كلية الهندسة بشبرا
FACULTY OF ENGINEERING AT SHOUBRA
ERJ
ISSN:1687-1340

ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Volume (52),Issue (1)
January 2023, pp:194-205
https://erjsh.journals.ekb.eg

دراسة الفتحات للغلاف الخارجي للمبانى الإدارية وتأثيرها على استهلاك الطاقة

A Study of Administrative Building Outer Envelope Openings and Their Impact on Energy Consumption

طارق سعد الحناوى [1] ، محمود فتحى [1]، كريم محمود سيد احمد محمد حماد [1]*،

[1] قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بشبرا- جامعة بنها.
Corresponding author

E-mail address: telhinnawy@gmail.com, Mahmoud.fathy@feng.bu.edu.eg , kareemkelask@gmail.com,

ملخص البحث : يعد قطاع المباني الاداريه من القطاعات المستهلكه للكهرباء نظراً لطبيعه التشغيل المكثف لانظمة التبريد ، وهو ما يدعى الى ضرورة الموازنه بين الطاقه المستهلكه وتحقيق راحه حراريه لمستخدمى المبنى، تكمن المشكله البحثيه ان تصميم معظم المباني الاداريه لا يراعى بدرجه كافيه اعتبارات توفير استهلاك الطاقه، وما يتطلب ذلك من حسابات التحكم البيئي ودراسه المعالجات البيئيه في مرحله التصميم مما جعل المباني الاداريه تستهلك الكثير من الطاقه ، نظراً لاستخدام أنظمة التبريد المختلفة والمكلفه اقتصادياً .

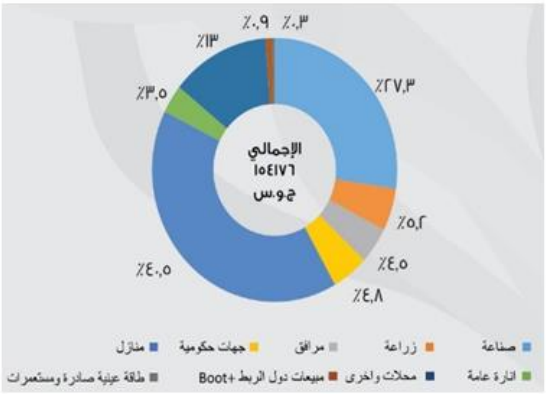
لذا تهدف الدراسة الى تقييم تأثير معالجات الفتحات للغلاف الخارجي للمبنى على تحسين كفاءه استهلاك الطاقه في المباني الإدارية وذلك من خلال المنهجيه المتبعه للورقه البحثيه المنهج الاستقرائى التطبيقى من خلال دراسه عناصر الغلاف الخارجي للمبنى لتحقيق اقصى وفر ممكن في استهلاك الطاقه دون التأثير على الراحه الحرارية للمستخدمين، وتطبيق هذه الاستراتيجيات على مبنى ادارى قائم في مدينه الجيزه ، ودراسه تأثيرها على النموذج الادارى المختار بالاستعانه بأحد برامج المحاكاة المستخدمه في تقييم الأداء الحرارى بالمبانى (Design Builder)، قد حققت النتائج النهائية للدراسة عند استخدام النتائج المقترحه وفر في استهلاك الطاقه بنسبه اجمالية تقدر بحوالي 37% من اجمالى استهلاك الطاقه سنوياً.

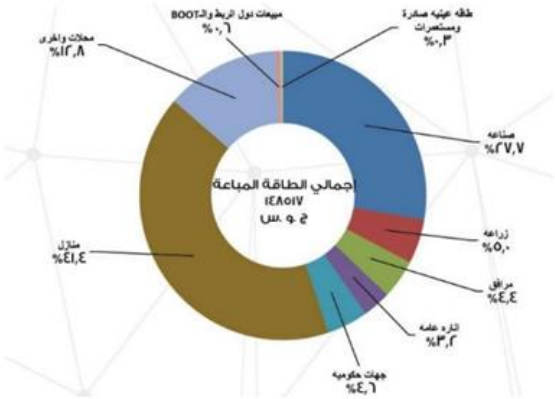
الكلمات الدالة: معالجات الفتحات ، توفير إستهلاك الطاقة ، المباني الإدارية ، معالجة الغلاف الخارجي ، برنامج (Design Builder) .

المقدمة

يعتبر قطاع المباني الإدارية في مصر ثانى القطاعات المستهلكه للكهرباء بعد القطاع السكنى حيث يستهلك حوالى من 10-13 % من استهلاك الطاقه في مصر، ويمثل استخدام عمليات التبريد والتدفئه حوالى 60% من اجمالى استهلاك الطاقة في المباني حيث ثبتت ان المباني هي اكثر المصادر للانبعاث الكربونى حيث انه ينتج ثلث الانبعاثات لغازات الاحتباس الحرارى على مستوى العالم،[1] بالتالى أصبحت هناك ضرورة ملحه لاستخدام عمليه تصميم المباني إستراتيجيات التصميم السلبى وتوظيفها خلال العملية التصميميه، [2] يوضح الشكل (1) أظهار تأثير كميه الطاقه المستهلكة سنوياً للمبانى الاداريه بمعدل 12.8% من الطاقه في مصر عام 2020 ،13% لعام 2021 ويلاحظ زياده استهلاك الطاقه للمبانى الإدارية بعكس المباني السكنيه التي تنخفض معدلاتها من 41.4% الى 40.5% من عام 2020 الى 2021.

ولتحقيق الهدف لتوفير الطاقة في المباني الإدارية لابد من التعامل مع المبنى على انه نظام متكامل وتحقيق الوفر في استهلاك الطاقه من خلال تطبيق معالجات الفتحات الخارجيه لغلاف المبنى والتقييم من خلال عمليه المحاكاه لقياس فرق التأثير ، لذلك اصبح من الضرورى دراسة الفتحات الخارجية وتأثيرها على ترشيد استهلاك الطاقه ، [3] وتم ذلك بالاستعانه بالتطبيق على المبنى باستخدام برامج محاكاه لقياس استهلاك الطاقه فى المباني برنامج(Design Builder) .





شكل رقم (1) : استهلاك الكهرباء حسب قطاعات المباني (2020-2021)
المصدر :التقرير السنوي للشركه القابضة لكهرباء مصر

المشكله البحثيه :-

يتم أنشاء العديد من المباني الأدارية بدون تقييم ودراسة كفاءه استهلاك الطاقة قبل الأنشاء وبالتالي يتسبب ذلك في أهدار للطاقة المستخدمة للتشغيل بالإضافة إلى عدم تحقيق أفضل جوده للفراغ الداخلي.

هداف البحث:-

- يهدف البحث الى تحقيق تحسين جوده الفراغ الداخلي في المباني الإدارية بغرض ترشيد الطاقة وذلك من خلال دراسه تأثير معالجات الفتحات للغلاف الخارجي على المبنى.
- وسوف يتم ئلك من خلال دراسه نسبه الفتحات للوجهات الخارجية للمبانى الإدارية وتحديد النسبه الأفضل ونوع الزجاج وطرق التظليل وقياس تأثيرها على استهلاك الطاقه.

منهجية البحث : -

لتحقيق الهدف من البحث فإن الورقه البحثية تعتمد على المنهجية الآتية:

1 - دراسة تحليلية لتوضيح الأدبيات المرتبطة بمبادئ وإستراتيجيات تصميم الفتحات الخارجية وطرق التظليل ونوع الزجاج للغلاف الخارجى للمبنى المستخدمة فى توفير الطاقة فى المباني .

2 - دراسه تطبيقيه وذلك عن طريق بناء نموذج رقمي لدور إدارى لمبنى مكاتب بالاستعانة بأحد برامج المحاكاة " برنامج Design Builder.

3 - محاكاة تأثير المعالجات الخاصه بنسبه الفتحات ونوع الزجاج وطرق التظليل المختلفة وقياس كفاءتها ودور كلاً منها .

الدراسات السابقه : -

هناك دراسه عن التقييم البيئي لتجديد الطاقة من اجل كفاءة الطاقة وهي دراسة في تطبيق عناصر التصميم البيئي للحد من استهلاك الطاقة.

تم استخدام نموذج لتجديد مبنى إداري يقع في اوكلاند - نيوزيلاندا ، وقد تضمنت عملية التجديد تغييرات غلاف المبنى مع عزل إضافي داخلي ، وتعديل نسبة النوافذ الجدارية والتظليل الشمسي ، فضلاً عن الاستبدال الفني للإضاءة ، ونظام تكييف الهواء واستبدال مصابيح الفلورسنت المدمجة مع مصابيح LED.

