الاستدامة في الفراغات التعليمية من منظور الإضاءة (حالة الدراسة: مدرسة حكومية بالقاهرة)

Sustainability in educational spaces from the perspective of lighting (case study: a public school in Cairo)

م.د/ هدى محمد إبراهيم الباز

مدرس بكلية الهندسة - قسم الهندسة المعمارية – جامعة حورس - دمياط الجديدة

Dr. Huda Mohamed Ibrahim Al-Baz

Lecturer of Architecture Engineering in faculty of Engineering -Horus University - new Damietta

halbaz@horus.edu.eg

المستخلص:

إن للحفاظ على الطاقة دور حيوي و جوهري في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة في المباني عامة و في المباني التعليمية الحكومية بمصر خاصة، دون المساس بالتوازن الطبيعي الذي خلقه المولى بالكون. و تكمن مشكلة البحث في انه لم يراعى في العملية التصميمية للمدارس الحكومية في محافظة القاهرة من منظور العمارة البيئية في التصميم والتنفيذ، خاصة من حيث توفير الطاقة و من حيث تحقيق: الإضاءة الطبيعية / التهوية / الأفنية و مواد البناء وغيره، بما يحقق المعايير العالمية و المحلية للمباني التعليمية بالمدارس الحكومية (Kamoona 2018)، و ايضا مشكلة عدم تفعيل الاستفادة من برامج المحاكاة البيئة في المباني المدرسية الحكومية القائمة لمعالجة القضايا البيية المرتبطة بترشيد الطاقة (Qin et al. 2018)، و إن مباني المدارس الحكومية القائمة لا تتوافق مع معايير الاستدامة، مما يؤدي إلى قصور العملية التعليمية بها (Ünler 2008). و يهدف البحث للكشف عن تأثير إختلاف التوجيه على استهلاك الطاقة بالفصول في المدارس الحكومية في القاهرة، بهدف الوصول الى معالجات نموذجية لهذه المدارس، و للوصول للهدف تم دراسة العوامل المتسببة فى استهلاك الطاقة أثناء تشغيل المبنى ,ثم وضع مقترح لرفع كفاءة الطاقة بالفصول بالمبانى التعليمية بمدرسة العينة، من خلال التكامل بين الاضاءة الطبيعية و الصناعية للوصول لشدة الاضاءة المثلى الموصى بها في كودات الطاقة العالمية و المحلية .(Innes and Booher 2010) و المنهجية المتبعة بالدراسة التطبيقية لعينة المدرسة المختارة تعتمد على المنهج الوصفي السببي المقارن " بالمقارنة بين فصلين في مبنين مختلفي التوجيه بمدرسة العينة احدهما في الاتجاه الشمالي والاخر في الاتجاه الجنوبي، مستعينا بالأسلوب التطبيقي التقني المعاصر الذي يعتمد على تطبيق أحد برامج الحاسب الالي للمحاكاه البيئية للمبني في معظم مراحل البحث، بإستخدام برنامج Design Builder، بناءً على المخرجات و النتائج التجريبية منه (Light 2018). و تبين نتائج الورقة البحثية أهمية زيادة كفاءة الإضاءة الطبيعية فى مبانى المدرسة، للتقليل من إستخدام الإضاءة الصناعية و ترشيد الطاقة بها، و ضرورة الاهتمام بتصميم النوافذ و أساليب التظليل الخارجى و التهوية الطبيعية بإستخدام برنامج المحاكاه، و توصل البحث ايضا لضرورة دمج إستراتيجيات الإضاءة الطبيعية و الإصطناعية و إستخدام أنظمة الإضاءة البيئية الذكية فى المبانى، ونظم متعددة المستويات كنظم تكامل للحصول على أكبر كمية من الإضاءة الطبيعية غير المباشرة فقط بدون أى أشعة شمس ضارة، مثل نظم التحكم التبادلى (Switch control), للحد من إستهلاك الطاقة. على أن تؤخذ التوصيات في الاعتبار ضرورة اتباع متطلبات الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمباني حيث يعتبر المعيار و المقياس البيئي الذي نستطيع من خلاله اختبار جودة تصميم الغلاف الخارجي للمدراس بمصر , ولتوفير الراحة الحرارية و البصرية للقاطنين بها.

الكلمات الدلالية:
الاستدامة – الإضاءة – الغلاف الخارجي- المباني التعليمية – التوجيه - محاكاة.

Abstract:

Energy conservation has a vital and essential role in achieving the dimensions of sustainable development in buildings In general, and in government educational buildings in Egypt in particular, without prejudice to the natural balance that God created in the universe. The problem of the research is that it was not taken into account in the design process of public schools in Cairo governorate from the perspective of environmental architecture in design and implementation, especially in terms of energy saving and in terms of achieving: natural lighting / ventilation / courtyards and building materials and others, in order to achieve international standards and The problem of not activating the use of environmental simulation programs in the existing government school buildings to address environmental issues related to energy conservation (Qin et al. 2018), and that the existing government school buildings do not comply with sustainability standards, Which leads to a shortcoming of the educational process (Unler 2008). The research aims to reveal the effect of the difference of orientation on the energy consumption of classrooms in public schools in Cairo, in order to reach typical treatments for these schools, and to reach the goal, the factors causing energy consumption during the operation of the building were studied, and then a proposal was developed to raise the energy efficiency of classrooms in educational buildings in a school The sample, through the integration of natural and artificial lighting to reach the optimal lighting intensity recommended in the global and local energy codes (Innes (2010 and Booher), and the methodology used in the applied study of the selected school sample depends on the comparative causal descriptive approach "comparing between two chapters in two different buildings" Orientation in the sample school, one in the northern direction and the other in the southern direction, using the contemporary technical applied method that depends on the application of a computer program for environmental simulation of the building in most stages of the research, using the Design Builder program, based on the experimental outputs and results of it (2018 Light). The results of the research paper show the importance of increasing the efficiency of natural lighting in school buildings, to reduce the use of natural lighting The research also found the need to integrate natural and artificial lighting strategies and the use of smart environmental lighting systems in buildings, and multi-level systems as integration systems to obtain greater A quantity of indirect natural lighting only without any harmful sunlight, such as switch control systems, to reduce energy consumption. The recommendations should be taken into account the need to follow the requirements of the Egyptian Code to improve energy efficiency in buildings, as it is the environmental criterion and yardstick through which we can test the quality of the design of the external envelope for schools in Egypt, and to provide thermal and visual comfort for its residents.

Keywords:

Sustainability - Lighting - Exterior Covering - Educational Buildings - Design Builder – Orientation- simulation.

المقدمة:

عند الحديث عن التنمية المستدامة و متطلباتها و استراتيجياتها في قطاع التعليم الحكومي بمصر؛ فإن دور و أهمية الحاسب الالي في محاكاة المباني بيئيا، يصبح أمرًا ضروريًا، ليس فقط لمجرد توفير المعلومات، بل لمواءمتها وحسن التعامل معها بما يضمن تحقيق معايير الاستدامة و ترشيد استهلاك الطاقة **(Rashdi and Embi 2016)**. و المعماري مسؤول عن تصميم منشآت قادرة على تلبية احتياجات مستخدميها بتوفير الراحة الحرارية و البصرية لإنجاز أنشطتهم المختلفة المرتبطة بطبيعة استخدام المبنى بشكل جيد , لذلك يجب أن يراعي جانب أساسي لتشغيل المبنى و هو ترشيد استهلاك الطاقة.

تعتمد ساعات التشغيل للفراغات التعليمية على الفترة النهارية، الأمر الذي يتطلب توفير قدر من الإضاءة بما يتلاءم مع النشاط القائم بتلك الفراغات .وللإضاءة الطبيعية القدرة على تحقيق الرؤية و الراحة البصرية و الفسيولوجية لمستخدمي الفراغ، و الذي ينعكس بدوره على القدرة الإنتاجية للمستخدم الفراغ، و يمثل ذلك الجانب النفسي و الوظيفي لاستخدام الإضاءة الطبيعية، و لقد أجريت بعض الدراسات في الدول الأوربية على أفضلية توجيه الفراغات التعليمية و ذلك إما بشكل عملي أو عن طريق المحاكاة بالحاسب الالي، و قد أوضحت العديد من هذه الدراسات السابقة أفضلية التوجيه الشمالي لثبات مستوى شدة الإضاءة على مدار اليوم، و تم اخذ هذه التجارب و تطبيق نتائجها على أغلب المباني التعليمية في مصر بدون التحقق من ملاءمتها للظروف المناخية المحلية بوجه عام و على المدارس الحكومية بمصر بشكل خاص **(Ali, Habib, and Mohammed 2009; Hamdy et al. 2021)**.

و يمكن تحديد كفاءة الغلاف الخارجي من حيث قدرته على ترشيد استهلاك الطاقة وذلك من خلال تقييم عناصره المعمارية (الأسقف – الحوائط – الفتحات - الارضيات) طبقًا لمراحل تبدأ بتحديد العوامل المناخية للمنطقة التي يقام عليها المبنى(**Hamdy et al. 2021**) و فحص هذه العوامل من خلال برنامج المحاكاة البيئية Design Builder، حيث يتم فيه حساب استهلاك الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل الاضاءة الصناعية بالفصول و حساب الإنتقالية الحرارية للمبنى و الإنتقالية الحرارية الكلية داخل نفس البرنامج، لتحقيق متطلبات الاستدامة، كما يتم استخدام البرنامج لدراسة نوعية المبنى و توجيهه و طبيعة استخدامه و الفترة التشغيلية له، و من ثم يمكن تحديد اقتصاديات تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال الغلاف الخارجي للمبنى **(Ünler 2008)**، أى أن التركيز على تحسين كفاءة الطاقة في المباني بإتباع أساليب لترشيد استهلاك الطاقة عامل حاسم و سياسة فعالة في الحد من التأثيرات البيئية السلبية **(عبد المطلب ٢٠٠٨)**.

مشكلة البحث:

1. لم يراعى في العملية التصميمية للمدارس الحكومية في محافظة القاهرة العمارة البيئية في التصميم و التنفيذ، خاصة من حيث توفير الطاقة،و من حيث تحقيق: الإضاءة الطبيعية / التهوية / الأفنية و مواد البناء وغيره، بما يحقق المعايير العالمية و المحلية للمباني التعليمية بالمدارس الحكومية **(Kamoona 2018)**.
2. عدم تفعيل الاستفادة من برامج المحاكاة البيئة للمباني المدرسية الحكومية القائمة لمعالجة القضايا البيية المرتبطة بترشيد الطاقة.**(Qin et al. 2018)**
3. إن مباني المدارس الحكومية القائمة لا تتوافق مع معايير الاستدامة، مما يؤدي إلى قصور العملية التعليمية بها. (Ünler 2008).

هدف البحث:

1. الكشف عن تأثير إختلاف التوجيه على استهلاك الطاقة بالفصول بالمدارس الحكومية في القاهرة، بهدف الوصول الى معالجات نموذجية لهذه المدارس.

2. وضع مقترح لرفع كفاءة الطاقة بالفصول بالمبانى التعليمية بمدرسة العينة، من خلال التكامل بين الاضاءة الطبيعية و الصناعية للوصول لشدة الاضاءة المثلى الموصى بها في كودات الطاقة العالمية و المحلية.

التساؤل الرئيسي للبحث:

- ما مدى تأثير تغير توجيه الفراغ على استهلاك الطاقة داخله ؟

منهجية البحث:

تعتمد على:

البحث يعتمد على المنهج الوصفي السببي المقارن، بالمقارنة بين فصلين في مبنين مختلفين التوجيه بمدرسة العينة احدهما في الاتجاه الشمالي والاخر في الاتجاه الجنوبي و المقارنة بين نوعين من المعالجات البيئية على نفس الواجهات، وهذا المنهج الذي تكون فيه المتغيرات المستقلة (الأسباب) ظاهرة و معروفة من عدم مراعاة معايير الاستدامة بالمدرسة، و بدأت الباحثة بملاحظة المتغيرات التابعة (النتائج) من تاثير التوجيه الغير مناسب على زيادة استهلاك الطاقة بالفصول، و من ثم بدراسة المتغيرات المستقلة لمحاولة معرفة علاقتها المحتملة وآثارها على المتغيرات التابعة، مستعينا بالأسلوب التطبيقي المعاصر التقني الذي يعتمد على تطبيق أحد برامج الحاسب الالي للمحاكاه البيئية Design Builder للمباني التعليمية بالمدرسة في معظم مراحل البحث.

حدود البحث:

تم إجراء البحث في سياق محدد، و هو مدرسة تشمل جميع المراحل التعليمية تسمى الشهيد رائد شريف السباعي الرسمية التجريبية (الحرية سابقا) في حي مدينة نصر بمحافظة القاهرة بجمهورية مصر العربية.

أدوات البحث:

تم الحصول علي بيانات هذا البحث باستخدام مجموعة من الأدوات كالتالي:

الدراسة الاستطلاعية من خلال الزيارة الميدنية للمدرسة، و مقابلة بعض الخبراء و المتخصصين و القائمين على أعمال التطوير، و استخدام برنامج المحاكاة البيئية (Design Builder) version 4.5.0.148 (Energy Plus 8.3 و القياس بها. **(Beatley 2015 ; ايهاب محمد عقبة و اخرون ٢٠٢١).**

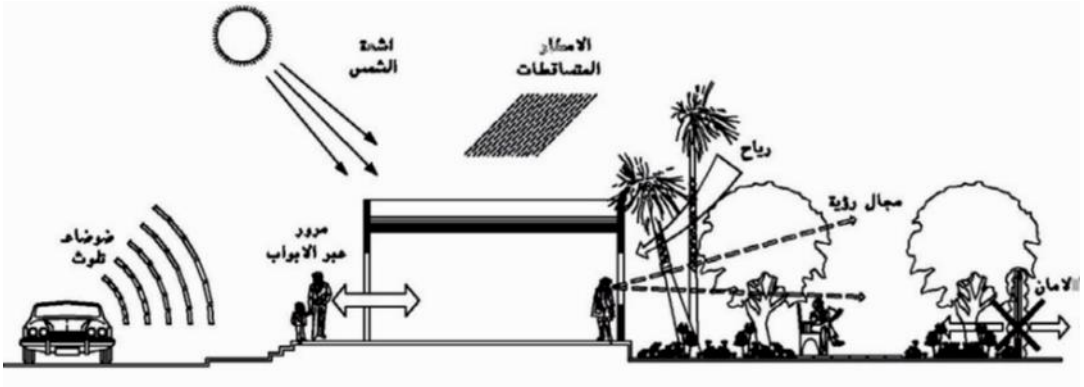
الدراسة النظرية:

- **تصميم غلاف المبنى:**

– **أثر الغلاف الخارجي للمبنى على استهلاك الطاقة:**

إنَ الغلاف الخارجي يعتبر حلقة الوصل بين الفراغ الداخلي و الفراغ الخارجي المحيط بالمبنى، مشكلاً طبقاً لتصميمه والمواد المصنع منها مناخ داخلي مصغر **(Innes and Booher 2010)**، و بناء على ذلك يمكن اعتبار مفاهيم التحكم الأساسية في التصميم المناخي كالتالي:

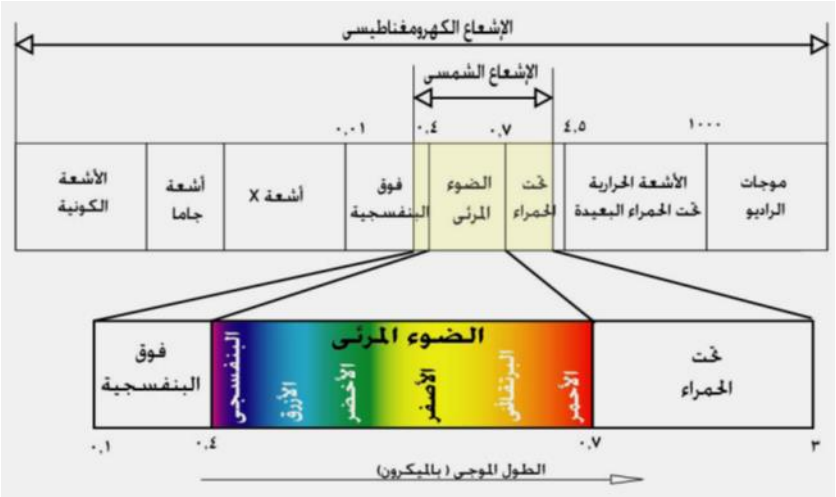
- الحد من الاكتساب الحراري من المصادر الحرارية المحيطة.
- الحفاظ على الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي .
- التخلص من الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي .و شكل (١) يوضح تبادل الاتصال بين الداخل والخارج عن طريق الغلاف الخارجي.



