هـنـدسـة الـطـاقة الـجديـدة والمتجددة

NEW AND RENEWABLE ENERGY ENGINEERING

الهندسة المعمارية

ARCHITECTURAL ENGINEERING

تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق كفاءة إدارة الطاقة بالمباني

أ.د/أكرم فاروق محمد عبد اللطيف
أستاذ دكتور بقسم الهندسة المعمارية
جامعه عين شمس-مصر
dl@drakram.com

أ.م.د/حازم محمد طلعت الدالي
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية
جامعه عين شمس-مصر
hazemeldaly@yahoo.com

د/ هالة عبد المعز محمد الأمين
مدرس بقسم الهندسة المعمارية
المعهد التكنولوجي العالي فرع ٦ أكتوبر - مصر
Hala_waheed2004@hotmail.com

م/ أسماء محمد علي محمد
معيدة بقسم الهندسة المعمارية
المعهد التكنولوجي العالي فرع٦ أكتوبر-مصر
Arch.asmaamohammed90@gmail.com

ملخص البحث

تكنولوجيا النانو ليست مجرد تكنولوجيا عادية فهي مجال تكنولوجي متنوع يغطي العديد من التطبيقات في المجالات المختلفة ، خاصةً في قطاع التشييد و البناء . فقد قدمت تكنولوجيا النانو العديد من التطبيقات التي ساعدت علي تطور مجال العمارة بتقديم حلول للعديد من المشكلات المعمارية من خلال تحسين خواص المواد الهيكلية (خرسانة – حديد- خشب) و توفير مواد هيكلية جديدة ذات متانة و قوه عالية ، و كذلك ساعدت علي تطوير المواد الغير هيكلية(الزجاج-الطلاءات-مواد العزل... و غيرها) .

ساعدت تكنولوجيا النانو كذلك في تحقيق كفاءة إدارة الطاقة من خلال الإستخدام الفعال للطاقة بتقديم حلول جديدة في مجالات ترشيد ، تخزين ، و إنتاج الطاقة للحفاظ علي الطاقه و الإعتماد بشكل أكبر علي مصادر الطاقه النظيفة و المتجددة

تلقي الورقة البحثية الضوء علي تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال إدارة الطاقة في المباني من خلال دراسة تحليلية لعدد من حالات الدراسة التي استُخدمت فيها تطبيقات النانو المتطورة للمساهمة في تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين فقد قدمت تكنولوجيا النانو مواد عزل ذات خواص مميزة ساعدت علي عزل المبني بشكل جيد لتحقيق بيئة داخلية مريحة للمستخدمين ، كذلك قدمت تكنولوجيا النانو إضاءات تستهلك كمية قليلة جداً من الطاقة وذات كفاءة عالية ؛ مما ساعد علي إمكانية ترشيد الطاقة في المباني ، .

بالإضافة إلي ذلك قدمت تكنولوجيا النانو تطبيقات عديدة لتخزين الطاقات لإستخدامها فيما بعد في حين الإحتياج اليها . و أخيراً يتم التطرق إلي تطبيقات تكنولوجيا النانو في إنتاج الطاقه من مصادر الطاقة المتجددة كالشمس و الرياح، و الحلول المبتكرة التي تقدمها تكنولوجيا النانو من خلال توليد الطاقة من الصوت و الحركة.

الكلمات الدلالية: عمارة النانو- النانو و الطاقة - المواد الذكية - المواد النانوية الخضراء.

المقدمة

إدارة استهلاك الطاقة هي عملية الرصد والمراقبة والحفاظ على الطاقة في مبنى أو مؤسسة لتحقيق الاستخدام الحكيم والفعال للطاقة للوصول لأقصى قدر من الأرباح. و تعرف كذلك بأنها استراتيجية ضبط وتحسين الطاقة بإستخدام الأنظمة والإجراءات المختلفة لتخفيض احتياجات الطاقة وخفض التكاليف. و تهدف الإدارة الفعالة للإستهلاك الطاقه إلي تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف{١٠}.

توفر تكنولوجيا النانو القدرة على تعزيز كفاءة و ادارة استخدام الطاقة في المباني من خلال تقديم حلول جديدة من خلال:

- ترشيد استهلاك الطاقة.
- تخزين الطاقة.
- توليد الطاقة .

و تتميز تطبيقات النانو في مجال الطاقة بالاتي:

١) الحفاظ علي الطاقة : عن طريق الاستفادة المثلى من الطاقة لتحقيق زيادة كفاءة استهلاك و تخزين الطاقة وتوليدها ، فاستخدام المواد النانوية يساعد علي عدم اهدار الطاقة والتحكم بها في المباني.

٢) صديقة للبيئة : تقنية النانو يمكن أن تساهم في الحد من الآثار البيئية لمصادر الطاقة الملوثة و تساعد علي الاعتماد علي مصادر الطاقة النظيفة.

٣) منخفضة التكلفة : استخدام تكنولوجيا النانو يمكن أن تقلل من تكلفة إنتاج الطاقة وتوزيعها وتخزينها،حيث تتميز بتقليل كمية المواد المستخدمة دون المساس بكفاءتها.

٤) توفر امكانية التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة:فتطبيق تكنولوجيا النانو في قطاع الطاقة يمكن أن يسهل من الانتقال من الوقود الأحفوري إلى الطاقة المتجددة {١٩}.

٢- ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو

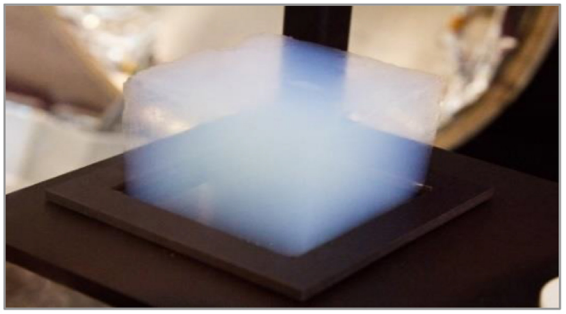
ساهمت تكنولوجيا النانو في طرح العديد من التطبيقات لترشيد استهلاك الطاقة من خلال تقديم مواد عزل متطورة و اضاءات موفرة للطاقه لحل مشاكل زيادة استهلاك الطاقة في المباني .

٢-١ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام مواد العزل المعالجة بتقنية النانو

العزل الحراري هو أحد الجوانب الرئيسية لتحقيق ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني حيث يوفر من إستهلاك المكيفات و غيرها من وسائل الطاقة التي يتم إستهلاكها لأغراض التدفئة و التبريد لتوفير راحة حرارية داخل الفراغات المختلفة ،فتكنولوجيا النانو ساعدت علي ظهور مواد عزل حراري متقدمة و قوية ومستدامة و رقيقة السماكة. فتطبيق مواد العزل الحراري التقليدية مثل الصوف الزجاجي يتطلب زيادة سمك الحوائط لتحقيق متطلبات كفاءة الطاقة، وتعتبر مادة الهلام الهوائي و الواح العزل المفرغة أفضل حلول للعزل في المباني .

٢-١-١ الهلاميات الهوائية (Aerogel)

الهلاميات الهوائية هي مواد عالية المسامية وقليله الكثافة ، تتألف الهلاميات الهوائية من ٩٠ الى ٩٩,٨% هواء وكثافة بين ٣ الى ١٥٠ ملجم / سم٣، وتكون بحالة جامدة مشابهه للهلام كما بالشكل (١) مع اختلاف أن الهواء حل محل السائل. وبسبب طبيعتها الشبه شفافة تُلقب الهلاميات الهوائية بالدخان المثلج ،والدخان الجامد , والدخان الازرق. أول من اكتشفها العالم كيستلر في عام ١٩٣١ وتعتمد فكرة تصنيعها على احلال الهواء محل السائل السيليكونى المستخدم فى التحضير{١}.



شكل (١) مادة الهلام الهوائي النانوية{٢٣}.

تتميز الهلاميات الهوائية بالآتي:

١) عوازل حرارية استثنائية لما لديها من صفات خارقة في منع انتقال الحرارة بطرقه الثلاث (التوصيلية والتصعيدية والإشعاعية)، فاحتجاز الهواء الموجود في المسامات يجعله غير قادر على الحركة والدوران وينتج عن ذلك كبت لانتقال الحرارة بالطريقة التصعيدية، وتعتبر هلاميات السليكا عازل جيد لسريان الحرارة بالتوصيل لأن السليكا موصل ضعيف للحرارة، وتمنع هلاميات الكربون انتقال الحرارة الاشعاعية بسبب خاصية الكربون في امتصاص الاشعة تحت الحمراء. وُتعد هلاميات خليط السليكا والكربون العوازل المثالية في وقف سريان الحرارة كذلك تتميز بانها عازل جيد للصوت. تصل كفاءة عزل الهلاميات الهوائية إلي ٢-٨ مرات أكبر من مواد العزل التقليدية. ويوضح الشكل (٢) مقدرة طبقة رقيقة من هلاميات الهواء في منع انتقال حرارة شعلة ملتهبه{١}.

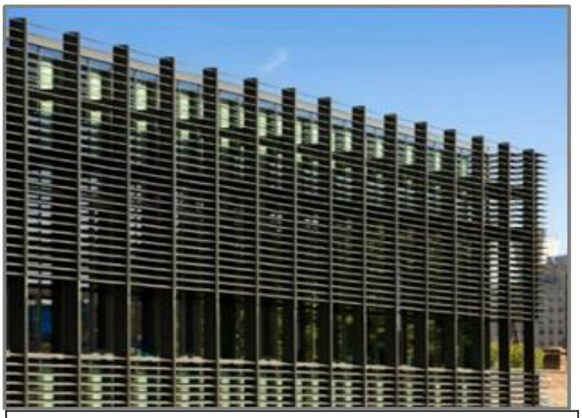
٢) كثافتها قليلة حيث ان كثافتها أقل ١٠٠٠ مرة من الزجاج.

٣) خفة الوزن حيث أن بعض الأنواع منها أقل وزنا من الهواء.

٤) تتميز بالشفافية حيث أن شفافيتها قريبة إلى حد ما من الزجاج كما انها تساعد على انتقال ضوئي جيد لأنها شفافة لذلك تستخدم في الغلاف الخارجي للمباني{١}.

شكل (٢) المقدرة الخارقة لهلاميات الهواء في منع انتقال حرارة شعلة ملتهبة{٢٣}.

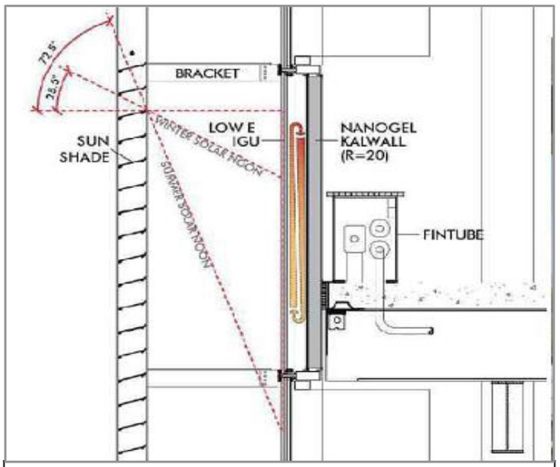
مبني جامعة و معرض يل للنحت Yale Sculpture) Building and Gallery)	
المصمم	كيران تيمبرليك Kieran Timberlake
الوظيفة	مبني جامعي تعليمي و معرض
المـــوقع	مدينة نيو هيفن(New Haven) – الولايات المتحدة الامريكية
تـــاريخ الإنجاز	٢٠٠٧
المواد النانوية المستخدمة	مادة الهلاميات الهوائية العازلة للحرارة(Aerogel)، زجاج منخفض الانبعاث(LOW-E glass)



شكل(٣) مبني جامعة و معرض يل للنحت {٢٩}.

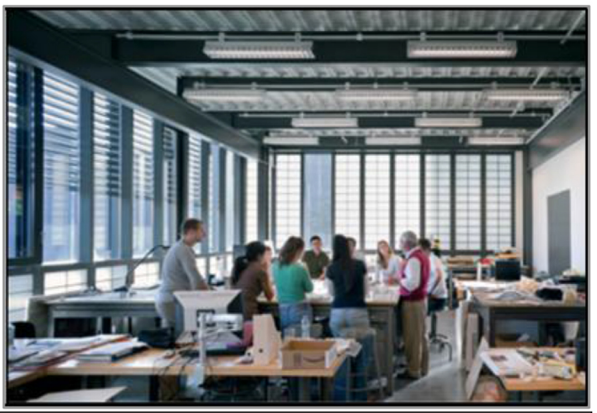
يبلغ مساحة المبني (٤٧٣٨م٢) يحتوي المبني علي ثلاثة طوابق بها الأستديوهات التعليمية و يتكون كذلك من دور علوي تتم فية مزاولة جميع الأنشطة الفنية بالبدروم الفصول الدراسية و الفراغات الإدارية.

تحليل المناخ الذي أتم إجرؤة على الموقع أشار الي وجود تفاوت موسمي كبير مما يتسبب في زيادة أحمال التدفئة خلال الشتاء والتبريد في الصيف بصورة ملحوظة؛ ما أدي الي الحاجة لتصنيع حوائط ستائرية شمسية فريدة من نوعها كما بالشكل(٣)، فعمل المصمم مع شركة SCHUCO و Kalwall لتطوير نظام الجدار الذي يدمج بين التظليل الشمسي و الحفاظ علي نفاذية ضوء الشمس .وقد قام المصمم بتصميم حائط ثلاثي يتكون من الواح زجاجية منخفضة الانبعاث (Low-E glass) في الخارج و تجويف بسمك ٣ بوصة و الواح (Kalwall Panel) مليئة بمادة الهلام الهوائي النانوية العازلة بسمك ٢,٥ بوصة كما بالشكل (٤) حيث يقوم التجويف علي الحد من الإشعاع الشمسي من خلال الاحتفاظ بالهواء الدافيء بواسطة العزل بمادة الهلام الهوائي الايروجيل فاما أن يستخدم داخلياً في أشهر الشتاء أو ينعكس إلي الخارج خلال الأشهر الدافئة مما يخلق عازل حراري فعال، وكذلك استخدم كاسرات شمس بالواجهة الجنوبية و الجنوبية الغربية ، مما يساعد في التحكم في درجة الحرارة في الفراغات الداخليه وقد حاز المبني علي شهادة LEED البلاتينية {١٢} {٢٩}.



شكل(٤) قطاع بالحوائط الستائرية بالمبني{١٢}.

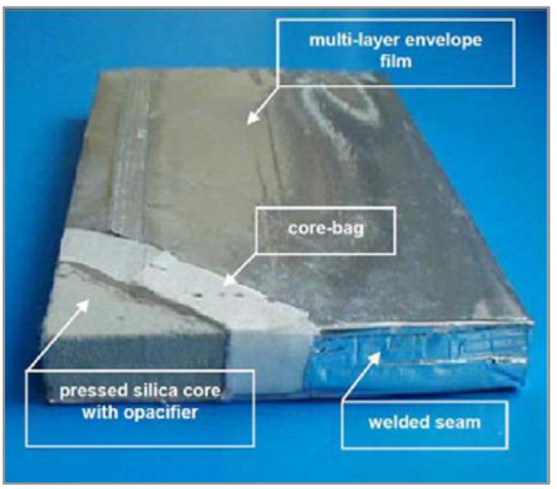
كذلك ساعدت الالواح المليئة بمادة الهلام الهوائي علي زيادة نفاذ الضوء المرئي بنسبة ٢٠% كما بالشكل (٥) ؛ مما يساعد علي الاستفادة من الضوء الطبيعي و الحد من انتقال الحرارة ، و تقليل استهلاك الطاقة سواء للتبريد أو للاضاءة {٢٩} .



شكل (٥) الإضاءة الطبيعية بالمبني {١٢}.

٢-١-٢ الواح العزل المفرغة Vacuum insulation panels (VIPS)

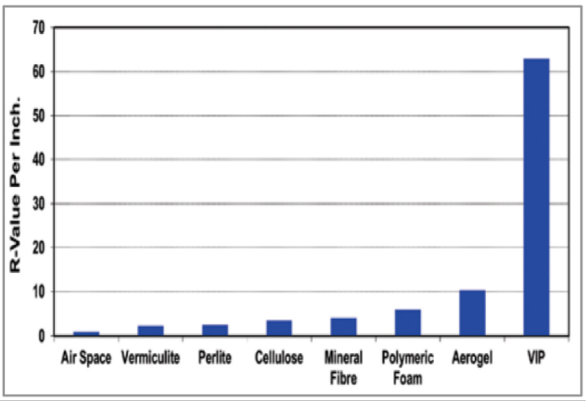
يمكن وصف مادة VIP بأنها مادة مسامية وضعت داخل غلاف متعدد الطبقات إما ان يكون ورق من المعدن السميك أو حاجز من البوليمر المعدني متعدد الطبقات لتوفير الحماية ضد الضغوط البيئية كما بالشكل (٦)، و يتم إدخال مادة مجففة داخل القلب لكثف الغازات والأبخرة المائية التي قد تخترق الواح العزل المفرغة من خلال الحاجز المغلف وتحتوي على فراغات داخلية تمنع انتقال الحرارة {٣}.



شكل (٦) مخطط توضيحي لمكونات مادة VIP {٤}

و تتميزالواح العزل المفرغة بالآتي:

- توفر الواح العزل المفرغة العزل الحراري بشكل كبير أكثر من غيرها ما يصل الى عشر مرات أكثر كفاءة حرارياً من مواد العزل الحراري التقليدية كما بالشكل(٧) وذلك لمقاومتها الحرارية المرتفعة و بسمك رقيق جدا.



شكل(٧) مقارنة بين المقاومة الحرارية (R-Value) لمواد العزل المختلفة.{١٤}

- مثالية لرفع مستوى العزل أثناء أعمال التجديد في المباني القائمة دون زيادة سمك الجدران او التأثير علي كمية الإضاءه الطبيعية لطبيعة سماكتها الرقيقة (١٠ ملم إلى ٢٥ ملم).
- تحقق أداء جيد على المدى الطويل على مدى عمر المبنى.
- يمكن إعادة تدويرها بعد نهاية عمرها الافتراضي {١٤}.

ولكن هناك بعض العيوب للألواح (VIP) منها:

- أكثر تكلفة من العزل الحراري التقليدي المستخدم في تغليف المباني علي الرغم من ان هناك العديد من الجهود المبذولة لخفض تكلفتها.
- لا يمكن قطعها أو حفرها على على عكس مواد العزل التقليدية فيجب التعامل مع الفتحات التي يمكن ان تتواجد السقوف والجدران باستخدام لوحات بفتحات محددة مسبقاً من خلال الجهه المُصنعه ، وتتواجد في الاسواق

بشكل غير مربع منتظم مما قد يتسبب في تواجد جسور حرارية.

- قلة المتانة : فألواح العزل المفرغة أذا تعرضت لاي ثقب بها يقلل قدرتها علي العزل الحراري .
- يتم حمايتها بوضع مادة عزل اخري مثل (البولي يوريثان) مما يتسبب في زيادة سمكها.
- زيادة وزنها: كثافتها من ١٥٠-٢٥٠ كجم/م٣، مما يجعلها أثقل من غيرها من المواد العازلة{٤} {٣٢}.

مبني (Seitzstrasse mixed-use building)	
المصمم	مارتن بول (Martin Pool)
الوظيفة	مبني سكني إداري
المــوقع	ميونخ -ألمانيا
تــاريخ الإنجاز	٢٠٠٤
المواد النانوية المستخدمة	الواح العزل المفرغة (VIP)

شكل(٨) واجهة مبني Seitzstrasse {٣٧} .

يتكون المبني من سبع طوابق أول ثلاث طوابق اداري و باقي الطوابق سكنية ويوجد طابقين بدروم جراجات. و قد كانت متطلبات المباني منخفضة الطاقة و موقع المبني التحدي الأول للمصمم لتشييد مبني سكني اداري منخفض للطاقة ، و قد تم استخدام الواح العزل المفرغة بابعاد ٤٥ × ٢٠٠ سم و سمك ٢م باجمالي ٨٥٠ متر مربع في الجدران و النوافذ و السطح كما بالشكل(٩) لتحقيق اكبر قدر للعزل الحراري {١٥}.

شكل(٩) الواح(VIP) بحوائط و سقف المبني {٣٣}.

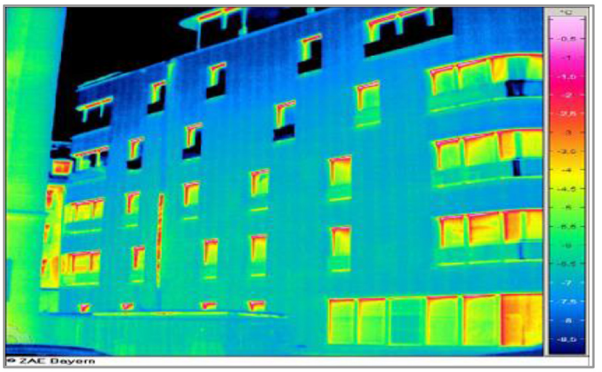
يعتبر المبنى مبني ابتكاري لسببين:-

- هو أول مبنى ضخم معزول تماما مع ألواح العزل فراغ (VIP). حيث تصل كفاءتة أكثر ١٠ مرات من المواد التقليدية. و جعل سمك الحائط رقيق وساعد ذلك علي زيادة المساحات القابلة للاستخدام بالمبني بنسبة ١٠%.
- هو أول مبنى في وسط مدينة ميونيخ يحقق انخفاض فائق في استهلاك الطاقة (حمولة التدفئة ٢٠ كيلووات / م٢) ،حيث تستهلك المباني المثيلة لة في المدينة (حمولة التدفئة ٢٠٠ -٣٠٠كيلووات / م٢) من خلال استخدام نظام سلبي لترشيد الطاقة (الواح العزل المفرغة).

وقد تم التأكد من سلامة كل لوحة من الواح العزل المفرغة من خلال مع استشعار (VA-Q-VIP) لبيان وجود أي فراغات بالعزل و تصنيفها إلكترونيا قبل تغطية الواح العزل المفرغة بطبقة واقية من البولي يوريثان كما بالشكل(١٠) {١٥}.

شكل (١٠) اختبار ومراقبة ضغط الغاز بالواح العزل المفرغة من خلال جهاز "va-Q-check" {٣٣}

وقد تم عمل محاكاة للمناطق الحرارية للمبني وقد تبين عدم وجود أماكن احتباس حراري بالمبني الا في مناطق محدودة كما بالشكل(١١) و التي غالبا ما تكون عند حواف النوافذ{١٥}.



شكل(١١) عمل محاكاة لاماكن الاحتباس الحراري بالمبني بعد استخدام (VIP) {١٥}.

٢-٢ ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام الإضاءة المعالجة بتقنية النانو

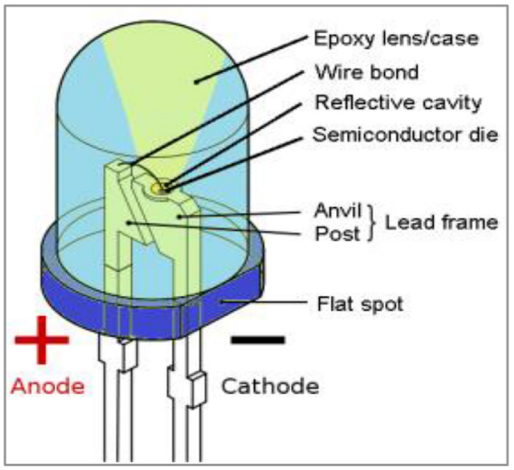
تستهلك الإضاءة كمية كبيرة من الطاقة في المباني حيث يصل استهلاك الطاقة بالمباني الي ١٩٪ من إجمالي استهلاك الطاقه المولدة طبقاً لوكالة الطاقة الدولية لعام ٢٠٠٦(IEA 2006) {٧}.

فكانت هناك حاجة لاكتشاف أساليب جديدة تساعد علي تقليل كمية الطاقة المستهلكة في الإضاءة ، و قد قدمت تكنولوجيا النانو العديد من التطبيقات في مجالات الاضاءة لترشيد الطاقة المستهلكة في الاضاءات بالمباني .

٢-٢-١ الصمام الثنائي الباعث للضوء light-emitting diode(LED)

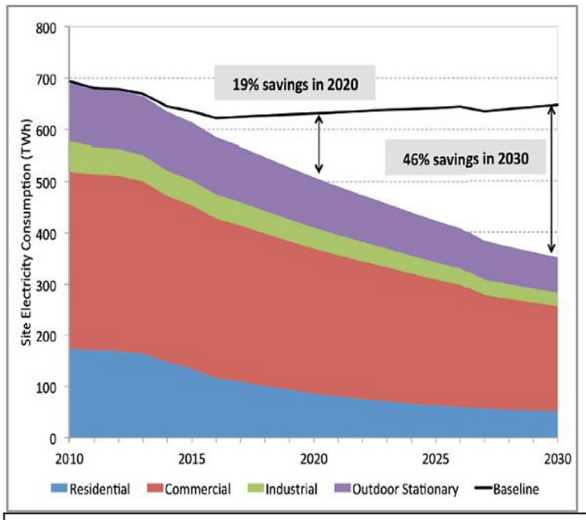
الصمام الثنائي الباعث للضوء عبارة عن لمبة ضوء الكترونية اي لا تحتوي على فتيلة ولا تسخن كما في المصابيح الكهربية. فهي تصدر الضوء من خلال حركة الالكترونات في داخل مواد من اشباه الموصلات والتي يمكن أن تكون مصنوعة من العديد من المواد، وهو ما يعني أن الفوتونات يمكن أن تنتج في مجموعة متنوعة من الألوان{٢٢} .

والشكل (١٢) يوضح تركيب الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) .



شكل(١٢) تركيب الصمام الثنائي الباعث للضوء{٣٦}.

وقد بين تقرير وزارة الطاقة بالولايات المتحدة لتوفير الطاقة المحتملة من استخدام إضاءات الحالة الصلبة (Solid-State Lighting) أن هناك إمكانية توفير الطاقة من الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) كما بالشكل (١٣) فمن المتوقع ان يصل التوفير في الطاقة نتيجة استخدام الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الي ١٩% في عام (٢٠٢٠)،٤٦% في عام (٢٠٣٠) {٢٠}.



شكل(١٣) توفير الطاقة من استخدام الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) منذ عام (٢٠١٠) حتي عام (٢٠٣٠) {٢٠}.

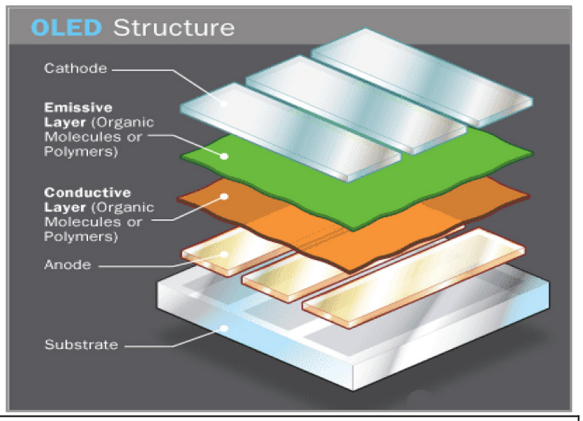
مبني المركز المائي الوطني (مكعب بكين المائي)	
المصمم	الشركة الصينية للهندسة و الانشاءات (CSCEC)، أروب المجموعة الهندسية الدولية(Arup)، المكتب الهندسي الأسترالي (PTW Architects)
الوظيفة	مبني رياضـــي
المـــوقع	بكين –الصين
تـــاريخ الإنجاز	بداية الانشاء ٢٠٠٣ و الانتهاء ٢٠٠٨
المواد النانوية المستخدمة	الصمام الثنائي الباعث للضوء (Nano LED)

شكل(١٤) اضاءات مختلفة للواجهه مبني مكعب الماء باستخدام الصمامات الثنائية الباعثة للضوء النانوية {٢٧}.

مبني المركز الوطني المعروف باسم مكعب المياه هو مركز العاب مائيةويلقب "بالمكعب المائي" نظرا لان هيكله متوازي مستطيلات. يبلغ ارتفاعه ٣٠ متر و مساحتة ٧٠ ألف متر مربع ووزنة ٦٥٠٠ كجم ، ويعكس الشكل الخارجي للمبني وظيفتة حيث يشكل واجهات المبني شكل فقاعات الصابون فيتكون من ٤٠٠٠ فقاعه مصنوعة من مادة بلاستيكية قوية تسمى إيثيل تترا فلورو الإيثيلين (ETFE) ، كل وحدة تحتوي علي وحدات ثنائية باعثة للضوء لعرض لملايين من الألوان المختلفة من خلال احتوائها علي صمامات باعثة للضوء (Cree XLamp) والتي توفر ما يصل إلى ٦٠٪ من الطاقة التي يستهلكها اضاءة الفلورسنت التقليدية، فيحتوي المبني علي ما يقرب من ٤٤٠,٠٠٠ من الصمامات الباعثة للضوءوقد صممها المصمم تشنغ جيان وى (Zheng Jianwei) و يتم التحكم بها من خلال الحاسب الآلي {٢٧} {٣٥}.

٢-٢-٢الصمام الثنائي العضوي الباعث للضوء Organic Light Emitting Diodes (OLED)

هذه التقنية عبارة عن وحدات إضاءة مسطحة رقيقة جدا بسمك لايزيد عن ١ ميكرومتر تتميز بخفة وزنها حيث تحتاج إلى عدد أقل من مواد التصنيع ولاتصدر حرارة عند تشغيلها و تسمى هذه الثنائيات الباعثة للضوء بجيل الإنارة الباردة حيث تحول الطاقة الكهربائية مباشرة الى ضوء وذلك باستخدام جزئيات صغيرة من البلورات حيث يتفرق الضوء على سطح الوحدة وينتج عنها ضوء اكثر وهذا يزيد من فعالية هذه الثنائيات وحفاظها على الطاقة لعدم إهدارها للطاقة في اصدار حرارة وإنما تحويل القسم الأكبر منها إلى ضوء، كما تمتاز بحياة أطول من حياة المصابيح التقليدية. تتكون الصمامات الثنائية العضوية الباعثة للضوء من طبقة واحدة علي الاقل ينبعث منها الضوء (طبقة باعثة) مصنوعة من مواد أشباه الموصلات العضوية وهي عبارة عن عدة طبقات كل منها بسماكة تصل إلى ١٠٠ نانومتر و تتواجد بين قطبين كما بالشكل (١٥) {٦}.



شكل(١٥) مكونات الصمامات الثنائية العضوية الباعثة للضوء{٣٤} .

يمكن للضوء ان يشع في اتجاه واحد أو كلا الاتجاهين، و كذلك يمكن استخدامها على أسطح مرنة وقابلة للطي كما بالشكل(١٦) {٩}.

شكل(١٦) مرونة و رقة سماكة الصمامات الثنائية العضوية الباعثة للضوء {٢٦}.

٣- تخزين الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو

تخزين الطاقة هو آلية للاحتفاظ بالطاقة بحيث يمكن استخدامها لاحقاً، فتقنيات تخزين الطاقة تقوم بإمتصاص الطاقة وتخزينها لفترة من الوقت لحين احتياجها. فتكنولوجيا النانو لديها الكثير لتقدمه في مجال تخزين الطاقة، فبفضل تكنولوجيا النانو تمكن من زيادة كفاءة تخزين الطاقات بأشكال مختلفة مثل تخزين الطاقة الكهربائية من خلال البطاريات و المكثفات النانوية المتقدمة كذلك تخزين الطاقة الكيميائية من خلال تخزين الهيدروجين بالإضافة إلي تخزين الطاقة الحرارية، والتي تلعب دوراً هاما للتقليل من الحاجة إلى التدفئة والتبريد في المباني {١٧}.

٣-١ مواد متغيرة الطور Phase change materials (PCMs)

من المعروف ان هناك فرقا كبيرا في درجات الحرارة بين الليل والنهار أو فصول السنة في الكثير من البلاد، انتج هذا الفرق تفاوتا كبيرا في الطلب على الطاقة الكهربائية مما ادى الى العجز في تلبية الطلب على الكهرباء ولاسيما عند ساعات الذروة .وقد بذل المهتمون في هذا المجال جهدا لايجاد افضل الطرق لتخزين الطاقة لحل مشكله زيادة الطلب على الكهرباء . لذلك اتجه الباحثون الى مواد متغيرة الطور ؛ وذلك بسبب امتلاكها محتوى حراري مرتفع فمن خلال التحول الطوري لها التي يمكن استعمالها مع مواد البناء لتعمل كخازنات للطاقة وتقوم بمعالجة الطلب غير المنتظم على الكهرباء ومن ثم يمكن عدها احد المصادر للطاقة المتجددة{٢}.

المواد متغيرة الطور (PCMS) هي المواد التي لها القدرة علي تغيير السعة الحرارية الخاصة بها تبعاً لدرجات الحرارة المحيطة. ويتم تحقيق هذه الميزة عن طريق تخزين الطاقة في شكل حرارة كامنة في المواد، حيث يتغير طور المادة من الحالة الصلبة الي الحالة السائلة والعكس بالعكس مثل تحويل الثلج إلى الماء ،وتصنع هذه المواد من مواد ذات سعة حرارية كبيرة مثل البارافين و الهيدرات الملحية ويبلغ قطر كريات البارافين ٢٠:٢نانومتر ،و طبقا للحرارة النوعية لهذة المواد فإن مرحلة التحول للمواد متغيرة الطور بين ٢١ : ٢٣ درجة مئوية خلال الشتاء ، وفي أثناء الربيع والخريف يكون اكتساب الطاقة الشمسية خلال النهار اثناء ذروة درجات الحرارة المحيطة تكون كافية لإذابة (PCM) خلال النهار ، و أثناء المساء يمكن أن تكون درجة الحرارة المحيطة منخفضة بما يكفي لتصريف الطاقة المخزونة لتحقيق وفورات في تكلفة الكهرباء للتبريد او تدفئة الفراغات و يمكن دمج المواد متغيرة الطور مع الخرسانة و الحوائط دون زيادة وزن وحجم الحوائط، كذلك يمكن دمجها مع الاسقف و الارضيات و الزجاج{١٣}.

مساكن رعاية المسنين Sur Falveng	
المعماري	ديتريش شوارتز Dietrich Schwarz
وظيفة المبني	دار مسنين
الموقع	مدينة زيورخ ، سويسرا
تاريخ الإنجاز	٢٠٠٥
المساحة	١٤٠ م ٢ زجاج بالواجهات
المواد النانوية المستخدمة	مواد نانوية متغيرة الطور (الزجاج مخزن الحرارة GlassXcrystal glazing)

شكل(١٧) واجهة مبني "Sur Falveng " حيث تظهر تغطية الواجهه بالزجاج متغير الطور{١١} .

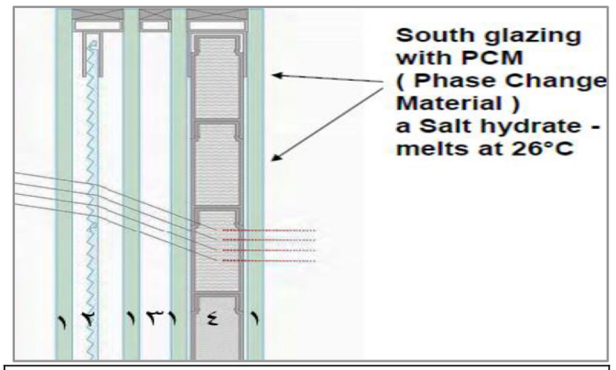
يتكون المبني من ٢٨ شقة مطلة علي مجموعة من الحدائق ويتميز المبني بضبط درجات الحرارة الداخلية ذاتياً ويرجع ذلك إلي استخدام مواد متغيرة الطور (PCM) في الواجهة الجنوبية للمبني والتي تمتص الحرارة خلال النهار و تطلقها خلال ساعات الليل في دوامة لا نهاية لها. حيث يُستخدم الزجاج (GlassXcrystal) فهو يمثل جدار زجاجي غير عادي، حيث يتميز بالعزل و الشفافية، و الحماية ضد ارتفاع درجة حرارة الصيف، والتخزين الحراري. وهذا الجمع بين خصائص الزجاج في الواجهة مع تلك الجدارن التي تحتوي على مادة متغيرة الطور في حاويات مغلقة فيكون الوح الزجاجي شفاف عندما يذاب مواد التعبئة أثناء ارتفاع درجة حرارة الصيف وبالتالي تخزين الحرارة و حليبي أبيض عندما تكون مجمدة حيث تتصلب في فصل الشتاء ، مما يوفر الوظيفة الجمالية و توفير الاتصال بالخارج. وتنظيم درجة الحرارة في الفراغات الداخلية باستخدام نظم سلبية من خلال تخزين الحرارة الكامنة؛ مما أدى إلى تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة الناتجة عن التدفئة والتبريد. و يتكون الزجاج من عدة طبقات كما بالشكل(١٨) كما يلي:

١) أربعة الواح من زجاج الأمان، كل منها ٦ مم.

٢)لوح منشور ٦ مم في تجويف الزجاج المزدوج (٢٠ ملم) مليء بغاز.

٣)تجويف زجاج مزدوج (١٢ ملم) مملوءة بغاز خامل.

٤)تجويف (٢٢ملم) من مادة متغيرة الطور (PCM) بسعة تخزينية تبلغ ١١٨٥كيلو واط ساعة / متر مربع {١١}.



شكل(١٨) مكونات الجدار الزجاجي المخزن للطاقة بالمبني{١١} .

٤- إنتاج الطاقه باستخدام تكنولوجيا النانو

إن تحديات و مشكلات الطاقة لن يتم حلها الا من خلال البحث المستمر والاستثمار في تطوير العديد من التقنيات الجديدة، فالتقنيات المستخدمة في هذا المجال بدائية جداً و مكلفة .وقد ساعدت تكنولوجيا النانو في تقديم العديد من التطبيقات المتقدمة التي تعمل علي انتاج الطاقة اعتماداً علي مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح) وكذلك من الصوت و الحركة .

٤-١ تطبيقات النانو لتوليد الطاقة بإستخدام الطاقة الشمسية

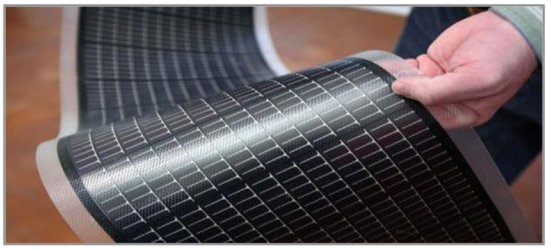
تُعد الطاقة الشمسية مصدراً للطاقة المتجددة الأكثر وفرة للطاقة ، فهي قادرة على تلبية احتياجتنا من الطاقة ، حيث توفر وسيلة فعالة واقتصادية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. وقد تم تطوير العديد من التطبيقات التي تعتمد علي تكنولوجيا النانو لإستفادة من الطاقة الشمسية لسد احتياجات الطاقة.

٤-١-١ خلايا الأغشية الرقيقة النانوية الشمسية

حتى الآن فان المشكلة الأكبر في الخلايا الشمسية التقليدية هي التكلفة العالية لإنتاجها، حيث تتطلب طبقة سميكة من السليكون المطعم بالشوائب ليمتلك معدل امتصاص للفوتونات مقبولاً، وعملية تصنيع السليكون مكلفة جداً. وقد وجد الكثير من الطرق المختلفة لتقليل التكلفة بإستخدام تقنيات إنتاج خلايا الأغشية الرقيقة و التي تتميز بالعديد من المزايا منها:

١) قلة التكلفة : فتعتمد هذه الخلايا علي الجسيمات و البوليمرات النانوية فتتميز بانخفاض تكلفة التصنيع و التركيب .

٢) المرونة : تتميز بالمرنة كما بالشكل(١٩) حيث يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات لإدماجها مع المباني و الأسطح المنحنية أو دمجها مع النوافذ حيث تأخذ شكل السطح الذي يتم تثبيتها عليه .



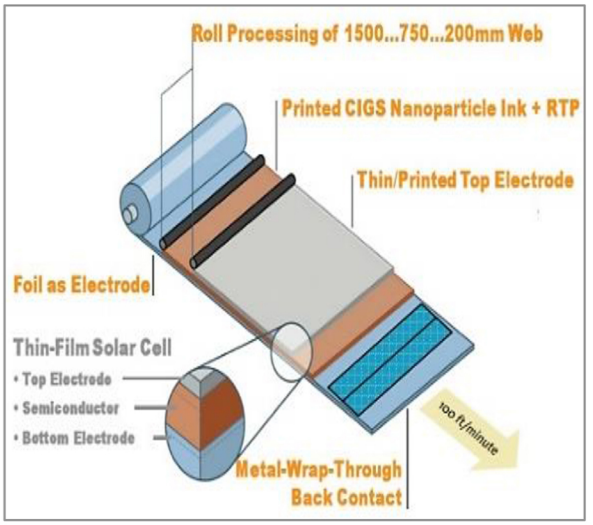
شكل(١٩) مرونة خلايا لأغشية الرقيقة النانوية الشمسية{٢٤}.

