The role of building materials in achieving sustainability of buildings according to global sustainability systems (Case study administrative buildings)

Dr. Hani Wdeh*
Dr. Roula Ntefeh **
Khadejah Tanjour ***

(Received 26 / 8 / 2018. Accepted 16 / 6 / 2019)

□ ABSTRACT □

The principles of environmental design became the basis of architectural thought from the early stages of the design process and the completion of the selection of suitable building materials for the achievement of sustainable buildings, and in light of the trends and challenges to achieve sustainability and sustainable development, especially in the field of architecture, architects and constructors began using everything new In the world of construction, in order to achieve sustainable architectural design, which led to a qualitative architectural shift led to the discovery of building materials and contribute to the achievement of sustainability strategies in terms of architecture and urban development.

This study focused on the role of building materials and construction and their impact on the sustainability of administrative buildings. The development of construction materials in recent decades resulted in distinguished projects aimed at preserving the environment, energy and reducing pollution. The choice of local administrative buildings because they are considered expensive buildings in the operation and the implementation of sustainability strategies on such buildings in a way that contributes significantly to increase the productivity of employees and stimulate their potential by providing a comfortable working environment for them.

In this research, we will attempt to find the mechanisms for selecting sustainable building materials through analyzing and comparing the standard of construction and construction in the most famous global environmental systems, and to identify the points that these systems participated in. This step aims to identify the most important criteria that assess the efficiency of building materials in administrative buildings and to take advantage of these standards in the process of selecting building materials in the pre-construction phase of future administrative buildings.

Keywords: Building Materials-Sustainability -Environmental Assessment Systems

*Professor, Faculty Of Architecture, Tishreen University, Syria.
**Professor, Faculty Of Architecture, Tishreen University, Syria.
***Postgraduate Student, Faculty Of Architecture, Tishreen University, Syria.

دور مواد البناء في تحقيق استدامة الأبنية وفق أنظمة الاستدامة العالمية (حالة دراسية الأبنية الإدارية)

د. هاني ودح*

د. رولا نتيفة**

خديجة طنجور***

(تاريخ الإيداع 26 / 8 / 2018. قُبِل للنشر في 16/ 6 / 2019)

□ ملخّص □

أصبحت مبادئ التصميم البيئي أساسا للفكر المعماري ابتداء من المراحل الأولى للعملية التصميمية وانتهاء باختيار المواد البنائية المناسبة من اجل تحقيق أبنية مستدامة، وفي ظل التوجهات والتحديات لتحقيق الاستدامة والتنمية المستدامة ولاسيما في مجال العمارة، بدأ المعماريون والانشائيون باستخدام كل ماهو جديد في عالم البناء وذلك في سبيل التوصل إلى تصميم معماري مستدام، الأمر الذي أدى إلى نقلة معمارية نوعية أدت إلى اكتشاف مواد بنائية وإنشائية تساهم في تحقيق استراتيجيات الاستدامة على صعيد العمارة والتطور العمراني.

لذا ركزت هذه الدراسة على دور مواد البناء والإنشاء وأثرها في تحقيق استدامة الأبنية الإدارية، حيث نتج عن التطور الذي شهدته مواد البناء في العقود الأخيرة مشاريع متميزة هدفها الحفاظ على البيئة والطاقة وتقليل التلوث. تأتي أهمية هذه الدراسة من خلال تسليط الضوء على الأبنية الإدارية لأنها تعتبر من الأبنية المكلفة في التشغيل كما أن تطبيق استراتيجيات الاستدامة على مثل هذا النوع من الأبنية بشكل كامل يساهم بشكل كبير في تخفيض استهلاك الطاقة وزيادة إنتاجية العاملين ويحفز إمكانياتهم وذلك بتأمين بيئة عمل مريحة لهم.

ولقد توصلنا بنتيجة هذه الدراسة إلى تحديد أهم النقاط لاختيار مواد البناء المستدامة من خلال تحليل معيار مادة البناء والإنشاء ضمن أشهر الأنظمة البيئية العالمية ومقارنتها، وتحديد البنود التي اشتركت بها تلك الأنظمة، وقمنا باختبارها على مشاريع رائدة في مجال الاستدامة.

وتهدف هذه الخطوة إلى تحديد أهم المعايير التي تقيم كفاءة مواد البناء في الأبنية الإدارية القائمة والاستفادة من هذه المعايير في عملية اختيار مواد البناء في مرحلة ماقبل الإنشاء للأبنية الإدارية المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: مواد البناء– الاستدامة – أنظمة التقييم البيئية

* **أستاذ– كلية الهندسة المعمارية– جامعة تشرين– سورية.**

** **أستاذ– كلية الهندسة المعمارية– جامعة تشرين– سورية.**

*** **طالبة دكتوراه– كلية الهندسة المعمارية– جامعة تشرين– سورية.**

مقدمة:

يعد قطاع البناء من أكثر القطاعات تأثيرا في البيئة من حيث استهلاك المواد والطاقة وإنتاج المخلفات وإطلاق الغازات الملوثة للبيئة فقد تصل نسبة استهلاك المواد إلى 40% من إجمالي الاستهلاك العالمي من المواد الأولية، لذا فهو من أبرز مسببات تحطيم البيئة وهدر الموارد الطبيعية، وقد انعكس ذلك على طريقة اختيار المادة المناسبة. ومع بداية التوجه نحو مفاهيم الاستدامة وترشيد استهلاك الطاقة والعمل على تقليل التأثير السلبي لمواد البناء على البيئة ومدى تأثيرها في الحفاظ على راحة مستخدمين المبنى وحمايتهم من التأثيرات المناخية، أصبحت الحاجة إلى وقفة لإعادة النظر في الاستراتيجيات المتبعة في تصميم تلك الأبنية ملحة للغاية.

سنتطرق في بحثنا هذا إلى تحليل العناصر الأساسية في معيار كفاءة المواد والموارد لبعض أنظمة التقييم البيئية العالمية، ووضع الأوزان النسبية لمعايير تقييم المواد لكل مرحلة من مراحل دورة حياة المبنى ومحاولة التوصل إلى معايير مشتركة بين جميع الأنظمة البيئية، والاستفادة منها لوضع معايير وضوابط لاختيار مادة البناء ورفدها بالدليل الاسترشادي الأخضر السوري – وكود العزل السوري.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في أن وضع استراتيجية واضحة لاختيار مواد البناء والانشاء عند البدء بوضع التصاميم الأولى للأبنية الإدارية يؤدي إلى تقليل التأثير السلبي لتلك المواد على البيئة ويحقق استدامة تلك الأبنية من ناحية مواد البناء والانشاء، ويساهم بتخفيض استهلاكها للطاقة، ويؤمن بيئة عمل مناسبة ومريحة للعاملين فيها الأمر الذي ينعكس بشكل إيجابي عليهم ويزيد انتاجيتهم.

