Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No. 2

تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة فى المبانى السكنية
(دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدة)

أ. د. مني حسن سليمان
أستاذ ورئيس قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة الفيوم
mhs00@fayoum.edu.eg

أ. م. د. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوي
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة الفيوم
mae03@fayoum.edu.eg

م . رنا رأفت محمود أحمد
معيدة بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة الفيوم
RANA.RAFAT77@gmail.com

الملخص :

إن للطاقات المتجددة دور حيوي وجوهري في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة للمدن الجديدة بمصر , حيث تعتبر ملجأ في حل أزمة الطاقة عوضاً عن الطاقة الحفرية الناضبة والملوثة للغلاف الجوي ويهدف البحث لدراسة أنظمة الطاقة الشمسية لتلبية الاحتياجات المتزايدة للطاقة وترشيد استهلاكها, وللوصول للهدف تم دراسة العوامل المتسببة فى استهلاك الطاقة أثناء المراحل العمرية المختلفة للمبنى من تشييد وتشغيل المبنى , ثم وضع استراتيجية واضحة لرفع كفاءة الطاقة بالمبنى السكني من خلال محورين وهما ترشيد استهلاك الطاقة , و إنتاج الطاقة بتطبيق نظم الطاقة المتجددة . ويعتمد تحقيق مبدأ ترشيد استهلاك الطاقة خلال التشييد على خفض محتوى الطاقة في استخدام مواد الإنشاء [1], وعلى تطبيق أسس التصميم البيئي المستدام لتوفير بيئة داخلية عالية الجودة خلال مرحلة التشغيل , و محققة للراحة الحرارية بالقدر الذي يساعد على تلافي الاحتياج لأجهزة التبريد و زيادة استهلاك الطاقة , و تأكيد دور المعالجات التصميمية للغلاف الخارجي بالمباني السكنية لأنة هو المتحكم في الانتقال الحراري سواء اكتساب المبنى للحرارة أو فقدها حسب الظروف البيئية المحيطة له ومدى مقاومتة لها والذي يؤثر بشكل كبير على معدلات استهلاك الطاقة بالمباني[2]. والمنهجية المتبعة بالدراسة التطبيقية لعينة الوحدة السكنية هى مقارنة الوضع القائم لتصميم الغلاف الخارجي مع مختلف الإعتبارات التحسينية للطاقة , وتم التحليل على أساس أحمال الإكتساب الحرارى وأحمال التبريد المطلوبة بإستخدام برنامج Design Builder version 6.1.0.006 (Energy Plus 8.9) ومن أهم نتائج الدراسة هى أن كفاءة تصميم الغلاف الخارجي للمبنى تعتمد على نوع وسمك مادة البناء وعلى استخدام نوع العزل الحراري بالسمك المناسب بالحوائط والسقف وأيضاً أساليب التظليل المناسبة للفتحات والسقف .

الكلمات الدلالية:

الطاقات المتجددة – التصميم البيئي –الوحدة السكنية – الغلاف الخارجي – تحسين كفاءة الطاقة

المقدمة:

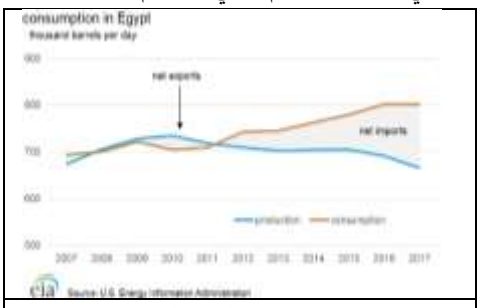
الطاقة هى أساس التنمية وعنصر حاكم في النمو الاقتصادي, لذا فإن تأمين إمدادات الطاقة من القضايا التي تشغل دول العالم , توخيًا لحماية أمنها القومي وتأمينًا لإحتياجات الأجيال القادمة. والمعماري مسؤول عن تصميم منشآت قادرة على تلبية احتياجات مستخدميها بتوفير الراحة الحرارية لإنجاز أنشطتهم المختلفة, لذلك يجب أن يراعي جانب أساسي لتشغيل المبنى وهو توفير الطاقة وترشيد استهلاكها , والطاقة الحفرية التي يعتمد عليها تشغيل معظم المباني في طريقها للنضوب وتحتاج للكثير من السنوات لتكونها كما أنها ملوثة للبيئة , أى أن التركيز على تحسين كفاءة الطاقة في المباني السكنية بإتباع أساليب لترشيد استهلاك الطاقة واستخدام أنظمة الطاقات المتجددة في التصميم عامل حاسم وسياسة فعالة في الحد من التأثيرات البيئية السلبية الناجمة عن الطاقة الحفرية . والخروج من أزمة و تحديات تلبية الطلب المحلي المتزايد على النفط في ظل انخفاض الإنتاج.

الإشكالية البحثية :

إن الطاقة الحفرية ملوثة للبيئة وتنتج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الذي يتزايد معدلات انبعاثه سنوياً إلى مستويات غير مسبوقة والمتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري ورفع درجة حرارة الأرض , وذلك بسبب ارتفاع معدل الاستهلاك العالمي وتزايد طلب المباني للطاقة. ويظهر جانب آخر من هذة المشكلة وهو مشكلة النضوب السريع للإمدادات من الطاقة المستخدمة , فهى مصدر غير متجدد كما أن معدل الإستهلاك للطاقة الحفرية بمصر يفوق معدل الانتاج (شكل 1) .

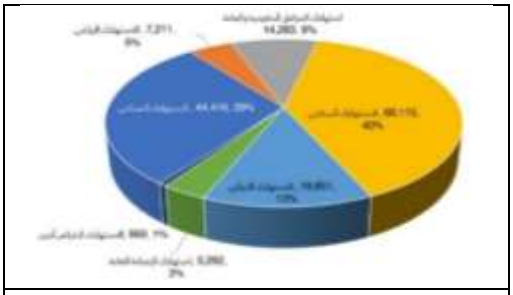
ووفقاً للأرقام الحكومية ، فإن المستخدمين الرئيسيين للكهرباء في مصر هما القطاع السكني و القطاع الصناعي (شكل 2)

وقد شهد الطلب بمصر على الكهرباء ارتفاعًا بمعدل متوسط بلغ حوالي 6٪ سنويا على مدار العقد الماضي، بالتزامن مع ارتفاع الطلب في الذروة من 17.3 جيجاواط في الفترة ما بين عامي 2005–2006م إلى 31.4 جيجاواط في الفترة ما بين عامي 2018–2019م[3]. وللمشكلة البحثية جانب إقتصادي حيث ارتفعت أسعار الكهرباء بالمباني السكنية بمصر بأكثر من الضعف في خلال عشر سنوات (شكل 3) . ويستحوز قطاع المباني حوالي 40٪ من الإنتاج العالمي للطاقة ، بنسبة 67٪ بالمباني السكنية حسب منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) , وتسهم في إنبعاث حوالي 33 ٪ من ثاني أكسيد الكربون[4] , وذلك بسبب التنمية الصناعية و التوسع العمراني السريع خاصة المباني السكنية , ونتيجة للتصميم الخاطئ والذي لا يراعي أساليب التصميم البيئي المستدام [5].



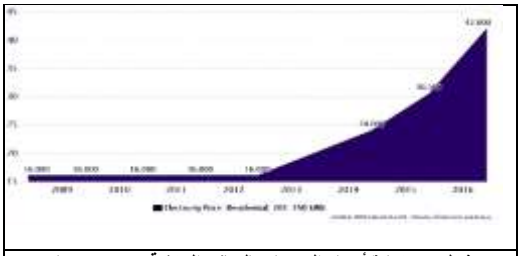
شكل (1) معدل استهلاك الطاقة الحفرية بمصر يفوق معدل الانتاج منذ عام 2011م

Source : Country Analysis Brief: Egypt Last , U.S.Energy Information Adminstration, 24 May, 2018



شكل(2) معدل استهلاك الكهرباء في مصر حسب نوع المستخدم

المصدر : التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر لعام 2019 م



شكل (3) زيادة أسعار الكهرباء بالمباني السكنية بمصر من عام 2008م وحتى عام 2016م من16 جنية إلى 42 جنية للكيلو وات / ساعة

Source :Egypt Electricity Price: Residential:201-350 kWh-25 Dec 2017www.CEICDATA.COM/

منهجية البحث :

يطبق بالبحث المنهج النظري لاستقراء أهمية تحقيق مبدأ كفاءة الطاقة بالمباني لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة , ثم التعرف على تطبيقات الطاقة المتجددة الأنسب للمدن الجديدة وهما الطاقة الشمسية , وطاقة الرياح إلا أن لها معوقات أكبر في التنفيذ , ويلي ذلك المنهج التحليلي لمراجعة بعض من التجارب العالمية والاستفادة من معالجات تصميم الغلاف الخارجي و نسب مساهمة الطاقة المتجددة في الاستهلاك الكلي , وينتهي البحث بالدراسة التطبيقية لعينة وحدة سكنية بمدينة الفيوم الجديدة وتقييم تصميم الغلاف الخارجي بالنسبة لكود الطاقة المصري , وتأثيرة على الأحمال الحرارية ونسب أحمال التبريد المطلوبة ثم تطبيق معالجات بالغلاف واختبارها لتحديد أفضلها من حيث الأقل إحتياجا لطاقة التبريد و الأعلى تحقيقاً لكفاءة الطاقة .

