إستراتيجية كفاءة إنتاجية الطاقة
نحو تحويل مبنى سكنى مستهلك للطاقة إلى مبنى سكنى مولد للطاقة

أحمدأحمد فكرى
أستاذ /كلية الهندسة جامعة القاهرة ،الهندسة المعمارية ،مصر
ريهام الدسوقى حامد
مدرس/ كلية الهندسة جامعه بني سويف،الهندسة المعمارية ،مصر
ضحى محمد سعيد
مدرس مساعد
معهد الصفوة العالي للهندسة والتكنولوجيا،الهندسة المعمارية ،مصر

الخلاصة :-

دفع الطلب المتنامي لإستهلاك الطاقة بجميع المجالات الدول المتقدمة وبعض الدول النامية إلي وضع إستراتيجيات لترشيد إستهلاك الطاقة وتكمن المشكلة البحثية بالقطاع السكني والذي يأتي في مقدمة المباني المساهمة بالنصيب الأكبر في إستهلاك الطاقة ولاسيما شريحة المبانى السكنية الراقية والتي تمثل الفئة الأعلى فى إستهلاك الطاقة. ونظرا لتوجه الدولة المصرية لتطبيق خطة وطنية لترشيد إستهلاك الطاقة مقسمة المجتمع لشرائح مالية لحساب سعر الكيلوات كهرباء تتناسب طرديا مع إرتفاع معدل إستهلاك الطاقة، وبناء على ذلك تم إختيار هذه الشريحة لكونها الأكثر إحتياجا لتطبيق فكرة المبانى السكنية صفرية الطاقة .

Zero-Energy Residential Buildings /NZERB) Net)

محور المنهجية البحثية للدراسة. الأمر الذي يتطلب تحسين كفاءة الطاقة بالمسكن وتوظيفها لتحقيق المتطلبات التصميمية والراحة الحرارية لتلافي زيادة الإستهلاك وتقليل الفاقد من الطاقة. والتكامل بين النظم البيئية المختلفة شامله نظم العزل، التهوية، الإكتساب الشمسي، الإضاءة الطبيعية، الكتلة الحرارية، ونظم التدفئة والتبريد والتسخين وغيرها..

ويمكن أن يصل المسكن إلى مسكن صفرى مولد للطاقة بالإعتماد الكامل على ذاته في إمداد الطاقة اللازمة له، فلم يعد الفكر العالمي للتصميم يقتصر على الترشيد من إستهلاك الطاقه بل إمتد ليشمل

التوليد والإنتاج وإعادة التدوير بإستغلال الطاقات المتجددة ودمجها بالمسكن بغرض توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الفوتوفلتية وتوربينات الرياح والتسخين بالسخانات الشمسية وغيرها كمصادر للإمداد بالطاقة لتقليل الإعتماد على الشبكة العامة، كذلك توريد الفائض من الطاقة المنتجة وتعظيم قيم إعادة التدوير ودمج الأجهزة المرشدة للطاقة داخل المسكن إلى الشبكة العامة وإستغلالها إما بالبيع أو نقلها لموقع آخر. فأصبح المبنى لا يغطي فقط ما يستهلكه من طاقة بل يقوم بإنتاج طاقة زائدة يمكن التربح منها. وتقترح الورقة البحثية منهج تصميم مسكن مولد للطاقة لتحويل مسكن قائم مستهلك إلى مسكن صفرى مولد للطاقة بإستخدام منهج التصميم المقترح لمبنى سكني يحقق محاور إستراتيجية كفاءة إنتاجية الطاقة.

الكلمات المفتاحية: نضوب الطاقة ، مشكلات البيئية ، زيادة أسعار الطاقة ،المسكن الصفري الطاقة ، ، نظم الطاقة المتكاملة ، تصميم مسكن مولد للطاقة ، منهج إستراتيجية كفاءة الطاقة.

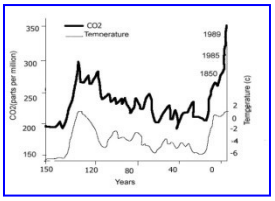
1- المقدمة :

تكمن مشكلة الطاقة إلى تناقص مصادرها طردياً مع تزايد إستهلاكها تماشياً مع التطور التكنولوجي والصناعات الحديثة، فقد إستجاب الإنسان عبر التاريخ لإحتياجاته من الطاقة تبعاً لكم ونوع المصادر المتاحة، إلا أنه مع الزيادة السكانية وتعدد المجالات المعتمدة على الطاقة كذا التطور المستمر الذي يجعل من الإنسان مستهلك رئيسي غير مرشد للطاقة .

كان لابد من ظهور العديد من المشكلات المتعلقة بالطاقة وتعرضها للنضوب والمشاكل البيئية الناجمة عنها والتي تتطلب إيجاد حلول بديلة غير محدودة للأجيال القادمة **شكل (١)**، بالإضافة إلى طفرة زيادة أسعار الطاقة الناتجة من مصادرالطاقة الأولية، مما أدى إلى زيادة في أسعار كل المنتجات التي تستخدم الطاقة. [6]

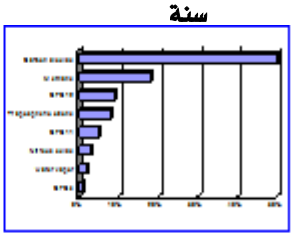
شكل (١) الإستهلاك العالمي لمصادر الطاقه

كذا الإتجاه للحفاظ على البيئة وتلك المخاوف البيئية حول الآثار السلبية الناتجة عن إستخدام مصادر الطاقة التقليدية محدثة تغيرات مناخية عديدة منها ظاهرتي الإحتباس الحراري وزيادة إنبعاثات الكربون **شكل (٤.٣.٢)** [15]. والتي قد تؤدي إلى مضار لا يحمد عقباها، فقد كان لهذه العوامل التأثيرالأكبر نحو الاتجاه إلى إستخدام الطاقات المتجددة **شكل(٥)** .



شكل (٢) دراسة حول درجات الحرارة وتركيزات ثاني أكسيد الكربون على مدى 160.000 سنة

شكل (٣) التأثيرات البيئية للإنبعاثات الكربونية المتوقعة لسنة 2050



شكل (٤) أهم الغازات المنبعثة من تأثير الصوبة الزجاجية

Greenhouse Effect/Phenomenon

شكل (٥) الإتجاه العالمي لإستخدا الطاقات المتجددة

New & Renwable Energy

وفي ظل المجهودات الرامية لإصلاح الهيكل الإقتصادي والإنطلاق على طريق النمو لرفع مستوى المعيشة ومواجهة الزيادة السكانية المطردة وصل معدل إستهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع السكني بمصر ما يزيد عن ٥٠٪ من إجمالي ما تنتجة الدولة من طاقة كهربائية ، فالزيادة في الطلب علي الطاقة تفوق معدل الزيادة المنتجة سنوياً بحوالي ٢,٥٪ كواقع محلي ملموس.[7] فقد كشف تقرير مركزالمعلومات بمجلس الوزراء عن إرتفاع الإستهلاك المحلى من الكهرباء **شكل(٦)**.

شكل (٦) التوزيع النسبي للطاقة الكهربية وفقاً للاستخدامات

موضحا أن القطاع المنزلى هو أكثر القطاعات إستهلاكا للكهرباء، حيث يستهلك حوالى ٣٩,٥٪ من إجمالى الإستهلاك خلال العام المالى (٢٠١٢- ٢٠١٣م) ، يليه قطاع الصناعة بنسبة ٣٢,٤٪.ثم المحلات التجارية بنسبة ٨٪. بينما تبلغ مبيعات دول الربط ومشروعات « بى أو أو تى/ BOOT» أدنى نسبة لتصل إلى ١,١٪.[6]

وفي هذة الآونة يمر المجتمع المصري بالعديد من الأزمات منها أزمة الطاقة، ولكون العمارة روح المجتمع و مرآتة يتطلب أن تنعكس لحل مشكلاتة من خلال التوجه نحو إحترام البيئة كأولوية قصوى فى التصميم بل إعتبارها أساس لعملية التصميم نفسها. وبعد أن تم إلقاء النظرة على معدلات إستهلاك الطاقة فى القطاعات المختلفة، وجد أن قطاع المبانى السكنية يأتى فى المقدمة بالنسبة للمبانى التى تشارك بالنصيب الأكبر فى إستهلاك الطاقة يصل إلى النصف تقريبا ، كان من اللازم البحث عن وسيلة لحل هذة الأزمة فإنطلقت الفكرة الي ميلاد إتجاة جديد متمثلة بالعمارة المولدة للطاقة Architecture-Energy.

ومن هنا برز دور تحقيق إستراتيجيات كفاءة إنتاجية الطاقة **شكل (٧)** ، (Strategies for Efficient Energy Production) شامله كل من: (ترشيد إستهلاك الطاقة Rationalization of Energy consumption ،

وحفظ الطاقة Energy Saving conservation عن طريق توظيف نظم الطاقة المتجددة وكفاءة تخزينها وإنتاج الطاقة Energy production عن طريق تكامل نظم الطاقة Integration of Energy Systems وإعادة إستخدام الطاقات Energy Reuse) بهدف الوصول إلى مبنى إستهلاكه من الطاقة وإنبعاثاته من الكربون سنويا يساوى صفر[12]

وبدراسة الوضع القائم وجد أن كفاءة الطاقة بالمبانى السكنية تسهم بجانب كبير فى حل مشكلات الطلب المتزايد للطاقه والتي تتأثر مباشرة بتقليص التكاليف، وتوفير بيئة عمرانية و معمارية صحية نظرا لزيادة خطر التلوث البيئى وما لها من أثر واسع فى إستهلاك الطاقة. ومن هنا ظهر الإحتياج الماس إلى تتبع خيط التفاعل الإيجابى بين كل من البيئة والطاقة والمسكن للوصول الى إستراتيجية تحقيق كفاءة الطاقة .

ويعنى بكفاءة إستخدام الطاقة تخفيض كمية الطاقة اللازمة لوحدة النشاط الإقتصادى لأقل قدر ممكن دون المساس أو التأثير الجوهرى على مستوى هذا النشاط .ومن ثم فإن هذه الدراسة قد هدفت إلى تحديد محاور الإستراتيجية التصميمية التى تحقق كفاءة الطاقة والتى من خلالها يمكن الحصول على مسكن مولد للطاقة .

ومن هذا المنطلق تمثل مشكلة الطاقة مشكلة بيئية وإقتصادية بل وحياتية ملحة بالنسبة للعالم كافة تفرض ضرورة التحرك الإيجابي والواعي والسريع لتفادي مخاطر تدهور الطاقة ونضوبها ومردوداتها الخطرة آنياً ومستقبلاً.

المشكلة البحثية

نظرا لزيادة الإستهلاك العام للطاقة فى المبانى السكنية والذى أدى إلى العديد من المشكلات تتبلور المشكلة البحثية فى هذه الدراسة فى أهمية إيجاد منهجيات تصميم لمبانى سكنية محلية فى مصر تخضع لمداخل التصميم البيئى وتكون الطريق المتبع إلى تصميم مسكن صفرى الطاقة

ومن هنا نجد أن المشكلة البحثية لهذه الدراسة ستكون معنية للإيجابة عن الأسئلة التالية:

ما هى إستراتيجية الوصول لمبنى صفرى الطاقة وكيف يتم التأكد من جدواها باستخدام برمجيات الطاقة أثناء مراحل التنفيذ؟

وهل يمكن تحويل مبنى سكني قائم مستهلك للطاقة لمبنى سكني صفر الطاقة ؟

والإحتياج لتناول هذه المشكلة فى هذه الدراسة يعود إلى العديد من الأسباب التى دفعت إلى ذلك من أهمها ما يلى:

البحث فى أسباب الإسراف في إستهلاك الطاقة للحد منه مع البحث عن إمكانية استبدال الطاقة الحالية بأخرى بديلة.

البحث فى كيفية الحد من إستهلاك الطاقة مع المحافظة على مستوى الخدمات المطلوبة وتوفير الراحة البيئية لساكنيها وذلك بالتحكم في إدارة الطاقة بالمسكن بإيجاد التوازن بين الطاقة الداخلة والخارجة منه.

البحث فى تحسين كفاءة الطاقة داخل المسكن من خلال التصميم الواعي بالمناخ المحيط ودمج المسكن بتكنولوجيات إمداد الطاقة المتجددة اللازمة له ونظم إعادة الإستخدام والنظم المتكاملة لما لهم من مردود

- بيئي وإقتصادي إيجابي سواء على المالك أو الدولة والاستغناء الجزئي أو الكلي عن طاقة الشبكة العامة.

ويجدر الإشارة إلى أن المشكلة البحثية لهذه الدراسة ستكون معنية بالتالي:

- إستراتيجية الوصول لمبنى مولد للطاقة وكيفية التأكد من جدواها بإستخدام برمجيات الطاقة .
- إمكانية تحويل مسكن قائم مستهلك للطاقة لمبنى سكني مولد للطاقة.

أهدف البحث:

يهدف البحث الى :

الوصول إلى منهجية تصميم مبانى سكنيه صفرية الطاقة تعتمد فى تصميمها على مبادئ ومفاهيم التصميم البيئى.

الوقوف على إستراتيجية التحول لمبنى صفرى الطاقة والتأكد من جدواها باستخدام برمجيات الطاقة لتكون الطريق للمعماريين أثناء عملية التصميم .

إثبات أن تحقيق كفاءة إنتاجية الطاقة فى المبنى السكنى يوصله إلى مبنى سكنى صفرى الطاقة .

إمكانية تحويل مبنى سكني قائم مستهلك للطاقة لمبنى سكني صفر الطاقة.

البدء في تطبيق القوانين الملزمة المعنية بتدابير رفع كفاءة استخدام الطاقة بالمباني السكنية القائمة و المستحدثة.

شكل (٧) إستراتيجيات كفاءة إنتاجية الطاقة

- فرضية البحث:

تفترض الدراسة أنه بتطبيق إستراتيجية كفاءة إنتاجية الطاقة على مبنى سكنى مستهلك للطاقة سوف يتم تحويله إلى مبنى منتج للطاقة.

! - منهج البحث:

منهج تحليلي تطبيقي يعتمد إلى الوصول لهدف البحث من خلال:

الإتجاهات المعمارية المرشدة لإستهلاك الطاقة.

إستراتيجية كفاءة الطاقة فى المبانى السكنية .

العلاقة بين إستراتيجية كفاءة الطاقة والحصول على مسكن صفرى الطاقة.

تقييم محاور الإستراتيجية المقترحة: للوصول لكفاءة الطاقة ومدى إمكانية تطبيقها لتحويل مسكن مستهلك إلى مسكن مولد للطاقة .

الإتجاهات المعمارية المرشدة لإستهلاك الطاقة

نظرا لتزايد الإهتمام العالمي نحو ترشيد إستهلاك الطاقة لما يسببه من أضرار بيئية وتحولات مناخية تؤثر سلباً على أداء الإنسان وصحته، كما أن توفير الطاقة يعد من أساسيات التنمية الإقتصادية ظهرت العديد من الإتجاهات المعمارية للحفاظ على الطاقة وترشيد إستهلاكها والمساهمة فى حل المشاكل البيئة الناتجة عنها وكلها إتجاهات تنصب أساسا من مداخل التصميم البيئى، ومن أهم هذه الإتجاهات التى ظهرت فى المبانى السكنية **شكل (٨)** والتى تطورت عبر عدة مراحل كالتالى:(عمارة منخفضة الطاقة، Low-Energy عمارة موفرة للطاقة Energy-Saving ، عمارة ذاتية الإمداد بالطاقة Self-Energy Supply ، عمارة صفرية الطاقة Zero-Energy، لعمارة الذكية Smart Architecture[11].

شكل (٨) إستراتيجية الوصول لمبني مولد للطاقة

شكل (٩) العمارة صفرية الطاقة

ولتوضيح الإختلافات بين الإتجاهات المعمارية المرشدة للطاقة جدول ( )، يجدر الإشارة أن جميع الإتجاهات تركز على نفس الموضوعات البيئية كذا الناتج النهائى مشابها لكن هناك بعض نقاط الإختلاف تجعل كل منهم تطوراً للإتجاه الذى يليه، فالعمارة منخفضة الطاقة تعتمد على تطبيق التقنيات السالبة فقط والعمارة الموفرة للطاقة تعتمد على تطبيق لتقنيات السالبة والموجبة معاً، والعمارة ذاتية الإمداد بالطاقة تعتمد على توظيف نظم الطاقة المتجددة فقط، والعمارة الذكية تعتمد على خلق بيئة ذات إستجابة تكنولوجية، والعمارة صفرية الطاقة تعتمد على كل ما أعتمدت عليه الإتجاهات السابقة بالإضافة إلى إعادة إستخدام الطاقات الناتجة وهذا ما يميزها عن الآخرين.

