استخدامات بيم في
العمارة الخضراء

عمر سليم

م.رياض زكريا العبد

م. محمد حماد

م. ياسـر سعيد أبو السعود

BIM ARABIA

بيم أرابيا

مقدمـــــة

العمارة الخضراء ليست ترفاً و لا اختياراً ، بل هي حق للجيل الحالي و حفظاً لحق الجيل القادم فهي تحافظ على البيئة و على المواد الخام و تحد من أستهلاك الطاقة.

و قد ساعدت نمذجة معلومات البناء في تطبيق العمارة الخضراء كما سنرى في هذا الكتاب الذي نشر اجزاء منه سابقاً في مجلة بيم ارابيا.

هدفنا في هذا الكتاب هو ذكر كيفية تطبيق افكار المباني الخضراء والتصميم المستدام وإظهار كيفية استخدام نمذجة معلومات البناء لتحقيق الحل الأمثل للاستدامة. فقد ناقش الفصل الاول تعريف البيم و اهميته و تاريخه وبرامجه و ناقش الفصل الثاني العمارة الخضراء واهميتها و اهدافها و متطلباتها. اما الفصل الثالث فذكر تطبيقات البيم والاستدامه مع بعضهما البعض.

ايضا هناك من من هو على دراية في التصميم المستدام ولكن ليس لديه المعلومات الكافيه في بيم والاخر من لديه معلومات عن البيم ولكن معلوماته عن البناء الأخضر قليله فهذا الكتاب غايته ان يجمع الكثير من القراء ليكون مرجع مهم لهن في الهندسه والعماره والتصميم.

و نتمنى التواصل في حاله وجود اي خطأ info@bimarabia.com

و أقدم الشكر الجزيل لكل من شارك في خدمة هذا الكتاب وتحضيره و خاصة م :سارة مرعشلي

تصميم الغلاف : م أحمد الجبري

فريق العمل

شارك في إخراج هذا العمل نخبة من المهندسين وأساتذة الجامعات من بعض البلاد العربية والمهتمين بتطبيق المناهج المعاصرة في إدارة عمليات التصميم وإدارة المشاريع الهندسية لا سيما نمذجة معلومات البناء وتطبيقاتها في مجال الإستدامة؛ طامحين غرس بذور العمل للمستقبل ؛ ودعوة للتحرر من قيود الماضي و مواكبة للتطور المستمر في مجالات الحياة وطريقة إدارتها.

هؤلاء حاولوا بما أكرمهم الله به من علم أن يحملوا راية العمل الجاد وتحمل مسئولية السعي إلى ريادة البلاد العربية في دروب العلم والعمل كسابق عهدها ؛ ولا يطلبون مقابل ذلك أجراً إلا رضا الله عز وجل.

فريـق العمـل

عمر سليم

مؤسس بيم ارابيا

- حائز على شهادة ادارة المشاريع من خلال ال BIMمن RICS

م.رياض زكريا العبد

- خبير و استشاري أبنية خضراء و طاقة متجددة و ادارة الطاقة

PE, LEED AP, , PMP, BPAC PQP, CEM

- مهندس استشاري الكتروميكانيك CHIEF MEP

- عضو في جمعية ASHRAE, CIBSE, IEEE, AEE

- عضو و مؤسسي مجلس لبنان للأبنية الخضراء (الشمال)

- أستاذ محاضر جامعي و باحث علمي

م. محمد حماد

- مهندس استشاري الكتروميكانيك

- حائز على شهادة ادارة المشاريع PMP

- عضو في مجلس لبنان للأبنية الخضراء

- أستاذ محاضر جامعي

م. ياسر سعيد أبو السعود

- مهندس معماري

- ماجستير في تحليل أداء الأبنية المستدامة باستخدام BIM

- حاصل على شهادة LEED GA & BPAC

- عضو في كل من USGBC – AIA

- مؤسس مبادرة تعريب

الفهـــــــرس

- ❖ الفصل الأول: نمذجة معلومات البناء 1 - 15
  - نبذة مختصرة عن تطور و مراحل تصميم المشاريع 1
  - تعريف نمذجة معلومات البناء 1
  - العوامل السبعه للبيم 2
  - تاريخ مفهوم البيم 2
  - مقارنة بين نظام البيم ونظام الكاد 4
  - مميزات البيم 6
  - دراسات موثقة عن أهمية البيم 9
  - أهم برامج البيم في مختلف المجالات 9
  - مخرجات البيم 10
  - دور الحكومات في تطبيق البيم 14
- ❖ الفصل الثاني:العمارة المستدامة 17 - 46
  - أهمية الابنية الخضراء 17
  - أنظمة تقييم الأبنية الخضراء 21
  - تصنيف هيئات/منظمات الأبنية الخضراء حسب عضويتها 23
  - تصنيف هيئات/منظمات الأبنية الخضراء حسب انتشارها 24
  - ملاءمة أنظمة التقييم 28
  - أنظمة تصنيف الأبنية الخضراء 29
  - المجلس الأميركي للأبنية الخضراء ، نظام تصنيف ليد 39
  - المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء "USGBC" 39
  - ما هو نظام الليد LEED 40
  - أهداف نظام الليد 41
  - تصنيفات شهادات الليد للمباني الخضراء 41
  - تصنيفات مشاريع الليد حسب نوع المبنى 42
  - المتطلبات الأساسية لتصنيف المبنى الأخضر 43
  - الية تسجيل المشروع للحصول على شهادة الليد 47
  - افضل عشر دول في العالم تصنيفا لمشاريع الليد 49
  - مشاريع الليد المصنفة في الدول العربيه 49
  - معهد شهادات المباني الخضراء GBCI 53
- ❖ الفصل الثالث: التطبيقات البيئية لبرمجيات نمذجة معلومات البناء 56 – 65
  - في مجال الاستدامه: تقييم الاستفاده من برمجيات BIM 56
  - برامج العماره الخضراء 57
  - الكتلة الحرارية 67
  - عزل الأسطح الخارجيه 72
  - بحث في منزل زينب خاتون 73
  -
  - المراجع 79

الفصل الأول:نمذجة معلومات البناء

نبذة مختصرة عن تطور و مراحل تصميم المشاريع

مهنة بناء البيوت والأبنية والمنشآت الأخرى كالطرق والجسور هي من أقدم مهن التاريخ، وقد كان المهندس المعماري والإنشائي والمقاول يجتمعون في شخص واحد يُسمّى البنّاء. بل يجب لفت النظر إلى أن هذه الفكرة العامة كانت موجودة منذ آلاف السنين، وهي متمثلة في الصروح الهائلة ومعجزات العالم القديم (كالأهرامات مثلا)، وعلم البناء تطور مع الزمن بالطبع سواء في المواد المستخدمة أو آليات وطرق البناء والتصميم والتنفيذ، ومنذ أطل علينا الحاسب الآلي في منتصف القرن الماضي بدأت تطبيقاته تخدم علوم البناء في شتى نواحيها. فقد جاءت برامج الرسم الهندسي الثنائي الأبعاد، ثم تطورت إلى رسم ثلاثي الأبعاد وكانت هذه خطوة نوعية عملاقة. وكان المصمم قبل استخدام الحاسب يحتاج إلى إعادة رسم اللوحة بأكملها حين تكون هناك حاجة لتعديل أو تصحيح خطأ، مما يزيد زمن الإنتاج والكلفة، وبظهور الحاسب الآلي أصبح عمل ذلك سهلاً إلى حد كبير وسريعاً وبكلفة أقل من خلال نظام الـ CAD هو اختصار لـ Computer Aided Design. وتطورت برامج الحاسب من تصميم معماري وإنشائي وميكانيكي وكهربائي إلى حساب كميات وكلفة، تخطيط وحساب الجدول الزمني، بالاضافة إلى الإدارة والتواصل المهني ليصبح الحاسب الآلي والشبكة العنكبوتية جزءاً أساسياً من علم إدارة المشاريع. ولكن ظهرت مشكلة التوافق بين كل هذه التخصصات في المشروع الواحد وإنتاجه بشكل كافي لإرضاء مالكه، وهنا ظهرت تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (البيم) (BIM)، والتي شملت مجموعة من التقنيات وأساليب العمل للخروج بنموذج للمنشأ يتمثل فيه جميع المعلومات الفيزيائية والهندسية لكل عنصر يتضمنه المُنشأ.

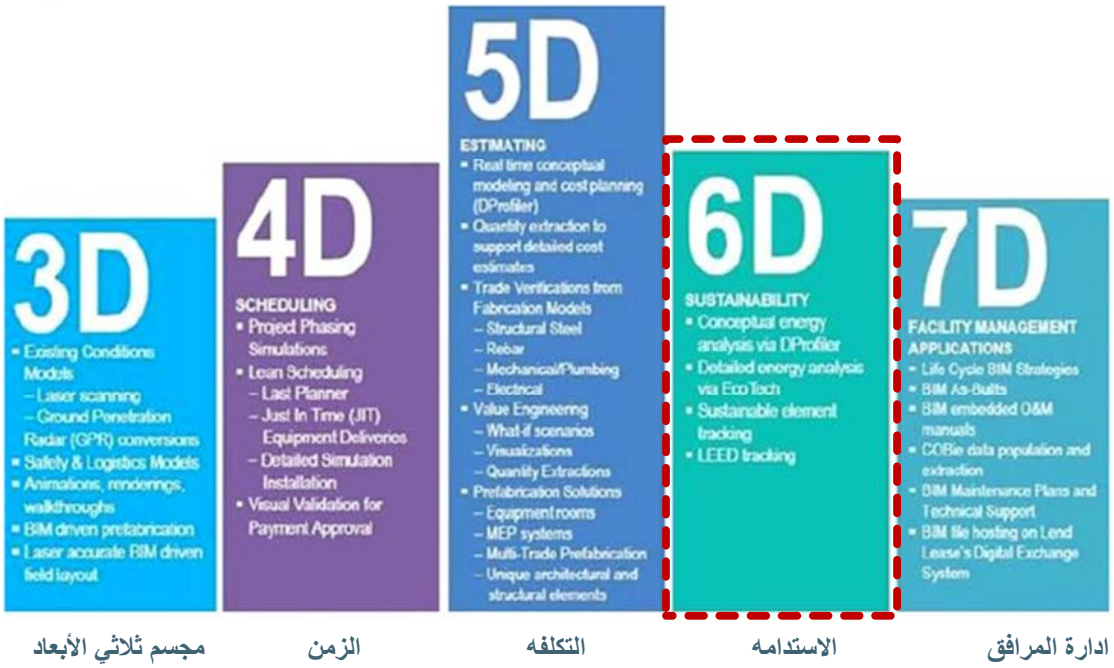
تعريف نمذجة معلومات البناء (BIM):

هي تمثيل للخصائص الفيزيائية والوظيفية للمنشأة في شكل نموذج محاكاة يتم بناءه باستخدام الكمبيوتر يكون هو مصدر المعلومات المشتركة خلال دورة حياة تلك المنشأة حيث تشكل أساساً يمكن الاعتماد عليه لاتخاذ القرارات. [1]

و نمذجة معلومات البناء (BIM) هي واحدة من أهم التطورات الواعدة الأخيرة في مجالات الهندسة المختلفة - AEC (Architecture, Engineering and Construction)). باستخدام BIM يتم إنشاء نموذج تخيلي دقيق للمبنى؛ هذا النموذج، والمعروف باسم نموذج معلومات المبنى، ويمكن استخدامه للتخطيط وتصميم وبناء وتشغيل المشروع، كما أنه يساعد المهندسين في تصور ما سيتم بناؤه في بيئة محاكاة تخيلية لتحديد بدائل التصميم والإنشاء، أو العناصر المتعلقة بالتشغيل.
وBIM كنهج جديد في مجالات الهندسة المختلفة (AEC) يعمل على تكامل أدوار الأطراف أصحاب المصلحة بالمشروع. [2]

البيم هي اختصار لنمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling)، والتي تعني تصميم نموذج للمبنى شامل جميع المعلومات والبيانات الخاصة به، ومعنى نموذج هنا يتعدى حدود مفهوم بناء مجرد شكل ثلاثي الأبعاد. إن المقصود بنموذج للمبنى في تقنية البيم هو عمل محاكاة وتوصيف لكل عملية يمر بها المبنى عند بناؤه في الواقع، وبالتالي فهو يشمل بناؤه كشكل ثلاثي الأبعاد (3D) له خصائصه التي يمكننا إدخالها، ويشمل أيضاً إدراكه بعامل الوقت أو الزمن (4D)، وكذلك إدخال عامل التكلفة (5D) و العامل السادس هو الاستدامه وهو المحور الأساسي لهذا الكتاب كما سيوضح في الفصول التاليه و العامل السابع هو ادارة المشروع بعد الانتهاء من تنفيذه و الاهتمام بصيانته وغير من المور التي تطرق على المبنى بالمستقبل.

- Not only 3d model



وإذا قمنا بتحليل اختصار البيم (BIM)، فإننا سنجد الآتي:

Building: وتعني كل أنواع المباني كالمدارس والمنازل والمصانع والبيوت والأبراج، ويشمل ذلك أيضا الطرق والكباري وغيرها من مختلف المنشآت. كما تتضمن هذه الكلمة معنى كلمة البناء نفسها وليس المبنى القائم بذاته فحسب.

Information: وتعني توافر معلومات وبيانات خاصة بنوع المبنى وجميع عناصره المكونة له. فلكل عنصر معلوماته الخاصة التي نستطيع برمجتها لتعريفه بكينونته في هذه البرامج، والتعرف عليه من خلالها.

Modeling: وتعني نموذج مرئي للمعلومات المرفقة وتوصيف حي لخصائص العناصر.

تاريخ مفهوم البيم

مفهوم البيم ليس حديثاً، فقد ظهر لأول مرة من خلال المهندس الأمريكي دوغلاس انجلبرتDouglas C. Englebart عام 1962م حيث يقول (بعد ذلك يبدأ المهندس بإدخال سلسلة من المواصفات والبيانات، 6 بوصات لسماكة البلاطة، و12 بوصة لسماكة الجدران الخرسانية المثبتة بعمق 8 أقدام ... وهكذا، وعندما ينتهي، يظهر المشهد على الشاشة هيكلاً يقوم المهندس بمعاينته وتعديله، ثم تزداد قوائم هذه المعلومات المدخلة، وتترابط أكثر مما يشكل فكراً ناضجاً داعماً للتصميم الفعلي)، حيث وضع دوغلاس مبدأ دمج المعلومات في هيكل واحد، وليس الفصل كما انساقت وراءه أغلب التخصصات العلمية لاحقا بهدف التخصص في شتى المجالات وليس في مجال البناء فقط.

كان دوغلاس يُجري بحثاً حول العلاقة التفاعلية بين الإنسان والحاسب الآلي، والاستفادة منها لجعل العالم مكان أفضل، وليس عن البيم حصراً، ولتقريب الموضوع فمن المفيد هنا أن نتذكر أن الرجل ذاته هو مخترع فأرة الحاسوب التي يستعملها المليارات اليوم كأداة أساسية للتفاعل مع الحاسب، وهو ما أعطى البيم دفعة قوية وإمكانات أكبر.

ثم ظهر هذا المفهوم مرة أخرى في سبعينات القرن الماضي في مقال علمي لفان نيدرفين وآخرون، وعمل باحثون كثيرون على تطويره مثل Herbert Simon, Nicholas Negroponte and Ian McHarg

ومن أبرز من تكلم عن نظرية البيم Charles Eastman وخاصة كتابه BIM handbook و مقالته

The use of computers instead of drawings in building design التى نشرت 1975 و تكلم عن نظام مواصفات البناء (BDS Building Description System

و تكلم عن المحددات PARAMETERS وعن كيفية توليد أشكال ثنائية الأبعاد من أشكال مجسمة ثلاثية الأبعاد و كيف أن هذا النظام سيؤثر على الحصر و انتقد بشدة جعل كل مخطط منفصل عن الاخر.

عام 1977 عمل Charles Eastman على مشروع GLIDE (لغة رسمية للتصميم المتفاعل) في جامعة كارنيجي ميلون و بدأت ملامح البيم في الظهور.

مصطلح Building Information Modeling تم توثيقه على يد Van Nederveen G. A. and Tolman F. في كتاب Modelling multiple views on buildings عام 1992)

و رغم أن النظرية قديمة لكن لم تكن أجهزة الحاسب قوية بما فيه الكفاية، ولم يكن بإمكانها معالجة هذا الكم من البيانات، وعندما تطورت هذه الأجهزة حدثت نقلة كبيرة في توفير التكلفة، مثل تكلفة التعديل، وتقليص الجدول الزمني عن طريق حل مشاكل التعارضات مسبقا قبل البدء الفعلي للتنفيذ.

شركة جرافي سوفت GRAPHISOFT استخدمت مصطلح المبنى الافتراضي VirtualBuilding، وكان أول نموذج يُبنى بشكل كامل بنظام البيم كان لصالحها بداية عام 1987م ممثلا في برنامج ArchiCAD.

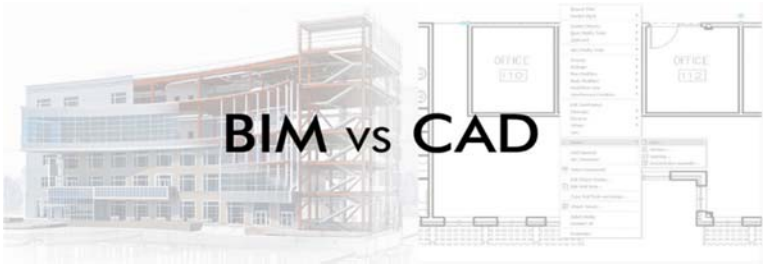
شكل رقم 1.1 : صورة عام 1984 من داخل Graphisoft لبرنامج Radar CH و الذي سمي لاحقا ب ArchiCAD

وشركة بنتلي سيستمز Bentley Systems استخدمت مصطلح نماذج المشروع المتكاملة Integrated Project Models

أما شركة أوتوديسك Autodesk فاستخدمت مصطلح نمذجة معلومات البناء Information Modeling Building وهو المنتشر والمستخدم حاليا. كان برنامج اوتوديسك هو اوتوكاد المعماري AutoCAD Architecture عام 1998

كانت نقله لاتوديسك بشرائها للريفيت عام 2002 بمبلغ 133 مليون دولار و نقله أيضا للريفيت حيث أتاحت له امكانيات اوتوديسك القيام بأبحاث اكثر.

مقارنة بين نظام البيم ونظام الكاد



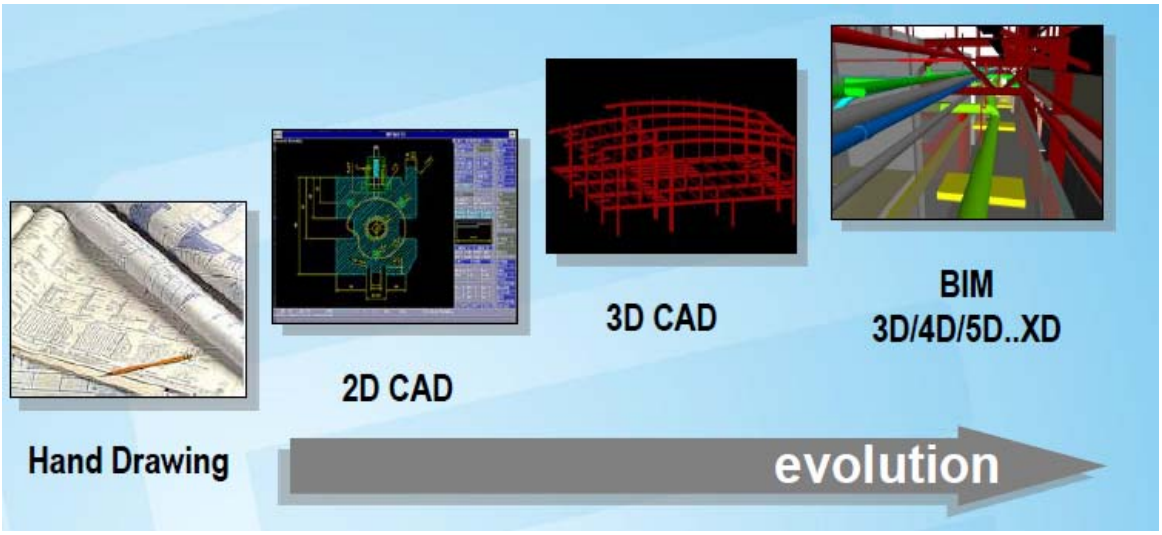
	CAD	BIM
عدد الأبعاد	ثنائي او ثلاثي الابعاد	ثنائي وثلاثي ورباعي إلى ما لا نهاية من الأبعاد
العناصر	عناصر غير ذكية	عناصر متفاعلة
مثال العناصر	خطوط و اقواس	حوائط و شبابيك و اعمدة
مثال للبرامج	الاتوكاد و qcad	ريفيت و الاركيكاد

نظام الـ CAD هو اختصار لـ Computer Aided Design وهي عملية تعتمد أساسا على تجهيز الرسومات التصميمية بمساعدة الحاسب، أي يتم التعامل فيها برسم الخطوط لا أكثر ولا تستطيع البرامج التي تعمل بهذا النظام التعرف على العناصر بحد ذاتها ولكنها تعتبرها كلها خطوط ولهذا نضطر لرسم جميع المساقط لأظهار عنصر معين وهذا ما يلغيه نظام البيم، لأنه يتعامل مع العناصر كل على حدة فيتم عمل النموذج بتحديد عناصره وليس بتحديد خطوط رسمه. وبهذا فإن النتائج مذهلة حيث يتم الحصول على كافة المساقط والقطاعات بل ونموذج ثلاثي الابعاد بمنتهى السهولة لمجرد تعريف كل عنصر وليس رسمه أكثر من مرة في مساقط مختلفة.

فعندما نريد عمل تغيير على أحد عناصر المبنى يتطلب ذلك منا أن نعيد رسم التغيير في جميع المساقط والواجهات والقطاعات التفصيلية وغيرها من المشاهد في حالة استخدامنا لتقنية الكاد (وهي تقنية رسم بحتة، أي مجرد خطوط لا يمكن تحديد وظيفتها وإضافة خصائص مادية لها).

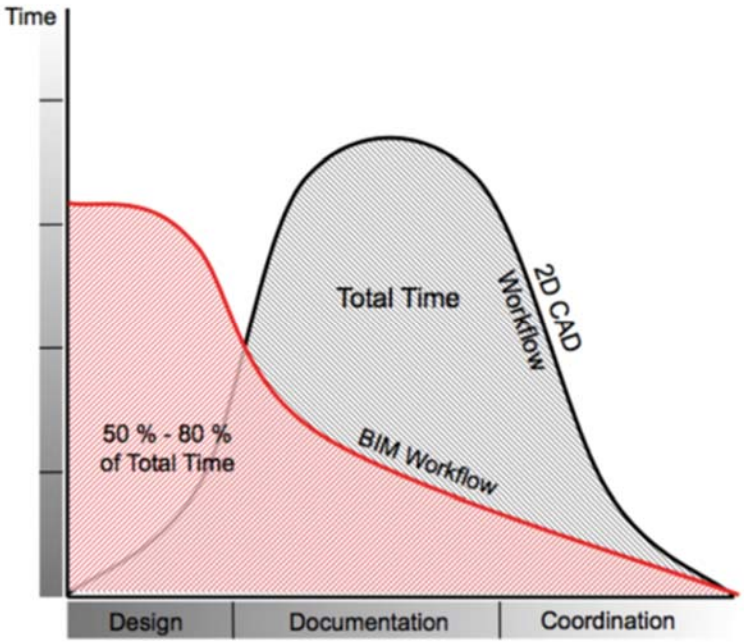
تمدنا نمذجة معلومات البناء بمكتبة كاملة لعناصر ثلاثية الأبعاد للتمثيل المادي للمبنى، وفي جوهر الأمر فإن البيم هو طريقة عملية لإنشاء المبنى قبل تنفيذه في الواقع. فهو محاكاة رقمية لخصائص المبنى الفيزيائية والوظيفية. وبناء نموذج باستخدام تقنية البيم مختلف تماما عن مجرد عمل رسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد (كما هو الحال في تقنية الكاد)، فالاعتماد الأساسي عند بناء نموذج بيم للمبنى هو استخدام عناصر ذكية، وبالتالي فاختلافه عن نموذج الكاد يكون جذريا. وكمثال لذلك، فإننا نستطيع تعريف الحائط في نظام البيم من

حيث سماكته والطبقات المكونة له وخامة كل طبقة، بل ونستطيع أيضا عمل حصر لهذه الطبقات وحصر آخر للحائط ككل، وخصم أماكن الأبواب والنوافذ من مساحته الإجمالية، ... وغيرها من المعطيات والنتائج المختلفة والتي يصعب توفيرها في بيئة الكاد.



شكل رقم 1.2 : تطور اساسيات تجهيز الرسومات من الرسم اليدوي وصولا الى البيم.

وعلى صعيد المقارنة، فإن إنشاء مشروع بنظام البيم يحتاج وقت أكبر من نظام الكاد في بداية الإنشاء، ولكن نتيجة تعريف خصائص كل عنصر من البداية فإن ذلك سيوفر وقت كبير جدا عند استخراج كافة المستندات والورقيات اللازمة لتنفيذ وإنهاء المشروع، على عكس نظام الكاد.



شكل رقم 1.3: رسم بياني يوضح الوقت المستخدم في برنامج الكاد و البيم.

وبما أن لكل شيء مزايا وعيوب، فعندما اكتشف الخبراء عيوب نظام الكاد، فكروا وابتكروا مفهوم البيم. فمثلا من عيوب الكاد أنه لا يكتشف أخطاء الرسم والمشاكل إلا وقت التنفيذ، وأيضا صعوبة حل التعارضات أثناء التنفيذ لأن الكاد لا يفرق بين خطوط الرسم المعماري ورسم خطوط تمديدات التكييف مثلا .

مميزات البيم

يمكننا تعداد بعضا من مميزات تقنية البيم كالآتي:

1- تجسيد التعاون و تبادل المعلومات Collaboration & Information Access بين فريق التصميم (مهندسين معماريين وانشائيين ومساحين وميكانيكيين) والمقاول الرئيسي ومقاول الباطن ومن ثم إلى مالك المشروع، مما يقدم المعلومات بسهولة أكثر وتفادي المشاكل وبالتالي تقليل الخسائر وتوفير النفقات ووضع حلول مبكرة لأي تعارض قد يظهر بين الاقسام المشاركة في المشروع اثناء التصميم واثناء التنفيذ Design & Implementation وتلافي التكلفة المهدرة نتيجة سوء التخطيط ولعدم الرؤية الواضحة للمشروع Saving Time & Cost.

2- السماح بجميع مجالات تخصصات الهندسيه (وليس المهندس المعماري فقط) ان يكون لهم دورهم الخاص في فمثلا لو فكرنا بالعنصر السادس للبيم وهو الاستدامه وكيفية تعامل شتى انواع المهندسين في فرق العمل، لوجدنا التالي:
المعماري يتركز دوره في اختيار المواد والتصميم وتقسيم الفراغات والتوجيه. اما المدني فدور يتضح في اختيار نوع الخرسانات الجديده مثل الخرسانه الخضراء واختيار مواد البناء. و الميكانيك والكهرباء له دور في اختيار نوع التكيف HVAC Systems الاقل للطاقه والموفر للكهرباء وأيضا حسابات الطاقه المتجدده.

فليس الدور يتوقف علي المعماري ولكن هناك تعاون كبير بين كافه التخصصات وبسبب ان البيم واحده من التكنولوجية التي تشجع عمليه التعاون في التصمي والتنفيذ فكان له دور في تشجيع الي العماره المستدامه.

3- عمل نموذج دقيق غني بالمعلومات للمبنى Accurate Modeling.

4- سهولة العرض والتجول بالمشروع Navigation قبل حتى أن توقع عقده، ولهذا أثره المباشر على العميل حيث أنه عندما يرى المخططات ثنائية الأبعاد فقط لن يتمكن من فهمها بشكل جيد ولن يعترض، ولكن بعد إنتهاء المبنى سيطلب بعض التعديلات لكن عندما يرى المبنى بشكل واقعي ويتجول بداخله عندها سيُدرك أي ملاحظة قبل بدء التنفيذ.

5- تحسين عملية الإخراج النهائي Visualization والمحاكاة Simulation والإظهار Rendering.

6- تطبيق تكنولوجيا التكامل والتنسيق Coordination بين المناظر والقطاعات والجدوال المختلفة في المشروع الواحد، حيث تعتمد على التحديث التلقائي لأي تعديل في العنصر.

7- توحيد ودمج جميع أنواع المخططات، فمخطط التصميم Design هو نفسه مخطط الرسومات التفصيلية Shop drawing ونفسه مخطط التنفيذ As-built دون الحاجة إلى تعديلات كثيرة لكل مخطط مثلما هوالحال في الكاد.