جدول (1) مقارنة لعنصر كفاءة الطاقة والغلاف الخارجي داخل آليات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة

المصدر : عمرو سليمان عبد العظيم , دراسة تحليلية لتقييم الأثر الاقتصادي الناتج عن الطاقة المستهلكة في كامل دورة حياة المباني , رسالة دكتوراة , كلية الهندسة , جامعة القاهرة ,2015م

نظم تقييم المباني البيئية والمستدامة	الدولة المؤسسة للنظام	الوزن النسبي لكفاءة الطاقة والغلاف الخارجي	مرحلة التصميم	مرحلة التشغيل	مرحلة التخلص
BREEAM	بريطانيا	%19	صفر	%100	صفر
LEED	الولايات المتحدة	%32	%6	%94	صفر
Green GLobes	كندا	%38	صفر	%62	%38
ESTIDAMA	الإمارات	%24.8	صفر	%100	صفر
GPRS	مصر	%25	صفر	%100	صفر

1-علاقة كفاءة الطاقة في المباني بالتنمية المستدامة:

يوجد احتياج دائم لإنشاء المباني السكنية وما يحيطها من خدمات , لذلك هناك زيادة متطردة في قطاع الإنشاءات وبالتالي زيادة استهلاك الطاقة , كما أن التطور التقني للبناء الحديث ومدارس العمارة الموجودة حديثاً أدت إلى التخلي عن نظرية التعامل مع الطبيعة واحترام الظروف المناخية للموقع , فزادت احتياجات المباني لأجهزة تبريد الهواء وبذلك زاد الاحتياج للطاقة لتوفير الراحة الحرارية (من خلال تلبية احتياجات التبريد والتهوية والتدفئة) بالإضافة إلى المتطلبات الأخرى للمبنى من الطاقة للإضاءة وضخ المياة وتسخينها وتشغيل الأجهزة .

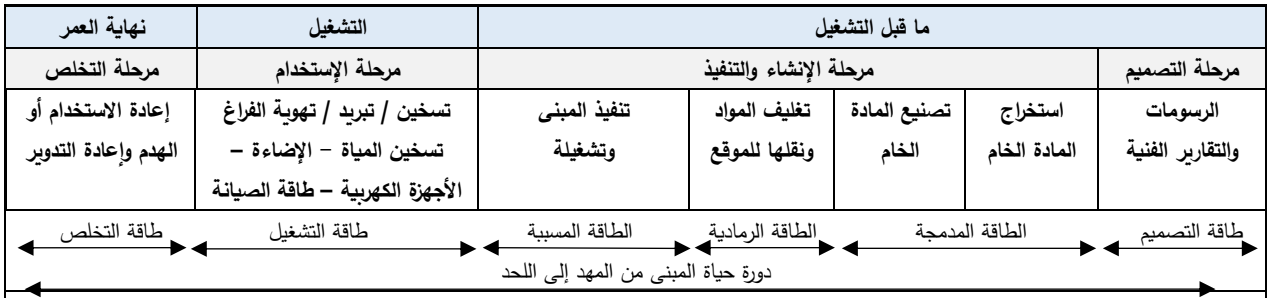
وتتكامل أنظمة الطاقات المتجددة مع تحقيق أبعاد التنمية المستدامة بالمدن الجديدة , حيث أن الاستدامة هي استجابة لتدهور البيئة ونقص الموارد, والطاقة المتجددة استجابة لأزمة مورد أساسي وهى الطاقة , لذلك فإن إنشاء هيكل مستدام من إمدادات الطاقة واستخدامها هو طريقة لتحقيق أبعاد الاستدامة وترجمة مفهومها إلى واقع.

وبدراسة الأليات الصادرة من الجهات و المنظمات العالمية الداعمة للاستدامة وتقييم المباني البيئية مثل (LEED الأمريكي) و (BREEAM البريطاني) و غيرهم , والتي تسعى لتنظيم المشروعات التي تحقق مبادئ الاستدامة, سنجد أن مبدأ كفاءة الطاقة من أهم عناصر التقييم لهذه الأليات [5]، ومن المقارنة التحليلية لعنصر الطاقة في هذة الأنظمة وجد أن طاقة التشغيل في محل إهتمام (جدول 1) . والوصول إلى أقصى كفاءة لاستخدام الطاقة في المباني لا يأتى إلا بتخطيط سليم يحقق الكفاءة في جميع مستويات الاستخدام بحيث تشمل مخططات المدن الجديدة من البداية خيارات نظم الطاقة المتوافقة مع التنمية المستدامة وتكون قائمة على تحقيق [6]:

(أ) زيادة كفاءة استخدام الطاقة والمواد كثيفة الاستهلاك للطاقة

(ب) زيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

2-عوامل ومراحل استهلاك الطاقة بالمباني : تتمثل عناصر التكلفة البيئية للمباني في الموارد المستهلكة والمخلفات الناتجة عنها, وتنقسم الموارد إلى : (المواد – الطاقة – المياه) والمخلفات إلى (صلبة- سائلة- غازية -ضوضاء) طبقاً لتعريف المبنى البيئي والمستدام الصادر من وكالة حماية البيئة الأمريكية [7] , وعند تحليل هذه العناصر فنجد أن لكل مادة مستخدمة في بناء المبنى نشاط حسب كل مرحلة في دورة حياتة (شكل 4), وكل نشاط يحتاج طاقة , والمياة تستهلك طاقة في عمليات الضخ والتنقية والتسخين والتحلية والمعالجة وغيرها , والطاقة ينتج عنها مخلفات أثناء إنتاجها أو استهلاكها , والمخلفات بالنهاية تحتاج طاقة لإدارتها بشكل بيئي أو بإعادة تدويرها في صور وإمكانات مفيدة , أى أن الطاقة هى المتحكم الأساسي في إقتصاديات عناصر تكلفة المبنى , ولها أيضاً أثر إقتصادي ضار بالبيئة ويجب تحسينة.



شكل (4) إجمالي الطاقة المستهلكة خلال دورة حياة المبنى من بداية مرحلة التصميم وإعداد المخططات وحتى مرحلة التخلص

, المصادر : د . أيهاب عقبة , عمرو الجوهري , دراسة تحليلية مقارنة لمادة الإنشاء والطاقة في أنظمة تقييم المباني البيئية و المستدامة , 2013م

د . أيهاب عقبة , التصميم البيئي لمواد البناء والإنشاء , 2007م – عمرو سليمان عبد العظيم , **2015**

لكى نحدد استراتيجية لترشيد استهلاك الطاقة بالمباني , فلابد من معرفة المراحل المختلفة للمبنى التي يستهلك بها الطاقة

أ) الطاقة المستهلكة ما قبل تشغيل المبنى : وهى الطاقة المستهلكه في إنتاج المبنى وتعتمد على عوامل اختيار مواد البناء مثل : طاقة استخراج مواد البناء – طاقة نقلها – طاقة معالجتها وتصنيعها وتغليفها – طاقة النقل , وعلى أسلوب البناء مثل طاقة الإنشاء والتنفيذ للمبنى – طاقة إدارة المخلفات.

ب) الطاقة المستهلكة بمرحلة تشغيل المبنى : وتعتمد على نوعين من العوامل , أولها عوامل بيئية مثل درجة الحرارة والرياح والرطوبة والأمطار , وتأثير هذة العوامل البيئية على استهلاك الطاقة بالمبنى على مستويات التصميم المختلفة مثل تأثيرها على اختيار الموقع العام , التشكيل الكتلي , تصميم المسقط الأفقي , و الغلاف الخارجي و أساليب العزل .

