إقتصاديات الطاقة في ضوء الإتجاهات المعمارية البيئية وأليات التقييم البيئية العالمية وبرامج المحاكاه

أ.د/ إيهاب محمود عقبة[١]، أ.د/ هشام سامح حسين[٢]، م.م/ عمرو سليمان الجوهري[٣]

ملخص البحث

المباني البيئية والمستدامة هي مباني تدرس كيفية تحسين كفاءة الطاقة خلال أنشطة دورة حياة المبنى والتي تمارس لإنشاء وتشغيل والتخلص من المبنى في نهاية عمره الإنتفاعي، لتقليل العبء علي الموارد، وتقليل الأثر البيئي السلبي مثل التلوث والمخلفات الذي يصل إلي الضرر بصحة الإنسان والكائنات.

المبني ما هو إلا مجموعة من العناصر (موقع، هيكل إنشائي، غلاف خارجي، قواطيع داخلية، تشطيبات، خدمات) وكل عنصر يتكون من مجموعة من المواد التي تختلف في الكميات والخصائص والتي تتحكم بشكل مباشر في إقتصاديات العنصر، والمادة لها أنشطة تشكل دورة حياتها وكل نشاط من هذه الأنشطة يستهلك طاقة، والمياه تستهلك طاقة في الرفع والتحلية والتسخين والتخزين والضخ والتنقية والمعالجة وخلافه، والطاقة ينتج عنها مخلفات غازية Co_2 Emissions في إنتاجها وإستهلاكها، والمخلفات بأشكالها تستهلك طاقة بشكل غير مباشر في أنظمة تشغيل المبنى لتحسين جودة البيئة الداخلية.

أنشطة المباني من وجهة نظر البيئة تشكل مراحل دورة حياة المبنى من المهد إلي اللحد From Cradle to Grave (مرحلة ما قبل التشغيل، مرحلة التشغيل، مرحلة نهاية العمر الإنتفاعي)، فإذا أردنا دراسة إقتصاديات الطاقة وإيجاد أليات لتقييمها وترشيدها وتحسين كفاءة إستهلاكها يجب أن تكون خلال دورة حياة المبنى بالكامل وليس جزء منها.

لذلك جاءت فكرة البحث لتتناول بالتحليل إقتصاديات الطاقة في ضوء الإتجاهات المعمارية البيئية وأليات التقييم البيئية العالمية وبرامج المحاكاه للكشف عن مدي إستيفائهم لدراسة وتقييم ومحاكاه الطاقة خلال أنشطة دورة حياة المبنى، فالطاقة كمورد هي الداعم الأساسي والحقيقي لتكوين المباني البيئية والمستدامة، ولا غنى عنها، كما أنها مصدر أساسي للملوثات ولها أثر بيئي سلبي ويجب تحسينه.

الكلمات المفتاحية: الإتجاهات المعمارية لترشيد الطاقة في المباني، أليات تقييم المباني البيئية والمستدامة، برامج محاكاة الطاقة في المباني.

لذلك سوف ينتهج البحث المنهج التحليلي من خلال ثلاث محاور:

* **المحور الأول:** تحليل الإتجاهات المعمارية البيئية الحديثة التي تتبني فكرة تحسين إقتصاديات الطاقة عن طريق تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة وتقليل الإنبعاثات الكربونية للحد من التأثير السلبي على جودة البيئة الداخلية والخارجية.

* **المحورالثاني:** التعرف علي برامج المحكاه التي تستخدم في عمليات محاكاة الطاقة في المباني لتحسين تصميم المباني البيئية بهدف ترشيد الطاقة.

* **المحور الثالث:** دراسة تحليلية لعنصر الطاقة داخل أهم أليات التقييم العالمية للخروج ببعض النتائج والتوصيات التي تعمل إلى ترشيد وتحسين كفاءة إستهلاك الطاقة خلال أنشطة كامل دورة حياة المبنى.

١- المقدمة

مفهوم الإستدامة هو مظلة لمجموعة من الإتجاهات البيئية المعمارية الحديثة التي إختلفت في مسمياتها ولكنها إتفقت على مجموعة من المبادئ التي تؤكد على أهمية الحفاظ على التوازن البيئي الذي أصيب بخلل في الأونة الأخيرة نتيجة الإستنزاف الحاد في الموارد المتاحة الذي أدى إلى إنشاء المجالس الإقليمية التي تعمل على إنتاج

١- أستاذ العمارة قسم الهندسة المعمارية- جامعة الفيوم
٢- أستاذ العمارة - قسم الهندسة المعمارية بجامعة القاهرة
٣- طالب دكتوراة جامعة القاهرة، مدرس مساعد بقسم الهندسة المعمارية بالأكاديمية الحديثة - القاهرة عنوان المراسلة:ehok2000@yahoo.com

أليات لتقييم المنشأت البيئية مثل الـ LEED في الولايات المتحدة وال GPRS في مصر ومثيلهما في باقي دول العالم، وتقييم أداء الطاقة كأحد عناصر التقييم داخل كل ألية، أيضا ظهور برامج محاكاه الطاقة في المباني لدراسة وتحليل كيفية الإقتصاد في الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها.

١-١- إقتصاديات الطاقة في ضوء الإتجاهات المعمارية البيئية

تعددت الإتجاهات والنماذج المعمارية التي تهتم بمجال ترشيد الطاقة كأحد أساليب تحسين إقتصاديات الطاقة في العمارة وعلى سبيل المثال كما بالجدول رقم (١)[١]

جدول رقم ١- اهم الاتجاهات والنماذج المعمارية التى تهتم بمجال ترشيد الطاقة

١	المباني المرشدة لإستهلاك الطاقة	**Low Energy Buildings**
٢	المباني السلبية	**Passive Houses Buildings**
٣	المباني الصفرية في إحتياج للطاقة	**Zero Energy Buildings**
٤	المباني المنتجة للطاقة	**Energy Plus Buildings**
٥	المباني المحسنة من كفاءة إستهلاك الطاقة	**Energy- Efficient Refurbishment Buildings**
٦	المباني الصفرية في الإنبعاثات الكربونية	**Zero Emission Buildings**

Source: Unitied Nations Environment Programme (UNEP) ,**"Building and Climate Change : Status, Challenges and Opportunities"**, 2007 , P26

سوف نتعرف على كل نموذج من هذه النماذج، ونوضح النشاط المستهدف لترشيد الطاقة من خلال هذا النموذج خلال نشاطات دورة حياة المبنى من المهد إلى اللحد.

١-١-١- المباني المرشدة لإستهلاك الطاقة

Low Energy - Buildings

أولا: الفكرة الأساسية للمباني المرشدة لإستهلاك الطاقة

قامت معظم الأبحاث على هذا النموذج من المباني البيئية في أمريكا الشمالية وأوروبا وتم صياغة هذا النموذج بطريقة الصواب والخطأ Trial and Error، يعتمد هذا النموذج على ترشيد نصف ما يحتاجه المبني من الطاقة لتشغيله مقارنه بالمباني المحيطة له وذلك بالإعتماد على بعض التقنيات البسيطة، ومع تتطور تقنيات توليد الطاقة داخل المبني وإختلاف المناخ على مدار العام يمكن أن نصل إلى توفير ١٠٠% من إحتياجاته ويمكن تصنيف المبني في هذه الحالة بأنه مبنى صفري Zero Energy Buildingأو مبنى سلبي Passive Houses كما سوف نتناول في النموذجين اللاحقين.

ثانيا: الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق المباني المرشدة للطاقة

يمكن تحقيق هذا النموذج من خلال بعض التقنيات البسيطة مثل:

* تحسين كفاءة عزل الحرارة بالمبنى.
* التصميم الجيد للفتحات.
* تحسين كفاءة أنظمة التهوية داخل المبني.

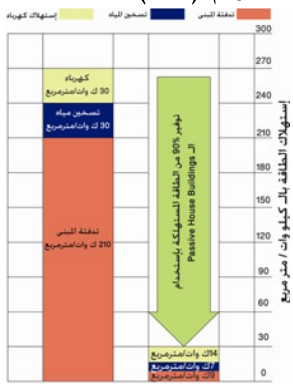
لضمان تحقيق كفاءة أداء الأنظمة والتقنيات المستخدمة وتحقيق الراحة الحرارية وتقليل الأثر السلبي علي البيئة يجب:

* الإلتفات إلي المناخ ودرجات الحرارة لأنه سوف يؤثر علي طريقة تقليل وترشيد إستهلاك الطاقة داخل المبني.
* يجب الإهتمام بمرحلة الفكرة والتصميم لتحقيق هذا النموذج.
* مراجعة الإستهلاك للطاقة علي مدار العام وعند تغير المناخ لضمان كفاءة ترشيد إستهلاك الطاقة وتقدر الطاقة المستهلكة بالنسبة لكل متر مربع داخل المبنى.

