Journal of Engineering Research

Volume 6
Issue 4 *(This is a Special Issue from Visions for Future Cities Innovations & Environmental Technologies Conference, (VFC2022), Cairo, Egypt, 24-25 September, 2022)*

Article 46

2022

كفاءة الطاقة في المباني التقليل من احتياجات المبنى من التبريد Reduction of Cooling Energy Needs for Buildings

Hanan Hanan Arafat

Follow this and additional works at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng

Recommended Citation

Hanan Arafat, Hanan (2022) "كفاءة الطاقة في المباني التقليل من احتياجات المبنى من التبريد Reduction of Cooling Energy Needs for Buildings," *Journal of Engineering Research*: Vol. 6: Iss. 4, Article 46.
Available at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng/vol6/iss4/46

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in Journal of Engineering Research by an authorized editor. The journal is hosted on Digital Commons, an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aaru.edu.jo, marah@aaru.edu.jo, u.murad@aaru.edu.jo.

Vol. 6, No. 4, 2022 Journal of Engineering Research (ERJ)

Special Issue from: Visions for Future Cities: Innovations & Environmental Technologies Conference, (VFC2022), Cairo, Egypt, 24-25 September, 2022

كفاءة الطاقة في المباني
التقليل من احتياجات المبنى من التبريد

Reduction of Cooling Energy Needs for Buildings

م. حنان حسن علي عرفات

مدير عام الادارة العامة لاحتياجات المقاولات -وزارة الاسكان والمرافق

hananh_arafat@yahoo.com

ملخص البحث:

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على مشروع يهدف إلى تطوير وتنفيذ ورصد التدابير المخصصة التي تؤدي إلى تقليل احتياجات تبريد المباني. مع العمل على تطبيق آليات مبتكرة لنشر استخدام الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة لتوفير إطار عمل يخدم قطاع التشييد والبناء كمايهدف إلى توسيع نطاق تقنيات الطاقة النظيفة في مصر ، ويتم ذلك من خلال التركيز على تقليل احتياجات التبريد للمباني تطوير قانون لتقليل احتياجات التبريد للمباني عن طريق بعض التعديلات في التصميم والمواد المستخدمه

يتناول المشروع الخاص بتقليل احتياجات تبريد المباني من خلال عدة محاور وهي:

أولاً ، تطوير مرسوم تشريعي بشأن تقليل احتياجات تبريد المباني ، من خلال تحليل مخزون المبنى الحالي سيتم بعد ذلك اختبار القانون من خلال حالة دراسية واقعية في مبنى عام

ثانيًا ، التدريب علي آلية من خلال برنامج مصمم لتحقيق كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة بالتالي تقليل احتياجات تبريد المباني

ثالثا ، تحليل مخزون مباني عن طريق تقييم تدابير توفير الطاقة الممكنة لتكييف الهواء وتقليل احتياجات تبريد المبنى من خلال تطوير نماذج محاكاة المباني.

رابعا، دراسة أفضل سوق للتكنولوجيا المتاحة (BAT) عن طريق تقييم تقنيات التبريد من منظور تكنولوجي وتقني ، بما في ذلك تأثيرها البيئي والتكلفة الإضافية التي سيحدثها

مصطلحات البحث: كفاءة الطاقة - تقليل احتياجات تبريد المباني- تقييم تقنيات التبريد

***Abstract*:**

The research aims to highlight a project that aims to develop, implement and monitor customized measures that lead to a reduction in building cooling needs. While working on the application of innovative mechanisms to spread the use of renewable energy and energy efficiency to provide a framework that serves the construction sector and aims to expand the scope of clean energy technologies in Egypt, this is done by focusing on reducing the cooling needs of buildings Develop a law to reduce the cooling needs of buildings through some amendments in design and materials used. The project deals with reducing the cooling needs of buildings through several axes, namely: First, the development of a legislative decree on reducing building cooling needs, by analyzing the existing building stock The law will then be tested through a realistic case study in a public building.

Second, training on a mechanism through a program designed to achieve energy efficiency and renewable energy, thus reducing building cooling needs. Third, building inventory analysis by evaluating possible energy-saving measures for air conditioning and reducing building cooling needs through the development of building simulation models. Fourth, study the Best Available Technology (BAT) market by evaluating refrigeration technologies from a technological and technical perspective, including their environmental impact and additional cost.

مقدمة:

يمثل استخدام الطاقة في قطاع البناء 40% من إجمالى الطاقة الكهربائية المستهلكة محلياً،ويؤدي تزايد عدد السكان ، فضلاً عن النمو السريع في القوة الشرائية في مصر ، إلى أن الطلب على الطاقة في قطاع البناء قد يرتفع بنسبة 50٪ بحلول عام 2050 (**المصدر**: التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر لعام 2019 م.)

وحيث أن وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية إحدى قطاعات الدولة المعنية بالتنمية الشاملة بجمهورية مصر العربية والتى تتضمن التنمية العمرانية والإجتماعية والإقتصادية ، وتبدأ التنمية الشاملة عادة بدراسة الحيز العمرانى ومسح للإمكانات المتوفرة لها ، وبناء على ذلك يتم وضع المخططات الشاملة والهيكلية للتنمية والتى يتم ترجمتها إلى مخططات تفصيلية من شبكات للبنية الأساسية والتى تحتوى على الطرق والكبارى ومحطات مياه الشرب والصرف الصحى إلى المسكن المناسب والخدمات المختلفة اللازمة لنجاح التنمية وتواصلها ووفقًا للتحالف العالمي للبناء والتشييد (GABC) ، وهي مبادرة استضافها قسم الاقتصاد في الأمم المتحدة للبيئة ، فإن الطلب في قطاع البناء في مصر مدفوع بالنمو السكاني المرتفع والتحضر السريع. تجعل قطاع البناء من أسرع القطاعات نموًا في مصر ، حيث تبلغ مساهمته حوالي 6-12٪ من الناتج المحلي الإجمالي ويصل معدل التوظيف إلى 8-10٪ من القوى العاملة المحلية ، مما يجعله أحد أكثر القطاعات كثافة في العمالة. . بالإضافة إلى ذلك ، يعتبر قطاع البناء من القطاعات التي لها تأثير هائل واستراتيجي على الاقتصاد حيثيرتبط ويتأثر بحوالي 90 نوع من الصناعة بما في ذلك الأسمنت والصلب والجبس والطلاء والسيراميك والخشب وغيرها وهذا النمو له أيضًا انبعاثات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري واستهلاك المياة والطاقة المرتبط بكافة الانشطة والصناعات بهذا القطاع