٣) توفير الطاقة: تعمل علي توليد الطاقة لتلبية احتياجات المباني من الطاقة ويتم العمل علي تطويرها لزيادة كفائتها بنسبة ٣٠% عن خلايا السيليكون التقليدية .

٤) آمنة بيئياً: تعتبر هذه الخلايا آكثر آماناً بيئياً من خلايا السيليكون التقليدية .

٥) رقة سماكتها:تتميز هذه الخلايا بأن سمكها رقيق فيمكن دمجها مع عناصر المبني لتوليد طاقة من طاقة الشمس{٩}.

وتتكون هذه الخلايا من ٥ طبقات: الطبقة السفلية من الألومنيوم, ثم طبقة رقيقة يتم الطباعة عليها من عنصر الموليبدينوم و يليهم ٣ طبقات من الحبر من مادة شبه موصلة، وطبقة تقاطع P / N، والقطب يكون من طبقة أكسيد الزنك . والشكل (٢٠) يوضح تركيب خلايا الأغشية الرقيقة النانوية{٥}.



شكل(٢٠) مكونات خلايا الأغشية الرقيقة {٥}.

مبني السفينة الشمسية(SOLAR ARK)	
المصمم	Sanyo Electric Co شركة سانيو.
الوظيفة	متحف
المــوقع	مدينة انباشي – اليابان
تــاريخ الإنجاز	٢٠٠١
المواد النانوية المستخدمة	Nano thin film solar cell خلايا الأغشية الرقيقة الشمسية النانوية

شكل(٢١) مبني السفينة الشمسية{٢١} .

يعد هذا المبني واحد من أروع مباني محطات توليد الطاقة الشمسية في العالم. فقد شُيد المبنى ليرمز للتحول إلى "مجتمع الطاقة النظيفة"، و يتواجد بداخله متحف الطاقة الشمسية.عند مدخل مبني السفينة الشمسية تظهر الأجنحة الشمسية المصنوعة من خلايا الأغشية الرقيقة الشمسية و التي تعمل علي توليد الكهرباء، يضم المبني أكثر من ٥٠٠٠ لوحاً شمسياً، وتنتج نحو ٦٣٠ كيلو واط من الكهرباء، ما يعني إنتاج ٥٣٠,٠٠٠ كيلو واط من الطاقة النظيفة سنوياً. ويبلغ عرض المبني ٣١٥ متراً و طولة ٣٧ متراً .تم تصميم واجهه المبني بشكل مائل لضمان أكثر استفادة من الأشعة الشمسية{٢١}.

٤-٢تطبيقات النانو لتوليد الطاقة بإستخدام طاقة الرياح

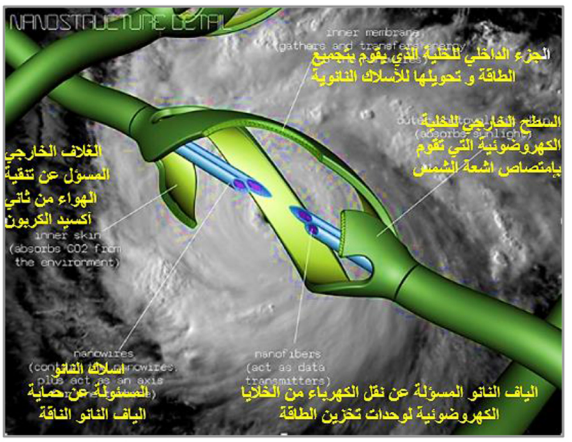
تستخدم توربينات الرياح لتحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية حيث يقوم المولد الكهربائي داخل التوربينات بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية .

ان ادماج تكنولوجيا النانو مع توربينات الرياح يساعد علي تطويرها و تحسين خواصها.

مبني غلاف النانو (Nano Vent-Skin)	
المصمم	Agustin Otegu
الوظيفة	برج متعدد الاستخدامات
المــوقع	مدينة مكسيكو – المكسيك
تــاريخ الإنجاز	مقترح
المواد النانوية المستخدمة	غلاف النانو الضوئي–الياف النانو الخلايا الشمسية – توربينات الرياح

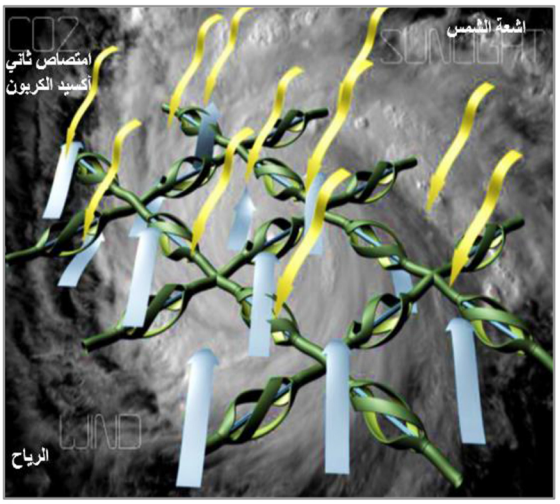
شكل(٢٣) الواجهه الخارجية لمبني غلاف النانو {٣٠}.

استخدم المعماري Agustin Otegu نهج جديد في تصميم هذا المبني فالغلاف الخارجي للمبني يتكون من توربينات الرياح النانوية (NVS) ، وهي عبارة عن مجموعة من التوربينات الصغيرة ابعادها (٢٥مم×١٠,٨مم) و التي تقوم بتوليد الطاقة من الرياح ،و تتكون وحدات (NVS) من مجموعة من الاجزاء كما بالشكل(٢٤)، فيتكون الغلاف الخارجي للوحدات من(خلايا كهروضوئية التي تقوم بإمتصاص اشعة الشمس–الياف النانو–اسلاك النانو–وحدات تخزين الطاقة) {٣٩}.



شكل(٢٤) مكونات خلايا غلاف النانو بالمبني{٣٨}.

الغلاف الخارجي للهيكل يمتص أشعة الشمس من خلال الخلايا الضوئية العضوية ويتم تحويلها إلى الألياف النانوية داخل أسلاك النانو التي يتم بعد ذلك إرسالها إلى وحدة تخزين التي تتواجد عند نهاية كل وحدة. و جميع التوربينات على الوحة تولد الطاقة من خلال التفاعلات الكيميائية في كل نهاية. وتعمل هذة التوربينات عند مرور الرياح فتقوم بالدوران حول محورها كلا علي حدي لتعمل كمنظومة متكاملة لتوليد الطاقة الكهربية من الطاقة الحركية .ولتحقيق أفضل النتائج من الطاقة، فقد تم تصميم ريش التوربينات تستطيع ان تغير اتجاهها مع او عكس عقارب الساعه حسب اتجاة الرياح حول المبني.و تقوم كذلك بإمتصاص ثاني أوكسيد الكربون من الجو باستخدام الهندسة الحيوية النانوية كما بالشكل (٢٥) {٣٨}.



شكل(٢٥) توليد الطاقة بالمبني من خلال الرياح و الشمس و كذلك امتصاص ثاني أكسيد الكربون{٣٨}.

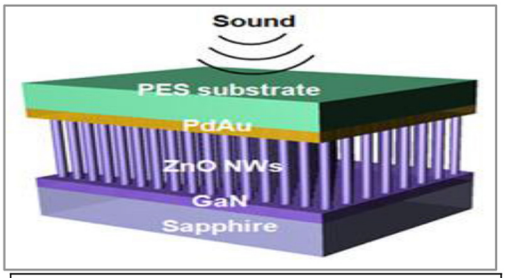
٤-٣ تطبيقات النانو لتوليد الطاقة من الصوت و الحركة

تم استكشاف عدد من النهج لأنظمة توليد الطاقة ذاتياً بإستخدام الظواهر كهرضغطية وقد أجريت بحوث مبتكرة حديثة جدا بشكل مكثف في مجال تحويل المحفزات الميكانيكية الخارجية مثل حركات الجسم ، والموجات الصوتية إلى كهرباء باستخدام تكنولوجيا النانو؛ بهدف الاستفادة من الطاقة المحيطة وتحويلها إلي طاقة قابلة للاستخدام {٣١}.

٤-٣-١اسلاك النانو الكهروضغطية لتوليد الطاقة من الصوت Piezoelectric Nanowires

قام عدد من الباحثين (جونغ مين كيم وزملاؤه Jong MinKim and his collaborators) بتحويل طاقة الصوت من الكلام أو الموسيقى أو الضوضاء الى طاقة كهربائية وذلك باستخدام المولدات النانوية و التي يحركها الصوت من خلال أسلاك أكسيد الزنك الكهرضغطية والتي تعتبر من أكثر المواد حساسة الاستجابة.

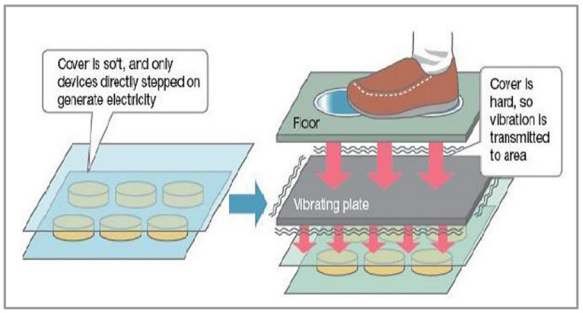
تعمل الموجات الصوتية علي اهتزاز القطب الكهربائي في الاعلي والذي يقوم بتوليد الجهد الكهربائي من خلال أسلاك أكسيد الزنك الرأسية كما بالشكل(٢٦). ويمكن استخدام هذه التقنية في الواجهات المقابلة للطرق السريعة لتولد الكهرباء من صوت السيارات المارة {٨}.



شكل(٢٦) مولد النانو الكهرضغطية التي يحركها الصوت من خلال أسلاك أكسيد الزنك النانوية{٢٥}.

٤-٣-٢ اسلاك النانو الكهروضغطية لتوليد الطاقة من الحركة

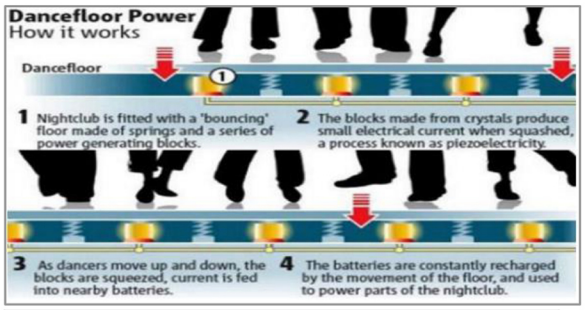
الارضيات الكهرضغطية المصنوعة من الجسيمات النانوية كهرضغطية Piezoelectric ceramic nanoparticles تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية لانهائية حيث يتم توليد الكهرباء من حركة الاقدام داخل المبني. عندما يخطو شخص على هذة الارضيات ، تقوم البلورة كهرضغطية piezoelectric crystal بعمل ضغط ميكانيكي مما يخلق الشحنة الكهربائية كما بالشكل(٢٧) ويمكن جمعها عن طريق استخدام الأقطاب الكهربائية.هذه الطاقة يمكن تخزينها في المكثفات ويمكن أن توجه الطاقة إلى المناطق التي تعاني من نقص الطاقة. و يتم توليد ٠,١ واط من شخص وزنة ٦٠ كجم عند اتخاذ خطوتين علي هذة الارضيات {٨}.



شكل(٢٧) بلاط الأرضيات المصنوعه من الجسيمات النانوية كهرضغطية{١٦}.

نادي واط روتردام Club Watt Rotterdam	
المصمم	Kossmann. dejong , Döll – Atelier voor Bouwkunst
الوظيفة	نادي ليلي
المــوقع	هولندا
تــاريخ الإنجاز	٢٠٠٨
المواد النانوية المستخدمة	توليد الطاقة من الحركة باستخدام مواد نانوية – اضاءات LED

في عام ٢٠٠٦، قام المصممين المعماريين بالتفكير في فكرة النادي البيئي. حيث تستهلك النوادي الليلية كميات كبيرة من الكهرباء وقد تم تصميم الارضيات بنادي واط والذي يسع ١٤٠٠ شخص باستخدام نوع جديد من الارضيات بصاله الرقص من خلال تجميع الطاقة المتولدة من القفزات والتحركات و تحويلها إلى كهرباء من خلال الاستفادة من التأثير الكهرضغطي لبعض المواد النانوية كما بالشكل(٢٧).



شكل(٢٧) مولد النانو الكهرضغطية التي يحركها الصوت بناء على أسلاك أكسيد الزنك النانوية{١٦}.

فعندما يرقص ويتحرك الناس يتم ضغط الخلايا بمقدار اقل من نصف بوصة لتضغط علي المواد كهرضغطية تحتها لانتاج الكهرباء؛ مما ادي الي تحقيق وفورات بنسبة ٣٠ في المائة من الطاقة اللازمة لتشغيل المبني وتبلغ تكلفة هذة الارضيات ٢٥٧,٠٠٠ $ وقال المالك السيد تيلمان Mr . Tieleman "ان هذا المبلغ المدفوع استثمار حيث سيتم استردادة من خلال حفظ الطاقة بالمبني" ويستخدم المبني كذلك المصابيح الموفرة للطاقة LED lighting كما بالشكل (٢٨) {١٨}.

شكل(٢٨) الارضيات المولدة للطاقة و المصابيح الموفرة للطاقة LED lighting بالمبني{٢٨}.

٥- النتائـج العامة و التوصيات

تم التوصل من خلال البحث الي العديد من النتائج و التوصيات.

٥-١ النتائـج

ساعدت تكنولوجيا النانو علي تحقيق ادارة استهلاك الطاقة في المباني المختلفة من خلال ما يلي :

- ترشيد استهلاك الطاقة و ذلك من خلال التطبيقات التي قدمتها تكنولوجيا النانو لتوفير العزل الجيد بالمباني لتحقيق الراحة الحرارية مثل:
  - عزل الهلام الهوائي (الايروجيل) حيت تتميز بكفاءة عزل عالية تصل إلي ٢-٨ مرات أكبر من المتاحة في مواد العزل التقليدية. كذلك ساعدت علي توفير الطاقة المستهلكة في الاضاءة نتيجة نفاذيها للضوء فيتم الاعتماد علي الاضاءة الطبيعية .
  - الواح العزل المفرغة والتي تصل كفاءتها أكثر ١٠ مرات من المواد التقليدية بالاضافة الي رقة سماكتها مما يساعد علي زيادة المساحات القابلة للاستخدام بالمباني .

كذلك ترشيد استهلاك الطاقة من خلال اضاءات الثنائيات الباعثة للضوء و الثنائيات العضوية الباعثة للضوء والتي يمكن تطبيقها علي الأسطح المرنة لقابليتها للطي.

- تخزين الطاقة و ذلك من خلال تخزين الطاقة الحرارية بالمباني باستخدام المواد متغيرة الطور حيث اثبتت نجاحها في تخزين الطاقة الحرارية لحين الاحتياج اليها مما يساعد علي توفير بيئة داخلية مريحة حرارياً للمستخدمين دون الحاجة لاستخدام المكيفات.
- توليد الطاقه من خلال خلايا الأغشية الرقيقة و كذلك من خلال توربينات الرياح النانوية مما يساهم في توفير الطاقة التي يحتاجها المبني من خلال تحويل الطاقة الشمسية لطاقة كهربية فيساعد ذلك علي عدم الاضرار بالبيئة و الاعتماد علي مصادر الطاقة النظيفة و المتجددة ، و بالاضافة لذلك قدمت تكنولوجيا النانو حلولا متطورة لتوليد الطاقة من الصوت و الحركة .

٥-٢ التوصيـات

يوصي البحث بالآتي:

- ضرورة الأهتمام بتكنولوجيا النانو من خلال عمل المزيد من الجهود و الممارسات البحثية لايجاد العديد الحلول التي يمكن ان تساعد في حل ازمات الطاقة بترشيد استخدامها و الأعتماد علي مصادر الطاقة النظيفة و المتجددة لتجنب الأضرار التي لحقت بالبيئة.
- توفير الوعي للمعماريين بتطبيقات تكنولوجيا النانو في المباني للإستفادة منها لتحسين أداء المباني و لتحقيق الإدارة الفعالة للطاقة من خلال ترشيد و تخزين و توليد الطاقة داخل المباني المختلفة من خلال التشجيع علي عقد المؤتمرات و الندوات .
- ضرورة دراسة كيفية و مدي امكانية تخفيض تكاليف المواد النانوية .

المراجـــع

المراجع العربية

{١} أسامة بن جاسم الدريهم، تطبيقات تقنية النانو في العزل الحراري، مقال منشور ، مجلة العلوم والتقنية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض، السعودية ، العدد ٨٤ ، ص ٢٧-٢٩، ٢٠٠٧.

{٢} حيدر سلمان محمد ، سميه محمد عباس، سعاد سلمان محمد، طريقة جديدة لتحضير كبسولات مايكروية لمواد متغيرة الطور المستخدمة في تقليل صرف الطاقة اللازمة لتبريد الأبنية، مجلة إبن الهيثم للعلوم الصرفة و التطبيقية، العدد ٣ ،المجلد ٢٥ ، ٢٠١٢.

المراجع الأجنبية

{3} Alam, M., Singh ,H., Limbachiya, M., Vacuum Insulation Panels (VIPs) for building construction industry – A review of the contemporary developments and future directions, Sustainable Technology Research Centre (STRC), Kingston University, Roehampton Vale, Friars Avenue, London.

{4} Alotaibi,S.,Riffat,S.,Vacuum insulated panels for sustainable buildings: a review of research and applications, International journal of energy research,2014.

{5} Ameer ,S.,et al, Nano Solar Cells: Advantages and Applications, International Journal of Electrical Electronics & Computer Science Engineering, Volume 1, Issue 5 ,PP 20-25,October 2014.

{6} Apel, P., Dubbert, W., Nanotechnology-based lighting systems: organic light-emitting diode (OLED) , Federal Environment Agency(Umweltbundesamt),November 2013, Germany.

{7} Bhusal, P , Tetri, E,and Halonen, L. ,Lighting and energy in buildings, Helsinki University of Technology, Department of Electronics, Lighting Unit, Report 47,Espoo, Finland ,2008.

{8} Elraheb, C, NanoArchitecture Generating electric power in buildings using nanotechnology, University of Alexandria, Faculty of Engineering Department of Architecture. https://www.academia.edu/10005938/NanoArchitecture_generating_electricity_in_buildings_using_nanotechnology.

{9} Elvin, G, Nanotechnology for Green Building,Green technology forum , USA,2007.

{10} energy management and audit, Bureau of Energy Efficiency, https://beeindia.gov.in/sites/default/files/1Ch3.pdf .

{11} Heiduk, E, Examples Of Special Features PH and Phase Change Materials ,2009.available online from https://www.nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/0812_ph-summerschool_11_04_ph_and_pcms.pdf

{12} Kieran ,S ., Timberlake, J., Yale Sculpture Building and Gallery,2008.available online from: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ad.853/pdf

{13} Kosny , J,PCM-Enhanced building components An Application of phase change Material in Building Enelopes and Internal structures, Fraunhofer Centre For Sustainable Energy,USA ,2015.

{14} Mukhopadhyaya,P.,Molleti,S.,Vacuum insulation panels (VIPS):An historical opportunity for the building construction industry ,paper, National Research Council of Canada, Ottawa,pp11-18 Canada .

{15} Pool ,M., Insulation of a mixed use building with 7 storeys in Munich with VIP, paper, Proceedings of the 9th international vacuum insulation symposium (IVIS 2009), London, UK, Sept 2009.

{16} Pramathesh,T, Ankur,S, Piezoelectric Crystals : Future Source of Electricity International ,Journal of Scientific Engineering and Technology ,Volume 2 Issue 4, April 2013.

{27} http://www.beijing-tours.cn/beijing-olympic-garden/national-aquatics-center.html (18/6/2017 at 3:00 pm).
{28} http://www.domusweb.it/en/design/2009/02/05/sustainable-dance-club-rotterdam.html last accessed (28/7/2017 at 2:00 pm).
{29} http://www.kierantimberlake.com/posts/view/137%20/ last accessed (15/6/2017 at 2:00 pm) .
{30} http://www.nanowerk.com/news/newsid=6113.php last accessed (5/7/2017 at 6:00 pm).
{31} http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=18171.php last accessed (21/7/2017 at 10:00 pm).
{32} http://www.sofrigam.com/advantages-disadvantages-vip-insulated-shipping-packaging last accessed (13/8/2017 at 6:00 pm).
{33} http://www.vip-bau.de/e_pages/applications/facade_new/ultraniedrig_muenchen_e.htm last accessed (16/6/2017 at 5:00 pm).
{34} https://bhavikbhansali.wordpress.com/tag/working-principle/ last accessed (20/6/2017 at 10:00 pm).
{35} https://en.wikiarquitectura.com/building/beijing-national-aquatics-center/ last accessed (19/6/2017 at 12:00 pm).
{36} https://theislandpond.com/2016/06/ last accessed (14/6/2017 at 9:00 pm).
{37} https://www.beton.org/inspiration/architektur/objekt-details/wohn-und-geschaeftshaus-seitzstrasse-in-muenchen/ last accessed (7/82017 at 4:00 pm).
{38} https://www.dezeen.com/2008/05/19/nano-vent-skin-by-agustin-otegu/ last accessed (10/7/2017 at 2:00 pm).
{17} Rai, S, Nano Optimization of Existing Energy System, Journal of International Academy of Physical Sciences, Vol. 16 No. 4,pp373-386,2012.
{18} Rosenthal ,E ,Partying Helps Power a Dutch Nightclub The Times, the Rotterdam Journal ,New York, 2008. http://www.mne.psu.edu/cimbala/me345/Lectures/Piezoelectric_dance_floor.pdf
{19} The Nanotechnology Public Engagement Programme (NPEP), Nanotechnology and Energy, the Department of Science and Technology (DST) and implemented ,The South African Agency for Science and Technology Advancement (SAASTA),February 2011,PP54-78. https://www.npep.co.za/wp-content/uploads/2017/04/npep_fact_sheet_nanotechnology_energy.pdf

مواقع الأنترنت

{20} http://clarkledlighting.com/wdp/energy-savings/ last accessed (14/6/2017 at 1:00 am).
{21} http://inhabitat.com/solar-ark-worlds-most-stunning-solar-building/ last accessed (1/7/2017 at 8:00 pm).
{22} http://kawngroup.com/light-emitting-diodes-led/ last accessed (8/8/2017 at 2:00 pm).
{23} http://sciencepenguin.com/ultralight-material-aerogel/ last accessed (13/6/2017 at 1:00 am).
{24} http://sciencing.com/types-solar-photovoltaic-products-3840.html last accessed (1/7/2017 at 6:00 pm).
{25} http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/nanotechnology/piezoelectric-nanowires-enable-energy-generation-through-sound last accessed (20/7/2017 at 11:00 pm).
{26} http://www.andresalyer.com/new-page-1/ last accessed (25/6/2017 at 11:00 pm).

NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS TO ACHIEVE ENERGY EFFICIENT MANAGEMENT IN BUILDINGS

Prof. Akram Farouk Mohamed Abdel Latif
Professor , Architecture Department , Ain Shams University
Egypt.
dl@drakram.com

Associate Prof. Hazem Mohamed Talaat El-Daly
Associate Professor , Architecture Department , Ain Shams University – Egypt.
hazemeldaly@yahoo.com

Dr. Hala Abdel Moez Mohamed El- Amin
lecturer , Architecture Department, The Higher Technological Institute , 6th of October Branch – Egypt
Hala_waheed2004@hotmail.com

Arch.Asmaa Mohammed Ali Mohammed
Research Assistant, Architecture Department, The Higher Technological Institute , 6th of October Branch - Egypt
Arch.asmaamohammed90@gmail.com

Abstract

Nanotechnology is not just ordinary technology. It is a diverse technological field covering many applications in different fields, especially in construction field. Nanotechnology has introduced many applications that have helped to make large development in architecture to provide solutions to many architectural problems by improving the properties of structural materials such as (concrete, steel and wood) and providing new structural materials with high strength ,In addition to improving the properties of non-structural materials such as (Glass - Coatings - Insulation Materials ... etc.).

Nanotechnology has also helped to achieve efficient energy management through the efficient use of energy by providing new solutions in the areas of rationalization, storage and energy production to conserve energy and rely more on clean and renewable energy sources.

The research paper highlighted in the applications of nanotechnology in the field of energy management in buildings through an analytical study of a number of cases in which advanced nanotechnology applications were used to achieve the thermal comfort for users. Nanotechnology provided insulation materials with characteristic properties that helped to isolate the building well In order to achieve a comfortable internal environment for users. Nanotechnology also provided low-energy and high-efficiency lighting which helped to rationalize energy in buildings in addition to nanotechnology applications in energy storage that provide the ability to use stored energy when needed. Finally, presenting the application of nanotechnology in the energy production field from renewable sources such as sun and wind, and the innovative solutions that provided by nanotechnology through the generation of energy from sound and movement.

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

إعادة التدوير لرفع كفاءة الراحة الحرارية للفراغات بالمناطق الحــارة

م / رانيا محسن السخاوي — طالبة باحثة في كلية الهندسة بجامعة الفيوم

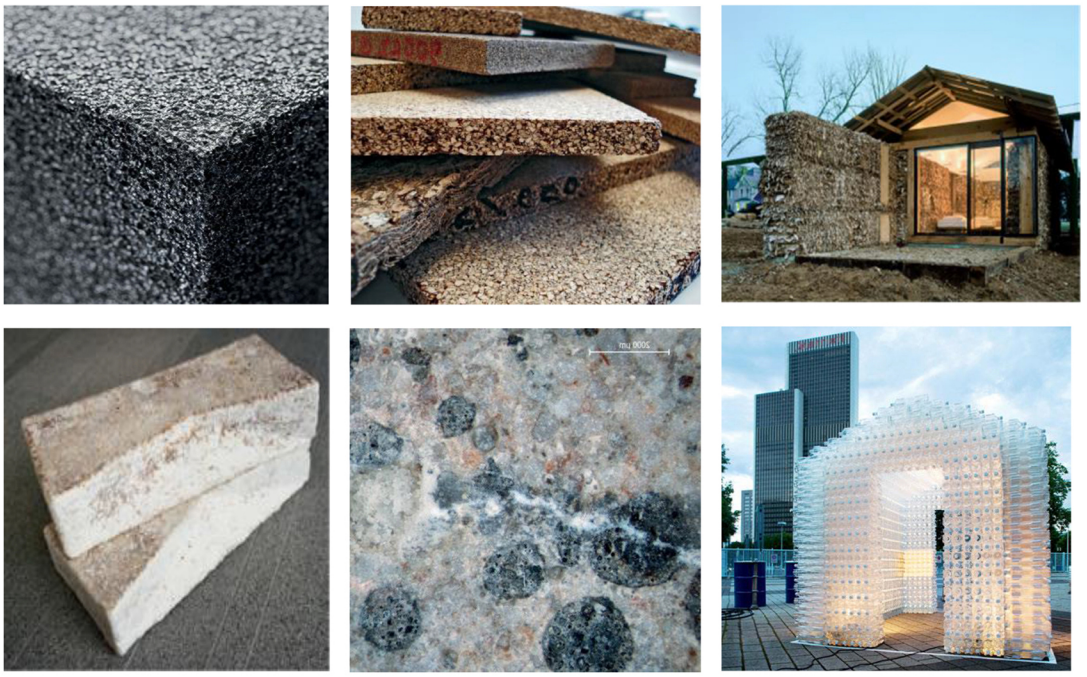
E.Mail : eng.raniaelsakhawy.res@gmail.com

أ.د/ إيهاب محمود عقبة — أستاذ العمارة والتصميم البيئي بجامعة الفيوم

E.Mail : maf00@Fayoum.edu.eg

د/ ممدوح أحمد فرج — مدرس الهندسة المعمارية بجامعة الفيوم

E.Mail : emo00@fayoum.edu.eg



شكل (١) مواد البناء المعاد تدويرها

ملخص البحث:

لا زالت مواد البناء التقليدية والمواد العازلة للحرارة التي تستخدم في ايامنا هذه تستهلك كمية كبيرة من الموارد الغير متجددة لضمان تحقيق الحماية الحرارية للفراغات داخل المبنى في ظل أزمة الطاقة ونضوب مصادرنا الغير متجددة والتي تعتبر من أهم التحديات التي تواجهها العديد من البلدان وخاصة مصر, ومن ثم فإن تشكيل ميل عام لإستبدال تمك المواد بأخرى أكثر إقتصادا معاد تدويره
يمكن أن يساعد في مواجهة تلك التحديات, وقد ظهرت جميعا آثار تلك الأزمة في السنوات القديمة الماضية وانعكاسيا على حياة
الأفراد, ولذلك فإن الإختيار الجيد لمواد البناء ذات خصائص حرارية جيدة يضمن تحقيق مستويات أعمى من الراحة الحرارية وخاصة مع التنبؤات بزيادة درجات الحرارة .
لذلك تهدف هذه الدراسة البحث عن مواد جديدة مستدامة ترفع مستوى كفاءة الراحة وتمثل إعادة التدوير إحدى الوسائل للحصول على مواد بناء مستدامة صديقة للبيئة .

يدرس البحث طرق إعادة التدوير وأشكالو وتصنيف للمواد المعاد تدويرها ودراسة مدى قدرتها على المساهمة في تحقيق الراحة الحرارية وايضا مدى قابليتها للاستخدام في المناطق الحارة, يركز البحث على إعادة التدوير بإعتبارها أحدى سبل الإستدامة والتي يجب أن تكون الخيار الأول لمقائمين عمى قطاع البناء لممسامة في تحقيق مبنى مستدام. وقد تطرق البحث إلى مفهوم جديد وهو
((zero–waste philosophy فمسفة صفر نفايات, ـذا النوع من إعادة التدوير يهدف إلى الحفاظ عمى المواد واستعادتها – مرة أخرى بعد إستعمالها وعدم حرقها أو دفنها لإستخدامها مرة أخرى في عمليات البناء.
من خلال دراسة نماذج للمواد المعاد تدويرها وخصائصها تم عمل دراسة تحليلية لطرق إعادة التدوير عن طريق تصنيف النفايات واستنتاج مدى قابلية تلك المواد للاستخدام في المناطق الحارة, مما يفتح المجال أمام القائمين على قطاع البناء للتوجه نحو إستخدام مواد جديدة مستدامة تسهم في تحقيق إستدامة المباني .

١- المقدمة:

في السنوات الحالية ظهر مبدأ المباني الخضراء ودعوته لإستخدام مواد صديقة للبيئة وتقليل إستخدام مصادر الطاقة وخاصة في الدول النامية والمناطق الحارة ، وتمثل الطريقة السالبة لتحقيق الإستدامة الخيار الذي لم يتسع إنتشاره بعد ولايزال متاح ويساهم في تحقيق مستوى أفضل من الراحة الحرارية للفراغ والتي يمكن تحقيقها من خلال المواد المستخدمة في المبنى نفسه بحيث تكون صديقة للبيئة ذات توصيلية حرارية منخفضة في الفراغات السكنية أو الفراغات الإدارية مما يوفر حل مستدام لمشكلة الحرارة الناتجة عن التغير المناخي.

٢- الراحة الحرارية:

عرفت الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكيف الهواء(ASHRAE) standard 55 الراحة اللحرارية بأنها "تلك الحالة العقلية التي تعبر عن الرضا عن البيئة الحرارية " متضمنا بذلك قدرة شاغلي المبنى على التأقم الحراري من الناحية الفسيولوجية والنفسية والسلوكية[1].

تتأثر الراحة الحرارية بعدة عوامل بيئية مثل درجة الحرارة، الإشعاع الحراري ،الرطوبة، حركة الهواء ، النشاط البشري

والملابس [٢]، بالإضافة إلى عوامل شخصية أخرى مثل الحالة الصحية، التأقلم، التوقعات وحتى الحصول على الطعام والشراب[٣].

زيادة درجة حرارة البيئة الداخلية للمبنى تؤدي إلى مجموعة من الأعراض المرتبطة بالحرارة مثل التعرق الشديد، الضعف، الجفاف خلال التعرق، إنخفاض ضغط الدم، نقص في كمية الملح في جسم الإنسان ينتج عنه ألم حاد في العضلات أو تشنجات، الإغماء، إنخفاض القدرة العقلية ويمكن أن تصل إلى الموت[٤]، ومما يؤثر ايضا عبء العمل الإضافي والإشعاع الحراري وإرتداء الملابس الغير منفذة [٥].

لقد سجلت الولايات المتحدة ٩٩ حالة وفاه في الفترة ما بين ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٠ نتيجة الضغط العصبي الناتج عن إرتفاع درجة الحرارة والتي سجلها مكتب إحصاءات العمل (BLS) أما أعراض عدم الإحساس بالراحة الحرارية يتضمن الإحساس بالعطش والتعب ونقص التيقظ والتتبع البصري وتأخر وقت الإستجابة والتتبع البصري والذاكرة قصيرة المدى والتميز السمعي.[٦]

في سياق التغير المناخي والتوقعات التي أجراها الفريق الحكومي الدولي (IPCC) على التغير المناخي فإنه يجب التخطيط المبكر لحماية شاغلي المباني من أخطار إرتفاع درجة الحرارة ووضع التدابير الوقائية هي أحد الأستريتيجيات التي نحتاجها لهذه المرحلة ."التحكم الهندسي لابد أن يكون الأختيار الأول لتقليل أو القضاء على مثل هذه المخاطر" هذا ما طرحته The HSE عام ٢٠٠٥[٧]، فيجب الإختيار مواد البناء الفعالة وتطبيقها بشكل مناسب في مرحلة التصميم (بعيدا عن محددات الموقع و توجيه المبنى) وإلا سيكون التعامل معه مكلف في مرحلة لاحقة.

للإستفادة من هذه المواد في المباني لابد من مراجعة خصائصها مثل الحرارة النوعية، التوصيلية الحرارية، النفاذية، معاملات النقل الحراري (للحمل الحراري والأسطح الأشعاعية) للتأكد من آدائها الحراري وخصائص الأحمال لغلاف المبنى. يركز الإستعراض التالي على التوصيلية الحرارية كعامل مؤثر لرفع كفاءة الراحة الحرارية.

٢-١ التوصيلية الحرارية كعامل مؤثر على الراحة الحرارية:

يتم نقل الحرارة بسبب محاولة المادة لتحقيق التوازن الحراري مع محيطه. يستمر التدفق حتى تصل المادة إلى توازن درجة الحرارة. يحدث نقل الحرارة من خلال ثلاث آليات يمكن أن تعمل إما بمفردها أو مجتمعة؛ التوصيل، الحمل الحراري والإشعاع[٨].يركز البحث على التوصيلية الحرارية بإعتبارها أهم عامل لنقل الحرارة وبالتالي تؤثر على تحقيق الراحة الحرارية.

التوصيلية الحرارية هي خاصية للمادة تشير إلى قدرتها على نقل الحرارة [٩]، وهي معدل تدفق الحرارة – وهو عامل يتم تحديده من خلال قدرة الجزيئات داخل مادة لنقل الحرارة[١٠]وبالنسبة للمبنى فإن إنتقال الحرارة من خارج المبنى لداخله يحدث في الغالب من خلال غلاف المبنى[١١]، والحرارة المفرطة التي تنتقل من السقف لداخل المبنى هي أحد الأسباب الرئيسية للإحساس بعدم الراحة الحرارية في الظروف المناخية الحارة الرطبة [١٢]. لذلك لابد من الإختيار الجيد لمواد البناء التي تدعم تحقيق الراحة الحرارية، المواد ذات التوصيلية الحرارية للحرارة مثل الرخام يجب تجنبها في أغلفة المباني وإستبدالها بمواد ذات توصيلية حرارية منخفضة[١٣].

في السنوات الحالية حدث كثير من التقدم والإبتكارات التكنولوجية في مواد البناء مما اتاح الفرصة لإستخدامها في المناطق الحارة لتحقيق الراحة الحرارية [١٤] ومن أوجه ذلك **إعادة تدوير المواد** لإنتاج مواد بناء جديدة بخصائص جيدة تساهم في تحقيق الراحة الحرارية وبمنطلق الإستدامة وحفظ حق الأجيال القادمة من الموارد.

٣-إعادة التدوير:

في أيامنا هذه أصبح التوجه للعمارة الخضراء له الأولوية في مجتمعاتنا، وتأتي المباني المستدامة والتصميم في طليعة هذه الثورة الخضراء، وبالرغم من تركيز المصممين على نظم التصميم السالب بدأ في الظهور إستخدام المواد المعاد تدويرها بإعتبارها طريقة مبتكرة وفعالة وتمثل تعبيرا فنيا عن التصميم المستدام.

إن إعادة إستخدام مواد من نفس الموقع أو موقع مجاور مثل الأشجار والهياكل الإنشائية والأرضيات أصبح توجه للمباني البيئية.

التحضر والوضع المالي لمختلف المجتمعات يمكنه أن يحدد نوعية النفايات المتولدة ، فكلما زاد الثراء الناس وإتجهوا نحو التكتلات الحضرية كلما زادت نسبة المواد الغير عضوية في مخلفاتهم، وعلى النقيض في المناطق الريفية التي لاتزال تحتوي نسبة النفايات فيها على السماد والمكونات البيلوجية بنسبة تصل إلى ٨٥% [١٥].

إن تصنيف النفايات هي أولى خطوات التعامل معها ، وفيما يلي تصنيف لمواد البناء على خمس أشكال:

- مكثف
- معاد تشكيله
- متحول
- مصمم
- مزروع

هذه الأساليب تستخدم تقنية بسيطة (low-tech) يمكن تطبيقها بشكل واسع وتتطلب الحد الأدنى من الطاقة لإنتاجها عدا التحويل الذي يحتاج لتكنولوجيا عالية نسبيا.

منذ أن اصبحت النفايات تحدي عالمي أصبح التكثيف حلا عمليا للمناطق النامية والمتقدمة على حد سواء ويمثل خيارا قابلا للتطبيق بالإعتماد على المواد المحلية وتجنبا لإستيراد المواد اللازمة للبناء من الخارج، وتفتح المجال لإستخدام المورد الأكبر للبلاد ألا وهو المورد البشري، الناس وقوة عقولهم.

أصبحت عمليات إعادة التدوير واسعة الإنتشار في صناعة البناء ومجالات أخرى نتيجة للتسويق لهذه المواد وفوائدها من توفير الموارد. على أي حال يجب تقييم هذه العملية بعناية لأن التسويق يبدو أحيانا أكثر أهمية من الدليل العلمي[١٦].

٣-١-إعادة التدوير كهدف أخلاقي(فلسفة صفر – نفايات) zero-waste philosophy :

تم تعريف فلسفة (صفر – نفايات) من قبل *Zero Waste International Alliance in 2004* حيث عرفها بأنه هدف أخلاقي إجتماعي فعال يحمل رؤية لإرشاد الناس لتغير نمط حياتهم وممارساتهم لمحاكاة دور الطبيعة المستدامة حيث تصمم المواد المهملة لتصبح مصدرا معدا لإستخدام الآخرين.

(صفر – نفايات) تعني تصميم وإدارة المنتجات والعمليات الممنهجة لتجنب وإزالة سمية النفايات والحفاظ على المواد وإستعادتها وعدم حرقها أو دفنها. ويعني أيضا القضاء على جميع التسريبات التي تصل للأرض او الماء أو الهواء و تهدد الإنسان أو الحيوان أو صحة الكوكب [١٧] .

هذا التعريف يضع المنتج والمستهلك في دور المسؤلية الفعالة من الناحية الأخلاقية لإعادة تدوير النفايات كمورد وذلك لتفادي إنتاج النفايات بناء على نمط حياه غير مستدام.

شكل (٢) مشروع إسكان تجريبي لطلبة جامعة أوبورن (Auburn University) بالولايات المتحدة الأمريكية [٢٠] نتيجة للإحتكاك الناتج عن إرتفاع الوزن و خشونة السطح فليست هناك حاجة لدعم إضافي أي تعزيزات.

بتقديم هذه الرؤى الجديدة يمكن للمفكرين والمصممين رؤية النفايات على أنها موردا لا يصدق لإنتاج سلع جديدة، هذا الإطار الشمولي يقوم بدمج المبادي الايكلوجية والصناعية والإجتماعية والإقتصادية بهدف خلق نظام فعال للوصول لمجتمع متفهما لفكرة التعامل مع النفايات كفرص [١٨].