تم ذلك باستخدام نموذج محاكاه الطاقة بأداة ENERGY PLUS والذي أثبت أن المبنى يمكن أن يوفر الطاقة بنسبة 60 % باستهلاك الطاقة السنوي بعد التعديلات عن قبله. [4]

هناك دراسه عن أداء الطاقه والحراره لغلاف مبنى المكاتب في مناطق مختلفه في الصين.

هي دراسة بهدف تقديم منهجية جديدة لتقييم الاداء الحرارى للطاقة والحرارة لغلاف المباني الادارية يسمى (EETPO) وهو الذى يعرف بانة متوسط معدل نقل الحرارة من خلال غلاف المبنى لكل وحدة فرق درجة الحرارة الخارجية والداخلية أثناء فترة التبريد والتكييف وذلك بهدف الحد من استهلاك الطاقة.

وقد قام الباحث بدراسة EETPO ومدى ارتباطها باستهلاك الطاقة للتبريد والتدفئة للمدن المختارة، وقد قام الباحث بعمل محاكاة ببرنامج EQUEST وهو برنامج يوفر نتائج عالية الجودة من خلال الجمع بين معالج إنشاء المباني ومعالج قياس كفاءة الطاقة، مع عرض النتائج والرسومات التي توضح الفرق بينهما.

ومنها استنتج الباحث من خلال المحاكاه مدى فعاليه نظام تقييم لأداء أغلفة المباني وهو نظام EETPO ،والذي يعطى معامل اكتساب الحرارة ومعامل التظليل. [5]

هناك دراسه لطاقة المباني المكتبية في السويد ذات الواجهات الزجاجية باستخدام ديناميكية اداة محاكاه الطاقة لدراسة تأثير الزجاج على استهلاك الطاقة.

وقامت الدراسة على الواجهات ذات مساحات زجاجية 60 وكذلك 100% من مساحة الجدار ،وقد تم تغير اتجاه المبنى ونقاط ضبط التحكم وعناصر الغلاف الخارجى (نوع النافذة ومساحه الزجاج) واجهزه التظليل وغيرها من المعالجات والتي تحقق تخفيض في استهلاك الطاقة يصل إلى 15 % . [6]

الدراسة النظرية:-

هناك بعض العوامل المؤثرة على انتقال الحرارة للفراغات الداخلية والتى تساعد على تقليل نفاذيه الاشعاع الشمسى للفراغ ، والتي تساعد في تقليل استهلاك الطاقه كالاتى:

الغلاف الخارجي للمبنى :-

يعتبر الغلاف الخارجي للمبنى احد الفواصل بين البيئه الخارجيه والداخلية للمبنى، ويؤثر بشكل كبير على الراحه الحرارية ، لتحقيق افضل جوده للهواء الداخلى يجب ان يتم معالجه الغلاف الخارجي للمبنى باستخدام تطبيق التصميم السالب ، من خلال مواد التشطيب واستبدال النوافذ واضافه عناصر تظليل للفتحات لتقليل كميه الاشعاع النافذ داخل الفراغ وبالتالي تقليل استهلاك الطاقه. [7]

تصميم الفتحات :-

النوافذ هى إحدى المصادر الاساسيه للاضاءه والتهويه الطبيعيه داخل المبانى الاداريه، فهى تساعد على انتقال الحرارة داخل الفراغات من خلال الزجاج والذى يؤثر على راحه مستخدمى الفراغ بالإضافة إلى زيادة استهلاك الطاقة لانظمه التكييف ، لذلك عند التعامل مع مبنى إدارى يجب الاخذ فى الاعتبار وضع المعالجات الملائمة للنوافذ لتحقيق الراحه البصرية والحرارية لمستخدمى الفراغ ، والاستفادة من الضوء الطبيعى لتقليل الانتقال الحرارى مما يساعد على تقليل أحمال التكييف والإضاءة. [8]

عوامل اختيار نوع الزجاج:-

نوع زجاج النوافذ يؤثر على انتقال الحرارة والإضاءة الطبيعية داخل الفراغ، يجب أن يكون لدية خصائص مناسبة للظروف المناخية السائدة والتى تتعلق بخصائص المبنى واستخداماتة، [9] يجب الوضع فى الاعتبار العوامل التى تؤثر على أختيار نوع الزجاج والتى لها تأثير على الإضاءة الطبيعية وكمية انتقال الحرارة داخل الفراغ لتحقيق الراحة البصرية والحرارية لمستخدمى الفراغ.

عوامل اختيار نوع الزجاج كالأتى :-

معامل اكتساب الحراره الشمسيه:- (Solar Heat Gain Coefficient ((SHGC))

هو نسبه اكتساب الحراره الشمسية عبر النفاذه الى الاشعاع الشمسى الذى يضرب السطح الخارجي ،عند زيادة طبقات الزجاج فذلك يوفر المزيد من الحواجز للاشعاع الشمسى بالتالى تقليل كميه اكتساب الحراره للزجاج ، يعطى الزجاج الملون معامل اكتساب حراره اقل مقارنة بالزجاج الشفاف، في حاله استخدام زجاج ذو معامل اكتساب اقل مع دهان منخفض الانبعاثية فإنة يمنع الكثير من الحرارة الشمسية ويحافظ على اعلى نفاذيه مرئية ، [10] وبالتالي فإت معامل الاكتساب الحرارى هو عامل اكثر أهمية في المناطق الحارة .

الانتقالية الحرارية:- (Thermal Transmittance (U- value))

قيمه الانتقاليه الحرارة عامل مهم لتقليل احمال الحراره وبالتالي تقليل استهلاك الطاقه لعمليه التبريد والتدفئه، حيث تعتبر النافذة ذات القيمه الانتقاليه الحرارية الأقل ذات كفاءه لانها تتم بحد ادنى من التسرب الحرارى ، ويعتبر الزجاج

المزدوج افضل من الزجاج الفردى لانه مزود بفراغات هوائيه من الداخل والتي تعمل على خفض انتقال الحرارة ، ومن الممكن ملئ الفراغات بغاز الارجون او الكريتون ذات مقاومة حرارية افضل من الهواء والذى يساعد على تقليل تسريب الحرارة. [11]

النفاذيه المرئية:- (Visible Transmittance)

تعبر عن قدرة الزجاج على نقل الضوء الطبيعى ، والتى يتم تعريفها على أنها نسبة الشعاع المنقول بواسطة الزجاج إلى الشعاع الساقط على الزجاج، النفاذية المرئية هو عامل مهم يتعلق بالحفاظ على الطاقة من خلال تنفيذ استراتيجيات الضوء الطبيعى، إلا أنها قد تكون مصدرا للوهج الزائد إذا لم يتم توفير أنظمة تحكم مناسبة ،وبالتالى فإن تحديد قيم نفاذية مرئية مثالية له إمكانية هائلة فى الحفاظ على الطاقة وتحقيق راحة بصرية لمستخدمى الفراغ. [12]

نسبه الفتحات:-

هناك علاقة بين مستخدمى الفراغ ونوع النافذة المفضل من حيث الحجم والاتجاة فنجد أنه يمكن السماح بنسبة فتحات كبيرة فى الواجهات الشمالية ونسبة فتحات صغيرة فى الواجهات الغربية ، واوضحت بعض الدراسات العلمية السابقة الجوانب النفسية والجسدية بحجم ونسبة الفراغ ، وايضا صرح أمام اغولو بأن الرضا النفسى يكون مثالى عندما تكون نسبة بين 15% حتى٣٠٪ من مساحة الجدار ، كما أظهرت الدراسات السابقة ايضا ان حجم النافذة وشكلها وموقعها لها تأثير نفسى على شاغلى المبانى حيث اكتشف Keighley (محطة ابحاث البناء) أن الرضا البصرى يتحقق عندما تكون مساحة النافذة ٣٠%.[13]

أساليب معالجه النوافذ القائمة:-

تختلف طرق معالجة النوافذ للمبنى الإدارى القائم من مبنى لآخر حسب حاله وعمر ونوع النافذة تتنوع طرق المعالجة للنوافذ القائمة بين اعمال الاستبدال وإعادة التهيئة والتحسينات ، فالبعض منها بحالة جيدة ويكفى فقط بأعمال معالجة تسريب الهواء أو إضافة طبقات تحكم من الشعاع الشمسى لتقليل انتقال الحرارة، غالبية المبانى الحكومية من اهمال فى أعمال الصيانة بالإضافة إلى استخدام زجاج شفاف مفرد فى الواجهات والذى يؤثر على راحة الحرارية والبصرية لمستخدمى الفراغ. [14]