١-١-٢- المباني السلبية Passive Houses Buildings

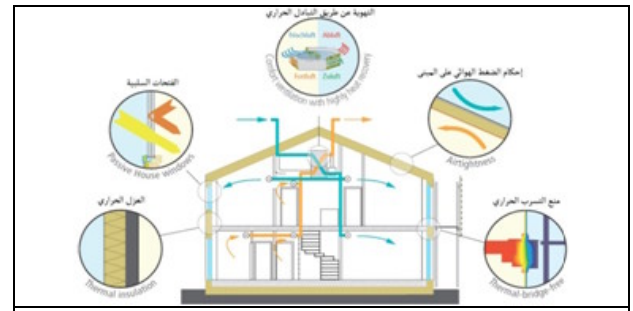
أولا: الفكرة الأساسية للمباني السلبية

تم إنشاء هذا النموذج بواسطة المعهد الألماني للمباني السلبية German Passivhaus Institut وكان خاص بالمباني السكنية لذلك سمي بالـ Passive House ثم إمتد هذا التوجه المعماري ليشمل باقي أنواع المباني لذلك يطلق عليه في بعض الأحيان الـ Passive Buildings، ومن أهم مميزات هذا النموذج أنه يحقق الراحة الحرارية وجودة البيئة الداخلية ذاتيا بالإعتماد على بعض الوسائل والأنظمة السلبية في عمليات التبريد والتسخين والتهوية والتي تستمد طاقتها من المصادرالمتجددة مثل الشمس أو الرياح، لذلك سمي بالمبنى السلبي Passive House Building[2]، ويستهدف هذا النموذج إلى ترشيد حوالي٩٠% من الطاقة المطلوبة لتشغيل المباني كما هو موضح بالشكل رقم (٢،١)[٣]



شكل رقم ١- يوضح الهدف والفكرة الأساسية لنموذج المباني السلبية

المصدر بتصرف الباحث: الموقع الإلكتروني لمعهد المباني السلبية Passive House Institute ,URL: passiv.de/en/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm (October 16 , 2014)



شكل رقم ٢- يوضح أهم الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق لنموذج المباني السلبية

المصدر بتصرف الباحث: الموقع الإلكتروني لمعهد المباني السلبية
Passive House Institute ,URL: passiv.de/en/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm (October 16 , 201

ثانيا: الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق المباني السلبية
Passive Houses Buildings

تعددت الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق نموذج المبنى السلبي وهي كالتالي كما هو موضح بالشكل رقم (٢):

١- العزل الجيد للحرارة Thermal Insulation: جميع الحوائط الخارجية المصمتة معزولة حراريا بالكامل وبشكل جيد، بحيث يكون معامل الإنتقال الحراريU-Value بمتوسط لا يزيد ٠.١٥ وات/مترمربع من الغلاف الخارجي للمبنى.

٢- إستخدام الفتحات السلبية Passive House Windows إطارات الشبابيك محكمة وضد التسريب للحرارة والزجاج من النوع Lowe Glazing ومزود بغازالأرجون أو الكريبتون (غازات خاملة تساعد على عزل الزجاج) لمنع إنتقال الحرارة من الخارج إلى الداخل والعكس، ومعامل إنتقال الحرارة U value ٠.٠٨ وات/متر مربع أو أقل.

٣- التهوية الجيدة Comfort Ventilation: إستخدام المبادل الحراري Heat Exchanger في توفير ٧٥% من إحتياجات المبنى من التهوية الطبيعية الصحية وتقليل الطاقة المستهلكة في تحقيق ذلك.

٤- حماية الغلاف من ضغط الهواء الخارجي (إحكام غلق المبنى) Airtightness: لا يزيد حجم التسرب الحراري نتيجة ضغط الهواء على الغلاف الخارجي عن ٠.٦ من حجم المبنى لكل ساعة عند ضغط ٥٠ بسكال لضمان تحقيق الراحة الحرارية وتوفير الطاقة المستهلكة.

٥- منع التسرب الحراري Absane of Thermal Bridge

عمل إختبار متقن لجميع الزوايا والوصلات والأركان، والإهتمام بذلك أثناء عمليات التصميم والتنفيذ وذلك لتقليلها إلى أقصى حد لما لها من تأثير سلبي على الأداء الحراري للمبنى وما يتبعه من إستهلاك طاقة.

١-١-٣- المباني الصفرية في إحتياج الطاقة
Zero Energy - Buildings

أولا: الفكرة الأساسية للمباني الصفرية في إحتياج الطاقة

هذا النموذج من المباني ينتج طاقة أكثر مما يستهلكه على مدار العام ومع تغير المناخ دون التأثير السلبي على البيئة أو جودة البيئة الداخلية Indoor Quality وراحة المستخدمين، بل إمتدت مميزات هذا النموذج من المباني إلى الحفاظ على جودة البيئة الخارجية Outdoor Quality هذا النموذج يساعد على تقليل الإحتباس الحراري Global Warming والتغيرات البيئية ومن الإعتماد على الوقود الأحفوري Fossil Fuel وبالتالي تقل الإنبعاثات الكربونية Co_2 Emissions الناتجه عن حرق هذا الوقود.

ثانيا: الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق المباني الصفرية

توجد مجموعة من الأساليب والإستراتيجيات المستخدمة في إنتاج الطاقة مثل:

* الخلايا الشمسية.
* توربينات الرياح الصغيرة.
* حرارة الشمس.
* أنابيب ومضخات التسخين الأرضية Ground Heat Pump

تقوم الفكرة الأساسية لهذا النموذج على توليد الطاقة اللازمة للمبنى عن طريق الأساليب والإستراتيجيات السابق ذكرها وتخزين هذه الطاقة في بطاريات يتم الإستهلاك منها على مدارالعام سواء في الصيف أو الشتاء، وفصل الشتاء يمكن أن يزداد فيه الإستهلاك لكن المهم أن يصل إستهلاك المبنى في نهاية العام إلي تحقيق نموذج المباني الصفرية Zero Energy – Building بكفاءة[٤].

١-١-٤- المباني المنتجة للطاقة Energy Plus - Buildings

أولا: الفكرة الأساسية للمباني المنتجة للطاقة

بدأ ظهورهذا النموذج من المباني في ألمنيا كتطوير للمباني السلبية Passive Houses والمباني الصفرية Zero Energy Building وتقوم الفكرة الأساسية لهذا النموذج على إنتاج طاقة أكثر من المطلوب لإحتياجاته على مدار العام.

ثانيا: الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق المباني المنتجة للطاقة

معظم الطاقة عبارة عن طاقة كهربائية يتم توليدها عن طريق الخلايا الشمسية وتعظيم إنتاجياتها عن طريق

الإختيار الجيد للموقع والتوجيه.

١-١-٥- المباني المحسنة من كفاءة إستهلاك الطاقة
Energy- Efficient Refurbishment Buildings

أولا: الفكرة الأساسية للمباني المحسنة من كفاءة إستهلاك الطاقة

يصدر المبني عند تشغيله وإستهلاكه للطاقة مجموعة من الإنبعاثات الكربونية Co_2 Emission لذلك ظهر هذا النموذج الذي يعمل على تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة، وأن فرنسا إعتمدت علي هذا النموذج ووضعت خطة طموحة تهدف إلي تقليل٧٥% من الغازات الدفيئة Greenhouse Gases بقدوم عام ٢٠٥٠ لتحقيق مفهوم المدن البيئية Eco- Cities or Low Carbon Built Environments، وهذا بهدف الإستفادة من مردود ذلك إقتصاديا على المشروعات التنموية المختلفة.

