

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

مصر - دمياط الجديدة - هدى محمد إبراهيم الباز - مدرس بكلية الهندسة - قسم الهندسة المعمارية - جامعة حورس

halbaz@horus.edu.eg -hudaalbaz44@gmail.com

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 / الأفضية و مواد البناء وغيره، بما يحقق المعايير العالمية و المحلية للمباني التعليمية بالمدارس الحكومية (Kamoon 2018)، و ايضا مشكلة عدم تفعيل الاستفادة من برامج المحاكاة البيئية في المباني المدرسية الحكومية القائمة لمعالجة القضايا البيئية 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 في استهلاك الطاقة أثناء تشغيل المبنى ، ثم وضع مقترح لرفع كفاءة الطاقة بالفصول بالمباني التعليمية بمدرسة العينة، من خلال التكامل بين الإضاءة الطبيعية و الصناعية للوصول لشدة الإضاءة 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 الالى للمحاكاة 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 في مباني 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 المباني ، و نظم 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)، لحد 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 الخارجى للمدراس بمصر ، ولتوفير الراحة الحرارية و البصرية للقاطنين بها.

الكلمات الدلالية : الاستدامة – الإضاءة – الغلاف الخارجى- المباني التعليمية - Design Builder – التوجيه - محاكاة.

المقدمة :

عند الحديث عن التنمية المستدامة و متطلباتها و استراتيجياتها في قطاع التعليم الحكومى بمصر ؛ فإن دور و أهمية الحاسب الالى في محاكاة المباني بيئيا ، يصبح أمراً ضرورياً، 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 يراعى جانب أساسى 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 النفسى و الوظيفي لاستخدام الإضاءة الطبيعية ، و لقد أجريت بعض الدراسات في الدول الأوروبية على أفضلية توجيه الفراغات التعليمية

وذلك إما بشكل عملي أو عن طريق المحاكاة بالحاسب الآلي ، 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) طبقاً 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 الإضاءة 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 يتابع أساليب لترشيد استهلاك الطاقة عامل حاسم و سياسة فعالة في الحد من التأثيرات البيئية السلبية (عبد المطلب ٢٠٠٨) .

مشكلة البحث :

١. 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).
٢. عدم تفعيل الاستفادة من برامج المحاكاة البيئية للمباني المدرسية الحكومية القائمة لمعالجة القضايا البيئية المرتبطة بترشيد الطاقة. (Qin et al. 2018)
٣. إن مباني المدارس الحكومية القائمة لا تتوافق مع معايير الاستدامة، مما يؤدي إلى قصور العملية التعليمية بها. (Ünler 2008)

هدف البحث :

١. الكشف عن تأثير إختلاف التوجيه على استهلاك الطاقة بالفصول بالمدارس الحكومية في القاهرة ، بهدف الوصول الى معالجات نموذجية لهذه المدارس.
٢. وضع مقترح لرفع كفاءة الطاقة بالفصول بالمباني التعليمية بمدرسة العينة، من خلال التكامل بين الإضاءة الطبيعية و الصناعية للوصول لشدة الإضاءة 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 والآخر 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 تأثير التوجيه الغير مناسب على زيادة استهلاك الطاقة بالفصول ، و من ثم بدراسة المتغيرات المستقلة لمحاولة معرفة علاقتها المحتملة و آثارها على المتغيرات التابعة ، مستعينا بالأسلوب التطبيقي المعاصر التقني الذي يعتمد على تطبيق أحد برامج الحاسب الآلي للمحاكاة 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 على بيانات هذا البحث باستخدام مجموعة من الأدوات كالتالي :

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

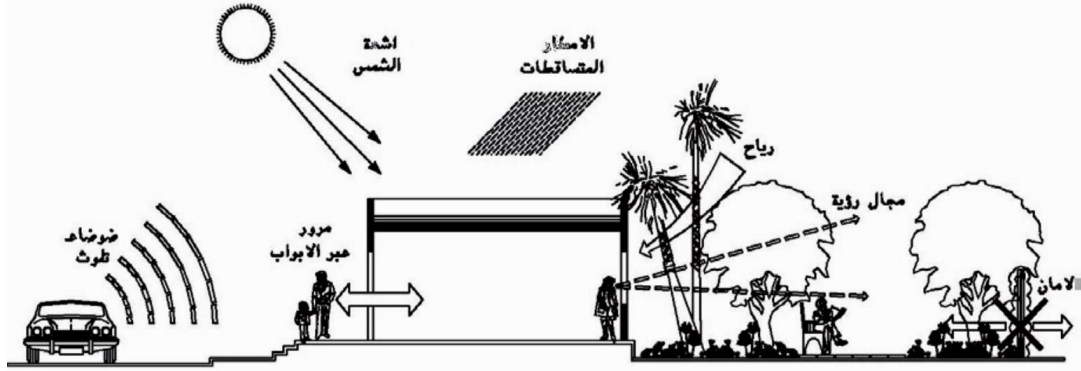
الدراسة النظرية :

• تصميم غلاف المبنى:

- أثر الغلاف الخارجي للمبنى على استهلاك الطاقة :

إن الغلاف الخارجي يعتبر حلقة الوصل بين الفراغ الداخلي و الفراغ الخارجي المحيط بالمبنى، مشكلاً طبقاً لتصميمه والمواد المصنوع 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.

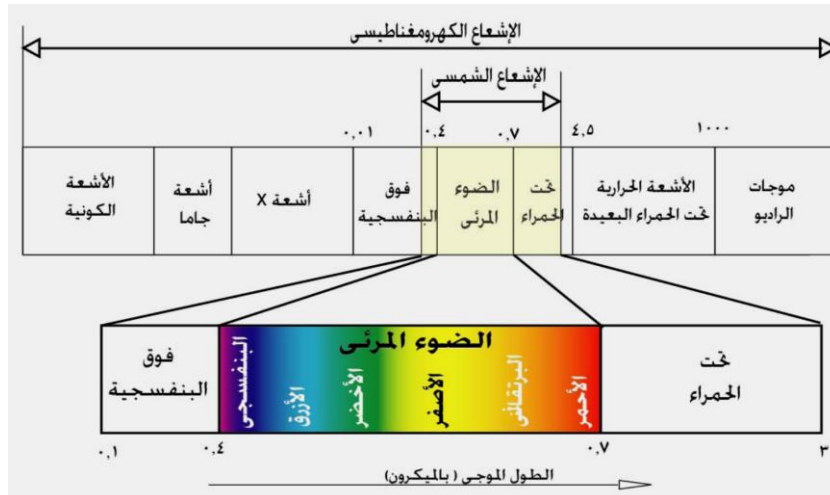


شكل (١)
يوضح

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 المداخل، 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 الشمسي والحرارى وعلاقته بباقي أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسى .



