

Received 21 October 2020; accepted 3 March 2021
Available online 15 March 2021

إستخدام الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو لتحسين أداء الطاقة في الفصول المدرسية في محافظة قنا، مصر

د.م/ محمود عطية محمد^١، د.م/ سماح صبحي منصور^٢

مدرس بقسم العمارة معهد أكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا بمدينة ٦ أكتوبر^{٢٠١}
sameh.mohamed.nagiub2017@gmail.com attiyagroup@yahoo.com

الملخص

تقوم الدولة المصرية بإنشاء العديد من المدارس وذلك لتلبية إحتياجات أعداد الطلاب وتحقيق جودة التعليم، وتعتبر تحقيق الراحة الحرارية داخل الفصول المدرسية من أهم معايير ومتطلبات تحقيق أهداف التعليم الاساسي وذلك من خلال معالجة عناصر الغلاف الخارجي للفصول المدرسية، وتظهر الورقة البحثية دور التطور التكنولوجي وتأثيره على مواد البناء وبالتالي تأثيرها على كفاءة الطاقة والتي تعد من أهم متطلبات التصميم البيئي للمباني و أهم معايير العمارة المستدامة، ويتناول البحث مشكلة إستهلاك الطاقة في مباني الفصول المدرسية في محافظة قنا نتيجة عدم كفاءة الزجاج المستخدم في الفتحات في الغلاف الخارجي، وبالتالي فإن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحسين أداء الطاقة بالفصول المدرسية باستخدام الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو في فتحات الغلاف الخارجي للفصول المدرسية في محافظة قنا. وتم عمل دراسة تطبيقية بإستخدام المحاكاه الحاسوبية ببرنامج Design Builder v 6.0 وهو من البرامج المعتمدة عالميا في مجال التحليل البيئي للمباني نظرا لدقة النتائج المستخرجة من البرنامج مع الاستهلاك الفعلي، وتشير النتائج الرئيسية الى أن نسب تخفيض معدل إستهلاك الطاقة بين زجاج حالة الأساس والزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو المزدوج المنخفض للإنبعاث ٦ مم و ١٣ مم هواء تزيد عن ٣٠ % عن حالة الأساس توجيهه (جنوب -غرب) في الفصول المدرسية في محافظة قنا.

الكلمات المفتاحية:

تكنولوجيا النانو – الفصول المدرسية - كفاءة الطاقة – الزجاج المنخفض للانبعاث .

Using the Nanotechnology Treated Glass for Improving Energy Performance of School Classrooms in Qena, Egypt

Dr. Mahmoud Attiya Mohamed¹ Dr. Samah Sobhy Mansour²

Lecturer of Architecture, October High Institute for Engineering and Technology
in 6 October city- Giza.^{1,2}

Abstract

The Egyptian state establishes many schools in order to meet the needs of the numbers of students and achieve the quality of education,; The achievement of thermal comfort in the school classroom is most important criteria and requirements for achieving the objectives of basic education during the treatment of the elements of the building envelope of the school classrooms, The research paper shows the role of technological development and its impact on building materials and thus its effect on energy efficiency, which is one of the most important requirements for the environmental design of buildings and the most important criteria for sustainable architecture. The research deals with the problem of energy consumption in classroom buildings in Qena Governorate, as a result of the inefficiency of the glass used in the openings in the building envelope. Therefore, the main objective of this research is to improve the energy performance of school classrooms by using nanotechnology treated glass in the building envelope of school classrooms in Qena Governorate, An applied study was made using computer simulation with the Design Builder v 6.0 program, which is one of the internationally approved programs in the field of environmental analysis of buildings due to the accuracy of the results. The results indicate that the use of glass treated with nanotechnology double low-e 6 mm and 13 mm air to improve the energy efficiency of school classrooms in Qena governorate by rates of more than 30% over the base case of the (South-west) orientation.

Keywords:

Nanotechnology –School Classroom–Energy efficiency –Low-E Glass.

مقدمه

لا يمكن إخفاء دور هيئة الابنية التعليمية فى تحديث وإنشاء العديد من المدارس لتلبية إحتياجات أعداد الطلاب على مستوى الدولة المصرية (Dascalaki & Sermpetzoglou, 2011; Hong & Kim, 2012)، وخاصة محافظات إقليم جنوب الصعيد ومحافظة قنا من ضمن هذا الاقليم وحيث أن عدد المدارس فى محافظة قنا يبلغ ٢٠٩٧ مدرسة بما يعادل ١٧٦٢٣ فصل دراسى ويجب تحقيق الراحة الحرارية (Shrestha & Shukuya, 2021; Turunen & Haverinen, 2014; Haverinen, 2017; Vilcekova & Doroudiani, 2017) داخل الفصول المدرسية فى محافظة قنا وذلك من خلال معالجة الغلاف الخارجى (Niroumand & Zain, 2013; Yeadon & Schröpfer, 2012)؛ وذلك باستخدام الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو فى الفتحات للفصول المدرسية، وهناك حاجة لإجراء تغييرات فى أساليب تصميم و بناء و تشييد المدارس الحكومية و النظر فى إطار يضمن الاستدامة و الراحة الحرارية للطلاب (Schibuola & Tambani, 2020; Zhang & Bluysen, 2019; Jiang & Liu, 2020) ، و التطلع الى الاستفادة من تطور التكنولوجيا وخاصة المواد النانوية ويمكننا تعريفها بأنها تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها الداخلية بين ١ نانومتر و ١٠٠ نانومتر (Bhushan, 2017; Ali, 2020; Oke & Semanya, 2017) وقد أدى صغر أحجام ومقاييس تلك المواد الى أن تتميز عن المواد التقليدية كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها على ١٠٠ نانومتر (Christian & Adityawarman, 2013; Pradeep, 2007; Lazaro & Brouwers, 2016; Sev & Ezel, 2014)؛ إن استخدام الزجاج الشفاف العادى فى الغلاف الخارجى لمباني الفصول المدرسية ، ينتج عنه زيادة للأحمال الحرارية الناتجة عن الاشعاع الشمسي خارج المبنى أثناء ساعات العمل، مما يجعل الفراغ يعاني بدوره من أحمال داخلية ناجمة عن الطلاب (حرارة الجسم، التنفس، ..)، مما يجعله مكان يزيد فيه الاحساس بعدم الراحة ولتحقيق الراحة الحرارية داخل الفصول المدرسية يجب التحقق من معايير الزجاج التي تعمل على تقليل التبادل الحرارى وتحقيق الراحة داخل الفراغ وتم فى الدراسة عمل محاكاة باستخدام برنامج Design builder v6.0 (Allhoff & Lin, 2008; Bookers & Boysen, 2005) على ست أنواع من الزجاج بمعايير مختلفة (Abdin & Mohamed, 2017)، وذلك باختلاف التوجيه وتثبيت نوع وسمك الحوائط وهى ٢٥ سم طوب أحمر وتم إختيار نموذج لفصل دراسى لمدرسة تعليم أساسى فى محافظة قنا .