شكل (١) يوضح تبادل الاتصال بين الداخل والخارج عن طريق الغلاف الخارجي (Abdalraouf, Mohamed, and Elders 2021)

• التأثير الشمسي في المباني:

إن التأثير الشمسي يعتبر عامل مركزي لكل مشروع من مشاريع المباني التعليمية، ففي المباني المحكومة بالحرارة الخارجية ينبغي السماح لأشعة الشمس من الدخول إلى الفراغات المعمارية عندما تكون الأجواء الخارجية باردة و يمنع دخولها عندما تكون حارة، و ينبغي أن يتغير ميعاد هذه الفترات بتغير المناخ. و طريقة التحكم في السماح بدخول أشعة الشمس و منعها يتشكل على أساس إتجاه المبنى، و نوعية كتلته الحرارية، و أماكن تركيب النوافذ و المناور السماوية. كما أن الشمس تؤثر أيضاً على إتجاه الأسطح العلوية للمباني، و أماكن تركيب المداخن، و فتحات التهوية، و المعدات، حيث أن تلك القرارات تؤثر على أداء أنظمة تسخين المياه و توليد الكهرباء(Rashdi and Embi 2016). و شكل (٢) يوضح الاشعاع الشمسى والحرارى وعلاقته بباقى أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسى.



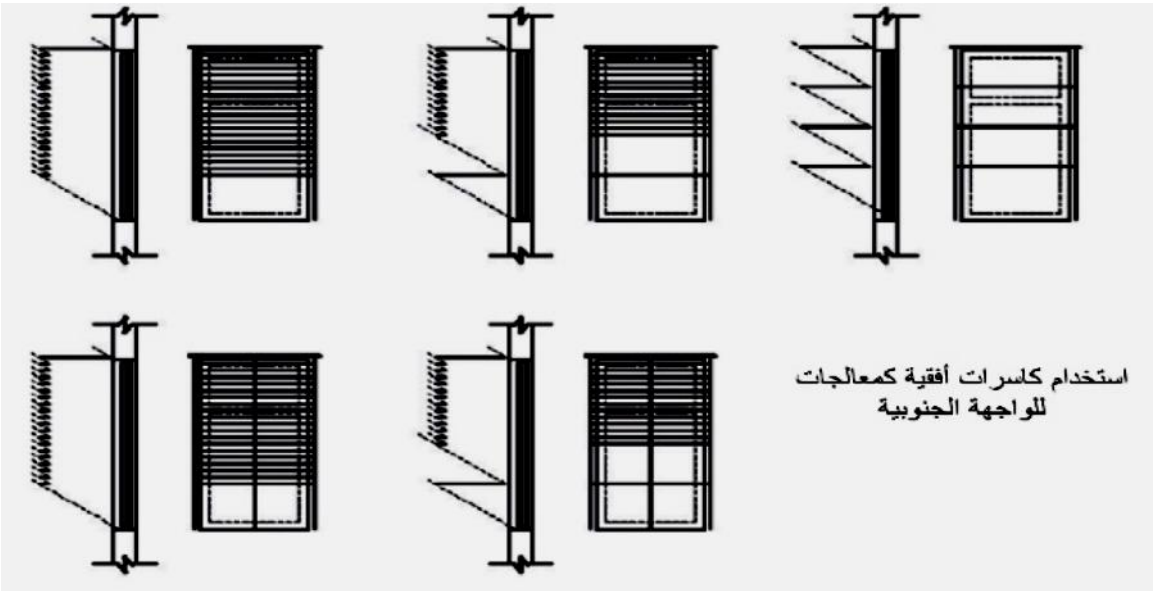
شكل (٢) يوضح الاشعاع الشمسى والحرارى وعلاقته بباقى أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسى

و يبين جدول (١) نظم التحكم بالمبنى الذكية سواء سالبة او يدوية او اتوماتيكية.

جدول (١) نظم التحكم بالمبانى الذكية

	نظم التحكم بالمبنى	أنظمة سالبة Passive	أنظمة سالبة Manual	أنظمة أتوماتيكية Automatic
١	نظام التحكم في الاضاءة الطبيعية (انعكاس / حماية) Day light adjustment - Reflecting/proction	▪	▪	
٢	أنظمة التحكم بالوهج (كاسرات شمس / شيش) Glare control – blinds /louvers/fixed	▪	▪	
٣	نظام التحكم بالاضاءة الصناعية المستجيبة Responsive artificial lighting control		▪	
٤	نظام التحكم بالتدفئة (Heating Control)			▪
٥	نظام استرجاع الحرارة (تدفئة / تبريد) Heat recovery – warmth / cooling			▪
٦	نظام التحكم بالتبريد Cooling recovery / control			▪
٧	نظام التحكم بالتهوية Ventilation control	▪	▪	
٨	Fabric control – Windows/dampers/doors التحكم في الأقمشة - النوافذ / المخمدات / الأبواب		▪	
٩	نظام العزل Insulation – night / solar	▪		

و يظهر من الجدول السابق نظم التحكم بالمبانى الذكية التسعه و ما نركز عليه في هذا البحث هو الاضاءة حيث تشمل طبقا لهذا التصنيف على ثلاثة انظمة وهي التحكم في الاضاءة الطبيعية و الوهج سواء سالبة او يدوية أما الاضاءة الصناعية فهي يدوية فقط،مما يشير ايضا لاهمية الوعي البيئي لمستخدمي الفراغات التعليمية من معلمين و طلبة واداريين و عمال. و شكل (٣) يوضح وسائل معالجات الفتحات باستخدام كاسرات الشمس.

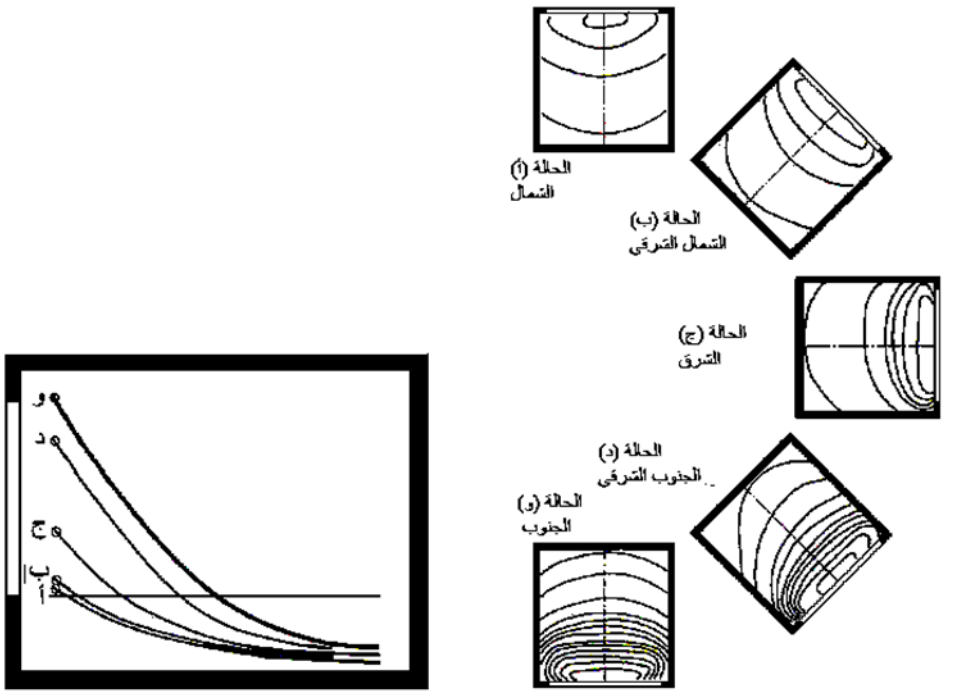


شكل (٣) يوضح وسائل معالجات الفتحات باستخدام كاسرات الشمس افقية و راسية افي الواجهة الجنوبية

- **تأثير تغير توجيه المبنى على سلوك الإضاءة الطبيعية:**

يعتبر التوجيه أحد أهم العوامل المؤثرة على شدة الإضاءة و خصائصها اللونية، و لذلك يتم بالبحث دراسة تأثير التوجيه على معدل توزيع الإضاءة داخل الفراغات و أفضلية تلك التوجيهات للفصول .فيعتبر التوجيه ذو المرتبة الأولى في القاهرة هو التوجيه الشمالي حيث تتمتع الفراغات المطلة عليه بثبات معدل الإضاءة الطبيعية خلال اليوم، وكذا يتسم معدل الإضاءة الطبيعية بأنه ذو كثافة منخفضة نسبيا مما يحد من ظاهرة الإبهار الناتجة من اختراق أشعة الشمس المباشرة إلى داخل الفراغ .و يعتبر ذلك التوجيه ذو الأفضلية في حالة المناطق ذات المناخ الحار،أما في حالة التوجيه الجنوبي فتأتي في المرتبة الثانية بعد التوجيه الشمالي، حيث تتعرض تلك الواجهات لأشعة الشمس المباشرة مما يعنى اختراق ضوء الشمس إلى داخل الفراغ مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الإبهار، ويمكن حجب تلك الأشعة باستخدام الكاسرات الشمسية.و يأتي في المرتبة الأخيرة التوجيه الشرقي والغربي، وذلك لتعرض تلك الفراغات إلى أشعة الشمس المباشرة خلال فترات النهار .حيث تستقبل الواجهات الشرقية أشعة الشمس في النصف الأول من اليوم، أما الواجهات الغربية فتستقبل ضوء الشمس المباشر في النصف الثاني من اليوم. **(Ali, Habib, and Mohammed 2009).**

و بناءا على دراسة أجراها,(Claude L. Robbins (Daylighting: Design and Analysis لبحث تأثير التوجيه على غرفة قياسية ذات محددات ثابتة، و تغير توجيه تلك الفراغات من الجنوب حتى الشمال بزيادة 545 درجة **(PUBLISHERS 2006)**. يمكن القول بأن أعلى معدل للاضاءة في حالة التوجيه الجنوبي و أقل معدل في حالة التوجيه الشمالي، كما يظهر في شكل (٤).



معدل الاختراق للإضاءة الطبيعية في القطاع الراسي معدل الانتشار للإضاءة الطبيعية في المسقط الأفقي

شكل (٤) يوضح تأثير تغير توجيه الفراغ على معدل انتشار و اختراق الاضاءة الطبيعية(Ali, Habib, and Mohammed 2009)

كفاءة الإضاءة و انواع المصابيح:

تتوقف على الإختيار المناسب لجهاز الإضاءة و المصباح، بالإضافة إلى التحكم في زمن التشغيل. و كفاءة المصباح تُعرف بفاعلية الإضاءة. فقدرة الإضاءة يتم قياسها بوحدات الشمعة lumen. و قيمة الفاعلية هي حاصل قسمة قدرة الإضاءة على القدرة الكهربائية المسحوبة، أو بالشمعة على الوات lumens/Watt.

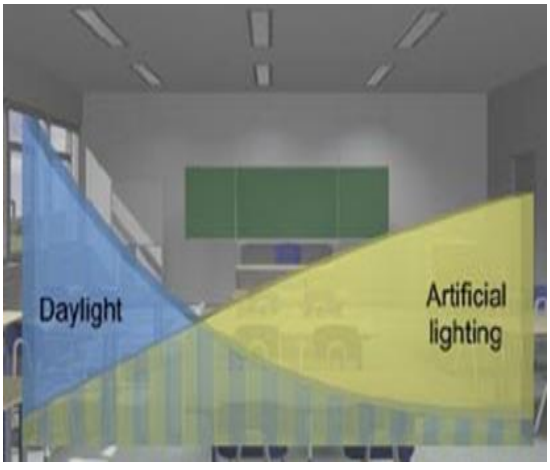
إن مصابيح الأنارة ذات الفاعلية المرتفعة يتم تصميمها للعمل بإستخدام مصادر إضاءة موفرة للطاقة، على سبيل المثال مصابيح نيون T8 أو T5، و مصابيح النيون المدمجة، و المصابيح عالية الكثافة (HID)، و أحيانا الصمامات الثنائية المضيئة. و عواتم الإضاءة تتيح تقليل مستويات الإضاءة و ما يصاحبها من تقليل للإستهلاك الطاقة. كما أن كواشف الحركة، و حساسات عدم الإشغال، و حساسات الإشغال، و حساسات الإضاءة الطبيعية تقوم بإغلاق الإضاءة وفقاً لإشتراطات التصميم المحددة مسبقاً**(Kamoona 2018)**.

يمكن إستبدال المصابيح المتوهجة بمصابيح النيون المدمجة عالية الفاعلية عندما لا تكون هناك حاجة إلى تعتيم الإضاءة أو تركيزها في نقاط محددة. فمصابيح النيون المدمجة تستهلك ما يتراوح ما بين ربع و ثلث الطاقة التي تستهلكها المصابيح المتوهجة لنفس شدة الإضاءة المطلوبة. كما أنها أيضاً تدوم أكثر بكثير من المصابيح المتوهجة قبل إحتراقها**(Light 2018)**.

إن مصابيح الإضاءة لها أشكال متعددة، فالمصابيح المتوهجة التي تقوم بتوزيع الإضاءة خلال مساحات واسعة متوفرة في الأسواق بغرض الإضاءة العامة و يشار إليها بالمصابيح طراز - A. و المصابيح العاكسة التي تحتوي على أسطح عاكسة يتم إستخدامها لتوجيه الإضاءة و يشار إليها بمصابيح R (العاكسة) أو PAR (العواكس ذات القطع المكافئ المصنوع من الألومنيوم). و عند إستبدال المصابيح المتوهجة بمصابيح النيون المدمجة CFL ففي غاية الأهمية إدراك نوعية المصباح المستهدف لإستخدامها في المكان المناسب **(Innes and Booher 2010)**.

فمصابيح النيون المدمجة CFL الحلزونية التي تستهدف الإضاءة العامة سيكون أدائها مقبولاً عندما تحل محل المصابيح ذات طراز - A، إلا انها ليست مناسبة لتحل محل المصابيح العاكسة.