جدول (١) الإختلافات بين الإتجاهات المعمارية المرشدة للطاقة

عمارة منخفضة الطاقة	عمارة موفرة للطاقة	عمارة ذاتية الإمداد بالطاقة	عمارة صفرية الطاقة	العمارة الذكية
تستخدم تقنيات الطاقة السالبة لتوفير بيئة داخلية مريحة تتمتع بإنخفاض الطلب على الطاقة وتقليل إستهلاك الطاقة فى المبانى وخاصة فى مجال (تبريد-تدفئة).	تعتمد على تقليل استهلاك الطاقة فى المبانى سواء في تشغيلها أو في استهلاكها اليومى تستخدم العديد من التقنيات "العمارة الشمسية السالبة والموجبة" و التكامل بينهما.	تغطى كافة إحتياجاتها من الطاقة معتمدة على توظيف نظم الطاقة المتجددة وهناك إحتمالين تصميمين للعمارة ذاتية الإمداد بالطاقة إما مبنى متصل بالشبكة أو مبنى غير متصل بالشبكة.	تتضمن تطبيق كافة إستراتيجيات الطاقة وتوظيف نظم الطاقة المتجددة وإعادة استخدام الطاقات بهدف الوصول إلى مبنى استهلاكه من الطاقة وإنبعاثاته من الكربون سنويا تساوى صفر.	أكثر الاتجاهات فاعلية فى خلق بيئة مستجيبة ومستديمة من خلال تحقيق التكامل بين النظم التكنولوجية والنظم البيئية .ولذلك تصنف ضمن الاتجاهات المعمارية التكنولوجية وفى ذات الوقت ضمن الاتجاهات المعمارية البيئية .

ويقصد بالعمارة الصفرية الطاقة Zero-Energy Architecture **هى العمارة التى دمجت بين التقنيات القديمة ونظم الطاقة المتجددة الإنتاج مبنى مستقل ذاتيا ولكنه لا ينتج الطاقة التى يستهلكها فقط بل ويعالج مياه الصرف والنفايات الصادرة عنه. ولكى يطلق على المبنى السكنى أنه مسكن صفرى الطاقة لا يكفى أن يكون مرشد لإستهلاك وحفظ الطاقة فقط ولكن أهم شرط يفصل إن كان المسكن صفرى الطاقة أم (منخفض الطاقة أو موفر للطاقة أو ذاتى الإمداد بالطاقة) هو إكتمال مثلث كفاءة إنتاجية الطاقة والمتمثل في إنتاج الطاقة وهو ما يعنى تحقيق فائض فى الطاقة يمكن الإستفادة منه إقتصادياً. "**

□: ولتحقيق فائض الطاقة هناك مدخلين أساسين

- **تكامل نظم الطاقة بالمبنى السكنى** Integration Systems . Residential Energy
- **إعادة إستخدام الطاقة بالمبنى السكنى** Energy Reuse . Residential

□

هذا وتتوقف كفاءة أداء الطاقه بالمبنى السكني في المقام الاول على التصميم المعماري المحاكي لإستخدامات مصادر الطاقة الجديدة و المتجددة وصولا إلي مسكن صفرى مولد للطاقة والتى تؤثر في مجملها على كفاءة الأداء وظيفيا وإنتاجيا وإقتصاديا.

ويجدر الإشارة إلى أن ترشيد الطاقة يمثل أمرا في غاية الأهمية بالنسبة لمصر من أجل تحقيق التوازن بين العرض والطلب حيث أن هناك قدرا كبيرا من الطاقة يمكن توفيره من خلال وضع قانون حكومي يحتم تطبيق تدابير رفع كفاءة إستخدام الطاقة في جميع المباني الجديدة، كما يتعين على الحكومة أن تلزم المستثمر في قطاع البناء بإستثمار من (١٠-١٥٪) فأكثر على إستخدام الأجهزة الموفرة للطاقة تشمل إستخدام النوافذ الزجاجية المزدوجة والأسقف والجدران المبطنة أو العازلة للحرارة، وذلك بدون التأثير على سبل الراحة والرفاهية، فالأمر لا يتعلق بعدم تشغيل أجهزة التكييف على سبيل المثال، بل بإستخدام أجهزة تكييف أكثر كفاءة فيما يتعلق بإستهلاك الطاقة والتي تلبي في مجموعها متطلبات كود البناء الموفرة للطاقة. [3]

شكل (١٠) كفاءة أداء الطاقه بالمبنى السكني

وقد أكد الدكتور كورت فيزيجارت (Dr.Kurt Vezijart) رئيس فريق العمل بمشروع (Mid-ENEC) الممول من قبل الإتحاد الأوروبي - والذي يعنى برفع كفاءة إستخدام الطاقة في قطاع البناء بمنطقة البحر المتوسط – مصر لديها الآن قدرات توليد للطاقة تقدر ب(٣٠ جيجاوات) ، وإذا تم تطبيق تدابير رفع كفاءة إستخدام الطاقة بشكل شامل في مجال المباني فإنها يمكن أن توفر (١٠ جيجاوات) أي ما يعادل ثلث إستهلاكها من الكهرباء، من خلال رفع كفاءة إستخدام الطاقة في قطاع المباني. وأوصى بضرورة تدخل الحكومة لجعل توفير الطاقة في المباني أمرا إلزاميا من خلال إصدار كود لمواصفات البناء. ( ) بمعنى أن يتم البدء في تطبيق القوانين الملزمة المعنية بتدابير رفع كفاءة إستخدام الطاقة على المباني الجديدة، كذا يتعين على الحكومة أن تضمن أنه إذا تم إنشاء أي مبنى جديد فإنه يجب أن يلبي متطلبات كفاءة إستخدام الطاقة كخطوة أولى.أما الخطوة الثانية تتطلب مراعاة جعل المباني أكثر كفاءة في إستخدام الطاقة عند تجديدها وترميمها، وهذه بلا شك مهمة ضخمة لا يمكن أن تكتمل في يوم وليلة إلا أنة من المهم أن تبدأ."

آن الأوان كي تتدخل الحكومة في مصر بجعل توفير الطاقة في المباني أمرا إلزاميا، ومن ثم إصدار القوانين المنظمة لمواصفات البناء و كود البناء أصبح أمرا مهما للغاية في هذا الصدد."

إستراتيجية كفاءة الطاقة فى المبانى السكنية

تعرف كفاءة الطاقة (Energy Efficiency) على أنها:

- القدرة على تقديم أفضل النتائج بأقل إسراف ممكن من الطاقة دون الإخلال بالوظيفة ويتطلب ذلك التخطيط المتكامل والرشيد لمصادر الطاقة مع العمل على رفع كفاءة إستخدامها ( ). ويمكن صياغتها في المعادلة التالية:

Minimum **Input** Energy + Minimum **Waste** Energy
Energy **Efficiency**

كفاءة الطاقة = استغلال المصادر المتاحة + تقليل الفقد

ويقصد بكفاءة المسكن كمية وجودة الطاقة بمختلف أنواعها وصولا للناتج المستهدف تحقيقا لأعلي درجات الرضا الوظيفي Function Satisfaction ،والراحة البيئية Environmental Comfort ،والتكيف مع المناخ Climate Adaptation، والحفاظ على الطاقة Conserving Energy، وإعادة الإستخدام Recycling، وتوفيرالتكلفة على المدى الطويل Long Term Cost Savings[10]

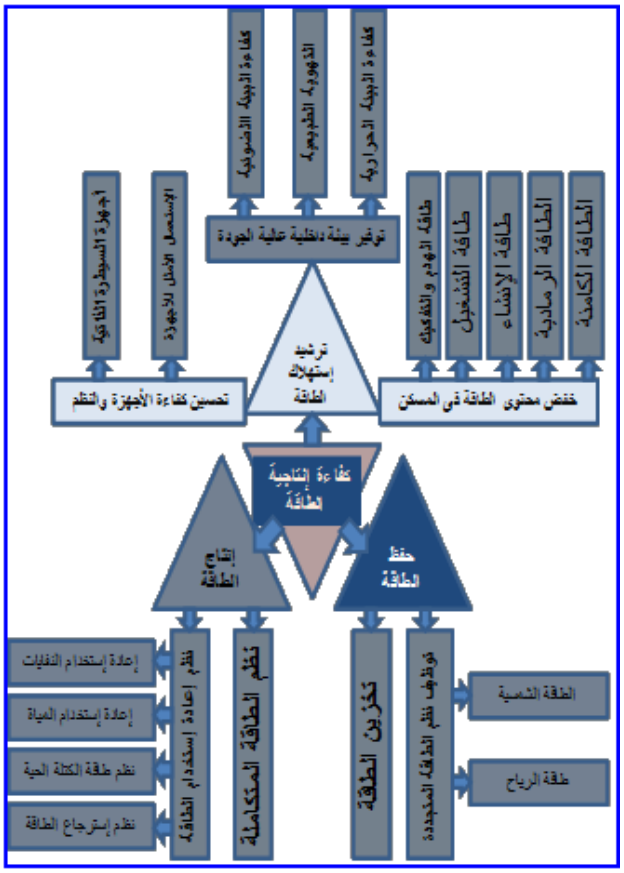
ويهدف البحث إلى التوصل إلى منهج تصميم يحقق إستراتيجية كفاءة الطاقة شكل (١١)،شاملة كل من:(ترشيد إستهلاك الطاقة بالمبنى السكنى- حفظ الطاقة بالمبنى السكنى-إنتاج الطاقة بالمبنى السكنى).

أولا : ترشيد إستهلاك الطاقة بالمبنى السكني

يقصد بترشيد إستهلاك الطاقة (Rationalization of Energy Consumption) بالمبنى الإستخدام الأكثر كفاءة والأمثل للطاقة المتوفرة للحصول على نفس كمية الطاقة اللازمة للمسكن بتقليل الفقد مع منع الإسراف في ظل مقننات لا يمكن تجاوزها من خلال حسن إستخدام المتاح بإستثماره لأكفأ الوسائل الممكنة سعيا للوصول إلى أقصى عائد إقتصادي طبقا لكود الطاقة Codes Energy والمواصفات القياسية Standard Specification [16]

ويتوقف ذلك على حسن إتخاذ القرار بمراحل التصميم والتنفيذ، ولا يعنى مجرد التوفير إقتصاديا بل يتضمنه بالضرورة منع إهدارها أو إستنزافها، ويدعم هذا المنع إستخدامها بكفاءة عالية وإختيار أنسب المصادر، فالترشيد سلاح ذو حدين- إذا تم بمستوى أقل يؤدى إلى إرتفاع غير مرغوب في إستهلاك الطاقة أما زيادة الترشيد تؤدى إلى خسائر في القيمة الإنتفاعية.

لذا فأنه من المهم إعتبار المبنى نظام طاقة متكامل محققا ترشيد الطاقة بمختلف عناصره بدءًا بالغلاف الخارجي مروراً بمكونات المبنى الداخلية وإنتهاءً بالأجهزة الكهربائية.



شكل (١١) منهج التصميم المقترح لمبنى سكني يحقق استراتيجية كفاءة الطاقة

ويعتمد ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة الإستخدام بالمبنى السكني على كل من المستخدم وطرق إدارة الطاقة بالمبنى، ويمكن تصنيفها وفقا لثلاثة محاور **شكل (١٢)** وهى :-

المحور الأول :ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بتصميم المبنى:

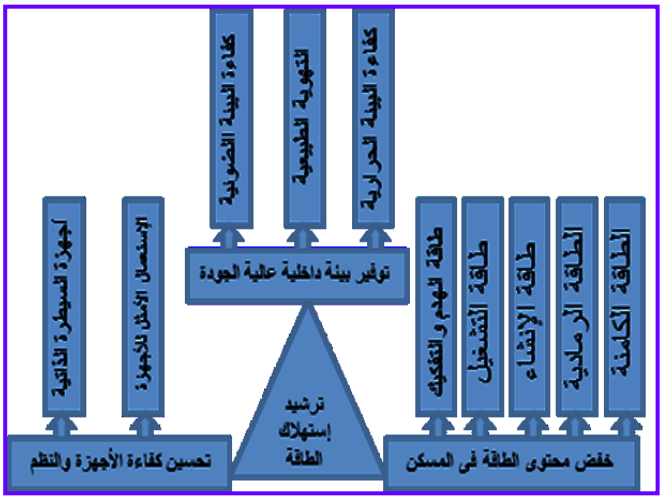
تصميم المبنى وفق إستراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في التصميم وتعظيم قيم إعادة الإستخدام لتتناسب مع المتطلبات البيئية والطبوغرافية والمناخية ومتغيرات الطاقة المتوافرة بداية من مرحلة التصميم ثم إختيار الخامات وصولا إلى التنفيذ سعيا لخفض محتوى الطاقة في المسكن. (طبق بالعينة البحثية إعادة تصميم النموذج بما يتناسب مع كفاءة الطاقة دون إحداث إخلال بالوضع القائم).

المحور الثاني :ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم:

تتوافر طرق ووسائل عديدة يمكن بواسطتها ترشيد إستهلاك الطاقة دون التأثير على مستوى الخدمات المطلوب شاملة كل من: أجهزة المسكن الإعتيادية، وأجهزة السيطرة الذاتية على الأجهزة الخدمية لتحسين كفاءة الأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المسكن.(تم تناول حسابات معدل إستهلاك الأجهزة المنزلية قبل وبعد الترشيد من الإستهلاك).

المحور الثالث: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدم المبنى:

ويتم ذلك من خلال الإجراءات الواجب إتباعها من قبل مستخدمي المسكن وتحديد الوسائل المناسبة لتعميم مفاهيم الترشيد وتسهيل تحقيقها تجنبا للإسراف في إستهلاك الطاقة في حالة توافر بيئة داخلية عالية الجودة.(تطبيق مبادئ الإضاءة والتهوية اتوليد الطاقة).



شكل (١٢) طرق ترشيد إستهلاك الطاقة بالمسكن

ثانيا : حفظ الطاقة بالمبنى السكنى

يمثل المبدأ الثانى لتحقيق كفاءة إنتاجية الطاقة والوصول بالمسكن إلى مسكن موفر للطاقة. ويقصد بحفظ الطاقة (Energy Conservation) هوالتوظيف المناسب لنظم الطاقة المتجددة المتاحة فى الموقع وكفاءة تخزينها للإستفادة منها جزئيا أو كليا لغرض معين.

يتم توظيف نظم الطاقة المتجددة بالمسكن ليشمل الإضاءة والتهوية والتدفئة والتبريد وتوليد الكهرباء، الأمر الذي يساعد فى الحفاظ على الطاقة وترشيد إستهلاكها متمثلة في إستغلال الشمس لتوفير التدفئة والتسخين Heating والإضاءة الطبيعية Daylight بقدر الإمكان لأكبر عدد من الساعات يسهم فى توفير الطاقة المستهلكة فى الإضاءة الصناعية Artificial lighting ، وكذلك فى توفير المياه الساخنة للإستعمال المنزلى والتدفئة وتوليد الكهرباء

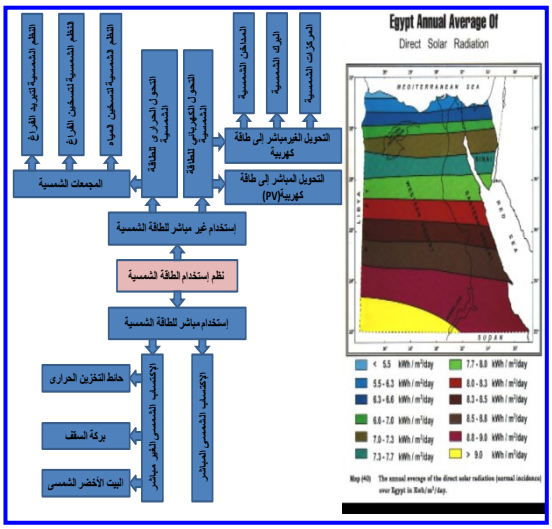
بواسطة الخلايا الفوتوفولتيك Photovoltaic Cells PV.

ويمكن إستغلال الرياح للتهوية الطبيعية Natural Ventilation، ولإدارة مراوح توليد الكهرباء Power Generation Ventilator، ولإدارة طلمبات المياه الجوفية Groundwater Pumps على مقياس المنزل الواحد أو القرية أو المدينة.

ومن هذا المنطلق نجد أن نظم الطاقة المتجددة المتاحة فى جمهورية مصر العربية هى الطاقة الشمسية Solar Energy وطاقة الرياح Wind Energy حيث أن مصر من الدول الغنية بالإشعاع الشمسى وسرعة الرياح المطلوبة . تقع مصر بين خطي عرض(٢٢، ٣٢) ، و يتراوح المتوسط السنوي لساعات سطوع الشمس من (٩-١١ساعة يوميا) وتؤكد الدراسات أن الطاقة الشمسية متاحة بكثافة عالية في مختلف مناطق الجمهورية شكل (١٣) حيث يتراوح المتوسط السنوي للإشعاع الكلي بين (١٩٠٠ – ٢٦٠٠ كيلووات ساعة /م مربع / عام) من شمال مصر إلي جنوبها[18]

وتعتمد نظم إستخدام الطاقة الشمسية **شكل (١٤)** على توظيف عناصر المبنى للإستفادة من حركة الشمس وذلك من خلال التوجيه والإستفادة من ظروف الموقع ، وهى إما أن تكون صورة سالبة أوكامنة (أنظمة الطاقة الشمسية المباشرة Direct Solar Energy Systems) ، أوصورة نشطة (أنظمة الطاقة الشمسية غير المباشرة Indirect Solar Energy Systems).