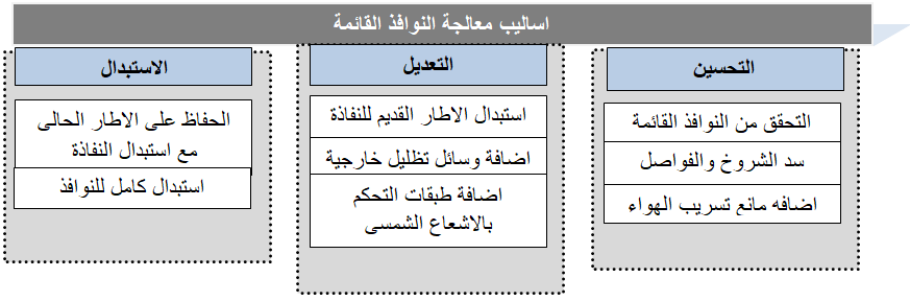
اضافة وسائل تظليل للفتحات:-

تعتبر استراتيجيات التظليل إحدى أهم الطرق للتغلب على اشعاع الشمس المباشر والغير مرغوب فية ، والذى يرفع درجة الحرارة الداخلية فى المناطق الحارة ،[16] يساهم تظليل الواجهات فى الحماية من أشعة الشمس المفرطة لتعزيز راحة مستخدمى الفراغ عن طريق الحد من ارتفاع درجة حرارة المساحات الداخلية ، بالإضافة إلى تقليل أحمال التبريد. [17]

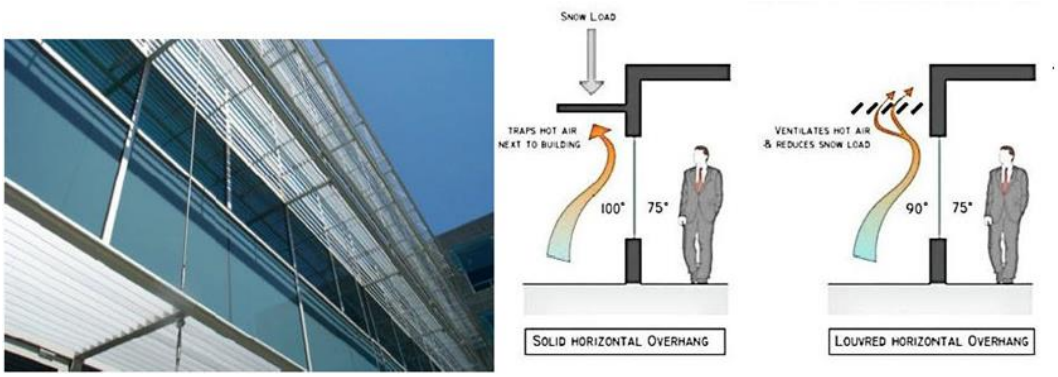
استخدام الكاسرات الشمسية:

تهدف كاسرات الشمس إلى منع الإشعاع الشمسى فى الأوقات الغير مرغوب فيها فى فصل الصيف ، التقليل قدر الإمكان من إستهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة فى عمليات التكيف. [18]

- **الكاسرات الأفقية:** تكون أكثر فاعلية على نوافذ الواجهة الجنوبية حيث تمنع دخول الإشعاع الشمسى خصوصا فى فصل الصيف،وذلك لأن زاوية إرتفاع الشمس تكون كبيرة فى هذة الفترة.
- **الكاسرات الرأسية:** تكون أكثر فاعلية على نوافذ الواجهة الشمالية أما فى حالة الواجهتين الشرقية والغربية تكون كاسرات الشمس الرأسية المتحركة أكثر فاعلية من كاسرات الشمس الرأسية الثابتة.
- **كاسرات الشمس المركبة:** يمكن إستخدامها لتظليل نوافذ الواجهة الجنوبية ، وتستخدم على الواجهتين الشرقية والغربية في حالة جعل الأسلحة الرأسية متحركة والأفقية ثابتة أو العكس. [19]
- **كاسرات الشمس المتحركة أتوماتيكيا :** يستخدم هذا النظام بواسطة التحكم أوتوماتيكياً، وتكون فعالة حيث أنها تتحكم فى كمية الأشعة الشمسية النافذة إلى داخل الفراغ وخاصة الآلي منها وذلك حسب الحاجة وحسب وظيفة كل فراغ. [20]



شكل (2) أساليب معالجات النوافذ القائمة . [15]



شكل (3) شكل يوضح تاثير الشرائح الافقية على حركة الرياح والتقليل من تجميع الهواء الحار امام النافذه

شكل (4) نظام كاسرات متحركه بالطاقه الكهرضوئية

الدراسة التطبيقية:-

تم إختيار نموذج اداري مكون من دور ارضى و24 دور متكرر اداري مساحه الدور الارضى 1900م2 ومساجه الدور المتكرر 2000م2 .

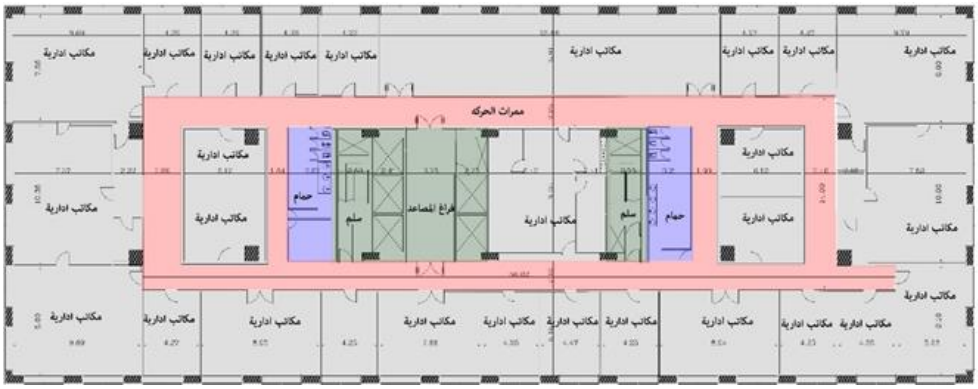
2-5 إفتقاد النموذج للوسائل والمعالجات التصميمة التى تساعد على خفض معدلات الطاقة المستهلكة دون أن يأثر ذلك على الراحة الحرارية للمستعملين.

إجريت عملية المحاكاة بالدور المتوسط للنموذج الدور 13 لدراسه تأثير الفتحات وتجنب تأثير أدوار السطح والادوار الارضيه والاهتمام بمعالجات النوافذ من الأربع اتجهات

المبنى مكون من مكاتب اداريه حول محور حركه رئيسى بشكل افقى للتوزيع للمكاتب وترتبط الأدوار من خلال المصاعد والسلام في منتصف المبنى بنظام النواه (core) ويستخدم المبنى نظام الخدمات الشريطيه الممتد في عملية التوزيع.

يتكون الغلاف الخارجي للمبنى من حوائط مكسيه بطبقه من الالمونيوم الرمادى اللون ولا يوجد بها بروزات خارجية للتشكيل ،وصممت الفتحات على مديول شبكى متساويه في الابعاد

الشكل (5) يوضح تكوين الوجهات الخارجيه للمبنى
محل الدراسة المصدر الباحث



الشكل (6) المسقط الافقى للادوار المتكرره لنموذج محل الدراسة
المصدر الباحث

محاكاة استهلاك الطاقه للنموذج بدون معالجات:-

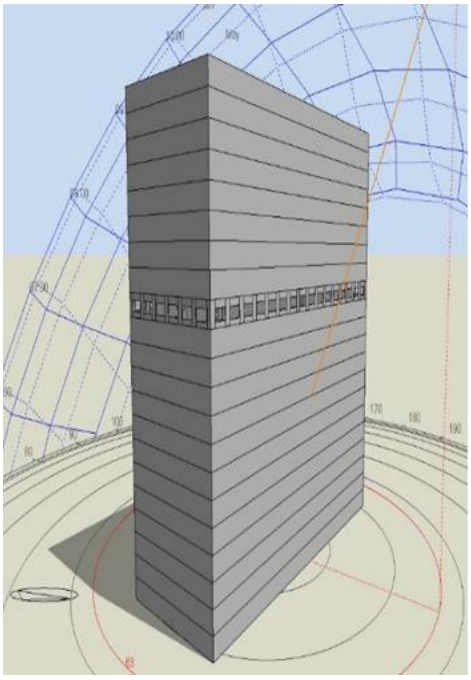
من خلال بناء النموذج الادارى بإستخدام برنامج builder Deign وإدخال البيانات الخاصة بالنموذج وتحديد الموقع وإدخال البيانات المناخية الخاصة به، وتحديد أماكن الفراغات داخل المبنى وتحديد أماكن الفتحات وأنظمة التبريد والتكييف الخاصة بكل فراغ بما يحقق الراحة الحرارية داخل الفراغات وتحليل عناصر النموذج الادارى لتكوين نموذج رقمى يحاكى الوضع الإفتراضى بدون معالجات، وتحديد الفتره الزمنيه لعمليه المحاكاه سنه كامله

درجة الحرارة المطلوبة عند تشغيل وحدات التكييف ضبط درجة الحرارة عند 30° لتشغيل التبريد و12° لتشغيل التدفئه، طبقاً لتعليمات الكود المصرى لترشيد استهلاك الطاقه ان الراحه الحرارية يوصى بها بين ٢١,٨ الي 30 درجة .