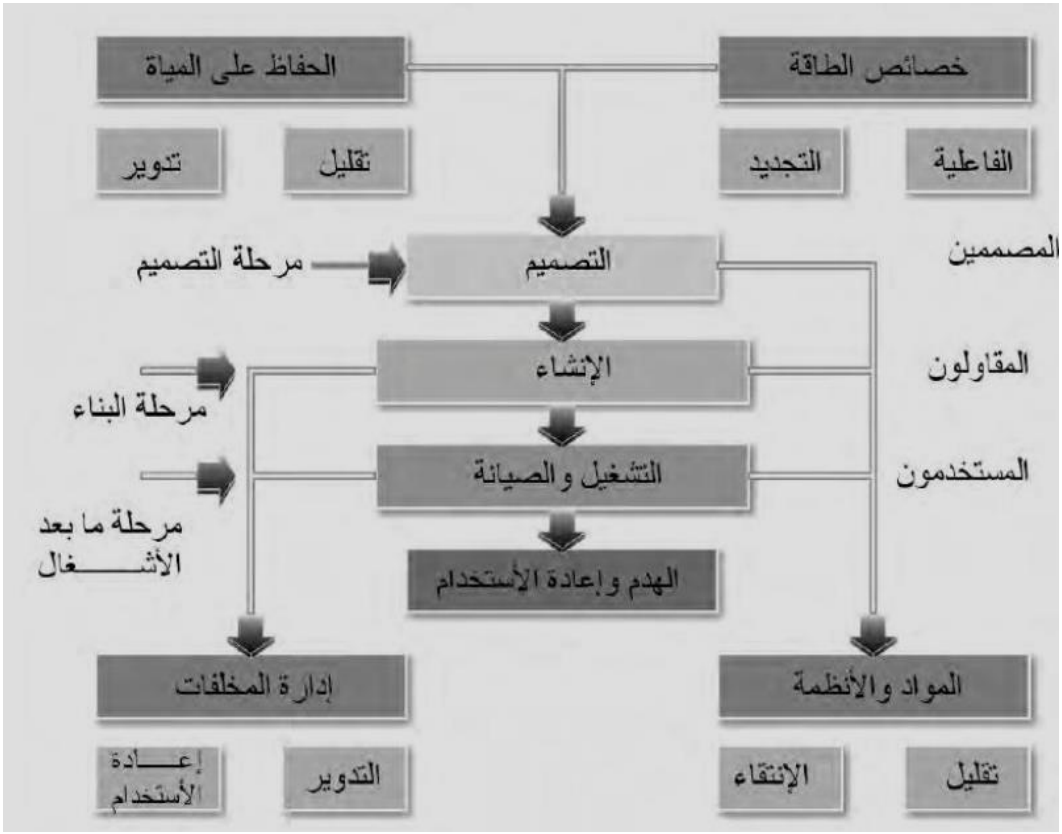
و يتم إستخدام المصابيح المتوهجة عندما يكون مطلوب تعتيم الإضاءة.. و عند الحاجة إلى التعتيم يتم إستخدامها مع المصابيح المتدلية من الأسقف. و إن كواشف الإشغال - التي تقوم بغلق الإضاءة عندما لا يتواجد أشخاص بالغرفة تقلل من فترة تشغيل الإضاءة**(Gad El Rab Abdo MDKOUR 2019)**. و أشكال (٥) توضح بعض انواع و طرق توزيع الاضاءة الجيدة بالفصول.



أشكال (٥) توضح بعض الطرق لتوزيع الاضاءة الجيدة بالفصول (FGL 2001)

اهداف العمارة المستدامة:

نظرا لتغيير الإتجاة العالمى من الإهتمام بالكم إلى الكيف و التى شكلت أهداف جديده لقطاع الإنشاء و مطالب المستهلك و النداءات العالمية للإستدامة والتى شكلت الأهداف الرئيسية للعمارة المستدامة في الأتى: فاعلية الموارد و فاعلية الطاقة و الوقاية من التلوث و التوافق مع البيئة والأعمال النظامية والمتكاملة **(Smales and Warhurst 2015)**. و شكل (٦) يوضح العملية التصميمية و العمليات المصاحبة لها فى ظل الاستدامة.



شكل (٦) يوضح العملية التصميمية والعمليات المصاحبة لها فى ظل الاستدامة(السعدني ٢٠١٩)

• رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني التعليمية:

يقصد بكفاءة استهلاك الطاقة" على أنها: "القدرة على تقديم أفضل النتائج بأقل إسراف ممكن من الطاقة والجهد الإنساني و الموارد و الأموال دون الإخلال بالوظيفة"، و يمكن تحقيق كفاءة الطاقة عن طريق: ترشيد استهلاك الطاقة **:** و يقصد

بالترشيد أنه " حسن استخدام المتاح منها باستثماره بأكفأ الوسائل الممكنة للحصول على أقصى عائد اقتصادي"، و يعني أيضاً " تحديد مواقع الاستخدام المهدر لها و اتخاذ خطوات العمل اللازمة لخفض هذا الفاقد إلى حده الأدنى أو منعه تماما" **(Soliman, Al-Eisawy, and Ahmed 2021)**، و تتم عملية ترشيد و حفظ الطاقة في الموقع عن طريق عمل الدراسة الجيدة لامكانيات الموقع من خلال التصميم لتلبية احتياجات المبنى من الإضاءة و التهوية و التدفئة و التبريد و توليد الكهرباء، **(Smales and Warhurst 2015)**، مثل إستغلال الطاقة الشمسية لتوفير الإضاءة الطبيعية بقدر الإمكان لأكبر عدد من الساعات مما يسهم في توفير الطاقة المستهلكة بالأضاءة الصناعية، و كذلك استخدامها في التدفئة وفي توفير المياة الساخنة عن طريق الساخانات الشمسية.

الدراسة التطبيقية:

مبانى المدرسة تعد نماذج متكررة لغالبية المدارس الحكومية بالقاهرة الكبرى التي تقع بالإقليم شبه المتوسط و شبه الصحراوي (الدلتا) كأحد الأقاليم المناخية بمصر, و تمثل المناخ الحار الجاف و هو المناخ السائد بالعديد من محافظات مصر و من هنا جاءت اهمية اختيار العينة. و تتناول الدراسة التطبيقية التحليل لعينة الدراسة و هي المباني التي تواجة الشمال و الجنوب بالدور الأرضي.و قد تم اختبار الفصلين بمدرسة العينة ببرنامج DESIGN BUILDER لمعرفة نتائج أحمال التبريد المطلوبة بالوضع الحالي لتصميم الغلاف الخارجي , ثم إجراء معالجات للغلاف و تحديد نسب الخفض في أحمال التبريد و الاضاءة الصناعية في التوجيهين المختارين , و استخلاص المعالجات الأفضل لكل عنصر و إختبارها معاً للوصول للبديل الأكثر كفاءة للطاقة **(Qin et al. 2018)**.

سبب اختيار الحالة: مايلي:

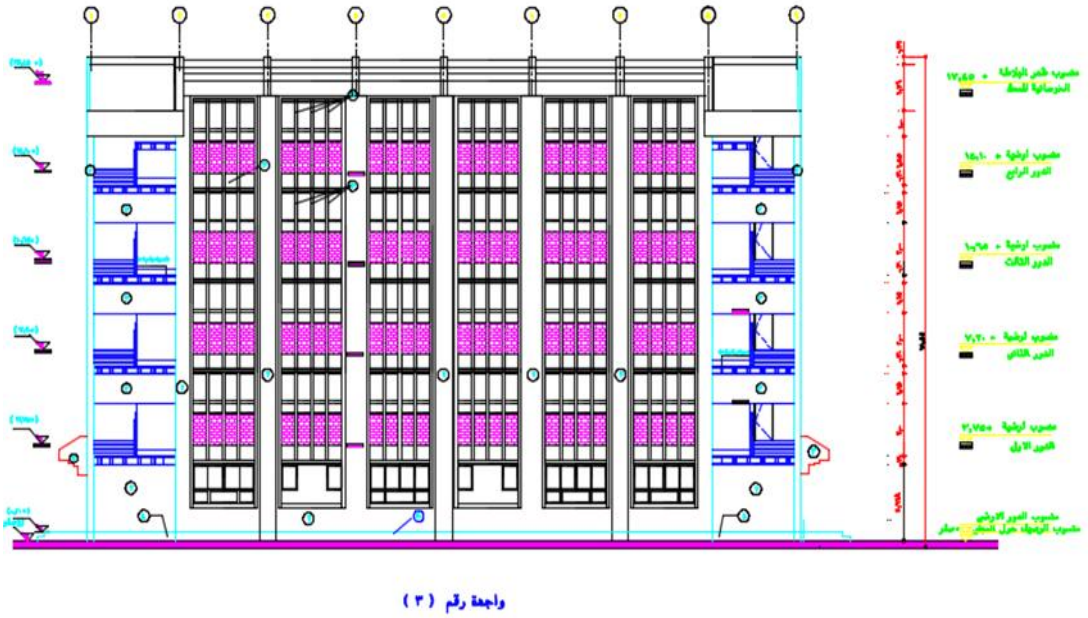
- تعد نماذج ملاحق المدرسة متكررة لغالبية المباني التعليمية الحكومية بمصر دون إعتبارات بيئيه لتصميم الغلاف الخارجي، مما سيعطي فرصة لتعميم الدراسة.
- ان المدرسة تشمل جميع المراحل التعليمية من رياض الاطفال الى الثانوي، و تقع في محافظة القاهرة احدى اكثر المحافظات كثافة في عدد الطلاب، فبالتالي تعبر عن حال كثير من المدارس الحكومية.
- ان المدرسة تقع بجوار النادي الاهلي بمدينة نصر ذلك الحي الراقي، مما يعطيها الأولوية في التنمية المستدامة.
- المدرسة المختارة بها عدة مبانٍ تعليمية بعدد (سبع) قائمة في اتجاهات مختلفة، مما يوفر فرصًا متنوعة للتطوير و لدراسة تأثير اختلاف التوجيه على استهلاك الاضاءة الصناعية. و شكل (٧) يوضح موقع مدرسة العينة بمحافظة القاهرة.

شكل (٧) يوضح الموقع العام للمدرسة و اماكن فصول العينة \ المرجع: الهيئة العامة للأبنية التعليمية – إدارة التصميم المعماري – ٢٠١٨

- **سمات الموقـع:** مايلي:

موقع المدرسة في منطقة حضرية، بشارع حسن المأمون – بجوار الهيئة العامة للابنية التعليمية – بالقرب من النادي الاهلي بشرق مدينة نصر بالقاهرة - و تشمل المدرسة مرحلة حضانة و ابتدائي، و اعدادي و ثانوي، و نظام الدراسة: فترة واحدة - عدد الفصول: (٨) رياض أطفال + (٢٤) ابتدائي +(١٢) إعدادي، بخلاف فصول الثانوي - عدد مباني المدرسة (الملاحق) ٧ - عدد التلاميذ: (١٧١٣) تلميذ تقريبا - الكثافة لكل مرحلة تعليمية: (٥٠) طالب / فصل - نصيب الطالب بالتعليم الاساسي من مساحة الفصل ٠,٨ م ² تقريبا - مساحة الموقع العام: (٦٠٥٩,٩٥) م ² - نصيب الطالب من مساحة الموقع العام: (٣,٥٤) م ².

- الصفات العامة للفراغات التعليمية بالمدرسة: الارتفاع الصافى (٣,٠) م، مساحة الشبابيك (٢٠ %) من مساحة الفراغ، و شكل (٨) يوضح واجهة جنوبية بالمدرسة بملحق ٤.



شكل (٨) يوضح واجهة جنوبية بالمدرسة بملحق ٤ - المصدر: الباحثة

خطوات تطبيق أسلوب البحث:

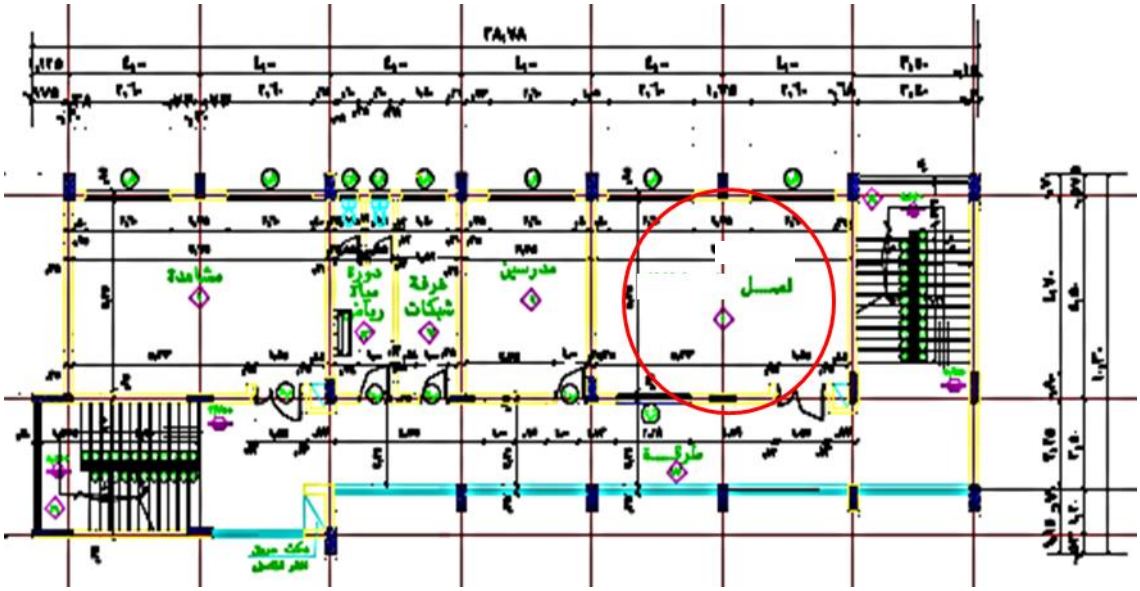
تحليلات الطاقة لفصلين في مبنيين قائمين بالمدرسة (لمتغير شدة الإضاءة):

- تمت مرحلة القياس على فصلين في مبنين مختلفين: يحتوي الاتجاه الشمالي بموقع المدرسة على اربع مباني و تم اختيار مبنى الملحق (٥) و اختيار فصل محدد على الضلع الشمالي من المبنى في الدور الارضي، و يحتوي الاتجاه الجنوبي بموقع المدرسة على ملحق واحد و تم اختيار فصل في الملحق (٤) على الضلع الجنوبي من المبنى في الدور الارضي المشار لهما في الشكل السابق و التالي، حيث تم إجراء قياسات شدة الضوء من خلال برنامج المحاكاة.

و مساحة الفصلين: طول × عرض = ٨ × ٦ م، و المسقط الافقي لملحق (٥) موضح عليه الفصل المختار بشكل (٩) و المنظور على البرنامج لنفس المبنى بشكل (١٠) و شكل (١١) يوضح الفصل الاخر المختار بالعينة بملحق (٤).

