JAUES

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 44, July, 2017, 1225-1241

تحسين الأداء الحراري في البيئة الداخلية للمباني السكنية في مصر باستخدام الواجهات الذكية

مراد عبدالقادر، أمل كمال محمد شمس الدين ، بيشوي مجدي توفيق

كلية الهندسة جامعة عين شمس، القاهرة، مصر.

ABSTRACT

The waste of energy consumption of our world's is considered most important problems of our life, and seek knowledge in all fields to reduce this consumption and negative effects. In architectural design, they search how to reduce thermal loads in interior spaces of buildings rather than using of mechanical systems that can achieve the appropriate thermal environment in spaces of these buildings without cause high energy consumption. In Egypt is considered to be in hot climates, which requires alternative ways to reduce energy consumption to achieve the thermal environment inside the buildings. The residential sector in Egypt is the highest among various buildings sectors of energy consumption, which makes studying and applying of various environmental treatments by using either of passive cooling or using smart systems or any other solutions by the designer can see to reduce thermal loads into the buildings like new urban communities design. The research suggests the application of some smart systems in facades of residential buildings, thus contributing to the rationalization of energy consumption and control of internal thermal environment into spaces. The research uses one of simulation programs in the residential model currently built in Egypt like (Design Builder) which is building the residential model three-dimensional and select one of the internal spaces to be addressed, testing and studying of thermal building behavior by proposing different alternatives for appropriate treatments and make a comparison between them and choose the best alternative to reach the goal of research by using these systems in reducing annual cooling loads and providing thermal comfort. Finally the research is setting after experimental methodology to put conclusions and recommendations .

Key Words: Cooling Loads- Residential Buildings-Smart Facades-Smart Systems-Simulation Programs

---

ملخص البحث

يعتبر الإسراف في استهلاك الطاقة من أهم المشاكل العالمية في عصرنا الحالي، ويسعى العلم بجميع مجالاته لترشيد هذا الاستهلاك والحد من تأثيراته السلبية، وقد اعتمد التصميم المعماري لتقليل الأحمال الحرارية الزائدة في الفراغات الداخلية بالمباني على استخدام الوسائل الميكانيكية بدلا من التصميم البيئي المناسب. تعتبر معظم الأقاليم المصرية ضمن المناخ الحار مما يتطلب النظر في سبل خفض وترشيد استهلاك الطاقة التي تصرف لتحقيق البيئة الحرارية المناسبة داخل المباني، ويعتبر القطاع السكني في مصر الأعلى بين قطاعات المباني المختلفة استهلاكا للطاقة كنتيجة لزيادة استخدام الوسائل الميكانيكية، مما يجعله جاذبا لدراسة وتطبيق المعالجات البيئية المختلفة سواء باستخدام وسائل التبريد السلبي أو استخدام النظم الذكية أو أي حلول أخرى يراها المصمم لتخفيض الأحمال الحرارية الزائدة بها خاصة مع نمو الاهتمام بالتصميم البيئي وإدماجه في تصميم المباني بالمجتمعات العمرانية الجديدة. يقترح البحث تطبيق بعض النظم الذكية لمعالجة واجهات المباني السكنية، مما يساهم في ترشيد استهلاك الطاقة والتحكم في البيئة الحرارية الداخلية للفراغات. يستخدم البحث بعض النظم الذكية للتطبيق وكذلك أحد وسائل التبريد السلبي شائعة الاستخدام، واختيار النموذج السكني المبني كعينة للدراسة مع تحديد برنامج المحاكاة المختار للتطبيق وهو برنامج (Design Builder) وهو يقوم ببناء النموذج السكني ثلاثي الأبعاد واختيار أحد الفراغات الداخلية المطلوب معالجتها في الواجهة واختبارها ودراسة سلوك المبنى حراريا من خلال اقتراح بدائل مختلفة للمعالجات المناسبة وعمل مقارنة بينهم واختيار أفضل بديل للوصول إلى هدف البحث، وأخيرا يتوصل البحث لمجموعة من النتائج والتوصيات.

الكلمات المفتاحية: الأحمال الحرارية- المباني السكنية- الواجهات الذكية – النظم الذكية- برامج المحاكاة.

1- مقدمة

يمثل الاستهلاك المتزايد من الطاقة في المباني في مصر أحد المشاكل التي تعاني منها. لجأت مصر إلى البحث عن حلول بديلة لترشيد استهلاك الطاقة وتخفيض التكاليف الناتجة عنها وتقليل الاعتماد على الموارد غير المتجددة. ويساهم في تفاقم المشكلة عدم تصميم المباني بطريقة تساعد على تخفيض الأحمال الحرارية بها في المناخ الحار، وهذا هو نفس السبب الذي يؤدي إلى الاستهلاك المتزايد من الطاقة في المباني للحصول على راحة حرارية مناسبة في فراغاتها، إذ يقوم المستخدمون بتشغيل الأجهزة الميكانيكية للتبريد خلال فترة الصيف وطول فترة ساعات التشغيل. يتسبب ذلك في زيادة الأثر السلبي لاستهلاك الطاقة وتدهور قطاعات الاقتصاد المختلفة وزيادة الملوثات الناتجة عن استخدام أنواع الوقود المختلفة. بدأ المعماريون بدراسة النظم الذكية في المخلوقات الحية للاستفادة منها ضمن تجهيزات المبنى بحيث يتم تصميمها وبرمجتها لأداء وظائف محددة وفقا لمدخلات متغيرة بها خلال قاعدة بيانات معدة مسبقا تتفاعل مع البيئة الخارجية. ظهر العديد من الأنظمة والمواد الذكية لحماية المبنى من المؤثرات الخارجية ولترشيد استهلاك الطاقة وتقليل التكاليف. ظهر العديد من التطبيقات وبرامج المحاكاة المختلفة التي تساعد المصمم على اتخاذ القرار حيث تستخدم للتنبؤ بسلوك المبنى عند إدخال أي عنصر من عناصر المعالجة للوصول إلى أفضل الحلول المناسبة للمبنى بيئيا وتحقيق للراحة الحرارية بصورة أفضل.

2- الأحمال الحرارية في المباني

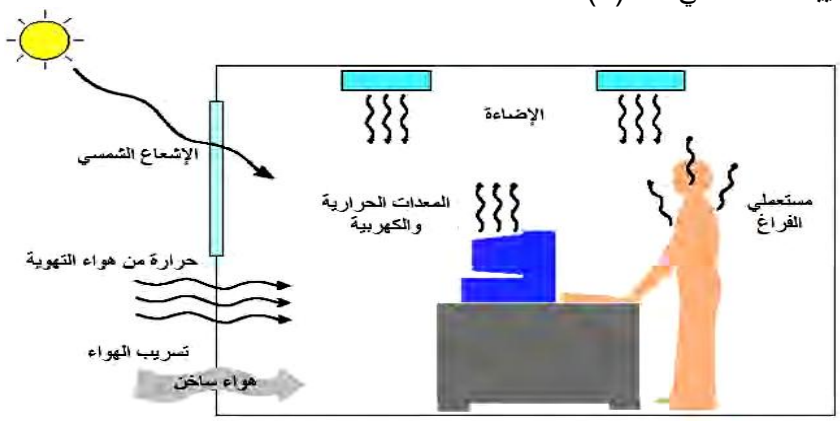
تعتبر الأحمال الحرارية في المباني أحد المشاكل في استهلاك الطاقة نتيجة المؤثرات الخارجية التي تؤثر على البيئة الداخلية للفراغات واستخدام أحد الوسائل التبريد الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية داخل الفراغات طوال ساعات التشغيل. وتنقسم الأحمال الحرارية إلى قسمين أساسيين:

أ- أحمال حرارية خارجية

تعرف الأحمال الحرارية الخارجية بأنها كمية الطاقة الحرارية المنتقلة من الوسط الخارجى الساخن إلى الغرفة مثل التوصيل خلال الجدران والأسقف والأرضيات، الإشعاع الشمسى عبر زجاج النوافذ والأبواب، تسرب الهواء من الوسط الخارجى إلى الغرفة والتهوية[1].