8- سهولة التعديل Modify في النموذج وتحديثه Updating.

9- الحصر الدقيق BOQ و المواصفات Specification لجميع أجزاء المشروع خاصة في المراحل المبكرة.

10- المساعدة في عملية الصيانة بعد انتهاء المشروع.

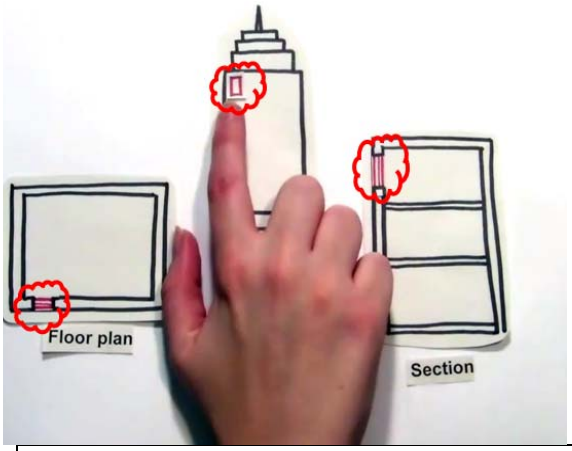
11- يعتبر وسيلة عصرية للبناء بليونة مما يوفر المال مع جودة أفضل باستخدام الأفكار الحديثة مثل:

Integrated Project Delivery (IPD)

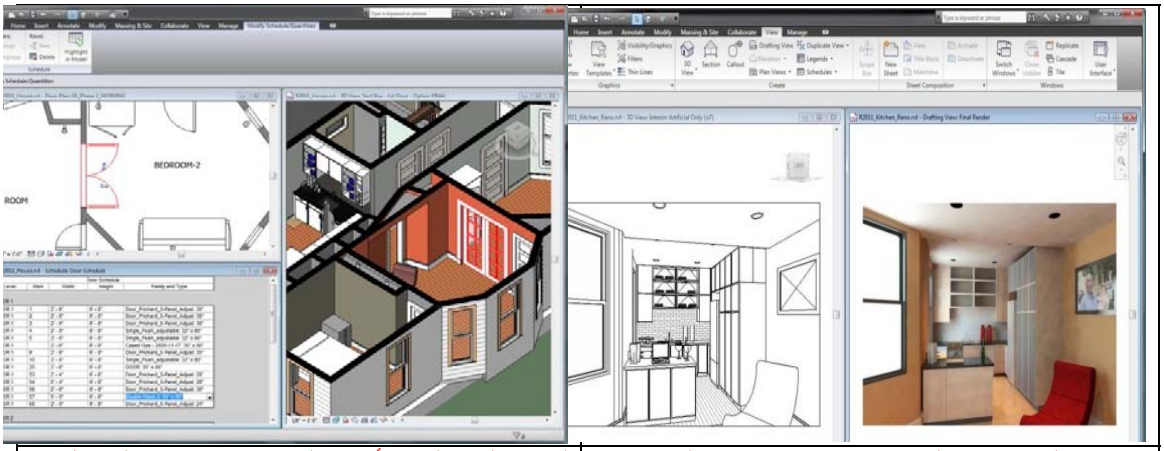
Virtual Design and Construction (VDC)

12- توفير تصور واقعي للعمليات الإنشائية، حيث أن 92% من العملاء يُقرّون بأن التصاميم المرسومة باستخدام نظام الكاد لا تكفي للعمليات الإنشائية.

تجسيد التعاون و تبادل المعلومات Collaboration & Information Access بين فريق التصميم

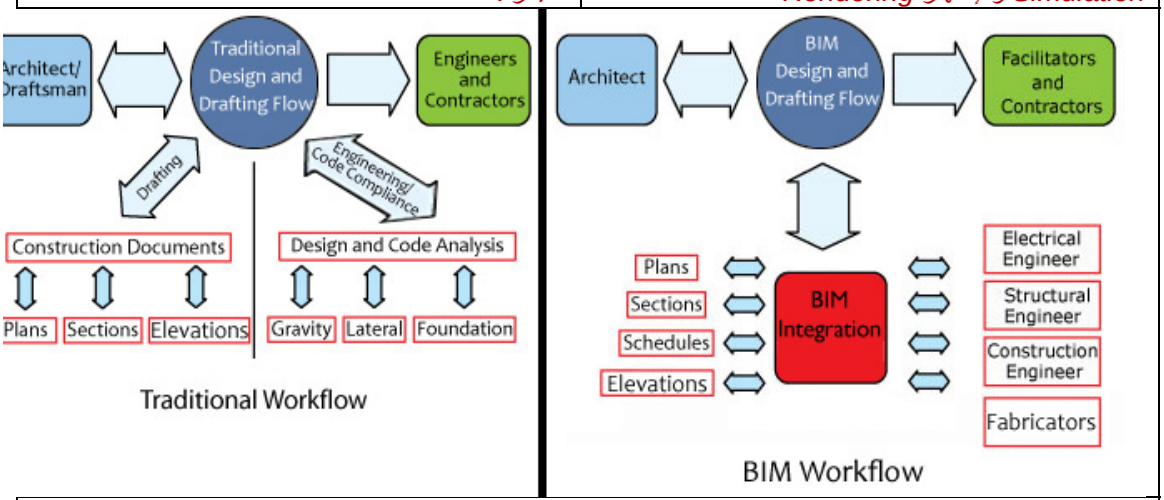


سهولة التعديل Modify في النموذج وتحديثه Updating



تحسين عملية الإخراج النهائي Visualization والمحاكاة Simulation والإظهار Rendering

الحصر الدقيق لجميع أجزاء المشروع خاصة في المراحل المبكرة.



تطبيق تكنولوجيا التكامل والتنسيق Coordination بين المناظر والقطاعات والجدول المختلفة في المشروع الواحد

توحيد ودمج جميع أنواع المخططات، فمخطط التصميم Design هو نفسه مخطط الرسومات التفصيلية Shop drawing ونفسه مخطط التنفيذ As-built دون تعديلات كثيرة.

شكل 1.4: رسومات توضح مميزات البيم

دراسات موثقة عن أهمية البيم

هناك دراسات أجرتها جامعة ستانفوردCenter for Integrated Facility Engineering – Stanford University على 32 مشروع ضخم فوجدت أنه:

- يمكن تفادي 40% من التغيرات المفاجئة أثناء التنفيذ.
- وصلت الدقة في حسابات التكلفة إلى 97%.
- توفير 80% من الوقت اللازم لحساب التكلفة.
- توفير 10% من التكلفة الإجمالية للمشروع نتيجة التغيير أثناء العمل.
- تقليل 7% من الوقت اللازم لتنفيذ المشروع.
- تقليل كمية المواد المهدرة في المشروع بنسبة 37%.
- أظهر أحد الاستبيانات التي أجرتها مؤخراً مؤسسة ماكجرو هيل McGraw Hill بأن 74% من مستخدمي البيم في أوروبا الغربية حصلوا على نتائج إيجابية ملموسة على استثماراتهم الكلية على تلك النماذج مقابل 63% من مستخدمي البيم في أميركا الشمالية.

أهم برامج البيم في مختلف المجالات

البرامج المعمارية	**Autodesk Revit Architecture** **Graphisoft ArchiCAD** **Nemetschek Allplan Architecture** **Gehry Technologies – Digital Project Designer** **Nemetschek Vectorworks Architect** **Bentley Architecture** **4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD)** **CADSoft Envisioneer** **Softtech Spirit** **RhinoBIM (BETA)**
البرامج الإنشائية	Autodesk Revit Structure Bentley Structural Modeler Bentley RAM, STAAD and ProSteel Tekla Structures CypeCAD Graytec Advance Design StructureSoft Metal Wood Framer Nemetschek Scia 4MSA Strad and Steel Autodesk Robot Structural Analysis
البرامج الكهروميكانيكي تكييف و صحي	Autodesk Revit MEP Bentley Hevacomp Mechanical Designer 4MSA FineHVAC + FineLIFT + FineELEC + FineSANI Gehry Technologies – Digital Project MEP Systems Routing CADMEP (CADduct / CADmech)
المحاكاة و التحليل و حل التعارض	Autodesk Navisworks Solibri Model Checker

	Vico Office Suite Vela Field BIM Bentley ConstrucSim Tekla BIM Sight Glue (by Horizontal Systems) Synchro Professional Innovaya
الاستدامة **Sustainability**	Autodesk Ecotect Analysis Autodesk Green Building Studio Graphisoft EcoDesigner IES Solutions Virtual Environment VE-Pro Bentley Tas Simulator Bentley Hevacomp DesignBuilder
لحساب التكلفة	Cost Estimate Autodesk QTO Innovaya Vico Timberline or equal
تحليل الطاقة	Energy Analysis Autodesk Green Building Studio IES Hevacomp TAS eQuest DesignBuilder Sketchup + OpenStudio Plugin
أدارة المنشأة **Facility Managment**	Bentley Facilities FM:Systems FM:Interact Vintocon ArchiFM (For ArchiCAD) Onuma System EcoDomus
مدن و التخطيط العمراني	من شركة أوتوديسك: برنامجInfraWorks 36 من شركة :esri برنامجCityEngine
للمحطات	من شركة :ProPlanner برنامجFlowPlanne من شركة :SmartDraw برنامجFacility Plans

مخرجات البيم:

يجب الإتفاق على مخرجات المشروع المُنفذ بنظام البيم جنباً إلى جنب مع تواريخ التسليم في بداية المشروع، وبعد أن يتم تعيين الأعضاء الرئيسيين للمشروع وذلك لاستيعابهم مشاركاتهم يمكن توقع النماذج التالية كمخرجات ونتائج مهمة من تطبيق منهجية البيم في العمل:

- نموذج للموقع العام Site Model.

- نموذج كتلي للمبنى Massing Model.
- نموذج معماري وإنشائي وكهروميكانيكي Architectural, Structural & MEP Models:
  - For regulatory submissions.
  - For coordination and/or clash detection analysis.
  - For visualization.
  - For cost estimation.

- جدولة ومرحلية المشروع Schedule & phasing program.
- نماذج بناء وتصنيع Construction & Fabrication Models.
- رسومات تفصيلية Shop drawings.
- نموذج كما تم البناء في الموقع As-built Model.
- بيانات لإدارة المرافق Data for Facility Management.
- و أي نموذج أو معلومات أخرى في شكل سمات مجسمة أو غير مجسمة

عناصر البيم الهندسيه Geometric والغير هندسيه Non Geometric

Non-Geometric Attributes	Geometric Attributes
System data بيانات النظام	Sizeالمقاس
Performance data بيانات الأداء	Volumeالحجم
Regulatory compliance التدقيق المطلوب.	Shapeالشكل
Specificationsالمواصفات	Height الإرتفاع
Cost التكلفة	Orientationالإتجاه

ومن خلال هذه المخرجات يمكننا تحقيق الآتي:

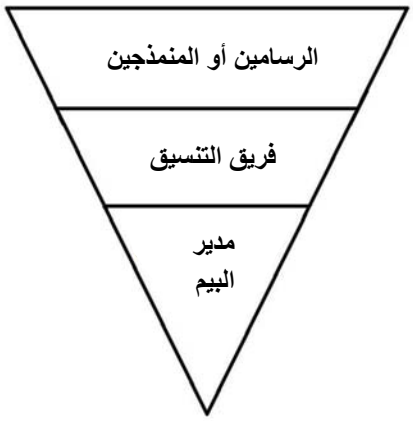
- عمل محاكاة للبيئة.
- التحقق من صحة تقدير متطلبات استخدام الطاقة.
- التحقق من صحة تصميم الضوء.
- إضافة بُعد الزمن.
- تقدير تكلفة البناء.
- حل التعارضات بين الأقسام المختلفة.
- التوثيق باستخدام ماسح الليزر.
- عمل جدول زمني لإدارة المرافق.

الأدوار والمسؤوليات لفريق العمل في البيم:

تعتبر من الخطوات الأولية لتطبيق البيم على مشروع معين أو على مستوى الكيان الهندسي، تعريف الأدوار و المسؤوليات Define Roles and Responsibilities التي يجب توضيحها في البداية، وتحديد الأشخاص المسؤولين عن تطبيق هذه الأدوار، والمسؤوليات بالشكل المناسب للوصول إلى الإستفادة القصوى و تحقيق أعلى جودة ممكنة

.

تقسيم فريق العمل:



يتكون فريق العمل في المشاريع التي تعتمد على تقنية بيم على الأقل من:

1- مدير البيم BIM Manager.

2- فريق التنسيق Coordinators.

3- الرسامين أو المنمذجين Modelers.

مدير البيم BIM Manager:

مدير البيم هوالمسؤول عن النموذج Model في الإجتماعات، والذي يقدر احتياجاته ويخبرنا بكل جديد في مراحل تطوير دورة حياة المبنى Project lifecycle كما أنه مسؤول عن:

- وضع السياق العام لتوجيه مشروعات البيم علي مستوى الشركة أو المؤسسة الهندسية كلها.
- التواصل مع القيادات الإدارية للشركة للتأكد من لتطبيق البيم و سيره بالشكل المذكور في الأهداف الاستراتيجية.
- وضع الخطط اللازمة لتطبيق البيم ومتابعة تنفيذ هذه الخطة بالشكل المخطط له.
- تقسيم الأهداف و وضع جدول زمني مناسب لتنفيذ هذه الأهداف.
- تقديم التقارير التي توضح مستوى الكيان الهندسي في تطبيق البيم و اتباع الخطة و الجدول الزمني المحدد.
- تعريف المتطلبات و الموارد اللازمة لتطبيق البيم على مستوى الشركة أو المؤسسة الهندسية.
- تحديد معيار التقييم المناسب الذي يجب اتباعه لتطبيق البيم.
- توضيح أخر التحديثات العلمية و التطبيق العملي لتكنولوجيا البيم.
- توضيح إمكانيات الكيان الهندسي و عرض مستوى جودة المنتج الذي يقدم للعملاء باستخدام البيم.
- اختيار منصات العمل BIM Platform التي تعكس رؤيته لتنفيذ العمل.
- لا شك أن إدارة المرافق Facility Management هو عمله الدائم ومسؤوليته المباشرة طوال مرحلة البناء.
- مساعدة قسم المشتريات Procurement Section فى إخراج وطباعة قوائم المواد والمعدات المراد شرائها بشكل دوري منظم.
- Procurement Requisites and Material Delivering - (Supply Chain)
- متابعة وتحسين جداول التنفيذ الزمنية للنموذج.
- وضع خطط زمنية محددة لتحسين مؤهلات فريق العمل Modeler عن طريق التدريب والتطوير وإطلاعهم على أحدث التكنولوجيات في مجالهم.
- مراقبة الجودة على النموذج وعلى كافة أعضاء فريق العمل Coordinators & Modeler .
- هو المسؤول عن تجميع المعلومات من جميع أقسام العمل في المشروع (التصميم، النمذجة، التنفيذ، المشتريات... الخ)
- لابد أن يكون لديه القدرة على حل المشاكل التقنية، و على دراية كافية بالتخصصات الهندسية المختلفة (معماري، إنشائي، كهر ميكانيكا)

فريق التنسيق Coordinators :

فهو المعنى بالتنسيق Coordination بين مختلف التخصصات الهندسية للكشف عن التعارضات Clash Detection بين الأقسام، وتوصيل كل خدمة إلى المكان المخصص لها بشكل آمن محققا النتيجة المتوقعة من التصميم (تنفيذ التصميم الآمن) كما أنه المسؤول عن الآتي:

- تحديد الأهداف و استخدامات البيم للمشروع.
- تحديد و توضيح معيار التقييم المناسب الذي يجب اتباعه للمشروع
- تطوير خطة تنفيذ البيم للمشروع BIM Project Execution Plan .
- التأكد أن المشروع يسير بالشكل المطلوب و الكفاءة المخطط لها.
- مراقبة الجودة للمشروع و التأكد من المراجعة بشكل دائم.
- عرض مستوى الجودة التي توصل إليها المشروع.
- تحويل كل التعليمات والمعلومات القادمة من الإدارة العليا إلى أوامر تنفيذية يسهل على فريق الرسامين أو المنمذجين تنفيذها، ومنها مثلا(تحويل معلومات المواصفات والمواد إلى Families تحقق تلك المواصفات ويسهل التعامل معها.
- كما أنه مسؤول عن رفع التقارير عن سير العمل، وعن المُنجز من الجدول الزمنى للتنفيذ، وحالة تنفيذ العمل على النموذج Model الجاري تنفيذه.
- كذلك هو المنسق العام بين وضع موقع العمل داخل المشروع على الأرض، ومتطلباته وبين سير مراحل تطوير عملية النمذجة نفسها Modeling ، فهو المسؤول عن تحويل تلك المتطلبات إلى شكل مرئي على الحاسب.
- وهو المسؤول عن تطوير أدوات العمل على النموذج، وتحديد ما يحتاجه العمل من برامج وأدوات ، و عن تطوير قدرات الرسامين أو المنمذجين Modelers بشكل دائم.
- وهو المسؤول عن صيانة وسلامة النموذج بشكل عام و توزيع العمل داخل النموذج.

في بعض الأحيان يتم تعيين ال BIM Manager على مستوى المشروع، بسبب تعاقد شركة على هذا المشروع باستخدام البيم، و لكن لم يكن من الأهداف الاستراتيجية للشركة تطبيق البيم في جميع مشروعاتها، فهو مطلب خاص بالمشروع، وفي هذه الحاله تكون له نفس الأدوار والمسؤوليات لل BIM Coordinator.

يتم تعيين شخص علي مستوي المشروع لتطبيق البيم و لكن للقسم التابع له فقط (معماري، انشائي، كهرباء، ميكانيكا، صحي) و يسمى ال Model Coordinator أو ال Model Manager ، و من بعض أدواره و مسؤولياته التالي:

- تطبيق الأهداف التي تم تحديدها على مستوى القسم التابع له.
- مراجعة جودة المشروع طبقا للمعايير المحددة.
- وضع حلول للمشاكل التقنية للقسم التابع له.
- المشاركة في التنسيق Coordination و كشف التعارضات Clash Detection بين الأقسام.

المنمذجين Modelers :

هم المسؤولين عن تحويل مفهوم التصميم فكرة أو مرحلة من مراحل تطوير النموذج LOD for model (أو Level of Development) أو معلومات ورقية أو تصميم أوتوكاد إلى نموذج قابل للتنفيذ (تنفيذ النمذجة Modeling). لذلك وجب عليهم السير على الإعدادات القياسية للتنفيذ وعدم مخالفتها.

(BIM Content Standards & Development Procedures)

وهم المسؤولين أيضا عن تنفيذ النموذج Model حسب كل تخصص بشكل متناسق يسهل طباعته أو تحويله إلى الإمتدادات المعروفة (IFC, DWG, DWF, PDF, … etc.).

والصورة التالية تلخص مهام كل منهم في أي مشروع: (مصفوفة المهارات Skills Matri

	Strategic						Management				Production	
Role	Corporate Objectives	Research	Process + Workflow	Standards	Implementation	Training	Execution Plan	Model Audit	Model Co-ordination	Content Creation	Modelling	Drawings Production
BIM Manager	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N
Coordinator	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
المنمذجين	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y

دور الحكومات في تطبيق البيم

من المؤكد أن للحكومات دور فعّال في تطبيق تقنية البيم، فلا بد لها من دعم الموضوع ووضع كود خاص ذو معايير مناسبة للدولة، ثم جعله إلزاميا على القطاعات العامة كما هو الحال في دول أروبا وأمريكا حاليا، فلذلك عظيم الأثر في توفير الكثير من التكاليف بجانب حل التعارضات المتلازمة لبناء أي مشروع جديد.

نشرت الحكومة البريطانية في مايو 2011 وثيقة تفيد بأن البيم شرط للمشاريع الممولة من الدولة بدءاً من عام 2016، وتركز الوثيقة على تحسين المشتريات في المشاريع الممولة من القطاع العام في المملكة المتحدة التي تمثل 40% من جميع النفقات الرأسمالية. وتساعد على تبنيه مثل وجود تسامح أو مكافأة لمن يستخدم البيم في البناء، كالسماح بمساحة أكبر لبناء إضافي بنسبة 30-50% ، أو تخفيف الرسوم. وبعد هذا بسنوات تجعله إجباريا مع عدم الالتزام ببرنامج محدد من برامج البيم. والهدف ليس تطبيق البيم بل الاستفادة والتوفير وتعزيز الإنتاجية، فتقنية البيم مجرد وسيلة وليست هدفا بحد ذاتها.

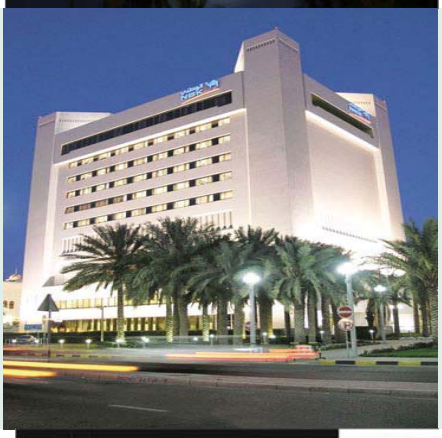
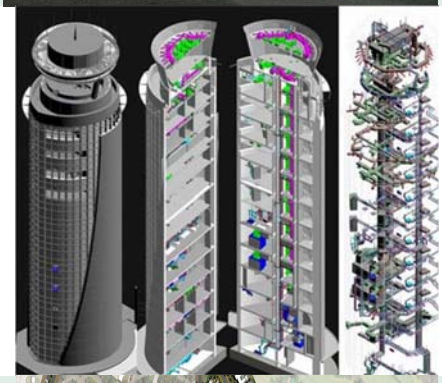
وعلى صعيد المنطقة العربية، فقد أعلن حاكم دبي الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم مشروع تحويل دبي إلى مدينة ذكية، بما يكفل إدارة كافة مرافق وخدمات المدينة عبر أنظمة إلكترونية ذكية ومترابطة وتوفير الإنترنت عالي السرعة لكافة السكان في الأماكن

العامة وتوزيع أجهزة استشعار في كل مكان لتوفير معلومات وخدمات حية تستهدف الانتقال لنوعية حياة جديدة لجميع سكان وزوار إمارة دبي.

وكان من ضمن استراتيجيات المدينة الذكية هو تطبيق نظام البيم انسجاما مع جهود بلدية دبي للارتقاء بمستوى الخدمات، وتقرر تطبيق نموذج البيم للأعمال المعمارية والإلكتروميكانيكية كمرحلة أولى على المباني التي يزيد ارتفاعها عن 40 طابق، والمباني التي تزيد مساحتها عن 300 ألف قدم مربع، والمباني التخصصية كالمستشفيات والجامعات، وكافة المباني المقدمة عن طريق فرع مكتب أجنبي.

بعض المشاريع العربية التي طبقت تكنولوجيا البيم

البلد	المشروع	صورة المشروع
جمهورية مصر العربية	**المتحف المصري الكبير**	
لبنان	**جامعة بيروت العربية - طرابلس**	
الامارات – أبو ظبي	**مدينة مصدر – أبو ظبي**	

المملكة العربية السعودية	مركز عبدالعزيز خالد للثقافة العالمية	
الكويت	بنك كويت الوطني	
عمان	مطار عمان الدولي	
المغرب	مشروع حوارة	

الفصل الثاني:العمارة المستدامة

الأبنية الخضراء:

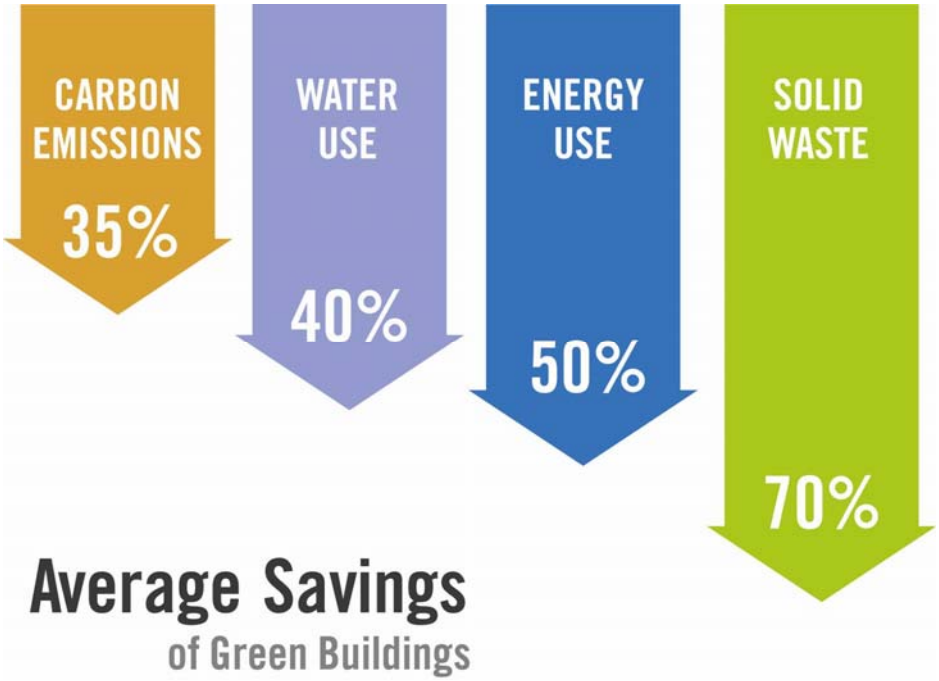
مع ازدياد الانحباس الحراري و تأثيرها على طبقة الأوزون و زيادة نسبة التصحر بالاضافة الى بدء نفاذ المواد الأولية من معادن و وقود في العالم عدا أيضا ازدياد عدد سكان في العالم و بالتالي ازدياد الطلب على استهلاك الطاقة و المياه، كل هذه الأسباب دفعت معظم دول العالم الى تبني فكرة الاستدامة و الأبنية الخضراء.

الأبنية الخضراء هي الأبنية التي توفر حياة أفضل للإنسان، وتراعي المعايير البيئية في كل مرحلة من مراحل البناء والتصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة، فتقلل بالتالي من الأثر البيئي الضار للمبنى على المجتمع والكوكب بشكل عام.

أهمية الابنية الخضراء

تكمن أهمية الابنية الخضراء بأنها تساعد على تخفيف :

- 35% من انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون
- 40% من استهلاك المياه
- 50% من استهلاك الطاقة
- 70% من مخلفات الصلبة



شكل 2.1: رسم يوضح مدى أهمية المباني الخضراء

و هناك فوائد أخرى لاتحصى لأهمية الأبنية الخضراء و الموضحة في الجدول التالي :

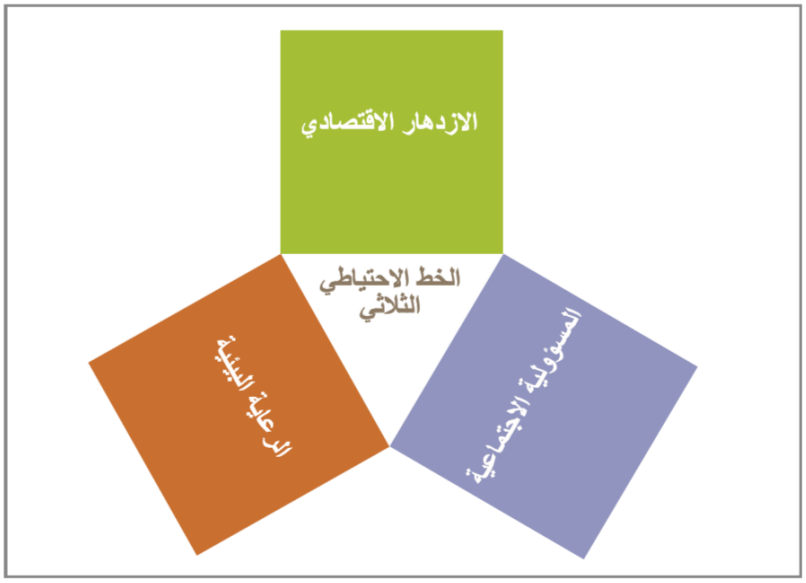
الفوائد البيئية	الفوائد الاقتصادية	الفوائد الوظيفية	الفوائد الصحية
الحد من الآثار السلبية للبيئة	تقليل فواتير والكهرباء، والمياه	المباني الخضراء عالية الأداء	تحسين البيئة الهوائية، والحرارية، و الصوتية
تعزيز وحماية النظم البيئية والتنوع البيولوجي	خفض تكاليف التشغيل والصيانة	تحسين المظهر الجمالي	تأمين راحة الموظفين و السكان وصحتهم
تحسين نوعية الهواء والماء	تعزيز قيمة الأصول والأرباح	تحسين النواحي الوظيفية للمباني	المساهمة في تحسين نوعية الحياة
الحد من النفايات الصلبة	تحسين إنتاجية الموظفين	توفير استهلاك الطاقة	خلق بيئة صحية
الحفاظ على الموارد الطبيعية	تحسين الاداء الاقتصادي لدورة حياة المباني	تعزيز كفاءة الطاقة	تخفيف من نسبة الأمراض
منع ازدياد الانحباس الحراري	تحسين الدورة الاقتصادية في المجتمع	تأمين بدائل للطاقة	المساهمة في النظافة
المحافظة على طبقة الأوزون	المسهمة في زيادة الاستثمارات	استخدام الطاقة المتجددة	التقليل من الضغط على البنية التحتية

بداية العمارة المستدامة:

هي منذ بدء التاريخ و ان كان بدء المطالبة بها حين غفل عنها الناس و انبهروا بأنظمة البناء المختلفة يقول فيليب بيرنشتاين (Phillip Bernstein) وهو معماري وأستاذ في جامعة (Yale) متحدثاً عن مشكلة المباني التي تفتقر إلى الكفاءة: ".. هي ليست فقط استخدام الطاقة، ولكنها استخدام المواد، وهدر المياه، والاستراتيجيات غير الكفء التي نتبعها لاختبار الأنظمة الفرعية لمبانينا. إنها لشيء مخيف" التنمية المستدامة هي التنمية التي تلائم متطلبات الحاضر دون إنقاص قدرة الأجيال المستقبلية لتتوافق مع تلبية متطلباتهم "تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها" وهي قاعدة اجن العسل ولا تكسر الخلية

الاستدامة (Sustainability) والحياة الأفضل للأجيال القادمة هي من المفاهيم الأساسية التي يحاول المهتمون بمجال التشييد والإنشاء تطبيق تقنيتها و استراتيجيتها في المجال العمراني والصناعي الذي يؤدي إلى استهلاك أكبر للموارد الطبيعية لإنتاج الطاقة، مما ينعكس سلبا على قدرة كوكب الأرض على تجديد موارده، و بالتالي يعرض الحياة المستقبلية إلى الخطر.

