Journal of
Engineering Sciences
Faculty of Engineering
Assiut University
JES
مجلة
العلوم الهندسية
كلية الهندسة
جامعة أسيوط
journal homepage: http://jesaun.journals.ekb.eg

تطبيق إستراتيجيات رفع كفاءة الطاقة على استهلاكها في المباني الجامعية باستخدام برنامج Design Builder " دراسة حالة مبنى كلية التجارة بجامعة سوهاج كحالة دراسة"

Applying energy efficiency strategies to university buildings using Design Builder program "Case study of the Faculty of Commerce building at Sohag University as a case study"

Received 20 December 2024; Revised 4 February 2025; Accepted 4 February 2025

Abstract: University buildings consume a large percentage of energy rates in buildings in general due to their occupants, their activities and their occupancy pattern, as the higher education sector constitutes a small but important part of the existing global buildings sector, which is 20% of the non-residential horizontal area. Universities can be considered “small cities” due to their size, number of occupants, and various complex activities. Therefore, huge energy savings can be achieved when improving and raising the efficiency of energy consumption in this sector. Therefore, the research focuses on evaluating the energy efficiency of university educational buildings, the standards followed to reduce energy consumption in the educational building and identifying the most important strategies that must be followed to adapt university buildings using the Design Builder program, as many universities around the world have moved to reduce energy consumption in buildings and university campuses to be a nucleus for spreading awareness in the wider community about the importance of energy efficiency due to the huge potential for reducing energy in this sector. The research concluded with a set of results, the most important of which are: The use of double walls is an effective means of increasing the thermal conductivity of the wall; The thermal conductivity of a material increases with the thickness of that material, and the total thermal conductivity of a multi-layer material is the sum of the thermal conductivity of all the layers

(هبة الله أنور خليف) [1]
Heba Talah Anwar khelef
(أحمد عبد الرحيم فرغلي) [2]
Ahmed AbdElRahim Farghaly
(محمد حلمى الحفناوى) [3]
Mohamed Helmy ElHafnawy

Keywords:
Green architecture - energy consumption - positive strategies - negative strategies - university buildings methods

[1] مدرس مساعد بقسم الإنشاءات المدنية والمعمارية- كلية التكنولوجيا و التعليم جامعة سوهاج (**Heba043@gmail.com**)
[2] أستاذ الهندسة المدنية وعميد كلية التكنولوجيا والتعليم – كلية التكنولوجيا و التعليم جامعة سوهاج (khodary20002000@yahoo.com)
[3] أستاذ ورئيس قسم العمارة ووكيل كلية الفنون الجميلة للدراسات العليا والبحوث – كلية الفنون الجميلة جامعة أسيوط
(Mohamed@fart.aun.edu.eg)(mhelmy1974@yahoo.com.au)

https://doi.org/10.21608/jesaun.2025.346223.1394
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

inside it. The effect of different alternatives on the energy consumption of the roof varies, but the most effective alternative is to make a canopy of wood with a green roof underneath it. Sun breakers also have a greater effect when used on the windows of the southern facade.

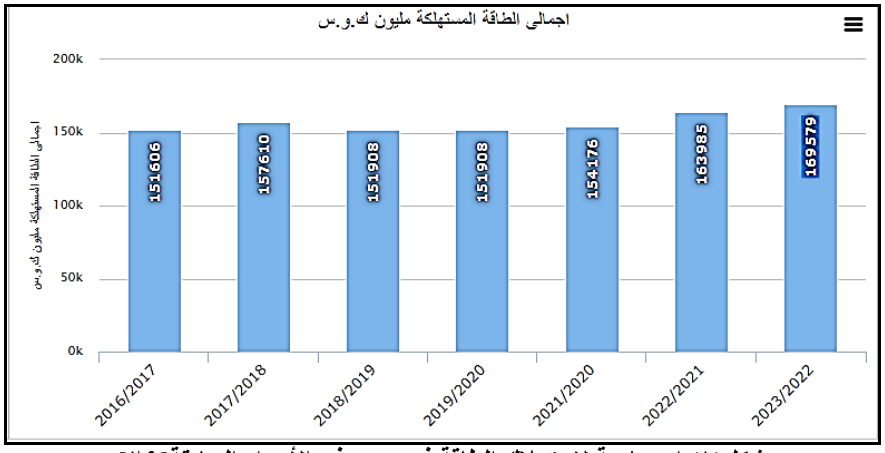
الكلمات الرئيسية:
العمارة الخضراء – استهلاك الطاقة – الإستراتيجيات الموجبة – الإستراتيجيات السالبة – المباني الجامعية

الملخص: تستهلك المباني الجامعية نسبة كبيرة من معدلات الطاقة في المباني بشكل عام بسبب شاغليها وأنشطتهم ونمط إشغالها، حيث يشكل قطاع التعليم العالي جزءاً صغيراً ولكن هاماً من قطاع المباني العالمية القائمة والمتمثل في ٢٠ % من المساحة الأفقية غير السكنية، فيمكن اعتبار الجامعات "مدن صغيرة" نظراً لحجمها، وعدد شاغليها، والأنشطة المعقدة المختلفة بها، وبالتالي يمكن تحقيق وفورات ضخمة في الطاقة عند تحسين ورفع كفاءة استهلاك الطاقة في هذا القطاع، لذا يركز البحث على تقييم كفاءة الطاقة في المباني التعليمية الجامعية، والمعايير المتبعة لخفض استهلاك الطاقة في المبنى التعليمي وتحديد أهم الإستراتيجيات التي يجب إتباعها لتكيف المباني الجامعية وذلك باستخدام برنامج **Design Builder**، حيث اتجهت العديد من الجامعات على مستوى العالم إلى خفض استهلاك الطاقة في المباني والحرم الجامعي لتكون نواه لنشر الوعي في المجتمع الأوسع بأهمية كفاءة الطاقة نظراً للإمكانيات الضخمة لتخفيض الطاقة في هذا القطاع. وقد خلص البحث إلى مجموعة من النتائج أهمها: أن استخدام الحوائط المزدوجة من الوسائل الفعالة لزيادة الموصلية الحرارية للحائط؛ حيث تزداد الموصلية الحرارية للمادة بزيادة سمك هذه المادة، كما أن الموصلية الحرارية الكلية لمادة متعددة الطبقات هي مجموع الموصلية الحرارية لكل الطبقات الداخلة بها، ويتفاوت تأثير البدائل المختلفة على استهلاك الطاقة بالسقف، إلا أن أكثر البدائل فاعلية كان عمل مظلة من الخشب وأسفلها سقف أخضر، كما تؤثر كاسرات الشمس بشكل أكبر عند استخدامها على نوافذ الواجهة الجنوبية.

١. المقدمة

تعد مشكلة الطاقة من المشكلات الرئيسية في كافة الدول الصناعية والدول ذات التعداد السكاني العالي مما أدى إلى تضاعف تكلفة إنتاجها في السنوات الأخيرة بصورة كبيرة ومما أثر بالسلب على ميزانية الدول النامية بصورة خاصة. ويعد توفير الطاقة أحد أهم الاتجاهات الأخيرة للدولة، وذلك نظراً للتكلفة الباهظة لإنتاج الطاقة وارتفاع تكلفة وأسعار الوقود عالمياً، مما أثر على دخل المواطن العادي وتسبب في ضخ أموال كثيرة من الدولة والمؤسسات في هذا الاتجاه. لذلك فان ترشيد استهلاك الطاقة وإيجاد وسائل بديلة صديقة للبيئة يعد أحد أهم الاهتمامات لكافة الدول والمؤسسات حتى تصل إلى توازن بين الإنفاق العام والإنفاق في مصبات أخرى يكون لها مردود أكبر على الإنتاج ورفاهية الفرد. وبمصالحتنا مع البيئة والمحافظة عليها من الملوثات لا نوفر فقط في الطاقة المستهلكة إنما نوجد مناخ صحي خالٍ من التلوث سواء خارج المبنى أو داخله لأن التلوث الموجود داخل المباني أخطر من التلوث الخارجي فالإنسان يعيش فترات زمنية داخل المباني أكثر من تواجده خارجها، والنوافذ المغلقة معظم الوقت مع كثرة استخدام التكييف كلاهما يساهم في الحد من دخول الشمس وجريان الهواء داخل المبنى مما يساهم في انتشار بعض الأمراض. وبالعودة للطبيعة والبيئة يحدث التوازن والاستقرار وتتواجد المباني الطويلة العمر التي تساهم في الحفاظ على التراث والهوية المعمارية المنتمية

للمكان ونحد من المباني المستنسخة من نموذج واحد لم يتغير منذ سنين، وهو النموذج الذي أعتمد في تحقيق الراحة والأمن والجمال على الميكنة التي وإن أدت وظيفتها فهي تستنزف اقتصادنا وتهدر طاقتنا وتعودنا على الكسل وتساعد على انتشار الأمراض. وتحتوي مصر على ما يقرب من ١٢ مليون مبنى حوالى ٦٠٪ منهم مباني سكنية، و٤٠٪ مباني تجارية ويشمل القطاع التجاري(المباني الإدارية والتجارية، والتعليمية وغيرهم)[16]. ويهتم البحث بدراسة تأثير عدد من المعالجات السالبة والموجبة على معدلات استهلاك الطاقة سنوياً للنموذج التعليمي حالة الدراسة في مدينة سوهاج باستخدام برنامج "design builder" لرفع كفاءة استهلاك الطاقة وتحقق الراحة الحرارية للمستخدمين، وتأثير كل بديل من البدائل المقترحة على معدلات استهلاك الطاقة السنوية للوصول إلى البديل الأمثل لكل العناصر المقترحة وتطبيقها جميعاً على النموذج المختار لقياس معدلات الوفر النهائية، وقد أجريت الدراسة على أحد الادوار المتكررة بالكامل وسقف الدور الأخير. ويوضح شكل(١) إحصائية لاستهلاك الطاقة في مصر في الأعوام السابقة.



شكل(١) إحصاءية لإستهلاك الطاقة في مصر في الأعوام السابقة[٢٩]

١,١المشكلة البحثية:

تكمن مشكلة البحث في عدم الاستفادة الكاملة من إمكانيات الإستراتيجيات (السالبة والموجبة) المرتبطة برفع كفاءة الطاقة كأحد مبادئ العمارة الخضراء في حل المشاكل المتعلقة بزيادة استهلاك الطاقة في المباني التعليمية سواء الجديدة أو القائمة وإهمال المصمم المعماري لمحاكاة أداء المبنى ودراسة المعالجات المناخية أثناء مرحلة التصميم للمساعدة على اتخاذ قرارات تصميمية دقيقة وعدم التحديد الدقيق للإستراتيجيات المناسبة مع التطبيق على أحد المباني القائمة.

١,٢الهدف من البحث:

ويهدف البحث إلي تقييم الوضع الراهن لكفاءة الطاقة في المباني التعليمية الجامعية وصولاً الي تحديد مجموعة من الإستراتيجيات السالبة والموجبة المناسبة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في المباني التعليمية مع التطبيق على أحد المباني الجامعية القائمة بجامعة سوهاج كحالة دراسة.

١,٣أهمية البحث:

يأتي البحث متماشياً وداعماً للتوجه المحلي والاقليمي والعالمي لتحقيق التنمية المستدامة وتحقيق رؤية مصر ٢٠٣٠، والتي من أحد مجالات تحقيقها العمارة بشكل عام وترشيد استهلاك الطاقة بشكل خاص، والذي يتواكب مع اتجاه الدولة

نحو ترشيد الاستهلاك وتوفير الطاقة وذلك لرفع كفاءة استهلاك الطاقة كأحد مبادئ العمارة الخضراء و محاولـة الخروج باقتراح منهـج إجرائي عملي للوصـول إلى بيئة حضريـة ذات مقدرة على تلبية الاحتياجات المستقبلية بأقل استهلاك ممكن مع التأكيد على الأهمية التي تكتسيها البيئـة في أي عمليـة عمرانيـة تأتي من خلال معرفة عناصـر البيئـة الحضريـة وتصرفاتهـا تجاههـا.

١,٤المنهجية والأدوات:

يعتمد البحث على منهجين بحثيين أساسيين وهما المنهج الوصفي التحليلي في الجزء النظري بدراسة مفهوم رفع كفاءة استهلاك الطاقة وسبل الوصول إلى ترشيدها، وذلك باستخدام الإستراتيجيات السالبة والموجبة لخفض الاستهلاك ودراسة تأثيرها على المباني التعليمية، ومن خلال المنهج التجريبي يتم دراسة موقع وخصائص المناخ لمدينة سوهاج، ومن ثم دراسة أهم الإستراتيجيات السالبة والموجبة التي يمكن تطبيقها على المباني التعليمة سواء القائمة أو الجديدة وإجراء المحاكاة للمبنى على برنامج Design Builder وتطبيق الإستراتيجيات المحددة بالجزء النظري.

٢.خلفية نظرية عن إستراتيجيات رفع كفاءة استهلاك الطاقة في المبني:

يمكن تعريف كفاءة استهلاك الطاقة بأنها عملية ترشيد و حفظ الطاقة في الموقع عن طريق عمل الدراسة الجيدة لإمكانيات الموقع من حيث توظيف نظم الطاقات المتجددة المتاحة به من خلال التصميم لتلبية احتياجات المبنى من الإضاءة، والتهوية والتدفئة والتبريد، وتوليد الطاقة، وقد يكون ذلك بتطويع الشكل الأساسي للطاقة. مثل إستغلال الطاقة الشمسية لتوفير الإضاءة الطبيعية بقدر الإمكان لأكبر عدد من الساعات، مما يسهم في توفير الطاقة المستهلكة بالإضاءة الصناعية، وكذلك استخدامها في التدفئة، وفي توفير المياة الساخنة عن طريق السخانات الشمسية[٢]. ويمكن تصنيف الإستراتيجيات إلى نوعين رئيسيين: الإستراتيجيات التي يمكن تطبيقها على المباني الجديدة، والإستراتيجيات التي يمكن تطبيقها على المباني القائمة، وسيتم التركيز في الجزء التطبيقي على دراسة الإستراتيجيات التي يمكن تطبيقها على المباني القائمة حالة الدراسة، ويمكن تصنيف الإستراتيجيات المستخدمة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في المبنى إلى الإستراتيجيات السالبة، والإستراتيجيات الموجبة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة، والتي يمكن توضيحها فيما يلي:

١,٢ الإستراتيجيات السالبة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني:

تعرف الإستراتيجيات السالبة بأنها نهج لتصميم المباني المعمارية يستخدم لتقليل استهلاك الطاقة، وتحسين الأداء الحراري داخل المباني[20]. ويهدف إلى إيجاد حلول تصميمية تستفيد من تدفقات الطاقة بإستخدام وسائل طبيعية، وتقليل الحاجة إلى نظم التبريد والتدفئة الميكانيكية[٦]. وفيما يلى شرح لأهم الإسترتيجيات السالبة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني:

١,١,٢الدقة في اختيار الموقع:

تمثل الدقة في اختيار الموقع عاملاً هاماً ومؤثراً في تحقيق المبنى الأخضر، فقد تتنوع أساليب تجنب الظروف القاسية للبيئة الخارجية لتأخذ أشكالاً عدة[٧] نذكر منها توجيه المبنى كما يلي:

أ -توجيه المبنى: ويفضل من منظور الأداء الحراري استطالة المباني في اتجاه المحور الشرقي الغربي. فذلك الوضع يزيد من نسبة الواجهات المطلة على الاتجاه الشمالي والجنوبي، مما يوفر دخول أشعة الشمس عند الحاجة إليها في التدفئة. وإذا تم وضع النوافذ مواجهة للإتجاه الجنوبي فإن شرفات الأسطح العلوية للمنازل ووسائل التظليل والتعريشات النباتية ستكون من أسهل وسائل التظليل التي تحجب أشعة الشمس خلال الأشهر الحارة، بينما تسمح بدخولها خلال الفراغات الداخلية خلال الأشهر الأكثر برودة. أيضا فإن استطالة المباني في الاتجاه الشرقي الغربي تسهل خلق إنارة داخلية متوازنة من خلال السماح بدخول الإضاءة عبر الفتحات[٦].