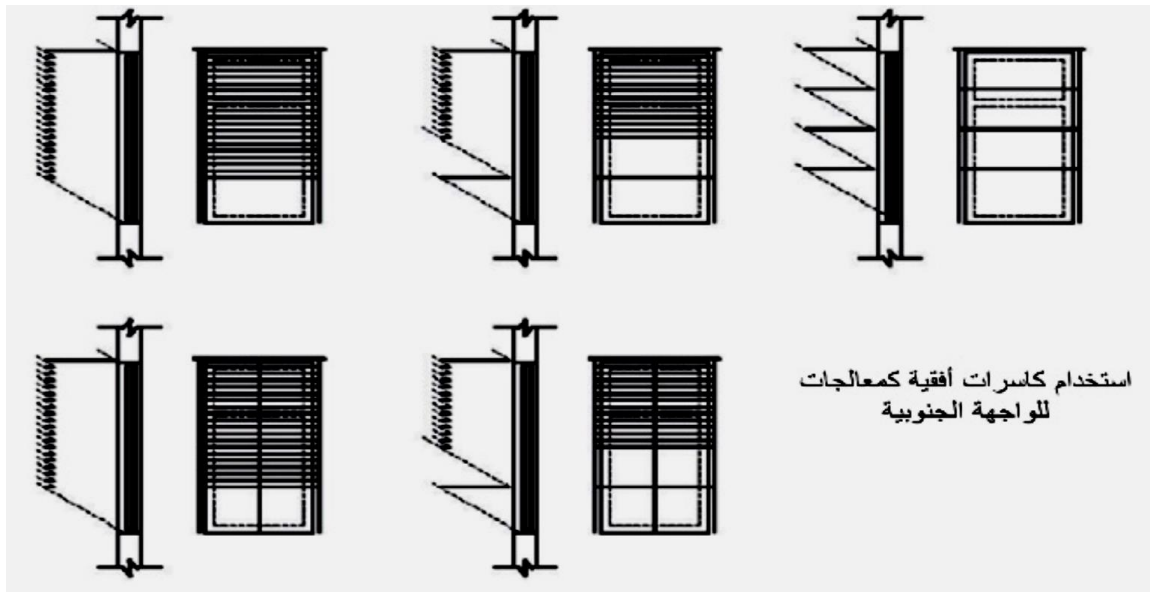
شكل (٢) يوضح الإشعاع الشمسي والحرارى وعلاقته بباقي أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسى

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

جدول (١) نظم التحكم بالمبنى الذكية

أنظمة أتوماتيكية Automatic	أنظمة سلبية Manual	أنظمة سلبية Passive	نظم التحكم بالمبنى
	■	■	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 بالمبنى الذكية التسعة و ما نركز عليه في هذا البحث هو الاضاءة حيث تشمل طبقا لهذا التصنيف على ثلاثة أنظمة وهي التحكم في الاضاءة الطبيعية و الوهج سواء سلبية 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 .

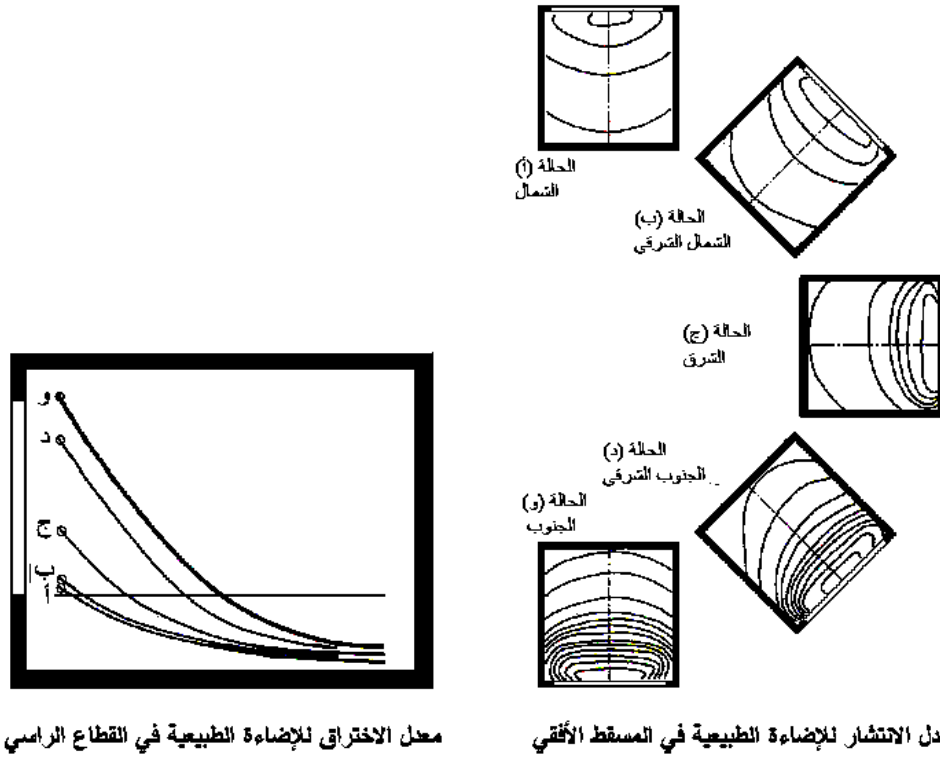


شكل (٣) يوضح وسائل معالجات الفتحات باستخدام كاسرات الشمس افقية و راسية افي الواجهة الجنوبية

• تأثير تغير توجيه المبنى على سلوك الاضاءة 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 نسبياً 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 يعني 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 بناءً 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 للإضاءة في حالة التوجيه الجنوبي و أقل معدل في حالة التوجيه الشمالي، كما يظهر في شكل (٤).