هدف البحث:

يهدفُ البحثُ بشكل رئيسي إلى التوصل إلى معايير واضحة وأساسية لاختيار مواد البناء عند القيام بالعملية التصميمية بما يقلل تأثيرها السلبي على البيئة ويحافظ على الموارد الطبيعية إلى أقصى حد، وتكون هذه المعايير أساسا لتفاصيل تقييمية أكثر دقة مستقبلا وارفادها بالدليل الاسترشادي السوري فيما يخص معيار كفاءة المواد.

فرضية البحث:

تتلخصُ فرضيّةُ البحثِ في أن استخدام مواد البناء المستدامة ولاسيما في الأبنية الإدارية يظهر مدى تأثير تلك المواد على الأداء البيئي والوظيفي والاقتصادي للمبنى ويؤمن بيئة عمل مريحة وآمنة لمستخدميها، وإن تطوير استخدام مواد البناء من خلال مجموعة من المعايير عند وضع التصاميم الأولى للأبنية الإدارية له دور كبير في تحقيق استدامة تلك الأبنية ضمن البيئة المحلية.

مشكلة البحث

إن التطور الذي شهدته مواد البناء والاكساء في العقود الأخيرة أبرز على الساحة المعمارية أبنية ذات أشكال حديثة دون الأخذ بعين الاعتبار مدى كفاءة تلك المواد وتحقيقها لاستراتيجيات التصميم المستدام، لذا تكمن الإشكاليّةِ الرئيسيّةِ للبحثِ في إغفال معايير الاستدامة ولاسيما الجانب البيئي عند اختيار مواد البناء والاكساء خلال العملية التصميمية الأمر الذي أعقبه تكاليف زائدة ناتجة عن استهلاك الطاقة لعدم الكفاءة البيئية والتي يفترض أن تحققها مواد البناء.

طرائق البحث ومواده:

1.العلاقة بين مواد البناء والعمارة:

بقيت العلاقة بين مواد البناء و العمارة علاقة بسيطة وسليمة حتى الثورة الصناعية، حيث كان يتم اختيار المواد إما بسبب توفرها أو بسبب شكلها الخارجي وأهم هذه المواد الأحجار كأحجار الرخام التي كانت تستخدم كمادة اكساء خارجية أو في تغطية الجدران الخارجية العارية وأيضا بسبب متانتها و توفرها، لذلك يمكن القول بأن اختيار المعماريين لمواد البناء قبل القرن التاسع عشر كان يعتمد على الشكل والوظيفة معا وعلى توفرها في البيئة المحلية، وتغير دور مادة البناء بشكل كبير مع تقدم الثورة الصناعية وبدأ المعماريون باستخدام المواد المدروسة هندسيا والمنظمة وتحولت المواد من كونها وسيلة لبناء إلى طريقة عمل وتفكير[1].

ومع ظهور مفاهيم الاستدامة والعمارة البيئية بدأ التفكير باستخدام مواد بناء محلية من مصادر متجددة وقليلة الانبعاثات السمية وتتصف بالديمومة والمتانة وقابلية إعادة التدوير والتي تعتبر أهم صفات مواد البناء المستدامة.

1 .1.مفهوم مادة البناء:

هي تلك المواد التي يعتمد عليها المعماري في تجسيد مبانيه، وتعد مواد البناء من العناصر الهامة على النتاج المعماري في أي عصر من العصور ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بإمكانياتها وخصائصها المعمارية والإنشائية إلى جانب العوامل الأخرى السياسية والاقتصادية والاجتماعية ساعدت على تطور العمارة على مدى عصور مختلفة. [2]

2.1. إمكانيات مواد البناء:

يتحدد استعمال أي مادة بنائية بصورة عامة اعتمادا على:

1.1. الإمكانيات الإنشائية: (Structure Potentialities) التي تتحدد تبعا لسلوك المادة فينقل الأحمال المسلط عليها، ومقدار هذه الأحمال، مما يفرض إتباع ترتيب إنشائي معين عند استعمال واستخدام المادة البنائية لإحاطة الفضاء.

1.2. الإمكانيات التنفيذية: (Applicable Potentialities) التي تتحدد تبعا لمواصفات وحدة المادة كالأبعاد والوزن ومقدار تماسك المادة وتمددها وتأثرها بالعوامل الجوية الخارجية والداخلية وغيرها، مما يفرض الالتزام بأساليب معينة في نقل المادة إلى موقع العمل وطرق تجميعها وتركيبها، وكذلك حجم ودقة العمالة المسؤولة عن استخدامها.

1.3. إمكانيات السطح الخارجي (Cladding Potentially) التي تتحدد تبعا للصفات الخارجية للمادة مثل اللون والملمس ونسبة الشفافية مما يؤثر في تحديد مواقع استعمالات المادة ومدى ملاءمتها لفعاليات الفراغ. [3]

3.1. أهم الاعتبارات التي تراعى عند اختيار مواد البناء وهي:

إن اختيار مواد البناء وطريقة استعمالها في التصميم لاتنطوي على اعتبارات بيئية فحسب بل تنطوي على اعتبارات اقتصادية وتقنية فضلا عن أذواق المستهلكين، فهناك عدة اعتبارات يجب الأخذ بها عند اختيار مواد البناء أهمها:

- موقع تفاصيل العناصر المعمارية.
- متطلبات الصيانة والمواد الضروريه للصيانة.
- مقدار مساهمة المواد البنائية المختارة في التقليل من التأثيرات المناخية على المبنى.
- المرونة في التصميم للسماح بالتكيف مع المتغيرات التي قد تحصل بمرور الزمن

- العمر الافتراضي للمواد البنائية وإمكانية إعادة استعمالها. [4]

2. العمارة المستدامة:

تعتبر العمارة المستدامة أحد الاتجاهات المعمارية التي ظهرت نتيجة التحديات البيئية والاقتصادية، وتعرف بأنها تصميم المباني مع مراعاة وضع الأهداف البيئية نصب أعيننا وتسعى إلى تقليل التأثير السلبي للمباني على البيئة وذلك بتعظيم الكفاءة والاعتدال في استخدام مواد البناء والطاقة وتطوير الفراغات. [5]

وتتشكل منظومة الاستدامة من ثلاث محاور أساسية تمثل الدعائم الرئيسية لها وهذه المحاور هي:

- البيئة Enviromental، الاقتصاد Ecnomic ، المجتمع Society.