ويقصد بنظم الطاقة الشمسية المباشرة (الطاقة الكامنة Direct Solar Energy Systems) هي تلك النظم التى تستخدم الفكرة السلبية والتي تختلف عن النظم الإيجابية بإعتبارها جزءا من المبنى نفسه، لذا فإن النظم السلبية تلعب دورا كبيرا فى العملية التصميمية للمبنى يتأثر بها شكل المبنى وهيكله الإنشائى بينما يمكن إضافة النظم الإيجابية المختلفة بعد ذلك تشمل كل من: (الإكتساب الشمسى المباشر، الإكتساب الشمسى الغير مباشر).



شكل (١٣) قيم الإشعاع الشمسي في مصر

شكل (١٤) نظم الطاقة الشمسية

أما نظم الطاقة الشمسية الغير مباشرة (الطاقة النشطة Indirect Solar Energy Systems) تمثل الإستخدام الإيجابى للطاقة الشمسية بتحويلها إلى صورة أخرى من صور الطاقة ، وتتم هذه العملية بعدة طرق إما بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية تستغل مباشرة فى تسخين الماء أو تسخين الفراغ. وتحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربية عن طريق تركيز أشعة الشمس بواسطة مرايا أو عدسات. كذا تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفولتية. ويمكن تقسيم النظم كالتالي: [5]

التحول الكهربائي للطاقة الشمسية Solar-Electricity Transformation، وينقسم إلى (التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية الخلايا الكهروضوئيةPhotovoltaic Cells PV ، التحويل الغير المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية كالمداخن الشمسية Solar Chimney، البرك الشمسية Solar Ponds، المركـزات الشمسية Concentrated Solar Power) .

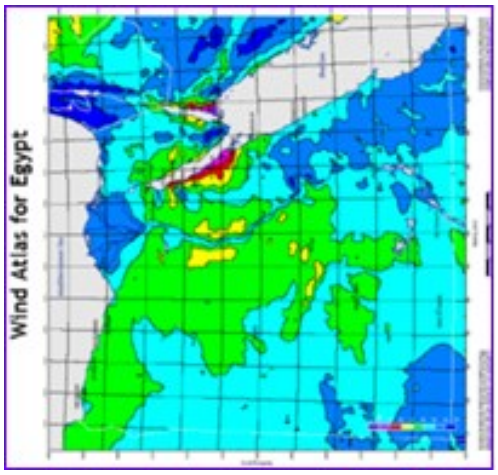
التحول الحراري للطاقة الشمسية Solar-Thermal Transformation: وتعتمد فكرة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية على إستخدام وسيلة لإمتصاص

الإشعاع الشمسي وهذه الوسيلة هي المجمعات الشمسية Solar Collectors ، وهناك العديد من أنواع المجمعات الشمسية التي تختلف في تركيبها وطريقة إستخدامها في تصميم المسكن بحيث تناسب التصميم وتصبح جزءا منه.

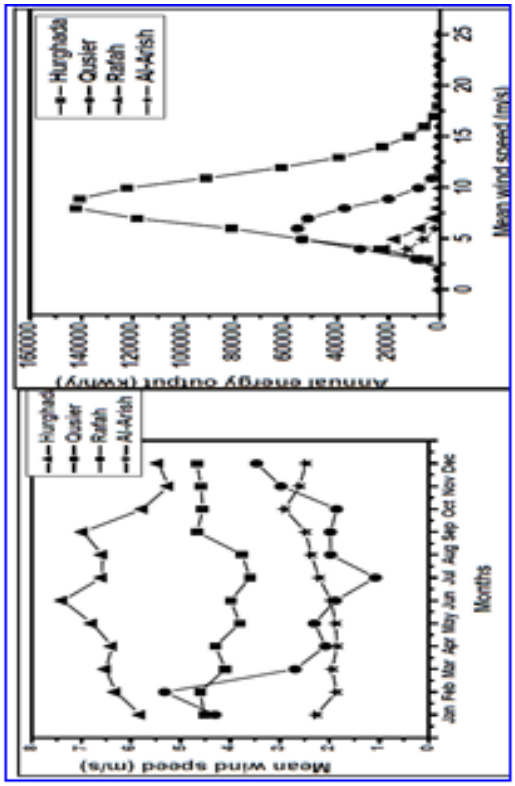
بالنسبة لمصر، تختلف الرياح من منطقة لأخري،الأشكال (١٣-١٤) فعلي سبيل المثال بالساحل الشمالي تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية يبلغ نسبتها ٤٦٪ من الرياح التي تهب طوال العام، وهي (شمالية غربية في الشتاء و أقرب إلي الشمالية في الربيع والخريف). وفي جنوب الدلتا فإن الرياح الشمالية تبلغ نسبتها ٣١,٨ ٪، في فصلي الخريف والشتاء تزداد نسبتها ، أما رياح الخماسين فتهب علي مصر في فصل الربيع من جهة الجنوب والجنوب الغربي، وتنحصر سرعة الرياح في كافة أنحاء مصر بين السرعات المتوسطة، فتبلغ أدناها ٧ كم /ساعة، وأقصاها ٢٠ كم/ساعة أما الرياح الشديدة فتصل إلي ٥٠ كم/ساعة.وتستخدم طاقة الرياح في مصر علي مدي ساحل البحر الأحمر وسواحل خليج السويس كما تم إنشاء مزرعةالرياح التجريبية بالغردقة بقدرة ٤٠٠ ك وات، وأيضا مزرعة رياحية في الزعفرانة [1].

ويمكن الإستفادة من طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة في المناطق التي تتوافر فيها سرعات رياح مناسبة لتشغيل توربينات الرياح Wind Turbines لما لها من مردودات بيئية سليمة. كذلك إستخدام الطاقة المولدة في عدة تطبيقات منزلية مثل التبريد والتدفئة والإضاءة وتشغيل جميع الأجهزة الكهربائية. حيث تتولد عن طريق تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربية من خلال توربينات رياح تركب في أعلى الأبراج وتعمل كالمراوح المعكوسة . تستخدم كذلك في التهوية الطبيعية ورفع كفاءة الراحة الحرارية داخل المباني[17]

ويمكن توظيفها في المباني السكنية بالطريقة السالبة أي التهوية الطبيعية ، أو بالطريقة الموجبة أي بإستخدام توربينات الرياح، وتستخدم التوربينات العمودية أو الرأسية لأن صيانتها أسهل من التوربينات الأفقية، كذلك عدم الإحتياج لمساحات شاسعة أو أبراج عالية ولا يؤثر شكلها على المنظر الجمالي للمبنى. **والجدول (٢)** يعقد مقارنة بين نظم الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح).

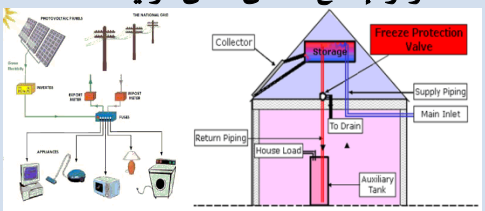
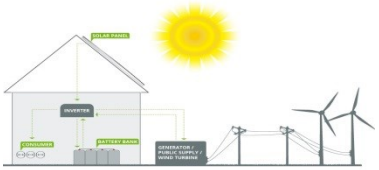


شكل (١٥) سرعة الرياح في مصر



شكل (١٦) الرياح وكميتها في بعض مدن سواحل البحر الاحمر

جدول (٢) مقارنة بين نظم الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)

	نظم الطاقة الشمسية	نظم طاقة الرياح
الإحتياطات الرئيسية المطلوب توافرها فى الموقع	توفر الإشعاع الشمسى الكافى لتوليد الطاقة 	معظم التوربينات تحتاج إلى سرعات رياح تبدأمن ٧ميل فى الساعة لتبدأ فى إنتاج الطاقة لذا فإن الموقع يجب أن تكون فيه سرعات رياح أعلى منذ ذلك
مميزات مصدر الطاقة عن غيره من مصادر الطاقة المختلفة	لايحتاج إلى مستويات مرتفعة من الصيانة كما أن أجزاء مصفوفة الوحدات الفوتوفولتية لا تحتوى على أى أجزاء متحركة ويمكن تثبيتها بالأسقف بحيث لا تحتاج إلى أى وحدات إضافية.	تكاليف إنتاج الوات الواحد من طاقة الرياح منخفض عن غيره من الطاقات. 
النظم الموجبة	تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية	إستخدام توربينات الرياح والمراوح المعكوسة
النظم السالبة	الإضاءة الطبيعية يتأثر بها شكل المبنى وهيكله الإنشائى (اماكن الفتحات-الكاسرات-الافنية-المعالجات المعمارية).	التهوية الطبيعية يتأثر بها شكل المبنى وهيكله الإنشائى (اماكن الفتحات-الكاسرات-الافنية-المعالجات المعمارية).
الإعتبارات التصميمية	الوحدات يجب أن توضع بعيدة عن الظلال ولأفضل كفاءة فى النظام فإن الوحدات يجب أن تضبط بحيث تواجه الشمس ويتم إعادة الضبط صيفا وشتاءا	كلما زاد إرتفاع التوربين كلما زادت كمية الطاقة الناتجة لذلك فإن إرتفاع التوربين يجب ألا تقل المسافة بينه وبين أقرب شئ لأسفله عن ٢٠قدم.
الإحتياطات المطلوب مراعتها	زيادة مسطح الأسقف المعرض للإشعاع الشمسى ومراعاة أن يكون عرض الشارع ضعف إرتفاع المبنى لتجنب الظلال	الصيانة المستمرة والمتابعة للتوربين عنصر هام للحفاظ على كفاءة الأداء للتوربين وعدم إنخفاض الطاقة الناتجة.

ثالثا :إنتاج الطاقة بالمبنى السكني

لكي يكتمل ثالوث كفاءة إنتاجية الطاقة لابد من محور إنتاج الطاقة " Energy Output وهو ما يعنى تحقيق فائض فى الطاقة يمكن الإستفادة منه إقتصاديا.ويتحقق الفائض فى الطاقة من تكامل نظم الطاقة بالمسكن **شكل (١٧)** [11]

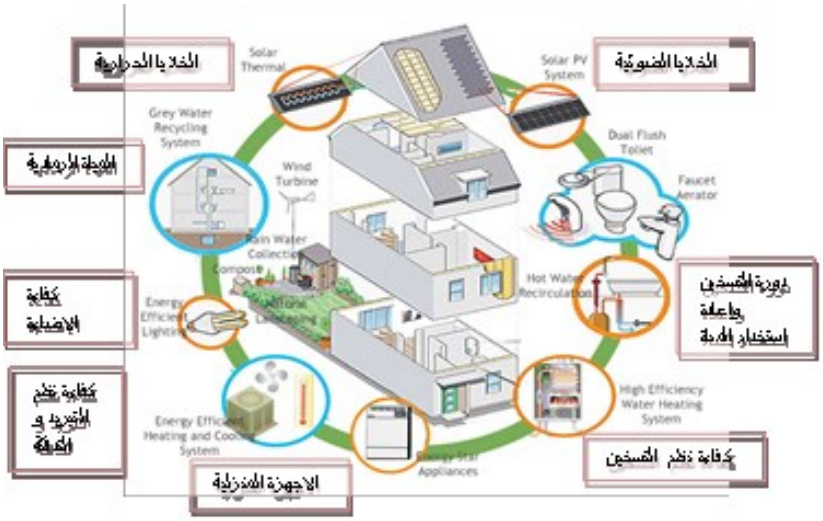
تكامل نظم الطاقة بالمبنى السكنى

من خلال دمج نظم الطاقات المتجددة المنفصلة أو الخلط بين نظام طاقة متجددة وآخر نظام طاقة بديلة منفصل .

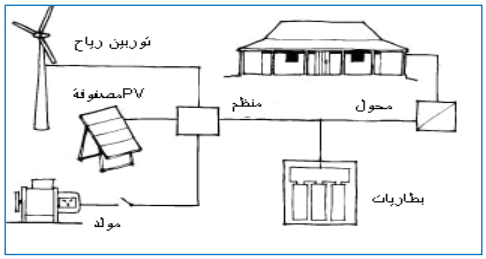
إعادة إستخدام الطاقة بالمبنى السكنى .

بإستخدام نظم إعادة تدوير المواد -Recycling نظم إعادة تدوير المياه -Grey Water نظم طاقة الكتلة الحية -Biomass نظم استرجاع الطاقة Energy Recovery.

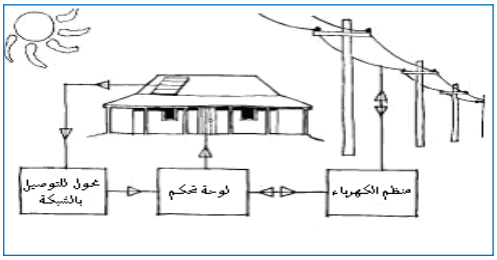
وتتنوع النظم المتكاملة في مجملها ما بين المتصلة أو المنفصلة عن الشبكة الرئيسة للطاقة **شكل (١٨-١٩)**.[4]فتجمع النظم المتكاملة ما بين أجهزة تستخدم لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة أو تجمع بين مصدرين أو أكثر من مصادر الوقود لنظام واحد أو كلاهما معاً وذلك لتجاوز أي خلل قد يحدث في أحد هذين النظامين في حالة تكاملهما معاً، مع نظم تخزين للطاقة الناتجة وأجهزة للمراقبة والتحكم.



شكل (١٧) تكامل نظم الطاقة بالمبنى السكنى



شكل (١٨) مبنى سكني يجمع بين نظم الطاقات المتكاملة من الطاقات المتجددة والشبكة الرئسة System On-grid



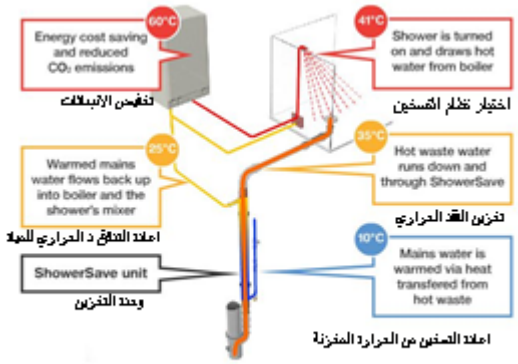
شكل (١٩) مبنى سكني غير متصل بالشبكة – يعتمد في ذاتيا على إنتاج Off grid system الطاقة اللازمة باستخدام نظم الطاقات المتكاملة

ولتصميم نظام الطاقة المتكامل Integrated Energy Systems يتم عمل تقييم لمقومات الموقع من ناحية خصائصه المتعلقة بالنظم الشمسية ونظم طاقة الرياح من حيث توافر مصدر يصلح لتوليد الطاقة ، ثم حساب الأحمال المطلوبة من النظام بتحديد الأحمال التي يحتاجها المسكن حسب نسب الإستهلاك الكلي للمسكن، ومن ثم إعادة إستخدام الطاقات الناتجة عن تشغيل المسكن والإستفادة منها من جديد ويطلق على تلك النظم التى تسعى إلى إسترداد الطاقة وإعادة إستخدامها مرة أخرى نظم إسترجاع الطاقة Energy Recovery Systems[21]

ويمثل المصدر الأول لضياع الطاقة الناتجة عن تشغيل المسكن هو الطاقة الحرارية الناتجة عن تسخين المياه والتى تضيع دون جدوى مع مياه الصرف ، والمصدر الثانى هو الطاقة الحرارية الموجودة فى هواء المسكن والتى تضيع أثناء عملية تهوية المبنى، لذا فإن إسترداد هذه الطاقات وإعادة استخدامها يعد مصدرا هاما من مصادر الطاقات المتجددة ذات مردودات إقتصادية وبيئية مشجعة.

⋆نظم إسترجاع حرارة المياه: Recovery Systems/ Heat Water

إن تسخين المياه للأغراض المنزلية مسئول عن (١٥-٢٥٪) من إستهلاك الطاقة فى المسكن ويمكن خفض تكلفة تسخين المياه عن طريق تطبيق ثلاثة إستراتيجيات هامة وهى إختيار نظام التسخين المناسب والتصميم الجيد لمكوناته وإختيار أسلوب تخزين المياه المناسب لمتطلبات الإستهلاك ثم يأتى بعد ذلك إستراتيجية إسترجاع الحرارة من المياه الساخنة **شكل (٢٠)** .



