

كفاءة الطاقة في المباني التقليل من احتياجات المبنى من التبريد

Reduction of Cooling Energy Needs for Buildings

م. حنان حسن علي عرفات

مدير عام الإدارة العامة لاحتياجات المقاولات -وزارة الإسكان 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 كما يهدف 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 المستخدمة

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

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

رابعاً ، 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 إجمالي 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 والمجمعات العمرانية إحدى قطاعات الدولة المعنية بالتنمية الشاملة بجمهورية مصر العربية والتي تتضمن التنمية العمرانية والاجتماعية والإقتصادية ، وتبدأ التنمية الشاملة عادة بدراسة الحيز العمراني ومسح للإمكانيات المتوفرة لها ، وبناء على ذلك يتم وضع المخططات الشاملة والهيكلية للتنمية والتي يتم ترجمتها إلى مخططات تفصيلية من شبكات للبنية الأساسية والتي تحتوي على الطرق والكبارى ومحطات مياه الشرب والصرف الصحي إلى المسكن المناسب والخدمات المختلفة اللازمة لنجاح التنمية وتواصلها ووفقاً 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 نمواً 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 حيث يرتبط ويتأثر بحوالي 90 نوع من الصناعة بما في ذلك الأسمنت والصلب والجبس والطلاء والسيراميك والخشب وغيرها وهذا النمو له أيضاً انبعاثات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري واستهلاك المياه والطاقة المرتبط بكافة الأنشطة والصناعات بهذا القطاع



المصدر: تحديث الهيئة الإقليمية للمناخ بالشرق الأوسط وشمال إفريقيا، شارلين واتسون ، ODI و Liane Schalatek ، HBS ، فبراير 2019. تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المباني السكنية (دراسة حالة الإسكان الاجتماعي بمدينة الفيوم الجديدة)

وتماشياً مع سياسة الدولة في توفير الطاقة فقد أدى تسارع الطلب على تقليل الطاقة المستخدمة في المباني في جمهورية مصر العربية ، مدفوعاً بزيادة عدد السكان ونمو قطاع العقارات بنسبة 15% سنوياً. ففي عام 2014 ، كان الطلب على الكهرباء أعلى بنسبة 20% من العرض مما أدى إلى انقطاع التيار الكهربائي وحدثت مشاكل كبيرة في هذا القطاع ومن ثم فإن كفاءة الطاقة في المباني أصبحت ذات أولوية رئيسية لجمهورية مصر العربية . من ناحية السياسة ، وكذا الاستثمار على نطاق واسع في قطاع الطاقة فتم تأسيس هيئة كفاءة طاقة المباني (BEECs). تم تقديم BEEC 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

والأرض ، والمباني الأخرى. يمكن أن يشير هذا المصطلح إلى مبنى بأكمله أو إلى أجزاء من المبنى تم تصميمها أو تعديلها لتستخدم كوحدة بناء قائمة بذاتها

● غلاف المبنى: هو نظام بناء يتكون من الهياكل الخارجية التي تحدد مساحة وأحجام محددة للغلاف الخارجي لاى مبنى أو أي فراغ عمراني ما هو إلا تعبير مباشر عن العنصر الوظيفي 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 بالتأثير بالضوء أو الحرارة أو ما غير ذلك من العوامل الخارجية التي تؤثر على الفراغ الداخلي. يتكون الغلاف الخارجي للمبنى من ثلاثة عناصر رئيسية 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 التشغيل المستمر للمعدات الحرارية
- احتياجات الطاقة الأولية السنوية للتبريد: هي كمية الطاقة الأولية المطلوبة عالمياً خلال موسم التبريد لتكييف الهواء الصيفي ، مع حالة التشغيل 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 أو أكثر فيما يتعلق بكفاءة الطاقة ، مع ضمان تطبيع الظروف الخارجية التي تؤثر على استهلاك الطاقة.