شكل (٩) يوضح فصل العينة في المسقط الافقي للدور الأرضي في ملحق ٥– المرجع: الهيئة العامة للابنية التعليمية –إدارة التصميم المعماري

شكل (١٠) يوضح منظور خارجي للملحق ٥ في المدرسة على برنامج الـ Design Builder – المصدر: الباحثة



شكل (١١) يوضح فصل العينة في المسقط الافقي للدور الأرضي في ملحق ٤ – الباحثة

منهجية دراسة المدرسة على برنامج (Design Builder):

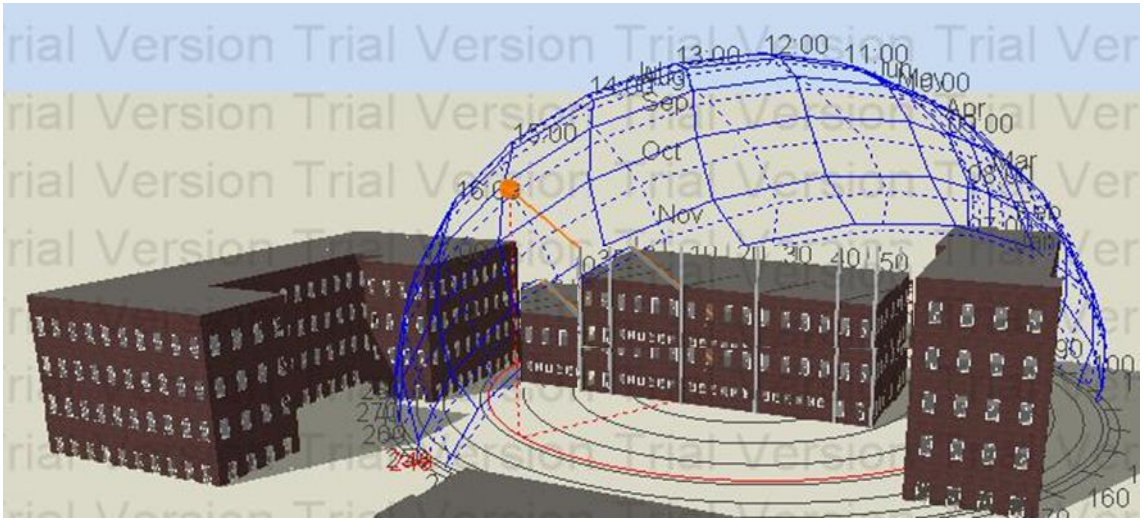
خطوات تطبيق المنهجية: فى هذا الجزء من البحث يتم:

أ - مرحلة إدخال البيانات لمبانى المدرسة:

يتم اختيار ملف البيانات المناخية (Cairo Intel Airport Al-Qahirah EGY ETMY WMO) الخاص بالمحافظة، ثم إدخال بيانات المدرسة على البرنامج، ثم إدخال الملف ثنائي الابعاد من برنامج الـ AutoCAD للمساقط الافقية للمدرسة على برنامج Design builder ، ثم رسم الحوائط وإدخال باقي تفاصيل المبنى و مواصفات الحـوائط و الأرضـيات و السقف, و بعد ذلك يتم إختيار جدول زمنى لتوقيتات اشغال الفصول و وضع الأجازات الرسميـة و ادخال (نسب الأشغال). و تم عمل محاكاة الأداء الحراري (Energy break down) بالمبانى المختارة بالمدرسة و حساب استهلاك الطاقة، بإستخدام البرنامج ثم التركيز على حسابات طاقة الاضاءة الصناعية في فصول العينـة. و جاءت كالتالي:

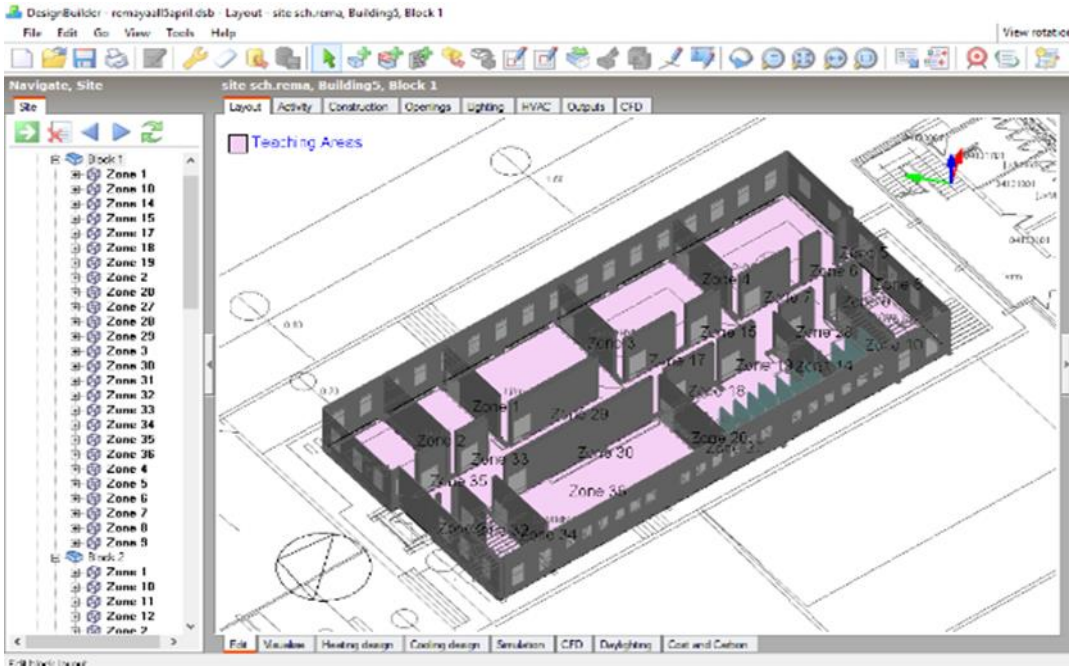
أولا: محاكاة الأداء الحراري (Energy break down) بالمباني المختارة بالمدرسة:

و يوضح شكل (١٢).ما يلي:

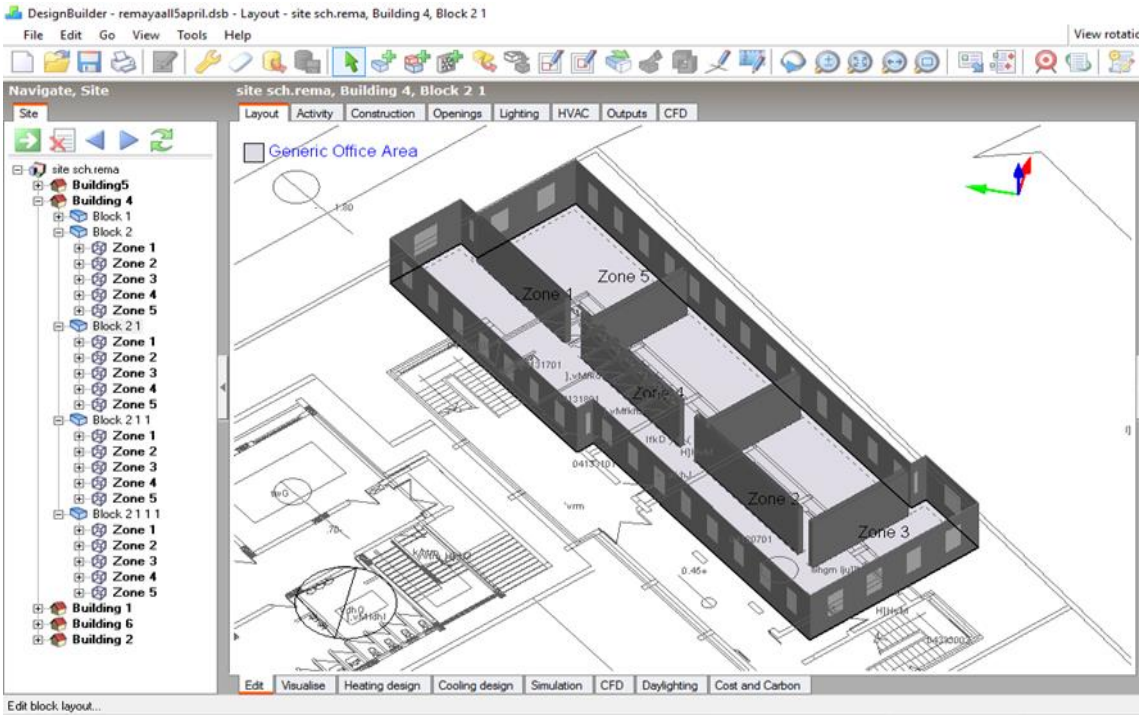


شكل (١٢) يوضح منظور خارجي للمدرسة عند انشاء النماذج القائمة في شاشة ال visualization على برنامج الـ Design Builder – المصدر: الباحثة

وشكل (١٣) يوضح رسم فراغات الدور الارضي لملحق ٥ للمدرسة وإدخال البيانات له على برنامج الـ .Design Builder



شكل (١٣) يوضح رسم فراغات الدور الارضي لملحق ٥ للمدرسة وتقسيم الفراغات وإدخال البيانات له على برنامج الـ Design Builder – المصدر: الباحثة



شكل (١٤) يوضح رسم الدور الارضي لملحق ٤ للمدرسة وإدخال البيانات له على برنامج الـDesign Builder – المصدر: الباحثة

الاشكال التالية (١٥ – ١٦ – ١٧) توضح صور لتوزيع الاضاءة بالسقف الداخلي لفصول العينة ومنظور لمبني المدرسة ملحق ٥ في يوم القياسات للعينة.

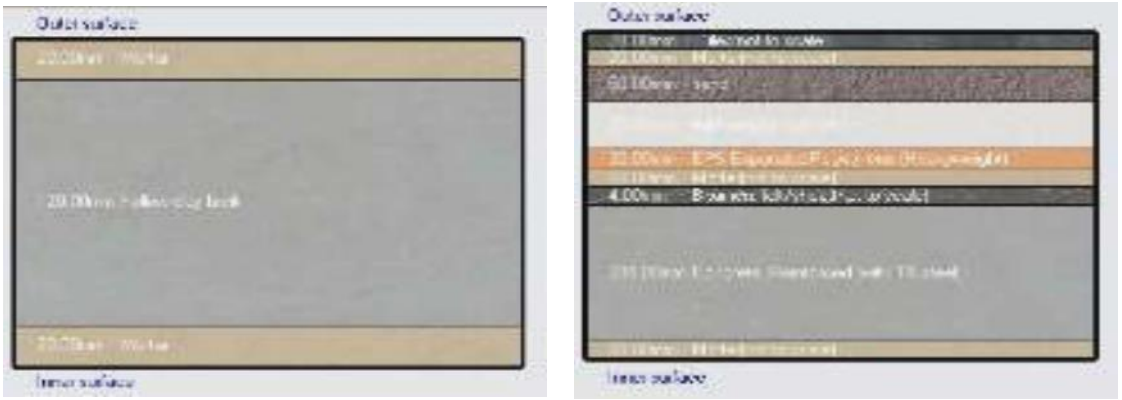
شكل (١٥) يوضح توزيع الاضاءة بالسقف الداخلي فصل العينة في ملحق٥ – المصدر: الباحثة

شكل (١٦) يوضح توزيع الاضاءة بالسقف الداخلي بالفصل الذي تم عليه القياسات في ملحق ٤– المصدر: الباحثة

شكل (١٧) يوضح لقطة منظورية خارجية من داخل المدرسة لملحق ٥ والفناء– المصدر: الباحثة

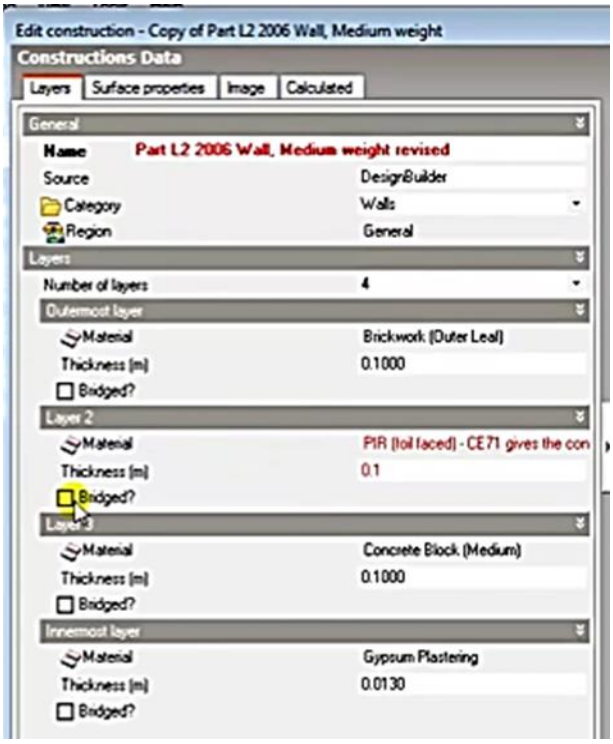
ب – إدخال مواد البناء في مبانى المدرسة على برنامج الـ Design builder. كالتالي:

شكل (١٨) و١٩ توضحان ادخال مواد البناء بطبقاتها في مبنى المدرسة على برنامج الـ .Design builder



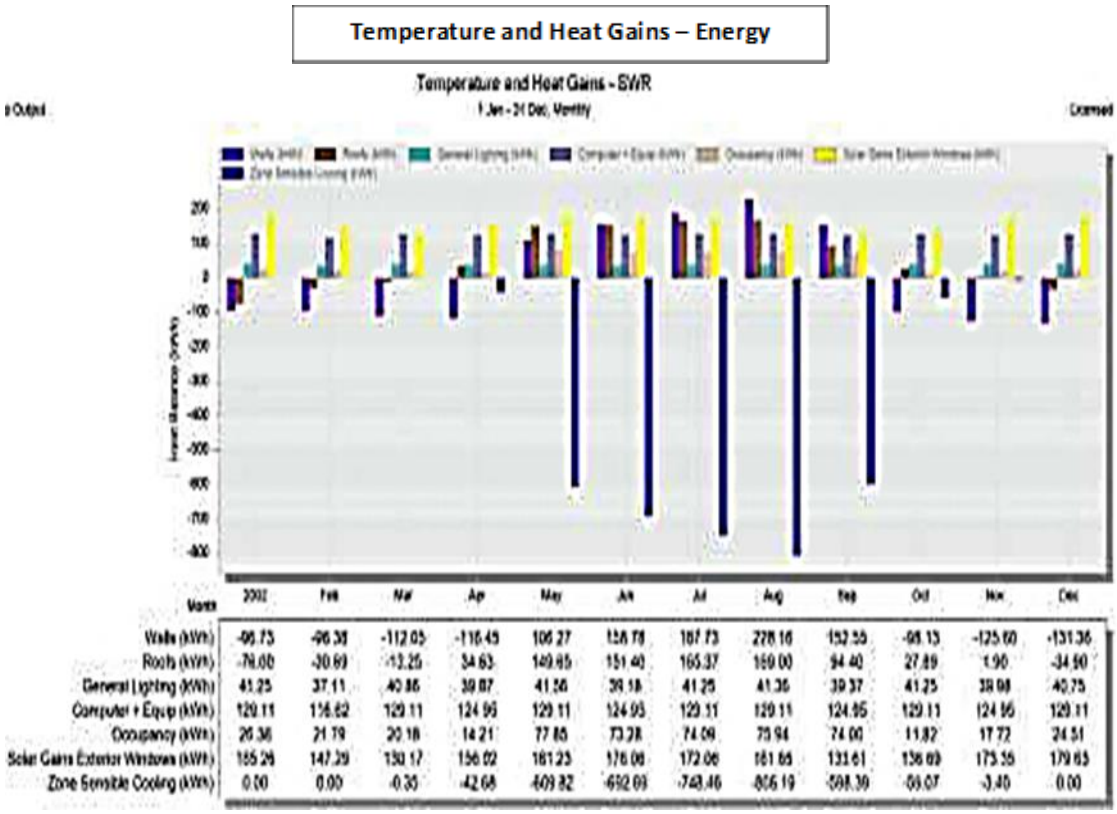
أ- طبقات السطح بغلاف المبنى ب- طبقات الحائط الخارجي بغلاف المبنى

شكل (١٨) يوضح صورة مواد البناء بطبقاتها بمبانى المدرسة على برنامج الـ Design builder– المرجع: الباحثة



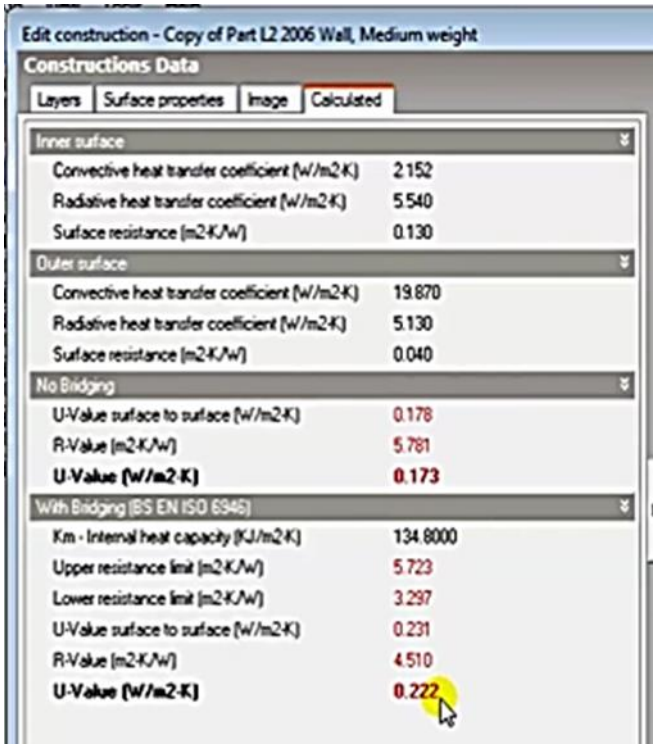
شكل (١٩) يوضح طريقة ادخال مواد البناء بطبقاتها في مبانى المدرسة على برنامج الـ Design builder–
المرجع: الباحثة

ويوضح الشكل السابق اختيار طبقات مواد البناء وادخال متغيراتها لتتناسب مع متطلبات التصميم المستدام. وشكل (٢٠) يوضح تغيير الـ U-Valueلمواد البناء في مبانى المدرسة المختارة على برنامج الـ Design builder.