المصدر: تحديث الهيئة الإقليمية للمناخ بالشرق الأوسط وشمال إفريقيا،• شارلين واتسون ، ODI و Liane Schalatek، HBS ، فبراير 2019. تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة فى المبانى السكنية (دراسة حالة االسكان االجتماعى بمدينة الفيوم الجديدة)

وتماشيا مع سياسة الدولة في توفير الطاقة فقد أدى تسارع الطلب على تقليل الطاقة المستخدمة في المباني في جمهورية مصر العربية ، مدفوعًا بازدياد عدد السكان ونمو قطاع العقارات بنسبة 15٪ سنويًا. ففي عام 2014 ، كان الطلب على الكهرباء أعلى بنسبة 20 ٪ من العرض مما أدى إلى انقطاع التيار الكهربائي وحدوث مشاكل كبيرة في هذا القطاع ومن ثم فإن كفاءة الطاقة في المباني اصبحت ذات أولوية رئيسية لجمهورية مصرالعربية . من ناحية السياسة ، وكذا الاستثمار على نطاق واسعفي قطاع الطاقة فتم تاسيس هيئة كفاءة طاقة المباني (BEECs). تم تقديمBEEC السكنية بموجب مرسوم وزاري في عام 2005 وتم إنشاء BEEC تجاري في عام 2009. ومن المتوقع أن تعمل BEEC السكنية على تقليل الكهرباء المستهلكة لتبريد المنازل الجديدة بنسبة 20 ٪ مع تحسين مستويات الراحة الحرارية في المنازل غير المكيفة

Special Issue from: Visions for Future Cities: Innovations & Environmental Technologies Conference, (VFC2022), Cairo, Egypt, 24-25 September, 2022

هدف البحث

يهدف مشروع البحث إلى توفير طاقة التبريد في المباني السكنية في مصر ، من خلال استخدام أفضل التقنيات المتاحة حاليًا (BAT) (افضل التقنيات المتاحة لمنع وتقليل التلوث الناجم عن الصناعة). يهدف البحث بشكل أساسى إلى تلخيص أهم المعايير وأسس التصميم للغلاف الخارجي للمبنى بهدف توفير الطاقة المستهلكة لتحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي المباني دون اللجوء الى الاعتماد الكليعلى استخدام الوسائل الميكانيكية بعد تنفيذالمبنى وذلك من خلال عدة بدائل تراعي الظروف المناخية.

منهجية البحث

مرت منهجية البحث بعدة مراحل:

- عقد عدد من ورش العمل والدورات التدريبية من خلال المركز الاقليمي للطاقة الجديدة والمتجددة وذلك من خلال مذكرة تفاهم مع وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية (قطاع التشييد والمقاولات) لإيجاد منهجية لتقليل الطاقة المستخدمة في المباني بشكل عام من خلال مشروع مرفق الاستثمار المتوسطي بمصر والذي يتم تنفيذه بالتعاون مع برنامج الامم المتحدة وجامعة بولوتيكنيكو دي ميلانو
- تم عمل زيارات ميدانية لعدد من المشاريع السكنية القائمة ضمن مشاريع الاسكان الاجتماعي التي تنفذها وزارة الاسكان والمرافق
- دراسة البنود الخاصة بالعزل والمباني ومواصفات النوافذ ومواد البناء المستخدمة
- تم تجميع بيانات احصائية من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء والاطلاع علي الكود المصري للطاقة بهدف تجميع كافة البيانات الخاصة بأعداد ونوعيات المباني والمواصفات ومواد البناء المستخدمة .

أهمية البحث:

أهمية البحث تتمحور حول استخدام أسس التصميم المناخي لعناصر الغلاف الخارجي للمبنى في الحد من استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة لأغراض التبريد، وإيجاد البدائل التصميمية التي تناسب متطلبات المناخ الحار وتعمل على تقليل الاستهلاك وتوفيرالطاقة ، مع مراعاة الجماليات في المباني المصممة مناخيا وأخذ ذلك في الاعتبار أثناء عملية التصميم المعماري لتأتي بمردود إيجابي على الوضع البيئي والاقتصادي والناتج المعماري و تطوره لإنتاج عمارة مناخية موفرة للطاقة.
لذا فان امذكرة التفاهم الموقعة بين المركز الاقليمي للطاقة الجديدة والمتجددة ووزارة الاسكان والمرافق يهدف إلى التوسع في تطبيق سياسات وتكنولوجيات ذات فعالية اقتصادية تتعلق بالطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة في المنطقة العربية من أجل زيادة نصيب دول المنطقة في منتجات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة وخدماتها الداخلية في تلك الدول والصادرة منها في إطار السوق العالمي، هذا بالإضافة الى زيادة استفادة الدول الأعضاء (من بينها مصر) من نقل تكنولوجيا الطاقة المتجددة من دول الاتحاد الأوربي مع العمل على تطبيق آليات مبتكرة لنشر استخدام الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة.المتوقع من تطبيق البرنامج المقترح لتقليل الحاجة للتبريد للمباني هو وجود برنامج تصميمي يحتوي علي كافة المعاملات المؤثرة في كفاءة الطاقة في المباني وكذا كافة المعادلات المطبقة في البرنامج طبقا لأساسيات فيزياءالبناء المصمم علي أساسها البرنامج والتي تتيح لمتخذي القرار ومصممي المباني الوصول إلى تصميم مبني نموذجي يوفر في استهلاك الطاقة ويحقق بعض المتطلبات التي تؤدي إلى الهدف الخاص بالدراسة والذي يتمثل في زيادة نظم الإظلال والاعتماد علي التهوية الطبيعية - التصميم المعماري للحوائط الخارجية – أنواع وسمك الزجاج المستخدم بالنوافذ .