1.2. مواد البناء المستدامة:

ظهر هذا المصطلح ليعبر عن المواد البنائية والمنتجات المفضل استعمالها من أجل موقع بيئة مستدامة وأبرز تلك صفات وخصائص تلك المواد:

- تستهلك أقل مايمكن من الموارد الطبيعية في عمليات الإنتاج والتصنيع للتقليل من التأثير السلبي على البيئة ويتم هذا من خلال أما إعادة التدوير للمواد البنائية أو إعادة الاستعمال لتلك المواد بعد اندثار المبنى مثل إعادة استعمال العناصر الحديدية ذات الأبعاد القياسية.
- المواد البنائية التي تمتلك أقل تأثير على البيئة الحياتية أي لاتتسبب بانبعاث مواد سمية للبيئة ولاتسبب تلوثا للبيئة بعد انتهاء دورة حياتها ضمن المبنى أي بعد اندثار المبنى أي أنها لاتحمل أي مخاطر على صحة الإنسان والحياة في البيئة.
- المواد البنائية التي تكون طاقتها الابتدائية أي الطاقة التي تعتمد عليها في عمليات إنتاجها طاقة نظيفة ومتجددة فيما لوتمت مقارنتها بالمواد التي تعتمد على الطاقات الغير متجددة.
- المواد البنائية ذات الطاقة المجسدة (ويقصد بها كمية الطاقة المستعملة في إنتاج أو تصنيع منتج ما) القليلة كالحجر والخشب.
- المواد البنائية المحلية: استعمال مواد البناء المحلية للتقليل من الطاقة المستهلكة في عملية النقل. [6]

3.التأثير البيئي لمواد البناء:

عادة عندما تمر المواد البنائية بعمليات المعاملة والتصنيع قبل أن تدخل ضمن المنشأ والعملية البنائية ككل وهذا يستوجب استهلاكا للطاقة فضلا عن مخلفات الإنتاج. وكلما زادت كمية الطاقة المستهلكة فإن معامل التأثير السلبي على البيئة يزداد فقد يصل إلى أقل حد في حالة إنشاء كوخ تقليدي من مواد محلية ويصل أعلى مستوياته في حالة الإنشاء المسبق الصنع، ولقياس مقدار أو معامل التأثير البيئي للمواد البنائية هناك عدة عوامل من الواجب الأخذ بها، فمن المستحسن عدم تبني قرارات أو قواعد ثابتة لكل الحالات فان لجودة المواد البنائية وطرق اندماجها أو استعمالها في التصميم أثر في تحديد التأثير البيئي لتلك المواد. [4]

1.3. العوامل التي يقيم على أساسها التأثير البيئي لمواد البناء:

- كمية ونوع الطاقة المطلوبة لإنتاج المادة.
- كمية ومقدار غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من عمليات تصنيع المواد البنائية.
- التأثيرات الحادثة في البيئة نتيجة استهلاك المواد مثل الخشب واستخراج النفط من الآبار ....
- التأثيرات السمية التي قد تحدثها بعض المواد البنائية مثل الدهانات وغيرها.

- كمية الطاقة المستهلكة في عمليات نقل المواد البنائية خلال عمليات التصنيع ومن ثم نقلها إلى الموقع.
- درجة التلوث الناتجة من المواد البنائية بعد انتهاء دورة حياتها ضمن المبنى. [4]

4. تحليل دورة حياة مادة البناء:

سنقوم بعرض تحليل لمعايير مادة الإنشاء خلال المراحل الثلاث الأساسية لدورة حياة المبنى:

– مرحلة ماقبل الإنشاء Pre Building Phase(استخراج المواد الخام – تصنيع المواد – تغليف المواد – النقل إلى موقع البناء)

– مرحلة الإنشاء Building Phase(التنفيذ– التشغيل – الصيانة).

– مرحلة ما بعد الإنشاء Post Buildin Phase(إعادة التدوير – إعادة الاستخدام)

وبناء عليه يمكن تقييم الأداء البيئي للمبنى من خلال تحديد المعايير في كل مرحلة من مراحل إنشاء المبنى وكيفية تحقيق المعيار فيما يتعلق بمواد البناء وكفاءتها.

1.4 معايير مادة البناء خلال عمر المبنى:

في دراسة قام بها الجوهري تم تقسيم معيار مادة البناء إلى ثلاث مراحل:[7]

الأولى: معيار مادة البناء لمرحلة ما قبل الإنشاء وتتضمن:

– البحث عن المصادر المستدامة للمادة الخام (أي الاعتماد على مصادر المواد المتجددة والمحلية مثل الخيزران والقش)

– ابتكار طرق وأساليب لتصنيع المادة الخام لجعلها صالحة للاستخدام المستدام (وذلك بابتكار طرق وأساليب لإعادة تدوير المواد وجعلها صالحة للاستخدام مرة أخرى)

– ابتكار أساليب مستدامة لتغليف المنتجات والنظم الإنشائية (كاستخدام الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية وألواح البوليسترين مع شبكة التسليح المغلون)

– تحسين نظم النقل والتوزيع.

الثانية معيار مادة البناء لمرحلة الإنشاء وتتضمن:

– اختيار أنظمة الإنشاء المستدامة.

– الاختيار الجيد لمواد الإنشاء البيئية.

– إجراء عمليات الصيانة الدورية.

الثالثة معيار مادة البناء لمرحلة ما بعد الانشاء وتتضمن:

–إعادة استخدام المواد والأنظمة.

– إعادة تدوير مخلفات الهدم.

النتائج والمناقشة:

تقييم كفاءة مواد البناء في الأنظمة البيئية:

1 – نظام تقييم الكفاءة في بريطانيا(BREEAM):

أصدر هذا النظام عام 1988 م وتم تصميمه بواسطة هيئة أبحاث المباني البريطانية ويهدف إلى تقييم الكفاءة البيئية لكل من المباني القائمة والمباني الحديث، و تتم عملية التقييم من خلال مجموعة من معايير الأداء المستخدمة للمساعدة في الحكم على جودة أداء المبنى (الجدول رقم (1))، و بناء على عدد النقاط التي يحصل عليها المبنى يمنح المبنى أحد المستويات الخمسة لشهادة (BREEAM): من (30–40) % مقبول – من (45 – 54)%جيد– من (55– 69)%جيد جدا – من (70 – 84)%ممتاز– من (80– 100)% متميز[10]

الجدول رقم (1) يوضح الأوزان النسبية لنظام BREEAM:

عناصر التقييم	الادارة	صحة الانسان	الطاقة	النقل	المياه	المواد	المخلفات	الايكولوجي	التلوث
الوزن النسبي	12%	15%	19%	8%	6%	12.5 %	7.50%	10%	13%

يشغل معيار المواد 12.5% من الوزن الكلي لمعايير الاستدامة في نظام تقييم الكفاءة البيئية BREEAM وفيما يلي تحليل لبنود هذا المعيار والأوزان النسبية لكل بند في كل مرحلة من مراحل عمر المبنى:

الجدول رقم (2) يوضح تحليل عناصر تقيم المواد في نظام تقييم الكفاءة البيئية BREEAM)[7]

رقم البند	مواد البناء والإنشاء	عدد النقاط	الوزن النسبي	دورة حياة المبنى
1	اختيار مواد ذات مواصفات جيدة قليلة الإنبعاثات في مرحلة استخراج المواد ونقل المواد وتصنيعها	7	%60	مرحلة ماقبل الإنشاء مثلت 68%
2	اختيار مواد ذات متانة عالية	1	%8	
3	الحصول على المواد من مصادر موثقة	2	%16	مرحلة الإنشاء مثلت 16%
4	إعادة استخدام وتوظيف الواجهات	1	%8	مرحلة مابعد الهدم مثلت 16%
5	إعادة استخدام المنشأ الخرساني	1	%8	
	المجموع	12	%100	

وبناء على هذا التحليل نجد أن نظام التقييم BREEAM يهتم بمعيار مواد البناء والإنشاء في مرحلة التصميم (ماقبل الإنشاء) واختيار مواد البناء.

