JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 13, No. 47, April 2018, 737- 753

# العمارة والطاقة وتحديات العصر الحالى ( دراسة إشكالية توفير وإنتاج الطاقة فى المبانى)

**أحمد حنفى محمود أحمد**

قسم الهندسة المعمارية – معهد القاهرة العالى للهندسة وعلوم الحاسب والإدارة – القاهرة الجديدة

**ABSTRACT**

The research discusses how to conserve energy in the building within the global trend, in response to the energy crisis, which is limited by the current energy sources, and increasing consumption, energy consumption in the construction sector represents a high percentage of total energy consumption in some countries, which puts on the shoulders architectural a great burden. That the design method has an effective role in energy conservation, both at the level of city planning through the construction sites and design, or at the design building and selection of building materials. Therefore, it was necessary to study and evaluate the relationship between architecture and energy by studying the extent of energy consumption and its impact on the environment and the steps taken to energy conservation in building, in this framework the research presents experience and models of energy-saving buildings and take advantage of them. - The research focuses on the study of the most important techniques to try to produce energy in addition to rationalization from renewable sources that do not adversely effect on the environment and how to employ it in the building, it is also interested in monitoring all types of renewable energies that are closely related to architecture, such as solar energy of different types, wind energy and others, And the possibility of setting rules for the architectural or environmental designer in dealing with these techniques, Which requires special specifications in the building that deals with it to provide or produce energy efficiently, The research has reached guidelines for energy saving and production frameworks that can be applied in buildings in the Egyptian environment.

▪ **ملخص البحث :**

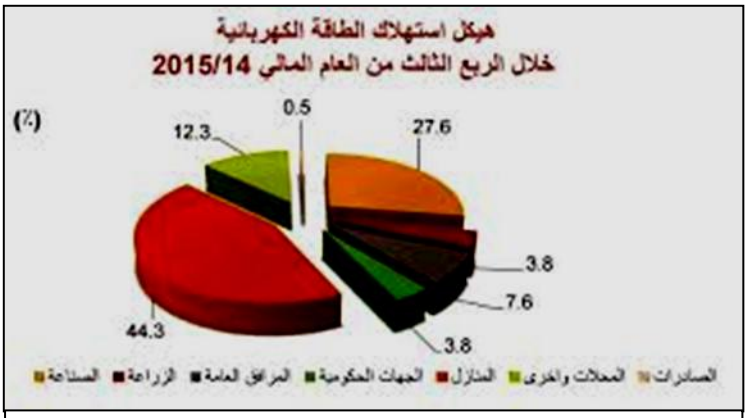
- يناقش البحث كيفية ترشيد الطاقة فى المبانى ضمن الإتجاه العالمى لذلك، وكرد فعل لأزمة الطاقة التى تتلخص فى محدودية مصادر الطاقة الحالية وتزايد الإستهلاك ويمثل إستهلاك الطاقة فى قطاع المبانى ببعض الدول نسبة عالية من مجموع الإستهلاك الكلى للطاقة ، مما يضع على عاتق المعمارى عبئا كبيراً، حيث أن أسلوب التصميم له دور فعال فى ترشيد إستهلاك الطاقة سواءً على مستوى التخطيط العام للمدن، مروراً بإختيار مواقع البناء وتصميمها، أو على مستوى تصميم المبنى ذاته، وإختيار مواد البناء، لذا كان لابد من دراسة وتقييم العلاقة بين العمارة والطاقة عن طريق دراسة مدى إستهلاكه للطاقة وتأثير ذلك على البيئة والخطوات المتبعة لترشيد إستهلاك الطاقة فى المبانى، وفى هذا الإطار عرض البحث تجارب ونماذج مبانى موفرة ومنتجة للطاقة وأطر الإستفادة منها.
- لهذا يركز البحث على دراسة أهم التقنيات الحديثة لمحاولة إنتاج الطاقة بالإضافة لجانب توفيرها وذلك من مصادر متجددة غير التى تؤثر بالسلب على البيئة العامة وكيفيه توظيفها فى المبنى كما يهتم برصد جميع أنواع الطاقات المتجددة التى لها علاقة وثيقة بالعمارة، والتى يمكن للمبنى أن يتعامل معها كالطاقة الشمسية بأنوعها المختلفة وطاقه الرياح وغيرهم، وإمكانية وضع أسس للمصمم المعمارى أو البيئى فى التعامل مع تلك التقنيات، التى تتطلب مواصفات خاصة فى المبنى الذى يتعامل معه لكى توفر أو تنتج طاقه بكفاءة.وقد توصل البحث إلى معايير إرشادية وموجهات تصميمية لأطر توفير الطاقة وإنتاجها والتى يمكن تطبيقها فى المبانى بالبيئة المصرية.

## ١ - المقدمة وتمهيد البحث :

- الطاقة هى إحدى الضروريات الأساسية فى الحياة التى ساعدت على تحسين مستويات المعيشة، ومع وإكتشاف العديد من مصادر الطاقة، وبزيادة مخاوف العالم من التلوث البيئي ونضوب مصادر الطاقة ، ظهر الإتجاه العالمى لإستخدام الطاقات النظيفة والمتجددة. لحل مشكله الطاقة وتوفيرها لأجيال المستقبل ، ورغم معرفه العالم بأهمية الطاقة إلا أننا نغفل عن محاوله

ترشيدها، فنجد أن المعمارى يصمم المبنى دون عمل دراسة للطاقة المستخدمة، سواء فى إنشاء المبنى أو تشغيله مع انها من أهم العوامل التى لابد أن يهتم بها التصميم المعمارى والعمرانى ، كما أن تقنيات توفير الطاقة فى مصر متأخرة بعكس العالم فتقدم فى إستخدام هذه التقنيات الجديدة بالرغم أن ما لديه من طاقه تعتبر محدودة ، وهناك أكثر من وسيلة لتحقيق الراحة الحرارية للإنسان ومستخدمى المبنى، عن طريق العمارة البيئية السالبة وتوفير الطاقة عن طريق العمارة الشمسية الموجبة كما يمكن أن تندمج الطريقتين وأن تنتج مبنى يحقق العنصرين معا.

- ولهذا أصبح من الضرورى أن تتفاعل العمارة مع تطور العصر وأن تحتوى منظومة المنتج المعمارى على كافه أنظمة التكنولوجيا و أخر ماتوصل إليه العلم من تقنيات حديثة الممكن تطبيقها لإنجاح آليات عمل المبنى ،ويظهر هذا فى تحقيق الجوانب الوظيفية، ومع وجود بيئة خارجية غير محتملة شديدة الحرارة صيفا مما يساهم فى خلق جو غير مريح داخل تلك المنشآت،كل ذلك يؤدى إلى زيادة كبيرة لاستهلاك العمارة للطاقة إلى حد يكفى لخلق مشكلة الطاقة فى العالم ، وللحد من أثار تلك المشكلة بدأت مصر و دول العالم فى التوجه إلى الطاقات الجديدة والمتجددة، مثل طاقة الرياح والشمس والأمواج.
- ويعتبر تبريد وتسخين وتغذية المبنى بالمياه والسلالم والمصاعد والأجهزة الكهربائية هى من أكثر الأشياء إستهلاكاً للطاقة فى المبانى، إلا أنه من المعروف أن تهوية المبنى والإضاءة هم من أكثر العناصر التى توصل للراحة الحرارية فى المبنى [1]، و تعتبر المبانى عامة هى المسئولة عن إستهلاك 70-90% تقريبا من مجموع الإستهلاك الكلى للطاقة والمبانى السكنية فقط عن44 % [2] شكل رقم(1) ولتوفير إستهلاك الطاقة فى أى مبنى يجب التقليل من إستخدام العناصر التى تستهلك الطاقة مع إستخدام عناصر بديلة لتحقيق نفس الإستفادة منها مثل تحقيق الراحة الحرارية مثل إستخدام العمارة الشمسية السالبة أو الموجبة. ولكى تكون العمارة الشمسية ناجحة يجب أن تلبى التزايد فى الحاجة إلى الطاقة ضمن متطلبات الإنسان فى الوقت المعاصر.




**شكل ( 1) يوضح هيكل استهلاك الطاقة لعام 2015**
**المصدر: http://www.moee.gov.eg/test_new/home.aspx1-2018**

**الكلمات الدالة** :الطاقة Energy توفير الطاقة Energy saving توليد الطاقة Energy generation العمارة الشمسية الموجبة Solar positive architecture العمارة الشمسية السالبة Solar negative architecture

**1-1المشكلة البحثية :** وتتلخص المشكلة البحثية فيما يلى :

- حيث أن المبانى عامة هى الإحتياج الضرورى للإنسان وأصبحت الظروف المحيطة بالإنسان تؤثر عليه بالسلب او الايجاب وعلى مدى كفاءة آدؤه فى الحياة، وذلك ناتج من عدم توافر الظروف البيئية المريحة والراحة الحرارية المناسبة له فى المبنى. فقد أصبح توفير ذلك فى الوقت الحالى عالى فيه إهدار للطاقات كما أنه يؤثر على تكلفة الطاقة ويخل بالنظام البيئى، ولحل ذلك وجد أنه يمكن للمعمارى دمج عناصر لتوليد الطاقة فى المبانى لتقليل إستهلاك المبنى للطاقة أو حتى توليد طاقة أكثر من إستهلاكه، وهذه العملية تحتاج لتصميم المبنى بطريقة مختلفة بحيث تسمح بتكامل المبنى مع وسائل توليد الطاقة، وأصبح من الضرورى وجود حل جذرى ومستدام لتحسين كفاءة تلك المبانى وحل مشكلة الطاقة، وعلى الرغم من أهمية معيار توفير الطاقة بالمبانى إلا أن تطبيقاتها مازالت محدودة.

**١ ٢ أهمية البحث :** يساعد هذا البحث المعمارى فى كيفية إيجاد حلول معمارية لتصميم معمارى لمبانى تساعد على تقليل والحد من إستهلاك الطاقة فى المبانى ويكون موفراً أو منتجاً للطاقة.

