JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 7, No. 21, October, 2012, 2083-2098

مواد البناء: مدخل لاستدامة منظومة التشييد بمدينة طنطا

أسامة عبدالنبي قنبر

مدرس بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة طنطا - مصر

u_konbr@yahoo.com

١. ملخص البحث: يتم عرضه من خلال النقاط التالية:

(أ) تمهيد:

للاستدامة ثلاثة مداخل بيئية واجتماعية واقتصادية، وتمثل مواد البناء منظومة أساسية من منظومات تأصيل الاستدامة على المستوى المعماري، يتناول البحث مواد البناء كمنظومة أساسية للاستدامة من منظور معماري متخذاً مجالا مكانيا للدراسة وهو مدينة طنطا، وذلك لتلمُس الفرق ما بين التناول التقليدي لمواد البناء ببيئة الدراسة وبين المفاهيم الحديثة بغرض تأصيل البُعد الاستدامي من هذا المنظور ولدعم منظومة الاستدامة في المقياس الأكبر.

(ب) هدف البحث:

بلورة إطار عام لمحددات مواد البناء المستدامة وذلك من خلال التناول النظري واستقراء الأدبيات المتعلقة باستدامة مواد البناء من منظور معماري ثم حصر مجالا للبحث Scope لتركيز البحث عليه بمدينة طنطا.

(جـ) فرضيات البَحث:

- احتياج منطقة الدراسة لمزيد من توجيه مواد البناء بغرض استدامة منظومة التشييد.
- اشتمال منطقة الدراسة على الإمكانات الكامنة والتي يمكن بالاقتراب المنهجي منها الوصول للتحسين المطلوب ولا سيما وأن صناعة التشييد تعتبر من الأنشطة الرئيسية حيث تمثل أكثر من ٤٠٪ من نشاط خطة التنمية في مصر.
- الضرورة المُلحة لتناول تلك النقطة ولاسيما في ظل المتغيرات البيئية بالآونة الأخيرة محليا وعالميا.
- ظهور المنتج الراهن لمنظومة التشييد بوجه عام وطريقة استخدام مواد البناء بوجه خاص في ظل غياب أو ضعف مفاهيم الاستدامة بالأطر التشريعية الحاكمة ببيئة الدراسة.

(د) المناهج العِلمِيَّة المُستخدمَة: المنهج الاستقرائي كأساس ومن ثم التحليل والاستنباط فضلا عن الاستنتاج لبلورة محددات وضوابط لبلورة الإطار الحاكم لاستدامة مواد البناء ببيئة الدراسة بناءً على حزمة محددة من النقاط الملازمة بهدف استدامة منظومة التشييد بمنطقة الدراسة كهدف نهائي، كما تم الاعتماد على المسح الميداني، والمُشاهدة العلمية، واستخدام أدوات الرصد البيئي والمساحي والتوثيق.

شكل (١) موقع مدينة طنطا

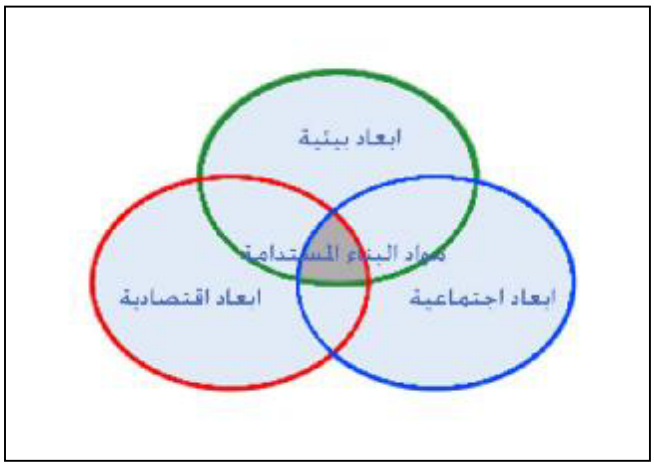
(هـ) المستهدفون من البحث: محافظة الغربية بما يتعلق بها من إدارات هندسيه ومن أحياء ووحدات محلية ...الخ - مديرية الإسكان بإداراتها.

(و) الكلمات المفتاحية: الاستدامة، مواد البناء، مدينة طنطا، التشييد.

٢. الخصائص العامة لمواد البناء المستدامة:

باستقراء الخصائص العامة لمواد البناء المستدامة كانعكاس لمفهوم الاستدامة نفسه والتي يمكن أن تتحقق من خلال أقصى استفادة: بيئية واجتماعية واقتصادية، **شكل (٢)**[١] ، فقد تبلورت الصورة العامة لها من خلال كونها[٢] :

- مواد محلية Local Materials.
- مواد طبيعية بقدر الإمكان.
- مواد تحافظ على الطاقة بمنظومة التشييد سواءً بمرحلة الاستخلاص أو التشييد أو التشغيل.
- مواد تسهم في الحفاظ على الموارد سواء الطبيعية أو الصناعية.
- مواد تصل فيها نسبة الانبعاثات الملوثة إلى الصفر، ومقبولة صحيا على الشاغلين.
- مواد يُراعى فيها العمر الافتراضي للأبنية وطبيعة البيئة التي تحتويها ونوعية الأداء لأنظمة المبنى.
- مواد مقبولة اجتماعيا واقتصاديا وتُعلي من القيم المستقبلية المتوقعة للأبنية في المجتمع مستقبلا.
- مواد متجددة ومعمرة Durable.
- مواد قابلة لإعادة الدورة والاستخدام.
- مواد قليلة الهالك.



شكل (٢) الخصائص العامة لمواد البناء المستدامة

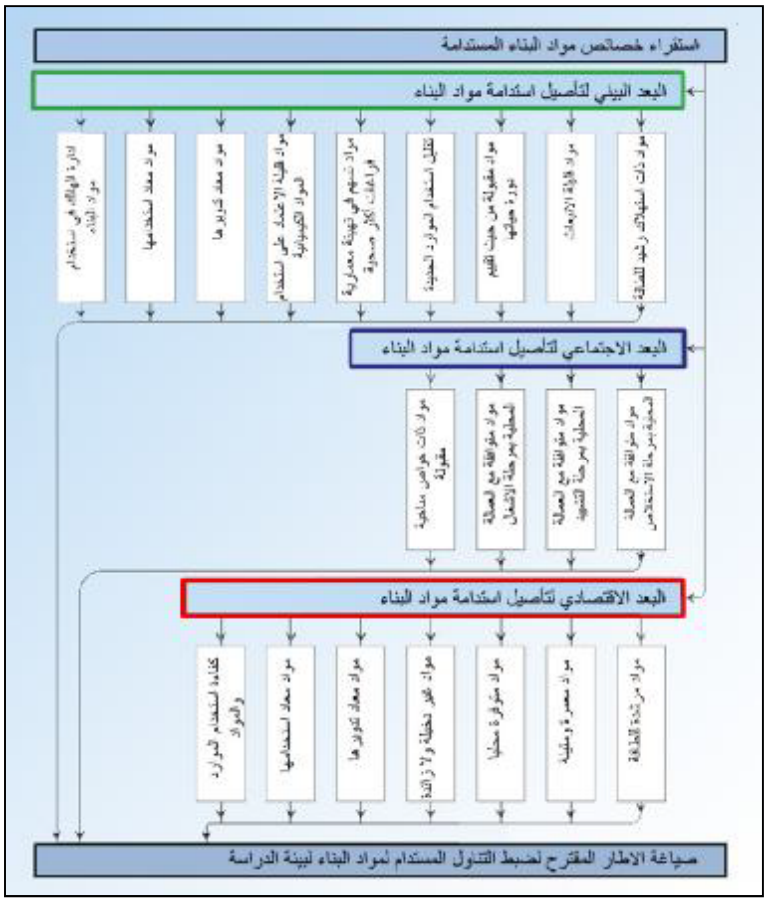
وذلك من خلال وجود عدد من قواعد البيانات وأدوات التحليل للمساعدة في تقييم المشروعات ومن ثم تحديد مواد البناء الملائمة استداميا كخطوة قبل التقدم بالمستندات اللازمة للتراخيص.

٣. استقراء خصائص مواد البناء المستدامة[٣] :

باستقراء أدبيات تأصيل استدامة مواد البناء بمصر والخارج بغرض بلورة إطارا عاما لخصائص مواد البناء المستدامة، **شكل (٣)** يمكن الخلوص لمحددات: وصفية وكمية ونوعية ومن ثم أقلمة هذه المحددات على بيئة الدراسة، وذلك بتقسيمها لثلاثة مداخل كانعكاس مباشر لنفس المداخل المؤصلة للاستدامة وهي: المداخل البيئية والاجتماعية والاقتصادية، كما يلي:

١/٣ البعد البيئي لتأصيل استدامة مواد البناء:

بالنظر للمحددات الخاصة ببيئة الدراسة يمكن حصر وتناول هذا البعد من خلال تسع نقاط، كما يلي:



شكل (٣) خصائص مواد البناء المستدامة

١/١/٣ مواد ذات استهلاك رشيد للطاقة[٤] :

فلابد من الاعتماد بصورة أكبر على الطاقات الطبيعية والمتجددة (خاصة الطاقة الشمسية) حيث أن الطاقة المستخدمة لإنشاء مبنى أكبر من الطاقة المستخدمة في تشغليه لمدة تتراوح من ١٠-١٥ سنة، وأيضا استعمال مواد بناء ذات سعة حرارية كبيرة كالحجر أو الطين كمواد للبناء تعمل على تأخير انتقال الحرارة من خلالها للداخل وحتى ساعة متأخرة من النهار ليظل الجو الداخل للمبنى مريحا أغلب ساعات النهار الحارة، وبذلك فلابد من:

تحديد معايير الأبنية عالية الكفاءة طاقياً (Benchmarking):

فبالنظر لمواد البناء المتاحة ببيئة الدراسة يُلاحظ

– من حيث الطاقة المختزنة - أن منها [٥]:

أ. مواد تحتوي على طاقة تصنيع قليلة أقل من (١ ك. و. ساعة/كجم)، مثل: الطين والرمل والزلط (٠,١)، الأخشاب والخرسانة (٠,٢)، الطوب الرملي والحجري (٠,٤)، الخرسانة الخفيفة (٠,٥)، وهي مواد مرغوبةطاقياً.