ومن هنا جاء تعريف الاستدامة (Sustainability) بأنها هي القدرة على تأمين احتياجات الحاضر دون التأثير على القدرة التأمين احتياجات الأجيال القادمة، و تتطلب أن يتم استخدام الموارد الطبيعية بمعدل يمكن للطبيعة فيه أن تجدد الموارد المستهلكة، و التخفيف من التلوث البيئي الناجم عن النشاطات البشرية.



شكل 2.2: الخط الاحتياطي الثلاثي (الركائز الأساسيه)

تبنى الاستدامة على ثلاث ركائز أساسية ولا يستقيم الأمر إلا بمراعاة متغيراتها وهي: الاقتصاد والمجتمع والبيئة. ويمكن تمثيل الاستدامة بطريقة أعمق بمثلث مفاصله أهداف الاستدامة واضلاعه ركائزها على ان تكون البيئة قاعدة المثلث كون الاستدامة القوية هي تلك المتمركزة حول البيئة.

•القدرة الاحتمالية (المرونة Bearable)، بين المجتمع والبيئة.

• الكفاءة (النمو viable)، بين البيئة والاقتصاد.

• المساواة (العدالة equitable)، بين المجتمع والاقتصاد.

تعتبر الطاقة المؤثر الأساسي على هذه الركائز وعليه فإن تقليل استهلاك الطاقة مسؤولية عامة على كل أفراد ومؤسسات المجتمع، كل بقدر استطاعته وفي حدود إمكاناته.

لنبدأ بما يسمى بـــ "هرم الطاقة" والذي يهدف لتقليل استهلاك الطاقة:

- ترشيد: تقليل استخدام الطاقة قدر الإمكان
- كفاءة: استخدام الطاقة بكفاءة عالية
- بدائل: إيجاد حلول بديلة ومختلفة عن المعتاد

و من هنا جاء مصطلح العمارة المستدامة والعمارة الخضراء فهو مصطلح عام يصف تقنيات التصميم الواعي بيئيا في مجال الهندسة المعمارية لتصبح عملية تصميم المباني بأسلوب يحترم البيئة مع الأخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد وذلك لتقليل (تأثيرات الإنشاء والاستعمال على البيئة مع تنظيم الانسجام مع الطبيعة .) مقترح مراجعة الصيغة لربطها مع ماسبق بشكل جيد

حماس اليوم للعمارة الخضراء والمباني المستدامة له أصوله المرتبطة بأزمة الطاقة في السبعينات من القرن الماضي ، فقد بدأ المعماريون آنذاك يفكرون ويتساءلون عن الحكمة من وجود مباني صندوقية محاطة بالزجاج والفولاذ وتتطلب تدفئة

هائلة وأنظمة تبريد مكلفة، ومن هناك تعالت أصوات المعماريين المتحمسين الذين اقترحوا العمارة الأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة.

و مع ازدياد الاحتباس الحراري و تأثيرها على طبقة الأوزون و التصحر بالإضافة الى بدء نفاذ المواد الأولية من معادن و وقود في العالم عدا أيضا ازدياد عدد سكان في العالم وبالتالي ازدياد الطلب على استهلاك الطاقة والمياه، كل هذه الأسباب دفعت معظم دول العالم إلى تبني فكرة الاستدامة و الأبنية الخضراء.

و الأبنية الخضراء هي منظومة متكاملة، تساهم من خلال قدرتها على توفير استهلاك الطاقة الكهربائية وترشيد استهلاك المياه والحد من الطاقة المستخدمة للتبريد وتسخين المياه... في زيادة العمر الافتراضي للمبنى وفي تحسين صحة الإنسان والحفاظ على النظام الإيكولوجي بما ينعكس إيجاباً على الاقتصاد وعلى الإنتاجية.

الفرق الرئيسي بين الأبنية الخضراء والمباني التقليدية هو مفهوم التكامل، حيث يقوم فريق متعدد التخصصات من المتخصصين في البناء بالعمل معا منذ مرحلة ما قبل التصميم إلى مرحلة ما بعد السكن لتحسين خواص الاستدامة البيئية للمباني وتحسين الأداء والتوفير في التكاليف.

الأبنية الخضراء توفر العديد من المزايا للجهات المعنية بصناعة البناء، بما في ذلك سكان المباني والمجتمع ككل.الأبنية الخضراء تشمل في العادة جودة هواء أفضل، إضاءة طبيعية وفيرة، توفر إطلالات ، خفض نسبة الضوضاء ، مما يجعل هذه المباني مكان أفضل للعمل او المعيشة.

و هي أيضا تستفيد من أقل قدر ممكن من المواد، من خلال تصميم جيد واهتمام بإزالة المواد غير الضرورية في التشطيبات. وبالإضافة إلى ذلك، بناء تلك المباني يرشد في استخدام المواد بأنواعها ليساعد على إعادة تدوير المياه .

أنظمة تقييم الأبنية الخضراء

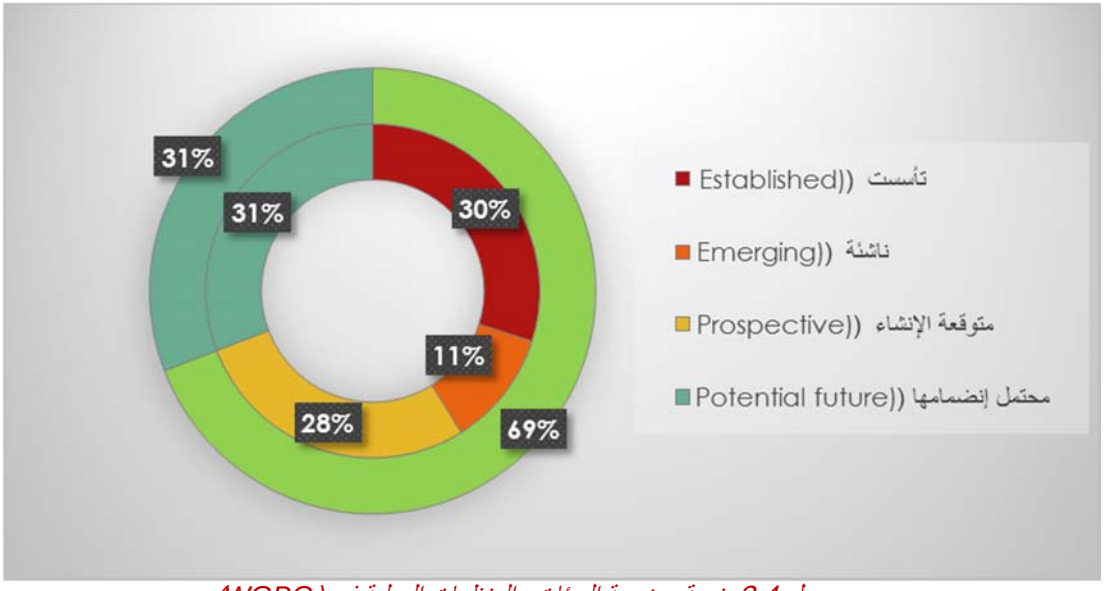
لدراسة مدى مساهمة BIM في تصميم المباني المستدامة والعقبات التي تواجهها كان من الضروري تحديد آلية للقياس ومؤشرات لأداء المباني الخضراء بهدف الإستناد إليها في عملية تطبيق المحاكاة باستخدام برمجيات BIM. في هذا الباب استعرض البحث أنظمة تقييم الأبنية الخضراء في العالم وتصنيفها بناءاً على عضوية الهيئات والمنظمات المؤسسة لها في المجلس العالمي للعمارة الخضراء (WGBC) ثم تمريرها على عدة مراحل للتصفية من حيث درجة عضويتها في (WGBC) وأكثرها تطبيقاً وأوسعها إنتشاراً وذلك من خلال عمل حصر لعدد المباني التي حصلت على شهادات تحت أحد هذه الأنظمة وتعيين عناصر الأداء المشتركة ؛ وهي المرحلة التي يبدأ منها البحث في دراسة مؤشرات الأداء.

- **تصنيف هيئات/منظمات الأبنية الخضراء حسب عضويتها في (WGBC)**

يتم تصنيف عضوية هيئات/منظمات المباني الخضراء حسب مدى التقدم الذي أحرزته في سوق البناء الأخضر.(***Error! Reference source not found.***) يوضح تصنيف رقمي لعضوية الهيئات والمنظمات الدولية في (WGBC) بينما يظهر **(**Error! Reference source not found.**)** نسبة العضوية لهذه الهيئات والمنظمات.

	تأسست (Established)	ناشئة (Emerging)	متوقعة الإنشاء (Prospective)	محتمل إنضمامها (Potential future)
عدد الهيئات	32	12	30	33
المجموع	74			33

جدول 2.3 تصنيف رقمي لعضوية الهيئات والمنظمات الدولية في (WGBC)



جدول 2.4: نسبة عضوية الهيئات والمنظمات الدولية في (WGBC)

- **تأسست (Established)**

وهي الهيئات/المنظمات التي تم تأسيسها بالفعل ولها هيكل تنظيمي يعمل على برنامج محدد بشفافية، تحت مظلة وطنية تسمح بمساءلته، ويتبنى أفضل الممارسات التي لها أثرها الفعال في سوق البناء الأخضر.

- **ناشئة (Emerging)**

وهي الهيئات/المنظمات التي تسمح بالعضوية ولديها قاعدة قوية مثل مجلس إدارة منتخب وموظفين يعملون بدوام يومي مستمر، ويتوقع لها إتمام التأسيس (Established) خلال أربعة وعشرون شهراً.

- **متوقعة الإنشاء (Prospective)**

وهي الهيئات/المنظمات التي مازالت في المراحل الأولى للنمو وتتبنى إستراتيجة لكيفية المضي قدماً في إزدهار سوق البناء الأخضر في بلدها، ويتوقع أن تنتقل إلى مستوى ناشئة (Emerging) خلال أربعة وعشرون شهراً.

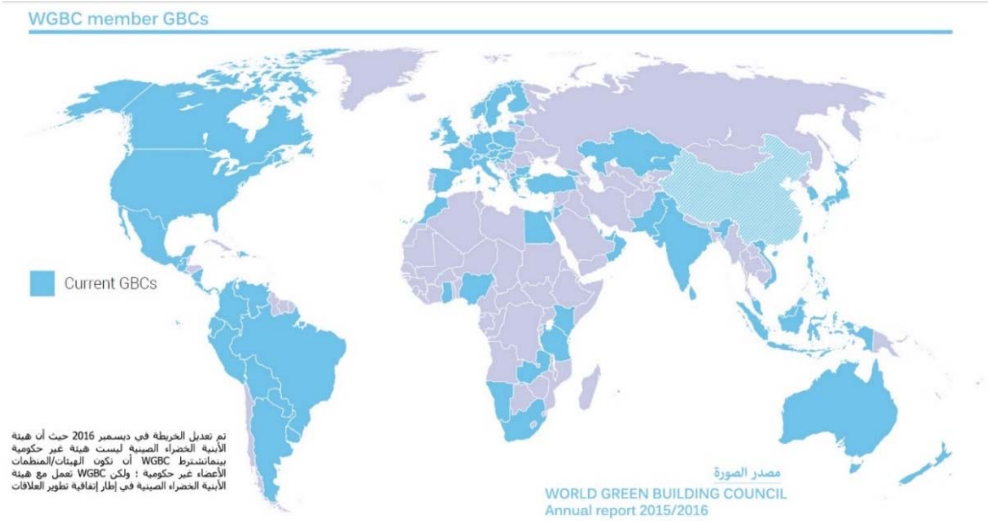
هناك أيضاً ثلاثة وثلاثون هيئة/منظمة يحتمل إنضمامها لعضوية (WGBC).

أفريقيا			أمريكا			المحيط الأسيوي			أوروبا			الدول العربية		
تأسست	ناشئة	متوقعة	تأسست	ناشئة	متوقعة	تأسست	ناشئة	متوقعة	تأسست	ناشئة	متوقعة	تأسست	ناشئة	متوقعة
1	1	5	8	2	9	8	4	3	12	4	8	2	2	5
7			19			15			24			9		
جنوب أفريقيا			الأرجنتين			أستراليا			النمسا			الأردن		
تنزانيا			البرازيل			هونج كونج			هولندا			الإمارات العربية المتحدة		
زامبيا			كندا			الهند			كرواتيا			لبنان		
غانا			كولومبيا			اليابان			فنلندا			قطر		
كينيا			جواتيمالا			ماليزيا			فرنسا			البحرين		
موريشيوس			بنما			تايوان			ألمانيا			مصر		
ناميبيا			بيرو			سنغافورة			النرويج			الكويت		
			الولايات المتحدة الأمريكية			نيوزيلاندا			بولندا			المغرب		
			كوستا ريكا			الفلبين			إسبانيا			فلسطين		
			المكسيك			باكستان			السويد					
			أوروغواي			كازاخستان			تركيا					
			نيكاراجوا			أندونيسيا			المملكة المتحدة					
			بوليفيا			فيتنام			هنغاريا					
			باراغواي			سيريلانكا			إيرلندا					
			الدومينيكان			كوريا			إيطاليا					
			ترينيداد وتوباجو						سويسرا					

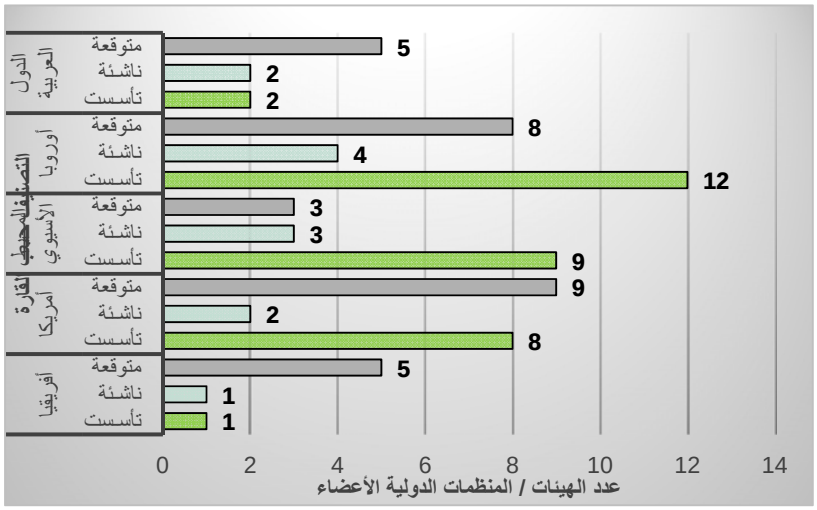
	الإكوادور		بلغاريا	
	السلفادور		اليونان	
	فنزويلا		لاتفيا	
			لوكسمبورغ	
			مقدونيا	
			الجبل الأسود	
			سلوفينيا	
			أوكرانيا	

تأسست	(Established)
ناشئة	(Emerging)
متوقعة الإنشاء	(Prospective)

جدول 2.5: بيان اسماء البلدان التي تتمتع بعضوية WGBC حسب التوزيع الجغرافي والعضوية



الشكل 2.5: رسم توضيحي 0.1 خريطة البلدان الأعضاء في (WGBC) -2016



الشكل 2.6: تصنيف عضوية الهيئات/المنظمات الدولية في (WGBC) جغرافياً

مما سبق يمكن تصفية الهيئات والمنظمات الأعضاء في (WGBC) حسب درجة العضوية بهدف تحديد أيها يمكن إدراجه في المرحلة الثانية من التصفية ، حسب الجدول التالي:

م	تأسست (Established)	ناشئة (Emerging)	متوقعة الإنشاء (Prospective)
1	جنوب أفريقيا	تنزانيا	زامبيا
2	الأرجنتين	كوستا ريكا	غانا
3	البرازيل	المكسيك	كينيا
4	كندا	باكستان	موريشيوس
5	كولومبيا	الفلبين	ناميبيا
6	جواتيمالا	كازاخستان	أوروغواي
7	بنما	أندونيسيا	نيكاراجوا
8	بيرو	هنغاريا	بوليفيا
9	الولايات المتحدة الأمريكية	إيرلندا	باراغواي
10	أستراليا	إيطاليا	الدومينيكان
11	هونج كونج	سويسرا	ترينيداد وتوباجو
12	الهند	لبنان	الإكوادور
13	اليابان	قطر	السلفادور
14	ماليزيا		فنزويلا
15	تايوان		فيتنام
16	سنغافورة		سيريلانكا
17	نيوزيلاندا		كوريا
18	الفلبين		بلغاريا
19	النمسا		اليونان
20	هولندا		لاتفيا
21	كرواتيا		لوكسمبورغ
22	فنلندا		مقدونيا
23	فرنسا		الجبل الأسود
24	ألمانيا		سلوفينيا
25	النرويج		أوكرانيا
26	بولندا		البحرين
27	إسبانيا		مصر
28	السويد		الكويت
29	تركيا		المغرب
30	المملكة المتحدة		فلسطين
31	الأردن		
32	الإمارات العربية المتحدة		

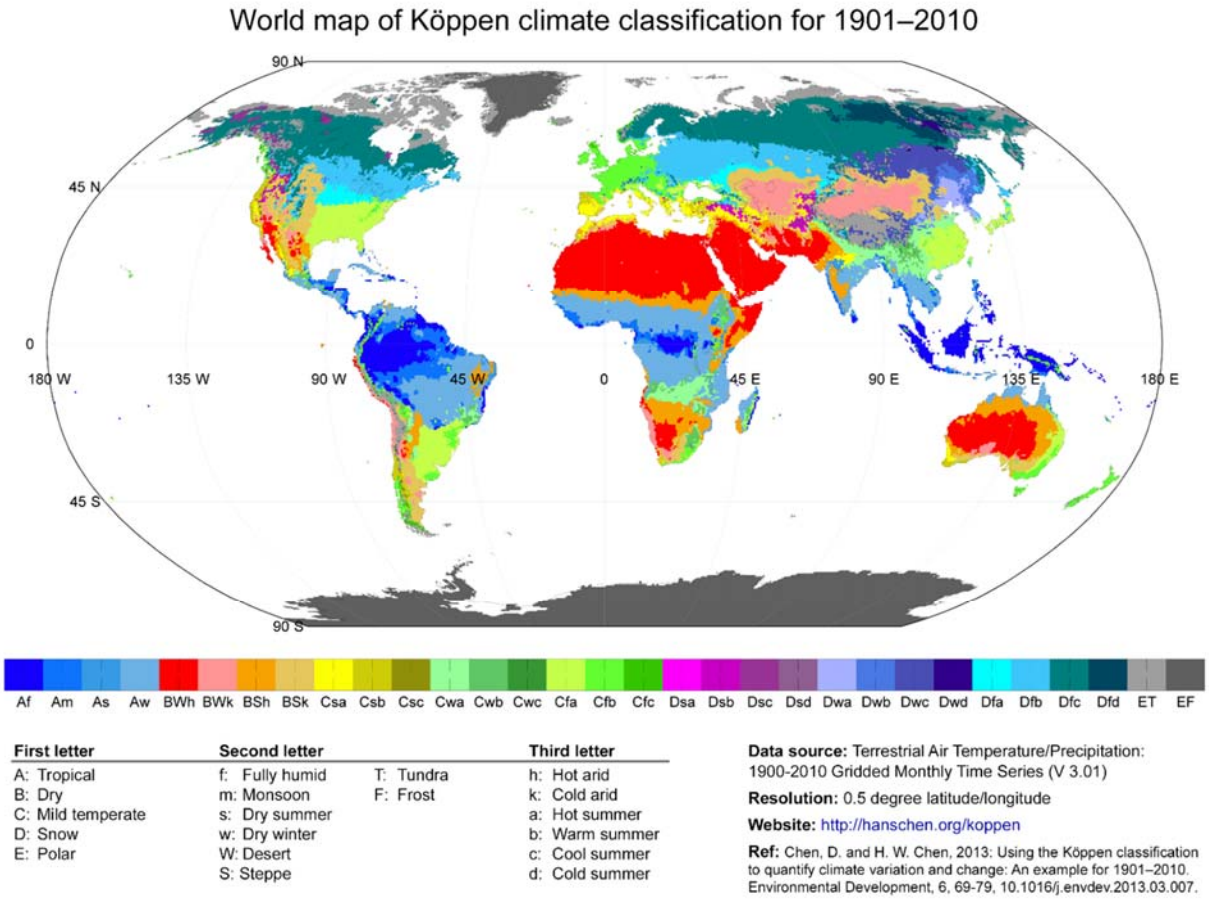
تأسست (Established)
ناشئة (Emerging)
متوقعة الإنشاء (Prospective)

جدول 2.7: تصنيف الهيئات والمنظمات الأعضاء في (WGBC) حسب درجة العضوية

- **تصنيف هيئات/منظمات المباني الخضراء الدولية حسب إنتشارها**

في التصنيف السابق تم اختيار هيئات/منظمات المباني الخضراء صاحبة العضوية في (WGBC) بدرجة (تأسست Established)، ومتابعة لعملية التصفية بهدف إنتخاب مجموعة من أنظمة تقييم المباني الخضراء لإجراء الدراسة، في هذه المرحلة يمكن إجراء مقارنة تعتمد على حصر حدود أنظمة التقييم للهيئات/المنظمات التي وقع الإختيار عليها من حيث معايير المقارنة التالي:

- نطاق العمل محلياً وعالمياً
- عدد المباني الحاصلة على شهادة
- تصنيف كوبن-جايجر للمناطق المناخية (Koppen-Geiger climate classification)



م	الدولة	الهيئة/المنظمة	نظام التقييم	سنة التأسيس	عدد المشروعات	نطاق التأثير	المنطقة المناخية
1	جنوب أفريقيا	Green Building Council South Africa	Green Star	2007	302	عالمي	BWh
2	الأرجنتين	Argentina Green Building Council	LEED	2007	109	عالمي	BSk
3	البرازيل	Brail Green Building Council	LEED	2007	1,221	عالمي	Af & As
4	كندا	Canada Green Building Council	LEED	2002	3,060	عالمي	Dfb & Dfc
5	كولومبيا	Colombia Green Building Council	LEED	2008	184	عالمي	Af & Am
6	جواتيمالا	Guatemala Green Building Council	LEED	2010	23	عالمي	Af
7	بنما	Panama Green Building Council	LEED	2009	73	عالمي	Af & As
8	بيرو	Peru Green Building Council	LEED Edge BREEAM	2014	112	عالمي عالمي عالمي	Af & Cfb
9	الولايات المتحدة الأمريكية	U.S. Green Building Council	LEED Living Building Challenge	1993	63,415	عالمي عالمي	Cfb & BSk
10	أستراليا	Green Building Council of Australia	Green Star	2003	1,461	عالمي	BWh
11	هونج كونج	Hong Kong Green Building Council	(BEAM)	2009	467	محلي	BSh
12	الهند	Indian Green Building Council	IGBC based on LEED	2001	623	محلي	BSh
13	اليابان	Japan Sustainable Building Consortium	(CASBEE)	2001	541	محلي	Cfb

14	ماليزيا	Malaysia Green Building Confederation	Green Building Index	2007	116	محلي	Af
15	تايوان	Taiwan Green Building Council	N/A	2004	101 LEED	محلي	Cfb & Cfc
16	سنغافورة	Singapore Green Building Council	For Product (SGBP) For Services (SGBS)	2009	68 LEED	محلي	Af
17	نيوزيلاندا	New Zealand Green Building Council	**Green Star** for office and industrial buildings **Homestar** for housing **NABERSNZ** for office energy performance	2005	129	محلي	Cfc
18	الفلبين	Philippine Green Building Council	Building for Ecologically Responsive Design Excellence (BERDE)	2007	N/A	محلي	Af & Am
19	النمسا	ÖGNI – Austrian Sustainable Building Council	DGNB blueCARD	2009	134	محلي	Cfb
20	هولندا						
21	كرواتيا	Croatia Green Building Council	**LEED BREEAM DGNB**	2009	4 LEED 1 BRE	عالمي	
22	فنلندا	GBC Finland	**LEED BREEAM**	2010	170 LEED 26 BRE		
23	فرنسا	Alliance HQE-GBC France	HQE	1996	48	عالمي	Cfb
24	ألمانيا	German Sustainable Building Council	DGNB	2007	718	عالمي	Cfb
25	النرويج						
26	بولندا						

27	إسبانيا		VERDE				
28	السويد						
29	تركيا		CEDBİK				
30	المملكة المتحدة		BREEAM				
31	الأردن						
32	الإمارات العربية المتحدة		Estidama				

جدول 2.8 مقارنة بين أنظمة تقييم المباني الخضراء من حيث عدد المباني

- **ملاءمة أنظمة التقييم:**

قام المكتب الفيدرالي للمباني الخضراء عالية الأداء (Office of Federal High-Performance Green Buildings) بتكليف مكتب الخدمات العامة (General Services Administration - GSA) بإجراء دراسة لتحديد معايير لأدوات إصدار شهادات المباني الخضراء وفقاً وفقاً لقانون استقلالية الطاقة والأمن (Energy EISA-Independence and Security Act of 2007) ؛ حيث تنص المادتان 433 (a) و436 (h) من (EISA) أن على مدير المكتب تحديد نظام لإصدار شهادات المباني الخضراء *"على أن يتم تبني اتباع منهج شامل وسليم بيئيا لإصدار الشهادات للمباني الخضراء."* وقد وضعت الحكومة الفيدرالية الأمريكية متطلبات الحد الأدنى من الاستدامة لمبانيها الخاصة لأهمية تقييم الآلية التي تساعد بها النظم المختلفة في مساعدة الحكومة على تحقيق أهداف المباني الخضراء. وقد صممت هذه المراجعة لنظم إصدار الشهادات لتوضيح كيفية مواءمة نظم إصدار الشهادات الحالية مع مبادئ التصميم المستدام والاحتياجات التشغيلية العالية الأداء. وإطار التحليل عبارة عن مجموعة من المعايير المستمدة من (EISA) ومتطلبات أداء المباني الفيدرالية. وتشمل المعايير المذكورة من قبل (EISA) في مراجعة نظم إصدار الشهادات ما يلي:

- متانة المكونات التقنية (Robustness) لنظام إصدار الشهادات لتلبية متطلبات التصميم الفيدرالي عالية الأداء والمتطلبات التشغيلية للمرافق الاتحادية
- استقلالية المدققين أو المقيّمين (Independence)
- توافر مدققين أو مقيمين مؤهلين تقنياً (Qualified Auditors or Assessors)
- توفر طريقة تقييم موثقة (Documented Verification Method)
- شفافية نهج نظم التقييم في جمع ومعالجة البيانات (Transparency)
- معيار قائم على توافق الآراء لتوثيق عملية التطوير والمراجعة (Consensus-Based Standard)
- نضج النظام (Maturity)

- سهولة استخدام النظام (Usability)
- الاعتراف بالنظام في صناعة البناء المحلي (National Recognition)

- **المكتب الفيدرالي للمباني الخضراء عالية الأداء:**

اعتمد البحث على متطلبات المكتب الفيدرالي للمباني الخضراء الأمريكي نظراً لريادته وخبرته في مجال الاستدامة حيث تبنت الحكومة الفدرالية في وقت مبكر منهج منح شهادات المباني الخضراء، منذ الدراسة السابقة في التي أجراها أيضاً عام 2006 من خلال مكتب الخدمات العامة (General Services Administration - GSA)، اكتسبت العديد من الهيئات خبرة كبيرة في تطبيق أنظمة إصدار الشهادات الخضراء للمباني إلى المرافق الفيدرالية .وأتاح قانون التعافي وإعادة الاستثمار الأمريكي لعام 2009 فرصة للهيئات الفيدرالية للاستثمار في محافظها العقارية، وتطبيق مبادئ التصميم المستدام والمبادئ التشغيلية عالية الأداء على عدد أكبر من المباني .وحتى 25أغسطس / آب 2011، أفاد أصحاب نظام التصديق بأن 40 مبنى فيدرالي قد تم اعتمادها بموجب مبادرة المباني الخضراء باستخدام نظام (Green Globes)، وتم اعتماد 519 مبنى فيدراليا بموجب نظام (LEED) التابع لمجلس المباني الخضراء في الولايات المتحدة (USGBC).