ب- أحمال حرارية داخلية

تعرف الأحمال الحرارية الداخلية بأنها كمية الطاقة الحرارية المكتسبة داخل الغرفة نتيجة الإضاءة الإصطناعية، الأجهزة الكهربية، الحرارة المتولدة من الأشخاص الموجودين فى المكان، أى مصادر حرارية أخرى داخل المكان وأيضًا الحرارة الناتجة من نظام التكييف.[2] كما في شكل(1).



شكل (1): مصادر الأحمال الحرارية داخل أي مبني

3- الطرق التقليدية لعلاج الأحمال الحرارية

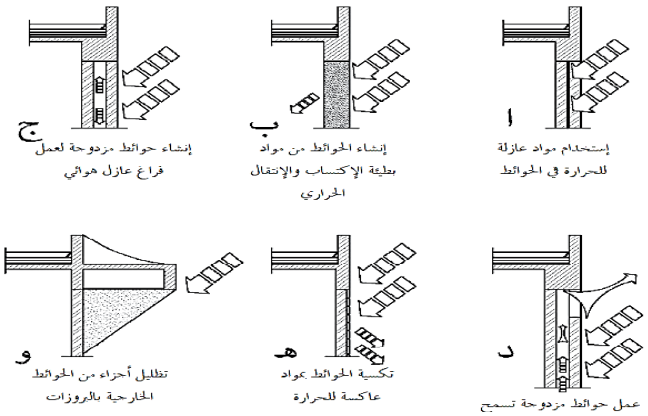
استخدمت وسائل التبريد السلبي لعلاج الأحمال الحرارية بالمباني وتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين وترشيد استهلاك الطاقة، وتشمل هذه الوسائل معالجات الحوائط ومعالجة الفتحات.

3-1- المعالجات المناخية التقليدية للحوائط، شكل(2)

أ-استخدام مواد عازلة فى الحوائط.

ب-إنشاء الحوائط من مواد بطيئة الإكتساب الحرارى و الانتقال الحرارى مثل (الخرسانة و الطوب اللبن- الاحجار) .

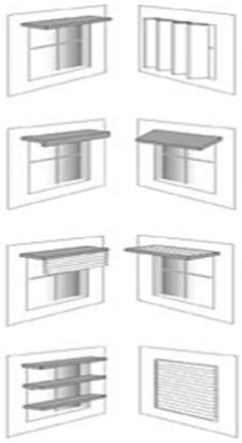
ج-إنشاء حوائط مزدوجة لعمل فراغ عازل هوائى .
د-عمل حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها و تجديده و تقليل الحمل الحرارى النافذ إلى الفراغ.
ه-استخدام مواد عاكسة للحرارة (تأثير معامل الامتصاص على الكفاءة الحرارية للمادة) .



شكل (2): أساليب معالجة الحوائط مناخياً

2-3- المعالجات المناخية التقليدية للفتحات

أ - استخدام كاسرات شمسية أفقية أو رأسية أومركبة . شكل(3)
ب - استخدام البروزات.
ت - استخدام النباتات (الأشجار دائمة الخضرة)
ث - استخدام مسطحات مائية بجوار المبنى .



شكل (3): استخدام كاسرات شمسية أفقية أو رأسية أومركبة

4- العمارة الذكية

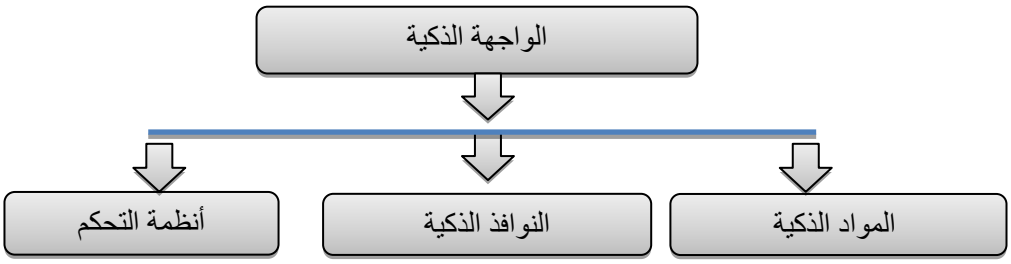
تعرف العمارة الذكية كأحد مجالات العمارة الحديثة التي ظهرت خلال الفترة الأخيرة، والتي يتم توظيفها لمعالجة مشكلة زيادة الأحمال الحرارية داخل المبنى وتقليلها وظهرت العديد من الاتجاهات والأفكار، حيث تميزت العمارة الذكية باستخدام التطور التكنولوجي والمعلوماتي والرقمي كوسيلة لخدمة العمارة البيئية التقليدية وتحويلها إلى **(عمارة بيئية ذكية)** لتواكب العصر وتوفير متطلبات المستخدمين .

5- الواجهات الذكية

تعتبر دراسة الواجهات أحد التحديات الكبيرة التي تواجه المصممين للوصول إلى راحة حرارية داخل الفراغات، لذلك تعتبر الواجهات الذكية جاذبة لقدرتها على التفاعل المستمر مع المناخ والتحكم في انتقال الحرارة من الخارج إلى الداخل وهو ما يؤدي إلى توفير استهلاك الطاقة. تم تطوير نظم المواد الذكية خلال السنوات الماضية وتم ادخال التكنولوجيا بطرق متنوعة ساعدت على ظهور ابداعات متنوعة في هذا المجال وتم أيضا تطوير نظم التكييف بدقة عالية والتحكم في البيئة الحرارية داخل الفراغات [3]. تتميز نظم الواجهة الذكية بفوائد عديدة في المبنى، فهناك العديد من وظائف نظم الواجهة الذكية للبناء مثل:

- تعزيز الضوء الطبيعي، والحماية من الوهج الضوئي، بادخال المعالجات المناسبة في الواجهات للاستفادة من الاضاءة الطبيعية.

- الحماية من الصوت المرتفع وعزل الضجيج باستخدام مواد العزل المناسبة.
- توفير التهوية الطبيعية من الداخل والخارج بالتحكم في النوافذ وتوظيفها بأفضل الوسائل الممكنة.
- توفير راحة حرارية وذلك بالتحكم في البيئة الحرارية ومنع دخول الإشعاع الشمسي إلى الفراغات.



1-5- المواد الذكية

هي عبارة عن مواد يمكن أن يستفاد منها فى مجال التصميم، وذلك لكونها مواد متفاعلة مع البيئة المحيطة، وبناء على ذلك فهى تتمتع باستجابة لمتغيرات درجات الحرارة كما في الجلد أو حركة العين عند التعرض لشدة الضوء أو استجابة النباتات للضوء، وبناء علي هذه العلاقة التفاعلية بين المادة والبيئة المحيطة يمكن وضع أفكار تصميمية من شأنها أن تحول المنتجات أو المبانى إلى مبانى ذكية. تطورت المواد الذكية في السنوات الأخيرة من خلال الأبحاث التي أنتجت كثيرا من أنواع المواد الذكية :

أ- المواد المتغيرة حراريا Phase change materials (PCM)

هي مواد لها القدرة على امتصاص درجات الحرارة بشكل كبير وتقوم بتخزينها واستخدامها ليلا عند التدفئة، حيث تخضع لمرحلة تغيير لخصائصها تحت تأثير درجات الحرارة حسب درجة الحرارة المحيطة بالمبنى. كما في شكل(4)
المبدأ الأساسي هو استغلال وامتصاص كمية كبيرة من الحرارة المرتفعة ويتم تخزين الحرارة، وبهذا يتم الحفاظ على الطاقة. هذه الخاصية يمكن أن تستخدم كوسيلة لزيادة الكتلة الحرارية (Thermal mass) من مكونات المبنى [4]، وبالتالي لضمان تقليل أحمال التبريد و التدفئة.