٣-٢- **التكثيف** "Densified Waste Materials":

هو الطريق الأكثر وضوحا ومباشرة لمعالجة النفايات ، حيث تقوم شركات إعادة التدوير بوضع تلك المواد في قالب ويتم الضغط عليه ليتحول إلى بالات ثم يتم ربطه للحفاظ عليه من التحلل، وهناك طريقة أخرى وهي ضغط المواد لقوالب صغيرة منتظمة الشكل ولكن بكثافة أعلى بكثير مقارنة بالمادة قبل العملية، وفي كلا الحالتين تبقى المادة الأصلية دون تغيير من حيث التركيب الكيميائي. وعليه فيمكن أن ينظر إلى عملية التكثيف بأنها عملية تخزين مؤقت لعناصر البناء للمستقبل، فالقش يمكن ان يتحلل والزجاجات يمكن إعادة إستخدامها أو إعادة تشكيلها لذلك فهذه العملية طويلة الأجل ما لم يتم خلط المواد الأصلية بمواد أخرى أو لصقها أو تغييرها بأي شكل آخر، يمكن تصنيف هذه المواد وإعادة تدويرها مرة أخرى بعد استخدامها كمنتج مكثف .

تحتاج تلك المواد إلى عزل للمياه بطريقة أو بأخرى ، فلا يجب أن تصل الماء أو الرطوبة إلى مواد البناء خلال أو بعد التنفيذ ، كما أنها تحتاج إلى تصميم خاص لتقوم بوظيفتها جيدا[١٩].

٣-٢-١- تأثير التكثيف على الراحة الحرارية:

الكثير من المنتجات المكثفة تشترك في خاصية معينة وهي العزل الإستثنائي للحرارة والصوت وذلك نتيجة للإنضغاط الشديد الذي أزال الهواء من بين طبقاتها مما ينتج ايضا مقاومة عالية للحريق بالرغم من أنها في حالتها العادية تكون قابلة للإشتعال بسهولة.

تمثل **بالات القش المنضغطة** مثال لذلك فالقش مادة مقاومة للحرارة وتبعا ل Oak Ridge National Laboratory فإن قيمة مقاومته الحرارية تتراوح بين 6.51 إلى 7.85 w/m2 لبالة من القش بسمك ٥٥ سم[٢١]، معامل إنتقال حراري من 0.2 W/m2K إلى0.15 W/m2K حسب عرض البالة[٢٢]، وقد تبعا ل Steven Goodhewa , Richard Griffithsb فإن التوصيلية الحرارية Thermal conductivity لبالة القش Straw bale تساوي 0.667 w/mk وكثافتها Density 60 kg/m3 وحرارتها النوعيةSpecific heat capacity 600 J/kg[٢٣]. وتشير الدراسات إلى أن بالات القش لديها آداء حراري أفضل من

مواد أخرى تستخدم في الحوائط في المناطق المدارية، لكن لديها عيوب وهي إنخفاض كثافتها مما يؤثر على قدرتها لتخزين الحرارة، وأيضا إنخفاض قدرتها التحميلية مما يجعلها غير صالحة للمباني العالية [٢٤].

فقد تم عمل نموذج تجريبي لمشروع إسكان عام ٢٠٠١ في حرم جامعة أوبورن لإستكشاف هذه المادة في قطاع البناء، فقد اقنعت القدرات والإمكانيات الحرارية و قيم العزل المصممين لإستخدام بالات الورق المقوى لإستخدامه كإحتمال غير تقليدي لعنصر بناء.

تسنخدم هذه البالات كأساس للمبنى وكجدار هيكلي ، ونتيجة للإحتكاك الناتج عن الوزن المرتفع خشونة سطح لكل بالة فلا تحتاج لمزيد من الدعم أو التعزيزات . الفجوات بين البلات يتم غلقها بخليط من الأسمنت البورتلاندي والتربة ورقاقات من الورق المقوى[٢٥].

٣-٣- إعادة تشكيل المواد RECONFIGURED: WASTE MATERIAL

تمثل نوعا آخرا لإعادة التدوير وتعني ترتيب العناصر في شكل معين أو مزجها مع بعضها لآداء وظيفة معينة ، تشمل جميع المنتجات حيث يتم ترتيب مكوناتها قبل تحويلها لعنصر بناء جديد. الكسر أو النشر أو الطحن هي بعض أشكال القوة الميكانيكية المستخدمة لتغير التكوين الأصلي للمادة التي تم الإستغناء عنها ، ينتج عن ذلك قالب أو رقائق أو خيوط أو ألياف تتم معالجتها بعد ذلك عادة بخلطها مع مكونات أخرى سواء كانت عضوية أو غير عضوية أو مواد لاصقة معدنية .

على الرغم من أن النفايات المعاد تشكيلها تعتمد على عمليات مماثلة لتكثيف المخلفات فإن عمليات إعادة التشكيل تضيف خصائص جديدة للمادة وتمكن من تغير شكلها إعتمادا على التصور المطلوب لعناصر البناء، تسمح هذه العملية بالتحكم في الوزن و الكثافة و التنسيق و الناحية الجمالية للمنتج[٢٦].

ربما تدمر عمليات الطحن التي تتم للمواد بعض صفات المادة الأصلية فعلى سبيل المثال مخلفات الخشب يمكن أن تكون نشارة خشب بقدارات محدودة في الإستعمال أو أن يتم إعادة تشكيلها كرقائق يعطيها آداء ميكانيكي عال حسب أتجاه الألياف في الرقاقة.

تستخدم قشور الأرز وقشور البندق وقشور القمح والشعير والذرة التي تمثل مصادر سنوية طبيعية في تصنيع ألواح مركبة تستخدم في تطبيقات متعددة وتعرف باسم **Agricultural Waste Panels**، تمثل تلك المواد الخام مصدر متاح ومستدام ورخيص لصناعة الأثاث والبناء مما له من مميزات إقتصادية وإجتماعية وثقافية للبلد المنتجه كما تستخدم هذه المخلفات في تصنيع ألواح للعزل أو للبناء بإستخدام تكنولوجيا متطور أو طرق تقليدية حسب إمكانيات البلد المضيف.

شكل (٣) ألواح عزل من المخلفات الزراعية

في التكنولوجيا المنخفضة يتم ترك المواد الخام على طبيعتها من ناحية الحالة والحجم بعد الحصاد أما في حالة إستخدام التكنولوجيا المتطورة فيتم طحن تلك المخلفات للوصول للحجم اللازم لتصنيع الألواح، هذه التكنولوجيا بطبيعة الحال تتطلب المزيد من الطاقة لتحويل المواد الخام إلى ألياف.

تتطلب طريقة التصنيع خلط المواد الخام بمادة لاصقة ثم يليه مرحلة وضع هذا الخليط في قوالب ثم بالضغط والتسخين تنتج اللوحات.

يمكن إستخدام لاصقة صناعية خالية من الفورمالدهيد لتصنيع مثل هذه اللوحات وأيضا يمكن إستخدام لاصقة طبيعية من لحاء الشجر وقد أستخدمت بنجاح لإنتاج هذه اللوحات.

٣-٣-١- تأثير إعادة تشكيل المواد على الراحة الحرارية:

إن خلط مواد مختلفة من النفايات ومواد ليست من النفايات هي طريقة شائعة لإنتاج منتجات جديدة، فالجمع بين المواد يزيد من خصائص الآداء لديها والكفاءة والنواحي المالية والبيئية أكثر من كون المادة منفردة[٢٧]. وعليه فيمكن التركيز على الخصائص الحرارية للمواد الجديدة ورفع كفاءتها.

نجح **Agricultural Waste Panels** كتطبيق لإعادة تشكيل المواد في تحقيق خصائص جيدة حراريا حيث تتميز بمقاومة حرارية $0.044–0.051\ W/m^2K$ للوح أبعاده 700mmx500mm لعينة أجرتها Berne University of Applied sciences بسويزر لاند Switzerland شكل(٢).

يمكن توظيف هذه المنتجات في مجالات عديدة مثل تلك اللوحات وتكون بأسعار معقولة تصلح لمشاريع الإسكان الإجتماعي في البلدان النامية، وأيضا تمثلا حلا للتوقف عن إزالة الغابات في البلدان التي تمتلك ساحات واسعة من الغابات.

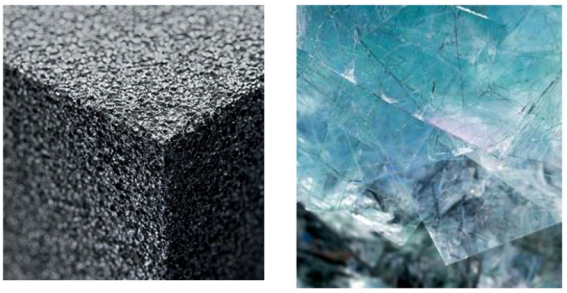
٣-٤- مواد المخلفات المتحولة TRANSFORMED WASTE MATERIALS:

بجانب التكثيف وعمليات إعادة التشكيل هناك طريقة ثالثة تستخدم في إنتاج عناصر البناء من النفايات من خلال تحويل حالة جزيئات تلك النفايات وهي مواد المخلفات المتحولة TRANSFORMED WASTE MATERIALS. هذه العمية تحول النفايات لحالة جديدة في شكل مختلف في التركيب والوظيفة حيث تفقد خصائصها الأصلية بالكامل، حيث يتم بدمج مواد أخرى أو أشكال أخرى من الطاقة المحيطة، وتكون عادة من صنع الإنسان في شكل قوة ضغط.

الفائدة الرئيسية لهذه الطريقة هي تحويل المواد الخطرة إلى مواد جديدة بدون أي أوجه ضرر على الصحة والبيئة.

يمثل **Foamglas T4+** أحد تلك المنتجات المعاد تشكيلها وهو زجاج خلوي ينتمي إلى المجموعة الكبيرة للزجاج المعاد تدويره وهي مادة مرنة تتكون من خلايا زجاجية مغلقة بإحكام وكل في حد ذاته عنصر عازل، يمكن إعادة تدوير الزجاج دون أن يفقد الكفاءة ويمكنه الدخول في تطبيقات متنوعة وأشكال عديدة تصلح لقطاع البناء.

تتكون تلك المادة العازلة في المقام الاول من زجاج معاد تدويره وبعض المواد الخام الطبيعية مثل الرمل،الدولوميت،الجير وأكسيد الحديد وهي مصادر غير محدودة. يمكن الحصول على الزجاج من السيارات المعيبة أو الشبابيك.



شكل (٤) مادة **Foamglas T4+** مصنوعة من زجاج معاد تدوير بنسبة ٦٠%

يتم خلط الزجاج مع كمية قليلة من الكربون ويوضع في قوالب من الصلب القوي ثم يمر بالفرن حيث ينتج مسحوق الفوم الزجاجي **Foamglas T4+**.

٣-٤-١- تأثير عماية التحويل على الخصائص الحرارية للمادة:

تتميز عملية التحويل بتغيير خصائص المواد الاصلية الداخلة فيها حيث تفقدها بالكامل وتنشأ خصائص جديدة للمادة المنتجة، فالزجاج في حالته العادية له توصيلية حرارية **0.8W/mK**[٢٨] لكن عندما يعاد تدويره ويتحول إلى **Foamglas T4+** يكتسب خصائص حرارية جيدة عازلة حيث أن له توصيلية حرارية الحرارية 0.043 W/m2K عند درجة حرارة 24° C وتكون 0.041 W/m2K عند درجة حرارة 10 °C حسب المصنع ببلجيكا Pittsburgh Europe NV Corning.

Foamglas T4+ مادة تتميز بالتحمل فوق العادي للضغط ومقاومة الماء ولها قيمة عزل عالية ولا تحتوي على أي مادة وقودية ضارة بالأوزون حيث أن المادة الخام الداخلة فيها مصنوعة من مواد معدنية آمنة بيئيا يمكن إستخدامها لحماية الحوائط الحاملة أو الواجهات وعناصر عزل الأسطح والبلكونات وأماكن الجراج وتصلح كعازل للحائط داخليا وللأرضيات حتى تحت ظروف الرطوبة القاسية. في نهاية عمرها الإفتراضي يمكن إعادة إستخدامها كحجر مفتت للرصف اوكمادة مالئة كالعازل الصوتي للحوائط.

٣-٥- المواد المصممة DESIGNED WAST MATERIALS :

فكرة مستقبلية لإعادة التدوير تدعو لتصميم المنتجات بحيث لا تذهب كمخلفات بعد الإستعمال الأول لها بل تدخل في دورة من إعادة التدوير بمجرد إكمال الجزء الأول من دورة حياتها دون إن يطرأ عليها تغيير مثل التكثيف أو التحويل أو إعادة التشكيل بل تحافظ على شكلها الأصلي ومكوناتها في حين أن وظيفتها قد تتغير كليا في المرحلة الثانية من دورة حياتها.

مما حث على هذا النهج هو أنه عند القيام بعملية إعادة التدوير عند إجتماع مادة مع أخرى تقل جودة المادة وخير مثال على ذلك صناعة الصلب فبالرغم من حقيقة أن الصلب يمكن أن يذاب مرة أخرى بسهولة ويعاد تشكيله فإن هذه العملية دائما تؤدي إلى فقدان قيمة وجودة المنتج، فتصميم منتجات الصلب دائما ما يتضمن الطلاء والبلاستيك والنحاس وغيرها من المكونات التي يستحيل فصلها مع التكنولوجيا الحالية المطبقة على نطاق واسع من صناعة المخلفات وكلما تكررت تلك الدورة أكثر فأكثر كلما قلت جودة الناتج عن المنتج الأصلي.

وضع McDonough and Braungart جدلية أن نوعية المخلفات هي العامل الأكثر أهمية عند النظر لإستراتيجيات إعادة التدوير، فإعادة تدوير المواد لإنتاج منتجات جديدة يمكن أن يكون مضلل على الرغم من النوايا الحسنة، فعلى سبيل المثال يمكن للأشخاص الذين يشترون ملابس مصنوعة من الالياف البلاستيك المعاد تدويره من باب الحفاظ على البيئة أن يتضرروا من ذلك لأن الألياف تحتوي على السموم مثل الأنتيمون والمخلفات الحفازة ومثبتات الأشعة فوق البنفسجية والملدنات ومضادات الأكسدة التي لم تكن مصممة لتكون بجانب جلد الإنسان.[٢٩]

عند التفكير في بديل للطوب مصنوع من مخلفات معاد تدويرها فإن أول ما يبدر للذهن هي الزجاجات مع وجود نية أنه بمجرد أن تفرغ يمكن إستخدامها كعنصر بناء بعد ملأها مرة أخرى بمادة مالئة.

فالزجاجات الفارغة واحدة من أكبر موارد النفايات في جميع أنحاء العالم. يوجد٥٠ مليار لتر من الزجاجات البلاستيكية تباع حاليا في أوروبا وحدها كل عام [٣٠]. في العقدين الماضيين إرتفعت معدلات إعادة التدوير في أوروبا بشكل كبير في حين لا تزال الأرقام مخيبة للآمال، عموما فإن غالبية الزجاجات لا تعود لعملية إعادة التدوير خاصة في المناطق النامية وعادة ما ينتهي بها المطاف كنفايات خاصة لعدم وجود آليات إعادة التدوير.

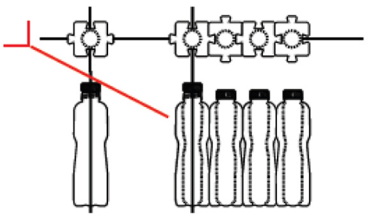
٣-٥-١- تأثير الزجاجات البلاستيكية المعاد تدويرها على الراحة الحرارية:

نتيجة لإنخفاض التوصيلية الحرارية والكهربية للزجاجات البلاستيكية فإنها شائعة الإستخدام للإستعمالات التي تتطلب عزل ومقاومة عالية للتآكل وإنخفاض معدلات التدهور وكونها دائمة ومنخفضة التكاليف [٣١]، وقد توقع Saxena & Singh

أنه بإستخدام زجاجات PET كمادة معاد تدويرها للبناء يمكن تحقيق الراحة الحرارية[٣٢].

على المستوى المحلي قد أثبتت دراسة تم إجرائها بدعم والأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا، والنقل البحري في الإسكندرية أن إستخدام الزجاجات البلاستيكية المملوءة بالرمال كمادة بناء تحقق thermal time lag بمتوسط ٨.١٥ ساعات حيث أن التوصيلية الحرارية للرمل (k) W/m K 0.15 وللبلاستيك PET بمعدل 0.15-0.4 W/m K[٣٣].

على المستوى العالمي تقترح UNITED BOTTLE أن تقدم إستراتيجية تصميم تسمح للزجاجات البلاستيكية العادية بأن تستخدم كعنصر بناء، فالتصميم يعد الزجاجة للإستخدام الثاني لها دون عارض مع وظيفتها الأولى، حيث يسمح هذا التصميم للزجاجة الواحدة أن تتصل بأربع زجاجات أخرى مما يسمح ببناء جدار لا نهاية له دون إستخدام أي أدوات لصق.التوصيلية الحرارية للبلاستيك 0.03 W/mK عند درجة حرارة 25° C [٣٤].



شكل(٦) للزجاجات متصلة معا

يمكن ملء هذه الزجاجات بمواد مثل الصوف أو البلاستيك أو الشعر أو ورق أو منسوجات مما يزيد من خصائصها الحرارية أو الصوتية أو الجمالية كما يعطيها وزن وثبات[٣٥]. حتى الآن فإن UNITED BOTTLE متوفرة فقط في شحنات صغيرة ومعظمها تظهر في المتاحف.

٣-٦ مواد المخلفات المزروعة "Cultivated Waste Materials":

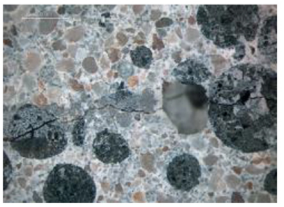
هناك مدخل متطور في قطاع البناء يمكن أن يلخص في عبارة "Grow your own house". الفعل في هذا السياق يشير إلى تغيير حجم، إلى طبقات من الجسيمات في محاولة لتشكيل عناصر البناء مع مرور الوقت. يستند هذا المفهوم إلى نمو العناصر الدقيقة التي لم يسبق تقديرها أو حتى النظر إليها إلا كخطر فهي مجرد نفايات. مواد المخلفات المزروعة "Cultivated Waste Materials" تمتلك تفعيل لهذا المبدأ حيث تمتلك منتجاتها مميزات كثيرة، فمعظمها يمكن تحويلها

شكل (٥) مشروع UNITED BOTTLE في معرض فرانكفورت السنوي ٢٠٠٧

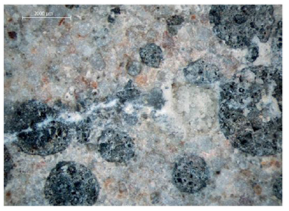
إلى سماد بعد الإستخدام الأصلي لها، وفي المرحلة التالية من دورتها تصبح خصبة للجيل القادم، بالإضافة إلى ان هذه المواد يمكن أن تنمو بسهولة حيثما كانت الحاجة إليها مما يقلل الطاقة المستهلكة للنقل. وأخيرا وليس آخرا فنظرا لأن معظم تلك المواد عضوية فإنها تمتص ثاني أكسيد الكربون أثناء نموها.

يمكن أي تحول في الظروف البيئية أن يعطل عملية نمو تلك المواد عند أي نقطة مطلوبة في الوقت المناسب مثل تجفيف المادة أو تعريضها لظروف إضاءة خاصة أو درجة حرارة مختلفة.

Bacteria-Based Self-Healing Concrete تمثل أحد أكثر المنتجات تطورا حيث قام Henk M. Jonkers وفريقه بإجراء تحقيقات على أنواع مختلفة من البكتريا المضافة لإنتاج جيل جديد من الخرسانة ذاتية الشفاء. خلال العمر الإفتراضي للمبنى يمكن أن تحدث شقوق وتصدعات في هيكل الخرسانة



شكل(٧) تنشط البكتيريا عندما يسمح التشقق للماء والهواء بالدخول



شكل(٨) تنتج البكتريا كربونات الكالسيوم التي تسد الشقوق

قد تؤدي إلى نتائج كارثية إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح حيث يمكن أن تصل إليها الماء مسببة التآكل.

وكان إختراع Jonker هو إضافة بكتريا خاصة بجانب التغذية المغلفة مع خليط الخرسانة قبل الصب لتستيقظ فقط عندما تتعرض للمياه والهواء الناتج عن تصدع الخرسانة وبمجرد تفعيلها تنتج تلك البكتريا الكالسيوم الذي يقوم بسد تلك التشققات.

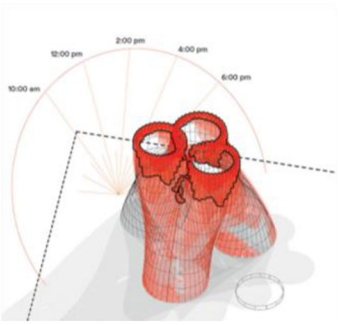
من المتوقع أن تطور هذا النوع من الخرسانة ذانية الإصلاح يؤدي إلى خرسانة أكثر دواما وإستدامة والذي لها إحتياج كبير خاصة في البيئة الرطبة حيث يحدث التآكل الذي يؤدي إلى إضعاف الخرسانة.

مشروع HY-FI هو مجموعة من الأبراج مبنية من الطوب الفطري ويدعى بان يكون المشروع الأول الذي بصمته الكربونية صفر في عملية البناء وما بعدها، حيث يعتمد على الطوب الفطري كوحدة بناء نامية وهو طوب يتغذى على سيقان الذرة و ينمو في ظروف إضاءة خاصة حيث يوفر هيكل المبنى وعاء يحتوي الطوب لينمو ويعمل الإطار الشبكي العاكس للمبنى بعكس أشعة الشمس على الطوب الذي يتم وضعه في الجزء السفلي من المبنى.

شكل(٩) الطوب الفطري

شكل (١٠) مشروع HY-FI

شكل (١١) لقطة لللمبنى من الداخل



شكل(١٢) دراسة الظل لمشروع HY-FI توضح إمكانية تشكيل الهيكل توفير مناخ جيد للمبنى من أسفل

تصميم المبنى يسمح بخلق مناخ بارد في الصيف عن طريق جذب الهواء البارد للقاع ودفع الهواء الساخن لأعلى من خلال مجموعة من الثغرات في الجدران.بعد تفكيك المبنى يتم معالجة

الطوب وتوزيعهه على الحدائق ليكمل المبنى بقية دورة حياته كسماد.

٣-٦-١- تأثير مواد المخلفات المزروعة على الراحة الحرارية:

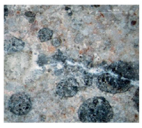
كون تلك المواد عضوية فهي تمتص ثاني أكسيد الكربون الذي تربطه علاقة وطيده بإرتفاع درجة الحرارة بشكل عام حتى وإن لم تكن لتلك المواد علاقة مباشرة بالراحة الحرارية.

ويبقى السؤال هل يمكن تفعيل أستراتيجيات التصميم المستدام للمنتجات إذا ثبت القيمة المحتملة لها.

وفيما يلي إستعراض دراسة تحليلية لطرق إعادة التدوير والمواد الجديدة الناتجة عنها.

جدول (١) يوضح تحليل طرق إعادة التدوير:

طريقة إعادة التدوير	التكثيف Densification	إعادة التشكيل reconfiguration	التحويل transformation	المصمم DESIGNED	المزروع Cultivated
العملية التي يمر بها	ضغط المواد في قالب لتتحول لبالات	الكسر أو الطحن أو النشر	الضغط	حسب المنتج	النمو طبيعيا
مميزات	-تبقى المادة الأصلية دون تغيير من حيث التركيب الكيميائي -العزل الإستثنائي للحرارة والصوت وذلك نتيجة للإنضغاط الشديد الذي أزال الهواء من بين طبقاتها	-إضافة خصائص جديدة للمادة -إمكانية تغير شكل المادة حسب التصور المطلوب لعناصر البناء	-تحول المواد الخطرة إلى مواد جيدة بدون أي وجه ضرر على الصحة والبئة	-المنتجات مصممة على ألا تذهب للمخلفات بعد دورة حياتها الأولى -تبقى المادة كما هي بالنتج لا يطرأعليها تغير مثل التكثيف أو التحويل أو إعادة التشكيل	-معظمها يمكن تحويلها إلى سماد بعد الإستخدام الأول لها -يمكن أن تنمو بسهولة حيث كانت الحاجة إليها -نظرا لأن معظم تلك المواد عضوية فإنها تمتص ثاني أكسيد الكربون أثناء نموها -يمكن إيقافها عند أي نقطة مناسبة عن طريق التغير المقصود للظروف المحيطة مثل تجفيف المادة أو تعريضها لظروف إضاءة خاصة أو درجة حرارة مختلفة.
عيوب	-تحتاج تلك المواد إلى عزل للمياه - تحتاج إلى تصميم خاص لتقوم بوظيفتها جيدا - لا تصلح للمبان المرتفعة	-ربما تدمر عمليات الطحن بعض الصفات الأليه للمادة فتقل كفاءة إعادة تدويرها لمرة أخرى	-تفقد المادة خصائصها الأصلية بالكامل	- لا تصلح للمبان المرتفعة	-يمكن لأي تحول يطرأ على الظروف البيئية أن يعطل نمو تلك المواد

المواد الجديدة المعاد تدويرها	 القش كمادة بناء	 ألواح عزل من المخلفات الزراعية	 مادة Foamglas T4+ مصنوعة من زجاج معاد تدوير بنسبة ٦٠%	 الزجاجات الفارغة كعنصر بناء	 البكتريا تنتج كربونات الكالسيوم التي تسد الشقوق التي تصيب الخرسانة	 طوب فطري يتغذى على سيقان الذرة وينمو في ظروف إضاءة خاصة
التوصيلية الحرارية للمنتج	0.667 W/mK	0.044–0.051 W/m²K للوح أبعاده 700mmx500mm	0.043 W/m2K عند درجة حرارة 24° C وتكون 0.041W/m2K عند 10° C	التوصيلية الحرارية للرمل (k) W/m K 0.15 وللبلاستيك PET بمعدل 0.15- 0.4 W/m K	حسب نوع الخرسانة الطوب الفطري قيد الدراسة	
التأثير على الراحة الحرارية	– العزل الإستثنائي للحرارة والصوت نتيجة للإنضغاط الشديد الذي أزال الهواء بين الطبقات لديها آداء حراري أفضل من مواد أخرى تستخدم في الحوائط	– المواد ذات خصائص آداء جيدة حراريا نتيجة خلط مواد مختلفة	– إكتساب خصائص حرارية جيدة فتتحول من 0.8 W/mK في الزجاج إلى 0.043 W/m2K عند إعادة تدويره إلى Foamglas T4+	– التوصيلية الحرارية والكهربية للزجاجات البلاستيكية منخفضة – كمادة بناء تحقق thermal time lag بمتوسط ٨.١٥ ساعات	– المواد عضوية فهي تمتص ثاني أكسيد الكربون الذي تربطه علاقة وطيده بإرتفاع درجة الحرارة بشكل عام حتى وإن لم تكن لتلك المواد علاقة مباشرة بالراحة الحرارية	
توافر المادة	متوفر	متوفر	متوفر	متوفر	متوفر	
التكنولوجيا المستخدمة	Low-tech	Low-tech	High-tech	Low-tech	Low-tech	
تكاليف النقل	حسب بعد الموقع عن الزراعات	حسب بعد الموقع عن الزراعات	حسب بعد الموقع عن المصنع	حسب بعد الموقع عن تجميع الزجاجات	لا توجد	
إمكانية تطبيقها في مصر	يمكن	يمكن	يمكن	يمكن	يمكن	

٤ – الخلاصة:

إن الحافز لهذه الورقة البحثية هو القلق المتنامي إزاء نضوب مصادر الطاقة وضرورة البحث عن وسائل جديدة لحفظ حق الأجيال القادمة من الموارد وذلك بإتخاذ إعادة التدوير سبيل لذلك.

لقد تم الربط بين إعادة التدوير وتحقيق الراحة الحرارية عن طريق الوصول لمواد بناء جديدة ذات توصيلية حرارية منخفضة كتقنية سالبة لرفع كفاءة الراحة الحرارية داخل المباني.

إستعرضت الورقة البحثية مفهوم فلسفة (صفر – نفايات) الذي يؤكد على أن إعادةالتدوير هدف أخلاقي قبل أن يكون ضرورة ملحة وهو يعني تصميم وإدارة المنتجات والعمليات الممنهجة لتجنب وإزالة سمية النفايات والحفاظ على المواد وإستعادتها وعدم حرقها أو دفنها. ويعني أيضا القضاء على جميع

التسريبات التي تصل للأرض او الماء أو الهواء و تهدد الإنسان أو الحيوان أو صحة الكوكب.

إن إعادة التدوير هو إحدى الوسائل المستقبلية لتحقيق الإستدامة وخاصة لمواد البناء ففي البلدان ذات الموارد المنخفضة ونقص للطاقة يمكن لمواد البناء كتقنية سالبة أن تكون فعالة وسهلة التحكم خاصة لتلك المواد التي لديها خصائص تساعد في تحسين مستوى الراحة الحرارية.

لقد تم إستعراض طرق إعادة التدوير (مكثف – معاد تشكيله – متحول – مصمم – مزروع) وخصائص كل نهج منه والمواد المنتجة بكل طريقة وقد إجتمعت كل تلك الطرق على قابليتها للتطبيق في مصر نتيجة لسهولة العمليات التي تمر بها مثل الطحن أو النشر أو التكثيف فيما عدا إعادة التدوير عن طريق التحويل التي تحتاج لتكنولوجيا عالية نسبيا.

خلص البحث إلى عرض مواد جديدة معاد تدويرها منها ما ثبت نجاحها حراريا مثل القش وألواح العزل و Foamglas T4+ والبناء بالزجاجات البلاستيكية ومنها قيد البحث والدراسة مثل الخرسانة ذاتية الشفاء والطوب الفطري. مع الأخذ في الإعتبار أن البناء بالقش والزجاجات البلاستيكية يتطلب أرتفاع محدود مثل المباني السكنية اللإقتصادية.

بالات القش(الناتجة من عملية التكثيف **Densification**) تتميز بالعزل الإستثنائي للحرارة والصوت نتيجة للإنضغاط الشديد الذي أزال الهواء بين الطبقات كما ان لديها آداء حراري أفضل من مواد أخرى تستخدم في الحوائط، كما أن ألواح العزل من المخلفات الزراعية (الناتجة من عملية إعادة التشكيل **reconfiguration**) لها خصائص آداء جيدة حراريا نتيجة خلط مواد مختلفة لإنتاجها فأكسبها خصائص حرارية جيدة، Foamglas T4+ (الناتج من عملية التحويل **transformation**) يمكن وصفه بأنه صفقة ناجحة حيث تحول الزجاج ذو التوصيلية الحرارية العالية إلى مادة عزل مادة تتميز بالتحمل فوق العادي للضغط ومقاومة الماء ولها قيمة عزل عالية وتوصيلية حرارية منخفضة 0.043 W/m2K عند درجة حرارة 24° C وتكون 0.041W/m2K عند 10° C ولا تحتوي على أي مادة وقودية ضارة بالأوزون، التوصيلية الحرارية والكهربية للزجاجات البلاستيكية (عملية التصميم **DESIGNED**) منخفضة وهي كمادة بناء تحقق thermal time lag بمتوسط ٨.١٥ ساعات وكونها مصممة للإستخدام مرة أخرى فذلك يزيد من فعاليتها كعنصر بناء ذو شكل جمالي مقبول.

لقد ظهرت مواد المخلفات المزروعة "Cultivated Waste Materials" بإعتبارها أحدث طرق إعادة التدوير حيث تمتلك منتجاتها مميزات كثيرة، فمعظمها يمكن تحويلها إلى سماد بعد الإستخدام الأصلي لها، وفي المرحلة التالية من دورتها تصبح خصبة للجيل القادم، بالإضافة إلى ان هذه المواد يمكن أن تنمو بسهولة حيثما كانت الحاجة إليها مما يقلل الطاقة المستهلكة للنقل. وأخيرا وليس آخرا فنظرا لأن معظم تلك المواد عضوية فإنها تمتص ثاني أكسيد الكربون أثناء نموها. وكانت تقنية إستخدام البكتريا في معالجة الخرسانة Bacteria-Based Self-Healing Concrete تجربة ملهمة لتحث على إكتشاف المزيد من التطبيقات لهذا النهج.

إن مزيد من البحوث للتحقيق في مختلف مواد البناء خاصة المعاد تدويرها من أجل تحقيق مستوى أفضل من الراحة الحرارية لهو حاجة ملحة لصحة أفضل ولمعالجة الآثار المترتبة على إرتفاع درجات الحرارة بسبب المناخ.

٥- المراجع References:

1. UCLAN Air Conditioning Policy and Guidance on Thermal Comfort, Safety, Health and Environment Section, 2013.
2. K. Parsons, Human Thermal Environment: The Effects of Hot, Cold and Moderate Environment on Human Health, Comfort and Performance, second and Y. Epstein, Daniel S. Moran, Thermal comfort and the heat stress indices, J.Ind. Health 44(2006)388–398.

edition,.TaylorandFrancis,London,2003.

chitectural Regionalism, Conservation Information Network, 1963.

13. P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal, Role of building material in thermal comfort in tropical climates , Journal of Building Engineering 3(2015)104–113.
14. P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal(المرجع السابق).
15. ZWIA, Zero Waste International Alliance (2009)،accessed on-line 26/01/2014، http://zwia.org/standards/zwdefinition
16. Dirk E. Hebel, Marta H. Wisniewska, Felix Heisel. Building from waste: Recovered materials in architecture and construction, Birkhäuser Verlag GmbH,Germany,2014.
17. ZWIA, Zero Waste International Alliance (2009)مرجع سابق
18. P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal.(المرجع السابق)
19. T.Woolley,Lecture:sustainable building materials,AEESLect.Notes(2009) 197–210.and P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal.(المرجع السابق)
20. P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal.(المرجع السابق)
21. M. Pruteanu,Investigations Regarding theThermal Conductivity of Straw, Buletinul Institutului Politehnic Din Iaşi, Tomul LVI (LX),2010.
22. Jean-Philippe Costes , Arnaud Evrard, Benjamin Biot, Gauthier Keutgen, Amaury Daras,Samuel Dubois, Frédéric Lebeau and Luc Courard, Thermal Conductivity of Straw Bales: Full Size Measurements Considering the Direction of the Heat Flow, buildings, 5 February 2017.
23. Steven Goodhewa ,Richard Griffiths, Sustainable earth walls to meet the building regulations, Elsevier,Energy and Buildings 37 (2005) 451–459.
24. M.A.Alhaddad,Z.T.Jun,A comparative study of the thermal comfort of different

3. M.L. Chen, C.J. Chen, W.Y.Yeh, J. W. Huang, I.F. Mao,Heat stress evaluation and worker fatigue in asteelplant,J.Am.Ind.Hyg.Assoc.64(2003) 352–359.
4. G. P. Bates, J. Schneider, Hydration status and physiological work load of UAE construction workers – a prospective long itudinal observational study,J.Occup. Med.Toxicol.3(2008)21–26.and K. Parsons, Human Thermal Environment(مرجع سابق)
5. A. Forstho, P. Mehnert, H. Ne!gen, Technicalnote -comparison of laboratory studies with predictions of the required sweat rate index(ISO7933) for climates with moderate to high thermal radiation,J.Appl.Ergon.32(2001) 299–303.
6. P. A. Hancock, I. Vasmatzidis, Human occupational and performance limits Under stress:the thermal environment as aprototypical example,J.Ergon.41(1998)1169–1191.
7. Health and Safety Commission, Health and Safety Statistics, A National Statistics Publication,2005.
8. Fiona Naoum, SUSTAINABLE MATERIALS: AN EMPIRICAL STUDY ON THE THERMAL PERFORMANCE OF PLASTIC-BOTTLE-WALLS,Plea2015,September 2015.
9. Nida Oğlakcioğlu, Arzu Marmaral, Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe January / December 2007, Vol. 15, No. 5 - 6 (64 – 65).
10. Autodesk Sustainability Workshop, n.d. Autodesk Sustainability Workshop. [Online] Available at: http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/thermal-properties-materials.
11. FAO Document Repository, Climate and Environmental Control, Agriculture and Consumer Protection, 2003.
12. V. Olgyay, Alader Olgyay, Design with Climate: Bioclimatic Approach to Ar-

Technology Center; Industrial Modernization Center.

32. Fiona Naoum, SUSTAINABLE MATERIALS: (مرجع سابق)
33. http://www.goodfellow.com/catalogue/GFCat2H.php?ewd_token=ZK8Y3xkHQkxW4DB0BnQ8Na0z0Ig0bn&n=3vx1mPfKcGFKE80XMqz0DbL5xnAxyM&ewd_urlNo=GFCat2L3&Head=ES30.
34. http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html.
35. P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal(المرجع السابق).

building materials in Sana'a, J.Am.J.Eng.Appl.Sci.6(1)(2013)20–24.

25. P.K.Latha a, Y.Darshana b, Vidhya Venugopal.(المرجع السابق)
26. المرجع السابق
27. المرجع السابق
28. http://www.saint-gobain-sekurit.com/glossary/glass-properties.
29. McDonough, William; Braungart, Michael (2002).Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, North PointPress, New York City, USA.
30. http://www.flaska.eu/less-waste-2.
31. Farag, M. G. et al., 2008. National Study, Plastic Recycling Sector, s.l.: Plastic

Abstract:

The traditional building materials and heat insulation materials used today still consume a large amount of non-renewable resources to ensure the thermal protection of the spaces inside the building in light of the energy crisis and the depletion of its non-renewable sources, which is one of the most important challenges facing many countries, especially Egypt. Thus, the formation of a general tendency to replace these materials with another more economical and recycled can help to meet these challenges. The effects of the crisis have been appeared clearly in the last few years and their reflection on the lives of individuals. Therefore, a good choice of building materials with good thermal properties ensures higher levels of thermal comfort especially with predictions of in-.creased temperatures

Therefore, this study aims to find new sustainable materials that raise the level of comfort efficiency. Recycling is one of the means to obtain environmentally sustaina-.ble building materials

The research focuses on recycling methods and their forms, classification of recycled materials, studying their ability to contribute to thermal comfort, and also their applicability in hot areas. The research focuses on recycling as one of the ways of sustainability which should be the first choice for the construction sector to contribute to achieving a sustainable building, The research has reviewed a new concept of zero-waste philosophy, This type of recycling aims to preserve and recover materials once they are used and not burned or buried for use in construction

Through the study of models of recycled materials and their properties, an analytical study was conducted on the methods of recycling by classification of waste and the review of building materials and their impact on thermal comfort and also the ability of these materials for use in the hot areas, which opens the way for the construction sector to move towards the use of new materials Sustainable projects that contribute to the sustainability of build-..ings

Key words: recycling, sustainable building materials, recycled new building materials, thermal comfort, thermal conductivity

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

المباني المستوحاة من الطبيعة مدخل لتحقيق التكيف مع التغير المناخي

آلاء صلاح محمد احمد	أ.د .ايهاب محمود بيومي عقبة	د .ايمان بدوي أحمد محمود
معيدة بقسم الهندسة المعمارية	أستاذ العمارة والتصميم البيئي بقسم الهندسة المعمارية	مدرس بقسم الهندسة المعمارية
Asm11@fayoum.edu.eg	emo00@fayoum.edu.eg	Eba00@fayoum.edu.eg
كلية الهندسة، جامعة الفيوم، مصر	كلية الهندسة، جامعة الفيوم، مصر	كلية الهندسة، جامعة الفيوم، مصر

ملخص البحث:

تشهد الأرض مؤخراً تغيراً مناخياً وظاهرة الاحتباس الحراري العالمي، والذي يؤدي الي ارتفاع درجة حرارة الأرض وزيادة الكوارث الطبيعية .وهذا ويؤدي إلى العديد من المشاكل الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، ويؤثر علي البشر والموارد المجتمعية والأنشطة التنموية .ويمكن للنهج القائمة على الطبيعة أن توفر حلولاً مستدامة لمواجهة تحديات التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه من أجل الحفاظ على النظم الإيكولوجية الضرورية للحياة.

وتعتبر الطبيعة هي مصدر الاستيحاء الأساسي لتوفير حلول بيولوجية لتحقيق التكيف، فلم يعد علم الأحياء مجرد اتجاه بحثي يخص علماء الأحياء، وإنما هو مصدر إلهام جديد للتفكير التكنولوجي .فالنظم الموجودة في الطبيعة توفر قاعدة بيانات كبيرة من الاستراتيجيات والآليات التي يمكن تنفيذها في تصميم المباني المستوحاة من الطبيعة .

وتهدف هذه الورقة البحثية الي مناقشه مفهوم الاستيحاء من الطبيعة / المحاكاة البيولوجية كمدخل لتحقيق التكيف مع التغير المناخي، وذلك عن طريق عرض مفاهيم، وأسباب، ومستويات، واستراتيجيات، وآليات، ومنهجيات كلاً من التكيف في الطبيعة والاستيحاء من الطبيعة / المحاكاة البيولوجية، واستعراض لبعض هذه المباني المستوحاة من الطبيعة، ومدي تكيفها مع التغير المناخي الواقع في بيئتها.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، التكيف المناخي، التصميم المستوحى من الطبيعة، المحاكاة البيولوجية.