**١ ٣ أهداف البحث :** يهدف البحث إلى دراسة العلاقة بين الحفاظ على الطاقة والتصميم المعمارى وتوضيح الإنعكاسات المتبادلة بينهما وذلك من خلال توضيح مصادر الطاقة بنوعيها المتجددة والغير متجددة، ودراسة أشكال الطاقة المستخدمة فى المبانى، ثم دراسة حالة لبعض المبانى التى تطبق مفاهيم العمارة المناخية ووسائل ترشيد وتوليد الطاقة بها، **ومن هذا المنطلق تتلخص أهداف البحث فيما يلى :**

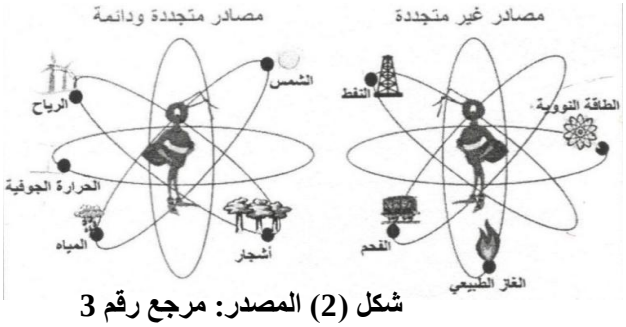
[1] ماجدة بدر ابراهيم.(2010). العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجى فى التكم البيئى وترشيد استهلاك الطاقة بالمبانى دراسة تحليلية، رسالة ماجستير. الجيزة: قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة.

[2] قطاع الطاقة والكهرباء، (2018)، http://www.moee.gov.eg/test_new/home.aspx

- الوصول إلى نقاط واضحة ومحددة تساعد فى تصميم المبانى بحيث تحقق الراحة الحرارية والفسيولوجية لمستخدميه وفى ظل الظروف البيئية وبأقل طاقة مستهلكة من الوقت الحالى.
- الإستفادة من التكامل بين المبنى وبين وسائل توليد الطاقة فى تكوين الفكرة المعمارية والتشكيل المعمارى للمبنى لمساعدة المعمارى على تصميم المبنى بطريقة تسمح له بتوظيف عناصر توليد الطاقة من مصادرها المتجددة والإستفادة من هذه الطاقة المتجددة فى توفير إحتياجات المبنى. و الإستفادة من التقدم الحادث فى تكنولوجيا إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية بأنواعها المختلفة.

## ٢ ـ مفاهيم أساسية فى مجال الطاقة وإنتاجها :

**1-2 تعريف الطاقة :** ترجع كلمة الطاقة إلى أصل يونانى، فهى القوة الدافعة للكون وتعرف بأنها القدرة المخزونة والتى عند إنطلاقها تصبح قادرة على القيام بعمل ما، وتظهر الطاقة فى عدة أشكال، وترجع مشكلة الطاقة إلى تناقص مصادرها طردياً مع تزايد إستهلاكها تماشيا مع التطور التكنولوجى والصناعات الحديثة. وتنقسم الطاقة إلى نوعين طاقة حركية وطاقة كامنة، ومصادر الطاقة تنقسم إلى طاقة قابلة للتجديد مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المياه، طاقة المد والجذر والأمواج، وغير قابلة للتجديد مثل الطاقة النووية، الخشب، والفحم والبترول، والوقود الحفرى أحد هذه المصادر ويعرف بأنه مجموعة من المواد التى تستخرج من باطن الأرض على شكل مواد صلبة أو سائلة أو غازية ليقوم الإنسان بإستخدام الطاقة المختزنة[٣] بها كما هو موضح بالشكل رقم(2).

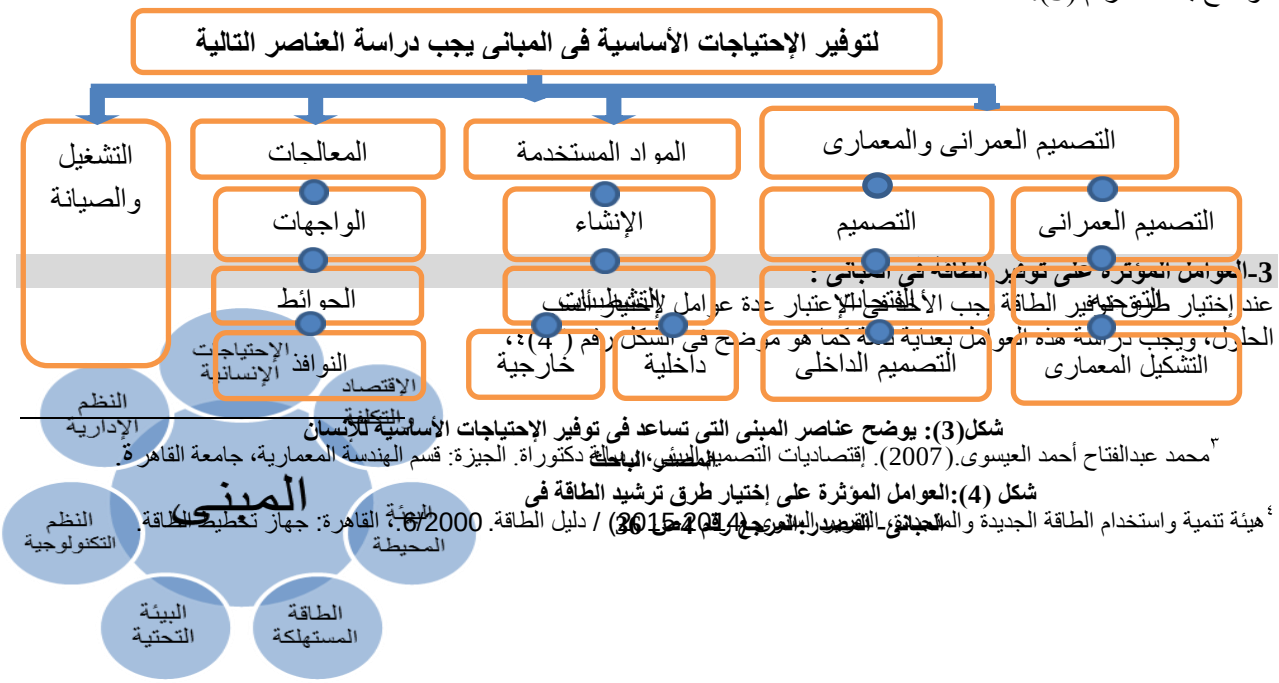



**شكل (2) المصدر: مرجع رقم 3**

**2-2العمارة الموفرة للطاقة :** هى المبانى التى تستهلك أقل قيمة من الطاقة سواءً فى تشغيلها أو إستهلاكها اليومى والتى تركز على تقليل إستخدام المواد القابلة للنفاذ أى تقليل إستهلاك الطاقة فى المبانى.

**3-2العناصر التى تستهلك الطاقة فى المبانى:** هى العناصر التى تستهلك الطاقة فى المبنى سواءً كان ذلك بهدف التبريد أو التسخين أو التهوية أو الإضاءة وغير ذلك من الإحتياجات، فكثير من الإحتياجات الأساسية للإنسان، يتم توفيرها من خلال أجهزة مساعدة مستهلكة للطاقة مثل وحدات الإضاءة والتكييف ( تبريد أو تدفئة)، وتسخين المياه والأجهزة المنزلية المختلفة، ولكل عنصرمن العناصر السابقة نسبة من إستهلاك الطاقة وتتراوح كل نسبة حسب مدى أهميتها أو إحتياج مستخدم المبنى لها وقد تختلف من مبنى لآخر.

**4-2الإحتياجات الحرارية للإنسان فى المبانى والعناصر المؤثرة فيها:** تنشأ الإحتياجات الأساسية للإنسان نتيجة تفاعله مع البيئة المحيطة به، لذا يجب أن يحقق المبنى هذه الإحتياجات سواء المادية أو غير المادية، والإحتياجات المادية الفسيولوجية من أكثر العوامل المستهلكة للطاقة مثل الراحة الحرارية والراحة الضوئية و غيرهم لذلك تعتبر محور هام للدراسة، ولكى تتحقق فى المبنى مع عدم إهدار الطاقة يجب دراسة جميع عناصر المبنى بداية من التصميم المعمارى الجيد و توجيه كتلة المبنى، ونوع الواجهات والمعالجات المستخدمة بها وإتجاهاتها، ومواد البناء المستخدمة، ونوع التشطيبات الداخلية والخارجية، والأجهزة والأنظمة الداخلية،... ولهذا يجب مراعاة نسبة إستهلاك كلاً من هذه العناصر للتعامل معها ومعالجتها بشكل إيجابى، كما هو موضح بالشكل رقم (3).




**شكل(3): يوضح عناصر المبنى التى تساعد فى توفير الإحتياجات الأساسية للإنسان**

**3-العوامل المؤثرة على توفير الطاقة فى المبانى :**
عند إختيار طرق توفير الطاقة يجب الأخذ فى الإعتبار عدة عوامل لإتخاذ القرار الحلول، ويجب دراسة هذه العوامل بعناية كما هو موضح فى الشكل رقم ( 4)،

**شكل (4):العوامل المؤثرة على إختيار طرق ترشيد الطاقة فى المبانى. المصدر: المرجع رقم 4 ص 36**

[٣] محمد عبدالفتاح أحمد العيسوى.(2007). إقتصاديات التصميم المعمارى، رسالة دكتوراة. الجيزة: قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة.

