



مرجعنا : ٢٠١٢/٤/٨٤

مرجعكم : ٢٠١٢/١٢/٦

الموضوع: دراسة تأثير استخدام الطوب الرملي الخفيف (إنتاج شركة الدلتا للطوب الرملي) على الأداء الحرارى والوفر فى الطاقة فى المباني باستخدام وحدات تكييف منفصلة (Split).

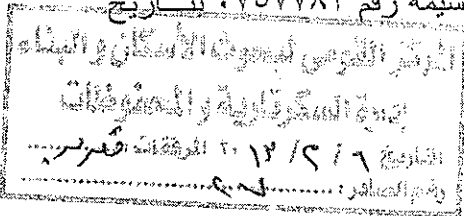
الجهة الطالبة: شركة الدلتا للطوب الرملي

تحية طيبة... وبعد،،

إيماءً الى خطاب سيادتكم والوارد برقم ١٩٩١ بتاريخ ٢٠١٢/١٢/٦ بخصوص الموضوع

عاليه، مرفق طيه التقرير النهائي بالنتائج. هذا وقد سددت الرسوم بالقسيمة رقم ٠٧٥٧٧٨١ بتاريخ

٢٠١٢/١٢/٦



وتفضلوا بقبول فائق الاحترام،،،

نائب رئيس مجلس الإدارة

لشئون البحوث والدراسات

٠١٣/٠٩/١٤  
خالد محمد يسري



أستاذ دكتور/

٠١٣  
٠١٣

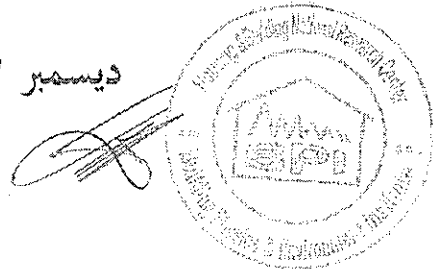
دراسة

تأثير إستخدام الطوب الرملى الخفيف (إنتاج شركة الدلتا للطوب الرملى)

على الأداء الحرارى والوفر فى الطاقة فى المباني

(باستخدام وحدات تكييف منفصلة (Split))

ديسمبر ٢٠١٢



## ١. مقدمة

يلعب الغلاف الخارجى للمنشآت دوراً هاماً وبارزاً فى كفاءة استهلاك الطاقة فى المباني ولقد دفع الطلب المتزايد والمتنامى على استهلاك الطاقة (خاصةً الكهربائية) فى قطاع البناء فى العديد من الدول المتقدمة وبعض الدول النامية الى وضع استراتيجيات وتقنيات وحلول لرفع كفاءة استهلاك الطاقة ومن أهمها التصميم الحرارى والفيزيقي الجيد لأغلفة المباني. ومن المتعارف عليه أن توفير الراحة الحرارية للإنسان داخل مسكنه وتوفير متطلباته الحرارية أصبح يمثل للإنسان ضرورة حياتية مما يمكن كافة أفراد المجتمع من المساهمة مباشرة فى إنجاز الخطط التنموية التي تضعها كل دولة، ومن الحقائق التي لا يمكن إغفالها أن القفزة الحضارية الأوروبية قد تحققت بعد أن استطاعت هذه المجتمعات تهيئة الأجواء الداخلية وتحقيق الراحة الحرارية للقاطنين وبالتالي فقد أصبحت ضرورة يجب أن نأخذها بعين الاعتبار. ونظراً لاستحواذ أجهزة تكييف الهواء على المرتبة الأولى فى استهلاك الطاقة الكهربائية فى قطاع المباني حيث تستخدم فى تهيئة الأجواء الداخلية بفراغات المباني للوصول الى حدود الراحة الحرارية لذلك فان اتخاذ الوسائل والتدابير للعمل على زيادة المقاومة الحرارية لأغلفة المباني يؤدي مباشرة الى تقليل أحمال التبريد للفراغات الداخلية ويعتبر من أهم تقنيات ترشيد استهلاك الطاقة. ومما سبق يمكن استخلاص أن الاختيار الأمثل لمواد البناء والمواد العازلة للحرارة المستخدمة لأغلفة المباني تلعب دوراً بارزاً فى المقاومة الحرارية والتخزين الحرارى لمنع انتقال الحرارة بين الأجواء الداخلية والخارجية عبر هذه الأغلفة.

ولقد أعد هذا التقرير بناءً على الطلب المقدم من السيد المهندس/ أحمد حمزة مدير الإدارة الفنية بشركة الدلتا للطوب الرملى - بلينا مصر بالقاهرة بخصوص طلب إعداد دراسة فنية نظرية مقارنة لتقييم تأثير استخدام الطوب المسامى الرملى الخفيف من إنتاج شركة الدلتا فى البناء بالمقارنة بنوع آخر من الطوب شائع الاستخدام فى مصر ويتم توريده من قبل شركة الدلتا من حيث الأداء الحرارى والوفر فى الطاقة نظرياً لوحدة سكنية تقليدية وذلك باستخدام وحدات تكييف هواء من النوع المنفصل Split type Air Conditioning بدون هواء نقى متجدد without fresh air وذلك بالخطاب الوارد للمركز رقم ١٥٨ بتاريخ ٢٠١٢/٢/١٥ وعليه فقد تم تشكيل لجنة فنية من معهد بحوث طبيعة المنشآت بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء لتقييم الأعمال المطلوبة وإجراء الاختبارات العملية اللازمة مع استخدام احدى برامج الحزم الجاهزة لحساب استهلاك الطاقة Energy Plus وإجراء الدراسة المطلوبة وإعداد تقرير فني بالدراسة المقترحة وبعضوية السادة:

دكتور باحث - معهد بحوث طبيعة المنشآت

د. / سيد شبل محمد

مدرس مساعد - معهد بحوث طبيعة المنشآت

م. / محمود محمد محمود عبد الرزاق

باشرت اللجنة المذكورة أعمالها بإجراء الدراسة الحالية وانتهت إلى إعداد هذا التقرير ويتناول التقييم الفني لأعمال استخدام مواد البناء المختلفة في أغلفة المباني (الحوائط) في صورة مقارنة استخدام الطوب المسامي الخفيف من إنتاج شركة الدلتا للطوب الرملي الخفيف كأحد أهم البدائل ذات المقاومة الحرارية المتميزة مع الطوب الاسمنتي المصممت كأحد الحلول التقليدية وشائعة الاستخدام ذات المقاومة الحرارية المحدودة وذلك بناء على رغبة شركة الدلتا للطوب الرملي وبيان مدى مردود تأثير استخدام الطوب المسامي الخفيف على تخفيض الأحمال الحرارية الداخلية والطاقة الكهربائية المستهلكة وبالتالي قيمة تكلفة الطاقة المستهلكة بالجنيه المصرى وذلك من خلال دراسة استهلاك الكهرباء لأنظمة التبريد والتدفئة فقط لوحدة سكنية تقليدية ذات مساحة صافية في حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً وتمثل دور متكرر وذات سقف معزول حرارياً (أديباتيكي) وذلك بافتراض إهمال باقى عناصر استهلاك الطاقة الأخرى مثل الإضاءة والأجهزة وخلافه لبيان مدى مشاركة الغلاف الخارجى فقط فى تحقيق الوفرة فى استهلاك الطاقة وكذلك يحتوى هذا التقرير على المخططات الهندسية للوحدة السكنية المقترحة محل الدراسة والخصائص الفيزيائية والضوئية لمواد البناء المستخدمة (الطوب والزجاج) وكذلك مخطط ضبط ساعات التشغيل لجميع الغرف للوحدة السكنية المقترحة محل الدراسة ومخطط تحديد الفراغات المكيفة وحسابات استهلاك الطاقة الكهربائية المطلوبة للتبريد والتدفئة ونسبة الوفرة فى استهلاك الطاقة الكهربائية.