أنظمة تصنيف الأبنية الخضراء

من اشهر الانظمه لتصنيف الأنيه الخضراء هو النظام الأمريكي LEED لانتشار استخدلمه في عدة بلاد خارج امريكا.. ولكن هذا لا يعني بأنه هو النظام الوحيد. هناك الكثير من الأنظمه لتصنيف الأبنية الخضراء ، ومنها أنظمة عالمية مطبقة في الكثير من الدول وتتناسب مع ظروف كل بلد. أشهر النظم العالمية هي :

1- نظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة أو اختصارا LEED

(بالإنجليزية: Leadership in Energy and Environmental Design أو LEED) . و تم انشاءه سنة 2000 من قبل المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء (USGBC).

2- نظام أسلوب التقييم البيئي لمؤسسة بحوث البناء

(بالإنجليزية: Building Research Establishment Environmental Methodology Assessment أو BREEAM) . و تم إنشاءه سنة 1990 من لمؤسسة بحوث البناء البريطاني (BRE).

3- نظام أرز اللبناني (بالإنجليزية: ARZ Rating System) . و تم إنشاءه سنة 2011 من قبل المجلس اللبناني للأبنية الخضراء (LGBC).

4- نظام استدامة لمدينة أبو ظبي (بالإنجليزية: Estidama Rating System) . و تم انشاءه سنة 2008 من قبل مجلس أبوظبي للتخطيط العمراني (UPC).

5- نظام النجمة الخضراء الأسترالي (بالإنجليزية: Green Star Rating System) . و تم انشاءه سنة 2003 من قبل المجلس الأسترالي للأبنية الخضراء (GBCA).

6- نظام التقييم الشامل لكفاءة البيئة العمرانية

(بالإنجليزية: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) . و تم إنشاءه سنة 2001 من من قبل المجلس الياباني للأبنية الخضراء (JGBC).

7- GSAS بقطر (Global Sustainability Assessment System)

8. نظام التقيم في مصر. (Green Pyramid)

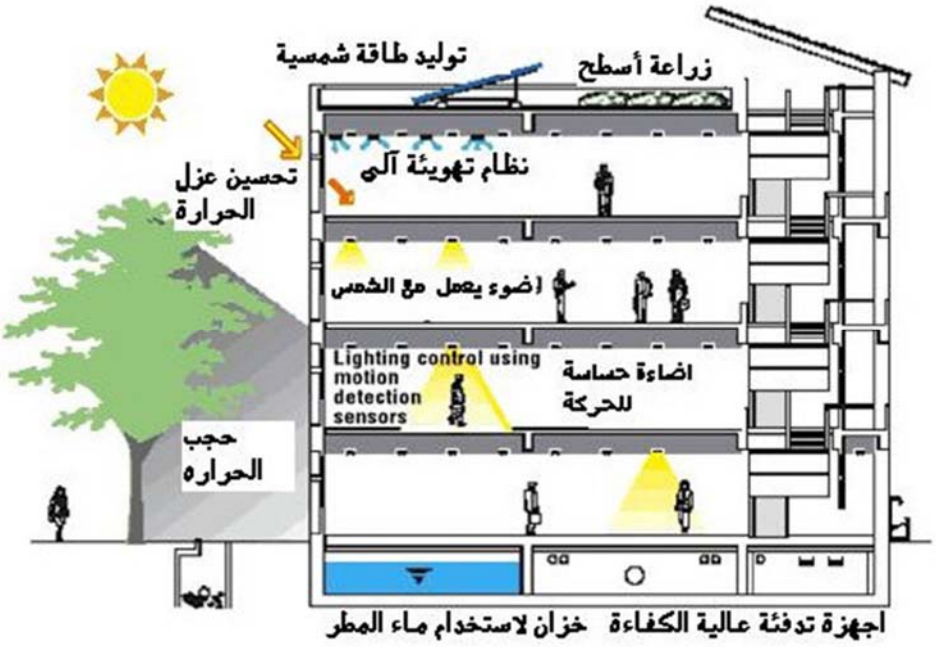
و بالرغم من اختلاف و تعدد نظم تقييم الأبنية الخضراء إلا أنها تركز على نفس الأهداف والمحاور، و تتلخص أهداف الأبنية الخضراء كالتالي :

1- استخدام جميع الموارد من طاقة ومياه ومواد بشكل فعال وتقليل المخلفات(مبدأ تقليل، إعادة استخدام من ثم تدوير).

2- المحافظة على الطبيعة التي هي المصدر لكل الموارد.

3- خلق بيئة صحية للأجيال المستقبلية.

4- تصميم أبنية ذات كفاءة عالية و ذلك عن طريق الموازنة بين الأداء والبيئة والموارد بالإضافة إلى التركيز على التكلفة الكلية لحياة المبنى وليس الكلفة الأولية للتشييد.



جدول 2.9مخطط لفكرة المباني الخضراء

وتحت هذه الأهداف تتفرع عدد من المحاور التي تسهل عملية مراقبة وتقييم مواصفات التصميم والتشييد والتشغيل ، ويمكن تلخيصها في خمس محاور أساسية كالتالي:

1- الموقع المستدام (Sustainable Site)

2- كفاءة الطاقة (Energy Efficiency)

3- كفاءة المياه (Water Efficiency)

4- إدارة المواد والمخلفات (Materials Selection)

5- جودة البيئة الداخلية (Indoor Air Quality)

رسم 2.10 المحاور الأساسيه للأبنيه الخضراء

المحور الأول : **الموقع المستدام**

يعتمد هذا المحور في اختيار الموقع حسب على العوامل التالية :

1- اختيار موقع المبنى في منطقة مأهولة حيث توجد معظم مراكز متطلبات الإنسان من تعليم ،استشفاء ،طبابة ،غذاء، رياضة، راحة و أمن...و ذلك لـتأمين حياة مريحة للشخص مع تقليل من استعمال المواصلات و التركيز على استعمال الدراجات الهوائية ورياضة المشي الصحية.

2- اختيار موقع المبنى بحيث الاستفادة القصوى من البيئة المحيطة ليخدم التطلعات البيئية من ناحية ترشيد و تخفيف من استهلاك الطاقة في الصيف و في الشتاء من خلال استخدامها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة من البيئة المحيطة كمسار للشمس، الظل و اتجاه الهواء خلال السنة و الاستفادة منها عن طريق الانارة الطبيعة والاعتماد على التهوية الطبيعية بدلا من التهوية الميكانيكية وأجهزة التبريد والتدفئة.

3- إعادة استخدام المباني والمواقع المهجورة و ذلك لحماية الأرض والتقليل من تأثير التوسعات العمرانية الجديدة على البيئة.

4- تطوير الموقع عبر زيادة المساحة الخضراء حول المبنى، استخدام الأسطح الخضراء، بالإضافة إلى زيادة المساحات العامة الخضراء.

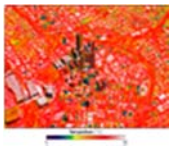
5- عدم إنشاء مبنى فوق المحميات الطبيعية والأثرية و ذلك لحمايتها والمحافظة على التراث والحضارة للبيئة المحيطة.

6- التشجيع على استخدام مراكز النقل الجماعي لأشكاله: مترو ،قطار، الدراجات الهوائية والتخطيط لها بحيث تكون قريبة لمعظم المباني المحيطة بها بالاضافة أن تكون قريبة من طرق المواصلات الحالية. بالاضافة الى تشجيعه على استخدام المركبات الصديقة للبيئة و أن يتم تخصيص مرآب جماعي لهذه السيارات بهدف تشجيع الناس الى اقتنائها.

7- تقليل من التلوث الضوئي خلال الليل و ذلك من خلال استخدام أعمدة إنارة خارجية بحيث يكون الشعاع الضوئي لها موجها الى الأرض فقط و ليس منتشرا في السماء ولا الى المباني المحيطة مما يمنع انزعاج السكان النائمين و بعض الحيوانات و الطيور اللتي تتأذى من التلوث الضوئي خلال الليل.

8- التقليل من الجزر الحرارية (Heat island Effect) عن طريق استخدام الطرق المزفتة ذو الألوان الفاتحة و العاكسة للحرارة، بالإضافة إلى استخدام الأسطح المزروعة فوق أسطح المباني والأرصفة المزروعة حول المبنى و التي يوجد بينها فراغات مما يساعد على انعكاس الحرارة وامتصاص المياه الأمطار إلى داخل الأرض مما يقلل أيضا تلوث المياه الجارية على الأرصفة خلال هطول الأمطار.

9- نشر ثقافة تشجيع الناس والموظفين على مرافقة زملائهم بسيارة واحدة للوصول أو مغادرة مركز عملهم و تبادل الأدوار فيما بينهم كل يوم (Carpool) و ذلك للتقليل من زحمة السير و من الملوثات الصادرة عن كثرة السيارات في الطرقات.

منع التلوث الضوئي	استخدام المواصلات الجماعية	تقليل من الجزر الحرارية	استخدام الأسطح الخضراء	زيادة المساحة الخضراء و الحدائق	اختيار الموقع المناسب للمبنى
					

رسم 2.11. اهمية محور الموقع المستدام

المحور الثاني : كفاءة الطاقة

يجب أن يصمم المبنى بحيث يستهلك أقل قدر من الطاقة فتكون الاضاءة طبيعية قدر المستطاع و كذلك التكييف و التهوية بشكل طبيعي

وعلينا أن نعمل على استغلال الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية

و من أمثلة ذلك اختيار اتجاه المبني بحيث يحقق أفضل النتائج من حيث التهوية الطبيعية و دخول ضوء الشمس

كفاءة استخدام الطاقة هي واحدة من أهم العوامل في تصميم المباني الخضراء. وخصوصا نمذجة معلومات البناء (BIM , Building Information Modeling) . و لتحقيق كفاءة استخدام الطاقة يجب الاعتماد على العوامل التالية :

1- نمذجة الطاقة (Energy Modeling) ، وهذا من العوامل المهمة كونه يعطينا صورة واضحة حول كمية استهلاك الطاقة الكهربائية للمبنى و كيفية استهلاكها بين الأحمال الكهربائية المتعددة (الانارة، الأجهزة الكهربائية، التكييف و التدفئة ، المضخات ، أجهزة تسخين المياه....ألخ) و ذلك قبل تشييد المبنى و هذا هو هدف نمذجة الطاقة الأساسي بحيث يسمح لنا بتغير أي براميترات و ملاحظة انعكاسها على بقية الأحمال الكهربائية. و هناك العديد من البرامج التي تقدم هذه التقنية من أشهرهم (Autodesk Revit, eQuest, Design Builder, IES....etc).

2- استخدام مبدأ التصميم السلبي (Passive Design) و ذلك من خلال الاستفادة بطريقة غير مباشرة من الإنارة الطبيعية حسب مسار الشمس خلال السنة و ذلك للتقليل من استهلاك الطاقة من الانارة الكهربائية بالإضافة إلى الاعتماد على التهوية الطبيعية من خلال معرفة سرعة و اتجاه الرياح حول المبنى خلال السنة مما يسمح لنا بتوجيه المبنى في الاتجاه الأمثل للتهوية الطبيعية بدل من استخدام أجهزة التكييف و التدفئة و استهلاك الطاقة الكهربائية. و هناك برامج هندسية تؤمن محاكاة الإنارة الطبيعية (Daylight simulation) وتحليل الرياح (Wind Analysis) .

3- استخدام تقنية ديناميات الموائع الحسابية (CFD, Computer Fluid Dynamic) في توزيع الهواء داخل الغرفة بشكل إيجاد التوزيع المثالي لفتحات التكييف أو التدفئة مما يؤدي الى تقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية من أجهزة التكييف التدفئة و التبريد بسبب عملها بأقصى كفاءتها.

4- استخدام الإنارة ذات الكفاءة العالية و من بينها استخدام لمبات الليد (LED) بدلا من المصابيح العادية و استخدام اللمبات الفلوريسنت قياس T5 / T4 بدل من قياس T8. استخدام الحساسات الاستشعار عن بعد للاشخاص

(Occupancy Sensor) في الممرات والأدراج و الغرف بحيث تعطي أمرا بإضاءة الإنارة في حال وجود شخص في المكان. بالإضافة إلى استخدام الحساسات الانارة الطبيعية (Daylight Sensor)للتحكم بمستوى الضوئي للإنارة الكهربائية بحيث تعدل اضاءتها حسب مستوى الاضاءة الطبيعية في المكان. استخدام أجهزة تحكم للانارة

(Light Automation) مما يؤدي الى تقليل من استهلاك الطاقة للإنارة.

5- التقليل من استهلاك الطاقة لأجهزة التكييف والتدفئة من خلال اختيار الأجهزة ذي الكفاءة العالية أي التي لديها معمال أداء الأعلى (COP, Coefficient of Performance) . الاختيارالدقيق للنوافذ، والعزل الجيد للجدران و الأسقف للحفاظ على درجة حرارة الهواء داخل الغرفة و منع تسرب الهواء بين خارج و داخل الغرفة. استخدام للجدران و الأسقف الدهانات ذي الألوان الفاتحة والعاكسة لأشعة الشمس مما يقلل من امتصاص أشعة الشمس. عزل مواسير التكييف، والوضع الصحيح لعوازل الرطوبة والهواء. استخدام تقنية أجهزة التكييف ذي حجم الهواء المتغير (Variable Air Volume , VAV) بالإضافة إلى استخدام أجهزة التكييف ذي التقنية تدفق المبردات المتغير (Variable Refrigerant Flow, VRF) . استخدام تقنية المحرك ذو التردد المتغير (VFD, Variable Frequency Drive) لمحركات أجهزة التكييف بحيث يتم التحكم بسرعة دوران المحرك حسب الحاجة المطلوبة مما ينعكس ايجابا في تقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية للمحركات.

6- استخدام الأجهزة الكهربائية ذي الكفاءة العالية (لابتوب، براد، غسالة، تلفزيون ...الخ) والتي يكون عليها ملصقات مثل ملصق نجمة الطاقة (Energy Star) و التي ترمز بأن هذه الأجهزة تستهلك طاقة كهربائية أقل عن غيرها.

7- استعمال الطاقة المتجددة، مثل طاقة الرياح، والطاقة الشمسية أو الطاقة الحرارية الأرض الجوفية، لتلبية الاحتياجات من الطاقة تقلل إلى حد كبير من البصمة الكربونية لهذه المباني.

8- استخدام أجهزة الإدارة و التحكم بالأحمال (Energy Monitoring and Building Management System BMS) لتلافي تبديد الطاقة ومراقبة الاستهلاك. و يمكن تطبيق تكنولوجيا المراقبة الذكية (محلية أو مركزية)، مما يجعل من السهل التحكم بالأجهزة بطريقة أتوماتيكية أو يدوية في غرفة التحكم، بالإضافة الى معرفة الاستهلاك الطاقة و ذلك لتعديل استهلاكنا للطاقة حسب الحاجة فقط.

9- وأخيرا استخدام مبردات الصديقة للبيئة (Eco Friendly Refrigerant)لأجهزة التكييف و ذلك لزيادة كفاءة هذه الأجهزة و الأهم من ذلك أيضا هو تقليل من الاحتباس الحراري و من ثقب طبقة الأوزون.

استعمال أجهزة كهربائية ذات الكفاءة العالية	الإدارة والمراقبة العدادات الكهربائية	استعمال أجهزة التكييف و التدفئة ذات الكفاءة العالية	استخدام الطاقة المتجددة	استخدام إنارة ذات كفاءة عالية	استخدام نمذجة الطاقة و برامج المحاكاة

رسم 2.12. طرق تطبيق محور كفاءة الطاقه

المحور الثالث : كفاءة المياه

الحفاظ على الماء

و للماء في الاسلام قدر عظيم يقول تعالى: (وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا *)

(وَلَئِنْ سَأَلْتَهُمْ مَنْ نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ مِنْ بَعْدِ مَوْتِهَا لَيَقُولُنَّ اللَّهُ ۚ قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ ۚ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ)63 العنكبوت

وهنا أيضاً قالوا { ٱللَّهُ } لأن إنزال المطر من السماء وإحياء الأرض به بعد موتها آية كونية واضحة لم يدَّعِها أحد، فهي ثابتة لله تعالى، لا يُنكرها أحد حتى الكافرون، فلئن سألتهم هذا السؤال { لَيَقُولُنَّ ٱللَّهُ... } [العنكبوت: 63] لذلك يأمرنا الحق سبحانه بأن نقول بعد هذا الإقرار { قُلِ ٱلْحَمْدُ لِلَّهِ... } [العنكبوت: 63] الذي أنطقهم بالحق، وأقام عليهم الحجة { بَلْ أَكْثَرُهُمْ لاَ يَعْقِلُونَ } [العنكبوت: 63] لأنهم أقرُّوا بآيات الله في خَلْق الكون، ومع ذلك كفروا به.

(لِنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَيْتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَامًا وَأَنَاسِيَّ كَثِيرًا * وَلَقَدْ صَرَّفْنَاهُ بَيْنَهُمْ لِيَذَّكَّرُوا فَأَبَى أَكْثَرُ النَّاسِ إِلَّا كُفُورًا) [الفرقان: 48-50]

وروى أبو داود أيضاً – وصححه الألباني عن عبد الله بن مغفل قال: سمعت رسول الله –صلى الله عليه وسلم- يقول: ((إنه سيكون قوم من أمتي يعتدون في الطهور والدعاء)). ففي الحديث نهي واضح عن الإسراف في الماء ولو في الطهارة الشرعية المأمور بها، وهو ما فهمه أبو داود عندما روى الحديث في (باب الإسراف في الماء).

و تهتم العمارة الخضراء بالمياه الرمادية Grey Water و هي الاستفادة من المياه المستخدمة سابقا و ذلك بمعالجتها وإعادة استخدامها في ري الأشجار

و تجميع مياه المطر و اعادة استخدامها

الأبنية الخضراء تشدد على الحفاظ على الماء باستخدام أنظمة أكثر كفاءة لضخ المياه وإعادة استعمالها، و ترشيد استهلاك المياه. أهم استراتيجيات كفاءة المياه هي :

1- التقليل من استهلاك المياه الداخلية في المبنى من خلال استخدام التجهيزات الصحية الموفرة للمياه و منها : المراحيض ذات التدفق المزدوج (Dual Flush Toilets) ، المباول الجافة ((Waterless Urinals، الدوش منخفض التدفق

(Low-Flow Shower Head). بالإضافة إلى استخدام الخلاطات الموفرة للمياه على جميع أنواعها.

2- استخدام الغسالات و الجلايات الموفرة للمياه و التي توضع عليها عدة نجمة الطاقة (Energy Star label).

3- استخدام المياه الرمادية (Grey Water) : و التي يمكن تعريفها بأنها المياه الناتجة من أحواض الاستحمام و المغاسل وينابيع شرب المياه و المياه الناتجة عن المكيفات و الثلاجات. و يمكن استخدامها مباشرة لبعض التطبيقات مثل الري و التبريد و الأغراض الصناعية و في تعبئة المراحيض و أجهزة اطفاء الحريق.

4- أستخدام مياه الأمطار عن طريق جمعها من الاسقف و تخزينها في خزانات صلبة للاستعمالها لاحقا لأغراض الري.

5- الإدارة الفعالة ومراقبة المياه من خلال تركيب عدادات مياه داخل المبنى للأجهزة الصحية و خارجه لأجل أعمال ري الحدائق بهدف معرفة استهلاكنا للمياه وبالتالي وضع استراتيجية لترشيد استهلاكنا للمياه.

6- استخدام التقنيات الحديثة لأنظمة الري ذات الكفاءة العالية مثل تقنية التنقيط (drip irrigation) ،بالاضافة الى لوحة تحكم أتوماتيكية التي يمكن برمجتها بحيث تعطي أمرا لنظام الري بالتشغيل في أوقات معينة مبرمجة مسبقا أو حسب ظروف الأحوال الجوية المحيطة للنباتات. اختيار النباتات التي لا تحتاج الكثير من المياه، استخدام تقنية التغطية (mulching) حول النبتة بهدف التقليل من تبخر المياه. استخدام مياه الأمطار المخزنة للري.

استعمال أنظمة الري ذات الكفاءة العالية	استعمال المياه الرمادية و مياه الأمطار	استعمال الغسالات و الجلايات الموفرة للمياه	استخدام الخلاطات الموفرة للمياه	استخدام مراحيض ذات التدفق المزدوج	استخدام الخلاطات الهوائية

رسم 2.13. طرق تطبيق محور كفاءة المياه

المحور الرابع : إدارة المواد والمخلفات

الأبنية الخضراء تشدد على مبدأ تقليل، إعادة استعمال وإعادة تدوير المواد والمخلفات.. أهم استراتيجياتها :

1- تقليل مخلفات التشييد و الهدم الأبنية القديمة و التشجيع على إعادة استخدامها من هيكل و نوافذ و أبواب في المباني الجديدة (Building Reuse).

2- التقليل من مخلفات التشغيلية وإعادة تدويرها بهدف تقليص الحجم الإجمالي لها و من ثم توفير من تكلفة التخلص منها.

3- فرز النفايات بطريقة صحيحة بوضع حاويات لجمع النفايات ذات ألوان مختلفة بهدف لفت نظر السكان بوضع بعض المواد كالأوراق و الكرتون بالإضافة إلى المواد الأخرى كالمواد العضوية و المعادن و الأجهزة الالكترونية في الحاويات المخصصة لها حسب ألوانها.

4- استخدام المواد الإقليمية أو المحلية في نفس الموقع الجغرافي قدر الإمكان بهدف تخفيف استيرادها من أماكن بعيدة مما يحتاج إلى استعمال البواخر و الشاحنات التي تبعث بالتلوث على البيئة بالإضافة إلى تخفيض من كلفة النقل.

5- استخدام المواد المعادة التصنيع أو المواد المتجددة طبيعيا و عدم استعمال المواد الطبيعية التي تحتاج الى سنين كثيرة لنموها عن جديد، بهدف تقليل من الآثار السلبية على البيئة.

6- استعمال المنتوجات الخشبية أو الورقية والكرتونية التي عليها رمز أو ملصق بأنها منتجات معادة التدوير أو صديقة للبيئة بدل من استخدام المواد الجديدة التي تستهلك مواد أكثر و بالتالي زيادة المخلفات.

استعمال مخلفات المخلفات الأبنية القديمة للأبنية الجديدة	استعمال المواد التي عليها ملصقات تؤكد بأنها مصنعة من مواد متجددة	فرز مخلفات الأبنية القديمة لاستعمالها لاحقا	استخدام المواد المحلية	فرز النفايات حسب ألوان الحاويات ونوعية المخلفات	استخدام المواد معادة التدوير

رسم 2.13. طرق تطبيق محور ادارة المواد والمخلفات

المحور الخامس : جودة البيئة الداخلية

وقد أسهمت الزيادة في الأمراض التنفسية والحساسية والمواد الكيميائية والغازات التي تطلق في الهواء، في زيادة الوعي على أهمية الهواء داخل المنازل و هذا ما تشدد عليه الأبنية الخضراء عن طريق تحسين الهواء داخل المنازل عن طريق التحكم في مصادر التلوث وتقليلها والقضاء عليها من خلال التنقية والترشيح. أهم استراتيجيات لتحسين جودة البيئة الداخلية هي :

1- عدم التدخين في الأماكن العامة والأماكن السكنية، و في حال التدخين فيجب تخصيص أمكان مخصصة و المزودة بمرشحات تنقية الهواء.

2- ابقاء المبنى جاف بمعزل عن الرطوبة و استخدام مواد عازلة بهدف منع تسرب الرطوبة و الغبار و تكاثر العفن و الجراثيم.

3- وضع برنامج دوري لتنظيف المبنى أو المنزل بواسطة أدوات التنظيف.

4- الحفاظ على النظافة بوضع ممسحات للأرجل لمنع أو تقليل دخول الأوساخ التي تؤدي الى تلوث الهواء.

5- عدم استخدام المنتجات التي تحتوي على مواد عضوية متطايرة (VOC, Volatile Organic Compound)، والموجودة في الأصباغ و السجاد والأثاث و مواد التنظيف.

6- منع استخدام الدهانات و الأرضيات و الأسقف التي تحتوي على مواد عضوية متطايرة عندما تكون معرضة للحرارة العالية.

7- منع استخدام الأثاث التي تحتوي على مادة الفورمالديهايد (Fomaldehyde)، بالاضافة الى منع استخدام المنتجات التي تحتوي على مادة الزرنيخ و الأبستوس التي تؤدي الى أمراض سرطانية.

8- تأمين تهوئة طبيعية أو ميكانيكية للمبنى مع وضع مرشحات تنقية الهواء.

9- غلق جميع الفتحات حول التسليكات الكهربائية و حول أنابيب المياه.

10- توفير تهوئة للعوادم المنبعثة من الأجهزة مثل طابعات الليزر و أجهزة الطهي و في الحمامات و مناطق التدخين العامة.

11- تحسين درجة الحرارة داخل الغرفة و السماح للأشخاص بتعديل دراجة الحرارة المرغوبة من خلال الترموستات للأنظمة التكييف و التدفئة.

12- السماح للأشخاص بتعديل مستوى الاضاءة المرغوبة داخل الغرفة من خلال التحكم بمستوى الشعاع الضوئي الانارة الداخلية.

13- استخدام الانارة الطبيعية و اقامة الواجهات الزجاجية الموجهة للمناظر الطبيعية بهدف تحسين مزاجية وانتاجية و راحة السكان.

14- التقليل من الضجيج عبر التحكم به من خلال الحواجز الحاجبة للصوت و الزجاج المزدوج و السجاد، بالاضافة الى استخدام المواد الماصة للضجيج و تلافي استخدام المواد العاكسة للصوت التي تجعل الضجيج يتنقل لمسافات أكثر.

استعمال المواد الماصة للضجيج	منع استعمال المواد التي تحتوي على مواد عضوية مضرة	تأمين انارة طبيعية و واجهات زجاجية	استخدام التهوئة الطبيعية أو التهوئة الميكانيكية	السماح للسكان بتعديل مستوى الاضاء و درجة حرارة الغرفة	ممنوع التدخين

رسم 2.12. طرق تطبيق محور جودة البيئه الداخليه

لتلخيص ما سبق، الأبنية الخضراء ليست فقط استدامة انشائية وبيئية، وانما تقدم الكثير من المنافع والفوائد لمالكي الأبنية ومستخدميها. فتكاليف البناء و التشغيل منخفضة بالاضافة لتكاليف صيانة أقل وعمر افتراضي أطول، عدا ذلك الراحة المتوفرة والبيئة الداخلية الأفضل صحيا، ناهيك أيضا على توفير الطاقة و بالتالي تخفيض التكلفة و نسبة التلوث في الجو، كل هذا يعد من خصائص الأبنية الخضراء. لذلك دور كل واحد منا بأن يبدأ بالتوجه على اعتماد استراتجيات الأبنية الخضراء ولو حتى جزء بسيط منها في بيته و توعية أولادنا عليها لكي تصبح في المستقبل القريب ثقافة و نمط حياة نحتذي به و نحافظ بذلك على كوكبنا الارض ....لذلك فلنجعل حياتنا خضراء (So Go Green....).