2– نظام التقييم البيئي الأميركي LEED:

أصدر هذا النظام عام 1998 وتم تطويره بواسطة المجلس الأمريكي للبناء الأخضر USGBC وهي تهدف لتطوير معايير كفاءة المباني والتي تحقق أهداف الاستدامة وبعض المعايير القياسية الدولية، هناك أربع مستويات لشهادة ليد وفقا للمعايير الخاصة بالنظام: من (40– 49) نقطة يكون المبنى معتمد من ليد، من(50– 59) يحصل المبنى على التقييم الفضي، من(60–79) يحصل على التقييم الذهبي، وأكثر من 80 نقطة يحصل على التقييم البلاتيني.

الجدول رقم (3) يوضح عناصر التقييم في نظام التقييم البيئي (LEED)[11]:

عناصر التقييم	استدامة الوقع	كفاءة المياه	الطاقة والغلاف الخارجي	جودة البيئة الداخلية	التصميم والادارة	المواد والموارد	أخرى
الوزن النسبي	**24%**	**9%**	**32%**	**13%**	**5%**	**13%**	**4%**

يشغل معيار المواد والموارد نسبة 13% من الوزن الكلي لمعايير الاستدامة في نظام التقييم البيئي LEED وفيما يلي البنود التي اشتمل عليها معيار المواد والوزن النسبي لكل بند في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المبنى باستثناء بند تجميع المواد القابلة للتدوير فإن تحقيقه إلزامي في نظام التقييم LEED.

الجدول رقم (4) يوضح تحليل عناصر المادة في نظام التقييم (LEED)[7]:

رقم البند	مواد البناء والإنشاء	عدد النقاط	الوزن النسبي	دورة حياة المبنى
1	تجميع المواد القابلة للتدوير	بند إجباري		
2	استخدام الموارد والمواد المتجددة سريعا	1	%7	مرحلة ماقبل الإنشاء مثلت 28%
3	الاعتماد على المواد المحلية بشكل أساسي	2	%14	
4	استخدام الأخشاب المصرح بها بشهادة	1	%7	
5	ادارة الهالك من الإنشاء.	2	%14	مرحلة الإنشاء مثلت 14%
6	إعادة استخدام الهيكل القائم	3	%23	مرحلة مابعد الهدم مثلت 58%
7	إعادة تدوير مكونات المبنى.	1	%7	
8	إعادة استخدام المواد لتقليل الطلب على مصادر المواد	2	%14	
9	استخدام المواد المعاد تدويرها لتقليل الأثر البيئي من إعادة استخراجها	2	%14	
	المجموع	14	%100	

من التحليل السابق نجد أن نظام التقييم البيئي LEED يهتم بكفاءة المواد في مرحلة مابعد التشغيل (الهدم).

3-نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ (ESTIDAMA) التابع لدولة الإمارات العربية المتحدة :

أصدر هذا النظام عام 2010م وهي مبادرة قام بتطويرها مجلس أبو ظبي للتخطيط العمراني عام 2008 م لإرساء رؤية أبو ظبي 2030م في إنشاء مجتمعات عمرانية جديدة تقوم على أساس الاستدامة ويجسد الظروف الخاصة بدولة الإمارات العربية المتحدة ويركز على إضافة الجانب الثقافي الذي يندرج ضمن جانب الاستدامة الاجتماعية،

يتم جمع النقاط للتقييم النهائي وهو من واحد الى خمسة لآلئ، المعايير الإلزامية يحصل المبنى على لؤلؤة، المعايير الإلزامية +60 نقطة لؤلؤتين، المعايير الإلزامية +85 ثلاثة لآلئ، المعايير الإلزامية+115نقطة أربع لآلئ، المعايير الإلزامية +140نقطة خمسة لآلئ.

الجدول رقم (5) يوضح عناصر التقييم بنظام استدامة و الأوزان النسبية [12]

عناصر التقييم	عملية التطوير المتكامل	الأنظمة الطبيعية	المباني الملائمة للعيش	مورد المياه	مورد الطاقة	مواد الانشاء والبناء	الابتكار وتحسين الأداء
الوزن النسبي	**7.3%**	**6.7%**	**21%**	**24.2%**	**24.8%**	**16%**	إضافي

يشغل معيار مواد الإنشاء والبناء في نظام استدامة نسبة 16% من الوزن الكلي لمعايير الاستدامة وفيما يلي توضيح للبنود والأوزان النسبية التي اشتمل عليها هذا المعيار في كل مرحلة من مراحل عمر المبنى:

الجدول رقم (6) وضح تحليل عناصر مواد الإنشاء والبناء في نظام ESTIDAMA[7]:

رقم البند	مواد البناء والإنشاء	عدد النقاط	الوزن النسبي	دورة حياة المبنى
1	عدم استخدام الأسبستوس والمواد السامة	بند إجباري		
2	إدارة المخلفات أثناء الإنشاء لتقليل الأثر البيئي السلبي الناجم عن تجميع و نقل و التخلص من النفايات	بند إجباري		
3	إدارة المخلفات بعد التشغيل لتقليل الأثر البيئي السلبي الناجم عن تجميع ونقل والتخلص من النفايات	بند إجباري		
4	اختيار المواد التي لا تؤثر سلبا على صحة الإنسان والتوازن البيئي	3	%11	مرحلة ماقبل الإنشاء مثلت %25
5	استخدام الموديول في تصميم وتنفيذ الأرضيات لتقليل الهالك من الأرضيات عند الصيانة	1	%3.5	
6	استخدام المواد المحلية	2	%7	
7	استخدام موارد المواد المتجددة	1	%3.5	
8	التقليل من حجم المواد المستنزفة في عملية الإنشاء	1	%3.5	مرحلة الإنشاء مثلت 21%
9	الاهتمام بعمليات العزل والصرف والمحيط الخارجي لتحقيق المتانة في التصميم لإطالة عمر المبنى	1	%3.5	
10	تحسين إدارة مخلفات الإنشاء	2	%7	
11	إعادة تدوير المخلفات العضوية	2	%7	
12	المرونة في التصميم للاستفادة من المبنى لأطول عمر ممكن من خلال التصميم المرن	1	%3.5	مرحلة مابعد الهدم مثلت 54%
13	تسهيل عملية هدم المبنى وإعادة استخدام الهيكل الخرساني ومكونات المبنى	1	%3.5	
14	إعادة استخدام المنشأ الخرساني	2	%7	
15	إعادة استخدام المواد	1	%3.5	
16	إعادة تدوير المواد	6	%22.5	

17	استخدام الأخشاب المدورة	2	%7	
18	تحسين إدارة مخلفات مابعد التشغيل	2	%7	
	المجموع	28	%100	

بعد التحليل السابق لعناصر معيار مواد البناء والإنشاء نجد أن نظام استدامة ركز على كفاءة المواد والاستفادة منها في مرحلة الهدم بعد الانتهاء من تشغيل المبنى.