١. الهدف من البحث

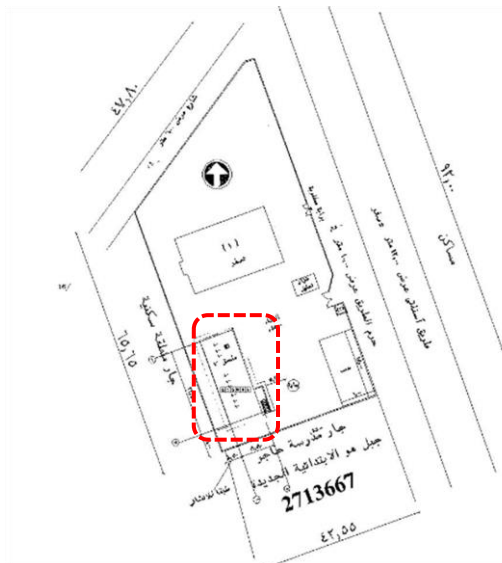
تحسين أداء الطاقة بإستخدام الزجاج المزودج low-e المعالج بتكنولوجيا النانو فى الفتحات فى الفصول المدرسية بمحافظة قنا.

٢. المشكلة البحثية

زيادة استهلاك الطاقة بالفصول المدرسية فى محافظة قنا وذلك لعدم كفاءة الزجاج المستخدم فى الفتحات فى الغلاف الخارجى للفصول المدرسية و عدم استخدام الزجاج المزودج low-e المعالج بتكنولوجيا النانو.

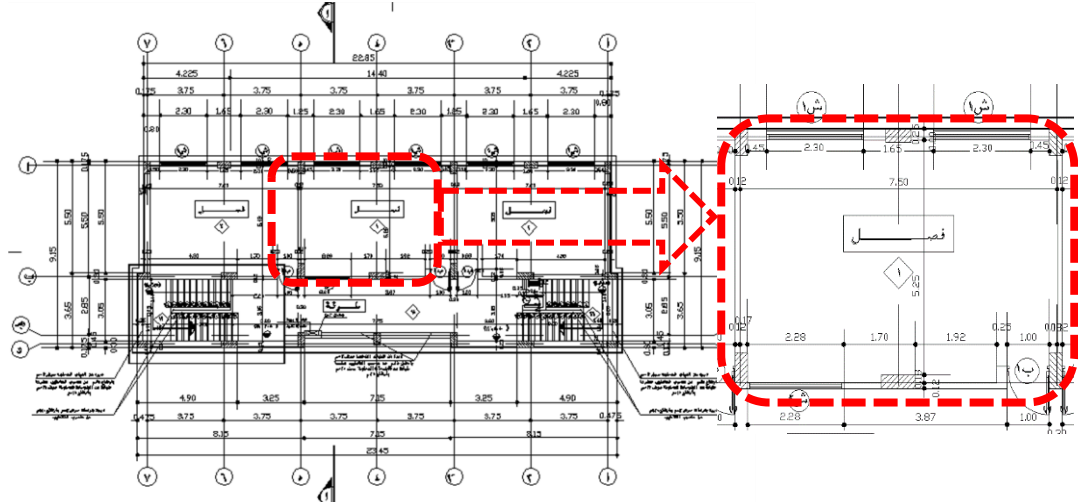
٣. منهجية البحث

تم عمل دراسة تحليلية للأحمال الحرارية للتدفئة والتبريد للفصول المدرسية بالطابق الأخير المعرض للعوامل المناخية بالمناخ الحار الجاف لمتوسط الاستهلاك السنوى مع الاخذ فى الاعتبار ساعات العمل من الساعة ٧ صباحا الى الساعة ٢ ظهرا كل يوم ما عدا الجمعة والسبت وتم تثبيت مساحة الفصل ٢٤٠م^٢؛ وتم القياس باستخدام برنامج المحاكاه Design Builder 6.0 لقياس تأثير ثمانية توجيهات على زاوية ٤٥ درجة وهى (شمال-شمال شرق- شرق- جنوب شرق-جنوب - جنوب غرب - غرب -شمال غرب) على أحمال التبريد والتدفئة وذلك لقياس مقدار الطاقة المستهلكة فى حالات مختلفة تبدأ بحالة الأساس فى حالة زجاج شفاف مفرد ٣م (SHGC=٠,٨٦١), (LT= ٠,٨٩٨), (UV= ٥,٨٩٤))، ثم بإستخدام زجاج شفاف مفرد ٦م (SHGC= ٠,٨١٩), (LT= ٠,٨٨١), (UV= ٥,٧٧٨))، ثم باستخدام زجاج شفاف

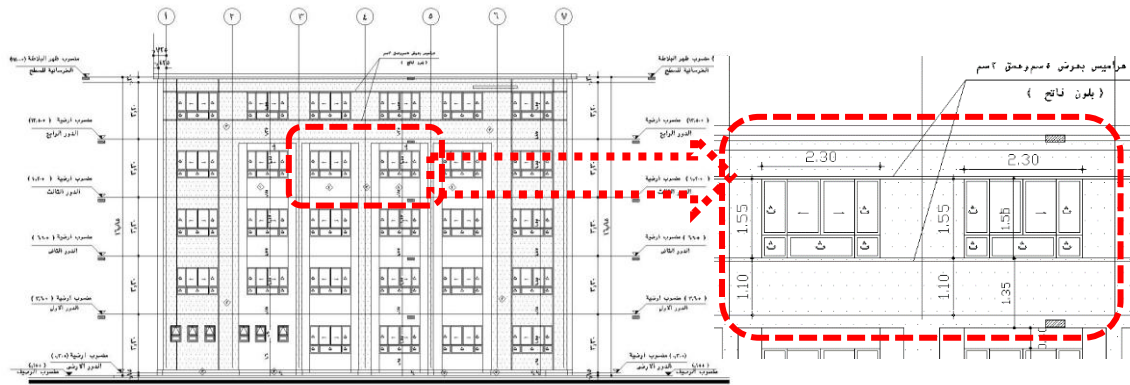


شكل (١) يوضح موقع عام لمدرسة (هو) بمركز نجع حمادى بمحافظة قنا. المصدر هيئة الابنية التعليمية

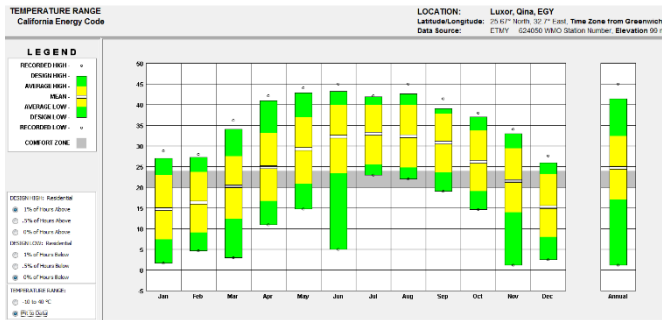
مزوج 3م و 6م مم هواء ((SHGC= 0,762), (LT= 0,812), (UV= 3,109)), ثم باستخدام زجاج شفاف مزوج 6م و 13م مم هواء ((SHGC= 0,703), (LT= 0,781), (UV= 2,665)), ثم باستخدام زجاج مزوج مخفض للانبعاث low-e 6م و 13م مم هواء ((SHGC= 0,568), (LT= 0,745), (UV= 1,761)), ثم باستخدام حالة زجاج مزوج مخفض للانبعاث low-e 6م و 13م مم هواء ((SHGC= 0,16), (LT= 0,23), (UV= 1,669)). وتوضيح مقدار إستهلاك الطاقة في الحالات المختلفة.