تكاليف الأبنيه الخضراء:

تبدو الأبنيه الخضراء للوهله الأولى بأنها مكلفه أكثر بكثير من المباني التقليديه ولكن عند مقارنة المبنى التقليدي مع المباني الخضراء فنجد انهم متساوين. تكلفة المباني الخضراء تضمن كلفة دورة حياة المشروع (LCA) Life Cylce Analysis

كلفة دورة حياة المشروع: هي مجموع التكاليف خلال فترة حياة المشروع وتضمن :

1. التكاليف البدائيه وهي تكاليف التصاميم و التنفيذ
2. تكاليف عمليات التشغيل وهي تكاليف المياه والكهرباء
3. تكاليف الصيانه

المجلس الأميركى للأبنية الخضراء ، نظام تصنيف ليد LEED ،

المجلس الأمريكى للأبنية الخضراء"USGBC"

المجلس الأمريكي للمباني الخضراء (بالإنجليزية : U.S. Green Building Council أو إختصارا USGBC) منظمة أمريكية غير ربحية تأسست عام 1993، وهي قائمة على تعزيز الإستدامة في هيكل المباني وتصميمها وبنائها وتشغيلها. و يتكون المجلس من القيادات العاملة في جميع قطاعات صناعة البناء والذين يعملون على الترويج لإنشاء مباني خضراء التي تحترم البيئة ، مع توفير في الطاقة بالاضافة الى تأمين بيئة صحية لسكان المبنى.

أهداف المجلس :

يسعى المجلس الى جعل المباني مستدامة عن طريق تصميمها ، تنفيذها و تشغيلها، و جعلها متوافقة بيئيا و اجتماعيا و صحيا لضمان جودة حياة في المجتمع. و لتحقيق هذه الأهداف يقوم المجلس بنشر و توعية مفهوم الاستدمة و الأبنية الخضراء في العالم من خلال اقامة محاضرات و مؤتمرات و الاستفادة من خبرة أعضائها و متطوعيها بالاضافة الى تحضير و نشر مناهج تعليمية عن الأبنية الخضراء و أساليب تطبيقتها عمليا. وكان هذا المجلس من ضمن ثمانِ مجالس وطنية للأبنية الخضراء في العالم، والذي ساعد في تأسيس المجلس العالمي للأبنية الخضراء (World Green Building Council)في عام 1999. أهم انجاز قام به هذا المجلس هو اصدار نظام التقييم العالمي للأبنية الخضراء نظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة (LEED) كأول نسخة سنة 1998.

ما هو نظام الليد LEED ؟

أتت تسمية شهادة ليد LEED هي كاختصار للأحرف الأولى من كلمات جملة باللغة الانكليزية :

(Leadership in Energy and Environmental) أي ترجمتها باللغة العربية **" نظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة "** أو اختصارا باللغة العربية **ليد**. هذا النظام يقسّم ويصنّف المباني الخضراء تبعاً لدرجة استدامتها إلى عدة مستويات وأصناف حيث أنه قد لا نصادف مشروع أو مبنى صديق للبيئة إلا وقد حصل أو يسعى للحصول على شهادة LEED للبناء المستدام. هو نظام معترف به دوليا بأنه مقياس تصميم وإنشاء وتشغيل مبانٍ مراعية للبيئة وعالية الأداء. ونظام الليد هو نظام توعي غير ملزم على جميع المباني.

يعتمد نظام LEED بشكل أساسي على أسلوب كسب النقاط، حيث أن مشاريع البناء تقوم بجمع النقاط لتحقيق معايير البناء الأخضر المحددة لدىLEED ومن ضمن كل تصنيف من التصنيفات الأساسية في LEED يجب على المشاريع أن تحقق متطلبات مسبقة وتحصل على نقاط .وتشمل هذه التصنيفات ما يلي:

- **المواقع المستدامة** :اختيار مواقع واستراتيجيات تصميم صديقة للبيئة.
- **كفاءة استخدام المياه** :الاستخدام الرشيد للمياه والحفاظ عليها.
- **الطاقة والغلاف الجوي** :تحسين كفاءة الطاقة لكامل المبنى.
- **المواد والموارد** :تعزيز إدارة النفايات واختيار المواد بمسؤولية.
- **جودة البيئية الداخلية** :الحد من الملوثات وتحسين البيئة الداخلية من خلال التحكم بشدة الإضاءة والاستفادة من ضوء الشمس
- **الابتكار في التصميم، وإعطاء الأولوية للمناطق المعنية** :الإبداع في التصميم وخلق أفكار جديدة في التصميم البيئي، وتحفيز تحقيق شهادة LEED التي تراعي الجغرافيا المحلية.

ان نظام ليد LEED هو نظام معترف به دوليا كشهادة إختيارية في الأبنية الخضراء، بحيث يقوم طرف ثالث بالتأكد من أن البناء تم تصميمه وبناؤه وفقا لاستراتيجيات ومعايير محددة تهدف إلى تحسين أداء المبنى من حيث: حفظ الطاقة، وكفاءة استخدام الماء، وتخفيض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، وتحسين جود البيئة الداخلية، وإدارة الموارد ومدى راحة قاطني المبنى.

بداية نظام الليد:

تم تطوير فكرة الليد من قبل المجلس الأمريكي للمباني الخضراء (U.S Green Building Council) وذلك في عام 1993، و لكن تم اصدار أول نسخة منه سنة 1998.

من أهم مميزات نظام الليد كنظامٍ لتقيم المباني هو مواكبته للتقدم، حيث يقوم المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء بالمساهمة في تطويره وتطوير شروطه أولًا بأول، حتى يظل الليد مواكبًا لكل ما هو جديد ويكتسب صرامة أكثر في تطبيق بنوده حتى يحقق أهدافه كاملةً.

- في عام 1998 بدأ الليد كأول إصدارٍ لهLEED New Construction V.1
- ثم بعد ذلك تم تطوير نظام الليد إلى إصدارٍ أحدث وهو LEED New Construction V.2 ثمV.2.2
- في عام 2009 تم إصدار الليد النسخة الثالثةLEED V.3

- في عام 2013 تم إصدارأحدث نسخة ليد وهو LEED V.4 حيث سيُطبَّق إلزاميًّا على جميع المباني الخضراء من 31 أكتوبر 2016

في خلال مراحل تطور الليد كنظامٍ لتقييم المباني، تم تطبيقه في أكثر من 135 دولة على مستوى العالم. وذلك يرجع للتطور المستمر في أنظمة الليد لتشمل كل الظروف والمشاريع، حيث وعلى سبيل المثال في LEED V.4 تم إضافة 21 تعديلًا مختلفًا في قطاعات السوق في مختلف المشاريع، منها القائم والجديد والمخازن والمستشفيات والمدارس وكذلك المباني المجزَّأة.

أهداف نظام الليد:

الليد كنظام لتقييم المباني له سبعة فئات تأثيرية يعمل من خلالها:

1. التغير المناخي (Climate Change)
2. تعزيز الصحة العامة (Enhance Human Health and Well Being)
3. الحفاظ على مصادر المياه (Water Resources)
4. الحفاظ على التنوع البيولوجي (Biodiversity)
5. بناء اقتصادٍ أخضر (Build Greener Economy)
6. الحفاظ على المواد الأولية ودورة حياتها(Material Resources Cycle)

من خلال الليد، وعلى مدار تاريخه استطاع أن يساعد في بناء 13.8 بليون قدمٍ مربع من المباني المُطبّقة لنظام التقييم، أو من المباني المستدامة، بمعدل 1.58 مليون قدم مربع يوميًا، حيث من خلالها ساهم الليد في تغير مفهومنا عن تصميم البيئة المبنية والمصممة والعاملة.

ان مشاريع LEED مسؤولة عن ترحيل 80 مليون طن من مكبات القمامة. بناءً على ملف إدارة الخدمات العامة فإن المباني الحائزة على شهادة LEED الذهبية تستهلك طاقة أقل بنسبة الربع وتولد أقل ب 34% من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري مقارنة ببناء تجاري تقليدي.

تصنيفات شهادات الليد للمبانى الخضراء :

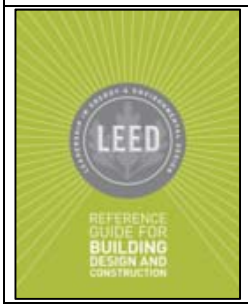
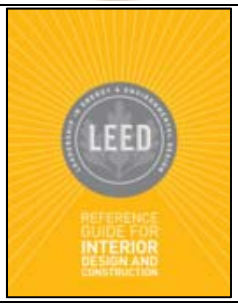
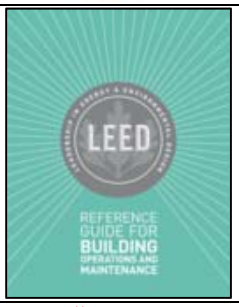
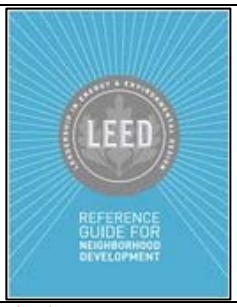
ان نظام ليد يعطي تصنيفات للمباني الخضراء من خلال جمع النقاط في خمس تصنيفات رئيسية وكل تصنيف يضم مجموعة من الائتمانات المطلوب تحقيقها للحصول علي شهادة LEED و تنقسم هذه الشهادات إلى 4 مراتب حسب تطبيقها للمعايير المطلوبة كما هو موضح في الجدول ، وهي : المرتبة البلاتينية، الذهبية والفضية والموثقة.

اسم شهادة	شكل الشهادة	عدد النقاط اللازمة لحصول المبنى عليها
شهادة LEED البلاتينية LEED Platinum		من 80 الى 110 نقطة
شهادة LEED الذهبية LEED Gold		من 60 الى 79 نقطة
شهادة LEED الفضية LEED Silver		من 50 الى 59 نقطة
شهادة LEED المعتمدة LEED Certified		من 40 الى 49 نقطة

تصنيفات مشاريع الليد حسب نوع المبنى

يعمل نظام التقييم على جميع المباني بجميع أطوارها من المباني المنشأة حديثاً إلى المباني الموجودة أصلاً. كما أنه يقيم جميع أنواع المباني من المنازل السكنية إلى المستشفيات إلى الشركات، و هناك خمس تصنيفات لأنواع نظام ليد حسب نوع المبنى والتي تتوزع كالآتي :

اختصار النظام	اسم النظام	هدف النظام
LEED BD + C	LEED Building Design & Construction	للتصميم المباني وطريقة بنائه وهو ينطبق علي المباني التي يجري بنائها حديثا.
LEED ID + C	LEED Design & Construction	للتصميم الداخلي وطريقة بنائه وينطبق علي المباني التي انتهت وقيد تنفيذ الديكورات الداخلية.
LEED O + M	LEED Operational and Maintenance	لطريقة تشغيل المبني والصيانة وينطبق علي المباني التي انتهت من جميع الاعمال وبها اعمال الصيانة و التحسين.
LEED ND	LEED Neighborhood Development	لتنمية الاحياء ينطبق على مشاريع تطوير الأراضي الجديدة أو مشاريع التطوير التي تحتوي على الاستخدامات السكنية وغير السكنية، أو انها مزيج من المشاريع يمكن أن تكون في أي مرحلة من مراحل عملية التنمية او التخطيط
LEED HOMES	LEED HOMES	وهو ينطبق علي منازل العائلة او الافراد سواء كانت منخفضة الارتفاع من ١ الي ٣ طوابق او متوسطة الارتفاع من ٤ الي ٦ طوابق.

LEED BD + C	LEED ID + C	LEED O + M	LEED ND	LEED HOMES
				

الشكل 2.13. تصنيفات الليد

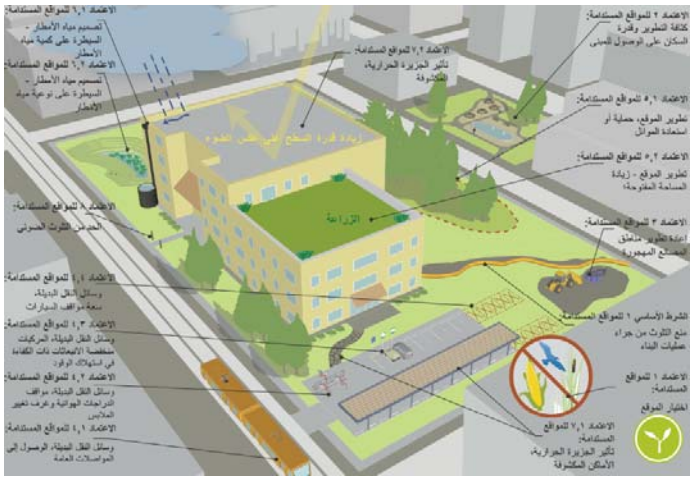
المتطلبات الأساسية لتصنيف المبنى الأخضر

تهدف عملية دراسة المبنى بصرامة للحصول على شهادة LEED إلى تحدي فرق العمل وتحفيزهم على البحث عن حلول إبداعية مبتكرة . لضمان حصول على شهادة LEED، يتم تصنيف المبنى عن طريق مساعدة أحد العملاء الحائزين على شهادة LEED AP و هو القائد في تصنيف المشروع بمساعدة فريق عمل مؤلف من العميل و المهندسيين و المقاولين و موردين البضائع و كل شخص له علاقة ببناء المبنى و تشغيله وأثناء مراحل الدورة الحياتية للمشورع.

يعتمد نظام LEED بشكل أساسي على أسلوب كسب النقاط، حيث أن مشاريع البناء تقوم بجمع النقاط لتحقيق معايير البناء الأخضر المحددة لدى نظام تقييم LEED ومن ضمن كل تصنيف من التصنيفات الأساسية في LEED يجب على المشاريع أن تحقق متطلبات مسبقة وتحصل على نقاط .كل تصنيف من تصنفيات الليد يتكون من عدة متطلبات (Prerequisites) ونقاط شرفية (Credits) ، أما المتطلبات فهي أساسية ويجب أن تتوافر في أي مشروع متقدم للحصول على شهادة الليد، أما النقطات الإضافية فهي اختيارية، بالحصول عليها يحصل المشروع على درجةٍ أعلى من درجات الليد كما هو موضح في الصورة التالية.

و كما ذكرنا سابقا أن نظام تقييم LEED يتم اختياره و اعتماده حسب نوع المبنى فمثلا للمباني التي سوف تنشأ حديثا فعليها أن تتبع لتصنيفها من خلال نظام تصنيف LEED BD+C و هذا النظام يحتوي على عدة متطلبات و التي تنضوي تحت سبعة تقييمات و تصنيفات أساسية :

1- الموقع المستدام (Sustainable Site) : تستطيع جمع 26 نقاط.



2- كفاءة الطاقة (Energy Efficiency): تسطيع جمع35 نقطه.

3- كفاءة المياه (Water Efficieny): تسطيع جمع 11 نقطه

4- إدارة المواد و المخلفات (Materials Selection): تستطيع جمع 14 نقطه

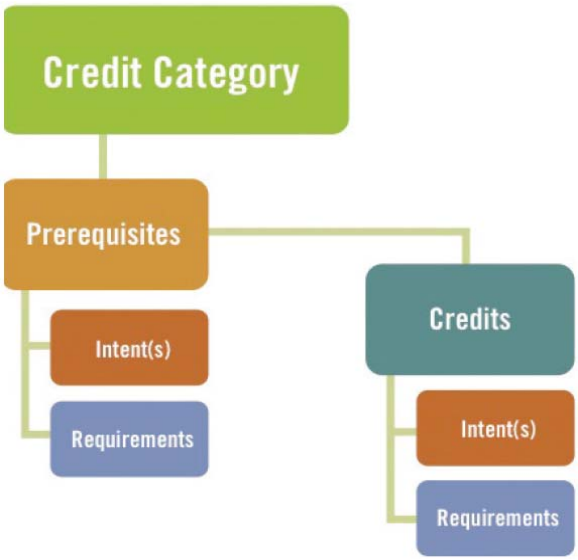
5- جودة البيئة الداخلية (Indoor Air Quality): تسطيع جمع 15 نقطه

6- الابتكار في التصميم (Innovation in Design): تستطيع جمع 6 نقاط

7- الأولوية المحلية (Regional Priority): تستطيع جمع 4 نقاط

جميع الصور الموضحة هي صور مأخوذة من كتاب : دليل دراسة LEED AP لتصميم الأبنيه + الانشاءات بالمجلس الأمريكي للأبنيه الخضراء.

و كل تصنيف له عدد نقاط محددة فمثلا لنأخذ متطلبات كفاءة الطاقة (Energy Efficiency) فنجد أن عدد النقاط اللأقصى التي ممكن أن ننالها هي 35 نقطة اذا استوفينا الشروط المطلوبة الكاملة من خلال عدة متطلبات أساسية و اختيارية لكفاءة الطاقة حسب ما هو منصوص في نظام التصنيف LEED BD+C و هكذا دواليك. و في النهاية يتم جمع تلك النقاط و من خلال المجموع نقدر أن نعرف ما هي شهادة اللييد التي استحقها هذا المشروع و مع ملاحظة بسيطة أن عدد النقاط الأقصى هو 110 نقطة في نظام تصنيف LEED BD+C كما هو موضح في الصورة.



آلية تسجيل المشروع للحصول على شهادة الليد LEED

ان آلية تسجيل أي مشروع للحصول على شهادة ليد تتم من خلال خمسة مراحل و التي تتوضح في الصورة و الجدول كالآتي:

تسلسل آلية التسجيل		هدف آلية التسجيل
1	الاختيار	يتم اختيار نظام تصنيف الليد الملائم حسب نوع المشروع
2	التسجيل	تسجيل المشروع عن طريق تسجيل معلوماته الأولية ضمن الموقع الرسمي لشهادة
3	التسليم	تسليم جميع المعلومات الشاملة عن طريق تطبيق خاص على الشبكة ودفع مستحقات التقييم
4	التقييم	تقييم الطلب من قبل قنصلية الأبنية الخضراء العالمية GBCI وهي "شركة إصدار شهادات الأعمال الخضراء" منظمة طرف ثالث في التقييم
5	الاعتماد	اعتماد المشروع وقياس أدائه، وهو ما يعني الحصول على الشهادة.

تحضير الطلب واختيار أي تصنيف سوف تعمل عليه، وتختلف الطلبات اعتماداً على نوع المبنى، وعدد النقاط المرجو الحصول عليها .التسجيل للمشروع، وتتراوح رسوم التسجيل للمشروع ما بين 900-1200 تبعاً لتصنيف العضوية في المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء .تسليم الطلب ودفع رسوم مراجعة الطلب، وتختلف رسوم المراجعة اعتماداً على نوع المبنى ومساحته.مراجعة الطلب، وتختلف عملية المراجعة قليلًا حسب نوع المبنى .الحصول على قرار الاعتماد بالموافقة أو الرفض، وفي حالة الموافقة يكون هناك رد واضح لحصول المبنى على شهادة LEED، وفي حالة الرفض يكون هناك فرصة للاستئناف.

كيفية الحصول على شهادة الليد:

هناك ثلاث شروط يجب اتباعها للحصول على الليد و هي:

1. تحقيق كافة الشروط الالزاميه Prerequisite
2. تحقيق الحد الأدنى من متطلبات برنامج التقييم
3. تحقيق عدد النقاط المطلوب لمستوى الشهاده.

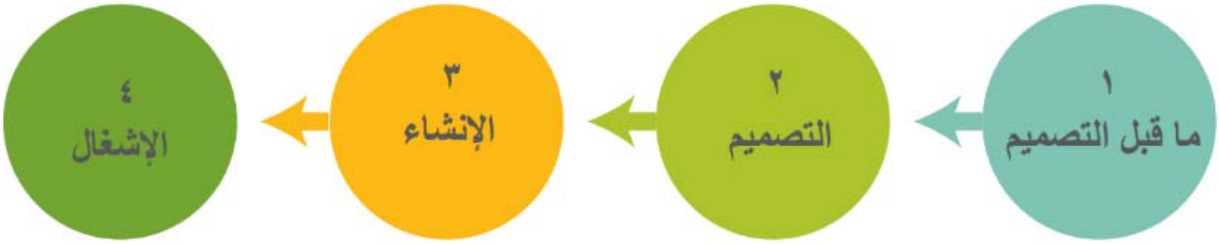
الحد الأدنى من متطلبات برنامج التقييم هي:

1. التوافق مع القوانين المحليه والدوليه و استخدام حدود للموقع
2. يجب على المبنى أن يكون قائما غير قابل للتنقل
3. تحقيق الحد الأدنى للمساحه الأرضيه: المتاجر 250 م2 اما بقية المباني 100م2

خصائص الليد:

الليد هو نظام غير ربحي، توعوي، وغير ملزم على جميع المباني. من اهم خصائصه وأفكاره هو المنهاج المتكامل للتصميم. فقد يتطلب الليد أن يشترك جكيع أعضاء فريق العمل في جميع مراحل المشروع.

الشكل 2.14: المنهاج المتكامل للتصميم. من كتاب : دليل دراسة LEED AP لتصميم الأبنيه + الانشاءات بالمجلس الأمريكي للأبنيه الخضراء.

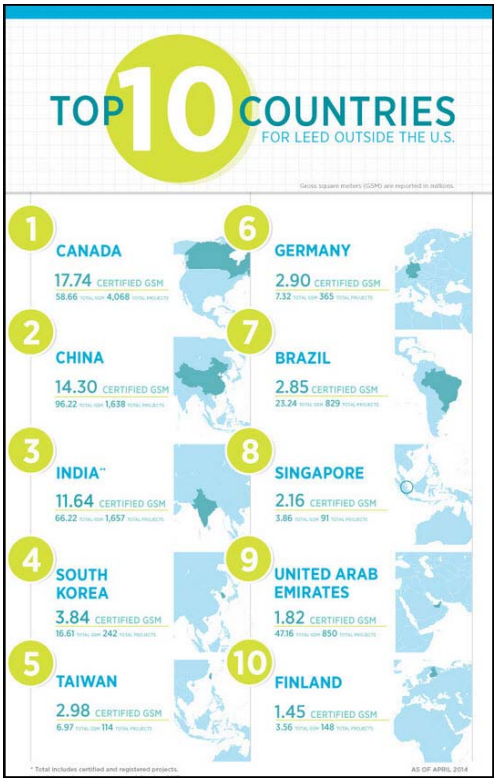


الشكل 2.15مراحل المشروع الأساسيه . من كتاب : دليل دراسة LEED AP لتصميم الأبنيه + الانشاءات بالمجلس الأمريكي للأبنيه الخضراء.

أفضل عشر دول في العالم تصنيفا لمشاريع الليد LEED

في عام ٢٠١٤ يمكنك ان تجد مشاريع LEED حول العالم في ١٤٠ دولة يتم العمل به وهذه هي افضل ١٠ دول في تصنيفات ليد LEED وقد احتلت الدولة العربية الوحيدة : الامارات العربية المتحدة في المركز التاسع عالميا في تصنيفات ليد LEED

كندا ، الصين ، الهند ، كوريا الجنوبية ، تيوان ،المانيا ، البرازيل ، سنغافورة ، الامارات العربية المتحدة ، فيلاندا



الشكل 2.16: افضل عشر دول في الليد

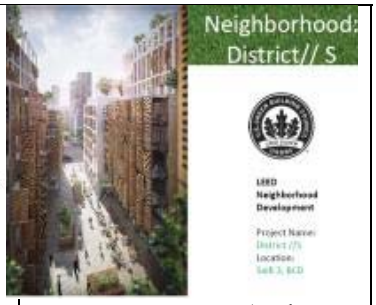
مشاريع الليد المصنفة في الدول العربيه:

هناك أكثر من 25 مشاريع مصنفة LEED في لبنان و معظمها موجودة في أبرز المشاريع المصنفة ليد في لبنان موجودة في الجدول التالي.

بيروت سيتي سنتر بيروت LEED GOLD	برج سما بيروت بيروت LEED CERTIFIED	مدرسة انترناشينول سكول بيروت LEED GOLD for Shool
بنك أودي بلازا بيروت LEED O+M - Platinum	بيروت هاربور بيروت LEED Core & Shell	بيروت مارينا – زيتونة بيه بيروت LEED CERTIFIED

بيروت مارينا – زيتونه بيه
بيروت
LEED Certified

بيروت هاريور
بيروت
LEED Core & Shell



ديستركت اس
بيروت
LEED ND

جامعة الميره نوره
المملكه العربيه السعويه
LEED - Gold

مطار عدنان مندريس
تركيا
LEED New Construction - Silver

غرفة دبي
الامارات
LEED O+M - Platinum

وأيضا أكثر من 200 مشروع في المملكه العربيه السعويه و أكثر من 800 مسروع في الامارات و أكثر من 300 بتركيا و غيرهم الكثير من المباني الحاصله على الليد في مختلف انحاء الدول العربيه.

GBCI®

GREEN BUILDING®
CERTIFICATION INSTITUTE

بعض الأمثله والأبحاث على مباني خضراء في العالم:

1. مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية:

هو مركز ابحاث عالمي يهتم بابحاث البترول والطاقة والبيئة وسياساتها المستقبلية. يقع في الرياض، المملكة العربية السعودية.

"The King Abdullah Petroleum Studies and Research Center (KAPSARC) in Riyadh, Saudi, Arabia, has achieved the first LEED for Homes Certification outside of North America, marking its leadership in sustainable residential design in the Middle East".

The Cityscape Magazine

"حقق مركز الملك عبد الله للبحوث والبحوث البترولية (في الرياض، المملكة العربية السعودية، المملكة العربية السعودية، أول شهادة ليد للمنازل خارج أمريكا الشمالية، مما يمثل قدرتها في تصميم سكني مستدام في الشرق الأوسط".

مجلة Cityscape

ويشمل المركز 10 مبان : ثلاثة مبان سكنية ، ومكتبة، وقاعة الطعام، ومركز ترفيهي، ومسيح ومسجد وسوبر ماركت والبولينغ ومجمع سكني 200 منزل (11 نوع)، وأربعة مباني اللخدمات الأساسيه.

ساعد استخدام التظليل والتهوية الطبيعية على إبقاء الأماكن الداخلية والخارجية باردة في بيئة الرياض الصحراوية الحارة. الاضاءة الطبيعيه (ضوء الشمس) يدخل من خلال التظليل الجزئي إلى الساحات داخلية والغرف داخلية. واستخدام أضواء ليد في جميع أنحاء المركز لمزيد من الإضاءة الموفرة للطاقة، والطاقه الشمسيه تساعد على توفير الطاقة للمجمع.

LEED-NC Platinum

1#

أول مشروع حائز على شهادة الليد للمنازل خارج امريكا الشماليه.

1#

أكبر مجموعه طاقة شمسيه في المملكه العربيه السعوديه.

%40

من الطاقه الكهربائيه في الحرم الجامعي توفرها الطاقه المتحددة

2. المدينة المستدامة : هي مدينة 46 هكتار نقع في دبي، الإمارات العربية المتحدة. وهي أول منطقة صفر الطاقه في دبي.

يشمل المشروع 500 فيلا و 89 شقة ومنطقة مختلفه تضم عدد من المكاتب و خدمات ومرافق رعاية صحية ودور حضانة مناطق للأكل. وستشمل المرحلة الثانية من هذه المدينه فنادق ومدارس.

صممت هذه المدينه بطريقه استوحيت من المدن القديمه في الامارات. و استخدمت عدة استراتيجيات منها عادة تدوير المياه العامه، مع فصل الصرف للمياه الرمادية والمياه السوداء، استخدام الدراجات ومسارات مظلله للمشي والركض و تغطية أسطح الأبنيه و مواقف السيارات بألواح الطاقه الشمسيه.

1#

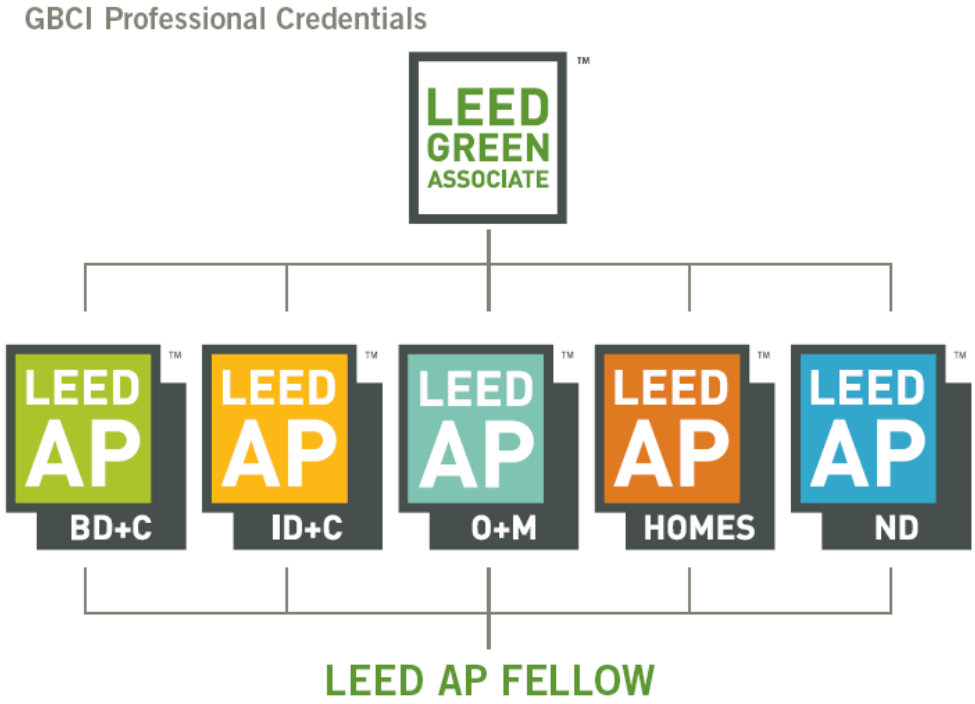
أول مدينه صفر الطاقه في دبي.

