفصل الثاني : معايير وأنظمة تقييم العمارة المستدامة
الباب الثاني: مواد البناء
الفصل الأول : خصائص ومواصفات مواد البناء
الفصل الثاني : مواد البناء المستدامة
الباب الثالث : الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية
الباب الرابع : الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية
الباب الخامس : النتائج والتوصيات
المراجع
ملخص البحث

## الملخص العربي:

شهدت تكنولوجيا البناء عدة طفرات متلاحقة في العقود الأخيرة مما أدي إلي تطوير مواد البناء التقليدية وابتكار عدد كبير من المواد الحديثة واستخدامها داخل المنشئات المتعددة، ولقد أدي الاختيار غير الملائم في بعض الأحيان إلي إحداث العديد من التغيرات السلبية التي أثرت علي المنظومة البيئية وكفاءة المباني.

يهدف البحث إلي استنتاج المعايير والاشتراطات الواجب توافرها عند استخدام مواد البناء وتحليل مواد البناء المعاصرة والتعرف علي خصائصها الطبيعية والعوامل المؤثرة علي اختيار مواد البناء خلال دورة حياة المبني ومدي توافقها مع البيئة المحيطة، حيث يفترض البحث بأن الاستخدام الملائم لمواد البناء من خلال مجموعة من الضوابط و المعايير يساهم بصورة فعالة في تحقيق مبادئ العمارة المستدامة دون التأثير علي كفاءة المبني.

وللوصول إلي أهداف الدراسة ينقسم البحث إلي جزأين رئيسيين، الأولي الدراسة النظرية والثانية الدراسة التحليلية.

**أولا: الدراسة النظرية :** وتشتمل الدراسة النظرية علي بابين كما يلي

**الباب الأول : العمارة المستدامة**

تناولت الدراسة في هذا الباب العمارة المستدامة كأحد الاتجاهات المعمارية التي تهتم بالعلاقة بين المبني والبيئة المحيطة، و تنقسم الدراسة فيه إلي فصلين حيث يتناول الفصل الأول التعرف علي التغيرات البيئية ومفاهيم العمارة المستدامة والمبادئ الأساسية التي قامت عليها. بينما يتناول الفصل الثاني معايير تحقيق العمارة المستدامة والاستراتيجيات المستخدمة لتحقيق كفاءة المباني، بالإضافة إلي دراسة أنظمة تقييم العمارة المستدامة و التي تضع المعايير والاشتراطات الواجب توافرها في المباني.

**الباب الثاني: مواد البناء**

يتناول هذا الباب دراسة مواد البناء وخصائصها والقضايا البيئية المتعلقة باستخدامها، وانقسمت الدراسة في هذا الباب إلي فصلين. حيث يتناول الفصل الأول التعرف علي مواد البناء المعاصرة و استخداماتها والخصائص الطبيعية لمواد البناء التي تؤثر علي اختيار مواد البناء الملائمة، وتصنيف مواد البناء إلي مجموعات

رئيسية. ثم يتناول الفصل الثاني دراسة مفهوم مواد البناء المستدامة و التعرف علي دورة حياتها خلال مراحل الاستخدام المختلفة، والقضايا البيئية المرتبطة بمواد البناء و التعرف علي الخصائص الهامة عند اختيار مواد البناء المستدامة والمقارنة فيما بينها.

**ثانيا: الدراسة التحليلية:** وتشمل الدراسة التحليلية علي قسمين رئيسين يليهما النتائج العامة والتوصيات كالتالي

**الباب الثالث: الدراسة التحليلية للمشروعات العالمية**

تهدف الدراسة في هذا الباب إلي تحديد تأثير مواد البناء علي الهيكل الإنشائي و دورها في تحقيق معايير استدامة البناء، ويشمل الباب دراسة تحليلية لمجموعة من المشروعات المعمارية العالمية والتي كان لها دور كبير في ابتكار الجديد في مجال العمارة المستدامة ، حيث يبدأ بتحديد أهداف الدراسة والمنهج المتبع وتحديد أدوات الدراسة ويليها اختيار المباني التي يتم دراستها ثم تحليل تأثير مواد البناء المستخدمة علي كل من الهيكل الإنشائي، استراتيجيات تحقيق الاستدامة، ومدي تحقيق مواد البناء لاستراتجيات الاستدامة.