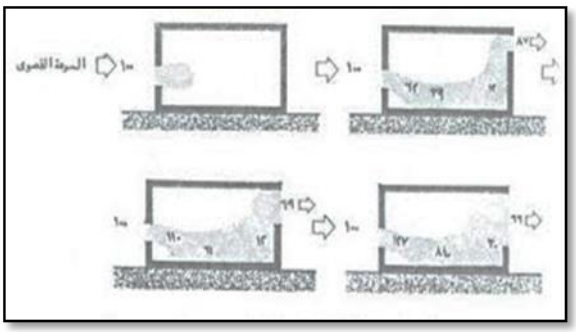
ب -شكل المبنى: حيث إن اختيار الشكل المناسب للمبنى يقلل من استهلاك الطاقة، ويقصد هنا بالشكل المناسب ذلك الشكل الذي يكتسب أكبر كمية من الحرارة في فضل الشتاء، وأقل كمية من الحرارة في فصل الصيف، إذ تتأثر درجة الحرارة الداخلية طردياً مع نسبة المساحة الخارجية والحمل الحراري الإشعاعي على كل واجهة من واجهات المبنى. وتشكل أبعاد المبنى المختلفة من ارتفاع وعمق وعرض الواجهات تأثيراً مباشراً في كمية الإشعاع التي يستقبلها المبنى، ونجد أن الشكل الأمثل لمسقط المبني هو الأكثر مركزية مثل الدائرة والمربع حيث أكبر محتوى وأقل سطح معرض للإشعاع الشمسي، ومع خلخلة الكتلة وعمل فناء داخلي مثلا تزداد مرونة التصميم[١٤].

٢,١,٢تصميم الفتحات:

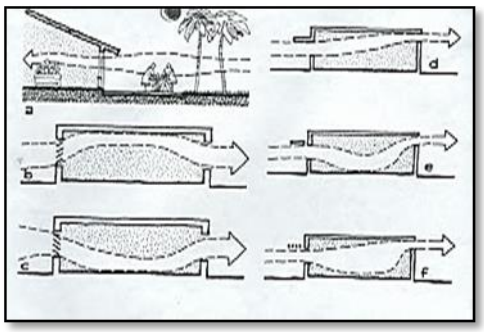
تعتبر النوافذ هي أكثر العناصر اكتسابا للإشعاع الشمسي، حيث إن النفاذ الحرارى لها يفوق أكثر من ٣٠ ضعف الحادث من خلال الأسطح المعتمة[١٣]. كما توفر الفتحات إطلالة على الخارج، كما تزود الفراغات الداخلية بالإضاءة والتهوية الطبيعية فهي تسمح بانتقال الحرارة بطرق مختلفة، كما تسمح بوصول الإشعاع الشمسي للفراغات الذي يكون مطلوباً شتاءاً وغير مرغوب وصوله صيفاً. ويعد التحكم في وصول الطاقة الشمسية خلال الفتحات يوفر الارتياح الحراري لمستخدمي الفراغات الداخلية[14] ، وهناك عوامل يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم الفتحات أهمها:

أ-موقع الفتحات: يحقق موقع فتحات دخول الهواء المواجهة لاتجاه الرياح السائدة حركة هواء جيدة ضمن الفراغ. ويعتبر أفضل اتجاه لحركة الهواء داخل الفراغ عندما تكون فتحة دخول الهواء منحرفة عن مستوى فتحة خروجه. ويعتبر أفضل موقع للفتحات في الواجهات الشمالية، حيث تتلقى أكبر قدر من الإشعاع الشمسي في فصل الشتاء في حين تكون كمية الإشعاع الشمسي أقل ما يمكن في فصل الصيف، وذلك بسبب اختلاف زوايا ميل الأشعة الشمسية التي تكون أقل ما يمكن في فصل الشتاء وتزيد لتقترب من العمودية في فصل الصيف[٢١]. ويوضح شكل(٢)حركة الهواء حسب موقع الفتحات.

ب-مساحة الفتحات: تتناسب سرعة حركة الهواء مع مساحة فتحة دخول الهواء وخروجه. ففي حالة كانت فتحات دخول الهواء صغيرة وفتحات خروج الهواء كبيرة فإن تدفق الهواء يكون مركزاً نحو جهة معينة، وإذا حصل العكس فستكون سرعة حركة الهواء خلالها أقل لكن ستنتشر على مساحة أوسع. وتساهم مساحة الفتحات بصورة كبيرة في كمية الإشعاع الشمسي النافذ إلى فراغات المبنى، لذلك يجب مراعاة تصميمها بطريقة لا تؤثر على كمية الإضاءة المطلوبة للفراغات الداخلية للمبنى الإضاءة المطلوبة، بحيث يمكن أن تصل نسبة مساحة الفتحات إلى الواجهة إلى ٢٥٪للواجهة الجنوبية، من ١٠-٢٠٪فى الواجهتين الشرقية والغربية[١١]. ويوضح شكل(٣)حركة الهواء حسب مساحة الفتحات.



شكل(٢)حركة الهواء حسب موقع الفتحات[٢٧]



شكل(٣)حركة الهواء حسب مساحة الفتحات[٢٧]

جـ-توجيه الفتحات: فتحات المبنى المواجهة لاتجاه الرياح تحقق أكبر سرعة لحركة الهواء الداخلي لأنها تتعرض لأكبر ضغط هوائي. وأن أفضل الفتحات هي الفتحات الواقعة على الواجهة الشمالية. وتعتبر فتحات الواجهة الشمالية أقل الفتحات استقبالا لأشعة الشمس على مدار العام مما يجعلها من أكثر المناطق برودة في المبنى خلال فصل الشتاء، أما الفتحات الموجودة على الواجهتين الشرقية والغربية فإنها تتلقى الإشعاع الشمسي خلال فترات محددة عند شروق الشمس وقبل غروبها. [١٧].

د - نوع المواد المصنع منها الفتحات: يؤثر نوع الزجاج المستخدم فى الفتحات على معدل دخول الإشعاع الشمسي إلى داخل فراغات المبنى، وتختلف نسبة نفاذية الأشعة الشمسية خلال زجاج الفتحات وفقاً لعدة عوامل مثل: زاوية سقوط الأشعة الشمسية، نوع مادة الزجاج المستخدم في الفتحات وسمكه، وعدد الأسطح الزجاجية للفتحات. وتعد فتحات المباني من أضعف عناصره من حيث مقاومتها للأحمال الحرارية، ولذلك يراعى تصميمها بطريقة توفر الإضاءة الطبيعية، وعزل الصوت، ومنع تسرب الحرارة إلى داخل فراغات المبنى[17].

هـ-تظليل الفتحات: يلعب التظليل دوراً هاماً إذ يستخدم للتقليل بشكل كبير من اكتساب المبنى للحرارة، وتحسين نوعية الإضاءة في الفراغات الداخلية. وذلك عن طريق استخدام كاسرات أو مانعات شمسية خارجية، والتى تكون عبارة عن بروزات إنشائية ملحقة بفتحات المباني(الأبواب والشبابيك)، وهى إما رأسية، أو أفقية، أو مركبة وتمتاز بخاصية السماح للأشعة المنخفضة بالدخول إلى المبنى خلال الفترات الباردة ومنع دخولها خلال الفترات الحارة[22] ومن أهم أنواعها ما يلي[19]:

-الكاسرات الأفقية: تكون أكثر فاعلية على نوافذ الواجهة الجنوبية حيث تمنع دخول الإشعاع الشمسى خصوصاً فى فصل الصيف، وذلك لأن زاوية ارتفاع الشمس تكون كبيرة في هذه الفترة.

-الكاسرات الرأسية :تكون أكثر فاعلية على نوافذ الواجهة الشمالية، أما في 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 .

-كاسرات الشمس المتحركة أتوماتيكياً: يستخدم هذا النظام بواسطة التحكم بماتور كهربائياً أوتوماتيكي، وتكون فعالة حيث إنها تتحكم في كمية الأشعة الشمسية النافذة إلى داخل الفراغ وخاصة الآلي منها وذلك حسب الحاجة وحسب وظيفة كل فراغ.

٢,١,٣التهوية الطبيعية:

الهدف الأساسي من التهوية هي تحقيق مناخ داخلي ملائم دون اللجوء إلى استخدام المكيفات في فصل الصيف، والمدافئ في فصل الشتاء بالإضافة إلى التقليل من نسبة الرطوبة والتلوث داخل المبنى من أجل توفير بيئة مريحة وصحية للإنسان[٢١]. وللتهوية الطبيعية دور هام في تحجيم استخدام الطرق الميكانيكية المستخدمة في تهوية المبنى، مما يقلل من استهلاك الطاقة الذى يعد إحدى المبادئ الأساسية للعمارة الخضراء، ويتركز دور المصمم الداخلي في تحديد العوامل التي تؤثر على جودة التهوية داخل الحيز والتركيز على المعالجات التصميمية البيئية التي تحقق كفاءة التهوية الطبيعية[٩] .

٢,١,٤الإضاءة الطبيعية:

يعد استخدام الإضاءة الطبيعية داخل المبنى أو خارجه من العناصر المهمة للوصول إلى التصميم البيئي من خلال توفير الراحة البصرية للساكنين في المبنى، وجودة فائقة للضوء لذلك يجب أن يهدف التصميم البيئي للمسكن إلى توفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية[24]. فبالنسبة للإضاءة الطبيعية داخل المباني، فإن التصميم الجيد للمبنى يجب أن يشتمل على ما يلي [٩]:

أ- أن يكون بكل حجرة نافذتان بقدر الإمكان موزعتان على حائطين حتى يتم تجنب ظاهرة الزغللة.

ب- توزيع الشبابيك واختيار أماكنها للحصول على أكبر قدر من الضوء الطبيعي، وبخاصة المنعكس مع محاولة تجنب الضوء المباشر.

جـ-تخصيص بعض الفراغات المكشوفة (كالأفنية مثلاً) بالمبنى تسمح للإنسان بأن يستفيد من الأشعة البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية.

د- أن يراعى في تخطيط الموقع ارتفاعات المباني، والمسافات بينها بحيث لا يحجب مبنى الضوء الطبيعي عن مبنى آخر قريب منه أو يواجهه، ومن هنا تظهر أهمية دراسة زوايا الشمس المختلفة على مدار العام لتجنب ذلك.

٢,١,٥مواد البناء:

يفضل أن تكون مواد بناء الحوائط والأسقف سمكية وذات سعة حرارية عالية حتى تأخر من زمن وصول الحرارة إلى داخل فراغات المبنى. و يجب ألا تكون من المواد عالية الاستهلاك للطاقة، كما يجب الاهتمام باستبعاد المواد و التشطيبات التي ثبت تأثيرها الضار على الصحة أو على البيئة، ومحاولة البحث عن بدائل لها [١٠].

٢,١,٦المعالجات الحرارية للأسقف:

تلعب معالجة الأسقف دوراً كبيراً في المناخ الحار لمنع وصول أشعة الشمس في أوقات النهار مباشرة على كتلة المبنى، وتوجد عدة وسائل تصميمية لسقف المبنى تساهم في تحقيق الراحة الحرارية ، ومنها [١٣]:

أ- استخدام مواد عازلة للحرارة: حيث يعتبر العزل من أهم العوامل على الإطلاق في الحفاظ على المناخ داخل المبنى، حيث إنه يقلل أو يمنع التأثير غير المطلوب سواء كان حرارة أو برودة شديدة في الوصول إلى الفراغ الداخلى، وتعد الأسقف الساقطة الجبسية نوعاً من المعالجات العازلة للحرارة.

ب- ترك فراغ هوائي عازل: حيث يعتبر الهواء عازل للحرارة نسبياً، ولذلك يمكن استخدامه كفراغ هوائي عازل للحرارة، ويتحقق ذلك باستخدام بلوكات مفرغة فوق سطح السقف، أو إنشاء السقف من طبقتين خرسانتين بينهما فراغ هوائى محصور.

٧,١,٢المعالجات الحرارية للحوائط:

هناك إستراتيجيات لتصميم الحوائط بطريقة بيئية تقلل من الأحمال الحرارية على المبنى، وبالتالي تزيد كفاءة الراحة الحرارية داخل الفراغات، ومنها[٣]:

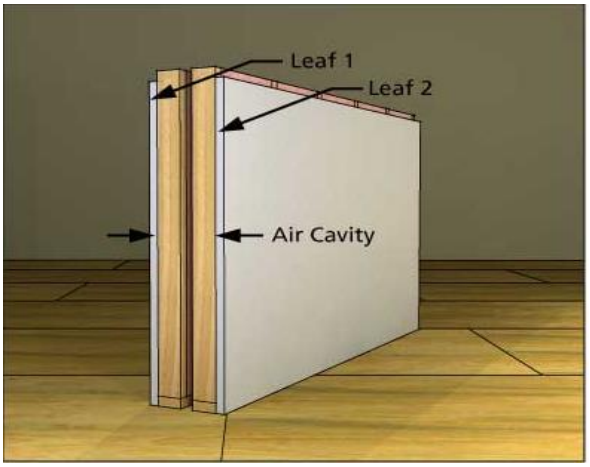
أ-إنشاء الحوائط من مواد البناء ذات سعة حرارية كبيرة: حيث تزداد السعة الحرارية للحائط كلما ازدادت الطاقة المطلوبة لرفع درجة حرارتها، مما يزيد من التأخير الزمنى لانتقال الحرارة. ويعتبر الطوب المحروق من أفضل المواد المستخدمة في مصر حيث يتميز بالبطء في اكتساب ونفاذ الحرارة بين الداخل والخارج، مما يقلل الحرارة النافذة إلى الحيز الداخلى.

ب-استخدام مواد عازلة في الحوائط: يساعد العزل على إبطاء انتقال الحرارة، ومن أهم أنواع العزل في الحوائط :

* عزل كلي والذى يستخدم في المناخ البارد.

*عزل عاكس ويستخدم في المناخ الحار، وتعتمد كفاءته على كمية الحرارة المعكوسة (٩٥-٩٨٪).

* عمل حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها، وتعتمد على نفس طريقة الحوائط المزدوجة إلا أنها تمتاز بوجود فتحتين في أعلى وأسفل الحائط الخارجي تسمح بمرور الهواء وتجديده، وتقليل الحمل الحرارى النافذ إلى داخل الفراغ. ويوضح شكل(٤) الحوائط المزدوجة للتقليل من درجة الحرارة بين داخل وخارج المبنى.