استخدام العديد من الأساليب التصميمه المستدامه.

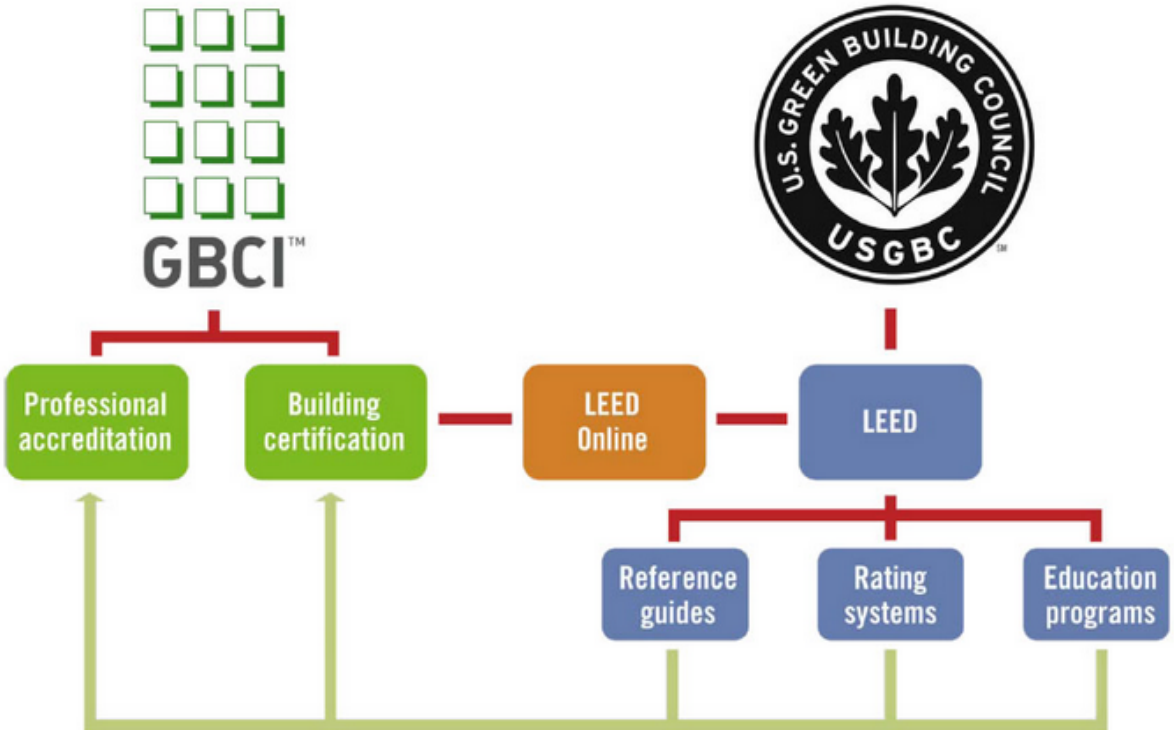
أسست عام 2016

معهد شهادات المبانى الخضراء GBCI

وقد تم إنشاء معهد شهادات المباني الخضراء أو اختصار (GBCI : Green Building Certification institute) :من قبل المجلس الأميريكي للأبنية الخضراء لتقديم سلسلة من الاختبارات للسماح للأفراد أن يصبحوا معتمدين لنظام تصنيف (ليد). يتم الاعتراف بهذه الشهادة إما عن طريق شهادة (LEED AP) أو شهادة (LEED GA). مع الملاحظة أنه لكي تستطيع تقديم امتحان و الحصول على شهادة LEED AP فعليك مسبقا الحصول على شهادة LEED GA كما هو موضح في الصورة. و يعتبر امتحان LEED AP من أصعب الامتحانات و أسئلة الامتحان جدا صارمة و يجب أن تحصل على معدل فوق 170/200 كي تستحق النجاح و نيل الشهادة. و تجدر الاشارة أن كل عامين يجب على الشخص الحاصل على شهادة LEED GAأن يجدد شهادته عبر اكتساب و تعلم 15 ساعة في مجال الأبنية الخضراء ، أما الشخص الحاصل على شهادة LEED AP فعليه تعلم و اكتساب 30 ساعة في مجال الابنية الخضراء. في النهاية هناك مستوى أخير و هو LEED FELLOW فيجب عليك أن تنال أولا شهادة LEED AP و أن تكون صالحة لمدة ثمان سنوات بالاضافة الى خبرة عملية لعشر سنوات في مجال الأبنية الخضراء و اقامة المحاضرات و المؤتمرات و التعليم في هذا المجال.



بالاضافة انها هي الطرف ثالث لمتابعة مشاريع ليد حيث تقوم بتقييم مشاريع الليد المسجلة ان كانت مستوفية الشروط المطلوبة حسب نظام التقييم و بالتالي اعطاء الشهادة اللازمة لتلك المباني حسب عدد النقاط التي حصل عليها المشروع. و هناك تعاون وثيق بين USGBC و GBCI حيث أن كل منظمة لها مهامها الخاصة و التي تتكامل مع بعضها البعض كما هي مبينة من خلال الصورة التالية :



لتلخيص ما سبق، فان الريادة في الطاقة والتصميم البيئي، هو برنامج دولي أنشأه المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء، يُعرَف من خلال ممارسات متخصصة في مجال البناء الأخضر، ويهدف هذا البرنامج إلى مساعدة المالكين والمصممين من جميع أنحاء العالم من خلال وضع إطار عملي وقابل للقياس لتحديد وفهم وإنجاز مراحل دورة حياة المشاريع الخضراء.

إن نظام (LEED) يتصف بالمرونة المميزة مما جعلته الرائد الأول عالميا في تلبية متطلبات وتقديم الحلول ليست للمباني فقط وانما لكافة انواع المشاريع بحيث يمكن تطبيقه على جميع أنواع الأبنية التجارية والسكنية المباني بما في ذلك المشاريع الجديدة، مشاريع الترميم، البنايات القائمة، الديكورات الداخلية في المباني التجارية، التطوير الداخلي والخارجي، المدارس والمنازل، حيث يقيم هذا النظام دورة حياة المبنى من حيث: التصميم، الإنشاء، العمليات، الصيانة، وتجهيز المبنى للسكان وعمليات التحديث المهمة ونظام (LEED) يأخذ بعين الاعتبار أثر المبنى على الحيز الذي يقع فيه.

تُمنح شهادة الليد للمباني وفقًا لأنظمة تضمن أن المبنى أو المنزل أو التجمع العمراني تم تصميمه وبناؤه تبعًا لنظم بناء هدفها الأساسي تحقيق أعلى كفاءة أداء في اتجاهات الطاقة والبيئة والإنسانية، وذلك من خلال تطوير موقع بناء مستدام، والحفاظ على المواد الأولية والمياه، وعدم الهدر في الموارد، وكذلك كفاءة الطاقة وكفاءة التصميم والبيئة الداخلية.

إن أنظمة LEED لتطوير الأحياء السكنية، التجزئة والرعاية الصحيّة هي حالياً تحت الدراسة والأختبار، ومن الجدير بالذكر بأنه يوجد أكثر من 5.1 مليار قدم مربع تحت حيز التنفيذ تبعا لنظام ليد.

أمَدَّ الليد المجتمع بمشاريعٍ عديدة، وساهم في زيادة الوعي لدى الناس بمخاطر نشاطات الإنسان وتعديه على البيئة. كما أن الليد يدعم التصميمات المبتكرة المبدعة التي تجعل من حياة الناس أسهل وتحقق عدالةً اجتماعية، وكل هذا يرفع من جودة الحياة لدى المجتمع.

مازال الليد يحاول التطور المستمر لكي يصبح أكثر حزمًا وصرامةً مع المشاريع؛ لكي يضمن التطبيق السليم لمتطلباته الأساسية؛ ولكي يحقق أعلى كفاءة ممكنة.

إن وجود نظام واضح لتقييم الأبنية وفقاً لصداقتها للبيئة يتيح المجال أمامنا كمصممين ومقاولين ورجال أعمال وحتى كقاطنين للمباني بأن نستوعب الأثر الحاصل على البيئة والذي نحن الجزء الأساس به والعمل على خلق مستقبل أكثر إشراقاً للأجيال القادمة التي تستحق الحياة في عالم أكثر صحة وجمال واستدامة And Go Green.

الفصل الثالث: التطبيقات البيئية لبرمجيات نمذجة معلومات البناء

BIM Environmental) (Applications

تقييم الاستفادة من برمجيات BIM في مجال الاستدامة:

لقد ناقشت بعض الابحاث القضايا المحيطة باستخدام BIM جنباً إلى جنب مع ممارسات التصميم المستدام والمشاكل المرتبطة كمحاولة لتقييم الفوائد بطريقة كمية بحتة ، ونقاش القيود المفروضة على البحوث والدراسات السابقة عن BIM في قياس مدى الاستفادة ، واقتراح إطار أوسع يشمل كلا من القياس الكمي والنوعي لفهم أعمق لعملية الدمج بين BIM والتصميم المستدام لقياس ما يمكن لـ BIM أن يقدمه للاستدامة ، و تقديمه كنظام لتيسير التغيير في مفاهيم وممارسات البناء المستدام السائدة، ووضع محددات قياس للأداء تتطلب أكثر من مجرد تقييم الأداء الفني منفصل؛ من أجل أن يصبح BIM ذات مغزى و مفيد لكل من الأداء التنظيمي وأداء البناء

استراتيجية العمارة المستدامة:

1. تقليل ثاني اكسيد الكربون
2. تقليل إهدار الطاقة الداخلية من عمليات التبريد أو التدفئة
3. استغلال المواد المعاد تصنيعها
4. تحسين كفاءة التهوية الداخلية للفراغ الداخلي للمبني
5. استخدام كفاءة الطاقة الكهربائية
6. استغلال التهوية الطبيعية إن أمكن
7. استغلال المحيط الخارجي للمبنى

مراحل المشروع وكيفية إدارتها مع Green BIM

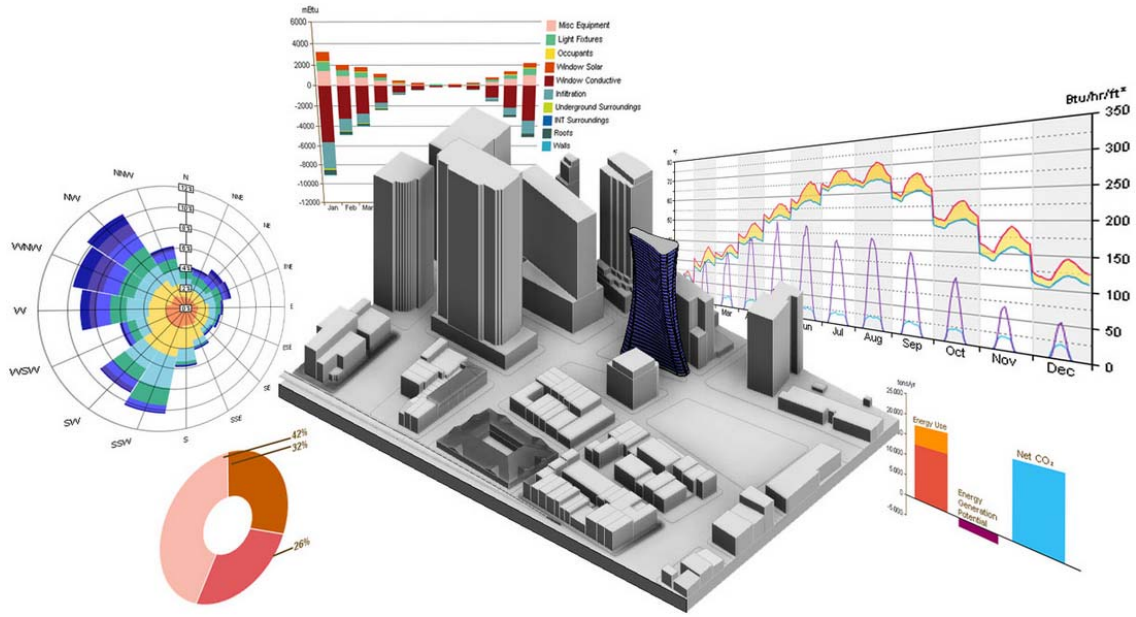
1-يتم دراسة الموقع العام site analysis

2-وضع معايير تصميمية في تكوين المبنى والتصميم إذا كان مبنى سكني أو تجاري أو خدمي

3-دراسة الظروف المناخية وتتم ببرنامج climate consulting

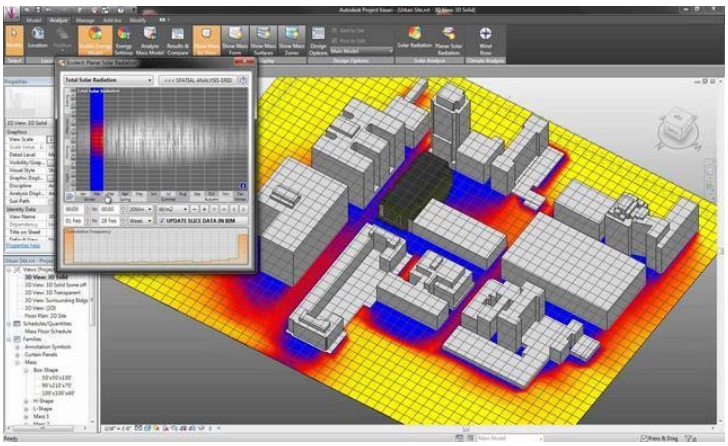
4-دراسة مواد البناء المتاحة في منطقة البناء وذلك لتوفير وسائل النقل الموجودة وتقليل الهدر من مشاكل التنقل

5- دراسة و تحليل الطاقة للمبنى مع اتخاذ حلول من شأنها تساهم في التقليل من مصروف الطاقة و المواد.



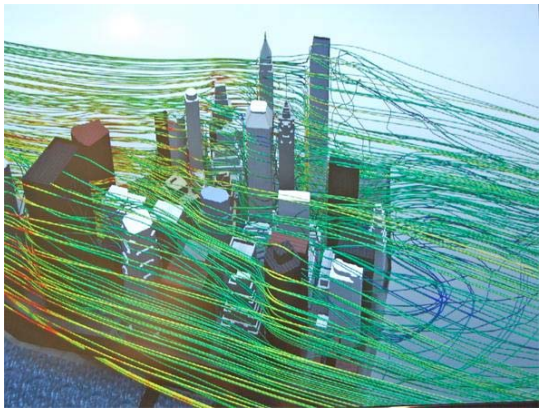
برامج العماره الخضراء:

1. Autodesk Vasari



من البرامج التي تتميز بسهوله الاستخدام واستخراج المعلومات حيث يتم دراسه حركه الهواء بين الفراغات في المباني ودراسه حركه الشمس ودراسه شده السطوع الشمسي Solar Radiation ويستخدم في الاظهار وسهوله العرض، وينصح به طلبه الجامعات.

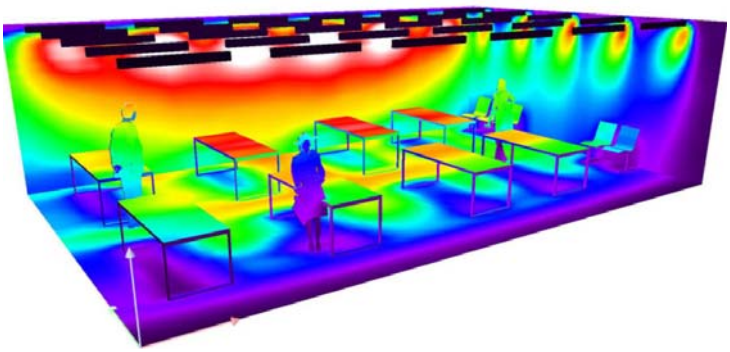
2. Autodesk CFD



برنامج متخصص جدا في حركه الهواء والدقه الكبيره في دراسه حركه الهواء من حيث ضغط الهواء وسرعته وحرارته.

واضافه الي ذلك يظهر تحليلا لحركه هندسه الموائع او حركه السوائل .

3. Dialux evo



يُستخدم من مهندسين العماره و الكتروميكانيك ، حيث يظهر نتائج نتيجه التصميم وتوزيع وحدات الانارة في المباني وداخل الفراغات الداخلية ولتفادي تشتيت واهدار الاضائه واستغلالها بالاضافة لتحليل طاقة المستهلكة للانارة.

4. Design builder

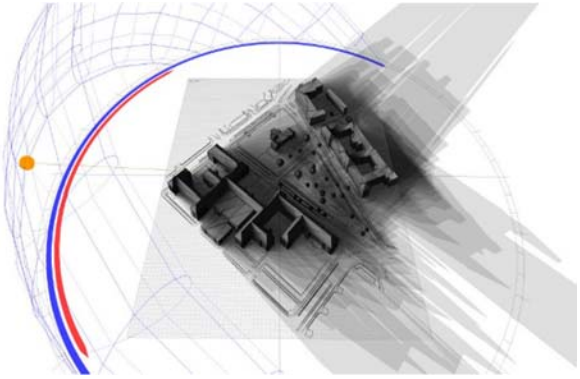
يتم دراسه الاحمال الحراريه للمبني من حيث التهويه ونسبه انبعاث ثاني اكسيد الكربون وحركه الهواء الداخليه ودراسه الخامات الموجوده داخل المبني من تكوينها وعزلها للحراره ونسب فقد الكهرباء وتم اضافه لاخر اصدرا احتساب التكلفه للاحمال الكهربائيه (Energy consumption) واصدرا شهاده تعريفيه لكفائه المبني الكليه.

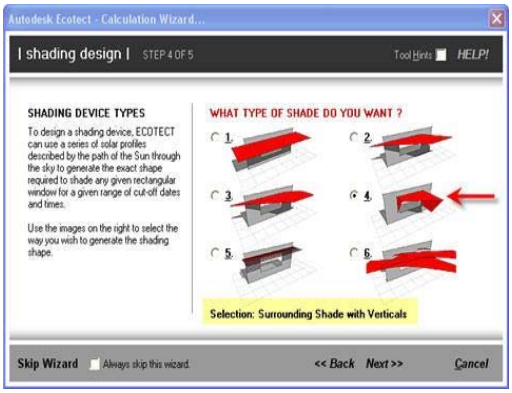
5. Green Building Studio

برنامج من شركة Autodesk ، يقوم اعطاء بتحليلات المبني من تكلفه الكهرباء والكميه المياه للمستخدمين والحرارة الداخلية للمبني وهو Adding in Revit ثم يقوم باعطاء شهاده تقيم للمبني نسبه اللي LEED

6. Autodesk Ecotect

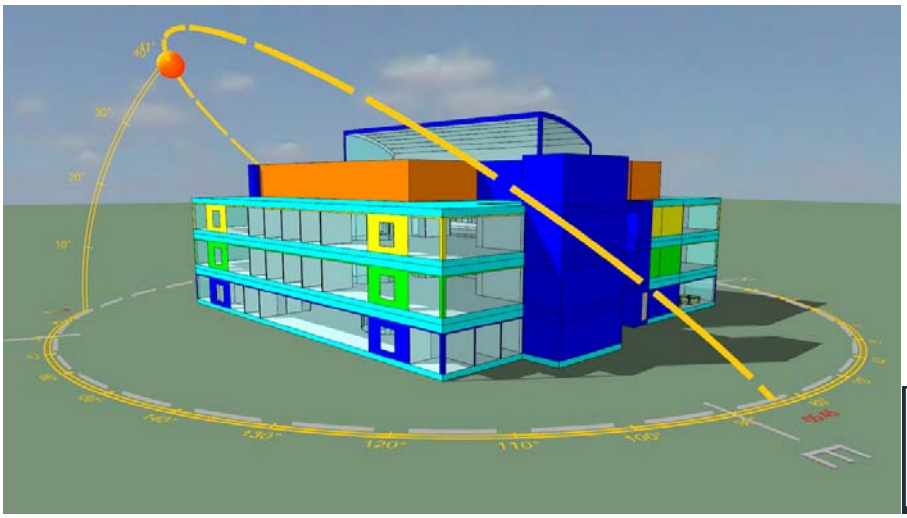
من البرامج السهله في الاستخدام ويتميز عن باقي البرامج باظهار شكل الظل طوال السنه وعمل افتراضات لشكل sun barker ولذلك لتحسين اداء المبني وتفادي الحراره العاليه والاضائه المباشرة .





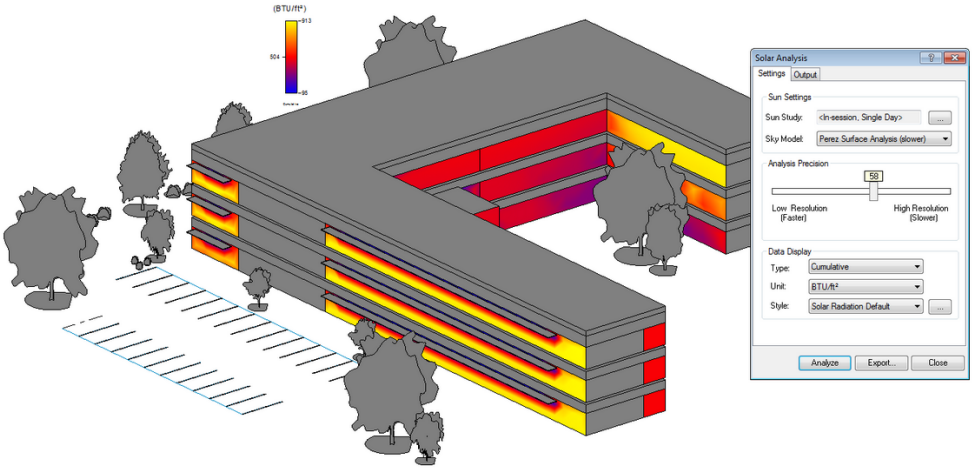
7. IES (Integrated Enviromental Solutions)

برنامج من شركة IESVE ، و هو من البرامج المعروفة في تحليل الطاقة و الانارة الطبيعية و الكتلة الحرارية للمبنى و عدة أمور مهمة للمبنى و يتميز باخراج تقرير مفصل حسب متطلبات الليد و لكنه غير مجاني و مكلف كثيرا.

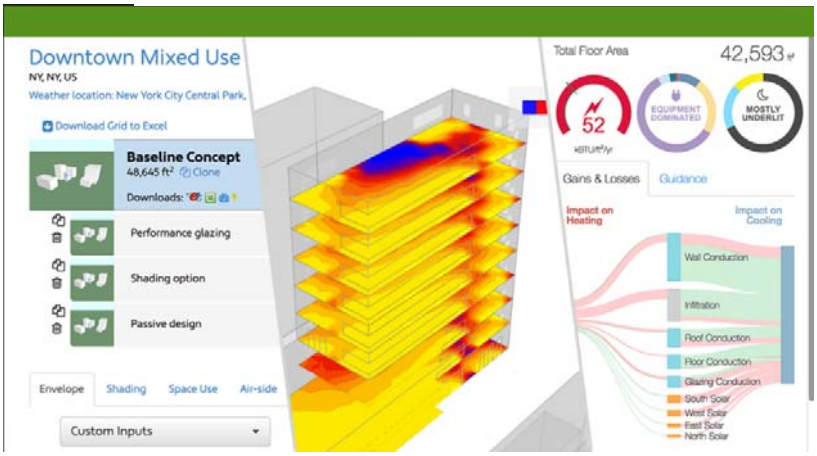


8. Autodesk Revit

برنامج من شركة Autodesk ، و يقوم بتحليل الطاقة للمبنى و لكن ليس بشكل مفصل كما باقي البرامج و لكنها تعتبر كافية ان كان المشروع يخضع لتقيي لييد ...LEED .. كما أنه يتميز بتحليل الانارة الطبيعية و مبدأ التظليل .



Sefaira .9



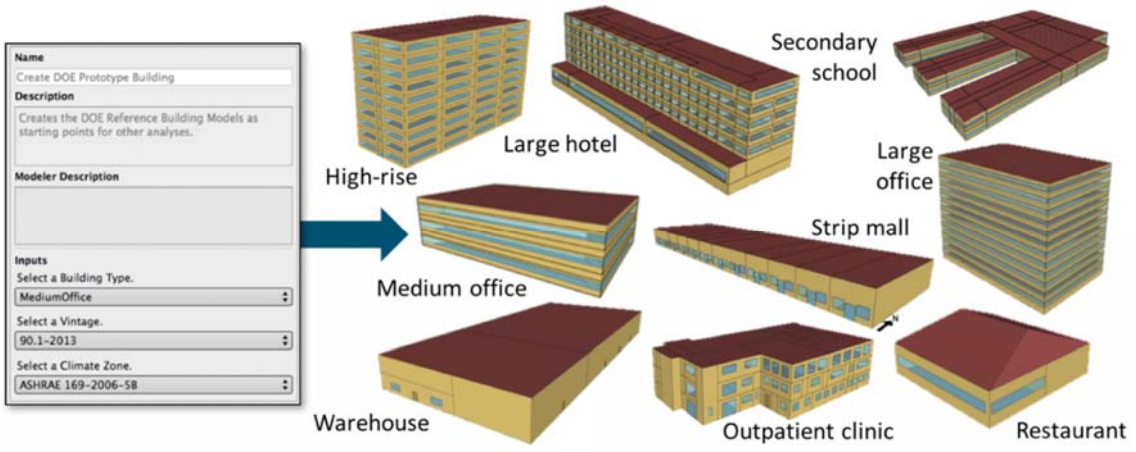
من البرامج الجديدة والسهلة في الاستخدام و كباقي البرامج يقوم بتحليل الطاقة في المبنى.

Energyplus .10

من البرامج المهمة جدا و المعروفة في تحليل الطاقة والانارة الطبيعية و الطاقة المتجددة لكنه لا يدعم مبدأ Graphic و لذلك قامت بعض الشركات باعتماد وسيط Graphics مثل برنامج Sketchup.

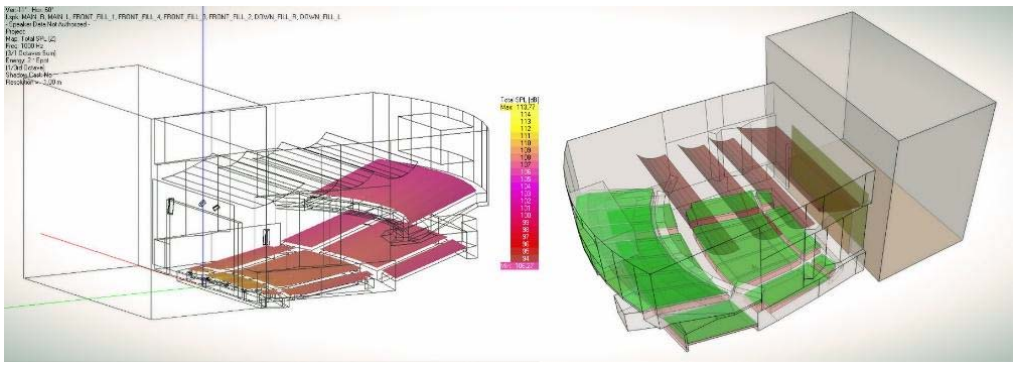
OpenStudio.11

من البرامج المهمة و المجانية في تحليل الطاقة لمبنى و لكنه أيضا يجب اعتماد برنامج ثلاثي الأبعاد كوسيط مثل .Sketchup



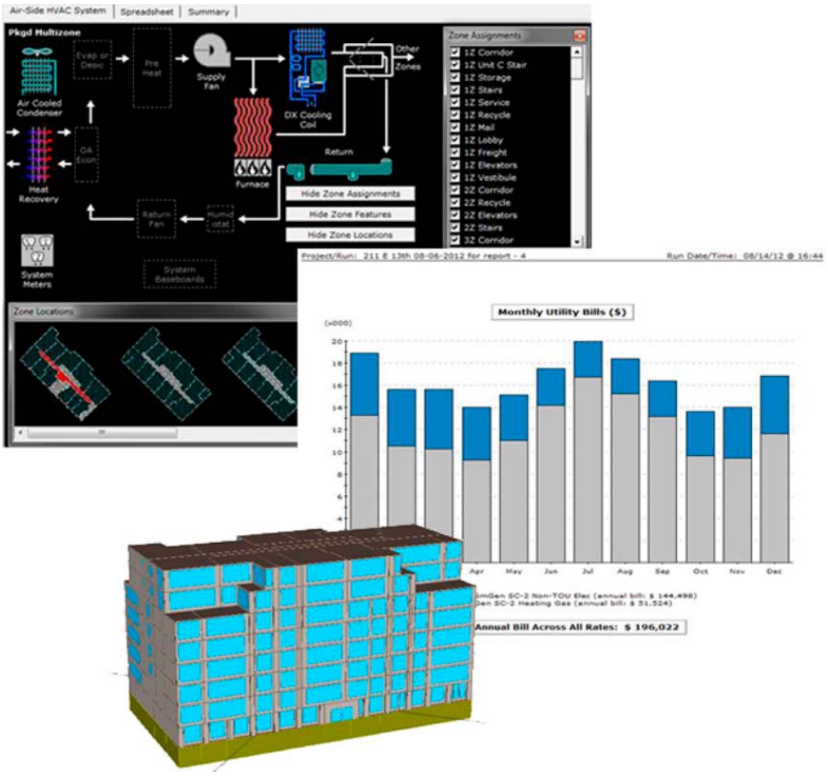
Ease.12

البرامج المهمه لتصميم السينمات والمسارح ، يتم عمل تحليل للصوت وارتداد الترددات والتذبب داخل الفراغات المعماريه لتفادي صدي الصوت وتحسين كفائه الصوت



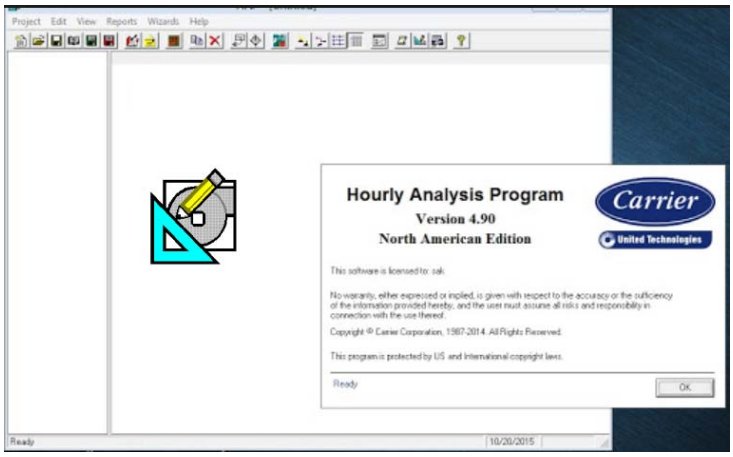
eQuest .13

من البرامج الغنية عن التعرف و مجاني و يمتاز عن غيره بقوة تحليل الطاقة للمبنى، غير أنه يعتبر ضعيف في تحليل الانارة الطبيعية.