شكل(4): المواد المتغيرة حراريا

ب- مادة البيرلايت

البيرلايت عبارة عن حبيبات صغيرة بيضاء رمادية خفيفة مصنوعة من الزجاج البركاني ويتراوح قطر حبيباتها من 1,5 - 3 ملم[5].

مميزاتها:

- لها القدرة على الاحتفاظ بالماء بما يعادل 3 -4 مرات قدر وزنها.
- غير متبلورة وتحتوي على نسبة عالية من المياه، حيث يحدث ذلك بشكل طبيعي ولها خاصية استثنائية في التوسع بشكل كبير عندما تسخن بشكل كاف.
- تستعمل لعزل الحوائط الخارجية والأسقف ويتم انتاج هذه الحبيبات بكثافات تتراوح بين 35-240 كجم/م^3.
- تحتوي المادة على مسامات مفتوحة مملوءة بالهواء فهي عرضة لامتصاص الماء ب نسب عالية، ولذلك يتم معالجتها بالسيليكون لتقليل امتصاص المادة للماء والرطوبة. كما في شكل(5).

شكل(5):استخدام البيرلايت للعزل الحراري في الحوائط و الأسقف

2-5- الزجاج الذكي

استخدم الزجاج في الماضي بشكل واسع في المباني، وقد سمح ذلك بدخول أشعة الشمس إلى الفراغات الداخلية وما صاحبها من ارتفاع في درجات الحرارة بالداخل، ومع تطور التكنولوجيا واهتمام المصممين كان النظر إلى استخدام التقنيات في تطور مادة الزجاج وتغيير خواصها وألوانها وأشكالها المختلفة لتقليل دخول الحرارة والاستفادة من القدر المناسب من الضوء وظهرت أشكال وأنواع عديدة من الزجاج الذكي التي لها دور في تقليل درجات الحرارة وتحقيق الراحة الحرارية وتوفير استهلاك الطاقة، وهو زجاج معالج ويعتبر أحد الأنظمة الذكية التي تستخدم لتقليل درجات الحرارة ومعالجة غلاف المبنى. يتميز الزجاج الذكي بخصائص هامة[6] منها:

1- القدرة على التحكم في دخول أشعة الشمس إلى الداخل فيقوم بعملية انعكاس جزء منها وإمتصاص جزء اخر والسماح بدخول قدر بسيط من الضوء.
٢ - توفير التظليل المناسب.
٣ - تغير لونه عند سقوط أشعة الشمس لمنع دخولها.
٤ - إمكانية تخزين الطاقة الشمسية وتوليد الطاقة الكهربائية فيما بعد.

أ- الزجاج الكهربي

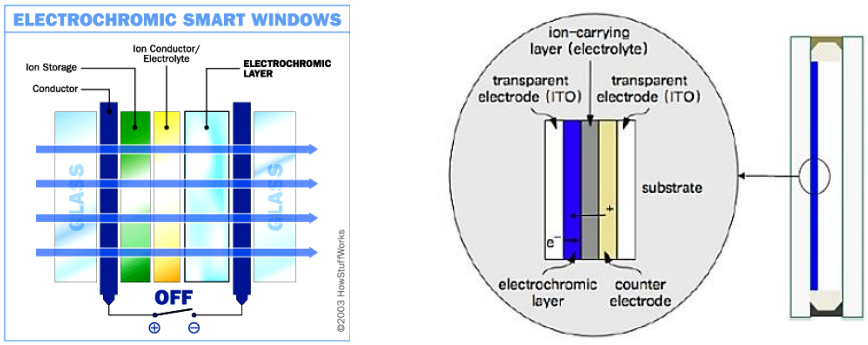
هو أحد الأنظمة الحديثة للتحكم في الإشعاع الشمسي، حيث يمكن التحكم و تغيير نفاذية الضوء والشفافية حتى درجة الإعتام المطلوبة والتحكم بها كهربائيا. فعند تسلط أشعة الشمس على الزجاج يتغير الزجاج من الشفافية إلى درجات الإعتام المطلوبة من خلال التيار الكهربائي. [7] واستخدماته تحقق الحماية في الفراغات الداخلية بواسطة التحكم تلقائيا في كمية الضوء والطاقة الشمسية التي تمر من خلال الزجاج، و يمكن أن يساعد في توفير الطاقة في المباني. كما في شكل(6) .

مميزاته

- توفير الظلال المناسبة للزجاج
- لا يشترط الحفاظ على مستوى لون معين.
- يحتاج القليل جدا من التيار الكهربائي، مما يسمح بالتحكم والسيطرة على مستويات أشعة الشمس. كما في شكل(7)

أثناء عدم تشغيلها أثناء تشغيلها لاظلال الفراغ

شكل (6): استخدام نظام الزجاج الكهربائي Electrochromic windows

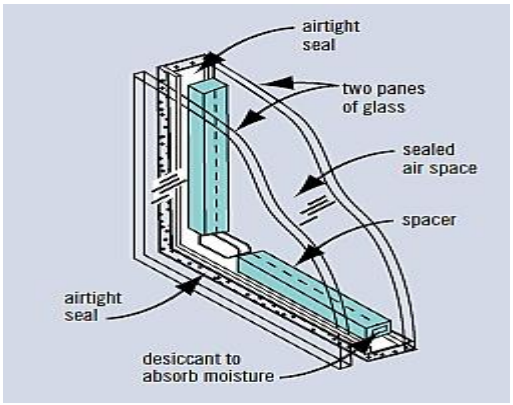


شكل (7): تفصيلة نظام الزجاج الكهربائي Electrochromic windows

ب- نظام الزجاج المزدوج الذكي

الزجاج المزدوج هو نظام يتكون من لوحين زجاجين بينهم فراغ هواء لكن يفضل استخدام غاز خامل مثل الأرجون لأنه ناقل أضعف للحرارة من الهواء ويحسن فعالية النوافذ وتحقق التهوية الطبيعية التي تعتمد وتستخدم في الغالب حسب الظروف المناخية والموقع.

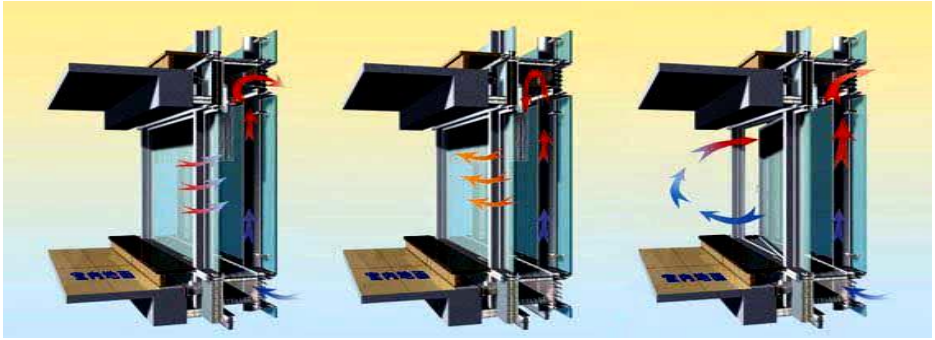
يمكن لهذا النظام ان يتكون من وحدة واحدة أو وحدات زجاجية مزدوجة من مسافة 20 مم بين زجاج و زجاج آخر كما في شكل (8) لحماية الواجهة من الحرارة المرتفعة خلال فترة التبريد وتوفير وسائل التظليل الشمسي.