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

كفاءة الإضاءة و أنواع 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 بوحدة الشمعة lumen. و قيمة الفاعلية هي حاصل قسمة قدرة الإضاءة على القدرة الكهربائية المسحوبة، أو بالشمعة على الوات lumens/Watt.

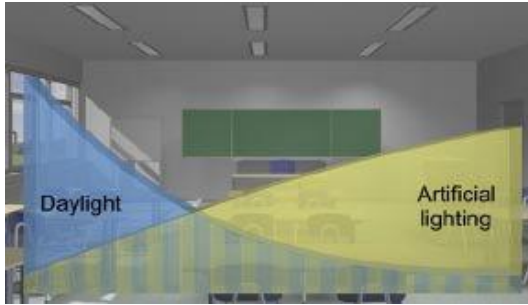
إن مصابيح الأنارة ذات الفاعلية المرتفعة يتم تصميمها للعمل بإستخدام مصادر إضاءة موفرة للطاقة، على سبيل المثال مصابيح نيون T8 أو T5، و مصابيح النيون المدمجة، و المصابيح عالية الكثافة (HID)، و أحيانا الصمامات الثنائية المضيئة. و عوالم الإضاءة تنتج تقليل مستويات الإضاءة و ما يصاحبها من تقليل للإستهلاك الطاقة. 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 تعقيم 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.

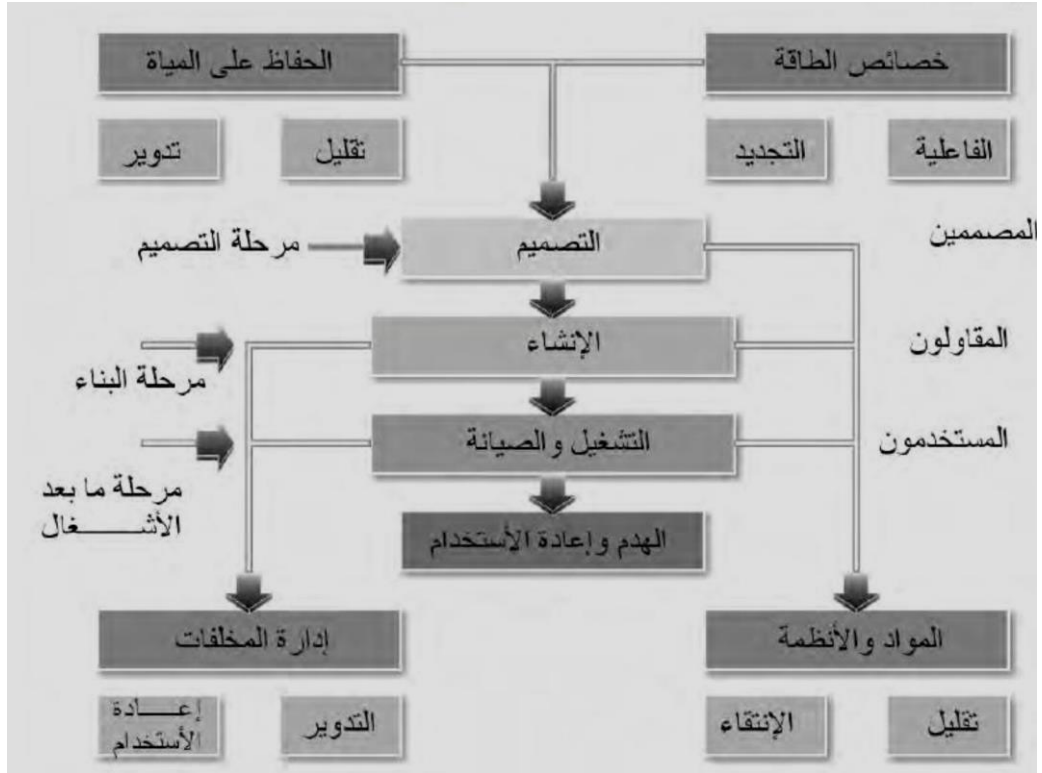
و يتم إستخدام المصابيح المتوهجة عندما يكون مطلوب تعقيم الإضاءة. و عند الحاجة إلى التعقيم يتم إستخدامها مع المصابيح المتدلية من الأسقف. و إن كواشف الإشغال - التي تقوم بغلق الإضاءة عندما لا يتواجد أشخاص بالغرفة تقلل من فترة تشغيل الإضاءة (Gad El Rab Abdo MDKOUR 2019). و أشكال (٥) توضح بعض انواع و طرق توزيع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



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

اهداف العمارة المستدامة :

نظرا لتغيير الإتجاه العالمي من الإهتمام بالكم إلى الكيف و التي شكلت أهداف جديده لقطاع الإنشاء و مطالب المستهلك و النداءات العالمية للإستدامة و التي شكلت الأهداف الرئيسية للعمارة المستدامة في الأتى : فاعلية الموارد و فاعلية الطاقة و الوقاية من التلوث و التوافق مع البيئة و الأعمال النظامية و المتكاملة (Smales and Warhurst 2015). و شكل (٦) يوضح العملية التصميمية و العمليات المصاحبة لها في ظل الاستدامة.



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

• رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني التعليمية :

يقصد بكفاءة استهلاك الطاقة " على أنها : "القدرة على تقديم أفضل النتائج بأقل إسرار 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 المياه الساخنة عن طريق السخانات الشمسية.

الدراسة التطبيقية :

مباني 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 أهمية اختيار العينة. و تتناول الدراسة التطبيقية التحليل لعينة الدراسة و هي المباني التي تواجه 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 الإضاءة الصناعية في التوجيهين المختارين ، و استخلاص المعالجات الأفضل لكل عنصر و إختبارها معاً للوصول للبدائل الأكثر كفاءة للطاقة (Qin et al. 2018).