ب. مواد تحتوي على طاقة تصنيع متوسطة (١ : ١٠ ك.و. ساعة/ كجم)، مثل: ألواح الجبس والطوب المحروق (١)، الجير (١,٥)، الأسمنت (٢)، مواد عزل ليفية (٤)، الزجاج والبورسلين (٦).

ت. مواد تحتوي على طاقة تصنيع كبيرة (تزيد عن ١٠ ك.و. ساعة/كجم)، مثل: اللدائن والصلب (١٠)، الرصاص والزنك والنحاس (١٥)، الألومنيوم (٥٦)، وهي مواد غير مرغوبة من منظور الطاقة.

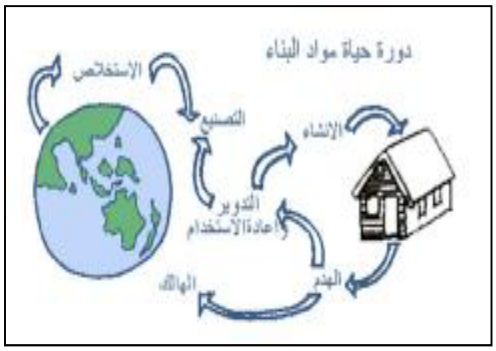
ولترشيد استهلاك الطاقة من خلال مواد البناء: يمكن ذلك من خلال أسلوبين:

الأول: استعمال أنظمة بناء ذات مواد عازلة وحاملة للأثقال: ومن ذلك نظام البناء المسمى (M2 Building System)، ويقوم على أساس تحضير العناصر الإنشائية الرئيسة للبناء جميعها من أرضيات وسقوف وجدران وسلالم وغيرها (عدا الأساس) من ألواح البولي ستايرين المُمدَد بعد تسليحها بشبكات التسليح المغطاة بمونة الأسمنت، وتتميز الأبنية (متعددة الطوابق) المشيدة بهذا النظام الإنشائي بمقاومتها للحرائق والصدمات والزلازل وبعزلها الممتاز للحرارة والصوت.

الثاني: استعمال وحدات بنائية تحتاج لطاقة رخيصة لإنتاجها: وهو أسلوب تقليدي وقديم، فالطين غير المحروق (اللبن) لم يفقد أهميته كمادة بنائية، فهناك العديد من المميزات التي تتصف بها الوحدات البنائية المشكلة من الطين غير المحروق، ومنها: مقاومتها العالية للحريق، اتصافها بحرارة نوعية مرتفعة وهذه الميزة ستقلل الطاقة المستهلكة في المبنى، وكذلك قابليتها الجيدة على العزل الصوتي ورخص موادها الأولية وتوفرها دوماً.

٢/١/٣ مواد قليلة الانبعاث وغير سامة:

باستبعاد المواد الأولية ذات التأثير السام أو الضار بمرحلة الاستخلاص وكذلك خلال مرحلة التصنيع[٦] والنقل حيث تكون الأولوية بهذا الخصوص لمواد البناء المحلية نظراً لإسهام وسائل النقل في زيادة الانبعاثات ، كما أن التوسع في مُنشآت التصنيع المركزية لا يزيد فقط التلوث البيئي ببيئتها ولكن أيضا في الشوارع ، كما يجب اختيار مواد بناء لا تولد مواد ملوثة للبيئة بمراحل التشييد ، وكذلك انتقائية مواداً غير مسببة للانبعاثات بمرحلة الإشغال ولاسيما عقب التشييد مباشرة بأخذ الانبعاثات الضارة أو المتطايرة بعين الاعتبار وكنوع من الاستجابة للمخاوف المتزايدة من ظاهرة التغير المناخي والتلوث البيئي الملازمة .

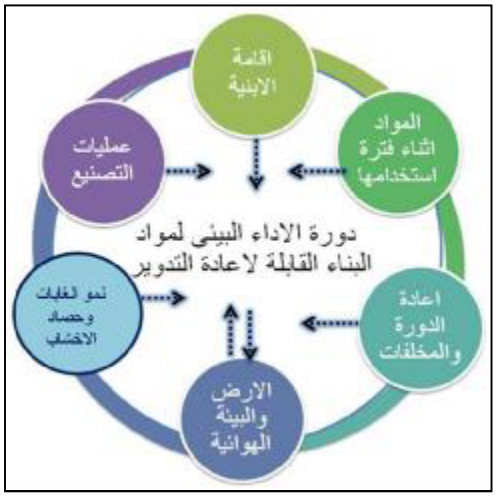


شكل (٤) دورة حياة مواد البناء

٣/١/٣ مواد مقبولة من حيث تقييم دورة حياتها Life Cycle Assessment [٧]:

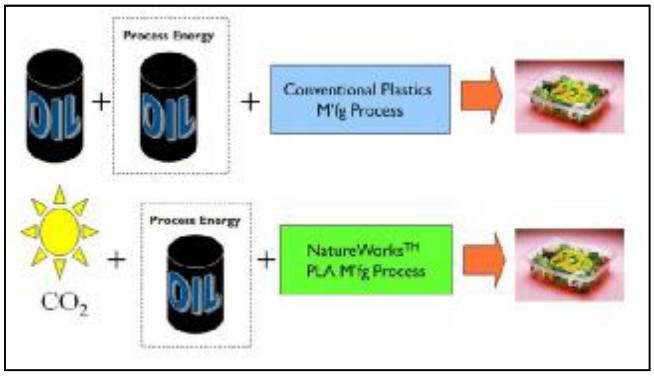
تقييم دورة حياة المنتجات كما تم تعريفها في "ISO 14040": هي طريقة لتقييم السمات البيئية والآثار المحتملة (الكامنة) المرتبطة بمواد البناء **شكل (٤)**، وذلك من خلال:

- عمل قائمة بمواد البناء (مدخلات/مخرجات).
- تقييم الآثار البيئية المحتملة وربطها) بالمدخلات / المخرجات) .
- تقييم ما نتج عن قائمة التحليلات التفصيلية وتقييم تأثيرها على المراحل المتعلقة بالمنتج.
- قياس الآثار البيئية المتعددة الناجمة من عملية الاستخلاص والنقل والتصنيع والتشييد والإشغال وإعادة الاستخدام أو التدوير، **شكل (٥)**، وذلك من خلال: إجراء تقييمات لدورة حياة مواد البناء لتقليل الأثر البيئي للمنتج خلال دورة حياتهكاملةً .



شكل (٥) دورة حياة مواد البناء القابلة لإعادة التدوير

٤/١/٣ تقليل استخدام المواد الجديدة [٨]:



شكل (٦) توفير الطاقة خلال إعادة الاستخدام مقارنة بالطرق التقليدية

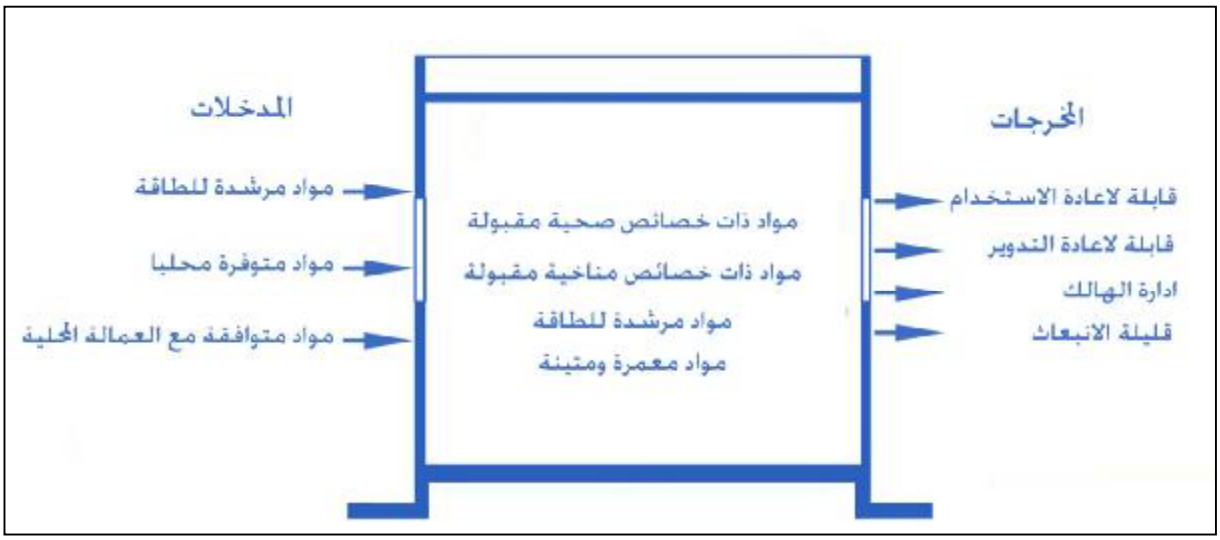
من سمات مواد البناء المستدامة : قابليتها لإعادة الاستخدام أو التدوير لتقليل الطلب على المواد الخام وبالتالي يتم الحفاظ على الطاقة المستهلكة في إنتاج تلك المواد من خاماتها الطبيعية الأساسية ، ففي حالة المواد التي سبق استخدامها فمن المفضل إعادة استخدامها قبل العدول عنها لتلك التي لم يسبق استخدامها لتوفير تلك الجديدة كنوع من عدالة التوزيع بين الأجيال ، فعلى سبيل المثال : مادة البلاستيك **شكل (٦)** يُفضل إعادة استخدامها بالمقارنة بتصنيعها من موادها الخام الأولية ، حيث يمكن توفير ٢٠- ٥٠ % من الطاقة اللازمة لإنتاج نفس الكمية من البلاستيك مقارنة باستخدام الطرق التقليدية البوليميرية وذلك بالاعتماد على الطاقة الشمسية خلال فترة التمثيل الضوئي، وكذلك نفس المنطق عند الإشارة لمواد البناء الأخرى المحلية كالخرسانة والطوب والزجاج ... الخ .