## ٢. الظروف المناخية فى جمهورية مصر العربية

يعتبر مناخ جمهورية مصر العربية بصفة عامة مناخاً جافاً حيث ترتفع درجات الحرارة كلما اتجهنا جنوباً. والرياح السائدة أغلبها رياح شمالية غربية وتنقسم السنة إلى أربع فصول. خلال فصل الصيف تتأثر البلاد بأحد كتلتين هوائيتين أحدهما مصاحب لمنخفض الهند الموسمي حيث تكون درجات الحرارة أعلى من معدلاتها مع ارتفاع فى الرطوبة النسبية والكتلة الأخرى مصاحبة لمرتفع العروض الوسطى حيث الاعتدال فى الأحوال الجوية. وفى فصل الربيع تتأثر البلاد بمنخفضات حرارية خماسينية بمعدل من ٨ إلى ١٠ موجات ترتفع فيها درجات الحرارة أعلى من معدلاتها بقيم تتراوح ما بين ٩ - ١٢ °س يعقبها إنخفاض ملحوظ فى درجات الحرارة بعد مرور المنخفض الحرارى مع نشاط للرياح المثيرة للرمال والأتربة تصل إلى حد العاصفة. ويعتبر فصل الخريف فصل انتقالى بين الصيف والشتاء يتسم بتغيراته السريعة والحادة من حيث التقلبات الجوية يصاحب ذلك حالات عدم الاستقرار تؤدي إلى تكاثر للسحب المنخفضة والمتوسطة يصاحبها سقوط الأمطار على شمال وشرق البلاد وبعض محافظات الجنوب والبحر الأحمر تصل إلى حد السيول أحياناً فى حالات عدم الاستقرار الشديدة. وفيما عدا ذلك تتأثر البلاد بحالات عدم الاستقرار تتمتع البلاد بطقس معتدل. وخلال فصل الشتاء تتأثر البلاد فى بعض أيامه بحالات عدم استقرار تتمثل فى ظهور السحب المنخفضة والمتوسطة وتكون ممطرة على شمال البلاد وشرقها.

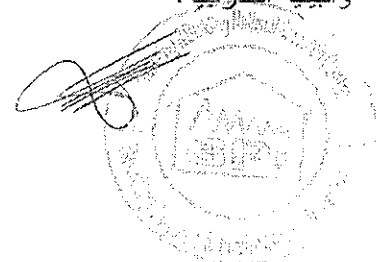
ومن ذلك نجد أن مناخ جمهورية مصر العربية تتفاوت فيه درجة الحرارة صيفاً وشتاءً بصورة كبيرة كما نجد أن المدى الحرارى قليل (والذى يمثل الفارق بين درجة حرارة الأجواء الداخلية ودرجة حرارة الهواء الخارجية المظلمة) مما تدعو الضرورة معه الى استخدام أجهزة ووسائل التبريد والتكييف صيفاً وأجهزة ووسائل التدفئة بعض فترات الشتاء، للعمل على زيادة المدى الحرارى وتحقيق أجواء داخلية مريحة حرارياً، مما يتسبب بصفة عامة فى زيادة الطاقة الكهربائية المستهلكة فى معظم شهور السنة. لذلك فإن مبدأ استخدام أغلفة المباني ذات المقاومة الحرارية المرتفعة يصبح ضرورة حتمية ويعتبر من أهم تقنيات ترشيد استهلاك الطاقة فى قطاع المباني.

### ٣. الراحة الحرارية للإنسان

تعرف الراحة الحرارية للإنسان بأنها الحالة التي يشعر فيها الإنسان بكل جوارحه بحالة الرضا التام بالبيئة الحرارية المحيطة به. ويختلف الشعور بالراحة الحرارية من إنسان إلى آخر؛ ويتوقف شعور الإنسان بالراحة الحرارية على نوعين من العوامل، عوامل ترجع إلى البيئة الحرارية المحيطة به (درجة حرارة الهواء المحيطة به، درجة حرارة إشعاع الأسطح، الرطوبة النسبية وسرعة الهواء) وعوامل ترجع إلى الإنسان نفسه مثل النوع والغذاء والكساء والعمر ودرجة التأقلم مع البيئة. ويلعب التأقلم دوراً هاماً فى شعور الإنسان بالراحة الحرارية حيث يشعر سكان المناطق الحارة الجافة بالراحة الحرارية عند درجات حرارة أعلى من درجات حرارة سكان المناطق المعتدلة والباردة.

### ٤. مواد البناء والمواد العازلة للحرارة

يمثل الغلاف الخارجى للمبنى العنصر الإنشائى الرئيسى وتلعب مواد البناء دور رئيسى فى عملية انتقال الحرارة من وإلى المباني (الأداء الحرارى) وتمثل كل من المقاومة الحرارية للغلاف الخارجى للمبنى والسعة التخزينية أهم العوامل التي تؤثر على الأداء الحرارى للمبنى. ودراسة أداء وخصائص هذه المواد أمر حيوى لتقدير الأحمال الحرارية للمنشآت وتقدير مدى الاستجابة الحرارية لهذه المواد للظروف المناخية الخارجية. ودراسة الخصائص الفيزيولوجية لمواد البناء لها أهمية قصوى تؤخذ فى الاعتبار حيث انها تساعد فى الاستخدام الامثل لهذه المواد لمعرفة اذا كانت المادة يمكن ان تستخدم بمفردها لتؤدى وظيفتها الانشائية والفيزيقية على الوجه الاكمل أم إن هناك حاجة لوجود مادة او مواد اخرى ذات مقاومة حرارية مرتفعة يمكن أن تساعد هذه المادة لتحقيق أعلى كفاءة لاستجابتها للمتغيرات الحرارية والبيئية الخارجية.