4-نظام الهرم الأخضر المصري (GPRS):

تم اصدار نظام الهرم الأخضر المصري في ابريل 2011. و يهدف الى توفير مرجعية للممارسات الجيدة التي تمكن المصممين والانشائيين على اتخاذ القرارات المنطقية التي تقلل من الأثر البيئي، ويعد نظام الهرم المصري منهج بناء كامل للاستدامة من خلال إدراك الأداء البيئي في سبعة مجالات رئيسية هي:

الجدول رقم (7) (يوضح عناصر التقييم في نظام GPRS)[131]:

عناصر التقييم	استدامة الموقع	كفاءة الطاقة	كفاءة استخدام المياه	المواد والموارد	جودة البيئة الداخلية	الادارة	الممارسات المبتكرة
الوزن النسبي	**15%**	**25%**	**30%**	**10%**	**10%**	**10%**	إضافي

يشغل معيار المواد والموارد في نظام الهرم الأخضر المصري GPRSنسبة 10% من الوزن الكلي لمعايير الاستدامة في نظام التقييم هذا وفي الجدول التالي شرح للبنود التي اشتمل عليها هذا النظام البيئي وأوزانها النسبية خلال كل مرحلة من دورة حياة المبنى:

الجدول رقم (8) يوضح تحليل عناصر معيار المواد في نظام الهرم الأخضر المصري (GPRS)[7]

رقم البند	مواد البناء والإنشاء	عدد النقاط	الوزن النسبي	دورة حياة المبنى
1	عمل قائمة لمواد الإنشاء المستخدمة في المبنى يشمل المواد والتكلفة والكميات وأماكن توفرها	بند إجباري		
2	المواد الغير ملوثة أو السامة والتي لا تؤثر سلبا على صحة الإنسان والتوازن البيئي	بند إجباري		
3	استخدام المواد المصنعة والمجهزة في الموقع	1	%5	مرحلة ماقبل الإنشاء مثلت %60
4	استخدام العناصر الجاهزة في الإنشاء مثل الحوائط والتغطيات لتقليل الهالك في المواد أثناء الإنشاء	3	%15	
5	استخدام المواد المحلية	3	%15	
6	استخدام المواد من المصادر المتجددة	3	%15	
7	استخدام المواد الخفيفة	1	%5	
8	تحليل دورة حياة التكلفة	1	%5	
9	استخدام المواد ذات التحمل العالي لإطالة عمر المبنى وعدم الاحتياج إلى تجديده أو إزالته عند تطويره	1	%5	مرحلة الإنشاء مثلت 5%

10	إعادة استخدام المواد	4	%20	مرحلة مابعد الهدم مثلت 35%
11	إعادة تدوير المواد	3	%15	
	المجموع	20	%100	

من الجدول نلاحظ أن نظام الهرم الأخضر اهتم بمرحلة التصميم في اختيار مواد البناء والإنشاء

وبعمل مقارنة بين الأنظمة السابقة خلال دورة حياة المبنى للتوصل للعناصر التي اشترك بها معيار كفاءة المواد والموارد نجد:

الجدول رقم(9) يوضح معايير مادة الإنشاء التي اشتركت بها الأنظمة المحللة:

دورة حياة المبنى	معيار مادة الإنشاء لمرحلة ماقبل الإنشاء	معيار مادة الإنشاء لمرحلة الإنشاء	معيار مادة الإنشاء لمرحلة مابعد الإنشاء
BREEAM	1-اختيار مواد ذات مواصفات جيدة قليلة الإنبعاثات	الحصول على المواد من مصادر موثقة	1-إعادة استخدام وتوظيف الواجهات
	2-اختيار مواد ذات متانة عالية		2-إعادة استخدام المنشأ الخرساني
LEED	1-استخدام الموارد والمواد المتجددة	إدارة الهالك من الإنشاء	1-إعادة استخدام الهيكل القائم
	2-الاعتماد على المواد المحلية		2-إعادة تدوير مكونات المبنى.
	3-استخدام الأخشاب المصرح بها بشهادة		3-إعادة استخدام المواد لتقليل الطلب على مصادر المواد
			4-استخدام المواد المعاد تدويرها لتقليل الأثر البيئي من إعادة استخراجها
ESTIDAMA	1- اختيار المواد التي لا تؤثر سلبا على صحة الإنسان والتوازن البيئي	1-التقليل من حجم المواد المستنزفة في عملية الإنشاء	1-المرونة في التصميم للاستفادة من المبنى لأطول عمر
	2- استخدام الموديول في تصميم وتنفيذ الأرضيات لتقليل الهالك	2-الاهتمام بعمليات العزل والصرف والمحيط الخارجي	2-تسهيل عملية هدم المبنى وإعادة استخدام الهيكل الخرساني ومكونات المبنى
	3-استخدام مواد محلية	3-تحسين إدارة مخلفات الإنشاء	3-إعادة استخدام المنشأ الخرساني

	4-استخدام مواد من مصادر متجددة	4-إعادة تدوير المخلفات العضوية	4-إعادة استخدام المواد 5-إعادة تدوير المواد 6-استخدام الأخشاب المدورة 7-تحسين إدارة مخلفات مابعد التشغيل
GPRS	1-استخدام المواد المصنعة والمجهزة في الموقع 2-استخدام العناصر الجاهزة في الإنشاء 3-استخدام المواد المحلية 4-استخدام المواد من المصادر المتجددة 5-استخدام المواد الخفيفة 6-تحليل دورة حياة التكلفة	استخدام المواد ذات التحمل العالي لإطالة عمر المبنى	1-إعادة تدوير المواد
النقاط المشتركة	المصادر المستدامة للمواد الخام: والتي تشمل: - استخدام المواد المحلية - استخدام المواد من مصادر متجددة	الاختيار الجيد لمواد الإنشاء البيئية	1-إعادة استخدام المواد والأنظمة 2-إعادة تدوير مخلفات الهدم

(الجدول من عمل الباحثة)

من خلال إجراء مقارنة بين الأنظمة البيئية السابقة نجد أنها اشتركت ببعض البنود خلال دورة حياة المبنى تتلخص بمايلي:

مرحلة ماقبل الإنشاء:

- البحث عن المصادر المستدامة للمواد الخام (استخدام مواد محلية – استخدام مواد من مصادر متجددة)

مرحلة الإنشاء:

- الاختيار الجيد لمواد الإنشاء البيئية (الديمومة والمتانة – التأثير البيئي)