شكل(٤) الحوائط المزدوجة للتقليل من درجة الحرارة بين داخل وخارج المبنى[12]

جـ-استخدام الزجاج العاكس للحرارة والمزدوج:

يقوم الزجاج العاكس للحرارة والمزدوج بعكس الحرارة والإستفادة من الإضاءة الطبيعية، ويتم استخدام النوافذ ذات الزجاج المزدوج أو متعدد الطبقات فتسمح بدخول ضوء أشعة الشمس المباشرة، بينما يمنع سريان الحرارة والأشعة فوق البنفسجية من خلاله، وتقلل من فقدان الحرارة الداخلية أثناء الشتاء[15]، ويفضل إستخدام إطارات النوافذ من المواد العازلة للحرارة مثل الخشب والفينيل، كما أن معدلات استهلاك الطاقة تقل من خلال تركيب نوافذ ثنائية وثلاثية الألواح الزجاجية وعوارض زجاجية ذات فواصل حرارية. كما تساعد المستخدمين في التحكم في بيئة العمل الخاصة به[17].

٨,١,٢ اختيار الألوان المناسبة:

يعد اختيار الألوان له تأثيرات مناخية هامة جداً تنقسم إلى جزئين: مدى درجة انعكاس أو امتصاص اللون للأشعة الحرارية الساقطة عليه وتأثيرها على الاكتساب الحراري، وكذلك درجة عكس مستوى الإضاءة الساقطة عليه وتأثيرها

على توزيع الإضاءة داخل الفراغ. كما أثبتت الدراسات أن تأثير اختيار الألوان على الأسقف والواجهات يكون أشد تأثيراً من توجيه المبنى في حد ذاته [21].

٢,٢الإستراتيجيات الموجبة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في المباني:

تهدف العمارة الموجبة إلى توفير احتياجات المبنى من الطاقة بالإستفادة من الطاقات المتجددة عن طريق أدوات ميكانيكية للإنتفاع بها، وهى عكس العمارة السالبة والتي تعتمد على التصميم المعماري ومفرداته التصميمية، أما هذه الطريقة فتبنى على أساس إبقاء الطاقة وتحويل الطاقات الطبيعية إلى صور أخرى يمكن استخدامها بعد ذلك[١].

١,٢,٢استخدام الطاقات المتجددة:

تشكل الطاقات المتجددة مصادر مستقبلية للطاقة بحيث تكون بديلاً للطاقة الأحفورية ويتمثل الدافع الرئيسي الأول للإهتمام بهذا النوع من الطاقة في الدافع البيئي للحد من الغازات المنبعثة وخصوصاً غاز ثاني أكسيد الكربون.

أ-الطاقة الشمسية: يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية من خلال التحويل الكهروضوئي، وتعتبر الطاقة الشمسية من أشهر الطاقات المتجددة في مصر، كما تعتبر الطاقة الشمسية طاقة نظيفة وطرق تحولها لا تثمر عن تلوث بيئي، حيث يتولد عن الطاقة الشمسية طاقة كهربية مع إمكانية استخدام هذا المصدر بسهولة وفي مرافق حياتية متعددة [18].

<u>هناك عدة أنواع من الخلايا الشمسية يمكن تصنيفها كالاتى[٢٦]:</u>

أ-الألواح الشمسية أحادية البلورة:

الألواح الشمسية أحادية البلورة هي نوع من الألواح الكهروضوئية المصنوعة من بنية بلورية واحدة من السيليكون. وهي مصنوعة من سبائك السيليكون عالية النقاء المقطعة إلى رقائق لتشكيل الخلايا الشمسية. و**هناك نوعان من الألواح أحادية البلورية:**

***لوحات الباعث الخامل والاتصال الخلفي(PERC)** : تتميز ألواح PERC بالكفاءة من خلال استخدام الضوء داخل الخلية بشكل أفضل.

***الألواح ثنائية الوجه**: يمكن للألواح ثنائية الوجه امتصاص الضوء من كلا جانبي اللوحة، والاستفادة من الضوء المنعكس (البياض) من الأسطح الموجودة أسفل اللوحة.

تشتهر الألواح الشمسية أحادية البلورة بمظهرها الأسود الأنيق، مما يجعلها ملائمة من الناحية الجمالية للعديد من أصحاب المنازل. الألواح أحادية البلورة مناسبة للاستخدام السكني والتجاري، بما في ذلك التركيبات على الأسطح وأساطيل المركبات ومزارع الطاقة الشمسية واسعة النطاق.

ب-الألواح الشمسية متعددة البلورات:

الألواح الشمسية متعددة البلورات، والمعروفة أيضًا باسم الألواح الشمسية متعددة البلورات أو متعددة البلورات، هي نوع من الألواح الكهروضوئية المصنوعة من شظايا بلورات السيليكون المتعددة التي تذوب معًا لتشكيل الخلايا الشمسية. وتتميز الألواح متعددة البلورات بلون أزرق مميز وسطح يشبه الفسيفساء . كما أنها مناسبة للاستخدام السكني والتجاري على حد سواء، وخاصة عندما تكون التكلفة هي الاعتبار الأساسي والمساحة غير محدودة.

جـ-الألواح الشمسية ذات الأغشية الرقيقة:

الألواح الشمسية ذات الأغشية الرقيقة هي نوع من تكنولوجيا الطاقة الكهروضوئية التي تستخدم طبقات رقيقة للغاية من مادة تمتص الضوء لتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. يتم تصنيعها عن طريق ترسيب طبقة أو أكثر من المواد الكهروضوئية على ركيزة، مثل الزجاج أو البلاستيك أو المعدن. تتراوح سماكة الطبقات النشطة عادة بين بضعة نانومتر إلى بضعة ميكرونات، وهي أرق بكثير من الخلايا الشمسية المصنوعة من السيليكون البلوري التقليدي. و **تشمل الأنواع الشائعة من الألواح الشمسية ذات الأغشية الرقيقة ما يلي:**

***السيليكون غير المتبلور:(a-Si)** مشابه لتكوين الألواح أحادية البلورية والمتعددة البلورية، ولكنه شكل غير بلوري من السيليكون.

***تيلوريد الكادميوم :(CdTe)** وهو مركب بلوري مستقر يتكون من الكادميوم والتيلوريوم.

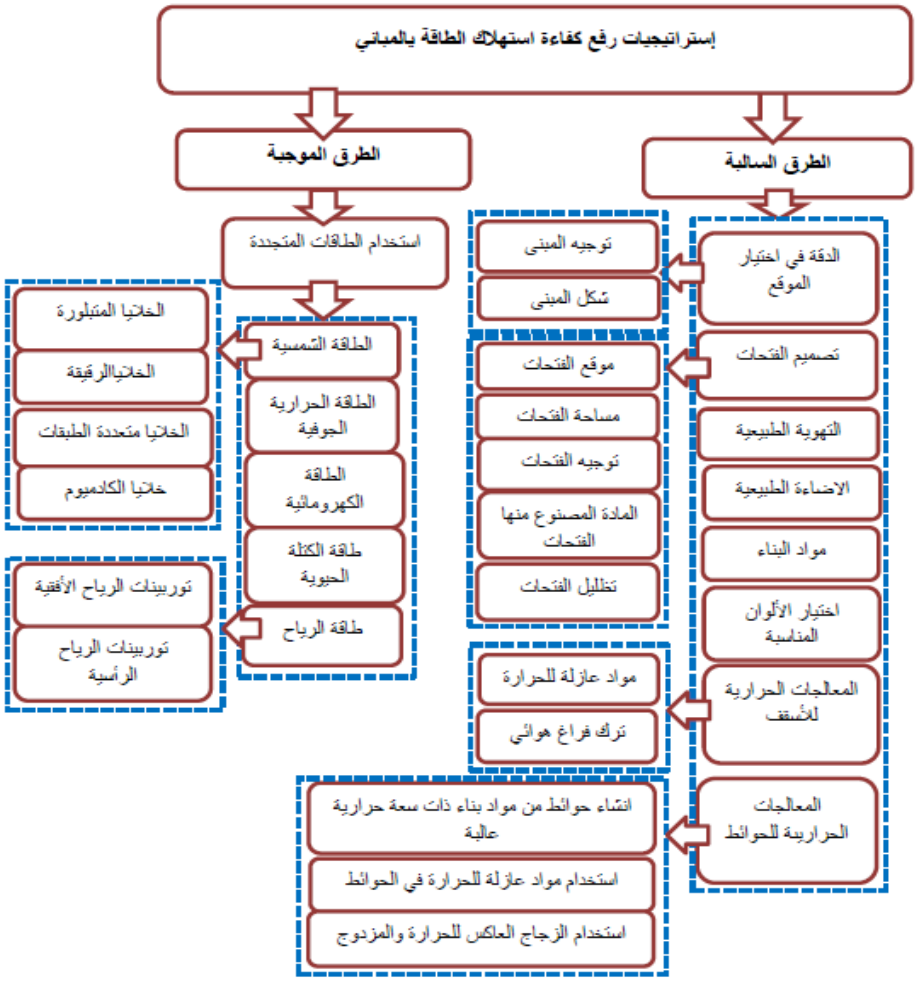
***سيلينيد النحاس والإنديوم والغاليوم :(CIGS)** إنه مركب شبه موصل رباعي يتكون من النحاس والإنديوم والغاليوم والسيلينيوم.

ويمكن تركيب الألواح الشمسية ذات الأغشية الرقيقة بسهولة أكبر نظرًا لطبيعتها خفيفة الوزن، حيث تتميز بعض الأنواع بوجود دعامة لاصقة لسهولة الاستخدام. وهي مثالية للأنظمة الكهروضوئية المدمجة في المباني والأجهزة المحمولة ومزارع الطاقة الشمسية واسعة النطاق.

ب-طاقة الرياح: تستخدم طاقة الرياح اليوم في توليد الكهرباء من خلال تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلى طاقة كهربائية، وتسمى المحركات التي تعمل على توليد الكهرباء (توربينات) [٧].

جـ مشروعات طاقة الكتلة الحيوية: تستخدم طاقة الكتلة الحيوية المواد العضوية من النباتات والحيوانات بما في ذلك المحاصيل والأشجار ونفايات الأخشاب. وهي مشروعات تقوم على استخراج غاز الميثان الناتج من النفايات القابلة للتحلل الحيوي من مصادر مختلفة تخلق غازات مختلفة يمكن استخدامها كوقود لإنتاج الكهرباء. [٤] .

د- مشروعات الطاقة الحرارية الجوفية: تستخدم الطاقة الحرارية الأرضية الحرارة المحتبسة في باطن الأرض والتي تنشأ عن التحلل البطيء للجسيمات المشعة في الصخور في مركز الكوكب. ومن خلال حفر الآبار تكون هناك قدرة على جلب المياه عالية التسخين إلى السطح، والتي يمكن استخدامها كمصدر حراري مائي لتشغيل التوربينات وتوليد الكهرباء [٨]. ويوضح شكل(٥) إستراتيجيات رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني.



شكل(٥) إستراتيجيات رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني(المصدر: الباحث)

يتضح من الشكل السابق أنه يوجد بعض الإستراتيجيات غير القابلة للتطبيق على المباني الجامعية نظراً لصعوبتها سواء كان المبنى قائم أو جديد مثل إستخدام بعض الطاقات المتجددة مثل الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الكهرومائية وطاقة الكتلة الحيوية. كما يتضح أيضاً أن هناك بعض الإستراتيجيات لا يمكن تطبيقها إلا على المباني الجديدة مثل التحكم في توجيه المبنى وتوجيه الفتحات وكذلك الحوائط والأسقف المزدوجة، وذلك نتيجة ارتباطها بالتصميم المعماري للمبنى والظروف المناخية له ونتيجة لذلك تم التركيز على الإستراتيجيات التي يمكن تطبيقها على المباني القائمة في البيئة الصحراوية حيث يقع المبنى حالة الدراسة و الذي سيتم دراسته كما يلي:

٣.الدراسة التطبيقية: دراسة حالة مبنى كلية التجارة كأحد المباني القائمة بجامعة سوهاج:

تم اختيار حالة الدراسة في مدينة سوهاج الجديدة ، حيث أنها واحدة من المدن الجديدة التي يكثر فيها المباني الجامعية والتي تتميز بطبيعتها الصحراوية حيث ارتفاع درجات الحرارية، وبالتالي زيادة استهلاك الطاقة بالمباني .وتم اختيار مبنى كلية التجارة كحالة دراسة والذي يمثل عينة للمباني الجامعية لتطبيق حالة الدراسة عليها، وذلك لأن المباني الجامعية تخدم أعداد كبيرة من الطلاب وأعضاء هيئة التدريس والعاملين بها حيث يعتبر من أكبر مباني الجامعة كثافة

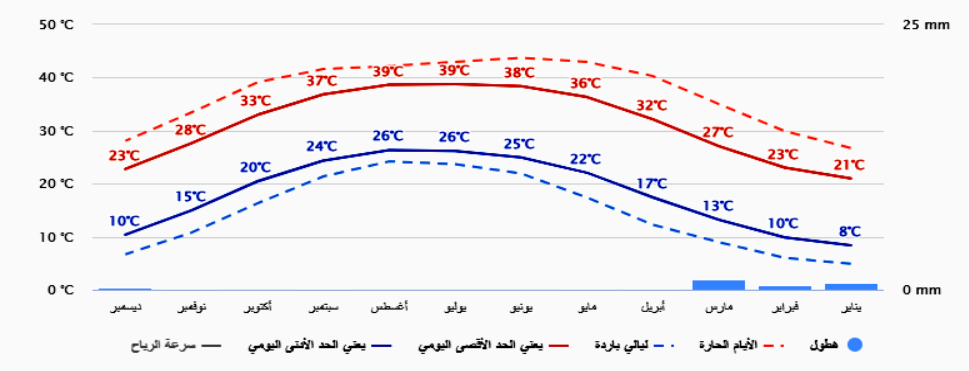
لزيادة أعداد الطلاب به، ومن أهم مميزات الحالة الدراسية وجود نموذج متكرر من الحالة الدراسية يمكن الاعتماد عليه في القياس على باقي النماذج للحصول على نتائج ذات أثر كبير. ووجود أجهزة تعتمد على الطاقة في تشغيلها وبالتالي يكون استهلاك الطاقة بها عالي وذلك سعياً للوصول إلى إستراتيجيات عملية لرفع كفاءة استهلاك الطاقة لتطبيقها على مباني جامعة سوهاج، ومن ثم يمكن تكرار التجربة على نماذج مختلفة لأقاليم مناخية مختلفة لتعميم هذه الإستراتيجيات للمباني الجامعية في مصر.

١,٣ التعريف بمدينة سوهاج محل العينة المختارة للدراسة:

قبل الخوض في دراسة المتطلبات التصميمية والفنية الخاصة بالعينة المختارة للدراسة ومدى تطبيق الأسس والاشتراطات الخاصة بالمباني لرفع كفاءة استهلاك الطاقة بها، لابد من إعطاء نبذة عن تلك العينة المختارة للدراسة وأين تقع وما هي مواصفات وسمات المدينة التي تقع بها، فربما أن تلك السمات قد تعطى بعض المؤشرات والدلائل التصميمية والمعمارية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم ذلك النوع من المباني الجامعية.