١- المقدمة

أدي الاختلال المطرد في الظروف المناخية من درجة الحرارة، وأنماط الرياح، والأمطار، وسائر ظواهر المناخ سواء في فصل الشتاء، أو الصيف إلى تأثر الأنظمة الحيوية على المدي القصير والطويل. ولذا صارت التغيرات المناخية وخصوصاً موضوعات التخفيف من غازات الاحتباس الحراري، والتكيف مع ظاهرة تغير المناخ من القضايا الهامة المطروحة دولياً ومحلياً من أجل تحقيق بيئة أفضل.

وفي (٣-١٤ يونية ١٩٩٢) تم عقد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية، أو ما يسمي مؤتمر قمة الأرض في ريو دي جانيرو، البرازيل، للتوفيق بين التنمية الاقتصادية في جميع أنحاء العالم وحماية البيئة. ومن خلال المعاهدات والوثائق الأخرى الموقعة في المؤتمر، التزمت معظم دول العالم التزاما اسمياً بالسعي لتحقيق التنمية الاقتصادية بطرق من شأنها أن تحمي بيئة الأرض والموارد غير المتجددة. [1]

وفيما يلي شرح وعرض لمفهوم التغير المناخي، وأسبابه، وتأثيره على الطبيعة والمباني، وطرق التعامل مع التغير المناخي طبيعياً ومعمارياً.

٢- التغير المناخي

وعرفت هيئة IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) التغير المناخي بأنه تغير في حالة المناخ التي يمكن تحديدها باستخدام الاختبارات الإحصائية من خلال التغييرات في متوسط حالة المناخ، وتباين خصائصه، والذي عادةً ما يكون قائما لفترة طويلة، مثل عدة عقود، أو أكثر. وقد يكون هذا التغيير بسبب عمليات طبيعية داخلية مثل التغييرات في الدورة الشمسية، والانفجارات البركانية، أو بسبب تأثيرات خارجية مثل الانبعاثات الغازية المستمرة التي تؤثر في الغلاف الجوي، واستخدام الأراضي [2].

وتتناول الدراسة التأثيرات الناتجة عن تغير المناخ، وطرق التعامل مع التغير المناخي واشكال التكيف في الطبيعة.

٢-١- التأثيرات الناتجة عن تغير المناخ على البيئة وعلى المباني

أدي تغيير المناخ الي التأثير على الإنسان في عدة نواحي بصورة مباشرة وغير مباشرة سواء بيولوجياً، ومعمارياً، واجتماعياً، وغيرها.

وتتضمن التأثيرات على المباني الناجمة عن تغير المناخ [3] [4]:

١- زيادة أحمال التبريد والتدفئة
٢- تغييرات في أنواع الطاقة المتاحة وتكاليفها بما في ذلك الكهرباء، وزيادة الطلب على الطاقة.
٣- تغيير طرق الإنشاء، والتأثير على مدي توافر متطلبات مواد البناء، وبالتالي تغيير في متطلبات البناء وتكاليفها.
٤- حدوث أضرار للمباني وبنيتها التحتية.
٥- حدوث أضرار للواجهات والهيكل الداخلي للمبني.
٦- تغييرات في لوائح التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة والتكيف
٧- تؤثر علي جودة الهواء الداخلي للمبني
٨- حدوث تغيرات في وسائل التبريد والتظليل والاستفادة من التبخر.

٢-٢- طرق التعامل مع التغير المناخي

تنقسم طرق الاستجابة والتعامل مع التغير المناخي إلى [5]:

١- تخفيف أسباب التغير المناخي.
٢- تكيف البيئة الحالية، والمستقبلية للتأثيرات المعروفة، والمتوقعة لتغير المناخ.

وتعرف بإسم (النهج القائمة على الطبيعة)، أو (النهج القائمة على النظم الإيكولوجية). ويسعى النهجان إلى زيادة قدرة النظم الإيكولوجية على الصمود، وذلك عن طريق تحقيق الاستقرار، وتعزيز العلاقات الوظيفية داخل النظام الإيكولوجي، وبين الأنواع لزيادة قدرتها على الصمود امام هذه التغيرات [6].

٢-٢-١- تخفيف أسباب التغير المناخي

الإجراءات اللازمة لتقليل انبعاث غازات الاحتباس الحراري [7].

مثال علي ذلك: المباني صفرية الانبعاثات الكربونية (zero carbon building)، فتعتمد على توازن انبعاثات الكربون الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري في الموقع أو خارج الموقع بمقدار إنتاج الطاقة المتجددة في الموقع. [8] .

٢-٢-٢- التكيف مع التغير المناخي

وعرفت Giz (وهي منظمة معنية بحماية المناخ) التكيف بأنه تعديل في النظم الطبيعية، أو البشرية استجابةً للمحفزات الفعلية، أو المتوقعة المناخية، أو تأثيراتها، الذي يخفف من الضرر، أو يستغل الفرص المفيدة في هذه التغيير [9].

عرفت هيئة IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) التكيف المناخي بأنها عملية التوافق مع المناخ الفعلي، أو المتوقع، وآثاره. ففي النظم البشرية، يسعى التكيف لتخفيف، أو تجنب ضرر، أو استغلال الفرص المفيدة. أما في بعض الأنظمة الطبيعية، التدخل البشري قد يسهل التكيف مع المناخ المتوقعة وآثاره [2].

٢-٣- أشكال التكيف المناخي
Adaptation to climate change

عرف دوبزانسكي (Dobzhansky) التكيف في الطبيعة بأنه العملية التطورية التي يصبح فيها الكائن الحي أكثر قدرة على العيش في بيئته [10]. وذلك عن طريق عدة طرق: في بنيتها، ووظائف الأعضاء، أو في حركتها، أو في وسائل الدفاع والهجوم، أو في تكاثرها وتنميتها، وفي نواحي أخرى [11].

وتختلف أشكال التكيف في الكائنات الحية في الطبيعة بين:

١- التكيف المورفولوجي أو الهيكلي Morphological or structural adaptation.
٢- التكيف الفسيولوجي أو الوظيفي Physiological or functional adaptation.
٣- التكيف السلوكي Behavioral adaptation.

٢-٣-١- التكيف المورفولوجي أو الهيكلي.

تتعلق بشكل، أو حجم، أو نمط، أو هيكل الكائن الحي اعتماداً على بيئتهم الخاصة، وتحسن الأداء الوظيفي بشكل أفضل للبقاء على قيد الحياة [12].

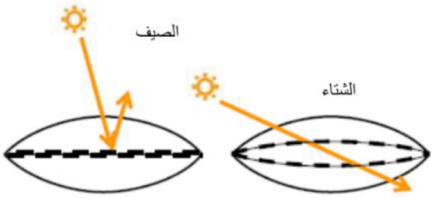
ومثال على ذلك: الملجأ الخشبي (M-Velope Shelter) للمعماري مايكل جانتزن (Michael Jantzen)، فهو مبني قابل للطي حسب احتياج ساكنيه ليلائم استخدامات مختلفة (شكل ١) [13].

شكل ١ الملجأ الخشبي للمعماري مايكل جانتزن، المصدر: http://inhabitat.com

٢-٣-٢- التكيف الفسيولوجي أو الوظيفي.

تتعلق بالعمليات الكيميائية للكائن الحي. مثل استجابة الكائنات لحافز خارجي معين من أجل الحفاظ على التوازن [12].

ومثال على ذلك: مادة ETFE والمستخدمة في تصميم تغطيات الاسقف لعزل الحرارة (شكل ٢شكل ٢) مثل في مكعب بكين المائي [14].



شكل ٢ اختلاف شكل وخصائص مادة ETFE بين الشتاء والصيف وحسب أشعة الشمس، والمصدر: Poirazis, 2009

٢-٣-٣- التكيف السلوكي.

تتعلق بكيفية عمل الكائن الحي، والإجراءات التي تتخذها من أجل البقاء. ويرتبط هذا النوع من التكيف بنظام التغذية المرتدة، حيث يمثل السلوك تفاعلاً بين الكائن الحي وبيئته [12].

ومثال على ذلك: المنزل المتكيف (the adaptive house) (شكل ٣)، حيث أن ذكاء المنزل ينشأ من القدرة على التنبؤ بسلوك واحتياجات السكان من خلال ملاحظتها على مدى فترة من الزمن. ويقوم ببرمجة نفسه من خلال رصد البيئة، وإجراءات

الاستشعار التي يقوم بها السكان، مثل تحويل الأضواء وإيقافها، وتعديل الحرارة، ومراقبة أنماط الإشغال، والسلوك لدى السكان [15].

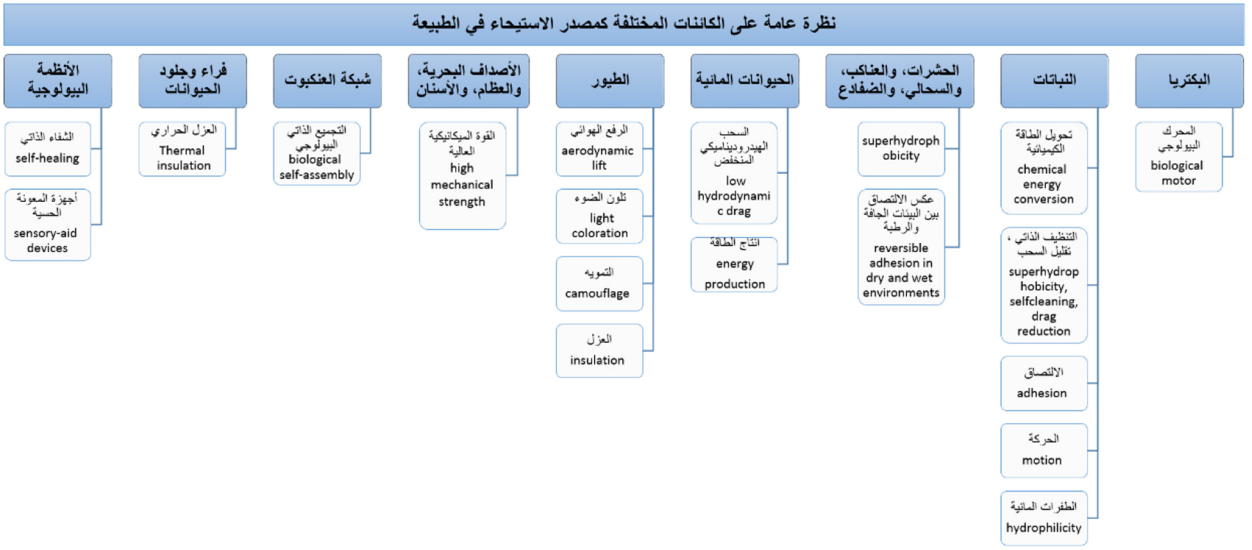
شكل ٣ المنزل المتكيف، والمصدر: http://www.cs.colorado.edu

٣- الطبيعة كمدخل للتكيف في المباني

وتعتبر الطبيعة هي مصدر الاستيحاء الأساسي لتوفير حلول بيولوجية لتحقيق التكيف. ولم يعد علم الأحياء مجرد اتجاه بحثي يخص علماء الأحياء، وإنما هو مصدر إلهام جديد للتفكير التكنولوجي. وقد نظرت بعض هذه الدراسات إلى الطبيعة كمصدر للإلهام لتطبيقها على الهندسة المعمارية. ويمكن مقارنة تكيف الكائن الحي في بيئته مع العلاقة المتناغمة للمبنى مع محيطه ومدى ملاءمته للأغراض المختلفة التي يستهدفها. فالنظم الموجودة في الطبيعة توفر قاعدة بيانات كبيرة من الاستراتيجيات والآليات التي يمكن تنفيذها في تصميم المباني المستوحاة من الطبيعة [12]. على الرغم من أن هذه العملية لا تؤدي دائما إلى حلول التصميم التي تتوافق مباشرة مع الكائنات الحية الملهمة بسبب الظروف المختلفة، فمن المهم أن ندرس بدقة كيفية تعامل الكائنات الحية مع مشاكل مماثلة، ومن ثم ضبط وإعادة صياغة مبادئها الوظيفية لتطبيقها في حل مشاكل التصميم [16].

هناك عدد كبير من الكائنات التي توفر مصادر للاستيحاء مثل البكتيريا والنباتات والحيوانات المائية والأصداف والطيور وغيرها، ويمكن تطبيقها بصور مختلفة عن طريق نقل خصائصها، أو شكلها، أو سلوكها (شكل ٤). [17]

وتتناول هذه الدراسة الاستيحاء من الطبيعة / المحاكاة البيولوجية وذلك عن طريق التعريف بالمحاكاة البيولوجية، ودراسة مبادئ التصميم في الطبيعة، وطرق المحاكاة، وإطار العمل لتطبيقات المحاكاة البيولوجية.



شكل ٤ نظرة عامة علي الكائنات المختلفة كمصدر استيحاء من الطبيعة، والمصدر: BHUSHAN, 2009

٣-١- الاستيحاء من الطبيعة / المحاكاة البيولوجية

يوجد العديد من المفاهيم ذات صلة بالاستيحاء من الطبيعة، ونستعرض منها على سبيل المثال:

وعرف فينسنت (Vincent) المحاكاة البيولوجية (biomimicry) بأنها التقنية الناتجة عن استعارة الأفكار من الطبيعة [18].

أما تعريف المحاكاة البيولوجية (biomimicry) في The Biomimicry Institute بأنها نهج الابتكار الذي يسعى إلى إيجاد حلول مستدامة لتحديات الإنسان عن طريق محاكاة أنماط واستراتيجيات اجتازت اختبار الزمن للطبيعة. لخلق منتجات وعمليات وطرق سياسات جديدة للمعيشة التي يتم تكييفها بشكل جيد للحياة على الأرض على المدى الطويل. والفكرة الأساسية هي أن الطبيعة قد حلت بالفعل العديد من المشاكل التي نتعامل معها. الحيوانات والنباتات والميكروبات هي المهندسين بعد مليارات السنين من البحث والتطوير، والفشل هي الحفريات، وما يحيط بنا هو سر البقاء على قيد الحياة [19].

٣-٢- مبادئ التصميم المستوحى من الطبيعة

تعتمد المحاكاة الناجحة على التقليد الواعي لاستراتيجية طبيعية واعية تم تنفيذها في بيئة مشابهة أن لم تكن نفسها لتحقيق نفس النتيجة بأقل مجهود. وتحليل المبادئ العامة للتصميمات الطبيعية يمكن أن يساعدنا على تصميم حلول معمارية أفضل للبيئة. وهناك مبادئ أساسية للتصميمات التي تعتمد على الطبيعية [20]، ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر في التصنيف التالي:

٣-٢-١- الشكل

أ- تصميمات الطبيعية تستخدم الشكل الوظيفي وتعتمد على التصميم الهندسي النمطي (fractal design) حيث يخفي الجمال، والتصميم قد يمتد دون تخطيط (شكل ٥) [21].

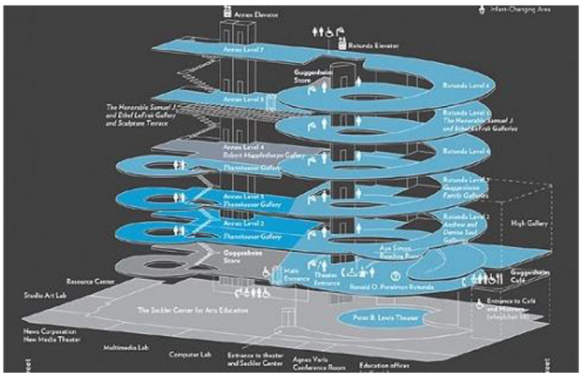
شكل ٥ استخدام النمط الثماني في تصميم قلعة ديل مونتي (The Castel Del Monte)، المصدر: https://www.wiztours.com

ب- تصميمات الطبيعية تعتمد على التنظيم الشبكي بدلاً من الخطي (شكل ٦) [22].

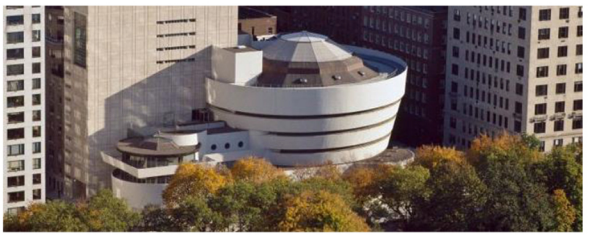
شكل ٦ استخدام التنظيم الشبكي في القبة الجيوديسية لبكمينستر فولر (Buckminster Fuller)، والمصدر: http://inhabitat.com

ت- تصميمات الطبيعة لا تستخدم الحدود والحواف الحادة (شكل ٨).

ث- تصميمات الطبيعة تلائم الشكل للوظيفة، وتستخدم مجموعة متنوعة من الأشكال الغير المتعامدة وأساليب التصميم في البناء لضمان أقصى قدر من حيث الكفاءة الهيكلية (شكل ٧) و(شكل ٨) [23].



شكل ٧ المسار المتحفي داخل متحف جوجنهايم، المصدر: https://www.guggenheim.org



شكل ٨ ملاءمة شكل متحف جوجنهايم للمسار المتحفي داخله، وانسيابية شكله وعدم اعتماده على الحواف الحادة، المصدر: https://www.guggenheim.org

٣-٢-٢- المواد

أ- تصميمات الطبيعية تعتمد على إعادة التدوير بالكامل، حيث نفايات بعض الأنواع هي الغذاء لأنواع أخري، مما يساعد على تحقيق مفهوم صفرية النفايات Zero Waste.

ب- تصميمات الطبيعية تستخدم الموارد اللازمة، وتتجنب الإفراط.

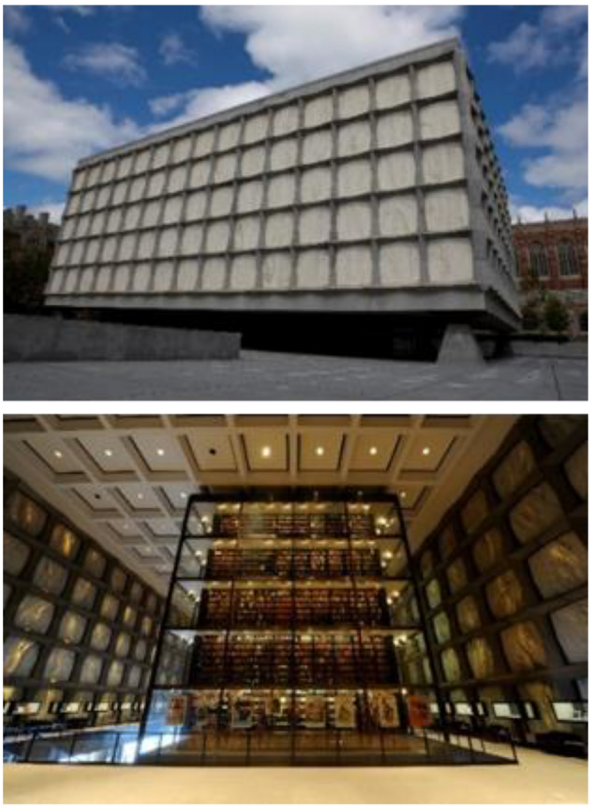
ت- تصميمات الطبيعة تعتمد على التقليل والتصغير بدا من التعظيم، وذلك عن طريق استخدام اقل مواد مع تحقيق أمثل وظيفة وإنشاء.

٣-٢-٣- الانشاء

أ- تصميمات الطبيعة تستخدم نظم إنشائية مرتبة وذات تدرج هرمي (شكل ٩).

ب- تصميمات الطبيعة تعتمد على التنوع، والتكيف في مرونة وديناميكية.

ت- تصميمات الطبيعة تنشئ تنظيمات هيكلية على جميع المستويات بداية من الذرة إلى المجرة (شكل ٩).



شكل ٩ استخدام المربع كوحدة متكررة، واستخدامها في الإنشاء الهيكلي في التصميم الداخلي والمعماري لمبني مكتبة بينيك في جامعة يال، المصدر: http://beinecke.library.yale.edu

٣-٢-٤- البيئة

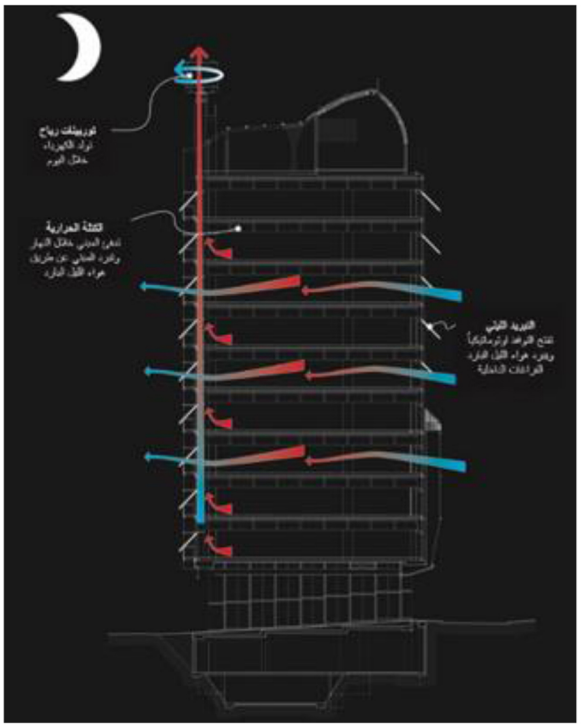
أ- التصميمات الطبيعية تحترم حدود البيئية، وتتأقلم مع الزمان والمكان.

ب- تصميمات الطبيعة تستجيب لمجموعة العوامل البيئية المتنوعة التي تؤثر عليها (شكل ١٠) [24].

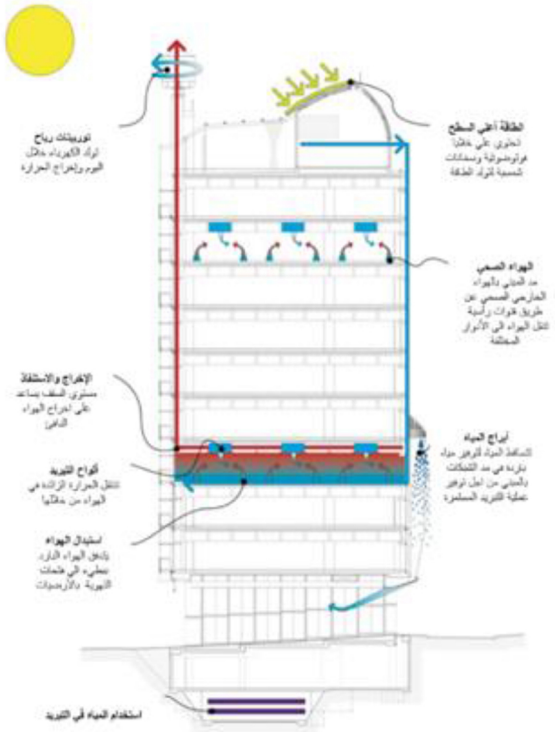
ت- تصميمات الطبيعية تعتمد على المصادر الطبيعية، وضوء الشمس خاصةً (شكل ١٢) [24].

ث- تصميمات الطبيعة تظل في حالة اتزان مع المناخ الحيوي المحيط (شكل ١١) و(شكل ١٢).

شكل ١٠ استجابة الألواح المتحركة على الواجهة للشمس لتوفير راحة المستخدمين في مبني CH2، المصدر:
http://www.architectureanddesign.com.au



شكل ١١ عملية توليد الطاقة في المبني وكيفيه اكتساب وفقد الحرارة أثناء الليل في مبني CH2، المصدر:
http://www.architectureanddesign.com.au

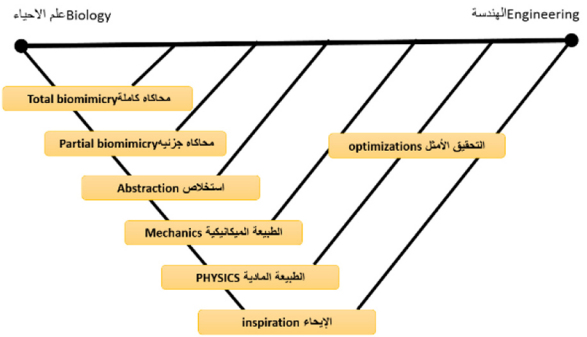


شكل ١٢عملية توليد الطاقة في المبني وكيفيه اكتساب وفقد الحرارة أثناء النهار في مبني CH2، المصدر:
http://www.architectureanddesign.com.au

٣-٣- خريطة المحاكاة البيولوجية

عرف فينسنت (Vincent) خرائط المحاكاة بأنها طرق للانتقال من الطبيعة إلى التطبيق، وهي تعبر عن مداخل التعامل مع هذه المشاكل [25].

في خريطة المحاكاة ل فينسنت (Vincent) كلما تحركنا لأسفل بعيداً عن الطبيعة الرئيسية (أقصى أعلي اليسار) كلما كانت الفكرة أقوى. فهي توضح أن الاستيحاء من الطبيعة في أعلي مستوي ويكون أكثر قدرة على التكيف بالرغم من أن المنتج النهائي ربما يكون بعيد جداً عن النمط الأساسي Prototype الموجود في الطبيعة [26].



شكل ١٣ خريطة محاكاة ل فينسنت (Vincent) توضح أنه كلما زاد تجريد الفكرة، كلما كانت أكثر فاعلية واكثر قدرة على التكيف، المصدر: Vincent, 2001

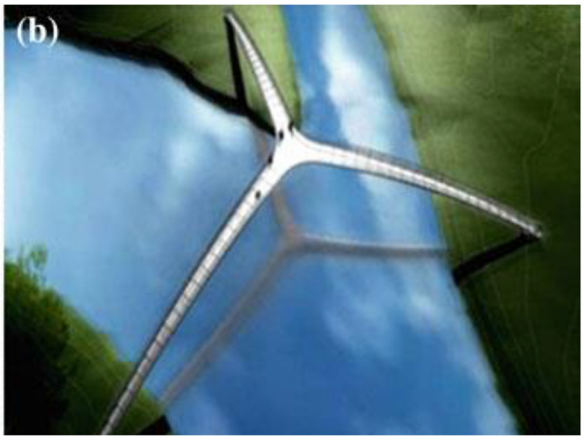
وفيما يلي طرق المحاكاة المختلفة وهي تنقسم إلي [27]:

٣-٣-١- طرق مباشرة

أ- المحاكاة الكاملة: تهدف إلى تكرار الكائن الحي تماماً، يمكن وضع أكثر نماذج المحاكاة البيولوجية في هذه الفئة.

مثال علي ذلك: محاكاة كوبري المشاة Hacking Ferry (شكل ١٥) لشكل نجمة البحر(شكل ١٤) [26].

شكل ١٤ نجمة البحر، المصدر: Hu, 2015



شكل ١٥ كوبري المشاة Hacking Ferry، المصدر: Hu, 2015

ب- المحاكاة الجزئية: تهدف إلى تقليد غير كامل للكائن الحي مثل تقليد جزء منه.

مثال علي ذلك: ملعب بكين الوطني يشبه عش الطائر (شكل ١٦)

شكل ١٦ ملعب بكين الوطني، المصدر: https://beijingbirdsnest.wordpress.com

ت- الطبيعة الميكانيكية/ الفيزيائية: محاكاة الخصائص الميكانيكية مثل النظام الإنشائي للشكل أو الفيزيائية مثل خصائص المواد الطبيعية.

مثال علي ذلك: مكعب بكين المائي (The Beijing Olympic Water cube) يحاكي النظام الميكانيكي لترابط الفقاعات الخماسية ببعضها (شكل ١٧) [28].

شكل ١٧ مكعب بكين المائي، المصدر: http://www.water-cube.com/en

٣-٣-٢- طرق غير مباشرة،

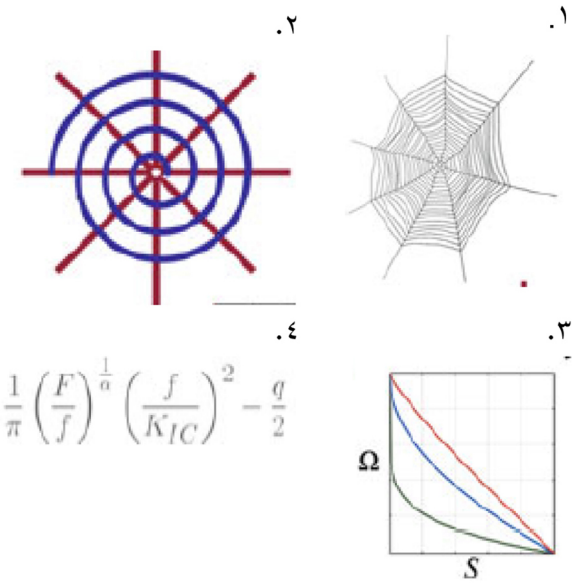
أ- الاستخلاص: استخلاص نظام عمل الكائن الحي، ولا يشترط أن يعتمد على شكله.

مثال علي ذلك: أجنحة الطائرات للحد من استهلاك الوقود في الطائرات، وزيادة السرعة عبر البلاد في الطائرات الشراعية من أجنحة الطيور (شكل ١٨) [27].

شكل ١٨ أجنحة الطيور، المصدر: Eggermont, 2011

ب- الاستيحاء: محاكاة الظواهر الكامنة خلف العضو.

مثال علي ذلك: مراحل دراسة الظاهرة الكامنة خلف خيوط العنكبوت. ففي البداية الشكل الصريح لشبكة العنكبوت، ثم يليه استخلاص الشكل الحلزوني المعبر عنه، ثم دراسة خصائصه الميكانيكية والفيزيائية، ثم استخراج المعادلة المعبرة عنه (شكل ١٩).



شكل ١٩ مراحل دراسة الظاهرة الكامنة خلف خيوط العنكبوت، المصدر: Eggermont, 2011

ويوجد العديد من المداخل البديلة غير خريطة المحاكاة السابقة، والتي تختلف طبقاً لنوع المشكلة أو طريقه المحاكاة. فقد تختص أكثر بعلم المواد. ولا توجد خريطة واحدة لكل المواد، ولكن تختلف طبقاً لنوع المادة [25].

٣-١- إطار العمل لتطبيقات المحاكاة البيولوجية A framework for application of biomimicry

طبقاً ل زاري (Zari) من خلال دراسة تقنيات المحاكاة البيولوجية الموجودة فيوجد ثلاثة مستويات من المحاكاة البيولوجية وهي الكائن الحي، والسلوك، والنظام البيئي. وينقسم كل مستوي من هذه المستويات إلى ٥ ابعاد مختلفة وهي كيف يبدو (الشكل)، وما هي (المادة)، وكيف يتم (البناء)، وكيف تسير (العملية)، وما هي (الوظيفة) (شكل ٢٠) [29].

٣-١-١- مستويات المحاكاة

تنقسم مستويات المحاكاة الي مستوي الكائن الحي، ومستوي السلوك، ومستوي النظام البيئي، وسيتم شرحهم فيما يلي:

أ- مستوي الكائن الحي Organism Level: محاكاة كائن معين مثل النبات أو الحيوان [30]، ويمكن أن تشمل محاكاة جزء من أو الكائن الحي كله [29].

ب- مستوي السلوك Behavior level: محاكاة أو ترجمه جانباً من جوانب سلوك الكائن الحي [29]. أو كيف يتصرف العضو ليعيش أو يتكاثر [30].

ت- مستوي النظام البيئي Ecosystem level: محاكاة نظام بيئي معين وكيف يؤدي وظيفته بنجاح [30]، بالإضافة إلى ما هي العناصر والمبادئ المطلوبة لنجاح وظيفته [29].

٣-١-٢- ابعاد المحاكاة

وينقسم كل مستوي إلى ٥ ابعاد مختلفة [29] وهي:

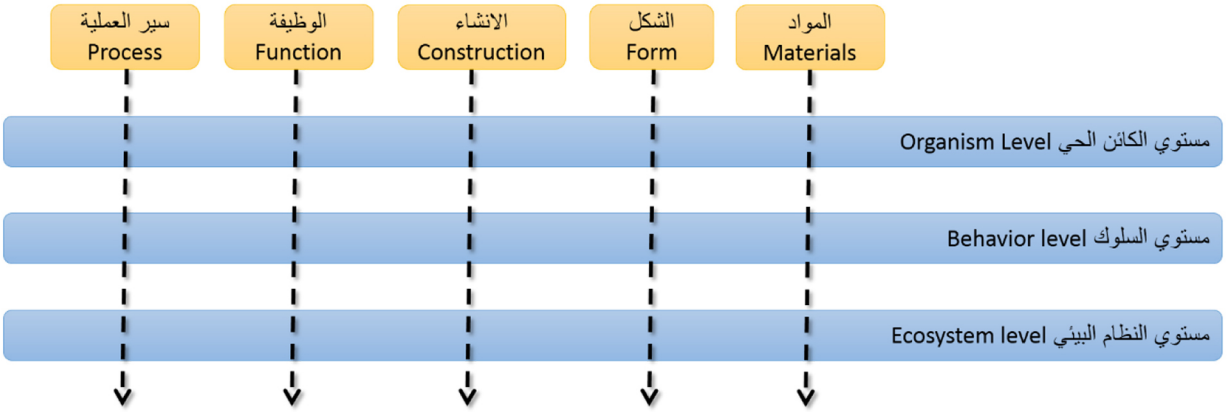
أ- الشكل: يعتمد على تقليد التشكيل للعضو أو النظام البيولوجي. حيث يكون هناك تشابه مرئي واضح بين غلاف المبني والكائن أو النظام البيولوجي الذي استوحي منه، ولكنه لا يشترط بالضرورة أن يكون له تأثير أو ميزة وظيفية تنعكس إيجابياً على المبني [31].

ب- المواد: يعتمد في أسلوب المحاكاة أن يكون المبني من نفس المواد لنفس الشيء الذي يحاكيه في الطبيعة، أو التي صنع منها النظام البيئي الذي يقع فيه المبني، أو النظام الذي يحاكيه.

ت- الإنشاء: أن يكون المبني على نفس طريقة تكوين أو نمط الكائن أو العضو، أو يكون مبني بنفس الطريقة التي يبني بها الكائن في بيئته، أو كيف يجتمع مع باقي الكائنات في النظام البيئي.

ث- الوظيفة: تحاكي الآلية البيولوجية، أي أنه يكون أكثر تركيزاً على ما تقوم به الواجهة أكثر من كيف تبدو، بالرغم منه أنه قد تتشابه في الشكل أيضاً. ويكون ذلك عن طريق أما نسخ مبادئ الوظيفة في التكنولوجيا المستخدمة في المبني. أو عملية تجريد واستخلاص في نقل المبدأ البيولوجي إلى التكنولوجيا المستخدمة في المبني [31].

ج- سير العملية: يشكل جانباً مهما في العديد من السمات من محاكاة الطبيعة. ومع ذلك، فإنه لا توجد عادة على مستوى المباني الفردية، ولكن في بناء الروابط على المستوي الحضري [31].



شكل ٢٠ اطار العمل لتطبيقات المحاكاة البيولوجية، المصدر: الباحث

جدول ١ الاطار العام لتطبيقات المحاكاة طبقا ل زاري (Zari) [4]

مستوي المحاكاة		الشرح
مستوي الكائن الحي (محاكاة كائن معين مثل النبات أو الحيوان)	الشكل	أن يشبه المبني النمل الأبيض.
	المواد	أن يكون المبني مصنوع من نفس المواد مثل النمل، على سبيل المثال: مواد تحاكي الهيكل الخارجي.
	الإنشاء	أن المبني يكون على نفس طريقه تكوين النمل، على سبيل المثال: دوائر مختلفة الحجم.
	الوظيفة	أن تكون وظيفة المبني تشبه وظيفة النملة في قطيعها أو السياق الأكبر، على سبيل المثال: هي تعيد تدوير بقايا السلولوز لتكوين التربة.
	سير العملية	أن يعمل المبني بنفس طريقه عمل نملة منفردة، ينتج الهيدروجين بكفاءة عن طريق meta-genomics (التحليل الجيني المستقل لكل الكائنات الحية الدقيقة في بيئة محدده).
مستوي السلوك (محاكاة أو ترجمه جانباً من جوانب سلوك الكائن الحي)	الشكل	أن المبني يشبه ما ينتجه النمل، على سبيل المثال التل وعش النمل.
	المواد	أن يكون المبني من نفس المواد التي يبني بها النمل، على سبيل المثال: استخدام التربة الناعمة كمادة اساسية.
	الإنشاء	أن يكون المبني مبني بنفس الطريقة التي يبني بها النمل، على سبيل المثال: تدعيم الأرض في أماكن معينة في أوقات معينه.
	الوظيفة	أن يقوم المبني بوظيفته بنفس طريقة كما لو أنه تم بناؤه بواسطة النمل، على سبيل المثال: الظروف الداخلية للمبني يتم تنظيمها لتكون في الوضع الامثل ومستقرة حرارياً.
	سير العملية	أن يعمل المبني بنفس طريقه عمل تل أو عش النمل، على سبيل المثال: أن يكون ذلك عن طريق التوجيه، والشكل، واختيار المواد، والتهوية الطبيعية، أو يحاكي كيف يعمل النمل معا.
مستوي النظام البيئي (محاكاة نظام بيئي معين وكيف يؤدي وظيفته بنجاح)	الشكل	أن يشبه المبني النظام البيئي الذي يمكن أن يعيش فيه النمل.
	المواد	أن يكون المبني من نفس المواد التي صنع منها النظام البيئي الملائم للنمل. على سبيل المثال: أن النمل يستخدم مواد شائعة وطبيعية، ويستخدم المياه كمادة الوسط الكيميائي الأساسي.
	الإنشاء	أن المبني تم تجميعه بنفس الطريقة مثل النظام البيئي الذي يعيش فيه النمل. على سبيل المثال: استخدام مبادئ النجاح وزيادة تعقيد النظام على مدار الوقت.
	الوظيفة	أن يكون المبني قادر علي أن يؤدي وظيفته بنفس طريقه أداء النظام البيئي للنمل لوظيفته، أو يكون جزء من نظام معقد عن طريق استغلال العلاقات بين العمليات المختلفة. مثال علي ذلك: أن يشارك المبني في دوره الهيدروجين، والكربون، والنيتروجين في النظام البيئي الأساسي.
	سير العملية	أن يعمل المبني بنفس طريقه عمل النظام البيئي للنمل. مثال علي ذلك: أن يقوم بتجميع وتحويل الطاقة من الشمس، ويقوم بتخزين المياه.

٤- الدراسة التحليلية:

تتناول الدراسة التحليلية عدة امثلة:

أولاً: مبني المحيط الواحد (One Ocean, Thematic Pavilion EXPO 2012) كمثال عن التكيف مع الرياح.

ثانياً: نموذج واجهات (HOMEOSTATIC FAÇADE SYSTEM) كمثال عن التكيف مع الإشعاع الشمسي.

ثالثاً: الجناح الحساس للرطوبة (HygroSkin Meteorosensitive Pavilion) كمثال عن التكيف مع الرطوبة.

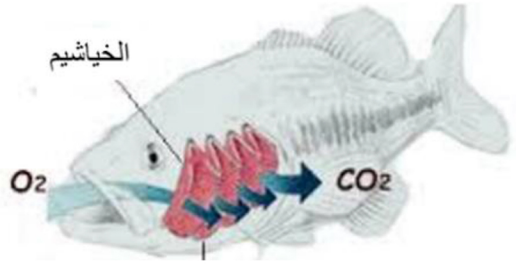
٤-١- مبني المحيط الواحد One Ocean, Thematic Pavilion EXPO 2012

التعريف بالمشروع: قام بتصميمه مكتب معماريين سوما (SOMA Architects) وقام بتصميم الواجهة المتحركة مكتب كنيبرز هيلبيج للهندسة المتقدمة (Knippers helbig advanced engineering) لصالح اللجنة المنظمة ل إكسبو ٢٠١٢ (EXPO 2012) في يوسو (Yeosu) بكوريا (KOREA) (شكل ٢١) [32] .

شكل ٢١الواجهة المائية لمبني المحيط الواحد One Ocean, Thematic Pavilion EXPO 2012، المصدر: http://www.mediaarchitecture.org

المشكلة التصميمية: أحمال الرياح المرتفعة نتيجة موقع المشروع الساحلي مع توفير التهوية الطبيعية للفراغات وتوجيه المبني لاتجاه الرياح السائدة حيث يتميز مناخ يوسو بثلاثة مواسم رئيسية: فصل الشتاء البارد، وصيف حار ورطب، وفترات متوسطة معتدلة للحد من أحمال الطاقة، ومعادلة الضغط داخل وخارج المبني [33] [34].

