Mansoura University
Faculty of Engineering
Mansoura Engineering Journal

تطوير استخدام مواد البناء كمدخل للعمارة المستدامة فى مصر

Development of the Use of Building Materials Systems as an Approach to Sustainable Architecture in Egypt

Fawzia M. EL ELsbaay, *Sherief A. Sheta* and Asmaa N EL-Deen

KEYWORDS:
Building materials – sustainable materials – sustainable construction systems.

***Abstract*— In recent decades, Building Technology has witnessed several and successive plethora which led to the development of many traditional building materials and the use of many modern materials within enterprises therefore a lot of negative changes have taken place that have affected the ecosystem and the lack of sustainability of these facilities occurs, prompting a lot of designers and companies which are developing building Materials to think of re-development of modern building materials in order to achieve sustainable construction and compatibility with the environment according to many of the architectural trends which call for Friendship(mutuality) with the environment as it can be called sustainable architecture as a response to the current conditions of the environment , pollution and human health issues, which in turn influenced the architectural and urban outcome . The research aims at the pursuit of sustainable architecture by developing the use of building materials and construction systems in a friendly manner with the environment. To achieve the goal, comparison of accredited universal archetypes from the green building organizations, has been done on the aspects of sustainability used in building materials concluded a set of recommendations that can be followed in order to let the system work in an integrated way under the umbrella of sustainable development and architecture in Egypt.**

الملخص: **— شهدت تكنولوجيا البناء في العقود الأخيرة عدة طفرات متلاحقة مما أدى إلى تطوير العديد من مواد البناء التقليدية واستخدام العديد من المواد الحديثة داخل المنشأت, وبالتالى حدوث الكثير من التغيرات السلبية التى أثرت على المنظومة البيئية وعدم تحقيق استدامة هذه المنشأت, مما دفع الكثير من المصممين والشركات المطورة لمواد البناء إلى التفكير فى إعادة تطوير مواد البناء الحديثة بما يحقق استدامة البناء والتوافق مع البيئة, وذلك تماشيا مع العديد من التوجهات المعمارية والتى تدعو مصداقة البيئة, حيث يمكن أن يطلق عليها العمارة المستدامة كأستجابة للظروف الحالية من قضايا البيئة والتلوث وصحة الإنسان والتى أثرت بدورها على المنتج المعمارى والعمرانى, ويهدف البحث إلى السعى نحو العمارة المستدامة عن طريق تطوير استخدام مواد البناء وفى إطار السعى للوصول للهدف تم عمل مقارنة أمثلة عالمية معتمدة من هيئات البناء الأخضر على جوانب الاستدامة فى مواد البناء, وقد خلص البحث إلى مجموعة من التوصيات التى يمكن إتباعها بغرض عمل منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء تحت مظلة التنمية والعمارة المستدامة فى مصر**

I. المشكلة البحثية

تمثل المشكلة البحثية فى افتقار مواد البناء التي ظهرت خلال العقود الأخيرة الثلاثة الماضية إلى المحددات والمعايير التي تتيح استخدامها بأسلوب متوافق مع البيئة, كما أن التطور التكنولوجي في مواد البناء أنتج العديد من المواد الحديثة ذات التأثير السلبي على البيئة ولم يراع بشكل متكامل تحقيق التوازن المطلوب بين الجوانب التصميمة واستخدام مواد البناء والتوفق البيئي, بالإضافة إلى تأثير بعض مواد البناء سلبيا على دورة حياة المبنى.

Received: 21 December, 2015 - accepted: 14 May, 2016.

Fawzia M. EL ELsbaay. University of Mansoura, Dept. of Architectural Engineering, Collage of Engineering, 35516, Dakahlia, Egypt, (E- mail: Eng.fawzia_e@yahoo.com)

Sherief Ahmed Ali Sheta, Associate Professor; Dept; of Architecture, Faculty of Engineering, Mansoura University, (e-mail: sheriefsheta@mans.edu.eg).

Asmaa Nasr EL-Deen EL-Badrawy Lecturer, Architectural Dept, Mansoura University (e-mail: Asmaaelbadrawy@gmail.com).

II. فرضية البحث

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

III. أهداف البحث

يهدف البحث إلى طرح منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء لتحقيق العمارة المستدامة وذلك من خلال النقاط التالية:

1) تحقيق الاستدامة عن طريق تطوير استخدام نظم إنشائية ومواد البناء الصديقة للبيئة.
2) تحقيق استراتيجيات الاستدامة للمبنى وذلك عن طريق وضع البيئة محل اهتمام.
3) توظيف التكنولوجيا البيئية لتحقيق الاستدامة

IV. منهجية البحث

للوصول إلى الأهداف المرجوة من الدراسة إتبع البحث الخطوات الإجرائية التالية:

1- دراسة مفهوم مواد البناء والعمارة المستدامة.
2- دراسة تصنيف مواد البناء المستدامة وتصنيفها من حيث أنظمة المبنى وطبيعة مواد البناء .
3- دراسة خصائص ومواصفات مواد البناء الاعتيادية ومواد البناء المستدامة .
4- دراسة ومناقشة الاستراتيجيات الخاصة بالاستدامة والتي يتم تحقيقها من خلال كفاءة مواد البناء وإعادة تدوير المخلفات الناتجة من عملية البناء .
5- الدراسات التحليلية لمباني عالمية حاصلة على اعتماد البناء الأخضر.
6- دراسة تقنية الحلول لتحقيق المتطلبات البيئية والوظيفية وتشكيل الفراغات المعمارية الحديثة لتطوير استخدام مواد البناء الحديثة بما يتوافق مع البيئة المحيطة.
7- دراسة بعض المواد البديلة وأساليب البناء المستدامة.