كما أنه من الأهمية التوجه نحو تطبيقات النانوتكنولوجي في مجال التشييد والبناء بهدف خفض تكلفة الإنشاء والحفاظ على خامات مواد البناء وفتح مجالات حديثة لتوفير الطاقة والحفاظ على البيئة، حيث يصل حجم التوفير في استخدام هذه التكنولوجيا إلى حوالي ٤٠٪، بالإضافة إلى قدرة التحمل والخصائص المتميزة لمواد البناء وقدرتها الفائقة التي تجعلها قادرة على التحمل لأجواء غير عادية، وهو مدخل مهم من ذات المنظور.

٥/١/٣ مواد تسهم في تهيئة فراغات معمارية أكثر صحية[٩] :

يفضل استخدام مواد لا تُسهم في تلوث الأبنية وتساعد من ناحية أخرى على دعم منظومات جودة الهواء الداخلي IAQ غالباً ما تكون طبيعية،فقد تُنتِج في أسوء الحالات الحد الأدنى من انبعاث الغازات الضارة أثناء أو بعد التثبيت **شكل (٧)** [١٠]، فيراعى فيها البحث عن بدائل للمواد الضارة ومنها مادة الـ P.V.C والفورمالدهيد والفينيل والملدنات والدهانات الكيماوية الحديثة حيث تنبعث منها غازات تضر بالصحة والمركبات العضوية المتطايرة V.O.C.

كما يفضل استخدام المنتجات النظيفة والتي تَهدِف لدمج الاهتمامات البيئية بالتصميم والخدمات المطلوبة، ويجب اختيار مواد البناء ومواد التشطيبات التي لا ينبعث منها عناصر مؤثرة على الهواء تفادياً للوصول لفراغات معمارية غير صحية، كما أن تحسين البيئة الداخلية يؤدي لرفع كفاءة أداء العاملين والمستخدمين للمبنى [١١].



شكل (٧) العوامل المؤثرة على خلق فراغات معمارية أكثر صحية

٦/١/٣ مواد قليلة الاعتماد على استعمال المواد الكيميائية [١٢]:

فيراعى التقليل من استخدام المواد الدخيلة والتشطيبات الزائدة والتلبيسات والكسوات والتي تستهلك مواداً كيميائية سواء في

مرحلة التشييد وما بعدها للحد من الانبعاثات الضارة خلال فترة تشييد الأبنية وطوال فترة حياتها، فلا تكون من المواد الكيميائية ذات الأثر غير المرغوب سواء بمرحلة التصنيع أو التشييد والنهو أو حتى التشغيل أو التخلُّص.

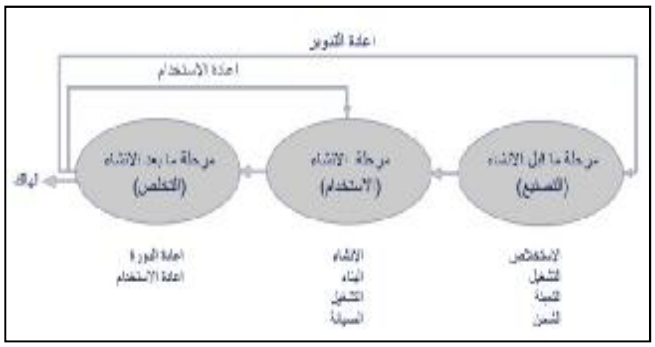
حيث تصدر العديد من مواد البناء غازات سامة كالمركبات العضوية الطيارة التي تصدر من : ألواح الجبس مثلا أو المركبات المكونة لمواد لصق هذه الألواح ، كما يجب مراعاة تفادي التلوث الميكروبي باستخدام المواد المقاومة لنمو الميكروبات ، وخفض نسبة الأمراض ولا سيما الحساسية والربو والأمراض الناتجة عن تأثير الكيماويات أو نواتج مشتقات البترول بمواد البناء , ومثال على ذلك[١٣] : مادة الخشب حيث أنه كمادة خام يصعُب استخدامه كما هو ، ولذلك فأثناء صناعته يعالج كيميائيا من نواحٍ عديدة كالشكل والمتانة , لكنه يتميز باحتياجه لكميات قليله من المواد الكيميائية في حالات كثيرة .

٧/١/٣ مواد معاد تدويرها (Recycling):

وهي المواد التي تعود للطبيعة بأقل قدر من الضرر وتمثل مظهرا مهما للاستدامة بمواد البناء **شكل (٨)**، وقد شاع استخدام المواد المعاد تدويرها بمنظومة الصناعة [١٤]، نظرا لأن الطاقة المستهلكة في إعادة التدوير أقل بكثير بالمقارنة بمثيلتها المستهلكة في إنتاج مواد البناء من خاماتها في مراحل التصنيع.

ومن العوامل المؤثرة على إعادة تدوير مواد البناء:

- حجوم مواد البناء المُراد إعادة تدويرها.
- كفاءة العمالة لاستيعاب فكرة إعادة تدوير المواد وطرق إعادة التدوير.
- مصادر تجهيز مواد البناء المراد إعادة تدويرها.
- معدلات استهلاك الطاقة خلال عملية إعادة التدوير.
- طبيعة البنية التحتية.
- مواصفات المواد المدورة الناتجة.



شكل (٨) الأطوار الثلاثة لدورة حياة مواد البناء المستدامة

معوقات إعادة التدوير:

- التصميم غير الملائم لمفهوم التدوير وكذلك المعدات وكفاءة المشغلين.
- القصور في التجهيز بما ينسجم مع تغذية الموقع بالمواد الإنشائية.
- الاحتياج إلىرأس مال عالٍ.
- احتمالية عدم الملاءمة مع الاحتياجات.
- طبيعة الإدراك لمفهوم إعادة التدوير والمشاكل المتعلقة بالنواحي الفنية لإجرائه.

٨/١/٣ مواد معاد استخدامها (Reused Materials) [١٥]:

تختلف جودة المواد المعاد استخدامها من منشأ لآخر ولذلك يجب أخذ قرار استخدام هذه المواد مبكراً سواءً باستخدام هذه المواد كما هي أو بإجراء التعديلات عليها أو بالاستغناء عنها [١٦]، كما يجب التدقيق في جودة هذه المواد قبل استخدامها ومقارنتها بالمواد الجديدة من حيث الكفاءة والجودة.

فمن حيث كفاءة المصدر: فان مواد البناء المعاد استخدامها غالبا ما يكون مصدرها مباني كانت قائمة بالفعل وتم هدمها أو إحلال أو تجديد أجزاء بها، ويفضل الاهتمام بمرحلة الهدم للتمكُّن من الحصول على أكبر كمية من المواد الممكن إعادة استخدامها مره أخرى بعد إجراء بعض التعديلات عليها لتحقق الكفاءة في الاستخدام.

ومن حيث الجودةفقد يكون للمواد المعاد استخدامها القدرة على توفير أبعاداً جمالية وتاريخية للعنصر المستخدم أكثر مقارنةً بالمواد الجديدة من نفس الخامة، فمثلا: قد يعطي الخشب المعاد استخدامه نفس كفاءة الخشب الجديد بل إنه قد يوفر خصائص إضافية غير متوفرة بالخشب الجديد من حيث لكثافة والعُقَد مقارنه بالخشب الجديد من نفس النوع.

٩/١/٣ إدارة الهالك في استخدام مواد البناء:

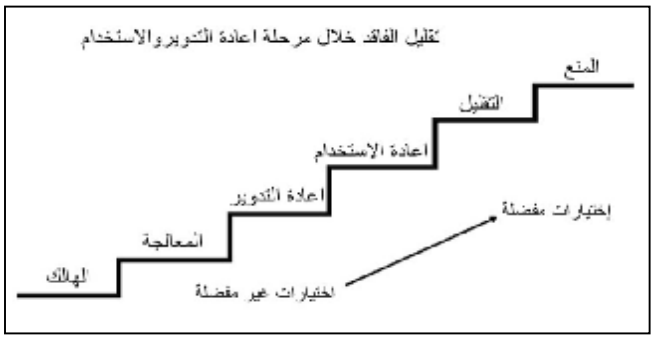
يمكن النظر لتلك النقطة من خلال **شكل (٩)**، والتي تتضح من خلال أربع مراحل، كما يلي:

أ. مرحلة الاستخلاص: تقليل النفايات من المصدر لترشيد الموارد من ناحية والتلوث من ناحية أخرى فلا تكون عمليات

استخراجها ونقلها مُسببَة لتلوث بيئي أو لإحداث تغيُر كبير بالطبيعة أو تُكوّن فضلات كبيرة وخاصة تلك السامة، وعموما فإن استخراج الخامات يُعرض الطبيعة للتخريب، وبالنسبة لإنتاج مواد البناء المعدنية فإنها تستهلك كميات كبيرة من الطاقة لاستخلاصها من مخزونها المحدود على الرغم من توفرها.

ب. مرحلة التشييد: حيث أثبت استخدام طرق الإنشاء المحلية فاعليتها بيئيا، فمثلاً: الخشب والطين والأحجار ... الخ تُمثّل مواداً غير ملوثة للبيئة ولا تحتاج لطاقة كبيرة ولا تحتاج إلا إلى الحدود الدُنيا من تدابير النقل، وبالخصوص يمكن طرح ضرورة تقديم: دراسة لتقنين وضع خطة إدارة موارد مواد البناء المستخدمة Materials Resource Management Plan كجزء من متطلبات الترخيص [١٧].

جـ. مرحلة الإشغال: من خلال انتقائية المواد المُعمرة والمتينة والمحلية والتي تحتاج للحد الأدنى من بنود الصيانة، وعدم التوسع في استخدام أنواع عديدة أو زائدة من مواد البناء، فضلا عن التصميم المرن للدواخل flexible interiors والتي تقلل الحاجة لإعادة التشييد أو التصميم وبالتالي تقيل الهالك [١٨]، بالإضافة إلى استخدام المواد المعاد دورتها أو استخدامها بالمقارنة بالخامات الطبيعية المستخلصة بشكل مباشر من الطبيعة.