شكل (8): قطاع منظوري لنظام الزجاج المزدوج في الواجهة

يعمل نظام الزجاج المزدوج الذكي إما طبيعيا أو ميكانيكيا للتحكم في عملية التهوية والحرارة، ففي المناخ البارد يتم الحصول على الطاقة الشمسية باستخدام ذلك النظام لتوفير متطلبات التدفئة، أما في المناخ الحار فيعمل هذا النظام على تقليل الاشعاع الشمسي والتحكم فيه و تقليل أحمال التبريد،شكل(9).

أظهرت الدراسات الحديثة أن تحسين كفاءة أداء الطاقة يتم بناء على اتصال الواجهة بالبيئة المحيطة بشكل إيجابي عند تطبيق أحد النظم الذكية كالزجاج المزدوج و يمكن تحسينها وتحسين خواص المواد سواء في المناخ البارد أوالمناخ الحار عن طريق تحسين التهوية إلا أن عيبها الوحيد هي ارتفاع تكلفتها الإنشائية [8]



شكل (9): حركة الهواء الساخن والبارد بلستخدام نظام الزجاج المزدوج في الواجهة

3-5- أنظمة التحكم

ظهرت أنظمة التحكم في الآونة الأخيرة بعد تقدم التكنولوجيا واهتمام المصممين لحماية الواجهات من أشعة الشمس، حيث ظهرت أنواع من أنظمة التحكم الشمسي التي تعمل إما يدويا أو أوتوماتيكيا حسب الرغبة، فعند تسلط أشعة الشمس تقوم حساسات هذه الأنظمة بغلق هذه الكاسرات وتحمي الواجهات من أشعة الشمس وتوفير الإظلال المناسب.

- أنظمة التظليل الشمسي الذكي

تعتبر أنظمة التظليل الشمسي وأنظمة شاشات الفحص الشمسي من أبرز الوسائل التكنولوجية الحديثة في القرن الحادي والعشرين لتصميم مبنى صديق للبيئة، حيث يتم التحكم في أنظمة التظليل الشمسي الحديث بذكاء وبدقة عالية تتميز بوجود أجهزة استشعار، فعند تسلط أشعة الشمس تقوم هذه التقنيات لرد فعل وتغلق وتوفير التظليل المناسب على الواجهة وتحقيق الوفر المناسب في الطاقة الهائلة كما في شكل(10)، ويمكن لهذه الأنظمة أن تقلل من الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد و استخدام الإضاءة وتكييف الهواء يمكن أن تخفض بنسبة تصل تقريبا إلى 40% [9].

شكل (10): استخدام وسائل التظليل الشمسي في أحد الأبراج السكنية لمنع دخول الإشعاع الشمسي من أعمال فرانك جيري

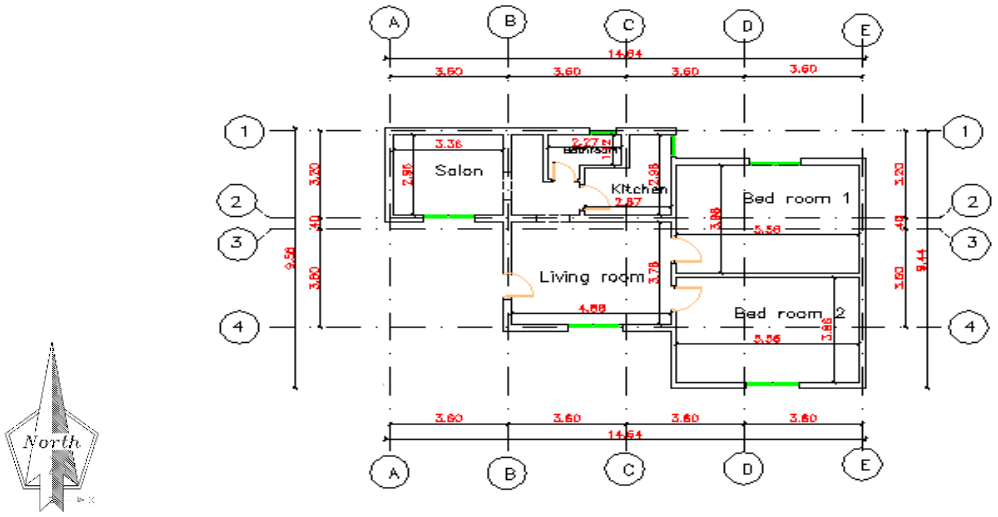
يستخدم هذا النظام خلال فترة النهار لحماية الواجهات من أشعة الشمس والضوء العالي، ولكن يمكن التحكم في مستوى الإضاءة أيضا واحتياج دخول كمية مناسبة من الإضاءة الطبيعية من أجل إضاءة الفرغات داخلها كما في شكل(11).

شكل (11):منزل ديكاتلون الذي استخدم التظليل الشمسي من إطارات الخشب مع الخلايا الضوئية في واجهة المبنى 2007

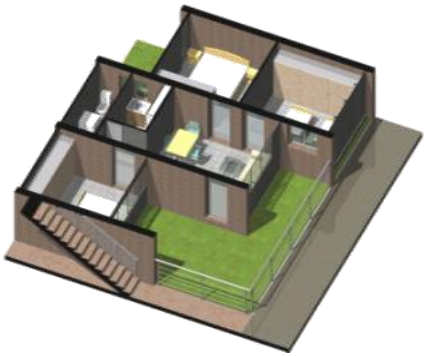
6- النموذج السكني المقترح

تم اختيار مشروع بيت العيلة كنموذج تطبيقى لأنظمة الإنشاء المختلفه، وهو أحد المشروعات المنفذة من شركة المقولون العرب في مدينة السادس من أكتوبر كما في شكل(13،12و14)(10)

مساحته 64م2



شكل (12): مخطط المسقط الأفقى المعماري للنموذج من الوحدة السكنية



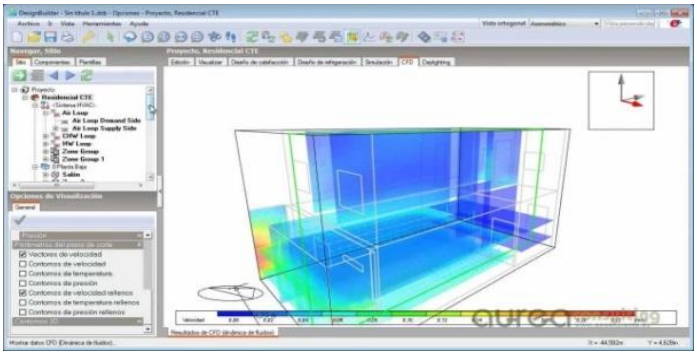
شكل (13): منظور عام للنموذج للوحدة السكنية

شكل (14): الواجهات المصممة للنموذج للوحدات السكنية

يستخدم برنامج المحاكاة Design Builder لمحاكاة النموذج السكني، حيث يتم التعامل مع برنامج Energy Plus(e+) لادخال البيانات مثل ملف بيانات الطقس والموقع وتحديد الوقت وغيرها من الملفات المناخية وحسابات الأحمال الحرارية واجراء عملية المحاكاة من خلال ذلك البرنامج.