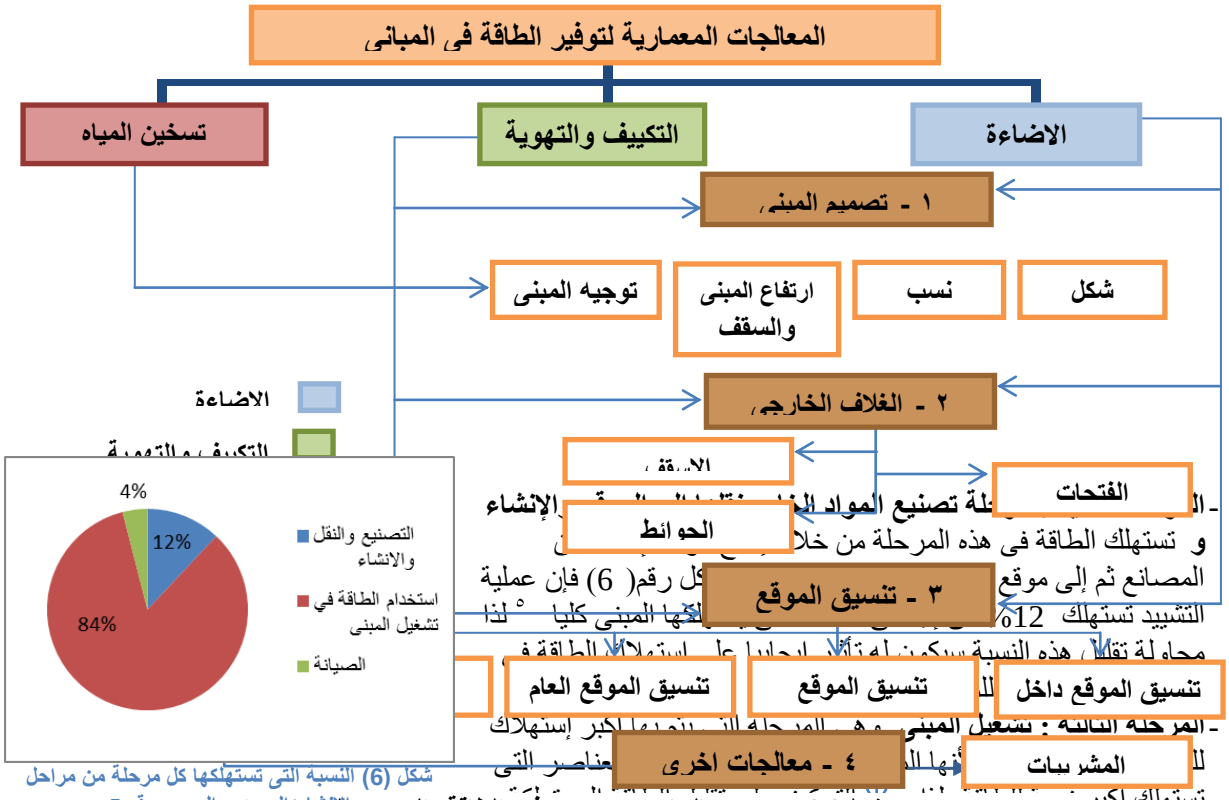
[٤] هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة. (2015-2014). دليل الطاقة. 6/2000 : القاهرة: جهاز تخطيط الطاقة.

كما تتأثر طرق توفير الطاقة بمدى ملائمة وظيفة المبنى وتوافقه مع البيئة و أيضاً عن طريق التصميم البيئى الجيد و يوجد إتجاهين له وهما :

- **العمارة الشمسية السالبة :** وهى التى تتعامل مع الطاقات الطبيعية بصورتها الأصلية دون تحويل ويستخدم فيها إمكانيات التصميم المعمارى والعناصر المختلفة للوصول إلى التصميم البيئى الموفر للطاقة وتحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى بدون الإعتماد على معدات ميكانيكية و تتمثل فى عناصر معمارية مثل الملاقف التى تعمل على توجيه طاقة الرياح داخل الفراغات والأفنية الداخلية وغيرها، وتتراوح بين عناصرها التقليدية إلى المتطورة مثل الخلايا الشمسية، ...إلخ، والتى تمثل الشمس مصدرها الرئيسى.
- **العمارة الشمسية الموجبة:** تهدف إلى توفير إحتياجات المبنى من الطاقة بالإستفادة من الطاقات المتجددة عن طريق أدوات ميكانيكية للإنتفاع بها وهى عكس الطريقة السالبة والتى تعتمد على التصميم المعمارى ومفرداته التصميمية إما هذه الطريقة فتبنى على أساس إبقاء الطاقة وتحويل الطاقات الطبيعية إلى صور أخرى يمكن إستخدامها بعد ذلك فيمكن للخلايا الشمسية أن تحول طاقة الشمس إلى كهرباء لتشغيل المراوح والتكييفات وغيرهم وتتميز هذه الطريقة بتوفير الطاقة.

## 1-3المراحل التى يتم بها توفير الطاقة فى المبنى

- **المرحلة الأولى : مرحلة التصميم** وهى المرحلة التى يتم بها عملية التصميم الشامل للمبنى والتى يتحدد بها طريقة إستهلاكه للطاقة، وطريقة التصميم من **تصميم معمارى** و**تصميم الإنشائى**، ويشمل مواد البناء، النظام الإنشائى، أسلوب الإنشاء وغيرها، مما يؤثرعلى إستهلاك الطاقة فى المراحل اللآحقة، وتأثيرهم على المبنى وهل سيكون مستهلك أم منتج أو موفر للطاقة، ويوضح ذلك فى الشكل رقم (5).




**شكل(5) يوضح معالجات تختص بتوفير الطاقة- المصدر الباحث**




شكل (6) النسبة التى تستهلكها كل مرحلة من مراحل الإنشاء المصدر: المرجع رقم 5

- **المرحلة الثانية : تشغيل المبنى** وهى المرحلة التى يتم فيها أكبر إستهلاك للطاقة حيث تستهلك أكبر عناصر التى تستهلك أكبر فى هذه المرحلة أكثر من غيرها وذلك لكونها أعلى نسبة إستهلاك.
- **المرحلة الرابعة : الصيانة** وهى المرحلة التى تلى تشغيل المبنى وهى تستهلك 4% كما هو موضح بالشكل رقم( 5)، وهى تعتمد على صيانة المبنى خلال عملية التشغيل والعمر الافتراضى للمبنى.

[5]Mourtada, R. M.(August 2010). Instruments and Financial Mechanisms of energy efficiency measures in building sector.World Energy Council.

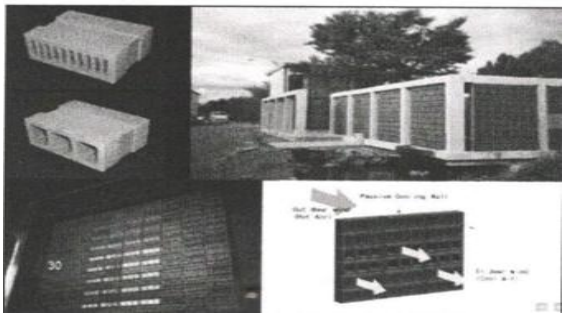
- **المرحلة الخامسة : الهدم وامكانية اعادة الإستخدام** وهى المرحلة التى يتم فيها إزالة المبنى وتستغل الطاقة فى هذه المرحلة فى الإزالة وإعادة تدوير مواد البناء مرة أخرى ، وتعتبر المواد التى تخرج من عملية هدم المبانى مصدرا لمواد أخرى جديدة من المواد التى تم إعادة إستخدامها ومن هنا يمكن أن يعتبر هذا تقليل فى إستهلاك الطاقة وتبدأ عملية بناء مبنى آخر وبمعدل إستهلاك أقل للطاقة.

## 4 -المعايير الأساسية لتصميم المبانى الموفرة للطاقة

أ) **إحترام البيئة الطبيعية :** وذلك من خلال الحفاظ على البيئة الحيوية المحيطة بالمبانى، ومراعاة ظروف التربة وعدم إستنزاف النباتات وتوظيفها بيئياً وجمالياً، والمحافظة على الكائنات الحية الموجودة فى هذه البيئة من التعايش من البيئتين **المبنية والطبيعية** الشكل رقم (7-8-9 ) أمثلة على ذلك.

ب) **التكيف مع المناخ:** أهم مبادئ تصميم العمارة الموفرة للطاقة هى مراعاة المناخ السائد والمناخ داخل المبنى، بحيث يكون المبنى قادر على تحقيق الراحة الحرارية للإنسان على أن يتم ذلك بإستخدام التصميم السالب، ومصادر الطاقة المتجددة فى البناء والتشغيل بدلاً من إستخدام المصادر الغير متجددة.

**الشكل(7) يوضح مشروع قرية القرنة للمعمارى حسن فتحى**



**الشكل(8) مواد الخرسانة المثقوبة**

**الشكل(9) يوضح بيوت الرمل والمواد المحلية**

المصدر :http://www.calearth.org/intro-superadobe

جـ) **الحفاظ على الطاقه:** تعتمد عمليه الحفاظ على الطاقه على عمليات الترشيد فى الإستهلاك و الإعتماد على المصادر الطبيعية المتجددة، كالطاقة الشمسية او طاقة الرياح، ويجب ان تعتمد عملية التصميم على الأساليب العلمية التى يتم فيها تقليل الإحتياج للوقود الاحفورى والإعتماد على الطاقات الطبيعية، وهى طاقة آمنة كما أنها الأقل تهديداً على الصحة والسلامة الإنسانية من أى مصدر آخر للطاقة.

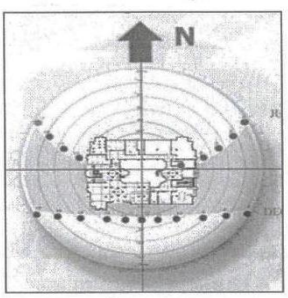
د) **إعادة التدوير:** من أحد المجالات الهامة والتى يزداد الإقبال عليها لغرض تقليل التكلفة فى التصنيع وبالتالى التقليل من الطاقة المستهلكة ويحث ذلك على تصميم المبانى وإنشائها بأسلوب يجعلها فى نفسها أو بعض عناصرها فى نهاية عمر المبنى مصدراً للإستفادة منه لمبانى أخرى، ويعتبر إعادة إستعمال الفراغات المعمارية لوظائف وأنشطة أخرى من الأساليب المتبعة فى تقليل إستخدام الموارد الجديدة.