1 مواد البناء والعمارة المستدامة

تعرف مواد البناء المستدامة " بأنها تلك المواد التي تستخدم مصادر الأرض بكفاءة وهى مواد مسئولة بيئيا, تحترم حدود المواد الغير متجددة كما فى خام المعادن والمواد البترولية, تتكامل مع الأنظمة الايكولوجية والدورات الطبيعية للمواد, غير سامة وتصنع من مواد معاد تدويرها, وهى نفسها قابلة للتدوير وإعادة الاستخدام, تصنع بأسلوب صديق للبيئة, وأسلوب استخدامها متوافق بيئيا, وكذلك يمكن استعادتها بعد الاستخدام."

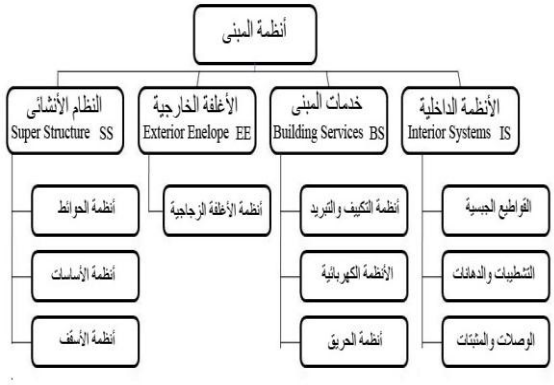
تعتمد فكرة المباني المستدامة على الدمج بين الاستراتيجيات المختلفة خلال مراحل عمر المبنى من عمليات التصميم والإنشاء والتنفيذ, ويمثل استخدام مواد ومنتجات البناء المستدامة العديد من المزايا والمميزات لكلا من مالكي ومستخدمي المباني, ومن أهمها تقليل تكاليف الصيانة والاستبدال خلال, وترشيد استهلاك الطاقة خلال مراحل عمر المبنى, والتحسين من صحة وإنتاجية مستخدميه, بالإضافة إلى إمكانية التغيير فى الفراغات بأقل تكلفة وإتاحة مرونة أكبر فى عملية التصميم[7]

2 تصنيف مواد البناء المستدامة

يتم تصنيف مواد البناء بطرق مختلفة تشمل تصنيف مواد البناء من حيث الغرض من الاستخدام والتطبيق وخصائصها الفيزيائية والطبيعية وتبعا لاستخدامها فى تكوين أنظمة المبنى, ومن بين تلك الصفات نذكر مايلي:

2-1 تصنيف مواد البناء من حيث أنظمة المبنى:

تدخل مواد البناء فى تشكيل المبنى بصفة عامة وفى تكوين أنظمة المبنى المختلفة من أنظمة إنشائية تشكل الهيكل الأساسي للمبنى وأنظمة الغلاف الخارجي التي تحمى المبنى من العوامل الخارجية, وأنظمة الخدمات المختلفة وكذلك الأنظمة الداخلية كما هو موضح بالشكل.



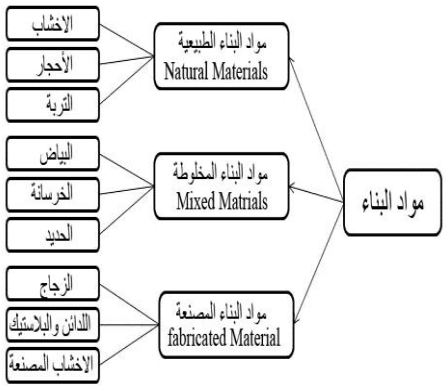
(1-1) تصنيف مواد البناء المستخدمة فى إنشاء المباني
المصدر: Fernandez, J. (2006), Material Architecture", p.82

2-2 تصنيف مواد البناء من حيث طبيعة مواد البناء

تنقسم مواد البناء من حيث طبيعة المادة إلى مواد طبيعية ومواد مخلوطة ومواد مصنعة, شكل (3-1).[2]

المواد الطبيعية : ""Natural Materials مثل (الأحجار – المواد العضوية كالأخشاب- البناء بالتربة)

المواد المخلوطة Fabricated Materials"" : مثل (المعادن – اللدائن – الحراريات والسيرميكات – المواد المركبة).

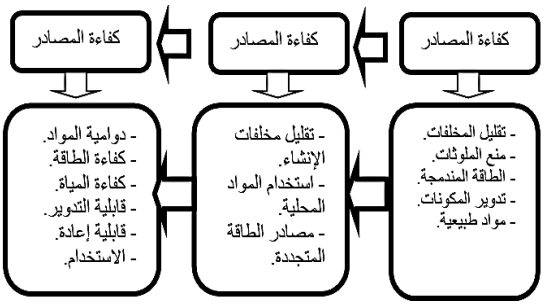
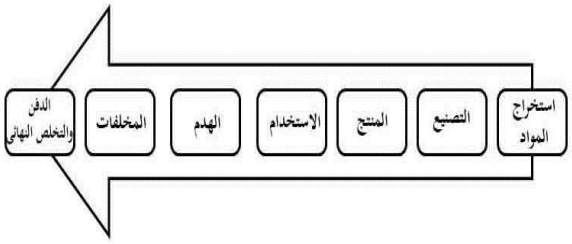
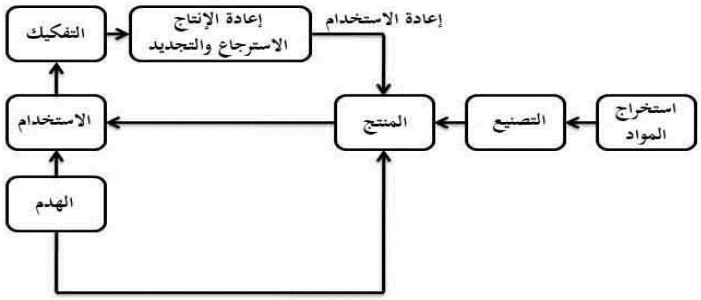


شكل (1-2) تصنيف مواد البناء المعاصرة من حيث طبيعة مواد البناء
المصدر: بتصرف من: على رأفت,(2003),الابداع الفني فى العمارة,ص

3 مقارنة بين خصائص ومواصفات ودورة حياة مواد البناء الاعتيادية ومواد البناء المستدامة

يشير جدول (1) إلى دراسة الاعتبارات البيئية لمواد البناء المستدامة والتى أصبح من الضروري تصنيفها إلى ثلاث مجموعات أساسية وهى (1)كفاءة مصادر المواد ومعايير,(2) جودة البيئة الداخلية,(3) معايير الكفاءة، كما تربط دورة حياة مواد البناء بدورة حياة المبنى بداية من اختيار مواد البناء الأولية وإنشاء المبنى إلى مرحلة التخلص النهائي.أما بالنسبة لدورة حياة مواد البناء المستدامة فهي تسعى إلى استدامة المواد وكذلك تعظيم الاستفادة من مواد البناء والتي لا تنتهي فترة حياتها بانتهاء عمر المبنى .