7- برنامج المحاكاة Design Builder

يستخدم البحث في الدراسة التطبيقية ببرنامج (Design Builder) خلال اختيار مثال تطبيقي لأحد النماذج السكنية ليتم اجراء عدة اختبارات عليه، وبعدها يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليه، و يأتي مرحلة التحليل لتلك النتائج من خلال المقارنة، وبالتالي الوصول لأقل نتيجة لمعدلات استهلاك الطاقة. كما في شكل(15)

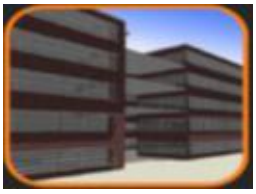


شكل(15): برنامج المحاكاة Design Builder

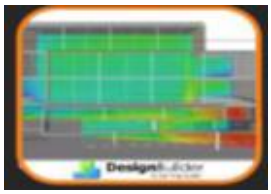
7-1- مراحل محاكاة المبنى في البرنامج

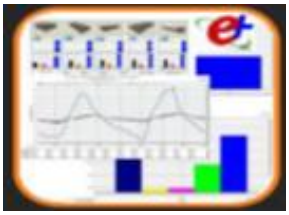
يبين الشكل(16) مراحل الترتيب الصحيح المعتاد عند اجراء واختبار عملية المحاكاة لأي برنامج محاكاة ومنهم برنامج Design Builder :

١. عمل وبناء نموذج المبنى ثلاثي الأبعاد وتمييز حدود ومعالم كل فراغ.
٢. ادخال خصائص النموذج في الوضع الأصل لها.
٣. ادخال المعالجات والوسائل البديلة على الأصلي سواء في فراغ معين أو على المبنى ككل ثم تطبيق محاكاة المبنى.



٤. عمل مقارنة بين النتائج المختلفة واختيار أفضل نتيجة وأفضل حل.





عمل نموذج المحاكاة 3D عمل محاكاة للمبنى تقييم النتائج

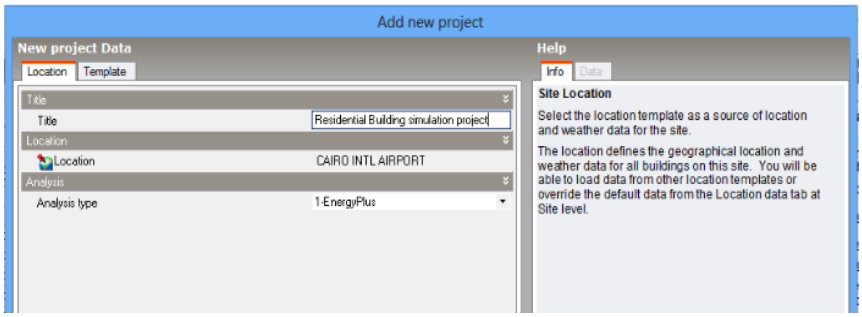
شكل(16): مراحل محاكاة المبنى باستخدام برنامج Design Builder

7-2- إدخال البيانات على النموذج السكني ككل وتحديد نوع الفراغ المطلوب لمعالجة واجهاتها في البرنامج

يتم إدخال البيانات والمعلومات عن الموقع والبيانات المناخية للنموذج في برنامج المحاكاة قبل البدء في رسم النموذج كما في جدول(1) وشكل(17).

جدول(1):إدخال البيانات والمعلومات عن النموذج في البرنامج

مدينة السادس من أكتوبر	الموقع
إقليم القاهرة الكبرى تقع في المناخ الحار	المناخ الإقليمي
الثالث	الدور
64م^2	مساحة النموذج
21 يوليو	الفترة



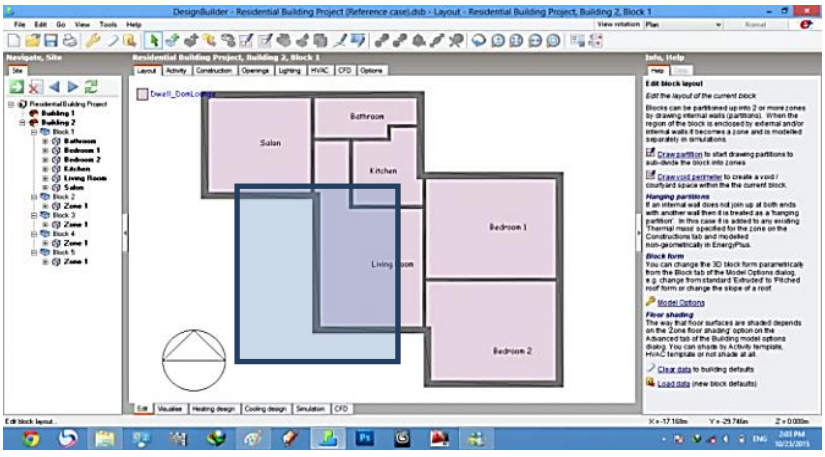
شكل (17):إدخال بيانات الموقع والبيانات المناخية عن النموذج في البرنامج

يتم إدخال البيانات والمعلومات عن الفراغ المختار لمعالجة واجهاته في البرنامج عند رسم النموذج كما في جدول (2).

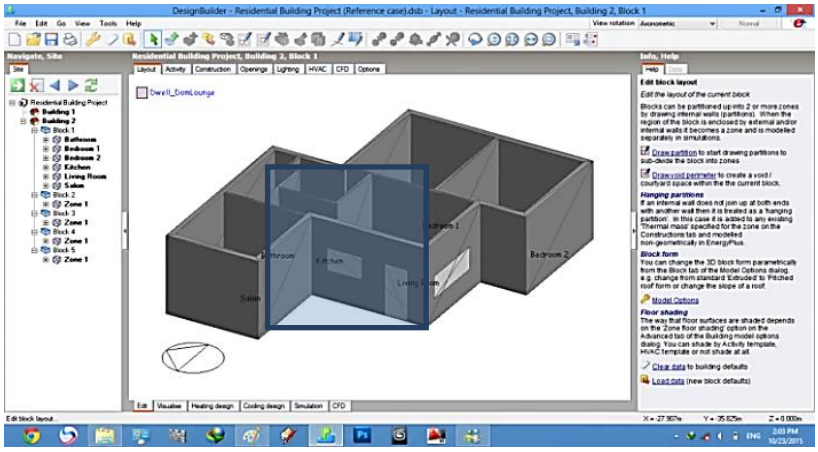
جدول(2):إدخال البيانات والمعلومات لأبعاد الفراغ المختارة المطلوب معالجتها في البرنامج

غرفة المعيشة	**نوع الفراغ المطلوب معالجته**
20م^2	**مساحة الغرفة**
شمالي	**اتجاه الغرفة**
4م×5م×3م	**أبعاد الغرفة**
0,90م×2,20م	**أبعاد فتحات الأبواب**
1,50م×2م	**أبعاد فتحات النوافذ**

تم تحديد الدور الثالث لأنه الدور الأخير للمبنى، وأيضا أكثر تعرضا لأشعة الشمس مما يؤدى إلى ارتفاع درجات الحرارة داخل الفراغات، مما دعي لاختيار هذا الدور لوضع الحلول والمعالجات المناسبة ومن ثم تحديد أحد الفراغات السكنية وهي غرفة المعيشة لمعالجة الواجهة فيها كما في شكل(18) وشكل(19).



شكل(18):المسقط الأفقي للنموذج السكنى في البرنامج



شكل(19):شكل النموذج السكنى والفراغ المحددة ثلاثية الأبعاد في البرنامج

3-7- إدخال البيانات والمعلومات للأنشطة المختلفة داخل الفراغ ونوعية الأجهزة المستخدمة

يتم إدخال البيانات والمعلومات عن مستخدمي الفراغ ونوعية الأجهزة المستعملة التي يعتبر من أهم عوامل للأحمال الحرارية وكيفية حلها بالطرق المناسبة كما في جدول(3) .