مرحلة الهدم والإزالة بعد التشغيل:

-إعادة الاستخدام للمواد والأنظمة

-إعادة تدوير المخلفات بعد الهدم

الجدول رقم (10) جدول لتقييم المراحل الثلاث لدورة حياة المبنى في كل نظام بيئي من الأنظمة السابقة والأوزان النسبية:

النظام البيئي	مرحلة ماقبل الإنشاء	مرحلة الإنشاء	مرحلة مابعد الهدم	الأوزان الكلية	عدد النقاط الكلي
BREEAM	%68	%16	%16	%100	12
LEED	%28	%14	%58	%100	14
ESTIDAMA	%25	%21	%54	%100	28
GPRS	%60	%5	%35	%100	20
الوزن النسبي الوسطي وعدد النقاط الوسطي	%45	%14	%41	%100	18.5 نقطة

(الجدول من عمل الباحثة)

وبناء على عدد النقاط والوزن النسبي الوسطي يمكن تقييم كل مرحلة من مراحل عمر المبنى وتم اقتراح توزيع النقاط حسب الوزن النسبي لكل مرحلة فمرحلة ما قبل الانشاء حصلت على وزن نسبي 45% أي ما يعادل تقريبا 8,3 نقطة، ومرحلة الانشاء حصلت على وزن نسبي وسطي 14% أي ما يعادل 2,6 نقاط، ومرحلة ما بعد الهدم حصلت على وزن نسبي وسطي 41% أي ما يعادل تقريبا 7,5 نقطة، والجدول (11) يوضح توزيع النقط.

الجدول رقم (11) (يوضح الأوزان النسبية المعطاة للبنود المشتركة لمادة الإنشاء)

دورة حياة المبنى	البنود المشتركة		الوزن النسبي لكل بند	عدد النقاط	عدد النقاط الكلي	الوزن الكلي لكل مرحلة
مرحلة ما قبل الإنشاء	استخدام مواد محلية		%22.5	4.15	8.3	%45
	استخدام مواد من مصادر متجددة		%22.5	4.15		
مرحلة الإنشاء	الاختيار الجيد لمواد الإنشاء البيئية	الديمومة والمتانة	%7	1.3	2.6	%14
		التأثير البيئي	%7	1.3		
مرحلة مابعد الهدم	إعادة الاستخدام للمواد والأنظمة		%20	3.7	7.6	%41
	إعادة تدوير المخلفات بعد الهدم		%21	3.9		
المجموع				18.5	18.5	%100

(الجدول من عمل الباحثة)

الجانب التطبيقي من الدراسة:

أما عن الجانب التطبيقي سنقوم بتقييم كفاءة مواد البناء باختيار بعض الأمثلة لأبنية إدارية عالمية حائزة على شهادة بيئية وتقييم كفاءة المواد المستخدمة في إنشاء هذه الأبنية بناء على البنود المشتركة التي تم التوصل إليها.

مبنى الخدمات العامة وحكومة كندا Government of Canada Building:

نبذة عن المشروع: [14]

- تبلغ المساحة الطابقية للمبنى 17500 متر مربع
- تم بناؤه عام 2006 م
- تكلفة المبنى 27 مليون دولار
- يتألف المبنى من أربعة طوابق يقع في وسط مدينة (charlettotown, prince Edward Island) ليستوعب عدد 500 موظف من موظفي الحكومة كما يستوعب عدد كبير من مساحات المستأجرين فضلا عن 11 إدارة اتحادية أخرى.

- **التصميم المستدام للمبنى:**

المبنى يعتبر ثاني أكبر المباني الصديقة للبيئة في العالم حاصل على الشهادة الذهبية LEED لتحقيق معيارا مقبولا على المستوى الوطني لبناء وتصميم وتشغيل عالي الأداء للمباني المستدامة ويوفر المبنى حوالي أكثر من 60% من استخدام الطاقة في المكاتب في المبنى.

- **الطاقة:**

- يحوي المبنى على لوحة كبيرة للطاقة الشمسية والتي توفر مايعادل 180 كيلو وات من الطاقة المستخدمة وهي تضم أكثر من 500 خلية شمسية متصلة بالشبكة الكهربائية.
- استخدمت ألواح ضوئية تولد من الطاقة الشمسية لتنتج 130000واط من الطاقة الكهربائية.

- كما تم تخفيض استهلاك المياه من خلال تجميع مياه الأمطار عن طريق التجهيزات عالية الكفاءة لإعادة استخدام المياه.
- كما تم استخدام نظام أنابيب مشعة للبرودة والحرارة في الأرضية.

- **مواد البناء المستخدمة:**

- تم استخدام المواد المعاد تدويرها والنفايات المحلية وتشمل الرماد المتطاير، وحديد التسليح المعاد تدويره والهياكل الفولاذية المعاد تدويرها في عملية بناء المبنى مما أدى إلى خفض تكاليف البناء.

- استخدمت أيضا الألواح الزجاجية على الواجهات والتي توفر الإضاءة الطبيعية وتعكس الحرارة مما يسهل خفض استهلاك الطاقة مع توفير بيئة عمل أكثر إنتاجية.
- أما بالنسبة للهيكل الإنشائي فقد استخدم الهيكل الخرساني.

تفاصيل توزيع النقاط في نظام ليد خلال دورة حياة المبنى هو كالتالي:[8]

- **مرحلة ما قبل الإنشاء:** استخدام المواد المحلية 3 نقاط تتوزع كالتالي:

1. المواد المحلية 20% تصنيع محليات =1نقطة
2. المواد المستخدمة بنسبة 20 – 50 % محليا = 1نقطة
3. المواد من مصادر متجددة = 1نقطة

- **مرحلة التشغيل:** الاختيار الجيد لمواد البناء:

الأخشاب المعتمدة= 1 نقطة

- **مرحلة بعد الهدم:**

- إعادة استخدام المواد والأنظمة 4 نقاط تتوزع كالتالي:

1. إعادة استخدام البناء احصل على 75%من الغلاف الموجود= 1نقطة
2. إعادة استخدام 100% من الغلاف الموجود = 1 نقطة
3. إعادة استخدام 5% من الموارد= 1 نقطة
4. إعادة استخدام 10% من الموارد = 1 نقط

- إعادة تدوير المخلفات بعد الهدم 5 نقاط تتوزع كالتالي:

1. إدارة نفايات البناء بنسبة 50%= 1نقطة
2. إدارة مخلفات البناء بنسبة 75%= 1نقطة
3. محتوى التدوير 10%= 1 نقطة
4. محتوى التدوير 5%= 1نقطة
5. 50% من المناطق غير المغلقة = 1نقطة (هذا البند لا تشترك به جميع الأنظمة)

الجدول رقم (12) يوضح توزيع نقاط لمعايير مادة البناء والإنشاء للمبنى حسب المعايير التي توصل إليها البحث وفق نظام ليد:

دورة حياة المبنى	البنود المشتركة	الوزن النسبي لكل بند	توزيع النقط حسب ليد	توزيع نقاط التقييم	ملاحظات
مرحلة ماقبل الإنشاء	استخدام مواد محلية	22.5 %	2	4.15	في معظم كندا مواد البناء وفيرة والتي تلائم بيئة كندا الباردة هي الحجارة والأخشاب وذلك لأنها عازلة جيدة للحرارة وتتمتع بعامل توصيل حراري ضعيف
	استخدام مواد من مصادر متجددة	22.5 %	0	0	
مرحلة الانشاء	الاختيار الجيد لمواد الإنشاء	%14	0	1.3	تعتبر الخرسانة المسلحة والهياكل الفولاذية من المواد المتينة ولكنها

	البيئية				ذات الانبعاث الكبيرة لغاز الكربون
مرحلة مابعد الهدم	إعادة الاستخدام للمواد ولأنظمة	%20	4	3.7	تم استخدام الفولاذ والنفايات المعاد تدويرها كما ويمكن الاستفادة من الهيكل الإنشائي المستخدم وحديد التسليح بعد هدم المبنى
	إعادة تدوير المخلفات بعد الهدم	%21	3	3.9	
المجموع		%100	%75=9	=13.05 %70.54	

و في نظام LEED لو حقق المبنى من (40–49) يحصل على الشهادة Certified
لو حقق المبنى من (50–59) يحصل على الشهادة الفضيةSilver
لو حقق المبنى من (60–79) يحصل على الشهادة الذهبية Gold
أما 80 فما فوق يحصل على الشهادة البلاتينية وهي أعلى مستوى في نظام ليدPlatinum

وبناء على المعايير التي تم التوصل إليها حصل المبنى على نسبة 70.54% و75% في نظام ليد وهو يكافئ الشهادة الذهبية التي حصل عليها المبنى.

مبنى شركة سيمنز في مدينة مصدر[9]

وصف المبنى:

- من تصميم مكتب (شيبرد روبسون)
- تبلغ مساحته الإجمالية 18000 متر مربع
- أنشئ عام 2012 م وتم تدشينه 2014م

التصميم المستدام للمبنى:

- حصد المبنى 16 جائزة مرموقة حتى يومنا هذا بما في ذلك جائزة MIPIMللمشاريع المستقبلية العالمية لعام 2012 م ضمن فئة المساحة المكتبية، وجائزة أفضل تصميم معماري للمساحات المكتبية للعام 2012م في المنطقة العربية.

هو أول مبنى إداري في أبو ظبي يحصل على شهادة الريادة في الطاقة والتصميم البيئي ليد من الفئة البلاتينية ما يعادل ثلاثة لآلئ في نظام استدامة، وقد أرسى المبنى ركائز الأبنية المستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وخارجها نظرا لمعايير الاستدامة التي تم توظيفها في المبنى والتقنيات المستخدمة في تطويره حيث يسهم في خفض استهلاك الطاقة بما يعادل 45% مقارنة بمعيار الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء المعمول بها

دوليا، وخفض معدل استهلاك المياه بمعدل 50% مقارنة مع معايير ليد، ويحوي المبنى ساحة مسقوفة توفر الإنارة الطبيعية لجميع أماكن العمل داخله.

مواد البناء المستخدمة:

- إن تصميم المبنى على مبدأ صندوق أمن درجة عالية من العزل الحراري.
- صممت واجهات المبنى لتمنع تسرب الهواء بغية الحد من توصيل الحرارة وبالإضافة إلى ذلك تم تصنيع المظلة الخارجية من الألمنيوم الخفيف الوزن ليحد من اكتساب الحرارة من أشعة الشمس مع توفير أكبر قدر من الضوء الطبيعي الخارجي والحد من انبعاثات غاز co2 .
- أنشئ المبنى من الاسمنت المنخفض الكربون والألمنيوم المعاد تدويره بنسبة 90% بالإضافة إلى مواد أخرى معتمدة يتم استقدامها من السوق المحلية.
- تم تطوير قضبان من الألمنيوم المعاد تدويره بنسبة 34%، الأمر الذي أدى إلى تقليل انبعاثات الكربون الإنشائية إلى 2.7 كيلوغرام من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوغرام، وجرى الأمر نفسه على المواد الخرسانية والفولاذية وحجارة البناء والألمنيوم من خفض نحو 80% من انبعاثات الكربون في مواد البناء الاجمالية.

الجدول رقم (13) يوضح نسب تقييم معايير مادة البناء والإنشاء لمبنى سيمنز حسب المعايير التي تم التوصل إليها

دورة حياة المبنى	البنود المشتركة	الوزن النسبي لكل بند	توزيع النقاط حسب ليد	توزيع نقاط التقييم	ملاحظات
مرحلة ماقبل الإنشاء	استخدام مواد محلية	%22.5	1	2	أن مادة البوكسيت الخام التي تدخل في تركيب ألمنيوم يتم استيرادها من مناجم في بلدان منتجة للمادة مثل (غينيا) وتحتل الإمارات ثالث دولة عالميا في إنتاج الاسمنت المحلي
	استخدام مواد من مصادر متجددة	%22.5	1	4.15	
مرحلة الإنشاء	الاختيار الجيد لمواد الإنشاء البيئية	%14	1	2.6	المواد المستخدمة في البناء تعتبر جيدة بيئيا (كما ذكر سابقا)
مرحلة ما بعد الهدم	إعادة الاستخدام للمواد والأنظمة	%20	4	3.7	وتعتبر عمليات إعادة استخدام الألمنيوم ناجحة جدا اقتصاديا حيث توفر من الطاقة اللازمة لتصنيع الألمنيوم من جديد بالإضافة إلى ذلك فان خفة وزن الألمنيوم تسمح إعادة
	إعادة تدوير المخلفات بعد الهدم	%21	4	3.9	

					استخدام الهياكل الإنشائية حيث يسهل فك ونقل هذه الهياكل من موقعها وإعادة تركيبها في مواقع أخرى
المجموع		%100	=12 %91,67	=16.35 %88.38	

نلاحظ من خلال تقييم المبنى بالمعايير المشتركة التي تم التوصل إليها أن المبنى حصل على تقييم 88,38% و 91.67% في نظام ليد أي ما يعادل الشهادة البلاتينية التي حصل عليها المبنى.

مما سبق نلاحظ أن المعايير التي تم التوصل إليها حققت نفس درجة التقييم في نظام ليد البيئي الأمر الذي يؤكد ضرورة تحقيق تلك المعايير عند اختيار مواد البناء والتي تساهم في تحقيق استدامة الأبنية الإدارية.