٢,٣ دراسة موقع وخصائص المناخ لمدينة سوهاج:

تقع مدينة سوهاج على خط عرض ٢٦,٥٦درجة شمالاً وخط طول٣١,٦٩درجة شرقاً وترتفع ٦٧متراً فوق سطح البحر، تقع في منطقة مصر العليا الجنوبية طبقاً لتصنيف الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة الصادر عن المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء. وتتراوح درجات الحرارة في فصل الشتاء بين حوالي٧,٣ درجة مئوية-٢٢درجة مئوية، بينما يصل متوسط أعلى درجة حرارة الهواء صيفاً إلى حوالي٣٩,٦درجة مئوية نهاراً وتنخفض إلى حوالي ٢٣,١درجة مئوية ليلاً. كما تتراوح درجات الرطوبة النسبية بين أقل قيمة لها (٣٠٪)في شهر مايو وأعلى قيمة لها (٥٧٪)في شهر يناير. وبين (٣٠٪-٤٥٪) صيفاً، (٤٤٪-٥٧٪) شتاءاً. وبالنسبة للرياح فتهب شمالية وشمالية غربية شتاءاً، أما في فصل الصيف فتهب شمالية غربية وشمالية[٨]. وتسقط أكبر كمية مطر في شهر(مارس، أبريل، ومايو) تقدر بحوالي(٠,٢مم)، ويليه شهر (يناير، فبراير، ديسمبر)(٠,١مم)، أما باقي شهور السنة فينعدم خلالها سقوط الأمطار، وعموماً تتميز مدينة سوهاج بالندرة الشديدة في سقوط الأمطار. وبالنسبة للإشعاع الشمسي، فتتميز مدينة سوهاج بالسماء الصافية طول العام ويكون الإشعاع الشمسي مباشراً وقوياً، حيث إن أعلى قيمة للإشعاع الشمسي تحدث في كل من شهري يونيو ويوليو، وأقل قيمة تحدث في شهر فبراير. ويوضح شكل(٦) المتوسط الشهري للاختلافات المناخية في مدينة سوهاج الجديدة[٨].



شكل(٦)المتوسط الشهري للاختلافات المناخية في مدينة سوهاج الجديدة[25]

٣,٣التشطيبات المعمارية للمبنى:

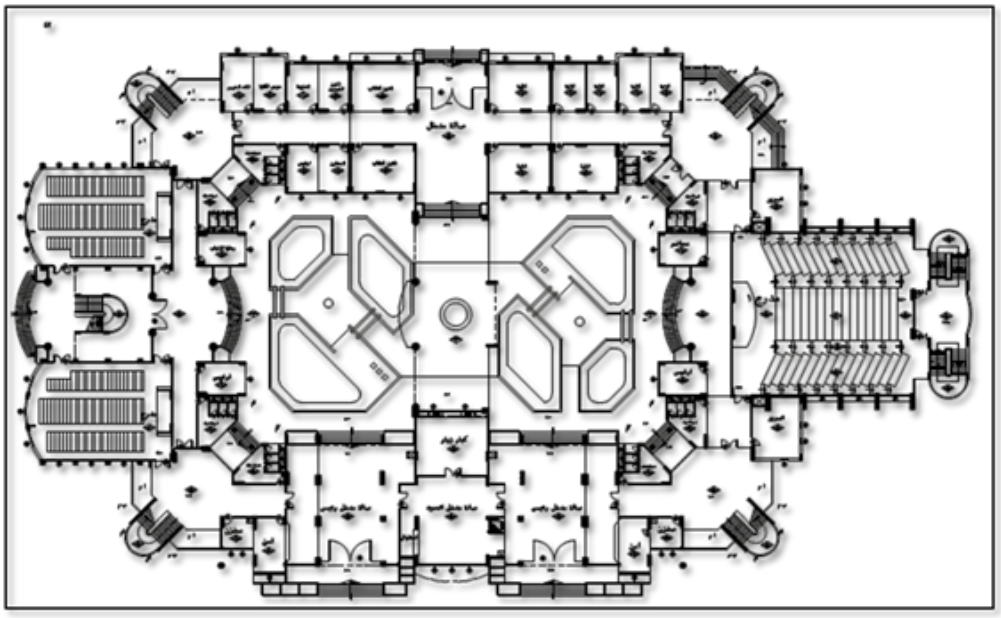
يتكون غلاف المبنى محل الدراسة من أجزاء مصمتة(الحوائط- الأسقف) وأجزاء شفافة (الفتحات). تتشابه التشطيبات الخارجة لكلية التجارة وكليات جامعة سوهاج التي تعتمد على بياض الحجر الصناعي ودهانات البلاستيك والسيراميك وبياض فطيسة. ويوضح جدول(١)المواصفات المختلفة للحوائط الخارجية، ويوضح جدول (٢)مواصفات النوافذ. كما يوضح شكل(٧)المسقط الأفقي للدور الأرضي، وشكل(٨)المسقط الأفقي للدور المتكرر.

جدول(١)المواصفات المختلفة للواجهة والحوائط الداخلية والخارجية[٥].

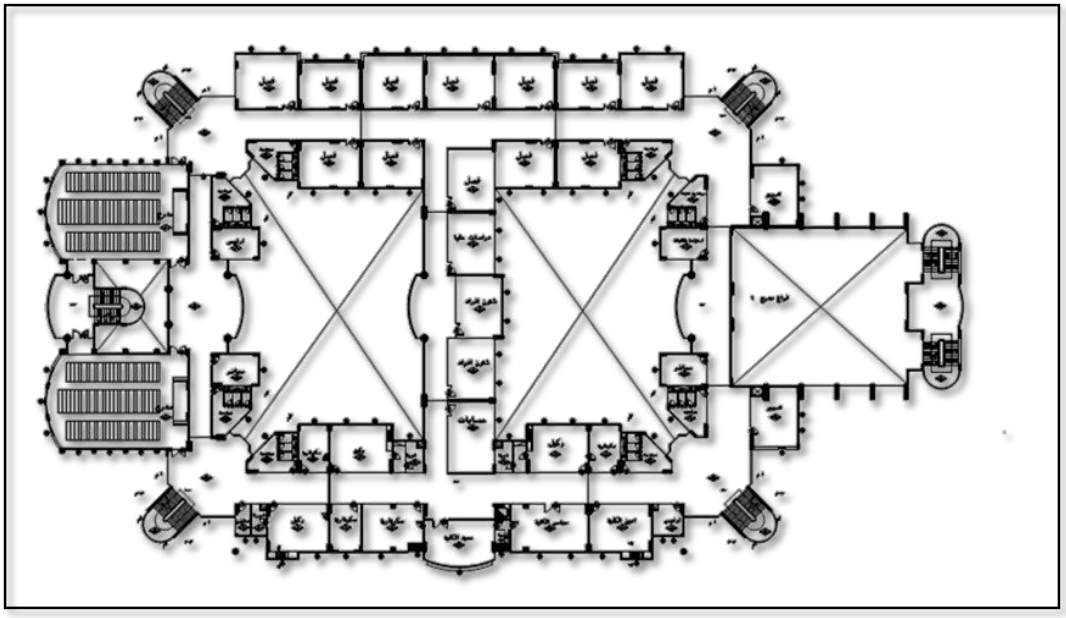
العنصر	عدد الطبقات	الطبقات
الحوائط الخارجية للفصول والفراغات الإدارية١	٥	بياض حجر صناعي برتقالي اللون
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طوب سمك ٢٥سم
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طبقة دهان داخلية أصفر فاتح
الحوائط الخارجية للفصول والفراغات الإدارية٢	٥	طبقة دهان خارجية
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طوب سمك ٢٥سم
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طبقة دهان داخلية أصفر فاتح
الحوائط الخارجية للفصول والفراغات الإدارية٣	٥	سيراميك حائط بني اللون
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طوب سمك ٢٥سم
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طبقة دهان داخلية أصفر فاتح
الحوائط الخارجية للمدرجات١	٥	طبقة دهان خارجية
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طوب سمك ٢٥سم
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		تجليدMDF سمك ١سم
الحوائط الخارجية للمدرجات٢		بياض حجر صناعي برتقالي اللون
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		طوب سمك ٢٥سم
		طبقة مونة أسمنتية ٢سم
		تجليدMDF سمك ١سم
النوافذ	١	إطار ألوميتال نبيتي

جدول (٢)مواصفات النوافذ[٥].

نوع الزجاج	سمك
زجاج مفرد بلون البرونز سمك ٦مم مطلي بطبقة من الخارج بأكسيد المعادن	٦مم



شكل(٧)المسقط الأفقي للدور الأرضي.(المصدر: إدارة الاستشارات الهندسية بكلية الهندسة ـ جامعة سوهاج).



شكل(٨)المسقط الأفقي للدور المتكرر.(المصدر: إدارة الاستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة ـ سوهاج).

٤,٣ البدائل المقترحة للتطبيق على المباني الجامعية لرفع كفاءة استهلاك الطاقة:

وفق ما تم التوصل إليه من خلال الدراسة النظرية وذلك بالاستناد إلى مجموعة من المراجع التي تناولت موضوع الدراسة واللقاءات الشخصية مع عدد من المتخصصين، يوجد مجموعة من البدائل التي قد تؤثر على الطاقة المستهلكة بالمبنى، تتمثل هذه البدائل في مجموعة من المواد التي تستخدم في الغلاف الخارجي للمبنى بعناصر الحوائط والأسقف

والفتحات، ويتم تفصيل هذه البدائل كل في موضعه، لدراسة تأثيرها من خلال إجراء محاكاة للنموذج حالة الدراسة بواسطة برنامج design builder. ويوضح جدول (٣) المقترحات القابلة للتطبيق على المباني الجامعية القائمة والجديدة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة.

جدول(٣)المقترحات القابلة للتطبيق على المباني الجامعية القائمة والجديدة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة.(المصدر: الباحث)

البدائل المقترحة القابلة للتطبيق على المباني الجامعية القائمة والجديدة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة	أساليب وطرق رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني	التقنيات السالبة			المقترحات التي يمكن تطبيقها على المباني القائمة(حالة الدراسة)	المقترحات التي يمكن تطبيقها على المباني الجديدة
			توجيه المبنى	الميل بزاوية° 15 عن الوضع القائم في اتجاه الشرق		✓
				الميل بزاوية ٣٠° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق		✓
				الميل بزاوية ٤٥° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق		✓
				الميل بزاوية ٦٠° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق		✓
				الميل بزاوية ١٥ °عن الوضع القائم في اتجاه الغرب		✓
				الميل بزاوية ٣٠ °عن الوضع القائم في اتجاه الغرب		✓
				الميل بزاوية ٤٥ °عن الوضع القائم في اتجاه الغرب		✓
				الميل بزاوية ٦٠ °عن الوضع القائم في اتجاه الغرب		✓
			مساحة الفتحات	نسبة فتحات الشبابيك إلى الحوائط إلى ٢٠٪	✓	✓
				نسبة فتحات الشبابيك إلى الحوائط إلى ٢٥٪	✓	✓
				نسبة فتحات الشبابيك إلى الحوائط إلى ٣٠٪	✓	✓
				زجاج مزدوج كروم بفجوة ٦مم	✓	✓
				زجاج مزدوج عاكس ملون باللون الازرق سمك٦مم وفجوة	✓	✓
				زجاج مزدوج عاكس أبيض أرجون سمك ٦مم وفجوة 13مم	✓	✓
				زجاج مزدوج أزرق أرجون بسمك ٦مم وفجوة ١٣ مم	✓	✓
				زجاج شفاف ثلاثي أرجون سمك 13 / 3 مم	✓	✓
			تظليل الفتحات	استخدام الكاسرات الشمسية الافقية على شبابيك الواجهة الجنوبية بعرض ٥٠سم	✓	✓
				استخدام الكاسرات الشمسية الافقية على شبابيك الواجهة الجنوبية بعرض ٧٥سم	✓	✓
				استخدام الكاسرات الشمسية الافقية على شبابيك الواجهة الجنوبية بعرض ١٠٠سم	✓	✓
				استخدام الكاسرات الشمسية الرأسية على شبابيك الواجهة الغربية والشرقية ببروز ٣٠سم	✓	✓
					المقترحات التي يمكن تطبيقها على المباني القائمة(حالة الدراسة)	**المقترحات التي يمكن تطبيقها على المباني الجديدة**
				استخدام مادة البوليسترين كمادة عازلة للأسقف بسمك 10سم	✓	✓

				استخدام مادة البولي يوريثان كمادة عازلة للأسقف بسمك ١٠سم	✓	✓
				الأسقف المزدوجة سمك الفجوة ١٠سم		✓
				الأسقف المزدوجة سمك الفجوة ٢٠سم		✓
				الاسقف العاكسة	✓	✓
				الأسقف الخضراء	✓	✓
				مظلة من الخشب بارتفاع ٢,٥ متر وتحتها سقف اخضر	✓	✓
				استخدام حائط من الطوب الإسمنتي المفرخ سمك ٢٥سم		✓
				الطوب الأبيض الخلوي العازل AAC Block		✓
				استخدام حائطين من الطوب الطفلي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ بسمك ٥سم		✓
				استخدام حائطين من الطوب الطفلي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما عازل حرارى من البوليسترين بسمك ٥سم		✓
				استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما عازل حرارى من البوليسترين بسمك ٥سم .		✓
				استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ هوائي سمك ٥سم		✓
				دهان الحوائط الخارجية بمادة عاكسة للحرارة	✓	✓
				دهان الحوائط الخارجية باللون الفاتح (الرمادي)	✓	✓
				دهان الحوائط الخارجية باللون الغامق (النبيتي)	✓	✓
				استخدام الالواح الشمسية على الواجهة الجنوبية	✓	✓
				استخدام الالواح الشمسية على السقف	✓	✓

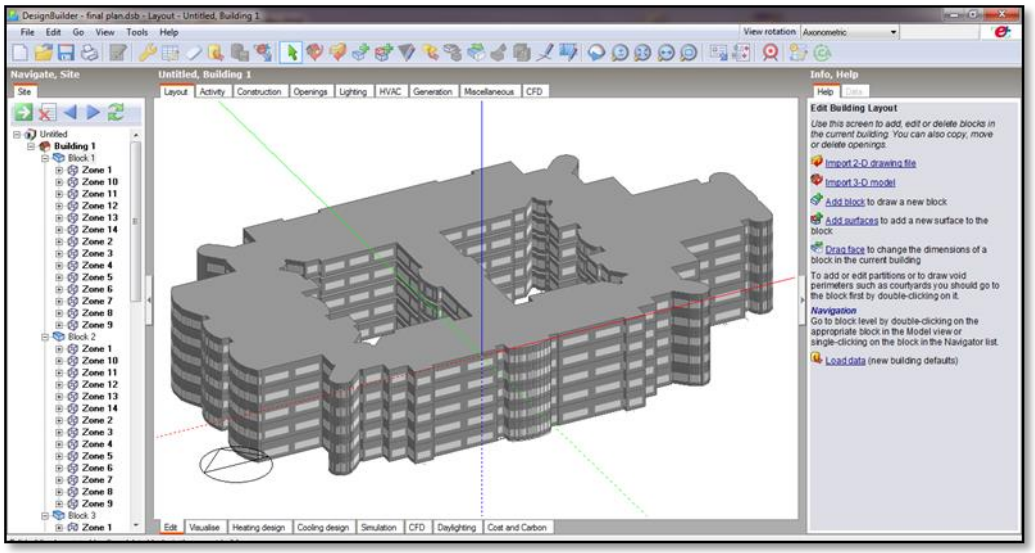
٤.تقييم استهلاك الطاقة بمبنى كلية التجارة باستخدام برنامجDesign Builder كأحد المباني القائمة:

فقد تم حساب كفاءة استهلاك الطاقة في المبنى في الوضع الراهن من خلال استخدام برنامج design builder وبإدخال مجموعة من البيانات بداية من إدخال البيانات المناخية لإقليم محافظة سوهاج، وتصميم المبنى وإدخال بيانات عن غلاف المبنى(حوائط – أسقف – فتحات)، بيانات عن أجهزة الكمبيوتر المستخدمة بالمبنى (المسببة للحرارة الداخلية)، وبيانات عن نسبة الأشغال في المبنى، وبيانات عن وحدات الإضاءة بالمبنى.