والنوع الآخر عوامل صناعية وسلوكية بمرحلة تشغيل المبنى مثل نوعية أنظمة التهوية والتبريد والتدفئة – نظم تسخين المياة – الإنارة الصناعية – كفاءة الأجهزة الكهربية – طاقة أعمال الصيانة – مستوى المعيشة وطبيعة الاستهلاك .

3–استراتيجية رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني السكنية :

يقصد ب"كفاءة استهلاك الطاقة" على أنها : "القدرة على تقديم أفضل النتائج بأقل إسراف ممكن من الطاقة والجهد الإنساني والموارد والأموال دون الإخلال بالوظيفة"[8]، ويمكن تحقيق استراتيجية كفاءة الطاقة عن طريق محورين وهما:

أ) ترشيد استهلاك الطاقة: ويقصد بالترشيد أنة "حسن استخدام المتاح منها باستثماره بأكفأ الوسائل الممكنة للحصول على أقصى عائد اقتصادي"، ويعني أيضاً " تحديد مواقع الاستخدام المهدر لها واتخاذ خطوات العمل اللازمة لخفض هذا الفاقد إلى حده الأدنى أو منعه تماماً " [9].

وتتم عملية ترشيد و حفظ الطاقة في الموقع عن طريق عمل الدراسة الجيدة لامكانيات الموقع من حيث توظيف نظم الطاقات المتجددة المتاحة به من خلال التصميم لتلبية احتياجات المبنى من الإضاءة والتهوية والتدفئة والتبريد وتوليد الكهرباء، وقد يكون ذلك بتطويع الشكل الأساسي للطاقة . مثل إستغلال الطاقة الشمسية لتوفير الإضاءة الطبيعية بقدر الإمكان لأكبر عدد من الساعات مما يسهم في توفير الطاقة المستهلكة بالأضاءة الصناعية، وكذلك استخدامها في التدفئة وفي توفير المياة الساخنة عن طريق الساخانات الشمسية[10] .

ب) إنتاج الطاقة : لكي تكتمل منظومة تحسين استهلاك الطاقة بالمباني فمن المهم أن يكون المبنى ذاتي الإمداد بالطاقة ، وإنتاج الطاقة يعني" تحقيق فائض في الطاقة يمكن الاستفادة منه اقتصادياً ". ولكي يتحقق فائض في الطاقة هناك مدخلين أساسيين هما تكامل نظم الطاقة بالمبنى وإعادة استخدام الطاقة بالمبنى[11].ومن أشهر النظم المنتجة للطاقة بالمباني السكنية هى النظام الشمسي بالخلايا الكروضوئية بالأسطح أو الواجهات , وتم التوصل إلى استراتيجية لترشيد استهلاك الطاقة بالمباني السكنية , لكى يسهل على المصمم تطبيقها لتحسين كفاءة الطاقة بالمبنى , وهى كالتالي :

3-**1- خفض محتوى الطاقة في المسكن** . وذلك بإستخدام مواد بناء بيئية قدر المستطاع والتي تستهلك كمية طاقة أقل في تصنيعها وبالتالي تقلل من التلوث البيئي بالإضافة إلى أنة يمكن إعادة تدويرها , وأيضاً استخدام المواد الأطول عمراً .

3-2- تقليل معدلات استهلاك الطاقة في المسكن بتوفير بيئة داخلية عالية الجودة. وهو ما يعني أن تكون ظروف البيئة الداخلية محققة الراحة الحرارية للمستخدمين, مع تقليل الاحتياج لأجهزة التبريد التي تستنفذ طاقة كهربية عالية . ولتوفير هذة البيئة لابد من تحقيق : (كفاءة البيئة الحرارية – كفاءة التهوية الطبيعية – كفاءة البيئة الضوئية), ويهتم البحث بدراسة المعالجات التصميمية بالغلاف لتحقيق كفاءة البيئة الحرارية بالمناخ الصحراوي الذي تقع به مدينة الفيوم الجديدة (المنطقة محل الدراسة) والذي يتميز ب درجات الحرارة العالية صيفاً – إنخفاض الرطوبة النسبية – إشعاع شمسي مباشر وقوي . وتظهر هذة المعالجات بالمستويات المختلفة للمبنى كالتالي :

أ) تصميم الكتلة بالموقع العام حيث يؤثر التشكيل الكتلي والأبعاد المختلفة للمبنى من ارتفاع و عمق و عرض الواجهات تأثير مباشر في كمية الإشعاع التي يستقبلها المبنى ، وعلى مناطق الضغط المحيطة بالمبنى وبالتالي على حركة الهواء ، لذلك يجب تصميم الكتلة البنائية بحيث يتم الحصول على أقل مسطح حوائط وأسطح خارجية معرضة للإشعاع الشمسي في المناطق الحارة , وأيضا إذا تقاربت المباني وتدرجت في الإرتفاع ، فإن الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي ستقل بحيث يظلل أحدها على الآخر مما يقلل من الاكتساب الحراري [12].

ب) تصميم ومعالجة عناصر الغلاف الخارجي للمبنى :

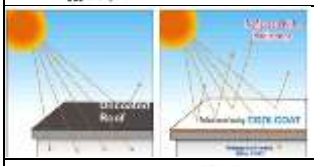
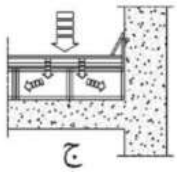
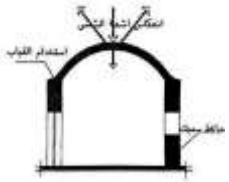
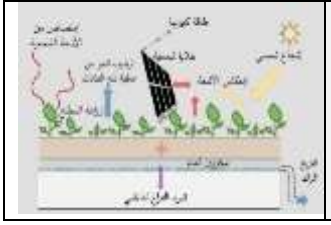
و هى: أسقف – حوائط – فتحات. فلا بد من مراعاة إختيار نوع مادة البناء بالغلاف و سمكها و قيمة مقاومتها الحرارية , ونوع ولون الطلاء الخارجي , ونوع وسمك العازل الحراري [13] وأنظمة التظليل , وزراعة السطح أو الواجهات , جداول (4,3,2).

ج) استخدام عناصر بيئية ومعالجات إضافية

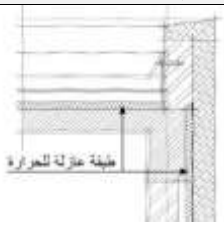
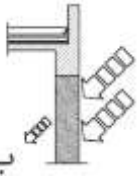
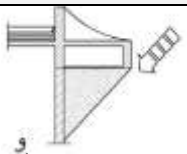
(الملقف – الفناء – المدخنة الشمسية وغيرهم)

3-3 تحسين كفاءة الأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المسكن والاستخدام الأمثل لها . مثل استخدام الأجهزة ووحدات الإضاءة ذات كفاءة عالية, والتي تحدد من خلال ملصق كفاءة الطاقة. ومرحلة التشغيل تعتبر من أهم وأطول مراحل المبنى، ويستهلك فيها النسبة الأكبر من الطاقة الكلية .

جدول (2) يوضح بعض المعالجات التصميمية التي يمكن تطبيقها بأسطح المباني لخفض الأحمال الحرارية الواقعة عليها

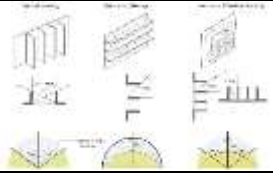
المعالجة	التوضيح
أ- استخدام مواد عازلة للحرارة بالأسطح الخارجية	
ب- استخدام مواد عاكسة للحرارة بالأسطح الخارجية ودهانات فاتحة اللون والتى تقلل إمتصاص الأشعة	
ج- ترك فراغ هوائي عازل فوق بلاطة السطح أو زيادة الطبقات	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي , 2003 , مرجع (1)
د- اختيار خرسانة ميول بمقاومة حرارية عالية	مثل الخرسانة الخلوية فتتراوح موصليتها بين 0.1-0.3 وات/ م. س[5]
هـ- استخدام أشكال منحية للسقف لتزيد من انعكاس الأشعة وتقليل نفاذها للداخل	
و-تركيب الخلايا الشمسية بالسطح تعمل كعازل وتنتج طاقة كهربية للمبنى بنفس الوقت	
ل- زراعة الأسطح تساعد في امتصاص الأشعة الشمسية الساقطة وزيادة التظليل وتقليل درجة حرارة الهواء المحيط	