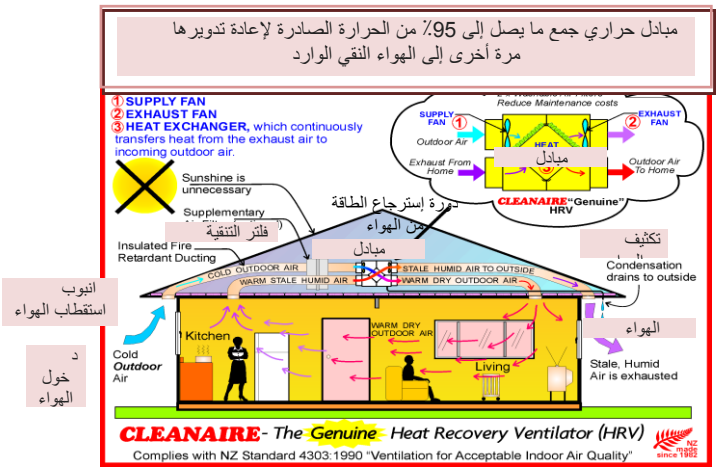
شكل (٢٠) نظم إسترجاع حرارة المياه

وفكرة عمل هذا النظام تتلخص فى إستخدام تيار المياه الرمادية الساخن الناتج عن الإستخدامات السابقة من خلال مبادل للحرارة Heat exchanger يعمل على نقل الحرارة من تيار المياه الرمادية إلى تيار المياه الباردة القادم من مصدر المياه الخارجى فترتفع درجة حرارتها ثم يعاد ضخ تلك المياه الباردة بعد تسخينها إلى الخزان الخاص بسخان المياه الباردة ليقوم بإكمال صورة تسخينها ليتم بعد ذلك إستخدامها فى غسيل الأطباق والملابس والأحواض والأدشاش

★ نظم إسترجاع الحرارة فى المسكن: Recovery Systems/ Air Heating

إن أصبحت مؤخرا من أكثر النظم إستخداماً فى تهوية وتدفئة فراغات مختلفة وبصفة خاصة الفراغات المنزلية **شكل (٢١)**. [13] وأهم ما يميزه أنه يقوم باسترداد الطاقة من الهواء الخارج من الغرفة قبل خروجه إلى خارج المسكن ويقوم بإعادة إستخدام الطاقة المسترجعة منه في التدفئة والتسخين المبدئى للهواء الجديد القادم من الخارج إلى داخل المسكن مما يوفر فى مقدار الطاقة اللازم إستهلاكها فى نظم التدفئة والتهوية للفراغ بمقدار (٢٥٪) فهو يسمح بتهوية المبنى بالهواء النقى دون أى فقد فى الحرارة حيث ينقل الحرارة الموجودة فى هواء الفراغ إلى الهواء الداخل بكفاءة (٦٠-٧٠٪)، ويمكن أن يستخدم مع نظم التسخين بالإشعاع الشمسى مما يزيد من مدى كفاءة النظام ككل ويسهم فى توفير الطاقة.

ومن الضروري الإشارة إلى أن الإستراتيجيات التى يتم إتباعها للحد من إستنزاف الطاقة اللازم إستخدامها داخل المسكن لا تكتمل إلا بإعادة النظر فى محتوى الطاقة الكامنة فى المسكن Potential Energy Content بعد إنتهاء عمره الإفتراضي End-of life كمصدر من مصادر الطاقة المتجددة ، ولهذا فإنه لابد وأن تضمن إستراتيجيات الطاقة إعادة إستخدام وتدوير المبانى ومكوناتها Re-Use & Recycling. ولكى يمكن إعادة إستخدام مواد البناء فإنه لابد من إستخدام أسلوب هدم يساعد على تعظيم إعادة إستخدام مكونات المبنى عند هدمه بعد تمام إنتهاء دورة حياته بحيث يمكن إسترجاع المواد المكونة للمبنى لإعادة إستخدامها بأمان ويعتبر إعادة إستخدام مواد البناء مصدرا هاما للإستفادة من مخلفات البناء التى تنتج عن عمليات التشييد والهدم.



شكل (٢١) نظم إسترجاع الحرارة فى المسكن

ولقد أدى تزايد السكان وإرتفاع مستوى المعيشة وعدم إتباع الطرق الملائمة فى جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة Solid Waste إلى زيادة كمية النفايات بشكل هائل وبالتالى تلوث عناصر البيئة، لذا يجب الحد من مشكلة النفايات الصلبة وإعادة التدوير للمخلفات Waste Recycling.كذا تقليل إستهلاك المياه في المباني وتجميع مياه الأمطار Rainwater Harvesting أو إعادة إستخدام المياه الرمادية (Gray Water Re-Use) **شكل (٢٢)** وهي المياه الناتجة عن إستعمال الحمامات والمطابخ والمغاسل والغسالات حيث يتم تجميعها في خزان أرضي Cistern ومن ثم معالجتها وإعادة إستخدامها في ري الحدائق، أو في صناديق الطرد موفرة حوالي (٣٥٪) من إجمالي إحتياج المسكن للمياه. [14]

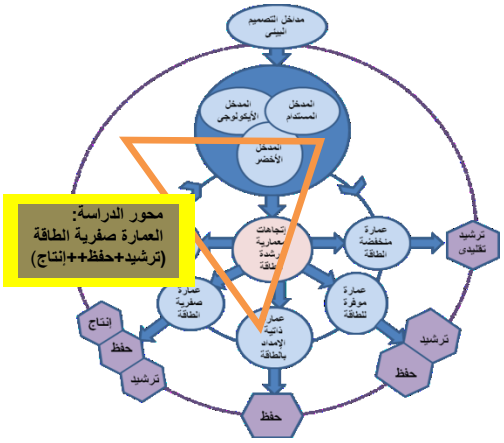
شكل (٢٢) معالجة المياه الرمادية وإعادة إستخدامها

العلاقة بين محاور إستراتيجية كفاءة الطاقة والحصول على مسكن صفرى الطاقة

شكلت هموم البيئة محورا أساسيا لإستحداث العديد من الإتجاهات المعمارية التى أصبحت معنية بتوفير بيئة عمرانية صحية وسليمة للإنسان. هذا وقد مثل التصميم البيئى العنوان الرئيسى لهذه الإتجاهات حيث يمكن إعتبار المداخل الأساسية التى تناقش علاقة البيئة بالتصميم مداخل أيضا للتصميم البيئى وهذه المداخل الأساسية هى المدخل الأيكولوجى فى التصميم Ecosystem والذى يهتم بمحاكاة طرق وأساليب البيئة فى حل مشكلاتها والمدخل المستدام Sustainability الذى يهتم بدوام البيئة والمدخل الأخضر Green Housing الذى يهتم بحسن محاكاة البيئة [19]

فالإتجاه الإيكولوجي سوف يؤدى إلى مبنى مستدام والإتجاه المستدام سوف يؤدى إلى مبنى أخضر.

ولتحقيق مبادئ التصميم البيئي Environmental Design يتطلب أن يعي المصمم بأبعاد أهدافه ومعانيه ويسعى لتحقيقها بما يساعد على تحقيق أكبر قدر ممكن من النجاح للمبنى على المدى القريب والبعيد، وهذا يدعو إلى أهمية التحليل المتكامل لجميع عناصر المبنى وأجزائه. فالتصميم البيئي لا يحتاج إلى قدر أكبر من التكلفة بقدر ما يحتاج إلى ترجمة مبادئه فى الدراسة المتأنية العميقة لظروف المبنى وتطبيق هذه المبادئ جميعها معا فيما يسمى المدخل المتكامل للتصميم Integrated Design Approach. وتمثل الطاقة المدخل الأساسي للوصول لتحقيق مبادئ التصميم البيئي و تكامل جميع مداخلها معاً .



شكل (٢٣) العلاقة بين محاور إستراتيجية كفاءة الطاقة ومستويات العمارة المحققة لكفاءة الطاقة

فقد تطورت الإتجاهات المعمارية المرشدة للطاقة بالمبانى السكنية فى عدة صور: تبدأ بالعمارة منخفضة الطاقة والتى تحوى فى مضمونها (العمارة المناخية– العمارة الشمسية السالبة) وهذا ما يحقق محور ترشيد الطاقة من إستراتيجية كفاءة الطاقة ، ثم العمارة الموفرة للطاقة والتى تحوى فى مضمونها (العمارة المناخية – العمارة الشمسية السالبة - العمارة الشمسية الموجبة) وهذا ما يحقق محورى ترشيد وحفظ الطاقة من إستراتيجية كفاءة الطاقة ، ثم العمارة ذاتية الإمداد بالطاقة والتى تعتمد على توظيف نظم الطاقة المتجددة وهذا ما يعتمد على محور حفظ الطاقة فقط من إستراتيجية كفاءة الطاقة ، ثم العمارة صفرية الطاقة والتى تحوى فى مضمونها كل المداخل والإتجاهات السابقة كذا التكامل بين النظم وإعادة الاستخدام ، ثم العمارة الذكية وهى محاولة لإمكانية إلتقاء التكنولوجيا والبيئة وهذا ما يحقق محور الترشيد بالنظم التكنولوجية.

فالعمارة صفرية الطاقة محور الدراسة **بشكل (٢٣)**تمثل بوتقة الإتجاهات المعمارية المرشدة للطاقة خاصة بالمبانى السكنية إلا أنها تمتاز عن غيرها بالتكامل بين النظم و إعادة إستخدام الطاقات.

وهذا ما يحقق الثلاث محاور من منهج إستراتيجية كفاءة الطاقة المقترحة شاملة كل من: ترشيد وحفظ وإنتاج للطاقة محل الدراسة البحثية.

وهو ما يدعو إلى الوقوف على إستراتيجية التحول لمبنى صفرى مولد للطاقة والتأكد من جدواها بإستخدام برمجيات الطاقة لتكون الطريق للمعماريين أثناء عملية التصميم .

تطبيق الإستراتيجية المقترحة للوصول لكفاءة الطاقة لتحويل مسكن مستهلك إلى مسكن صفرى الطاقة

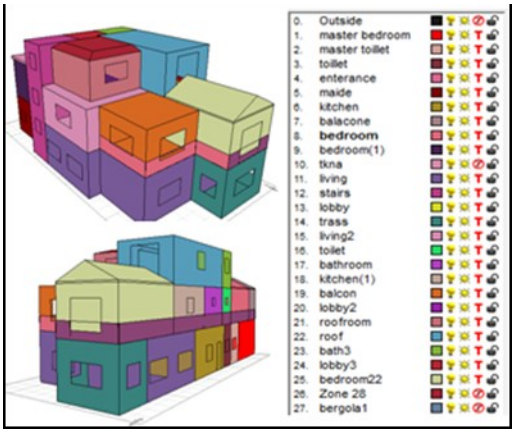
تم اختيار مبنى سكني بخصائص تصميمية معتادة متفقة مع كود التصميم المحلى وأخذ القياسات على البرنامج لمواصفات المبنى لمعرفة كفاءة استخدام الطاقة بالمبنى فى الوضع الحالى

- المواصفات العامة لنموذج مبنى الدراسة (**شكل ٢٤**):

الموقع	مسكن بمجمع ميفيديا القاهرة الجديدة
مساحة المبنى	460م2
مساحة الأرض	650م2
عدد الطوابق	2
عدد الغرف	4 نوم ،5 حمام
عدد الأفراد	6
الاتجاه	جنوبى

شكل (٢٤) المواصفات العامة لنموذج مبنى الدراسة

ثم إجراء بعض التعديلات التصميمية السالبة عليهم بما يتناسب مع الظروف البيئية للموقع من أجل تحقيق أقصى توفير للطاقة **شكل (٢٥)** ، وتحليل نتائج استخدام كفاءة الطاقة بالمبنى ومقارنته بنتائج الوضع الحالى لاستنتاج كم التوفير الذى حدث فى الطاقة وتحديد كمية الطاقة المستهلكة المتبقية للتمكن من توليدها باختيار أفضل البدائل لنظم الطاقة المتجددة المتاحة واستنتاج إمكانية تطبيقها على مستوى المبنى وعلى مستوى تجمع الوحدات السكنية واختيار أفضل البدائل لنظم إعادة الاستخدام ودراسة مدى إمكانية تطبيقهم بما يحقق الوصول لمبنى مولد للطاقة يجلب العائد المادي والبيئي الإيجابي لكل من المالك والدولة .



شكل (٢٥) مدخلات البرنامج للعينة قبل وبعد التعديل

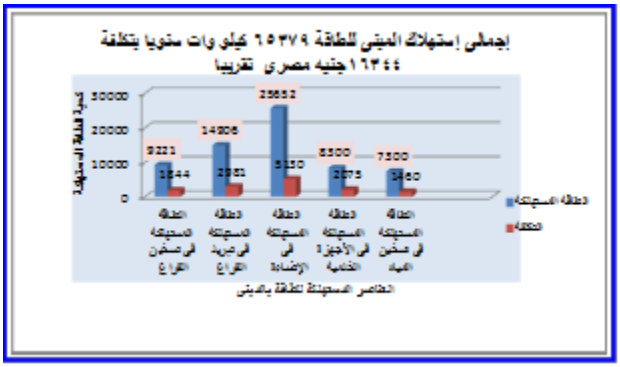
تتناول الورقة البحثية تطبيق منهج التصميم المقترح لمبنى سكني يحقق إستراتيجية كفاءة الطاقة ممثلة بالتالي:

المرحلة الأولى: تحليل العينة قبل التعديلات (الوضع الحالى) :

حساب الأحمال المطلوبة لتشغيل الأجهزة والنظم:

يتم تحديد الأحمال التي يحتاجها المسكن بتقدير عدد الأجهزة المطلوبة ثم توضيح الحمل المطلوب لكل جهاز من هذه الأجهزة المستخدمة وعدد ساعات التشغيل ومتوسط القدرة الكهربية المطلوبةالموضح **بجدول (٣)**.[20]

تم إستخدام برنامج (Ecotect – – Radiance Daysim) لتحديد كمية الطاقة المستهلكة فى الإضاءة وتبريد وتسخين الفراغات ثم حساب وإضافة الطاقة المستهلكة من إستخدام الأجهزة الخدمية وتسخين المياه وكانت النتائج كالتالى:



شكل (٢٦) إجمالى الطاقة المستهلكة بالمبنى قبل التعديل

جدول (٣) أحمال الطاقة الكهربية المطلوبة لتشغيل الأجهزة

الجهاز	وات/ساعة	الجهاز	وات/ساعة	الجهاز	وات/ساعة
محمصة الخبز الكهربية	800- 1500	مروحة السقف	10-20	الجهاز	وات/ساعة
الخلاط	300	مروحة مكتب	10-25	Compact Fluorescent (CF) vs. Incandescent Wattage*	
ميكروويف	60- 1500	مجفف هوائي	1000	40 watt incan. - 11 watt CF	
مكواة	1000	سخان مياه	100	60 watt incan. - 16 watt CF	
تليفزيون ملون ("25)	150	كمبيوتر		75 watt incan. - 20 watt CF	
تليفزيون ملون ("19)	70	*laptop*	20-50	100 watt incan. - 30 watt CF	
Sattelite dish	30	*desktop*	80-150	غسالة	
ثلاجة/مجمد عادي		*طابعة*	100	أوتوماتكي	500
20 cubic feet - 16 cubic feet -	540 - 475	CD player	35	يدوية	300
مجمد (فريزر) عادي		الإضاءة		سخان مياه	
14 cubic feet FF - 14 cubic feet -	440 - 350	*100w incan.*	100	*engine block*	1500 - 1000
مجففملابس	4000	*25w CF -*	28	*portable -*	1500
		50w DC incan. -	50	*waterbed -*	400
مكيف هواء		*40w DC halogen -*	40	*stock tank -*	100
لغرفة	1000	*20w CF -*	22	ماكينة طعام	300
مركزي	5000-2000	*راديو*	40	شواية	700
		مجفف شعر	400- 1000	مكنسة كهربائية	300

يمثل أعلى عنصر فى إستهلاك الطاقة فى المسكن على مدار العام **شكل (٢٦)** هو:الإضاءة ويرجع ذلك إلى كون الإضاءة الطبيعية غير كافية نهارا وإستخدام لمبات الإضاءة الصناعية الغير موفرة والإعتماد على الأنظمة اليدوية. أما العنصر الثانى والمتثل بالطاقة المستهلكة فى تبريد الفراغات وذلك بسبب إرتفاع درجة حرارة الفراغات الداخلية صيفا عن معدل الراحة الحرارية المطلوب والمتسبب فيها ضعف العزل للغلاف الخارجى وعدم إحكام الغلق فتنتقل الحرارة إلى داخل الفراغات بالتوصيل أو بالحمل وأيضا التهوية الغير سليمة والعنصر الثالث هو الطاقة المستهلكة فى تسخين الفراغات وذلك بسبب إنخفاض درجة حرارة الفراغات الداخلية شتاء عن معدل الراحة الحرارية المطلوب Thermal Comfort و ضعف العزل للغلاف الخارجى وعدم إحكام الغلق فتنتقل الحرارة من داخل الفراغات إما بالتوصيل أو بالحمل والعنصر الرابع هو الطاقة المستهلكة فى الأجهزة الخدمية والذى يتسبب فيها سوء إستخدام الأفراد وعدم كفاءة الأجهزة المستخدمة لترشيد إستهلاك الطاقة والعنصر الخامس هو الطاقة المستهلكة فى تسخين المياه حيث يعتمد فى إحتياجه للمياه الساخنة على الطاقة الكهربية المستمدة من الشبكة .

المرحلة الثانية: تحليل العينة الدراسية بعد توفير الطاقة:
من خلال التحليلات السابقة لدراسة العينة فى وضعها الحالى وتحديد كمية الطاقة المستهلكة بها نجد أن هذا النموذج يجب تغيير غلافه الخارجي لتحقيق متطلبات الفقد والكسب الحرارى.كما يجب استخدام الفتحات والمعالجات البيئية لإعادة تصميم الإضاءة الطبيعية والتهوية لما لهما من تأثير سلبي فى نتائج استهلاك الطاقة وهذا ما سيتم عمله فى هذه المرحلة عن طريق تطبيق أساليب الاستخدام المنخفض للطاقة وتطبيق أساليب التسخين والتبريد الشمسية للفراغ حتى يمكن التقليل من كمية أحمال الطاقة المطلوبة والوصول باحتياجات الطاقة إلى أقل معدلاتها كما هو موضح بشكل (٢٧).