## ٥. الهدف من الدراسة

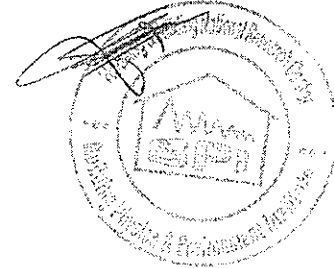
من المعروف أن التصميم الحرارى الجيد لأى منشأ يؤدي مباشرة إلى تقليل المفايد الحرارية وزيادة المقاومة الحرارية لغلاف المنشأ وتخفيض الأحمال الحرارية الداخلية وبالتالي خفض استهلاكات الطاقة وخفض التكلفة ورفع قيمة العمر الافتراضى للمنشأ. ومن المعروف انه كلما كانت العناصر الانشائية متكاملة فى منظومة ما ومرتبطة مع بعضها البعض كلما انعكس ذلك ايجابياً على الاداء الحرارى للمبنى مما يساعد المبنى على ان يؤدي دوره فى تحقيق الراحة الحرارية للقاطنين خلال العديد من شهور العام ويكون اكثر راحة وملائمة مع بيئته الحرارية الخارجية، كما يساعد المنشأ فى توفير الأجواء الصحية بداخله. وتعتبر الصفات الحرارية لمواد البناء للعناصر الإنشائية المستخدمة هي أحد أهم العوامل التى يمكن بواسطتها الإستدلال على الأداء الحرارى لأغلفة المباني والتي هي الصمام الذى يتحكم فى جزء كبير من أحمال التبريد والتدفئة داخل الفراغات المعمارية نتيجة فقد أو إكتساب الحرارة من وإلى البيئة المحيطة. ولدراسة تأثير استخدام أنواع مختلفة من مواد البناء للحوائط نظرياً ولتحقيق هذا الهدف قام الفريق البحثى بإجراء هذه الدراسة وإعداد التقرير الحالى لدراسة محاكاة استهلاك الطاقة لوحدة سكنية تقليدية تشيد حوائطها من مواد بناء مختلفة باستخدام أحد برامج الحاسب الآلى للحزم الجاهزة مثل Energy Plus وذلك من خلال دراسة استهلاك الطاقة الكهربائية المستهلكة لأنظمة التبريد والتدفئة لوحدة سكنية ذات مساحة صافية فى حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً وتمثل دور متكرر وذات سقف معزول حرارياً (أديباتيكي) وذلك بافتراض إغفال باقى عناصر استهلاك الطاقة الأخرى مثل الإضاءة والمرابح وتسخين المياه وخلافه ليبيان مدى مشاركة الغلاف الخارجى فقط على الأحمال الحرارية الداخلية واستهلاك الطاقة الكهربائية وبالتالي قيمة تكلفة الطاقة المستهلكة بالجنيه المصرى وقد أجريت الدراسة على أساس البيانات المناخية لمدينة القاهرة وعلى مدار عام ميلادى كامل وباستخدام تكييف هواء من النوع المنفصل. كما يتم دراسة مردود تأثير استخدام مواد البناء المختلفة فى أغلفة المباني (الحوائط) فى صورة مقارنة وذلك باستخدام الطوب المسامى الخفيف من انتاج شركة الدلتا للطوب الرملى الخفيف كأحد أهم البدائل ذات المقاومة الحرارية المتميزة مع الطوب الاسمنتى المصمت كأحد الحلول التقليدية وشائعة الاستخدام ذات المقاومة الحرارية المحدودة وذلك بناء على رغبة شركة الدلتا للطوب الرملى وذلك لمحاولة عرض النتائج فى صورة مقارنة مع أحد المنتجات شائعة الاستخدام فى السوق المحلى بمصر وعلى ذلك تم اختبار استخدام الطوب الاسمنتى كأحد أهم مواد البناء التقليدية المتواجدة فى القاهرة الكبرى وذلك لإيضاح الفرق بين مواد البناء المختلفة والطوب الرملى الخفيف من انتاج شركة الدلتا للطوب الرملى من وجهة نظر الأداء الحرارى تحت تأثير الظروف المناخية الخارجية لمدينة القاهرة والوفر فى الطاقة المستهلكة نظرياً والتأكيد على اهمية استخدام الحوائط من مادة بناء وحيدة تستطيع فى أن واحد توفير الخواص الإنشائية المطلوبة للحائط وخواص العزل الحرارى الجيد والمتصل وتوفير طبقة كتلية تتضامن مع مادة العزل الحرارى وتعمل كطبقة حاملة (مخزنة) للحرارة أثناء ساعات النهار.

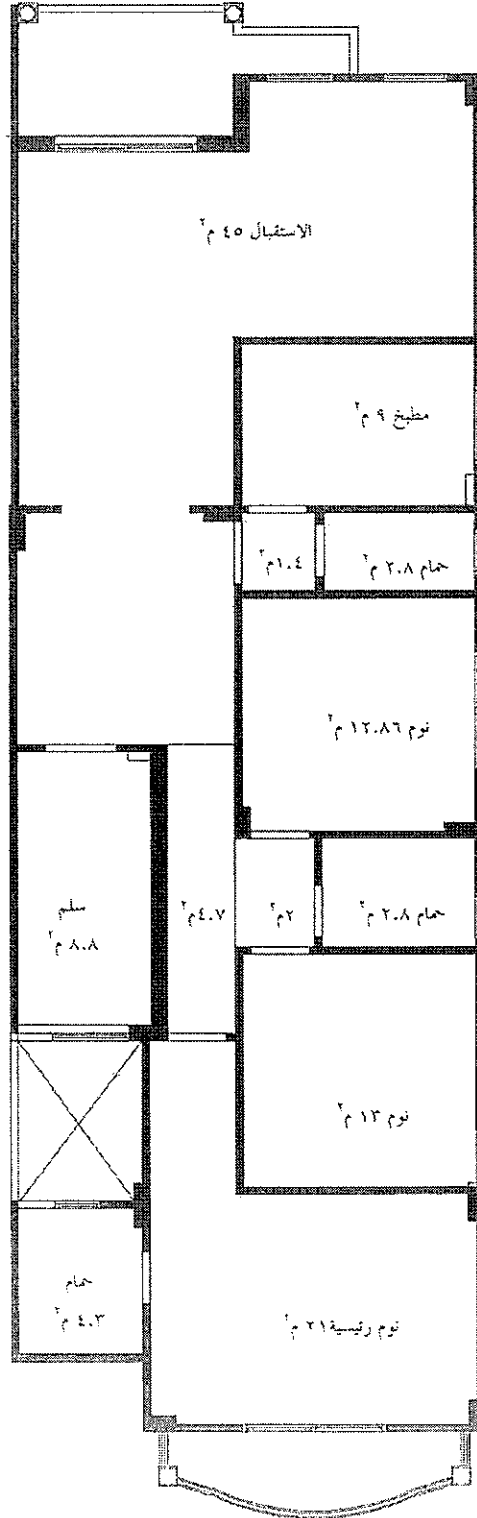
## ٦. نتائج الدراسة

- يتم إجراء حسابات ونتائج هذه الدراسة على أساس أن الموصلية الحرارية لمواد البناء المستخدمة طبقاً للجدول التالي وتم الحصول عليها من خلال القياسات المعملية بمعمل الحرارة بمعهد طبيعة المنشآت بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء.

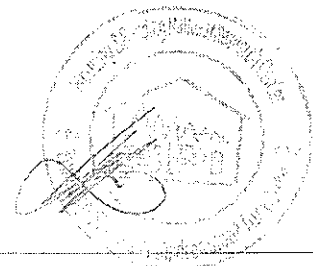
الموصلية الحرارية (وات/م.م <sup>٢</sup> )	اسم المادة
١,٠٠	مخارطة أسمنتية
١,٢٥٠	طوب أسمنتي
٠,١٣٢	طوب رملي خفيف (دلتا بلوك)

- يتم إجراء الدراسة على أساس وحدة سكنية تقليدية مكونة من غرفة استقبال وثلاث غرف نوم وذات مساحة صافية في حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً كما هو موضح بالشكل وتمثل دور متكرر وذات حائط غربي وسقف معزول حرارياً (أديباتيكي) يقصد بالإجراء الأديباتيكي في الإجراءات الترموديناميكية هو الإجراء الذي لا يحدث فيه أي انتقال حرارة وبالتالي يمكن معاملة الحوائط الأديباتيكية معاملة الحوائط الداخلية غير المعرضة كما هو موضح بالشكل (١).
- يتم ضبط نسبة الفتحات بالنسبة للحائط لكل من الحوائط الغربي والشمالي والجنوبي بحيث تكون  $WWR = 10\%$  كما موضح بالشكل (١).
- يتم استخدام وحدات تكييف هواء من النوع المنفصل Split no Fresh Air Conditioning .