جدول (3) يوضح بعض المعالجات التصميمة التي يمكن تطبيقها بالحوائط الخارجية للمباني لخفض الأحمال الحرارية الواقعة عليها

المعالجة	أ- استخدام مواد عازلة للحوائط بكفاءة عالية	ب-استخدام مواد بطيئة الانتقال الحراري	ج-انشاء حوائط مزدوجة لعمل عازل هوائي
التوضيح		 المصدر : د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي , 2003 , مرجع (1)	
المعالجة	د-إنشاء حوائط مزدوجة مع فتحات تسحب الهواء الساخن للخارج وتقليل الحمل الحراري ويمكن تركيب خلايا شمسية بالحائط الخارجي	هـ-تكسية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة , أو دهانات عاكسة للحرارة وفاتحة اللون	و-تظليل أجزاء من الحوائط الخارجية بالبروزات
الشكل			 المصدر : د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي , 2003 , مرجع (1)

النوافذ تؤثر بشكل كبير على استهلاك الطاقة حيث تمثل الأجزاء الأقل مقاومة حرارية للعوامل الجوية نظرا لقلة سماكتها, وتزيد أنظمة التحكم والإظلال الشمسي مثل الكاسرات, وعدد طبقات الزجاج والتوجويف بينها ونوع العزل الحراري من مقاومتها الحرارية .

جدول (4) يوضح بعض المعالجات التصميمة التي يمكن تطبيقها بفتحات الغلاف الخارجي للمباني لخفض الأحمال الحرارية الواقعة عليها

نوع المعالجة	الوصف	الشكل
أ – استخدام الزجاج المزدوج DOUBLE GLASS	يتكون الزجاج العازل المزدوج من لوحين زجاجيين على الأقل، متوازيين ومثبتين معاً، والمبدأ الذي يقوم عليه هو إحداث تجويف بين لوحين زجاجيين أو أكثر مملوء بالهواء الجاف أو بغاز كالأرغون، كما ويملأ قضيب الألمونيوم الفاصل بين اللوحين بحبيبات ماصة للرطوبة، مما يمنع حرارة الشمس والإشعاع الشمسي أيضاً الساقط على الواجهة، وهو أنواع عديدة يختلف نوعه طبقاً لكمية الحرارة المكتسبة والإشعاع الشمسي المكتسب [8]	
ب-استخدام طبقة عاكسة للحرارة مثل الزجاج العاكس REFLECTIVE GLASS	يقلل من الإكتساب الحراري دون التأثير على الرؤية الخارجية , وقد يظهر من الخارج كمرآة , ويقلل من استهلاك الإضاءة الصناعية . ويشكل الطلاء طبقة حرارية رقيقة. ويعتمد على عكس الحرارة وليس على تأثيرة المنخفض في توصيل الحرارة .	
ج-إضافة عازل للزجاج ذات كفاءة عالية مثل مادة الهلام الهوائي Aerogel	عبارة عن هلام حيث يتم استبدال الطور السائل فيه تمامًا بالطور الغازي , ويحافظ على نفاذية الضوء الطبيعي بنسبة75 % ومقاوم للأشعة الفوق بنفسجية وعازل للصوت ومنخفض الكثافة فهو أعلى بمقدار مرة ونصف فقط من كثافة الهواء ويتميز بصلابة عالية , وموصلية حرارية ضعيفة 0.026 – 0.028 وات/ م. س [14]	
د- استخدام أنظمة التظليل المناسبة	حيث أن أحد حلول التحكم الشمسى هو التظليل من الشعاع المباشر وتقليل الوهج مثل استخدام كاسرات أفقية أو رأسية أو مركبة حسب توجية الواجهة ويمكن استخدام الضلف الشمسية أو حصائر متحركة خارجية , كما يوجد أنظمة تظليل حديثة تعمل بكفاءة وتكون مبرمجة مثل نظم التظليل الحركي المتكامل مع الطاقة .	

3-4- تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية :

وهناك نوعين من التحويلات المتعلقة بتحويل الطاقة الشمسية ، وهما التحويل الكهربائي والتحويل الحراري. و(الشكل5) يوضح أهم التقنيات وأنظمة استخدام الطاقة الشمسية بشكل مباشر أو غير مباشر نتيجة هذة التحولات .

والتحويل الحراري بالنظام السلبي هو الذي يعتمد على تصميم المبنى نفسة وهيكلة الإنشائي سواء كان الاكتساب الشمسي مباشر أو غير مباشر , وذلك اعتماداً على المناخ المحلي والحاجة السائدة للتدفئة أو التبريد دون الاعتماد على النظم المكانيكية أو الكهربية ، و يسمى هذا النظام من التحويل بالطاقة الشمسية الكامنة، فهى وسيلة لتجميع ضوء الشمس بطريقة مباشرة داخل تكوين لتسخين الهواء والمياة، وتتضمن أمثلة طرق الطاقة الشمسية الكامنة النوافذ الموجهة للجنوب والنوافذ الزجاجية المزدوجة، ومواد البناء التي تمتص الحرارة، ويمكن تشييد المنازل والمباني لتستفيد من الطاقة الشمسية الكامنة و التي يمكن أن توفر نسبة مئوية كبيرة من متطلبات تدفئة الفراغ المنزلي حسب الموقع الجغرافي.

حيث يتم استغلال الطاقة الشمسية معمارياً على ثلاثة مراحل:

أ) مرحلة تجميع الطاقة الحرارية من أشعة الشمس .

ب) مرحلة نقل و توزيع الطاقة الحرارية على الفراغات الداخلية

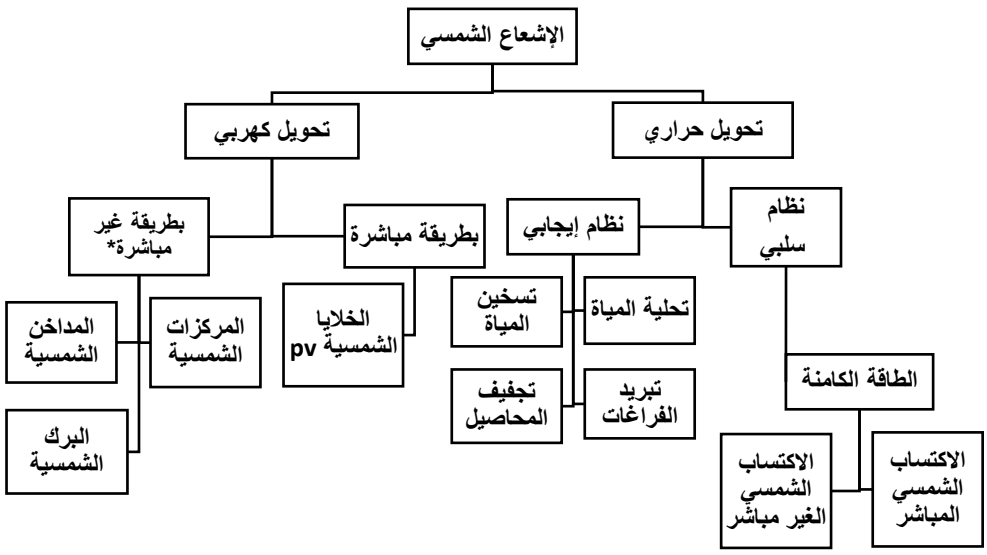
ج) مرحله تخزين الطاقة الحرارية .

أما الطاقة الشمسية النشطة هى التي يتم فيها تحويل الطاقة الشمسية إلى صورة أخرى من صور الطاقة , وتتم هذه العملية بعدة طرق إما بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية تستغل في تسخين الماء أو تسخين الفراغ , كما يمكن تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربية عن طريق تركيز أشعة الشمس بواسطة مرايا أو عدسات. وأيضاً يمكن تحويلها إلى طاقة كهربية بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفولطية [15]، إذاً يمكن تقسيم تقنيات استخدام الطاقة الشمسية النشطة في مجالين رئيسين هما:

- التحول الحراري للطاقة الشمسية.
- التحول الكهربائي للطاقة الشمسية:

أ) التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية

ب) التحويل الغير المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية (التحول إلى طاقة حرارية ثم كهربية) .