ثانيا: الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق المباني المحسنة من كفاءة إستهلاك الطاقة

من أهم الإستراتيجيات المستخدمة لتحقيق هذا النموذج

* تحسين كفاءة الغلاف الخارجي Selective.
* تحسين جودة العزل للأسطح.
* تصميم جيد للفتحات Smart.
* التحكم في تبريد وتهوية المبنى.
* تسخين المبنى بشكل جيد دون حدوث هالك في الطاقة.
* ترشيد إستهلاك الأجهزة الكهربائية.
* تسخين المياه عن طريق الإعتماد على الطاقة المتجددة.

١-١-٦- المباني الصفرية في الإنبعاثات الكربونية
Zero Co_2 Emissions Buildings

أولا: الفكرة الأساسية للمباني الصفرية في الإنبعاثات الكربونية

الإنبعاثات الكربونية Co_2 Emissions والغازات الدفيئة Greenhouse Gases من أهم أسباب التأثيرالسلبي على التوازن البيئي والتغيرات المناخية، وبدأ الإهتمام بهذه القضية بعد عقد أول مؤتمر للمناخ عام١٩٧٩م[٥]، ونجد أن السبب الأساسي في حدوث ذلك هي عمليات حرق الوقود اللازم لتوليد الطاقة المطلوبة للمبنى، وبترشيد الطاقة المستهلكة سوف تقل الإنبعاثات الكربونية الضارة.

ثانيا: الإستراتيجيات المتبعة لتحقيق المباني الصفرية في الإنبعاثات الكربونية

يعتمد هذا النموذج على مجموعة من الإستراتيجيات التي إعتمدت عليها النماذج السالف دراستها والتي ساهمت بشكل واضح في تقليل الطاقة التي يستهلكها المبنى في عمليات التشغيل وبالتالي سوف تقل الإنبعاثات الكربونية الضارة.

ولكن من خلال دراسة الستة نماذج السابقة نجد أنها إهتمت بمرحلة تشغيل المبنى فقط وأغفلت وبشكل كبير الطاقة المدمجة Embodied Energy وإنبعاثاتها التي تستهلكها المادة الخام التي تستخدم في عمليات الإنشاء وطاقة التخلص من المبني في نهاية عمره Disposal Energy، ويوضح جدول رقم (٢) مرحلة دورة الحياة محل الاهتمام فى ترشيد الطاقة لأهم الاتجهات والنماذج المعمارية التى تهتم بترشيد الطاقة فى العمارة.

جدول رقم٢ مرحلة الحياة محل الاهتمام فى ترشيد الطاقة

م	أهم الإتجاهات المعمارية البيئية الحديثة المصنفة من منظور الطاقة	مرحلة الإنتاج طاقة مدمجة أولية	مرحلة التشغيل طاقة تشغيل	مرحلة التخلص طاقة تخلص
١	المباني المرشدة لإستهلاك الطاقة **Low energy buildings**	☒	✓	☒
٢	المباني السلبية **Passive houses buildings**	☒	✓	☒
٣	المباني الصفرية في إحتياج للطاقة **Zero energy buildings**	☒	✓	☒
٤	المباني المنتجة للطاقة **buildings Energy plus**	☒	✓	☒
٥	المباني المحسنة من كفاءة استهلاك الطاقة **Energy-Efficient refurbishment buildings**	☒	✓	☒
٦	المباني الصفرية في الإنبعاثات الكربونية **Zero emission buildings**	☒	✓	☒

المصدر: الباحث

١-٢- دراسة برامج محاكاة الطاقة في المباني بإستخدام الحاسب الألي

يوفر دليل برمجيات الطاقة للمباني Building Energy Software Tools Directory معلومات عن٤١٧ أداة لمحاكاة المباني (Building Software Tools) لتقييم كفاءة الطاقة والاستدامة في المباني[٦]، وهذه البرامج مصنفه طبقاً لنوعيه التحليل الذى تقوم به كما هو موضح بالجدول رقم (٣).

جدول رقم ٣- يوضح تصنيف محاكاة الطاقة فى العمارة طبقا لنوعية التحليل

تحليل مبنى بأكمله	مكونات ومعدات ونظم	تطبيقات أخرى
محاكاة الطاقة	نظم الغلاف	التلوث في الغلاف الجوي
حساب أحمال الطاقه فى المبنى	معدات ونظم HVAC	جودة الهواء في الأماكن المغلقة
الطاقة المتجددة	أنظمة الإضاءة	التحليل الشمسي/ تحليل المناخ
تحليل التجديد فى المبنى		المرافق المختلفه فى المبنى
الاستدامة / المباني الخضراء		أدوات التحقق من صحة
		التهوية / تدفق الهواء
		المحافظة على المياه
		جودة الهواء في الأماكن المغلقة

Building Energy Software Tools Directory site: URL: http://apps1.eere.Energy.gov/buildings/tools_directory/ Aceessed: (March 18 , 2015).

والجدول رقم (٤) يذكر بعض أهم البرامج السابق ذكرهـــا طبقاً للترتيب الأبجدى.

جدول رقم ٤– أهم برامج محاكاة الطاقة فى العمارة على سبيل المثال وليس على سبيل الحصر

البرنامج	التطبيـــــــق
1D-HAM	محاكاة الحرارة والهواء والرطوبة وسائل الانتقال الحراري مثل الحوائط
3E Plus	تصميم وتحديد نوعية وسمك مواد العزل.
ACOUSALLE	تصميم الصوتيات
Acoustic Calc	تصميم الصوتيات والتنبؤ بمستوى الصوت ومستوى الضوضاء ، وتصمي وإختيار معدات التكييف والتهوية،
AFT Fathom	تصميم واختيار المضخات، وتصميم مجاري الهواء، وأنظمة المياه الباردة ، والساخنة
AIRWIND Pro	حساب احمال تكييف الهواء
AUDIT	دراسة تكاليف التشغيل للمباني السكنية والتجارية
Autodesk Green Building Studio	محاكاة التشغيل البيني للمباني، وأداء الطاقة
BEES	محاكاة الأداء البيئي للمباني الخضراء ، وتحليل دورة حياة التكلفة لعناصر المبنى
BESTEST	محاكاة القدرة للغلاف الخارجى ، واختبارات أنظمة HVAC
Blue Sol	محاكاه نظم الطاقه الشمسية، الأنظمة الكهروضوئية والمكونات الكهربائية و دراسة تظليل المبنى
Building Advice	محاكاة الطاقة للمباني الخضراء ، ودراسة تحديث أنظمة المبنى لترشيد طاقة التشغيل
Building Design Advisor	محاكاة أداء الطاقة في إستغلال ضوء النهار للمباني التجارية
CATALOGUE	تصميم النوافذ والخصائص الحرارية
Climate Consultant	تحليل المناخ ، وعمل مخطط psychometric chart ووردة الرياح
Cool Room Calc	محاكاة الأحمال الحرارية للمبنى لتصميم عمليات تكييف الهواء
Daylight	محاكاة ضوء النهار لتصميم الإضاءة
Design Advisor	محاكاة طاقه المبنى لتحقيق الراحة الحراريه، والتهوية الطبيعية وتصميم الواجهات المزدوجة double-skin façade
Design Builder	محاكاة طاقة التشغيل وانبعاثات CO2 ودراسة التظليل الشمسي والتهوية الطبيعية، والإضاءة الطبيعية من ضوء النهار، وتصميم معدات التدفئة والتبريد HVAC قبل الإنشاء في مرحلة مبكرة، وبيانات الطقس كل ساعه.
DIA Lux	تصميم الإضاءة بالدمج بين الإضاءة الصناعية وضوء النهار، والإضاءة في حالات الطوارئ، وإنارة الطرق
DOE-2	محاكاة أداء الطاقة والتصميم والتحديث من أجل تحسين أداء المبنى أثناء التشغيل ، فى المباني السكنية والتجارية
ECOTECT	التصميم والتحليل والتحكم البيئي والمناخي، ويستخدم في التحكم في الطاقة الشمسية والاظلال والتصميم الحراري، وأحمال التدفئة والتبريد والرياح السائدة والإضاءة الطبيعية والاصطناعية، والتحليلالإحصائي للصوتيات
e QUEST	محاكاه أداء الطاقة والغلاف الجوي بإستخدام ألية تقييم الـــ LEED
Frame Simulator	دراسة الإنتقال الحراري، والنفاذية الحرارية، والتسرب الحراري، وتصميم الفتحات U-Value
HAP	محاكاة الطاقة ، وتصميم وإختيار معدات HVAC حسب دراسة الحمل الحراري
HEED	محاكاة الطاقه للمبنى ككل، وحساب تكاليف الطاقة، ودرجة حرارة الهواء في الأماكن المغلقة
IDEAL	تحليل استهلاك الكهرباء وتكاليف الكهرباء، وتحليل الفواتير
IWR-MAIN	تحليل الطلب على المياه، والحفاظ على المياه، وتخطيط الموارد المائية
LESO-SHADE	دراسة التظليل الشمسي، وتصميم شكل المبنى
Opaque	دراسة الانتقال الحراري، U-value
Para Sol	دراسة التظليل الشمسي، وتصميم النوافذ، ودراسة نفاذية الشمس، ودراسة معامل اكتساب الحرارة، وحساب استهلاك الطاقة في التدفئة والتبريد
Photo voltaic Economics Calculator	حساب الطاقة الشمسية والضوئية، والاقتصاد فى الخلايا الضوئيه
PV*SOL	محاكاة نظم الخلايا الضوئية
Radiance	تصميم الإضاءة الطبيعية والإستفادة من ضوء النهار
Sky Vision	تصميم الاضاءه العلويه ، و تصميم الفتحات الزجاجية
SOLAR-2	تصميم النوافذ والكاسرات الشمسية
Sol Arch	حساب الأداء الحراري، والهندسة المعمارية الشمسية فى المباني السكنية
Sol Path	دراسة الطاقة الشمسية و مسار الشمس
Thermal Comfort	حسابات الراحه الحراريه و جوده البيئه الداخليه
U Norm	دراسة الـــ U-values– الجسور الحرارية
Vent Air 62	تصميم التهويه الطبيعيه
Visual	تصميم الإضاءة، وإضاءة الطريق
Weather Tool	بيانات الطقس ، وقياس الرطوبة، والتصميم السلبي، وإختيار التوجيه الأمثل
ZEBO	دعم اتخاذ القرار التصميمى لتصميم مبنى صفري في إستهلاك الطاقة
ZIP	تصميم العزل في المباني السكنية