سبب اختيار الحالة : مايلي :

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



شكل (٧) يوضح الموقع العام للمدرسة واماكن فصول العينة ١

المرجع : الهيئة العامة للأبنية التعليمية – إدارة التصميم المعماري – ٢٠١٨

• سمات الموقع : مايلي :

- موقع المدرسة في منطقة حضرية ، بشوارع حسن المأمون – بجوار الهيئة العامة للأبنية التعليمية – بالقرب من النادي الاهلي بشرق مدينة نصر بالقاهرة - وتشمل المدرسة مرحلة حضانة و ابتدائي ، و اعدادي و ثانوي ، و نظام الدراسة: فترة واحدة - عدد الفصول : (٨) رياض أطفال + (٢٤) ابتدائي + (١٢) اعدادي ، 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 م² تقريبا - مساحة الموقع العام : (٦٠٥٩.٩٥) م² - نصيب الطالب من مساحة الموقع العام : (٣.٥٤) م².
- الصفات العامة للفراغات التعليمية بالمدرسة : الارتفاع الصافي (٣,٠) م ، مساحة الشبابيك (٢٠ %) من مساحة الفراغ ، و شكل (٨) يوضح واجهة جنوبية بالمدرسة بملحق ٤.



واجهة رقم (٣)

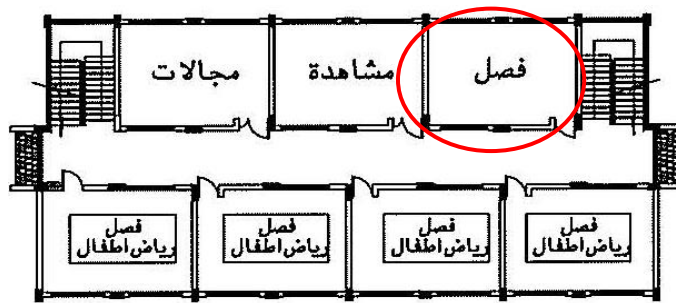
شكل (٨) يوضح واجهة جنوبية بالمدرسة بملحق ٤ - المصدر : الباحثة

خطوات تطبيق أسلوب البحث :

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

- تمت مرحلة القياس على فصلين في مبنيين 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)

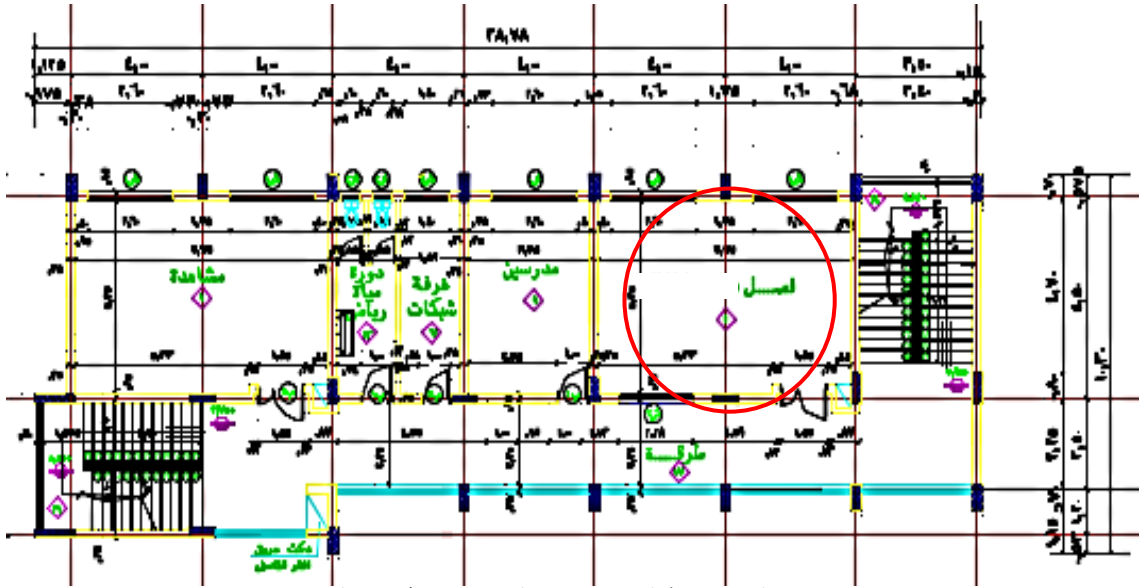


شكل (٩) يوضح فصل العينة في المسقط الافقي للدور الأرضي في ملحق ٥ -

المرجع : الهيئة العامة للابنية التعليمية - إدارة التصميم المعماري



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



شكل (١١) يوضح فصل العينة في المسقط الأفقي للدور الأرضي في ملحق ه - الباحثة

منهجية دراسة المدرسة على برنامج (.Design Builder). كالتالي :

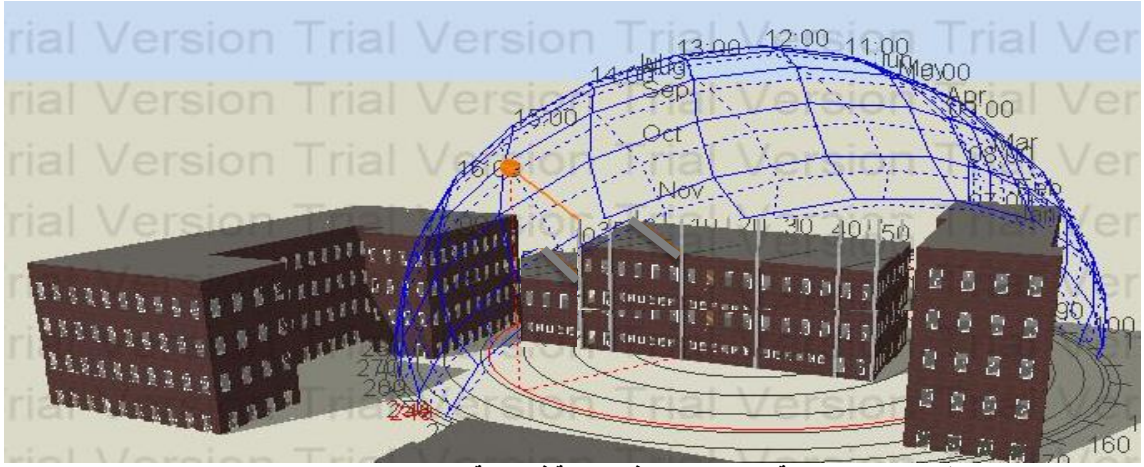
خطوات تطبيق المنهجية : في هذا البرر -س البحث يتم :