شكل (١): المسقط الافقي للوحدة السكنية المقترحة محل الدراسة





- يتم إجراء الحسابات على أساس الخصائص الضوئية للزجاج التالية :

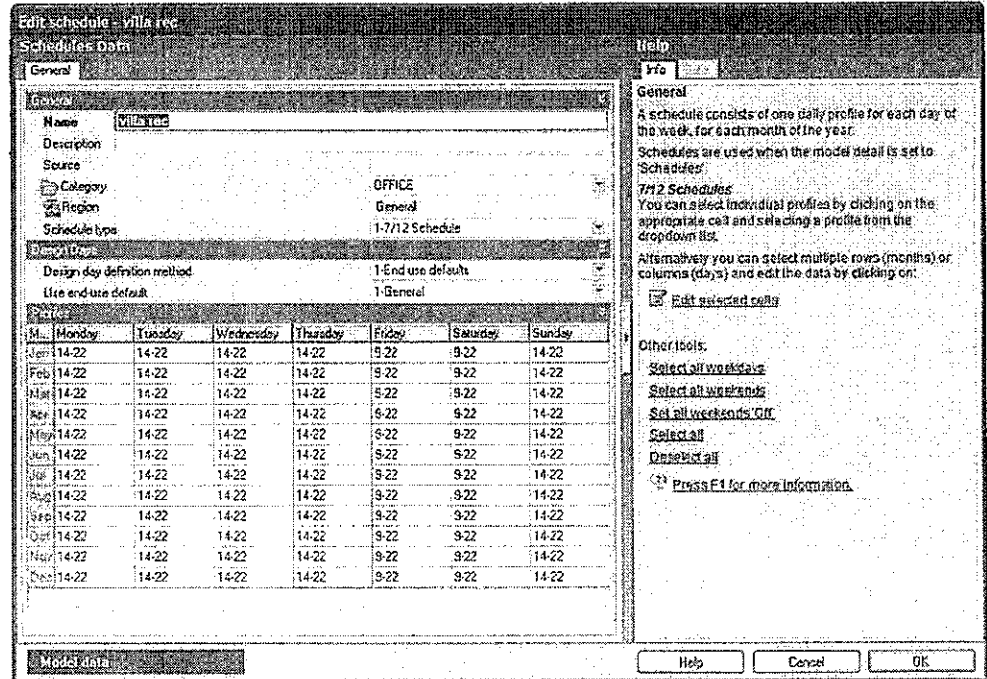
معامل انتقال الحرارة الكلي  $U\text{-factor}=3.17 \text{ W/m}^2.\text{K}$

معامل الكسب الحرارى الشمسى  $SHGC=0.49$

نفاذية الضوء  $LT=0.66$

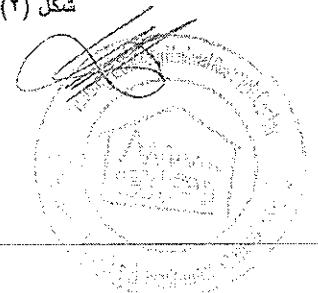
- يتم ضبط ساعات التشغيل بالنسبة لمنطقة الاستقبال على الأساس التالى:

طوال أيام الاسبوع من الساعة ٢ ظهراً الى الساعة ١٠ مساءً فيما عدا ايام الجمعة والسبت من الساعة ٩ صباحاً حتى الساعة ١٠ مساءً، كما هو موضح بالشكل (٢).



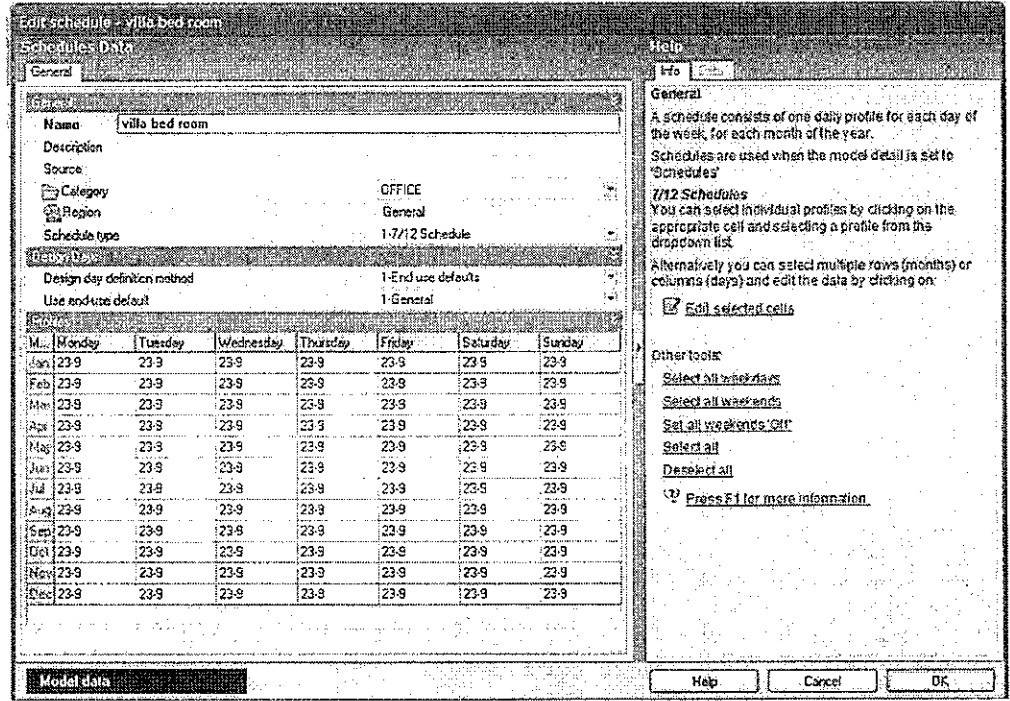
Mo	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Jan	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Feb	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Mar	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Apr	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
May	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Jun	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Jul	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Aug	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Sep	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Oct	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Nov	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22
Dec	14-22	14-22	14-22	14-22	9-22	9-22

شكل (٢): ضبط ساعات التشغيل لمنطقة الاستقبال



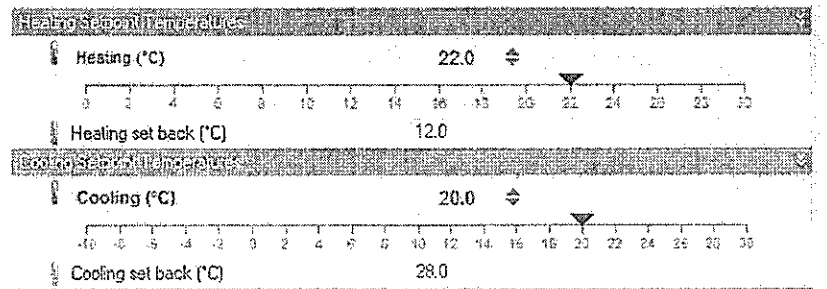
• كما يتم ضبط ساعات التشغيل بالنسبة لغرف النوم على الأساس التالي:

طوال أيام الأسبوع من الساعة ١١ مساءً الي الساعة ٩ صباحاً، كما هو موضح بالشكل (٣).



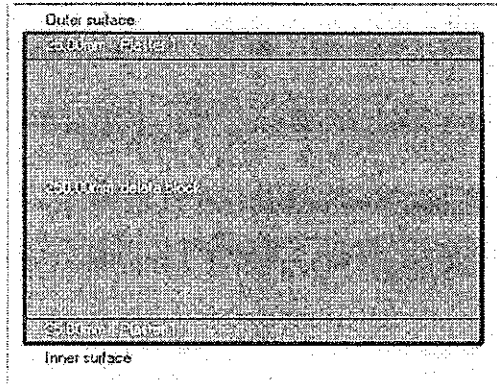
شكل (٣): ضبط ساعات التشغيل لغرف النوم

• يتم ضبط درجة حرارة التشغيل set-point temperature لجهاز التكييف بالنسبة لحالة التبريد خلال شهور الصيف عند درجة حرارة ٢٠°س وبالنسبة لحالة التدفئة خلال شهور الشتاء عند ٢٢°س، كما هو موضح بالشكل (٤).



شكل (٤): ضبط درجة حرارة التشغيل لجهاز التكييف والتدفئة

- يتم توحيد نوعية الانشاء بحيث تكون ترتيب الطبقات من الخارج على هيئة طبقة ٢٥م محارة أسمنتية تليها مادة البناء المختبرة بسمك ٢٥٠م (بلوك أسمنتي & دلتا بلوك) تليها طبقة ٢٥م محارة أسمنتية، كما هو موضح بالشكل (٥).