Aceessed: (March 18 , 2015)./Building Energy Software Tools Directory site: URL: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory

من الجدول السابق رقم (٤) نجد أن برامج المحاكاه إهتمت بمرحلة تشغيل المبنى فقط وأغفلت وبشكل كبير محاكاه الطاقة المدمجة Embodied Energy وإنبعاثاتها التي تستهلكها المادة الخام التي تستخدم في عمليات الإنشاء وكذلك طاقة التخلص من المبني في نهاية عمره Disposal Energy كما هوموضح بالشكل رقم (٣) الذى يوضح مرحلة دورة الحياة محل الإهتمام من أغلب برامج محاكاة الطاقة داخل المبانى.

شكل رقم ٣- مرحلة دورة الحياة من برامج محاكاة الطاقة داخل المبانى

مرحلة الإنتاج Production	مرحلة التشغيل Operation	مرحلة التخلص Disposal
طاقة مدمجة أولية	طاقة تشغيل	طاقة تخلص
☒	✓	☒
المصدر: الباحث		

١-٣- دراسة تحليلية مقارنة لعنصر الطاقة داخل أليات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة

مع التوجه العالمي لتخضير صناعة البناء والتشييد وتحقيق استدامة الموارد ظهرت مجموعة من الأنظمة لتقييم المباني البيئية والمستدامة ومن أهمها، نظام تقييم الكفاءة البيئية BREEAM بالمملكة البرطانية، وأسلوب تقييم المباني المستدامة LEED في الولايات المتحدة، ونظام تقييم المباني الخضراء Green Globes في كندا، وأسلوب التقييم بدرجات اللؤلؤ ESTIDAMA بدولة الإمارات، وأخيرا ظهر نظام الهرم الأخضرلتقييم المباني Green Pyramid Rating System في جمهورية مصر العربية، وإحتوت تلك الأنظمة على تقييم عنصر الطاقة كجزء أساسي من تقييم أداء المبنى.

سوف نتعرف على كل أسلوب من الأساليب السالف ذكرها، والتركيز على تقييم كل أسلوب لعنصر الطاقة، ووضع أوزان نسبية لمعايير تقييم العنصر لمعرفة مدى استيفاء كل نظام لمجموعة النقاط والمعايير التي تقيم وتضبط إستهلاك وإقتصاديات الطاقة في كامل دورة حياة المباني.

١-٣-١- نظام تقييم الكفاءة البيئية للمباني بالمملكة البرطانية BREEAM[٧]

أولا: التعريف بنظام تقييم الكفاءة البيئية

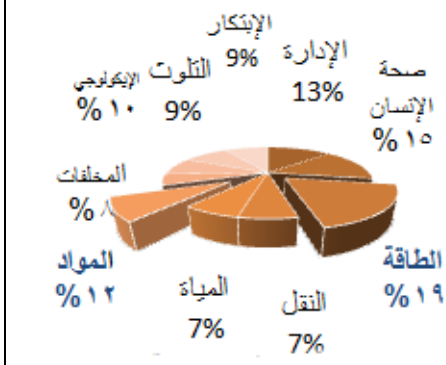
Building Research Establishments Environment Assessment Method "BREEAM"

صدرعام١٩٨٨وتم تصميمه بواسطة هيئة أبحاث المباني البريطانية The Building Research Establishment ويهدف إلى تقييم الكفاءة البيئية لكل من المباني القائمة والمباني الحديثة.

ثانيا: عناصر التقييم لنظام تقييم الكفاءة البيئية للمباني "BREEAM"

الجدول رقم(٥) يوضح عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر من عناصر التقييم لنظام تقييم الكفائة البيئية BREEAM

جدول رقم ٥- عناصر التقييم والأوزان النسبية لنظام تقييم الكفاءة البيئية للمبانى "BREEAM"

م	عناصر التقييم	الوزن النسبي	رسم توضيحي لنسب النظام
١	الإدارة	% ١٣	
٢	صحة الإنسان	% ١٥	
٣	الطاقة	% ١٩	
٤	النقل	% ٧	
٥	المياه	% ٧	
٦	المواد	% ٩	
٧	المخلفات	% ٥	
٨	الأيكولوجي	% ٨	
٩	التلوث	% ٩	
١٠	الإبتكار	% ٨	
المجموع		% ١٠٠	

نظام تقييم الكفاءة البيئية

المصدر:

BRE Global, "BREEAM Multi-residential Assessor Manuals: Technical Guidance Document", (2008), Site: http://www.breeam.org

ثالثا: دراسة تحليلية لعناصر تقييم الطاقة في نظام تقييم الكفاءة البيئية للمباني BREEAM

جدول رقم ٦- الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة داخل ال BREEAM

م	الطاقة ENERGY (نقاط التقييم)	عدد النقاط	الوزن النسبى للطاقة
١	ترشيد الإستهلاك وتحسين أداء الطاقة من خلال التهوية وخلافها من أنظمة	١٣	%٥٤
٢	قياس ومتابعة الطاقة التي تستهلكها أنظمة المبنى	٢	%٨
٣	إستخدام مولدات للطاقة بدون إنبعاثات	٣	%١٣
٤	ترشيد الطاقة المستهلكة في إضاءة الفراغات الخارجية	١	%٤
٥	إستخدام العزل لتحسين أداء الأنظمة	٣	%١٣
٦	ترشيد الطاقة المستهلكة في المصاعد والسلالم الكهربائية والمماشي	٢	%٨
المجموع		٢٤	%١٠٠
المصدر	BRE Global, "BREEAM Multi-residential Assessor Manuals: Technical Guidance Document", (2008), Site: http://www.breeam.org		

نلاحظ من خلال التحليل السابق أن نقاط تقييم الطاقة في نظام تقييم الكفاءة البيئية للمباني "BREEAM" يهتم بمرحلة التشغيل والراحة الداخلية لمستخدمي الفراغات بوزن نسبي ١٠٠% من مجموع النقاط الخاصة بتقييم الطاقة.