جدول(3): إدخال البيانات والمعلومات للأنشطة المختلفة داخل الفراغ ونوعية الأجهزة المستخدمة

صالة معيشة	إسم الفراغ
0,2 فرد لكل م ^{2}	الكثافة داخل الصالة
أربعة أفراد	عدد أفراد الأسرة
الترفيه والطعام	نوع النشاط
في الصيف: 0.50 Clo في الشتاء: 1,00 Clo	الملابس
35 درجة مئوية	درجة الحرارة الخارجية في الصيف
26 درجة مئوية	درجة الحرارة الداخلية المطلوب تحقيقها
يوجد	الأجهزة المستعملة في الفراغ مثل الكمبيوتر،التلفاز...الخ

4-7- حالات الدراسة التطبيقية في البرنامج

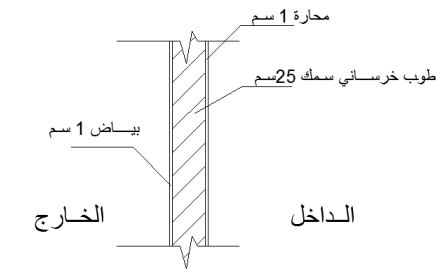
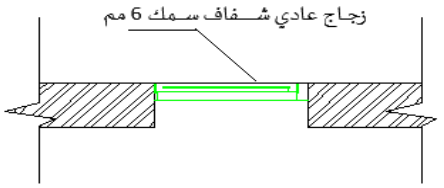
يتم دراسة النموذج السكني كحالة مرجعية بعد إدخال كافة بياناته من واقع الطبيعة، ثم يتم اقتراح ثلاث حالات أخرى كالآتي:

١. الحالة الأولى: يتم ادخال النموذج مع استخدام بعض الطرق التقليدية الشائعة مثل البروز على الواجهة ومادة عازلة معروفة مثل الفوم والبوليسترين.
٢. الحالة الثانية: يتم ادخال النموذج مع استخدام مادة البيرلايت الذكية واستخدام الزجاج الالكتروكروميك الذكية.
٣. الحالة الثالثة: يتم ادخال النموذج مع استخدام مادة PCM الذكية واستخدام الزجاج المزدوج الذكي بالإضافة إلى استخدام أنظمة التظليل الشمسي الذكية.

1-4-7- الحالة المرجعية

يتم دراسة الحالة المرجعية ببناء المبنى ثلاثي الأبعاد وفقا لما هو موجود بالطبيعة كما في جدول(4)، ويوضح أن قيمة الحمل الحراري وصلت إلى 3,84 كيلو وات في الساعة كما في شكل(20)

جدول(4): نوعية الحوائط والزجاج المستعمل في الحالة المرجعية

إسم الحالة	الحالة المرجعية	التوضيح	U-value (w/m^2-k)
نوعية الحوائط المستعملة في الواجهة	طوب خرساني سمك 25سم ومحارة سمك 1 سم وبياض سمك 1سم		1,390
نوعية الزجاج المستعمل في الواجهة	زجاج عادي شفاف نظيف سمك 6 مم		5,778

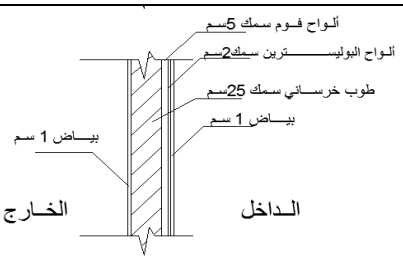
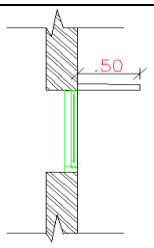
Zone	Design Capacity (kW)	Design Flow Rate (	3/s)	Total Cooling Load (	W)
Building 2 Total Design Cooling Requirement = 86.220 (kW)					
− Block 5 Total Design Cooling Requirement = 21.120 (kW)					
Zone 1	**21.12**	**1.37**		16.25	
− Block 1 Total Design Cooling Requirement = 16.550 (kW)					
Kitchen	**1.48**	**0.09**		1.14	
Bathroom	**1.19**	**0.08**		0.92	
Bedroom 2	**3.19**	**0.20**		2.45	
Bedroom 1	**3.13**	**0.20**		2.41	
Salon	**2.56**	**0.16**		1.97	
Living Room	**5.00**	**0.32**		3.84	

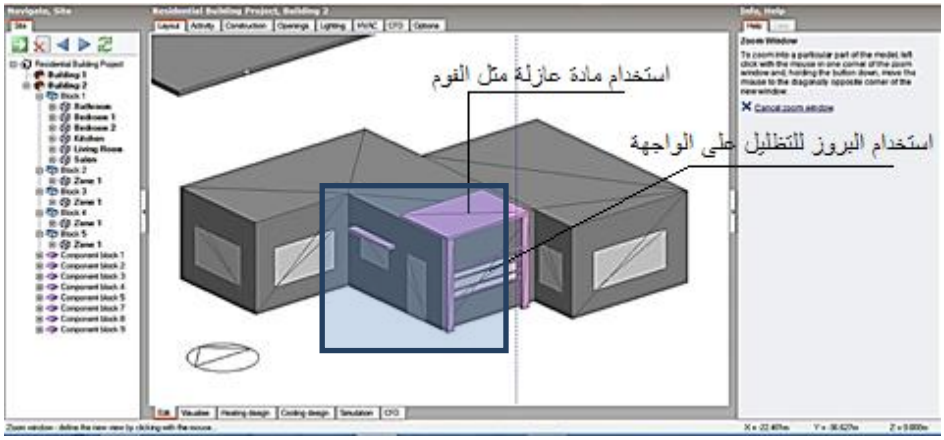
شكل(20): نتيجة عملية المحاكاة للحمل الحراري للغرفة في الحالة المرجعية

7-4-2- الحالة الأولى

يستخدم في هذه الحالة أحد المعالجات التقليدية الشائعة الاستخدام، فتم استخدام البروز على الواجهة في النوافذ كأحد الحلول التقليدية واستخدام المواد التقليدية ومواد العزل أيضا في الحوائط لتقليل قيمة الحمل الحراري كما في جدول(5) وشكل(21)، فكانت قيمة الحمل الحراري بعد عملية المحاكاة لهذه الحالة 3.59 كيلو وات في الساعة، أي أنها قلت بنسبة 25% كما في شكل(22)0

جدول(5): نوعية الحوائط والزجاج المستعمل في الحالة الأولى

إسم الحالة	الحالة الأولى	التوضيح	U-value (w/m^2-k)
نوعية الحوائط المستعملة في الواجهة	طوب خرساني سمك 25سم وألواح فوم أبيض سمك 5 سم وألواح البوليسترين سمك2سم وبياض سمك 1سم		0.350
نوعية الزجاج المستعمل في الواجهة	زجاج عادي شفاف نظيف سمك 6 مم مع استخدام البروز عرضه 50سم		5,778



شكل(21):استخدام المواد التقليدية ومواد العزل في الحوائط والبروز في النوافذ في الحالة الأولى

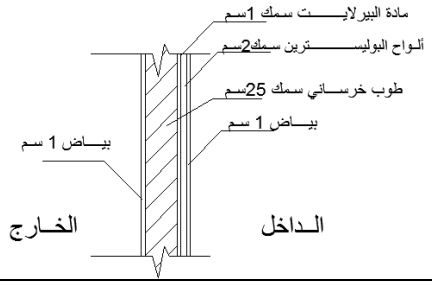
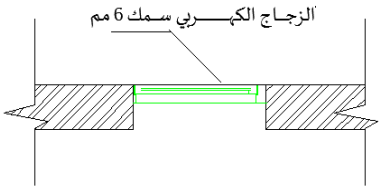
Zone	Design Capacity (kW)	Design Flow Rate (m³/s)	Total Cooling Load (kW)
ilding 2 Total Design Cooling Requirement = 97.390 (kW)			
Block 5 Total Design Cooling Requirement = 26.740 (kW)			
Zone 1	**26.74**	**1.71**	20.57
Block 1 Total Design Cooling Requirement = 16.080 (kW)			
Kitchen	**1.44**	**0.09**	1.11
Bathroom	**1.18**	**0.08**	0.91
Bedroom 2	**3.15**	**0.20**	2.42
Bedroom 1	**3.10**	**0.20**	2.39
Salon	**2.54**	**0.16**	1.96
Living Room	**4.67**	**0.30**	3.59

شكل(22): نتيجة عملية المحاكاة للحمل الحراري للغرفة في الحالة الأولى

7-4-3- الحالة الثانية

يستخدم في هذه الحالة بعض تطبيقات النظم الذكية مثل المواد الذكية والزجاج الذكي لعمل مقارنة بين هذه الحالة والحالات السابقة، فتم استخدام مادة البيرلايت الذكية للحوائط واستخدام الزجاج الكهربي (إلكتروكروميك) في النوافذ لتقليل قيمة الحمل الحراري كما في جدول(6)، فكانت قيمة الحمل الحراري بعد عملية المحاكاة لهذه الحالة 3.39 كيلو وات في الساعة، أي أنها قلت بنسبة 50% كما في شكل(23).