الحوائط الداخلية بسمك 12 والخارجية بسمك 25 سم من الطوب الطفلى المفرغ السقف الخرسانى 15 سم .

الفتحات مستطيله الشكل مقاس 1.6م*3م بمساحه 4.8 م2 من الزجاج المفرد زجاج شفاف سمك 3مم (sgl clr 6mm) معامل اكتساب حرارى 0.861 وانتقاليه حرارية 5.894.

الشكل (7) الواجهات الاماميه للمبنى
المصدر الباحث بمرجعيه للادارة الهندسيه للمبنى



الشكل (8) نموذج المبنى في برنامج المحاكاه
المصدر الباحث

وتمثل النتائج في الجدول (1) المعلومات التي سيتم استخراجها خلال الدراسة كالاتي:

1. كمية الطاقة المستهلكة للتبريد والتدفئة *KW* سنوياً وتمثل اجمالي الطاقة المستهلكة
2. معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع في الوحدة محل الدراسة *KM/m2* إجمالي الطاقة المستهلكة للتبريد والتدفئة = كميه الطاقه المستهلكه سنوياً / مساحة الدور
3. ساعات عدم الراحة والتي تقع بين درجات الحراره 28 الى 21.8 درجه
4. نسبة مستوي الراحة والتي توضح نسبه عدد ساعات العام(٨٧٦٠ ساعة) وساعات عدم الراحة في الوحدة محل الدراسة = (ساعات عدم الراحة /8760)
5. كمية الانبعاث الكربونى سنوياً *KG*
6. معدل كميه الانبعاث الكربونى للمتر الواحد = كميه الانبعاث الكربونى سنوياً / مساحة الدور

دراسة تأثير أضافه عناصر تغطية للنوافذ :

يمثل الغلاف الخارجي للمبنى الأكثر عرضه للاشعاع الشمسى ، وتسمح النوافذ بمرور الاشعاع بشكل كبير ، لذلك سوف يتم استخدام الكاسرات التي تساعد على كسر الاشعاع الشمسى للوصول داخل المبنى كاحدى عناصر التصميم السلبى كما يشير نظام الهرم الأخضر لتحسين كفاءه الطاقه في المبنى ، حيث يتم استخدام الارفف الافقية والكاسرات المائله .

الجدول (1) الوضع الحالى للنموذج المرجعى محل الدراسة / المصدر: الباحث

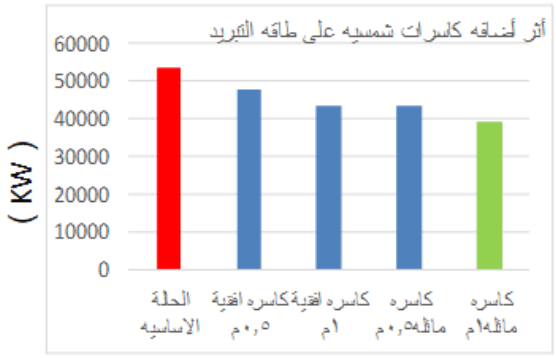
البند	النتائج							
	كمية الطاقة المستهلكة للتبريد		كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة		ساعات عدم الراحة		كميه الانبعاث الكربونى المنبعثة سنوياً KG	
	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	ساعات عدم الراحة	نسبة ساعات عدم الراحه %	سنوياً	للمتر
الحالة الاساسيه	53337	26.6	13353	6.6	1299	14.8%	71790	35.8

الجدول (2) مقارنه اثر أضافه كاسرات شمسيه على نموذج محل الدراسة / المصدر: الباحث

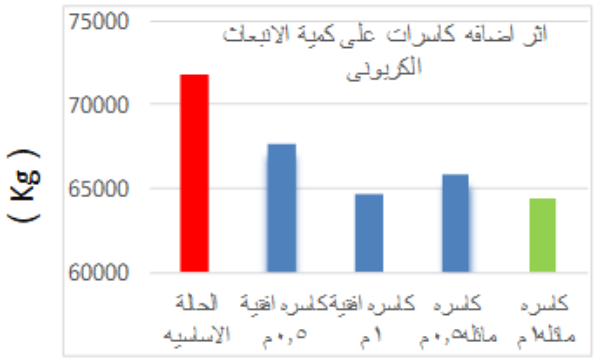
البند	البيانات							
	كمية الطاقة المستهلكة للتبريد		كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة		ساعات عدم الراحة		كميه الانبعاث الكربونى المنبعثة سنوياً kg	
	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	ساعات عدم الراحة	نسبة ساعات عدم الراحه %	سنوياً	للمتر
الحالة الاساسيه	53337	26.6	13353	6.6	1299	14.8%	71790	35.8
كاسره شمس افقية 0.5م	47879	23.9	14369	7.1	1282	14.6%	67717	33.8
كاسره شمس افقية 1م	43658	21.8	15325	7.6	1273	14.5%	64637	32.3
كاسره شمس مائلة 0.5 م	43767	21.9	15062	7.5	1255	14.3%	65875	32.9
كاسره شمس مائلة 1م	39324	19.6	16621	8.3	1260	14.4%	64362	32.1

يوضح الجدول (2) :-

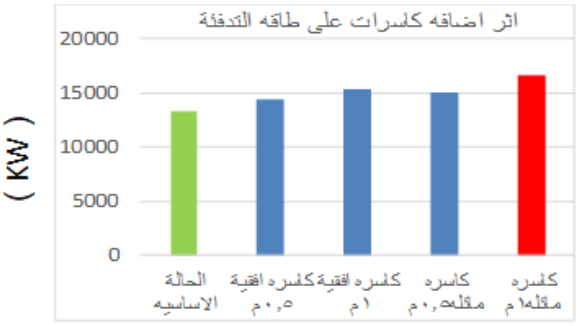
- يلاحظ في الشكل (9) اعلى خفض في استهلاك الطاقه للكاسره الشمسية المائله بمعدل خفض بمعدل 14013 كيلو وات سنويا بمعدل 7 كيلو للمتر بنسبه 27 % عن الحاله الأساسية.
- يلاحظ في الشكل (10) ارتفاع في استهلاك التدفئه عند استخدام الكاسرات الشمسيه بمعدل من 0.5 الى 1.7 كيلو وات للمتر الواحد بنسبه من 8 الى 20 % عن الحاله الاساسيه ، ويرجع ذلك لتقليل كميه الاشعاع الشمسى داخل الفراغ في الشتاء ، وتقل الراحه الحرارية الذى يؤدى الى ستهلاك زائد لطاقه التدفئه .
- يلاحظ الخفض بمعدل 17الى 33 ساعه سنوياً بنسبه 2 الى 4 %.
- يلاحظ في الشكل (11) الخفض في كميه الانبعاث الكربونى للكاسره الشمسيه المائله بمعدل 3.7 كيلو جرام للمتر بنسبه 11% عن الحاله الاساسيه بعكس الكاسرات الأخرى التى تخفض الانبعاث الكربونى بمعدل 2 الى 29 كيلو وات للمتر الواحد سنوياً.



الشكل (9) اثر اضافه كاسرات شمسيه على استهلاك طاقة التبريد



الشكل (11) اثر اضافه كاسرات شمسيه على كميه الانبعاث الكربونى



الشكل (10) اثر اضافه كاسرات شمسيه على استهلاك طاقة التدفئه

دراسه تأثير تغيير نسبه الفتحات بالنسبه للحائط (WWR) window to wall ratio:

يتم في تلك الدراسة دراسة أثر تغيير مساحة الشبابيك لجميع فتحات الحائط الخارجي على كمية الطاقه المستهلكه للتبريد والتدفئه ومستوى الراحة الحرارية وكميه الانبعاث الكربونى، وتتم الدراسة بتغيير نسب الفتحات للمبنى ومقارنتها مع الحالة الاساسية للمبنى Base Case لمعرفه مدى تأثيرها لتقليل استهلاك الطاقه.

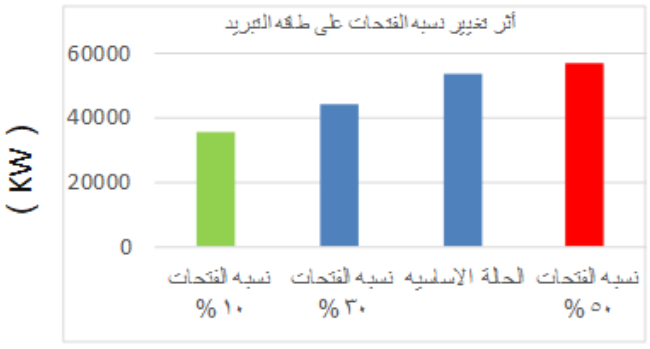
وتتم الدراسه على نسبه مختلفه 10% و 30% و50% ومقارنتها مع النسبه للحالة الأساسية 45% لتحديد النسبه الأنسب في خفض استهلاك الطاقه.