أ - مرحلة إدخال البيانات لمباني 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 الأفقية للمدرسة على برنامج Design builder ، ثم رسم الحوائط وإدخال باقي تفاصيل المبنى و مواصفات الحوائط و الأرضيات و السقف، و بعد ذلك يتم إختيار جدول زمني لتوقيتات اشغال الفصول و وضع الأجازات الرسمية و ادخال (نسب الأشغال). و تم عمل محاكاة الأداء الحراري (Energy break down) بالمباني المختارة بالمدرسة و حساب استهلاك الطاقة، بإستخدام البرنامج ثم التركيز على حسابات طاقة الاضاءة الصناعية في فصول العينة. و جاءت كالتالي :

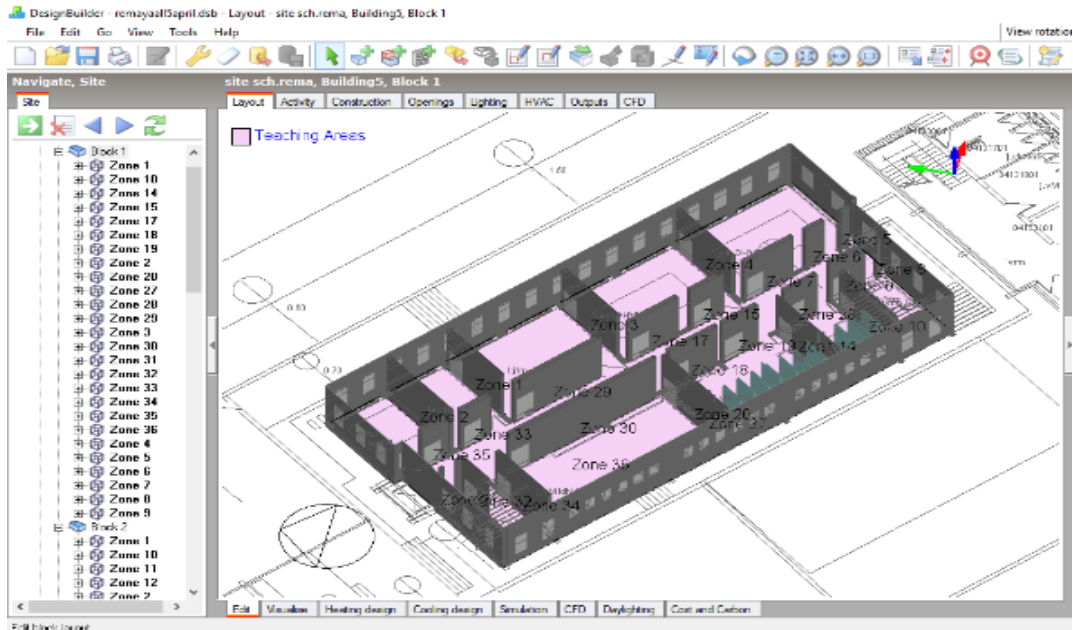
أولاً : محاكاة الأداء الحراري (Energy break down) بالمباني المختارة بالمدرسة :

و يوضح شكل (١٢) ما يلي :

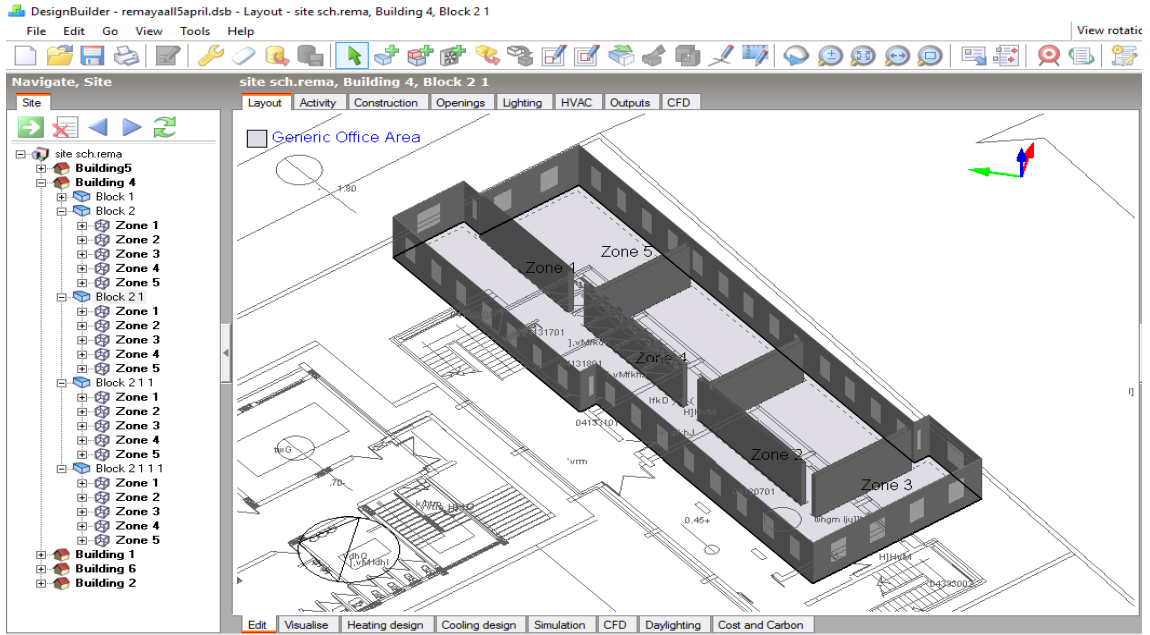


شكل (١٢) يوضح منظور خارجي للمدرسة عند انشاء النماذج القائمة في شاشة ال visualization على برنامج ال Design Builder – المصدر : الباحثة

و شكل (١٣) يوضح رسم فراغات الدور الارضي لملاحق ه للمدرسة وإدخال البيانات له على برنامج ال Design Builder .