شكل (5) تحولات الطاقة الشمسية وتطبيقاتها, (*حيث تتحول إلى طاقة حرارية أولاً ثم طاقة كهربية)

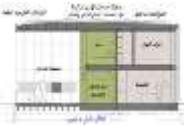
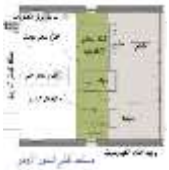
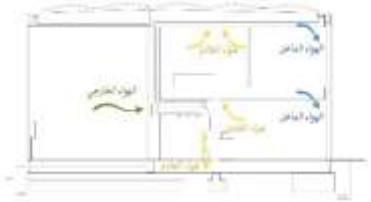
Source: Szokolay, V. Steven, Introduction To Architectural Science The Basis Of Sustainable Design 2004

4- الدراسة التحليلية :

والهدف منها هو دراسة نماذج لمباني السكنية التي أثبتت نجاحاً من حيث تصميمها البيئي و كفاءة الطاقة , وذلك بتحليل نظم الطاقة المتجددة ومعالجات الغلاف الخارجي , وتقييمها من حيث مطابقة تصميمها للكود الوطنى حسب موقع العينة .

(جدول 5) دراسة تحليلية لكفاءة الطاقة بمباني سكنية عالمية

اسم وصور المشروع – الدولة	المقاومة الحرارية لعناصر الغلاف الخارجي	نظم الطاقة المتجددة ومعالجات الغلاف الخارجي	تقييم تصميم كفاءة الطاقة
1-Strohhaus Ebner النمسا واجهة المبنى نوافذ معزولة الحوائط من القش	الحوائط 0.065 زجاج النوافذ 0.86 السطح 0.065 الأرضية 0.11	– نظام التدفئة باستغلال طاقة الكتلة الحيوية من خلال موقد الحبيبات الخشبية مع نظام الطاقة الشمسية من خلال ألواح الخلايا الكهروضوئية بمساحة (8.5 متر مربع) لإنتاج6 كيلو وات. – يتم تغطية الطلب على الماء الساخن في الغالب من خلال المجمعات الشمسية بالواجهة عند درابزين التراس والتي تم توصيلها بسعة تخزين 500 لتر للمياه الساخنة المنزلية . الجدران والسقف مصنوعان من بالات القش المثبتة بين هياكل خشبية ، ومغطاة من الخارج بطبقة من الجير و الطين بسمك 5 سم . والنوافذ كبيرة وموجهة للجنوب وبها زجاج ثلاثي مزود بعازل حراري.السطح عبارة عن صفائح معدنية وبارز للتظليل[16] سخان المياة يعمل بالطاقة الشمسية المجمعات الشمسية بواجهة المبنى	تساهم نظم الطاقة المتجددة بنسبة 48% من إجمالي الطاقة المستهلكة بالمبنى,و42% نسبة توافق المبنى مع متطلبات الكود الوطني وحاصل على شهادة الطاقة +A وفقًا للمعهد النمساوي لهندسة البناء[17] OIB 2011
2-Šparna hiža كورواتيا واجهة المبنى المجمعات الشمسية فوق السطح	الحوائط 0.20 الفتحات 0.99 السطح 0.10 الأرضية 0.13	– تطبيق نظام الطاقة الشمسية من خلال مجمعات حرارية شمسية على سطح المبنى لتسخين المياة , والغلاف الخارجي للمبنى معزول حرارياً بصوف صخري بسمك 20 سم للجدران الخرسانية و 15 سم لجدران الطوب. وتم استخدام دهانات عاكسة لأشعة الشمس لتقليل اكتساب الأحمال الحرارية , والسطح مصنوع من الخرسانة 20 سم ومعزول حرارياً بالبوليستيرين المبثوق . و تم عمل بروزات بلاطات التراس فوق بعضها لخلق مساحة مظللة عند فتحات الأبواب , و النوافذ مصنوعة من زجاج ثلاثي مغلف بطبقة منخفضة الإنبعاثية مليئة بالأرجون[18] 	تساهم نظم الطاقة المتجددة بنسبة 22% من إجمالي الطاقة المستهلكة من خلال طاقة شمسية حرارية , ونسبة التوافق 78% مقارنةً بالحد الأقصى المسموح به للطلب على طاقة التدفئة [19]

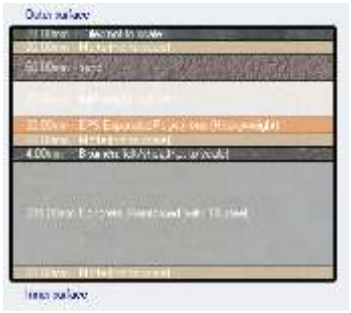
اسم وصور المشروع – الدولة	المقاومة الحرارية لعناصر الغلاف الخارجي	نظم الطاقة المتجددة ومعالجات الغلاف الخارجي	نسبة التوافق مع متطلبات الكود الوطني
3- ECOsil إيطاليا واجهة المبنى نظام تدفئة الغرف بالانابيب الجدارية المشعة بالحرارة داخل الجدران [22]	الحوائط 0.18 الفتحات 1.0 السطح 0.18 الأرضية 0.21	عزل فائق للسقف والجدران والأرضيات والنوافذ, ووضع أجهزة دوارة لتظليل النوافذ وفتحات واسعة للتهوية في الصيف[20]. وتركيز الكتلة الحرارية في الجدران الخارجية مجمعات الطاقة الشمسية تفي بحوالي 96٪ من الاحتياجات الحرارية , و نظام كهروضوئي بقدرة 2.94 كيلووات ، ويتميز بألواح من السليكون أحادي البلورية , تم تطبيق نظام التدفئة للغرف والمكون من الأنابيب الجدارية المشعة بالحرارة ، ويوفر بنسبة تصل إلى 50٪ أو أكثر من تكاليف التدفئة مقارنةً بالطراز التقليدي [22] 	67 % من الاستهلاك الكلي للطاقة ناتجة عن استخلام الخلايا الشمسية17.32 كيلو وات / م2. سنة , ونسبة توافق المبنى مع متطلبات الكود الوطني 80%[21]وفقاً لشهادة CASACLIMA
4- Efficiency House Plus with E-mobility in Berlin ألمانيا واجهة المبنى  	الحوائط 0.11 الفتحات 0.70 السطح 0.11 الأرضية 0.11	تم استخدام الأنظمة الكهروضوئية على السطح والواجهات وهى أحادية البلورية على السطح بكفاءة حوالي15 %بمساحة 98 م2 وتنتج 14 كيلو وات / م2 . سنة , و73 متر مربع من وحدات الأغشية الرقيقة على الواجهة بكفاءة حوالي 12 % تنتج 8 كيلو وات / م2. ويتم تغذية الطاقة الفائضة للشبكة العامة أو تخزينها في البطارية [23], مواد بناء الأرضية والجدران والسقف من ألواح خشبية مملوءة حتى 52 سم عزل السليلوز, النوافذ مزودة بزجاج ثلاثي , والمساحات الكبيرة من النوافذ توفر إضاءة طبيعية[24]  حركة الهواء و نظام التهوية بالمبنى توفير الإضاءة الطبيعية من خلال الفتحات الكبيرة بالواجهات الشرقية والغربية	نسبة مساهمة نظم الطاقة المتجددة 107% من إجمالي الطاقة النهائية . نسبة التوافق مع متطلبات الكود الوطني 78% وفقاً لقانون توفير الطاقة الألماني[17] EnEV 2009

5- الدراسة التطبيقية : وتكمن أهمية مبنى الدراسة في أنة يعد نموذج متكرر لغالبية المباني السكنية الإجتماعية دون إعتبارات بيئيه لتصميم الغلاف الخارجي, وتمثل المدينة المناخ الحار الرطب والحار الجاف وهو المناخ السائد بالعديد من محافظات مصر . وستتناول الدراسة التطبيقية التحليل لعينة الدراسة وهي الوحدة السكنية التي تواجة الشمال والجنوب والغرب بالدور الأخير , حيث التوجية الأسوأ والأحمال الحرارية الأكثر بسبب تعرض السقف وبالتالي إحتياج أكبر في طاقة التبريد المطلوبة. تم اختبار العينة ببرنامج DESIGN BUILDER لمعرفة نتائج أحمال التبريد المطلوبة بالوضع الحالي لتصميم الغلاف الخارجي , ثم إجراء اختبارات تحسينية للغلاف وتحديد نسب الخفض في أحمال التبريد , واستخلاص المعالجات الأفضل لكل عنصر و إختبارها معاً للوصول للبديل الأكثر كفاءة للطاقة.