شكل (٢٧) تعديلات مرحلة توفير الطاقة

وبناءاً على نتائج التحليلات السابقة كانت التعديلات المقترحة كالتالى:
⋆التظليل : التقليل من التعرض للإشعاع الشمسي بعمل معالجات معمارية تناسب الواجهات المختلفة للمبنى وتحديد وسائل التظليل المطلوبة.
⋆الأسقف : الأسقف الغير مستوية أفضل بالمناخ الحار الجاف،وأفضل المواد المستخدمة لإنشاء السقف هي المواد التي تتميز بخاصية اكتساب وفقد الحرارة ببطء وبهذا فإن استخدام مواد مثل الخرسانة والطوب مضافا لهم العزل أفضل من المعدن فهي تتميز بتلك الخاصية عكس الأسقف المعدنية سريعة الامتصاص وفقد الحرارة.

*الحوائط : توجيه الحائط وموقعه يؤثر بكمية الحرارة المتصة، فالحائط الشمالي أقل الحوائط تعرضا للشمس، والحائط الشرقي يتعرض لأشعة الشمس الصباحية والتي لم تصل للشدة الغير مرغوب فيها، أما الحائط الجنوبي والغربي فهما أكثر الحوائط تعرضاً للشمس وبالتالي فهما المسئولان عن انتقال الحرارة من الخارج إلى الداخل والمؤدية إلى زيادة الأحمال الحرارية على المبنى بنسبة كبيرة، لذا يفضل تصميم صوبة زجاجية للحائط الجنوبى أو إضافة العزل المناسب واستخدام سمك كبير للغلاف الخارجي للمبنى ليعطي معدل تخلف زمني كبير. كما يجب دهان جميع الحوائط بدهان خشن ذات لون فاتح عاكس.

* الفتحات : تعديل نسبة تصميم الفتحات ويتم تزويدها بكاسرات شمسية للتقليل من الاكتساب الحراري، وتصميم فتحات المبنى بالزجاج المعالج بالعزل الحراري والتقليل من معدلات التسرب للتقليل من الهالك من الطاقة.

* الإضاءة الطبيعية والصناعية:عن طريق استخدام الإضاءة الطبيعية نهاراً بدلا من الإضاءة الكهربية والتى تنبعث منها الحرارة، واستخدام الإضاءة الصناعية ليلا لتقليل استهلاك الطاقة مع مراعاة التصميم الجيد

* التهوية الطبيعية:عن طريق تصميم الفتحات ومعالجتها وإضافة العناصر التصميمية التى تساعد فى عملية التهوية (الأفنية والملاقف والشخشيخة) و استخدام المراوح والمضخات لتوزيع حركة الهواء.

* استخدام العناصر النباتية وحدائق السطح: يعمل على حماية المبني من الرياح الغير مرغوب فيها وتوفير الظل وتلطيف الجو المحيط وعازل للأسقف فتقلل الأحمال على المبنى.

وبإجراء التعديلات على العينة الدراسية لتطبيق محاور إستراتيجية كفاءة الطاقة بالتتابع كالتالى:

التعديلات التى تخص محور ترشيد الطاقة : والتى تعنى بتحسين كفاءة ما يلى :

أولا: التعديلات التى تخص محور ترشيد الطاقة :

*الغلاف الخارجى

يتم إدخال طبقات الغلاف الخارجى Building Envelope (حوائط –أسقف –فتحات) للحصول على قيمة معامل النفاذيه الحرارية للنوافذ ، u value و معامل الكسب الشمسي Solar Heat thermal lag Gain ليتم مقارنتها بالكود وتحديد مدى جودة الغلاف الخارجى للمبنى كما هو موضح بجدول (٤).

جدول (٤) مقارنة بين نتائج البرنامج لل(u valu) وقيمتها بالكود المصرى والبريطانى فى الوضع الحالى

الغلاف الخارجى للمبنى	المدخلات الخاصة	نتائج البرنامج للوضع الحالى kw/m2	الاكواد kw/m2	
			الكود المصرى	الكود البريطانى
الحوائط u-value	الحوائط الخارجيه والداخلية Plaster Building- Cement mortar- Brick Masonry medium- Cement Mortar- Plaster Building	2.3	0.9	0.8
	الحوائط الخارجية الحجرية Stone- Brick Masonry medium- Cement Mortar- Plaster Building	2.2		
الأسقف u-value	السقف المستوى Ceramic- Insulation - Plaster board – concrete- Plaster Building	0.6	0.4	0.5
	السقف الجمالونى Plaster board – concrete light weight- Plaster Building	1.4		
الفتحات u- value	زجاج عادى Glass standard	5.4	3.5	2.5
نتائج التحليل: معدلات الإنتقال الحرارى بالنموذج خارج معدلات الكود مما يوجب التغير فى طبقات الغلاف الخارجية لتحقيق قيمه الإنتقال الحرارى المنصوص عليها بالكود				

بعد الحصول على نتائج (U-Value)الخاصة بالغلاف الخارجى بعد التعديل من البرنامج المستخدم يتم مقارنتها بما ينص عليه الكود المصرى والبريطانى وبنتائج الوضع الحالى لتقييم مدى جودة التعديل والموضحة بجدول (٥):

نلاحظ من النتائج بالجدول السابق أن التعديل بمكونات الغلاف الخارجى بإضافة العزل قد أعطت نتائج جيدة لل(u valu) بالنسبة لمتطلبات الكود فكلما قلت ال(u valu) قلت كمية الحرارة التى تنتقل من خلال الطبقات وهذا يؤكد

أن قيمة ال(u valu) مرتبطة بتكوين العنصر ثم نقيس جودة هذا التكوين بالنسبة للتوجيه تبعا لمتطلبات الكود.أما بالنسبة لتعديل الأنظمة المؤثرة على إستهلاك الطاقة رغم جودة أداء الغلاف الخارجى بعد التعديل وجد أن:-التسرب الحرارى : Infiltration لابد من تقليل معدل التسريب الحرارى من وإلى الفراغات لأنها تؤثر على معدل استهلاك الطاقة مهما كانت جودة الغلاف الخارجى وذلك عن طريق إحكام الغلق.

جدول (٥) مقارنة بين نتائج البرنامج لل(u-value) بعد التعديل وقيمتها بالكود المصرى والبريطانى

الغلاف الخارجى للمبنى	المدخلات الخاصة	نتائج البرنامج بعد التعديل kw/m2	kw/m2 الاكواد	
			الكود المصرى	الكود البريطانى
الحوائط u value	بناء على الدراسة السابقة التى تؤكد أن الواجهة الغربية أسوأ واجهة تم عزلها فقط باستخدام الفوم بسمك 2 سم لتقليل التكلفة وذلك لغلو ثمنه الذي قد يصل إلى 800 جنيه للمتر المكعب، 16 جنيه للمتر مربع. وتم تغير اللون للفاتح وجعل الأسطح الخارجية خشنه عن طريق تحديد roughness = 1 وزيادة انعكاس بجعل secularity =1	0.35	0.9	0.8
	الحوائط الخارجية تم زيادة العزل للحوائط الغير معرضه للشمس المباشرة بإضافة فراغ هواء بعرض 7 ملم و عمل جدار اخر 12 سم وتم تغير اللون للفاتح وجعل الأسطح الخارجية خشنه عن طريق تحديد roughness= 1 وزيادة انعكاس بجعل secularity=	1.3		
	الحوائط الخارجية الجنوبية الحجرية تم عزلها باستخدام الفوم بسمك 2 سم بسعر 16 جنيه للمتر مربع.	0.34		
الأسقف u value	تم اضافه عزل حراري للسقف بعرض 3 سم بسعر 24 جنيه للمتر وتم تغير اللون للفاتح وجعل الأسطح الخارجية خشنه عن طريق تحديد roughness =1 وزيادة انعكاس بجعل secularity =1	0.19	0.4	0.5
	تم استخدام الاسطح المزروعة لتقليل درجه الحرارة roof garden	0.12		
	السقف الجمالون تم اضافه عزل حراري للسقف بعرض 3 سم بسعر 24 جنيه للمتر وتم تغير اللون	0.22		
الفتحات u value	تم استخدام الزجاج المزدوج من طبقتين بينهم طبقه هواء بسعر 6جنيهات للمتر	2.7	3.5	2.5
نتائج التحليل: اصبحت معدلات الإنتقال الحراري للغلاف الخارجى بالنموذج داخل معدلات الكود.				

-نظام تشغيل التكيف المستخدم HVAC: لابد من تعديل النظام المستخدم إلى النظام الأقل استهلاكا للطاقة .وباستخدام نوع التكييف fan coil systems بدلا من Dual duct VAV واختيار تشغيل التكييف في حاله ما إذا كان الفراغ خارج المدى الحراري المريح فقط وذلك عن طريق مجسات حرارية و مجسات أشغال لتشغل التكييفات عند استخدام الفراغ سيخفض ذلك من استهلاك الطاقة.

نلاحظ من النتائج بالجدول السابق أن التعديل بمكونات الغلاف الخارجى بإضافة العزل قد أعطت نتائج جيدة لل (u valu) بالنسبة لمتطلبات الكود فكلما قلت ال (u valu) قلت كمية الحرارة التى تنتقل من خلال الطبقات وهذا يؤكد أن قيمة ال (u valu)مرتبطة بتكوين العنصر ثم نقيس جودة هذا التكوين بالنسبة للتوجيه تبعا لمتطلبات الكود.أما بالنسبة لتعديل الأنظمة المؤثرة على إستهلاك الطاقة رغم جودة أداء الغلاف الخارجى بعد التعديل وجد أن:

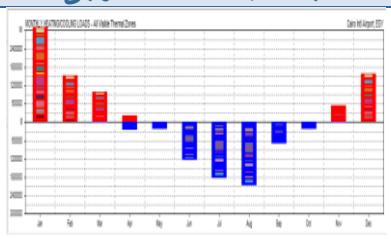
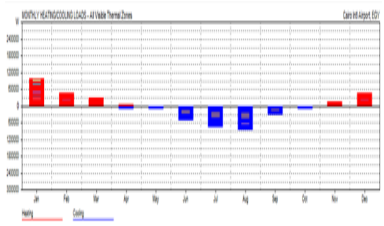
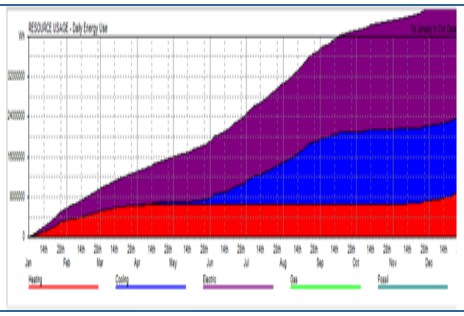
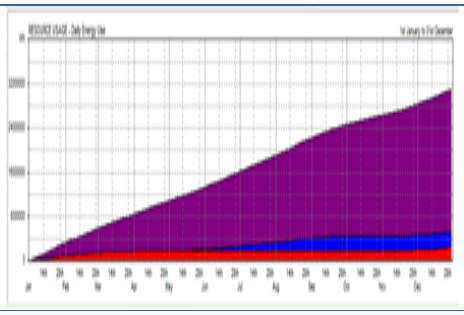
-التسرب الحرارى : Infiltration لابد من تقليل معدل التسريب الحرارى من وإلى الفراغات لأنها تؤثر على معدل استهلاك الطاقة مهما كانت جودة الغلاف الخارجى وذلك عن طريق إحكام الغلق.

-نظام تشغيل التكيف المستخدم :HVAC لابد من تعديل النظام المستخدم إلى النظام الأقل استهلاكا للطاقة .وباستخدام نوع التكييف fan coil systems بدلا من Dual duct VAV واختيار تشغيل التكييف في حاله ما إذا كان الفراغ خارج المدى الحراري المريح فقط وذلك عن طريق مجسات حرارية و مجسات أشغال لتشغل التكييفات عند استخدام الفراغ سيخفض ذلك من استهلاك الطاقة.

ولحساب مدى جدوى التعديلات اقتصاديا سيتم حساب أسعار التعديلات فقط ومقارنتها بسعر الطاقة المخفضة كالأتى.:

- بعد إجراء كافة التعديلات على الغلاف الخارجى وتسجيل أسعار هذه التعديلات يكون إجمالى التكلفة من خلال البرنامج تساوي 12219 جنيه مصرى
- يمكن تحديد كمية الطاقة التى تم توفيرها بعد تعديل الغلاف الخارجى من المقارنة بين الأحمال الحرارية والطاقة المستهلكة قبل وبعد تعديل الغلاف الخارجى كما فى جدول (٦) وتحديد الفرق بين كمية الطاقة المستهلكة.

جدول (٦) مقارنة بين الغلاف الخارجي قبل و بعد التعديل

المعدلات	قبل تعديل الغلاف الخارجى	بعد تعديل الغلاف الخارجى
الأحمال الحرارية Heating/Cooling loads أحمال التسخين أحمال التبريد	 MONTH (Wh) (Wh) (Wh) Jan 3106084 0 3106084 Feb 1526840 0 1526840 Mar 991107 712 991820 Apr 234270 252032 486302 May 6281 223716 229998 Jun 0 1219001 1219001 Jul 0 1818755 1818755 Aug 0 2059770 2059770 Sep 0 702277 702277 Oct 2003 215745 217748 Nov 558217 6631 564847 Dec 1592048 TOTAL 14515488 PER M² 11404 9244 20648 Floor Area: 702.983 m2	 MONTH HEATING (Wh) COOLING (Wh) TOTAL (Wh) Jan 985357 2505 987861 Feb 480069 1236 481305 Mar 299292 1567 300859 Apr 187114 109725 187839 May 115750 108463 116213 Jun 509243 504683 510926 Jul 747179 739544 747723 Aug 851295 843004 852299 Sep 312420 308275 313695 Oct 94944 92692 94635 Nov 115153 7121 116274 Dec 1134 [illegible] TOTAL 2516945 2719949 5236894 PER M² 3706 4005 7711 Floor Area: 679.122 m2 Befor:703 After: 679 Heating/ Cooling loads
التعديل فى مكونات الغلاف الخارجى بإضافة العزل قد أعطت نتائج جيدة لل(U-Value) مما ساهم فى تخفيض الطاقة المستهلكة فى تبريد وتسخين الفراغات		
الطاقة المستهلكة Energy Consumption التسخين التبريد الإضاءة	 MONTH HEATING (Wh) COOLING (Wh) ELECTRIC (Wh) Jan 3384495 0 2294621 Feb 5205906 0 4353853 Mar 6407521 7219 6614036 Apr 6713830 422310 8830659 May 6720426 1181199 11127921 Jun 6720426 3986176 13311941 Jul 6720426 6941980 15609203 Aug 6720426 12514396 17893144 Sep 6720426 14375345 20102272 Oct 6722683 14896508 21600192 Nov 7356414 14906122 23368928 Dec 9220660 14906122 25651856 TOTAL 9220660 14906122 25651856	 MONTH HEATING (Wh) COOLING (Wh) ELECTRIC (Wh) Jan 985357 0 2306934 Feb 1465368 0 4381986 Mar 1764308 908 6666620 Apr 1841159 110580 8897014 May 1845867 219043 11207578 Jun 1845867 723726 13418078 Jul 1845867 1463271 15728642 Aug 1845867 2306274 18031636 Sep 1845867 2614548 20260084 Oct 1847279 2707339 21827364 Nov 2016271 2713924 23681236 Dec 2482261 2713924 25957292 TOTAL 2482261 2713924 25957292
بالمقارنة ما بين إستهلاك الطاقة قبل وبعد التعديل فى الغلاف الخارجى وجد أن الطاقة المستهلكة المستخدمة في التسخين قلت بنسبه 73% كما قلت الطاقة المستخدمة في التبريد بنسبه 81.7%		

يلاحظ من النتائج بجدول (٦) أن التعديل فى مكونات الغلاف الخارجى بإضافة العزل قد أعطت نتائج جيدة لل(U-Value) بالنسبة لمتطلبات الكود مما ساهم فى تخفيض الطاقة المستهلكة فى تبريد وتسخين الفراغات .

وتوضح المقارنة ما بين إستهلاك الطاقة قبل التعديل وبعد التعديل فى الغلاف الخارجى أن الطاقة

المستهلكة المستخدمة في التسخين قلت بنسبه 73٪ كما تقل الطاقة المستخدمة في التبريد بنسبه 81.7٪ .فتكون إجمالى الطاقة المستهلكة بعد تعديل الغلاف الخارجى 31153 كيلووات

وإجمالى الطاقة التى تم توفيرها 18624 كيلو وات بما تساوى37٪ .