شكل (٥): تفاصيل نوعية الانشاء وترتيب الطبقات

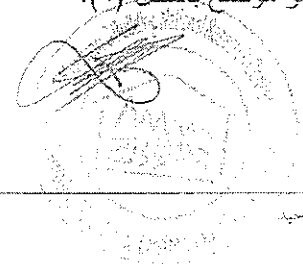
- يتم قياس الموصلية الحرارية والانتقالية الحرارية الكلية معملياً بمعمل الحرارة بمعهد طبيعة المنشآت بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء. كما يتم حساب المقاومة الحرارية الكلية نظرياً وطبقاً لترتيب الطبقات والخواص الفيزيائية لكل طبقة، كما هو موضح بالجدول وطبقاً للمعادلة التالية:

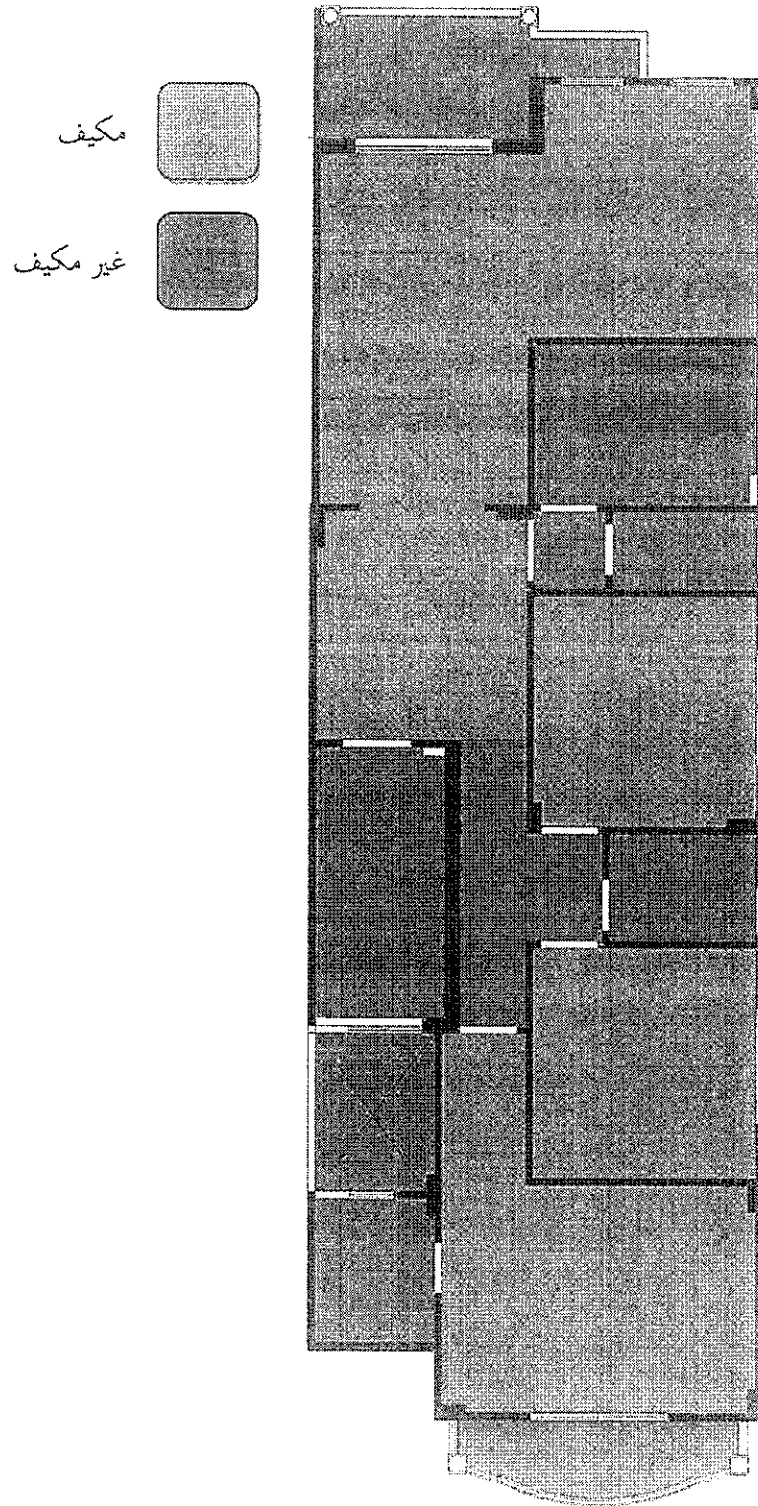
$$R = \sum_{j=1}^n R_j = R_{so} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{si}$$

$$R = \frac{1}{h_{so}} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \dots + \frac{L_n}{k_n} + \frac{1}{h_{si}}$$

(وات/م <sup>٢</sup> .°س)	الموصلية الحرارية السطحية الخارجية والداخلية	$h_{so} \& h_{si}$	حيث:
(م)	السمك	$L$	
(وات/م.°س)	الموصلية الحرارية	$k$	

- يتم تحديد الفراغات المكيفة والفراغات غير المكيفة كأحد مدخلات برنامج محاكاة استهلاك الطاقة Energy Plus كما هو موضح بالشكل (٦).





شكل (٦): مخطط تفصيلي للمناطق المكيفة والمناطق غير المكيفة للوحدة السكنية التقليدية المقترحة محل الدراسة

١/٦ حساب استهلاك الطاقة الكهربائية المطلوبة للتبريد والتدفئة باستخدام الطوب الرملي الخفيف (دلتا بلوك) إنتاج شركة دلتا للطوب الرملي

- تم قياس الموصلية الحرارية للطوب الرملي الخفيف معملياً بمعمل الحرارة بمعهد طبيعة المنشآت بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء ولقد وجد أن قيمة الموصلية الحرارية لعينة دلتا بلوك من الطوب الرملي الخفيف كثافة ٦٠٠ (كجم/م<sup>٣</sup>) تبلغ ٠.١٣٢ (وات/م.°س). والجدول (١) يوضح طريقة حساب المقاومة الحرارية الكلية نظرياً وطبقاً لترتيب الطبقات والخواص الفيزيائية لكل طبقة كالتالي:

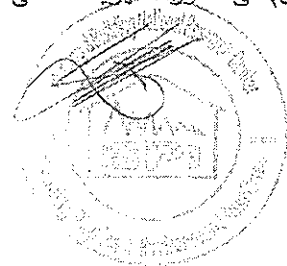
$$R = \frac{1}{h_{so}} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_{si}}$$

$$R = 0.055 + \frac{0.025}{1} + \frac{0.25}{0.132} + \frac{0.025}{1} + 0.123 = 2.122 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W})$$

جدول (١): الخواص الفيزيائية والمقاومة الحرارية لطبقات حائط من الطوب الرملي الخفيف