شكل (٢) يوضح مسقط أفقي لمدرسة (هو) بمركز نجع حمادى بمحافظة قنا المصدر هيئة الابنية التعليمية.



شكل (٣) يوضح واجهه لنموذج مدرسة (هو) الابتدائية المشتركة بمركز نجع حمادى بمحافظة قنا المصدر هيئة الابنية التعليمية



شكل (٤) يوضح درجات الحرارة في محافظة قنا المصدر Climate consultant. (2020, September, 30).

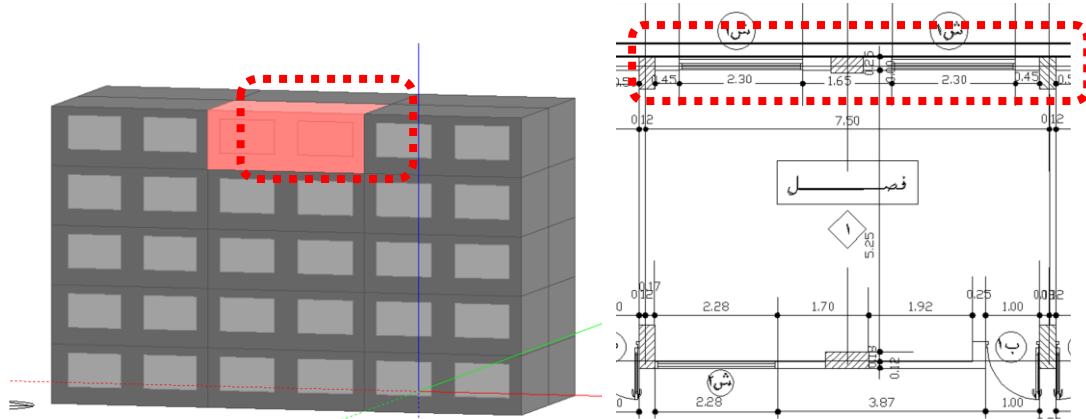
٤. المناخ في محافظة قنا

مناخ محافظة قنا قاري، أى شديد الحرارة صيفاً، وشديد البرودة شتاءً، وهو جاف طوال العام ونادراً ما يسقط المطر في محافظة قنا. وقد تصل درجات الحرارة في الشتاء إلى أقل من 6 درجات مئوية في أشهر ديسمبر ويناير وفبراير ومارس وفي الصيف إلى أكثر من 40 درجة مئوية في شهر أبريل ومايو ويونيو ويوليو وأغسطس. والرياح في قنا في معظمها - شمالية شرقية ، خلال العام في محافظة قنا. (tabi3a. (2020, September, 29).

جدول (١) الخواص الفيزيائية للزجاج المستخدم في المحاكاة					
U-value W/m ² -K	LT	SHGC	الشكل	المواد المستخدمة	
UV ٥,٨٩٤	٠,٨٩٨	٠,٨٦١		زجاج مفرد شفاف سمك ٣ مم	-١
UV ٥,٧٧٨	٠,٨٨١	٠,٨١٩		حالة زجاج شفاف مفرد ٦ مم	-٢
UV ٣,١٥٩	٠,٨١٢	٠,٧٦٢		حالة زجاج شفاف مزدوج ٣ مم و ٦ مم هواء	-٣
UV ٢,٦٦٥	٠,٧٨١	٠,٧٠٣		حالة زجاج شفاف مزدوج ٦ مم و ١٣ مم مم هواء	-٤
UV ١,٧٦١	٠,٧٤٥	٠,٥٦٨		حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث ٦ مم low-e و ١٣ مم هواء	-٥
UV ١,٦٦٩	٠,٢٣	٠,١٦		حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث ٦ مم low-e و ١٣ مم هواء	-٦

٥. نتائج المحاكاة لإستهلاك الطاقة بالفصول المدرسية في محافظة قنا محل الدراسة

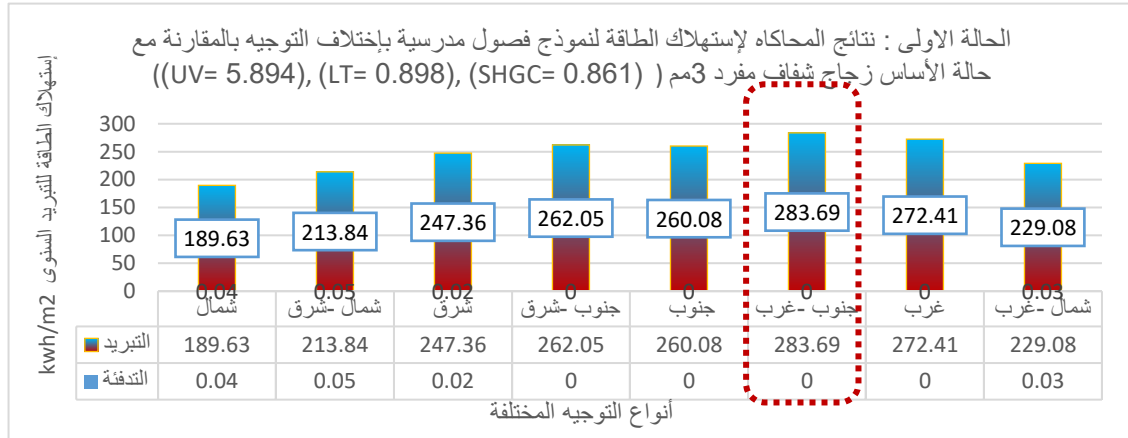
تقترح الدراسة تقييم نموذج احد الفصول المدرسية في محافظة قنا باستخدام برامج المحاكاة Design builder v6.0 حيث ان مساحة الفصل المدرسى ٤٠ م^٢ وذلك بقياس احمال التبريد والتدفئة بالفصول المدرسية في محافظة قنا وذلك باستخدام انواع مختلفة من الزجاج للفتحات وهى ست حالات مختلفة مع تغيير التوجيه في كل حاله في الاتجاهات (شمال-شمال شرق-شرق - جنوب شرق - جنوب غرب -غرب - شمال غرب) وقياس احمال التبريد والتدفئة ومقدار الوفر في الطاقة. وقد أجريت الدراسة التطبيقية باستخدام برنامج Design builder v6.0 لقياس احمال التبريد والتدفئة في حالات مختلفة على نموذج فصل دراسى وسمك الحائط فى الغلاف الخارجى ٢٥ سم و٢ سم بياض جرافيتو بلون فاتح بيج ناعم طبقا للمواصفات والعينة المعتمدة لمدرسة (هو) الابتدائية تعليم أساسى فى مركز نجع حمادى بمحافظة قنا وهى كالتالى :



شكل (٦) نموذج الفصل المدرسى فى برنامج Design builder

شكل (٥) يوضح الابعاد المعمارية لنموذج الفصل المدرسى محل الدراسة. المصدر هيئة الابنية التعليمية.