٤,١البيانات المناخية للمبنى:

تم اختيار ملف البيانات المناخية الخاص بالمبنى محل الدراسة (إقليم شمال الصعيد)عن طريق برنامج climate Consultantحيث يحتوى ملف البيانات المناخية على درجة حرارة الهواء الجاف والرطوبة النسبية وسرعة الهواء واتجاهه والإشعاع الشمسي المباشر والمشتت لعدد 8760ساعة وهم عدد ساعات السنة، وتم نمذجة مبنى كلية التجارة باستخدام برنامج designbuilder v7 ، وذلك بناء على الرسومات الهندسية والواقع الفعلي للتنفيذ من خلال الزيارات

الميدانية المتكررة وتم إدخال المساقط بصورة (AUTOCAD DXF) إلى برنامج Design Builder ومن ثم القيام ببناء المبنى داخل البرنامج، ويوضح شكل(٩) نمذجة مبنى كلية التجارة(الواجهة الجنوبية).



شكل(٩) يوضح نمذجة المبنى على برنامج (design builder).(المصدر: الباحث)

٤,٢نتائج استهلاك الطاقة بالمبنى بالوضع الحالي:

بعد تحليل البرنامج للبيانات المدخلة ظهرت نتائج استهلاك الطاقة الكلية لأحد الأدوار المتكررة للمبنى وكانت ١٦٠٨٨٢٩,٩٧كيلوات/ساعة .

٤,٣عملية المعايرة لبرنامج المحاكاة على الواقع الفعلي لكلية التجارة جامعة سوهاج:

تم عمل معايرة لقيم ونتائج برنامج الحاسب الألي من خلال المقارنة بين استهلاك الطاقة لكلية التجارة الفعلي ونتائج المحاكاة حيث كان استهلاك الطاقة الفعلي للدور الذى أجريت عليه المحاكاة ١٥٠٥٩٠٠كيلوات/ساعة، وكان استهلاك الطاقة ببرنامج المحاكاة 1608829.97كيلوات/ساعة، ويتم حساب قيمة نسبة الخطأ من المعادلة التالية:

$$MBW\% = \sum(S-M)/\sum M \times 100$$

حيث MBW=قيمة نسبة الخطأ M= الاستهلاك الفعلي ، S= نتائج المحاكاة

ومن المقبول بين الباحثين والدارسين في مجال محاكاة الطاقة بالمبنى يمكن أن ينتج عنها أخطاء تصل إلى ١٠٪ عند حساب استهلاك الطاقة للمبنى والحد الموصي به ١٠٪. [23] ومما سبق نجد أن قيمة MBW هي ٦,٨٪ أي أقل من ١٠٪ اذ المحاكاة قادرة على محاكاة ظروف التشغيل التقريبية والواقع الفعلي لمبنى كلية التجارة جامعة سوهاج.

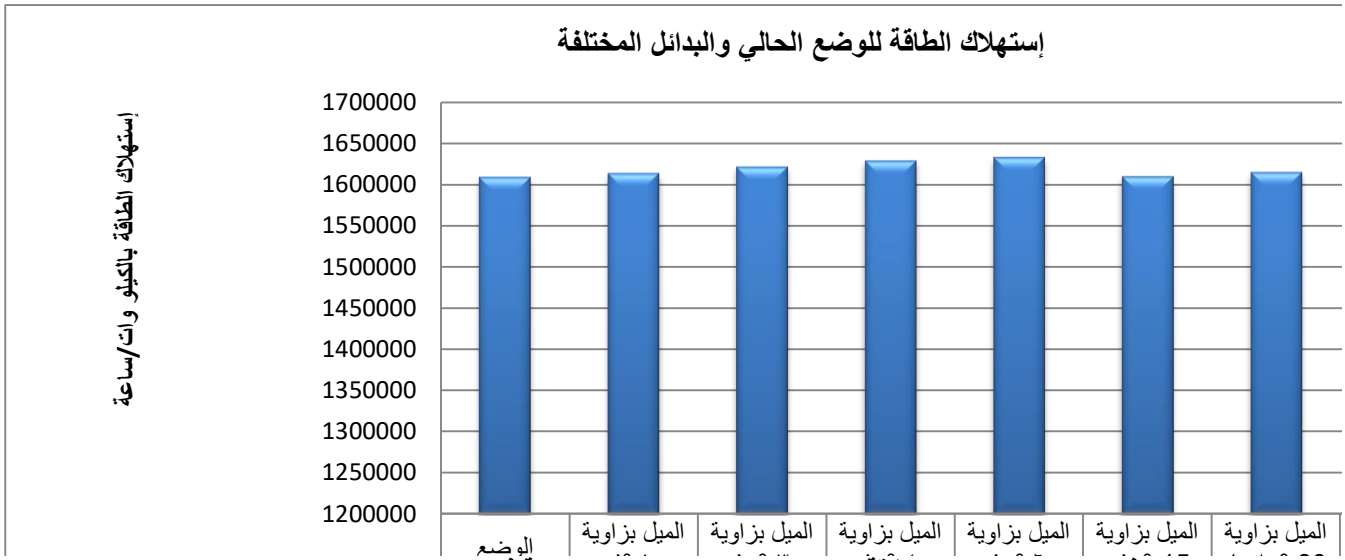
٥.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص توجيه المبنى:

ويتم في هذا الجزء دراسة تأثير تغيير توجيه النموذج التعليمي حالة الدراسة على معدلات استهلاك الطاقة السنوية، وذلك من خلال إعتبار أن الشمال يمثل الزاوية صفر، ويوضح جدول (٦) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل الحالات المقترحة للتوجية، علما بأن عملية المحاكاة تتم فى أحد الأدوار المتكررة بالمبنى.

جدول(٦) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة للتوجيه(المصدر: الباحث)

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص توجيه المبنى		
البديل	**استهلاك الطاقة بالكيلووات/ساعة سنوياً**	**نسبة الوفر أو الزيادة في الطاقة**
البديل الأول :الميل بزاوية ١٥ ° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق	١٦١٣٨٥٣,٨٤	زيادة ٠,٣١٪
البديل الثاني:الميل بزاوية ٣٠ ° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق	١٦٢١٥٥٦,٩٤	زيادة٠,٣٨٪
البديل الثالث:الميل بزاوية ٤٥ ° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق	١٦٢٨٧٦٥,٣٦	زيادة ١,٢٣٪
البديل الرابع:الميل بزاوية ٦٠ ° عن الوضع القائم في اتجاه الشرق	١٦٣٣١٢٣,٤٢	زيادة ١,٥١٪
البديل الخامس:الميل بزاوية ١٥ ° عن الوضع القائم في اتجاه الغرب	١٦٠٩٨٤٥	زيادة٠,٠٦٪
البديل السادس : الميل بزاوية ٣٠ ° عن الوضع القائم في اتجاه الغرب	١٦١٤٦٧٩,٢١	زيادة ٠,٣٦٪
البديل السابع:الميل بزاوية ٤٥ ° عن الوضع القائم في اتجاه الغرب	١٦٢٠٢٣٧,٠٨	زيادة٠,٧٠٪
البديل الثامن :الميل بزاوية ٦٠ ° عن الوضع القائم في اتجاه الغرب	١٦٢٤٨٦٣,٥٢	زيادة ٠,٩٩٪

مما سبق يتضح لنا أن الوضع الافتراضي للنموذج وهو الزاوية صفر والذي يستهلك طاقة مقدارها ١٦٠٨٨٢٩,٩٧ كيلو وات/ساعة سنوياً وحيث أن أكبر ضلع للنموذج تم توجيهه ناحية الشمال فأصبحت واجهة المدخل هي الواجهة الجنوبية للنموذج والواجهة الخلفية هي الواجهة الشمالية ولذا يعتبر هذا التوجيه الأمثل للنموذج والأكثر وفراً في استهلاك الطاقة ، ومع ذلك وجد أن الفرق بين أفضل وأسوء توجيه ضعيف حيث يقدر الفارق في استهلاك الطاقة في الحالتين بحوالي ١,٥١٪. ويوضح شكل(١٠)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص توجيه المبنى.



شكل(١٠)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص توجيه المبنى.(المصدر: الباحث).

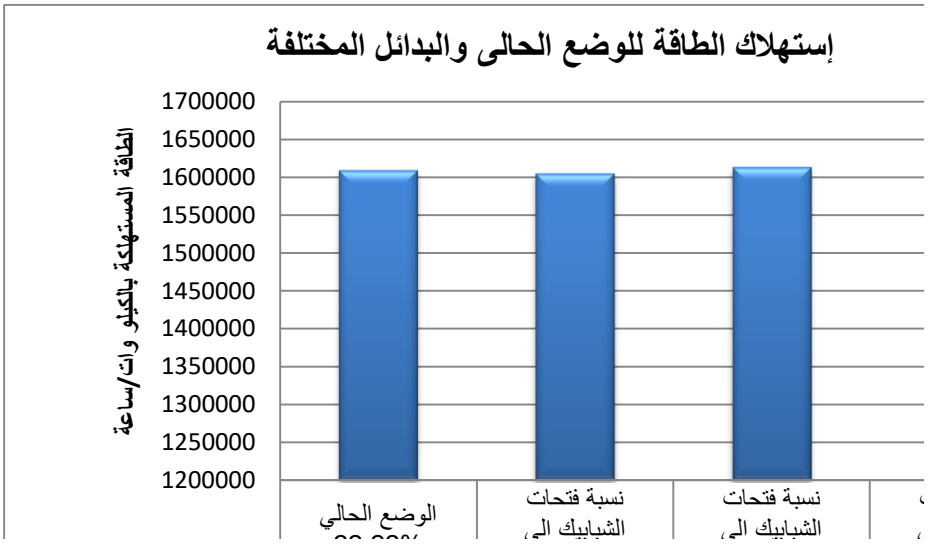
٦.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص تغيير نسبة الفتحات إلى الحوائط:

يوجد عدد من البدائل التي يمكن تطبيقها على فتحات المبنى، والتي تم اختبار تأثيرها على استهلاك الطاقة، ويعرض الجزء التالي نتائج تطبيق بدائل تغيير نسبة الفتحات إلى الحوائط على الاستهلاك السنوي للطاقة بالمبنى، ومقارنة ذلك بالوضع الحالي للمبنى. ويوضح جدول(٧) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص تغيير نسبة الفتحات إلى الحوائط.

جدول(٧) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص تغيير نسبة الفتحات إلى الحوائط(المصدر: الباحث)

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص تغيير نسبة الفتحات إلى الحوائط		
البديل	**إجمالي معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة**	**نسبة الوفر او الزيادة في الطاقة**
البديل الأول: نسبة فتحات الشبابيك الى الحوائط ٢٠٪	١٦٠٤٥٢٧,٨٤	وفر ٠,٢٦٪
البديل الثاني: نسبة فتحات الشبابيك الى الحوائط ٢٥٪	١٦١٢٨٨٥	زيادة٠,٢٥٪
البديل الثالث: نسبة فتحات الشبابيك الى الحوائط 30%	١٦٢٠٨٦٥,٩٣	زيادة ٠,٧٥٪

تم في هذا الجزء اختبار تغيير نسبة فتحات الشبابيك إلى الحوائط بثلاث نسب مختلفة، ويلاحظ مما سبق أنه عند تغيير نسبة فتحات الشبابيك إلى الحوائط إلي٢٠٪ بدلاً من ٢٢,٢٢٪ أنخفض مقدار الطاقة المستهلكة بنسبة طفيفة مقدارها ٠,٢٦٪ عن الوضع الحالي، ويوضح شكل(١١) الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص تغيير نسبة الفتحات.



شكل(١١)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص تغيير نسبة الفتحات.(المصدر: الباحث).

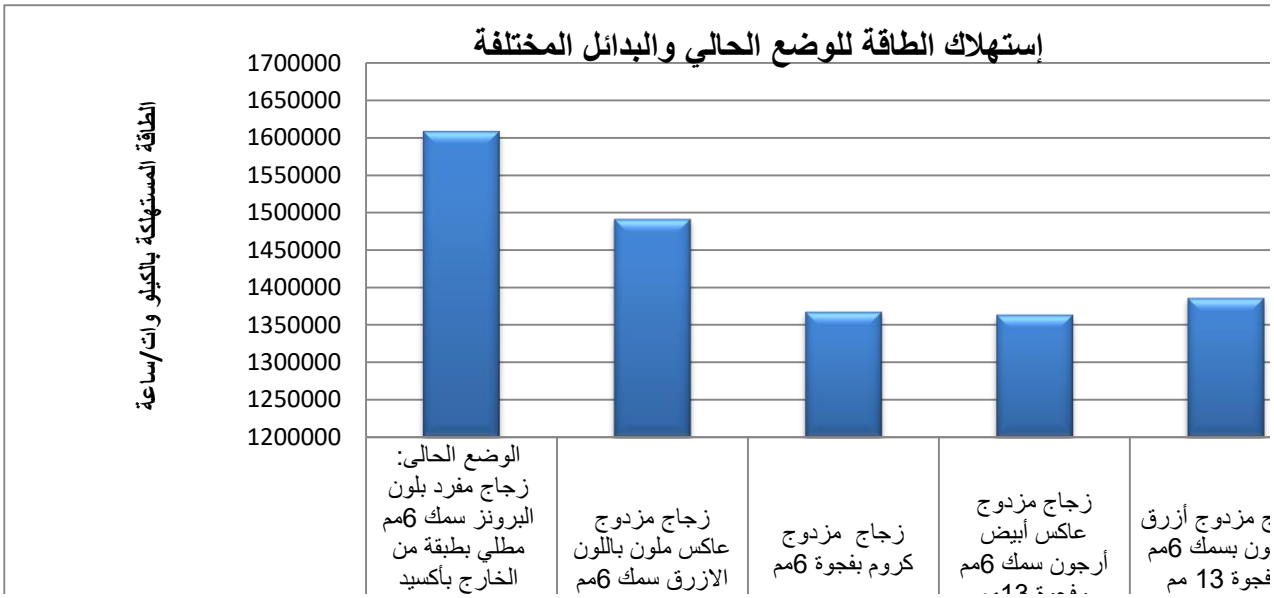
٧.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص المادة المصنوع منها الفتحات على استهلاك الطاقة:

يوجد عدد من البدائل التي يمكن تطبيقها على فتحات المبنى، والتي سيتم اختبار تأثيرها على استهلاك الطاقة، ويعرض الجزء التالي نتائج تطبيق بدائل المادة المصنوع منها الفتحات على الاستهلاك السنوي للطاقة بالمبنى، ومقارنة ذلك بالوضع الحالي للمبنى. ويوضح جدول(٨) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المادة المصنوع منها الفتحات.