1-تعاريف في تشييد المباني ومجالات الطاقة

- المبنى: هو نظام مؤلف من وحدة واحدة متصل بجهاز حراري ، يحفظ في درجة حرارة مضبوطة أو مكيف بالهواء بواسطة جهاز حراري. يمكن أن يقتصر السطح الخارجي الذي يحدد المبنى على كل أو بعض العناصر التالية: البيئة الخارجية ، والأرض ، والمباني الأخرى. يمكن أن يشير هذا المصطلح إلى مبنى بأكمله أو إلى أجزاء من المبنى تم تصميمها أو تعديلها لتستخدم كوحدات بناء قائمة بذاتها
- غلاف المبنى: هو نظام بناء يتكون من الهياكل الخارجية التي تحدد مساحة وأحجام محددة الغلاف الخارجي لاى مبنى أو أي فراغ عمراني ما هو إلا تعبير مباشر عن العنصر الوظيفى خلف هذا الغلاف، ويعتبر الغلاف الخارجي للمبنى حلقة الوصل ما بين الداخل والخارج سواء إتصال الداخل بالخارج كالرؤية أو دخول وخروج المبنى وإتصال الخارج بالداخل سواء بالتأثر بالضوضاء أو الحرارة أو ما غير ولك من العوامل الخارجية التى تؤثر على الفراغ الداخلي .يتكون الغلاف الخارجي للمبنى من ثلاثة عناصر رئيسة وهي الأسقف، الحوائط الخارجية والفتحات الخارجية مثل (الأبواب والشبابيك والواجهات الزجاجية) لهذه العناصر دور في الانتقال الحراري بين خارج وداخل المبنى وتوفير بيئة داخلية جيدة ، لذلك يجب مراعاة تصميمها بصورة تقلل الانتقال الحراري من وإلى الفراغ وبالتالي المساعدة في خلق بيئة مريحة لمستخدمي المبنى.
- جدار خارجي معتم: أي جزء غير شفاف من الغلاف الخارجي للمبنى يكون بزاوية 70 درجة أو أكثر مع الأفقي
- نظام العزل الخارجي: هو فئة عامة من أنظمة تكسية المباني غير الحاملة التي تزود الجدران الخارجية بمادة عازلة
- نظام التظليل: هو نظام قادر على تقليل الإشعاع الشمسي على الأسطح الشفافة التي ينتمي إليها غلاف المبنى ؛ الأنظمة التي تكون متباعدة داخل غلاف المبنى لا تعتبر نظام تظليل
- الجسر الحراري: هو انقطاع التدفق الحراري أحادي البعد ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد الذي يحدث بالتوافق مع توقيع العناصر الهيكلية أو بسبب وجود أشكال هندسية معينة (زوايا ، حواف) ؛
- احتياجات الطاقة الحرارية السنوية للتبريد: هي الكمية المثالية من الطاقة الحرارية التي يتطلبها غلاف المبنى خلال موسم التبريد لتكييف الهواء الصيفي ، مع حالة التنشيط المستمر للمعدات الحرارية
- احتياجات الطاقة الأولية السنوية للتبريد: هي كمية الطاقة الأولية المطلوبة عالميًا خلال موسم التبريد لتكييف الهواء الصيفي ، مع حالة التنشيط المستمر للمعدات الحرارية
- معامل تحويل الطاقة الأولية الكهربائية: هو نسبة PE التي لا أبعاد لها ، والتي تشير إلى كمية الطاقة الأولية المستخدمة لإنتاج وحدة من الطاقة الكهربائية
- توفير الطاقة: هو مقدار الطاقة التي يتم توفيرها ، ويتم تحديده من خلال قياس أو تقدير الاستهلاك قبل وبعد تنفيذ تحسين واحد أوأكثر فيما يتعلق بكفاءة الطاقة ، مع ضمان تطبيع الظروف الخارجية التي تؤثر على استهلاك الطاقة.

2- مبادئ البناء والتصميم

يركز التصميم علي الاهتمام بتقليل طاقة التبريد والحرص على تحقيق والحفاظ على المستويات المناسبة من قياس الرطوبة الحرارية والراحة البصرية وحماية الصحة ، مع الأخذ في الاعتبار عوامل البناء النمطية والتقنيات التالية:

- التوجيه والتوزيع المتعلق بوحدات المبنى والغرف الفردية المكونة للمبنى ، مع تحديد الغرض من استخدامها. التوزيع والتوجيه للأسطح الشفافة ، مع مراعاة نظام التظليل المناسب والتحكم في المساهمات الشمسية المباشرة ، وفي نفس الوقت ، الحصول على مستوى ضوء النهار الطبيعي المناسب
- استخدام المواد والمكونات والأنظمة لتحقيق مستويات مناسبة من أداء الطاقة لغلاف المبنى.
- تطبيق أنظمة طبيعية وميكانيكية أو مختلطة مع إمكانية الاسترداد الحراري للهواء المتجدد
- استغلال الإضاءة الطبيعية ودمجها مع الإضاءة الاصطناعية.
- تطبيق الإضاءة الاصطناعية ذات الكفاءة العالية لترشيد للطاقة.
- تطبيق الأنظمة الأوتوماتيكية للتحكم في الإضاءة الاصطناعية والطبيعية وإدارتها.

3-معايير البناء

يتم تطبيق الحد الأدنى من المتطلبات لتقنيات أفضل من التقنيات السلبية المتاحة

اولا: جدار خارجي معتم

أ) العزل الحراري

يهدف الحل المقترح إلى تقليل كمية تبادل الطاقة الحرارية عبر الجدران الخارجية.والتي تؤثر على معدل طاقة المدخل هي مادة العزل الحراري (حاجز للتبادل الحراري). يوضح الجدول 1 القيم القصوى لمعامل انتقال الحرارة الكلي للجدران الخارجية لكل منطقة مناخية.

الجدول 1: الحد الأقصى لمعامل انتقال الحرارة الكلي للجدران الخارجية لكل منطقة مناخية

أقصى معامل الانتقال الحراري الكلي	منطقة مناخية
0.37	منطقة الساحل الشمالى
0.50	اقليم الدلتا والقاهرة
0.50	إقليم شمال الصعيد
0.50	منطقة جنوب الصعيد
0.50	منطقة الساحل الشرقي
0.50	منطقة جنوب مصر

يلاحظ ان مؤشر تطور الدخان (SDI) ونسبة انتشار اللهب (FSR) لمواد العزل يجب أن تكون أقل من 50 و <25 ، على التوالي. تكون مادة العزل الحراري خالية من الأسبستوس والرغوة.