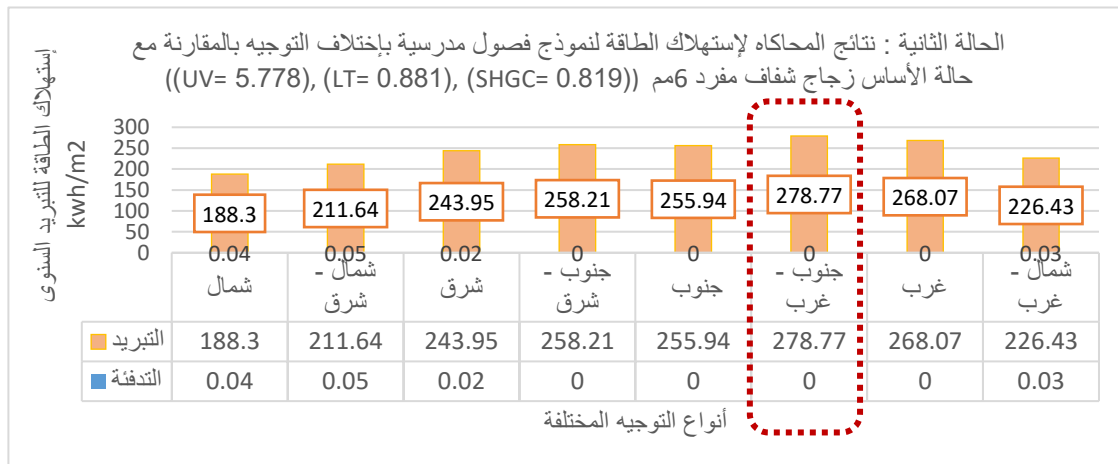
١.٥ الحالة الاولى: نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر باختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مفرد ٣مم^٣ ((SHGC=٠,٨٦١),(LT=٠,٨٩٨),(UV=٥,٨٩٤)) كما يوضح شكل (٧):



شكل (٧) يوضح نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة لنموذج فصول مدرسية باختلاف التوجيه بالمقارنة مع حالة الأساس زجاج شفاف مفرد ٣مم^٣ ((SHGC=٠,٨٦١),(LT=٠,٨٩٨),(UV=٥,٨٩٤)) كما

من خلال شكل (٧) في الحالة الاولى يتضح أن معدل استهلاك الطاقة يتغير باختلاف التوجيه حيث أظهرت نتائج المحاكاة أن أعلى استهلاك لطاقة التبريد للفصول المدرسية في محافظة قنا لحالة الاساس توجيه (جنوب-غرب) والحوائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر مع استخدام الزجاج المفرد الشفاف سمك ٣مم^٣ ((SHGC= ٠,٨٦١), (LT= ٠,٨٩٨), (UV= ٥,٨٩٤)) بمعدل إستهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٨٣,٦٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ وهو اعلى معدل لاستهلاك الطاقة للفصول المدرسية، ثم يقل إستهلاك الطاقة للتبريد السنوى التوجيه (شمال) وهو اقل معدل لإستهلاك الطاقة ١٨٩,٦٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ بمعدل تحسين في استهلاك الطاقة بنسبة ٣٣٪ عن حالة الاساس. ثم يليه توجيه (شمال-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢١٣,٨٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ ، ثم توجيه (شمال-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٢٩,٠٨ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ ، ثم توجيه (شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٤٧,٣٦ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ ، ثم توجيه (الجنوب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٦٠,٠٨ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (جنوب-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٦٢,٠٥ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ ، ثم توجيه (غرب) يظل ثانياً اعلى استهلاكاً للطاقة بعد توجيه (جنوب-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٧٢,٤١ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ .

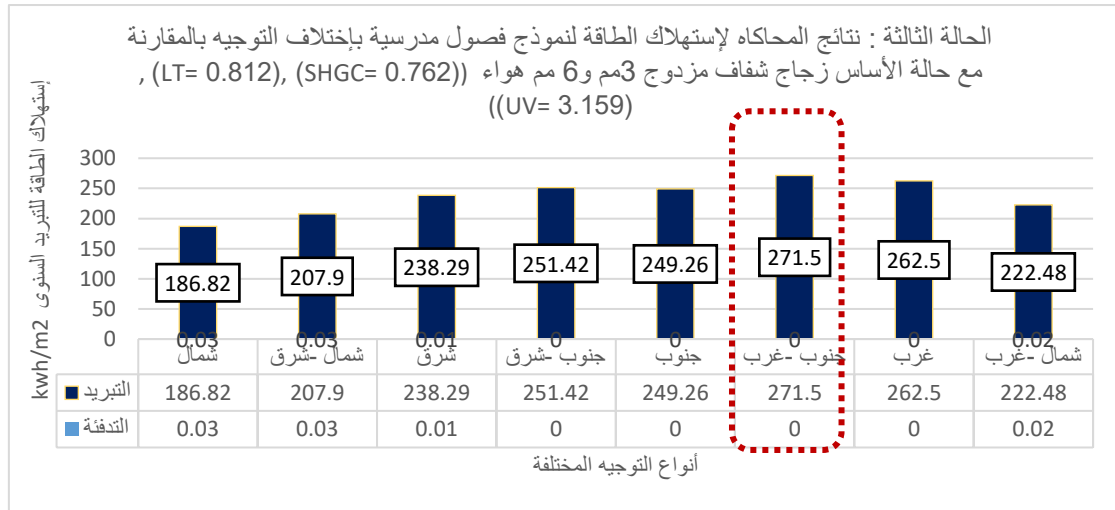
٢.٥ الحالة الثانية: نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر باختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مفرد ٦مم^٦ ((SHGC=٠,٨١٩),(LT=٠,٨٨١),(UV=٥,٧٧٨)) كما يوضح شكل (٨):



شكل (٨) الحالة الثانية : نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر باختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مفرد ٦مم^٦ ((SHGC=٠,٨١٩),(LT=٠,٨٨١),(UV=٥,٧٧٨)) كما

من خلال تحليل نتائج شكل (٨) في الحالة الثانية يتضح أن معدل استهلاك الطاقة يتغير باختلاف التوجيه حيث أظهرت نتائج المحاكاة أن أعلى استهلاك لطاقة التبريد للفصول المدرسية في محافظة قنا لحالة الأساس توجييه (جنوب-غرب) والحوائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر مع استخدام الزجاج المفرد الشفاف سمك ٦ مم ((٠,٨١٩), (SHGC= ٠,٨٨١), (LT= ٠,٧٧٨), (UV= ٥,٧٧٨)) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٧٨,٧٧ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ وهو اعلى معدل لاستهلاك الطاقة للفصول المدرسية، ثم يقل استهلاك الطاقة للتبريد السنوى التوجيه (شمال) وهو اقل معدل لاستهلاك الطاقة ١٨٨,٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ بمعدل تحسين في استهلاك الطاقة بنسبة ٣٢٪ عن حالة الأساس. ثم يليه توجيه (شمال-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢١١,٦٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (شمال-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٢٦,٤٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الشرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٤٣,٩٥ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الجنوب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٥٥,٩٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (جنوب-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٥٨,٢١ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (غرب) يظل ثانى اعلى استهلاكا للطاقة بعد توجيه (جنوب-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٦٨,٠٧ كيلو وات ساعة لكل متر ٢.