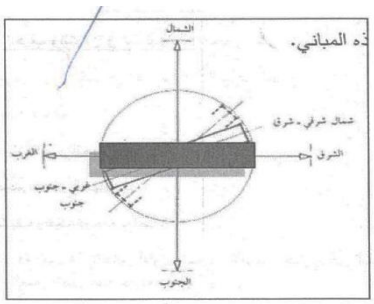
## 5- عناصر وأساليب توفير إستهلاك الطاقة فى المبانى

**توفير الطاقة فى المبنى:** ويكون من خلال :

### 1-5 تصميم المبنى:التصميم المعمارى للمبنى

:ويتضمن التصميم المعمارى التوجيه ونسب الفراغات الداخلية والغلاف الخارجى للمبنى من حوائط ونوافذ واسطح وغيرها والعناصر الداخلية للمبنى من تشطيبات وفراغات ومساحات، ومن الناحية التخطيطية تحليل




**شكل(10) يوضح التوجيه الامثل للمبنى –المصدر: المرجع6**

موقع المبنى، ومعرفة ظروفه البيئية ومقوماته ومميزاته وعيوبه ودراسة العلاقة بين توجيه المبنى واتجاه ودرجات سطوع الشمس حيث ان التصميم الجيد للموقع العام يساعد فى توفير الراحة الحرارية والضوئية و الصوتية ، وبالتالى فى توفير استهلاك الطاقة. وتعتبر معالجات التصميم المعمارى من المعالجات التى توفر الطاقة للعنصرين الإضاءة والتهوية، كما أن التصميم الداخلى للوحدة المعمارية له تأثير كبير على مدى استهلاك الطاقة بداخلها، لذا يجب مراعاته جيدا. **وينقسم التصميم المعمارى إلى عدة عناصر وهى: (التوجيه – التشكيل – الأبعاد – الإرتفاع – معالجات الغلاف الخارجى والحوائط)** وفيما يلي دراسة كل عنصر.

**1- توجيه المبنى:** يلعب التوجيه العام للمبنى دورا مؤثرا على استهلاك الطاقة من حيث تأثيره على الراحة الفسيولوجية ، فإن التوجيه فى الاتجاه الامثل الشكل رقم(10) يؤثر تأثيرا ايجابيا فى توفير الطاقات المستهلكة. ويعتبر التوجيه الافضل ان يكون الضلع الأكبر للمبنى عمودى على اتجاه الشمال.

**2- تشكيل المبنى:**إن لتشكيل ونسب المبنى ونسب الواجهات المعرضة للبيئة الخارجية للمبنى تأثير كبير على توفير الراحة الفسيولوجية وتقليل الاستهلاك للطاقة فى المبنى. ونجد أن الشكل الامثل للمبنى هو شكل من الاشكال المركزية الهندسية (المربع-الدائرة –المستطيل)، حيث اكبر محتوى واقل مسطح معرض للاشعاع الشمسى ووجد ان النسبة المثلى للاستطالة فى المناطق الحارة الجافة هى 1:1.3[٦].و لهذا يجب تصميم الكتلة البنائية بطريقة تساعد للحصول على أقل مسطح حوائط خارجية معرضة للاشعاع الشمسى فى المناطق الحارة لكن بدون **الاخلال بالواجهات الشمالية** حتى يمكن الاستفادة من الرياح الشمالية فى التهوية.مما يؤثر على استهلاك الطاقة في المبنى.و يمكن كذلك توفير الطاقة داخل المبنى من خلال :

- تقليل عمق المسقط الافقى لتوفير التهوية والاضاءة الطبيعية.
- توظيف اماكن الفراغات الداخلية للاستفادة من اتجاه الرياح السائدة.

**3- نسب ابعاد المبنى :** ان لابعاد المبنى المختلفة تأثير مباشر فى كمية الاشعاع الشمسى التى يستقبله المبنى، شكل وان الاشكال المعمارية المستطيلة على طول المحور الشمالى الجنوبى تتمتع خلال فصلى الصيف والشتاء بفاعلية اقل من الاشكال المعمارية المربعة لانه يختصر الواجهات الشرقية والغربية الى ادنى حد ممكن بالتالى يجب مراعاة نسب وابعاد المبنى التى تحقق للمبنى اقل تعرض لاشعة الشمس وكذلك دراسة حركة الهواء[٧] مما يؤثر على استهلاك الطاقة في المبنى.

**4- ارتفاع المبنى:** يتناسب ارتفاع المبنى طرديا مع تاثير الرياح عليه وتزداد شدة الرياح مع زيادة ارتفاع المبنى المواجهه للرياح وذلك مما يؤثر على استهلاك الطاقة فى المبنى.

**5- المعالجات للغلاف الخارجى للمبنى:** الغلاف الخارجى للمبنى :هو مجموع الحوائط والفتحات والاسقف المعرضة للظروف الخارجية المناخية المحيطة، ولكل عنصر من عناصر الغلاف الخارجى للمبنى دوره فى انتقال الحرارة بين خارج المبنى وداخل المبنى، وبالتالى يجب مراعاة تصميمها بصورة تقلل الانتقال الحرارى من والى الفراغ. وتعتبر معالجة الفتحات توفر الطاقة لعنصرى الاضاءة والتهوية معا و لكن معالجة الحوائط والاسقف توفر الطاقة للتبريد والتكييف فقط.

- **دراسة الاسقف:** تنتقل الحرارة من المحيط الخارجى الى الفراغ الداخلى عن طريق الاسقف اما بالحمل او عن طريق فراغات فى السقف وبالتوصيل عن طريق مواد السقف المعرضة لأشعة الشمس طوال فترة النهار فتمتص المادة المكون منها السقف الحرارة وتقوم بتوصيلها الى الفراغات السفلية للاسقف. وشكل رقم (11) يوضح انتقال الحرارة عبر طبقات السقف، وفيما يلى عرض أمثلة للأنواع المختلفة من المعالجات فى الاسقف وتأثيرها على استهلاك و توفير الطاقة فى المبنى.

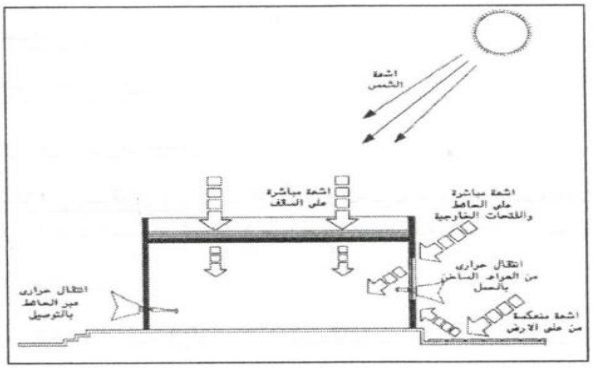
أ) إستخدام الاسقف المنحنية: من خلال دراسة زوايا الشمس يتضح أن الأسقف المنحنية بالكامل لا تتعرض لاشعة الشمس وبالتالى يقلل من الضغط الحرارى على الأسقف. وتعتبر القبة من أشهر الأمثلة للأسقف المنحنية ويشاع إستخدامها فى المناطق الصحراوية.شكل رقم (12) يوضح الاسقف المنحنية فى تقليل **الحمل الحرارى**[٨]

---

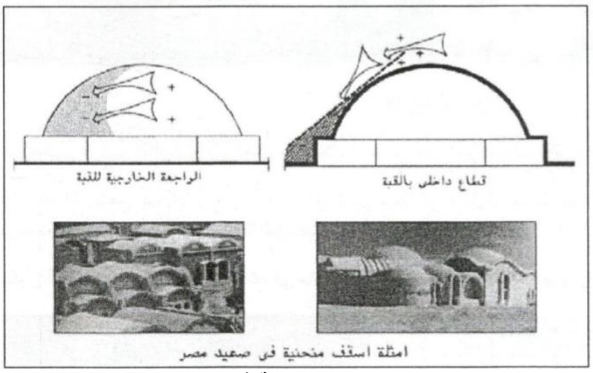
[٦] شهد عبدالرضا العباسى.(2011). تطبيق أسس العمارة الخضراء لترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى السكنية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة-جامعة القاهرة. الجيزة- جمهورية مصر العربية: جامعة القاهرة.

[٧] شيماء السيد امين صبور، البناء بالعمارة الموجبة واساليب تكامل الخلايا الضوئية مع المبانى، رسالة ماجستير. ص20.

[٨] حسن فتحى.(1989). عمارة الفقراء. القاهرة: وزارة الثقافة فى القاهرة.




**شكل(11) يوضح انتقال الحرارة عبر طبقات السطح**




**شكل(12) يوضح الاسطح المنحنية فى تقليل الحمل الحرارى**

المصدر:http://www.egyptarch.net/research/dome/domemain.htm

ب) الاسقف المزدوجة : يتم عمل السقف المزدوج ليظلل السقف الأساسى للمبنى ويعمل على خفض الانتقال الحرارى وبالتالى يعمل الفراغ الهوائى بين السقفين على حركة الهواء الملامس الداخلى حتى لا يسبب اختزان حرارى.

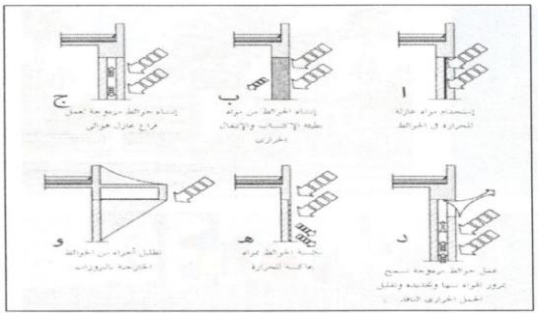
ت) ارتفاع الاسقف : يعتبر عمل تباين فى ارتفاعات الاسقف لنفس المبنى من افضل الحلول لزيادة التهوية الطبيعية.

ث) إستخدام تأثير الفتحات العلوية لتهوية المبنى :يحدث زيادة فى سرعة التدفق الهوائى على السقف المنحنى مثل القبة وذلك بسبب venture effect والذى يقوم بعمل ضغط سالب على قمة منحنى السقف وبسبب هذا الضغط السلبى يمكن أن يركب على السقف مخرج جوى لتحسين انظمة التهوية الطبيعية فى المبنى.

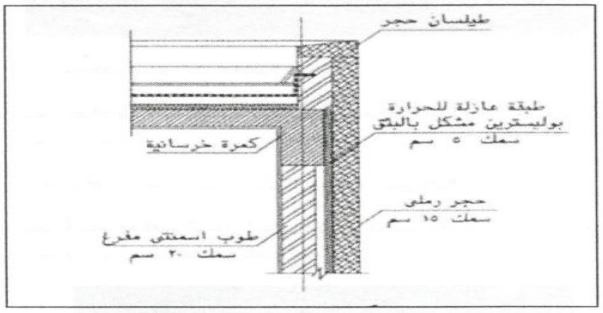
ج) إستخدام مواد عازلة للحرارة :التى يجب ان تتوافر بها بعض الخواص منها : ان تكون الخامات ثابتة بقوة كافية ومتوافقة مع المواد الاخرى المستخدمة - ان يكون مقاوم للحريق والرطوبة و مقاوم للبكتيريا والفطريات - ان يكون إستخدامه امن للانسان والبيئة - إستخدام مواد عاكسة للحرارة - ترك فراغ هوائى عازل - وانشاء السقف من بلاطتين منفصلتين واخيرا إستخدام المواد ذات الالوان الفاتحة.