١-٣-٢- نظام تقييم المباني المستدامة بالولايات المتحدة LEED (2009)[9]

أولا: التعريف بأسلوب تقييم المباني المستدمة LEED

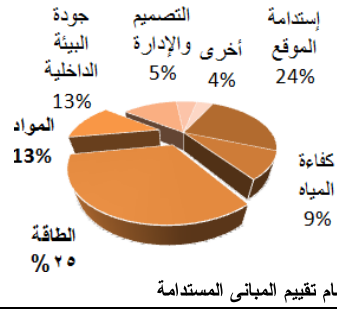
Leadership in energy and Environmental Design

صدرعام ١٩٩٨ وتم تطويره بواسطة المجلس الأمريكي للبناءالأخضرUSGB، وهي هيئة تطوعية غيرحكومية تهدف لتطوير أنظمة التوحيد القياسي ومعايير كفاءة المباني والتي تحقق أهداف الاستدامة وبعض المعايير القياسية الدولية.

ثانيا: عناصر ومنهجية التقييم بنظام تقييم المباني المستدامة LEED

الجدول رقم(٧) يوضح عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصرمن عناصرالتقييم بنظام تقييم المباني المستدامة LEED

جدول رقم ٧- عناصر التقييم والأوزان النسبية لعناصر التقييم لنظام تقييم المبانى المستدامة

م	عناصر التقييم	الوزن النسبي	رسم توضيحي لنسب النظام
١	إستدامة الموقع	% ٢٤	
٢	كفاءة المياه	% ٩	
٣	الطاقة والغلاف الخارجي	% ٣٢	
٤	المواد ومصادر الموارد	% ١٣	
٥	جودة البيئة الداخلية	% ١٣	
٦	عملية التصميم والإدارة	% ٥	
٧	أخرى	% ٤	
المجموع		% ١٠٠	

المصدر: الموقع الإلكتروني للمجلس الأمريكي للبناء الأخضر USGBC http://www.usghc.org

ثالثا: دراسة تحليلية لعناصر تقييم الطاقة في نظام تقييم المباني المستدامة الـ LEED

الجدول رقم (٨) يوضح الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة داخل الـ LEED

جدول رقم ٨- يوضح الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة داخل الLEED

م	الطاقة و الغلاف الخارجي Energy (نقاط التقييم)	عدد النقاط	الوزن النسبي
	عمل إجراءات لتحسين عمليات التشغيل لأنظمة التبريد والتهوية والإضاءة وتسخين المياة وأنظمة الطاقة المتجددة.	إجباري	
	إستخدام أقل كمية من الطاقة بأعلى كفاءة	إجباري	
	إدارة أنظمة التبريد لحماية طبقة الأوزون	إجباري	
١	المتابعة والتحقق من كفاءة الأنظمة	٣	% ٨
٢	إستخدام الطاقة المتجددة.	٧	% ٢٠
٣	تحسين أداء الأنظمة والطاقة	١٩	% ٥٤
٤	تشكيل لجان متخصصة للإشراف متابعة الأنظمة من بداية التصميم وأثناء الإنشاء والتشغيل	٢	% ٦
٥	إستخدام الطاقة الخضراء	٢	% ٦
٦	متابعة المبردات	٢	% ٦
المجموع		٣٥	% ١٠٠
المصدر: الموقع الإلكتروني للمجلس الأمريكي للبناء الأخضر USGBC http://www.usghc.org			

نلاحظ من خلال التحليل السابق أن تقييم الطاقة في نظام تقييم المباني المستدامة الـــ LEED يهـــتم بتقيـــيم مرحلـــة التشغيل والراحة الداخلية لمستخدمي الفراغات بوزن نسبي ٩٤% من مجموع النقاط الخاصة بتقييم الطاقة و٦% مـــن إجمالي النقاط في مرحلة ما قبل الإنشاء في شكل المتابعـــة وليس في التقييم أو وضع الضوابط.

١-٣-٣- نظام تقييم المباني الخضراء بكندا GREEN GLOBES

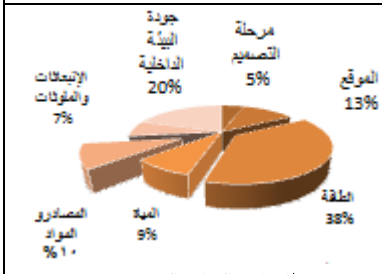
أولا: التعريف بنظام تقييم المباني الخضراء Green Globes

صدرعام ٢٠٠٤ في كندا وهو عبارة عن مزيج بين نظامي GREEN LEAF & BREEAM CANDA، وتم تطويره بواسطة مبادرة المباني المستدامة Green Building Institute لتطبيقهـــا في كندا وهو عبارة عن برنامج حاسوبي يهدف إلى تحقيق مبادئ الاستدامة فى الإنشاء وهو نظام شمولي يصلح لجميع أنواع المباني سواء كانت قائمة أو جديدة من خلال الإجابة على مجموعة من الأسئلة الخاصة بالمبنى بـــ (نعـــم أو لا) بهدف تقييم الأداء البيئي للمنشأ.

ثانيا: عناصر ومنهجية التقييم لنظام تقييم المباني الخضراء Green Globes[9]

الجدول رقم (٩) يوضح نقاط وعناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر من عناصـــر التقيـــيم لنظـــام المبـــانى الخضراء.

جدول رقم ٩- عناصر التقييم والأوزان النسبية لعناصر التقييم لنظام المبانى الخضراء

م	عناصر التقييم	الوزن النسبي	رسم توضيحي لنسب النظام
١	مرحلة التصميم	٥ %	
٢	الموقع	١١.٥ %	
٣	الطاقة والغلاف الخارجي	٣٨ %	
٤	المياه	٨.٥ %	
٥	المصادر ومواد البناء	١٠ %	
٦	الابعاثات والملوثات	٧ %	
٧	جودة البيئة الداخلية	٢٠ %	
المجموع		١٠٠ %	نظام تقييم المباني الخضراء
المصدر	ECD Canada Ltd, "Green Globes: Rating System & Program Summery", (2004), Site: http://www.greenglobes.com		

ثالثا: دراسة تحليلية لعناصر تقييم الطاقة في نظام تقييم المباني الخضراء Green Globes

الجدول رقم (١٠) يوضح الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة داخل الـــ Green Globes

جدول رقم ١٠- الأوزان النسبية لنقاط تقييم عناصر الطاقة فى نظام المبانى الخضراء

م	الطاقة ENERGY (نقاط التقييم)	عدد النقاط	الوزن النسبي
١	تقليل الأحمال الحرارية من خلال تصميم جيد وإختيار أمثل لمواد الإنشاء	١١٠	%٣٠.٥
٢	إستغلال مصادر الطاقة المتجددة	٤٥	%١٢.٥
٣	الدمج بين مصادر الطاقة عالية الكفاءة لترشيد الإستهلاك	٣٥	%٩.٥
٤	ترشيد إستهلاك الطاقة وإختيار الأنظمة المناسبة	٣٥	%٩.٥
٥	التقليل من الطاقات المطلوبة للمبنى بعد التشغيل وإعادة إستخدام المبنى	١٣٥	%٣٨
المجموع		٣٦٠	% ١٠٠
المصدر	ECD Canada Ltd, "Green Globes: Rating System & Program Summery", (2004), Site: http://www.greenglobes.com		

من خلال التحليل السابق للطاقة في نظام تقييم المبـــاني الخضراء Green Globes، نجد أنه يهتم بتقييم الطاقـــة فـــي مرحلتين أساسيتين وهم مرحلة التشغيل التي مثلـــت ٦٢% من إجمالي النقاط التي تُقيم أداء الطاقة وتمثلت في النقـــاط (٤،٣،٢،١)، ومرحلة ما بعد الإنشـــاء مثلـــت ٣٨% مـــن إجمالي النقاط.

١-٣-٤- نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ "إســـتدامة" دولـــة الإمارات العربية المتحدة ESTIDAMA[10]

أولا: التعريف بأسلوب التقييم بدرجات اللؤلؤ

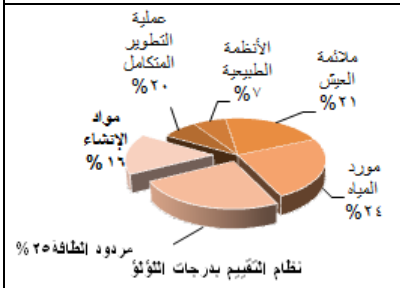
صدر في إبريل ٢٠١٠، ويعد مبادرة قام بتطويرها مجلس

أبوظبي للتخطيط العمراني عام٢٠٠٨ لإرساء رؤية أبوظبي ٢٠٣٠ في إنشاء مجتمعات عمرانية جديدة تقوم على أساس الاستدامة باعتبارها أساسا لكل تطور يطرأ على تلك الإمارة ويجسد القيم والمثل والظروف الخاصة بدولة الإمارات العربية المتحدة، من خلال "نظام درجات اللؤلؤ" الذي يرسخ مكانة أبوظبي إقليميا ودوليا في مجال التطور الحضري المستدام ويتيح لأبو ظبي والمنطقة بأسرها نظاما لقياس الاستدامة عبر مرتكزاتها الأربعة "البيئة، الإقتصاد، الثقافة، المجتمع".