شكل (١٣) يوضح رسم فراغات الدور الارضي لملاحق ه للمدرسة و تقسيم الفراغات و إدخال البيانات له على برنامج ال Design Builder – المصدر : الباحثة



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

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



شكل (١٥) يوضح توزيع الاضاءة بالسقف الداخلي فصل العينة في ملحق ٥ – 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 ه

و الفناء- المصدر : الباحثة

ب- إدخال مواد البناء في مباني المدرسة على برنامج الـ **Design builder** كالتالي : شكل (١٨) و ١٩ توضحان ادخال مواد البناء بطبقاتها في مبنى المدرسة على برنامج الـ **Design builder** .

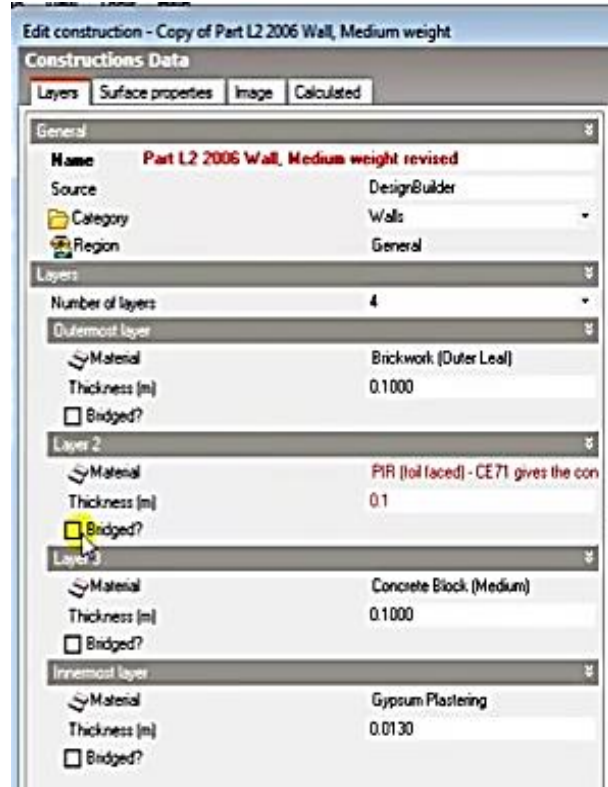


ب- طبقات الحائط الخارجي بغلاف المبنى



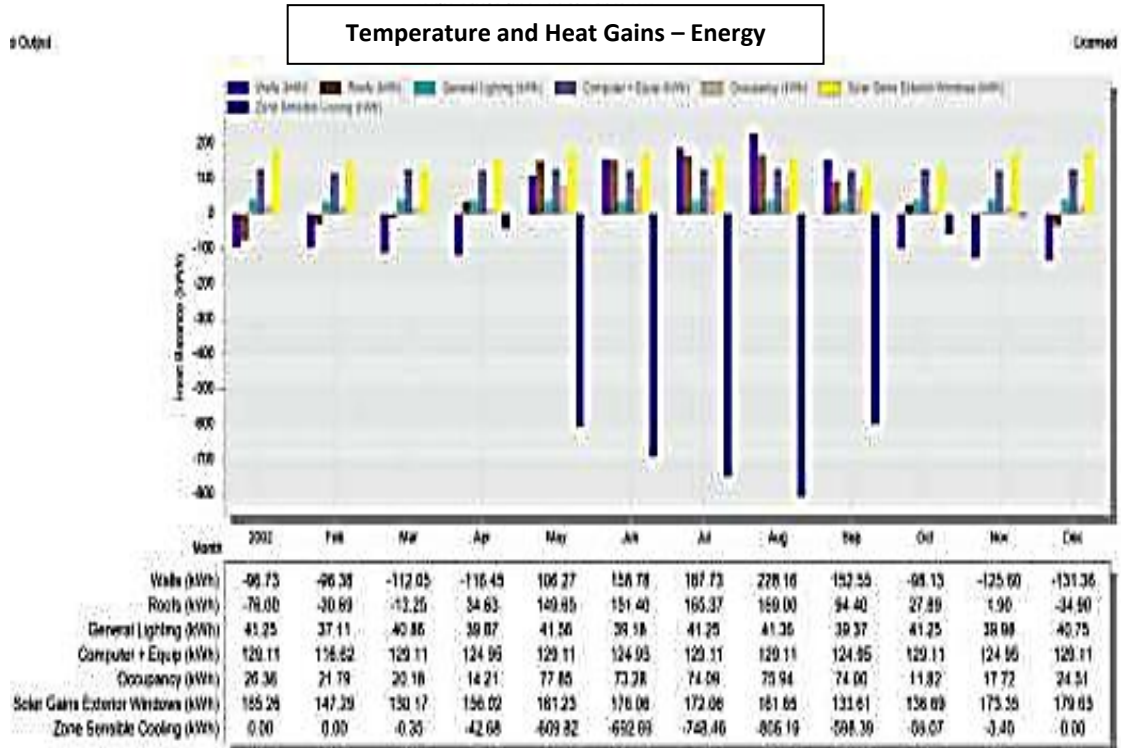
أ- طبقات السطح بغلاف المبنى

شكل (١٨) يوضح صورة مواد البناء بطبقاتها بمباني 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

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



شكل (٢٠) يوضح تغيير كميات الاحمال الحرارية الـ U-Value الداخلية بالشهور في مبانى المدرسة من حيث الاجهزة الكهربائية و الإضاءة و إشغال المستخدمين و الأحمال الناتجة عن الغلاف الخارجي من حوائط و فتحات زجاجية برنامج الـ Design builder – المرجع : الباحثة