ح) إستخدام المزروعات والمياه: الأسقف المزروعة هى نوع آخر من الأسقف حيث تعمل فيه المساحات الخضراء على ترطيب الأسقف مما يقلل من درجات حرارة السقف بشكل مؤثر ، و تبنى فكرة الاسطح المزروعة يحقق اهداف سيكولوجية ووطيفية وتوفر الطاقة المستهلكة داخل المبنى، و تصل الى توفير 25% من طاقة التكييف، و ذلك بوضع حديقة عادية على سطح المبنى بعمق 10 سم على سبيل المثال.

- **دراسة الحوائط:** تتعرض الحوائط الى اشعة الشمس وبالتالى ترتفع درجة حرارتها مثل السقف، ويتم انتقال الحرارة من الجو الخارجى الى الفراغات الداخلية عن طريق الحمل او التوصيل ايضا، ، كما ان مادة انشاء الحوائط لها تأثير كبير على كمية الحرارة النافذة، وتوجد بعض الاستراتيجيات لتصميم الحوائط بطرق تقلل من الاحمال الحرارية عليها و تؤثر على استهلاك وتوفير الطاقة فى المبنى مثل : إستخدام مواد عازلة فى الحوائط – انشاء الحوائط من مواد ذات سعة حرارية كبيرة – انشاء حوائط مزدوجة لعمل فراغ هوائى عازل بينها – تكسية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة – تظليل الحوائط من الخارج بالبروزات – إستخدام الوان فاتحة فى الحوائط وكذلك الحوائط للمبانى المجاورة – تصميم الحوائط بشكل مائل – توظيف الاسطح الخشنة لتشتيت الاشعاع الشمسى شكل رقم (13،14).



**شكل(13) يوضح المعالجات لتقليل الاحمال الزائدة**




**شكل(14) يوضح قطاع فى حائط رأسى**

المصدر :http://www.egyptarch.net/research/dome/domemain.htm

## 2-5 تبريد جسم المبنى

تستخدم هذه الطريقة المياه فى تبريد الحوائط والاسقف، ولها ثلاث انواع وهى تعمل نفس فكرة عمل ابراج التبريد لكنها عبارة عن حوائط من ورائها مواسير مياه وتقوم بالتبريد بالبخر، وتختلف فى طريقة إستخدام المياه فى المبنى : Core cooled Cooling grid- Panel system or sandwich system-ceiling

وهناك طرق اخرى تساعد فى تبريد المبنى مثل إستخدام النافورة، ومسطحات المياه بجوار المبنى ،كما يمكن التبريد بإستخدام التربة وتعتبر الكهوف النموذج الاول للبناء فى التربة ، وتبرز اهمية المبانى المدفونة تحت مستوى التربة لعدم احتياجها لانظمة التبريد الميكانيكية ،

**وتنقسم انماط المبانى المحمية بالتربة الى [٩]:**

- **النوع الاول :**المبنى الغير مدفون بالكامل.
- **الثانى:** مدفون جزئيا تحت الارض ومضاف اليه طبقة فوق السطح.
- **الثالث:** مدفون بالكامل تحت الارض، يوفر حماية حرارية متكاملة نظرا لحماية الحوائط والاسقف
- **النوع الرابع:** مدفون بالكامل تحت الارض يوفر حماية حرارية عالية نظرا لعمقه فى باطن الارض . وجميع هذه الطرق فعالة فى توفير استهلاك الطاقة في المبانى.

## 3-5 الاستفادة بالتهوية الطبيعية وجودة الهواء

من اهم الوسائل لتقليل استهلاك الطاقة فى المبانى التقليل من سريان الحرارة خلال الغلاف الخاص للمبنى، واما الشق الاخر الذى يسهم فى خفض انتقال الحرارة فهو التهوية الطبيعية من والى المبنى. حيث أن لتأثير التهوية الطبيعية فى الفراغ تاثير كبير على الراحة الفسيولوجية للانسان داخل الفراغ، ولتحقيق ذلك توجد وسائل وطرق كثيرة منها ما يستهلك نسب اقل من الطاقة فى المبانى، نذكر منها ما يلى:

- **دراسة الفتحات وتأثيرها على التهوية الطبيعية** ويكون ذلك من خلال:

دراسة تاثير الفتحات على التهوية الطبيعية **و** دراسة موضع الفتحات فى القطاع الراسى **واخيرا** دراسة معالجات الفتحات والحماية من اشعة الشمس، واتفق بصفة عامة على ان المبدأ الاساسى للتحكم فى الشمس هو السماح بدخول اشعتها الى المبنى فى الاوقات التى يكون فيها الجو باردا، وبالعكس ايضا يمنع دخولها اثناء الفترات الحارة ولابد ان يتمتع المبنى بالظل [١٠]، وبهذا نجد ان متطلبات التحكم يجب ان يعاد صياغتها.

- **استعمال الأفنية الداخلية:**ومن اهم فوائده : توفير الاضاءة والتهوية الطبيعية والتقليل من تأثير الحرارة والعمل على توفير الاظلال لاجزاء المبنى وتعديل نسبة الرطوبة مما يحقق الراحة للمستخدمين.
- **إستخدام الملقف وابراج التبريد**
- **إستخدام المخرمات والمشربيات** وقد تطورت المشربية الى ان وصلت للمشربية الالكترونية والتى تسمح بدخول كمية معينة من الاشعاع الشمسى وتضيق عن زيادة كمية الاشعاع ليدخل الكمية المطلوبة فقط، مثلما نجدها فى المركز الثقافى الاسلامى بفرنسا.
- **مواد البناء والانشاء المستخدمة:** لها تأثير كبير على توفير احتياجات الراحة الفسيولوجية وبالتالى توفير الطاقة المستهلكة فى المبنى ، من خلال اختيار انسب المواد الموفرة للطاقة. ولقد تمت دراسات كثيرة على مستوى العالم لحساب كمية الطاقة اللازمة لانتاج بعض مكونات المبانى، من حوائط واسقف وارضيات ويوضح الجدول رقم( 1) [١١] كمية الطاقة المستهلكة لانتاج بعض مواد البناء والانشاء.

---

[٩] شيماء السيد امين صبور. مرجع سابق رقم6. ص17

[١٠] شيماء السيد امين صبور. مرجع سابق رقم6. ص20

[١١] مرجع سابق رقم 3- دليل الطاقة. 6/2000.، القاهرة: جهاز تخطيط الطاقة. رقم الصفحة49

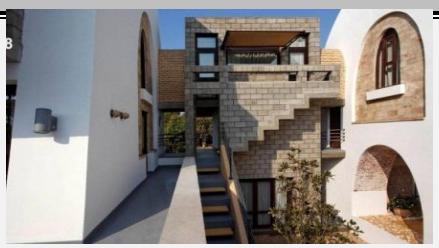
| المواد | | كمية الطاقة المستهلكة عند التصنيع (جيجا جول/طن) |
|---|---|---|
| 1.مواد عالية الطاقة | الالومنيوم | 250 – 200 |
| | البلاستيك | 100 – 50 |
| | الحديد | 60 – 30 |
| | الاسمنت | 8-5 |
| 2.مواد متوسطة الطاقة | الجير | 5-3 |
| | الطوب الطفلى | 7-3 |
| | الطوب الاسمنتى | 8-3 |
| 3. مواد قليلة الطاقة | الرمل | 0,5> |
| | الزلط | 0,5> |

جدول1 يوضح كمية الطاقة المستهلكة لانتاج بعض من مواد البناء . - المصدر المرجع رقم 3

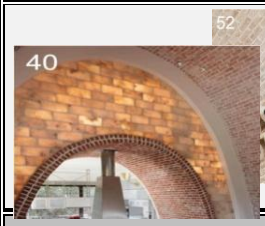
- **التشطيبات الداخلية للمبنى وتجهيزاته:**للتشطيبات الداخلية ايضا نسبة كبيرة من التأثير على الراحة الفسيولوجية واستهلاك الطاقة فى المبنى من امتصاص درجات الحرارة، ولهذا يتم مراعاة اختيار انسب مواد التشطيبات لمراعاة ذلك.
- **دراسة الالوان وتأثيرها:** حيث تعمل الالوان الفاتحة بداية من درجات الابيض على عكس اشعة الشمس ويفضل زراعة المناطق المحيطة بالمبانى الصحراوية حتى تمتص نسبة كبيرة من اشعة الشمس الساقطة والمنعكسة.
- **واخيرا دراسة كلا من**
  - **عناصر تنسيق الموقع .**
  - **إستخدام إظلال الواجهات بالاشجار والتبريد بإستخدام الاشجار .**
  - **حدائق الاسطح او الاسقف الخضراء .**

## ٦ - نماذج تطبيقية لمبانى مختلفة موفرة ومنتجة للطاقة وكيفية المعالجة لترشيد وتوليد الطاقة بها:

| نموذج رقم (1) | البيانات الاساسية للمشروع |
|---|---|
| اســـم المشروع | بيت ابو صير(منزل طارق لبيب) House in Abousir II |
| مـــوقع المشروع | قرية ابو صير – محافظة الجيزة |
| المصمم المعمـارى | المهندس المعمارى طارق لبيب |
| مـــالك المشروع | المهندس المعمارى طارق لبيب |
| فتـــرة التنفيـــذ | ------ |
| وظيفـة المبنـــى | سكنى خاص |