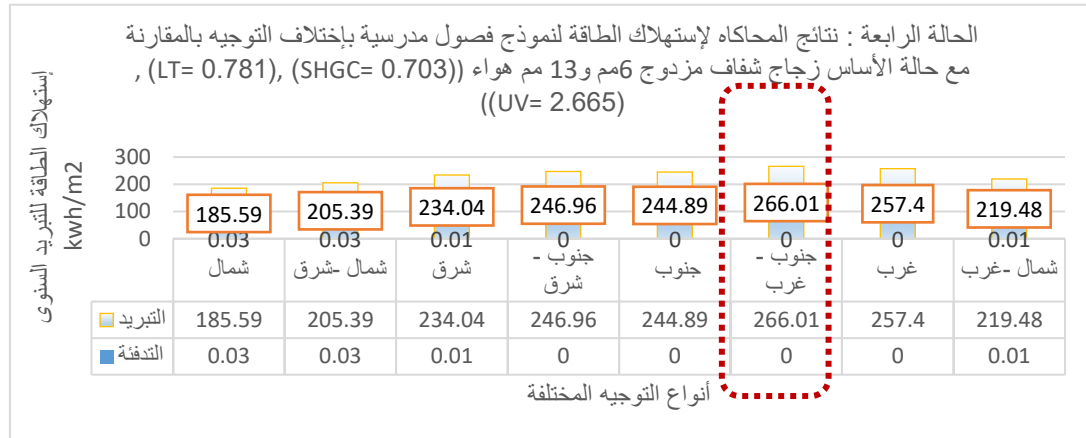
٣.٥ الحالة الثالثة: نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة استخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر باختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مزدوج ٣ مم و ٦ مم هواء ((٠,٧٦٢), (SHGC= ٠,٨١٢), (LT= ٠,٨١٢), (UV= ٣,١٥٩)) كما يوضح شكل (٩):



شكل (٩) نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة استخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر باختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مزدوج ٣ مم و ٦ مم هواء ((٠,٧٦٢), (SHGC= ٠,٨١٢), (LT= ٠,٨١٢), (UV= ٣,١٥٩))

من خلال تحليل شكل (٩) في الحالة الثالثة يتضح أن معدل استهلاك الطاقة يتغير باختلاف التوجيه حيث أظهرت نتائج المحاكاة أن أعلى استهلاك لطاقة التبريد للفصول المدرسية في محافظة قنا في حالة الأساس توجييه (جنوب-غرب) والحوائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر مع استخدام الزجاج المزدوج الشفاف سمك ٦ مم و ٣ مم هواء ((٠,٧٦٢), (SHGC= ٠,٨١٢), (LT= ٠,٨١٢), (UV= ٣,١٥٩)) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٧١,٥ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ وهو اعلى معدل لاستهلاك الطاقة للفصول المدرسية، ثم يقل استهلاك الطاقة للتبريد السنوى التوجيه (شمال) وهو اقل معدل لإستهلاك الطاقة ١٨٦,٨٢ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ بمعدل تحسين في استهلاك الطاقة بنسبة ٣١٪ عن حالة الأساس. ثم يليه توجيه (شمال-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٠٧,٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (شمال-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٢٢,٤٨ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الشرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٣٨,٢٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الجنوب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٤٩,٢٦ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (جنوب-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٥١,٤٢ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (غرب) يظل ثانى اعلى استهلاكا للطاقة بعد توجيه (جنوب-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٦٢,٥ كيلو وات ساعة لكل متر ٢.

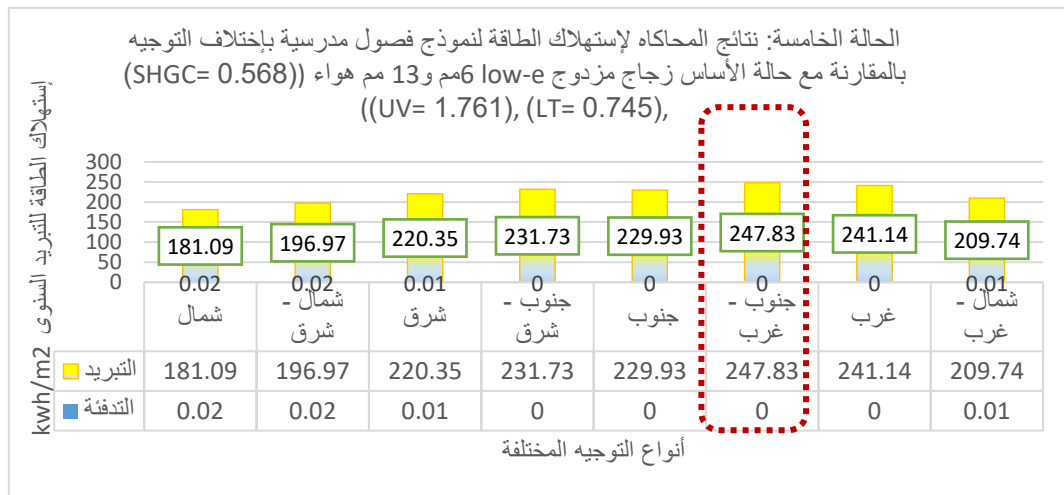
٤.٥ الحالة الرابعة: نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة استخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر باختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مزدوج ٦ مم و ١٣ مم هواء ((٠,٧٠٣), (SHGC= ٠,٧٨١), (LT= ٠,٧٨١), (UV= ٢,٦٦٥)) كما يوضح شكل (١٠):



شكل (١٠) نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر بإختلاف التوجيه في حالة زجاج شفاف مزدوج ٦ مم و١٣ مم هواء ((SHGC= ٠,٧٠٣), (LT= ٠,٧٨١), (UV= ٢,٦٦٥))

من خلال تحليل شكل (١٠) في الحالة الرابعة يتضح أن معدل استهلاك الطاقة يتغير بإختلاف التوجيه حيث أظهرت نتائج المحاكاه أن أعلى استهلاك لطاقة التبريد للفصول المدرسية في محافظة قنا في حالة الأساس توجيه (جنوب-غرب) والحوائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر مع استخدام الزجاج المزدوج الشفاف سمك ٦ مم و١٣ مم هواء ((SHGC= ٠,٧٠٣), (LT= ٠,٧٨١), (UV= ٢,٦٦٥)) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢٦٦,٠١ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ وهو اعلى معدل لإستهلاك الطاقة للفصول المدرسية، ثم يقل إستهلاك الطاقة للتبريد السنوي التوجيه (شمال) وهو اقل معدل لإستهلاك الطاقة ١٨٥,٥٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ بمعدل تحسين في استهلاك الطاقة بنسبة ٣٠٪ عن حالة الأساس. ثم يليه توجيه (شمال-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢٥٥,٣٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (شمال-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢١٩,٤٨ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الشرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢٣٤,٠٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الجنوب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢٤٤,٨٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (جنوب-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢٤٦,٩٦ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (غرب) يظل ثاني اعلى استهلاكا للطاقة بعد توجيه (جنوب-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوي ٢٥٧,٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢.