2- مبادئ البناء والتصميم

يركز التصميم على 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 بوحدة 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

أولاً: جدار خارجي معتم



هدف البحث

يهدف مشروع البحث إلى توفير طاقة التبريد في المباني السكنية في مصر ، من خلال استخدام أفضل التقنيات المتاحة حالياً (BAT) (أفضل التقنيات المتاحة لمنع وتقليل التلوث الناجم عن الصناعة). يهدف البحث بشكل أساسي إلى تلخيص أهم المعايير وأسس التصميم للغلاف الخارجي للمبنى بهدف توفير الطاقة المستهلكة لتحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي المباني دون اللجوء إلى الاعتماد الكلي على استخدام الوسائل الميكانيكية بعد تنفيذ المبنى 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 الأمم 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 للتعبيث 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 تتناسب متطلبات المناخ الحار وتعمل على تقليل الاستهلاك وتوفير الطاقة ، مع مراعاة الجماليات في المباني المصممة مناخياً وأخذ ذلك في الاعتبار أثناء عملية التصميم المعماري لتأتي بمردود إيجابي على الوضع البيئي والاقتصادي والناتج المعماري وتطوره لإنتاج عمارة مناخية موفرة للطاقة. لذا فإن امذكرة التفاهم الموقعة بين المركز الاقليمي للطاقة الجديدة والمتجددة ووزارة الاسكان والمرافق يهدف إلى التوسع في تطبيق سياسات وتكنولوجيا 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 الأوروبي 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 على كافة المعاملات المؤثرة في كفاءة الطاقة في المباني وكذا كافة المعادلات المطبقة في البرنامج طبقاً لأساسيات فيزياء البناء 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-تعريف 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 ،

منطقة الساحل الشرقي	0.46
منطقة جنوب مصر	0.46

ثالثاً: النوافذ الخارجية - نفاذية الهواء

من الضروري مراعاة نفاذية الهواء للنوافذ بالمبنى نظراً لتأثيرها الكبير على إجمالي استهلاك طاقة التبريد. يوصى بتنفيذ نوافذ بأقصى نفاذية للهواء تساوي 0.83 لتر / ثانية لكل م² من مساحة الفتح الإجمالية.

رابعاً: أنظمة التظليل

من أجل اعتراض الإشعاع الشمسي الساقط وبالتالي تقليل تأثيرات الحرارة الشمسية ، يوصى بتنصيب 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 لمواجهة المواجهة للاتجاه الجنوبي

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

الحد الأدنى أفقي عمق البروز [سم]	منطقة مناخية
55	منطقة الساحل الشمالي
50	إقليم الدلتا والقاهرة
45	إقليم شمال الصعيد
35	منطقة جنوب الصعيد
45	منطقة الساحل الشرقي
35	منطقة جنوب مصر

خامساً: 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

وفقاً 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 أيضاً 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 المخصصة ، يعتمد التأثير الإيجابي أو السلبي على رصيد مؤشر الأداء الرئيسي السابق. لاتعني تكلفة الاستثمار المرتفعة وتوفير تكاليف الطاقة بالضرورة ارتفاعاً في القيمة الحالية وانخفاض معدل الأداء. قد يؤدي الاستثمار الأولي المرتفع أيضاً إلى انخفاض صافي القيمة الحالية وارتفاع معدل الأداء

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 الشمالي
0.50	إقليم الدلتا والقاهرة
0.50	إقليم شمال الصعيد
0.50	منطقة جنوب الصعيد
0.50	منطقة الساحل الشرقي
0.50	منطقة جنوب مصر

يلاحظ 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.

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 / م² من الواجهة.

ثانياً: السقف

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

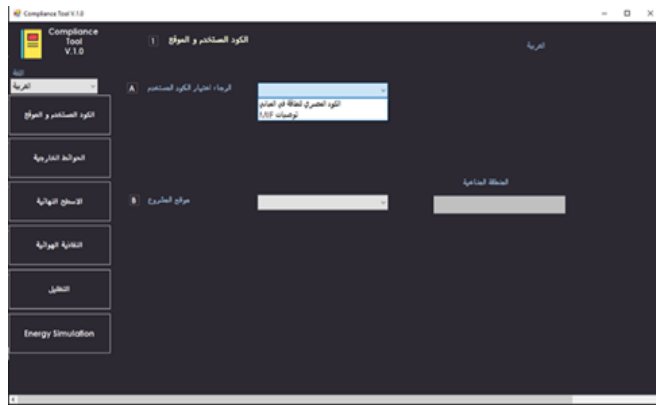
• طبقة العزل الحراري المتداخلة: توفر المواد العازلة الخارجية أداءً أفضل وتقلل من امتصاص الطاقة الشمسية إذا تم دمجها مع مادة عالية الانعكاس. نذكر أن مؤشر تطور الدخان (SDI) ونسبة انتشار اللهب (FSR) لمواد العزل يجب أن تكون أقل من 50 و >25 ، على التوالي. تكون مادة العزل الحراري خالية من الأسبستوس والرغوة.