شكل (٩) تقليل الفاقد أثناء إعادة عملية إعادة التدوير

شكل (١٠) إدارة الهالك بمرحلة الهدم والتخلص

د. مرحلة الهدم والتخلص: فبالنظر **لشكل (١٠)** [١٩] لابد من اتخاذ سياسة استخدام جديدة لمواد البناء بحيث : لا تكلف عودتها لحالتها الطبيعية الكثير ، وتصميم المباني وإنشائها بأسلوب يجعلها هي نفسها أو بعض عناصرها - في نهاية عمرها الافتراضي مصدراً جديداً لأبنية أخرى ، ولكن هذه الحالة المثالية قليلة التوفر بهذا الشكل المتكامل ، وتحتاج معظم المواد لاستهلاك طاقة جديدة لإعادة التدوير , ولكن تعطي غالبية مواد البناء إمكانية جمعها وطحنها أو معالجتها لإعادة استعمالها كمادة بناء بشكل مختلف عن استعمالها الأصليوهو تَوجُه مطلوب بالنظر لقلة الموارد على مستوى العالم بأخذ الزيادات السكانية بعين الاعتبار،فضلا عن مراعاة استخدام مواد البناء والمنتجات التي تؤدي لحفظ البيئة عالمياً وعدم سُميَّة العناصر التي تنتجها بمرحلة التخلص مع انعدام أو انخفاض ما ينبعث عنها من عناصر أو غازات ضارة ، والبحث في معوقات إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام أو ضعفه ، وتطوير إدارة المخلفات الإنشائية ببيئة الدراسة .

٢/٣ البعد الاجتماعي لتأصيل استدامة مواد البناء [٢٠]:

بالنظر للمحددات الخاصة ببيئة الدراسة يمكن حصر وتناول هذا البعد من خلال أربع نقاط، كما يلي:

١/٢/٣ مواد متوافقة مع العمالة بمرحلة الاستخلاص Extraction Phase:

فلا ينبغي النظر إلى الأبعاد المادية والقابلة للقياس فقط عند انتقائية مواد البناء، بل يجب النظر إلى البعد الإنساني من تلك الحيثية، أيا كانت طريقة الاستخلاص، والتي قد تأتي عموما من خلال أحد الطرق الثلاثة التالية [٢١]:

١. تصنيع مواد البناء من قبل المستخدمين Users أنفسهم على أساس الاحتياجات الشخصية والمهارات، وعادة وفقا للتقاليد الثقافية المحلية.

٢. أو تصنيعها من قبل الحرفيين Craftsmen المتخصصين.

٣. أو تصنيعها من خلال مهندسي الإنتاج Production Engineers بما يلزمهم من تقنيات وإلكترونيات ... الخ، بما فيها جانب العمالة Employment والتي يجب أن تراعى بعناية.

٢/٢/٣ مواد متوافقة مع العمالة بمرحلة التشييد:

تساعد الأبنية المستدامة في الاستفادة من العنصر البشرى ببيئة التشييد وتوظيفهم وخلق الكوادر والمهنيين والذين يتم

الاعتماد عليهم في الإنشاء وبالتالي خلق فرص عمل وتقليل البطالة وقيام نظم التشييد على مفاهيم العنصر البشرى المتقارب مع طبيعة الشاغلين لتلك الأبنية ، وبذلك لابد أن تكون المواد معمرة وتكون عمليات الصيانة لها معقولة ، كما أن الاستخدام المتعدد للمادة وإعادة استخدامها بمكان آخر تعتبر نقطة أساسية أخرى كطريقة لتطويل عمر استخدام المادة ، كما أن استخدام مواد البناء المحلية لا يتطلب انفاقا كبيرا في الطاقة للنقل ، والبناء بالمواد المحلية غير مركزية التصنيع وهى المواد التي لا تحتاج إلى طاقة إنتاج كبيرة ولا تحتاج إلى طرق النقل إلا بحدودها الدنيا ، كما أن إمكانية الاقتصاد في استخدام الطاقة ممكنا لو تم التقليل من تكاليف النقل والتي تبلغ نسبة كبيرة من التكاليف .

٣/٢/٣ مواد متوافقة مع مستخدميها بمرحلة الإشغال:

لتأصيل شكل الأبنية والتعبير عن الحقيقة البشرية وتأصيل مبدأ الاستهلاك المستدام Sustainable Consumption [٢٢] بمرحلة الإشغال وتعني: استخدام منتجات تحقق الاحتياجات الأساسية وتوفر أعلى جودة للمعيشة بتقليل استخدام الموارد الطبيعية والمواد السامة والانبعاثات الناتجة من النفايات والمواد الملوثة الناتجة خلال دورة حياتها بدون التأثير على احتياجات الأجيال القادمة، وتعريضها للخطر ، كما يؤخذ القبول الاجتماعي بعين الاعتبار نظرا لحميمية الصلة بين العنصرين: القائم بالمنظومة والمستفيد منها والتأثيرات الصحية والنفسية على الشاغلين، فاستخدام المنتجات النظيفة هي تطبيق مستمر لدمج الاستراتيجيات البيئية للآليات والمنتجات والخدمات لزيادة الكفاءة بوجه شامل وتقليل مخاطر الاستخدام للبيئة وللمستخدمين خلال مرحلة الإشغال، كما أن تحسين البيئة الداخلية يؤدي لرفع كفاءة أداء العاملين، وفوائد ذلك تفوق التكلفة بمعامل ٨ إلى ١٤، وهو أحد خمسة فصول مهمة لتحقيق أهداف LEED [٢٣] ويهدف لتحقيق مناخ داخلي مناسب للفراغ الداخلي باستخدام مواد غير سامة [٢٤]، وتحقق مناخ داخلي أفضل للوقاية من الحرارة الزائدة أو البرودة ، ومن أمثلة هذه المواد:

الطين: وله مميزات منها: اتصافه بحرارة نوعية / عزل حراري مرتفع يساعد على أن يجعل الحيز الداخلي للمبنى بارداً عندما يكون خارجه حاراً، والعكس بالعكس كذلك وتقل هذه الميزة الطاقة المستهلكة بالأبنية.

الخشب: وله قدره على الاحتفاظ بالحرارة الداخلية للمبني وفقدها ببطء [٢٥]، فضلا عن أبعاده الصحية المميزة.

٣/٣ البعد الاقتصادي لتأصيل استدامة مواد البناء:

بالنظر للمحددات الخاصة ببيئة الدراسة يمكن حصر وتناول هذا البعد من خلال سبع نقاط، كما يلي:

١/٣/٣ مواد مرشدة للطاقة [٢٦]:

ليست مرحلة التشييد هي المرحلة الوحيدة القابلة لترشيد استهلاك الطاقة بها، وحيث تشمل معالجة المخلفات عمليات الفصل والفرز لاسترجاع المكونات القابلة لإعادة الاستخدام، وهذه العمليات تستهلك طاقة بالطبع ولكن مجموع تلك الطاقات تكون أقل بكثير من طاقة توليد وتصنيع المواد الخام ابتداءً، ثم تبدأ عمليات التطوير والتي تسمح بإعادة استخدام المواد [٢٧].

ففي دراسة لمواد البناء بألمانيا على الأبنية السكنية العادية تبين أن [٢٨] : الطاقة المستهلكة به لمدة ٦٠ عاما تساوي ٣٣٠٠٠٠٠ واط ساعة يستهلك منهم ٩ % في عمليات التشييد وبعد اختيار مواد انسب من منظور بيئي واستدامي قل الرقم السابق إلى ٦٠٠٠٠٠ واط ساعة ، مما يوجه العناية من منظور اقتصادي لأهمية انتقائية مواد البناء المرشدة للطاقة بغرض تقليل الاستهلاك سواء بمرحلتي التشييد أو الإشغال ، كما أن استخدام النانو تكنولوجي –مؤخراً يُمَكِن من مقاومة الأبنية وتعمير المناطق النائية عن طريق حمايتها من انتقال الحرارة باستخدام دهانات أو مواد بناء معينة تعتمد على تلك التقنية وبالتالي تحقيق الترشيد المطلوب [٢٩].

٢/٣/٣ مواد معمرة ومتينة Durability of Materials [٣٠]:

من المواد التقليدية والتي لها تلك الصفة ببيئة الدراسة: الطوب والحجر والخرسانة والخشب، ومؤخرا ظهرت تقنيات النانو وهي تقنية متناهية الصغر تزيد من مقاومة الإجهادات الميكانيكية حسب نوع الإضافة والتي يوفر استخدامها في البناء نحو ٤٠ ٪ من تكلفة البناء بالإضافة للوصول لخواص فيزيقية تفوق المواد الطبيعية بنحو ١٠ أضعاف في المتر الواحد.

٣/٣/٣ مواد متوفرة محليا [٣١]:

كمبدأ عام: تكون الأولوية لمواد البناء المحلية عند الاختيار بمراعاة مقدار الطاقة المطلوبة بمرحلة تصنيع وشحن مواد البناء ولذلك فمن غير المرجح استخدام مواد بناء جرى تصنيعها أو نقلها باستخدام مواصلات تُسهم في زيادة الانبعاثات [٣٢] ومكلفة في ذات الوقت، لأن ذلك كله يؤثر على تكلفة تشييد الأبنية وصيانتها، حيث يتطلب أعمال صيانة إضافية لمواد البناء أو للمبنى كنوع من الاستجابة للمخاوف المتزايدة من ظاهرة التغيُر المناخي والتلوث البيئي ، كما يقلل الحاجة للتوسع في منشآت التصنيع المركزية بالإضافة لتقليل الحاجة للمتطلبات المناظرة من الشوارع اللازمة لنقل مواد البناء من بعيد ،

بالإضافة لسهولة توفير العمالة المحلية المتوافقة مع تلك المواد المحلية وتقليص الحاجة إلى العمالة الأجنبية في المقابل .

٤/٣/٣ مواد غير دخيلة ولا زائدة:

من منظور الاستدامة من غير المفضل تلبيس الأسطح الداخلية والخارجية للأبنية بمواد زائدة والعدول إلى التقليل واستخدام أقل عدد من المواد لاستيفاء ذات الأغراض على المستوى الإنشائي والوظيفي، وبالخصوص فإن استخدام تطبيقات النانوتكنولوجي في مجال التشييد والبناء بهدف خفض تكلفة الإنشاء والحفاظ على موارد وخامات مواد البناء حيث يصل حجم التوفير في استخدام هذه التكنولوجيا إلى ٤٠٪، بالإضافة إلى القدرة علىالتحمُل، والخصائص المتميزة لمواد البناء وقدرتها الفائقة التي تجعلها قادرة على التحمل لأجواء غير عادية.