الجدول (3) مقارنه اثر تغيير نسبه الفتحات على نموذج محل الدراسة/ المصدر: الباحث

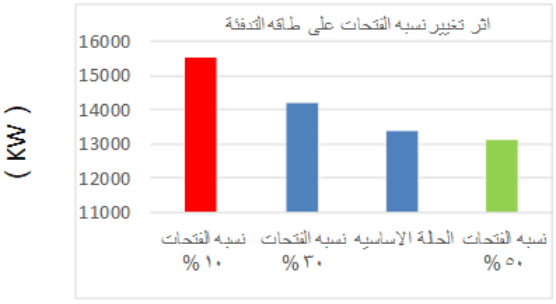
البند	البيانات							
	كمية الطاقة المستهلكة للتبريد		كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة		ساعات عدم الراحة		كميه الانبعاث الكربونى المنبعثة سنوياً Kg	
	الطاقة المستهلكة سنوياً (KW)	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	الطاقة المستهلكة سنوياً (KW)	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	ساعات عدم الراحة	نسبة ساعات عدم الراحه %	سنوياً (Kg)	للمتر (Kg/m2)
نسبه الفتحات للحائط %10	35313	17.6	15514	7.7	1207	13.7%	63009	31.5
نسبه الفتحات للحائط %30	44406	22.2	14198	7	1237	14.1%	65547	32.7
الحالة الاساسية %45	53337	26.6	13353	6.6	1299	14.8%	71790	35.8
نسبه الفتحات للحائط %50	56465	28.2	13117	6.5	1318	15 %	74107	37

يوضح الجدول (3) :-

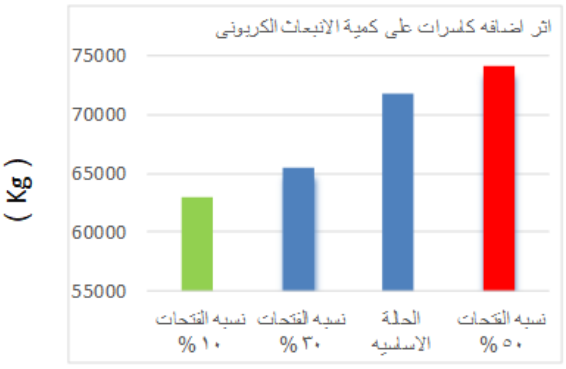
- يلاحظ في الشكل(12) تأثير تغيير نسبه الفتحات على كميه استهلاك الطاقه ، حيث تساعد نسبه الفتحات 10-30% في خفض استهلاك الطاقه بمعدل من 4.4 الى 9 كيلو وات للمتر سنوياً بنسبه 34 الى 17 % عن الحاله الاساسيه ، كما يلاحظ زياده في كميه الطاقه المستهلكه للنسبه 50% بمعدل 1.6 كيلو وات للمتر سنوياً بنسبه 6% عن الحاله الاساسيه.
- يلاحظ في الشكل (13) ارتفاع في استهلاك طاقه التدفئة للنسبه10% بمعدل من 1.1 كيلو وات للمتر الواحد بنسبه من 14 % عن الحاله الاساسيه ، ويرجع ذلك لتقليل كميه الاشعاع الشمسى داخل الفراغ في الشتاء ، وتقل الراحه الحرارية الذى يؤدى الى استهلاك لطاقه التدفئه.
- يلاحظ في الشكل (14) الخفض في كميه الانبعاث الكربونى لنسب الفتحات 10-30% بمعدل من 4.3 الى 3.1 كيلو وات للمتر بنسبه من 9 الى 13% عن الحاله الاساسيه ، يلاحظ زياده في كميه الانبعاث الكربونى للنسبه 50% بمعدل 1.2 كيلو جرام للمتر الواحد بنسبه 4%.



الشكل (12) اثر تغيير نسبه الفتحات على استهلاك طاقة التبريد



الشكل (13) اثر تغيير نسبه الفتحات على استهلاك طاقة التدفئه



الشكل (14) اثر تغيير نسبه الفتحات على كميه الانبعاث الكربونى

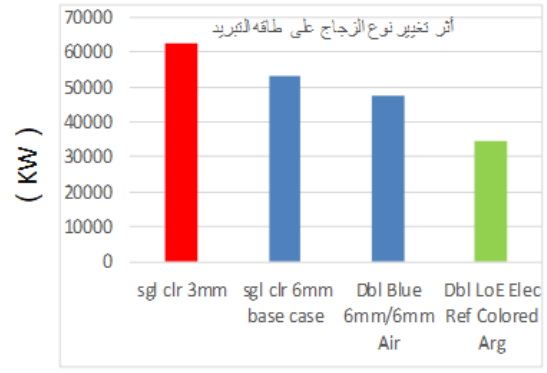
دراسة تأثير تغيير نوع الزجاج المستخدم في الفتحات الخارجية:-

يتم دراسه نوع الزجاج المستخدم في المبنى، ولاختيار الزجاج الأمثل لنموذج محل الدراسة والذى يحقق افضل كفاءه في توفير استهلاك الطاقه وتحقيق جوده هواء افضل داخل المبنى.

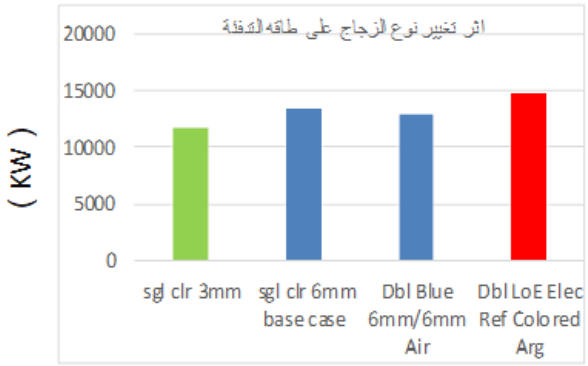
تم اختيار عينات مختلفه من الزجاج كما هو مذكور في الجدول (4) والتي تمثل اغلب أنواع الزجاج المتوفره بالسوق المحلى والعالمى:-

يوضح الجدول (3) :-

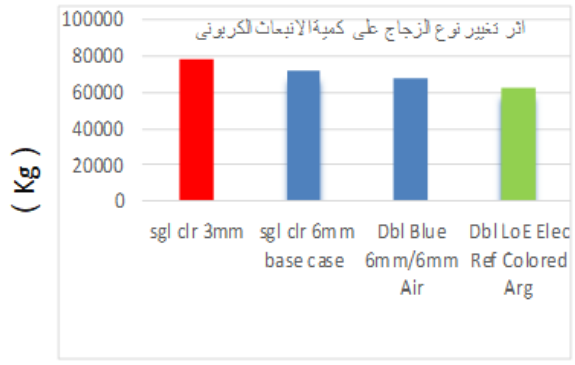
- يلاحظ في الشكل (15) تأثير تغيير نوع الزجاج على كميه استهلاك الطاقه ، حيث يساعد الزجاج الشفاف 3مم المفرد على زيادة استهلاك الطاقه بمعدل 4.5 كيلو وات للمتر سنوياً بنسبه 15% عن الحاله الأساسية.
- يلاحظ في الشكل (15) خفض في استهلاك الطاقه للزجاج المزدوج سمك 13/6 مم فراغ من غاز الارجون بمعدل 9.4 كيلو وات للمتر الواحد بنسبه 46% سنوياً.
- يلاحظ ان افضل زجاج هو والذى يقدم اعلى خفض في استهلاك للطاقه لعمليه التبريد Dbl LoE Elec Ref Colored 6mm/13m Arg
- يلاحظ في الشكل (16) خفض في استهلاك الطاقه لعمليه التدفئة للزجاج المفرد الشفاف 3مم بمعدل 0.8 كيلو وات بنسبه 12% سنوياً عن الحاله الاساسيه.
- يلاحظ في الشكل (17) خفض في كميه الانبعاث الكربونى للزجاج Dbl LoE Elec Ref Colored 6mm/13m Arg بمعدل 4.6 كيلو جرام للمتر بنسبه 14 % بينما يقدم الزجاج المفرد الشفاف 3مم اعلى قيمه انبعاث كربونى بمعدل 3كيلو جرام للمتر الواحد بنسبه 8% عن الحاله الأساسية.