الاستنتاجات والتوصيات

○ الاستنتاجات:

فيما سبق تم التعريف بأهم المعايير والضوابط لاستخدام مواد البناء المستدامة والمشتركة في جميع الأنظمة البيئية، والتي يمكن اعتمادها كخطوة أولية نحو التوصل إلى منهجية ثابتة لتقييم كفاءة مواد البناء في الأبنية الإدارية المحلية وارفادها بالدليل الاسترشادي السوري وكود العزل الحراري السوري لتشكل قاعدة أساسية في الفكر التصميمي عند تصميم الأبنية الإدارية المستقبلية، وبذلك يمكن تلخيص ما توصلت إليه هذه الورقة البحثية بالنقاط التالية:

- الكشف عن آليات ومعايير اختيار مواد البناء بما يحافظ على مواردها الطبيعية ويقلل من تأثيراتها السلبية على البيئة والتي لها دور كبير في تحقيق استدامة هذا النوع من الأبنية خلال دورة حياة المبنى وتتلخص هذه المعايير حسب ماتم التوصل اليه:

- مرحلة ما قبل الانشاء:

i. استخدام مواد بناء محلية.

ii. استخدام مواد من مصادر متجددة.

- مرحلة الانشاء:

i. الاختيار الجيد لمواد البناء والتي تتصف بالديمومة والمتانة وتأثيرها البيئي.

- مرحلة ما بعد الهدم:

i. إعادة الاستخدام للمواد والأنظمة

ii. إعادة تدوير المخلفات بعد الهدم.

- إن المعايير الأولية لاختيار مواد البناء التي تم التوصل اليها يمكن دمجها بنظام التقييم المحلي للعمارة الخضراء (الدليل الأخضر السوري) ويمكن أن تكون قاعدة أولية في وضع تقييمات لمعايير الاستدامة الأخرى للتوصل لنظام بيئي يواكب الأنظمة البيئية العالمية.

- ويمكن تلخيص بعض النتائج التي تتعلق بمواصفات مواد البناء بالنقاط التالية:

- إن استعمال مواد البناء المتينة وذات الديمومة العالية يساهم في الحد من الطاقة المستهلكة في عملية الصيانة خلال عمر المبنى.
- إن استخدام مواد البناء القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام يقلل من التأثير السلبي لهذه المواد على البيئة.
- إن استخدام المواد الطبيعية ذات الاستهلاك الأقل للطاقة في عمليات التصنيع والنقل له دور فعال في تخفيف الملوثات المنطلقة من تلك العمليات على البيئة والصحة.
- إن استخدام مواد بناء متوفرة محليا في الموقع من شأنه تخفيف الطاقة المستهلكة في عملية نقل تلك المواد.

- **التوصيات:**

- وضع إستراتيجية واضحة للمشروع قبل البدء بالعملية التصميمية مثل تحديد عمر المبنى وما يترتب عليه من اعتبارات كالمواد والهياكل المستعملة وطرق البناء.
- إن دراسة الموقع دراسة جيدة من حيث مواد البناء المتوفرة محليا في الموقع تساعد فريق العمل لتقييم استراتيجيات البناء الفعالة في ذلك الموقع وتحديدها، إن التركيز على استخدام مواد بناء محلية ومتوفرة طبيعيا من شأنه أن يخفف عبء استهلاك كميات كبيرة من الطاقة والناتجة عن تصنيعها ونقلها من أماكن بعيدة.
- إن الاختيار السليم لمواد البناء ولاسيما مواد البناء المحلية من خلال فهم صحيح لمواصفاتها وخصائصها البيئية يحقق الاقتصاد في الطاقة كما يحقق السلام والراحة والجمال وبالتالي يساعد في التوصل للمبنى المستدام.
- فرض شروط حازمة من قبل الجهات الحكومية على الشركات العاملة في مجال تصنيع مواد البناء في السوق المحلية لإنتاج مواد بناء تحترم البيئة وتحقق استدامة المبنى وإلزام مالك المبنى بها كأحد الشروط عند ترخيص المبنى.
- إعداد برامج تدريبية خاصة للعاملين في قطاع البناء وتقديم معلومات عن طبيعة وإنتاج المواد البنائية والمخاطر المرتبطة ببعض عمليات إنتاجها.
- وضع أدوات تقييم لحساب التأثيرات البيئية لمواد البناء خلال دورة حياة المبنى ابتداء من مرحلة الإنشاء ومرورا بمرحلة التشغيل وحتى بعد الهدم.
- تأسيس مراكز بحثية متخصصة لدراسة مواد البناء وتأثيراتها السلبية على البيئة وإقامة المحاضرات والندوات للهيئات الهندسية والمهنية ولاسيما في المعاهد والجامعات.

المراجع :

1- ADDINGTON, M; SCHODEK, D, *Smart Materials and New Technologies* (for Architecture and design professions). Harvard University,2005.

2- FERNANDES, J. *Material Architecture: Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction*. Architectural Press, (2006), 232.

3- FUENTES, R. S; THOMAS, M&S, *Eco House: A Design Guide***.** Oxford, UK, 2007.

4- حمد الله، ر. ن. التكنولوجيا والشكل – أثر التكنولوجيا الحديثة في شكل المسكن. رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، العراق، 1997م.

5- العجيلي، ع. ج. دراسة مقارنة للاستدامة البيئية للمباني الجامعية القائمة بدول شمال افريقيا باستخدام نظام LEED للتقييم. رسالة ماجستير، كلية الهندسة المعمارية، جامعة الجبل الغربي، ليبيا، 2015م.

6- JOHN WILEY & SONS**,** *Materials of Sustainable Sites*. Calkins, Meg**,** Inc, Hoboken, New Jersey, Canada ,2009.

7- الجوهري، ع. س. دراسة تحليلية للعلاقة بن مادة الإنشاء والطاقة في العمارة: مدخل لتحليل دورة حياة مادة الإنشاء والطاقة. رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، مصر، 2012م.

8- طه إبراهيم، أ. م. منهجية مقترحة لتقييم المباني الخضراء في مصر. رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة أسيوط، 2014م.

9- ABI SAAB, M; NIKOLOPOULO, C; ALHOSANY, N; AFASHARI, A; CHI LON WAN, C. *High Performance buildings in Hot Arid Regions- Acase study for the Siemens building in Masdar City*. Jornal of Architecture and Planning. Vol. 26, N. 2, 2014, 105-116.

10-Safwan AlAssaf**,** *An Intelligent Spatial Data Base for Strategic Housing Management*, International Regional and Planning Studies / Middle East Forum, 1996, 41-61.

11-Safwan AlAssaf*, A Conceptual Model for housing Planning Information System*, Arab Cities Organization (G.C.A.C.O) 10th, Dubai 3, 1994, 2475-2524.

مواقع الانترنت:

12-http://www.estidama.com/ABO DHABI URBAN PLANNING COUNCIL, *ESTIDAMA: The Pearl Rating System: Design& Construction*, Version 0.1,2010.

13- The Green Pyramid Rating System. The Egyptian Green Building Council,April, 2011.

14- http://www.servicecanada.gc.ca/tbsc-fsco/sc-dsp.jsp- 16 May. 2011.