ب) الكتلة الحرارية

تؤثر الكتلة الحرارية للجدران الخارجية على سعة تخزين الحرارة ، وهي مفيدة لتخزين الحرارة أثناء النهار وإطلاق الحرارة نحو البيئة الخارجية أثناء الليل. هذه الظاهرة فعالة فقط إذا كانت المنطقة المناخية تتميز بتباين كبير في درجات الحرارة بين النهار والليل.الحد الأدنى للكتلة الحرارية المطلوبة لجميع المناطق المناخية في مصر هو 350 كيلو جول / م 2 من الواجهة.

ثانيا: السقف

يجب أن تقلل الأسطح من التعرض للإشعاع الحادث وأن تحافظ على درجة حرارة سطح منخفضة. الحلول المقترحة من خلال البحث هي:

• طبقة العزل الحراري المتداخلة: توفر المواد العازلة الخارجية أداءً أفضل وتقلل من امتصاص الطاقة الشمسية إذا تم دمجها مع مادة عالية الانعكاس. تذكر أن مؤشر تطور الدخان (SDI) ونسبة انتشار اللهب (FSR) لمواد العزل يجب أن تكون أقل من 50 و <25 ، على التوالي. تكون مادة العزل الحراري خالية من الأسبستوس والرغوة.

• مواد الطلاء العاكسة: هذه المواد تقوم بعكس الإشعاع الشمسي SRI (انعكاس مؤشر الطاقة الشمسية). ارتفاع SRI يعني انخفاض درجة حرارة السطح ؛ بالنسبة للأسطح المنحدرة المنخفضة ، يجب أن يكون SRI أعلى من 82.

علاوة على ذلك ، فإن البديل الفعال هو الأسقف المسطحة ذات التهوية مع صب الخرسانة القابل للتصرف. من خلال وضع القوالب التي يمكن التخلص منها على السطح الأفقي للمبنى ، يتم إنشاء تجويف هواء يعزل عن الحرارة في الصيف بفضل التهوية ، يوضح الجدول 2 القيم القصوى لمعامل انتقال الحرارة الكلي للسقف لكل منطقة مناخية

الجدول 2: الحد الأقصى لمعامل انتقال الحرارة الإجمالي للاسقف لكل منطقة مناخية

أقصى معامل الانتقال الحراري الكلي	المنطقة المناخية
0.46	منطقة الساحل الشمالى
0.46	اقليم الدلتا والقاهرة
0.46	إقليم شمال الصعيد
0.46	منطقة جنوب الصعيد
0.46	منطقة الساحل الشرقي
0.46	منطقة جنوب مصر

ثالثا: النوافذ الخارجية ـ نفاذية الهواء

من الضروري مراعاة نفاذية الهواء للنوافذ بالمبني نظرًا لتأثيرها الكبير على إجمالي استهلاك طاقة التبريد. يوصي بتنفيذ نوافذ بأقصى نفاذية للهواء تساوي 0.83 لتر / ثانية لكل م 2 من مساحة الفتح الإجمالية.

رابعا: أنظمة التظليل

من أجل اعتراض الإشعاع الشمسي الساقط وبالتالي تقليل تاثيرات الحرارة الشمسية ، يوصى بتثبيت نظام التظليل. لذلك يجب تنفيذ البدائل التالية:

• شيش النوافذ: هذا الحل فعال لجميع الاتجاهات. يقلل من كل من الإشعاع الشمسي والإضاءة المباشرة

• البروزات الأفقية: يمكن لهذا الحل اعتراض الإشعاع الشمسي الساقط مما يخلق الظلال على السطح السفلي. يمكن أن يدخل الضوء المنتشر في الغرفة السفلية ، مما يسمح بأداء أفضل من حيث ضوء النهار ، يشير الجدول 4 إلى الحد الأدنى لعمق البروز الأفقي المصمم للواجهة المواجهة للاتجاه الجنوبي

الجدول 3: الحد الأدنى لعمق البروز الأفقي ، المصمم للواجهة المواجهة للاتجاه الجنوبي لجميع المناطق المناخية

الحد الأدنى أفقي عمق البروز [سم]	منطقه مناخيه
55	منطقة الساحل الشمالى
50	اقليم الدلتا والقاهرة
45	إقليم شمال الصعيد
35	منطقة جنوب الصعيد
45	منطقة الساحل الشرقي
35	منطقة جنوب مصر

خامسا: التهوية الطبيعية

يتم استخدام فتحات التهوية الطبيعية للحفاظ على الراحة الداخلية عندما تسمح ظروف الهواء الخارجي بالحفاظ على درجة حرارة نقطة ضبط التبريد الداخلي. بشكل عام ، يفضل قصر التهوية الطبيعية على ساعات الليل من أجل تبريد المبنى أثناء الليل. يمكن تحقيق هذا التأثير على وجه الخصوص في المناطق المناخية التي تتميز بتباين كبير في درجات الحرارة بين النهار والليل

ب المناقشة

يتم تقييم الأثر البيئي من خلال حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استهلاك الطاقة الكهربائية ، باستخدام صيغ حسابية معينة
تم حساب تكاليف الطاقة المحددة لكل وحدة ويرتبط هذا العامل الاقتصادي بتكلفة الطاقة الكهربائية لكل متر مربع وهو مشتق من الطاقة الكهربائية المستهلكة ، باستخدام صيغة حسابية معينة
وفقًا لتكلفة الاستثمار الأولية المتعلقة بالتقنيات الجديدة المطبقة ، ستكون هناك آثار ونتائج على مؤشرات الأداء الرئيسية الأخرى. أولاً ، كلما زاد الاستثمار ، انخفض استهلاك الطاقة الأولية غير المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. لذلك ، ستكون أيضًا تكاليف الطاقة المحددة لكل وحدة أقل. هذا يعني أن توفير تكاليف الطاقة على الفاتورة (التوفير بين الحالة الأساسية والمحاكاة التي تم إجراؤها) سيكون أعلى. فيما يتعلق بصافي القيمة الحالية وفترة الاسترداد المخصومة ، يعتمد التأثير الإيجابي أو السلبي على رصيد مؤشر الأداء الرئيسي السابق.
لاتعني تكلفة الاستثمار المرتفعة وتوفير تكاليف الطاقة بالضرورة ارتفاع في القيمة الحالية وانخفاض معدل الأداء. قد يؤدي الاستثمار الأولي المرتفع أيضًا إلى انخفاض صافي القيمة الحالية وارتفاع معدل الأداء