جدول رقم (1)
مقارنة مواد البناء الأعتيادية بمواد البناء المستدامة من حيث (خصائص ومواصفات مواد البناء – دورة حياة مواد البناء).

مواد البناء الاعتيادية	مواد البناء المستدامة
خصائص ومواصفات مواد البناء	
هي تلك الصفات التي تعرف بها المادة نفسها,وهى المقاييس المحددة التي تصف حدودها,وهى اللغة التي يوضح بها المصمم احتياجاته من حيث مقاومة الأحمال والكسر والتفتت والتفاعلات الكيميائية وغيرها من القوى الأخري[1], وهذه الصفات مفيدة فى المجالات العلمية والتي تهتم بتحليل سلوكها وتكوين النظريات العلمية التي تدرس التكوين الذرى والتركيب الجزيئي للمواد والتي تساعد فى التعرف على الصفات والخصائص المميزة لمواد البناء.[1]	بدراسة الاعتبارات البيئية لمواد البناء المستدامة أصبح من الضروري تصنيفها إلى ثلاث مجموعات أساسية كما بالشكل (3-3).[8]  شكل (1-3): المراحل الثلاثة الأساسية لدورة حياة مواد البناء المستدامة. المصدر :Jin Kim,J.,&Rigdon,B (2002) "Sustainable Architecture module"
دورة حياة مواد البناء	
ترتبط دورة حياة مواد البناء بدورة حياة المبنى نفسه, وتعتمد بدورها على تحليل مكونات المبنى بداية من اختيار المواد الأولية وإنشاء المبنى إلى مرحلة التخلص النهائي Cradle-to-Grave, والموضح بالشكل (1-4) لدورة حياة مواد البناء التقليدية والتي تنتهي عندها صلاحية استخدام المواد بانتهاء عمر المبنى وهدمه وبالتالي تتحول المواد إلى مخلفات صلبة تلوث البيئة وتحتاج إلى أماكن للتخلص منها عن طريق الدفن أو الحرق	بالنسبة لدورة حياة مواد البناء المستدامة فهي تسعى إلى استدامة مصادر المواد وكذلك تعظيم الاستفادة من مواد البناء والتي لا تنتهي فترة حياتها بانتهاء عمر المبنى بل تمتد فترات الاستفادة منها إلى ما بعد هدم المبنى بالاستفادة من المخلفات الصلبة الناتجة عن المبنى, بإعادة استخدام مواد ومكونات المبنى أو تدوير تلك المواد والاستفادة منها فى إنتاج مواد أخرى وتستمر كذلك فى دائرة مغلقة Closed Loop, شكل (1-5) والذي يساهم بشكل كبير فى استدامة مواد البناء والحفاظ على مصادرها.[7]
مواد البناء الاعتيادية	**مواد البناء المستدامة**
 شكل(1-4) دورة حياة مواد البناء الأعتيادية Addis, B. (2006), Building with Reclaimed components and Material, P.13.	 شكل (1-5) دورة حياة مواد البناء المستدامة المصدر: Addis, B. (2006), Building with Reclaimed Componets and Material, p.13

4 إستراتيجيات تحقيق كفاءة مواد البناء

تسعى استراتيجيات تحقيق كفاءة المواد إلى استخدام مواد بناء صديقة للبيئة غير ملوثة لها ولا تشارك فى إنتاج الملوثات ولا تؤثر على الصحة ولا تساعد على استنزاف المصادر الطبيعية المحدودة, والأخذ فى الاعتبار العوامل البيئية المختلفة من منع التلوث, قابلية التدوير Recyclability, استخدام مواد ذات محتوى تم تدويره Recycled Content, التفضيل البيئي, دراسة دورة حياة المادة وأساليب التخلص النهائي, ونذكر بعض من هذه الاستراتيجيات فى النقاط التالية.[3]

4-1 ترشيد استخدام المواد

- الترشيد والحد من استنزاف المواد ولاسيما ذات المصادر المحدودة.
- تقليل مخلفات الإنشاء والتي تتطلب التخطيط السليم لعمليات التنفيذ, ومراعاة أساليب التصميم التي تساعد على تفكيك المبنى بدلا من هدمه.
- تعظيم الاستفادة من المواد المحلية لتنمية الاقتصاد المحلى واستخدام المواد التي تتطلب طاقة أقل لإنتاجها من المواد الأولية ونقلها وتركيبها واستخدامها

4-2 إعادة استخدام المباني ومنتجات البناء

- إعادة استخدام وتوظيف الهياكل الإنشائية ومنتجات البناء المستخدمة فى المباني القائمة بعد انتهاء فترة عمر المبنى.

• الاتجاه إلى تصميم المباني القابلة للتفكيك Design for Deconstruction, لما لها من مميزات إعادة استخدام مكونات المبنى مرة أخرى.

3-4 إعادة استخدام المواد ومنتجات البناء

تشجيع استخدام المواد القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام وكذلك المواد التي تحتوى على مواد مُعاد تدويرها .Recycled content [5]

ابتكار مواد ومنتجات البناء المعاد تدويرها من المخلفات وكذلك قابليتها لإعادة التدوير أكثر من مرة, دون الأثير على البيئة.

4-4 تجنب استخدام المواد الملوثة للبيئة

• الحد من استعمال المواد ذات التأثير السلبي على البيئة الداخلية كالمركبات العضوية المتطايرة والمواد السامة كالرصاص والاسبستوس والمواد التي تحتوى على مركبات الكلورفلوركربون 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.