ثانيا: عناصر ومنهجية التقييم لهذا الأسلوب

يطرح نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ مجموعة من الإرشادات القابلة للقياس لتقييم أداء الاستدامة للمجتمعات والمباني والمشاريع التطويرية الكبرى لمجمعات الفيلات الكبرى من خلال دراسة تحليلية لدورة حياة المبنى، من مرحلة التصميم إلى مرحلة ما بعد التنفيذ من خلال سبع فئات من نقاط ومعايير قياس الاستدامة والجدول رقم (١١) يوضح نقاط وعناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر.

جدول رقم ١١- يوضح عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر من عناصر التقييم لنظام "اللؤلؤ

م	عناصر التقييم	الوزن النسبي	رسم توضيحي لنسب النظام
١	عملية التطوير المتكامل	%٧.٣	
٢	الأنظمة الطبيعية	%٦.٧	
٣	المباني الملائمة للعيش	%٢١	
٤	مورد المياه	%٢٤.٢	
٥	موارد الطاقة	%٢٤.٨	
٦	مواد الإنشاء والبناء	%١٦	
٧	الإبتكار وتحسين الأداء	إضافي	
المجموع		% ١٠٠	
المصدر	ABO DHABI URBAN PLANNING COUNCIL, "ESTIDAMA: The Pearl Rating System: Design & Construction", Version 0.1, (2010), Site: http://www.estidama.com		

ثالثا: دراسة تحليلية لعناصر تقييم الطاقة في نظام "التقييم بدرجات اللؤلؤ"ESTIDAMA

الجدول رقم (١٢) يوضح الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة داخل الـ ESTIDAMA

جدول رقم ١٢- الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة لنظام التقييم بدرجات اللؤلؤ

م	الطاقة ENERGY	عدد النقاط	الوزن النسبي
١	تحقيق الحد الأدني من أداء الطاقة عند التصميم	إجباري	إجباري
٢	التدوين لكميات الطاقة المتوفرة.	إجباري	إجباري
٣	إختيار الأجهزة التي لها أقل تأثير وضرر بالبيئة (المبردات وأجهزة إطفاء الحريق) لتأثيرها السلبي على طبقة الأوزون.	إجباري	إجباري
٤	تحسين أداء الطاقة لتقليل في الاستهلاك على المدى البعيد للمشروع لتقليل انبعاثات الكربون.	١٥	% ٣٤
٥	وضع حلول واستراتيجيات لتقليل الأحمال الحرارية علي المبنى من خلال تصميم جيد.	٦	% ١٣.٧
٦	تقليل الطاقات المستهلكة في الأنشطة المشتركة داخل المبني.	٣	% ٦.٨
٧	تقليل وتحجيم الطاقات المستهلكة في أجهزة المصاعد.	٣	% ٦.٨
٨	تشجيع إستخدام الطاقات المتجددة لتقليل الانبعاثات الكربونية من تشغيل المبنى وتشجيع استخدام الوقود الحفري.	٩	% ٢٠.٥
٩	تقليل الأحمال والطلب الزائد على الطاقة في ساعات الزروة.	٤	% ٩.١
١٠	إختيار الأجهزة التي لها أقل تأثير وضرر بالبيئة.	٤	% ٩.١
المجموع		٤٤	% ١٠٠
المصدر	ABO DHABI URBAN PLANNING COUNCIL, "ESTIDAMA: The Pearl Rating System: Design& Construction", Version 0.1, (2010), Site: http://www.estidama.com		

نلاحظ من خلال التحليل السابق، أن تقييم الطاقة في نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ الـ ESTIDAMA ،يهتم بمرحلة التشغيل للمبنى بشكل أساسي، ومثلت هذه المرحلة بوزن نسبي ١٠٠% من إجمالي نقاط تقييم الطاقة في هذا النظام.

١-٣-٥- نظام الهرم الأخضر للتقييم البيئي بجمهورية مصر العربية GPRS[١١]

أولا: التعريف بنظام الهرم الأخضر للتقييم

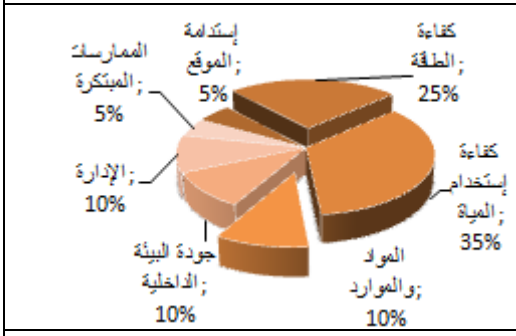
The Egyptian Green Pyramid Rating System

صدر في أبريل ٢٠١١، وبعد مبادرة قام بها المجلس المصري للعمارة الخضراء Establishment of Egyptian Green Building Council في يناير ٢٠٠٩، ويهدف إلى توفيرمرجعية للممارسات الجيدة التي تمكن المصممين والإنشائيين على إتخاذ القرارات المنطقية التي تقلل من الأثر البيئي، وكذلك لزيادة الوعي بالمباني الخضراء المستدامة وإيجاد الحوار الواعي مع الأطراف المعنية والمساهمة في توسيع نطاق النقاش حول المباني الخضراء في مصر على مدى السنوات القادمة.

ثانيا: عناصر ومنهجية التقييم لهذا النظام GPRS

الجدول رقم (١٣) يوضح نقاط وعناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر.

جدول رقم ١٣- عناصر التقييم والأوزان النسبية لعناصر التقييم بنظام الهرم الأخضر للتقييم

م	عناصر التقييم	الوزن النسبي	رسم توضيحي لنسب النظام
١	إستدامة الموقع	%٥	
٢	كفاءة الطاقة	%٢٥	
٣	كفاءة استخدام المياة	%٣٥	
٤	المواد والموارد	%١٠	
٥	جودة البيئة الداخلية	%١٠	
٦	الإدارة.	%١٠	
٧	الممارسات المبتكرة	%٥	
	المجموع	% ١٠٠	

المصدر: الموقع الإلكتروني للمجلس المصري للعمارة الخضراء
The Egyptian Green Pyramid Rating System(EGBC) http://egypt-gbc.org/history.html

ثالثا: دراسة تحليلية لعناصر تقييم الطاقة في نظام "الهرم الأخضر لتقييم المباني" GPRS

الجدول رقم (١٤) يوضح الأوزان النسبية لنقاط تقييم عنصر الطاقة داخل نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS.