جدول(6): نوعية الحوائط والزجاج المستعمل في الحالة الثانية

إسم الحالة	الحالة الثانية	التوضيح	U-value (w/m^2-k)
نوعية الحوائط المستعملة في الواجهة	طوب خرساني سمك 25سم ومادة البيرلايت سمك1سم وألواح البوليسترين سمك2سم وبياض سمك 1سم		0,148
نوعية الزجاج المستعمل في الواجهة	الزجاج الكهربي (إلكتروكروميك) سمك 6 مم		1,960

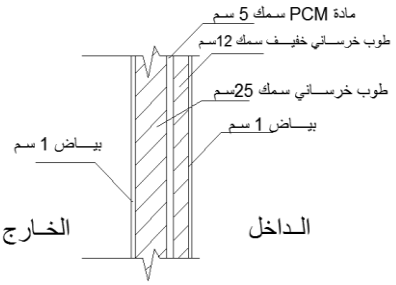
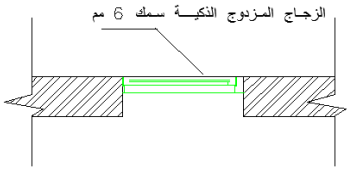
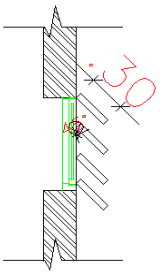
Zone	Design Capacity (kW)	Design Flow Rate (m/s)	Total Cooling Load (kW)
ilding 2 Total Design Cooling Requirement = 80.420 (kW)			
Block 5 Total Design Cooling Requirement = 20.760 (kW)			
Zone 1	**20.76**	**1.35**	15.97
Block 1 Total Design Cooling Requirement = 13.280 (kW)			
Kitchen	**1.17**	**0.07**	0.90
Bathroom	**0.87**	**0.06**	0.67
Bedroom 2	**2.44**	**0.15**	1.88
Bedroom 1	**2.51**	**0.16**	1.93
Salon	**1.88**	**0.12**	1.45
Living Room	**4.41**	**0.28**	3.39

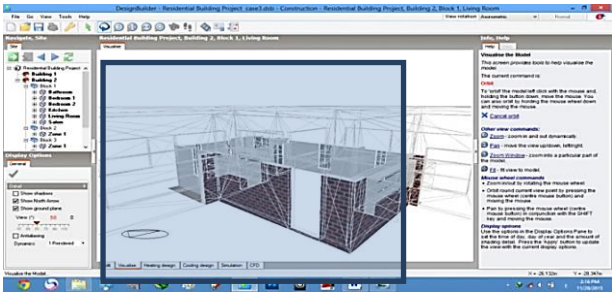
شكل(23): نتيجة عملية المحاكاة للحمل الحراري للغرفة في الحالة الثانية

7-4-4- الحالة الثالثة

يستخدم في هذه الحالة تطبيقات النظم الذكية وهي المواد الذكية والزجاج الذكي بالإضافة إلى استخدام نظم التحكم إضافية لعمل مقارنة بين هذه الحالة والحالات السابقة، فتم استخدام المواد الذكية في الحوائط مثل مادة PCM كأحد الحلول الذكية على الواجهة في الحوائط واستخدام الزجاج المزدوج الذكي كأحد الحلول الذكية أيضا في النوافذ بالإضافة إلى أنظمة التحكم مثل أنظمة التظليل الشمسي الذكية (Louvers) لتقليل قيمة الحمل الحراري كما في جدول(7) وشكل(24)، فكانت قيمة الحمل الحراري بعد عملية المحاكاة لهذه الحالة 2,99 كيلو وات في الساعة، أي أنها قلت بنسبة 70% كما في شكل(25)0

جدول(7): نوعية الحوائط والزجاج و أنظمة التحكم المستعمل في الحالة الثالثة

إسم الحالة	الحالة الثالثة	التوضيح	U-value (w/m^2-k)
نوعية الحوائط المستعملة في الواجهة	طوب خرساني سمك 25سم ومادة PCM سمك 5 سم وطوب خرساني خفيف سمك 12سم وبياض سمك 1سم		0,164
نوعية الزجاج المستعمل في الواجهة	استخدام الزجاج المزدوج الذكية سمك 6 مم للزجاج ويفصل بين زجاج وزجاج أخرى غاز الأرجون سمك 13 مم		2,665
أنظمة التحكم	أنظمة التظليل الشمسي الذكية (Louvers) عرض 30سم بزاوية $^{o}45$		



شكل(24):شكل الفراغ السكني لصالة المعيشة بعد استخدام النظم الذكية في الحالة الثالثة

Zone	Design Capacity (kW)	Design Flow Rate	/s]	Total Cooling Load [	W]
ilding 2 Total Design Cooling Requirement = 83.660 (kW)					
Block 5 Total Design Cooling Requirement = 20.760 (kW)					
Zone 1	**20.76**	**1.35**		15.97	
Block 1 Total Design Cooling Requirement = 16.500 (kW)					
Kitchen	**1.41**	**0.09**		1.08	
Bathroom	**1.34**	**0.09**		1.03	
Bedroom 2	**3.48**	**0.22**		2.68	
Bedroom 1	**3.45**	**0.22**		2.65	
Salon	**2.93**	**0.19**		2.25	
Living Room	**3.89**	**0.25**		2.99	

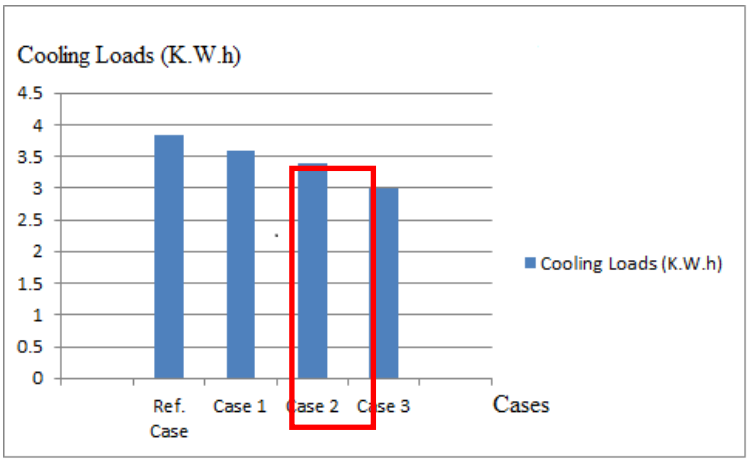
شكل(25): نتيجة عملية المحاكاة للحمل الحراري للغرفة في الحالة الثالثة

5-7- تقييم الأحمال الحرارية للحالات الأربعة

يتم في المرحلة الأخيرة بعد عملية المحاكاة وبناء النموذج وإدخال المعالجات المناسبة لها، بجمع قيم الأحمال الحرارية النهائية في صورة جدول وعمل مقارنة بينهم لإختيار أقل حمل حراري و أفضل حالة من استخدام تلك المعالجات كما في جدول(8) وشكل(26).