شكل (6) مسقط أفقي للوحدة السكنية محل الدراسة وموضح علية رموز الحوائط بالغلاف الخارجي
المصدر : الهيئة الهندسية , جهاز مدينة الفيوم الجديدة

جدول (6) يوضح توصيف للمبنى السكنى ومواصفات الغلاف الخارجي للوحدة السكنية محل الدراسة

الموقع	إحدى عمارات الإسكان الاجتماعي بمدينة الفيوم الجديدة
عدد الادوار	6
عدد الوحدات بالدور	4
عدد الوحدات بالمبنى	24
مساحة الوحدة	80 متر مربع
عدد أفراد الوحدة	متوسط 5 أفراد
عدد الغرف	3
نوع الحوائط الخارجية	طوب طفلى مثقب سمك 12سم
نوع دهانات الحوائط الخارجية	بياض للواجهات الخارجية 2سم يعمل من طبقتين، من مادة أسمنتية ملونة سابقة التجهيز
نوع زجاج الفتحات	زجاج سمك 6مم أبيض شفاف - سمك 6 مم أبيض مصنفر بالحمام والمطبخ
وسائل التظليل للفتحات	شيش حصيرة في فتحات الغرف فقط فتحة فراغ المعيشة بدون وسائل تظليل _
نوع وسمك العازل بالسطح	طبقة عازلة للحرارة من الواح البوليسترين الازرق المشكلة بالبثق سمك 3 سم



شكل(7) توصيف طبقات السطح بغلاف المبنى

شكل(8) توصيف طبقات الحائط الخارجي بغلاف المبنى
Source : DESIGN BUILDER software

5-1-مقارنة تصميم الغلاف للعينة مع متطلبات الغلاف الخارجي للكود المصري لتحسين كفاءة الطاقة بالمباني السكنية :

جدول(7) يوضح تقييم المقاومة الحرارية لحوائط العينة بالنسبة للكود المصري						
الفراغ	رمز الحائط	التوجية	امتصاصية السطح الخارجي[25]	المقاومة الحرارية للقطاع	المقاومة الحرارية المطلوبة بالكود[25]	فرق قيم المقاومة المطلوب
1-غرفة 1 نوم	W C	جنوبي	0.70	0.43	0.90	0.47
	W D	غربي	0.38	0.43	0.95	0.52
	W E	شمالي	0.70	0.43	0.8	0.37
2-غرفة 2 نوم	W F	شمالي	0.38	0.43	0.7	0.27
	W G	غربي	0.70	0.43	1.4	1.06
3-غرفة 3 نوم	W H	جنوبي	0.38	0.43	0.7	0.27
	W I	شرقي	0.70	0.43	1.4	0.97
4-غرفة 4 المعيشة	W A	جنوبي	0.38	0.43	0.7	0.27
	W B	شرقي	0.38	0.63	0.95	0.32
5- المطبخ	W J	غربي	038	0.32	0.95	0.63
6- دورة المياة	WK	غربي	0.70	0.32	1.4	1.08

جدول(8) يوضح تقييم معامل الاكتساب الحراري الشمسي ونسب الإظلال بفتحات العينة بالنسبة للكود المصري						
الفراغ	التوجية رمز الحائط	نسبة الفتحة %	معامل الاكتساب الحراري الشمسي للفتحة[25]	معامل الاكتساب الحراري الشمسي المطلوب	التقييم بالنسبة للكود-فرق المعاملات[25]	نسبة إظلال الزجاج المطلوبة
1-غرفة 1 نوم	جنوبيWC	13	0.60	0.58	0.02	**معفي** لوجود شيش حصيرة
2-غرفة 2 نوم	جنوبيWF	13	0.60	0.58	0.02	**معفي** لوجود شيش حصيرة
3-غرفة 3 نوم	جنوبيWH	13	0.60	0.58	0.02	**معفي** لوجود شيش حصيرة
4-غرفة 4 المعيشة	جنوبيWA	42	0.71	0.47	0.24	عدم السماح بفتح النافذة
5- المطبخ	غربيWJ	4	0.50	0.52	متوافق	**معفي**
6-دورة المياة	شماليWL	5	0.50	غ.ط	متوافق	غ.ط

جدول(9) يوضح تقييم المقاومة الحرارية لسقف العينة بالنسبة للكود المصري				
امتصاصية السطح الخارجي للسقف	امتصاصية السطح الخارجي للسقف المطلوبة بالكود [25]	RT-value المقاومة الحرارية الكلية للسقف (م^2 . س^5/ وات)	المقاومة الحرارية المطلوبة بالكود[25] (م^2 . س^5/ وات)	المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحراري (م^2 . س^5/ وات)
0.85	**0.70**	**1.76**	2.8	1.04

5-2- نتائج استهلاك الطاقة للعينة بالوضع الحالي :

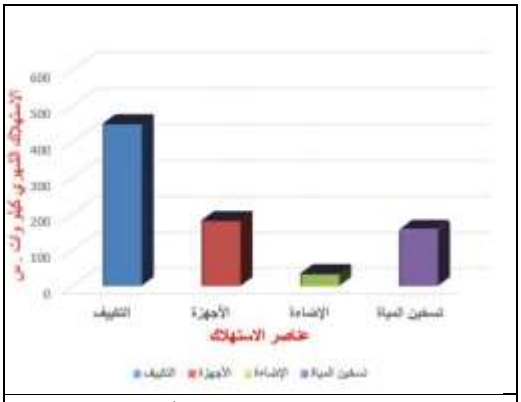
عند اختبار العينة بالبرنامج , أظهرت نتيجة المحاكاة بالبرنامج أن أشهر الصيف من مايو إلى سبتمبر هى التي تقع خارج نطاق الراحة الحرارية ويتعرض فيها الغلاف الخارجي لأكبر أحمال حرارية وبالتالي تتطلب أحمال تبريد أعلى خاصة شهر أغسطس (شكل10) , وأيضاً من (جدول 10) و (شكل 9) نجد أن أجهزة التكييف والتهوية هى الأكثر استهلاكا للطاقة عند مقارنتها بباقي احتياجات الوحدة السكنية للطاقة .

جدول (10) يوضح الاستهلاك الشهري لكل عنصر من عناصر استهلاك الطاقة لعينة الدراسة , إعداد الباحثة

عناصر استهلاك الطاقة في الوحدة	الاستهلاك الشهري بالكيلو[26] وات . س
1-أجهزة التكييف والتهوية	431.64 كيلو وات / شهر 2تكييف +2 مروحة
2- الأجهزة الكهربية	149.58 كيلو وات / شهر
3-الإضاءة الصناعية	33.21 كيلو وات / شهر
4-سخان المياة	120كيلو وات /شهر
المجموع	734.43كيلو وات / شهر

-كما أن محاكة البرنامج أظهرت نتائج الأحمال الحرارية الكلية المكتسبة سنوياً وخاصة المتعلقة بالغلاف الخارجي , واتضح أن الأحمال الحرارية المكتسبة بسبب النوافذ هى الأعلى حيث تبلغ 1933كيلو وات ساعة , يليها الأحمال المكتسبة بسبب السطح وتبلغ 639 كيلو وات ساعة , والأحمال الحرارية المكتسبة بسبب الحوائط تبلغ 56 كيلو وات ساعة.

وأحمال التبريد الكلية المطلوبة هى **3561 كيلو وات ساعة**.



شكل (9) نسب استهلاك الطاقة شهرياً بعينة الدراسة

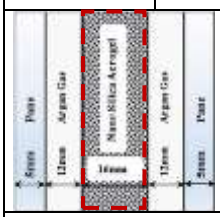
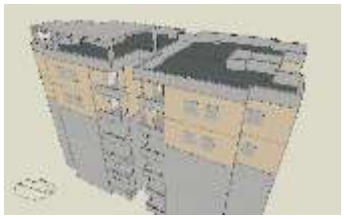
شكل (10) يوضح كميات الأحمال الحرارية الداخلية بالشهور للعينة من حيث الأجهزة الكهربية والإضاءة وإشغال المستخدمين والأحمال الناتجة عن الغلاف الخارجي من حوائط وفتحات زجاجية وأحمال السقف

Source : DESIGN BUILDER software

5-3- إجراء مقترحات تحسينية بالغلاف الخارجي واختبارها:

يوضح جدول (11) التعديلات المقترحة بالفتحات والحوائط والسطح . وبكل مرحلة إختبار يتم تثبيت باقي عناصر التصميم للغلاف بالوضع الحالي لتقييم كفاءة كل إستراتيجية تصميمية مقترحة على حدة .