الحل من المحاكاة البيولوجية: التحكم في فتح واجهة من الشقوق مثل الخياشيم في الأسماك، مماثل لآلية تبادل الغازات الموجودة في الكائنات المائية. فهي تقوم بالتمدد أو التقلص استجابة لتركيزات CO_2 (شكل ٢٢)، فهي تحقق توازن مثالي بين التحكم في فتحات الواجهة، وفرق الضغط، ومتطلبات التهوية، ومتطلبات الإضاءة (شكل ٢٦). كما ان المبني يعتمد على الشمس في توليد الطاقة عن طريق الخلايا الشمسية على السطح التي توفر ثلثي استهلاك المبني من الطاقة (شكل ٢٣) [34] [35] [36] .



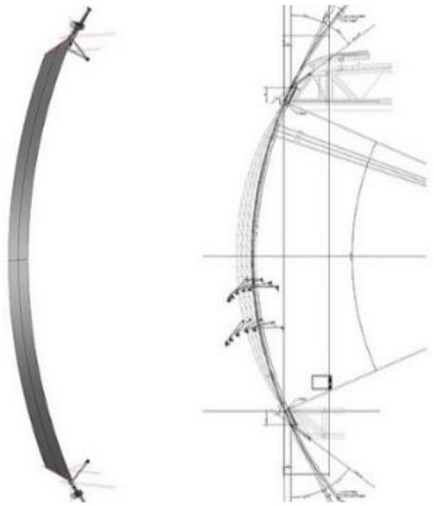
شكل ٢٢ تبادل الغازات في الكائنات المائية، المصدر: http://reptools.rutgers.edu/Functpage33.html

شكل ٢٣ في توليد الطاقة عن طريق الخلايا الشمسية على السطح، المصدر: http://www.formakers.eu

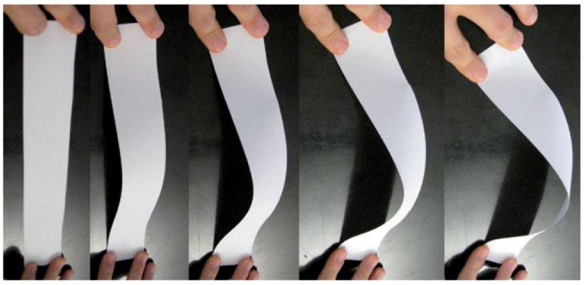
نموذج الاستيحاء من الطبيعة: خياشيم الأسماك (شكل ٢٢).

طريقة التكيف في المبني: يمكن ضبط ١٠٨ لوحة متحركة بطول ١٤٠ متر وارتفاع يتراوح بين ٣ الي ١٣ متر، وتجمع بين

قوه الشد العالية (high tensile strength) مع صلابة الانحناء المنخفضة (low bending stiffness)، وقابلة للاستجابة لتغير ظروف ضوء الشمس ومتطلبات التهوية. وهي مصنوعة من بوليمرات مدعمة بألياف زجاجية (glass fiber reinforced polymers) لديها حافة قاسية وحافة رقيقة واحدة، ومع وضع المحركات في أعلى وأسفل، والتي تقوم بالضغط علي الألواح (شكل ٢٤)، وبهذه الطريقة تحفز الانحناء الذي يؤدي إلى دوران الجانب من اللوحة بشكل غير متماثل (شكل ٢٥) للسماح للضوء أن ينتشر داخل المبنى مع توفير احتياجات المبني من التهوية الطبيعية حيث تعزز واجهة المبنى الحركية القابلة للتكيف التهوية الطبيعية من خلال التقاط الرياح وتوجيهها من خلال المبنى خلال المواسم المختلفة طبقاً لاتجاه الرياح في كل موسم (شكل ٢٦) [37] [38] [39].



شكل ٢٤ ميكانيكية انحناء الألواح لتشكل الواجهة، المصدر: http://www.mediaarchitecture.org



شكل ٢٥ طريقة انحناء الألواح لتشكل الواجهة، المصدر: Knippers, 2013

شكل ٢٦التحكم في فتحات الواجهة لتحقق التهوية والاضاءة الطبيعية حسب الظروف الخارجية، المصدر: http://www.formakers.eu

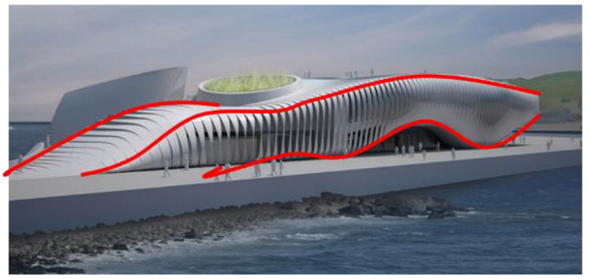
شكل التكيف في المبني: تكيف مورفولوجي، فهو يحدث عن طريق التغير في شكل انحناء الالواح المتحركة ليتحكم في طريقة حركة الهواء، ويوفر احتياجات المبني والمستعملين طبقا للمواسم المناخية المختلفة التي يتعرض لها المبني.

مبادئ الاستيحاء من الطبيعة التي تم مراعاتها:

١- من حيث الشكل

أ- تصميمات الطبيعة تلائم الشكل للوظيفة: فشكل تصميم الواجهة يلائم وظيفتها وهي تحقيق توازن مثالي بين التحكم في فتحات الواجهة، وفرق الضغط، ومتطلبات التهوية، ومتطلبات الإضاءة، وذلك عن طريق معادلة الضغط بين الداخل والخارج وذلك مماثل لآلية تبادل الغازات الموجودة في الكائنات المائية

ب- تصميمات الطبيعة لا تستخدم الحدود والحواف الحادة: ويبدو في تصميم المبني الذي يعتمد على الخطوط الانسيابية الحرة (شكل ٢٧).



شكل ٢٧ الخطوط الانسيابية الحرة لكتلة المبني المستوحاه من حركة المياة، المصدر: http://www.formakers.eu

٢- من حيث المواد

أ- تصميمات الطبيعية تستخدم الموارد اللازمة، وتتجنب الإفراط: وذلك عن طريق استغلال التهوية والاضاءة الطبيعية في الفراغات التفاعلية من اجل تقليل احمال الطاقة.

٣- من حيث الانشاء

أ- تصميمات الطبيعة تعتمد على التنوع، والتكيف في مرونة وديناميكية: ويبدو ذلك في المرونة في الحركة الناتجة عن انشاء الالواح المتحركة التي تتكيف لتلبي احتياجات المبني من التهوية الطبيعية وتخفيف احمال الرياح وتوفير الإضاءة الطبيعية داخله.

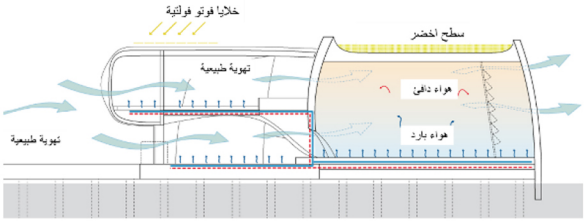
٤- من حيث البيئة

أ- تصميمات طبيعية تحترم حدود البيئية فأن التصميمات الطبيعية تتأقلم للزمان والمكان: فتصميم الواجهة يلائم الظروف التي يقع فيها المبني، فتصميمه يلائم البيئة الساحلية التي يقع بها ويلائم الظروف المناخية الواقعة عليه.

ب- تصميمات الطبيعية تعتمد كلياً على المصادر الطبيعية، وضوء الشمس له أهمية خاصة: ويظهر ذلك في الاعتماد على التهوية والاضاءة الطبيعية في الفراغات التفاعلية داخل المبني وكذلك اعتماد المبني على الشمس في توليد الطاقة.

ت- تصميمات الطبيعة تشعر وتستجيب لمجموعة العوامل البيئية المتنوعة التي تؤثر عليها: ويظهر ذلك في استجابة الالواح المتحركة لظروف الرياح المحيطة بها.

ث- تصميمات الطبيعة تظل في حالة اتزان مع المناخ الحيوي المحيط: تحقيق التوازن بين متطبات التهوية والإضاءة اللازمة داخل المبني مع ظروف الموقع الخارجية واحمال الرياح العالية (شكل ٢٨).



شكل ٢٨ حركة الرياح لتوفير التهوية الطبيعية وعملية التبريد والتدفئة داخل المبني، المصدر: http://www.transsolar.com

طريقة المحاكاة: استخلاص، فواجهة المبني تحاكي خياشيم الأسماك، وتحاكي آلية تبادل الغازات الموجودة في الكائنات المائية.

مستويات وأبعاد المحاكاة: يحاكي المبني خياشيم الأسماك وذلك على مستويين:

- مستوي الكائن الحي-وذلك من خلال الشكل: فهو يشبه بنسبة كبيرة خياشيم الأسماك
- مستوي السلوك-وذلك من خلال الوظيفة: فهو يحاكي الآلية البيولوجية لخياشيم الأسماك في التهوية الطبيعية.

٤-٢- نموذج واجهات HOMEOSTATIC FAÇADE SYSTEM

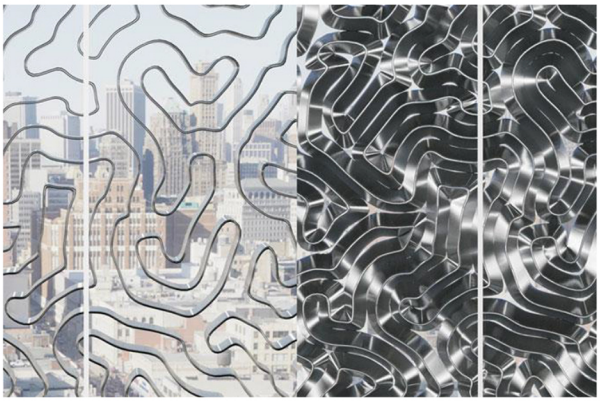
التعريف بالمشروع: من تصميم المهندسين المعماريين للمواد شركة ديكر يادون (Architectural material technologists firm Decker Yeadon) [40].

المشكلة التصميمية: التحكم في درجة الحرارة الداخلية للمبني عن طريق الكسب الحراري والإشعاع الشمسي [41].

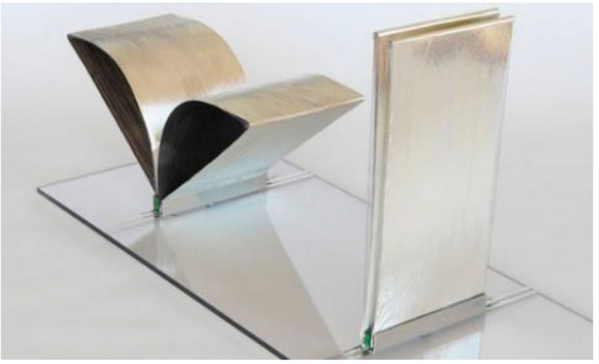
الحل من المحاكاة البيولوجية: العضلات ونظام التعرق من أنظمة توازن درجات الحرارة التي تمكن النظام تلقائياً من تنظيم فقدان واكتساب الحرارة، ودورها في تنظيم درجة حرارة [40].

نموذج الاستيحاء من الطبيعة: العضلات في الكائنات الحية.

طريقة التكيف في المبني: واجهة تبدو وكأنها نافذة مع خطوط دوامية. تلك هي أشرطة من المطاط الصناعي ملفوفة على نواة البوليمر المرن ومطلية بالفضة (شكل ٢٩)، وتتطلب أجهزة استشعار خارجية لتشعر بالظروف البيئية لتقوم بتوزيع شحنة كهربائية عبر سطحه الذي يؤدي إلى تشوهه . وعند ارتفاع درجة حرارة أشعة الشمس داخل مبنى خلال جزء من اليوم، يتمدد المطاط الصناعي، ويخلق الظل داخل المبنى. عندما يبرد درجة الحرارة الداخلية، ينكمش ليسمح لمزيد من الضوء بالاختراق داخل المبنى [40] [42] [43].



شكل ٢٩ شكل الشرائح المطاطية على الواجهة الزجاجية، المصدر: Nyilas, 2017



شكل 30 قطاع الشرائح المطاطية والنواع البوليمرية قبل وبعد تمدد المطاط الصناعي، المصدر: Martina Decker, 2013

شكل التكيف في المبني: تكيف مورفولوجي، فيتغير شكل وقطاع الأشرطة المطاطية نتيجة الاستجابة للإشعاع الشمسي من أجل الحفاظ على التوازن للحفاظ علي درجه الحرارة في الفراغات الداخلية.

مبادئ الاستيحاء من الطبيعة التي تم مراعاتها:

١- من حيث المواد

أ- تصميمات الطبيعية تستخدم الموارد اللازمة، وتتجنب الإفراط: وذلك عن طريق الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية للفراغات دون زيادة احمال التبريد والتدفئة من الطاقة.

٢- من حيث الانشاء

أ- تصميمات الطبيعة تعتمد على التنوع، والتكيف في مرونة وديناميكية: ويبدو ذلك في المرونة في الحركة الناتجة عن تغير شكل الأشرطة الدوامية والمطاط الصناعي التي يتغير شكلها لتلبي احتياجات المبني من الإضاءة الطبيعية داخله، والحفاظ على درجة حرارة داخلية مناسبة.

٣- من حيث البيئة

أ- تصميمات طبيعية تحترم حدود البيئية وتتأقلم للزمان والمكان: فهي تتغير ليختلف شكلها وقطاعها حسب تغير الاشعاع الشمسي على مدار اليوم.

ب- تصميمات الطبيعة تشعر وتستجيب لمجموعة العوامل البيئية المتنوعة التي تؤثر عليها: فهي تتأثر بمقدار الاشعاع الشمسي المؤثر على المبني.

ت- تصميمات الطبيعة تظل في حالة اتزان مع المناخ الحيوي المحيط: فهي تحافظ على الاتزان بين كمية الاشعاع الشمسي خارج المبني والكسب الحراري الناتج عنه ودرجة الحرارة ومقدار الإضاءة الطبيعية المطلوبة داخل المبني.

طريقة المحاكاة: الاستخلاص، فهي تحاكي العضلات ونظام التعرق في تنظيم فقدان واكتساب الحرارة.

مستويات وأبعاد المحاكاة: تحاكي الواجهة العضلات وتضام التعرق في الكائنات الحية علي مستوي السلوك–من خلال الوظيفة: في عملية تنظيم فقدان واكتساب الحرارة ومن أجل الحفاظ على درجة حرارة الفراغ الداخلية.

٤-٣- الجناح الحساس للرطوبة
HygroSkin Meteorosensitive Pavilion

التعريف بالمشروع: عرض هذا الجناح المتحرك لأول مرة في معرض Archilab -Naturalizing Architecture في أورلينز بفرنسا في عام ٢٠١٣ (شكل ٣١).

شكل ٣١ الجناح الحساس للرطوبة HygroSkin Meteorosensitive Pavilion، المصدر: Menges, 2015

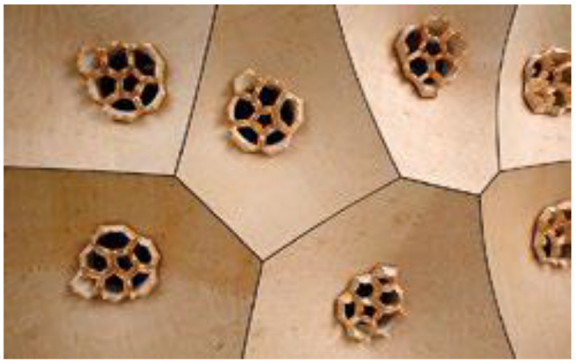
المشكلة التصميمية: الاستجابة لمستويات الرطوبة.

الحل من المحاكاة البيولوجية: المخاريط الصنوبرية (شكل ٣٢) هي أمثلة بيولوجية من النظم التي تعمل بالسلوك المسترطب (The hygroscopic behavior). فيتفاعل المخروط مع انخفاض محتوى الرطوبة عن طريق فتح موازينه، مما يؤدي إلى إطلاق البذور. حتى الأنسجة الميتة قادرة على الفتح والاغلاق المتكرر كاستجابة متأصلة للرطوبة في المواد نفسها [44].

شكل ٣٢ المخاريط الصنوبرية (Conifer cones) وكيف تتفتح وتغلق حسب الرطوبة، المصدر: Menges, 2015

نموذج الاستيحاء من الطبيعة: المخاريط الصنوبرية (Conifer cones).

طريقة التكيف في المبني: أشكال الوحدات المتفتحة تنشأ من قدرة ألواح الخشب المرنة على التشكيل الذاتي. وتتأثر هذه الاخشاب بنسب الرطوبة في الهواء لتكون مفتوحة في ظروف الرطوبة المنخفضة (شكل ٣٣)، وتغلق عند زيادة الرطوبة (شكل ٣٤). فتكون مفتوحة تماماً في يوم مشمس مشرق، ولكن تغلق فجأة عند حدوث تغيرات في الطقس والمطر، أي تغير تتغير الرطوبة النسبية ضمن نطاق من ٣٠% إلى ٩٠ % في المناخ المعتدل، ولكن لا يتطلب توفير الطاقة التشغيلية ولا أي نوع من التحكم الميكانيكي أو الإلكتروني [44] [45].



شكل ٣٣ الألواح الخشبية مفتوحة – الرطوبة النسبية ٤٥%، المصدر: Correa, 2013

شكل ٣٤ الألواح الخشبية مغلقة – الرطوبة النسبية ٧٥%، المصدر: Correa, 2013

شكل التكيف في المبني: تكيف فسيولوجي مورفولوجي، فيتغير شكل الوحدات الخماسية ومساحة الشكل المفتوح حسب معدلات الرطوبة نتيجة للطبيعة الفيزيائية للمادة المستخدمة.

مبادئ الاستيحاء من الطبيعة التي تم مراعاتها:

١- من حيث الشكل:

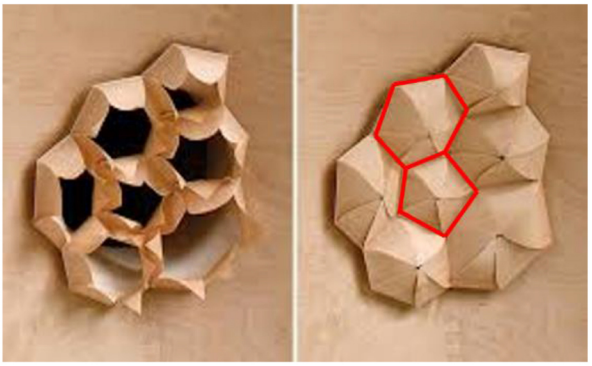
أ- تصميمات الطبيعة تلائم الشكل للوظيفة: فيلائم الشكل المخروطي المكون من شرائح طريقة عمل الوحدات المتحركة، وطريقة غلقها وفتحها.

ب- تصميمات الطبيعية تستخدم الشكل الوظيفي وتعتمد على التصميم الهندسي النمطي fractal (design): ويظهر ذلك في استخدام الشكل الخماسي الغير منتظم في تكوين المخاريط المكونة للوحدات المتحركة (شكل ٣٥).

ت- تصميمات الطبيعية تعتمد على التنظيم الشبكي بدلاً من الخطي وتعتمد على الذكاء الجماعي: وذلك عن طريق تجميع الوحدات الخماسية بشكل متجاور (شكل ٣٥).

٢- من حيث الإنشاء

أ- تصميمات الطبيعة تستخدم نظم إنشائية مرتبة وذات تدرج هرمي: حيث يتكون الشكل المخروطي للوحدة من خلال تجميع شرائح الخشب، وتتجمع هذه المخاريط بشكل نمطي هندسي لتكون الوحدة المتحركة (شكل ٣٥).



شكل ٣٥ طريقه تجميع العناصر الورقية لتشكل المخروط، واستخدام الشكل الخماسي الغير منتظم في تكوين المخاريط المكونة للوحدات، المصدر: http://www.achimmenges.net/?p=5612

٣- من حيث البيئة

أ- التصميمات الطبيعية تحترم حدود البيئية فأن التصميمات الطبيعية تتأقلم للزمان والمكان: فهي تختلف باختلاف الظروف المناخية والرطوبة النسبية لكل موقع، وباختلاف الوقت والظروف المناخية بين الشمسي المشرق والممطر الرطب.

ب- تصميمات الطبيعة تشعر وتستجيب لمجموعة العوامل البيئية المتنوعة التي تؤثر عليها: فتتأثر الرطوبة النسبية في كل موقع.

طريقة المحاكاة: الطبيعة الفيزيائية للمواد، فالخشب المرن الذي تم استخدامه في تصنيع الوحدات المتكررة يشبه في خصائصه المخاريط الصنوبرية.

مستويات وأبعاد المحاكاة: يحاكي الخشب المرن الذي صنعت منه الوحدات المتحركة خشب المخاريط الصنوبرية، وذلك على مستوي الكائن الحي-من خلال المواد: فهو يحاكيه في خصائصه وتفاعله مع مستوي الرطوبة.

وفيما يلي مقارنة تحليلية بين الثلاثة نماذج السابقة لأهم العناصر في الدراسة السابقة (جدول ٢):

جدول ٢ مقارنة بين مباني الدراسة التحليلية، المصدر : الباحث

مستويات وأبعاد المحاكاة			مستوي الكائن الحي من خلال الشكل + مستوي السلوك من خلال الوظيفة	مستوي السلوك من خلال الوظيفة	مستوي الكائن الحي من خلال المواد
طريقة المحاكاة		الاستيحاء			
		الاستخلاص	✓	✓	
		الطبيعة الفيزيائية /الميكانيكية			✓
		المحاكاة الجزئية			
		المحاكاة الكاملة			
مبادئ الاستيحاء من الطبيعة التي تم مراعاتها	البيئة	الاعتماد على المصادر الطبيعية	✓		
		الاتزان مع المناخ الحيوي المحيط	✓	✓	
		الاستجابة للعوامل البيئية	✓	✓	✓
		التأقلم مع زمان والمكان	✓	✓	✓
	الانشاء	التنظيمات الهيكلية			
		التنوع والتكيف في مرونة وديناميكية	✓	✓	
		التدرج الهرمي			✓
	المواد	الاعتماد على التقليل والتصغير بدلاً من التعظيم.			
		استخدام المواد اللازمة، وتتجنب الإفراط	✓	✓	
		إعادة التدوير			
	الشكل	لا لاستخدام الحدود والحواف الحادة	✓		
		التنظيم الشبكي بدلاً من الخطي			✓
		التصميم الهندسي النمطي			✓
		تلائم الشكل للوظيفة	✓		✓
شكل التكيف في المبنى		سلوكي			
		فسيولوجي			✓
		مورفولجي	✓	✓	✓
نموذج الاستيحاء من الطبيعة			الخياشيم	العضلات	المخاريط الصنوبرية
العنصر المناخي المتكيف معه			الرياح	الإشعاع الشمسي	الرطوبة
			One Ocean, Thematic Pavilion EXPO 2012	**Homeostatic Façade System**	**HygroSkin Meteorosensitive Pavilion**

٥- الخلاصة

يتغير المناخ في البيئة المحيطة بسبب تغيرات طبيعية، أو بسبب الانبعاثات الغازية المستمرة الناتجة عن النشاط الإنساني، مما يؤثر بالسلب على الطبيعة وعلى المباني. ويمكن التعامل مع هذه التغيرات أما عن طريق تخفيف أسباب النعير المناخي وتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مثل الاتجاه نحو المباني الصفرية لانبعاثات الكربون، أو التكيف مع التغير المناخي واتخاذ التدابير والإجراءات اللازمة لإدارة المخاطر الناتجة عنه وذلك عن طريق التصميم القادر على التكيف مع التغيرات المناخية.

والتكيف هو كيفية حدوث التطور ليصبح الكائن قادراً على العيش في بيئته الجديدة. وللتكيف مع التغير المناخي سواء طبيعياً أو معمارياً أشكال وصور مختلفة، وإن كانت تختلف في تطبيقها. وهي أولا التكيف المورفولجي أو الهيكلي وهو يتعلق بحجم او شكل او نمط الكائن الحي، وثانياً التكيف الفسيولوجي أو الوظيفي وهو يتعلق بالعمليات الكيميائية للكائن الحي، وثالثاً التكيف السلوكي وهو يتعلق تفاعل الكائن وبيئته معتمداً على التغذية المرتدة.

والتكيف لا يوجد فقط بين الطبيعة والكائنات الحية التي تعيش فيها، ولكن أيضاً بين الطبيعة والمنتج الإنساني والتطبيقات التكنلوجية التي تساعد الإنسان في إنجاز أعماله المختلفة. ومن هنا، تعتبر الطبيعة هي مصدر الاستيحاء الأساسي لتوفير جلول بيولوجية لتحقيق التكيف، ومصدر الهام للتفكير التكنولوجي وتطبيقاته وخصوصا في مجال الهندسة المعمارية. فالنظم الموجودة في الطبيعة توفر قاعدة بيانات كبيرة من الاستراتيجيات والاليات التي يمكن تنفيذها في تصميم المباني المستوحاة من الطبيعة. ومن هنا، فإن تحليل المبادئ العامة للتصميمات الطبيعية يمكن أن يساعدنا على تصميم حلول معمارية أفضل للبيئة ومتجانسه معها. وتنقسم هذه المبادئ إلى مبادي متعلقة بالشكل، والانشاء أو التكوين، والمواد المستخدمة، والبيئة المحيطة. ويمكن تطبيق هذه المحاكاة البيولوجية أما من خلال طرق مباشرة وهي المحاكاة الكاملة، أو المحاكاة الجزئية، أو محاكاة الطبيعة الميكانيكية أو الفيزيائية، أو من خلال طرق غير مباشرة وهي الاستخلاص، أو الاستيحاء.

طبقاً ل زاري (Zari) من خلال دراسة تقنيات المحاكاة البيولوجية الموجودة فيوجد ثلاثة مستويات من المحاكاة البيولوجية وهي الكائن الحي، والسلوك، والنظام البيئي. وينقسم كل مستوي من هذه المستويات إلى ٥ ابعاد مختلفة وهي كيف يبدو (الشكل)، وما هي (المادة)، وكيف يتم (البناء)، وكيف تسير (العملية)، وما هي (الوظيفة).

٦- النتائج

وفي الدراسة التحليلية السابقة (جدول ٢) تناولت نماذج معمارية تعرضت لعوامل مناخية مختلفة تؤثر على كل نموذج مثل الرياح والإشعاع الشمسي، والرطوبة، واستوحت حلولها البيولوجية من عناصر في الطبيعة من بيئات مختلفة، واختلف حجم ومقياس العنصر المتكيف وتدرج ما بين الواجهة ككل، وعنصر ملحق بالواجهة، وعنصر مكون للواجهة أما بالاعتماد على الحساسات والمحركات اللازمة، أو التصميم والتكوين، أو المواد المستخدمة. ونستنتج التالي (جدول ٣):

جدول ٣ تصنيف النتائج طبقا للدراسة التحليلة، المصدر: الباحث

شكل التكيف في المباني	التكيف المورفولجي هو الأكثر شيوعاً ويكون نتيجة التغير في الشكل أو الحجم، يليه التكيف الفسيولوجي وهو مرتبط بخصائص المواد المستخدمة. كما يمكن ان يتحقق شكلين من أشكال التكيف معاً مثل التكيف المورفولوجي والفسيولوجي، مثل ان يؤثر الاختلاف في خصائص المادة المستخدمة علي شكلها الخارجي.

مبادئ الاستيحاء من الطبيعة والتي تم مراعاتها	لا يشترط تطبيق جميع المبادئ وجميع تصنيفاتها جميعاً في كل مبني، ولكن تعتمد بشكل كبير على العنصر المستوحى منه وطريقة المحاكاة ومستوياتها وابعادها المستخدمة. ورغم ذلك تشترك الثلاثة نماذج في تحقيقها المبادئ الخاصة بالبيئة المحيطة ومراعاتها لظروف الموقع والمناخ بكل بيئة رغم اختلافهم.
طريقة المحاكاة	بالرغم من أن المحاكاة الكاملة والمحاكاة الجزئية هم الأسهل في التطبيق إلا ان محاكاة الطبيعة الفيزيائية او الميكانيكية، والاستخلاص هم الأكثر فاعلية في تحقيق التكيف والمحاكاة البيولوجية بشكل أفضل عن طريق الاستخلاص اليه عمل الكائن الحي، أو محاكاة طبيعة المواد المستخدمة.
مستويات وأبعاد المحاكاة	فأنه لا يشترط تحقيق مستوي وبعد واحد فقط في المحاكاة البيولوجية، إنما يمكن الجمع بين أكثر من مستوي وبعد في النموذج الواحد بهدف تحقيق أكثر كفاءة للمبني في تكيفه مع المناخ المحيط والبيئة. ولا يظهر مستوي النظام البيئي وذلك لأنه يعتمد على تأثير عدة مباني أو نماذج متجاورة في بيئة واحدة علي بعضهم البعض.

٧- المراجع

[1] "Earth Summit, UNCED," 20 Jul 1998. [Online]. Available: https://www.britannica.com/event/United-Nations-Conference-on-Environment-and-Development.

[2] IPCC, "Climate Change 2014–Impacts, Adaptation and Vulnerability: Regional Aspects," Cambridge University Press, 2014.

[3] M. M. Rojas-Downing, A. P. Nejadhashemi, T. Harrigan and S. A. Woznicki, "Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation," *Climate Risk Management,* vol. 16, pp. 145-163, 2017.

[4] M. P. Zari, "Chapter 4: Can Biomimicry Be a Useful Tool for Design for Climate Change Adaptation and Mitigation?," in *Biotechnologies and Biomimetics for Civil Engineering*, Switzerland, Springer International Publishing, 2015, pp. 81-113.

[5] E. M. Hamin and N. Gurran, "Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the US and Australia," *Habitat international,* pp. 238-245, 2009.

[6] N. Kabisch, N. Frantzeskaki, S. Pauleit, S. Naumann, M. Davis, M. Artmann and D. Haase, "Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action," *Ecology and Society,* vol. 21, no. 2, 2016.

[7] *Climate change 101: Adaptation,* US: the Pew Center on Global Climate Change and the Pew Center on the States, 2011.

[8] "WHAT IS A ZERO CARBON BUILDING ? ," [Online]. Available: http://www.cic.hk/eng/main/zcb/ZCB_experience/what_is_zcb/. [Accessed 20 June 2017].

[16] J. J. Park and B. Dave, "Bio-inspired Parametric Design for Adaptive Stadium Façades," in *Australasian Journal of Construction Economics and Building-Conference Series*, 2014.

[17] B. BHUSHAN, "Biomimetics: lessons from nature – an overview," *Philosophical Transactions of The Royal Society ,* vol. 367, pp. 1445-1486, 2009.

[18] J. F. Vincent, O. A. Bogatyreva, N. R. Bogatyrev, A. Bowyer and A.-K. Pahl, "Biomimetics – its practice and theory,," *Journal of the Royal Society Interface,* vol. 3, no. 9, pp. 471-482, 2006.

[19] "what is biomimicry," The Biomimicry Insitute, [Online]. Available: https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/#.V_7CIvl96Uk. [Accessed 10 october 2016].

[20] H. Mansour, "BIOMIMICRY A 21ST CENTURY DESIGN STRATEGY INTEGRATING WITH NATURE IN A SUSTAINABLE WAY," in *conference: future intermediate sustainable cities – a message to future generations*, egypy, 2010.

[21] "Private Tour: Castel Del Monte 2-Hour Guided Tour," WIZ tours, [Online]. Available: https://www.wiztours.com/tour/private-tour-castel-del-monte-2-hour-guided-tour-28361.html. [Accessed 3 July 2017].

[22] . L. Zimmer, "Montreal's Biosphere Environmental Museum Resides Inside Massive Buckminster Fuller Geodesic Dome," inhabitat, 2 June 2012. [Online]. Available: http://inhabitat.com/photos-biosphere-environmental-museum-resides-inside-a-buckminster-fuller-masterpiece/. [Accessed 3 July 2017].

[9] c. p. p. Giz, "Adaptation to Climate Change: New findings, methods and solutions," Rhein-Main Geschäftsdrucke, Eschborn, Germany, 2011.

[10] T. Dobzhansky, *On some fundamental concepts of Darwinian biology, Evolutionary biology,* US: Springer, 1968.

[11] "adaptation," Britannica School, Encyclopædia Britannica, Inc, 25 Aug 2010. [Online]. Available: http://school.eb.co.uk/levels/advanced/article/adaptation/3688. [Accessed 8 april 2017].

[12] M. Lopez, S. Martin, R. Rubio and B. Croxford, "How plants inspire façades. From plants to architecture: Biomimetic principles for the development of adaptive architectural envelopes," in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017.

[13] L. Grozdanic, "Michael Jantzen Launches Transformable M-Velope Shelters Made from Sustainably Grown Wood," inhabitat, 5 February 2014. [Online]. Available: http://inhabitat.com/michael-jantzen-launches-transformable-m-velope-shelters-made-from-sustainably-grown-wood/. [Accessed 20 June 2017].

[14] H. Poirazis, M. Kragh and C. Hogg, "Energy modelling of ETFE membranes in building applications," in *11th International IBPSA Conference*, Scotland, 2009.

[15] M. C. Mozer, "The Adaptive House," University of Colorado, [Online]. Available: http://www.cs.colorado.edu/~mozer/index.php?dir=/Research/Projects/Adaptive%20house/. [Accessed 16 June 2017].

[31] R. Loonen, "Chapter 5, Bio-inspired Adaptive Building Skins," in *Biotechnologies and Biomimetics for Civil Engineering*, Switzerland, Springer International Publishing, 2015, pp. 115-134.

[32] "Thematic Pavilion Expo 2012," knippers helbig advanced engineer, [Online]. Available: http://www.knippershelbig.com/en/projects/thematic-pavilion-expo-2012. [Accessed 30 7 2017].

[33] J. Knippers,, H. Jungjohann, F. Scheible and M. Oppe, "Bio-inspirierte kinetische Fassade für den Themenpavillon „One Ocean“ EXPO 2012 in Yeosu, Korea," *BERICHT,* vol. 90, no. 6, pp. 341-347, 2013.

[34] "One Ocean – Pavilion EXPO 2012, Yeosu, South Korea," Transsolar Energietechnik GmbH, 2017. [Online]. Available: http://www.transsolar.com/projects/one-ocean-pavillon-expo-2012. [Accessed 20 august 2017].

[35] T. Levesque, "INTERACTIVE “LIVING GLASS” Regulates Air Quality," inhabitat, 21 June 2007. [Online]. Available: http://inhabitat.com/carbon-dioxide-sensing-living-glass/. [Accessed 30 July 2017].

[36] "Six Responsive Products That Have a Mind of Their Own—Almost," Architect Magazine, THE JOURNAL OF THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 1 October 2013. [Online]. Available: http://www.architectmagazine.com/technology/products/six-responsive-products-that-have-a-mind-of-their-ownalmost_o. [Accessed 2 February 2017].

[23] "Form Follows Function," guggenheim, [Online]. Available: https://www.guggenheim.org/arts-curriculum/topic/form-follows-function. [Accessed 21 August 2017].

[24] G. Chua, "Keeping it cool: how Melbourne’s Council House 2 took advantage of the night," 16 October 2014. [Online]. Available: http://www.architectureanddesign.com.au/news/keeping-it-cool-how-melbourne-s-council-house-2-to. [Accessed 3 July 2017].

[25] J. F. Vincent, "CHAPTER3: STEALING IDEAS FROM NATURE," in *Deployable Structures*, Springer Vienna, 2001, pp. 51-58.

[26] N. Hu and P. Feng, "Chapter 10, Bio-inspired Bridge Design," in *Biotechnologies and Biomimetics for Civil Engineering*, Switzerland, Springer, 2015.

[27] M. Eggermont, "Biomimetics as problem-solving, creativity and innovation tool," in *the Canadian Engineering Education Association*, Canada, 2011.

[28] "Water Cube," Water Cube, [Online]. Available: http://www.water-cube.com/en/. [Accessed 8 February 2017].

[29] M. Zari, "Biomimicry Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability," in *the sustainable building conference*, Auckland, 2007.

[30] M. J. Maglic, Biomimicry: Using Nature as a Model for Design, ScholarWorks@UMass Amherst, University of Massachusetts, 2014.

[42] A. Nyilas and Y. Kurazumi, "On the Aesthetics of Seasonally Adaptive Buildings – A Morphological Approach towards Climate Responsive Architecture," *Architecture Research,* vol. 7, no. 4, pp. 146-158, 2017.

[43] M. Decker, "Emergent Futures: Nanotechology and Emergent Materials in Architecture," in *Tectonics of Teaching - Building Technology Educators Society (BTES)*, Rhode Island, 2013.

[44] A. Menges and S. Reichert, "Performative Wood: Physically Programming the Responsive Architecture of the HygroScope and HygroSkin Projects," *Architectural Design,* vol. 85, no. 5, pp. 66-73, 2015.

[45] D. Correa, O. D. Krieg, A. Menges, S. Reichert and K. Rinderspacher, "HYGROSKIN: A CLIMATE-RESPONSIVE PROTOTYPE PROJECT BASED ON THE ELASTIC AND HYGROSCOPIC PROPERTIES OF WOOD," in *ACADIA 2013 ADAPTIVE ARCHITECTURE*, Canada, 2013.

[46] I. H. Ibrahim, "Biomimicry Innovative Approach in Interior Design for Increased Sustainability," *American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences,* vol. 10, no. 1, pp. 18-27, 2015.

[37] W. Leeb, "One Ocean, Yeosu," Media Architecture Institute, 17 December 2013. [Online]. Available: http://www.mediaarchitecture.org/one-ocean-yeosu/. [Accessed 31 July 2017].

[38] G. F. SHAPIRO, "Taking a Cue from Nature, a Kinetic Façade that Breathes Daylight," Architect Magazine, THE JOURNAL OF THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 7 August 2012. [Online]. Available: http://www.architectmagazine.com/technology/detail/taking-a-cue-from-nature-a-kinetic-facade-that-breathes-daylight_o. [Accessed 30 July 2017].

[39] Soma, "IN PROGRESS: THEMATIC PAVILION EXPO 2012 / SOMA," formakers, 22 February 2012. [Online]. Available: http://www.formakers.eu/project-117-soma-in-progress-thematic-pavilion-expo-2012. [Accessed 20 august 2017].

[40] D. Yeadon, "Homeostatic facade system - Self-shading system for buildings," The Biomimicry Institute, 22 April 2016. [Online]. Available: https://asknature.org/idea/homeostatic-facade-system/#.WX-fz4SGOUl. [Accessed 10 February 2017].

[41] B. T. Álvarez, "Organic Adaptive Systems," in *Energy Design, Adaptive Facade Systems*, vol. 4, Austria, Institute of Buildings and Energy , Graz University of Technology, 2016, pp. 33-42.

BIO-INSPIRED BUILDINGS AS AN APPROACH TO ADAPT CLIMATE CHANGE

A'laa Salah Mohammed Ahmed
Teaching Assistant at Architecture Department

Prof. Dr. Ehab Mahmoud Bayoumi Okba
Professor of Architecture and Environmental Design

Dr. Eman Badawy Ahmed Mahmoud
Lecturer at Architecture Department

Faculty of Engineering, Fayoum University, El-Fayoum, Egypt

Asm11@fayoum.edu.eg emo00@fayoum.edu.eg Eba00@fayoum.edu.eg

Abstract:

The Earth has witnessed a climate change and the global warming phenomenon, which leads to high temperature and increased natural disasters. This leads to many economic, environmental and social problems, affecting people, community resources and development activities. Nature-based approaches can provide sustainable solutions to meet the challenges of climate change mitigation and adaptation in order to conserve the ecosystems neces-.sary for life

Nature is the source of inspiration for providing biological solutions for adaptation. Biology is no longer a research trend for biologists, but a new inspiration for technological thinking. Systems in nature provide a large database of strategies and mechanisms that can be achieved in the .design of buildings inspired by nature

This paper aims to discuss the concept of bio-inspiration / biomimicry as an approach to adaptation to climate change by presenting the concepts, causes, principles, mechanisms and levels of both nature adaptation and bio-inspiration / biomimicry. Besides analyzing buildings inspired by nature, and adapted to climate change in their environment

.

Key words: climate change, climate adaptation, bio-inspired design and biomimic-.ry

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

FAYOUM UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING
مجلة كلية الهندسة - جامعة الفيوم
مجلة علمية محكمة نصف سنوية

ترشيد استهلاك الطاقة فى المسكن الريفى باستخدام الطاقة المتجددة تحقيقاً لمبدأ الاستدامة

(دراسة حالة قرية البسايسة– محافظة الشرقية ، وقرية تونس– محافظة الفيوم)

Rationalization of Energy Consumption in Rural Households Using Renewable Energy to achieve the principle of sustainability

م/ مها عيد عبد الستار سيد أحمد
باحثة دراسات عليا بكلية الهندسة – جامعة الازهر القاهرة(دكتوراة)
Mail : gohar_maha@yahoo.com

د / رضا محمود حمادة علي
استاذ مساعد كليه الهندسة– قسم العمارة جامعة الأزهر – القاهرة
Mail : Reda211070@yahoo.com

الملخص: –

تكمن المشكلة التى يسعى البحث لطرحها فى أن عملية تصميم المسكن الريفى بوضعه الحالي في مصر يشوبه بعض القصور وذلك لإغفاله الطاقات المتجددة وإدراجها ضمن عملية التصميم ، لذا كان لابد من التوصل إلى التوازن بين المبنى الريفى وبيئته المحيطة وذلك من خلال الربط بين المبنى وبيئته الطبيعية من خلال ترشيد استهلاك الطاقة بالمسكن الريفي باستخدام الموارد البيئية والطاقة المتجددة المتوفرة فى البيئة المحيطة بالمبنى مما يعكس الفكر المعمارى المستدام .