• 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 للأسقف لكل منطقة مناخية

أقصى معامل الانتقال الحراري الكلي	المنطقة المناخية
0.46	منطقة الساحل الشمالي
0.46	إقليم الدلتا والقاهرة
0.46	إقليم شمال الصعيد
0.46	منطقة جنوب الصعيد



صورة 2. الجزء الخاص باختيار الكود المستخدم



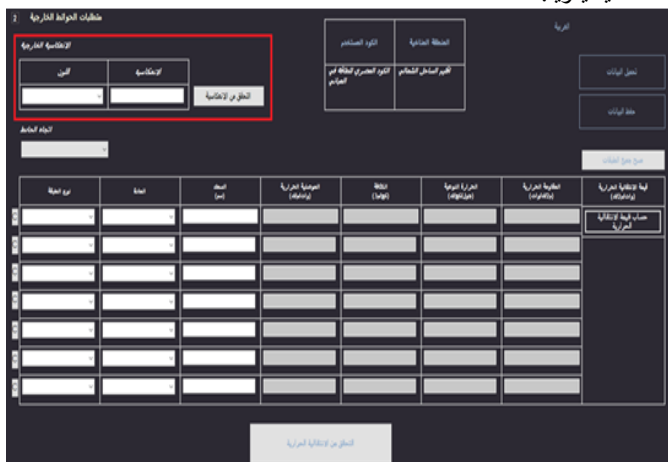
صورة 3. الجزء الخاص باختيار الموقع

(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 أعلى 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 إضافة المادة عن طريق اختيار "تعريف المستخدم" من القائمة وإدخال قيمة الانعكاسية يدوياً.



صورة 4. الجزء المخصص بالتحقق من الانعكاسية الخارجية للحوائط

وصف مؤشرات الأداء الرئيسية والتوصيل البيئي، حيث تم وصف جميع مؤشرات الأداء الرئيسية التي تم تناولها في التحليل متعدد المعايير. وشرح ترابطها وتأثيرها على بعضها البعض (KPI) key performance indicators. الهيكل الهرمية يبين جدول 4 أنه تم إدراج KPI الأوزان ذات الصلة. يتدرج المقياس المستخدم من 1 إلى 10، بما يتماشى مع الأولوية المعطاة لكل متغير: بحيث يتم التركيز على العوامل البيئية والحيوية، بدلاً من العوامل الاقتصادية والمالية

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

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

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) المستخدم 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 أو 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 طبقاً

2. متطلبات الانتقالية الحرارية:

في هذا الجزء يتم التحقق من متطلبات الانتقالية الحرارية للحوائط الخارجية. توجد ثلاث متغيرات أساسية يجب توفرها قبل البدء في إدخال طبقات الحائط الخارجي: الكود المستخدم • المنطقة المناخية • اتجاه الحائط

عند اختيار المستخدم المستخدم والمنطقة المناخية يقوم البرنامج بتخزين هذه البيانات وإظهارها لاحقاً في باقي الصفحات في أعلى اليمين كما هو موضح في صورة 4 و يتم اختيار اتجاه الحائط الخارجي أيضاً 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 إدخال طبقات الحائط الخارجي من الخارج للداخل. تنقسم الطبقات في البرنامج إلى ثلاثة أنواع:

- إنشائية: تحتوي هذه القائمة على العديد من أنواع الطوب المستخدم في مجال البناء في مصر
- عزل حراري: تحتوي هذه القائمة على عدة أنواع من العزل الحراري مثل البوليسترين الممتد والمثبت 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 أنواع الطبقات