٥/٣/٣مواد مُعاد تدويرها [٣٣]:

وهو مظهر هام من مظاهر مواد البناء المستدامة بطوري التصنيع والاستخدام بمنظومة التشييد لتقليل الطلب على الموارد الخام وتوفيرها للأجيال القادمة وكذلك لتوفير تكاليف تصنيعها من البداية بالنظر لأن عملية إعادة التدوير اقل تكلفة كما توفر تكاليف استخراج المواد ونقلها وتهيئتها للاستخدام كمادة بناء مستدامة ، وتعني إعادة التدوير إعادة المادة لحالتها الطبيعية ومن المرجح أن تكون نباتية أو حيوانية المصدر ولكنها بهذا الوصف حالة مثالية ونادرة إلا في بعض المواد كالطين ، ويمكن أن تأتي إعادة الدورة من خلال عمليات الإذابة كما في حالات الزجاج والبلاستيك والمعادن أو من خلال عمليات الطحن لبعض المواد وإعادة استخدامها في منظومات التشييد كالعلب والكرتون والقماش والإطارات لتدخل من جديد ضمن مدخلات التشييد .

٦/٣/٣مواد مُعاد استخدامها:

من خلال استعمال المواد الناتجة من عمليات الهدم لتحقيق الاستفادة القصوى من كافة أجزاء المبني باعتبار التفكيك الانتقائي للمبنى لحفظ أو إعادة استخدام المكونات الرئيسية للمنشآت قبل العدول عنها لتلك التي لم يسبق استخدامها لتوفير تكاليف استخراج مواد جديدة واستخدامها ، مع الأخذ في الاعتبار دراسة المردود الاقتصادي لتوفير منتجات مواد بناء أرخص , كما أن قابلية مواد البناء لإعادة الاستخدام ذات علاقة بمتانة المواد وقوتها وتحملها وتبدو هذه القابلية ظاهرةً في مواد البناء البسيطة الاستخدام كالطوب أو بعض أنواع العوازل للحرارة التي تخرج من الأبنية بمراحل الهدم لتقليل الهالك ومن هنا تبدو أهمية مواد البناء ذات المقاسات القياسية ، وتصنيع العناصر الإنشائية بشكل تكون فيه قابلةً للفك والتركيب من أجل تأصيل مفهوم إعادة الاستخدام ، فمثلا : الوحدات المصبوبة بالمكان أو التشييد بأحجار البناء بمونة تسمح بفك قطع الأحجار وقت تفكيك البناء أو إقامة وحدات التظليل المنفصلة كل هذا يساعد في القابلية للاستخدام مرة أخرى أو بوظيفة أخرى ...إلخ.

٧/٣/٣ كفاءة استخدام الموارد والمواد:

يُعَد استخراج الموارد الأولية واستخدامها–بشكلٍ ما - حالة من حالات التعدي على الطبيعة ولا سيما إذا كانت تلك الموارد غير وفيرة أو قابلة للنضوب أو يتطلب استخراجهااستنزاف مواردا مماثلة من صور الوقود غير المتجدد كالنفط أو الغاز أو الفحم ، بالتالي لابد من التعويل على تلك الموارد التي تحتاج لفترة أقل للاندماج مع الطبيعة والعودة إليها كالطين والخشب والقش واللباد ... الخ ، بالتالي لابد من دراسة مواد البناء لتُزِيد من متانتها وعمرها الافتراضي وأيضا إعادة استخدامها أو إعادة دورتها لاحقا وبالتالي إعادة استخدامها أيضا ، كما يتم دعم وتطوير مواد البناء المعتمدة على تقنيات النانوتكنولوجي في عمليات التشييد والحماية من الحريق وتصنيع الدهانات والزجاج وتكييف الهواء بهدف رفع كفاءتها عموما ورفع كفاءة الطاقة لهذه المباني وتوفير بديلاً مقبولاً لمواد البناء الطبيعية، وهو ما لم يتوفر بعد ببيئة الدراسة.

٤. تطبيق المدخل النظري على بيئة الدراسة:

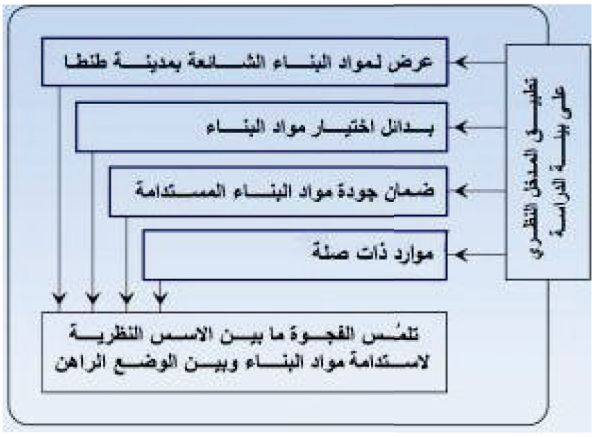
بهذا الجزء يتم تطبيق المدخل النظري بالجزء الأول على الوضع الراهن **شكل (١١)**، من خلال:

١/٤ عرض لمواد البناء الشائعة بمدينة طنطا Local Materials:

حيث يتم التركيز بهذه الجزئية على بعض المواد الشائعة في التشييد ببيئة الدراسة، من خلال تصنيفها لنوعين:

١/١/٤ مواد البناء التقليدية: وتأتي من خلال ثلاثة تصنيفات، هي:

أولا: مواد البناء الطبيعية: وتستخدم كما هي دون معالجة، ومنها:



شكل (١١) تطبيق المدخل النظري على بيئة الدراسة

أ. الطين : وهو مادة شائعة الاستخدام ببيئة الدراسة **شكل (١٢)** ، وله مميزات منها : أنه متوفر ببيئة الدراسة ورخيص ، يعدل رطوبة الهواء : إذ يملك خاصية امتصاص رطوبة الهواء الزائدة بسرعة وإعادتها إليه عند الحاجة ما يعني أن نسبة رطوبة الهواء في بيت مبني بالطين تبقى نحو 50 % وهذا يؤمن مناخاً صحياً على مدار السنة ، يخزن الحرارة : في ليالي الشتاء مثلاً يبث الطين الحرارة التي خزنها أثناء النهار ، مرشد للطاقة : لقلة استهلاكه للطاقة بعملية تصنيعه كما أن استعماله يُسهِم في الحد من تلوث البيئة بسبب قدرته الجيدة على العزل ، يمكن إعادة استعماله في أي وقت بمجرد طحنه وخلطه بالماء ، لا يتحول الى نفايات عند هدم المبنى ، قابليته الكبيرة للتشكيل عندما يكون رطباً (عجينة) أثناء عملية البناء ، يصلح للبناء بالضواحي والتخوم العمرانية للفئات المحدودة ماديا ، مناسب للبناء الذاتي فتقنيات العمارة بالطين سهلة التعلم والتطبيق ولاتحتاج لمعدات وتجهيزات كبيرة ، يمتص المواد الضارة والروائح الكريهة من الهواء : بامتصاصه بخار الماء حيث يمتص الطين كل الجزئيات التي يحملها البخار ويحتفظ بها .

شكل (١٢) الطين كمادة بناء تقليدية طبيعية

ولكن يعيبه :
وزنه الكبير وحساسيته للماء لذلك يجب حمايته دائماً من المياه والمطر والرشح ... إلخ ، إنكماشه أثناء عملية الجفاف مما قد يؤدي الى تشققات ، ولا يمكن إخضاع الطين لمواصفات معينة بسبب تنوعه الكبير ، لا يزيد ارتفاع الابنية المبنية به عن طابق أو طابقين ، مع أخذ كافة الاحتياطات اللازمة ولاسيما بالاساسات المعرضة للرشح وارتفاع المياه الجوفية بها ، فتدعم بالطوب الأحمر أو الأحجار أو الخرسانة المتوفرين أساساً ببيئة البحث .

ب. الرمل : وهو من أشهر مواد البناء المستخدمة ببيئة الدراسة ، ويمكن توفره من الاقاليم المحيطة بها (السويس / البحيرة / المنوفية) وهو مفيد لامتصاص البرودة ، ويدخل في العديد من بنود التشييد بكفاءة من منظور بيئي واقتصادي نظرا لتوفره وتفهم العمالة المحلية له كمادة تشييد ، وقد اكدت بعض الدراسات الحديثة على أن مباني الرمال يمكن أن تصمد مدة 35 عاماً في حين يتراوح العمر الافتراضي للمنازل المبنية من الأسمنت المسلح بين 90 عاماً و 110 عام .

جـ. الحجر الجيري أو الحجر الكلسي : يتميز بألوانه المختلفة ، وهو حجر شديد المقاومة للعوامل الجوية وله مسامية واضحة حينئذ يستخدم في الابنية لقدرته علي العزل الحراري ، ويُعتبر الحجر الجيري من المواد ذات القيمة الإقتصادية العالية ، نظرًا لتعدد استخداماته بأغراض التشييد ، مثل : صناعة الأسمنت البورتلاندي ، ويُستخرج من المحاجر في صورة دبش غير منتظم الشكل والأبعاد **شكل (١٣)** أو منتظم لانتاج طوب البطيح ، كما أن له خواصاً أفضل في العزل الحراري ، ولكن يُعاب فيه ثقل وزنه ،لذلك لا يُفضَّل في الأبنية ذات الأدوار العالية وذات الأبعاد الكبيرة ، ولكنه يُستخدم في تشييد الإرتفاعات المنخفضة ، ويتواجد في مناطق شاسعة من صحارى مصر .

شكل (١٣) استخدام الحجر الجيري فى البناء

د. الحجر الرملي (الصخر الرملي) : يتكون بطبقات رملية تحت الأرض ويمتاز بقوة التماسك وجمال المنظر وسهولة التشكيل ، ويستخدم في التشييد ، ويقاوم الحجر الرملي العوامل الجوية، كما توجد منه أنواع لا تقاوم العوامل الجوية ويلزم ترميمها وتجديدها إذا استعملت في المباني، ويتم تصنيف الحجر بناءً على: امتصاص الحجر للماء والوزن النوعي ومقاومة الكسر وقوة القص ومقاومة التآكل وصلابة الحجر ولونه وعدم وجود شقوق وفواصل، ويتم صيانة الحجر الرملي بعد تركيبه وذلك بمعالجة الأسطح الخارجية للوجهات بالمواد الكيمائية اللازمة للإتمام العزل أو لظهور الأسطح بشكل أكثر لمعاناً وثباتاً لبعض الاستخدامات الخاصة، ولا يستخرج من بيئة الدراسة لكنه من الخامات غير المرفوضة ولا النادرة لقربه النوعي من محاجره.