HAP .14

برنامج من شركة كارير الرائدة في مجال التكييف و التبريد و يعتبر من البرامج الغنية عن التعريف في مجال الحسابات الأحمال الحرارية، بالاضافة أنه يقوم بتحليل الطاقة للمبنى غير أنه يفتقد الى ميزة اظهار المبنى كثلاثي الأبعاد بالاضافة أنه غير مجاني و يجب شرائه.



Trace 700 .15

برنامج من شركة Trane يساعدك على مقارنة الطاقة والأثر الاقتصادي من الاختيارات المتعلقة بالبناء مثل الميزات المعمارية، وأنظمة التكييف، ومعدات التكييف، واستخدام المبنى ، والخيارات المالية.

Pvsyst .16

من البرمج المهمة في دراسة أنظمة الطاقة الشمسية و تحليلها بالاضافة الى دراسة الجدوى الاقتصادية و البيئية. و هناك عدة أنظمة للطاقة الشمسية في البرنامج و أهمها أنظمة ضخ المياه للري بالاضافة الى نظام الطاقة الشمسية للمباني.

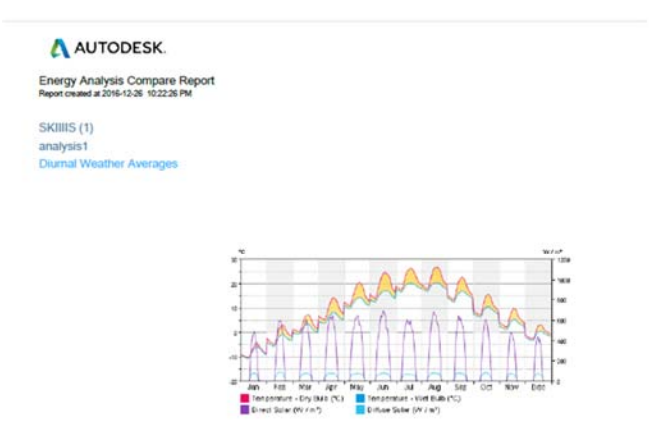
انواع المحاكاه المطلوبه للمبانى الخضراء:

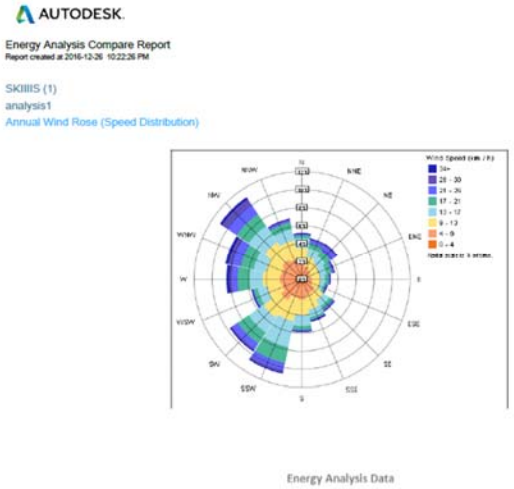
كما ذكرنا سابقا ان هناك عدة برامج تستخدم للمباني الخضراء، برنامج Revit هو الأكثر متعارف عليه بين المهندسين ولكن هذا البرنامج لحد الان لم يستطع بعما جميع الابحاث والحسابات المطلوبه للعماره الخضراء، فاذا أردنا بتصميم مشروع لينال شهادة الليد، يجب الاستعانه بعدة برامج اخرى حتى يعتمد Revit.

-1	الحمل الحراري سواء التبريد او التسخين	heating and cooling in Revit
-2	الاضاءه الطبيعيه	Insight plugin in Revit
-3	الاضاءه الصناعيه	غير متوفر في الريفيت حاليا
-4	الجزيره الحراريه	غير متوفر في الريفيت حاليا
-5	الصوتيات	غير متوفر في الريفيت حاليا
-6	التهويه	Flow design in Revit - CFD Autodesk
-7	درجات الحراره داخل الفراغ	CFD Autodesk – insight
-8	المقاومه الحراريه للماتريال في المبني	Revit Analysis
-9	مدي التظليل محدده	غير متوفر في الريفيت حاليا للسنه كلها ولكن متوفر لايام
-10	مجال الرؤيه	غير متوفر في الريفيت حاليا
-11	تصميم الكاسرات الشمسيه	غير متوفر في الريفيت حاليا
-12	الاشعاع الشمسي علي المبني	Insight
-13	استخدام المياه .... الخ	green building studio

أما برنامج Revit تحديدا يساعد في:

- استخراج البيانات اللازمه لدراسه الموقع من دراسات الرياح ودرجات الحراه والرطوبه والاشعاع الشمسي.





Energy Analysis Data

AUTODESK.

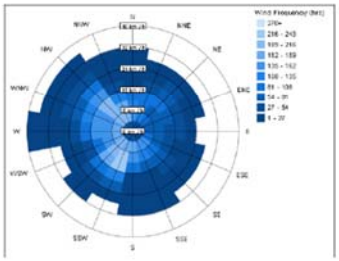
Energy Analysis Compare Report

Report created at 2016-12-26 10:22:26 PM

SKIIIIS (1)

analysis1

Annual Wind Rose (Frequency Distribution)



AUTODESK.

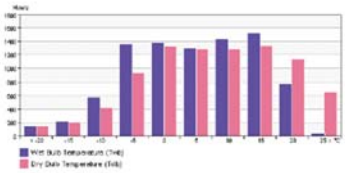
Energy Analysis Compare Report

Report created at 2016-12-26 10:22:26 PM

SKIIIIS (2)

analysis1

Annual Temperature Bins



Energy Analysis Data

AUTODESK.

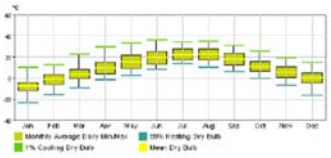
Energy Analysis Compare Report

Report created at 2016-12-26 10:22:26 PM

SKIIIIS (2)

analysis1

Monthly Design Data



AUTODESK.

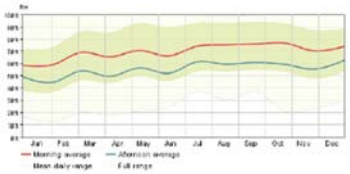
Energy Analysis Compare Report

Report created at 2016-12-26 10:22:26 PM

SKIIIIS (1)

analysis1

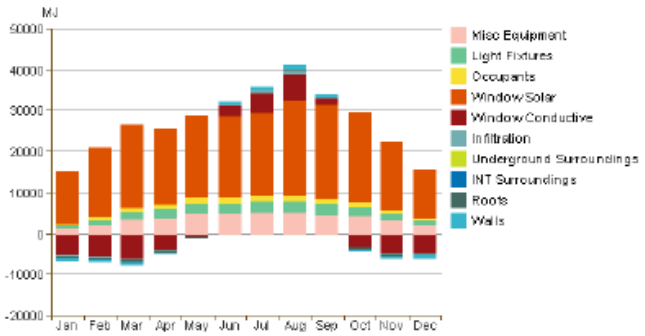
Humidity



Energy Analysis Data

Monthly Cooling Load

- دراسة الأحمال الحراريه لمختلف المواد

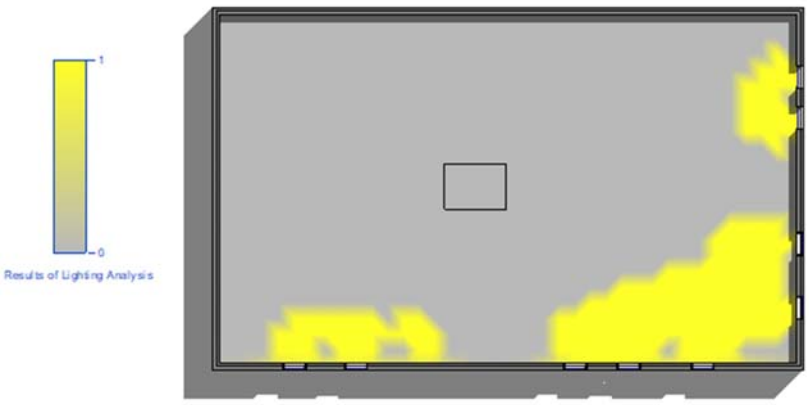


- درسات احمال التكيف سواء تبريد او تسخين

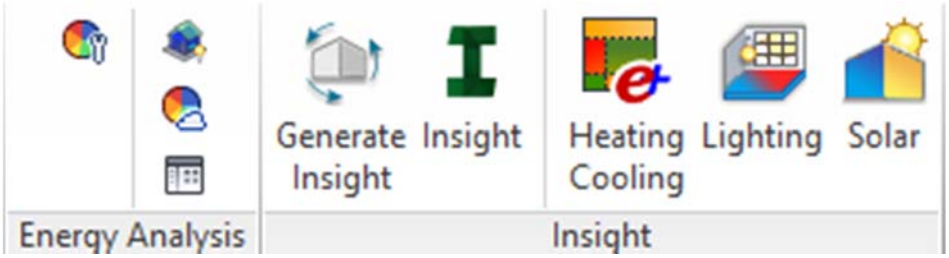
Zone Summary - 2

Inputs	
Area (m²)	312
Volume (m³)	1,201.52
Cooling Setpoint	23 °C
Heating Setpoint	21 °C
Supply Air Temperature	12 °C
Number of People	11
Infiltration (L/s)	0.0
Air Volume Calculation Type	VAV - Single Duct
Relative Humidity	46.00% (Calculated)
Psychrometrics	
Psychrometric Message	None
Cooling Coil Entering Dry-Bulb Temperature	23 °C
Cooling Coil Entering Wet-Bulb Temperature	16 °C
Cooling Coil Leaving Dry-Bulb Temperature	11 °C
Cooling Coil Leaving Wet-Bulb Temperature	11 °C
Mixed Air Dry-Bulb Temperature	23 °C
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	17,946
Peak Cooling Month and Hour	March 02:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	17,338
Peak Cooling Latent Load (W)	608
Peak Cooling Airflow (L/s)	1,341.6
Peak Heating Load (W)	8,946
Peak Heating Airflow (L/s)	723.5
Peak Ventilation Airflow (L/s)	0.0
Checksums	
Cooling Load Density (W/m²)	57.50
Cooling Flow Density (L/(s·m²))	4.30
Cooling Flow / Load (L/(s·kW))	74.76
Cooling Area / Load (m²/kW)	17.39
Heating Load Density (W/m²)	28.67
Heating Flow Density (L/(s·m²))	2.32
Ventilation Density (L/(s·m²))	0.00
Ventilation / Person (L/s)	0.0

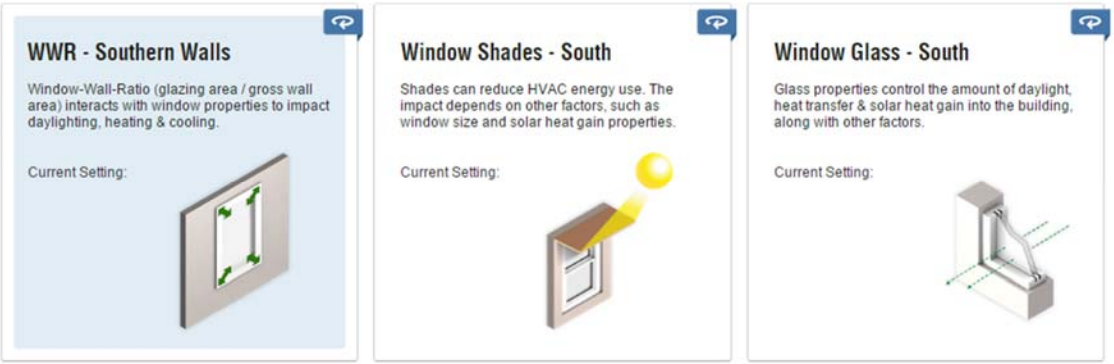
- عمل اضاءه طبيعيه للمبنى.



- عمل اضاءه طبيعيه للمبنى.



- تقديم توصيات ومقترحات للتصميم لجعل المبني اكثر



الكتلة الحرارية

سنناقش هنا كيفية الإستفادة من التطبيقات العملية للـ BIM التي تخدم تصميم الأبنية الصديقة للبيئة في محاولة لتوضيح إمكانية تناول العلم الأكاديمي وترجمته إلى خطوات يسيرة توفر للمصمم مجالاً أكثر واقعية في مراحل التخيل وأدق من حيث مخرجات التصميم المعماري مما يؤكد قدرة الـ BIM على تخطي الأبعاد الخمسة الشهيرة إلى البعد السادس من أبعاد التصميم والذي يوفر لمستخدميه عالماً واسعاً من التحليل وفهم أداء الأبنية في وقت مبكر جداً ليساهم في إتخاذ القرارات التصميمة بشكل أكثر وضوحاً وشفافيةً وإقناعاً لمتخذي القرار. سنتعرض لبعض المفاهيم المرتبطة بعناصر بيئية شديدة التأثير على حياتنا اليومية وأداءنا في الحياة والتي قد يغيب عن بعض المتخصصين _لاسيما من العاملين خارج مجال التصميم المعماري_ مدى أهميتها. سنحاول عرض هذه المفاهيم بشكل مبسط وإيضاح الإستفادة من آثرها الإيجابي وتفادي أثرها السلبي وسهولة التعامل معها من خلال إستخدام تطبيقات أو برمجيات الـ BIM.

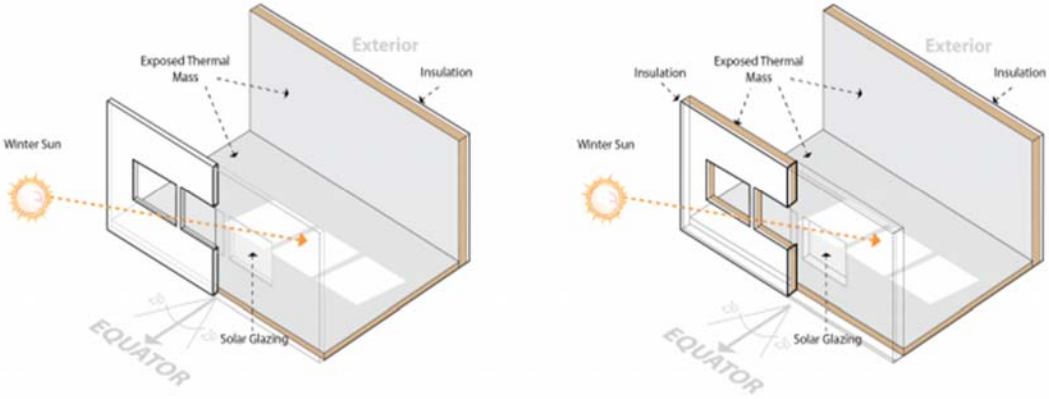
ما هو الكتلة الحرارية (Thermal Mass)؟

تعرف الكتلة الحرارية بمدى قدرة المادة على مقاومة التغيير في درجات الحرارة؛ كلما زادت هذه الخاصية للمادة زادت قدرتها على إمتصاص وتخزين الحرارة. وتعد الكتلة الحرارية وسيلة فعالة في تصميم التدفئة الطبيعية بالاستفادة من الطاقة الشمسية حيث أنها توفر القدرة على تخزين المادة للطاقة المكتسبة من الشمس ومن ثم إعادة تحريرها مع مرور الوقت؛ وعلى العكس من ذلك أيضاً توفر للمادة مقاومة التسخين السريع جداً بسبب الإشعاع الشمسي.

الإكتساب المباشر للطاقة الشمسية (Direct Gain Passive Heating System)

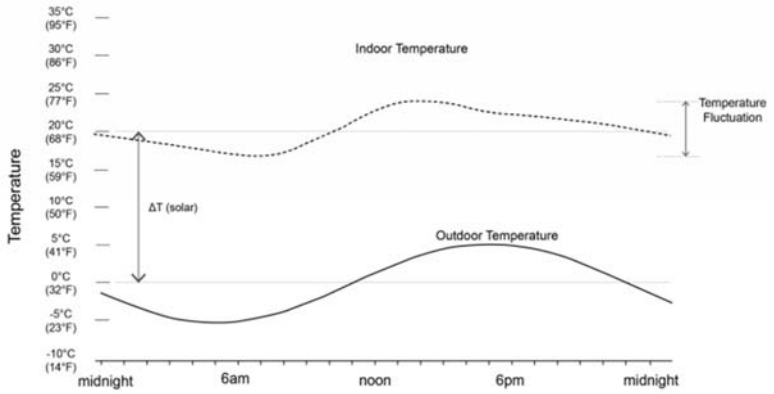
الإكتساب المباشر للطاقة الشمسية يأتي من خلال تكامل بين نظام التدفئة الطبيعية أو ما يطلق عليه مجازاً بالتدفئة السلبية (Passive Heating System) وبين العناصر التي يتكون منها النظام مثل:

1. الزجاج/التزجيج الشمسي (جمع الطاقة الشمسية)
2. الكتلة الحرارية (التخزين المتوسط للحرارة)
3. ويعد توزيع الفتحات ومساحات الشبابيك الزجاجية من أهم عناصر تجميع الطاقة الشمسية



الإستفادة من الكتلة الحرارية (Thermal Mass) فى تصميم المبانى

المباني التي يتم تدفئتها باستخدام الطاقة الحرارية المباشرة وجمع أشعة الشمس (Solar Energy) التي أمكن السماح لها بالدخول للفراغات الداخلية للمبنى من خلال النوافذ الزجاجية والتغطيات الشفافة للأسقف ومساحات الزجاج التي يتم تشكيلها في تصميم فرق مناسيب الأسقف وميولها في الشتاء جميعها ستحدد متوسط درجة الحرارة داخل المبنى خلال اليوم والتي يتم التعبير عنها بـ ΔT (Solar) ، وتعبر أيضاً عن الفرق بين متوسط درجة الحرارة داخل المبنى والأعلى من متوسط درجة الحرارة خارجه ؛ جزء كبير من هذه الطاقة يجب تخزينه في الكتلة الحرارية لمكونات الفراغ (الجدران، الأرضيات و الأسقف....) وإعادة تفريغ هذه الطاقة للتدفئة في أوقات الليل. حجم الطاقة والموقع والمساحة وسماكة الجدران كلها عوامل تشكل الكتلة الحرارية للفارغ والتي تحدد مدى التقلب في درجة الحرارة (temperature fluctuation) داخل المبنى خلال اليوم.



في فصل الشتاء يفقد المبنى حوالي (65%) من الحرارة خلال ساعات الليل و (35%) يتم فقدها خلال النهار. إذا كانت مساحات الزجاج تسمح بتجميع قدراً كافياً من أشعة الشمس في يوم صافي في الشتاء لتدفئة الفراغ لمدة 24 ساعة (يوم كامل) فإن جزء كبير من هذه الحرارة قد تم تخزينه خلال النهار (أثناء سطوع الشمس) ومن ثم تحريرها ليلاً. أما إذا كان جزء صغير من هذه الحرارة هو الذي تم تخزينه بينما يتوفر الكثير منها أثناء النهار فلن تكون كافية للتدفئة ليلاً. نتيجة هذه الحالة هي ارتفاع درجة الحرارة المبنى نهاراً وانخفاضها ليلاً ما يعد تقلباً/تذبذباً كبيراً في درجة الحرارة (High temperature fluctuation).

العناصر المؤثرة في الاستفادة من الكتلة الحرارية (Thermal Mass)

(موقع وسماكة وتوزيع جدران الكتلة الحرارية)

العلاقة بين مساحة الزجاج التي تسمح بدخول أشعة الشمس ومساحة السطح وبين سماكة الكتلة الحرارية تحدد التذبذب في درجة حرارة الفراغ خلال اليوم (Temperature fluctuation). بينما تنقل مواد البناء الحرارة ببطء من على السطح إلى مادة الجدار فإنه يجب توفر مساحة كافية من الكتلة الحرارية بالفراغ وأن تكون موزعة على مساحة كبيرة لتمتص وتخزن الطاقة الحرارية المكتسبة أثناء النهار من أجل الحفاظ على التقلب في درجة الحرارة في حدود مقبولة.

يفضل تنفيذ المباني الداخلية بسماكة لا تقل عن 10 سم (جدران، أرضيات و/أو أسقف)

أن تكون النسبة بين مساحة السطح مقارنة بالأسطح الزجاجية المعرضة للشمس على الأقل (3:1) ؛ والأفضل أن تكون النسبة (9:1) كحد أقصى.

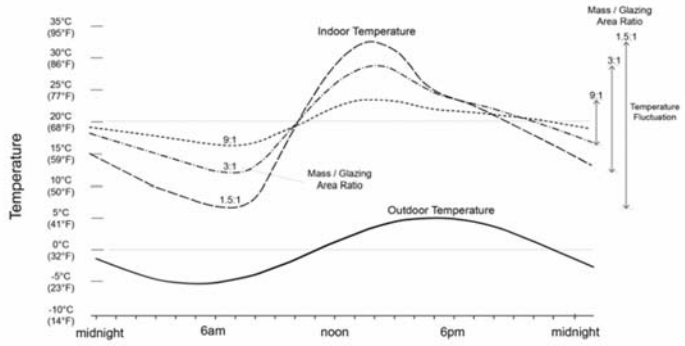
كلما ارتفعت نسبة مساحة سطح الكتلة الحرارية: المساحة الزجاجية التي المعرضة للشمس (Mass/Glazing area ratio)؛ كلما زاد استقرار درجة الحرارة الداخلية.

تذبذب درجات الحرارة داخل الفراغ خلال اليوم الذي يعبر عن نسب مختلفة لمساحة الكتلة الحرارية: المساحة الزجاجية التي المعرضة للشمس (Mass/Glazing area ratio) يمكن حسابها تقريبياً من خلال الجدول التالي:

Mass/Glazing area ratio	Formula of Indoor Temperature Fluctuation
1.5 : 1	**1.11 x ΔT (Solar)**
3 : 1	**0.74 x ΔT (Solar)**
9 : 1	**0.37 x ΔT (Solar)**

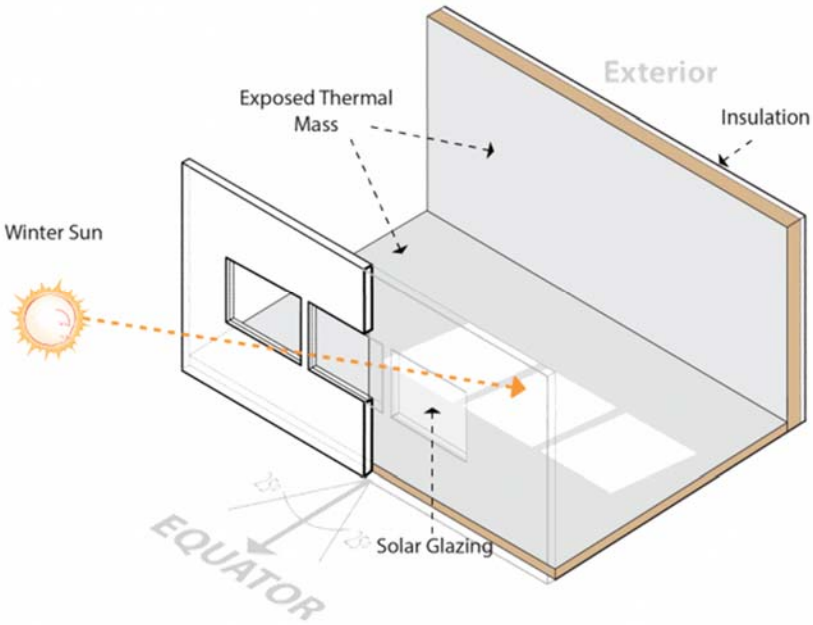
في الحالة المثالية لنسبة (Direct Gain : Glazing) لحساب مساحة الزجاج المعرضة لأشعة الشمس، يكون متوسط درجة الحرارة داخل الفراغ في أحد أيام الشتاء الصافية يساوي تقريباً 21°C (70°F) أو أن التذبذب في درجة الحرارة ΔT (solar) هو الفرق بين درجة الحرارة 21°C (70°F) وبين متوسط درجة الحرارة اليومية الخارجية خلال فصل الشتاء(في الشهر الأكثر برودة).

Mass/Glazing Area Ratio Temperature Fluctuation



Mass/Glazing Area Ratio of 3:1

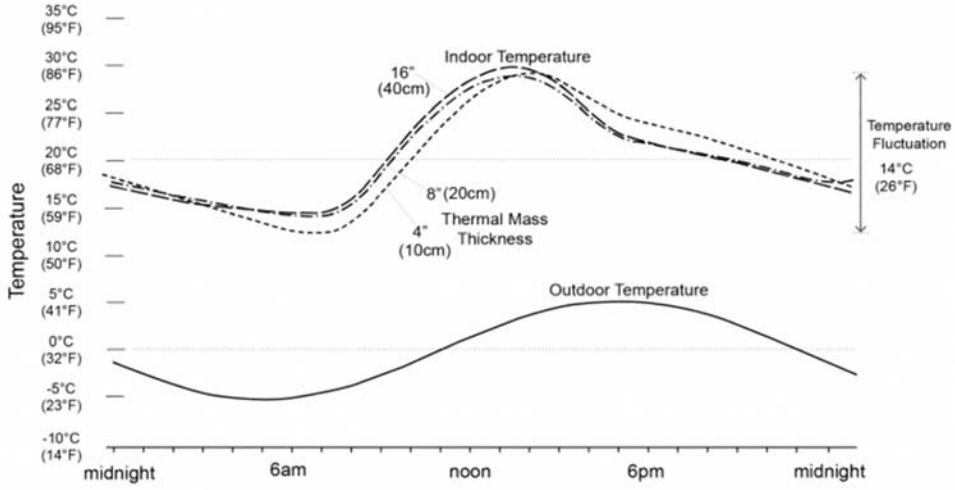
For 4" (10cm), 8" (20cm), 16" (40cm) of exposed thermal mass thickness



The surface area of concrete exposed to over the day is 3 times the area of the solar glazing. The illustrations represent a space with glazed openings and light colored interior surfaces and a medium colored thermal mass floor or wall.

تبلغ مساحة الجدار المعرضة للشمس خلال اليوم ثلاثة مرات مساحة سطح الزجاج المعرض للشمس.

يوضح الرسم الفراغ فتحات الزجاج مع أسطح داخلية ذات لون فاتح وكتلة حرارية أرضية أو حائطية ذات لون متوسط.