جدول(٨) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المادة المصنوع منها الفتحات.(المصدر: الباحث).

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المادة المصنوع منها الفتحات		
البديل	**إجمالي معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة**	**نسبة الوفر أو الزيادة في الطاقة**
البديل الأول : زجاج مزدوج عاكس ملون باللون الازرق سمك ٦مم	١٤٩١٤٨٣,١٧	وفر ٧,٣٪
البديل الثاني: زجاج مزدوج كروم بفجوة ٦مم	١٣٦٧٤٥٨,١٤	وفر ١٣,٨٥٪
البديل الثالث: زجاج مزدوج عاكس أبيض أرجون سمك ٦مم وفجوة ١٣مم	١٣٦٣٧٤٥,٨٥	وفر ١٥,٢٣٪
البديل الرابع: زجاج مزدوج أزرق أرجون بسمك ٦مم وفجوة ١٣ مم	١٣٨٥٩٨٤,٨٣	وفر ١٥٪
البديل الخامس: زجاج شفاف ثلاث طبقات أرجون سمك ٣ / ١٣ مم	١٣٦٦٦٢١,٧٨	وفر ١٥,٠٥٪

تم في هذا الجزء اختبار خمس بدائل فيما يخص المادة المصنوع منها الفتحات ويلاحظ من النتائج أن استخدام الزجاج المزدوج العاكس الأبيض أرجون سمك ٦مم وفجوة ١٣مم حقق أفضل النتائج بنسبة وفر بلغت ١٥,٢٣٪ ، في حين أن أقل البدائل تأثيراً كان الزجاج العاكس الملون باللون الازرق سمك ٦مم حيث حقق معدل استهلاك للطاقة أقل من استهلاك الطاقة في الوضع الحالي بنسبة ٧,٣٪، ويوضح شكل(١٢)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص تغيير المادة المصنوع منها الفتحات.



شكل(١٢)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص تغيير المادة المصنوع منها الفتحات.(المصدر: الباحث).

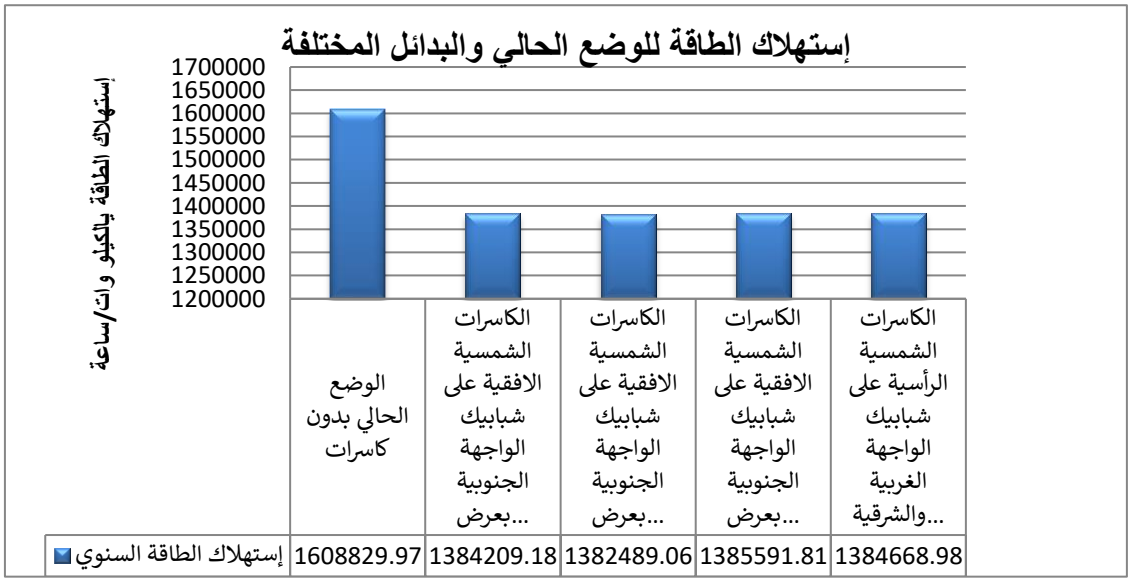
٨.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص تظليل الفتحات على استهلاك الطاقة:

يوجد عدد من البدائل التي يمكن تطبيقها على فيما يخص تظليل فتحات المبنى، والتي سيتم اختبار تأثيرها على استهلاك الطاقة، ويعرض الجزء التالي نتائج تطبيق بدائل تظليل الفتحات على الاستهلاك السنوي للطاقة بالمبنى، ومقارنة ذلك بالوضع الحالي للمبنى حيث يوضح جدول (٩)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص تظليل الفتحات.

جدول (٩)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص تظليل الفتحات(المصدر: الباحث)

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص فيما يخص تظليل الفتحات		
البديل	**إجمالي معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة**	**نسبة الوفر أو الزيادة في الطاقة**
البديل الأول :استخدام الكاسرات الشمسية الافقية على شبابيك الواجهة الجنوبية بعرض ٥٠سم	١٣٨٤٢٠٩,١٨	وفر ١٣,٩٦٪
البديل الثاني :استخدام الكاسرات الشمسية الافقية على شبابيك الواجهة الجنوبية بعرض ٧٥سم	١٣٨٢٤٨٩,٠٦	وفر ١٤,٠٦٪
البديل الثالث: استخدام الكاسرات الشمسية الافقية على شبابيك الواجهة الجنوبية بعرض ١٠٠سم	١٣٨٥٥٩١,٨١	وفر ١٣,٨٧٪
البديل الرابع: استخدام الكاسرات الشمسية الرأسية على شبابيك الواجهة الغربية والشرقية ببروز ٣٠سم	١٣٨٤٦٦٨,٩٨	وفر ١٣,٩٣٪

تم في هذا الجزء اختبار تطبيق الكاسرات الشمسية الأفقية ببروز ٥٠سم، و٧٥سم، و١٠٠سم وكذلك تطبيق الكاسرات الشمسية الرأسية على الواجهة الشرقية والغربية ببروز ٣٠سم حيث حققت الكاسرات الشمسية الأفقية على الواجهة الجانبية ببروز ٧٥سم أفضل النتائج في استهلاك الطاقة وكانت نسبة الوفر١٤,٠٦٪. ويوضح شكل(١٣)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص تغيير تظليل الفتحات.



شكل(١٣)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص تغيير تظليل الفتحات.(المصدر: الباحث).

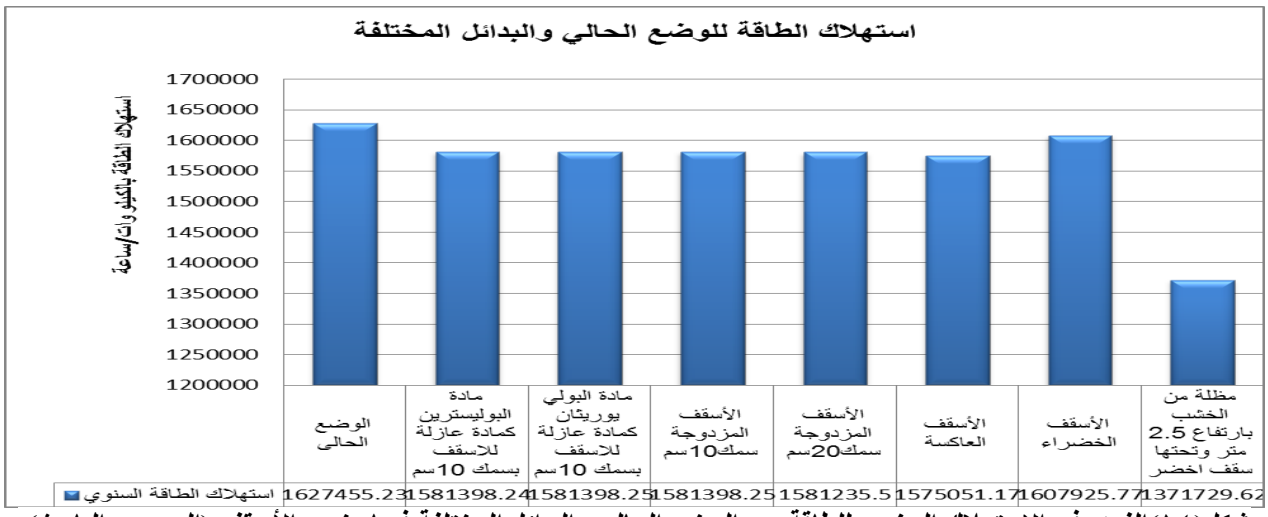
٩.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص المعالجات الحرارية للأسقف على استهلاك الطاقة:

يوجد عدد من البدائل التي يمكن تطبيقها على سقف المبنى، والتي سيتم اختبار تأثيرها على استهلاك الطاقة، ويعرض الجزء التالي نتائج تطبيق بدائل الأسقف على الاستهلاك السنوي للطاقة بالمبنى، ومقارنة ذلك بالوضع الحالي للمبنى علماً بأن استهلاك الطاقة للمبنى للوضع الحالي عند دراسة تأثير البدائل المختلفة للسقف هو ١٦٢٧٤٥٥,٢٣كيلو وات /ساعة حيث إن عملية المحاكاة للسقف تتم على سقف الدور الأخير. ويوضح جدول(١٠)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المعالجات الحرارية للأسقف.

جدول(١٠)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المعالجات الحرارية للأسقف.(المصدر: الباحث).

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المعالجات الحرارية للأسقف		
البديل	**إجمالي معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة**	**نسبة الوفر أو الزيادة في الطاقة**
البديل الأول :استخدام مادة البوليسترين كمادة عازلة للأسقف بسمك ١٠سم	١٥٨١٣٩٨,٢٤	وفر ٢,٨٣٪
البديل الثاني استخدام مادة البولي يوريثان كمادة عازلة للأسقف بسمك ١٠سم	١٥٨١٨٨٦,٤٨	وفر ٢,٨٠٪
البديل الثالث: استخدام الأسقف المزدوجة سمك١٠سم	١٥٨١٣٩٨,٢٥	وفر ٢,٨٣٪
البديل الرابع: استخدام الأسقف المزدوجة سمك٢٠سم	١٥٨١٢٣٥,٥٠	وفر ٢,٨٤٪
البديل الخامس: استخدام الأسقف العاكسة	١٥٧٥٠٥١,١٧	وفر ٣,٢٢٪
البديل السادس: استخدام الأسقف الخضراء	١٦٠٧٩٢٥,٧٧	وفر ١,٢٠٪
البديل السابع:مظلة من الخشب بارتفاع ٢,٥ متر وتحتها سقف اخضر	١٣٧١٧٢٩,٦٢	وفر ١٥,٧١٪

تم في هذا الجزء اختبار سبع بدائل فيما يخص المعالجات الحرارية للأسقف ويلاحظ من النتائج أن استخدام مظلة من الخشب بارتفاع ٢,٥ متر وتحتها سقف اخضر حقق أفضل النتائج بنسبة وفر بلغت ١٥,٧١٪ ، في حين أن أقل البدائل تأثيراً كانت الأسقف الخضراء حيث حقق معدل استهلاك للطاقة أقل من استهلاك الطاقة في الوضع الحالي بنسبة ١,٢٪.و نلاحظ من خلال نتائج الأسقف أنه عند استخدام مظلة من الخشب واسفلها سقف أخضر انخفض استهلاك الطاقة بنسبة ملحوظة جدا مقارنة بباقي المعالجات حيث أن السقف الاخضر يحتوى على عدة طبقات منها التربة والنبات والعازل وكل هذه الطبقات تساعد في خفض استهلاك الطاقة وكذلك وجود مظلة من الخشب على السقف الاخضر تساعد في حجب أشعة الشمس عن السقف وبالتالي تقليل الكسب الحراري لذلك انخفض استهلاك الطاقة بهذه النسبة الملحوظة. و يوضح شكل(١٤)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص الأسقف.



شكل(١٤)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص الأسقف.(المصدر: الباحث).

١٠.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص المعالجات الحرارية للحوائط على استهلاك الطاقة:

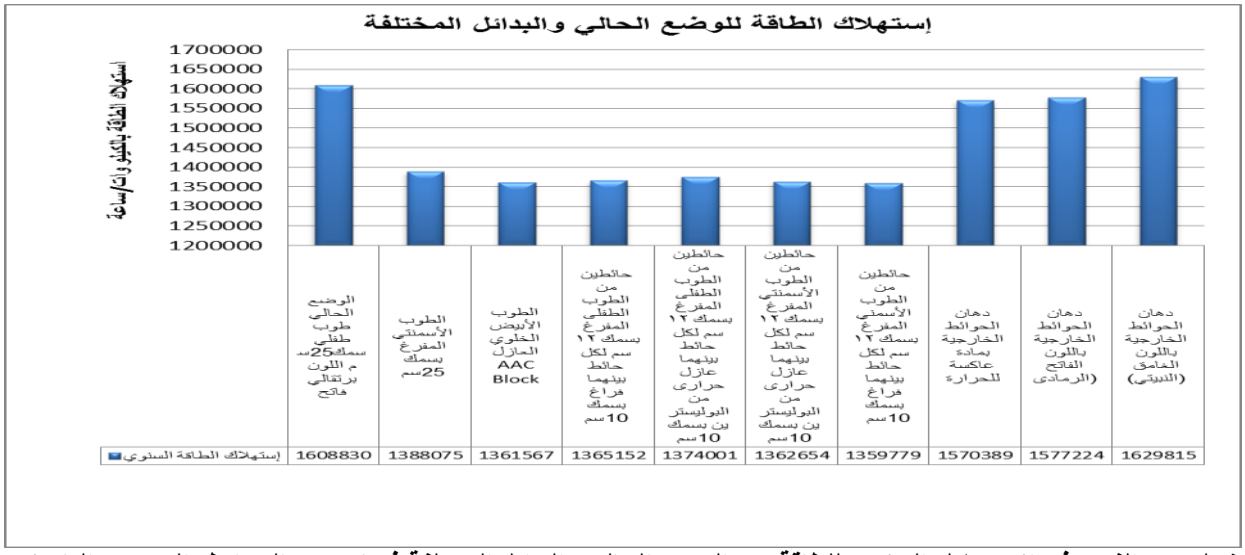
يوجد عدد من البدائل التي يمكن تطبيقها على حوائط المبنى، والتي سيتم اختبار تأثيرها على استهلاك الطاقة، ويعرض الجزء التالي نتائج تطبيق بدائل الحوائط على الاستهلاك السنوي للطاقة بالمبنى، ومقارنة ذلك بالوضع الحالي للمبنى. ويوضح جدول(١١)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المعالجات الحرارية للحوائط.

جدول(١١)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المعالجات الحرارية للحوائط.(المصدر: الباحث).