هـ. الجرانيت: من أهم مواد البناء والزخرفة وهو حجر بركاني شديد الصلابة **شكل (١٤)** مقاوم للتآكل صعب التشغيل وغير مقاوم للحريق خصوصاً مع الماء ويشيع استخدامه، وهو مقبول في الأغراض ذات الاستعمال البشري الشاق والعالي الكثافة، ويتم استيراده محليا من أماكن كثيرة [٣٤]، ويغطي الجرانيت العديد من مفاهيم استدامة مواد البناء كالمتانة وإمكانية إعادةالتدوير والاستخدام وقبوله من الوِ جهة الاجتماعية ... الخ.

شكل (١٤) استخدام الجرانيت في التشييد

و. الخيزران: متواجد ببيئة الدراسة ولكن بشكل محدود وأغلب استخدامه في أعمال الأثاث والأعمال الخارجية Hardscaping **شكل (١٥)** كأماكن الانتظار والبرجولات ... الخ، ويتميز باحتفاظه بقيمته من حيث إعادة تشغيله أو تشكيله، ولكنه غيرمُعمِر.

ز. القش: يمكن استخدامه إذا كان خاليا من الرطوبة، ومع بداية التسعينات بدأ يظهر القش كمادة "ممكنة " للبناء بما له من أبعاد اقتصادية: لرخصه وعدم احتياجه لعمالة ماهرة، وأبعاد صحية: للاستفادة منه بدلا من حرقه مسببا تلوثا للبيئة، وأبعاد بيئية: نظراً لدخوله منظومة التشييد بدلا من تحوله إلى عبء على جهات التخلص منه، وأبعاد مناخية [٣٥]: بما له من قيمة للعزل الحراري أفضل بثلاث مرات من تلك الخاصة بجدار الأسمنت المعزول بطبقة من الفايبر جلاس (فقيمة العزل الحراري للقش تقريبا ٤٩,٥، أما البُلك الأسمنتي ٠,٢ فقط)،لذلك تُعتبر منازل حزم القش موفرة للطاقة،وقد أُجريت دراسة على المنازل المبنية من القش، فوجد أنها تستهلك ١٠,٢ كجم من الفحم للتدفئة، بينما المنزل الأسمنتي ٣٤ كجم .

كما يعد القش من أخف مواد البناء، ويتميز بمتانة عالية خاصةً عندما تدك الحزم جيداً وتقوى بأسياخ من الفولاذ، كما أن مباني القش تتميز بملاءمتها للمناطق المعرضة للزلازل، فليُونته وقوة امتصاصه لصدمات الزلازل بدلاً من نقلها للأسقف مثلما تقوم به مواد البناء الأخرى كالخرسانة والفولاذ يجعل حزم القش أكثر ملائمة لهذه المناطق، وبلا شك فإن تقوية هذه الحزم بشبكات فولاذية تزيد من متانة الجدران، وتبدو منازل حزم القش [٣٦] مشابهة للمنازل التقليدية إلى حد كبير، **شكل (١٦)**،وبدلاً من استخدام الخشب أو الحجر والمواد العازلة يمكن بناء الجدران باستخدام حزم القش والتي يتم تغطيتها لاحقًا بالجص، ولقد لاشى الاهتمام بطريقة البناء بحزم القش بحلول الخمسينات ولكنها عادت مرة أخرى في السبعينيات، وتحظى حزم القش الآن بتفضيل كبير بوصفها خيار بناء صديق للبيئة، ولكن لم يتم اعتمادها عالميًا بعد.

شكل (١٥) استخدام الخيزران في البناء

شكل (١٦) استخدام القش في التشييد

ثانيا: مواد البناء الطبيعية المعالجة: ويتم الإشارة هنا فقط إلى الخشب والطوب:

أ. الخشب [٣٧]**:** خامة قوية وخفيفة الوزن، يستخدم كمادة إنشائية نظرا لتجدده وسهولة تصنيعه واستخدامه، كما انه مصدر مهم للكربون، ويمكن القول بان الأخشاب كمادة إنشاءتعد مُستدامة بنسبة تواجدها بمنطقة البحث ، **شكل (١٧)**، ويتم الحصول عليه من مصادره الطبيعية لاستخدامه كعنصر إنشائي، أو يتم إعادة استخدامه في منتجات جديدة لتحقيق أفضل استفادة ولا سيما في الأرضيات بما له من بُعد حراري / صحي / مظهر مقبول وأنيق، ويشترط ألا تكون معدلات استهلاك الأخشاب أكبر من معدلات نمو الأشجار المنتجة لتلك الأخشاب، ومن حيث البعد الصحي (أحد دعائم الاستدامة) تراعى المواد الصمغية والمواد اللاصقة والغراء المستخدمة في تصنيعه، والتي يمكن أن تسبب انبعاثات تؤثر في جودة الهواء الداخلي .

ب. الطوب: ويفضل استخدامه بما له من مميزات وخواص، فهو مصنع من مادة متوفرة ببيئة الدراسة مع سهولة تشكيلها، ورخيصة، فضلا عن قوة تحمله، كمانله جيد حرارياً ، ومتجانس مع مواد البناء الأخرى كالأخشاب والأحجار، ومن أنواعه: الطوب الأحمر، والطوب الطيني، والطوب الأسمنتي الخرساني ومنه المصمت والمفرغ وطوب الأسقف والكولسترا

، والطوب الخفاف، والطوب الحراري (طوب السيليكات)، والطوب الزجاجي، والطوب الرملي الجيري، والطوب الطيني (الأحمر) وكلها أنواع تحظى بقبول من منظور المفاهيم العامة لمواد البناء المستدامة، **شكل (١٨)**.

ثالثاً: مواد البناء المصنعة [٣٨]:

ويتم الإشارة بهذا المختصر إلى ست مواد كأمثلة على مواد البناء التقليدية المصنعة، وهي:

أ. الخرسانة: مادة قوية وقابلة لإعادة الاستخدام وقليلة الانبعاثات، كما تتميز بكتلة حرارية كبيرة، وتمتص الحرارة وتحتفظ بها طوال اليوم وتملك قدرة للتبريد ليلا، **شكل (١٩)**، ولها أنواع عديدة من حيث طرق التشييد ونسب الخامات الداخلة فيها وتقنيات التنفيذ.

شكل (١٧) استخدام الخشب في التشييد

شكل (١٨) استخدام الطوب في البناء

شكل (١٩) الخرسانة كمادة بناء

ب. الحديد: من المواد الأكثر قابلية لإعادة التدوير، حتى فيأشد حالاته تشتتاً نظر للخصائص المغناطيسية له، كما يعد من أكثر المواد المعدنية استخداما بالأبنية السكنية، كما أن صور الحديد ومنها **الإستانلس ستيل:** وهو خليط من الحديد وغيره من المعادن ويمكن أيضا أن يعاد تدوير الحديد به لفصل المكونات بعناية، وتوجد بمصر صناعات الحديد والصلب بمعدلات تسمح بالاعتماد عليه كمادة مستدامة في أعمال الإنشاءات.

جـ. الألومنيوم: يتطلب في حالة إعادة تدويره حوالي ٢٠% فقط من الطاقة المتطلبة لتصنيعه من خام البوكسيت، مما يدعم قرار استخدامه نظرا لخصائصه الطبيعية الجيدة من حيث: خفة وزنه، ومقاومته للتآكل، وقلة صيانته.

د. الزجاج: يعد مادة ممتازة من حيث إعادة التدوير ليكون مادة خام للاستخدام مرة أخرى ليدخل بشتى الاستعمالات كزجاج للنوافذ وبلاط السيراميك والطوب الزجاجي [٣٩].

هـ. البلاستيك: يمكن إعادة دورته بسهولة في حالة وجوده كمادة إنشائية منفصلة، أما فيحالة وجوده مختلطاً مع مواد أخرى فإن هذا يجعل من إعادة دورته أمراً صعباً أومستحيلاً .

و. الفوم: يستخدم كعازل حراري، وعندئذ يمكن إعادة تشكيله ومن ثم استعماله، ولكن الغالبية منه لا يمكن إعادة تشكيلها، وبالنسبة للفوم على شكل علب فيمكن إعادة استخدامه بوضعه في الخرسانة كمادة مالئة أو في تأسيس الطرق.

٢/١/٤ مواد البناء الحديثة:

ويمكن أن تأتي - بوجه عام - من خلال عشرة تصنيفات كحل للمشاكل التي تواجه المهندس، فتستخدم لتحسين ظروف التشغيل أو خواص الخلطات الخرسانية والمونة أو ترميم وتقوية وحماية المنشآت والفواصل والتشطيبات [٤٠]، وهي:

- الدهانات الكيماوية للشدات.
- الإضافات الكيماوية للخرسانة والمونة.
- المركبات الكيماوية لعلاج الخرسانة بعد صبها.
- المركبات الإيبوكسية لمختلف الأغراض: كالحقن واللحام والصلابة والالتصاق والمقاومة.
- المواد العازلة للرطوبة والمياه.
- المواد العازلة للحرارة والخرسانة الخفيفة.
- مركبات الماستيك وحشو الفواصل.
- المركبات اللاصقة لمختلف الأغراض.
- مواد الأرضيات والبلاط وتكسير الحوائط.
- المستحلبات البيتومينية.

وبمراجعة البنود البيئية والاجتماعية والاقتصادية لتأصيل استدامة مواد البناء كما بالهيكل المؤصل لاستدامة مواد البناء **شكل (٣)**،يلاحظ أن كل منها يغطي بعض البنود موجهاً منظومة التشييد صوب الاستدامة،ولكن تكمُن الجودة في التشييد في اختيار أكثر المواد تأصيلاً لتلك المفاهيم المشار إليها في الهيكل المشار إليه.