جدول (11) الإستراتيجيات التصميمية المقترحة لتعديل تصميم الغلاف الخارجي للعينة لتحسين السلوك الحراري وزيادة كفاءة الطاقة

	نوع التعديل	الإستراتيجية التصميمية			
تعديلات الفتحات	1-تغيير نسبة الفتحة للحوائط	تقليل نسبة الفتحة بفراغ المعيشة من 42 % إلى 20%			
	2- تغيير نوع الزجاج	نوع الزجاج[27]	الموصلية الحرارية وات/ م. س5	معامل الإكتساب الحراري الشمسي SHGC	معامل VLT النفاذية
		أ-الزجاج العاكس ذو التحكم الشمسي	0.25	0.23	42
		ب- الزجاج المزدوج	1.80	0.48	28
	3- إضافة عازل حراري عالي الكفاءة بين طبقتين الزجاج المزدوج	إضافة عازل للزجاج من مادة Aerogel بسمك 1.6 سم وتم إختيارها لأنها تحافظ على نفاذية الضوء الطبيعي بنسبة75 % فلا تزيد من استهلاك الطاقة للإضاءة الصناعية ويتميز بصلابة عالية , وموصلية حرارية ضعيفة 0.026 – 0.028 وات/ م. س [13] 			
تعديلات الحوائط	1-زيادة سمك الحائط	تغيير سمك الحائط ل 25 سم			
	2-تغيير مادة التشطيب	استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90 %			
	3-إضافة عازل حراري	استخدام ألواح العزل الفراغية Vacuum Insulation Panels بسمك 2سم وتم إختيارها لقلة سمكها فلا تؤثر على المساحات الداخلية وموصلية حرارية ضعيفة0.004-0.008وات/ م. س زمن التشغيل 30-50 سنة وكفاءة عالية[13]			
	4- تغيير مادة البناء	استخدام الطوب الرملي الخفيف بموصلية حرارية 0.878 وات/ م. س			
تعديلات الأسقف	1-إضافة عازل حراري	استخدام ألواح العزل الفراغية Vacuum Insulation Panels بسمك 2 سم			
	2-تغيير مادة التشطيب	استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90 %			
	3-إضافة عنصر تظليل	إضافة مظلة مرتفعة عن السقف 2.5 مترمكونة من ألواح صاج خفيفة مزدوجة و محقونة بعازل حراري من البولي يوريثان بكثافة 40كجم/ م ^{3} وسمك 10 سم 			

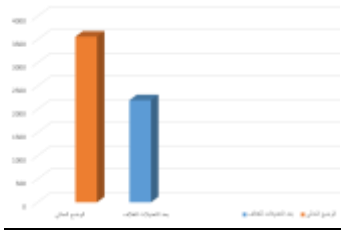
5-4-نتائج كفاءة كل معالجة والجمع بين أفضل المعالجات:

جدول (12) يوضح تأثير التعديلات المقترحة بتصميم الفتحات والحوائط والسطح على أحمال الغلاف الخارجي والإشغال وأحمال التبريد المطلوبة للعينة

TYPE	Walls kWh	Roofs kWh	Occupancy kWh	Solar Gains Exterior Windows kWh	Zone Sensible Cooling kWh	Reduce Sensible Cooling %
base case with shading	56.80	639.39	511	1933.03	-3561.04	-
base case with no shading	577.38	487.14	508	3764.162	-3698.14	-
TYPE OF EDIT IN WINDOWS						
1-reduce WWR to20%	192.5	676	513	1320.76	-3477.51	2.3%
2-SHGC 0.23	313.95	703.02	515	630.0034	-3376.74	8.7%
3-SHGC 0.48	78.02	648.56	514	1750.614	-3421.62	7.5%
4-Aroegel glazing1.6 cm	136.91	658	513	712.17	-3398.18	8%
TYPE OF EDIT IN WALLS						
1-wall thick . 25 cm	-13.24915	617.19	504.10	1933.03	-3354.28	5.8%
2-reflected painting	-889.3284	861.95	518.04	1933.03	-3116.46	12.5%
3-VIPs insulation2cm	-39.99379	445.07	490.57	1933.03	-2831.02	20.5%
4-Light sand brick	-140.9575	588.91	502.17	1933.03	-3124.23	12.2%
TYPE OF EDIT IN ROOF						
VIPs -1 Insulati2cm	180.4253	160.176	513.96	1933.026	-3354.482	5.8%
2-reflected painting	383.6251	-315.2355	517.39	1933.026	-3350.613	5.9%
3-shading roof	401.8386	-489.6883	519.58	1868.345	-3287.181	7.7%

أحمال التبريد السنوية قبل التعديل	أحمال التبريد السنوية بعد التعديل	نسبة الخفض في أحمال التبريد
3561 كيلو وات . ساعة	2194 كيلو وات . ساعة	%38.5

شكل (11) يوضح تأثير الجمع بين أفضل المعالجات على مستوى الفتحات والحوائط والسقف في خفض أحمال التبريد السنوية للعينة



شكل (10) يوضح الفرق بين أحمال التبريدالسنوية للعينة في الوضع الحالي وبعد التعديلات الكلية للغلاف

6-نتائج الدراسة :

* أظهرت نتائج مقارنة تصميم الغلاف الخارجي للعينة مع متطلبات الكود عدم التوافق , من حيث السقف والحوائط خاصة الحوائط الغربية , وقد توافقت نسبة الإظلال للزجاج لوجود الشيش حصيرة , ولكن لم يتوافق نوع وسمك الزجاج المستخدم خاصة فتحة فراغ المعيشة والتي لا تحتوي نظام تظليل .

*أظهرت نتائج معالجات الزجاج أن تقليل نسبة الفتحة بالنسبة للحائط بفراغ المعيشة لم تؤثر بصورة جيدة في خفض أحمال التبريد , لكن استخدام الزجاج المزدوج وخاصة المعزول بالنانو جل سمك 1.6سم , تسببان في خفض أحمال التبريد من 7-8% , ونوع الزجاج العاكس ذو التحكم الشمسي هو الأقل في قيمة معامل الاكتساب الشمسي مع قيمة عالية لمعامل النفاذية مما يجعلة الأكفأ في تقليل الأحمال الحرارية مع دخول الضوء الطبيعي والتأثير بنسبة حوالي 9% في خفض احمال التبريد.

* أما نتائج معالجات الحوائط فزيادة السمك ل25سم لم يؤثر بشكل كبير في خفض أحمال التبريد , أما تغيير نوع مادة البناء للطوب الرملي الخفيف ذو موصلية حرارية منخفضة , وأيضاً استخدام دهان خارجي عاكس بنسبة 90% , تسببان في خفض أحمال التبريد حوالي 12-13% , واستخدام ألواح العزل الفراغية كان الافضل في خفض أحمال التبريد إلى 20.5% , أى أن استراتيجية تصميم العزل المناسب بالحوائط هى الأنسب للعينة بين البدائل المقترحة في ترشيد استهلاك الطاقة .

* وأظهرت نتائج معالجات السقف أن الدهان العاكس للسطح الخارجي بنسبة 90 % , واستخدام ألواح العزل الفراغية بدلاً من البوليسترين المستخدم بالوضع الحالي , تسببان في خفض احمال التبريد حوالي 6% , أما إستخدام مظلة محقونة بمادة عزل البولي يورثان سمك 10 سم , وارتفاعها عن السطح 2.5 متر تسبب في حركة الهواء وسحب الحرارة فوق السطح و خفض أحمال التبريد بنسبة حوالي 8 %.

*وخلص البحث إلى أن الجمع بين أفضل المعالجات لعناصر الغلاف الخارجي , هى استراتيجية ناجحة لتقليل أحمال التبريد و رفع كفاءة الطاقة بالمباني السكنية , فقد كانت أحمال التبريد الكلية للمبنى قبل استخدام المعالجات هي 3561 كيلو وات ساعة **أما بعد استخدام المعالجات فهى 2149 كيلو وات ساعة , أى أن تطبيق المعاجات الناجحة قد حقق نسبة خفض 38.5% من أحمال التبريد السنوية االمطلوبة.**

7-التوصيات :

* مشاركة عملية التخطيط للمدن الجديدة لكل من المعماريين للإهتمام بتطبيقات العمارة البيئية والمستدامة مع الإقتصاديين الذين يبحثون عن تقليل التكلفة الأولية للمشروعات عن طريق هندسة القيمة ودراسة تكلفة التشغيل , و مع البيئيين الذين يبحثون دائما علي التكلفة البيئية , حتى يكون النتاج محققاً لأبعاد التنمية المستدامة الإقتصادية والبيئية والإجتماعية والتكنولوجية.