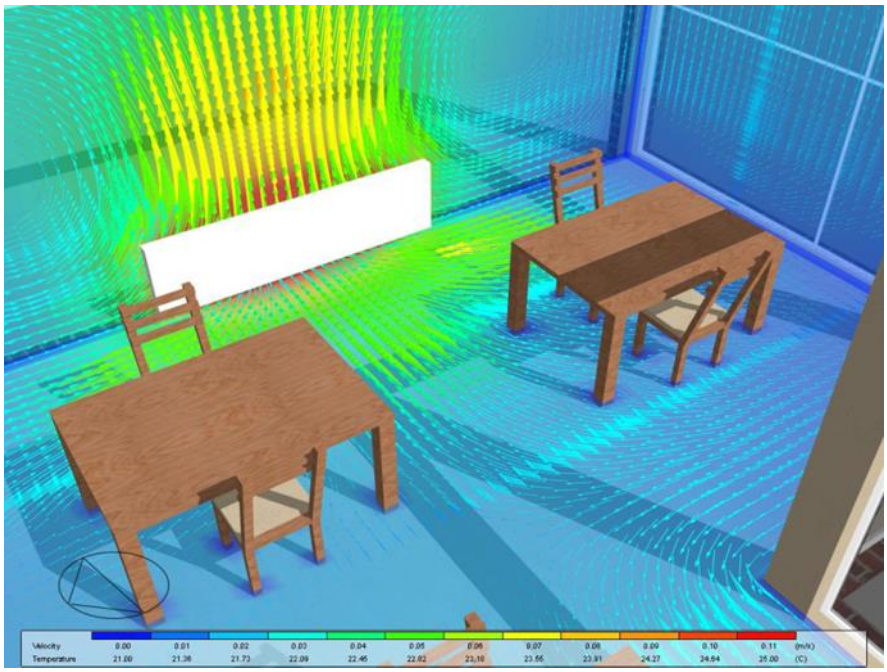
شكل (٢٠) يوضح تغيير كميات الاحمال الحرارية ال U-Value الداخلية بالشهور في مبانى المدرسة من حيث الأجهزة الكهربية والإضاءة وإشغال المستخدمين والأحمال الناتجة عن الغلاف الخارجي من حوائط وفتحات زجاجية برنامج الـ Design builder– المرجع: الباحثة

ويوضح الشكل السابق اختيار طبقات مواد البناء وادخال متغيراتها لتتناسب مع متطلبات التصميم المستدام. وشكل (٢١) يوضح تغيير الـ U-Valueلمواد البناء في مبنى المدرسة على برنامج الـ Design builder.



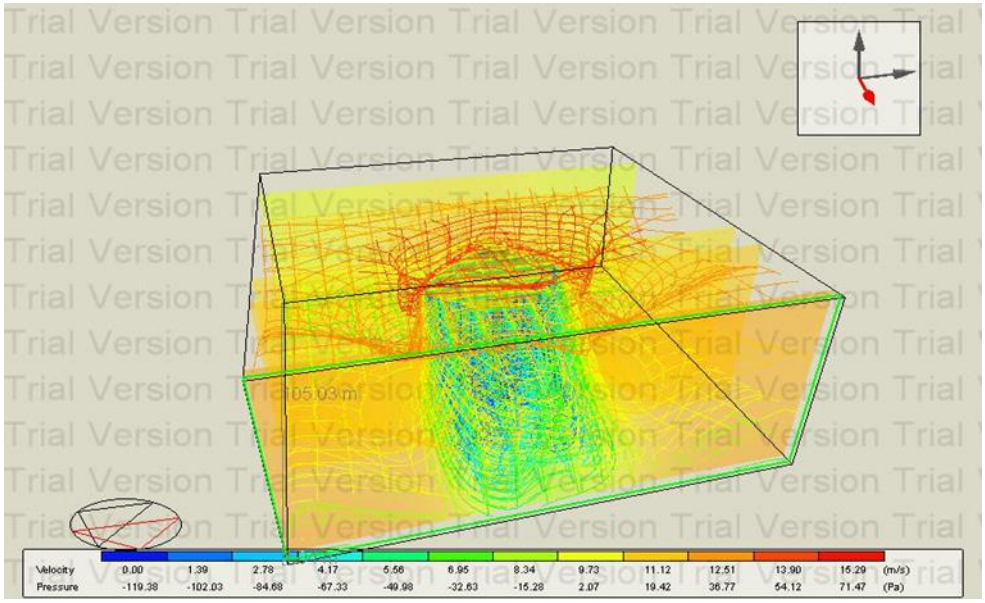
شكل (٢١) يوضح تغيير ال U-Value لمواد البناء في مبنى المدرسة على برنامج الـ Design builder– المرجع: الباحثة

ومن الشكل السابق: يتم ادخال مادة البناء المقترحة: طوب اسمنتي مصمت (محلي)، نغيرها الى القيمة المحسوبة سابقا بالاسترشاد بكود الطاقة يالمباني الغير سكنية، و هي: .Uo= 0.617 و شكل (٢٢) يوضح تحليلات الطاقة لدرجات الحرارة بفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة من خلال برنامج الـ Design builder.



شكل (٢٢) يوضح تحليلات الطاقة لدرجات الحرارة بفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة من خلال برنامج الـ Design builder - المصدر: الباحثة

بالشكل السابق تظهر الوان مختلفة تعبر عن تحليلات الطاقة لدرجات الحرارة بفصل العينة القائم بملحق ٤ حيث الاحمر يعبر عن درجة حرارة (٢٦) و البرتقالي(٢٤) وصولا الى الاصفر (٢٣,٥٥) الى ان يصل للازرق الغامق (٢١) في وقت الزيارة الميدانية. و شكل (٢٣) يوضح تحليلات الطاقة المرتبطة بدرجة الحرارة و التهوية CFDبفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة من خلال برنامج الـ Design builder.



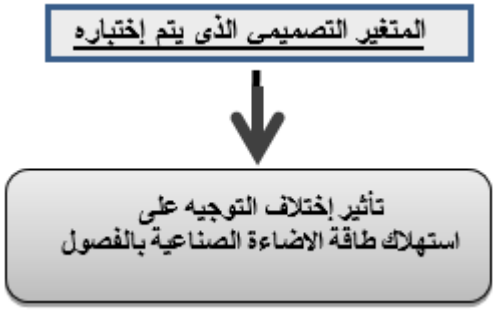
شكل (٢٣) يوضح تحليلات الطاقة المرتبطة بدرجة الحرارة و التهوية CFDبفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة من خلال برنامج الـ Design builder - المصدر: الباحثة

<u>ثانياً: حساب إستهلاكات الطاقة (خاصة شدة الإضاءة) بفصل دراسي:</u>

تقييم وتحليل التغيرات فى إستهلاكات الطاقة (خاصة شدة الإضاءة) بفصول الملاحق المختارة:

أ - المتغير التصميمي الذي يتم إختباره:

تأثير إختلاف التوجيه على إضاءة فصلين بالدور الارضي للمباني القائمة ٤ و٥. شكل (٢٤) يوضح المتغير التصميمي المختار.



شكل (٢٤) يوضح المتغير التصميمي المختبر –المصدر: الباحثة

ب- خطوات تطبيق أسلوب البحث في هذا الجزء:

• توضح نمذجة أنماط استهلاك الكهرباء في المباني الحكومية أن الإنارة تمثل النسبة الأكبر من استهلاك الكهرباء، حيث تصل أحيانًا إلى ٩٣٪، تليها معدلات استهلاك أنظمة التكييف التي تتراوح من ١١٪ إلى ٦٩٪.

• لذلك: التركيز على تكنولوجيا أنظمة الإضاءة الموفرة للطاقة، وتركيب المعدات والتركيبات لتحسين معامل القدرة. وبالتالي:

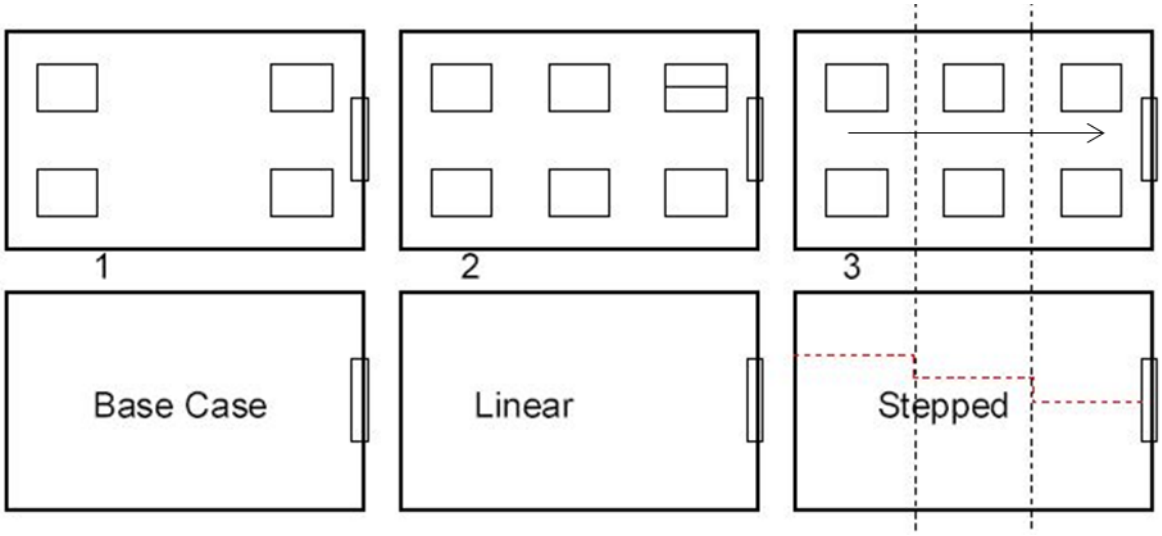
• يتم احتساب استهلاك الطاقة للإضاءة الصناعية بناءً على جدول العمل للواجهات المختلفة (N-S) خلال إجمالي ساعات العمل بالمدرسة من الساعة ٨ صباحًا حتى ٣ مساءً.

• عمل تكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية فى الواجهات الـ (شمالية و جنوبية) ببرنامج الـ Design builder .

• وضع أنظمة تظليل عرض ٥٠ سم بزاوية (٣٠ درجة أو ٦٠ درجة) مع أنظمة التكامل لحماية الفراغ من الإشعاع الشمسى الخارجي وأيضاً للحد من إستهلاك الطاقة.

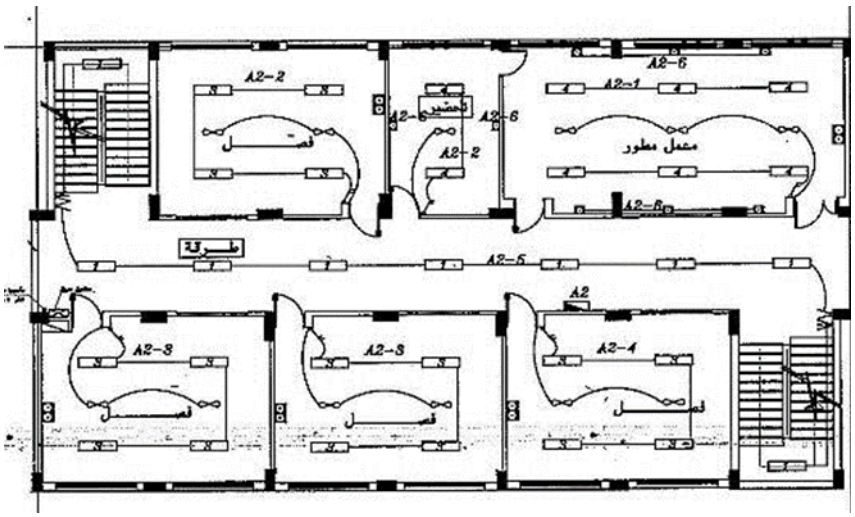
• عمل بعض تحليلات الطاقة لفصلين في مبنيين ٤ و٥ القائمين بالمدرسة.

ب-١ – توزيع اللمبات: يقترح اختيار توزيع اللمبات الموجودة على خطوط كهربائية (Stepped)، و فى هذه الحالة يتم التحكم فى وحدات اللمبات كى تضاء بطريقة تبادلية و يتم ربطها بالإضاءة الطبيعية للحد من إستهلاك الطاقة وسيتم تطبيق نظام Stepped switch control. وشكل (٢٥) يوضح كيفية توزيع وحدات الاضاءة واختيار رقم (٣) (Stepped).



شكل (٢٥) يوضح طرق مقترحة لتوزيع اللمبات لاضاءة فصول العينة واختيار رقم (٣) (Stepped) – المرجع:الباحثة

و شكل (٢٦) يوضح مسقط علوي أفقي لتوزيع الإضاءة القائم بفراغات المدرسة القائم.



شكل (٢٦) يوضح مسقط علوي أفقي لتوزيع لمبات الإضاءة النيون القائمة بفراغات ملحق ٥ بالمدرسة –المصدر: الهيئة العامة للابنية التعليمية – ٢٠١٦

ب- ٢ تأثير إختلاف التوجيه:

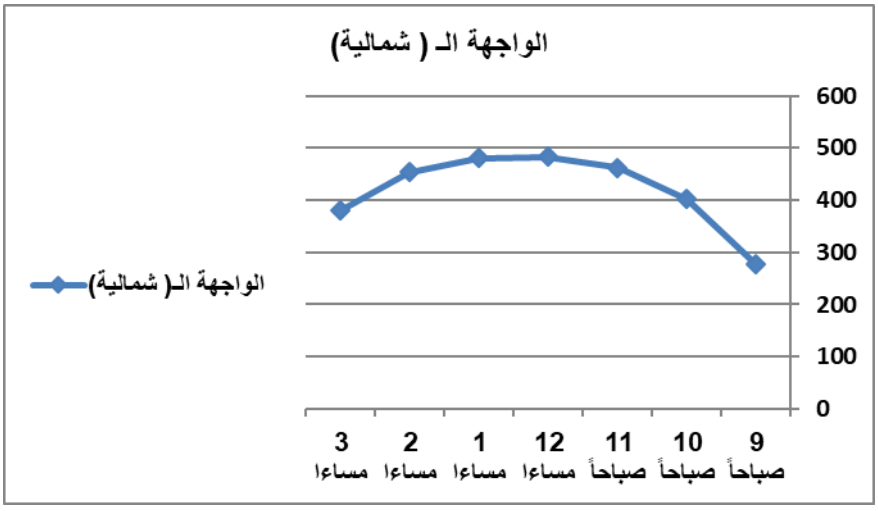
دراسة تحليلية لمتوسط تأثير إختلاف التوجيه، و عمل دراسة الإضاءة داخل الفصول فى يوم ٢٠٢٢/٤/٢، كما فى الجدول رقم (٢) يوضح قراءات الإضاءة داخل الفصل خلال ساعات الدراسة فى التوجيهين المختلفين فى اليوم المحدد بفصل الصيف.