المواد المتوفرة	المواد المتوفرة	المواد المتوفرة	المواد المتوفرة
البولسترين الممتد	سيراميك	طوب طقي	طوب طقي
البولسترين المبتثق	مونة الاسمنت	طوب اسمنتي مصمت	طوب اسمنتي مصمت
سيليكون	جيبس	طوب اسمنتي مجوف	طوب اسمنتي مجوف
الصوف الزجاجي	الصوف الزجاجي	طوب رمل ثقيل	طوب رمل ثقيل
فراغ هوائي	اسمنت بورتلاندي	طوب الرمي الخفيف	طوب الرمي الخفيف
	بلاط اسمنتي		

3) سمك الطبقة

سمك الطبقة هو آخر مُدخل يتم إدخال سمك كل طبقة على حدة (بالسم). عند اختيار مادة من المواد المتوفرة يقوم البرنامج بعرض الخواص الفيزيائية للمادة ولا يمكن تعديلها. في حالة الحاجة إلى إضافة 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 طبقاً للاشتراطات والمواصفات الانشائية ونظام العزل المستخدم

صورة 8 توضح إدخال الطبقات وحساب 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

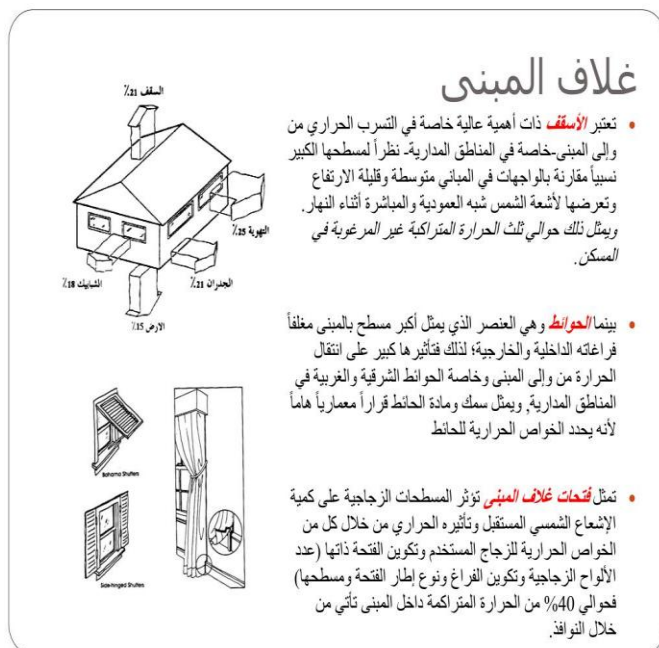
يوجد مدخلان فقط في صفحة النفاذية الهوائية: نوع الفتحة ومعدل نفاذية الهواء تحت ضغط 100 باسكال. يقوم المستخدم بعد ذلك بالضغط على زر التحقق من معدل النفاذية. يقوم البرنامج بالتحقق من مدى مطابقة معدل النفاذية مع متطلبات الكود المختار

- إصدار قرار بشأن كيفية المضي قدماً 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 قدماً في تصميم المباني عالية الأداء في ترشيد الطاقة على أساس 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 مصممة خصيصاً لكفاءة للطاقة بكثافة، من جهة أخرى
- تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني الجديدة من خلال تنفيذ قوانين أداء الطاقة في المباني وتعزيزها، على أن تشمل جميع أنواع المباني الجديدة، وفرض شروط محددة لأداء الطاقة في المباني المستهلكة للطاقة بكثافة، مثل المطارات والمباني التجارية والمكاتب الكبيرة
- وضع شروط أداء الطاقة في النظم والمعدات المستهلكة للطاقة في المباني إلى جانب مراعاة المعايير الدنيا لأداء الطاقة في المباني التجارية خلال وضع العلامات الدالة على (الإضاءة – التدفئة – التبريد)
- التعريف بأنماط استهلاك الطاقة في قطاع المباني من خلال تنفيذ وتعزيز عملية جمع البيانات الإحصائية المنتظمة والمستدامة حول أنماط الاستهلاك 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 المبنى



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 على زر التحقق من عمق التظليل ويقوم البرنامج بإظهار رسالة توضح مدى 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 :