5-4 *إدارة المخلفات من عملية البناء (Waste Management)*

• أصبحت قضية المخلفات والفضلات التي تنتج عن الأنشطة العمرانية تفوق بكثير قدرات البيئة الطبيعية فى معالجتها وإعادة تدويرها فى ظل تزايد مستمر لمعدلات الاستهلاك والنمو السكاني المخيف لمستوطنات الحضرية فى الأمر انه كلما ازداد نمو الاقتصاد العالمي زادت الأنشطة العمرانية المختلفة.

• ينتج عن ذلك تزايد فى معدلات استهلاك الموارد ومن ثم إنتاج المخلفات فيزداد العجز عن إيجاد طرق أمنة للتخلص من المخلفات، حيث تنتج عمليات البناء والتشغيل والتصنيع والهدم آلاف الأطنان من المخلفات سنويا, وفى الولايات المتحدة الأمريكية تصل نسبة المخلفات الإنشائية إلى 30% من اجمالى المخلفات الصلبة, والتي تقدر بنحو 136 مليون طن من مخلفات البناء والهدم سنويا.

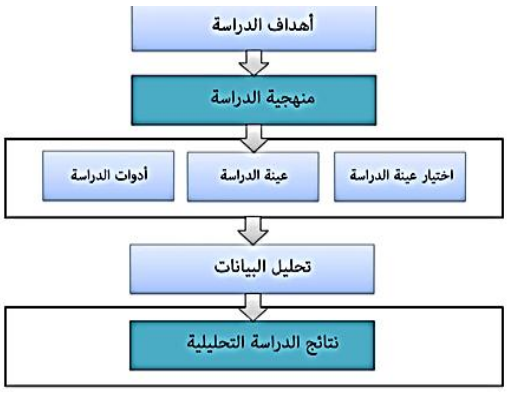
• وتهدف مبادئ الاستدامة فى البناء إلى تحقيق الاستفادة القصوى من المخلفات الصلبة وابتكار الأساليب.

• التي تجعل استخدام المواد أثناء عمليات الإنتاج والتنفيذ ولا ينتهي استخدام المواد والمنتجات بانتهاء

• عمر المبنى بل يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى على صورتها أو عمليات التدوير لإنتاج مواد أخرى.

5 الدراسة التحليلية فى مجال استخدام وتوظيف مواد البناءالمستدامة

• يستعرض هذا الجزء من البحث مكونات الدراسة التحليلية وتبدأ بتحديد أهداف الدراسة ومن خلال هذه الأهداف تتم صياغة الدراسة التحليلية وذلك بتحديد الأدوات المستخدمة فى جمع المعلومات, وتحديد نطاق الدراسة بوضع مجموعة من المعايير الواجب توافرها عند اختيار المشروعات المعمارية محل الدراسة المستخدمة فى عينات الدراسة, يليها تحليل البيانات وتصميم الجداول المستخدمة فى تحليل البيانات إلى نتائج الدراسة التحليلية كما بالشكل (4-1).



شكل (4-1) منهج الدراسة التحليلية
المصدر: الباحثة

1-5 أهداف الدراسة التحليلية لمبان تستخدم وتوظف مواد البناء المستدامة

تهدف الدراسة من خلال تحليل نماذج من مشروعات المباني التي تتبنى الاتجاه البيئي المستدام إلى تحقيق مجموعة من الأهداف كالتالي:

• دراسة دور مواد البناء المستخدمة فى تحقيق المباني محل الدراسة لمعايير العمارة المستدامة وتأثيرها على اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة وجودة البيئة الداخلية ومدى التوافق مع البيئة المحيطة.

• دراسة مدى استخدام الاستراتيجيات المختلفة فى تحقيق استدامة مواد البناء.

• توضيح أهم مواد البناء المستخدمة فى تكوين الهيكل الإنشائي والغلاف الخارجي للمبنى المستدام محل الدراسة.

• توضيح أساليب توظيف خصائص مواد البناء والأنظمة المتطورة فى تحقيق الملائمة للبيئة.

2-5 منهج الدراسة التحليلية

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والذي يسعى إلى الوصول إلى توصيف دقيق للظواهر, ولكي تحقق الدراسة الأهداف السابقة فقد استخدمت عدة مراحل متتالية كالتالي :

• اختيار أساليب جمع البيانات وإعدادها.
• اختيار عينة الدراسة.
• وضع عينة الدراسة.
• وضع إطار لتصنيف البيانات.
• وصف النتائج وتحليلها وتفسيرها.

3-5 معايير اختيار عينة الدراسة

تم اختيار الأمثلة العالمية والتي تحقق المعايير الأساسية التالية لكى تتحقق بها أهداف الدراسة التحليلية وقد تم الاختيار للأسباب التالية:

• اختيار مجموعة من مشروعات المباني والتي كان لها دور كبير فى ابتكار الجديد فى مجال العمارة المستدامة.

• اختيار المشروعات التى تقع كل منهما وفى مناطق مختلفة وفى بيئات مناخية مختلفة لاستكشاف تأثير البيئات على المنتج المعماري.

• لكل من المشروعات الجدارة فى إظهارتأثير إستخدام مواد البناء فى تحقيقها لمعايير الكفاءة والملائمة البيئية.

• تم اختيار المشروعات المعمارية والتي تم بنائها خلال العشر سنوات الماضية مما يعبر عن حداثة التقنيات والتطور فى استخدام مواد البناء المستدامة.

• التنوع فى المشروعات من حيث الشكل والوظيفة.

4-5 عينة الدراسة

تم اختيار عدد اثنين من المشروعات المعمارية بما تتفق مع المعايير السابقة للاستدامة فى مجال مواد البناء وبما يحقق أهداف الدراسة وذلك لتحقيق التنمية المستدامة وهذه الأمثلة كالتالى:

1. مبنى بلدية لندن, لندن – المملكة المتحدة.
2. المركز الوطني للألعاب المائية, بكين – الصين.