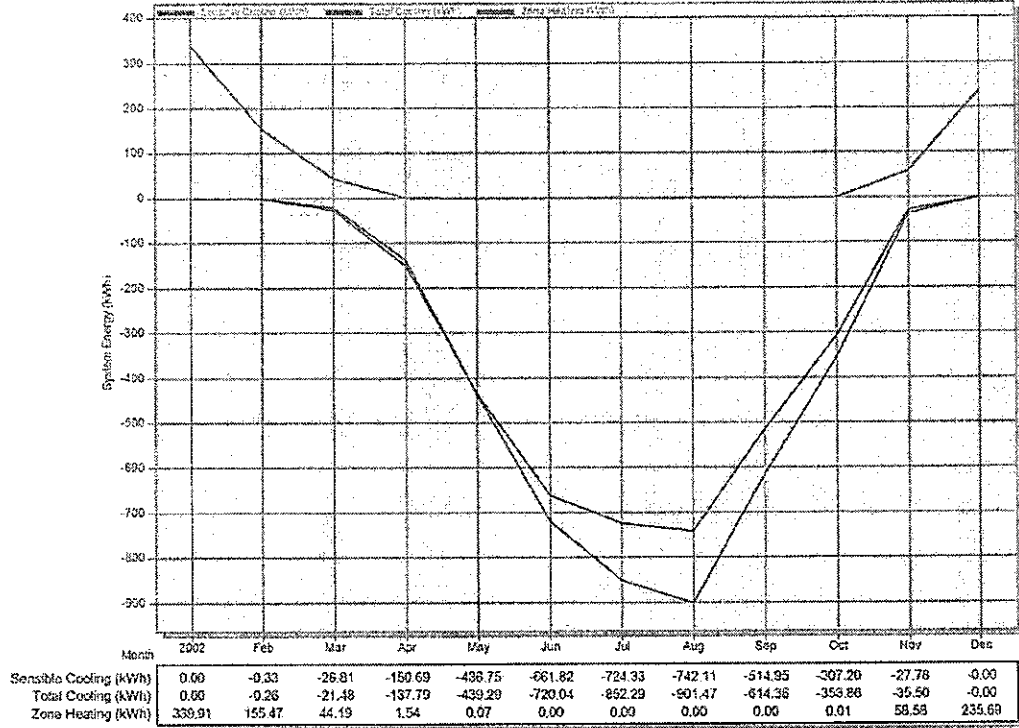
المكونات	سمك الطبقات (سم)	الموصلية الحرارية (وات/م.°س)	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول/كجم.°س)	المقاومة الحرارية (م.°س/وات)
طبقة هواء خارجي					٠.٠٥٥
مخارة اسمنتية	٢.٥	١	١٥٧٠	٧٥٠	٠.٠٢٥
طوب دلتا بلوك	٢٥	٠.١٣٢	٦٠٠	٨٢٩	١.٨٩
مخارة اسمنتية	٢.٥	١	١٥٧٠	٧٥٠	٠.٠٢٥
طبقة هواء داخلي					٠.١٢٣
الانتقالية الحرارية					٠.٤٧١ (وات/م.°س)
المقاومة الكلية					٢.١٢٢ (م.°س/وات)

- يتم تعيين قيمة الطاقة الكهربائية المستهلكة لأحمال التبريد والتدفئة نظرياً للوحدة السكنية التقليدية المقترحة محل الدراسة وذات المساحة الصافية في حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً ذلك نظروف حوائط من الطوب الرملي الخفيف ذات موصلية حرارية ٠.١٣٢ (وات/م.°س) في صورة شهرية كما في شكل (٧) وكذلك في صورة إجمالية سنوية كما في شكل (٨).



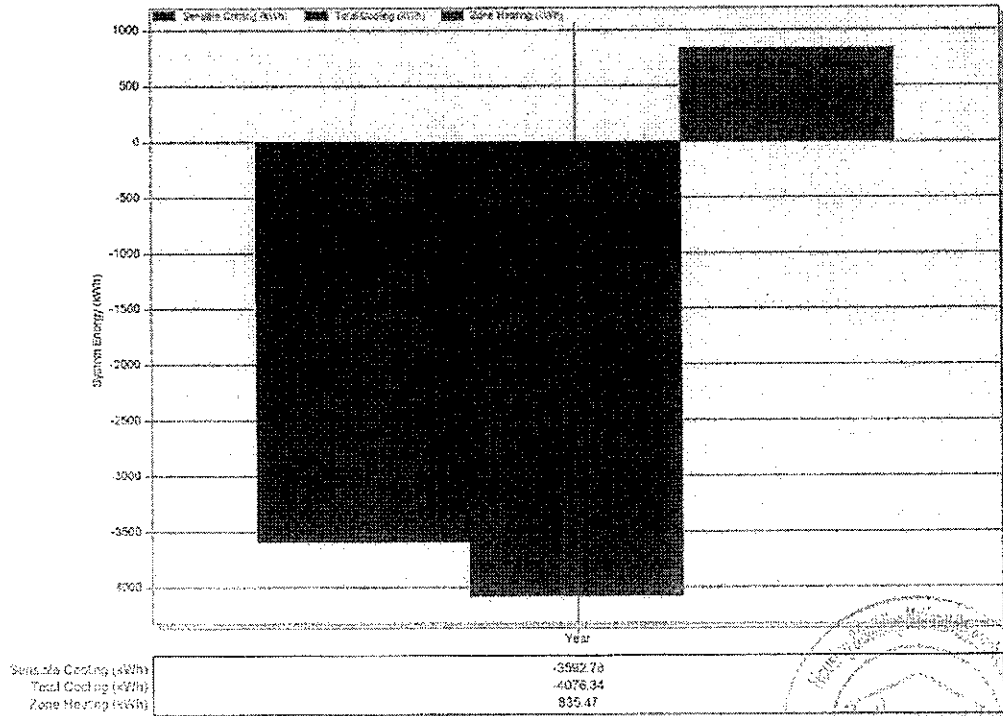


EnergyPlus Output -Untitled, Building 1 1 Jan - 31 Dec, Monthly Licensed



شكل (٧): استهلاك الطاقة الشهري للتبريد والتدفئة (حالة طوب وعلو خفيف)

EnergyPlus Output 1 Jan - 31 Dec, Annual Licensed



شكل (٨): استهلاك الطاقة السنوي للتبريد والتدفئة (حالة طوب وعلو خفيف)

ومما سبق نجد أن اجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة نظرياً للوحدة السكنية التقليدية المقترحة محل الدراسة يبلغ ٤٩١٢ كيلووات ساعة باستخدام حوائط من الطوب الرملى الخفيف (دلتا بلوك) وأجهزة تكييف هواء من النوع المنفصل بدون هواء نقي Split type، وذلك بافتراض إغفال باقى عناصر استهلاك الطاقة الأخرى مثل الإضاءة والمراوح وتسخين المياه وخلافه لبيان مدى مشاركة الغلاف الخارجى فقط على الأحمال الحرارية الداخلية واستهلاك الطاقة الكهربائية.

٢/٦ حساب استهلاك الطاقة الكهربائية المطلوبة للتبريد والتدفئة باستخدام طوب أسمنتى مصمت (بغرض المقارنة مع دلتا بلوك إنتاج شركة دلتا للطوب الرملى)

• تم قياس الموصلية الحرارية للطوب الأسمنتى المصمت (أحد الأنواع المحلية المستخدمة بالسوق المصرى) بمعمل الحرارة بمعهد طبيعة المنشآت بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء ولقد وجد أن قيمة الموصلية الحرارية لعينة الطوب الأسمنتى المصمت كثافة ١٨٥٠ (كجم/م<sup>٣</sup>) تبلغ ١.٢٥ (وات/م.س). والجدول (٢) يوضح طريقة حساب المقاومة الحرارية الكلية نظرياً وطبقاً لترتيب الطبقات والخواص الفيزيكية لكل طبقة كالتالى:

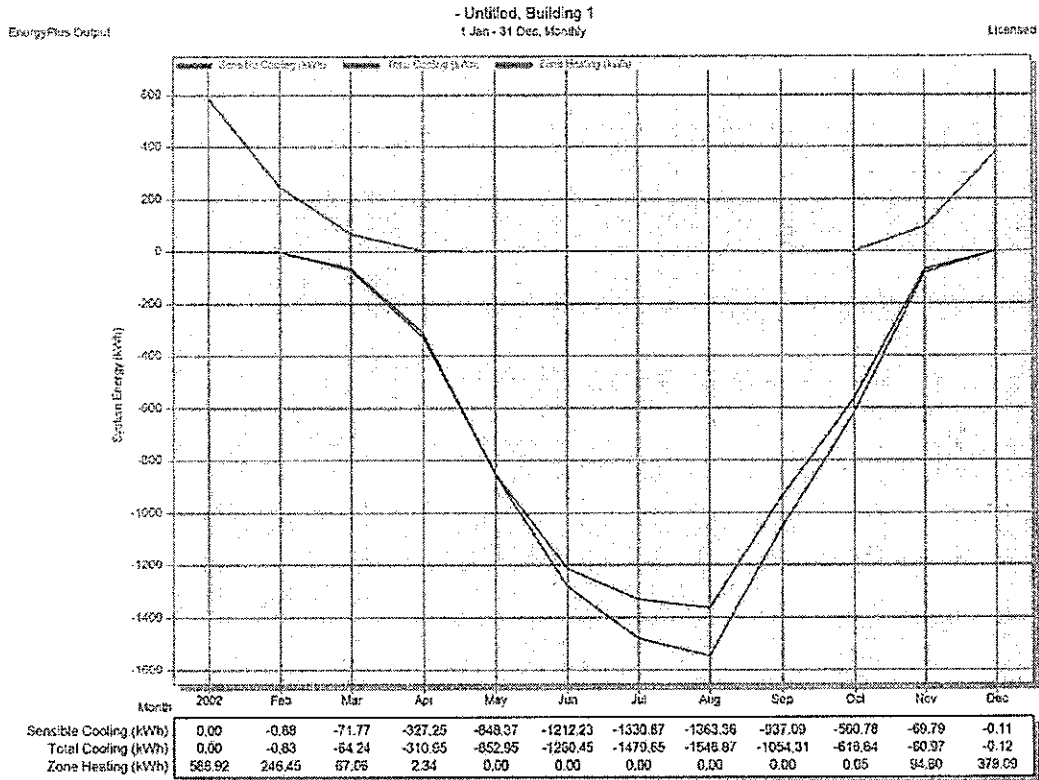
$$R = \frac{1}{h_{so}} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_{si}}$$

$$R = 0.055 + \frac{0.025}{1} + \frac{0.25}{1.25} + \frac{0.025}{1} + 0.123 = 0.428 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W})$$

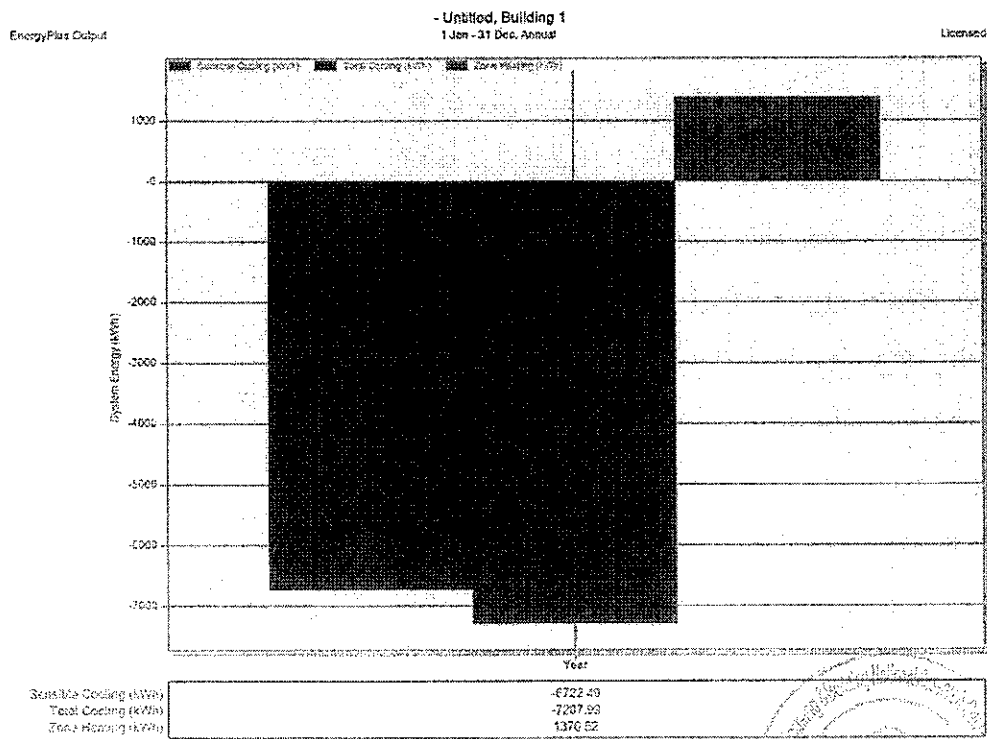
جدول (٢): الخواص الفيزيكية والمقاومة الحرارية لطبقات حائط من الطوب الأسمنتى المصمت

المكونات	سمك الطبقات (سم)	الموصلية الحرارية (وات/م.س)	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول/كجم.س)	المقاومة الحرارية (م.س.وات)
طبقة هواء خارجى					٠.٠٥٥
مخارطة اسمنتى	٢.٥	١	١٥٧٠	٧٥٠	٠.٠٢٥
طوب أسمنتى مصمت	٢٥	١.٢٥	١٨٥٠	٨٨٠	٠.٢
مخارطة اسمنتى	٢.٥	١	١٥٧٠	٧٥٠	٠.٠٢٥
طبقة هواء داخلى					٠.١٢٣
الاتقالية الحرارية					٢.٣٣٦ (وات/م.س)
المقاومة الكلية					٠.٤٢٨ (م.س.وات)

تم تعيين قيمة الطاقة الكهربائية المستهلكة لأحمال التبريد والتدفئة نظرياً للوحدة السكنية التقليدية المقترحة محل الدراسة وذات المساحة الصافية فى حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً ذلك لظروف حوائط من الطوب الأسمنتى المصمت ذات موصلية حرارية ١.٢٥ (وات/م.س) فى صورة شهرية كما فى شكل (٩) وكذلك فى صورة اجمالية سنوية كما فى شكل (١٠).



شكل (٩): استهلاك الطاقة الشهري للتبريد والتدفئة (حالة طوب أمتني مصمت)



شكل (٩): استهلاك الطاقة السنوي للتبريد والتدفئة (حالة طوب أمتني مصمت)



ومما سبق نجد أن اجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة نظرياً للوحدة السكنية التقليدية المقترحة محل الدراسة باستخدام حوائط من الطوب الأسمنتي المصمت يبلغ ٨٦٦٤ كيلووات ساعة وذلك باستخدام تكييف هواء من النوع المنفصل، وذلك بافتراض إغفال باقى عناصر استهلاك الطاقة الأخرى مثل الإضاءة والمراوح وتسخين المياه وخلافه لبيان مدى مشاركة الغلاف الخارجى فقط على الأحمال الحرارية الداخلية واستهلاك الطاقة الكهربائية.