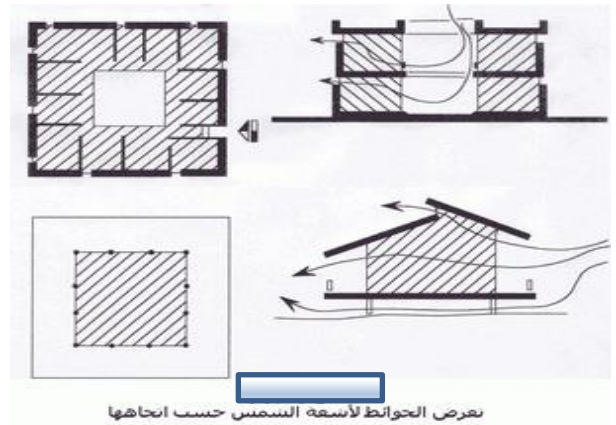
- اختيار المواقع المناسبة للنوافذ الأفقية والطولية وتوقيع النوافذ داخل سمك الحائط وتقليل مساحة الواجهات الزجاجية في الواجهتين الشرقية والغربية
- استخدام كاسرات الشمس وهي شرائح خارجية ثابتة أو متحركة أفقية أو راسية توضع على فتحات المبنى وفقاً لحسابات أشعة الشمس لمنع أشعة الشمس من النفاذ للمبنى ساعة الظهيرة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

المعالجات المعمارية للحوائط

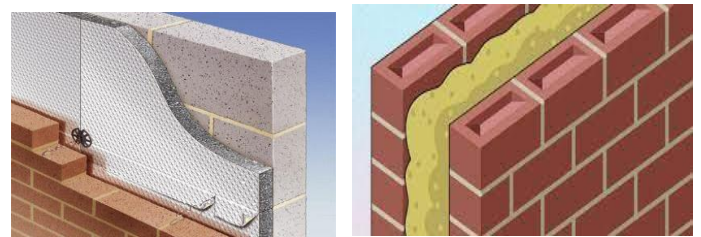
- تتعرض الحوائط لكمية اشعة شمسية اقل من الاسقف لاختلاف زاوية تعرضها لاشعة الشمس حسب اختلاف ساعات النهار وفصول السنة بالإضافة لكونها راسية فتكون حراره المكتسبه في هذه الحالة اقل مما يكتسبه السقف من الحراره ذاتها ومن امثله هذه المعالجات
- استخدام المواد العازلة مثل الصوف واللباد والفلين
- التظليل باستخدام الاشجار والنباتات الطبيعيه
- استخدام البروزات في الادوار، و كاسرات الشمس، و مواد ذات ألوان فاتحة و سطح خشن

ث . التوصيات

- دعم تصميم وتنفيذ ومراقبة القوانين واللوائح التشريعية لتقليل احتياجات تبريد المباني
- إصدار قرار بشأن كيفية عمل تحليل لمخزون المباني السكنية ودراسة السوق وأفضل التقنيات المتاحة. المستندات والمدخلات المطلوبة.



عزل الجدران الخارجية



في مايلي عرض لبعض النماذج المصورة التي سيتم دراستها لتنفيذها كنموذج استرشادي تمهيدا للتطبيق العملي:

شكر وتقدير
يتقدم الباحث بالشكر والتقدير لأعضاء المركز الإقليمي للطاقة الجديدة والمتجددة لتوفير الدعم الفني والتدريب 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/ نيفيسة 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. ابن عوف، د. سعيد عبد الرحيم سعيد (1994) العناصر المناخية والتصميم المعماري، الرياض: جامعة الملك سعود
2. حسن، د. سعود صادق (2000) مبادئ علوم البيئة العمرانية: الجزء الاول المناخ والتأثيرات 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
5. الايمي، أحمد، (2013) تصميم المباني المستدامة، تصميم المباني الموفرة للطاقة. Available: (www.egyptarch.net/abbasphd1,3/cover.htm)
6. عالم الكهرباء والطاقة (2013) التصميم الحراري للمباني لترشيد استهلاك الكهرباء [online]: (www.electricity-world.blogspot.com) [Accessed Dec (2015)]
7. عبد العظيم، المعزز بالله جمال الدين (2008) - اقتصاديات تصميم الغلاف الخارجي للمباني الادارية لتحقيق الراحة الحرارية. مؤتمر جامعة الأزهر - القاهرة
8. العيسوي، محمد عبد الفتاح (2003) - تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمباني على اكتساب الحرارة 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 - استراتيجيات 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.