6 الحالات الدراسية المختارة بين نظم الإنشاء ومواد البناء لأمثلة عالمية

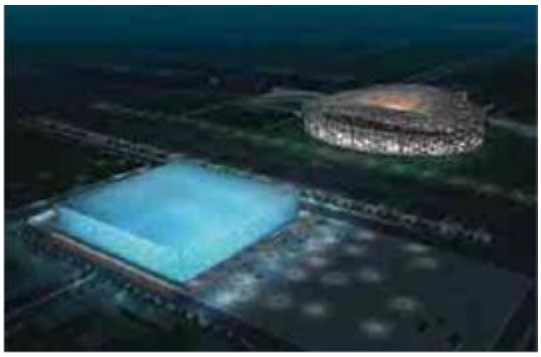
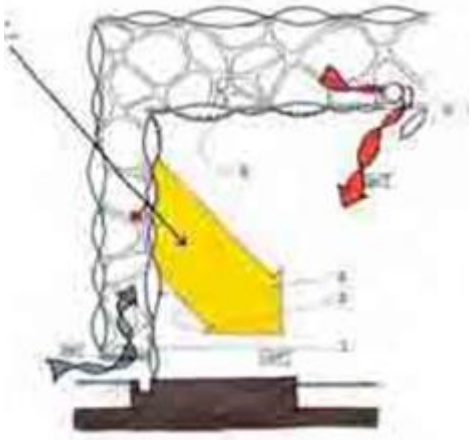
يتم تقييم الحالات الدراسية المختارة من حيث استخدام وتوظيف مواد البناء بناء على مايلي:

1 -مدى نجاح الحالات الدرسية فى تحقيق الدمج بين الاستراتيجيات المختلفة خلال مراحل عمر المبنى من عمليات التصميم والإنشاء والتنفيذ .

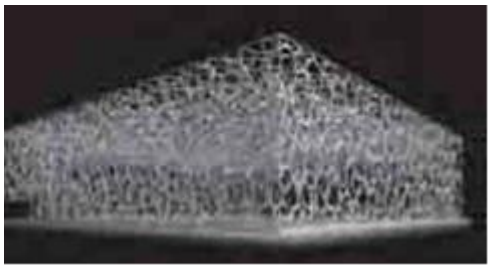
2 -يمثل استخدام مواد ومنتجات البناء المستدامة القدرة على توفيراستخدام مواد البناء المستدامة

للمزايا لكلا من مالكي ومستخدمي المباني, ومن أهما تقليل تكاليف الصيانة والاستبدال خلال وترشيد استهلاك الطاقة خلال مراحل عمر المبنى والتحسين من صحة إنتاجية مستخدميه

4-1 المقارنة بين مبنى بلدية لندن والمركز الوطنى للألعاب المائية من حيث معايير استدامة موءاد البناء:

	أوجه المقارنة	مبنى بلدية لندن	المركز الوطنى للألعاب المائية
مواد البناء	الموقع	يقع المبنى على الجانب الجنوبي لنهر تاميس Thames, ويعد أحد أهم المباني الرمزية فى لندن, ويؤكد على مفهوم الشفافية بإمكانية متابعة الشعب للعملية الديمقراطية داخل مبنى البلدية ويبرهن على أمكانية تحقيق الاستدامة من خلال مبنى غير ملوث للبيئة.[9] شكل (1-9) الموقع الفريد لمبنى البلدية الكفاة أهم الملامح الرئيسية فى تكوين مبنى بلدية لندن . ***Souece**: http://www.morelondn.com/,accessed(2/5/2015.)*	تم إنشاء المركز الوطني للألعاب المائية والمعروف بالمكعب المائي Water Cube, كجزء من استعدادات الصين للألعاب الأولمبية 2008 ويضم المبنى عدد خمس حمامات سباحة أوليمبية وفراغ ركوب الأمواج ومجموعة من الكافيتريات.  شكل (1- 10) الموقع العام والمساقط الأفقية لمركز الألعاب المائية – المكعب المائى Source: http:// www.e-architect.co.uk Beijing Watercube beijmg.htm.Accessed(1/3/2014)
	استراتيجيات الاستدامة	يحقق مبنى بلدية لندن مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق الاستدامة كالتالي:[5] ● كفاءة الطاقة. ● مواد البناء المستخدمة. ● تأثير استخدام مواد البناء. ● جودة البيئة الداخلية. ● النظام الإنشائى المستخدم.	يحقق مركز الألعاب المائية مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق الاستدامة كالتالي: ● كفاءة الطاقة. ● مواد البناء المستخدمة. ● تأثير استخدام مواد البناء. ● جودة البيئة الداخلية. ● النظام الإنشائى المستخدم.
	أوجه المقارنة	**مبنى بلدية لندن**	**المركز الوطنى للألعاب المائية**
مواد البناء	استراتيجيات الاستدامة	**كفاءة الطاقة :** يحقق المبنى مستويات عالية من ترشيد الطاقة بتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالب, حيث يستهلك المبنى 25% فقط من الطاقة اللازمة لتشغيل مبنى إداري مماثل يستخدم أجهزة التبريد الصناعية Air Conditioned وذلك بفضل استراتيجيات كفاءة الطاقة المستخدمة, كما بالشكل (4-5) بالإضافة إلى توظيف مجموعة من أجهزة التظليل الشمسي السالب والموجب وبتدرج بلاطات أسقف المبنى فى الجزء الجنوبي لتحقيق الظلال الطبيعية فى أكثر الأجزاء تعرضا لأشعة الشمس.[9] شكل (1-11) الاستراتيجيات المختلفة لتحقيق الترشيد فى الطاقة بتوظيف أساليب التصميم الشمسي السالبة والموجبة – مبنى بلدية لندن . Source: Phtilip Joduidio. (2001). "architecture now". London: Taschen.p.182.	**كفاءة الطاقة:** يحقق المركز كفاءة فى الطاقة بفضل التقنيات المستخدمة فى ترشيد استهلاك الطاقة بنسبة تقل عن 30% من إجمالي الطاقة اللازمة لمركز الألعاب, أي بما يكافئ تغطية سطح المركز بالكامل بالألواح الشمسية.[1]  شكل (12/1) دراسة فكرة الصوبة وكيفية تنظيم حركة الهواء خلال الغلاف الخارجى Source: Source: http://www.e-architect.co.uk/beijing/ watercube_beijing.htm, Accessed (1/3/2015)**.**