وصف مؤشرات الأداء الرئيسية والتوصيل البيني، حيث تم وصف جميع مؤشرات الأداء الرئيسية لتي تم تناولها في التحليل متعدد المعايير. وشرح ترابطها وتأثيرها على بعضها البعض key performance indicators (KPI)
الهيكلة الهرمية يبين جدول 4 انه تم إدراج KPI اوالأوزان ذات الصلة. يتدرج المقياس المستخدم من 1 إلى 10 ، بما يتماشى مع الأولوية المعطاة لكل متغير: يحيث يتم التركيز علي العوامل البيئية لوالحيوية ، بدلاً من العوامل الاقتصادية والمالية

جدول 4 مؤشرات الأداء الرئيسية والأوزان ذات الصلة (مقياس 1-10)

وزن المعامل	KPIتحليل متعدد المعايير
10	الطاقة الأولية غير المتجددة
10	انبعاثات ثاني اكسيد الكربون
7	تكلفة الطاقة المحددة لكل وحدة مساحة
8	ثمن الاستثمار
6	صافي القيمة الحالية في العام العشرين
8	فترة الاسترداد المخصومة

ت .الاستنتاج

تم تصميم نموذج متعدد المعايير من خلال إطار من التقنيات القادرة على النظر في جوانب متعددة ، نوعية وكمية في آن واحد من أجل الوصول إلى حل يأخذ في الاعتبار عدة بدائل وأدوات غير تقليدية ويتم من خلاله التوصل إلى اتخاذ قرار من خلال تقييم البدائل الممكنة في إطار منظومة تحقق الأهداف والمعايير والمتطلبات المنشودة.
الهدف من هذا النموذج (أداة التحقق) المستحدث هو تسهيل التحقق من امتثال الغلاف الخارجي للمباني مع متطلبات كلاً من الكود المصري لتحسين استخدام كفاءة الطاقة في المباني وتوصيات المتخصصين أو غير المتخصصين في مجال البناء. يدعم البرنامج كلاً من اللغتين العربية والإنجليزية

مكونات البرنامج

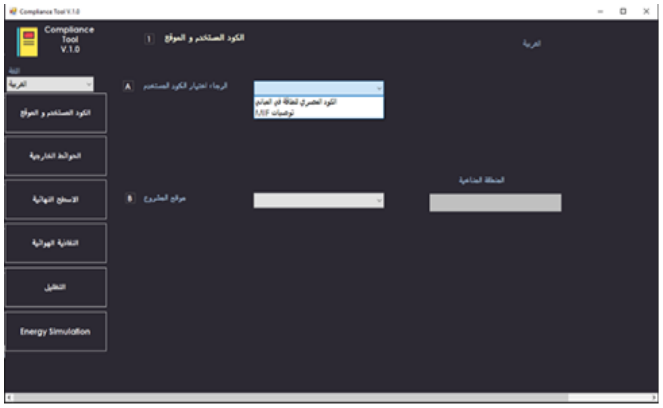
يتكون الجزء الخاص بالغلاف الخارجي للمبنى من خمسة أجزاء ويتم التحقق من امتثال كل جزء على حدة مع الكود المصري للطاقة في المباني او توصيات المتخصصين وهي:

- الكود المستخدم والموقع -الحوائط الخارجية
- الأسطح النهائية -النفاذية الهوائية
- التظليل

صورة. 1 نموذج نقاط تحليل الواجهة الخارجية

أ) الكود المستخدم والموقع

في هذا الجزء يختار المستخدم كلاً من الكود المستخدم وموقع المشروع. تحتوي قائمة الموقع على ٢٧ محافظة ويقوم البرنامج بتحديد المنطقة المناخية طبقا



صورة. 2 الجزء الخاص باختيار الكود المستخدم

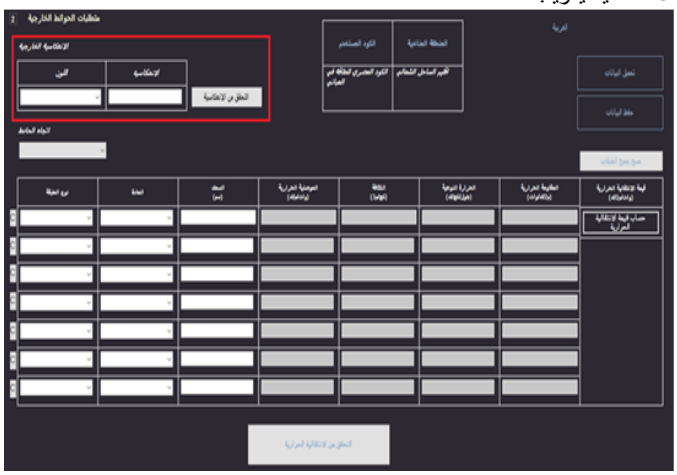
صورة 3 الجزء الخاص باختيار الموقع

ب) الحوائط الخارجية

في هذا الجزء سوف يتم التحقق من مطابقة الحوائط الخارجية لمتطلبات الكود والمنطقة المناخية السابق تحديدهما. متطلبات الحوائط الخارجية تتكون من جزئين:

1.المتطلبات الانعكاسية للأسطح الخارجية:

في اعلى اليسار كما هو موضح في صورة 4 يوجد الجزء المخصص للتحقق من الانعكاسية الخارجية للحوائط. توجد قائمة من مواد التشطيبات وألوان الواجهة في قائمة "اللون". عند اختيار المستخدم واحدة من المواد يقوم البرنامج بتحديد الانعكاسية لهذه المادة. في حالة عدم وجود المادة المطلوبة في القائمة، من الممكن اضافة المادة عن طريق اختيار "تعريف المستخدم" من القائمة وإدخال قيمة الانعكاسية يدويًا.