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص المعالجات الحرارية للحوائط		
البديل	**إجمالي معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة**	**نسبة الوفر أو الزيادة في الطاقة**
البديل الأول: استخدام الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ٢٥سم	١٣٨٨٠٧٥,٢١	وفر ١٣,٧٢٪
البديل الثاني :استخدام حائطين من الطوب الطفلي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ بسمك ١٠سم	١٣٦٥١٥١,٨٦	وفر ١٥,١٤٪
البديل الثالث :استخدام حائطين من الطوب الطفلي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما عازل حرارى من البوليسترين بسمك ١٠سم	١٣٧٤٠٠٠,٦٦	وفر ١٤,٥٩٪
البديل الرابع: استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما عازل حرارى من البوليسترين بسمك ١٠سم	١٣٦٢٦٥٣,٦٤	وفر ١٥,٣٠٪
البديل الخامس: استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ بسمك ١٠سم	١٣٥٩٧٧٩,٢٩	وفر ١٥,٥٠٪
البديل السادس: دهان الحوائط الخارجية بمادة عاكسة للحرارة	١٥٧٠٣٨٨,٧٢	وفر ٢,٣٨٪
البديل السابع: دهان الحوائط الخارجية باللون الفاتح (الرمادي)	١٥٧٧٢٢٣,٨٢	وفر ١,٩٦٪
البديل الثامن: دهان الحوائط الخارجية باللون الغامق (النبيتي)	١٦٢٩٨١٥,١٠	وفر ١,٣٪

تم في هذا الجزء اختبار ثمانية بدائل فيما يخص المعالجات الحرارية للحوائط، وتبين أن استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ بسمك ١٠سم حقق أفضل النتائج في الوفر في الطاقة بنسبة ١٥,٥٠٪ و في حين أن أقل البدائل تأثيراً كانت عند دهان الحوائط الخارجية باللون الفاتح (الرمادي) حيث بلغت نسبة

الوفر في الطاقة ١,٩٦٪ وهي نسبة ضئيلة جدا، وعند دهان الحوائط باللون النبيتي الغامق زاد استهلاك الطاقة بنسبة عن الوضع الحالي ١,٣٠٪، ويوضح شكل(١٥)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة.



شكل(١٥)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص الحوائط.(المصدر: الباحث).

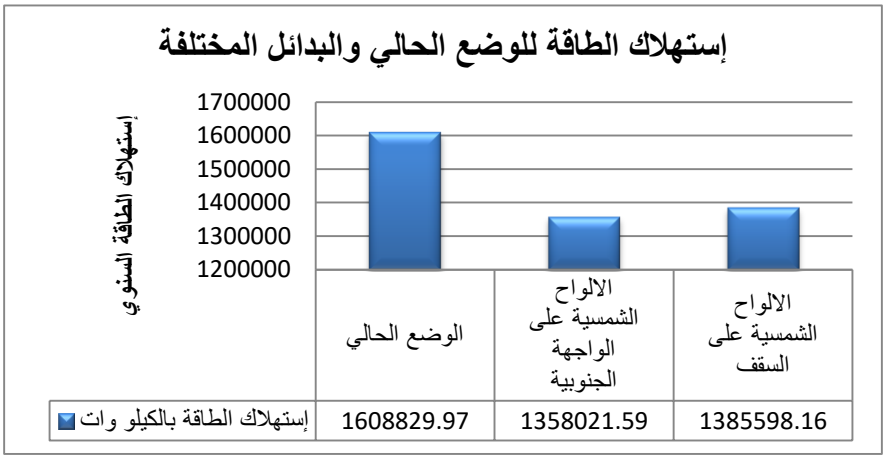
١١.المقترحات التي يمكن اختبار تأثيرها فيما يخص استخدام الطاقة المتجددة على استهلاك الطاقة:

يمكن استخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة من خلال استخدام الألواح الشمسية على الواجهة الجنوبية والسقف حيث تم استخدام الألواح الشمسية أحادية البلورة والتي تتراوح كفاءتها من ١٧٪ إلى ٢٢٪ وتتميز بقوة خرج تبلغ ٣٢٠ وات عل الأقل وتتكون هذه الألواح من ٧٢ خلية شمسية تم تصميمها على شكل شبكة ٦×١٢ ويبلغ طولها ١٩٦سم وعرضها ٩٩سم [28]، و يوضح جدول(١٢) قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص استخدام الطاقة المتجددة. والتي نوضحها فيما يلي:

جدول(١٢)قيم معدلات استهلاك الطاقة السنوية لكل البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص استخدام الطاقة المتجددة.(المصدر: الباحث).

البدائل التصميمية المقترحة فيما يخص استخدام الطاقة المتجددة		
البديل	**إجمالي معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة**	**نسبة الوفر أو الزيادة في الطاقة**
استخدام الالواح الشمسية على الواجهة الجنوبية	١٣٥٨٠٢١,٥٩	وفر ١٥,٥٨٪
استخدام الالواح الشمسية على السقف	١٣٨٥٥٩٨,١٦	وفر ١٣,٨٧٪

تم في هذا الجزء اختبار الألواح الشمسية على الأسقف والواجهة الجنوبية كأحد مصادر الطاقة المتجددة التي يمكن تطبيقها على المبنى حالة الدراسة، وتبين أن استخدام الألواح الشمسية على الواجهة الجنوبية حقق أفضل النتائج في استهلاك الطاقة ويوضح شكل(١٦)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص استخدام الطاقة المتجددة.



شكل(١٦)الفرق في الاستهلاك السنوي للطاقة بين الوضع الحالي والبدائل المختلفة فيما يخص استخدام الطاقة المتجددة.(المصدر: الباحث).

مما سبق يتضح مدى كفاءة تطبيق إستراتيجيات رفع كفاءة الطاقة (السالبة والموجبة) ودورها في خفض معدلات استهلاك الطاقة السنوية وللوصول إلى معدلات وفر أكبر تم اختيار البديل الأمثل من كل بدائل المعالجات السابقة وتطبيقها جميعاً على النموذج حالة الدراسة للوصول إلى أعلى قيم للوفر في الطاقة وأقل معدلات استهلاك للطاقة للمبنى. وفيما يلي حصر لإستراتيجيات التصميم البيئي التي تم تطبيقها على النموذج حالة الدراسة للوصول إلى أعلى معدلات الوفر في الطاقة وذلك في حالة تطبيقها على الدور الأخير والذي بلغ مقدار الطاقة المستهلكة به ١٣٥٠٧٨٧,٨٤ كيلو وات /ساعة أي ما يعادل نسبة وفر مقدارها ٣٠٪ ، أما في حالة تطبيق المعالجات على الدور المتكرر بلغ مقدار الطاقة المستهلكة ٩٣٣١٢١,٣٨كيلو وات/ساعة أي ما يوازي نسبة وفر مقدارها ٤٢ %. ويوضح جدول (١٣) إستراتيجيات التصميم البيئي التى تم تطبيقها على النموذج السكنى للوصول إلى أعلى معدلات الوفر في الطاقة. كما يوضح جدول(١٤) نتائج تطبيق أفضل المعالجات على الدور المتكرر والدور الأخير.

جدول(١٣) البدائل التصميمة المقترحة التى تم تطبيقها على النموذج لرفع كفاءة استهلاك الطاقة.(المصدر: الباحث).

استراتيجيات التصميم المستخدمة	البديل	معدلات استهلاك الطاقة السنوية لتحقيق الراحة باستخدام المعالجات
توجيه النموذج	الوضع الحالي	١٦٠٨٨٢٩,٩٧
مساحة الفتحات	٢٠٪	١٦٠٤٥٢٧,٨٤
المادة المصنوع منها الفتحات	الزجاج المزدوج العاكس الأبيض أرجون سمك ٦مم وفجوة١٣مم	١٣٦٣٧٤٥,٨٥
تظليل الفتحات	الكاسرات الشمسية على الواجهة الجنوبية عرض ٥٠سم	١٥٩٥٨٧١,٩٧
المعالجات الحرارية للأسقف	مظلة من الخشب بارتفاع ٢,٥ متر وتحتها سقف اخضر	١٣٧١٧٢٩,٦٢
المعالجات الحرارية للحوائط	استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ هوائي سمك ٥سم	١٣٥٩٧٧٩,٢٩
استخدام الطاقة المتجددة	إستخدام الألواح الشمسية على الواجهة الجنوبية	١٣٥٨٠٢١,٥٩

جدول(١٤) نتائج تطبيق أفضل البدائل التصميمية المقترحة على الدور المتكرر والدور الأخير.(المصدر: الباحث).

وجه المقارنة	استهلاك الطاقة للوضع الحالي بالكيلو وات/ساعة سنوياً	استهلاك الطاقة بعد تطبيق المعالجات	نسبة الوفر في الطاقة
الدور المتكرر	١٦٠٨٨٢٩,٩٧	٩٣٣١٢١,٣٨	٤٢٪
الدور الأخير	١٦٢٧٤٥٥,٢٣	١١٣٩٢١٨,٦٦	٣٠٪

١٢. النتائج:

١-يفضل من منظور الأداء الحراري استطالة المباني السكنية والمباني الصغيرة في اتجاه المحور الشرقي الغربي. فذلك الوضع يزيد من نسبة الواجهات المطلة على الاتجاه الشمالي والجنوبي، مما يوفر دخول أشعة الشمس عند الحاجة إليها في التدفئة.

٢- اختيار الشكل المناسب للمبنى يقلل من استهلاك الطاقة، ويقصد هنا بالشكل المناسب ذلك الشكل الذي يكتسب أكبر كمية من الحرارة في فصل الشتاء وأقل كمية من الحرارة في فصل الصيف.

٣- تعتبر النوافذ هي أكثر العناصر اكتسابا للإشعاع الشمسي، حيث إن النفاذ الحرارى لها يفوق أكثر من ٣٠ ضعف الحادث من خلال الأسطح المعتمة.

٤-يحقق موقع فتحات دخول الهواء المواجهة لاتجاه الرياح السائدة حركة هواء جيدة ضمن الفراغ، ويعتبر أفضل اتجاه لحركة الهواء داخل الفراغ عندما تكون فتحة دخول الهواء منحرفة عن مستوى فتحة خروجه هذه الوضعية تؤدي إلى اضطرابات حلقية تزيد من حركة الهواء في أجزاء الفراغ المختلفة.

٥-تساهم مساحة الفتحات بصورة كبيرة في كمية الإشعاع الشمسي النافذ إلى فراغات المبنى، ولذلك يجب مراعاة تصميمها بطريقة لا تؤثر على كمية الإضاءة المطلوبة للفراغات الداخلية للمبنى.

٦- يؤثر نوع الزجاج المستخدم في الفتحات على معدل دخول الإشعاع الشمسي إلى داخل فراغات المبنى، وتختلف نسبة نفاذية الأشعة الشمسية خلال زجاج الفتحات.

٧-يعتبر برنامج Design builder من البرامج الفعالة عند التخطيط لدراسة الطاقة بالمباني، لما يوفره من سهولة وسرعة في استخراج البيانات والمعلومات، حيث يمكن اختبار تأثير أكثر من طريقة لتصميم عناصر المبنى على استهلاك الطاقة به.

٨-توجد بعض النتائج المرتبطة بالدراسة التطبيقية وتضم:

-التحكم في توجيه المبنى بهدف الوصول إلى أفضل إضاءة طبيعية دون أن يؤثر ذلك على كمية الإشعاع النافذ إلى الفراغات الداخلية للمبنى، ويعتبر توجيه أطول ضلع في المبنى ناحية الشمال هو الأفضل، ولكن وجد أن الفارق فى الوفر بين أفضل وأسوأ توجيه ضعيف حيث يقدر الفارق في استهلاك الطاقة بين الحالتين بحوالي ١,٥١٪.

-عند تغيير نسبة فتحات الشبابيك إلى الحوائط إلي٢٠٪ بدلاً من ٢٢,٢٢٪ انخفض مقدار الطاقة المستهلكة بنسبة طفيفة مقدارها ٠,٢٦٪ عن الوضع الحالي، بينما عند زيادة نسبة الفتحات إلى ٢٥٪ و٣٠٪ زاد مقدار الطاقة المستهلكة بمقدار ٠,٢٥٪ و٠,٧٥٪ على التوالي.

-استخدام الزجاج المزدوج العاكس الأبيض أرجون سمك ٦مم وفجوة ١٣مم حقق أفضل النتائج بنسبة وفر بلغت ١٥,٢٣٪ ، في حين أن أقل البدائل تأثيراً كان الزجاج العاكس الملون باللون الازرق سمك ٦مم حيث حقق معدل استهلاك للطاقة أقل من استهلاك الطاقة في الوضع الحالي بنسبة ٧,٣٪.

- تؤثر كاسرات الشمس بشكل أكبر عند استخدامها على النوافذ، حيث عند تطبيق الكاسرات الشمسية الأفقية ببروز ٥٠سم، و٧٥سم، و١٠٠سم وكذلك تطبيق الكاسرات الشمسية الرأسية على الواجهة الشرقية والغربية ببروز ٣٠سم حيث حققت الكاسرات الشمسية الأفقية على الواجهة الجانبية ببروز ٧٥سم أفضل النتائج في استهلاك الطاقة وكانت نسبة الوفر ١٤,٠٦٪.

- يعد استخدام الحوائط متعددة الطبقات من الوسائل الفعالة لزيادة الموصلية الحرارية للحائط؛ حيث تزداد الموصلية الحرارية للمادة بزيادة سمك هذه المادة، كما أن الموصلية الحرارية الكلية لمادة متعددة الطبقات هي مجموع الموصلية الحرارية لكل الطبقات الداخلة بها.

-يؤثر تغيير مادة البناء المستخدمة في الحوائط على الطاقة المستهلكة بالمبنى بنسبة تعتمد على الخواص الحرارية للمادة المستخدمة، فعند استخدام الطوب الأبيض الخلوي العازل (AAC Block) بدلا من الطوب الطفلي المفرغ في الحوائط الخارجية للمبنى، تحقق وفر في الطاقة مقداره ١٥,٣٦٪. وكذلك عند استخدام الطوب الأسمنتي المفرغ بدلا من الطوب الطفلي المفرغ في الحوائط الخارجية للمبنى، تحقق وفر في الطاقة مقداره ١٣,٧٢٪ من إجمالي الطاقة الكلية المستهلكة بالمبنى.

-عند استخدام حائطين من الطوب الطفلى المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ بسمك ١٠سم بلغت نسبة الوفر في الطاقة ١٥,١٤٪.

-عند استخدام حائطين من الطوب الطفلي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما عازل حرارى من البوليسترين بسمك ١٠سم بلغت نسبة الوفر في الطاقة ١٤,٥٩٪.

-عند استخدام حائطين من الطوب الطفلي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما عازل حرارى من البوليسترين بسمك ١٠سم بلغت نسبة الوفر في الطاقة ١٥,٣٠٪.

- عند استخدام حائطين من الطوب الأسمنتي المفرغ بسمك ١٢ سم لكل حائط بينهما فراغ بسمك ١٠سم بلغت نسبة الوفر في الطاقة ١٥,٥٠٪ .

- عند دهان الحوائط الخارجية بمادة عاكسة للحرارة بلغت نسبة الوفر في الطاقة ٢,٣٨٪ وهي نسبة ضئيلة جداً.