### (نبذة عن المشروع)



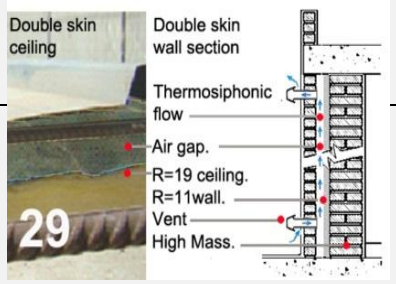
- مناخ المنطقة يجمع بين حرارة الصحراء Hot desert، والمناخ البارد cool green climates، الموجودة فى قرية ابوصير، وينعكس هذا التباين على مواد البناء المتوفرة والمتنوعة مثل: الخرسانة، الطوب الصناعى (الطوب الطفلى الأحمر والطوب الأسمنتى وطوب سيوة الملحى translucent salt bricks والمستخدم بالقبو القبطى Coptic vault الموجود فى الطابق الأرضى.)، الطوب الطينى من حمرة الصحراء red desert-clay bricks، المعادن، الجير الأبيض Limewash

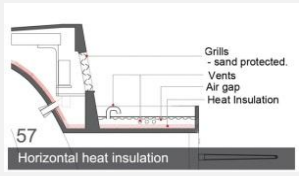
### كيفية إستغلال الطاقة فى المبنى

**وسائل توفير الطاقة فى المبنى**

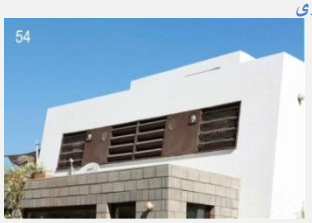
**تعامل المبنى مع الطاقة بشكل موفر من خلال:**

- **التشكيل المعمارى** للمبنى يحتوى على فناء مركزى مفتوح يعتبر مصدر إضافى للإضاءة والتهوية الطبيعيتين.
- إستخدام **الألوان العاكسة**،**ووسائل التظليل**وخاصة فى الواجهة الجنوبية لضمان الراحة الحرارية والبصرية داخل المبنى.
- إستخدام **المعالجات البيئية** مثل: الحوائط المزدوجة double skin، والعزل الحرارى.
- استلهم فى **التصميم المعمارى** مفردات عديدة مثل: الفناء من البيت العربى، التغطية من الأقبية، المظلات من الخيام، فالمبنى يحافظ على الهوية المصرية بروح عصرية تتلائم مع الطبيعة المناخية للمنطقة، مما يقلل من استهلاك الطاقة **.( التصميم السلبى للطاقة).**



استخدام المعالجات البينية مثل الحوائط المزدوجة والعزل الحرارى



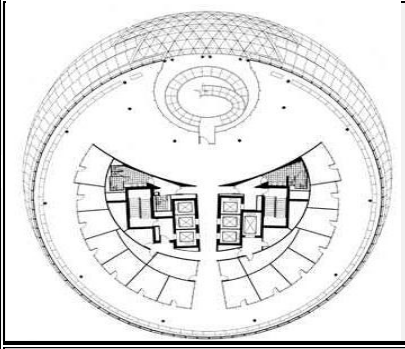
استخدام وسائل التظليل وخاصة فى الواجهة الجنوبية لضمان الراحة الحرارية والبصرية داخل المبنى

| وسائل توليد الطاقة فى المبنى | لا يوجد وسائل لتوليد الطاقة ولكن اعتمد على الطرق التقليدية والتشكيل المعمارى فى توفير واستهلاك الطاقة |
|---|---|

جدول2 المصدر :الباحث

| نموذج رقم (2) | البيانات الاساسية للمشروع |
|---|---|
| اســـــم المشروع | مقر سلطة لندنLondon city hall house |
| مـــوقع المشـروع | يقع المبنى على الضفة الجنوبية لنهر التيميز River Thames فى لندن. |
| المصمم المعمـارى | المعمارى نورمان فوستر Norman Foster |
| مـــالك المشروع | مبنى حكومى |
| فتـــرة التنفيـــذ | تم افتتاح المبنى فى يوليو 2002. |
| وظيفـة المبنـــى | مبنى ادارى. |
| مساحـة المبنـــى | يقع على مساحة19814 م2. |

## نبذة عن المشروع



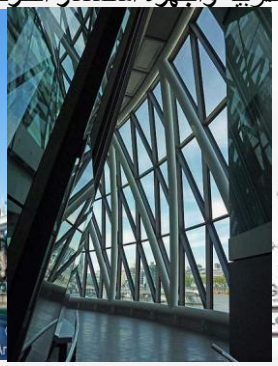
- المبنى يحتوى على مكاتب ادارية ومكتبة عامة وقاعات مؤتمرات ومطاعم ومعرض على شكل درج لولبى بمساحة 730م2،مكون من 10 طوابق بارتفاع 45م.
- تم إستخدام الفراغات المفتوحة والمقسمة بالزجاج لتعطى الإحساس بالشفافية للتصميم الداخلى مما يسمح باستكشاف كافة الفراغات بالإضافة الى شفافية الهيكل الإنشائى المكون من الصلب المعزول والزجاج، فالمبنى يعبر عن الشفافية.
- حصل المبنى على تصنيف (تقدير) D فى اداء الطاقة عام 2012،حيث أظهرت قياسات الطاقة ان المبنى فعال الى حد ما من حيث إستخدام الطاقة،فيستهلك المبنى بشكل عام فقط ¼ الطاقة (المطلوبة من قبل مبنى مماثل) التى يستهلكها مبنى ادارى ذو تهوية (مكيف) نموذجية فى لندن، حيث تم إستخدام خاصية التظليل الذاتى selfshading – التهوية الطبيعية – التبريد بواسطة المكيفات التى تستخدم المياه الجوفية الباردة المستخرجة من عمق كبير تحت المبنى.

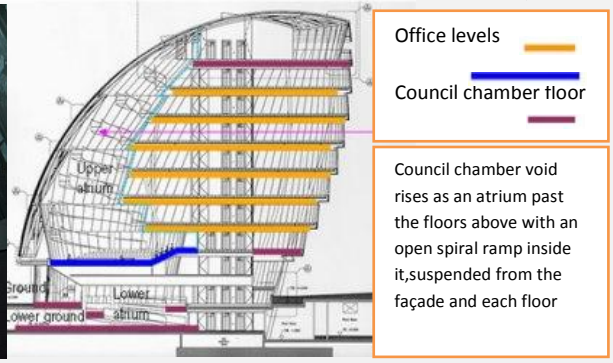
## كيفية إستغلال الطاقة فى المبنى

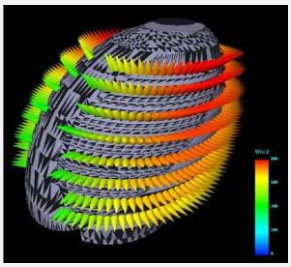
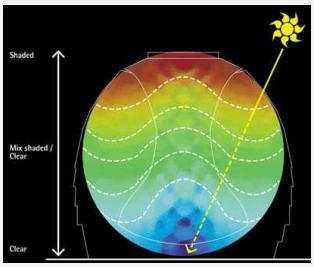
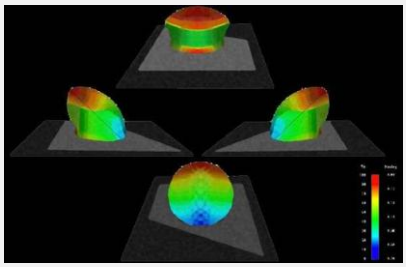
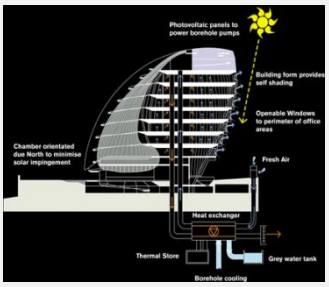
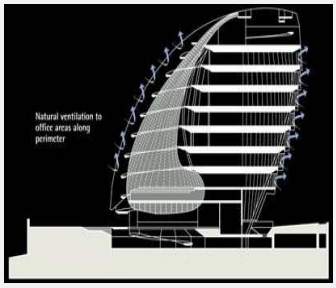
**وسائل توفير الطاقة فى المبنى**

**تعامل المبنى مع الطاقة بشكل موفر من خلال:**

- تم إستخدام تقنيات الكمبيوتر المتقدمة و **أساليب النمذجة المختلفة فى التصميم المعمارى للمبنى** ، وحساب حركة تيارات الهواء للإستفادة منها وعدم الحاجة الى التبريد.
- يتم الإعتماد على **تهوية المبنى طبيعيا** وخاصة جزء المكاتب.
- **تشكيل المبنى(الشكل البصلى)** وميله بمقدار 17 درجةفى اتجاه الجنوب حقق الادآء الأمثل للطاقة عن طريق الإستفادة القصوى من التظليل وزيادة المساحة الداخلية مع **تقليل مساحة السطح المعرض للأشعة الشمسية المباشرة** لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة فالجزء السفلى من المبنى قطره اقل من الجزء الأوسط والجزء العلوى وذلك **للاستفادة من أشعة الشمس المنخفضة فى فصل الشتاء وتجنبها فى فصل الصيف**، مما يخلق شكل ديناميكى.
- تم **إستخدام الزجاج ذو الانبعاثية المنخفضة** فى الإتجاه الجنوبى، **والزجاج الشفاف ثلاثى الطبقات** فى الإتجاه الشمالى.
- تم **إستخدام الواجهة المزدوجة double facade** للتغلب على مشاكل الطاقة، كما تستخدم فى **تهوية المبنى طبيعيا**.
- هناك كفاءة طاقة اضافية من خلال إستخدام احدث أنظمة التحكم الكمبيوترية **وأجهزة استشعار الحركة فى نظم الاضاءة.**



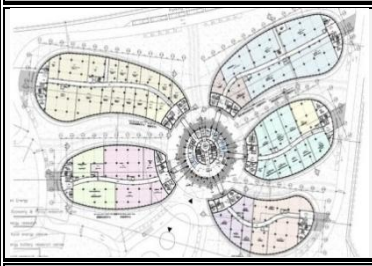


| | |
|---|---|
|     <br>واجهة المبنى تستجيب لكمية الاشعة الشمسية المباشرة المعرض لها<br><br>  <br>التظليل الذاتى من خلال التشكيل المعمارى،والتهوية الطبيعية وخاصة فى المكاتب، الالواح الشمسية لتزويد المبنى بالطاقة ونظام التدفئة المستخدمة فى المبنى تساعد على تحسين استغلال المبنى للطاقة<br><br>  <br>يتم تهوية المبنى طبيعيا وخاصة الجزء الادارى بطول محيط المبنى | |
| - المبنى مزود **بالألواح الشمسية** photovoltaics، لتوفير الطاقة الكهربية فى المبنى، مع وجود أجهزة استشعار للتحكم بحركتها ملحقة بنظام ادارة المبنى.<br>- نظام التبريد فى المبنى يعتمد على **الإنتفاع بالمياه الجوفية** التى يتم ضخها عبر الآبار التى تصل الى عمق 427 قدم تحت سطح الأرض، كما يمكن تسخينها لتستخدم فى التدفئة حيث يتم إعادة تدوير الحرارة التي تولدها أجهزة الكمبيوتر والأضواء. | **وسائل توليد الطاقة فى المبنى** |