1-4 (تابع): المقارنة بين مبنى بلدية لندن والمركز الوطنى للألعاب المائية من حيث معايير استدامة موءاد البناء:

	أوجه المقارنة	مبنى بلدية لندن	المركز الوطنى للألعاب المائية
تابع: مواد البناء	تابع: استراتيجيات الاستدامة	**مواد البناء المستخدمة:** اعتمد المبنى بصفة أساسية على الخرسانة المسلحة فى تكوين الأساسات والقلب الخرسانة والحديد الصلب من العناصر المعدنية Lattice Geodesic فى الهيكل الإنشائي الخارجي ويعلوها الحوائط الستائرية من الزجاج عالي الكفاءة فى الغلاف الخارجي.	**مواد البناء المستخدمة:** اعتمد المبنى بصفة أساسية على الخرسانة المسلحة فى تكوين الأساسات والقلب الخرسانى والحديد الصلب من العناصر المعدنية Lattice Geodesic فى الهيكل الإنشائي الخارجي ويعلوها الحوائط الستائرية من الزجاج عالي الكفاءة فى الغلاف الخارجي.[6]
		تأثير استخدام مواد البناء: تتميز المواد المستخدمة فى المبنى بأن معظمها من مواد معاد تدويرها, ويساهم أسلوب الإنشاء المستخدم فى تكوين الغلاف الخارجي إلى إمكانية تفكيكها وإعادة استخدامها مرة أخري.	**تأثير استخدام مواد البناء:** اعتمد فريق التصميم فى تحقيق الفكرة الرئيسية للمكعب المائى والذى يبدو كفقاعات الصابون على الخصائص الطبيعية التى تتمتع بها مادة ETFE كأحد اللدائن والتى تتميز بخصائص حرارية جيدة , بالأضافة إلى خصائص الجمالية والتى ساهمت فى تحقيق الشكل الجمالى للمركز كفقاعات الصابون الطبيعية واللون الأزرق المائى . وقد كان لاستخدام بانوهات بشكل وسائدهوائية من أغشية ETFE.
	أوجه المقارنة	مبنى بلدية لندن	المركز الوطنى للألعاب المائية
مواد البناء	استراتيجيات الاستدامة	**جودة البيئة الداخلية:** يعتمد المبنى على التهوية الطبيعية بتوظيف النوافذ القابلة للفتح فى المكاتب الإدارية ويستخدم نظام التبريد فى المبنى مجموعة من الأنابيب Bore Holes التى يمر من خلالها الماء فى أرضية المبنى والذى يقلل أحمال التبريد والإضاءة الطبيعية مع تقليل الاكتساب الحرارى من خلال الغلاف الخارجى للمبنى	**جودة البيئة الداخلية:** يتمتع المركز بمستويات عالية من التهوية والإضاءة الطبيعية بفضل التكنولوجيا المستخدمة فى تكوين الغلاف الخارجى والذى يعمل على تبريد وتدفئة المركز.
		النظام الإنشائي المستخدم: يتكون الهيكل الإنشائي من القلب الخرسانى والهيكل المعدني الذي يشمل الشكل الخارجي الكروي ويغطى بالغلاف الخارجي من الحوائط الستائرية الزجاجية, ويشمل النظام الإنشائي. شكل (1-13)الهيكل الإنشائى الخارجى من العناصر الدائرية من الحديد الصلب http://www.damascusuniversity.edu.sy,Accessed(1/3/2015)y	**النظام الإنشائي المستخدم:** 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 للمبنى، ويتكون الهيكل المعدني للحوائط والأسقف من 22000 قضيب معدني, 12000 نقطة اتصال . ويشمل النظام الإنشائي الاتى.  (1-14) تصميم الهيكل الإنشائي بالاستعانة ببرامج الحاسب الألى http://www.designbuild network.com/projectsWatercube,accessed(1/3/2015).
	الخلاصة	اعتمد المبنى على كلا من استراتيجيات الترشيد فى استهلاك المواد وتوظيف المواد المعاد تدويرها وتكامل الأنظمة المختلفة إن اساس مواد البناء أدى إلى نجاح المشروع فى معالجة مشكلات الطاقة والنظام الإنشائى.	اعتمد المبنى على استراتيجيات ترشيد استهلاك المواد فى كلا من الهيكل الإنشائي من إطارات فراغية والغلاف الخارجي من بانوها من مادة ETFE والتى لا تحتاج إلى أي دعامات إضافية.

2-4 نتائج الدراسة التحليلية للمشروعات المختارة

من خلال الدراسة التحليلية لمجموعة مختارة من الأمثلة العالمية للمشروعات التي تحقق معايير الاستدامة ومن خلال تحليل المباني محل الدراسة والتي ترتكز على مقارنة مجموعة من العناصر المؤثرة على المباني كالنظام الإنشائي ومواد البناء المستخدمة والاستراتيجيات التي تم توظيفها لتحقيق استدامة مواد البناء يمكن استنتاج النتائج التالية:

1-2-4 معايير الاستدامة

- تتميز المباني محل الدراسة بتنوع الأساليب المستخدمة فى تحقيق استدامة البناء وتوظيف عدد كبير من الاستراتيجيات المتنوعة والتي تختلف باختلاف وظيفة المبنى ونوعه ومتوسط العمر الأفتراضى والظروف البيئية المحيطة.
- تبين من خلال دراسة هذه المباني أن جميعها يحقق وبكفاءة عالية واحداً أو أكثر من معايير الاستدامة التي سبق دراستها والتي تتضمن مراعاة اعتبارات الموقع وتحقيق كفاءة المصادر من الطاقة والمياه ومواد البناء إلى جانب توفير مستويات جيدة من جودة البيئة الداخلية والإدارة الرشيدة للمخلفات الصلبة .