جدول (٢) يوضح قراءات الإضاءة داخل الفصل خلال ساعات الدراسة فى التوجيهين المختلفين فى يوم المحدد بفصل الصيف

الساعة	الواجهة الـ(شمالية)	الواجهة الـ(جنوبية)
٨-٩ صباحاً	٢٧٧	٥٠١
١٠ صباحاً	٤٠٢	٦٦٥
١١ صباحاً	٤٦٢	٧٩٠
١٢ مساءا	٤٨٣	٨٠٥
١ مساءا	٤٨١	٨٠٥
٢ مساءا	٤٥٣	٧٨٤
٣ مساءا	٣٨٠	٧٣٣

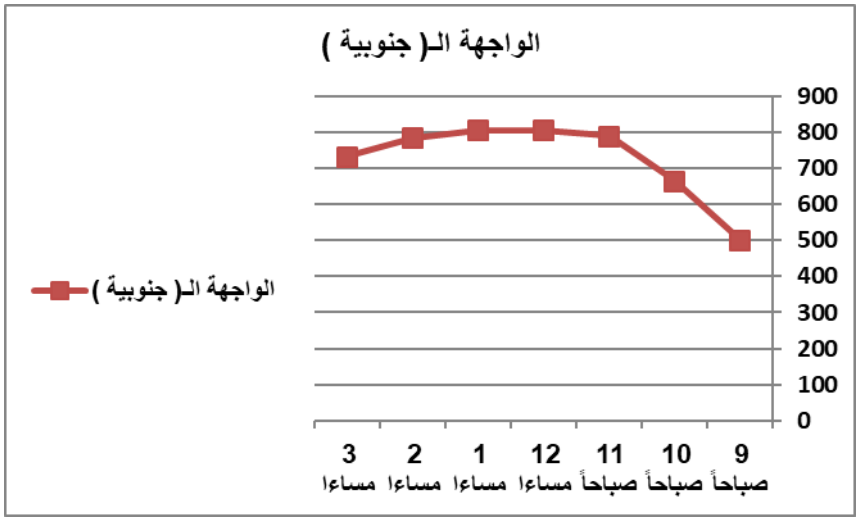
المصدر: الباحثة من برنامج Design Builder

للوصول إلى أفضل توجيه خلال ساعات العمل بالمدرسة من ٨ ص الى ٣ م، يمكن الوصول إليه و لعمل بعض الإضافات للمبنى بإستخدام التقنيات البيئية للحد من إسهتلاك الطاقة. والشكل (٢٧) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الشمالي بفصل العينة بملحق ٥ فى فصل الصيف.



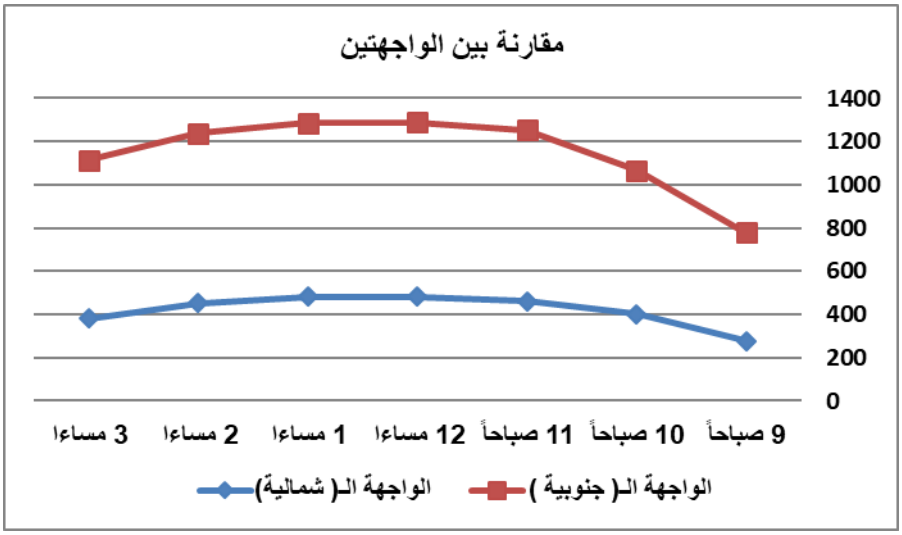
شكل (٢٧) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الشمالي فى يوم الدراسة بالفصل - المصدر: الباحثة

والشكل (٢٨) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الجنوبي بفصل العينة بملحق٤ فى فصل الصيف.



شكل (٢٨) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الجنوبي فى يوم الدراسة بالفصل- المصدر: الباحثة

و الشكل (٢٩) يوضح مقارنة متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الشمالي و الجنوبي بفصل العينة بملحق ٤-٥ فى فصل الصيف.



شكل (٢٩) يوضح مقارنة بين متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الشمالي و الجنوبي – المصدر: الباحثة

تحليل الفتحات من خلال دراسة خواص الفتحات الموجودة بالتصميم الاساسي للمبنى و مقارنتها بمتطلبات الكود نجد انه يجب الا يزيد معامل الاكتساب الحراري الشمسي لفتحات الواجهة الجنوبية للمبنى عن ٠,٣ و الا تقل المقاومة الحرارية للفتحات عن ٠,٢ و ان الحد الادنى لنسبة اظلال الفتحات ٦٥ ٪ لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

ب - ٣ مرحلة تقييم الإضاءة فى موقع المدرسة: لوحظ التالى:

الواجهة (شمالية – جنوبية): متوسط الإضاءة بهما أعلى من ٣٠٠ لكس المسموح بها في الفصول طبقا للكود المصري، مما يؤدى إلى الوهج و يجب معالجته.

ب - ٤ تقييم متغيرات الإضاءة الطبيعية:

تقييم إختلاف التوجيه: بعد دراسة متوسط الإضاءة فى الواجهتين فى يوم صيف، تم الخروج ببعض النتائج:
فى يوم الأحد ٤/٣ / ٢٠٢٢ فى فصل الصيف وجدنا أن الواجهات المختلفة لفصلين بمبنين ذو توجيهين (شمالي – جنوبي) يحصلون على متوسط إضاءة أكثر من ٤٠٠ لكس، و هذا يكفى لعدم تشغيل إضاءة صناعية، و لكن الإضاءة الطبيعية تحتاج لتخفيف لأن الأرقام الموجودة فى المقارنات بجدول القراءات تحتاج لعمل بعض المعالجات البيئية للخفض من الوهج و الزغلله **(Mahmoud 2008).**

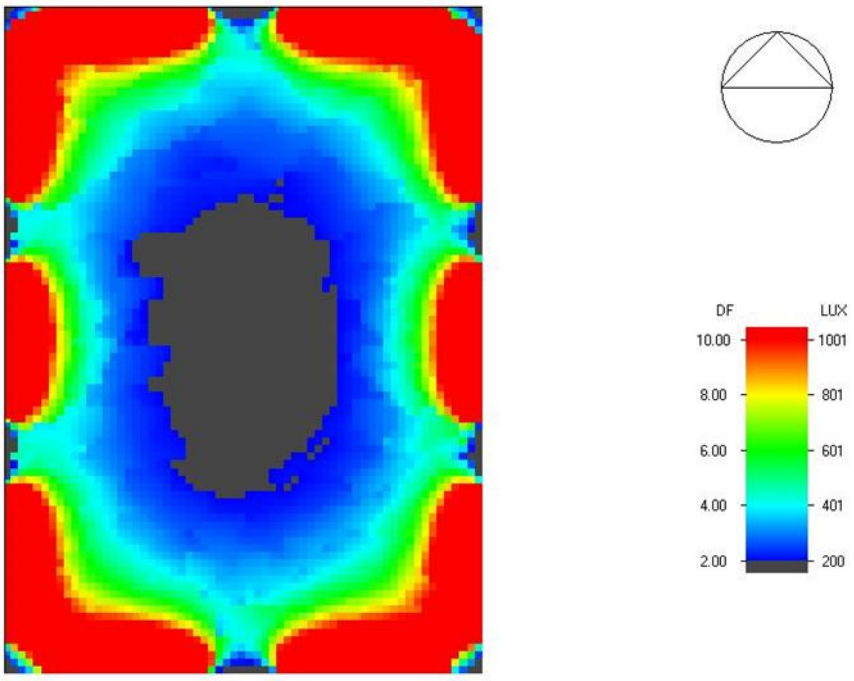
ج- مرحلة حساب إستهلاكات الطاقة فى الواجهات المختلفة:

ج-١ الواجهة الشمالية:

- فى مرحلة حساب إستهلاكات الطاقة سنقوم بإختبار الوضع الراهن لإستهلاك الطاقة (خاصة بالإضاءة الصناعية فى الواجهة الشمالية و الواجهة الجنوبية) باستخدام برنامج Design builder.
- يتم إدخال بيانات الملاحق المختارة و تشمل: التشطيبات الداخلية ومواصفات الفتحات و عدد وحدات الإضـــاءة و أنواعها.
- تم إختيار نوع الزجاج Single clear 6mm و حساب إستهلاكات الطاقة على هذا الأساس , وجدنا أن إستهلاكات الطاقة فى الحالة القائمة لفصول الواجهة الشمالية (٦٣٦) kwh، أما الاشعة المكتسبة الخارجية (٩٢١) kwh, لذلك يجب دراسة الإضاءة الصناعية فى الحالة القائمة لعمل تكامل بين الإضاءة الطبيعية و الصناعية للحد من إستهلاك الطاقة و عمل تكامل بين نوعي الاضاءة.

ج -٢– نتائج بعض تحليلات الطاقة في المبنى ملحق ٥ المختار بالمدرسة:

حيث اثبتت هذه التحليلات ان المبني بالمدرسة غير مراعي لمعايير العمارة البيئية كما ستوضحه بعض تحليلات الطاقة التالية، و شكل(٣٠) يوضح بعض تحليلات الاضاءة الصناعية بفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة من خلال برنامج الـ Design builder.



شكل (٣٠) يوضح تحليلات الاضاءة بفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة وقت القياسات ٢م من خلال برنامج الـ Design builder –
المصدر: الباحثة

بالشكل السابق تظهر الوان مختلفة لفصل العينة بملحق ٤ القائم حيث يعبر اللون الازرق الغامق عن شدة الاضاءة ٢٠٠ لكس والازرق الفاتح ٤٠١ لكس و الاخضر ٦٠١ و الاصفر ٨٠١ و الاحمر بالفصل ١٠٠١ لكس.

ج -٣ تحديد الحالة الرئيسية للإضاءة الصناعية:

- نوع اللمبات التى تم إستخدامها فى الفصول طبقاً للحالة بمحور الدراسة: Philips tcs7604xtl5-20w HFP AC-ML 1.000)،

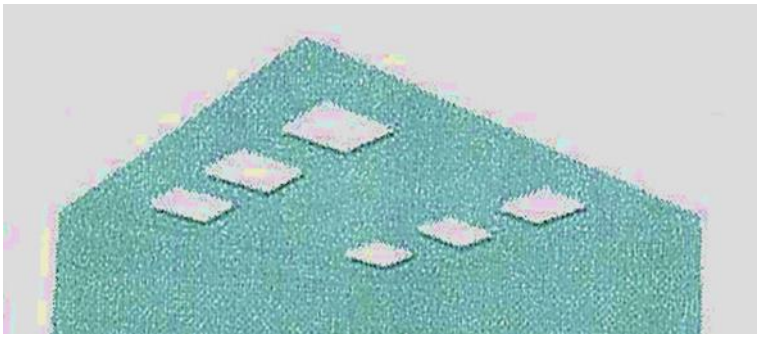
بعد تحديد الحالة الرئيسية للإضاة الصناعية (LM4224) و حساب إستهلاك الطاقة الخاص بها (KWH 636.21) سيقوم البحث بعمل تكامل بنظام (Multi steped switch control). و شكل (٣١) احد أنواع المصابيح نوع فليبس المقترحة في البحث التي تصلح في الفصول لترشد استهلاك الكهرباء، وجدول (٣) يوضح حالة الأساس للإضاءة الصناعية في فصل بالمبنى القائم بالمدرسة.

شكل (٣١) احد أنواع المصابيح نوع فليبس المقترحة في البحث التي تصلح في الفصول لترشد استهلاك الكهرباء
Source: https://www.lighting.philips.com/main/prof/indoor-luminaires/surface-mounted/savio-tcs760-762-c/911401005780_EU/product

جدول (٣) يوضح الحالة الرئيسية للإضاءة الصناعية في فصل بالمبنى القائم بالمدرسة

No عدد الفصول	Piece عدد وحدات الاضاءة	Designation التوصيف	Luminaire Lm الانارة	Lamps LM التدفق الضوئي (شمعة)	P W طاقة
1	6	Philips tcs7604xtl5-20w HFP AC-ML 1.000	4224	6600	89.0
		Total	25.44	39600	534

نوع اللمبات التى تم إستخدامها فى الفصول طبقاً للحالة القائمة بمحور الدراسة (Philips tcs7604xtl5-20w HFP AC-ML 1.000)، و تم تصميم الفصول لتشمل ست وحدات إضاءة فلورسنت و الشكل التالي يوضح نموذج لفصل دراسى ويوضح به دمج الإضاءة الطبيعية والصناعية.شكل (٣٢) يوضح لقطة منظورية داخلية توضح الإضاءة الصناعية بالسقف فى فراغ الفصل وشكل (٣٣) يوضح لقطة منظورية توضح الإضاءة الطبيعية فى فراغ الفصل.



شكل (٣٢) يوضح لقطة منظورية داخلية توضح الإضاءة الصناعية بالسقف فى فراغ الفصل - المصدر: الباحثة

شكل (٣٣) يوضح لقطة منظورية توضح الإضاءة الطبيعية من النوافذ بالممر فى فراغ الفصل - المصدر:الباحثة من برنامج planner 5D

– بعد تحديد الحالات الرئيسية لجهاز الإشعال الصناعي (LM4224) و حساب استهلاكه للطاقة (٦٣٦,٢١ KWH)، سنقوم بدمج نظام التحكم في التبديل متعدد المستويات في المرحلة التالية.

نظام التحكم بإستخدام مفاتيح الإضاءة Multi steped switch control:

يمكن التحكم فى فتحه أو إغلاقه على مراحل، بحيث تتناسب مع التغير فى مستويات الإضاءة الطبيعية، للحصول على أكبر قدر من الوفر فى إستهلاك الطاقة الخاصة بالإضاءة الصناعية **(Hoorneg and Bhada 2009).**

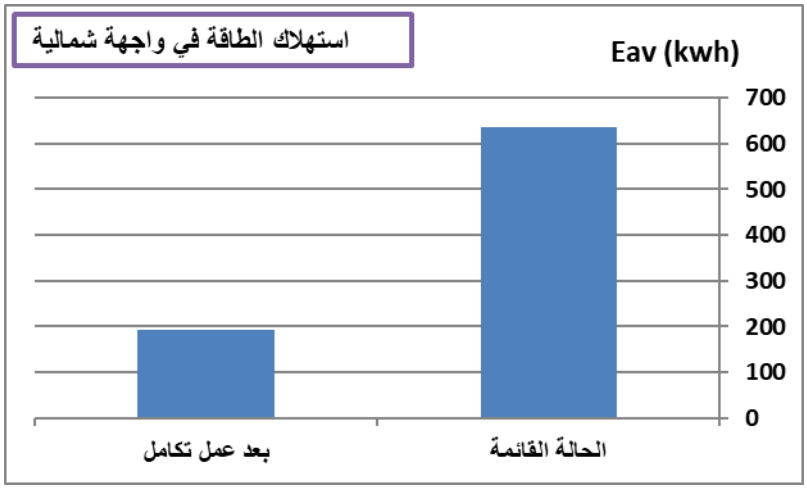
ج – ٤ تكامل الإضاءة الطبيعية والصناعية:

فى مرحلة التكامل بين الإضاءة الطبيعية و الصناعية تم إستخدام نظام التحكم بإستخدام مفاتيح الإضاءة Multi stepped switch control متعدد التدرجات.

- **الواجهة الشمالية:**

مرحلة التكامل فى الواجهة الشمالية، حيث نستخدم نظام التحكم التبادلى بإستخدام مفاتيح الإضاءة لتعمل صفوف الإضاءة بشكل تبادلى متكامل مع الإضاءة الطبيعية (أى نقوم بتقسيم وحدات الإضاءة الستة كل ٣ وحدات من وحدات الإضاءة تعمل بشكل فردى، مع الإضاءة الطبيعية النافذة للفراغ من الخارج للحد من إستهلاك الطاقة.