**جدول رقم (3)** **المصدر: الباحث**

| نموذج رقم(3) | البيانات الأساسية للمشروع | |
|---|---|---|
| اســـــم المشروع | مركز ابحاث جامعة وهان "مركز زهرة الطاقة" Wuhan(CH) new energy institute | |
| مـــوقع المشروع | مدينة وهان بالصينWuhan,China | |
| المصمم المعمـارى | تصميم شركة جرونفميج الهولندية بالتعاون مع مكتب سوتيرز فان المعمارى. Wuhan energy center by Grontmij and Soeters Van El Donk Architects | |
| مـــالك المشروع | Hubeiscience&technology investment company | |
| فتـــرة التنفيـــذ | بدأ الإنشاء 2010- 2013 | |
| وظيفـة المبنـــى | معهد (مركز) بحوث فى مجال مصادر الطاقة المتجددة والإستدامة | |
| مساحـة المبنـــى | يقع المشروع على مساحة 70,000 م2 بمساحة بناء 40,000 م2 | |

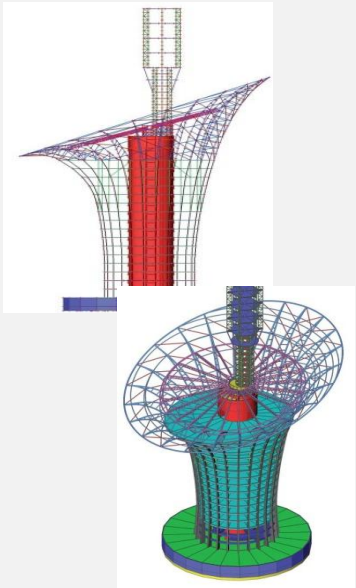
## نبذة عن المشروع



- المبنى عبارة عن برج رئيسى بارتفاع 140م يحيط به عدة ابراج صغيرة ( 6 كتل) مغطاه بالنباتات المزروعة على سطحها (ذات الأسقف الخضراء).
- حصل المبنى على 3 نجوم فى شهادة المبانى الخضراءالصينية chinese three stars green building certification، بنسبة تقييم 99.8%، بالإضافة الى شهادة الـ BREEAM ، مما يدل على نجاح اداء وإستخدام المبنى، حيث يهدف المشروع الى الوصول الى نسبة استهلاك الطاقة zero لتصبح مدينة وهان اكثر المدن استدامة فى الصين. حيث أن مناخ مدينة وهان رطب لنحو 6 اشهر فى السنة.

## كيفية إستغلال الطاقة فى المبنى

**وسائل توفير الطاقة فى المبنى**



**تعامل المبنى مع الطاقة بشكل موفر من خلال:**

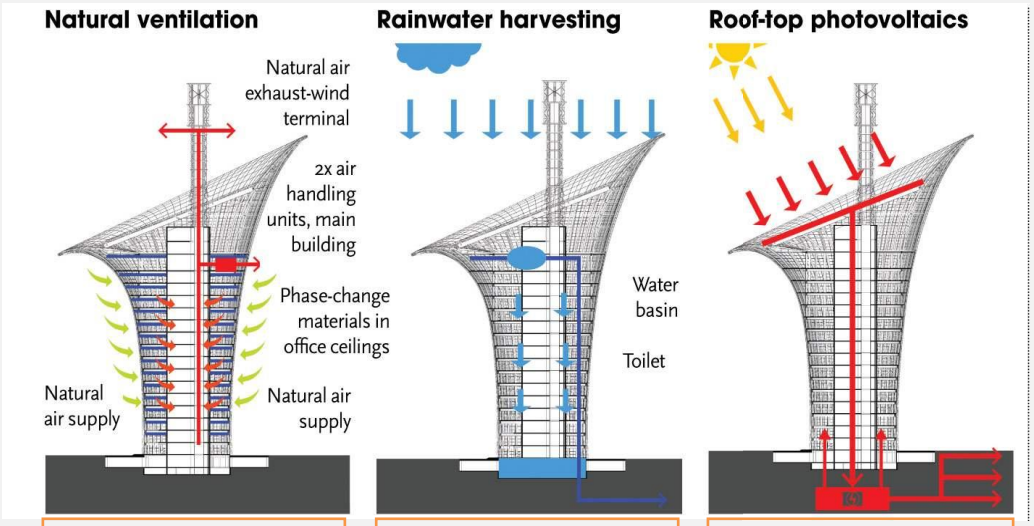
- تم الإعتماد على **التهوية والإضاءة الطبيعية** فى عمق الفراغ من خلال مساحات زجاجية بالأسقف.
- إستخدام**السطح الأخضر** لأسقف الأبراج المحيطة بالبرج الرئيسى مما يساعد على توفير استهلاك الطاقة.
- **تصميم المبنى** يعتمد على الإتجاه السلبى من خلال المحيط الدائرى والذى يجعل أقل مساحة من الواجهة تتعرض للأشعة الشمسية المباشرة.
- **تشكيل المبنى** يحقق اقصى قدر من **التظليل فى الواجهة الجنوبية** للتقليل من أحمال التبريد التى تزيد نتيجة إستخدام الواجهة الزجاجية لتحسين خواص الإضاءة الداخلية، حيث تم عمل انحناء الجزء العلوى (على شكل قمع) من المبنى لأسفل للتظليل الواجهة خلال فصل الصيف (وذلك فى جزء المكاتب ذو الواجهة الزجاجية فى الإتجاه الجنوبى).
- تشكيل فتحة سقف مصممة لأغراض التدفئة والتبريد، حيث يعتمد المبنى على التهوية الطبيعية من خلال مدخنة شمسية مركزية stack على ارتفاع اكثر من 120م لتهوية الفراغات الداخلية طبيعيا، ويتم التحكم فى فتح الشبابيك فى الواجهة من قبل مستخدمين المبنى ويتم **التحكم المركزى فى الشراعات الشمسية(louvers)**ضمن نظام التهوية الذى يعمل دون الحاجة الى وسائل ميكانيكية mechanical extraction.

**وسائل توليد الطاقة فى المبنى**

- تم تغطية سطح البرج الرئيسى بعدد كبير من **الواح الطاقة الشمسية** لإمتصاص أشعة الشمس وتوليد الطاقة، والطاقة الناتجة من photo voltaic panels(PVS)، لا توجه مباشرة الى المبنى ولكن الى شبكة ذكية محلية local smart grid، ومن ثم يتم تغذية المبنى بكمية الطاقة التى يحتاجها.
- الجزء العلوى البارز اعلى المبنى يحتوى على **مولدات هوائية (توربينات الرياح الرأسية)** تقوم بتوليد وانتاج طاقة الرياح (طاقة اضافية)، حيث أن سرعة الرياح منخفضة فى مدينة وهان فتم وضع توربينات الهواء اعلى نقطة فى المبنى

**والجدول التالى يوضح النتائج النهائية لتحليل النماذج الثلاثة المختارة فى كيفية استغلال المبنى للطاقة (توفير – توليد)**

- يحتوى المبنى على **منظومة مائية** تقوم بتجميع مياه الأمطار لإستخدامها فى تبريد الهواء داخل المبنى لتقليل الحاجة من إستخدام المكيفات، كما يستخدم فى تغذية المبنى بالمياه.
- تم تجهيز النوافذ **بأجهزة استشعار ملحقة بنظام ادارة المبنى**، كما أن الجزء تحت الأرض من المبنى ملحق به مجمعات ضوئية وأنابيب ضوئية لنقل ضوء النهار الى الفراغات التى لاتحتوى على فتحات نوافذ لتساعد فى تقليل الإضاءة المطلوب توفيرها.




| يدخل الهواء المبنى عبر فتحات الواجهة ويخرج عبر Central ventilation shaft | نظام تجميع مياه الأمطار فى حوض علوى لتغذية المبنى بالمياه اللآزمة | يميل سطح مبنى زهرة الطاقة نحو الأشعة الشمسية لتحقيق أقصى ادآء من مصفوفة الخلايا الضوئية والتى تصل الى 3500م2 |
|---|---|---|

**نظام التهوية المختلط (المزدوج) فى المبنى:**

- الجزء العلوى البارز من اطار الصلب له وظيفيتين: الأولى، هو محور رأسى لتوربينات الرياح، الثانية، محور(مركز) لإستراتيجية اسلوب التهوية المختلط، فهو عبارة عن انبوب قطره 3م مصنوع من الألومنيوم اسود اللون متصل رأسيا ببرج صلب يتم تسخينه بحرارة الأشعة الشمسية فيولد حرارة عالية، ويتصل مباشرة بقلب (core) المبنى.
- الهواء الساخن يرتفع من خلال فتحة مركزية، حيث يتم سحبه (sucked) من المبنى من خلال الفتحات المطلة على قلب المبنى مما يعمل على تهوية المكان (حركة الهواء).
- يتم دعم النظام بواسطة وحدتين معالجة للهواء air handling units (AHUS)، لإمداد المبنى بالتبريد أوتسخين (التدفئة) للفراغات المختلفة عند الحاجة لذلك.