2-2-4 النظام الإنشائي

- يوفر النظام الإنشائي وأسلوب التنفيذ المختار الأركان الواجبة لتحقيق التكنولوجيا الملائمة للبيئة على التوافق بين مواد البناء والنظام الإنشائى المستخدم.
- تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية على الأنظمة الإنشائية من الهياكل الخراسانية والإطارات الحديدية والجمالونات الخشبية وهى الأنظمة الأكثر استخداما فى المباني محل الدراسة.
- يستعين فريق التصميم بمجموعة من الأنظمة الإنشائية الثانوية والتي تتكامل مع النظام الإنشائي الرئيسي لتحقيق أهداف البناء ومن أهمها أنظمة الحوائط الحاملة والجاملونات المعدنية والهياكل المعدنية وغيره.

3-2-4 مواد البناء المستخدمة

- يؤثر استخدام مواد البناء على معايير العمارة المستدامة الأخرى, حيث يؤثر توظيف مواد البناء على اعتبارات الموقع وكفاءة الطاقة والمياه وجودة البيئة الداخلية وإدارة المخلفات, ويحقق التكامل فيما بينهم مباني تتصف بالكفاءة العالية وتجسد العمارة المستدامة.
- تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية على عدد كبير من مواد البناء فى تكوين الهياكل الإنشائية والأغلفة الخارجية ومن أهم هذه المواد الخرسانة المسلحة والحديد الصلب والأخشاب الطبيعية والزجاج, بينما تم الاستعانة بمواد البناء بصورة ثانوية كما فى اللدائن والألمونيوم والأحجار والطوب .

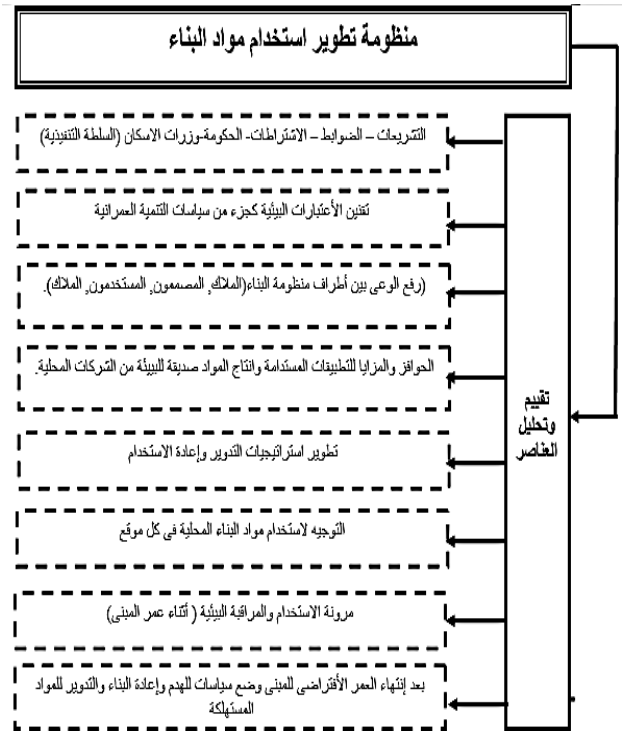
4-2-4 استراتيجيات استدامة مواد البناء

- تتميز المشروعات العالمية محل الدراسة بتوظيف مجموعة من الاستراتيجيات والأساليب البيئية لتحقيق استدامة مواد البناء والتي يعتمد عليها فريق التصميم بصورة رئيسية فى تحقيق مستويات عالية من الكفاءة والملائمة البيئية.
- تعتمد المباني محل الدراسة بصورة رئيسية على مجموعة من الاستراتيجيات التي تحقق استدامة مواد البناء وتعمل على 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 فى الاستخدام.
-المواد المعاد تدويرها.
-المواد المعاد استخدامها.

وذلك إلى جانب مجموعة من الأساليب البيئية المبتكرة للتخلص من الآثار السلبية لمواد البناء والتي ظهر تأثيرها بصورة ثانوية فى المباني محل الدراسة كالتالي:

-استخدام الأخشاب معتمدة المصدر.
-توظيف مكونات البناء وعناصر الإنشاء سابقة التجهيز.
-المواد ذات المحتوى معاد التدوير.
- قابلية المواد للتدوير وإعادة الاستخدام .



***أولا**: التشريعات – الضوابط – الاشتراطات- الحكومة- وزرات الاسكان (السلطة التنفيذية)*

وذلك عن طريق تحديد الأدوار المعينة لكل الجهات المستفيدة وذات الصلة والتى يمكن حصرها فيما يلى:

-هيئة التخطيط العمرانى .
-وزارة التخطيط .
وزارة الإسكان والمحليات -.
- .تنسيق الموارد
- وزرات البيئة (جهاز شؤن البيئة).(
-جهاز التنسيق الحضرى
-المراكز البحثية (مركز بحوث الإسكان والبناء- مراكز الاستدامة- الجامعة البريطانية)
- القطاع الخاص (شركات إنتاج مواد البناء).

***ثانيا** :تقنين الأعتبارات البيئية كجزء من سياسات التنمية العمرانية*

يتم التركيز على الاعتبارات البيئية كجزء لايتجزأ من سياسة التنمية الحضرية , مواد البناء والتصميم البيئى والحفاظ على الطاقة , فكل ذلك توجهات حديثة للعمارة المستدامة ومن أهم مبادئها الأتى :

*حق الأجيال بالتنمية المستدامة وحماية البيئة لتحقيق ذلك.
* تحمل الدول المتطورة مسؤلياتها فى حالة الأضرار بالبيئة.