لذا كان من الضروري أن توجد دراسة تقترح استراتيجيات تساعد على تعظيم قيم كفاءة استخدام الطاقة داخل المسكن للوصول إلى الراحة الحرارية لمستخدميه وسد احتياجاته من الطاقة دون أدنى تأثير على البيئة المحيطة بالمبنى وتعتمد هذه الاستراتيجيات على محورين وهى :.

اولا : ترشيد استهلاك الطاقة بالمبنى السكنى وذلك باعتبار ان المسكن نظام طاقة متكامل يجب تحقيق ترشيد الطاقة فى مختلف عناصره .

ثانيا : حفظ الطاقة لتحقيق الاكتفاء الذاتى بالمسكن الريفى وذلك بالتوظيف المناسب لنظم الطاقات المتجددة المتاحة فى الموقع .

الهدف من البحث:– يهدف البحث إلي : .

- إيجاد استراتيجية للوصول إلى مبنى سكنى مُرشد للطاقة والتأكد من جدواها باستخدام الطاقة المتجددة والمتوفرة بالبيئة المحيطة.
- إثبات انه من الممكن تحويل مبنى سكنى قائم مستهلك للطاقة الى مبنى سكنى منتج للطاقة من خلال إمكانية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة لتحقيق أقصى استفادة منها ودون ترك اثر مدمر للبيئة المحيطة.

منهجية البحث :– تمت صياغة منهجية البحث بحيث تعتمد علي محورين كالتالي :

المحور الأول : النظري الاستقرائى : وهو دراسة بعض المفاهيم ومعرفة المعالجات المعمارية لكفاءة استخدام الطاقة داخل المسكن .

المحور الثاني : المحور التحليلى التطبيقي : دراسة تحليلية لمساكن ريفية قائمة حاليا متنوعة من حيث الظروف المناخية والموارد المتوفرة فى البيئة المحيطة وأساليب المعالجات المعمارية البيئية المتوفرة بالمبنى ومعدلات استهلاك الطاقة بها وكيفية استخدامها ومواد البناء المستخدمة وأسلوب الإضاءة والتهوية او التدفئة المستخدم للمبنى ويتم عمل تحليل مقارن بينها وبين النماذج القائمة وبها الطاقات المتجددة .

الكلمات الدلالية :–

ترشيد استهلاك الطاقة – معدل استهلاك الطاقة – كفاءة البيئة الحرارية – كفاءة التهوية – كفاءة البيئة الضوئية

مقدمة :-

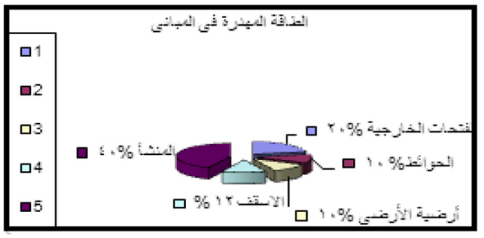
إن ترشيد استهلاك الطاقة يبدأ أولا من محاولات الإقلاع عن أنماط الاستهلاك غير العقلاني، ويهدف ترشيد استهلاك الطاقة، في ظل معايير التنمية المستدامة إلى تقليل كمية الطاقة الأولية المطلوبة لكل وحدة ناتج قومي إجمالية (GDP) أي ما يسمى بكثافة استهلاك الطاقة، وإن ذلك يتطلب التخطيط المتكامل والرشيد لقطاع الطاقة مع تحقيق أقصى كفاءة لجميع مراحل استخراج وإنتاج ونقل وتوزيع الطاقة حتى مراحل الاستخدام النهائي لها .

ومن أجل تحقيق الهدف المحدد من ترشيد إستهلاك الطاقة بالمبنى السكنى ، فإنه من المهم اعتبار المبنى على إنه نظام طاقة متكامل يجب تحقيق ترشيد الطاقة فى مختلف عناصره إبتداءاً من الغلاف الخارجى مروراً بمكونات المبنى الداخلية وإنتهاءا بالأجهزة الكهربائية .

1– معدل استهلاك المباني للطاقة : –

يعتبر قطاع الأبنية قطاع مستهلك بشكل كبير للطاقة لاسيما للطاقة الكهربائية، فمن الدراسات السابقة يتضح أن قطاع المبانى يستهلك الطاقة بنسبة تقارب 45.36% اثناء مراحلة المختلفة (تصميم – إنشاء – تشغيل – صيانة).

وبقياس كمية ما تستهلكه المبانى من طاقة فقد وجد إنها مقسمة كما بالشكل (1) :



شكل رقم (1) الطاقة المهدرة فى المبانى [1] .

2- أنساق استهلاك الطاقة : -

يمكن تحديد الطاقة المستهلكة في المبنى خلال أربع مراحل هي، مرحلة التصميم ومرحلة الإنشاء والتشييد، ومرحلة التشغيل ومرحلة الهدم أو التعديل. وتتخلل هذه المراحل عناصر قد تؤدي إلى الزيادة في معدلات استهلاك الطاقة، ولابد للمعماري من دراستها بصورة وافية للوصول الى التصميم الذي يحقق أفضل كفاءة لاستهلاك الطاقة [2] .

3- ترشيد استهلاك الطاقة : -

& يقصد بترشيد استهلاك الطاقة " حسن إستخدام المتاح منها بإستثماره بأكفأ الوسائل الممكنه للحصول على أقصى عائد إقتصادى[208] "، كما يعنى الترشيد "الإستخدام الأكثر كفاءة والأمثل للطاقة والموارد للحصول على نفس كمية المنتج أو الخدمة بتقليل الفقد مع منع الإسراف فى ظل مقننات لا يمكن تجاوزها "

& يتم تقليل إستهلاك الطاقة فى المسكن من خلال : -

- **التصميم السالب للمسكن:** مثل التوجيه والتشكيل والاعتماد على التهوية الطبيعية، والإضاءة الطبيعية لتحقيق الراحة الحرارية للبيئة الداخلية للمسكن ، واضافة عناصر التصميم السالب (ملاقف الهواء ، إظلال الفتحات.... الخ) .أى كل ما يمكن إضافتة من وسائل تصميم تستفيد من مصادر الطاقة الطبيعية دون الإعتماد على وسائل ميكانيكية لتحل محل الطاقة المستهلكة فعلياً فى المسكن لتقليل النسبة المهدرة فى الطاقة .
- **استخدام نظم الطاقة المتجددة الميكانيكية:**

تكاملاً مع الدور الهام الذى يلعبة النظم السالبة فإنه يتم الاستفادة من نظم الطاقة الجديدة والمتجددة الميكانيكية (الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح ، طاقة الكتلة الحيوية) من أجل توفير جزء من الطاقة المطلوبة للمبنى وهو ما يؤدى إلى خفض كبير فى معدلات الإستهلاك فى حال دمجها بكفاءة مع المبنى .

اولا : ترشيد استهلاك الطاقة فى المسكن باستخدام التصميم المناخى السالب : -

تتعدد اتجاهات واستراتيجيات التصميم المناخى، والتى تصب كلها فى هدف واحد هو تحقيق الراحة المطلوبة لمستعملى الفراغات الداخلية .

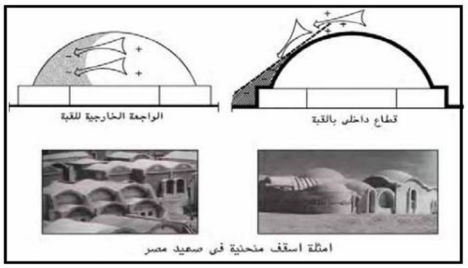
1- المعالجات البيئية لكفاءة البيئة الحرارية:-

1-1 معالجات الأسقف : -

توجد عدة وسائل تصميمة لسقف المبنى تساهم في تحقيق الراحة الحرارية وبالتالى ترشيد استهلاك الطاقة ومنها:

أ – إستخدام أشكال منحنية للسقف :

تساعد هذه الأسقف على تولد منطقة ضغط مرتفع في المكان المعرض لأشعة الشمس ومنطقة ضغط منخفض في المكان المظلل من السقف فتنشأ حركة الهواء بين المنطقتين تعمل على تخفيف الحمل الحراري الزائد على السقف.



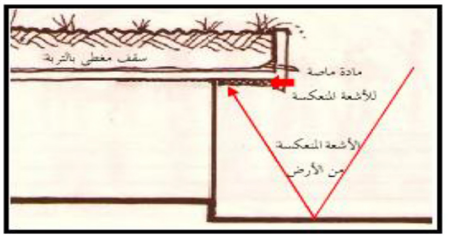
شكل رقم (2) إستخدام الأسقف المنحنية لتقليل الحمل الحرارى[7]

ب– إستخدام مواد عازلة للحرارة :

استخدام مواد لها خواص تساعد فى الحد من تسرب وانتقال الحرارة من داخل المبنى إلى خارجه شتاءًا وبالعكس صيفا، وذلك من خلال الجدران والأسقف والأرضيات والفتحات[3].

جـ – إستخدام مواد عاكسة للحرارة :

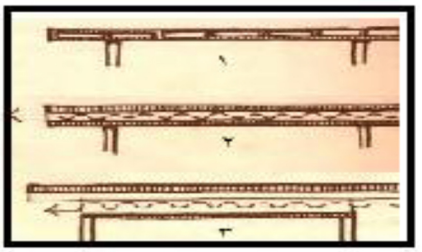
يجب تغطية السطح العلوي للفراغ بمادة عاكسة للتخلص من أشعة الشمس وطاقتها الحرارية، أو تزويد سطح السقف السفلى بمادة ماصة لأشعة الشمس لحماية من الأشعة المنعكسة من الأرض .



شكل رقم (3) إمتداد السقف وتزويد سطحه السفلى بمادة ماصة لأشعة الشمس [4].

د – ترك فراغ هوائي عازل :

يعتبر الهواء عازل للحرارة بصورة نسبية، ولذلك يمكن إستخدامه كفراغ هوائي لعزل الحرارة .



شكل رقم (4) إحتمالات للفراغ الهوائى بين طبقتى السقف [5].

هـ – إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين :

يتم إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين مما يؤدي الى حركة الهواء بينهما ، حيث تقوم البلاطة العلوية بدور المظلة فتؤدي إلى إنخفاض درجة حرارة الهواء أسفلها عن الهواء الخارجي .

شكل رقم (5) تظليل الأسقف بإستخدام أسقف مضاعفة لتقليل درجة الحرارة وتهوية السطح [6]

و – إستخدام المواد ذات الألوان الفاتحة :

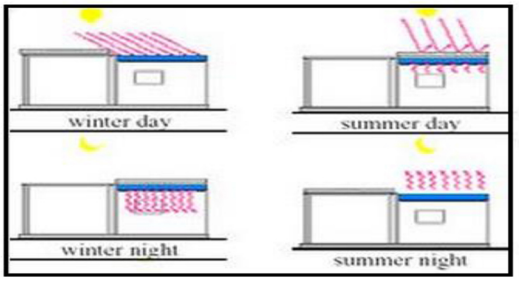
إن إستخدام المواد ذات الألوان الفاتحة وخصوصا في أسقف المباني لأنها الأكثر عرضة لحرارة الشمس يمكن أن يعمل على تقليل درجة الحرارة بنسبة 40% [7].

ز – إستخدام المزروعات والمياه :

تعمل الأسقف المزروعة بعمل ترطيب لسقف المبنى، ويمكن إضافة رشاشات مياه إلى السقف مما يقلل أو يخفف من درجات حرارة السقف بشكل ملحوظ .

ح – الأسطح ذات البرك :

وهو نظام يعمل على التبريد السلبى الصيفى بالإشعاع والتسخين السلبى الشتوى، حيث تعتمد هذه الفكرة على صندوق من الفوم الملئ بالمياه ويعلوه غطاء متحرك ، ففى الشتاء : يزال الغطاء لإستقبال الأشعة نهاراً ،أما ليلاً فيوضع حتى يقل الفقد فى الحرارة وبالعكس يحدث صيفاً حيث يتم وضع الغطاء نهاراً لمنع الإكتساب بالحرارة الشمسية أما ليلاً فيتم إزالة الغطاء لتزيد البرودة الناتجة عن الإشعاع البارد والتبخير.



شكل رقم (6) نظام الاسطح ذات البرك. [8]

2-1 الحـــوائط :-

& تصميم الحوائط :

هنالك إستراتيجيات لتصميم الحوائط بطرق بيئية تقلل من الأحمال الحرارية على المبنى، ومنها :

أ-إنشاء الحوائط من مواد ذات سعة حرارية كبيرة :

إستخدام مواد ذات سعة حرارية كبيرة كالطين والحجر في البناء، تعمل على تأخير إنتقال الحرارة من خلالها إلى داخل المبنى وحتى ساعة متأخرة من النهار .

ب- إستخدام مواد عازلة في الحوائط :

يساعد العزل الى أبطاء إنتقال الحرارة، كما يخفض من تقلبات الحرارة اليومية في المبنى لذا فهو عنصر مكمل في تصميم المبنى ، شكل رقم (9 أ).

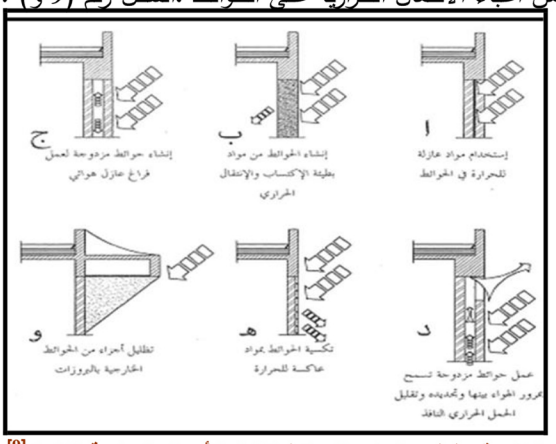
ج- عمل حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها :

هي نفس طريقة الحوائط المزدوجة إلا إنها تمتاز بوجود فتحتين في أعلى وأسفل الحائط الخارجي تسمح بمرور الهواء وتجديده وتقليل الحمل الحراري النافذ إلى داخل الفراغ، شكل رقم (9 د).

د- تكسية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة :

عند سقوط الإشعاع الشمسي على مواد المبنى فأن تلك المواد تعكس جزءا من الإشعاع الشمسي وتمتص الباقي. بحيث تكون النسبة المئوية الكلية لمجموع معامل الإمتصاص ومعامل الإنعكاس يساوي 100%، شكل رقم (9 هـ) .

هـ . تظليل اجزاء من الحوائط الخارجية بالبروزات : وهو يقلل من أعباء الأحمال الحرارية على الحوائط ،الشكل رقم (9 و) .



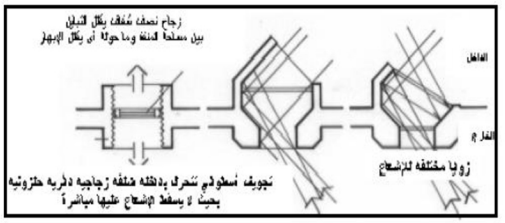
شكل رقم (7) معالجات الحوائط لتقليل الأحمال الحرارية الزائدة.[9]

و - إستخدام الألوان الفاتحة في الحوائط وإختيار ألوان الأسطح المجاورة للمبنى: يجب اختيار المواد ذات معامل الإنعكاس المنخفض لتقليل الأحمال الحرارية الزائدة على المبنى بسبب الإشعاع المنعكس.

3-1 الفتحات :-

❖ تصميم الفتحات :-

يتأثر تصميم الفتحات بشكل عام بالمناخ السائد، فالفتحات في المناطق الحارة المدارية تكون فتحات صغيرة ويتم تزويدها بكاسرات شمسية للتقليل من الاكتساب الحراري وفى المناطق الحارة يمكن تصميم المنافذ داخل تجاويف عميقة بالحائط لتجنب سقوط الإشعاع الشمس عليها ويقلل الحرارة المنتقلة بالتوصيل ويقلل الإبهار[10] .



شكل (8) تصميم المنافذ داخل تجاويف عميقة بالحائط لتجنب سقوط الإشعاع الشمس ويقلل الإبهار. [10]

ويعتمد تصميم الفتحات على عدة عوامل منها :

أ – التوجيه : يمكن تصميم الفتحات ليتحرك جزء منه بالغلق أو الفتح حسب قوة الإشعاع الشمسى وزاوية سقوطة.

ب – مساحة الفتحة : بتقليل مساحة الفتحة ستقل كمية الإشعاع والحمل الحراري الداخلة إلى الفراغ، إلا إنه يجب مراعاة كمية الإضاءة المطلوبة للفراغ الداخلي .

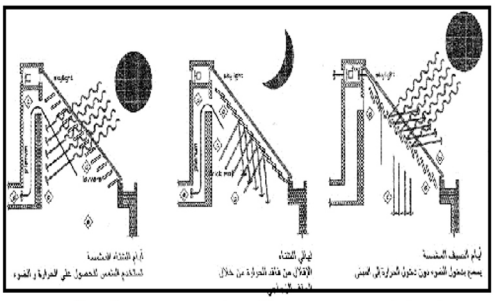
ج- تظليل الفتحات :

ج-1 كاسرات الشمس : وهي عبارة عن أسطح رأسية او أفقية، تركب بإتجاه عمودي أو بإتجاه مائل على الواجهة. وقد يصل الفارق في درجات الحرارة بين نافذة مظلة وأخرى غير مظلة إلى حوالي 5.5 درجة .

ج-2 المخرمات والمشربيات : تطورت فكرة المشربية إلى أن وصلت إلى المشربية الألكترونية والتي تتسع وتضيق تبعا لكمية الإشعاع الشمسي الساقط عليها.

ج-3 عناصر التظليل الخارجية المتحركة

تستخدم هذه العناصر سواء داخلية أو خارجية، ويكون التحكم فيها يدويا أو أوتوماتيكيا بما يتوافق مع ظروف الحرارة والإضاءة الطبيعية .



شكل رقم (9) يوضح إمكانية توظيف كاسرات أشعة الشمس المتحركة للتحكم في التعرض لأشعة الشمس المباشرة [11]

ج-4 عناصر التظليل الداخلية :

منها ما هو قابل للسحب ومنها الثابت على زاوية محددة، وتركب الستائر الرأسية بالنوافذ الشرقية والغربية لتقليل كمية اشعة الشمس .

2- المعالجات الطبيعية لكفاءة التهوية الطبيعية:-

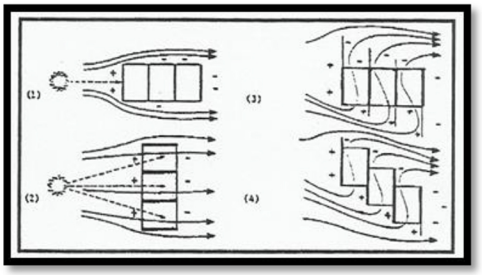
& إستراتيجيات تصميم التهوية الطبيعية :-

ينساب الهواء من مناطق الضغط المرتفع (+) إلى مناطق الضغط المنخفض (-)، ويساعد فرق الضغط بين الفراغ الداخلي والخارجي على حركة الهواء داخل الفراغ،

ويعتمد إتجاه حركة الهواء ومنسوب التهوية داخل الفراغ إعتمادا أساسيا على ما يلي :-

2 –1 التكتيل والتشكيل :

إن تصميم شكل كتلة المبنى في الموقع العام ذو تأثير لما يسببه من إضطرابات ودوامات تبعا لسرعة وضغط الرياح، وتشمل عدة عوامل منها شكل المبنى وإرتفاعه وأبعاده، لذلك يمكن الإستفادة من الزوايا المختلفة لزيادة دخول الهواء للفراغ.



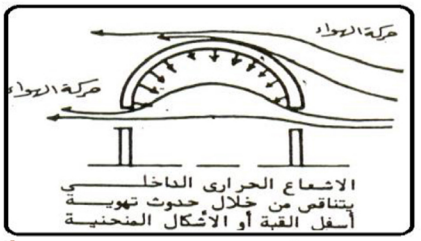
شكل رقم (10) تأثير ترتيب وتوجيه كتل المبنى على حركة التدفق الهوائي في الفراغ. [12]

2–2 السقف :–

أ – تصميم سقف المبنى :

أ –1 شكل الأسقف:

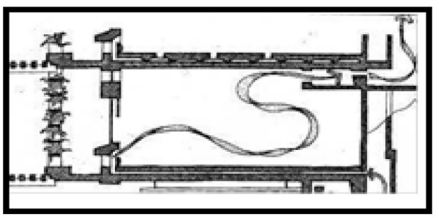
يفضل إستخدام الأسطح المنحنية لكونها تعمل على تنشيط حركة الهواء فيما بين الجزء المظلل من سطح القبة .



شكل رقم (11) تأثير السقف المنحنى على الرياح [13]

أ –2 السقف المزدوج :

يتم عمل السقف المزدوج ليظلل السقف الأساسي للمبنى ويعمل على زيادة التهوية ، وتستخدم الاسطح كحديقة .



شكل رقم (12) السقف المزدوج يعمل على تقليل الاشعاع الشمسى وتم تطويره ليساعد فى عملية التهوية [14] .

أ –3 ارتفاع السقف

يفضل أن يرتفع سقف المبنى، ويعتبر عمل تباين في إرتفاعات الأسقف لنفس المبنى من أفضل الحلول لزيادة التهوية الطبيعية خاصة في المناطق الحارة .

أ –4 استخدام تأثير الفتحات العلوية بالسقف لتهوية المبنى.

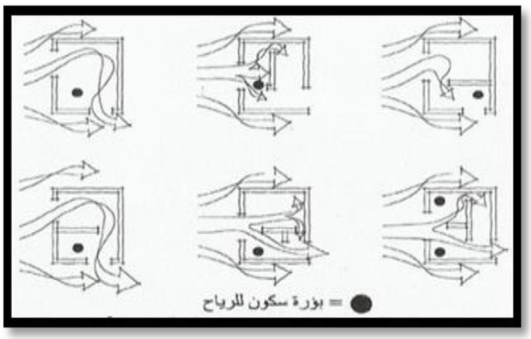
3–2 الحوائط :–

أ – تصميم الحوائط :-

هناك العديد من الأنظمة التي تستخدم في الغلاف الخارجي والتي تتحكم في كمية الهواء التي تدخل الى المبنى.

أ–1 إستخدام الفراغات شبه المفتوحة لإمداد الفراغات الداخلية بالرياح المحببة

على الرغم من إن الحوائط الداخلية تقلل من تأثير وسرعة الرياح داخل الفراغات الداخلية، إلا إنه في بعض الأحيان يمكن إستخدامها لتخليق قنوات ومسارات للرياح عبر الفراغات الداخلية التي تحتاج للتهوية .



شكل رقم (13) بؤر ركود الرياح بالفراغات الداخلية [15]

أ–2 حائط المبنى المزدوج :

يتكون الحائط الخارجي للمبنى من جزئين منفصلين بواسطة ممر فراغي من الهواء يتراوح من (15 – 90) سم، وقد يكون مقسم أو غير مقسم، وغالبا ويستخدم حائط المبنى المزدوج في تزويد كل الفراغات المحيطة بالتهوية الطبيعية من خلال الممر الفراغي الذي يعمل كمنطقة مملوءة بالهواء .

3–2 الفتحات :–

أ– حجم الفتحة

1– تحتاج المناطق التي تزداد فيها الرطوبة إلى فتحات كبيرة بنسبة 40–80% من حائط الغرفة الخارجي وتكون الفتحات مفتوحة على الداخل كالأفنية.

2- تحتاج المناطق المعتدلة الى فتحات متوسطة بنسبة 20-40% من الحائط الخارجي للغرفة ويساعد اعتدال المناخ إلى توجه الفتحات إلى الخارج، وفي أكثر من إتجاه.

3- تحتاج المناطق الحارة الجافة الى فتحة أقل من 20% من الحائط الخارجي حتى يسهل تظليلها ، وتكون من مواد خفيفة لا تخزن الحرارة كالخشب.

4- في المناطق الحارة شبه الجافة تكون فيها شكل الفتحات ضيقة وصغيرة لتلافي دخول كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي ويتم عمل فتحات علوية في النوافذ لتسمح بدخول الضوء وطرد الهواء الساخن للخارج.

ب- تصميم الفتحة

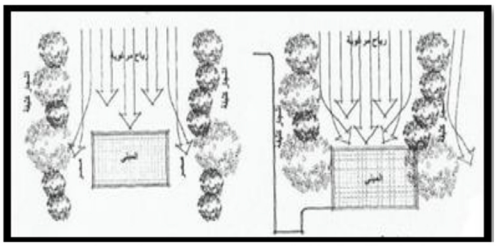
وتلعب الفتحات دورا رئيسيا في توفير التهوية ويتم تصميمها كما بالجدول (1) .

وضع النوافذ واتجاه الرياح	المسقط الأفقي	اتجاه حركة الرياح
نافذة واحدة بالفراغ		التهوية داخل الفراغ ضعيفة إلى حد ما، وغير كافية للفراغ بأكمله.
نافذتين متقابلتين لهما نفس العرض، واتجاه الرياح عمودي عليهما		الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحات إلى الفتحة المقابلة لها مكونا تيار هوائي يسبب نوعا من الإزعاج لمستعملي الفراغ، إضافة إلى عدم تجانس التهوية في الفراغ.
نافذتين متقابلتين لهما نفس العرض، واتجاه الرياح مائل عليهما		معظم حجم الهواء يمر ويتحرك خلال فراغ الغرفة ويزيد تدفقه عند الأركان، بحيث يحقق بذلك تهوية أكثر تجانسا داخل الفراغ.

جدول رقم (1) العلاقة ما بين وضع النوافذ بالفراغ وإتجاه حركة الرياح داخل الفراغ. [9] .

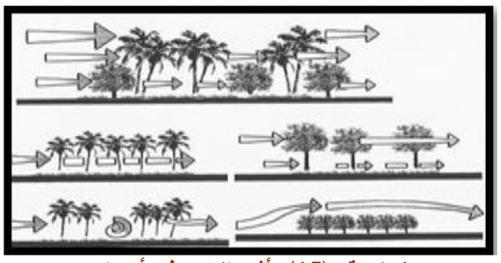
2-4 عناصر تنسيق الموقع العام :-

يمكن إستغلال الزراعات لتشكيل قنوات خاصة بإتجاه الرياح المحببة صيفا وذلك لتوجيهها إلى فراغات المبنى الداخلية .



شكل رقم (14) استخدام الزراعات للاستفادة من نسيم الرياح المرغوبة صيفا[15] .

إن الجمع بين الأشجار الكبيرة والشجيرات في مجموعات يسمح بمرور الرياح للموقع وعندما ترتفع درجة حرارة الأرضيات تعمل الرياح على حمل الحرارة متخلصة من الهواء الساخن الملامس لسطح الأرض .



شكل رقم (15) تأثير التنوع في أحجام الاشجار على حركة الرياح[18] .

3- الإضاءة الطبيعية :-

تستخدم الإضاءة الطبيعية فى تخفيض الطاقة المستهلكة وذلك من خلال إستخدامها كعنصر أساسى أو ثانوى لتوفير إضاءة طبيعية داخل المبنى بدلاً من الطاقة الكهربائية.

3-1 تصميم الفتحات:-

أ – إرتفاع النوافذ :

كلما زاد إرتفاع النافذة كلما زادت كمية الإضاءة الطبيعية النافذة إلى داخل المبنى. حيث يؤدي تقليل إرتفاع النافذة بمقدار (60) سم إلى تقليل الإضاءة بنسبة 19% [16]، وإن زيادة إرتفاع الشباك تزيد من الإضاءة المتغلغلة مرتين أو ثلاث[17].

ب – عرض النافذة :

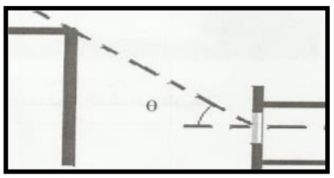
زيادة عرض النافذة يحسن من إنتشار الإضاءة ويزيد من نفاذيتها داخل الفراغ، حيث كلما قل عرض النافذة كلما قلت قدرة الإضاءة على النفاذ، و يؤدي تقليل عرض النافذة أقل من 244 سم إلى تقليل الإضاءة بمقدار 7% .

ج – توزيع النوافذ :

توزيع النوافذ على أكثر من حائط يحسن من توزيع وتجانس الإضاءة، كما إن وضع النوافذ قرب الحائط يساعد على إنتشار الإضاءة خاصة إذا كان لونه فاتح.

د – الفتحات العلوية : توفر إضاءة متجانسة وكلما زاد إرتفاع السقف كلما زاد مستوى التجانس .

و – زاوية العائق : يجب أن لاتزيد زاوية العائق (∞) عن 70 درجة .



شكل رقم (16) زاوية العائق [19] .

3 -2 التوجيه Orientation

يتم التحكم في توجيه المبنى للحصول على أفضل إضاءة طبيعية ممكنة دون نفاذ أشعة الشمس المباشرة الى داخل المبنى .

أ- إتجاه الشمال :

هو الإتجاه المفضل في الأقاليم المناخية الحارة، ويتميز بمستوى إضاءة ثابت وإن كان منخفضا لإعتماده على إضاءة السماء وليس أشعة الشمس المباشرة.

ب- إتجاه الجنوب :

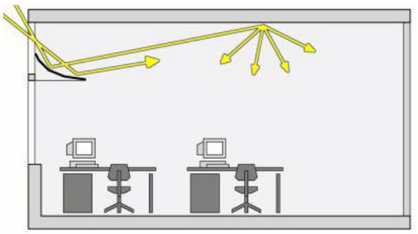
هو الإتجاه المفضل في معظم الأقاليم المناخية لما يتميز به من مستوى إضاءة مرتفع وثابت إلى حد بعيد على مدار اليوم والعام، كما إن أشعة الشمس الجنوبية مرغوبة في فصل الشتاء ويسهل التحكم بها بشكل كبير.

ج- إتجاهي الشرق والغرب :

هذين الإتجاهين غير مرغوبين لعدة أسباب منها : التفاوت الكبير في مستويات الإضاءة على مدار اليوم، وإنخفاض زوايا الشمس وهو ما يؤدي إلى نفاذها إلى عمق المبنى والتسبب في الكثير من المشكلات البصرية.

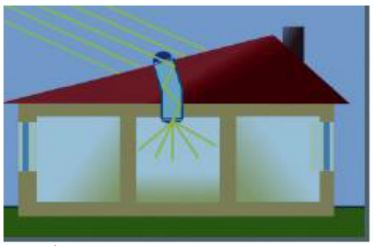
3-3 العناصر الحديثة المستخدمة فى الاضاءة الطبيعية:

أ ـ المرايا والعاكسات : هي عبارة عن عاكسات يتم وضعها لتقوم بعمل إنعكاس للإضاءة الطبيعية وتوجيهها إلى الفراغات الداخلية ويتم توظيفها طبقا لطبيعة المناخ وإحتياجات المبنى[20].



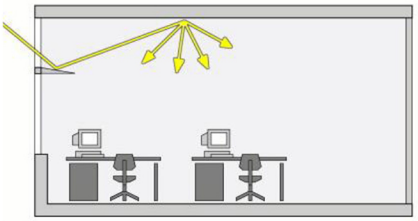
شكل رقم (17) الإضاءة عن طريق المرايا [21]

ب- الأنابيب المضيئة : هي أنابيب أو قنوات ذات قطاع مربع أو مستدير تستخدم فى حمامات السباحة والأنفاق .



شكل رقم (18) رسم تخطيطي يوضح فكرة عمل نظام أنابيب الضوء [22]

ج- رفوف الضوء : هي عبارة عن كواسر أو عواكس للشمس ويمكن وضعها خارج المبنى أو داخله لتقليل الإكتساب الحراري على الواجهات وتوجيه الإضاءة الطبيعية إلى داخل الفراغ .



شكل رقم (19) الاضاءة التي تعكسها الرفوف الضوئية داخل الفراغ [21]

د- الـ Prismatic System : هى عبارة عن منشور أو مثلث يقوم بتوزيع الإضاءة عن طريق إنكسار شعاع الضوء على أضلاعه .

هـ- الـ Heliostats : تقوم بتجميع الإضاءة وإعادة توجيهها إلى داخل الفراغ .

ثانيا : ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام نظم الطاقة المتجددة الميكانيكية : -

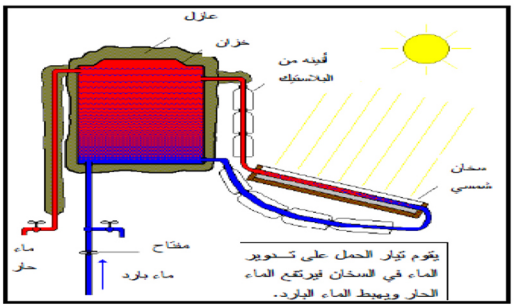
ان الطاقة المتجددة توفر احتياجات المسكن من الطاقة، لذا فإنه يجب النظر بعناية إلي هذه الطاقة ودراسة كيفية الاستفادة منها لترشيد الطاقة، وتقليل استخدام الطاقات التقليدية، وسوف يتم عرض أهم أنواع الطاقة المتجددة واهم نظمها المتناسبة مع المبانى السكنية الريفية، وسوف يتم التركيز على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية لتوافر هذه الطاقات وتناسبها مع المناطق الريفية .

1- الطـــاقة الشـمســية : -

الشمس تعتبر أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، ويمكن تحويل الطاقة الشمسية الى صور أخرى من الطاقة قابلة للإستعمال، ويمكن الإستفادة منها عبر تحويلها الى طاقة كهربائية نظيفة بعدة سبل أهمها:-

1-1 التسخين الشمسي :-

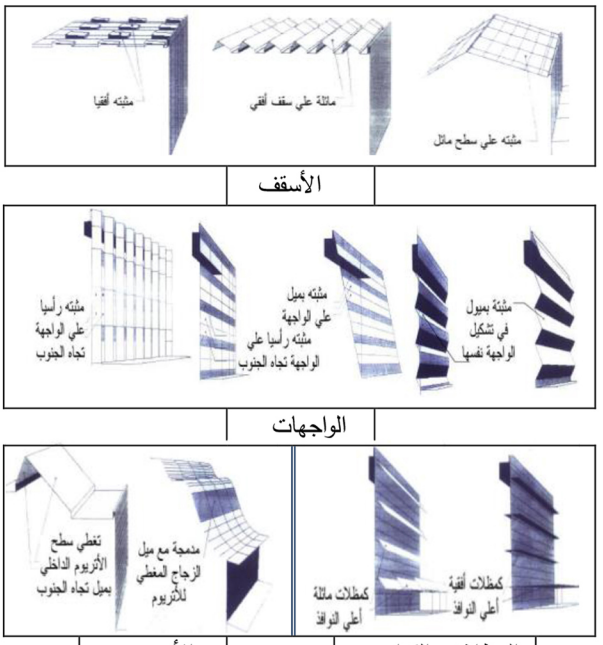
هو الأسلوب الأكثر إنتشاراً للإستفادة من الحرارة الشمسية وذلك بتسخين المياه مباشرة لتستخدم في المباني عبر شبكات التغذية بالمياه الساخنة أو التدفئة . كما يمكن إستخدام المياه الساخنة أو البخار الناتج عنها في تشغيل توربينات لتوليد طاقة كهربائية نظيفة يمكن توزيعها على المباني عبر شبكات توزيع الكهرباء. ومن اشهر انظمة التسخين الشمسى هى السخانات الشمسية .



شكل (20) فكرة عمل سخان ماء شمسى[23]

2-1 الخلايا الكهروضوئية (PV) :-

تقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية إلا أنها نسبياً غير إقتصادية في الوقت الحاضر نظراً لإرتفاع تكلفة إنتاج الخلايا الكهروضوئية . التحدي الحالي هو تخفيض تكلفة إنتاج الكهرباء بهذه الطريقة حتى يمكن تطبيقها بشكل موسع في صناعة توليد الكهرباء. ويمكن إستخدام هذه الخلايا في مجموعات على أسطح المباني أو الحوائط المعرضة لأشعة الشمس وبالتالى يمكن أن تقوم المباني بإنتاج قدر من إحتياجاتها من الكهرباء ذاتياً بأسلوب نظيف لا يضر بالبيئة . وتتميز الخلايا الضوئية عن غيرها من انظمة الطاقة الشمسية الاخرى بانها تصنع من أكثر المواد وفرة وهو السليكون (الرمل)، وذات صيانة قليلة جدا إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى من مصادر الطاقة .



شكل (21): أشكال مختلفة لدمج المصفوفات الفوتوفولتية في المبانى[24] .

& أنواع نظم الخلايا الفوتوفلطية [25]:-

هناك نظامان أساسيان يحددان كيفية الاستفادة من الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا PV وهما:-

أ- نظم الخلايا الفوتوفلطية القائمة بذاتها :

هو نظام يعمل بصورة مستقلة وهو ليس متصل بأي شبكة لتوزيع الكهرباء ، ويستخدم عادة للمباني البعيدة عن شبكة الكهرباء المحلية ، ويكون الدعم لهذا النظام هو البطارية، فيقوم بإنتاج الطاقة فى أوقات النهار وحتى نفاذ كمية الطاقة المخزنة بالبطارية ، لذلك يتم عادة توصيل هذا النظام بمولد كهربائى يعمل فى أوقات الحاجة إليه كخط دعم ثانوى .

ب- النظم المدمجة Hybrid systems :

هى تجمع بين خلايا الوحدات الفوتوفولتية ونظم مكملة أخرى لتوليد الكهرباء كتوربينات الرياح والديزل والغاز ، وتلحق ببطاريات صغيرة ونظم تحكم .

ج- نظم الخلايا الفوتوفلطية المتصلة بالشبكة المحلية:

هى نظم تعمل كمحطات طاقة صغيرة ، ومتصلة بنظام لتوزيع الكهرباء (شبكة الكهرباء المحلية) بحيث تسمح للنظام بسحب الكهرباء من الشبكة فى أوقات الحاجة أو تغذية الشبكة بالفائض من الطاقة فى أوقات الذروة لإنتاج الطاقة بحيث تقوم الشبكة المحلية بدور البطارية . وبذلك يكون كفاءة النظام المتصل بالشبكة المحلية أفضل من النظام القائم بذاته وذلك لسعة التخزين الكبيرة للشبكة، لذلك يتم توصيل النظام بعداد يقوم بحساب كمية الطاقة المباعة للشبكة المحلية حتى يتم دفع قيمتها إلى مالك هذا النظام .

2- طـــاقة الريـــاح :-

تستخدم طاقة الرياح لتحريك تربينات لتوليد الكهرباء النظيفة التي يمكن إستخدامها لأغراض متعددة، حيث يمكن توزيع عدد من هذه التوربينات في مايشبه المزارع في المناطق المحيطة بالعمران أو حول المدن ويتم تخزين الكهرباء المتولدة ومن ثم توزيعها خلال شبكة الكهرباء الى المباني .

ويجب أن لا يقل متوسط سرعة الرياح السنوي عن 4،0-4،5 م / ث لإنتاج ما يكفي من الكهرباء ولتكون فعالة من حيث التكلفة[26].

& أنواع توربينات الرياح :-

أ- النظم المنزلية :

يمكن لهذه النظم توليد الكهرباء اللازمة للمسكن، وتنتج هذه النظم طاقة 100وات إلى 10 ك.و.س وتستخدم فى ضخ

المياه للإغراض المنزلية – ضخ مياه الصرف الصحي – نظم الإضاءة المستخدمة فى حالات الطوارئ – نظم الإنذار – نظم إمداد أجهزة الاتصالات المختلفة بالكهرباء – نظم معالجة المياه ومخلفات الصرف الصحي .

ب- النظم المدمجة :

تستخدم توربينات الرياح مع النظم التكنولوجية الأخرى وبالتكامل معها وذلك عند توقف إنتاج الطاقة المطلوبة من طاقة الرياح ، وتعتمد عليها التجمعات السكنية المنعزلة .

ج- نظم توربينات الرياح للتجمعات السكنية :

تعتمد عليها التجمعات السكنية والقرى البعيدة والمنفصلة عن شبكة الكهرباء العامة، وتقوم بشحن البطاريات أو تزويد شبكة كهرباء محلية بغرض تحسين نمط الحياة فى المنطقة.