الشكل (15) اثر تغيير توع الزجاج على استهلاك طاقة التبريد



الشكل (16) اثر تغيير توع الزجاج على استهلاك طاقة التدفئه



الشكل (17) اثر تغيير توع الزجاج على كميه الانبعاث الكربونى

الجدول (4) أنواع الزجاج المستخدم في دراسة تحديد قطاع الزجاج الأمثل للنموذج محل الدراسة

U- value (w/m2-k)	Direct solar transmission	Total solar transmission (SHGC)	اسم الزجاج	م
5.894	0.837	0.861	sgl clr 3mm	1
5.778	0.48	0.62	sgl clr 6mm	2
3.094	0.373	0.503	Dbl Blue 6/6mm Air	3
1.323	0.047	0.106	Dbl LoE Elec Ref Colored	4

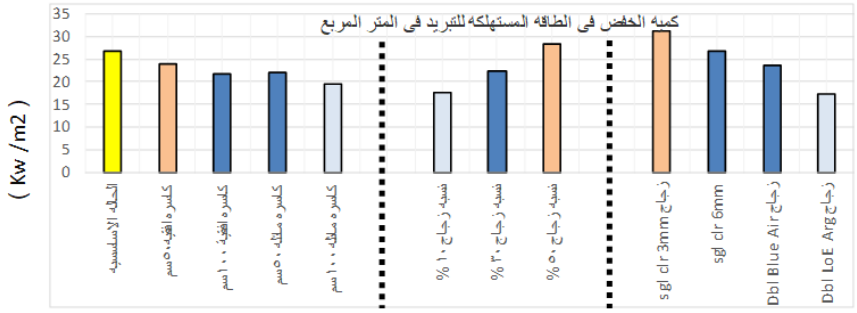
الجدول (5) مقارنه اثر تغيير نوع الزجاج على نموذج محل الدراسة / المصدر: الباحث

البند	البيانات							
	كمية الطاقة المستهلكة للتبريد		كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة		ساعات عدم الراحة		كميه الانبعاث الكربونى المنبعثة سنوياً kg	
	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	متوسط ساعات عدم الراحة	متوسط مستوى الراحة	سنوياً	للمتر
sgl clr 3mm	62262	31.1	11777	5.8	1303	14.8%	77631	38.8
sgl clr 6mm base case	53337	26.6	13353	6.6	1299	14.8%	71790	35.8
Dbl Blue 6mm/6mm Air	47471	23.7	12877	6.4	1246	14.2%	67170	33.5
Dbl LoE Elec Ref Colored 6mm/13m Arg	34597	17.2	14728	7.3	1200	13.6%	62427	31.2

مقارنه جميع الفئات :-

الجدول (6) يوضح المقارنه بين نتائج كميه الطاقه المستهلكه للتبريد للمتر الواحد مع الحاله الاساسيه / المصدر الباحث

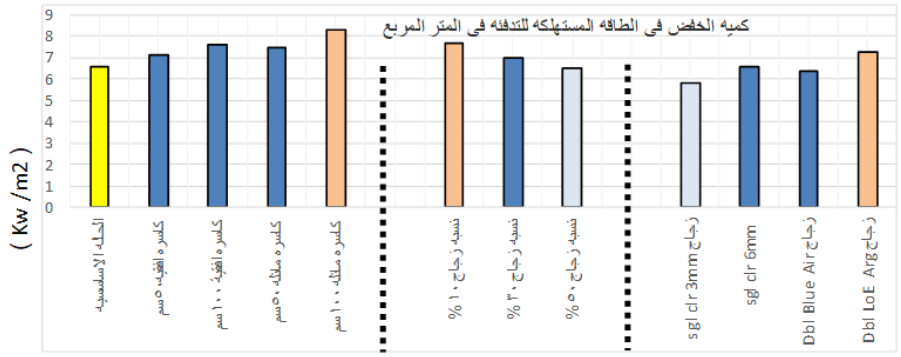
دراسه تحسين نموذج محل لكميه الطاقه المستهلكه للتبريد للمتر												
دراسه تاثير تغيير نوع الزجاج				دراسه تأثير تغيير WWR			دراسه تأثير أضافه تظليل على الوجهات					
LoE Elec Ref Colored Dbl 6mm/13m Arg	Dbl Blue 6mm/6mm Air	sgl clr 6mm base case	sgl clr 3mm	فتحات 50%	فتحات 30%	فتحات 10%	تظليل افقى 100 سم	تظليل مائل 50 سم	تظليل افقى 100 سم	تظليل افقى 50 سم	الحاله المرجعيه	
17.2	23.7	26.6	31.1	28.2	22.2	17.6	19.6	21.9	21.8	23.9	26.6	
		الحاله الاساسيه			الحاله الافضل			الحاله الاسواء				



الشكل (18) الرسم البيانى لكميه الطاقه المستهلكه للتبريد في المتر المربع / المصدر : الباحث

الجدول (7) يوضح المقارنه بين نتائج كميه الطاقه المستهلكه للتدفئه للمتر الواحد مع الحاله الاساسيه / المصدر الباحث

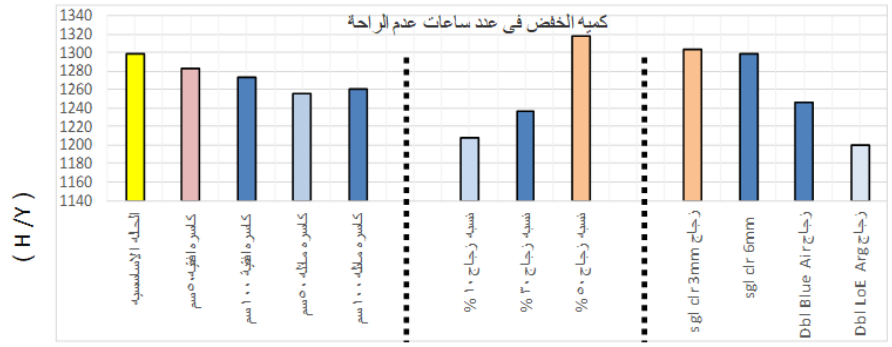
دراسه تحسين نموذج محل لكميه الطاقه المستهلكه للتدفئه للمتر												
دراسه تاثير تغيير نوع الزجاج				دراسه تأثير تغيير WWR			دراسه تأثير أضافه تظليل على الوجهات					
LoE Elec Ref Dbl Colored 6mm/13m Arg	Dbl Blue 6mm/6mm Air	sgl clr 6mm base case	sgl clr 3mm	فتحات 50%	فتحات 30%	فتحات 10%	تظليل افقى 100 سم	تظليل مائل 50 سم	تظليل افقى 100 سم	تظليل افقى 50 سم	الحاله المرجعيه	
7.3	6.4	6.6	5.8	6.5	7	7.7	8.3	7.5	7.6	7.1	26.6	
		الحاله الاساسيه			الحاله الافضل			الحاله الاسواء				



الشكل (19) الرسم البيانى لكميه الطاقه المستهلكه للتدفئة في المتر المربع / المصدر: الباحث

الجدول (8) يوضح المقارنه بين نتائج عدد ساعات عدم الراحه مع الحاله الاساسيه / المصدر الباحث

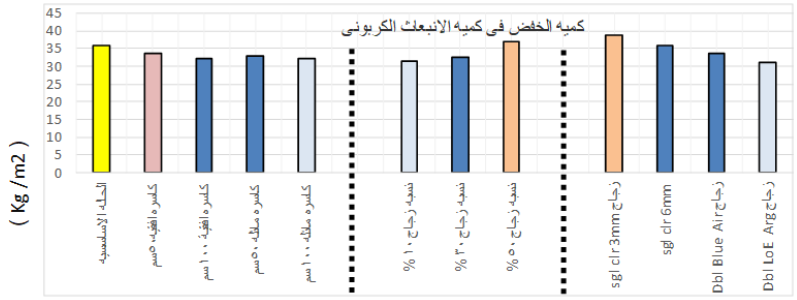
دراسه تحسين نموذج محل لعدد ساعات عدم الراحة												
دراسه تأثير تغيير نوع الزجاج				دراسه تأثير تغيير WWR				دراسه تأثير أضافه تظليل على الوجهات				
LoE Elec Ref Dbl Colored 6mm/13m Arg	Dbl Blue 6mm/6mm Air	sgl clr 6mm base case	sgl clr 3mm	فتحات 50%	فتحات 30%	فتحات 10%		تظليل افقى 100 سم	تظليل مائل 50 سم	تظليل افقى 100 سم	تظليل افقى 50 سم	الحاله المرجعيه
1200	1246	1299	1303	1318	1237	1207		1260	1255	1273	1282	1299
		الحاله الاساسيه			الحاله الافضل				الحاله الاسواء			