جدول رقم ١٤- الأوزان النسبية لنطاق تقييم عنصر الطاقة لنظام الهرم الأخضر للتقييم

م	الطاقة ENERGY	عدد النقاط	الوزن النسبي
١	تحقيق الحد الأدنى من كفاءة الطاقة عند التصميم من خلال إتباع الكود المصري	إجباري	إجباري
٢	التدوين لكميات الطاقة المتوفرة والمستهلكة	إجباري	إجباري
٣	إختيار الأجهزة التي لها أقل تأثير وضرر بالبيئة ولحماية طبقة الأوزون	إجباري	إجباري
٤	تحسين أداء الطاقة من خلال التقليل في استهلاك الطاقةعلى المدى البعيد للمشروع لتقليل انبعاثات الكربون	١٠	%٢٠
٥	تقليل الأحمال والطلب الزائد على الطاقة في ساعات الزروة. بالاعتماد بشكل أساسي على مولدات الطاقة المتجددة	٦	%١٢
٦	وجود مرجعيات لاستخدام وصيانة الأجهزة داخل المباني لتقليل الطاقات المستهلكة في التشغيل والصيانة.	١	%٢
٧	إختيار أجهزة المبني. بشكل يقلل من استهلاك الطاقة داخل المبنى	٣	%٦
٨	إستخدام الطاقات المتجددة. لتقليل الانبعاثات الكربونية	١٠	%٢٠
٩	تقليل الأحمال الحرارية. من خلال تصميم بيئي جيد	٧	%١٤
١٠	تقليل الطاقات المستهلكة في أجهزة المصاعد	٣	%٦
١١	إختيار الأجهزة التي لها أقل تأثير وضرر بالبيئة لتقليل الإحتباس الحراري	٤	%٨
١٢	خلق التوازنات في الأداء مثل الدمج بين الإضاءة الطبيعية والصناعية	٤	%٨
١٣	إبتكار طرق وأنظمة جديدة لتشغيل الأجهزة لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون	٢	%٤
	المجموع	٥٠	%١٠٠
المصدر الموقع الإلكتروني للمجلس المصري للعمارة الخضراء		The Egyptian Green Pyramid Rating System (EGBC) http://egypt-gbc.org/history.html	

من خلال التحليل السابق لمواد الإنشاء في نظام الهـرم الأخضر لتقييم المباني Green Pyramid Rating System، نجـد أنه يهتم بمرحلة تشغيل المبنى، ومثلت هذه المرحلـة وزن نسبي ١٠٠% من إجمالي نقاط تقييم الطاقة في هذا النظام.

ومن خلال الدراسة السابقة لعنصر الطاقة داخل أليـات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة نلاحظ أن الأوزان النسبية لعنصر الطاقة في جميع الأنظمـة محـل الدراسـة متقاربة نوعا ما، ولكن يظهر الإختلاف في نسب ومعـايير تقييمها في كل مرحلة من مراحل عمر المبنى، فضلا عـن أن الطاقة محل الإهتمام من هذه الأنظمة هي طاقة التشغيل للمبنىكما هو موضح بالجدول رقم (١٥).

جدول رقم ١٥– مرحلة دورة الحياة محل الاهتمام ومن آليات ونظم التقييم العالمية للمبانى البيئية والمستدامة

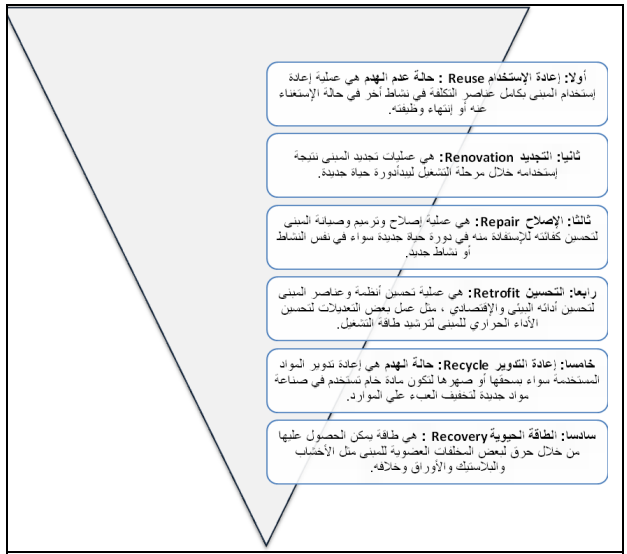
نظم تقييم المباني البيئية والمستدامة	وجه المقارنة	الوزن النسبي	ما قبل الإنشاء	مرحلة الإنشاء	ما بعد الإنشاء
BREEAM (بريطانيا)	الطاقة	%١٩	صفر %	١٠٠ %	صفر %
LEED (الولايات المتحدة)	الطاقة	%٣٢	٦ %	٩٤ %	صفر %
Green Globes (كندا)	الطاقة	%٣٨	صفر %	%٦٢	%٣٨
ESTIDAMA (دولة الإمارات)	الطاقة	%٢٤.٨	صفر %	%١٠٠	صفر %
GPRS(جمهورية مصر العربية)	الطاقة	%٢٥	صفر %	%١٠٠	صفر %
المصدر الباحث					

١-٤- إقتصاديات الطاقة خلال دورة حياة المبنى

من الدراسة التحليلية لأهم الإتجاهات المعمارية المصنفة علي أساس الطاقة وبرامج المحاكاه والأليات العالمية لتقييم المباني البيئية والمستدامة، نجد أن طاقة التشغيل هي محـل الإهتمام لهذه المحاور الثلاث، وهذا يتنافي مـع التعريـف العام للعمارة البيئية والمستدامة والذي أصدرته وكالة حماية البيئة الأمريكية[١٢] والذي أفاد بأن المبنى لـه أنشـطة دورة حياة ضمن ثلاث مراحل (ما قبل التشغيل، التشغيل، نهايـة العمر) وهذه الأنشطة والمراحل تستهلك موارد أهمها الطاقة الداعمة للمواد المكونة لعناصر التكلفـة وتنـتج مخلفـات أخطرها المخلفات الغازية.

لذلك يقترح البحث فكر جديد يمكن من خلاله تحسـين إقتصاديات المبنى عن طريق تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة في مرحلتي (ما قبل التشغيل، مرحلة التخلص)، وهذا الفكر يعتمد على الحفاظ على رصيد الطاقة الكامنة داخل المـواد المستخدمة في تكوين عناصر المادة وإستعادة هذه الطاقـة مرة أخرى في نهاية العمر الإنتفاعي للمبنى، فالطاقة الكامنة هي الطاقة التي تستهلك في إستخراج وتصنيع وتغليف ونقل المواد وكذلك تنفيذ المبنى.

يمكن إستعادة رصيد الطاقة من خلال مجموعـة مـن الأنشطة التي تمارس في نهاية العمر الإنتفـاعي للمبنـى، ويمكن صياغة هذه الأنشطة في شكل مقترح يوضح التدرج الهرمي لهذه الأنشطة طبقا لكميات الطاقـة التـي يمكـن إستعادتها كما هو موضح بالشكل رقم (٤).



شكل رقم ١٤– يوضح هرم الاستدامة لاستعادة رصيد الطاقة الكامن داخـل المـواد المستخدمة فى تكوين عناصر تكلفة المبنى – المصدر الباحث

وتنقسم الأنشطة السالف ذكرها إلى قسمين، الأول فـي

حالة عدم الهدم (إعادة الإستخدام، التجديد، الإصلاح، التحسين) والثاني في حالة الهدم (التدوير، الحصول على طاقة حيوية). ولتحقيق عملية إسترداد الطاقة الكاملة بشكل مجدي يجب أن يكون من خلال مجموعة من الإستراتيجيات والضوابط التي يجب مراعاتها في مرحلة تصميم المبنى وهي كما فى الجدول التالى:

إستراتيجيات الحفاظ علي رصيد الطاقة وإستعادته في نهاية العمر الإنتفاعي للمبنى

١	إستخدام مواد متينة للحفاظ علي حالتها طوال فترة حياتها وتطيل عمرها وتقلل من أعباء صيانتها وإصلاحها لإعادة إستخدامها **Reuse**
٢	تصميم جيد مرن يسمح بإعادة إستخدام الهيكل الإنشائي **Reuse** في نهاية العمر ويقبل عمليات التحديث والتعديل **Retrofit**
٣	إستخدام مواد وعناصر تقبل عمليات التجديد **Renovation**
٤	إستخدام مواد ذات طبيعة لاتستهلك كميات كبيرة من المواد أثناء التجديد
٥	إختيار أنظمة إنشاء وأغلفة للمبنى وتشطيبات تسمح بإعادة فك عناصرها للتحسين والتطوير أو الإمتداد المستقبلي
٦	التوظيف الجيد للأخشاب عند إستخدامه في عناصر تكوين المبنى
٧	تصميم أنظمة تركيب ميكانيكية لتسهيل عملية إعادة الفك والتركيب
٨	تصميم جيد مرن علي مديول يسمح بإعادة إستخدام عناصر المبنى في نهاية عمره الإنتفاعي ويقبل عمليات التحديث والتعديل **Retrofit**
٩	إستخدام مواد معالجة للحفاظ علي حالتها طوال فترة حياتها وتقلل من أعباء الإصلاح **Repair**
١٠	العزل الجيد لعناصر الهيكل الإنشائي للحفاظ علي حالتها وتقلل عمليات الصيانة والإصلاح
١١	تقليل المواد المستهلكة في صناعة البنية التحتية من خلال تصميم إنشائي جيد لصعوبة الإستفادة منها في نهاية العمر الإنتفاعي للمبنى.
١٢	إستخدام مواد تستهلك طاقة مدمجة **Embodied Energy** قليلة أثناء عمليات التدوير لكسب ميزة تنافسية مع المواد الجديدة **Recycle**
١٣	إستخدام مواد تولد طاقة حيوية بكميات مجدية في حالة التخلص **Recovery**
المصدر الباحث	

١-٥- النتائج

- من خلال دراسة أهم الإتجهات المعمارية الحديثة والتي تهتم بمجال ترشيد الطاقة في العمارة وجد أن الطاقة محل الإهتمام من هذه الإتجاهات هي طاقة التشغيل التي تستهلك في تشغيل مرافق المبنى.