3- المواد العضوية Biomass :-

هى الطاقة التي يمكن الحصول عليها بإستعمال بعض المواد العضوية مثل النباتات أو مخلفات الحيوانات. وتعتبر طاقة متجددة لأنها لاتحتاج الى فترات زمنية طويلة لتكوينها مثل الفحم والبترول. وتستخدم للطهي أو للتدفئة أو تسخين المياه التي بدورها تستعمل لتوليد الكهرباء. حديثا تستعمل المخلفات الحيوانية أو الأدمية من خلال تحللها في هاضم لاهوائى لتنتج بعض الغازات مثل الميثان الذي يستعمل بدوره لتشغيل تربينات لتوليد الطاقة الكهربائة.

وتكمن اهمية طاقة الكتلة الحيوية فى انها تأتى فى المرتبة الرابعة بالنسبة امصادر الطاقة فى الوقت الحالى ، حيث تشكل نسبة 14% فى الوقت الحاضر من احتياجات العالم من الطاقة وترتفع فى المناطق الريفية الى 35% [27].

& من الدراسة النظرية نستنتج مجموعة من المعايير التى تساعد على ترشيد استهلاك الطاقة بشكل كبير قد تصل الى 40% والتى نستعين بها فى تحليل المساكن فى القرى المختارة بالدراسة الميدانية وتتخلص فيما يلى :-

1. استخدام الطاقة المتجددة بصورتها السالبه عن طريق المعالجات المعمارية البيئية لكفاءة البيئة الحرارية والضوئية والتهوية داخل المسكن لخلق بيئة ملائمة له بعزله عن الظروف المناخية وبالتالى تقلل من استهلاك الطاقة لتحسين الظروف المناخية وذلك من خلال ما يلى :-
   - يأخذ المحور الطولي للمسكن الاتجاه شرق غرب، أي أن الواجهة الطولية هي الشمالية، وذلك للإقلال من الإشعاع الشمسي الساقط على المبنى.
   - يجب تهوية المسكن خلال ساعات الليل، حيث تزداد درجة حرارة الهواء –المكتسبة أثناء النهار– بالداخل عنها بالخارج.
   - تعتبر الأسطح ومواد البناء الطبيعية من أهم المواد التي يمكن الاستعانة بها لتقليل الحرارة المكتسبة.
   - يخضع اختيار التوجيه للحيز المعماري لاعتبارات الشمس أكثر من خضوعه لاعتبارات حركة الرياح وذلك لضمان توفير أكبر قدر من الظلال والبعد عن الهواء الجاف الساخن الذي تتميز به المناطق الحارة ، ويستحسن أن يمر الهواء على مناطق رطبة أو مظلله قبل وصوله للحيز المعماري.
   - استخدام مواد البناء ذات السعة الحرارية العالية، التي يمكن زيادتها بزيادة سمك الحائط، وذلك للتغلب على خاصية المدى الحراري الكبير الذي تتميز به المنطقة الحارة الجافة.
   - توفير الظلال وتقليل النفاذ الحراري إلى الداخل عن طريق استخدام الاسطح المنحنية والكاسرات .
   - استغلال أسطح المباني المستوية كمنطقه مفتوحة (حديقة السطح) لفائدتها في حماية المبنى من الإشعاع الشمسي وزيادة الظلال وزيادة نسبية الرطوبة.
   - استخدام الألوان الفاتحة والبيضاء للواجهات لما لها من نسبة انعكاس عالية للإشعاع.
   - إستخدام العناصر التراثية لتحسين البيئة الداخلية للمسكن مثل الفناء والملقف .... الخ .
2. استخدام انظمة الطاقة المتجددة الميكانكية مثل السخانات الشمسية والخلايا الضوئية وتوربينات الرياح ومحطات البيوجاز وذلك لتقليل استهلاك الطاقة داخل المسكن .

4- الدراســـــة الميـــدانية :-

تهدف الدراسة الميدانية إلى تقييم استهلاك الطاقة بالمسكن الريفى بقرية البسايسة – مركز الزقازيق – محافظة الشرقية وكذلك قرية تونس – مركز يوسف الصديق – محافظة الفيوم وذلك من خلال تقييم الأداء الحرارى والتهوية الطبيعية والإضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية للمسكن الريفى ونظم الطاقة المتجددة المستخدمة وذلك للوصول الى مدى الوفر في استهلاك الطاقة في هذه المساكن وهى كالآتي :-

أ- الرفع الميدانى :

تم عمل استمارة لتحليل المبنى ووصفه بالكامل وملؤها من خلال الرفع الميدانى للنماذج المختارة وسؤال المقيمين بهذه النماذج وتشمل الرفع الميدانى لتحديد الابعاد الكلية للنماذج المختارة ومساحات الفراغات الداخلية المختلفة والتصميم

الداخلى وتوزيع الفراغات وتوزيع الفتحات وابعادها وطريقة توزيعها بالفراغ وارتفاعها عن الارض ومواد الانشاء المستخدمة وطريقه الانشاء والمعالجات المعمارية التى تم استخدامها وكذلك انظمة الطاقة المتجددة المستخدمة.

ب- **إجراء القياسات الميدانية :**

تم قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعات الهواء والاضاءة الطبيعية لفراغات المسكن للنماذج المختارة وكذلك رصد القراءات فى الشوارع وذلك على مدار يوم كامل من الساعة 10 صباحاً الى الساعة 7 مساءاً بمعدل كل 2 او 3 ساعات تبعا لظروف المسكن والمقيمين به، ويتم اخذ القراءات فى منتصف الفراغ على ارتفاع مستوى المكتب بواسطة اجهزة قياس خاصة بقياس درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء والاضاءة الطبيعية، ولا تقل مدة القياس عن 30 ثانية وهى فترة يستطيع الجهاز التكيف فيها مع المناخ الجديد المحيط به.

ج- تحليل نتائج الدراسة الميدانية : -

ـ تم الاستعانة فى تحليل البيانات التى تم الحصول عليها من استمارة تحليل المسكن والقياسات الحقلية عن طريق برامج الكمبيوتر للتحليل الاحصائى وهى :

1. MINITAB : برنامج عام لتحليل البيانات إحصائيا، ويتميز بخاصية تفسير النتائج .

2. برنامج SPSS : هو برنامج تحليل إحصائي شهير ، يستخدم في مجالات تطبيقية متعددة .

& اسباب اختيـــار القـرى للدراســـة :

1) المبانى بهذه القرى هى نماذج تمثل المبانى فى اغلب االقري الموجوده فى مصر حيث محافظة الشرقية تمثل قرى قطاع الدلتا ومحافظة الفيوم تمثل قرى الصعيد.
2) توسط هذه القرى لاكثر من قرية محيطه بها ولذلك يمكن ان تكون اداة معرفة ووعى بالنسبة للقرى الاخرى .
3) تمثل كل قرية مناخ الحار الرطب والحار الجاف وهذا المناخ السائد بمحافظات مصر .
4) توفر الموارد الطبيعية بكلا القريتين التى يمكن ان تساهم فى ترشيد استهلاك الطاقة مثل المواد الحجرية والطين التى يمكن ان تستخدم فى البناء .
5) القريتين تعتمد بشكل اساسى على الزراعة مما تتوفر لديها مخلفات زراعية تستخدم كطاقة بديلة بدل عملية الحرق التى تتم لهذه المخلفات واهدارها .
6) الوعى الكبير لدى الاشخاص بالقريتين فى مجال الاستفاده من الطاقة المتجددة سواء كان عن طريق استخدام انظمة الطاقة المتجددة الميكانيكية بقرية البسايسة او استخدام انظمة الطاقة المتجددة السالبة بقرية تونس .
7) توافر موارد الطاقة المتجددة يالقريتين بشكل كبير مثل الطاقة الشمسية والرياح وطاقة الكتلة الحيوية .

اولا : قرية البسايسة – مركز الزقازيق – محافظة الشرقية:-

تعتمد على ترشيد استهلاك الطاقة داخل المسكن من خلال استخدام انظمة الطاقة المتجددة (الخلايا الشمسية والسخانات الشمسية) ويتوفر بالمنطقة الطاقة الشمسية وطاقة الكتلة الحيوية. وسوف نتناول بالتحليل المقارن مسكن مطبق به انظمة الطاقة المتجددة ومسكن آخر ليس به اية انظمة للطاقة المتجددة .

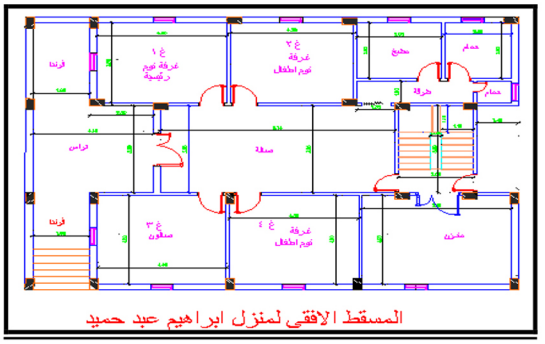
مقدمة عن القرية :

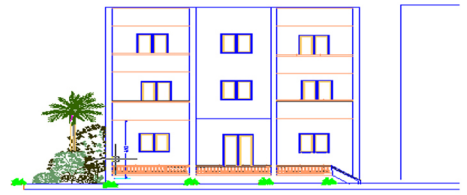
– تقع علي بعد 100 كم شمال شرق القاهرة، و 15 كم شمال غرب الزقازيق– محافظة الشرقية ،و قرية البسايسة هي احدي القري الرائدة في مجال الطاقة الشمسية. استخدمت الطاقة الشمسية والضوئية، وتحويلها إلى طاقة كهربية للقرية عام 1974 علاوة علي استخدام روث البهائم ومخلفاتها وتحويله إلي بيوجاز من خلال خزانات خاصة عوضاً عن البوتاجاز.

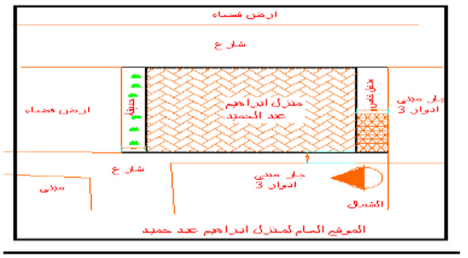
1- وصف المبنى الاول :-

منزل إبراهيم عبد الحميد		
م	العنصر	الوصف
1	وصف المبنى	المبنى مكون من ارضى + 2علوى (4 واجهات) بمساحة 209.9م2 مبنى بنظام الهيكل الخرسانى من الطوب الطفلى وسمك الحوائط الخارجية 25سم والداخلية 12سم– الارضيات بلاط والدهانات بلاستيك – يقنط بالدور الأرضي عدد 5 افراد
2	المعالجات البيئية	- جعل الفراغات المعيشية باتجاه الشمال والفراغات الخدمية باتجاه الجنوب - الاتجاه الجنوبى معالج بمدخل مظلل ببرجولة من زعف الجريد . - استخدام النباتات باتجاه الشمال لترطيب الهواء الداخل الى الفراغات . - استخدام المداخل المسقوفة للتظليل من اشعة الشمس . - الاعتماد على الاضاءة الطبيعية فترة كبيرة من اليوم
3	انظمة الطاقة المتجددة المستخدمة بالمسكن	سخان شمسى تكلفتة 5 الاف جنية حيث تم توفير ربع الطاقة المستهلكة بالمسكن شهريا . توصيل كهرباء تقريبا 200وات من الخلايا الشمسية الموجوده بجمعية تنمية المجتمع المجاوره للمسكن تنير 6 لمبات + خلاط

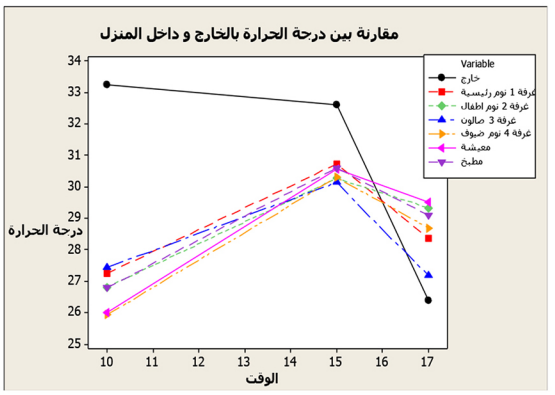
4	**انظمة الوفر في استهلاك الطاقة المستخدمة**	استخدام 6 لمبات الموفرة في الطاقة من النوع ليد حيث قدرة كل لمبة لا تتعدى 5 وات بمقابل 25وات للمبات الموفرة العادية و100 وات للمبات العادية .



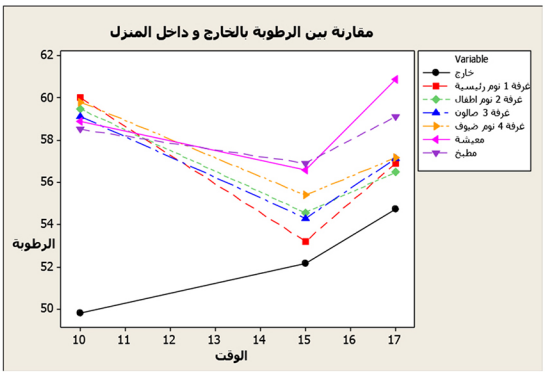




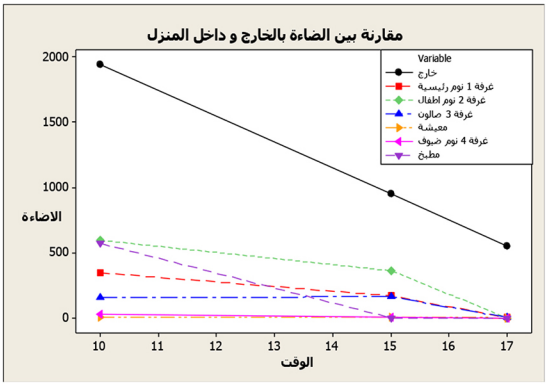
التحليل المناخي للمنزل :-



- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ1 نوم رئيسية) ذات التوجيه شمالية شرقية (تطل على ساحه) ، سجلت أعلى درجة حرارة وتبلغ 30.73 °م عند الساعة 3 مساءا على مستوى جميع الغرف، وأقل درجة حرارة للغرفة (غ3 صالون) ذات التوجيه شمالية غربية (تطل على مدخل مسقوف وممر 2م مظلل) سجلت 30.14 °م بدءا من الساعة 3 مساءا حتى آخر اليوم، أما الغرفة (غ4 نوم ضيوف) ذات التوجيه الشرقي (تطل على ساحه) سجلت أقل درجات الحرارة على مستوى جميع الغرف بدءا من الساعة 10 صباحا حتى الساعة 2 مساءا وهى 25.93 °م وتبدأ في الارتفاع من الساعة 3 مساءا . وبمقارنة درجات الحرارة لجميع الغرف على مدار اليوم كله ودرجات الحرارة الخارجية نجد ان درجة الحرارة الداخلية للغرف اقل من درجات الحرارة الخارجية بفارق 7 °م تقريبا عند الساعة 10 صباحا وتبقى منخفضة حتى الساعة 4 مساءا وتبدأ في الارتفاع حتى تصل الى اعلى من درجات الحرارة الخارجية بفارق 4 °م تقريبا .



- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ1 نوم رئيسية) ذات التوجيه الشمالى الشرقى هى اعلى الغرف عند الساعة 10 صباحا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 60% والغرفة (المعيشة) ذات التوجيه الشمالى اعلى الفراغات بدءا من الساعة 12 ظهرا حتى آخر اليوم حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 60.85% عند الساعة 5 مساءا واقل الغرف (غ1 نوم رئيسية) ذات توجيه شمالى شرقى على مستوى جميع الغرف عند الساعة 3 مساءا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 53.2% واقل الغرف (غ2 نوم اطفال) ذات التوجيه الشرقى على مستوى جميع الغرف عند الساعة 5 مساءا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 56.48% 0 وبمقارنة الرطوبة النسبية الداخلية للغرف والرطوبة النسبية الخارجية على مدار اليوم كله نجد ان الرطوبة النسبية لجميع غرف بالمسكن اعلى من الرطوبة النسبية الخارجية وتكون اعلاها في فترة الصباح بفارق 10% تقريبا عند الساعة 10 صباحا واقلها بدءا من الساعة 5 مساءا بفارق 6% تقريبا .



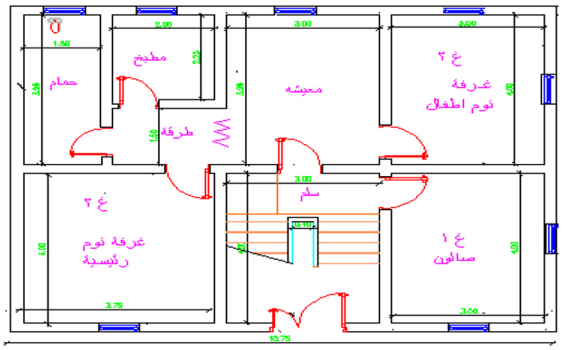
- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ2 نوم اطفال) ذات التوجيه الشرقى هى اعلى الغرف على مدار اليوم كله حيث سجلت الاضاءة بها 595 lux عند الساعة 10 صباحا والغرفة (المعيشة) ذات التوجيه الشمالى اقل الفراغات على مدار اليوم حيث سجلت الاضاءة بها 5.42 lux عند الساعة 3 مساءا واقل الغرف (غ4 نوم ضيوف) ذات توجيه غربى على مستوى جميع الغرف عند الساعة 5 مساءا حيث سجلت الاضاءة بها 0.13 lux ، وبمقارنة الاضاءة الداخلية للغرف والاضاءة الخارجية على مدار اليوم كله نجد ان نسبة الاضاءة الداخلة للفراغات من الاضاءة الخارجية 10% تقريبا عند الساعة 10 صباحا .

م	الفراغ	شدة الاضاءة الطبيعة المطلوبة طبقا للكود المصرى lux	
		الحد الادنى	الحد الاقصى
1	غرف النوم	50	100
2	غرف الضيوف	200	400
3	غرف المعيشة	200	500
4	الحمامات والمطابخ	100	200

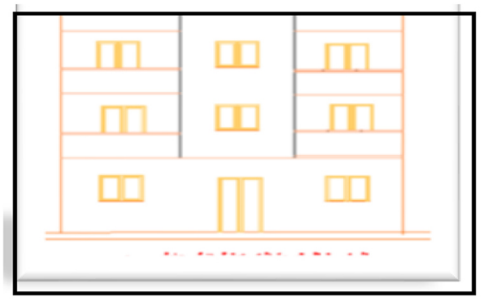
- وبمقارنة هذا الجدول بشدة الاضاءة التى تم قياسها داخل فراغات المسكن نجد ان الغرف (غ1، غ2، غ3) ذات التوجيه الشمالى الشرقى ، الشرقى ، الشمالى الغربى على التوالى تعتمد على الاضاءة الطبيعية على مدار اليوم وتحتاج الى الاضاءة الصناعية بدءا من الساعة 5 مساءا ، وان الفراغات (غ4 ، المعيشة) ذات التوجيه الغربى والشمالى على التوالى تحتاج الى اضاءة صناعية على مدار اليوم كله ، والمطبخ والحمام ذات التوجيه الشرقى تعتمد على الاضاءة الطبيعية على مدار اليوم كله وتحتاج الى الاضاءة الصناعية بدءا من الساعة 7 مساءا .
- بالنسبة للرياح فقد سجلت القراءات خارج المسكن اقل قراءة عند الساعة 5 مساءا حيث سجلت سرعة الرياح 1م/ث واعلاها عند الساعة 10 صباحا حيث سجلت 2م/ث بينما داخل جميع غرف المسكن لم تسجل اية قراءة على مدار اليوم كله .

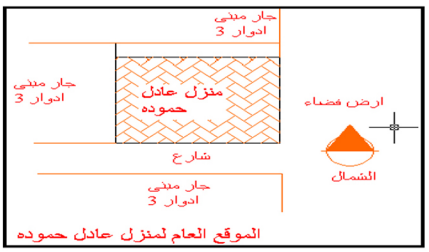
2- وصف المبنى الثانى :-

منزل /عادل حموده		
م	العنصر	الوصف
1	وصف المبنى	المبنى مكون من ارضى + 2 علوى (3 واجهة) بمساحة 100م2 مبنى بنظام الحوائط الحاملة وسقف خرسانى الحوائط من الطوب الطفلى بسمك 25سم – الارضيات بلاط والدهانات بلاستيك وهو عباره عن غرفة صالون و2 غرف نوم ومعيشة وحمام ومطبخ – يقنط به عدد 4 افراد
2	المعالجات البيئية	- جعل الفراغات المعيشية باتجاه الشمال - الاعتماد على الاضاءة الطبيعية فترة كبيرة من اليوم
3	انظمة الطاقة المتجددة المستخدمة	لا توجد
4	انظمة الوفر في استهلاك الطاقة المستخدمة	لا توجد



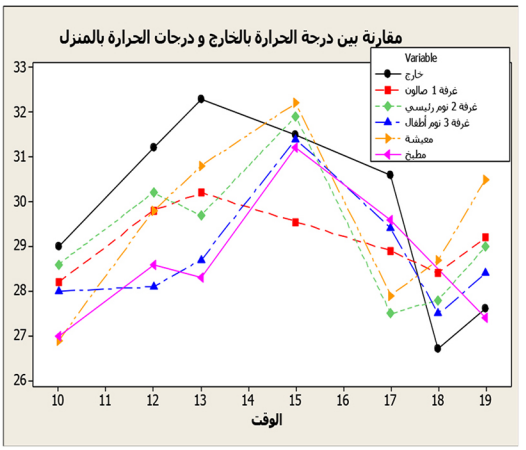
المسقط الافقى لمنزل عادل حموده



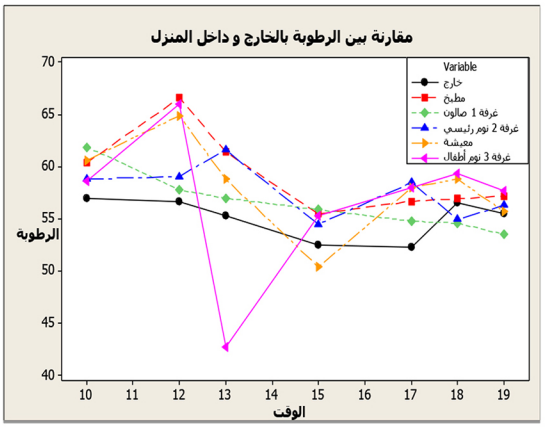


الموقع العام لمنزل عادل حموده

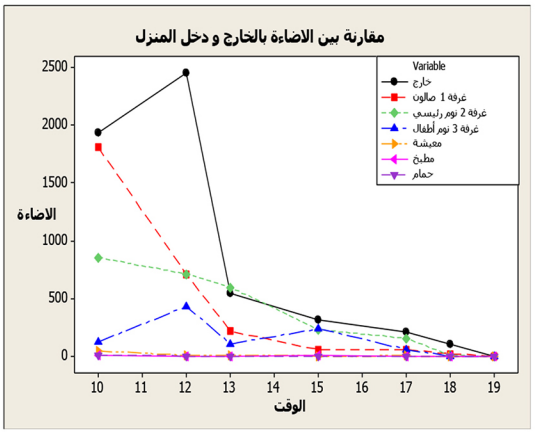
التحليل المناخى للمنزل :-



- من دراسة الشكل نجد ان اقل درجة حرارة على مستوى جميع الفراغات وعلى مدار اليوم فى المعيشة ذات التوجيه الشمالى (مطل على ممر 1.5م) عند الساعة 10 صباحا حيث سجلت 26.9°م ، واعلى درجة حرارة كانت بالمعيشة ايضا عند الساعة 3 مساءا حيث سجلت 32.2 °م عند الساعة 3 مساءا على مستوى جميع الغرف0 وبمقارنة درجات الحرارة لجميع الغرف على مدار اليوم كله ودرجات الحرارة الخارجية نجد ان درجة الحرارة الداخلية للغرف اقل من درجات الحرارة الخارجية بفارق 0.8 °م تقريبا عند الساعة 10 صباحا وتبقى منخفضة حتى الساعة 6 مساءا وتبدأ في الارتفاع حتى تصل الى اعلى من درجات الحرارة الخارجية بفارق 3 °م تقريبا .



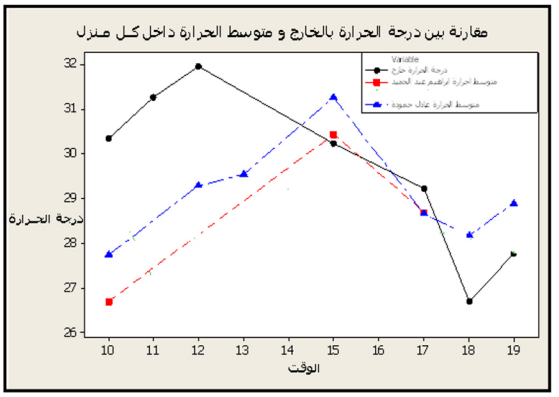
- من دراسة الشكل نجد ان (غ3 صالون) ذات التوجيه الجنوبية هى اعلى الغرف في الرطوبة النسبية عند الساعة 12ظهرا حيث سجلت 66%، واقل الغرف هى المعيشة ذات توجيه شمالية حيث سجلت اقل رطوبة نسبية بها 50% عند الساعة 3 مساءا، وبمقارنة الرطوبة النسبية الداخلية للغرف والرطوبة النسبية الخارجية على مدار اليوم كله نجد ان الرطوبة النسبية لجميع الغرف بالمسكن اعلى من الرطوبة النسبية الخارجية على مدار اليوم كله .



- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ1 نوم صالون) ذات التوجيه الشرقية الجنوبية هى اعلى الغرف عند الساعة 10 صباحا حيث سجلت شدة الاضاءة بها 1812 lux ، والمعيشة والمطبخ ذات التوجيه الشمالى (تطل على ممر بعرض 1.5م) اقل الفراغات على مدار اليوم حيث سجلت شدة الاضاءة بهما عند نفس الساعة (10صباحا) على التوالى lux43.4 و 7.1 lux ، والغرفة (غ2 نوم رئيسية) ذات توجيه الجنوبى اعلى من الغرفة (غ3 نوم اطفال) ذات التوجيه الشمالى والشرقى على مدار اليوم واقل الغرف اضاءة عند الساعة 6 مساءا هى حيث سجلت الاضاءة بها 0.38 lux وبمقارنة شدة الاضاءة المبينة بجدول الكود المصرى بشدة الاضاءة التى تم قياسها داخل فراغات المسكن نجد ان الغرف (غ1، غ2، غ3) ذات التوجيه الشرقى الجنوبى ، الجنوبى ، الشمالى الشرقى على التوالى تعتمد على الاضاءة الطبيعية على مدار اليوم وتحتاج الى الاضاءة الصناعية بدءا من الساعة 6 مساءا ، وان الفراغات (المبطخ ، الحمام ، المعيشة) ذات التوجيه الشمالى تحتاج الى اضاءة صناعية على مدار اليوم كله 0
- بالنسبة للرياح فقد سجلت القراءات خارج المسكن اقل قراءة عند الساعة 12 ظهرا حيث سجلت سرعة الرياح صفر م/ث واعلاها عند الساعة 6مساءا حيث سجلت 2.6م/ث بينما داخل جميع غرف المسكن لم تسجل اية قراءة على مدار اليوم كله فيما عدا (غ1) سجلت سرعة رياح عند الساعة 5 مساءا 0.9 م/ث و (غ1 ، غ2) سجلت سرعة رياح عند الساعة 6 مساءا (1.5 ، 2.2) م/ث 0

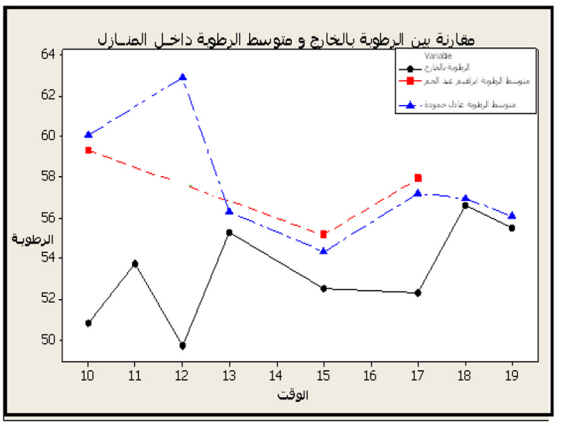
& مقارنة بين المسكنين من حيث ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام انظمة الطاقة المتجددة وبعض المعالجات المعمارية البيئية :

1- من حيث المعالجات المعمارية والراحة الحرارية:-

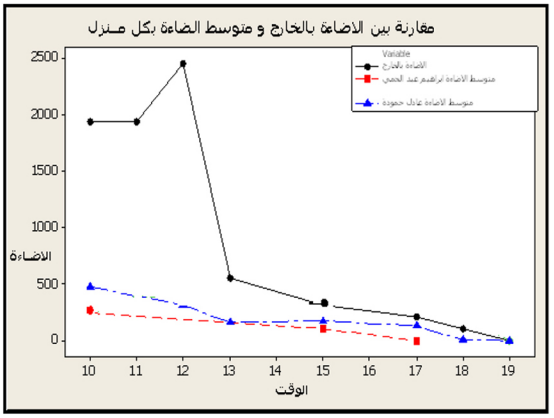


التغير في متوسط درجة حرارة لمنزل عادل على مدار اليوم	التغير في متوسط درجة حرارة لمنزل ابراهيم على مدار اليوم
-2%	-6%

- من دراسة شكل وجدول درجات الحرارة نلاحظ ان مسكن/ابراهيم عبد الحميد هو اقل درجات حرارة على مدار اليوم كله مسكن / عادل حموده كمتوسط تغير على مدار اليوم عن الحرارة الخارجية وهذا يقلل من استخدام اجهزة التبريد المستخدمة داخل المسكن لفترات اكبر فيعمل على ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية .



- من دراسة شكل الرطوبة نلاحظ ان مسكن/ ابراهيم عبد الحميد هو اعلى عن مسكن / عادل حموده بدءا من الساعة واحدة حتى آخر اليوم وذلك لعدم وجود تهوية على مدار اليوم كله على عكس منزل عادل حموده الذى سجل سرعة رياح داخل بعض الغرف .



- من دراسة شكل الاضاءة نلاحظ ان مسكن/ عادل حموده (الفتحات شرقية على ساحة والفتحات جنوبية على شارع) هو اعلى من مسكن / ابراهيم عبد الحميد (الفتحات الشرقية والغربية على ممرات بعرض 1.5 مظلله والفتحات الشمالية على مدخل مسقوف) على مدار اليوم كله .

2- من حيث استخدام أنظمة الطاقة المتجددة:

انظمة الطاقة المتجددة المستخدمة			
	منزل/ ابراهيم عبد الحميد		منزل / عادل حموده
نوع النظام	سخان شمسى	خلايا شمسية	لا يوجد
القدرة المنتجة من الجهاز فى اليوم	3 ك.وات	200 وات	
القدرة المنتجة من الجهاز فى الشهر	90 ك.وات	6 ك.وات	
أجمالي التوفير ف الطاقة باستخدام الطاقة المتجددة (ك.وات/شهر)	96 ك.وات/الشهر		صفر
أجمالي التوفير ف الطاقة باستخدام الطاقة المتجددة (جنيه/شهر)	30 جنيه تقريبا		صفر
معدل استهلاك الكهرباء (تقليدية) (جنيه/شهر)	150		90

- من دراسة الجدول نلاحظ ان مسكن/ ابراهيم عبد الحميد تم توفير معدل استهلاك الطاقة الكهربائية التقليدية المدفوع بنسبة 20% نتيجة توفير جزء من احتياجاته من الطاقة بالمسكن عن طريقة استخدام انظمة الطاقة المتجددة فى حين مسكن / عادل حموده الغير مستخدم لاى نوع من انظمة الطاقة المتجددة فان نسبة التوفير فى معدل استهلاك الطاقة هو صفر .

- ثانيا: قرية تونس – مركز يوسف الصديق – محافظة الفيوم :-

تعتمد على ترشيد استهلاك الطاقة داخل المسكن من خلال المعالجات المعمارية البيئية. ويتوفر بالمنطقة الطاقة الشمسية وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة الرياح . وسوف تتم المقارنة بين مسكن به معالجات معمارية ومسكن آخر ليس به أية معالجات

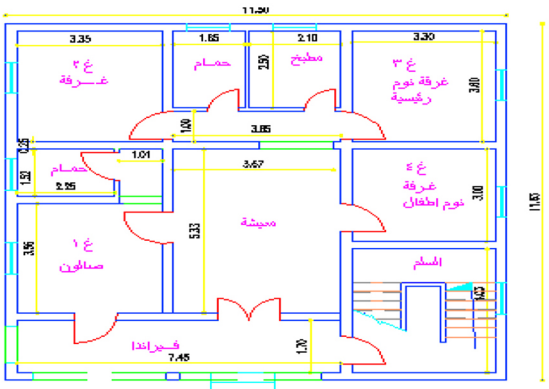
مقدمة عن القرية :-

- قرية تونس هى قرية ريفية بسيطة تبعد عن مدينة الفيوم 60ك.م وتتبع مركز يوسف الصديق بمحافظة الفيوم وتطل على بحيرة قارون على منسوب عالى من البركة. ويتوفر بها الطينة الصفراء التى تستخدم فى البناء والحجارة والبلوك.

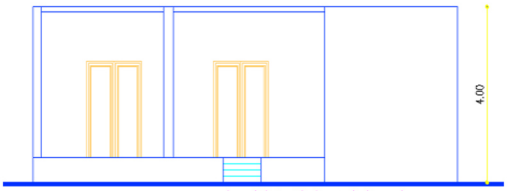
شكل يوضح منسوب القرية العالى عن منسوب البركة والمبانى المستخدمة المعالجات المعمارية البيئية والموارد الطبيعية فى البناء (تصوير الباحثة)

1- وصف المبنى الاول :-

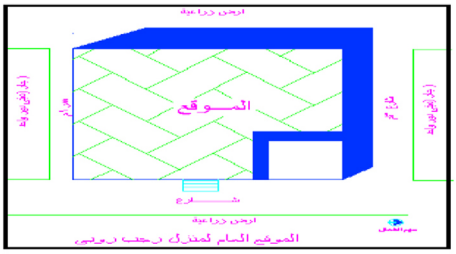
منزل / رجب الرويى		
م	العنصر	الوصف
1	وصف المبنى	المبنى مكون من ارضي (4 واجهات) بمساحة 133.7م2 مبنى بنظام الهيكل الخرسانى من الطوب الطفلى والأساسات حجر وبلوك ابيض وسمك الحوائط الخارجية 25سم والداخلية 12سم على المحارة – الأرضيات اسمنت وهو عبارة عن غرفة صالون و2 غرف نوم ومخزن ومعيشة وحمام ومطبخ – يقنط بالدور الأرضي عدد 4 أفراد .
2	المعالجات البيئية	الاعتماد على الإضاءة الطبيعية فترة كبيرة من اليوم
3	أنظمة الطاقة المتجددة المستخدمة	لا توجد
4	أنظمة الوفر في استهلاك الطاقة	لا يوجد



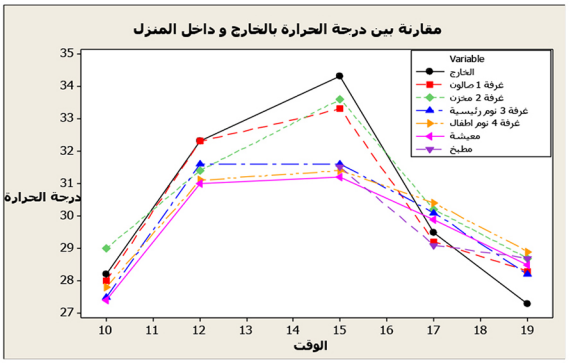
المسقط الافقى لمنزل رجب رويى



الواجهة الرئيسية الشرقية لمنزل/ رجب رويى

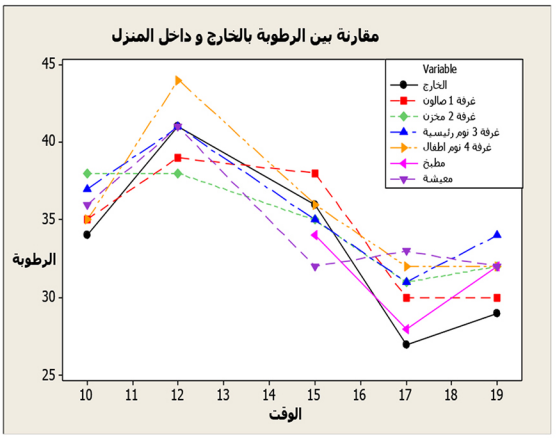


التحليل المناخى للمنزل :-

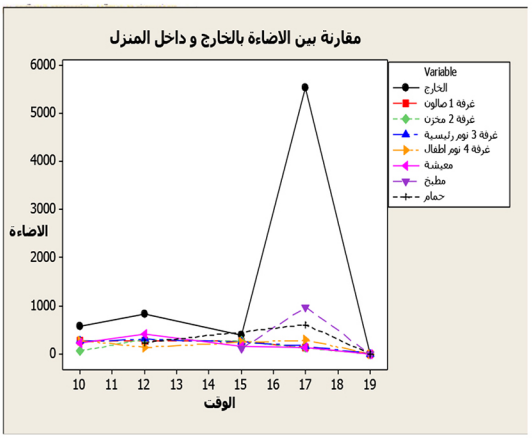


- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ2مخزن) ذات التوجيه الجنوبى الغربى 0تطل على ممر بعرض 1.5م) سجلت أعلى درجة حرارة وتبلغ 33.6 °م عند الساعة 3 مساءا على مستوى جميع الغرف، وتليها في الارتفاع عند ذات الساعة الغرفة (غ1 صالون) ذات التوجيه الجنوبى الشرقى (تطل على ممر بعرض 1.5م) سجلت درجة حرارة 33.3 °م ، وأقل درجة حرارة للغرفة (المعيشة) ذات التوجيه الشرقى

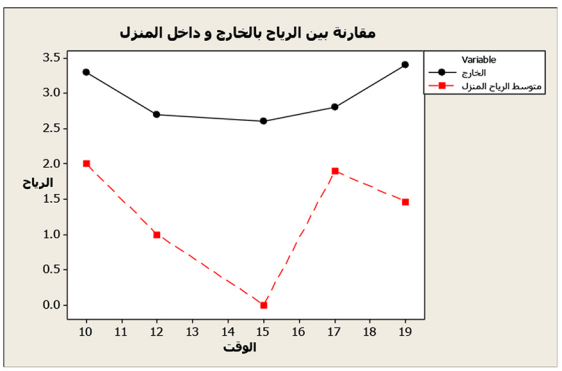
(تطل على مدخل مسقوف ثم ساحة) حيث سجلت 27.3°م الساعة 10 صباحا وهى اقلها على مستوى جميع الغرف حتى الساعة 4 مساءا ، أما الغرفة (غ3 نوم رئيسية) ذات التوجيه الشمالى الغربى (تطل على شارع بعرض 3م) سجلت أقل درجات الحرارة على مستوى جميع الغرف عند الساعة 7 مساءا وهى 28.2 °م 0وبمقارنة درجات الحرارة لجميع الغرف على مدار اليوم كله ودرجات الحرارة الخارجية نجد ان درجة الحرارة الداخلية للغرف تتساوى تقريبا مع درجات الحرارة الخارجية او بفارق بسيط يبلغ 0.8 °م تقريبا عند الساعة 10 صباحا وتبقى منخفضة حتى الساعة 4 مساءا وتبدأ في الارتفاع حتى تصل الى اعلى من درجات الحرارة الخارجية بفارق 1.6 °م تقريبا .



- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ4 نوم اطفال) ذات التوجيه الشمالى هى اعلى الغرف عند الساعة 12 مساءا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 44%، واقل الغرف (المطبخ) ذات توجيه غربى على مستوى جميع الغرف عند الساعة 3 مساءا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 28% وتليها في ذات الساعة (المعيشة) ذات توجيه شرقى حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 30% واقل الغرف (غ1 صالون) ذات التوجيه الشرقى الجنوبى على مستوى جميع الغرف عند الساعة 7 مساءا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 30% 0 وبمقارنة الرطوبة النسبية الداخلية للغرف والرطوبة النسبية الخارجية على مدار اليوم كله نجد ان الرطوبة النسبية لجميع غرف بالمسكن اعلى من الرطوبة النسبية الخارجية وتكون اعلاها في فترة الصباح بفارق 4% تقريبا عند الساعة 10 صباحا وكذلك بدءا من الساعة 4 مساءا جتى آخر اليوم بفارق 6% تقريبا .