-عند دهان الحوائط الخارجية باللون الفاتح (الرمادي) بلغت نسبة الوفر في الطاقة ١,٩٦٪ وهي نسبة ضئيلة جدا، بينما عند دهان الحوائط باللون النبيتي الغامق زاد استهلاك الطاقة بنسبة عن الوضع الحالي ١,٣٠٪.

- عند استخدام نظام الحائط المزدوج المفرغ بفراغ هوائي قدره ١٠سم؛ قل الاستهلاك السنوي للطاقة المستهلكة بالمبنى بنسبة ١٥,١٤٪.

- بلغت نسبة الوفر عند استخدام الأسقف العاكسة في سقف الدور الأخير ٣,٢٢ %.

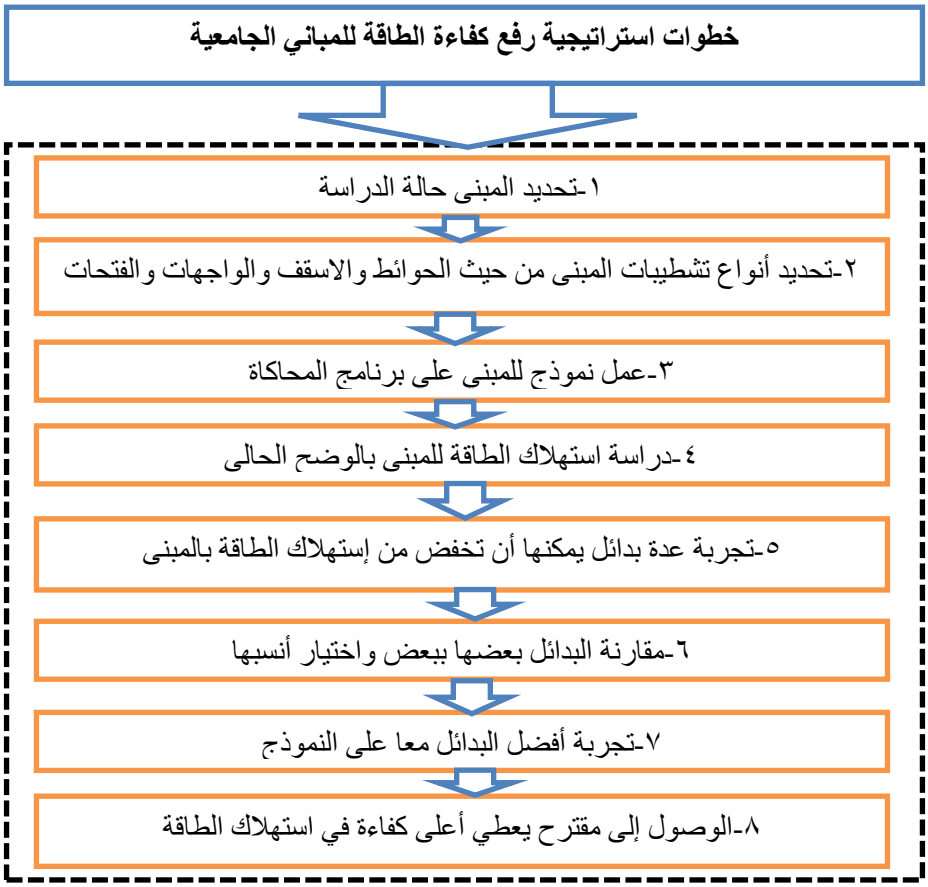
- الألواح الشمسية على الأسقف والواجهة الجنوبية كأحد مصادر الطاقة المتجددة التي يمكن تطبيقها على المبنى حالة الدراسة، وتبين أن استخدام الألواح الشمسية على الواجهة الجنوبية حقق أفضل النتائج في استهلاك الطاقة بنسبة وفر ١٥,٥٨٪ بينما بلفت نسبة الوفر في الطاقة المستهلكة عند استخدام الألواح الشمسية على الأسقف ١٣,٨٧٪.

- يتفاوت تأثير البدائل المختلفة على استهلاك الطاقة بالسقف، إلا أن أكثر البدائل فاعلية هي استخدام مظلة من الخشب بارتفاع ٢,٥ متر وأسفلها سقف أخضر بلغت نسبة الوفر ١٥,٧١٪ .

- تحقق البدائل المذكورة تأثير ملحوظ على الطاقة المستهلكة بالمبنى، إلا أن الجمع بين أفضل المعالجات لعناصر الغلاف الخارجي هي إستراتيجية ناجحة لتقليل الأحمال وتؤدي إلى تأثير أكبر بكثير من تطبيق البدائل المفردة.

-عند تطبيق أفضل المعالجات على النموذج لرفع كفاءة استهلاك الطاقة تبين أنه في حالة تطبيقها على الدور الأخير بلغ مقدار الطاقة المستهلكة به ١١٣٩٢١٨,٦٦ كيلو وات /ساعة أي ما يعادل نسبة وفر مقدارها ٣٠٪ ، أما في حالة تطبيق المعالجات على الدور المتكرر بلغ مقدار الطاقة المستهلكة ٩٣٣١٢١,٣٨كيلو وات/ساعة أي ما يوازي نسبة وفر مقدارها ٤٢ %.

- من خلال الدراسة النظرية والتطبيقية تم التوصل إلى صياغة خطوات إستراتيجية لرفع كفاءة الطاقة بالمباني الجامعية ويوضحها شكل(١٧).



شكل(١٧) خطوات إستراتيجية رفع كفاءة الطاقة بالمباني الجامعية(المصدر: الباحث)

١٤.التوصيات:

<u>بناءاً على الدراسة التطبيقية، والنتائج التى تم التوصل إليها يوصى البحث بالتالى:</u>

١-مراعاة الاعتبارات التصميمية المؤثرة على كفاءة السلوك الحراري لعناصر الغلاف الخارجي سواء العناصر المصمتة أو الفتحات وهى التوجيه –الخواص الحرارية للمادة- سمك المادة – وجود مادة عازلة للحرارة – لون السطح الخارجي للمادة- ونسبة الفتحات إلى الحائط واستخدام أنظمة التظليل يؤثران على كفاءة الفتحات.

٢-نشر ثقافة الحفاظ على البيئة وتدريب المعماريين على الاهتمام بتطبيق أسس التصميم البيئي الأخضر في المباني التعليمية وحثهم للتطرق لاستخدام مواد بيئية ومواد عزل حديثة ومواكبة التطور في أساليب ترشيد استهلاك الطاقة وتطبيق نظم الطاقة المتجددة لإنتاج مباني مستدامة.

٣-أهمية توفير برامج محاكاة الأداء الحراري وتدريب الدارسين عليها بهدف التعرف على سلوك المبنى واختيار المعالجات المناسبة قبل الشروع في تنفيذه.

٤-اعتبار برامج تحليل الطاقة جزء لا يتجزأ من البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري، وتوعية الطلاب الدراسي بها وبأهميتها.

٥-إنشاء ملفات بيانات مناخية خاصة للمناطق الجديدة بمصر مثل منطقة الكوامل، لتسهيل تحليل الطاقة بالمباني الجديدة المراد إنشاؤها.

٦-إنشاء وحدات ذات طابع خاص بالجامعات والمؤسسات الحكومية والقومية بهدف دراسة الطاقة بالمباني القائمة، وتحديد سبل خفض استهلاك الطاقة بها.

٧-إستخدام الزجاج المزدوج العاكس الأبيض أرجون سمك ٦مم وفجوة ١٣مم في النوافذ.

٨-إستخدام نظم الحوائط المزدوجة وبخاصة المزدوجة المعزولة كنظام بناء بالمناطق الحارة بصورة عامة.

٩-الإهتمام بمعالجة الحوائط باعتبارها الأكثر تأثيرا على الكسب الحراري داخل المبنى.

١٠-الإتجاه نحو استخدام الطوب الحلوي العازل والطوب الأسمنتي لمفرغ بدلاً من الطوب الشائع حالياً.

١١-الإهتمام بمعالجة الحوائط باعتبارها الأكثر تأثيرا على الكسب الحراري داخل المبنى.

١٢-الإستفادة من الطاقة الشمسية في توليد الطاقة على الأسطح والواجهة الجنوبية في المناطق الحارة.

١٣- الاستفادة من إضافة عنصر التظليل لأسطح المباني لما له من دور كبير في خفض استهلاك الطاقة بالمباني.

١٤-إعطاء أولوية كبيرة لتصميم الطاقة بالمباني وبخاصة في المناطق الحارة الجافة، للوصول للراحة الحرارية بها وبالتالي خفض استهلاك الطاقة.

المراجع:

[١] أحمد، لبنى محمود مبارك(٢٠٢٢)**"تقييم الفراغات الحضرية من منظور التصميم الحضري الشامل" العالمي" (التصميم الحضري الشامل من النظرية إلى التطبيق** "مجلة العلوم الهندسية، كلية الهندسة- جامعة أسيوط، المجلد(٥٠)-العدد(١).

[٢] أحمد، رنا رأفت محمود(٢٠٢١)،**"تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المباني السكنية: دراسة حالة الاسكان الاجتماعي مدينة اليوم الجديدة"**، مجلة كلية الهندسة،المجلد٤، العدد٢ جامعة الفيوم

[٣]أحمد، منة الله سيد عبده،(٢٠٢١)،**"دور العمارة الخضراء في تحسين الأداء الوظيفي للمسكن الصحي"**، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية – المجلد السادس – العدد الثلاثون

[٤] الحاج، خليفة(٢٠٢٠)**"الطاقات الخضراء كبديل للطاقات التقليدية في توليد الطاقة الكهربائية وحماية البيئة: دراسة حالة الجزائر"**، مجلة البشائر الاقتصادية، المجلد(٦)-العدد(١)جامعة مستغانم، الجزائر.

[٥]ادارة الاستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج.

[٦] حامد، إسراء عبد الفتاح (٢٠٢٤): **"إستراتيجيات تصميم حيز الصفري الطاقة للخفض من البصمة الكربونية"**، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، العدد(٤٦) مجلد ٩ .

[٧] بوقطوف، سلمى،(٢٠٢١)**"ترشيد الاستهلاك الطاقة للمباني ضمن التسيير الأيكولوجي : حالة حي فاطمة الزهراء-مدينة تبسة"**، قسم تسيير التقنيات الحضرية، جامعة العربى بن مهدى ام البواقى، الجزائر، رسالة ماجستير.

[٨]حسنين، صلاح حامد محمد(٢٠٢٣)**"استراتيجية التحول نحو الاقتصاد الأخضر في الدول النامية: الفرص والتحديات"**، المجلة الدولية للفقه والقضاء والتشريع ، المجلد (٤)- العدد(٢).

[٩]حماية، أسماء محمود علي،(٢٠٢١)،**" العمارة المستدامة وأثرها على التصميم المعماري للمدارس بمرحلة التعليم الثانوي بمصر"**، مجلة كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، المجلد(٢١)، العدد(٢).

[١٠]سالم، جميلة سليمان جوهر،(٢٠٢١)،**"العمارة الداخلية الصديقة للبيئة"** المجلة المصرية للدراسات المتخصصة –المجلد (9)العدد (٣٢) .

[١١] شديان، محمد مهدي،(٢٠١٩)،**" العمارة والبيئة: تخطيط المدن والعمارة البيئية"**، دار الكتاب الحديث للنشر، القاهرة.

[١٢]شيبة، أحمد صلاح الدين(٢٠٢٤)**"فاعلية استخدام بعض تطبيقات العمارة الخضراء نحو مسكن صفري الطاقة كوسيلة للمساهمة في خفض استهلاك الطاقة في جمهورية مصر العربية"**، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، المجلد(٩)-العدد(٤٤)-كلية الهندسة -جامعة بنى سويف.

[١٣]عبد الجواد، شيماء حمدى السيد،(٢٠٢١)،**"قياس كفاءة تطبيق استراتيجيات التصميم السلبي على نموذج سكني في مصر"**، مجلة جامعة الأزهر للعلوم الهندسية، المجلد(١٦)، العدد(٥٩).

[١٤]عبد السلام، رشا مازن(٢٠٢٢) **" تحليل تأثير المعالجات التصميمية لفتحات واجهات المباني الإدارية على تقليا الاكتساب الحراري"** ،مجلة البحوث الهندسية العدد(١٧٤).

[15]عبد الوهاب، رشا ماهر،(٢٠٢٠)، "توظيف مفردات المعالجات المناخية للعمارة التقليدية والمعاصرة لتحقيق مبادئ العمارة الخضراء في مصر"، مجلة الاتجاهات الهندسية المتقدمة(JAET)، المجلد(٣٩)، العدد(١).

[16] عطية، إيمان محمد عيد،(٢٠٢٠)،**"تطبيق استخدام الطاقة المتجددة بالمباني الإدارية القائمة كأحد جوانب توفير الطاقة "**،مجلة البحوث الهندسية كلية الهندسة جامعة المنوفية المجلد(٤٣)،العدد(١).

[17]علي، رضا محمود حمادة(٢٠٢٠)،**"التقنيات البيئية الحديثة بواجهات المباني وترشيدها للطاقة المستهلكة في تحقيق الراحة الحرارية"**، مجلة العلوم الهندسية، كلية الهندسة ، جامعة أسيوط المجلد(٤٨)،العدد(٦).

[18] عطية، إيمان محمد عيد،(٢٠٢٠)،**"تطبيق استخدام الطاقة المتجددة بالمباني الإدارية القائمة كأحد جوانب توفير الطاقة"**، مجلة البحوث الهندسية، كلية الهندسة، جامعة المنوفية، المجلد(٤٣)، العدد(١).

[19]محمد، هالة عبد المعز(٢٠٢٤) " **فاعلية استخدام بعض تطبيقات العمارة الخضراء نحو مسكن صفري الطاقة كوسيلة للمساهمة في خفض استهلاك الطاقة في جمهورية مصر العربية"** ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية- المجلد التاسع- العدد الرابع والأربعون

[20]مسعود، أسامة أحمد إبراهيم(٢٠١٩)،**"تطبيق مبادئ العمارة الخضراء لتوفير الطاقة بالمباني التجارية المعاصرة "**، المجلد(١١)، العدد(٣٩)، مجلة جامعة الأزهر للقطاع الهندسي، كلية الهندسة جامعة الأزهر.

[21]يوسف، حسن(٢٠٢١)**"دور المباني الخضراء في ترشيد استهلاك الطاقة"**، مجلة التراث والتصميم ، المجلد الأول، العدد السادس.

[22] Muhammad Saif Al-Nasr Ahmed،(2017) **"Methodology for rationalizing energy consumption in buildings using modern technologies"**-Department of Architectural Engineering at the Faculty of Engineering at Matareya، Helwan University .

[23] Cornaro C, Bosco F, Lauria M, Puggioni V.A and Livio,(2019) **"Effectiveness of Automatic and Manual Calibration of an Office Building Energy Model"**, Article in Applied Sciences. ة

[24] http://www.irc.rpi.edu/programs/futures/if-daylightinig/index.asp24-8-2024

[25]https://www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/climatemodelled6-1-2025

[26]https://deyeess.com/ar/types-of-solar-panels-a-friendly-guide-to-choosing-the-right-one-for-your-needs/29-7-2024

[٢٧] https://www.academia.edu/6-1-2025

[٢٨]https://arabic.solar-pvcable.com/sale-٥-٢٠٢٤

[٢٩]http://www.moee.gov.eg/test_new/ST_taka.aspx