الشكل (20) الرسم البيانى لعدد ساعات عدم الراحة / المصدر: الباحث

الجدول (9) يوضح المقارنه بين نتائج كميه الانبعاث الكربونى للمتر الواحد مع الحاله الاساسيه
المصدر الباحث

دراسه تحسين نموذج محل لكميه الانبعاث الكربونى للمتر												
دراسه تأثير تغيير نوع الزجاج				دراسه تأثير تغيير WWR				دراسه تأثير أضافه تظليل على الوجهات				
LoE Elec Ref Dbl Colored 6mm/13m Arg	Dbl Blue 6mm/6mm Air	sgl clr 6mm base case	sgl clr 3mm	فتحات 50%	فتحات 30%	فتحات 10%		تظليل افقى 100 سم	تظليل مائل 50 سم	تظليل افقى 100 سم	تظليل افقى 50 سم	الحاله المرجعيه
31.2	33.5	35.8	38.8	37	32.7	31.5		32.1	32.9	32.3	33.8	35.8
		الحاله الاساسيه			الحاله الافضل				الحاله الاسواء			



الشكل (21) الرسم البيانى لكميه الانبعاث الكربونى في المتر المربع / المصدر: الباحث

تطبيق المعالجات على الحاله الاساسية:

بدراسه إمكانية تحسين كفاءه استهلاك الطاقه وجوده البيئة الداخلية لنموذج محل الدراسة ، باستخدام معالجات الفتحات فقط وقياس مدى تأثيرها على خفض استهلاك الطاقه ، سوف يتم عمل المحاكاه من خلال تطبيق المعالجات الأفضل في كل عنصر ويحقق افضل كفاءه في استهلاك الطاقه لقياس حجم خفض الطاقه المستهلكة في المبنى ومقارنتها مع الحالة الاساسيه .

يتم التطبيق والمقارنه على حالتيين تتمثل في الأتى:

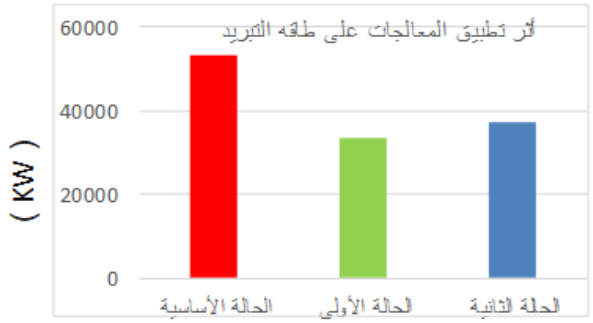
1- تطبيق المعالجات الخاصه بالفتحات الخارجية للمبنى فقط مثل نوع الزجاج ومساحه الفتحات والكاسرات

2- تطبيق تغيير نسبه الفتحات واستخدام كاسرات فقط في حاله صعوبه تغيير نوع الزجاج المستخدم

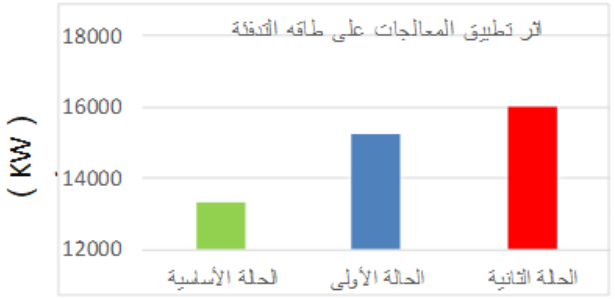
يوضح الجدول (3) :-

يلاحظ ان الحاله الاولى تقوم بخفض استهلاك الطاقه بمعدل 9.8 كيلو وات للمتر بنسبه 37% عن الحاله الاساسيه والحاله الثانية بمعجل 8 كيلو وات للمتر بنسبه30% عن الحاله الاساسيه.

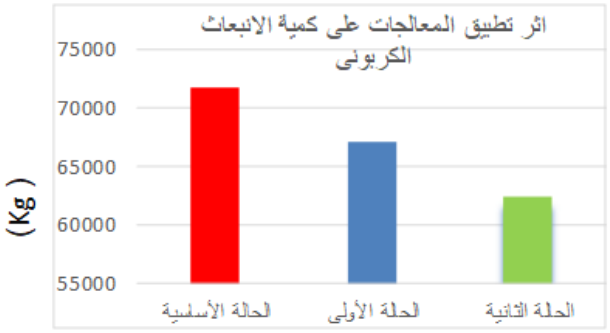
- يلاحظ الفارق في حاله تغيير نوع الزجاج من عدمه يخفض في استهلاك الطاقه بنسبه 7% عن الحاله الثانيه.
- يلاحظ اعلى قيمه لاستهلاك طاقه التدفئه هي الحاله وليست الحاله الاساسيه بمعدل زيادة 1.4 كيلو وات للمتر سنوياً بنسبه 17% .
- يلاحظ ان الحاله الاساسيه هي الحاله الأفضل في خفض استهلاك الطاقه.
- يلاحظ الخفض في ساعات عدم الراحه في الحاله الثانيه بمعدل 92 ساعه عن الحاله الثانية التي تقوم بخفض 69 ساعه سنوياً .
- يلاحظ خفض في كميه الانبعاث الكربونى للحاله الثانية حيث توفر كميه انبعاث كربونى بمعدل 4.7 كيلو جرام للمتر بنسبه 14% بعكس الحاله الاولى التي تقوم بخفض الانبعاث الكربونى بنسبه 2.3 كيلو جرام للمتر بنسبه 4% سنوياً عن الحاله الاساسيه.



الشكل (22) اثر تطبيق المعالجات على استهلاك طاقه التبريد



الشكل (23) اثر تطبيق المعالجات على استهلاك طاقه التدفئه



الشكل (24) اثر تطبيق المعالجات على كمية الانبعاث الكربونى

مناقشة لنتائج محاكاة النموذج بعد تطبيق أفضل الحلول السابقة وأكثرها من حيث خفض معدلات استهلاك الطاقه:-

من خلال تطبيق أفضل البدائل التصميمية المقترحة لخفض إجمالى الطاقة الكهربائية المستهلكة الادارى تبين الاتى : -

الجدول (10) يوضح المقارنه بين نتائج الحالات المقترحه مع الحاله الاساسيه / المصدر: الباحث

البند	البيانات							
	كمية الطاقة المستهلكة للتبريد		كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة		ساعات عدم الراحة		كميه الانبعاث الكربونى المنبعثة سنوياً kg	
	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	الطاقة المستهلكة سنوياً	معدل استهلاك الطاقة للمتر المربع KW/m2	متوسط ساعات عدم الراحة	متوسط مستوى الراحة	سنوياً	للمتر
الحالة الاساسيه	53337	26.6	13353	6.6	1299	14.8%	71790	35.8
الحالة الاولى	33781	16.8	15252	7.6	1207	13.7%	67012	33.5
الحاله الثانية	37369	18.6	16008	8	1230	14 %	62427	31.2

الجدول (11) يوضح كميه الوفر في الطاقه للمعالجات المستخدمه في عمليه المحاكاه / المصدر: الباحث

نتائج عمليه المحاكاه							
	المعيار	طاقه التبريد		طاقه التدفئه		الانبعاث الكربونى	
		كميه الطاقه للمتر KW/m2	نسبه الوفر %	كميه الطاقه للمتر KW/m2	نسبه الوفر %	كميه الطاقه للمتر KW/m2	نسبه الوفر %
	الحاله الاساسيه	26.6	%100	6.6	%100	35.8	%100
الكاسرات الشمسيه	كاسره شمس افقية 0.5م	23.9	%11-	7.1	%8+	33.8	%6-
	كاسره شمس افقية 1م	21.8	%19-	7.6	%14+	32.3	%10-
	كاسره شمس مائلة 0.5 م	21.9	%19-	7.5	%13+	32.9	%9-
	كاسره شمس مائلة 1م	19.6	%27-	8.3	%21+	32.1	%11-
نسبه الفتحات	نسبه الفتحات للحائط 10%	17.6	%34-	7.7	%15+	31.5	%17-
	نسبه الفتحات للحائط 30%	22.2	%17-	7	%6+	32.7	%9-
	نسبه الفتحات للحائط 50%	28.2	%6+	6.5	%2-	37	%4+
نوع الزجاج	sgl clr 3mm	31.1	%15+	5.8	%13-	38.8	%8+
	Dbl Blue 6mm/6mm Air	23.7	%11-	6.4	%4-	33.5	%7-
	Dbl LoE Elec Ref Colored 6mm/13m Arg	17.2	%37-	7.3	%10+	31.2	%13-