**الباب الرابع: الدراسة الميدانية للمشروعات المحلية**

تهدف الدراسة الميدانية إلي اختبار ما تم التوصل إليه في الدراسة النظرية، وتشمل منهجية الدراسة الميدانية تحديد الأهداف وتحديد مجال الدراسة والأدوات المستخدمة بها و المتمثلة في جداول التحليل والزيارات الميدانية ويلي ذلك دراسة تحليلية لمجموعة من المباني المحلية المعاصرة التي سيتم دراستها وتنتهي بتنفيذ الدراسة واستخلاص النتائج.

**الباب الخامس: النتائج العامة والتوصيات**

يشتمل هذا الباب علي النتائج العامة للبحث التي تم استخلاصها خلال مراحل البحث والتوصيات التي يقترحها البحث لتحقيق الأهداف المرجوة لتحسين كفاءة استخدام مواد البناء والمساهمة في تحقيق العمارة المستدامة في مصر.

***Secondly: Analytical Study:***

This Part Consist of Two Chapters,

Chapter Three: The Analytical study for lobal Case studies.

The Purpose of this chapter is to determine the effect of uses building materials on the building structure skeleton and its rules to achieve the sustainability in buildings, and it includes analysis of some chosen examples of global buildings case studies that represent a creative application of sustainable architecture. Firstly, the research scope, and methods are determined then preceded by choosing building examples to study. Finally, analyze the use of the building materials and its effect on the structure system of buildings and the elements of achieving Sustainable architecture.

Chapter Four: The Practical Study.

The Purpose of this chapter is testing the result that we have obtained through the theoretical study, so this chapter includes determination of the objectives of the study and the research methods. Then proceeded by its design which contains study field determinations and study tables. An analytical study is presented for each building of chosen buildings case studies. Finally, the study hypotheses are tested.

Chapter Five: Conclusions, and Recommendations.

In this Chapter, the most important results of the study are drawn, and the research recommendation that are suggested which confirm the goals of developing the use of building Materials to promote the sustainable architecture in Egypt.

# Research Summary:

Lately the building technology has been developed rapidly and many building materials have created and other many traditional building materials developed. Therefore the building affected by the inappropriate use of building materials and the environmental negatively affected. This thesis is aim to improve the use of building materials and determine the important requirements of building materials during the building life cycle to promote the sustainable architecture in Egypt.

According to the goals of the research, it was divided into two parts "Theoretical part" and "The Practical part"

***Firstly: The Theoretical Study:***

This Part Consist of Two Chapters, and followed by the Conclusion and Recommendations.

Chapter one: Sustainable Architecture.

This Chapter discusses the theoretical definitions and basics of sustainable architecture and it consist of two parts: the first deal with sustainable architecture which determines the relation between building and the environment, and sustainable architecture definitions and its basis. Then discuss the elements of sustainable architecture and the strategies of achieving sustainability in buildings. Finally, the international sustainable building ratings systems and its requirements.

Chapter Two: Building Materials.

This Chapter discusses the Building materials and it consist of two parts: the first deal with its natural properties of building materials , classifications and its use in Buildings structure system and second discuss sustainable building materials and products and its environmental properties. Finally determine the appropriate use and selection of building materials.

Helwan University
Faculty of Engineering-Mattaria
Department of Architecture

# TOWARDS DEVELOPING THE USE OF BUILDING MATERIAL

## As An Approach To Promote Sustainable Architecture In Egypt

Thesis Compiled and presented by

**Architect: Sayed Marey Mansour Ali Nagy**

**A Thesis Submitted In Partial Fulfillment of Requirements For The Degree of Master Science in Architecture**

**Under Supervision of**

**Prof.Dr.Randa Reda Kamel**
Prof. of Arch. & Building Technology at Arch. Department
Faculty of Engineering- Mattaria - Helwan University

**Prof.Ast.Dr Ayman Nour Afify**
Assistant Prof. at Arch. Department
Faculty of Engineering- Mattaria
Helwan University

**Prof.Ast.Dr.Wafaa Kamal Rashwan**
Assistant Prof. at Arch. Department
Faculty of Engineering- Mattaria
Helwan University

**Dr.Shereen Fathy Abel-Aziz**
Lecturer at Architecture Department
Faculty of Engineering- Mattaria - Helwan University

**Cairo 2010**