- تعددت برامج محاكاه الطاقة في المباني ووصلت إلي ٤١٧ برنامج طبقا لإحصائية دليل برمجيات الطاقة للمباني Building Energy Software Tools Directory، وكانت هذه البرامج مهتمة بمحاكاة طاقة التشغيل في المباني.

- ظهرت مجموعة من الأليات الصادرة من مجموعة من المجالس والمنظمات والجهات العالمية لتقييم المباني البيئية والمستدامة، والطاقة هي أحد عناصر التقييم لهذه الأليات، فمن التحليل المقارني لأهم هذه الأنظمة وجد أن طاقة التشغيل هي محل إهتمام هذه الأنظمة.

- الحفاظ علي رصيد الطاقة الكامنة داخل المواد المكونة لعناصر المبنى بشكل يمكن إستعادته وإسترداده في نهاية العمر الإنتفاعي للمبنى، يحسن من إقتصاديات الطاقة وبالتالي يحسن من إقتصاديات المبنى وأثره البيئي.

١-٦- التوصيات

يقترح البحث من خلال التحليل السابق عدد من التوصيات التي تساهم في تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة خلال مراحل وأنشطة دورة حياة مالدة الإنشاء المكونة لعناصر المبنى كخطوة لتحقيق العمارة المستدامة في مصر وهي كالتالي:

- يجب تضمين فكرة إستعادة رصيد الطاقة الكامنة كأحد الأساليب المبتكرة لتحسين كفاءة إستهلاك الطاقة خلال مرحلتي (ما قبل التشغيل، نهاية العمرالإنتفاعي) داخل أهم أليات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة.

- إبتكار برامج محاكاه للطاقة يمكن من خلالها تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة ليس في مرحلة التشغيل فقط ولكن بشكل يضم مراحل وأنشطة دورة حياة مادة الإنشاء المكونة لعناصر المبنى البيئي والمستدام.

- يجب إدخال مجموعة من التخصصات الهندسية المختلفة التي تخدم مجال التشييد والبناء بشكل مباشر أو غير مباشر لتطوير فكرة إستعادة رصيد الطاقة الكامنة لتفعيلها بشكل واقعي ومجدي إقتصاديا وبيئيا.

– محاولة إنتاج وإقتباس مجموعة من الإتجاهات المعمارية التي تحسن من إقتصاديات المبنى ماليا وبيئيا من فكرة إستعادة رصيد الطاقة الكامنة للخروج بمجموعة من الإتجاهات التي تحترم منظومة دورة حياة مادة الإنشاء المكونة لعناصر المبنى.

– تطوير مناهج التعليم المعماري بشكل يؤكد علي هذا المفهوم لإنتاج جيل جديد من المعماريين يملك القدرة والرؤية الواضحة لإعادة إستغلال وتوظيف المباني القديمة بشكل تنموي يخدم الإقتصاد يعاد بها إستخدامها و يستغل رصيد الطاقة الكامن داخل المواد المكونة لهذه المباني.

ECONOMICS OF ENERGY IN SCOPE OF ARCHITECTURAL ENVIRONMENTAL TRENDS, GLOBAL ENVIRONMENTAL RATING SYSTEMS AND SIMULATION PROGRAMS OF BUILDINGS

Ehab Mahmoud Okba[1], Hesham Sameh Hussein[2], Amr Soliman Al.Gohary[3]

ABSTRACT:

Environmental and Sustainable Buildings are that their designers are studying how to improve the Energy Efficiency during the life cycle of buildings activities that practice for Construction, Operation and Disposal of the building at the end of life, to reduce the Loss of resources, and reduce the negative environmental impact such as pollution and waste, that causes the damage to human health and other living beings.

The Building is only a Set of Elements (Site - Structure - External Skin - Partitions - Finishing - Services) and each Element Consists of a set of Materials that differ in Quantity and Characteristics that control directly in the Economies of Buildings, and these Materials have a Set of Activities that formed its life cycle and this activities Consume Energy, Water consume energy in lifting, desalination, heating, storage, pumping , purification, treatment and so on, In addition, the energy produces waste gas (Co_2 Emissions) in production and consumption, This waste consume energy indirectly in the operation of building systems to improve indoor environmental quality

Activities of Buildings from the point of Environmental view constitute stages of the life cycle of buildings from Cradle to Grave (Pre - Operating stage - Operating stage - End of life stage), if we want to study the Economics of Energy and Find a Methods to evaluate and improve the efficiency of consumption must be through the entire life cycle of the building and not part of it.

So came the idea of Research to Analyzes Economics of Energy in Scope of Architectural Environmental Trends, global Environmental Rating Systems and Simulation Programs of Buildings to detect the extent they meet the study, evaluation and simulation of energy through the life of the building cycle activities, energy is a resource is the primary and real support to form environmental and sustainable buildings, and indispensable, it is also a major source of pollutants and have a negative environmental impact and must be improved.

So it will pursue a research analytical method through three axes:

1- Analysis of Modern Architectural trends that adopt Environmental idea to Improving the Economics of Energy and reduce carbon emissions to reduce the negative impact on the quality of internal and external environment.

[1]Prof. of Arch, at Arch Department, Faculty of Engineering Fayom University
[2]Prof. of Arch, at Arch Department, Faculty of Engineering Cairo University
[3]PHD Student – Cairo University Assistant Lecturer in Department of Architecture - Modern Academy
Address: ehok2000@yahoo.com 01223315636 - archgohary@gmail.com 01220124014

2- Identify the simulations programs that are used in energy simulations in buildings to improve the environmental design of buildings in order to save energy.

3- Analytical study of energy Element in the most important global Environmental Rating Systems.

To come out with some of Strategies and Recommendations that looking forward to improving the efficiency of energy consumption during the entire life cycle of the building activities.

Key Words

Architectural Environmental Trends - Environmental Rating Systems - Buildings Simulation Programs

المراجع

1- Unitied Nations Environment Programme (UNEP), "Building and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities", 2007, P26

2- Passive House Building Site: URL: http:/www.passivehouse-international.org/index.php?page_id=78, Aceessed: (October 16 , 2014).

٣- بتصرف الباحث: الموقع الإلكتروني لمعهد المباني السلبية

Passive House Institute, URL: passiv.de/en/02_informations/01 whatisapassivehouse/01 whatisapassive-house.htm (October 16, 2014)

4- Nicola Lolli,"Life Cycle Analysis of Co2 Emissions of Alternative Retor Fitting Measures", Thesis for degree of Philosophiae Doctor, Norwegian University, May 2014, P32

5- Richard G. Newell, William A.Pizer, Daniel Raimi, "Carbon Market: Past, Present and Future", December 2012 P1

6- Building Energy Software Tools Directory Site: URL: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/Aceessed: (March 18, 2015).

7- BRE Global, "BREEAM Multi-residential Assessor Manuals: Technical Guidance Document", (2008), Site: http://www.breeam.org

٨- الموقع الإلكتروني للمجلس الأمريكي للبناء الأخضر USGBC: http://www.usghcorg.

9- ECD Canada Ltd, "Green Globes: Rating System & Program Summery",(2004),Site: http://www. green golobes.com

10- ABO DHABI URBAN PLANNING COUNCIL, "ESTIDAMA: The Pearl Rating System: Design& Construction", Version 0.1, (2010), Site: http://www.estidama.com

١١- الموقع الإلكتروني للمجلس المصري للعمارة الخضراء (EGBC) http://egypt-gbc.org/history.html

12- US. Environmental Protection Agency Site: URL: http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm Aceessed: (Novenber 6 , 2014).