٢/٤ بدائل اختيار مواد البناء The product selection process [٤١]:

وبدراسة كل المواد السابقة من خلال المداخل الثلاثة المؤصلة للاستدامة فإن أيا منها لن يكون الأفضل بشكل مطلق، ولكنه يمكن أن يكونمقبولاً أو جيداً من نفس المداخل بأخذ الآثار المترتبة على استخدامه بعين الاعتبار [٤٢]، فيلاحظ أن: إنتاج الأخشاب غير وفير بمنطقة الدراسة نظرا لارتفاع الكثافة البنائية والسكانية ومحدودية الظهير الزراعي، وكذلك ارتفاع تكلفة حديد التسليح من تصنيع ونقل، أما اختيار الخرسانة المسلحة في التشييد فيعداختيارا متاحاً وشائعاً بالفعل مع الأخذ في الاعتبار سلوك مادة الخرسانة من حيث خواصها المختلفة وسلوكها ولكن يتحتم أيضا أخذ بعض الاحتياطات من منظور حراري عن طريق: اختيار الألوان، والتوجيه، ودراسة الفتحات، ودراسة العزل للحوائط والأسقف... وهكذا يمكن القول بأنه لا توجد موادا تختص بكل أو معظم محددات الاستدامة ولكن توجد مواداً يمكن بالنظر للتطبيق المنوط بها أن تجد قبولا باعتبارات الاستدامة الواردة **بشكل (٣)**.

٣/٤ ضمان جودة مواد البناء المستدامة:

يتم استخدام العديد من مواد البناء بالتشييد بما لها من خصائص مختلفة بعمليات التشييد ولا يوجد أفضلية مطلقة لمادة على أخرى، حيث تعتمد الأفضلية بشكل نسبي على طبيعة المشروع وموضعه ومتطلباته، وعلى أسلوب تناول مادة البناء نفسها المستخدمة به، وبالتالي كلما تحققت مميزات أكثر من مادة ما يمكن الاعتماد عليها، فمثلا: يمكن استعمال مادة مقبولة استداميا كالخيزران في مناطق إنتاجه، لكن يختلف التقييم لنفس المادة اذا كان سيتم شحنها من أماكن نائية، بالتالي فلن تحقق نفس الميزة بأخذ الطاقة الكامنة بعين الاعتبار وبسبب تكلفة الشحن [٤٣]، كما أن تشييد سقفا معدنيا عالي الجودة يدوم طويلا قد يكون خيارا افضل اللجوء لبديل من الخشب (غير معمر) في ذات الأماكن المنتجة للأخشاب.

كما أنه من الأهمية تحقيق جودة عالية من الناحية الصحية لمواد البناء المستخدمة في تشييد الدواخل وأثرها على النواحي الصحية والبصرية والقبول الاجتماعي لضمان الاستمرارية من لدن الشاغلين أنفسهم ولتحقيق ميزات مضافة كترشيد استهلاك الطاقة مثلا، وعلى الرغم من اهتمام الصناعات بالتصاميم النهائية للديكور والمفروشات والأرضيات بتقديم بدائل أكثر ملائمة للشاغلين إلا انه لا يزال البحث العلمي ودراسات علوم المواد تسعر نحو المزيد من التطوير نحو ضبط السلبيات المرصودة بالوقت الراهن وهو أمر تشدد الدراسة الراهنة عليه.

٤/٤ موارد ذات صلة Relevant Resources:

يمكن لعدد من قواعد البيانات والأدوات التحليلية في بعض المواقع الإلكترونية المُساعَدة في تحديد المكان المقصود من ضبط محددات استدامة مواد البناء به، وبالتالي: دعم مجموعات الترخيص الرسمية بهذا المكان ممثلة في الأحياء وذلك عند منح الرخص، أو تقديم الدعم الفني أو تقديم الاستشارات اللازمة بالخصوص، كما يمكن الاسترشاد بها لعمل قواعد بيانات مماثلة لبيئة الدراسة، وذلك بعد أقلمتها لتلائمها باعتبار خصائصها المميزة، مثل:

مواد البناء الخضراء من منظور اقتصادي Building Materials in a Green Economy [٤٤]: وفيه يتم تناول قواعد البيانات الخاصة بمواد البناء من منظور بيئي واقتصادي.

أفضل عشرة منتجات للمباني الخضراء لعام ٢٠١٠ (Top Ten Green Building Products of 2010) [٤٥]: وهي مجلة علمية متخصصة في مواد البناء وتطبيقاتها ومحدداتها وأسلوب اختيارها من منظور (استدامي) أخضر.

العلامة الخضراء واختبار (فلور سكور): الخاص بالأرضيات ولعدد محدود من المواد الكيميائية.

تقييم الأثر البيئي Environmental Impact Assessment (EIA): هو برنامج يتيح لفرق التشييد تقييم الآثار البيئية المترتبة من استخدام مجموعة من مواد البناء، ويقدم تقييمات لأكثر من ٢٠٠ من المنتجات، حيث يتم حساب معدلات أداء المنتجات طبقاً للآثار البيئية، كالاحتباس الحراري ونوعية الهواء الداخلي، كما يقدم عناصر التكلفة العالمية مثل: التأكسد وعناصر الصحة والتغذية الكافية واستنفاذ الوقود الأحفوري، وتغير الموائل.

برنامج البناء الأخضر [٤٦]: من إعداد وكالة أخبار البناء البيئي، ولها دليل مواصفات يتم به تنظيم المنتجات في فئات بموجب معهد مواصفات البناء.

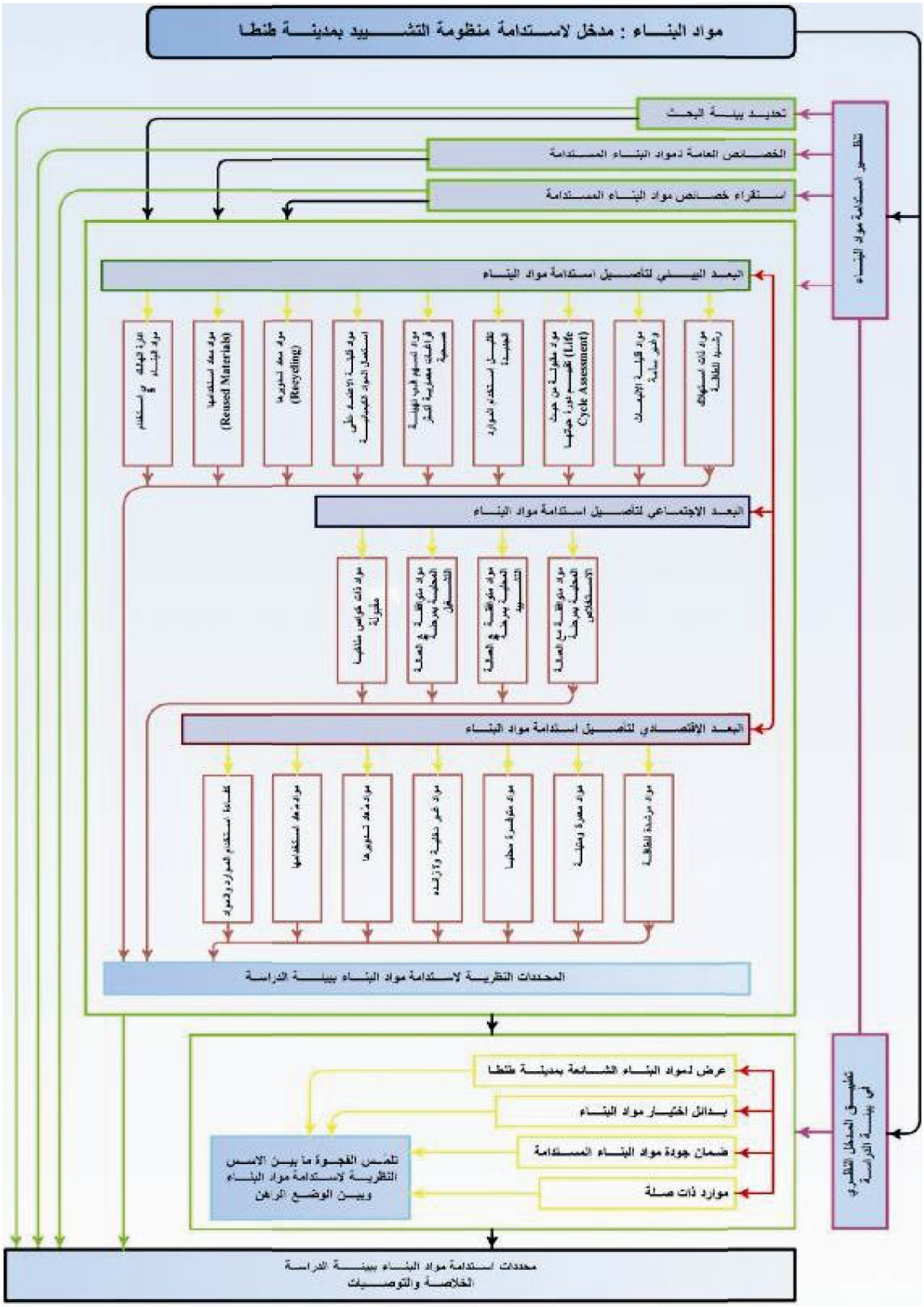
معهد حماية البيئة الخضراء: يقوم المعهد بترخيص واعتماد منتجات محددة لنوعية الهواء في الأماكن المغلقة، لاختبار المركبات العضوية المتطايرة، الألدهيد، الستايرين وغيرها من المواد المحددة مثل المواد المسرطنة والسموم المعاد إنتاجها وذلك وفقا للمعايير الوطنية والدولية.

٥. صياغة إطار مقترح لبلورة محددات استدامة مواد البناء ببيئة الدراسة:

مما سبق يتم صياغة الخصائص العامة لمواد البناء المستدامة ببيئة الدراسة استناداً للجزء النظري من خلال المداخل البيئية والاجتماعية والاقتصادية، ومن خلال تطبيق المفاهيم التي تم استقراؤها بصورة نظرية وإسقاطها على بيئة الدراسة لتلمس الفجوة ما بين الأسس النظرية لاستدامة مواد البناء وبين الوضع الراهن بغرض بلورة هيكلاً مقترحاً لضبط وترسيم ملامح مواد البناء المستدامة ببيئة الدراسة طبقا للهيكل المقترح **شكل (٢٠)**، وهو هيكل يوطئ العديد من الأفكار والمداخل التي تصوغ الفكر السائد بالفترة الراهنة لمفهوم مواد البناء المستدامة.