صورة 4 الجزء المخصص بالتحقق من الانعكاسية الخارجية للحوائط

2.متطلبات الانتقالية الحرارية:

في هذا الجزء يتم التحقق من متطلبات الانتقالية الحرارية للحوائط الخارجية. توجد ثلاث متغيرات اساسية يجب توفرها قبل البدء في ادخال طبقات الحائط الخارجي:
•الكود المستخدم •المنطقة المناخية •اتجاه الحائط
عند اختيار المستخدم للكود المستخدم والمنطقة المناخية بقوم البرنامج بتخزين هذه البيانات واظهارها لاحقا في باقي الصفحات في أعلى اليمين كما هو موضح في صورة 4 و يتم اختيار اتجاه الحائط الخارجي ايضاً كما هو موضح في صورة 5

صورة 5 الجزء المخصص لإظهار الكود والمنطقة المناخية

صورة 6 الجزء المخصص لاختيار اتجاه الحائط

1) نوع الطبقة

يتم ادخال طبقات الحائط الخارجي من الخارج للداخل. تنقسم الطبقات في البرنامج الى ثلاثة أنواع:

- إنشائية: تحتوي هذه القائمة على العديد من أنواع الطوب المستخدم في مجال البناء في مصر
- عزل حراري: تحتوي هذه القائمة على عدة انواع من العزل الحراري مثل البولسترين الممتد والمبثوق بالإضافة إلى الفراغ الهوائي
- تشطيبات: تحتوي هذه القائمة على عدة أنواع من التشطيبات مثل أنواع البلاط المختلفة والمونة والدهانات

صورة 7 الجزء المخصص لاختيار نوع الطبقة والمادة المستخدمة

2) المادة المستخدمة

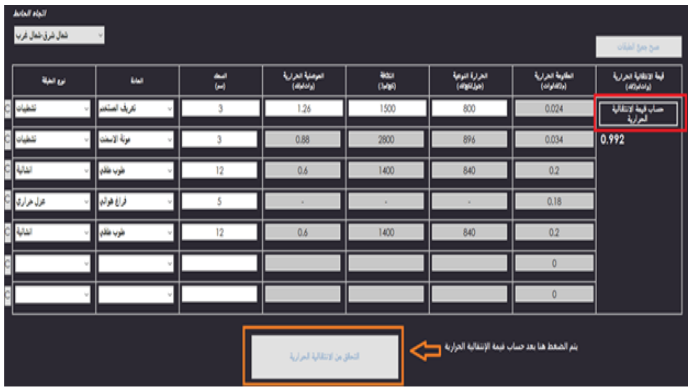
يتوفر عدد من المواد لكل نوع من أنواع الطبقات كما هو موضح في جدول 5.

جدول 5 المواد المتوفرة لكل نوع من انواع الطبقات

المواد المتوفرة	ع. الطبقة	المواد المتوفرة	ع. الطبقة	المواد المتوفرة	ع. الطبقة
البولسترين الممتد	عزل حراري	سيراميك	تشطيبات	طوب طفلي	انشائي
البولسترين المبثوق		مونة الاسمنت		طوب اسمنتي مصمت	
سيليكون		جبس		طوب اسمنتي مجوف	
الصوف الزجاجي		الصوف الزجاجي		طوب رمل ثقيل	
فراغ هوائي		اسمنت بورتلاندي		طوب الرملي الخفيف	
		بلاط اسمنتي			

3) سمك الطبقة

سمك الطبقة هو آخر مُدخل يتم إدخال سمك كل طبقة على حدة بال(سم).عند اختيار مادة من المواد المتوفرة يقوم البرنامج بعرض الخواص الفيزيائية للمادة ولا يمكن تعديلها. في حالة الحاجة إلى اضافة مادة غير متوفرة في قاعدة البيانات يتم اختيار "تعريف المستخدم" ويقوم المستخدم بإدخال الخواص الفيزيائية يدوياً.
بعد إتمام إدخال جميع المدخلات السابقة لجميع المواد يتم الضغط على زر "حساب قيمة الانتقالية الحرارية". وحينها يقوم البرنامج بحساب قيمة المقاومة الحرارية لكل طبقة والانتقالية الحرارية للحائط الخارجي ككل.
يتم تحديد السمك طبقا للاشتراطات والمواصفات الانشائية ونظام العزل المستخدم



صورة 8 توضح إدخال الطبقات و حساب الانتقالية الحرارية والتحقق منها

يقوم البرنامج بعرض عدة أنواع من الرسائل اعتماداً على قيمة الانتقالية الحرارية السابق حسابها. يتم توضيح المنطقة المناخية والكود المستخدم والقيمة المرجعية في الرسالة المعروضة كما هو موضح في صورة 8

ج) الأسطح النهائية

تعمل صفحة الأسطح النهائية تماماً كصفحة الحوائط الخارجية.

د)النفاذية الهوائية

يوجد مدخلان فقط في صفحة النفاذية الهوائية: نوع الفتحة ومعدل نفاذية الهواء تحت ضغط 100 باسكال. يقوم المستخدِم بعد ذلك بالضغط على زر التحقق من معدل النفاذية. يقوم البرنامج بالتحقق من مدى مطابقة معدل النفاذية مع متطلبات الكود المختار

صورة 9 مدخلات صفحة النفاذية الهوائية

4) التظليل

يوجد ثلاث مدخلات فقط في صفحة التظليل نوع التظليل – اتجاه التظليل- عمق التظليل

صورة 10 مدخلات صفحة التظليل

يتم بعد ذلك الضغط علي زر التحقق من عمق التظليل ويقوم البرنامج باظهار رسالة توضح مدي مطابقة وسيلة التظليل لمتطلبات الكود المختار والعمق المطلوب والمنطقة المناخية

فيما يلي عرض للمعالجات المعمارية التي يمكن استخدامها للفتحات الخارجية لتقليل الحرارة النافذة خلالها لداخل المبنى :

- اختيار المواقع المناسبة للنوافذ الأفقية والطولية وتوقيع النوافذ داخل سمك الحائط وتقليل مساحة الواجهات الزجاجية في الواجهتين الشرقية والغربية
- استخدام كاسرات الشمس وهي شرائح خارجية ثابتة أو متحركة افقية أو راسية توضع علي فتحات المبني وفقا لحسابات أشعة الشمس لمنع أشعة الشمس من النفاذ للمبني ساعة الظهيرة واشتداد درجات الحرارة.