### ٣/٦ مقارنة حساب استهلاك الطاقة الكهربائية وحساب التكلفة باستخدام طوب أسمنتي مصمت والطوب الرملى الخفيف "دلتا بلوك"

ومما سبق نجد أن اجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة نظرياً للوحدة السكنية التقليدية المقترحة محل الدراسة باستخدام حوائط من الطوب الأسمنتي المصمت يبلغ ٨٦٦٤ كيلووات ساعة، بينما اجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة للوحدة السكنية التقليدية محل الدراسة باستخدام حوائط من الطوب الرملى الخفيف (دلتا بلوك) يبلغ ٤٩١٢ كيلووات ساعة، وذلك بافتراض إغفال باقى عناصر استهلاك الطاقة الأخرى مثل الإضاءة والمراوح وتسخين المياه وخلافه لبيان مدى مشاركة الغلاف الخارجى فقط على الأحمال الحرارية الداخلية واستهلاك الطاقة الكهربائية. وبذلك نجد أن النسبة المئوية للوفر فى الطاقة الكهربائية المستهلكة لمجابهة الأحمال الحرارية الداخلية للتبريد والتدفئة على مدار عام ميلادى كامل للظروف المناخية لمدينة القاهرة لوحدة سكنية تقليدية تمثل دور متكرر ذو مساحة صافية ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً وذات سقف وحائط غربى أديباتيكي وباستخدام تكييف هواء من النوع المنفصل تمثل حوالى ٤٣.٣% وذلك طبقاً للمعادلة التالية:

الاستهلاك للحالة الأصلية - الاستهلاك للحالة المقارنة

= الوفر فى الاستهلاك

الاستهلاك للحالة الأصلية

ولحساب تكلفة استهلاك الطاقة للتبريد والتكييف نظير كل حالة فإن ذلك يتم على أساس التسعيرة الرسمية للكيلووات ساعة طبقاً للجدول (٣) كما يلى:

جدول (٣): التسعيرة الرسمية للكيلووات ساعة

السعر (قرش/ك.و.س)	شريحة الاستهلاك (ك.و.س)
٥	٥٠ ك.و.س
١١	٥٠ - ٢٠٠ ك.و.س
١٦	٢٠٠ - ٣٥٠ ك.و.س
٢٤	٣٥٠ - ٦٥٠ ك.و.س
٣٩	٦٥٠ - ١٠٠٠ ك.و.س
٤٨	أكثر من ١٠٠٠ ك.و.س

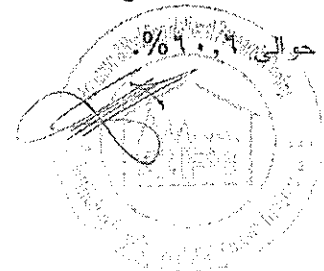
وعلى ذلك يمكن حساب تكلفة الاستهلاك نظير كل حالة لكل شهر من شهور السنة طبقاً للجدول (٤) كما يلي:

جدول (٣): التسعيرة الرسمية للكيلووات ساعة

الشهر	الاستهلاك (ك.و.س) حالة طوب اسمنتي	الاستهلاك (ك.و.س) حالة دلتا بلوك	تكلفة الاستهلاك (بالتجنيه) حالة طوب اسمنتي	تكلفة الاستهلاك (بالتجنيه) حالة دلتا بلوك
يناير	٥٨٧	٣٤٠	٩٩.٨٨	٤١.٠٤
فبراير	٢٤٧	١٥٦	٢٦.٥٢	١٤.١٦
مارس	١٣١	٦٦	١١.٤١	٤.٢٦
أبريل	٣١٣	١٣٩	٣٧.٠٨	١٢.٢٩
مايو	٨٥٣	٤٣٩	١٩٤.١٧	٦٤.٣٦
يونيو	١٢٨٠	٧٢٠	٣٨٥.٩	١٤٢.٣
يوليو	١٤٨٠	٨٥٢	٤٨١.٩	١٩٣.٧٨
اغسطس	١٥٤٧	٩٠١	٥١٤.٠٦	٢١٢.٨٩
سبتمبر	١٠٥٤	٦١٤	٢٧٧.٤٢	١٠٦.٣٦
أكتوبر	٦١٧	٣٥٤	١٠٧.٠٨	٤٣.٩٦
نوفمبر	١٧٦	٩٤	١٦.٣٦	٧.٣٤
ديسمبر	٣٧٩	٢٣٦	٤٩.٩٦	٢٤.٧٦
الاجمالي	٨٦٦٤	٤٩١٢	٢٢٠١.٧٤	٨٦٧.٨٦

ومن الجدول السابق نجد أن اجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة نظرياً لمجابهة أحمال التبريد والتدفئة للوحدة السكنية محل الدراسة عند استخدام وحدات تكييف هواء من النوع المنفصل في حالة استخدام حوائط من الطوب الأسمنتي المصمت تبلغ ٨٦٦٤ كيلووات ساعة، بينما في حالة استخدام حوائط من الطوب الرملي الخفيف (دلتا بلوك) تبلغ ٤٩١٢ كيلووات ساعة، أي أن النسبة المئوية للوفر في الطاقة الكهربائية المستهلكة تمثل حوالي ٤٣,٣%.

كما نجد أن اجمالي تكلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة سنوياً للوحدة السكنية في حالة استخدام حوائط من الطوب الأسمنتي المصمت تبلغ ٢٢٠١,٧٤ جنيه، بينما في حالة استخدام حوائط من الطوب الرملي الخفيف (دلتا بلوك) تبلغ ٨٦٧,٨٦ جنيه، أي أن الوفر السنوي في تكلفة الاستهلاك للوحدة السكنية محل الدراسة بالتوصيف المذكور بالتفصيل في متن هذه الدراسة يكون بواقع ١٣٣٣,٩ جنيه وبذلك تكون النسبة المئوية للوفر في تكلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة نظرياً تمثل



## ٧. الخلاصة والتعليق

نظراً للدور الهام والبارز الذي يلعبه الغلاف الخارجي للمنشآت في رفع كفاءة استهلاك الطاقة في المباني لذلك كان الاهتمام بالتصميم الحراري والفيزيقي الجيد لأغلفة المباني ومراعاة الاختيار الأمثل لمواد البناء بغرض تقليل المفاقد الحرارية وزيادة المقاومة الحرارية لغلاف المنشأ وتخفيض الأحمال الحرارية الداخلية وبالتالي خفض استهلاكات الطاقة وخفض التكلفة ورفع قيمة العمر الافتراضي للمنشأ.

ومن نتائج الدراسة الحالية ومن خلال دراسة استهلاك الكهرباء لأنظمة التبريد والتدفئة باستخدام وحدات تكييف هواء من النوع المنفصل Split type Air Conditioning بدون هواء نقي متجدد without fresh air لوحدة سكنية تقليدية ذات مساحة صافية في حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً وتمثل دور متكرر وذات سقف معزول حرارياً (أديباتيكي) وذلك بافتراض إهمال باقى عناصر استهلاك الطاقة الأخرى مثل الإضاءة والأجهزة وخلافه لبيان مدى مشاركة الغلاف الخارجى فقط فى تحقيق الوفرة فى استهلاك الطاقة، يمكن استخلاص أن استخدام الطوب المسامى الخفيف من إنتاج شركة الدلتا للطوب الرملى الخفيف كأحد أهم البدائل ذات المقاومة الحرارية المتميزة حيث تبلغ قيمة الموصلية الحرارية ٠.١٣٢ (وات/م.س) والمقاومة الحرارية للحائط تبلغ ٢.١٢٢ (م.س/وات) له تأثير مباشر على تخفيض الأحمال الحرارية الداخلية والطاقة الكهربائية المستهلكة بنسبة وفر فى الإستهلاك السنوى حوالى ٤٣.٣%، وباستخدام التعريفة الخاصة بحساب فواتير الكهرباء فى مصر (بالجنية المصرى) أدت إلى خفض قيمة الإستهلاك السنوى بنسبة ٦٠.٦% أى بواقع ١٣٣٣.٩ جنية مصرى وذلك لحالة وحدة سكنية تقليدية ذات مساحة صافية فى حدود ١٥٠ م<sup>٢</sup> تقريباً وتمثل دور متكرر وذات سقف معزول حرارياً وتستخدم وحدات تكييف هواء من النوع المنفصل.

اللجنة

م. / محمود محمد عبد الرازق

د. / سيد شبل محمد