٦. الخلاصة والتوصيات:

- العمل على وضع نظام كُفء للمراقبة والتفتيش على الأبنية خلال مرحلة التنفيذ للتحقق من مطابقة ما ينفذ لما هو مثبت في مستندات الترخيص، وذلك بعد صياغة آلية داعمة للإطار المقترح بالدراسة كمدخل لضمان استدامة تناول مواد البناء ببيئة الدراسة، مع تعظيم العقوبات على حالات الحيود المتفشية ببيئة الدراسة.
- التحرك نحو إلزام المتقدم للترخيص بالبناء بدراسة توضح استدامة تناول مواد البناء واعتبارها جزء من متطلبات الترخيص على غرار الإطار المقترح ببيئة الدراسة مع أخذ الفروق المحتملة طبقا لطبيعة المشروعات والمواقع.
- وضع تشريعات إجبارية تخص ضوابط الاقتصاد في الطاقة لتصاميم الأبنية، وخاصة السكنية ذات السعر المدعم.
- ربط منظومة التراخيص الإدارية للأبنية بمثيلتها الحاكمة لخطة الطاقة بالأبنية، ووضع تصنيف أهمية للأبنية استنادا إليه، ولا سيما في مرحلة ما بعد التشغيل.
- التركيز على استغلال مواد البناء الصديقة للبيئة مع دعم الاعتماد على الموارد المتجددة ضمن منظومة مواد البناء.
- بالنظر لقش الأرز ببيئة الدراسة يمكن توجيه التعاون بين الهيئات والقطاعات المختلفة ولاسيما المركز القومي للبحوث، أكاديمية البحث العلمي، اتحاد الصناعات، جهاز شئون البيئة، جهاز الخدمة الوطنية بالقوات المسلحة، معهد الدراسات البيئية، لدعم مشروع قومي يسعى لتوفير وحدات اقتصادية صديقة للبيئة وتحويل هذا القش إلى نقطة داعمة في منظومة التشييد بدلا من كونه عبء على البيئة والأجهزة المعنية بها ولا سيما ببيئة الدراسة.
- دعم وتطوير مواد البناء المعتمدة على تقنيات النانوتكنولوجي بعمليات التشييد والحماية من الحريق وتصنيع الدهانات والزجاج وتكييف الهواء لرفع كفاءتها عموما وبخاصة الطاقة، وتوفير بديلا مقبولا لمواد البناء الطبيعية.
- البحث في تطوير موارد وأنماط بُناء ذكية كخطوة نحو الترشيد من ناحية ودفع التنمية من ناحية أخرى.



شكل (٢٠) الهيكل المقترح لضبط وترسيم ملامح مواد البناء المستدامة ببيئة الدراسة

المراجع:

[1] Prof. Ali Harlin, D.Sc. 2010. **Status and impact of sustainable materials for packaging.** Singapore, 16.05.2010 P. 8.

[2] Pekka Huovila, Bill Porteous and Christoph Maria Ravesloot. 2010. **Procurement Handbook for Sustainable Buildings - Full Report.** produced for the UNEP by the International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). P. 10.

[3] **Creating Sustainable Organizations.** Meeting the Economic, Ecological and Social Challenges of the 21st Century. P. 6.

[4] CHARLES MYERS Associate Deputy Chief, (NFS). 2008. **Buildings and related facilities handbook. - Chapter 70 - SUSTAINABLE BUILDINGS.** National headquarters (wo), Washington, DC. P. 10.

[٥] د. أسامة عبدالنبي قنبر: **"استدامة المناطق السكنية بالمجتمعات الحضرية الجديدة بإقليم القاهرة الكبرى – مدخل لتقييم البعد الاستدامي"**، رسالة دكتوراه غير منشورة بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة الأزهر، القاهرة، مصر، ٢٠٠٥.

[6] UNEP DTIE sponsored by InWent. (2003). **Integration Sustainable Production& Consumption**. Brazil: Training Programme for Capacity Building in National Cleaner Production Centers.

[7] Facilities Services Department. (2005). **UNR SUSTAINABLE BUILDING GUIDELINE (Reference – UNR Sustainable Building Policy).**: The University of Nevada. USA. P. 5.

[8] UNEP DTIE sponsored by InWent. (2003). **Integration Sustainable Production & Consumption**. Brazil: Training Programme for Capacity Building in National Cleaner Production Centers.

[9] Campus Planning. (2006). **Uvic Campus Sustainability Guidelines.** University of Victoria. Campus Sustainability Guidelines. P. 11.

[10] Pekka Huovila, Bill Porteous and Christoph Maria Ravesloot. (2010). **Procurement Handbook for Sustainable Buildings - Full Report.** produced for the UNEP by the International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). P. 10.

[11] UNEP DTIE sponsored by InWent. (2003). **Integration Sustainable Production& Consumption**. Brazil: Training Programme for Capacity Building in National Cleaner Production Centers. slide 5.

[12] Busby Perkins+Will and Stantec Consulting. 2003. **Sustainable Building Design, PRINCIPLES, PRACTICES& SYSTEMS**, Created for Metro Vancouver P. 58.

[13] B+C Design, Construct Bala Residence. **Timber as a sustainable building material.** P. 21

[14] Busby Perkins+Will and Stantec Consulting. 2003. **Sustainable Building Design. Principles, Practices& Systems**, Created for Metro Vancouver. P. 52.

[15] **Report of Sustainable Materials** - WSP green by design.

[16] Busby Perkins+Will and Stantec Consulting. 2003. **Sustainable Building Design, PRINCIPLES, PRACTICES & SYSTEMS**, Created for Metro Vancouver P.P. 48,49,50.

[17] The Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). **Sustainability and the RICS property lifecycle.** Surveyor Court, Westwood Business Park, Coventry. UK. CV4 8JE. ISBN 978 1 84219 493 5, P. 40.

[18] CHARLES MYERS. (NFS). *Op. C*it, P. 19.

[19] **Solid Waste and Materials Management.**

Available at: http://www.epa.gov/statelocalclimate/local/topics/waste-mgmt.html.

[20] **Creating Sustainable Organizations** - Meeting the Economic, Ecological and Social Challenges of the 21st Century. Slide 7.

[21] Chris Butters and Filip Henley. (2009). **The Ecology of Building Materials**. UK: Architectural Press. Elsevier Ltd. Second edition. ISBN: 978-1-85617-537-1. P. 49.

[22] UNEP DTIE sponsored by InWent. (2003). **Integration Sustainable Production & Consumption**. Brazil: Training Programme for Capacity Building in National Cleaner Production Centers.

[23] Cannon Design, Brown Sardina, Cullinan Engineering, and Gilbane Construction Company. **LEED Workshop**. Worcester Polytechnic Institute. P. 8.

[24] Pekka Huovila, Bill Porteous and Christoph Maria Ravesloot. *Op. Cit,* P. 10.

[25] B+C Design, Construct Bala Residence. **Timber as a sustainable building material.** P. 18

[26] Sara Schley and Joseph Laur. (2005). **Creating Sustainable Organizations.** Meeting the Economic, Ecological and Social Challenges of the 21st Century. Available at: http://nbis.org/nbisresources/sustainability_frameworks/creating_sustainable_organizations_schley_laur.pdf .

[27] د. احمد عاطف الدسوقي فجال **تكنولوجيا البناء والطاقة المهدرة "إدماج البعد البيئي في القرارات التصميمية لتحقيق الاستدامة**. كلية الهندسة – جامعة عين شمس.

[28] د. ناديا محمد بصير: **أسس اختيار مواد البناء البيئية**، مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية، وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، مصر، القاهرة، إبريل 2000.

[29] طه النجار: **"الحكومة تتوسع في النانوتكنولوجي بالبناء لخفض التكاليف"**

Available at: http://www.masress.com/rosadaily/50368.

[30] Haimei Zhang. (2011). **Building materials in civil engineering**. Cambridge CB22 3H5, UK. Woodhead Publishing Limited and Science Press. P. 26.

[31] Sustainability and the RICS property lifecycle - RICS Practice Standards, UK.

[32] UNEP DTIE sponsored by InWent. (2003). **Integration Sustainable Production & Consumption**. Brazil: Training Programme for Capacity Building in National Cleaner Production Centers.

[33] B+C Design, Construct Bala Residence. **Timber as a sustainable building material.** P. 18

[34] Available at: http://www.kw-eng.net/articles-action-show-id-62.htm.

[35] البناء بالمواد المستدامة.. نظرة جديدة

Available at: http://forum.kooora.com/f.aspx?t=18929793

[36] المنزل الجديد: تقنيات بناء أكثر جذرية

available at: http://www.planetseed.com/ar/node/102343

[37] **Timber as a Sustainable Building Material – Australian government, forest and wood products**, research and development corporation.

[38] DESIGN. **Report of Sustainable Materials - WSP GREEN by DESIGN.** P. 1.

39 Gabrielle G. Gaustad. 2004. **Towards sustainable material usage: time-dependent evaluation of upgrading technologies for recycling.** B.S. Ceramic Engineering -New York State College of Ceramics at Alfred University.

[40] Prof. Ali Harlin, D.Sc., (2010). **Status and impact of sustainable materials for packaging** Singapore, 16.05.2010

[41] (March 11, 2011). **New Guide on Specifying Green Materials.** Available at: http://www.durabilityanddesign.com/news/?fuseaction=view&id=5240

[42] Owen E. Dell. (2009). **Sustainable Landscaping For Dummies**. Published by Wiley Publishing, Inc. 111 River St. Hoboken, NJ 07030-5774. Canada: Indianapolis, Indiana. ISBN: 978-0-470-41149-0.

[43] دبي البيان بالتعاون مع مشروع المدينة المستدامة بدبي: **"7 معايير لاختيار مواد بناء المدن المستدامة"**
Available at: http://www.albayan.ae/economy/local-market/2011-05-15-1.1438554. Accessed at: 30.12.2010.

[44] Available at: http://www.greeneconomics.net/BuildMatEssay.html. Accessed at: 23.07.2012.

[45] Available at: http://greenbuildingelements.com/2010/07/19/top-ten-green-building-products-of-2010. Accessed at: 16.01.2011.

[46] Available at: www.buildinggreen.com. Accessed at: 23.07.2011.