النتائج:-

- ضرورة استخدام استراتيجيات التصميم السلبى في المباني الإدارية وذلك لخفض استهلاك الطاقه.
- كفاءه واهميه تطبيق طرق التظليل للمبانى بهدف خفض استهلاك الطاقه وتحقيق كفاءه افضل لجوده الهواء الداخلى حيث اثبتت الدراسه قدره الكاسرات على خفض الطاقه بمعدل من 3 الى 7 كيلو وات للمتر سنوياً حيث تساعد الكاسره المائله بروز 1م بخفض استهلاك الطاقه بنسبه 27% سنوياً عن الحاله الاساسيه.
- قدره تطبيقات الحاسب على تحديد نسبه الفتحات المناسبه لخفض استهلاك الطاقه حيث اثبتت الدراسه ان الفتحات 10% من مساحه الحائط تحقق افضل كفاءه لخفض استهلاك الطاقه الا انها تقلل من الرؤيه الخارجية ، لتصبح النسبه 30% هي الأفضل في حاله الموازنه بين خفض كميه الطاقه وعدم اعاقه الرؤيه الخارجيه للمبنى .
- اقل معدل خفض لاستهلاك الطاقه لنوع الزجاج الشفاف سمك 3مم (sgl clr 3mm) واعلى معدل خفض للطاقه للزجاج المزودج فراغ من الغاز الارجون(Dbl LoE Elec Ref Colored 6mm/13m Arg)
- أهمية استخدام برامج محاكاة الأداء الحرارى للمباني والتى تساعد المعمارى فى مقارنة عدة بدائل تصميمية تمكنة من الوصول إلى قرارت تصميمية سليمة.
- اثبتت معالجه الفتحات دورها في خفض استهلاك الطاقه بعد تطبيق المعالجات والاستراتيجيات على نموذج المبنى الإداري محل الدراسة بمدينه الجيزه وحققت اجمالى وفر في الطاقه المستهلكه بمقدار حوالى من 30 الى 37 % من اجمالى الطاقه المستهلكه سنوياً.
- انخفض استهلاك الطاقه للمتر من 26.6 كيلو وات للمتر الى 16.8 كيلو وات للمتر بمعدل فارق 9.8 كيلو وات للمتر الواحد سنوياً.

التوصيات:-

توصيات عامه:-

- يجب ان يقلل تصميم المباني من الطلب على الطاقه .
- يجب ان تتحرك الحكومه في وضع قوانين لترشيد استهلاك الطاقه في المباني.
- يجب دراسه النسب الأفضل للفتحات للمبانى الإدارية من خلال برامج المحاكاه قبل الانشاء لتفادى عمليه المعالجه بعد التشغيل .

- يجب دراسه وادراج عناصر Photo Cell على الكاسرات الشمسيه لتوفير استهلاك الطاقه
- يجب دراسه استخدام الطاقه البديله لتوليد الطاقه للمبانى الإدارية لتحقيق استدامه المباني لتصل النوعيه من المباني إلى ما يسمى Zero Energy Building
- يجب تحديد نوع الزجاج المستخدم بناء على معامل اكتساب الحراره والانتقاليه الحراريه المناسبه للبيئه المحيطه لتقليل استهلاك الطاقه وتطبيق ذلك من خلال برامج المحاكاه قبل الانشاء .
- استخدام الزجاج الملون للبيئه ذات الاشعاع الشمسى العالى افضل من الزجاج الشفاف لتقليل كميه الاشعاع النافذ داخل المباني.
- ضروره استخدام برامج المحاكاه اثناء عمليه التصميم لتحديد النسبه الأفضل للفتحات ونوع الزجاج المستخدم وطرق التظليل اللتى تناسب المباني الاداريه لتفادى الهدر في استهلاك الطاقه.

الأبحاث المستقبليه:-

- ضروره دراسه الغلاف الخارجي للمبانى مع وضع في الاعتبار معايير ترشيد استهلاك الطاقه في نظم التقييم المحلية (ترشيد ، الهرم الأخضر)
- ضروره تطبيق الكود المصرى لترشيد استهلاك الطاقه في المباني قبل مرحله التصميم
- يجب دراسه استخدام الطاقه البديلة وتأثيرها على المباني الاداريه للوصول الى Zero Energy Building
- يجب زيادة الدراسات على نسبه الفتحات للحوائط الخارجيه لتحديد النسبه الأمثل للفتحات للمبانى حتى تكون مرجعيه للمصمم المعمارى
- يجب دراسه أضافه واستخدام العازل الحرارى للحوائط الخارجيه للغلاف الخارجي مع النوافذ لزياده ترشيد استهلاك الطاقه

توصيات الدراسات الاكاديمية:-

- ضروره ادراج برامج المحاكاه في المناهج الدراسيه وضروره تطبيق استراتيجيات التصميم السلبى للمبانى
- يجب زياده الأبحاث اللتى تهتم بدراسه الغلاف الخارجي للمبنى بهدف خفض استهلاك الطاقه ودراسه التقنيات الحديثه لرفع كفاءه المبنى.
- يجب زياده الدراسات للكود المصرى لتحسين كفاءه الطاقه وتطبيقها على المبنى للحصول على اليه تساعد المصمم المعمارى في تصميم المباني.
- عمل أبحاث على تطبيق نظم تقييم المباني البيئيه على أنواع المباني المختلفه وانشاء منهجيه واليه تساعد المصمم المعمارى في تفادى استهلاك الطاقه اثناء التصميم.

المراجـع

المراجع العربية:

[1] الوكالة الدوليه للطاقة المتجدده،افاق الطاقة المتجدده فى مصر استناداً إلى تقييم جاهزية الطاقة المتجدده وتحليل (remap).ص3

[2] السلقينى، روضة،٢٠١٧م، العمارة التقليدية الشمسية كمنطلق لتحسين إستهلاك المبانى للطاقة"، ورقة بحثية،مجلة جامعة البعث،المجلد٣٩ ،١ لعدد٢٩ ، ص99

[3] على، شيماء ،(٢٠١٨)،التصميم البيئى وكفاءة إستخدام الطاقة فى تصميم مسكن محدودي الدخل"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان، ص ٨٧ .

[4] Ghose A, McLaren S, Dowdell D ,2017 , Environmental assessment of deep energy refurbishment for energy efficiency-case study of an office building in New Zealand , Building and Environment ,117 ,11Pag

[5] Yu J ,Tian L , Xu X , 2015 Evaluation on Energy and Thermal Performance for Office Building Envelope in Different Climate Zones of China, Energy and Buildings 86,13Pag

[6] Poirazis H, Blomsterberg A, Wall M,2008 , 'Energy Simulations for Glazed Office Buildings in Sweden', Energy and Buildings ,40, 9 Pag

[7] Cheung Y, Moe M,2011 retrofit Measures For High-Rise Office Building Air Leakage Control.Proce Engineerimg ,14,7 Pag

[8] Binu Parthan, 2010 Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP), Vienna International Centre, Wagramerstrasse 5 , 13 Pag

[9] 'المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء ، الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة (المبانى التجارية)'.ص99

[10] 'المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء ، الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة (المبانى التجارية)'.ص100

[11] Rathi P,2012 ,Optimization of Energy Efficient Windows in Office Buildings', MASTER OF SCIENCE, Kent State University, 2012.Pag 5

[12] Rathi P,2012 ,Optimization of Energy Efficient Windows in Office Buildings', MASTER OF SCIENCE, Kent State University, 2012.Pag 6

[13] Rathi P,2012 ,Optimization of Energy Efficient Windows in Office Buildings', MASTER OF SCIENCE, Kent State University, 2012.Pag 7

[14] Carmody J , Haglund K,2012 'Measure Guideline : Energy-Efficient Window Performance and Selection', Building Technologies Program,PXI

[15] Carmody J , Haglund K,2012 'Measure Guideline : Energy-Efficient Window Performance and Selection', Building Technologies Program,PX2

[16] Yomna E, 2009 'BUILDING SKINS IN THE AGE OF INFORMATION TECHNOLOGY', MASTER OF SCIENCE , FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY ,.P121

[17] Shahwarzi S, 2014 'The Evaluation of Office Buildings in Terms of Shading Devices', Sahel Shahwarzi , Eastern Mediterranean University.P27.

[18] محمد، أحمد، (٢٠١١م) ،إستخدام المحاكاة لتقييم وتحسين الأداء الحرارى للمبانى السكنية (دراسة حالة: مدينة أسيوط الجديدة)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة أسيوط. ص65

[19] على، شيماء ،(٢٠١٨)،التصميم البيئى وكفاءة إستخدام الطاقة فى تصميم مسكن محدودي الدخل"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان، ص 92 .

[20] على، عبدالمنطلب، 2008.، "المفرادات المعمارية لمبانى الأقاليم الحارة الصحراوية مبنى كلية التربية الرياضية جامعة أسيوط – مصر كمثال تطبيقى"مجلة العلوم والتكنولوجيا، مجلد١٣ ،العدد1 ،