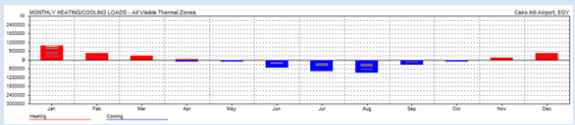
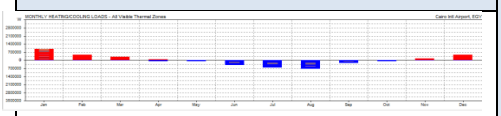
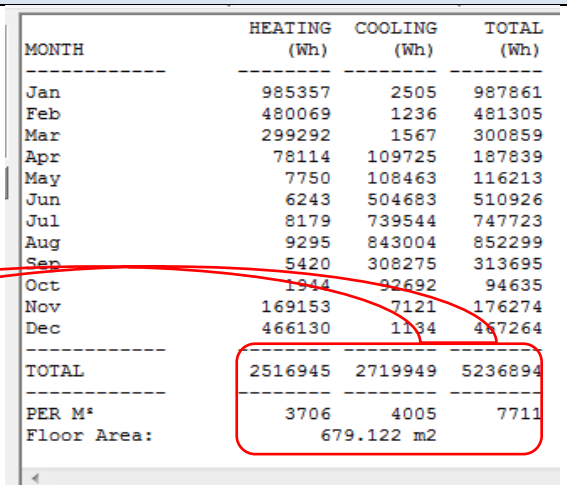
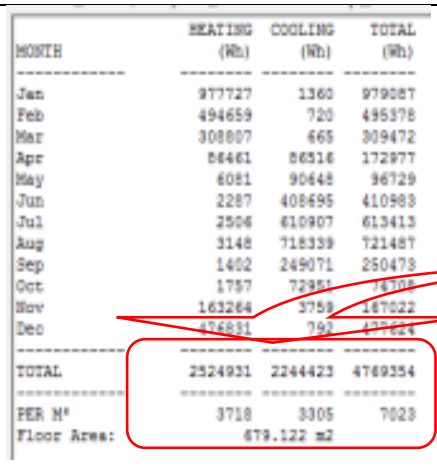
★الإضاءة الطبيعية والصناعية والإظلال:

يمكن التحكم في تقليل أحمال المسكن من الطاقة بتطبيق معايير ومواصفات العمارة البيئية بالمسكن جدول (٧) بتقليل نسبة الفتحات في الواجهة الجنوبية والغربية من10-20٪ وتحسين كفاءة النوافذ ونفاذيتها بإستخدام الزجاج المزدوج أو العازل مع إضافة عناصر الإظلال والتغطيات على الفتحات حيث يتوافر حالياً في الأسواق تغطيات ذات أغلفة حرارية عاكسة للضوء والحرارة وتقاوم تسرب الهواء.كما أن التظليل أدى إلى إنخفاض أحمال التبريد صيفا بنسبة 17.5٪وذلك لأنها عملت على تقليل نسبة الإشعاع الشمسى المتسبب فى رفع درجة الحرارة التى تزيد من أحمال التبريد أما أحمال التسخين لم تقل بل إرتفعت بنسبة بسيطة لا تصل 1٪ وهذا متوقع لنفس السبب السابق، فعندما يقل الإشعاع الشمسى المتسبب فى رفع درجة الحرارة تزيد أحمال التسخين ولكن هذه المشكلة يمكن التغلب عليها بجعل الإظلال يتحرك أتوماتيكى للتغلب على زاوية الشمس التى تختلف صيفا عن شتاءاً ودخول الإشعاع الشمسى المطلوب شتاءا وغير مطلوب صيفاً

بعد تعديل الإضاءة الطبيعية للفراغات بحيث يمكن الإعتماد عليها طوال فترة النهار تم تعديل اللمبات المستخدمة فى الإضاءة الصناعية وإستبدالها بلمبات موفرة للطاقة ليتم تخفيض إستهلاك الطاقة بعد تعديلات الإظلال والإضاءة الطبيعية والصناعية **جدول (٨)** وجد أن إستهلاك الطاقة الناتج عن الإضاءة قل بنسبة 45٪ بعد تحسين الإضاءة الطبيعية وقلت بنسبة 90٪ بعد تحسين الإضاءة الصناعية حيث أصبحت الطاقة المستهلكة في الإضاءة سنويا: 1403 كيلو وات والموضح **بشكل (٢٨)**. كذلك

يلاحظ نقص الطاقة المستهلكة في التسخين والتبريد بعد تحسين الإضاءة الصناعية وذلك بسبب تخفيض الحرارة التي تولد من لمبات الإضاءة الصناعية.

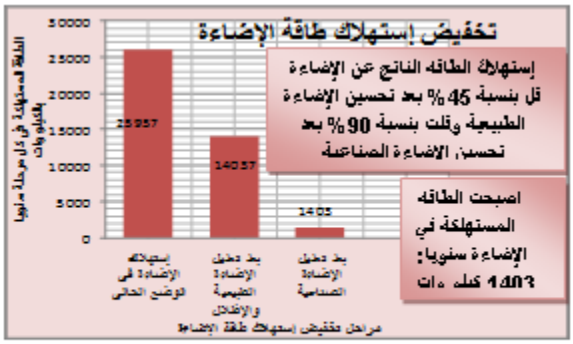
جدول (٧) مقارنة بين الأحمال الحرارية بعد تعديل الغلاف الخارجي وبعد تعديل الإظلال

الأحمال الحرارية بعد تعديل الغلاف الخارجى	الأحمال الحرارية بعد الإظلال
	
	

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	985357	2505	987861
Feb	480069	1236	481305
Mar	299292	1567	300859
Apr	78114	109725	187839
May	7750	108463	116213
Jun	6243	504683	510926
Jul	8179	739544	747723
Aug	9295	843004	852299
Sep	5420	308275	313695
Oct	1944	92692	94635
Nov	169153	7121	176274
Dec	466130	1134	467264
TOTAL	2516945	2719949	5236894
PER M²	3706	4005	7711
Floor Area:	679.122 m2		

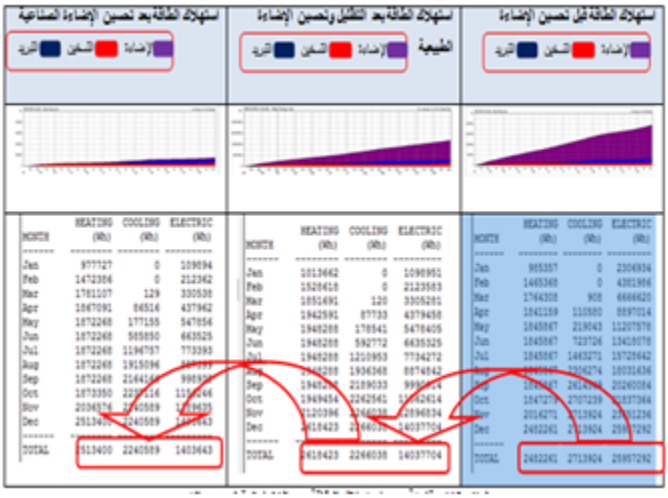
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	977727	1360	979087
Feb	494659	720	495378
Mar	308807	665	309472
Apr	86461	86516	172977
May	6081	90648	96729
Jun	2287	408695	410983
Jul	2506	610907	613413
Aug	3148	718339	721487
Sep	1402	249071	250473
Oct	1787	72951	74705
Nov	163264	3758	167022
Dec	476831	792	477624
TOTAL	2524931	2244423	4769354
PER M²	3718	3305	7023
Floor Area:	679.122 m2		

تقليل الأحمال بتقليل نسبة الفتحات في الواجهة الجنوبية والغربية من10-20% وتحسين كفاءة النوافذ ونفاذيتها بإستخدام الزجاج المزدوج أو العازل مع إضافة عناصر الإظلال والتغطيات على الفتحات تصميم التظليل المناسب على الواجهات أدى إلى إنخفاض أحمال التبريد صيفا بنسبة 17.5%



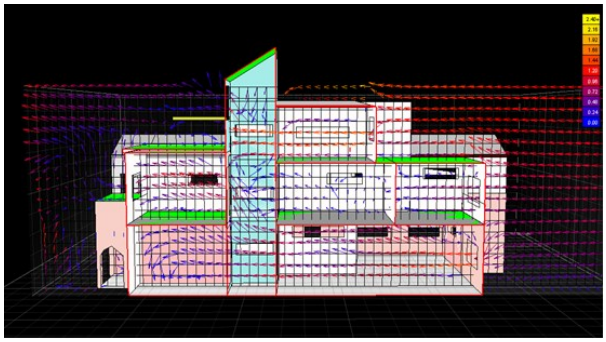
شكل (٢٨) مراحل ونسب تخفيض الطاقة المستهلكة في

جدول(٨) مقارنة بين استهلاك الطاقة من الإضاءة قبل وبعد التحسين



★التهوية الطبيعية والميكانيكية

بعد إجراء عدة تجارب **جدول (٩)** كانت أفضل المعالجات المعمارية لإعطاء أفضل النتائج فى كفاءة إستهلاك الطاقة متمثلة في معالجة التهوية عن طريق الكاسرات التى تم إضافتها للفتحات بجعل أحد أضلاعها ملقف للهواء Air Catcher ، وأيضا تصميم فراغ السلم ليعمل كمدخنة شمسية Solar Chimney تحفز حركة الهواء بسحب الهواء الساخن من الفراغات ليحل محله الهواء البارد من الملاقف المضافة عند الفتحات ، وإضافة فتحات علوية فى الأسقف الجمالونية Pitched Roof لخروج الهواء الساخن والعمل على تحريك الهواء داخل الفراغ **شكل (٢٩)**.

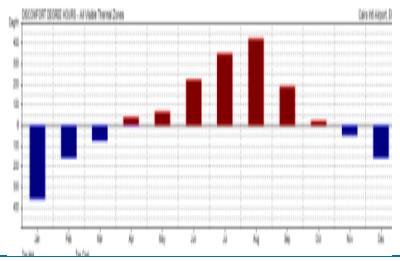
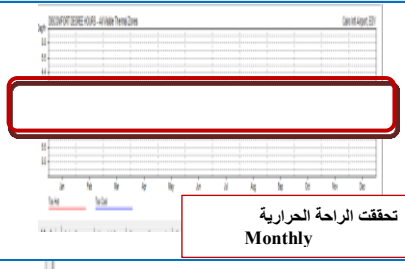
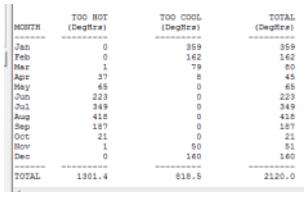
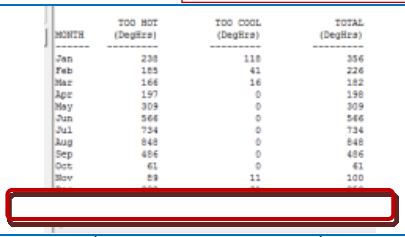
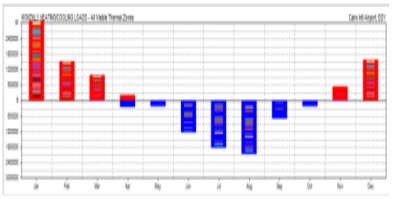
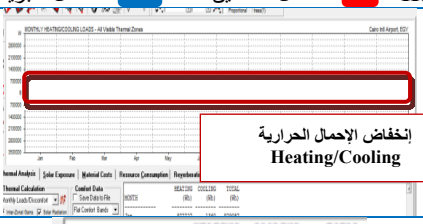
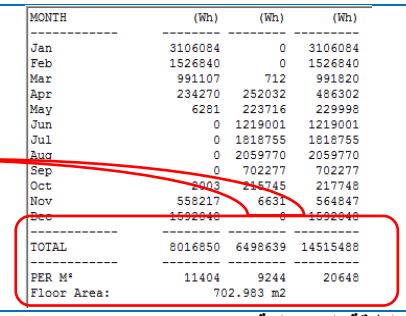
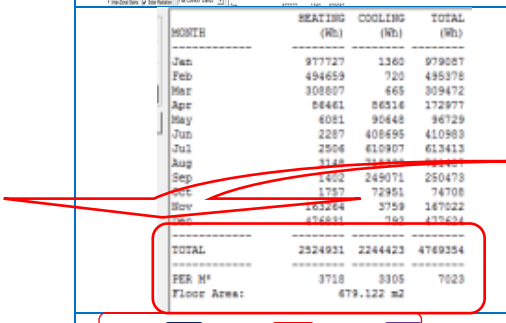
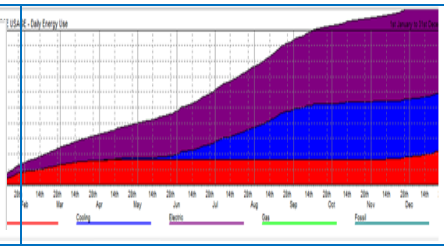
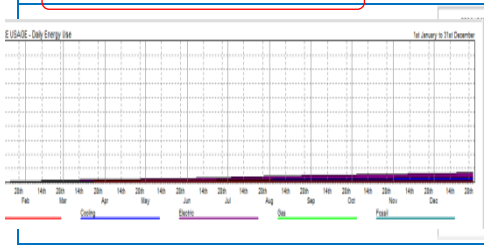


شكل (٢٩) حركة الهواء بعد معالجة التهوية

وبدراسة تحليلات الفقد والكسب Analyses Loss & Gain وجد أن التهوية ليس لها أثر إلا في زيادة الكسب صيفا والفقد شتاءا فلابد من إجراء التعديلات على أماكن ونسب الفتحات وعمل المعالجات الطبيعية كالملقف والشخشيخة. ليصبح إستهلاك الطاقة بعد معالجة التهوية 2857 كيلو وات سنويا **شكل (٣٠)**.وبعد الانتهاء من إجراء كافة التعديلات التى يمكن إجرائها على هذا المسكن. و يوضح **جدول (١٠)** مدى إمكانية تخفيض الساعات التى خارج الراحة الحرارية و الأحمال الحرارية على المبنى وتوفير استهلاك الطاقة عن طريق تطبيق أساليب الاستخدام المنخفض للطاقة.

جدول (٩) مقارنة بين تهوية فراغات المبنى قبل وبعد التعديل

جدول (١٠) الساعات خارج الراحة الحرارية و الأحمال الحرارية على المبنى وتوفير إستهلاك الطاقة قبل وبعد التعديل

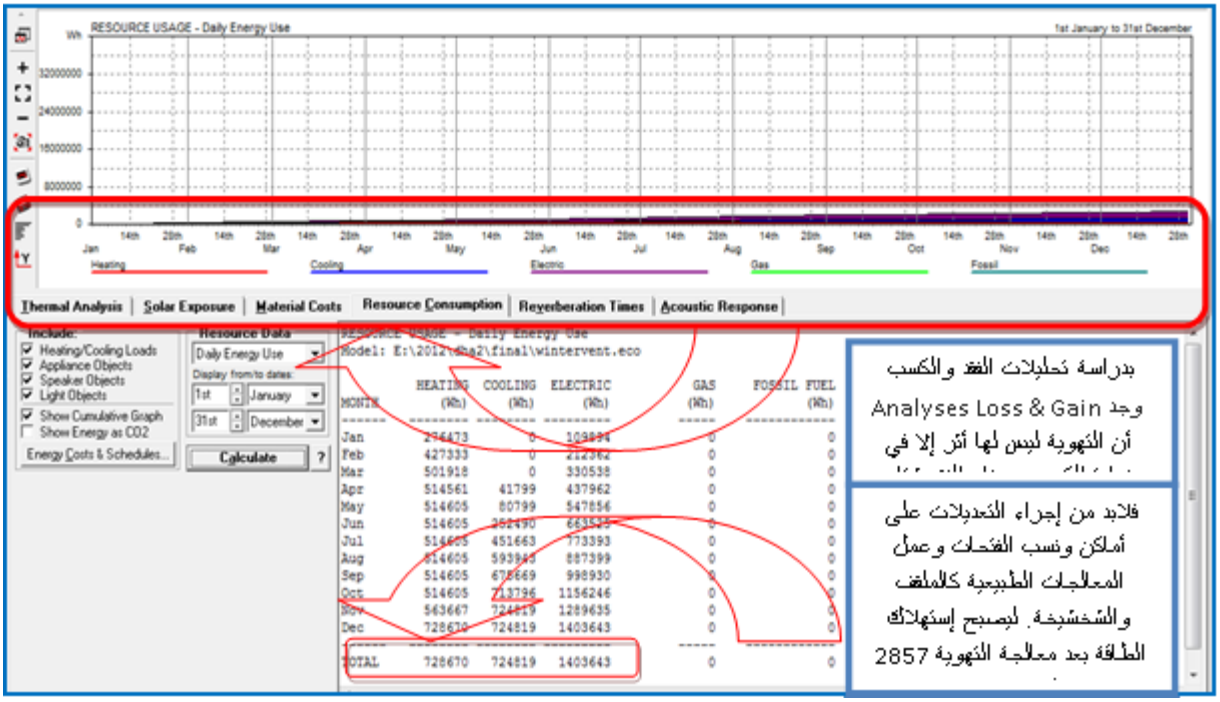
	المبنى قبل التعديل	المبنى بعد مرحلة توفير الطاقة
الساعات خارج الراحة الحرارية Monthly Loads/Discomfort		 تحققت الراحة الحرارية Monthly
الساعات الباردة / الساعات الساخنة		
الأحمال الحرارية على المبنى Heating/Cooling loads — أحمال التسخين — أحمال التبريد		 إنخفاض الإحمال الحرارية Heating/Cooling
الطاقة المستهلكة Energy Consumption — الإضاءة —		
		

Befor:703 After:679 Heating

NTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	ELECTRIC (Wh)	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	ELECTRIC (Wh)
١	276473	0	109894	3384495	0	2294621
٢	427333	0	212362	5205906	0	4353853
٣	501918	0	330538	6407521	7219	6614036
٤	514561	41799	437962	6713830	422310	8830659
٥	514605	80799	547856	6720426	1181199	11127921
٦	514605	252490	663525	6720426	3986176	13311941
٧	514605	451663	773393	6720426	8041980	15609203
٨	514605	593943	887399	6720426	12514396	17893144
٩	514605	675669	998930	6720426	14375545	20102272
١٠	514605	713796	1156246	6722685	14836508	21600192
١١	563667	724819	1289635	7356414	14906122	23363928
١٢	728670	724819	1403643	9220660	14906122	25651856
TAL	728670	724819	1403643	9220660	14906122	25651856

Befor:703
After:679
Heating

وبعد الانتهاء من إجراء كافة التعديلات التى يمكن إجرائها على هذا المسكن يتضح مدى إمكانية تخفيض الساعات التى خارج الراحة الحرارية و الأحمال الحرارية على المبنى وتوفير استهلاك الطاقة عن طريق تطبيق أساليب الاستخدام المنخفض للطاقة لتصل الطاقة المستهلكة في المبني سنويا 2857 كيلو واط بتكلفه قدرها571 جنيه مصري سنويا.