تم إستخدام أسلوب متعدد التدرجات كنظام للتكامل ليقلل إستهلاك الطاقة من (٦٣٦,٢١ KWH) إلى (١٩١ KWH) و لكن كانت نتيجة معامل الإكتساب الحرارى الخارجي عالي (٩٢١KWH)، فتم توفير ٧٠ % من استهلاك الطاقة، كما يظهر ذلك في الشكل التالي (٣٤).

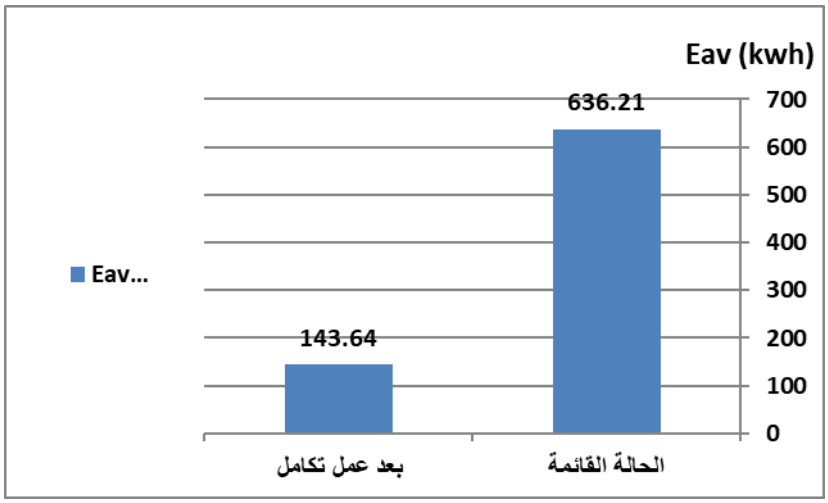


شكل (٣٤) رسم بيانى للمقارنة بين نتيجة إستهلاكات الطاقة الخاصة بالإضاءة الصناعية و ما بعد مرحلة التكامل بنظام متعدد المستويات–
المصدر: الباحثة من بيانات Design builder

- **الواجهة الجنوبية:**

مرحلة التكامل فى الواجهة الجنوبية نستخدم نظام التحكم التبادلى بإستخدام برايز الإضاءة لتعمل توزيع الإضاءة بشكل تبادلى يتكامل مع الإضاءة الطبيعية أى تقوم تبقسيم وحدات الإضاءة الستة كل ٣ وحدات من وحدات الإضاءة تعمل بشكل فردى مع كمية الإضاءة الطبيعية الواصلة للفراغ للحد من إستهلاك الطاقة.

تم إستخدام نظام متعدد المستويات كنظام للتكامل، فقل إستهلاك الطاقة من (٦٣٦,٢١ KWH) إلى (١٤٣ KWH) و لكن كانت نتيجة معامل الإكتساب الحرارى الخارجي عالي (KWH١٣٠٣)، كما يتضح في الشكل التالي (٣٥).



شكل (٣٥) يوضح رسم بيانى للمقارنة بين نتيجة إستهلاكات الطاقة الخاصة بالإضاءة الصناعية وما بعد مرحلة التكامل بنظام متعدد المستويات - المصدر: الباحثة من بيانات Design builder

تحسين إستهلاكات الطاقة للإضاءة:

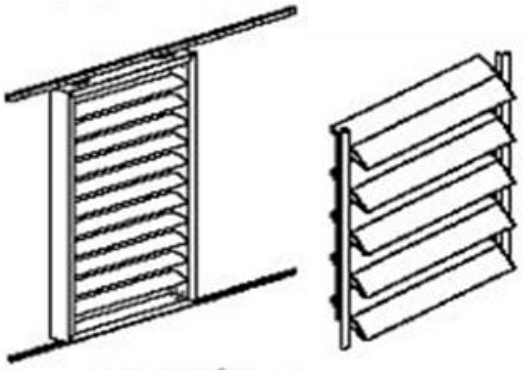
تأثير الكاسرات الشمسية: تم عمل معالجة لمعامل الإكتساب الحرارى من أنظمة تظليل (٥٠ سم عرض) فى حالتين، الحالة١: زاوية ميل ٣٠ درجة , الحالة ٢: زاوية ميل ٦٠ درجة.

تأثيرات الكاسرات الشمسية بالواجهة الشمالية: (باستخدام أنظمة التظليل).

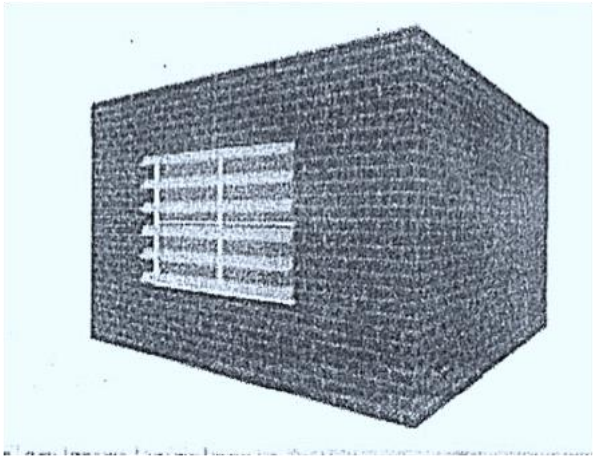
تم إستخدام أنظمة تظليل للحد من معامل الإكتساب الحرارى الخارجى لفراغات الفصول الدراسية وسنقوم بتحليل حالتين لزاوية ميل الكاسرات الشمسية.

- **الحالة الأولى:** كاسرات شمسية ٥٠ سم بزاوية ميل (٣٠°) بالاضافة الى تطبيق نظام التكامل،

عندما تم تطبيق هذه الحالة على فصل العينة: قل إستهلاك الطاقة من (KWH ٦٣٦,٢١) إلى (KWH ١٥٨)، و قلت نتيجة معامل الإكتساب الحرارى الخارجى من (KWH١٣٠٣)الى (KWH١٠١١)، و في الاشكال التالية (٣٦- ٣٧) يوضح رسم توضيحى لأنظمة كاسرات شمسية في نوافذ فصل العينة.



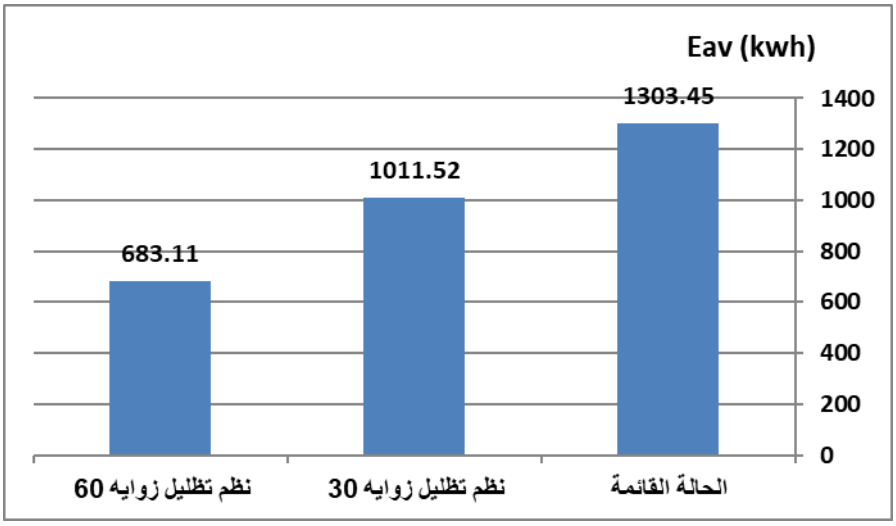
شكل (٣٦) يوضح رسم توضيحى لأنظمة كاسرات شمسية- المصدر:
www.egyptarch.net/research/solarscreen/solarmain.htm



شكل (٣٧) يوضح رسم منظورى للفصل موضح عليه الكاسرات الشمسية المقترحة على الشباك عن طريق برنامج الـ Design builder-
المصدر: الباحثة من Design builder

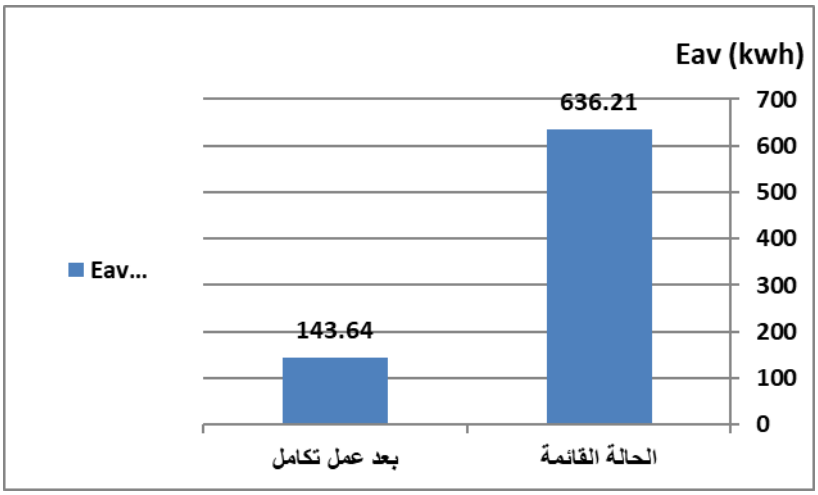
- **الحالة الثانية:** كاسرة شمسية (٥٠ سم) بزاوية ميل (٦٠)+ تطبيق نظام التكامل.

التى تم تطبيقه بالبرنامج وقلل إستهلاك الطاقة ومعامل الإكتساب الحرارى الخارجللوصول إلى القيمة المثلى لتقليل إستهلاك الطاقة. وشكل (٣٨) يوضح مقارنة بين معامل الإكتساب الحرارى بين الحالة القائمة و المقترحات التصميمية في الحالة الاولى و الثانية.



شكل (٣٨) يوضح مقارنة بين معامل الإكتساب الحرارى بين الحالة القائمة و المقترحات التصميمية-
المصدر: الباحثة من بيانات Design builder

النتيجة فى الواجهة الشمالية: تم إختيار (نظام تظليل زاوية الـ ٦٠ درجة + نظام التكامل) للوصول إلى القيمة المثلى لتقليل إستهلاك الطاقة و لتقليل ناتج معامل الاكتساب الحرارى في الخارج. و الشكل السابق يوضح مقارنة بين معامل الإكتساب الحرارى بين الحالة القائمة و المقترحات التصميمية. و شكل (٣٩) مقارنة لنسبة الوفر و إستهلاكات الطاقة بين الحالة القائمة ونظم التكامل ونظم التظليل.



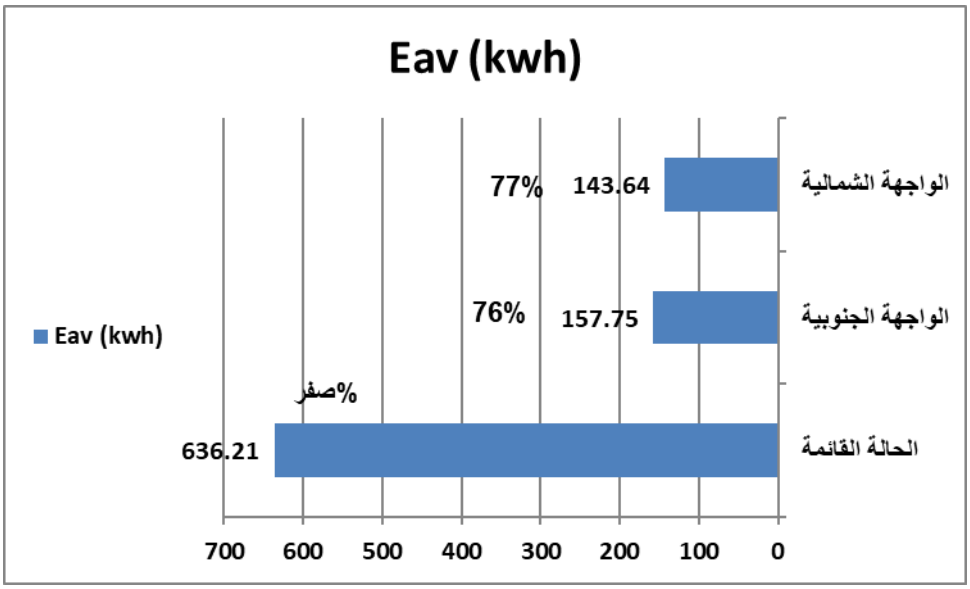
شكل (٣٩) مقارنة لنسبة الوفر و إستهلاكات الطاقة بين الحالة القائمة ونظم التكامل ونظم التظليل-
المصدر: الباحثة من Design builder

النتيجة فى الواجهة الجنوبية:

تم إختيار الحالة الثانية (تطبيق نظام التكامل مع نظام تظليل بعرض ٥٠ سم بزاوية ٦٠) لتوفيرها للطاقة بنسبة ٧٥%. الحالة الثانية وفرت فى معامل الإكتساب الحرارى من (١٣٠٣,٤٥ KWH) إلى (683.11) بنسبة وفر ٤٨%. مقارنة لنسبة الوفر و إستهلاكات الطاقة بين الحالة القائمة و نظم التكامـل و نظم التظليل.

- **تم دراسة إستهلاكات الطاقة،** في الواجهات بفصول العينة المختارة في الشمالية و الجنوبية و الشرقية،فوجدنا التالى:
- الواجهة الشمالية: (في ملحق ٤) بإستخدام نظام متعدد الطبقات كنظام للتكامل، قل إستهلاك الطاقة من (٦٣٦ KWH) إلى (١٩١ KWH) و لكن كانت نتيجة معامل الإكتساب الحرارى الخارجى عالى (٩٢١ KWH).

- الواجهة الجنوبية: (في ملحق ٥) بإستخدام (نظام تظليل زاوية ٦٠ درجة + نظام متعدد الطبقات) للوصول إلى القيمة المثلى لتقليل إستهلاك الطاقة من ٦٣٦ KWH إلى ١٥٧ KWH و لتقليل نتيجة معامل الإكتساب الحرارى الخارجى المرتفع من ١٣٠٣ KWH إلى 683 KWH. و شكل (٤١) يوضح نسب إستهلاكات الطاقة للواجهات المختارة في فصول المباني المختارة بالمدرسة.



شكل (٤١) يوضح مقارنة قيم إستهلاك الطاقة ونسب توفير إستهلاك الطاقة للواجهات المختارة قبل المعالجة البيئية و بعدها (واجهة شمالية و جنوبية) بالمدرسة– المصدر: الباحثة

النتائج والتحليلات:

من خلال دراسة التصميم القائم للمبانى بالمدرسة نستنتج ما يلي:

- أن ٣٩ % من الغلاف الخارجي للواجهة محل الدراسة عبارة عن فتحات نوافذ .
- ضعف المقاومة الحرارية للزجاج المستخدم في النوافذ نظرا لاستخدام الزجاج من النوع المفرد العاكس .
- التشغيل للمبنى التعليمي بالمدرسة الصباحية من الساعة ٨ صباحا حتى الساعة ٣ مساء.
- مقاومة الحوائط المصمتة المطلوبة ٢,٥ و المقاومة في الوضع الحالي ١,٢٤
- معامل الاكتساب الحراري الشمسي للزجاج المطلوب ٠,٣ و الحالي ٠,٧١.
- مقاومة الزجاج المطلوبة ٠,٢ و الحالية ٠,١٥.
- لا يوجد تظليل للفتحات بالتصميم الاساسي،

وتوصل البحث للاتي:

اولا: وضع مقترح لرفع كفاءة الطاقة بالفصول بالمبانى التعليمية بمدرسة العينة, لكى يسهل على المصمم و المطور تطبيقها لتحسين كفاءة الطاقة بالمبنى , و هى كالتالي:

١- **خفض محتوى الطاقة في المدرسة**: و ذلك بإستخدام مواد بناء بيئية قدر المستطاع و التي تستهلك كمية طاقة أقل في تصنيعها، و بالتالي تقلل من التلوث البيئي بالإضافة إلى أنه يمكن إعادة تدويرها , و أيضاً استخدام المواد الأطول عمرا.