* أنظمة الطاقة الشمسية متعددة وعلى المعماري والمخطط تحديد أنسبها من حيث ماهية الغرض والإحتياج (تدفئة – تبريد- تباركهربي) , ومن حيث الفئة المستهدفة وكمية إستهلاكها, ونوع التحويل و طريقة الإنتاج والتخزين و كمية الطاقة المنتجة .

* تقييم المباني من ناحية الطاقة يعتمد على أنه عند تصميم المباني يجب الأخذ في الاعتبار أن الطاقة الكلية للمبنى شاملة جميع مراحله سواء قبل التشغيل للمبنى أو أثناء مرحلة التشغيل

* ضرورة اتباع متطلبات الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمباني السكنية , حيث يعتبر المعيار والمقياس البيئي الذي نستطيع من خلاله اختبار جودة تصميم الغلاف الخارجي للوحدة السكنية بمصر, وتوفير الراحة الحرارية للقاطنين بها.

* مراعاة الإعتبارات التصميمية المؤثرة على كفاءة السلوك الحراري لعناصر الغلاف الخارجي سواء العناصر المصمتة أو الفتحات وهى : التوجية – الخواص الحرارية لنوع المادة – سمك المادة – وجود مادة عازلة للحرارة –لون السطح الخارجي للمادة كما أن نوع مادة التشطيب وملمس السطح الخارجي يؤثران بالنسبة للعناصر المصمتة , ونسبة الفتحة للحائط , واستخدام أنظمة التظليل يؤثران على كفاءة الفتحات .

* نشر ثقافة الحفاظ على البيئة وتدريب المعماريين على الاهتمام بتطبيق أسس التصميم البيئي المستدام في المباني السكنية و حثهم للتطرق لإستخدام مواد بناء بيئية ومواد عزل حديثة ومواكبة التطور في أساليب ترشيد استهلاك الطاقة وتطبيق نظم الطاقة المتجددة لإنتاج مباني سكنية مستدامة .

8- المراجع :

1-د . أيهاب عقبة , عمرو الجوهري , دراسة تحليلية مقارنة لمادة الإنشاء والطاقة في أنظمة تقييم المباني البيئية و المستدامة , 2013م

2- د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي , تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمبنى على الاكتساب الحراري والراحة الحرارية للمستعملية , رسالة ماجستير , كلية هندسة , جامعة القاهرة , 2003م

3- Mofreh M. Nassief. Evaluation of Electricity Consumption of a Residential Flat in Egypt. American Journal of Electrical Power and Energy Systems, Faculty of Engineering Zagazig University Egypt, 2014

4- شاهد حسن، وتركي العقيل، وحافظ السلماوى , تحرير قطاع الكهرباء في جمهورية مصر العربية , مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية , سبتمبر 2020م

5- عمرو سليمان عبد العظيم , دراسة تحليلية لتقييم الأثر الاقتصادي الناتج عن الطاقة المستهلكة في كامل دورة حياة المباني , رسالة دكتوراة , كلية الهندسة , جامعة القاهرة ,2015م

6- د.نسرين اللحام , نحو خلق مناطق تميز ومدن مستدامة جديدة بمصر , رؤية نقدية لتخطيط المدن الجديدة بمصر , 2011م

7- U.S. Environmental Protection Agency , https://www.epa.gov May 2020

8-أحمد صبحي عبد المنعم فودة , كود الطاقة وعلاقتة بالغلاف الخارجي للمبنى – ذكر لكود الطاقة المصري , ماجستير هندسة القاهرة 2005م

9- أمل كمال محمد، ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة عين شمس,2003م

10-ضحى محمد سعيد محمد " كفاءة انتاجية الطاقة في المباني السكنية, رسالة ماجستير , جامعة القاهرة , 2013م

11- ميرفت أحمد , استراتيجية لرفع كفاءة الطاقة بمبني سكني قائم مع استخدام الخلايا الفولتوفولطية , 2016م

12- إيناس خير محمد رشاد , أسس توظيف التقنيات البيئية في العمارة , رسالة ماجستير , قسم الهندسة المعمارية , جامعة القاهرة , 2010م

13- Papaioannou Kalliopi , A study on the energy efficiency of different envelope materials and their influence on occupant's thermal comfort using dynamic simulation , Master of Science (Msc) in Energy Building SCHOOL OF SCIENCE & TECHNOLOGY,2018

14- عبد الله أحمد عبد الله , تأثير تطبيقات تقنية النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمبانى , ماجستير ,كلية هندسة , جامعة القاهرة , 2017م

15-رحاب حمدي علي النجار , طرق تفعيل الطاقة الشمسية والكتلة الحيوية بالمسكن, رسالة دكتوراة جامعة القاهرة ,2015م

16- Volker Quaschning, Renewable energy and climate change, Berlin university of Germany 2010

17- House Ebner Case study, Sustainable Energy for Rural communities 2014

18- Heike Erhorn-Kluttig , Hans Erhorn , Selected examples of Nearly ZeroEnergy Buildings Detailed Report , Sep. 2014

19- www.apos-koprivnica.hr Feb.2021

20- Mitchell Reardon, Johannes Lidmo, Ryan Weber, Under One Roof: Solving Society's Most Pressing Challenges through Housing , APRIL 2016

21- Cristina Becchio, Gianni Carlo La Loggia, Lara Orlietti, Certified Climate House A building in Mediterranean climate , JUNE 2014

22- https://www.consorziouniver.it/it-IT/news-eventi/i-vincitori-del-concorso-best-practice Aug.2020

https://www.agenziacasaclima.casaclima Aug.202023

24- What makes an Efficiency House Plus? Principles and examples of energy-generating buildings German Federal Ministry of the Interior, Building and Community (BMI), November 2018

25- الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمباني السكنية , كود رقم 306-2005, الجزء الأول كود رقم (1/306) , طبعة 2008م

26-موقع وزارة الكهرباء والطاقة, احسب استهلاكك فبراير 2021 http://www.moee.gov.eg/test_new/calulate_energy.aspx

27-موقع شركة سفنكس للزجاج بمصر , مارس 2021 https://www.sphinxglass.com/ar/our_products

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No. 2

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN RESIDENTIAL BUILDINGS (Study of social housing in The New City of Fayoum)

Prof.Dr.Mona Hassan Soliman
mhs00@fayoum.edu.eg
Dr.Mohammed Abdel-Fattah Ahmed El-Essawy
mae03@fayoum.edu.eg
Eng. Rana Raafat Mahmoud Ahmed
RANA.RAFAT77@gmail.com

Abstract :

Energy is the basis of development and a ruler element of economic growth, so securing energy supplies is one of the most pressing issues in the world, in order to protect its national security and secure the needs of future generations. The architect is responsible for designing facilities capable of meeting the needs of its users to provide thermal comfort to accomplish their various activities, Therefore He must take into consideration. A basic aspect to operate the building which is energy saving. The fossil energy on which most buildings operate depend is on its way to depletion and needs many years to be consists they are also polluting the environment, The building sector consumes a very large amount of total energy produced from the world's total energy, especially residential buildings. So that improving energy efficiency in residential buildings through energy efficiency and the use of renewable energy systems in design has become a crucial factor to reduce negative environmental impacts. The main objective of the research is the trend towards environmental conservation and sustainable development by meeting the increasing needs of energy by exploiting environmental resources to produce new clean and renewable energies such as solar and biomass systems that are suitable for new cities, and develop strategies to activate these systems at different levels of design with the application of the principles of sustainable environmental design and bioclimatic architecture where the energy efficiency and rationalization in the building depends on its compatibility with the surrounding climate, and natural ventilation methods which significantly affect the energy consumption of buildings. The research focuses on the new urban communities (the new city of Fayoum) and evaluating the energy efficiency of the existing residential buildings, in addition to test them with energy efficiency assessment programs and presenting models and proposals for environmental and sustainable design to become model cities that are environmentally friendly and energy efficient ,and also represent a design model that can be applied to the future extensions of the city and the rest of the new cities in Egypt which has similar climate.

Key words:

Renewable energy - Environmental design - Residential Unit - envelope - Optimizing energy efficiency.