المعالجات المعمارية للحوائط

تتعرض الحوائط لكمية اشعة شمسية اقل من الاسقف لاختلاف زاوية تعرضها لاشعه الشمس حسب اختلاف ساعات النهار وفصول السنه بالاضافه لكونها راسيه فتكون الحراره المكتسبه في هذه الحالة اقل مما يكتسبه السقف من الحراره ذاتها ومن امثله هذه المعالجات

- استخدام المواد العازلة مثل الصوف واللباد والفلين

التظليل باستخدام الاشجار والنباتات الطبيعيه

- استخدام البروزات في الادوار، و كاسرات االشمس، و مواد ذات ألوان فاتحة و سطح خشن

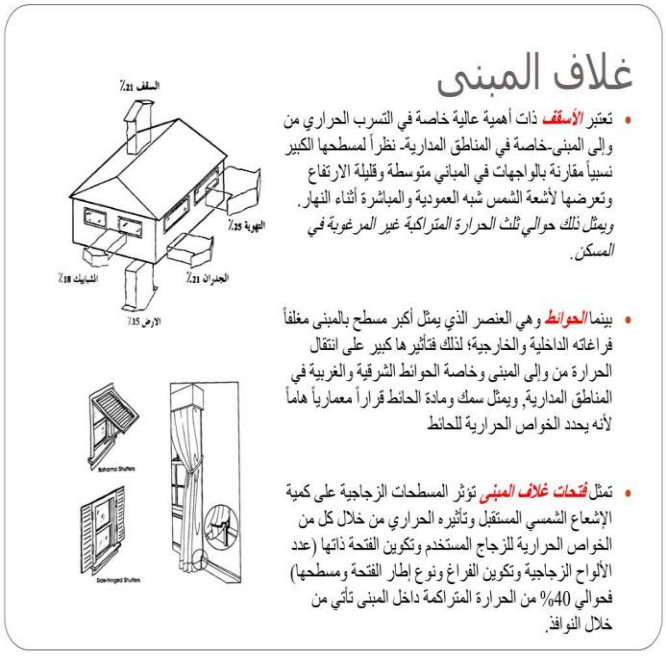
ث . التوصيات

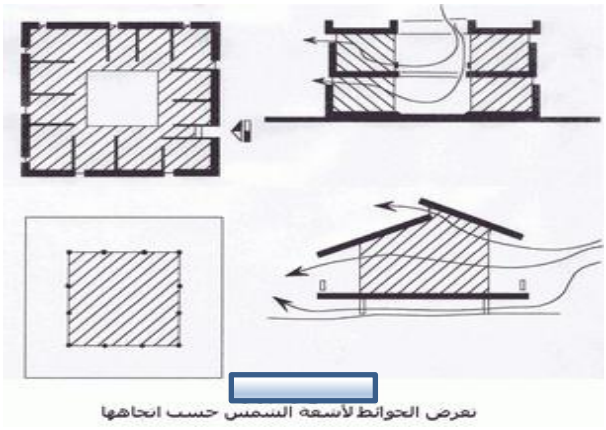
- دعم تصميم وتنفيذ ومراقبة القوانين واللوائح التشريعية لتقليل احتياجات تبريد المباني
- اصدار قرار بشأن كيفية عمل تحليل لمخزون المباني السكنيه ودراسة السوق وأفضل التقنيات المتاحة. المستندات والمدخلات المطلوبة.
- اصدار قرار بشأن كيفية المضي قدما في مشروع تجريبي يقوم بعمل نماذج لمباني سكنية ذات معايير محددة خاصة بترشيد استهلاك الطاقة وتحديد الإجراءات التي سيتم تطبيقها
- المزيد من البحث والدراسة بشأن كيفية المضي قدمًا في تصميم المباني عالية الأداء في ترشيد الطاقة علي اساس معايير الاختيار التي سيتم تطبيقها ، وتحديد أصحاب المصلحة الذين سيتم إشراكهم

توصيات عامة:

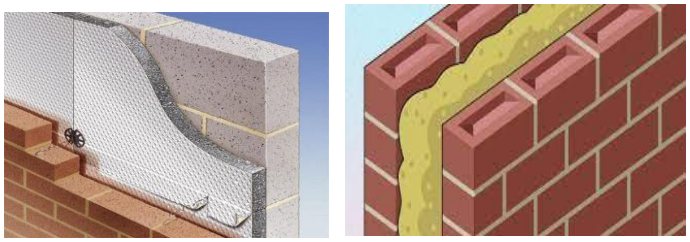
- تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني القائمة، من خلال تنفيذ برامج إعادة تجهيز واسعة النطاق تشمل تدابير تستهدف جميع أنواع المباني وتكون قابلة للتنفيذ وذات صلة بكفاءة استخدام الطاقة من جهة، ومن خلال تدابير مصّممة خصيصا لكفاءة للطاقة بكثافة، من جهة أخرى
- تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني الجديدة من خالل تنفيذ قوانين أداء الطاقة في المباني وتعزيزها، على أن تشمل جميع أنواع المباني الجديدة، وفرض شروط محّددة ألداء الطاقة في المباني المستهلكة للطاقة بكثافة، مثل المطارات والمباني التجارية والمكاتب الكبيرة
- وضع شروط أداء الطاقة في النُّظم والمعّدات المستهلكة للطاقة في المباني إلى جانب مراعاة المعايير الدنيا لأداء الطاقة في المباني التجارية ّ خلال وضع العلامات الدالة علي (الإضاءة – التدفئة - التبريد)
- التعريف بأنماط إستهلاك الطاقة في قطاع المباني من خلال تنفيذ وتعزيز عملية جمع البيانات الإحصائية المنتظمة والمستدامة حول أنماط الإستهلاك النهائي للطاقة على أساس مصدر الطاقة في كل من فروع المبنى الرئيسية، ومن خلال تحديد أبرز مؤشرات أداء الطاقة ذات الصلة.
- توفير الموارد البشرية والمالية اللازمة، والشروط الزمنية المطلوبة لتعبئة الموارد لتنفيذ سياسات كفاءة استخدام الطاقة .
- وضع الاستراتيجيات وخطط العمل والخطط القصيرة والمتوسطة والطويلة الأجل،مع مراعاة ضرورة معالجة بعض المسائل الطارئة المتعلقة بأداء الطاقة في المباني