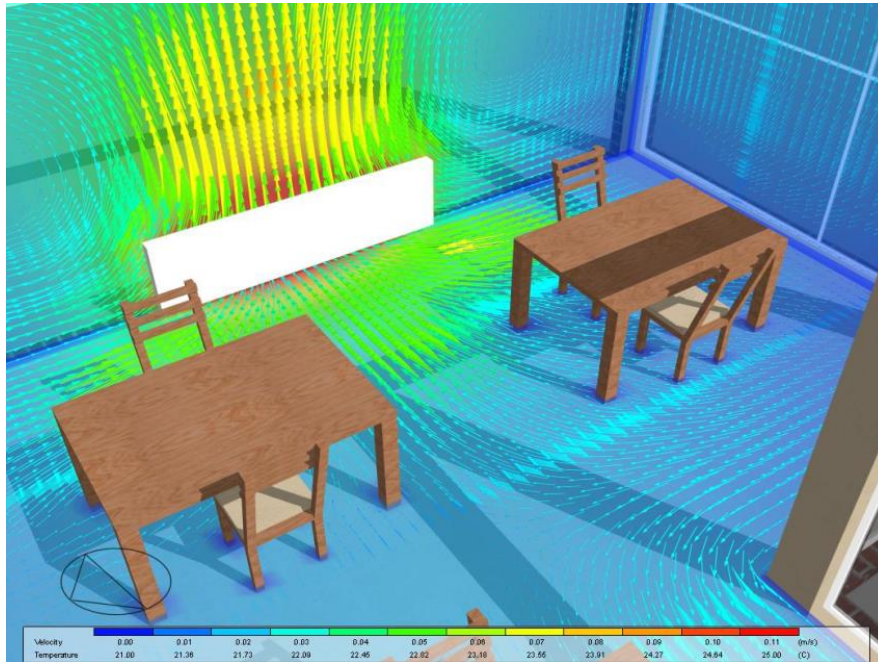
و يوضح الشكل السابق اختيار طبقات مواد البناء وادخال متغيراتها لتتناسب مع متطلبات التصميم المستدام. وشكل (٢١) يوضح تغيير الـ U-Value لمواد البناء في مبنى المدرسة على برنامج الـ Design builder.

Edit construction - Copy of Part L2 2006 Wall, Medium weight	
Constructions Data	
Layers	Surface properties
Inner surface	
Convective heat transfer coefficient (W/m ² K)	2.152
Radiative heat transfer coefficient (W/m ² K)	5.540
Surface resistance (m ² K/W)	0.130
Outer surface	
Convective heat transfer coefficient (W/m ² K)	19.870
Radiative heat transfer coefficient (W/m ² K)	5.130
Surface resistance (m ² K/W)	0.040
No Bridging	
U-Value surface to surface (W/m ² K)	0.178
R-Value (m ² K/W)	5.781
U-Value (W/m²K)	0.173
With Bridging (BS EN ISO 6946)	
Km - Internal heat capacity (kJ/m ² K)	134.8000
Upper resistance limit (m ² K/W)	5.723
Lower resistance limit (m ² K/W)	3.297
U-Value surface to surface (W/m ² K)	0.231
R-Value (m ² K/W)	4.510
U-Value (W/m²K)	0.222

شكل (٢١) يوضح تغيير الـ U-Value لمواد البناء في مبنى المدرسة على برنامج الـ Design builder-

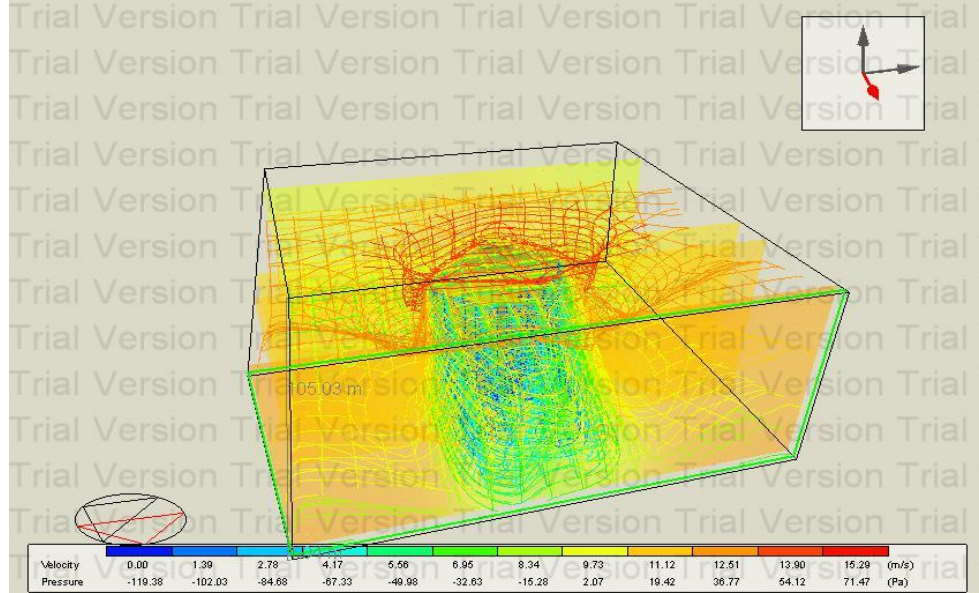
المرجع : الباحثة

ومن الشكل السابق : يتم ادخال مادة البناء المقترحة : طوب اسمنتي مصمت (محلي) ، نغيرها الى القيمة المحسوبة سابقا بالاسترشاد بـ كود الطاقة الالماني الغير سكنية ، و هي : $U_0 = 0.617$. 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 ألوان مختلفة تعبر عن تحليلات الطاقة لدرجات الحرارة بفصل العينة القائم بملحق ٤ حيث الأحمر يعبر عن درجة حرارة (٢٦) و البرتقالي (٢٤) وصولاً إلى الأصفر (٢٣.٥٥) إلى أن يصل للأزرق الغامق (٢١) في وقت الزيارة الميدانية. و شكل (٢٣) يوضح تحليلات الطاقة المرتبطة بدرجة الحرارة و التهوية CFD بفصل العينة بملحق ٤ بالمدرسة من خلال برنامج الـ Design builder .



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

ثانياً: حساب استهلاكات الطاقة (خاصة شدة الإضاءة) بفصل دراسي :

تقييم وتحليل التغيرات في استهلاكات الطاقة (خاصة شدة الإضاءة) بفصول الملاحق المختارة :

أ - المتغير التصميمي الذي يتم إختباره :

تأثير إختلاف التوجيه على إضاءة فصلين بالدور الأرضي للمباني القائمة ٤ و ٥ . شكل (٢٤) يوضح المتغير التصميمي المختار.