شكل (٣٠) إستهلاك الطاقة بعد تعديل التهوية

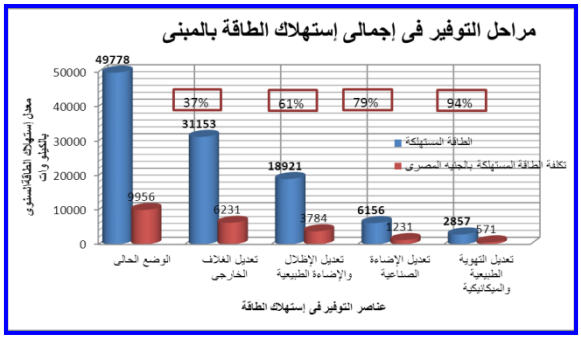
إجمالى مراحل تخفيض الطاقة المستهلكة بعد مرحلة توفير الطاقة:

الطاقة المستهلكة في المبني سنويا تساوي KW2857 بتكلفه قدرها571 جنيه مصري سنويا. يوضح **شكل (٣١)** نتائج مراحل تخفيض إجمالى إستهلاك الطاقة فى المبنى.

ومن حساب التكلفة بالتعديلات السابقة ، وجد أن تعديلات الإضاءة الصناعية أكثرهم جدوى إقتصادية ثم تعديلات الإظلال والإضاءة الطبيعية ثم تعديلات الغلاف الخارجى ثم تعديلات التهوية الطبيعية والموضحة **بجدول (١١)**

ومن نتائج مرحلة توفير الطاقة ثبت مدى أهمية تصميم الغلاف الخارجى للمبنى والإظلال والإضاءة الطبيعية و الصناعية والتهوية الطبيعية لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدم على مدار العام والوصول بنتائج إستهلاك الطاقة

إلى أقل المعدلات التى يمكن تغطيتها بنظم الطاقة المتجددة بأقل تكلفة كما سيتم فى المرحلة التالية.



	تعديل التهوية الطبيعية والميكانيكية	تعديل الإضاءة الصناعية	تعديل الإظلال والإضاءة الطبيعية	تعديل الغلاف الخارجي	الوضع الحالي
الطاقة المستهلكة KW	2857	6156	18921	31153	49778
التكلفة الجنية المصري	571	1231	3784	6231	9956
نسبة توفير الطاقة %	94	79	61	37	-
الإضاءة الصناعية أكثرهم جدوى إقتصادية ثم تعديلات الإظلال والإضاءة الطبيعية ثم تعديلات الغلاف الخارجى ثم تعديلات التهوية الطبيعي					
الطاقة المستهلكة في المبني سنويا KW2857			التكلفه 571 جنيه مصري سنويا.		

شكل (٣١) مراحل ونسب التوفير بإجمالى استهلاك الطاقة بالمبنى

جدول (١١) ترتيب عناصر إستهلاك الطاقة طبقا للجدوى الإقتصادية لمرحلة توفير الطاقة

العناصر التى تم تعديلها بالمسكن	الطاقة التى وفرت بعد التعديل	التكلفة بالجنيه المصرى
أولا:الإضاءة الصناعية	13ألف كيلو وات	4.5 ألف جنيه مصرى
ثانيا:الإظلال والإضاءة الطبيعية	12ألف كيلو وات	5 ألف جنيه مصرى
ثالثا:الغلاف الخارجى	19ألف كيلو وات	12 ألف جنيه مصرى
رابعا:التهوية الطبيعية	3ألف كيلو وات	2 ألف جنيه مصرى

ثانيا :التعديلات التى تخص محور حفظ الطاقة :

تعنى بتوظيف نظم الطاقة المتاحة فى الموقع متمثلة بالطاقة الشمسية والإستفادة من حرارتها بتصميم المجمعات الشمسية المولدة للطاقة الحرارية المستخدمة فى تسخين المياه والإستفادة من إشعاعها من خلال الخلايا الضوئية المولدة للطاقة الكهربية

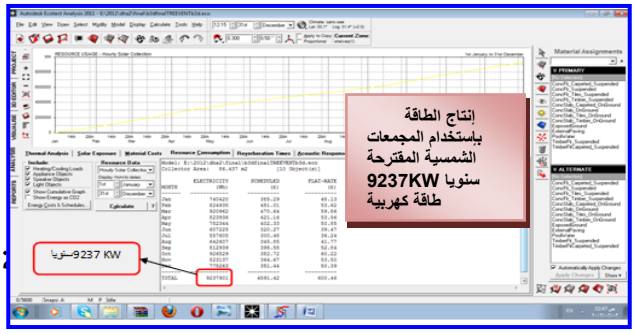
إستخدام الطاقة الشمسية فى تسخين المياه Solar Collector:

لحساب الأحمال المطلوبة من المياه الساخنة يلزم تحديد الحمل اليومي من الطاقة ودرجة الحرارة المطلوبة للتسخين.وبالنظر إلى معدلات إستهلاك المسكن من المياه الساخنة وجد أن متوسط إستهلاك الشخص العادي من المياه تتراوح بين 15-40 جالون.

ويتوقف حساب مساحة المجمع على نوع منظومة السخان الشمسي المستخدمة ، والموقع الجغرافي ، وشدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة وكمية المياه المطلوب تسخينها (15جالون للشخص الواحد). ويفضل توجيه المجمعات الشمسية نحو الجنوب الحقيقي وعلى زاوية ميل على الأفقي تساوى تقريباً خط العرض الواقع به الموقع وتختلف فترة العائد المادي Return Time Financial تبعاً لمقدار الطلب على المياه الساخنة .

وقد تم إستخدام Solar Collector منخفض التكلفة (3.5-1.5 دولار القطعة) فوق وحدات الإظلال لعكس الإضاءة الطبيعية والتى سبق الإشارة إليها من قبل، ويعتمد هذا النظام على الحرارة المكتسبة لخزان المياه وتوزيعها خلال أنابيب المياه. ويمكن أن تستخدم نسبه الفقد من حرارة المياه الساخنة بالأنابيب لتدفئه الغرف مع مراعاة وضع خزانات الماء الساخن المعزولة جيداً أقرب ما يمكن الى نقاط الاستعمال وذلك لتقليل الفاقد الحرارى من الأنابيب. كذا وجد أن المكان المناسب لتثبيت المجمعات الشمسية خلف الخلايا الكهروضوئية التى أستخدمت على أسطح الواجهات الجنوبية لتمتص الحرارة التى ستنتج عنها.

وصل إنتاج الطاقة بإستخدام المجمعات الشمسية المقترحة KW9237 سنويا طاقة كهربية **شكل (٣٢)**، والتي يمكن إستخدامها فى عمليات التسخين للمياه أو الفراغات. وهذا الناتج سوف يكفى ويفيض عن حاجة المسكن لذا يمكن أن يستخدم الفائض فى تسخين فراغاته أو تسخين مياه المساكن المجاورة



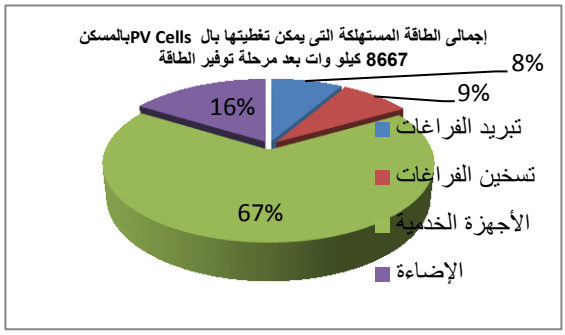
شكل (٣٢) ناتج الطاقة من المجمعات الشمسيه خلف الخلايا

ومما سبق وجد أنه يتوقف التوفير في مقدار الطاقة المستخدمة عند إستبدال نوع الوقود المستخدم Replacement Type of fuel في تسخين المياه سواء الطاقة الكهربية المستمدة من الشبكة أو إستخدام الغاز الطبيعي المستخدم في عمليات التسخين ببدائل الطاقة المتجددة من الطاقة الشمسية.

ويلاحظ من النتائج أن إستغلال الطاقة الشمسية يحقق عائد مادي سريع برغم التكلفة العالية للنظام (تصل تكلفة السخان الشمسي إلى 22- 25ألف جنيه مصري بعائد مادي لا يتجاوز 10 سنوات) لكنه الأفضل مقارنةً بالإستهلاك الدوري والمستمر لبدائل الطاقة التقليدية الأخرى من الطاقة الكهربية أو الغاز الطبيعي.

إستخدام الطاقة الشمسية فى توليد الطاقة الكهربية:

يقترح الإعتماد على الطاقة الكهربية الناتجة من تحويل الطاقة الشمسية عن طريق الخلايا الكهروضوئية لتغطية الطاقة المتبقية بعد تعديلات المرحلة السابقة وهى (2857 كيلو وات سنوياً) مستهلكة فى تبريد وتسخين وإضاءة الفراغات مضافا إليها الطاقة المستهلكة من الأجهزة الخدمية بالمنزل سنوياً (5810 كيلو وات سنوياً). ليكون إجمالى الطاقة المستهلكة بالمسكن8667 كيلو واط سنوياً .



شكل (٣٣) الطاقة المستهلكة بعد مرحلة توفير الطاقة

ويقترح توفيرها بإستخدام الخلايا الكهروضوئية PV-Cells **شكل (٣٣)** بالواجهات الجنوبية و السطح نوعية التثبيت المتحرك أتوماتيكيا مع زاوية الشمس. كذا إستخدام الخلايا الكهروضوئية الجاهزة ونوعها polycrystalline بكفاءة 10.5٪ يتم تهويتها من خلال رفعها بعيدا عن السطح المثبته عليه، وأخيرا جعل المسكن متصل بالشبكة لكونها الأوفر إقتصاديا.

أفضل تصميم للخلايا الضوئيه على السطح المستوى أنتج 2541 كيلو وات/سنه

أفضل تصميم للخلايا الضوئيه على الواجهه الجنوبية أنتج 2163 كيلو وات/سنه

أفضل تصميم للخلايا الضوئية على وحدة التظليل في الواجهة الغربية أنتج 474 وات/سنه

يكون إجمالى الطاقة المولدة من الثلاث تجارب = 5178 كيلو وات /سنه.

وهذا الناتج لا يكافئ كمية الطاقة المطلوبة 6319 (كيلو وات) مما يعنى ضرورة إعادة التصميم إجراء التباديل على موقع التثبيت والنوع المستخدم وزاوية ميله أو التحريك الأتوماتيكى مع إشعاع الشمس Tracking PV للوصول

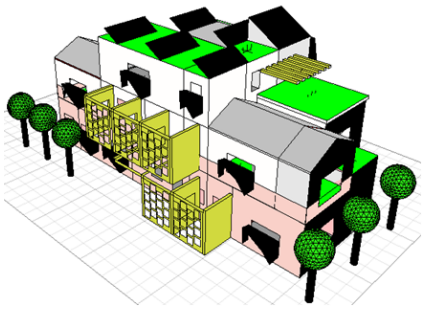
لكمية الطاقة المطلوبة مع مراعاة التكلفة الإقتصادية Economic Cost.

ثالثا :التعديلات التى تخص محور إنتاج الطاقة:

أستخدمت النظم المتكاملة لحفظ الطاقة **شكل (٣٤)** بغرض الوصول إلى أقل إستهلاك ممكن دون الإضرار بالبيئة، وذلك بالجمع بين نظم العزل عالي الكفاءة والإنشاء المحكم ونظم التهوية المدمجة وكفاءة الإضاءة الطبيعية والصناعية وتوظيف نظم الطاقة المتجددة وإعادة الاستخدام. مما قلل الحاجة لإستهلاك الكهرباء إلى أقصى نقطة الصفر (Net Zero Energy NZE).

صمم الحائط الجنوبى للملقف لوضع خلايا الPV أنتج1417 كيلو وات /السنة، وتعديل الخلايا الضوئية للمتحركة على الواجهة الجنوبية أنتج 3549 كيلو وات /السنة، أما الخلايا الضوئية السطحية المتحركة أنتجت 4054 كيلو وات /السنة. وبذلك يكون إجمالى الطاقة المولدة = 9011 كيلو وات /سنه

ويعد الناتج (9011 كيلو وات /سنه) يكفى ويزيد عن كمية الطاقة المطلوبة (8667 كيلو وات/السنة).



شكل (٣٤) تطبيق النظم المتكاملة لحفظ الطاقة

كذا إمكانية إعادة تدوير المياه حيث يستهلك المنزل ماء معدله (84 – 100) لتر من الماء كل يوم للـ6 أفراد. وتنتج وحدة تكييف الهواء (30 لتر) من تكاثف الماء يوميا، بالإضافة إلى الندى والمطـر (اللذان يختلفان حسب الفصول)والتي تنقى و تخزن في خزانات للإستخدام.

ولتطبيق كفاءة خفض إستهلاك الماء بالمسكن تستخدم المياه الرمادية Gray Water حيث يتم تجميعها في خزان أرضي ومعالجتها بمرشحات الرمل والزلط ثم إعادة إستخدامها في أغراض مختلفة مثل الري.

وبذلك يكون المسكن قد حقق الإكتفاء الذاتي وتوليد بالطاقة لكونه ينتج أكثر من حاجته ويورده إلى شبكة الكهرباء الرئيسية أو إلى المساكن المجاورة .ومن خلال المراحل السابقة يمكن تحويل مسكن قائم مستهلك للطاقة إلى مسكن صفرى مولد للطاقة بإستخدام منهج التصميم المقترح لمبنى سكني يحقق محاور إستراتيجية كفاءة إنتاجية الطاقة **شكل (٣٥)**. ويقصد بالمحاور: (ترشيد إستهلاك الطاقة عن طريق خفض محتوى الطاقة الكامنة وتوفير بيئة داخلية عالية الجودة وتحسين كفاءة الأجهزة والنظم، وحفظ الطاقة عن طريق توظيف نظم الطاقة المتجددة وكفاءة تخزينها ،وإنتاج الطاقة عن طريق تكامل نظم الطاقة وإعادة إستخدام الطاقات) بهدف الوصول إلى مبنى إستهلاكه من الطاقة وإنبعاثاتة من الكربون سنويا يساوى صفر.