٥.٥ الحالة الخامسة : نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر بإختلاف التوجيه في حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث low-e ٦ مم و١٣ مم هواء ((SHGC= ٠,٥٦٨), (LT= ٠,٧٤٥), (UV= ١,٧٦١)) كما يوضح شكل (١١):

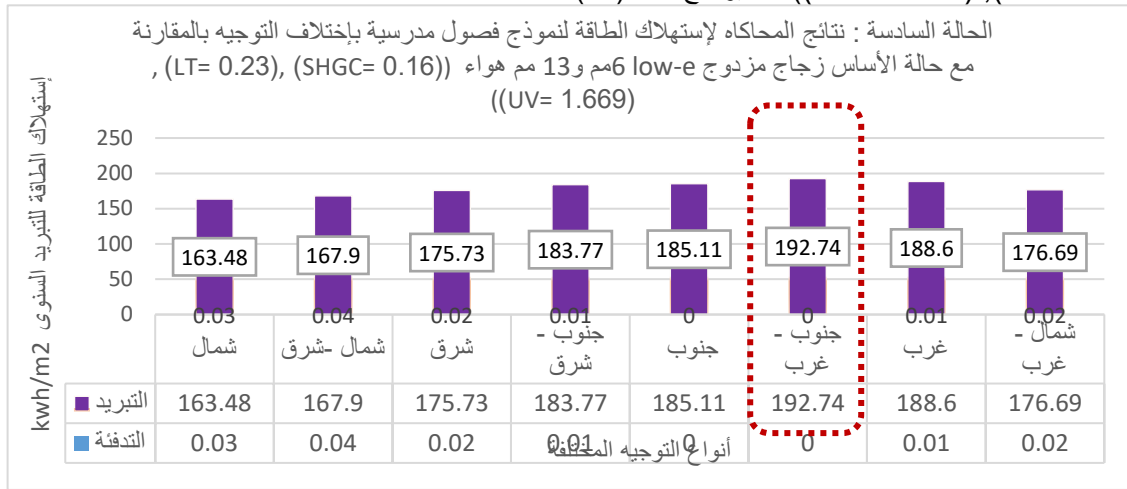


شكل (١١) نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة في حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر بإختلاف التوجيه في حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث low-e ٦ مم و١٣ مم هواء ((SHGC= ٠,٥٦٨), (LT= ٠,٧٤٥), (UV= ١,٧٦١))

من خلال تحليل شكل (١١) في الحالة الخامسة يتضح أن معدل استهلاك الطاقة يتغير بإختلاف التوجيه حيث أظهرت نتائج المحاكاه أن أعلى استهلاك لطاقة التبريد للفصول المدرسية في محافظة قنا في حالة الأساس توجيه (جنوب-غرب) والحوائط سمك ٢٥ سم طوب أحمر مع استخدام زجاج مزدوج مخفض للانبعاث low-e ٦ مم و١٣

مم هواء ((SHGC= ٠,٥٦٨), (LT= ٠,٧٤٥), (UV= ١,٧٦١)) بمعدل إستهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٤٧,٨٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ وهو اعلى معدل لاستهلاك الطاقة للفصول المدرسية، ثم يقل إستهلاك الطاقة للتبريد السنوى التوجيه (شمال) وهو اقل معدل لإستهلاك الطاقة ١٨١,٠٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ بمعدل تحسين فى استهلاك الطاقة بنسبة ٢٧٪ عن حالة الاساس. ثم يليه توجيه (شمال-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٩٦,٩٧ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه(شمال-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٠٩,٧٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه(الشرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٢٠,٣٥ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الجنوب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٢٩,٩٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (جنوب-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٣١,٧٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (غرب) يظل ثانى اعلى استهلاكا للطاقة بعد توجيه(جنوب-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ٢٤١,١٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢.

٦.٥ الحالة السادسة: نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة فى حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥سم طوب أحمر بإختلاف التوجيه فى حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث low-e ٦مم و ١٣ مم هواء ((SHGC= ٠,١٦), (LT= ٠,٢٣), (UV= ١,٦٦٩)) كما يوضح شكل (١٢)

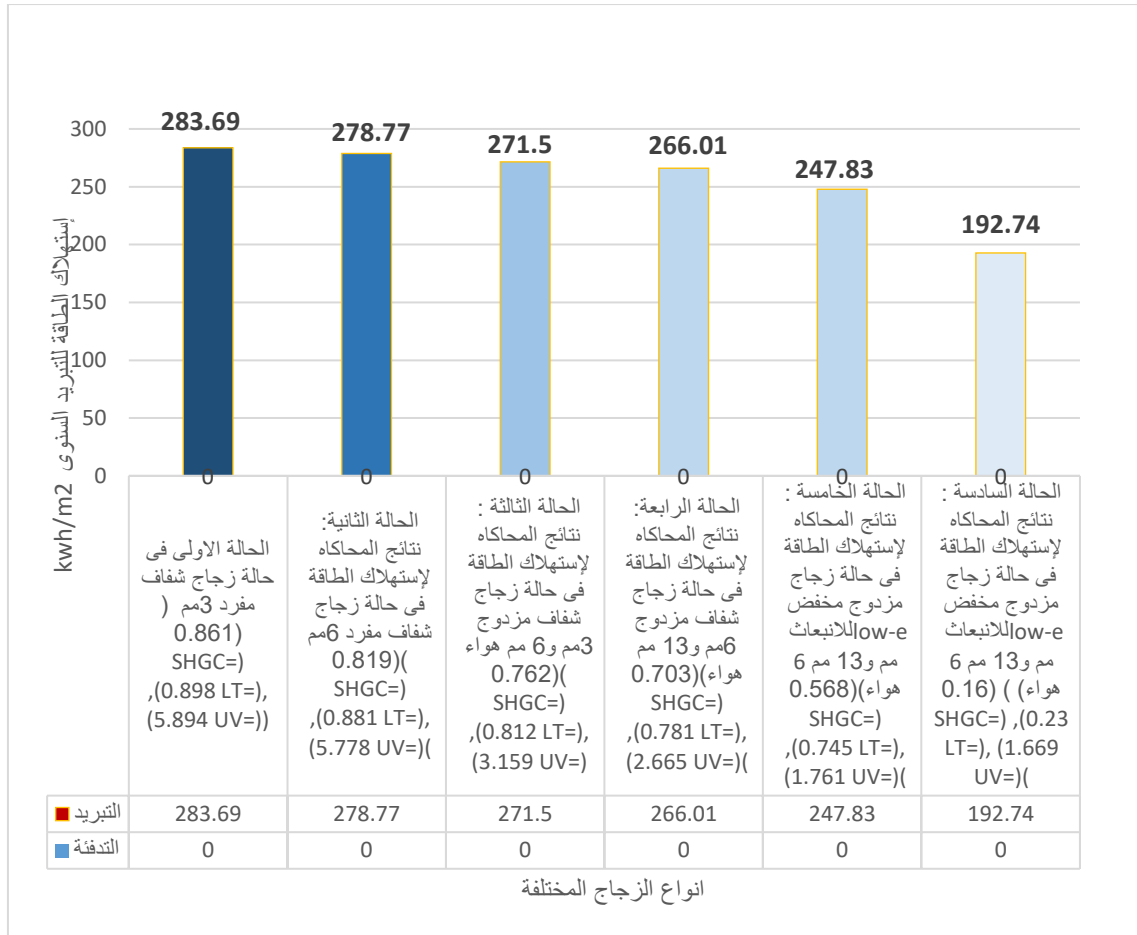


شكل (١٢) نتائج المحاكاه لإستهلاك الطاقة فى حالة إستخدام النموذج القائم الحائط سمك ٢٥سم طوب أحمر بإختلاف التوجيه فى حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث low-e ٦مم و ١٣ مم هواء معالج بتكنولوجيا النانو ((SHGC= ٠,١٦), (LT= ٠,٢٣), (UV= ١,٦٦٩))