٢- **تقليل معدلات استهلاك الطاقة في المدرسة:** بتوفير بيئة داخلية عالية الجودة، و هو ما يعني أن تكون ظروف البيئة الداخلية محققة للراحة الحرارية و البصرية للمستخدمين , مع تقليل الاحتياج لأجهزة التبريد التي تستنفذ طاقة كهربية

عالية،و لتوفير هذه البيئة لابد من تحقيق (كفاءة البيئة الحرارية - كفاءة التهوية الطبيعية - كفاءة البيئة الضوئية) , و يهتم البحث بدراسة المعالجات التصميمية بالغلاف لتحقيق كفاءة البيئة الحرارية بالمناخ الصحراوي الذي تقع به مدينة القاهرة (المنطقة محل الدراسة) و الذي يتميز بـدرجات الحرارة المرتفعه صيفاً- إنخفاض الرطوبة النسبية - إشعاع شمسي مباشر و قوي.

و تظهر هذة المعالجات بالمستويات المختلفة للمبنى كالتالى:

أ) تصميم الكتلة بالموقع العام: حيث يؤثر التشكيل الكتلي او لأبعاد المختلفة للمبنى من ارتفاع و عمق و عرض الواجهات تأثير مباشر في كمية الإشعاع التي يستقبلها المبنى، و على مناطق الضغط المحيطة بالمبنى و بالتالي على حركة الهواء، لذلك يجب تصميم الكتلة البنائية بحيث يتم الحصول على أقل مسطح حوائط و أسطح خارجية معرضة للإشعاع الشمسي في المناطق الحارة , وأيضا إذا تقاربت المباني و تدرجت في الإرتفاع، فإن الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي ستقل بحيث يظلل أحدها على الآخر مما يقلل من الاكتساب الحراري.

ب) تصميم و معالجة عناصر الغلاف الخارجي للمبنى:و هى :أسقف – حوائط – فتحات .فلا بد من مراعاة إختيار نوع مادة البناء بالغلاف و سمكها و قيمة مقاومتها الحرارية) (عبد المطلب ٢٠٠٨)(و نوع و لون الطلاء الخارجي , و نوع و سمك العازل الحراري و أنظمة التظليل , و زراعة الأسطح أو الواجهات,

ج) استخدام عناصر بيئية و معالجات إضافية: مثل الملقف – الفناء – المدخنة الشمسية و غيرهم.

٣- تحسين كفاءة الأجهزة و النظم و المعدات المستخدمة في المدرسة و الاستخدام الأمثل لها:

مثل استخدام الأجهزة الموفرة للطاقة و وحدات النوافذ التي تؤثر بشكل كبير على استهلاك الطاقة (حيث تمثل الأجزاء الأقل مقاومة حرارية للعوامل الجوية نظرا لقلة سماكتها), و تزيد أنظمة التحكم و الإظلال الشمسي مثل الكاسرات, و عدد طبقات الزجاج و التجويف بينها و نوع العزل الحراري من مقاومتها الحرارية **(Gad El Rab Abdo MDKOUR 2019)**. مثل:

أ - استخدام الزجاج المزدوج DOUBLE GLASS.

ب - استخدام طبقة عاكسة للحرارة مثل الزجاج العاكس GLASS REFLECTIVE.

ج - إضافة عوازل للزجاج ذات كفاءة عالية مثل مادة الهلام الهوائى Aerogel.

د - استخدام أنظمة التظليل المناسبة.

-كما يمكن اقتراح بعض المعالجات البيئية للمباني التعليمية بالمدرسة، كالموضح بالجدول التالي:

م	المقترح للمعالجة البيئية	المميزات و العيوب
١	استبدال الزجاج المفرد بأخر (مزدوج عاكس)	• عدم التاثير على التشكيل المعماري للمبنى • تحقيق متطلبات الكود
٢	تظليل الواجهة جزئياً بكاسرات شمس (أفقية)	• تاثير مسموح به على التشكيل المعماري للمبنى. • تحقيق متطلبات الكود
٣	تظليل الواجهة جزئياً بكاسرات شمس (رأسية)	• تاثير مسموح به على التشكيل المعماري للمبنى. • تحقيق متطلبات الكود

٤	اضافة عزل (بولي ايثيلين خارجي EPS)	• عدم التاثير على التشكيل المعماري للمبنى بشرط الالتزام بنفس اللون للتصميم الاساسي • تحقيق متطلبات الكود
٥	إضافة تجاليد (الومنيوم الكوبوند) خارجي	• عدم التاثير على التشكيل المعماري للمبنى بشرط الالتزام بنفس اللون للتصميم الاساسي • تحقيق متطلبات الكود

ثانيا: بالنسبة للاضاءة:

1. مستوى الإضاءة الطبيعية بفراغ يستخدم في أغراض الدراسة الحد الادنى له، يبلغ حوالى ١٠٠ لكس و شدة الإضاءة الإصطناعية فى الفراغات الدراسية ما بين ٣٠٠ – ٥٠٠ لكس.

2. التوجيه الشمالى او الشمالي الشرقي، يعطى أفضل توزيع للإضاءة الداخلية فى الفصل الدراسى ويعتبر هذا أفضل توجيه للفراغات الدراسية، و الذي يتسم بانخفاض وثبات مستوى شدة الإستضاءة على مدار اليوم، مما يؤدى إلى عدم وجود تباين و كذا عدم حدوث ظاهرة الإبهار داخل لفراغ.

3. تتسم الفراغات ذات التوجيه الجنوبي بأنها ذات مستوى إستضاءة اعلى من الحد المطلوب، ولكنه متغير بشكل سريع على مدار اليوم مما يؤدى إلى وجود مناطق إبهار في أجزاء مختلفة من الفراغ، بالإضافة إلى ما يسببه اختراق ضوء الشمس المباشر من حدوث ظاهرة الإبهار المباشر لمستخدم الفراغ والتي يمكن التحكم فيها بالكاسرات الافقية.

4. يفضل أن تكون التشطيبات ذات ألوان فاتحة و ذات معامل إنعكاس ضوئى عالى و كفاءة الإضاءة الطبيعية تتغير بتغير ألوان كل من (الأسقف – الحوائط الجانبية –الحائط المقابل للفتحات الرئيسية – الأرضيات).

5. أن لا يقل معامل نفاذية الزجاج عن (٠,٤٥) و نسب الفتحات في حدود ٣٠% حسب متطلبات الكود المصري للمباني غير السكنية.

6. أهمية زيادة كفاءة الإضاءة الطبيعية فى مبانى المدرسة، للتقليل من إستخدام الإضاءة الصناعية لأنها تمثل ٣٠ – ٥٠% من إستهلاكات الطاقة فى مبنى المدرسة.

7. تصميم النوافذ و أساليب التظليل الخارجى و التهوية الطبيعية مثل (الأرفف الخارجية التى تثبت أعلى النوافذ او كاسرات الشمس وخلافه) بإستخدام برامج المحاكاه.

8. إستخدام اللمبات (LED) فهي أفضل من نوع اللمبات الفلورسنت التقليدى (T12) المستخدمة في كثير من المباني القائمة بالمدارس الحكومية.

9. دمج إستراتيجيات الإضاءة الطبيعية والإصطناعية وإستراتيجيات التحكم أو تقليل البهر الضوئى فى المبانى التعليمية، لتحقيق الراحة البصرية.

10. إستخدام أنظمة الإضاءة البيئية الذكية فى المبانى التعليمية،مثل الرف الضوئى – الأنابيب الضوئية (Light pipes) – نظام (Anidolic mirrors) – نظام مادة (HOE)، نظم متعددة المستويات كنظم تكامل، للحصول على أكبر كمية من الإضاءة الطبيعية غير المباشرة فقط بدون أى أشعة ضارة.

11. إستخدام أنظمة التكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية،مثل نظم التحكيم التبادلى (Switch control), للحد من إستهلاك الطاقة.

ثالثا: بشكل عام توصل البحث الى ان:

12. تحقيق الاستدامة بالمباني لا يتطلب التأثير على تشكيل الغلاف الخارجي للمبنى بل من الممكن أن يكون المبنى مستداماً ويخضع شكله الخارجي للتعبير المعماري الذي يريده المصمم.
13. يمثل الغلاف الخارجي النصيب الأكبر من منظومة تحقيق الراحة الحرارية بالنسبة للمبنى ككل .
14. ان تحقيق الاستدامة لا يقتصر على المبانى الجديدة فحسب بل يمتد ليشمل المبانى القائمة.

التوصيات:

- ضرورة اعتماد مباديء الاستدامة في العمران و اقتراح معايير تتوافق مع متطلبات البيئة المصرية تشمل معايير الاستدامة، عند تطوير المدارس الحكومية القائمة.
- تقييم المباني من ناحية الطاقة يعتمد على أنه عند تصميم المباني يجب الأخذ في الاعتبار أن الطاقة الكلية للمبنى شاملة جميع مراحله سواء قبل التشغيل للمبنى أو أثناء مرحلة التشغيل.
- ضرورة اتباع متطلبات الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمباني حيث يعتبر المعيار و المقياس البيئي الذي نستطيع من خلاله اختبار جودة تصميم الغلاف الخارجي للمدراس بمصر , ولتوفير الراحة الحرارية والبصرية للقاطنين بها.
- مراعاة الاعتبارات التصميمية المؤثرة على كفاءة السلوك الحراري لعناصر الغلاف الخارجي سواء العناصر المصمتة أو الفتحات وهى :التوجية - الخواص الحرارية لنوع المادة – سمك المادة - وجود مادة عازلة للحرارة- لون السطح الخارجي للمادة،كما أن نوع مادة التشطيب و ملمس السطح الخارجي يؤثران بالنسبة للعناصر المصمتة , و نسبة الفتحة للحائط , و استخدام أنظمة التظليل يؤثران على كفاءة الفتحات.
- ضرورة الاستفادة من برامج المحاكاة البيئية خاصة في المباني التعليمية و تطويرها مستقبلا للعمل بها على نطاق واسع في جمهورية مصر العربية على مستوى الهيئات وأماكن اتخاذ القرار مرورا باشراك المواطنين.
- تقسيم الفراغ التعليمي إلى مستويات ضوئية و إعادة النظر في وضع عناصر الفرش الداخلي بحيث يتناسب مع وظيفة الفراغ و معدل توزيع الإضاءة داخل الفراغ.

المراجع:

Abdalraouf, Mohamad, Ismail Mohamed, and Mohamed Elders. 2021. "The Role of Value Engineering in Improving the Energy Efficiency of Existing Buildings." Journal of Al-Azhar University Engineering Sector 16 (60): 893–909. https://doi.org/10.21608/auej.2021.187987.

Ali, Abdul Muntalib Mohammed, Tariq Jalal Habib, and Khaled Youssef Mohammed. 2009. "تأثير تغير توجيه الفراغ علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخله دراسة حاله : المباني التعليمية بجامعة اسيوط." Journal of Science and Technology 14 (2): 17–34.

Beatley, Timothy. 2015. "'Planning for Sustainability in European Cities: A Review of Practice in Leading Cities.'" The City Reader, July, 536–47. https://doi.org/10.4324/9781315748504-69.

FGL. 2001. "Good Lighting for Schools and Educational Establishments Booklet 2." Information on Lighting Applications. www.licht.de.

Gad El Rab Abdo MDKOUR, Hoda. 2019. "STUDY OF INTERACTIVE LEARNING SPREADS WITHIN EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS." International Journal of

Creativity and Innovation in Humanities and Education 2 (1). https://ijcihe.journals.ekb.eg/article_182874.html.

Hamdy, Shymaa, El Sayed, Zainab Mohammad, and Mohammad Yasser Lotfy. 2021. " قياس كفاءة تطبيق إستراتيجيات التصميم السلبى على نموذج سكنى فى مصر." Journal of Al-Azhar University Engineering Sector 16 (59): 362–74.

Hoorneg, D, and Perinaz Bhada. 2009. "The Global City Indicators Program: A More Credible Voice for Cities." Direction in Urban Government, no. June: 4. http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1226422021646/Directions4.pdf.

Innes, Judith E., and David E. Booher. 2010. "Indicators for Sustainable Communities: A Strategy Building on Complexity Theory and Distributed Intelligence." Http://Dx.Doi.Org/10.1080/14649350020008378 1 (2): 173–86. https://doi.org/10.1080/14649350020008378.

Kamoona, Ghada M.Ismael. 2018. "The Effect of Double Skin Façades on the Energy Efficency Use in Buildings"Application the Model of Double Skin Corridor Façadeon the Virtual Office Building in Baghdad"." Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences 25 (3): 53.

Light, Artificial. 2018. "Light: Artificial." The Visual Dictionary of Interior Architecture and Design, 146–146. https://doi.org/10.5040/9781350088719.0133.

Mahmoud, Ibrahim Yassin. 2008. "Energy Efficiency Initiatives In the Egyptian Power Sector." The International Conference on Electrical Engineering (2008) 6(6) 1-15, 27–29.

PUBLISHERS, BENTHAM SCIENCE. 2006. "Green Energy and Technology." Green Energy and Technology. https://doi.org/10.2174/97816080528511060101.

Qin, Yong, Yuyan Luo, Jingru Lu, Lu Yin, and Xinran Yu. 2018. "Simulation Analysis of Resource-Based City Development Based on System Dynamics: A Case Study of Panzhihua." Applied Mathematics and Nonlinear Sciences 3 (1): 115–26. https://doi.org/10.21042/amns.2018.1.00009.

Rashdi, Wan Sharizatul Suraya W.M., and Mohamed Rashid Embi. 2016. "Analysing Optimum Building Form in Relation to Lower Cooling Load." Procedia - Social and Behavioral Sciences 222 (June): 782–90. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.161.

Smales, Lindsay, and Pam Warhurst. 2015. "Sustainable Urban Design." Building Sustainable Futures: Design and the Built Environment, 229–45. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19348-9_10.

Soliman, Mona, Mohammed Al-Eisawy, and Rana Ahmed. 2021. " تحسين كفاءة إستهلاک الطاقة فى المبانى السكنية (دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدة)." Fayoum University Journal of Engineering 4 (2): 104–20. https://doi.org/10.21608/fuje.2021.205535.

Ünler, Alper. 2008. "Improvement of Energy Demand Forecasts Using Swarm Intelligence: The Case of Turkey with Projections to 2025." Energy Policy 36 (6): 1937–44. https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2008.02.018.

السعدني, أحمد. ٢٠١٩. "المساجد بين الماضي والحاضر نظرة مستدامة.31–109 :(April) 32 Urban Research ."

alsaedani, 'ahmadu. 2019. "almasajid bayn almadi walhadiri: ruyat mustadamatin." albuhuth alhadariat 32 ('abril): 109-31.

ايهاب محمد عقبة و اخرون. ٢٠٢١. "فكر المحاكاة البيئية كأداة لتخطيط وتصميم التجمعات العمرانية المستدامة ،مقارنة لنماذج برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني"" ٤: ٣٥–٥٥.

'iihab muhamad eaqabat wakhrun. 2021. "almuhakat albiyiyat ka'adaat litakhtit watasmim almujtamaeat alhadariat almustadama "muqaranatan bayn namadhij barmajiaat almuhakat albiyiyat fi alsiyaq alhadarii"" 4: 35-55.

عبد المطلب, محمد علي أحمد. ٢٠٠٨. "المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية ،مبنى كلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط - مصر كمثال تطبيقي." مجلة العلوم والتكنلوجيا ١٣ (١): ٣–١٧.

eabd almutalabi, muhamad eali 'ahmad. 2008. "almufradat almiemariat lilmabani fi almanatiq alsahrawiat alhara "mabnaa kuliyat altarbiat alriyadiat bijamieat 'asyut - misr namudhajan tatbiqia." majalat aleulum waltiknulujya 13 (1): 3-17.