| اسم المبنى | كيفية استغلال المبنى للطاقة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | توفير استهلاك الطاقة | | | | توليد الطاقة لتغذية المبنى باحتياجاته | |
| مقر سلطة لندن<br>London city hall house<br> | التصميم المعمارى | ● | | | الواح الطاقة الشمسية | ● |
| | التشكيل المعمارى | ● | | | | |
| | المعالجات البيئية | ● | العزل الحرارى | | المولدات الهوائية | |
| | | ● | الحوائط المزدوجة | | | |
| | التهوية والاضاءة الطبيعية | ● | | | | |
| | وسائل التظليل | | الأسطح الخضراء | | المنظومة المائية | ● |
| | | | الكاسرات الشمسية | | | |
| | | ● | التظليل الذاتى | | | |
| | تقليل المساحة المعرض للأشعة الشمسية المباشرة | ● | | | نظم ذكية فى ادارة المبنى | ● |
| | إستخدام مواد موفرة او نظم ذكية) لتقليل استهلاك الطاقة | ● | زجاج منخفض الانبعاثية | | | |
| | | ● | اجهزة استشعار والتحكم المركزى فى فتح وغلق الفتحات | | | |
| مركز ابحاث جامعة وهان "مركز زهرة الطاقة" بالصين<br>Wuhan(CH) new energy institute<br> | التصميم المعمارى | ● | | | الواح الطاقة الشمسية | ● |
| | التشكيل المعمارى | ● | | | | |
| | المعالجات البيئية | | العزل الحرارى | | المولدات الهوائية | ● |
| | | | الحوائط المزدوجة | | | |
| | التهوية والاضاءة الطبيعية | ● | | | | |
| | وسائل التظليل | ● | الأسطح الخضراء | | المنظومة المائية | ● |
| | | ● | الكاسرات الشمسية | | | |
| | | ● | التظليل الذاتى | | | |
| | تقليل المساحة المعرض للأشعة الشمسية المباشرة | ● | | | نظم ذكية فى ادارة المبنى | ● |
| | إستخدام مواد موفرة او نظم ذكية) لتقليل استهلاك الطاقة | | زجاج منخفض الانبعاثية | | | |
| | | ● | اجهزة استشعار والتحكم المركزى فى فتح وغلق الفتحات | | | |
| بيت ابو صير(منزل طارق لبيب) بالقاهرة<br>House in Abousir II<br> | التصميم المعمارى | ● | | | الواح الطاقة الشمسية | |
| | التشكيل المعمارى | ● | | | | |
| | المعالجات البيئية | ● | العزل الحرارى | | المولدات الهوائية | |
| | | ● | الحوائط المزدوجة | | | |
| | التهوية والاضاءة الطبيعية | ● | | | | |
| | وسائل التظليل | | الأسطح الخضراء | | المنظومة المائية | |
| | | ● | الكاسرات الشمسية | | | |
| | | | التظليل الذاتى | | | |
| | تقليل المساحة المعرض للأشعة الشمسية المباشرة | | | | نظم ذكية فى ادارة المبنى | |
| | إستخدام مواد موفرة او نظم ذكية) لتقليل استهلاك الطاقة | | زجاج منخفض الانبعاثية | | | |
| | | | اجهزة استشعار والتحكم المركزى فى فتح وغلق الفتحات | | | |

جدول رقم(5) المصدر: الباحث

**الجدول التالى يوضح التقييم النهائى للنماذج الثلاثة**

| اسم المبنى | توفير استهلاك الطاقة | توليد الطاقة |
|---|---|---|
| مقر سلطة لندن | ✓ | ✓ |
| مركز ابحاث جامعة وهان بالصين | ✓ | ✓ |
| بيت ابو صير(منزل طارق لبيب) بالقاهرة | ✓ | ------- |

جد

- **نتائج تحليل النماذج (الجزء التطبيقى)**

يتضح من دراسة الأمثلة السابقة أنه يمكن تقليل استهلاك الطاقة فى المبانى بطرق مختلفة من خلال التصميم والتشكيل المعمارى بمفرداته المختلفة التى تعتمد على التصميم السلبى للطاقة ( الأفنية المركزيةوالتى تساعد فى الاعتماد على الإضاءة والتهوية الطبيعيتين،وتقليل سطح المبنى المعرض للأشعة الشمسية المباشرة، التغطية المناسبة،...)، وإستخدام المعالجات البيئية مثل العزل الحرارى والحوائط المزدوجة، كما يمكن ايضا الحد من استهلاك الطاقة من خلال زراعة الاسطح وإستخدام وسائل التظليل وخاصة فى الواجهات الأكثر عرضة للأشعة الشمسية سواء بإستخدام التظليل الذاتى للكتل أو الكاسرات الشمسية وكيفية التحكم بها ، وإستخدام المواد الذكية ضوئيا وحراريا واستغلال النظم الحديثة لتوفير احتياجات المبنى من الطاقة من مصادرها الطبيعية بالإضافة الى استغلال الطاقة الشمسية سواء بالطريقة الموجبة أو السالبة .
كما يمكن توظيف طاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الشمسية فى توليد الطاقة لتوفير احتياجات المبانى كما يمكن دمج النظم الذكية المختلفة بها لتحسين استغلال هذه الطاقات.

**٧ - نتائج وتوصيات البحث**

- نتيجة الاعتماد طوال السنوات الماضية على الطاقات الأحفورية وتزايد الحاجة باستمرار أصبحت الطاقة المنتجة غير قادرة على سد احتياجات المجتمع من الطاقة، ولذلك بدأت مصر ومعظم دول العالم فى التوجه الى الطاقات المتجددة مثل طاقة الرياح والشمس والمياة لحل أزمة الطاقة وخاصة تميز مصر بموقع يجعلها تتعرض للإشعاع الشمسي من 9 ساعات الى 11 ساعة يوميا، ولذلك يجب مراعات الظروف المناخية والبيئية المحيطة بالمبنى عند تصميمه للحصول على مباني معمارية تراعي الاحتياجات الانسانية دون اهدار للطاقة والإسراف فى إستخدامها.
- ان تكنولوجيا الطاقات الجديدة والمتجددة من اكثر النظم كفاءة فى التكلفة عند إستخدامها معظم السنة خاصة فى الظروف البيئة المتوفرة فى مصر. و يراعى فى إستخدام الطاقات المتجددة معرفة التكلفة الاقتصادية للنظام المستخدم ومدى جدوى هذه الأنظمة وجودتها وتوفيرها للطاقة والتوفير الإقتصادى لها عن الأنظمة الحالية فى الطاقة الكهربائية من الوقود الأحفورى.
- وتتشكل نتائج البحث فى إتجاهين احدهما المبانى الموفرة للطاقة وثانيهما المبانى المنتجة للطاقة

**أولاً:** الموجهات التصميمية للمبانى الموفرة للطاقة يمكن إستخدام العمارة الشمسية السالبة لتحقيق الراحة الحرارية داخل المبانى بدون الإعتماد على معدات ميكانيكية، من خلال عناصرها التقليدية مثل الملاقف والأفنية الداخلية وغيرها، وعناصرها المتطورة كالخلايا الشمسية وغيرها.

- يمكن من خلال المعالجات المعمارية المختلفة توفير استهلاك الطاقة فى المبانى من خلال توفير مسطح مائي في المبنى والذى يعمل على تقليل من درجة حرارة الجو من 3-4 درجة مئوية، وإستخدام الكاسرات المائلة بزاوية 60 درجة والتى تمنع نفاذ أشعة الشمس بدرجة جيدة ، بالإضافة الى أن توفير المسطحات الخضراء تعمل على تقليل درجات الحرارة فى فصل الصيف بحوالى 5 درجات مئوية، كما أن فكرة الأسطح المزروعة توفر 25% من طاقة التكييف، كما عملية إظلال الواجهات تقلل من تكلفة تكييف وتبريد الهواء خلال الصيف بمقدار 15- 35.%

**ثانيا:** الموجهات التصميمية للمبانى المنتجة للطاقة

- يراعى إستخدام انظمة الطاقة الشمسية التى تعمل بادارة الحركة لإجراء النظام للعمل على مدار العام لاكتساب اكبر قدر من الأشعة الشمسية من خلال حركتها مع زوايا الشمس خلال اليوم، بالإضافة الى ان الجمع بين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح

يعتبر من أفضل الحلول فى نظم انتاج الطاقة الكهربية.وتعميم إستخدام السخانات الشمسية لتحويل الاشعاع الشمسى الى طاقة كهربائية منتجة تخزن للإستخدام لاحقا.

## ٨ -المراجع


١. ماجدة بدر ابراهيم .(2010). العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجى فى التكم البيئى وترشيد استهلاك الطاقة بالمبانى دراسة تحليلية، رسالة ماجستير. الجيزة: قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة.

٢. قطاع الطاقة والكهرباء، (2018)، http://www.moee.gov.eg/test_new/home.aspx

٣. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوى.(2007). إقتصاديات التصميم البيئى، رسالة دكتوراة. الجيزة: قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة.

٤. هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوى ( 2012-2013) - ( 2014-2015) وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة / دليل الطاقة. 6/2000.، القاهرة: جهاز تخطيط الطاقة.

٥. Mourtada, R. M.(August 2010). Instruments and Financial Mechanisms of energy .efficiency measures in building sector.World Energy Council

٦. شهد عبد الرضا العباسى، ( 2011)، تطبيق أسس العمارة الخضراء لترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى السكنية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة جامعة القاهرة- الجيزة.

٧. شيماء السيد أمين صبور، ( 2010). البناء بالعمارة الشمسية الموجبة وأساليب تكامل الخلايا الضوئية مع المبانى، رسالة ماجستير، كلية الهندسة جامعة القاهرة- الجيزة.

٨. حسن فتحى.(1989). عمارة الفقراء. القاهرة: وزارة الثقافة فى القاهرة.

٩. قطاع الطاقة والكهرباء، ( 2014)، جهود قطاع الكهرباء فى تحسين كفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها، الموقع الالكترونى http://www.moee.gov.eg/tarshed/efforts_saving.aspx

١٠. محمد صلاح ميهوب، ( 2014) استهلاك الطاقة فى المبانى السكنية وتأثيره على مبنى موفر للطاقة فى مصر-مؤتمر الأزهر الدولى الثالث عشر- جامعة الأزهر.

١١. مها عيد عبد الستار، ( 2013) الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها فى التنمية المستدامة فى المناطق الريفية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة الأزهر.

12. Anhar Hegazi – Ibrahim Yassin,(2013) , Towards a more sustainable energy economy , Jordon: Climate change risk management programe in Egypt.
13. George Bassili Hanna,(2013) , sustainable energy potential in the egyption residential sector, Egypt, Journal of environmental science and engineering
14. Rahman Azari,(2014), Integrated energy and environmental life cycle assessment of office building envelops. University of texas at San Antonio.