من خلال تحليل شكل (١٢) فى الحالة السادسة يتضح أن معدل استهلاك الطاقة يتغير بإختلاف التوجيه حيث أظهرت نتائج المحاكاه أن أعلى استهلاك لطاقة التبريد للفصول المدرسية فى محافظة قنا فى حالة الاساس توجيه (جنوب-غرب) والحوائط سمك ٢٥سم طوب أحمر مع استخدام زجاج مزدوج مخفض للانبعاث low-e ٦مم و ١٣ مم هواء معالج بتكنولوجيا النانو ((SHGC= ٠,١٦), (LT= ٠,٢٣), (UV= ١,٦٦٩)) بمعدل إستهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٩٢,٧٤ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ وهو اعلى معدل لاستهلاك الطاقة للفصول المدرسية، ثم يقل إستهلاك الطاقة للتبريد السنوى التوجيه (شمال) وهو اقل معدل لإستهلاك الطاقة ١٦٣,٤٨ كيلو وات ساعة لكل متر ٢ بمعدل تحسين فى استهلاك الطاقة بنسبة ١٥٪ عن حالة الاساس. ثم يليه توجيه (شمال-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٦٧,٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه(شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٧٥,٧٣ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه(شمال-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٧٦,٦٩ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (جنوب-شرق) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٨٣,٧٧ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (الجنوب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٨٥,١١ كيلو وات ساعة لكل متر ٢، ثم توجيه (غرب) يظل ثانى اعلى استهلاكا للطاقة بعد توجيه(جنوب-غرب) بمعدل استهلاك لطاقة التبريد السنوى ١٨٨,٦ كيلو وات ساعة لكل متر ٢.

٦. النتائج والتوصيات

- مقارنة نتائج المحاكاه لأنواع الزجاج المختلفة للفتحات فى الغلاف الخارجى للفصول المدرسية فى محافظة قنا فى حالة توجيه (جنوب-غرب) مع حالة الاساس .



شكل (١٢) يوضح مقارنة نتائج المحاكاه لأنواع الزجاج المختلفة للفصول المدرسية في محافظة قنا في حالة توجية (جنوب -غرب) مع حالة الأساس .

توضح نتائج المحاكاه أن أعلى معدل لإستهلاك الطاقة لنموذج الفصول المدرسية في محافظة قنا في حالة توجيه (جنوب-غرب) في الحالة الاولى في حالة زجاج شفاف مفرد 3 مم ($SHGC=0.861$), ($LT=0.898$), ($UV=5.894$)) فكان معدل استهلاك الطاقة 283,69 كيلو وات ساعة لكل متر 2 وتشير نتائج الحالة الثانية في حالة زجاج شفاف مفرد 6 مم ($SHGC=0.819$), ($LT=0.881$), ($UV=5.778$)) فإن معدل إستهلاك الطاقة إنخفض الى 278,77 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بمعدل 4,92 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بنسبة 2٪ عن حالة الأساس ، وتشير نتائج الحالة الثالثة في حالة زجاج شفاف مزدوج 3 مم و 6 مم هواء ($SHGC=0.762$), ($LT=0.812$), ($UV=3.159$)) فإن معدل إستهلاك الطاقة إنخفض الى 271,5 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بمعدل 271,5 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بمعدل 12,19 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بنسبة 4٪ عن حالة الأساس ، وتشير نتائج الحالة الرابعة في حالة زجاج شفاف مزدوج 6 مم و 13 مم هواء ($SHGC=0.703$), ($LT=0.781$), ($UV=2.665$)) فإن معدل إستهلاك الطاقة إنخفض الى 266,01 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بمعدل 266,01 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بنسبة 6٪ عن حالة الأساس، وتشير نتائج الحالة الخامسة في حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث 6 مم و 13 مم هواء ($SHGC=0.568$), ($LT=0.745$), ($UV=1.761$)) فإن معدل إستهلاك الطاقة إنخفض الى 247,83 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بمعدل 35,86 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بنسبة 13٪ عن حالة الأساس، وتشير نتائج الحالة السادسة في حالة زجاج مزدوج مخفض للانبعاث 6 مم و 13 مم هواء معالج بالنانو تكنولوجي ($SHGC=0.16$), ($LT=1.669$), ($UV=1.669$)) فإن معدل إستهلاك الطاقة إنخفض الى 192,74 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بمعدل 90,95 كيلو وات ساعة لكل متر 2 بنسبة 32٪ عن حالة الأساس.

أ- النتائج :-

من خلال القياسات السابقه للاحمال الحرارية للتدفئة والتبريد لنموذج الفصول المدرسية بالطابق الأخير المعرض للعوامل المناخية المحيطة بالمناخ الحار الجاف في محافظة قنا باستخدام برنامج Design builder 6.0، و مساحة الفصل 40 م² و مقارنة الأحمال الحرارية للتدفئة والتبريد باختلاف التوجيه أوضحت نتائج الدراسة ما يلي :
-معدل إستهلاك الطاقة لنموذج الفصول المدرسية (توجيه الشمال) اقل استهلاكاً لطاقة التبريد والتدفئة توجيه (جنوب -غرب) في حالة الاساس بمعدل توفير بلغ 33٪ مما يدل على ان التوجيه له تأثير كبير في إستهلاك الطاقة .

-إستخدام الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو المزودج المخفض للانبعاث low-e ٦مم و١٣مم هواء ذو المعايير (SHGC= ٠,١٦), (LT= ٠,٢٣), (UV= ١,٦٦٩)) يعطى أفضل نتيجة لتحسين أداء الطاقة مقارنة مع حالات الزجاج المختلفة محل الدراسة بنسبة توفير ٣٢ % عن الحالة الاولى المستخدم فيها زجاج شفاف مفرد ٣مم ذو المعايير (SHGC= ٠,٨٦١), (LT= ٠,٨٩٨), (UV= ٥,٨٩٤)) وهى حالة الاساس .

ب- الجانب الاقتصادي:

وذلك لحساب فترة الاسترداد لتكلفة المعالجة المقترحة ؛ حيث يبلغ تكلفة سعر المتر المربع من الزجاج المفرد ٣مم وهو المستخدم فى حالة الاساس بمتوسط أسعار ١٠٠ جنية بينما يبلغ تكلفة سعر المتر المربع للزجاج المزودج المعالج بتكنولوجيا النانو المحلى بمتوسط أسعار ٤٥٠ جنيهاً للمتر المربع طبقاً لأسعار الشركات لعام ٢٠٢٠م ويبلغ مسطح الزجاج المستخدم فى الفصل ٧ م^٢ وحيث أن مساحة الفصل ٤٠ متر^٢ وإستهلاك الطاقة للتبريد لحالة الاساس بإستخدام زجاج شفاف مفرد سمك ٣مم (SHGC=٠,٨٦١), (LT= ٠,٨٩٨), (UV= ٥,٨٩٤)) يبلغ ٢٨٣,٦٩ كيلو وات ساعة سنوياً لكل متر^٢ أى أن إستهلاك الطاقة للتبريد للفصل المدرسى يبلغ ١١٣٤٨ كيلو وات ساعة سنوياً. وإستهلاك الطاقة للتبريد لحالة زجاج مزودج مخفض للانبعاث low-e ٦مم و١٣مم هواء معالج بالنانو تكنولوجى (SHGC= ٠,١٦), (LT= ٠,٢٣), (UV= ١,٦٦٩)) فإن معدل إستهلاك الطاقة إنخفض الى ١٩٢,٧٤ كيلو وات ساعة لكل متر^٢. أى أن إستهلاك الطاقة للتبريد للفصل المدرسى يبلغ ٧٧١٠ كيلو وات ساعة سنوياً ولحساب زمن الاسترداد نحسب معدل الوفر لحالة الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو مع حالة الاساس نجد أن ١١٣٤٨-٣٦٣٨=٧٧١٠ كيلو وات ساعة سنوياً . وحيث أن تكلفة الكيلو وات ١٠٠ قرش وهى الشريحة الخامسة طبقاً لاسعار شركة الكهرباء لعام ٢٠٢٠م فإن متوسط معدل الوفر سنوياً ٣٦٣٨ جنيهاً نقسم على ١٢ شهر تصبح متوسط معدل الوفر ٣٣٣ جنيهاً كل شهر. وتكلفة إستخدام الزجاج العادى المفرد فى الفصل المدرسى بمسطح ٧ متر^٢ تساوى ٧٠٠*١٠٠=٧٠٠ جنيهاً وتكلفة إستخدام الزجاج المزودج المخفض للانبعاث low-e ٦مم و١٣مم هواء معالج بالنانو تكنولوجى فى الفصل المدرسى ٣١٥٠*٧=٢١٥٠٠ جنيهاً اذن تكلفة المعالجة المقترحة ٣١٥٠-٢١٥٠٠=٢٤٥٠ جنيهاً .

إذن زمن الاسترداد يساوى تكلفة المعالجة على متوسط معدل الوفر يساوى ٢٤٥٠/٣٣٣=٨ أشهر وهو أقل من عام.

ج- التوصيات:

-أفضل توجيه لمباني الفصول المدرسية فى محافظة قنا يعمل على تحسين أداء الطاقة لما تم مناقشته فى الورقة البحثية **توجيه الشمال** ثم توجيه (شمال-شرق) ثم توجيه (الشرق) ثم توجيه (شمال-غرب) وأكبر استهلاك للطاقة يتم فى الفصول المدرسية فى محافظة قنا توجيه (جنوب- غرب) .

- إستخدام الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو المزودج المخفض للانبعاث low-e ٦مم و١٣مم هواء ذو المعايير (SHGC= ٠,١٦), (LT= ٠,٢٣), (UV= ١,٦٦٩)) يعطى أفضل نتيجة لتحسين أداء الطاقة للفصول المدرسية فى محافظة قنا .

- **التوصيات للدراسات المستقبلية** دراسة تأثير إستخدام الزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو فى الغلاف الخارجى على تحسين الاداء الصوتى ومنع الضوضاء للمباني الادارية.

References

المراجع

- Dascalaki, E. G., & Sermpetzoglou, V. G. (2011). Energy performance and indoor environmental quality in Hellenic schools. *Energy and Buildings*, 43(2-3), 718-727.
- Hong, T., Kim, H., & Kwak, T. (2012). Energy-saving techniques for reducing CO₂ emissions in elementary schools. *Journal of Management in Engineering*, 28(1), 39-50.
- Niroumand, H., Zain, M. F. M., & Jamil, M. (2013). The role of nanotechnology in architecture and built environment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 89, 10-15.
- Yeadon, P., & Schröpfer, T. (2012). Materializations of nanotechnology in architecture. In *Material Design* (pp. 132-147). Birkhäuser.
- Bhushan, B. (2017). Introduction to nanotechnology. In *Springer handbook of nanotechnology* (pp. 1-19). Springer, Berlin, Heidelberg..
- Abdin, A. R., El Bakery, A. R., & Mohamed, M. A. (2017). The role of nanotechnology in improving the efficiency of energy use with a special reference to glass treated with nanotechnology in office buildings. *Ain Shams Engineering Journal*.
- Pradeep, T. (2007) " Nano The Essentials: Understanding Nanoscience and Technology" ..McGrew Hill, New Delhi.

- Allhoff, Fritz & Lin, Patrick. (2008) *Nanotechnology and Society: current and emerging ethical issues*. Springer.
- Bookers, Richard & Boysen, Earl, (2005), "Nanotechnology for the Dummies, The itchhiker's guide to Nanotechnology". Wiley Publishing Inc.
- Christian, F., Adityawarman, D., & Indarto, A. (2013). Application of nanotechnologies in the energy sector: A brief and short review. *Frontiers in Energy*, 7(1), 6-18.
- tabi3a. (2020, September, 29). *Qena Gov*. Retrieved from <http://www.qena.gov.eg/tourism/tabi3a%20geographia/default.aspx>
- Climate consultant. (2020, September, 30). *Energy-design-tools*. Retrieved from <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>
- Ali, A. A. (2020). Nanotechnology in civil engineering construction. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, 9(1), 87-90.
- Oke, A. E., Aigbaybo, C. O., & Semanya, K. (2017). Energy savings and sustainable construction: examining the advantages of nanotechnology. *Energy Procedia*, 142, 3839-3843.
- Lazaro, A., Yu, Q. L., & Brouwers, H. J. H. (2016). Nanotechnologies for sustainable construction. In *Sustainability of Construction Materials* (pp. 55-78). Woodhead Publishing.
- Sev, A., & Ezel, M. (2014). Nanotechnology innovations for the sustainable buildings of the future. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 8(8), 886-896.
- Shrestha, M., Rijal, H. B., Kayo, G., & Shukuya, M. (2021). A field investigation on adaptive thermal comfort in school buildings in the temperate climatic region of Nepal. *Building and Environment*, 190, 107523.
- Turunen, M., Toyinbo, O., Putus, T., Nevalainen, A., Shaughnessy, R., & Haverinen-Shaughnessy, U. (2014). Indoor environmental quality in school buildings, and the health and wellbeing of students. *International journal of hygiene and environmental health*, 217(7), 733-739.
- Haverinen-Shaughnessy, U., Shaughnessy, R. J., Cole, E. C., Toyinbo, O., & Moschandreas, D. J. (2015). An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance. *Building and Environment*, 93, 35-40.
- Vilcekova, S., Meciarova, L., Burdova, E. K., Katunska, J., Kosicanova, D., & Doroudiani, S. (2017). Indoor environmental quality of classrooms and occupants' comfort in a special education school in Slovak Republic. *Building and Environment*, 120, 29-40.
- Schibuola, L., & Tambani, C. (2020). Indoor environmental quality classification of school environments by monitoring PM and CO2 concentration levels. *Atmospheric Pollution Research*, 11(2), 332-342.
- Zhang, D., & Bluysen, P. M. (2019). Actions of primary school teachers to improve the indoor environmental quality of classrooms in the Netherlands. *Intelligent Buildings International*, 1-13.
- Jiang, J., Wang, D., Liu, Y., Di, Y., & Liu, J. (2020). A field study of adaptive thermal comfort in primary and secondary school classrooms during winter season in Northwest China. *Building and Environment*, 175, 106802.