جدول(8): تقييم قيم الأحمال الحرارية للحالات الأربعة في يوم 21 يوليو

	Cases			
	Ref. Case	Case 1	Case 2	Case 3
Cooling Loads(K.W.h)	3.84	3.59	3.39	2.99



شكل(26): تقييم الأحمال الحرارية للحالات الأربعة

النتائج العامة للبحث

من خلال هذه الدراسة تم استخلاص نتائج هذا البحث مما يلي :

١. تظهر مشكلة الأحمال الحرارية المرتبطة بالمباني السكنية في مصر نتيجة الاعتماد على المعدات الميكانيكية وما يليها من تفاقم استهلاك الطاقة والتكلفة، وعلى الجانب الآخر فإن عدم الوعي بمفاهيم العمارة البيئية في مصر وضعف الرقابة عليها يساعد على ازدياد حجم المشكلة وظهور مشاكل في الإضاءة والحرارة والصوت.

٢. وصل المعماريون على مر السنين إلى استخدام وسائل التبريد السلبي التقليدية الشائعة في المباني القديمة والحديثة مما أدى إلى نتائج إيجابية في تحقيق الراحة الحرارية واحترام البيئة والمناخ والعمارة كتقليل درجات الحرارة وتحقيق التهوية وترشيد استهلاك الطاقة وتقليل التكلفة.

٣. تتميز الواجهات الذكية في المباني باستخدام بعض التقنيات المتطورة لتحسين كفاءة المبنى بيئيا وما يحيط به، فكمية الحرارة المكتسبة عن طريق غلاف المبنى توجب على المصمم الاستفادة من هذه التقنيات التي تعمل على التفاعل و استجابة غلاف المبنى لمتغيرات البيئة الخارجية و تقليل استهلاك الطاقة وإعطاء المبنى بيئة داخلية مريحة للشاغلين، وتقليل استخدام أحمال التبريد المفرطة وبالتالي زيادة تكيفها مع البيئة الخارجية .

٤. تم التوصل للنتائج بعد عملية المحاكاة باعتباره نموذج لتطبيق تأثير المعالجات المختلفة على الخفض في استهلاك الطاقة السنوية وتم ذلك على عدة مراحل، ففي الحالة المرجعية كان حمل التبريد في 21 يوليو في هذه الحالة وصلت إلى 3,84 كيلو وات في الساعة ، أما في الحالة الأولى فقد تم فيها استخدام المعالجات السلبية التقليدية مثل البروز عرضها 50سم على الواجهة ومادة عازلة المعروفة مثل الفوم والبوليسترين كان حمل التبريد في هذه الحالة وصلت إلى 3,59 كيلو وات في الساعة، أما في الحالة الثانية التي تم فيها استخدام بعض النظم الذكية مثل استخدام مادة البيرلايت الذكية واستخدام الزجاج الالكتروكروميك الذكي كان حمل التبريد في هذه الحالة وصلت إلى 3,39 كيلو وات في الساعة، وأخيرا في الحالة الثالثة تم فيها استخدام بعض النظم الذكية مثل استخدام مادة PCM الذكية واستخدام الزجاج المزدوج الذكي بالاضافة إلى استخدام أنظمة التظليل الشمسي الذكية كان حمل التبريد في هذه الحالة وصلت إلى 2,99 كيلو وات في الساعة، وبالتالي يمكن استنتاج أنه بالتدرج من استخدام المعالجات السلبية إلى المعالجات الذكية مع أنظمة التحكم تؤدي إلى خفض استهلاك الطاقة السنوية وبالتالي فإن الحالة الثالثة هي أفضل حالة وأقل قيمة للحمل الحراري بعد إدخال النظم الذكية للنموذج السكني.

التوصيات العامة للبحث

يأتي دراسة التوصيات للبحث بعد دراسة الموضوع ومدى أهميته في وقتنا الحاضر والتوصل للنتائج، لذلك توصل البحث إلى مجموعة التوصيات لكيفية الاستفادة من تلك التقنيات وكيفية توظيفها في المباني كالآتي:

١. نشر الوعي والثقافة بين المعماريين والناس في هذا الاتجاه لتلافي المشاكل البيئية وكيفية تحقيق راحة المستخدمين.
٢. أهمية ترشيد استهلاك الطاقة وكيفة وضع حلول وبدائل من خلال متطلبات المستخدمين.
٣. شرح أهمية استخدام النظم الذكية ومتابعة التطورات ومواكبة التكنولوجيا الحديثة خاصة في واجهات المباني السكنية وطرق تنفيذها التي لها أثر كبير في الحفاظ على الطاقة.
٤. تكثيف الدروات والندوات العلمية بين الناس عامة، وزيادة الاهتمام في نشر الأبحاث العلمية في النشرات والمجلات العلمية والاعلام أيضا في كيفية الحفاظ على البيئة.
٥. تشجيع الشركات المنتجة لهذه الأنظمة والتكنولوجيا الحديثة لتطبيقها في المباني وتشجيع رجال الأعمال على الاستثمار في مجال العمارة الخضراء والذكية من أجل ترشيد استهلاك الطاقة وتقليل التكاليف على الدولة.
6. يجب على المعماري تحقيق أكبر قدر من المعايير التصميمة ومراعاة التكاليف بالمشروعات، وأيضا مراعاة طبيعة المناخ والموقع واحترام العادات والتقاليد والخصوصية وتحقيق متطلبات المستخدمين.
٧. ضرورة توافر برامج المحاكاة وتدريب الدارسين على تطبيقها من أجل دراسة سلوك المبنى ووضع المعالجات المناسبة لها قبل عملية التنفيذ.
٨. مراعاة استخدام مواد البناء و التشطيبات الداخلية والخارجية التي تقلل من الحمل الحراري (مراعاة العزل الحراري).
٩. ينصح بتطوير المناهج الدراسية وتكثيف الدورات والندوات للناس وللباحثين في هذا المجال لمواكبة التطورات والاتجاهات الفكرية والمدارس المعمارية الحديثة.
١٠. تنمية وتدريب المعماريين للمهارات الذاتية والابداع في التصميم والتشييد في الشركات الفنية المتخصصة لملاحقة كل ما جديد من التقدم العلمي.

قائمة المراجع

1- John Quale: Building for the Future (Sustainable Home Design), SOLAR Decathlon, Department of Energy, University of Virginia School of Architecture, 2009.

2- Caroline M. Clevenger, John Haymaker: The Impact Of The Building Occupant On Energy, Modeling Simulations, Energy and Buildings, www. Science Direct.Com, Vol. (42), 2010.

3-ALIN RUBNICU, "INTELLIGENT SYSTEMS IN ARCHITECTURE FAÇADE SYSTEMS", Technical University of Iasi, March 26, 2012

4-Francesco Asdrubali,"TWELFTH MEETING OF JCA ON ICT AND CLIMATE CHANGE SPECIAL FOCUS ON «SMART SUSTAINABLE CITIES»", INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, Italy, FEBRUARY 2013

5- Perlite, https://en.wikipedia.org/?title= Perlite, last accessed 24-4-2016.

6-Lori Malins," **Glass of the Future",** Burnham-Moores Center for Real Estate, University of San Diego. America,March 2014

7- Electrochromic, http://www.mnn.com/green-tech/gadgets-electronics/blogs/auto-tinting-windowscan- save-40-on-energy-costs, March 2012, last accessed 7-11-2015.

8-Mingotti N., Chenvidyakarn T., Woods A.W., The Fluid Mechanics of the Natural Ventilation of a Narrow-Cavity Double-Skin Façade. Building a. Environ., 46,4, 807-823 (2010).

9- Archlouvers, http://www.archlouvers.com, last accessed 4-6-2015.

10- المركز القومى لبحوث البناء و الإسكان، ندوة التحديات الأقتصاديه لتخفيض تكاليف البناء ،أبريل 2008

11-Crawley D., Hand J., Kummert M., Griffith B , "Contrasting the capabilities of building Energy performance simulation programs. Building and Environment", 2008.P 661–673