***ثالثا**: رفع الوعى بين أطراف منظومة البنا ء(الملاك، المصممون والمستخدمون والملاك)*

مع ظهور الثورة الصناعية والتكنولوجيا ظهر الأحتياج إلى إنشاء مجتمعات جديدة وإنشاء مدن ومشروعات جديدة تناسب تطور العصر الحالى واحتياجات المجتمع.وظهر وجود فجوة كبيرة بين فكرالمصمم واحتياجات المستخدم النهائى للمكان بعد تحكم سوق العرض والطلب فى عملية البناء وتشكيل المنتج النهائى بدون مشاركة فعلية للمستخدم سواء فى العملية التخطيطية أو التصميمية أو التنفيذية, فقد أصبحت المشكلة أمام "END USER" وأصبح تعريف العميل بأنه المالك أو صاحب رأس المال وليس المستخدم النهائى للمكان المصمم هى عدم معرفة المستخدم النهائى للمشروعات التى يقوم بتصميمها واحتياجاته الفعلية. واعتمد تصميم المشروعات على المعلومات المتاحة من مصادر مكتوبة بالإضافة إلى الخبرة المتبادلة بين المخططين والمستخدمين أو مالك يقوم يقوم بالأستعانة بالمصمم والمخطط "Client" وأعتمد أسلوب العمل التقليدى لفترة طويلة على وجود عميل فى تصميم وتنفيذ المشروع الذى يريده وبالتالى يقوم المخطط أو المصمم بعمل الدراسات والتصميمات اللازمة وتقديمها للمنفذ أو المقاول وبعد انتهاء التنفيذ يبدأ استخدام المكان بمعرفة المستخدم النهائى الذى لم يكن له دور فى عملية التصميم أو التنفيذ.

***رابعًا**: الحوافز والمزايا للتطبيقات المستدامة وانتاج المواد صديقة للبيئة من الشركات المحلية*

يتم إدماج الاستراتيجيات التى تحقق إستدامة مواد البناء خلال مراحل المشروع المختلفة بدءا من مرحلة التصميم وحتى مرحلة الإنشاء, والتنفيذ, وبما يتناسب مع المتطلبات الوظيفية والاقتصادية, بالإضافة إلى ذلك فإن تكامل مواد البناء الصديقة للبيئة فى مشروعات البناء يمكن أن يقلل من التأثيرات البيئية المرتبطة باستخراج ونقل وتحويل وتصنيع المواد.

***خامسًا**: تطوير استراتيجيات التدوير وإعادة الاستخدام*

تدوير مخلفات البناء وإعادة إستخدامها فى إنتاج مواد بناء مرة أخرى ودعم الصناعات القائمة على تدوير المخلفات الصلبة لإنتاج مواد بناء بديلة وبتكنولوجيا محلية لترشيد إستهلاك الخامات الأولية وإنتاجها محليا مما يساهم فى استدامة البناء.

***سادسا**: التوجيه لاستخدام مواد البناء المحلية فى كل موقع*

يجب مراعاة الاعتبارات البيئية عند إختيار مواد البناء المستخدمة فى المبانى, باختيار مواد البناء المحلية والطبيعية أو ذات المصادر الوفيرة والمتجددة والتى تستهلك طاقة أقل والمواد ذات محتوى معاد التدوير والمواد التى لاتنتج انبعاثات وذات معامل صيانة أقل, يتم التوجيه لاستخدام مواد البناء فى كل موقع فمثلا فى (سيناء, الساحل الشمالى, الصحراء الغربية, جنوب مصر, الساحل الشرقى).

***سابعًا**: مرونة الاستخدام والمراقبة البيئية (أثناء عمر المبنى)*

المرونة التصميمية بوصفها أهم معايير السكن الاقتصادى, أيضا مرونة العملية التصميمية الإنشائية, والتى يجب أن تكون مستمرة مع عمر المبنى أثناء مراحله المختلفة حيث استمرارية المبنى بجودة عالية, وذلك عن طريق عمل تصميم مرن من وسائل يمكن استخدامها فى بناء أطول.

***ثامنًا**: بعد إنتهاء العمر الأفتراضى للمبنى يتم وضع سياسات للهدم وإعادة البناء والتدوير للمواد المستهلكة*

وضع نظام إدارة متكامل لمخلفات البناء نتيجة الهدم أصبح من أهم عناصر استراتيجيات إدارة لإيجاد توجه خاص نحو جمع ناتج الهدم وإعادة التدوير وابتكار أساليب إدارية وفنية وتقنية واقتصادية تضمن القيام بمختلف العمليات الجمع والتخلص والمعالجة واستخدام الأساليب والتقنيات الحديثة والاتجاهات الحديثة في هذه المجالات .

المراجع

المراجع العربية

[1] عبد الكريم محمد أبو العطا, أحمد على العريان,(1976), " المواد الهندسية مقاومتها واختبارها," الجزء الأول, عالم الكتب, القاهرة, ص 30.

[2] على رأفت. (2003)" موسوعة الإبداع المعمارى الإبداع الفنى فى العمارة", ص 248.

المراجع الأجنبية :

[3] Arup/PTW "Water Cube National Swimming Centre" DETALLS P. Culture/art/multimedia/ gallery atercube Accessed (1 /5 /2015).

[4] Addis, B. (2006), Building with Reclaimed components and Material, P.13- Charles - ibert " Sustinable Construction: Green Building.

[5] Charles. ibert "Sustainable Construction Green Building Design and Delivery " Ne ersey ohn Wiley Sons P.

[6] Charles J. Kibert, (2008), "Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery", New Jersey: John Wiley& Sons, p. 239.

[7] Don Barke "Fosters New City Hall" Architecture Wee No. Site http// architecture ee. Com design.html Accessed (12 /4/ 2015).

[8] EArchitect "Water Cube Beijing" Site http //. e-architect.co. u /bei ing/ atercube bei ing.htm Accessed (20/4/2015).

[9] SP. Media " Water. Cube - National Swimming Center "Article Site http//. designbuild - or.com/ proects/ atercube.accessed (5 / 5 / 2015).

[10] Spiegel, R., Meadows, D "Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification" Ne ersery ohn Wiley Sons. P.

[11] More London, (2008), Sity: http: www.morelondon.com,Accessed (1/1/2015).