فيما يلي عرض بعض المفاهيم الخاصة بمكونات المبني

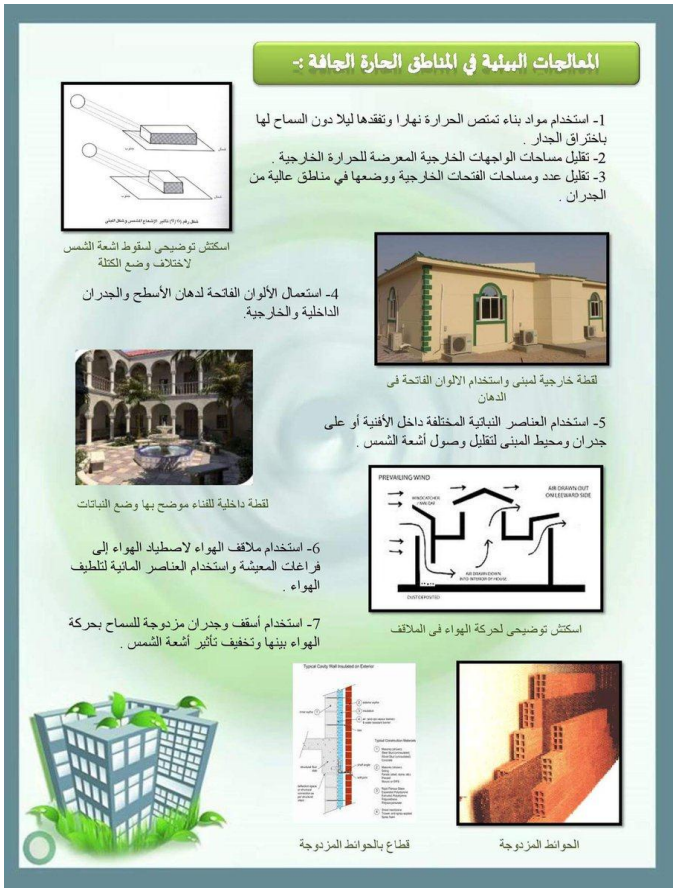




عزل الجدران الخارجية



في مايلي عرض لبعض النماذج المصورة التى سيتم دراستها لتنفيذها كنموذج استرشادي تمهيدا للتطبيق العملى:



شكر وتقدير

يتقدم الباحث بالشكر والتقدير لأعضاء المركز الإقليمي للطاقة الجديدة والمتجددة لتوفير الدعم الفني والتدريبي والمساعدة التقنية في إطار تطبيقات الطاقة الجديدة والمتجددة في مجال التشييد والبناء كما يتقدم الباحث بالشكر لمهندس هشام درويش/ رئيس قطاع التشييد والمقاولات بوزارة الاسكان والمرافق والسيدة المهندسة/ نفيسة هاشم رئيس قطاع الاسكان والمرافق بوزارة الاسكان والمرافق لتقديم الدعم والتشجيع وتوفير كافة الامكانيات لتطبيق تكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة في مشاريع الاسكان الاجتماعي " سكن لكل المصريين"

المراجع

1.ابـــن عـــوف، د. ســـعيد عبـــد الـــرحيم ســـعيد (1994) العناصـــر المناخيـــة والتصـــميم المعمـــاري،الرياض: جامعة الملك سعود
2 .حسن، د. سعود صادق(2000)مباديء علوم البيئة العمرانية: الجزء الاول المناخ و التأثيرات الحرارية في المناطق المدارية، السودان: مكتبة الارياف الاكاديمية.
3 .حسن، سعود صادق (2001)السكن والبيئة الحرارية: توصيات للتخطيط والتصميم السكني في- منطقة الخرطوم ، المؤتمر العلمي الخامس – الإسكان والتنمية في السودان – المشاكل والحلول،المركز القومي للبحوث، الخرطوم
4 .الزعفراني عباس محمد (2000)التصميم المناخي للمنشآت المعمارية، رسالة دكتوراة، جامعة القاهرة
Available: (www.egyptarch.net/abbasphd1,3/cover.htm)
5 .الايمي، أحمد، (2013) تصميم المباني المستدامة، تصميم المباني الموفرة للطاقة.
Available:
(http://sustainablebuildingdesigns.blogspot.com/2013)
6. عالم الكهرباء والطاقة (2013) التصميم الحرارى للمبانى لترشيد استهلاك الكهرباء
[online]: (www.electricity-world.blogspot.com) [Accessed Dec (2015)
7. عبد العظيم، المعتز بالله جمال الدين (2008) - اقتصاديات تصميم االغلاف الخارجي للمباني الادارية لتحقيق الراحة الحرارية. مؤتمر جامعة الأزهر - القاهرة
8. العيسوي، محمد عبد االفتاح (2003) - تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمبنى على اكتساب الحرارية والراحة الحرارية للمستعملين، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة
Available: (www.researchgate.net/publication/282849214

9.أحمد صبحي عبد المنعم فودة - كود الطاقة وعلاقته بالغلاف الخارجي للمبنى – ذكر لكود الطاقة المصري ، ماجستير هندسة القاهرة 2005.
10. أمل كمال محمد - ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى , رسالة ماجستير، كلية الهندسة ، جامعة عين شمس ،2003.
11.ضحى محمد سعيد محمد - كفاءة انتاجية الطاقة في المباني السكنية , رسالة ماجستير ، جامعة القاهرة ، 2013.
12. ميرفت أحمد - استراتيجية لرفع كفاءة الطاقة بمبني سكني قائم مع استخدام الخلايا الفولتوفولطية ، 2016.
13.إيناس خير محمد رشاد - أسس توظيف التقنيات البيئية في العمارة , رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة القاهرة ، 2010.