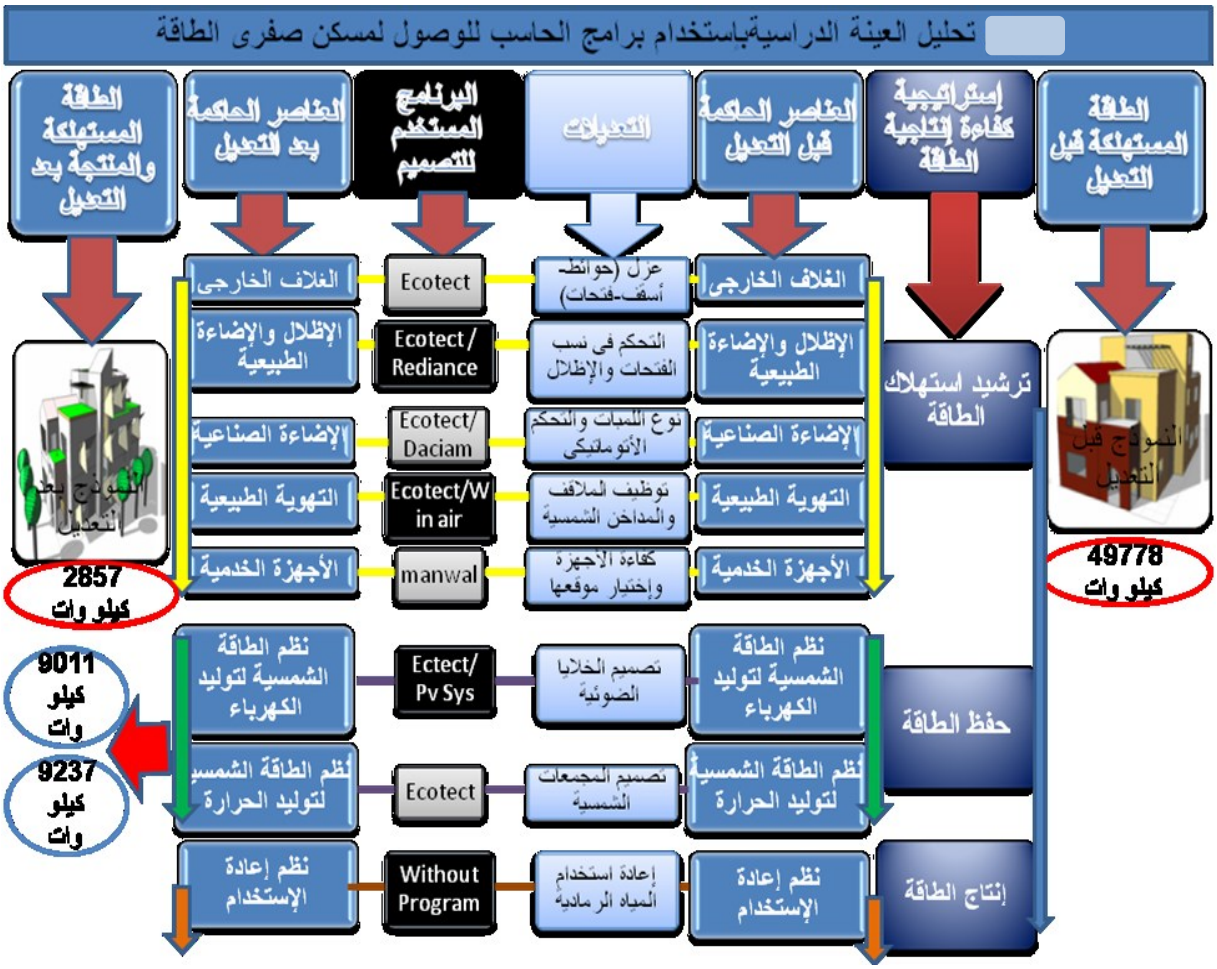
الاستنتاجات :

الطاقة هى محور التفكير الرئيسى لكل مداخل وإتجاهات التصميم البيئى المختلفة ممثلة العامل المشترك فى كل مبادئ تلك المداخل بما يجعلها المدخل الرئيسى لتحقيق أهداف ومبادئ التصميم البيئى.

تتوجه المباني السكنية في العالم نحو كفاءة تصميم الطاقة والإنشاء والمواد والتوجه وإستخدامات الطاقات المتجددة، ليصبح المبنى بمثابة منتج لإحتياجاته من الطاقة ويورد ما يفيض عنها إلى الشبكة الخارجية، وليس مستهلكاً فقط بما يجعله عبئاً على البيئة.

المسكن صفرى الطاقة هو الذى يهدف إلى الوصول بمكونات الطاقة بالمسكن إلى أقل حدود ممكنة من كميات الطاقة والتى لا يمكن خفض مستويات الطاقة عنها وهو ما يعنى أن المبنى هو نظام للطاقة يشبه نظم الطاقة فى الطبيعة .

ولكى يتم الوصول إلى مسكن صفرى الطاقة فإنه يتم ذلك من خلال ثلاثة إستراتيجيات هى:



شكل (٣٥) إستراتيجية تحويل مبنى سكني مستهلط للطاقة لمسكن مولد للطاقة

أولاً: ترشيد استهلاك الطاقة بالمبنى السكنى.

ثانياً: حفظ الطاقة لتحقيق الإكتفاء الذاتى بالمبانى السكنية.

ثالثاً: إنتاج وإعادة إستخدام الطاقة.

لتحويل المبانى السكنية القائمة المستهلكة للطاقة إلى مبانى سكنية منتجة للطاقة لابد من التعديل بأجزاء غلاف المبنى ونظم التهوية ،التكيف ،وتسخين المياه ،الإظلال والإضاءة حتى تحقق متطلبات كفاءة الطاقة ونصل بها إلى أقل حدود ممكنة من كميات الطاقة ثم توظيف نظم الطاقة المتجددة والنظم المتكاملة ونظم إعادة الإستخدام على مستوى الوحدة السكنية أو التجمع السكنى .

تطبيق إستراتيجيات الطاقة للوصول إلى مسكن صفرى الطاقة لا تنتهى عند توظيف الطاقات المتجددة وإستخدامها فى توفير الطاقة للمبنى وإنما يمتد ليشمل التكامل بين النظم ولابد من إعادة إستخدام كل ما ينتج عن المسكن من طاقات أو تسهيل فرصة إعادة إستخدامها.

عند تحسين إستراتيجيات التكامل بين نظم الطاقة داخل المسكن لإستيعاب الطلب على الطاقة فإن مقدار الوفر الناتج يمكن توريده إلى الشبكة العامة وبالتالي الوصول إلى مبنى منتج للطاقة أو متعادل أكثر من مجرد مبنى مستهلك للطاقة.

يمكن مشاركة عدة مساكن أو تجمعات سكنية متجاورة في الموقع في تطبيق التكنولوجيات المتكاملة للإمداد بالطاقة مما يقلل من عبء التكلفة عل ى الفرد الواحد وعبء الاحتياج الملزم للإمداد بالطاقة من الشبكة العامة.

لا يفضل الاستغناء كليةً عن الشبكة العامة للتمديد بالكهرباء اللازمة للمسكن وذلك لزيادة حجم النظام وبالتالي زيادة في التكلفة المبدئية له. وكلما كانت التجمعات السكنية قريبة من الشبكة العامة فإنه من غير الاقتصادي استبدال كافة النظم المولدة للطاقة بالنظم الشمسية.

لابد وأن تتضمن استرتيجيات الطاقة إعادة استخدام وتدوير المبانى ومكوناتها ويتم ذلك من خلال تعظيم قيم إعادة إستخدام مواد البناء الفديمة بالإضافة إلى تعظيم قيم التصميم بهدف إعادة الإستخدام.

النظم المتكاملة تعتبر أقل مسبباً لانبعاث الغازات الناتجة عن الوقود الحفري كما أنها تحفاظ على طاقة مستمرة ومستقرة في حال عدم إمكانية استغلال مصادر الطاقة المتجددة كطاقة الرياح أو الطاقة الشمسية بكفاءة عالية.

التوصيات :

المصمم المعمارى لابد وأن يكون على دراية باستراتيجيات الطاقة المختلفة لاستخدام الأدوات التصميمية بكفاءة عالية كذا مراعاة البيئة وتطبيق استراتيجيات الطاقة المقترحة فى أولويات أي عملية تصميمية وإتباع إستراتيجية محددة لكفاءة استخدام الطاقة كأساس للتصميم للوصول إلى مسكن صفرى مولد للطاقة كالتى تم إستحداثها فى هذه الدراسة البحثية.

ضرورة تشجيع الحكومة للمواطنين على العمل بتحويل المبانى السكنية القائمة المستهلكة للطاقة إلى مبانى سكنية صفرية للطاقة ولتحقيق هذا الهدف لابد من التعديل بأجزاء غلاف المبنى ونظم التهوية، التكيف،وتسخين المياه ،الإظلال والإضاءة حتى تحقق متطلبات كفاءة الطاقة ثم توظيف نظم الطاقة المتجددة والنظم المتكاملة ونظم إعادة الإستخدام على مستوى الوحدة السكنية أو التجمع السكنى .

أهمية وجود منظومة متكاملة فى مصر على علم بأهمية الطاقة ودورها الحيوى فى التقدم الحضارى لأنه يوجد فى مصر العديد من المؤهلات التى تحقق صور التكامل فتؤدى إلى التطوير. ومحاولة الاستفادة من الخبرات العالمية فى هذا المجال ومن التجارب السابقة ونبدأ من حيث انتهى الآخرون .

تفعيل أداء أكواد الطاقة فى المبانى لتحسين أداء الطاقة وتطوير أنواعها ليتلائم مع أنواع المبانى وتوضيح أهمية تحسين أداء الطاقة بالمبانى،مع تفعيل النظام المصرى ليشمل كل أنواع المبانى.

تعاظم البحث والتطوير فى مجال العمارة البيئية والدمج بين التقنيات الحديثة والأسس البيئية حتى يتحول ذلك الأداء إلى إعطاء الهوية للمبانى بمصر. إدراك مفاهيم ومداخل التصميم البيئى حتى يمكن تنفيذه بشكل فعلى على المبانى الجديدة والقائمة من قبل الأفراد ومن قبل المؤسسات.

بما أن الطاقة داخل المسكن إما أن تولد داخل المبنى أو تستهلك أو يتغير شكلها. فلابد من إيجاد التوازن بين الطاقة القادمة إلى المبنى السكني والطاقة المستهلكة داخله والطاقة المفقودة ومعالجتها. وبمساعدة المصمم المعماري يمكن الوصول إلى مباني تستخدم أقل قدر من الطاقات التقليدية وصولاً إلى بيئة نظيفة.

ضرورة دعم المساكن التى يتم تصميمها على أساس تطبيق إستراتيجيات خفض إستهلاك الطاقة عن طريق خفض الضرائب والرسوم عن كل مبنى يدعم تطبيق إستراتيجيات الطاقة فى التصميم ودعم المقاولين الذين يساهمون فى عمليات البناء التى تتم من هذا النوع .

ضرورة دعم وتشجيع صناعات البناء القائمة على مواد وموارد يتم إنتاجها محليا وكذلك التى لا تحتاج إلى عمليات تصنيع معقدة ويتم عمل تقييم مستمر للمعايير الموضوعة كى يتم تطويرها بإستمرار.

العمل على زيادة الوعى والإدراك البيئي لدى الأفراد بكفاءة المبانى صفرية الطاقة ومردودها الاقتصادي والبيئي الإيجابي عن طريق أجهزة الإعلام المقروءة والمسموعة والمرئية.

السعي لخفض قيمة التكلفة الفعلية لاستخدام الطاقات المتجددة لأن التكلفة هى العامل الأساسي لعدم انتشار استخدام تلك الطاقات على نطاق واسع وذلك بالعمل على دراسة إمكانية التصنيع المحلى للمعدات كالخلايا والمجمعات الشمسية ومعدات طاقة الرياح للعمل على خفض سعرهم بدلاً من استيرادهم.

تقييم للكود المحلي للمبنى والتشريعات وذلك لتجنب بعض المخالفات التي تنتج عن تركيب نظام الطاقة كمجاوزة أحمال السقف, عدم مطابقة المبادلات الحرارية, الأسلاك غير المناسبة والتأثير السلبي على مورد المياه الصالحة للشرب.

دعم الصناعات التى تتعلق بتكنولوجيات الطاقة فعلى سبيل المثال استطاعت الدنمارك بسبقها فى تطوير تكنولوجيات توليد الطاقة من الرياح أن تكون أكبر مصدر لمكونات هذه الصناعة وأجزائها بالإضافة إلى تمكنها من تحقيق قدر كبير من الاكتفاء الذاتى من الطاقة.

زيادة الوعى الثقافى لدى الأفراد عن ماهية تحسين التعامل مع البيئة ومواردها مع إدراك كل من المصمم والمنفذ والمالك بأهمية التصميم البيئى وتأثيره على كفاءة الطاقة فى المبانى.

إعداد دراسة نمط حياة مستخدمي المسكن وطبيعة نشاطهم وأسلوب حياتهم قبل الشروع في تصميم أو إعادة تصميم أى محيط داخلي لمعرفة مدى إستجابتهم له، حيث أن ترشيد استهلاك الطاقة في التصميم الداخلي يعتبر هدفاً أساسا ولكن لا يأخذ أولوية على حساب توفير الراحة المطلوبة للساكنين.

يجب وضع معايير خاصة لتقييم كفاءة المسكن أو المبنى ومدى قدرته على تحقيق الإستراتيجية التصميمية وبحيث يتم تقييم كل مشروع على أساس مدى تحقيقه لمعايير توفير الطاقةوكفاءة الأداء ويتم حساب الدعم المقدم لهذه بحيث يرتبط بمقدار تحقيق المبنى لمعيار كفاءة أداء الطاقة.

محاولة تطوير ما تم دراسته بالبحث وصياغة الرؤية الشاملة والمتكاملة للعمارة صفرية الطاقة وتحويلها إلى برنامج لتقييم أداء المبانى صفرية الطاقة بما يتوافق مع الواقع المحلى .

المصادر :

١) الأمم المتحدة، تقرير القمة العالمي للتنمية المستدامة ، جوهانسبرغ، جنوب إفريقيا أغسطس/سبتمبر٢٠٠٢.

٢) السيد الحلمولى، نثيلة عبد السميع ، غلاف المبانى متعدد الطبقات كأحد التقنيات والتصميمات التطبيقية المتوافقة ، المؤتمر العلمى الدولى الثالث ﷺتوفيق العمارة والعمران فى عقود التحولات، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة ٢٠٠٦.

٣) جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر ٢٠٠٣- ٢٠٠٤، جهاز تخطيط الطاقة، وزارة الكهرباء، القاهرة،جمهورية مصر العربية.

٤) المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني، الجزء الأول للمبانى السكنية،٢٠٠٨، جمهورية مصر العربية.

٥) مرسيل سامي عوض حنا، طرق مستحدثة لترشيد الطاقة داخل بعض المنشآت في البيئة المشيدة، قسم الهندسة البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس،٢٠٠٥.

٦) مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، مشروع رقم (IMC / 217) PS ، ديسمبر ٢٠٠٦، جمهورية مصر العربية.

٧) مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار، تقريرحول واقع ومستقبل الكهرباء فى مصر والعالم ، مركز دعم القرار،٢٠١٣،القاهرة، جمهورية مصر العربية.

٨) يحي وزيري، التصميم المعمارى الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء، الطبعة الأولى، مكتبة . مدبولى، ٢٠٠٣، جمهورية مصر العربية.

9) Abdelaty M.,(2006), Wind & solar power: Availability in some Coastal Sites of Egypt, Unpublished PhD Thesis, Department of Physics, Faculty of Education, Port said, Suez Canal University,2006, Egypt .

10) Attia, S., De herde, A., (2009), Impact and Potential of Community Scale Low-Energy Retrofit: Case Study in Cairo, Smart and Sustainable Built Environments Conference, June 2009, Tu-Delft, Netherland.
11) Baker, N & Steamers, K., (2000), Energy and Environment in Architecture, Technical Design Guide, Architecture Press, 2000, London.
12) Center for Renewable Energy & Sustainable Technology,(2004), Green & Sustainable Building, Lawrence Laboratory ,Berkeley, Department of Energy National Laboratory ,Sourcebook , Green Building Databases & Design Resources,,2004, USA.
13) Kohler J., (2006), Air –To –Air Heat Exchanger Ventilation, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Department of Energy (DOE), Mechanical Engineers,2006, U.S.A.
14) Meier J., & Kulcinski G., (2002), Life Energy Requirements And Greenhouses Gas Emissions For Building Integrated Photovoltaic, University of Wisconsin, April, 2002, USA.
15) Midwest Research Institute, (2010), Federal Renewable Energy Screening Assistant (FRESA2.5), User's Manual, NREL, U.S. Department of Energy Laboratory, 2010, USA.
16) National Renewable Energy Laboratory NREL, (2003), Photovoltaic Power Systems in the Built Environment , January 2003, USA.
17) Natural Resources Canada (NRCan) , (2011), Wind Energy System a Buyer's Guide, Renewable and Electrical Energy Division, HMQR of Canada, 2011,Canada.
18) New & Renewable Energy Authority Egypt,(2004), Implementation of Renewable Energy Technologies- Egypt Country Study, UNEP Collaborating Center &Environments Rios National Laboratory Denmark, 2004, Egypt.
19) Proverbs D., Economic Challenges of Sustainable Construction, RICS Foundation Construction and Building Research Conference, School of Engineering and the Built Environment. University of Wolver Hampton, ISBN COBRA ,(1st to 2nd September 2003),U.K.
20) Renewable Energy and Sustainable Technology Center, Green & Sustainable Building, Sourcebook, 2004, www.greenbuilder.com.
21) Roaf S.et al.,(2001), Eco House: A Design Guide, Architecture Press, Oxford, 2001, U.K.

Summary:

The growing demand of energy consumption in developed and some developing countries pays to impose strategies for rationalizing energy consumption, especially residential sector, which comes on top of buildings to contribute the largest share in energy consumption.

In view of current Egypt state, Residential sector consumes 52% of the total electrical energy available in Egypt, and it is considered the largest energy-consuming sector according to The Electricity Company.

The application of national plan energy consumption divides society into segments of financial expense rate per kilowatt electricity directly proportional to increase the rate of energy consumption, therefore this category was selected for being the most needy a of zero energy residential application.

The research proposes on design house energy generator methodology to convert top energy consumer house into zero energy. Housing could reach zero depending on itself, it is no longer the world's attention limited to rationalization but rather extended to cover production. This requires energy efficiency improvements using to achieve the design requirements & thermal comforts to avoid consumption increased and reduce energy wastage. As well as environmental integration systems such as: insulation, ventilation, natural lighting, thermal mass, heating and cooling.