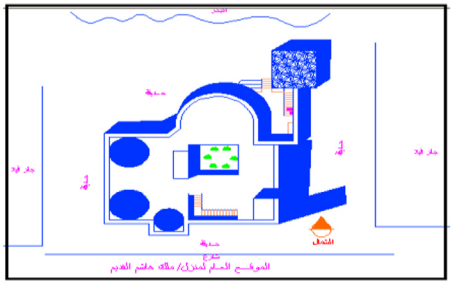
- من دراسة الشكل نجد ان عند الساعة 10 صباحا الغرفة (غ3 نوم أطفال) ذات التوجيه الشمالى هى أعلى الغرف حيث سجلت الإضاءة بها 281 lux وتبقى مرتفعة حتى الساعة 1 مساءا، واقلهم في نفس الساعة الغرفة (غ2 مخزن) ذات التوجيه الجنوبى حيث سجلت الاضاءة بها 62.1 lux ، وسجل المطبخ ذات التوجيه الغربى اكبر شدة اضاءة على مستوى جميع الغرف على مستوى اليوم كله عند الساعة 3 حيث سجل شدة اضاءة 1009 lux وعند الساعة 5 مساءا سجل المطبخ والحمام ذات التوجيه الغربى (المطلين على ارض زراعية) اعلى شدة اضاءة حيث سجلت الاضاءة بها 967، 604 lux على التوالى ، وعند الساعة 7 مساءا لم تسجل اية قراءة لجميع الغرف .
- وبمقارنة شدة الاضاءة المبينة بجدول الكود المصرى بشدة الاضاءة التى تم قياسها داخل فراغات المسكن نجد ان جميع الغرف (غ2 محزن ، غ3نوم رئيسية ،غ4 نوم اطفال، المطبخ ، الحمام) ذات توجيه جنوبى وشمالى وغربى على التوالى تعتمد على الاضاءة الطبيعية على مدار اليوم وتحتاج الى الاضاءة الصناعية بدءا من الساعة 7 مساءا ، وان الفراغ (غ1 صالون) ذات التوجيه الشرقى الجنوبي تحتاج الى اضاءة صناعية بدءا من الساعة 5 مساءا، والفراغ (المعيشة) ذات التوجيه الشرقى تحتاج الى الاضاءة الصناعية بدءا من الساعة 3 مساءا .



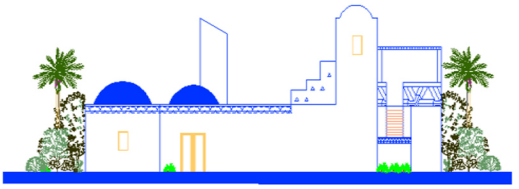
- بالنسبة للرياح فقد سجلت القراءات خارج المسكن اقل قراءة عند الساعة 3 مساءا حيث سجلت سرعة الرياح 2.6م/ث واعلاها عند الساعة 7 مساءا حيث سجلت 3.4م/ث بينما داخل جميع غرف المسكن لم تسجل اية قراءة على مدار اليوم كله ما عدا غرف (غ3 نوم رئيسية ، غ4 نوم اطفال) ذات التوجيه الشمالى سجلت قراءات على اكثر من فترة باليوم وكانت اعلى سرعة رياح ل غ3 حيث سجلت 2م/ث عند الساعة 10 صباحا واقلها لنفس الغرفة عند الساعة 7 مساءا بينما المطبخ ذات توجيه غربى مطل على ارض زراعية سجل اعلى سرعه للرياح على مستوى جميع الفراغات على مدار اليوم وكانت عند الساعة 7مساءا .

2- وصف المبنى الثانى :-

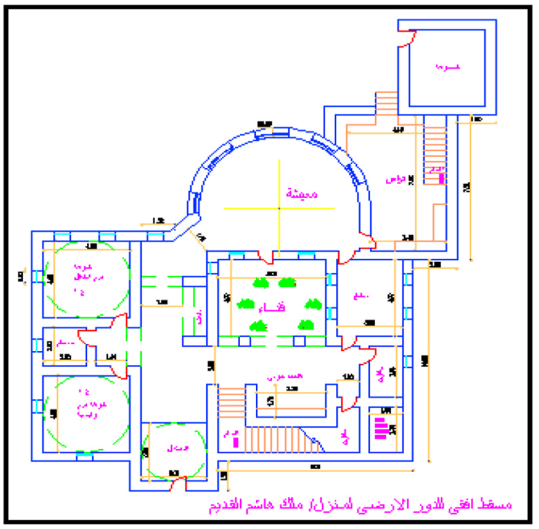
منزل / د. ملك هاشم		
م	العنصر	الوصف
1	وصف المبنى	المبنى مكون من أرضى (4 واجهات) بمساحة 257.5م2 مبنى بنظام الحوائط الحاملة من الطوب اللبن وسمك الحوائط 50سم والاساسات من الحجر – الارضيات بلاط وسيراميك وتشطيبات الحوائط من الطين الاصفر والقش والسقف من الطوب اللبن وهو عباره عن 2غرف نوم ومعيشة وحمام ومطبخ – يقنط بالدور الأرضي عدد 3 افراد .
2	المعالجات البيئية	- جعل الفراغات المعيشية باتجاه الشمال والفراغات الخدمية باتجاه الجنوب. - استخدام النباتات لترطيب الهواء الداخل الى الفراغات . - استخدام المداخل المسقوفة للتظليل من اشعة الشمس . - الاعتماد على الاضاءة الطبيعية فترة كبيرة من اليوم - ارتفاع سقف المبنى، وعمل تباين في ارتفاعات الأسقف لنفس المبنى من أفضل الحلول لزيادة التهوية الطبيعية - استخدام السقوف المنحنية على شكل نصف كرة لزيادة سرعة الهواء المار فوق سطوحها المنحنية مما يزيد من فاعلية رياح التبريد في خفض درجة حرارة هذه السقوف - الضلع الأكبر فى اتجاه الرياح المحببة ، وكذلك على مستوى القطاع الرأسي بتوفير مسارات الهواء متخللة كافة فراغات المبنى لتحقيق التهوية الكاملة لها، - استخدام الفناء وهو من أهم العناصر التراثية في توفير التهوية الطبيعية في المناطق الحارة، حيث يصعد الهواء الساخن إلى أعلى ويحل محله الهواء البارد - استخدام الفتحات العلوية لزيادة تدفق الهواء وتحريكه والتخلص من الهواء الساخن في المناطق الحارة وكذلك زيادة مسطح الإضاءة. وهي عبارة عن فتحات صغيرة تستخدم للتهوية وهى على شكل دوائر - استخدام البواكى فى التظليل والتى ينتج من خلالها مناطق مظللة باردة وينتج من خلالها فروق ضغط (خلخلة للهواء) - استخدام المواد ذات الألوان الفاتحة وخصوصا في أسقف المباني لأنها الأكثر عرضة لحرارة الشمس يمكن أن يعمل على تقليل درجة الحرارة بنسبة 40% - استخدام مواد ذات سعة حرارية كبيرة كالطين والحجر في البناء، فهي تعمل على تأخير انتقال الحرارة من خلالها إلى داخل المبنى. - استخدام النباتات لحماية واجهات المبانى الجنوبية والغربية فلوحظ ان هذا الأسلوب يمنع من نفاذ الحرارة داخل الجدران - استخدام برك مياه وقنوات مائية خارج المبنى لتبريد الهواء الساخن - استخدام الفتحات اكثر ومساحات اكبر في الواجهة الشمالية وفى ذات الوقت استخدام الفتحات الضيقة وقليلة في الواجهة الجنوبية. - التشكيل في كتلة المبنى والتدرج في الارتفاعات للمبنى ادى الى اعطاء ظلال اكثر للمبنى وتقليل الاشعاع الشمسى الساقط على المبنى وبالتالي تقليل الحمل الحرارى للمبنى . - استعمال ملقف الرياح باتجاه الشمال الغربى (اتجاه الرياح السائد) لزيادة التهوية .
3	نظمة الطاقة المتجددة المستخدمة	لا توجد
4	نظمة الوفر في استهلاك الطاقة المستخدمة	استخدام لمبات موفرة في الطاقة 10وات للمبات الموفرة العادية و 100 وات للمبات العادية .



الموقع العام لمنزل/ ملك هاشم القديم

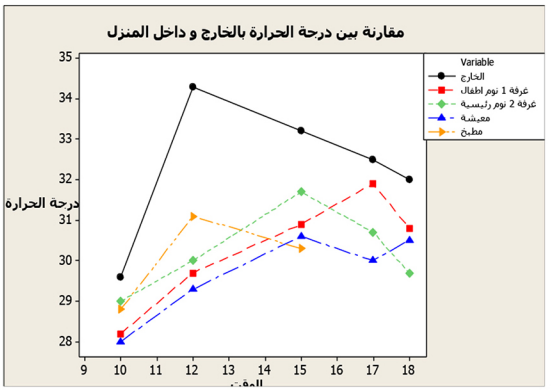


الواجهة الرئيسية الجنوبية لمنزل/ ملك هاشم القديم

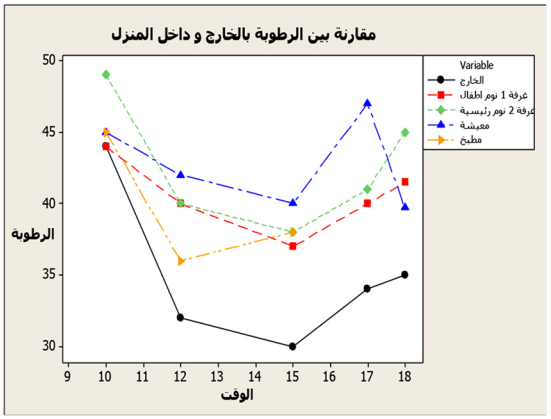


مسقط افقي للدور الارضي لمنزل/ ملك هاشم القديم

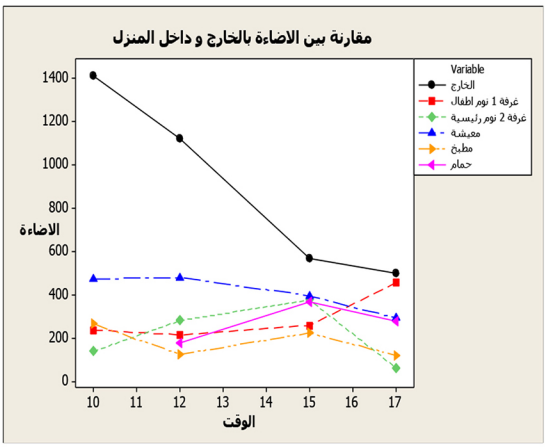
التحليل المناخي للمنزل :-



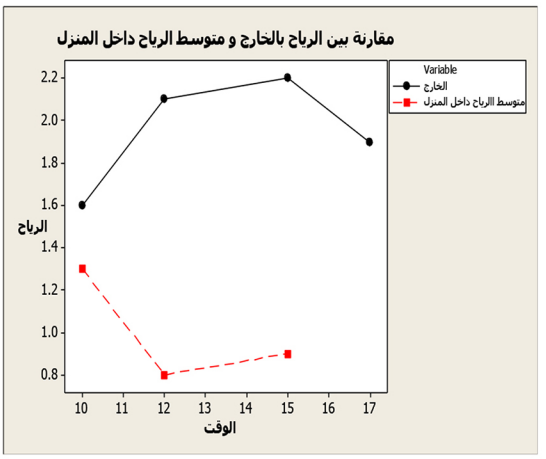
- من دراسة الشكل نجد ان الغرفة (غ2 نوم رئيسية) ذات التوجيه شمالية غربية وجنوبية غربية (تطل على حديقة) سجلت أعلى درجة حرارة على مستوى الغرف وعلى مدار اليوم حتى الساعة 4 مساءا وتبلغ 31.7 °م عند الساعة 3 مساءا ، الغرفة (غ1 نوم اطفال) ذات التوجيه شمالية شرقية وشمالية غربية (تطل على حديقة) سجلت أعلى درجة حرارة على مستوى الغرف بدءا من الساعة 5 مساءا وتبلغ 31.9 °م، وأقل درجة حرارة للمعيشة ذات التوجيه شمالية وشمالية غربية (تطل على بحر شمالا وجنوبا لها فتحات على فناء داخلي) على مستوى جميع الغرف وعلى مدار اليوم كله وسجلت 28 °م عند الساعة 10 صباحا0وبمقارنة درجات الحرارة لجميع الغرف على مدار اليوم كله ودرجات الحرارة الخارجية نجد ان درجة الحرارة الداخلية لجميع الغرف اقل من درجات الحرارة الخارجية بفارق 3 °م تقريبا حتى آخر اليوم .



- من دراسة الشكل نجد ان المعيشة ذات التوجيه الشمالى الغربى والشمالى هى اعلى الغرف في الرطوبة النسبية على مدار اليوم بالنسبة لباقى الغرف حيث سجلت عند الساعة 5 مساءا بها 47% والغرفة (غ2 نوم رئيسية) ذات التوجيه شمالية غربية وجنوبية غربية اعلى الفراغات عند الساعة 10 صباحا حيث سجلت الرطوبه النسبية بها 49% ، واقل الغرف (غ1 نوم اطفال) ذات توجيه شمالية شرقية وشمالية غربية على مستوى جميع الغرف على مدار اليوم كله حيث سجلت اقل رطوبة نسبية بها 37% عند الساعة 3 مساءا، وبمقارنة الرطوبة النسبية الداخلية للغرف والرطوبة النسبية الخارجية على مدار اليوم كله نجد ان الرطوبة النسبية لجميع غرف بالمسكن اعلى من الرطوبة النسبية الخارجية على مدار اليوم وتكون اعلاها بفارق 10% تقريبا عند الساعة 3، 6 مساءا واقلها عند الساعة 10 صباحا بدءا من بفارق 5% تقريبا .

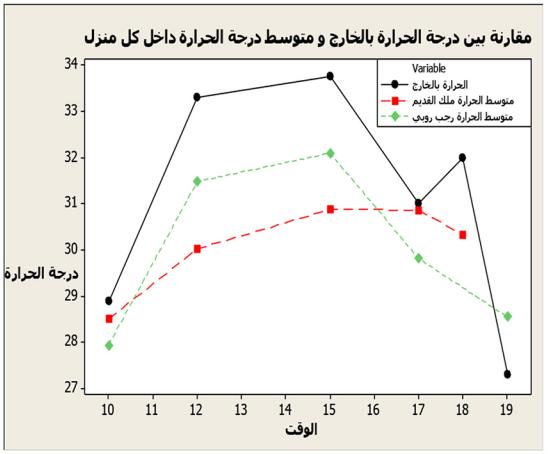


- من دراسة الشكل نجد ان المعيشة ذات التوجيه شمالية وشمالية غربية (تطل على بحر شمالا وجنوبا لها فتحات على فناء داخلي) هى اعلى الغرف على مدار اليوم كله حيث سجلت اعلى شدة الاضاءة بها 478 lux عند الساعة 12 ظهرا والمطبخ ذات التوجيه شرقية جنوبية (تطل على ممر بعرض 6م وشماليه غربية لها فتحات على فناء داخلي) اقل الفراغات على مدار اليوم تقريبا حيث سجلت اقل شدة الاضاءة بها 70.6 lux عند الساعة 6 مساءا 0وبمقارنة شدة الاضاءة المبينة بجدول الكود المصرى بشدة الاضاءة التى تم قياسها داخل فراغات المسكن نجد ان جميع فراغات المسكن تعتمد على الاضاءة الطبيعية على مدار اليوم كله وتحتاج الى الاضاءة الصناعية بدءا من الساعة 7 مساءا .



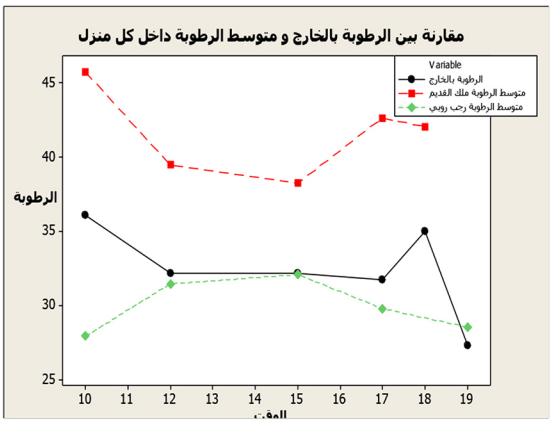
- بالنسبة للرياح فقد سجلت القراءات خارج المسكن اقل قراءة حيث سجلت سرعة الرياح 1.6م/ث عند الساعة 10 صباحا، بينما داخل جميع غرف المسكن سجلت بعض القراءات لبعض الغرف (المعيشة ، غ1 نوم اطفال) .

& مقارنة بين المسكنين من حيث ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام المعالجات المعمارية البيئية :

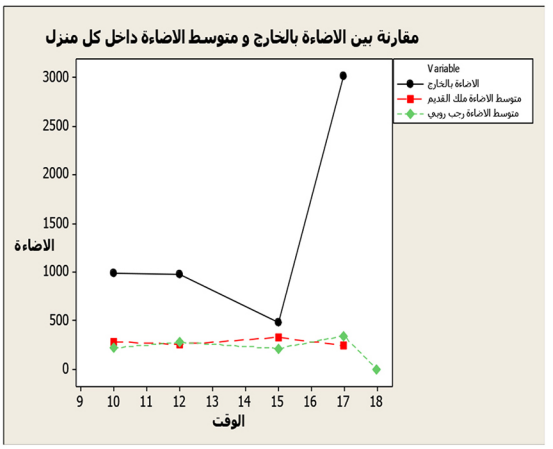


التغير في متوسط درجة حرارة لمنزل ملك هاشم عل مدار اليوم	التغير في متوسط درجة حرارة لمنزل رجب روبى على مدار اليوم
-8%	-4%

- من دراسة شكل وجدول درجات الحرارة نلاحظ ان مسكن/ملك هاشم هو اقل درجات حرارة على مدار اليوم كله تقريبا من مسكن / عادل رجب روبى كمتوسط تغير على مدار اليوم عن الحرارة الخارجية وهذا يقلل من استخدام اجهزة التبريد المستخدمة داخل المسكن لفترات اكبر فيعمل على ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية بنسبة تصل الى 50% .



- من دراسة شكل الرطوبة نلاحظ ان مسكن/ ملك هاشم هو اعلي عن مسكن / رجب روبى ,



- من دراسة شكل الإضاءة نلاحظ ان مسكن/ ملك هاشم (الفتحات شماليه وشماليه غربية على حديقة) هو اعلي من مسكن / رجب روبى (الفتحات الشرقية والغربية على ممرات بعرض 1.5 مظلله ومدخل مسقوف) على مدار اليوم كله.

النتـائج والتوصيـــــات :-

أولا- النتـــائج :-

- تتمتع مصر وخاصة المناطق الريفية بوفرة مصادر هائلة من الطاقة المتجددة، يمكنها تطوير استخداماتها لتسهم تدريجياً، وبنسب متزايدة، في توفير احتياجات الطاقة للمسكن. ويؤدي ذلك إلى تحقيق وفر في استهلاك المصادر التقليدية للطاقة.

- يعتبر سخان المياه الشمسي والخلايا الضوئية هما الانسب فى الاستخدام بالمناطق الريفية، وذلك لانهما ذو تكنولوجيا بسيطة خالية من المشاكل في الاستخدام وعمرهما الافتراضي 15 سنة ولا يحتاجان خلال هذه الفترة سوي صيانة بسيطة.

- تستطيع الوحدات الفوتوفولتية أن توفر أية أحمال كهربائية تقع فى مدى يبدأ من عدد قليل من الوات وتصل إلى كم كبير من الميجاوات ، ويمكنها العمل بهذه السعة فى المناطق الريفية والحضرية المنعزلة .

- للوصول الى كفاءة المسكن فى الاعتماد على الطاقات المتجددة وذلك للعمل على ترشيد استهلاك الطاقة التقليدية فانه يتم تصميم المسكن بطريقتين وهى:

- **التصـــميم الســـالب للمســـكن:** مثـل التوجيـه والتشـكيل والاعتمـاد علـى التهويـة الطبيعيـة، والإضـاءة الطبيعيـة لتحقيق الراحـة الحراريـة للبيئـة الداخليـة للمسكن ، واضـافة عناصـر التصـميم السـالب (ملاقـف الهـواء ، إظـلال الفتحات.... الخ) .

- **استخدام نظم الطاقة المتجددة الميكانيكية:** تكاملاً مع الدور الهام الذى يلعبة النظم السالبة فإنه يتم الاستفادة من نظم الطاقة الجديدة والمتجددة الميكانيكية (الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح ، طاقة الكتلة الحيوية) من أجل توفير جزء من الطاقة المطلوبة للمبنى وهو ما يؤدى إلى خفض كبير فى معدلات الإستهلاك فى حال دمجها بكفاءة مع المبنى

- الدمج بين اكثر من نظام من انظمة الطاقة المتجددة تعطى كفاءة اعلى من استخدام نظام منفصل فى توفير احتياجات المسكن من الطاقة .

- انظمة الطاقة المتجددة غير اقتصادية فى الوقت الحالى لارتفاع اسعارها الاولية ولكن على المدى البعيد فانها تكون ذو جدوى اقتصادية .

- ان الجمع بين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح تعتبر من أفضل الحلول فى النظم الكهربائية المنفصلة عن الشبكة.

- الدراسة الميدانية اظهرت انه بالرغم من ان فئة من المجتمع بالقرى على وعى ودراية بشكل كبير بانظمة الطاقة المتجددة الا انهم لا يقبلون عليها نظرا لارتفاع اسعارها الاوليه وانهم هم من يتحملون ثمن هذه الانظمة جميعها دون تدخل من جميعات او الدولة للمساهمة .

- اظهرت القياسات الحقلية ارتفاع معدل سرعة الرياح فى قرية تونس حيث انه يمكن ان تصل الى 6م/ ث نهارا فى الصيف وهذه السرعة تزيد فى الفترة الليلية وكذلك ارتفاع منسوب القرية عن باقى قرى الفيوم مما يجعل انظمة طاقة الرياح على مستوى المسكن ذو جدوى فعلية لو استخدمت بها .

- اظهرت القياسات الحقلية لدرجات الحرارة ومقارنتها بالكود المصرى ان قرية البسايسة بالشرقية تكون منطقة حاره رطبة وقرية تونس بالفيوم تكون منطقة حاره جافة .

- ان استخدام انظمة الطاقات المتجددة فى المسكن يوفر معدل استهلاك الطاقة التقليدية بنسبة تصل الى 20% وقد تزيد النسبة كلما زاد استخدام اكثر من نظام فى المسكن .

- التصميم المناخى للمسكن باستخدام المعالجات المعمارية البيئية لكفاءة البيئة الحرارية والضوئية والتهوية الطبيعية تعمل على ترشيد استهلاك الطاقة التقليدية بنسبة قد تصل الى 50%

- المبانى المستخدم بها مادة الأنشاء الطوب الاحمر ذات التوجيهات المختلفة تتساوى تقريبا درجات حرارتها او تكون منخفضة عن درجات الحرارة الخارجية في فترة النهار بفارق 7 درجة تقريبا ثم تبدأ بالارتفاع لتصبح اعلى درجة من درجات الحرارة الخارجية في الليل.

- المبانى المستخدم بها مادة الأنشاء الحجر وبسمك كبير ذات التوجيهات المختلفة تكون منخفضة عن درجات الحرارة الخارجية في على مدار اليوم كله .

- المبانى ذات التوجيهات الشمالية والشمالية الغربية والغربية اعطت درجات حرارة منخفضة على مدار اليوم

- المبانى ذات توجيه جنوبي وغربي وشرقي ولكن تطل على ممرات ضيقة او مظلله بمداخل مسقوفه اعطت درجات حرارة اقل من نظيرتها التى لا تتوفر بها امكانية تظليل الواجهات بنسبة تغير على مدار اليوم اقل من درجات الحرارة الخارجية بنسبة 6 % .

- المبانى المستخدم بها الطاقة المتجددة سواء كانت بالطريقة السلبية باستخدام المعالجات المعمارية او بالطريقة الموجبة عن طريق استخدام انظمة الطاقة المتجددة الميكانيكية حققت نسبة استهلاك اقل بكثير في الطاقة التقليدية قد تصل نسبة التوفير في الطاقة الى 30% على عكس المبانى الغير مستغل بها الطاقة المتجددة .

- الشارع الضيق (الممر) الذي يأخذ اتجاه الهواء السائد تكون درجة حرارته أقل من الشارع الضيق (الممر) والذي لا يأخذ اتجاه الهواء السائد .

- الشوارع الضيقة (الممرات) ذات الاتجاه الشرقي الغربي هي أكثر حظاً في متوسطات سرعة الهواء من الشوارع الضيقة (الممرات) ذات الاتجاه (الشمالي الشرقي– الجنوبي الغربي).

- المبانى المستخدم بها افنية باتجاه الرياح المحببة اعطت درجات حرارة اقل من المبانى الغير مستخدم بها فناء.

- التوجيهات الجنوبية والجنوبية الشرقية اعطت درجات حرارة اعلى .

- نسبة الفتحات الكبيرة تزيد من نسبة الاضاءة الطبيعية ولكن تزيد من دخول الاشعاع الشمسى داخل الفراغات مما يزيد من الحمل الحرارى للمبنى .

- المبانى ذات اسقف منحنية او استخدام مادة جيدة العزل الحرارى مثل الخشب اعطت درجات حرارة اقل من المبانى ذات الاسقف المستوية او مستخدمة مادة انشاء ذات توصيل حرارى عالى مثل الخرسانة .

- الفراغات التى كانت لها توجيه شمالى وشمالى غربى (الرياح السائدة) وتطل على فناء جنوبا اعطت درجات حرارة اقل من التى تتحذ نفس الاتجاه ولكن لا تطل على فناء داخلى.

- المبانى المستخدم بها معالجات معمارية بيئية اعطت درجات حرارة اقل من نظيرتها التى لم تستخدم أي معالجات معمارية بنسبة 50% .

- افضل التوجيهات للحصول على اضاءة طبيعة على مدار اليوم هو التوجيه الشرقى والغربى ويكون مطل على ساحة0

- عدم استيفاء الطاقة المتجددة بالقرى المنفذة بها مشاريع الطاقة المتجددة بالاحتياجات الخدمية مما يجعل المستهلك يعزف عن استخدام الطاقة المتجددة واللجوء الى الطاقة التقليدية لاستيفاء احتياجاته وذلك نتيجة لارتفاع مستوى المعيشة بالريف .

- لم توجد تجارب متكاملة لاستخدام تقنيات الطاقة المتجددة فى القرى الريفية الجديدة او القائمة حيث يقتصر على تطبيقات لهذه التقنيات فى مواقع ومناطق متفرقة .

ثانياً – التوصيــات:

1- التوصيات التى تعمل على ترشيد استهلاك الطاقة داخل المسكن الريفى : -

- الدراسة الحالية توصى بضرورة البدء فى تجارب فعلية متكاملة لاستخدام التقنيات السالبة والنشطة للطاقة المتجددة، وإحلالها محل الطاقة الحالية حتى ولو بدأت هذه التجارب بتكاليف مرتفعة، فإن تقييمها بشكل متكامل والتوسع فى عملية الإحلال وتطوير التقنيات يمكن أن يفى بالغرض على المدى البعيد، وبالتالى فإن ذلك يساعد فى برامج عملية التنمية الريفية المستدامة للقرى القائمة والجديدة .

- على المعماري إيجاد حلول للتقليل من إستخدام الموارد المتجددة والمواد الجديدة في البناء وفي نفس الوقت تصميم وإنشاء بناء بأسلوب يجعله هو نفسه أو بعض عناصره في نهاية عمره الافتراضي مصدر ومورد للمباني الأخرى. كما يمكن التقليل من إستخدام الموارد والمواد الجديدة بإعادة تدوير المواد والنفايات وبقايا المباني.

- على المعمارى الدمج بين انظمة الطاقة المتجددة والتصميم السالب بالمعالجات المعمارية البيئية للوصول لكفاءة ترشيد استهلاك الطاقة داخل المبنى .

- إختيار أجهزة الإضاءة المناسبة (المصابيح الموفرة للطاقة) ذات الكفاءة العالية والاستهلاك الأقل والاستغناء عن المصابيح العادية ذات الكفاءة الأقل والاستهلاك العالي. حيث إن عمليات التصنيع طورت لمبات موفرة للطاقة حيث أن اللمبة الموفرة للطاقة 4 وات تعطي نفس شدة الإضاءة للمبة المتوهجة 100 وات مما يخفض الإستهلاك الشهري للإضاءة بنسبة قريبة من 80% من الطاقة المستهلكة. وللمساهمة في ترشيد استهلاك الطاقة ضمن المبنى يتم إختيار الأجهزة الكهربائية ذات الكفاءة العالية.

- توعية المجتمع على الطرق التى يمكن أن تحافظ على الطاقة وتقلل من الاستهلاك بتقليل استخدام الطاقة الكهربائية.

- الحث والدعم المادى لاستخدام الطاقات البديلة كاستخدام الطاقة الشمسية والهوائية أو الكتلة الحيوية لتوليد الطاقة الكهربائية النظيفة.

- الحث على برامج إعادة التدوير والتى يمكن أن تقلل من إستخدام الطاقة والإستفادة من كل النفايات الصلبة لتحرير الطاقة.

- تشجيع المجتمع للتعليم المعماري المتخصص، وإنشاء أقسام تهدف إلى دراسة إحتياجات الإنسان والمجتمع بما يسهم في تخريج معماري قادر على إنشاء مسكن يوازن بين المتطلبات المادية والإحتياجات الإنسانية ويراعي بيئة ونمط وخصائص الأسرة.

- يفضل استخدام شوارع المشاة الضيقة(الممرات) والمتعرجة حيث يعمل على استقبال أقل قدر من الإشعاع ويفضل أن تكون الشوارع الضيقة (الممرات) في الاتجاهات الشرقية الغربية وتكون منكسرة لتوفير الإظلال، أما الشوارع المتسعة يفضل أن تكون في الاتجاه الشمالي الجنوبي .

- لا يفضل وضع الغرف على الشوارع الضيقة (الممرات التي يتراوح عرضها بين 8-10م) والتي لا تقابل اتجاه الهواء المستحب السائد في الفترة الحارة.

- يراعى أن يكون اختيار التوجيه للمبانى خاضع لاعتبار الشمس أكثر من خضوعه لاعتبار حركة الرياح.

- يفضل توجيه الفتحات نحو الشمال، والشمال الغربي، والغرب إن أمكن؛ حيث انه اتجاه الهواء السائد.

- يفضل مراعاة موقع النوافذ وشكلها من حيث مقابلتها لاتجاه الهواء المستحبة وتوفير تهوية في مسار لا يوجد به عوائق إن أمكن.

- يفضل ضرورة عمل فتحات في جدران الغرف ذات التوجيه الشرقي والغربي أسفل وأعلى الفتحات الزجاجية وذلك للسماح بدخول الهواء البارد من أسفل وخروجه من أعلى للعمل على زيادة زمن التخلف الحراري وأيضا على تلطيف درجة حرارة الفراغ الداخلي.

- يجب وضع الفراغات الصيفية تطل على الفناء المغلق من ثلاثة جوانب والجانب الرابع يأخذ الاتجاه الشمالي أو الاتجاه الشمالي الغربي.

- يفضل عمل أفنية في الوحدات السكنية تطل عليها الغرف يساعد على انتظام سرعة الهواء.

- يفضل أن تطل الفراغات الصيفية على فناء داخلي لتنظيم درجة الحرارة أو على شوارع متسعة حيث أن درجات حرارة لتلك الشوارع طوال اليوم أقل من درجات حرارة الشوارع الضيقة(الممرات) التي يكون عرضها 10م وهذا يرجع لعرض الشارع المتسع الذي يسمح بحركة الهواء بين المباني.

- يفضل الإقلال من مسطح الفتحات وخاصة الواجهات الشرقية والغربية.

- يراعى غلق النوافذ في فترات النهار للوقاية من الهواء الساخن والمحمل بالأتربة حتى وقت متأخر من النهار.

- يراعى توفير فتحات دخول وخروج للهواء في الفراغات الداخلية للوحدات السكنية حتى تعمل على تجديد الهواء داخل تلك الفراغات.

- يفضل عمل فتحات علوية وسفلية بالغرفة لتوفر تيار هوائي فيها دون الحاجة إلى فتح النوافذ الرئيسية وذلك باستخدام خاصية اندفاع الهواء الساخن لأعلى وخروجه من الفتحة العلوية ليحل محله الهواء البارد من الفتحة السفلية.

- يفضل التأكيد على دور الأسطح المرتفعة والفتحات الصغيرة للواجهات لتوفير الإظلال ولتقليل النفاذ الحراري إلى الداخل.

- يراعى عمل كاسرات وحواجز بارزة عند فتحة دخول الهواء لزيادة كفاءة التهوية الطبيعية الداخلية في حالة كون الفتحات غير عمودية على اتجاه الهواء.

- يراعى غلق النوافذ نهارا وذلك للمحافظة على درجة الحرارة المنخفضة وضمان عدم انتقال الهواء الساخن إلى الداخل في الفترة الحارة.

- التظليل مهم ومطلوب في الفترة الحارة سواء كان للفراغات الداخلية أو الخارجية وعلى عكس من ذلك في الفترة الباردة.

- لابد من دراسة بروز كاسرات الشمس المناسبة والمختلفة وكثرة البروزات والكرانيش والكسرات في واجهات المباني لمنع دخول الشمس إلى داخل فراغات المباني السكنية في الفترة الحارة، مما تعمل على تظليل قدر كبير من جسم المبنى وبذلك تنخفض درجة حرارة الهواء للفراغات الداخلية، كذلك لابد من دراستها في الفترة الباردة بشرط تسمح بدخول أشعة الشمس داخل فراغات المباني السكنية، مما تعمل على رفع درجات الحرارة الداخلية.

- يراعى استخدام العقود في الممرات والبواكى المظللة لزيادة مساحة الإظلال في الممرات والساحات.

- يراعى الاستفادة من النباتات المتسلقة على واجهة النوافذ والبلكونات أو الشرف العميقة في المناطق التي تكون فيها سرعة الرياح عالية ومحملة بذرات الغبار، ويجب أن تكون من النوع الكثيف ذات الأوراق المتراصة، أما في المناطق التي فيها الرياح ضعيفة الحركة فتستعمل المتسلقات أو الأشجار الغير كثيفة وبفتحات خاصة لإمرار التيارات الهوائية عبرها.

- يفضل استخدام مواد بناء للجدران ذات سعة حرارية عالية وبسمك كبير لمنع نفاذ الحرارة والتغلب على خاصية المدى الحراري ، واستعمال الحوائط المزدوجة ذات الهواء المتحرك.

- يراعى استخدام الأفنية الداخلية كملاقف للهواء للحصول على التهوية والإضاءة الطبيعية بالإضافة إلى الحماية من الهواء الغير مستحب، وهو يلائم المبنى السكنى من دور واحد أو دوريين أو المباني السكنية المتعددة الطوابق أو التي تحت الأرض كفناء داخلي.

- يجب عدم مواجهه المباني لاتجاه الرياح المحملة بالأتربة وتوجيه الفتحات نحو الشمال الغربي حيث انه اتجاه الهواء السائد في الفترة الحارة.

المراجـــــــع : -

1. احمد عبد المنعم فودة ، " كود الطاقة وعلاقته الغلاف الخارجي للمبنى بين النظرية والتطبيق (مع ذكر خاص لكود الطاقة المصري)" ، رسالة ماجستيرِ ،قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، 2005 .

2. أمل كمال محمد شمس الدين ،" ترشيد إستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى "، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الهندسة ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة عين شمس ، 2003

3. المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، مواصفات بنود اعمال العزل الحرارى (اشتراطات اسس التصميم والتنفيذ) ،٢٠٠٨.

4. Dieterd Holm," Energy Conservation In Hot Climates" ,New York ,Nichols Puplishing campny, 1983.

5. محمد بدر الدين الخولى ، المؤثرات المناخية والعمارة العربية ، جامعة بيروت العربية ، 1975.

6. مجلة عالم البناء ، العدد 214/20 ، السنة الثانية عشر .

7. Sue Roaf et al., Eco House: A Design Guide, Architecture Press, Oxford, 2001.

8. https://www.pinterest.com/3rdroland/roof-pond/ 24/12/2016.

9. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوي، تأثير تصميم الغلاف الخارجي على الإكتساب الحراري والراحة الحرارية للمستعملين (منهج لعملية التصميم البيئي للغلاف الخارجي للمباني)، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، 2003 .

10. نجلاء يحيى حمودة ،" الاشعاع الشمسي والعمارة في المناطق الحارة "، ندوة التنمية العمرانية ومشاكل البناء بها، المملكة العربية السعودية، وزارة الأشغال والإسكان، 2002 م. .

11. Abdou, O., "Green Architecture: A Holistic Approach" Ecological Approaches to Architecture, medina, Cairo, 2000.

12. http://www.ccb.org.

13. عادل محمد كمال،" التصميم البيئي للعمران في التجمعات الصحراوية " قسم الهندسة المعمارية، الأزهر، INTER BUILD 200 ، مصر، 2000 .

14. The Architectural Press Ltd: Konga, Allan. Design prrimer For Hot Climates.London،1984.

15. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوي ،" إقتصاديات التصميم البيئي "، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، 2007 .

16. عباس محمد عباس الزعفراني،العمارة السالبة في المناطق الحارة (تقييم لاقتصاديات معالجاتها المناخية)، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، 1995.

17. ايهاب صموئيل عبدالمسيح، القرارات التصميمية وأداء المباني (مدخل لتطوير القرارات النصميمية للمباني الإدارية في إطار النظم البيئية المتكاملة)، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، 1997

18. دعاء عصمت عبدالقادر حسن ،" العلاقات الدلية بين "اللاندسكيب" والمبنى من منظور فكر العمارة الخضراء"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة .

19. المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني، الجزء الأول،المباني السكنية ،٢٠٠٨.

20. Nick Baker and Koen Steemers, "Energy and Environment in Architecure", E&FN SPON, London, 2000

21. http://www.schorsch.comkbaseprodredir.

22. http://en.wikipedia.orgwikiLight_pipe.

23. وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاسه، "مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي"، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم - إدارة برامج العلوم والبحث العلمي ، 2015.

24. نشوي يوسف عبد الحافظ ، "العلاقه التكاملية بين المباني و الخلايا الفوتوفولتيه" ، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، 2006م.

25. أحمد عاطف الدسوقي الفجال ،" العلاقة التكاملية بين مصادر الطاقة الطبيعية والتوافق البيئي فى المنتجعات السياحية " ، رسالة دكتوراة ، قسم الهندسة المعمارية، جامعة عين شمس ، 2002م.

26. http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/03-047.htm.

27. د.احمد عبد المنعم قطان ، نجلاء احمد بخيت عبد ربه ،" تفعيل الطاقة المتجددة لاستدامة البيئة العمرانية [دراسة تحليلية مقارنة لمدينة مصدر بالامارات العربية المتحدة والقاهرة الجديدة بجمهورية مصر العربية]" ، مؤتمر الازهر الهندسى الدولى الثانى عشر ، كلية الهندسة ، جامعة الازهر ، 2012.

28. الرسومات الهندسية للمساكن بالقريتين والتصوير من عمل الباحثة .

.....

conservation must be achieved in all its components

Second: Energy conservation to achieve self – sufficiency in rural housing by appropriate recruitment of renewable energy systems available at the site.

Objective of the research: – The research aims to:

• Finding a strategy to reach an energy–efficient residential building and ensure its usefulness using renewable energy available to the surrounding environment

• Prove that it is possible to transform an existing residential building that consumes energy into an energy–efficient residential building through the possibility of applying renewable energy technologies to maximize their utilization without leaving a devastating impact on the surrounding environment

Key words:

Energy efficiency – Energy consumption rate – Thermal environment efficiency – Efficiency of ventilation – Environmental efficiency of the environment

Rationalization of Energy Consumption in Rural Households Using Renewable Energy to achieve the principle of sustainability

(Case Study of Al-Basayseh Village - Sharqia Governorate, and Tunis Village - Fayoum Governorate)

En . Maha Eid Abd Elstar

Postgraduate Researcher, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo (PhD)

Mail : gohar_maha@yahoo.com

Dr. Reda Mahmoud Hamada Ali

Assistant Professor, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Al-Azhar University, Cairo

Mail : Reda211070@yahoo.com

Abstract :-:

The problem that the research seeks to present is that the process of designing the rural housing in its present state in Egypt is fraught with deficiencies, in order to ignore the renewable energies and to include them in the design process. Therefore, it was necessary to reach a balance between the rural building and its surrounding environment by linking the building and its natural environment through Rationalize energy consumption in rural buildings using environmental resources and renewable energy available in the surrounding environment, reflecting sustainable architectural thinking So it was necessary to have a study that proposes strategies to help maximize the values of energy efficiency within the home to reach the thermal comfort of users and to meet the energy needs without any impact on the environment surrounding the building and rely on these two axes:

First: to rationalize energy consumption in the residential building, considering that the house is an integrated energy system, energy