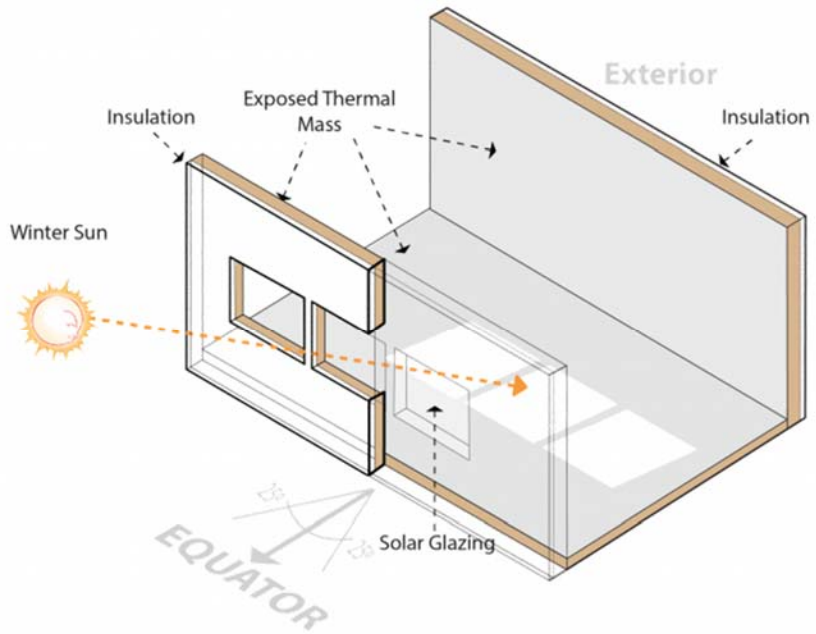


The graph illustrates space air temperatures for a glazing area to thermal mass surface area ratio of 3:1 and mass thicknesses of 10, 20 and 40 centimeters (4, 8 and 16 inches). An increase in masonry thickness beyond 20 centimeters (8 inches) results in little change in space temperature fluctuation. The temperature fluctuation over the day is approximately 14°C (26°F).

يوضح الرسم البياني درجة حرارة الفراغ لنسبة مساحة الزجاج : مساحة سطح الكتلة الحرارية 3:1 وسماكات 10و20 و40 سم(4 و 8 و 16 بوصة) ؛ كل زيادة في السماكة عن 20 سم (8 بوصة) يقابلها تغيير صغير في تذبذب في درجة حرارة الفراغ. التذبذب خلال اليوم يساوي 14°C (26°F)

Mass/Glazing Area Ratio of 9:1

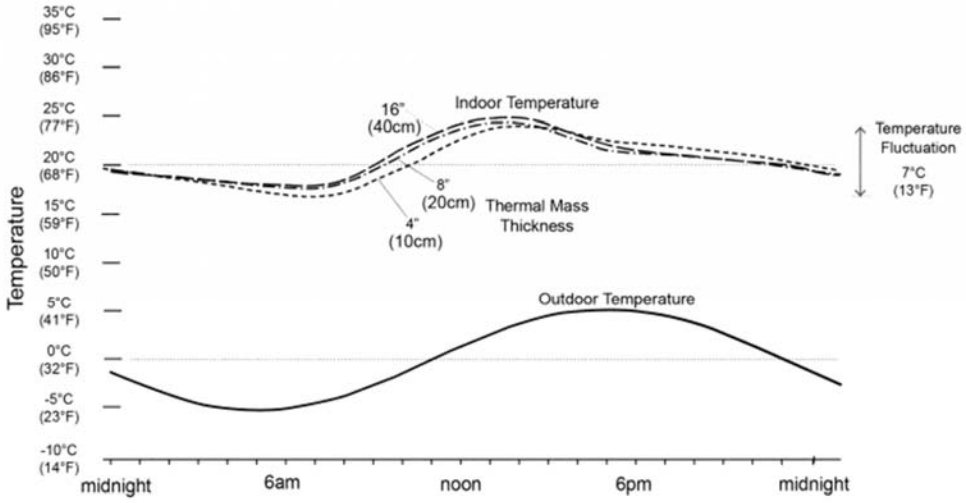
For 4" (10cm), 8" (20cm), 16" (40cm) of exposed thermal mass thickness



The surface area of concrete exposed to over the day is 9 times the area of the solar glazing. The illustrations represent a space with glazed openings and masonry walls and floor. The walls are a light color and the floor a medium color.

تبلغ مساحة الجدار المعرضة للشمس خلال اليوم تسعة مرات مساحة سطح الزجاج المعرض للشمس.

يوضح الرسم الفراغ فتحات الزجاج مع الجدران والأرضية (لون الجدران فاتح ولون الأرضية متوسط)



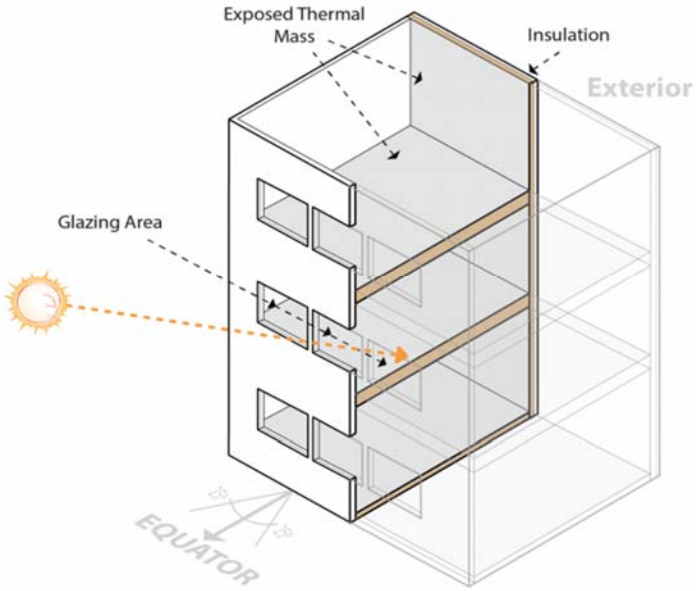
The graph illustrates space air temperatures for a glazing area to thermal mass surface area ratio of 9:1 and mass thicknesses of 10, 20 and 40 centimeters (4, 8 and 16 inches). An increase in masonry thickness beyond 10 centimeters (4 inches) results in little change in space temperature fluctuation. The temperature fluctuation over the day is approximately 7°C (13°F).

يوضح الرسم البياني درجة حرارة الفراغ لنسبة مساحة الزجاج : مساحة سطح الكتلة الحرارية 9:1 وسماكات 10و20 و40 سم(4 و 8 و 16

العزل الأسطح الخارجية (Insulate on the Outside)

بالرغم من كفاءة تخزين الحرارة إلا أن السطح المواجهة للخارج سيعمل بسهولة على فقط الحرارة في إتجاه الخارج؛ بالتالي فإنه في حالة إستخدام الجدار الخارجي لتخزين الحرارة يجب عزل الوجه الخارجي مما يزيد كفاءته في تفريغ الحرارة المخزنة في إتجاه الداخل مع مراعاة إستمرارية العزل على كامل محيط المبنى وحتى أعلى منسوب الأساسات.

عند تدفئة فراغات غير متصلة فإن كل فراغ سيحتاج حساب المساحات الزجاجية والكتلة الحرارية الخاصة به



مترجم من موقع 2030palette:

http://2030palette.org/swatches/view/direct-gain-heat-storage/167-masonry-thermal-mass

تصميم المبنى الشامل whole building design

يعمل هذا النظام على مبدأ تكامل الأنظمه العامله في المبنى، ففي الطريقه التقليديه يمر العمل في مرحلة التصميم، مخططات الانشاء، العقود، التنفيذ، التسليم، واخيرا التشغيل. اما الطريقه الحديثة المستخدمع في مباني الليد هي مرور العمل بنفس مراحل الطريقه التقليديه بالاضافه الى مرحله ما قبل التصميم و ,مرحلة التشغيل و مراقبة أنظمة المشروع .commissioning

بحث في منزل زينب خاتون:-

انشاء المنزل :

- يكشف لنا هذا البيت ملامح العصر المملوكي ويمتد بنا إلى العصر العثماني.
- فالبيت قد تم بناؤه عام 1486 ميلادية، أيام حكم المماليك لمصر، على يد الأميرة «شقراء هانم» حفيدة السلطان الناصر حسن بن قلاوون .
- وفي عام 1517 م هزم العثمانيون المماليك في موقعة الريدانية، وبدأ الحكم العثماني في مصر. وتعاقب الوافدون الجدد على سكن البيت وأضفوا لمساتهم عليه، وكان آخرهم زينب خاتون التي سمي البيت باسمها .

عمارة المنزل:

يُعتبر بيت زينب خاتون نموذجًا للعمارة المملوكية. فمدخل البيت صمم بحيث لا يمكن للضيف رؤية من بالداخل وهو ما أطلق عليه في العمارة الإسلامية «المدخل المنكسر». وفور أن تمر من المدخل إلى داخل البيت ستجد نفسك في حوش كبير يحيط بأركان البيت الأربعة وهو ما اصطلح على تسميته في العمارة الإسلامية بـ "صحن البيت"، والهدف من تصميم البيت بهذا الشكل هو ضمان وصول الضوء والهواء لواجهات البيت وما تحويه من حجرات. وبيت زينب خاتون يتطابق في هذه السمة مع البيوت الأخرى في القاهرة الفاطمية مثل بيت الهراوي والذي تم بناؤه عام 1486، نفس العام الذي تم فيه بناء زينب خاتون بل ومواجه له أيضاً، وكذلك بيت السحيمي الذي تم بناؤه عام 1648، مما يدل على أن الصحن كان سمة أساسية لعمارة البيوت في العصرين المملوكي والعثماني.ودون التطرق إلي باقي عمارة المنزل لكن هنا نشير إلى إحدى غرف الأميرة وهي الركن الخاص بالولادة في الطابق الثالث حيث تتميز تلك الغرفة بالزجاج الملون المتقن الصنع الذي يضيء الغرفة بألوان مختلفة حين يسقط ضوء الشمس عليه. وعلى الجانب الأيسر من الحجرة، يوجد باب يؤدي إلى «صندلة»، والأخيرة تشتمل على سرير علوي كانت تمكث فيه السيدة بعد الولادة. فبعد أن تلد السيدة، كانت تصعد إلى الصندلة ولا تترك الغرفة إلا بعد مرور أربعين يومًا. ولذلك حكمة طبية وهي أن مناعة الطفل تكون ضعيفة في الأربعين يوما الأولى. ولذا كانت الصندلة تعمل على عزل الجنين والأم عن أي مسببات قد تضر بصحة أي منهما.

وصف المنزل:

1- المدخل:

البيت صمم بحيث لا يمكن للضيف رؤية من بالداخل وهو ما أطلق عليه في العمارة الإسلامية «المدخل المنكسر».

2- الحوش:

عبارة عن حوش كبير يحيط بأركان البيت الأربعة وهو ما اصطلح على تسميته في العمارة الإسلامية بـ «صحن البيت»

- الهدف من تصميم البيت بهذا الشكل:-

هو ضمان وصول الضوء والهواء لواجهات البيت وما تحويه من حجرات مع الحفاظ على الخصوصية .

3- القباب المتداخلة وتكييف الهواء:

ويشتمل الطابق الأول على «المندرة» وهي المكان المخصص لاستقبال الضيوف من الرجال .

- وكما يتضح فى الدور الأول استخدام القباب كوسيلة للتهوية .
- الدور الثاني يحدد لنا أنماطًا هندسية أخرى استخدمها المهندس المملوكي لتهوية الغرف، ويشتمل الطابق الثاني على مقعد للرجال وهو مايطلق عليه «السلاملك»، و مقعد للحريم وهو ما يسمى بـ«الحراملك.«

ويتكون السلاملك من «تراس» واسع يطل على صحن البيت؛ ويتصل به ممر صغير يعتبر همزة الوصل إلى الحراملك.

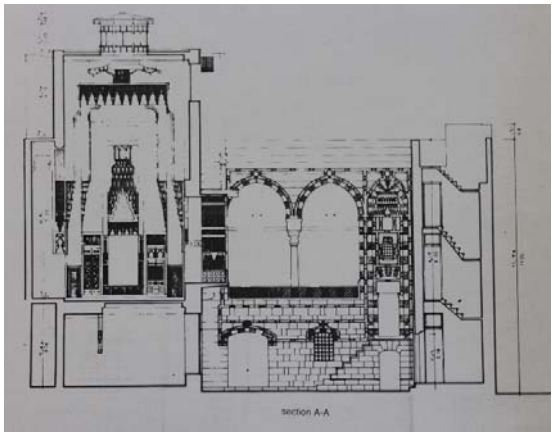
4- زخارف :

يظهر عنصرا الجمال في الحراملك، فتمتد الزخارف إلى أعلى السقف بارتفاع أربعة عشر مترًا، وتتدلى من السقف ثريا كبيرة تضاء بالزيت.

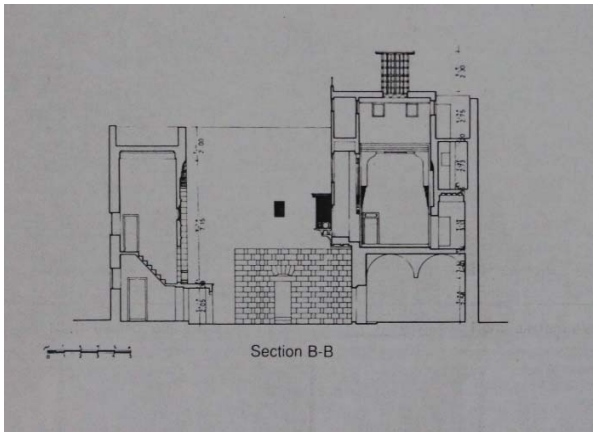
5- الشخشيخة:-

- تعلو السقف، قبة متسعة وهي ما أطلق عليها «الشُخشيخة» في العمارة الإسلامية وتعمل على إدخال مزيد من الإضاءة إلى الحجرة وخلق مجالٍ لتيار الهواء .

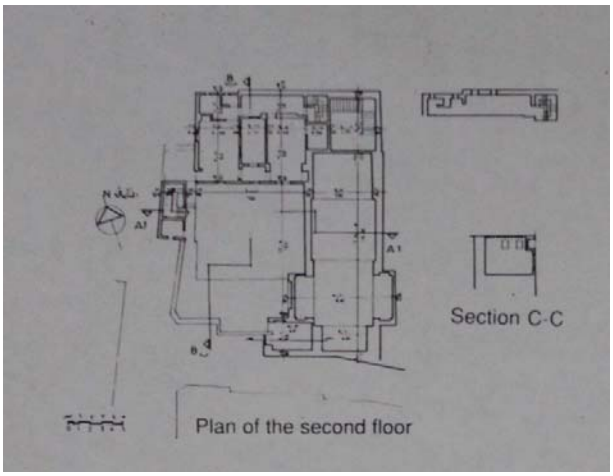
ويبدو أن هذا المكان كان مفضلاً لدى سيدات البيت في الماضي، فعلى جانبي المشربيات، تمتد «الكتبيات»، التي كان تحفظ فيها النساء الكتب، فربما كانت تجلس السيدة لتطلع على الكتب بينما تستمتع بالهواء والضوء أسفل المشربية.



الشكل 3.1. قطاع A-A



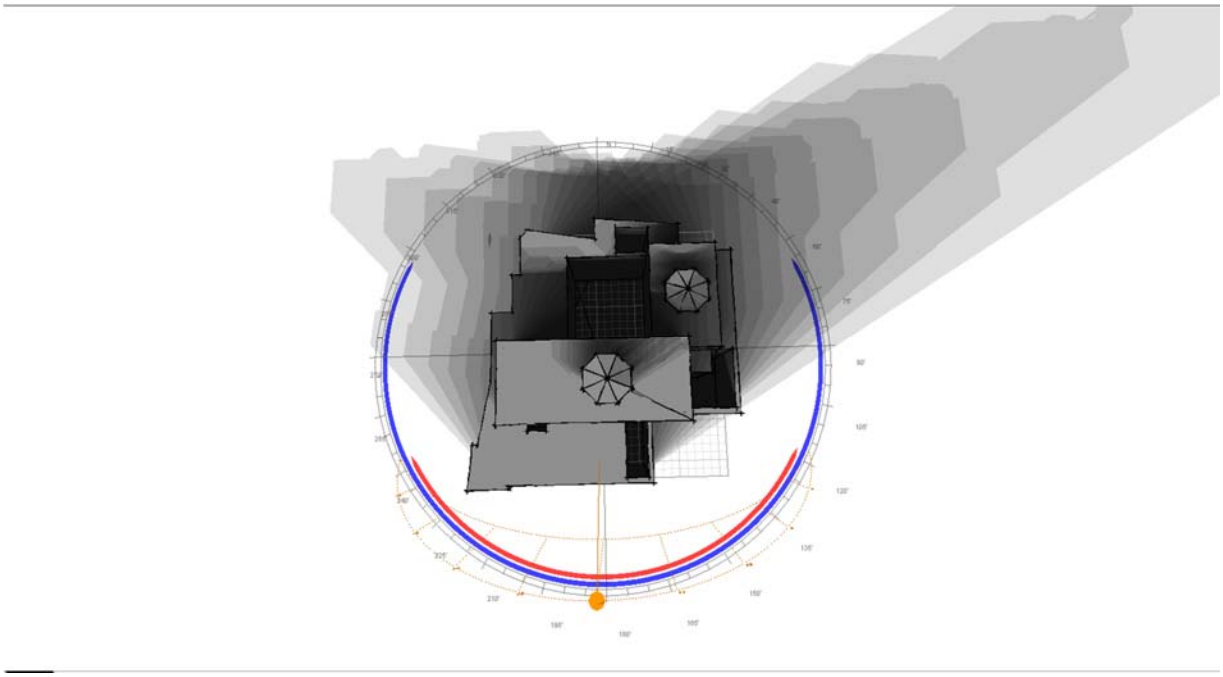
الشكل 3.2 قطاع B-B



الشكل 3.3: مسقط أفقي

الدراسه البحثيه لمبني زينب خاتون :

اظهار التاثيرات المختلفه لعناصر المناخ وايضاح التصميم العمراني والمعماري للمبني الاثري من التهويه الطبيعيه وحركه الهواء داخل الفراغات ودراسه حركه الشمس واستغلال الفتحات الصغيره لتجنب اكتساب الحراره من الواجهات الجنوبيه .



الشكل 3.4: حركة الظل على مدى عام

دراسه الوضع الراهن لحركه الاظلال علي المبني علي مدار السنه السنه ويوضح من الصوره كالاتي باستخدام برنامج Autodesk Ecotec:

1-وجود ارتفاعات مختلفه في كتل المبني وادي ذلك اللي زياده نسبه الاظلال داخل الحوش او صحن البيت

2- الحوائط الجنوبيه بجوار صحن البيت تم اظلالها نتيجه ارتفاع الكتله الجنوبيه واد ذلك اللي تجنب ارتفاع درجه الحراره داخل المنزل

دراسه التهويه الطبيعيه للمبني:

تم عمل نمذجه المباني BIMعلي برنامج Revit ورسم النموذج للدراسه التحليليه لحركه الهواء بين الفراغات وصحن المبني وتوضيح اماكن الملائف وتاثيرها علي عمليه تبريد وتغير حركه الهواء الطبيعيه .

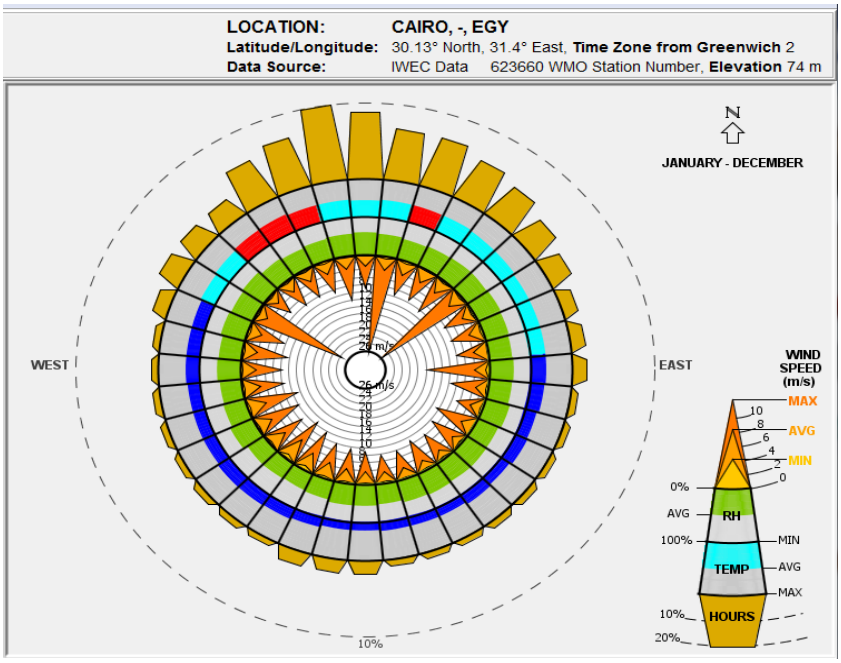
للتهوية داخل المبنى أهمية كبيرة وتعتبر إحدى العناصر الرئيسية في المناخ ونقطة الانطلاق في تصميم المباني وارتباطها المباشر معها فالتهوية والتبريد الطبيعيين مهمان ودورهما كبير في تخفيف وطأة الحر ودرجات الحرارة الشديدة ، بل هما المخرج الرئيسي لأزمة الاستهلاك في الطاقة إلى حد كبير لأن أزمة الاستهلاك في الطاقة مردها التكييف الميكانيكي والاعتماد عليه كبير والذي نريده فراغات تتفاعل مع هذه المتغيرات المناخية أي نريد أن نلمس نسمة هواء الصيف العليلة تنساب في دورنا ومبانينا ونريد الاستفادة من الهواء وتحريكه داخل بيئتنا المشيدة لإزاحة التراكم الحراري وتعويضه بزخات من التيارات الهوائية المتحركة المنعشة . فكل شي طبيعي عادة جميل وتتقبله النفس وترتاح له فضلا عن مزاياه الوظيفية.

تعريف التهوية الطبيعية:

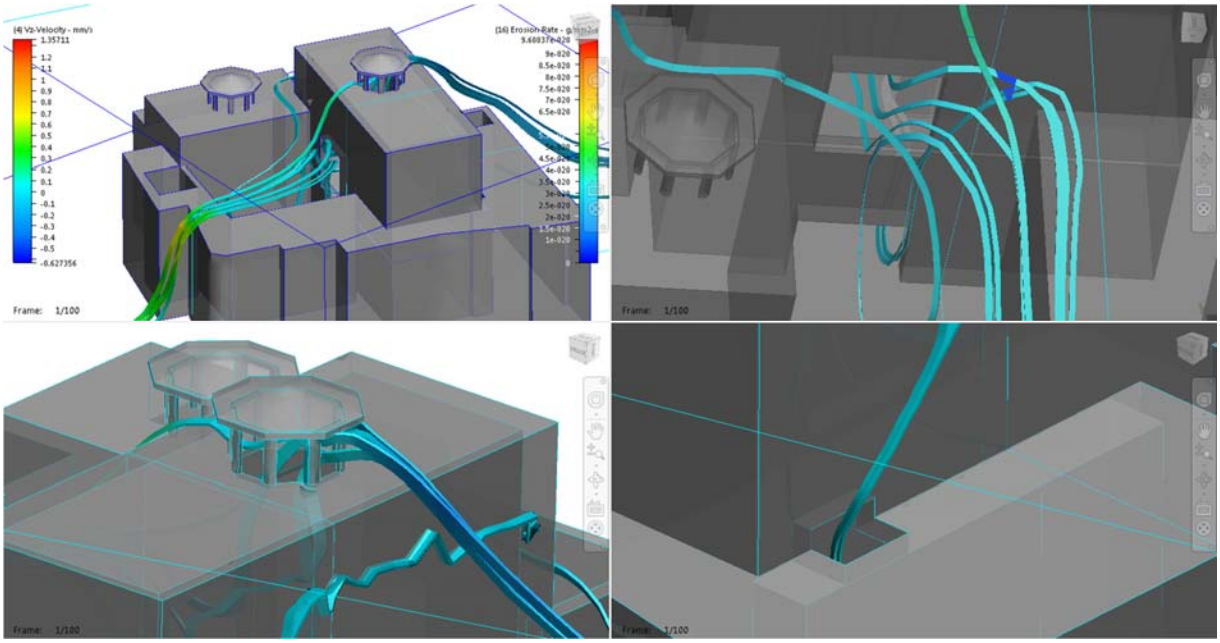
تعرف التهوية بشكل عام على انها عملية تبديل للهواء الفاسد الموجود داخل المبنى وتهدف التهوية الى إيجاد جو داخلي مريح للأشخاص المتواجدين داخل حيز معين سواء كان منزل او مكتب او ورشة فنية ، اما التهوية الطبيعية فهي التي تعتمد بشكل كلي على التغيرات في العناصر الطبيعية المحيطة بالمبنى كحركة الرياح والتضليل ودرجات الحرارة ، وذلك من خلال توجيه المبنى واختيار المكان المناسب لفتحات التهوية فيه.

اولا : دراسه حركه الهواء علي برنامج استخراج التهويه علي منطقه مصر الفاطميه

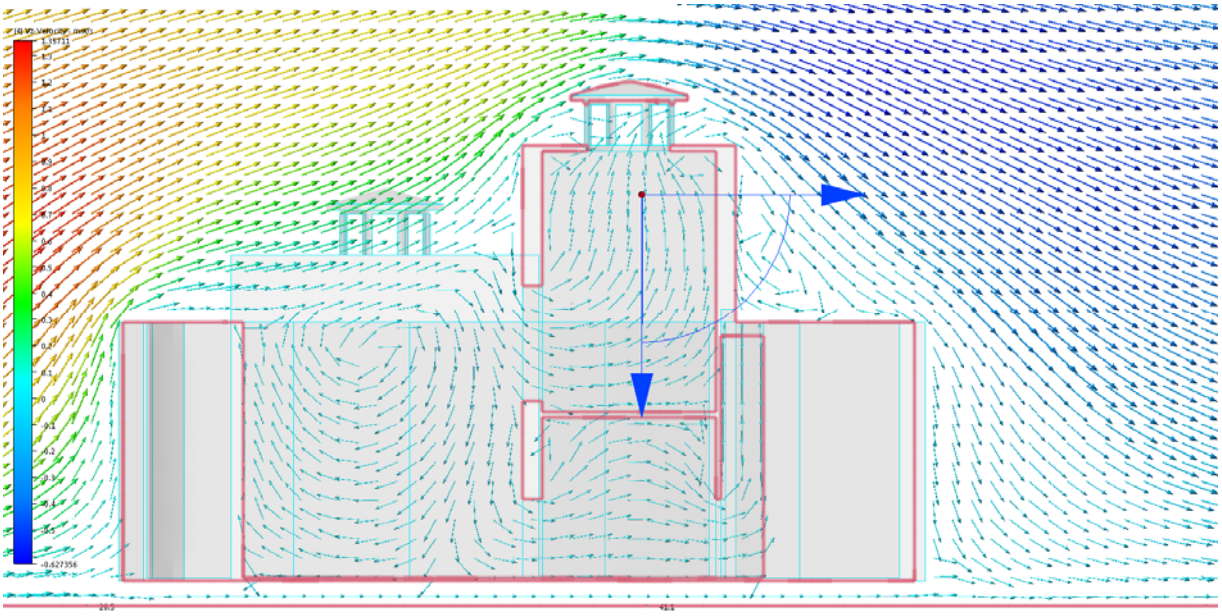
استخدام claimant consultant وتم توضيح حركه الهواء شماليه غربيه (الرياح المحببه)



الشكل 3.4: حركة الهواء شماليه غربيه



الشكل 3.5: صورة تحليليه حركة الهواء



الشكل 3.6: قطاع تحليلي لحركة الهواء

حركه الاسهم توضح مامدي استغلال صحن البيت في عمل التهويه وتغير طبيعيه الهواء وتجديده واخراج الهواء من الطرف الاخر للمبني عن طريق الشخشيخه .

المراجع:

- E, Krygiel & B. Nies. Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling. Retrieved from: http://bimarabia.com/os/?p=27073.
- A.AL Ajaily, التهوية الطبيعيه في المباني Retrieved from: http://mirathlibya.blogspot.com.eg/2010/09/blog-post 22.html
- الاستفادة من تقنيات التهوية الطبيعية في المباني الخضراء. Retrieved from: https://www.ts3a.com/bi2a/?p=554
- USGBC, GREEN BUILDING & LEED CORE CONCEPTS GUIDE, 1ST EDITION.
- MEINHOLD,B, Zaha Hadid's Petroleum Research Center (Ironically) Aims For LEED Platinum. Retrieved from: https://inhabitat.com/zaha-hadids-petroleum-research-center-ironically-aims-for-leed-platinum/
- Umaya. The Sustainable City, 2017. Retrieved from: http://umayalighting.com/projects/sustainable-city