المتغير التصميمي الذي يتم إختباره



**تأثير إختلاف التوجيه على
استهلاك طاقة الإضاءة الصناعية بالفصول**

شكل (٢٤) يوضح المتغير التصميمي المختبر -

المصدر : الباحثة

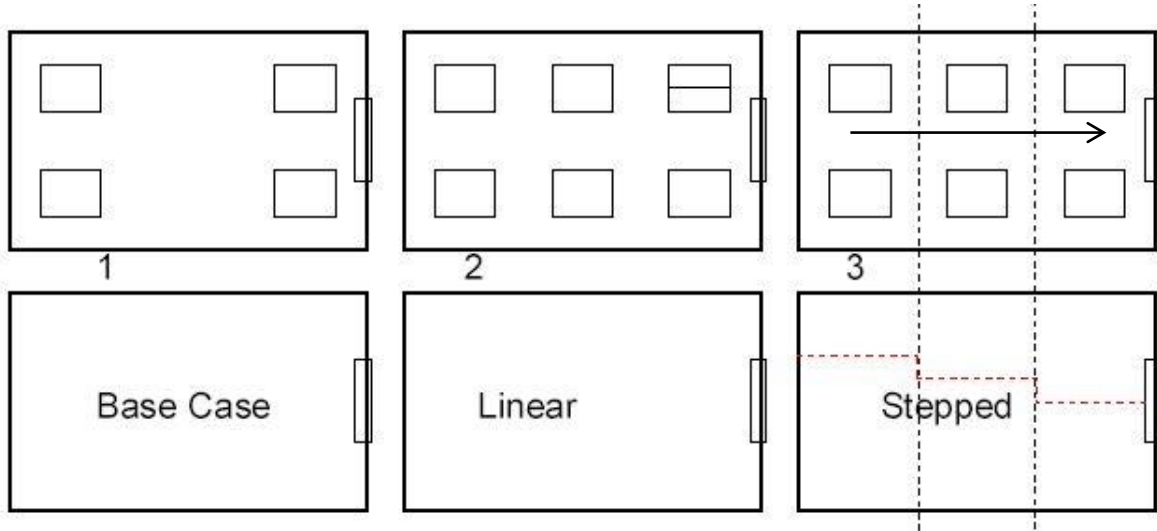
ب- خطوات تطبيق أسلوب البحث في هذا الجزء :

- توضح نمذجة أنماط استهلاك الكهرباء في المباني الحكومية أن الإضاءة تمثل النسبة الأكبر من استهلاك الكهرباء ، حيث تصل أحياناً 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.

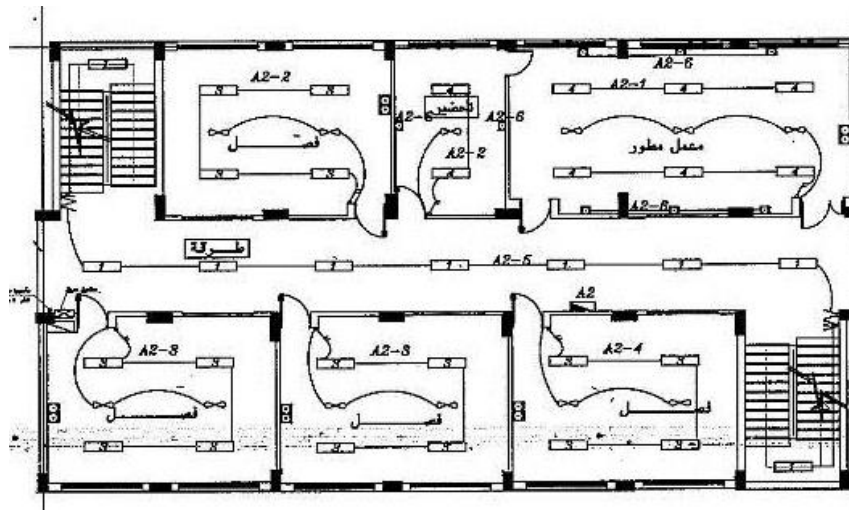
- عمل تكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية في الواجهات الـ (شمالية و جنوبية) ببرنامج الـ Design builder .
- وضع أنظمة تظليل عرض ٥٠ سم بزاوية (٣٠ درجة أو ٦٠ درجة) مع أنظمة التكامل لحماية الفراغ من الإشعاع الشمسي الخارجي وأيضاً للحد من إستهلاك الطاقة .
- عمل بعض تحليلات الطاقة لفصلين في مبنيين ٤ و ٥ القائمين بالمدرسة.

ب-١ – توزيع اللبمات: يقترح اختيار توزيع اللبمات الموجودة على خطوط كهربائية (Stepped) ، و في هذه الحالة يتم التحكم في وحدات اللبمات 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 اللبمات 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:

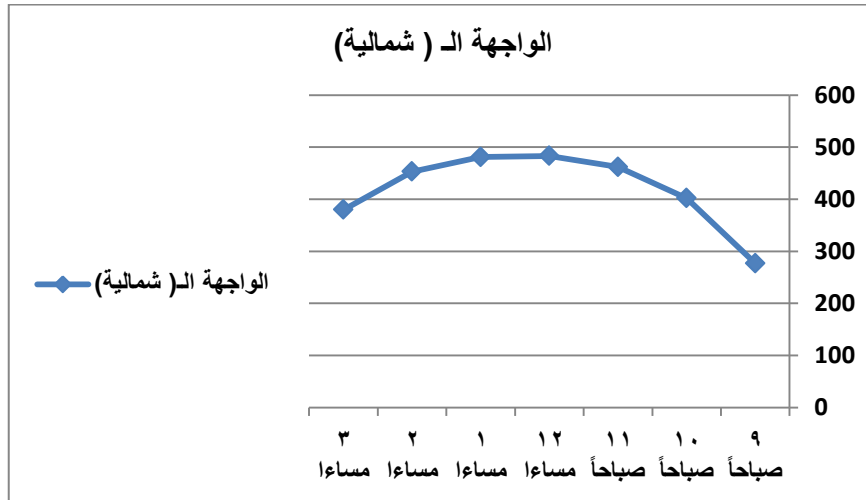
دراسة تحليلية لمتوسط تأثير إختلاف التوجيه، و عمل دراسة الإضاءة داخل الفصول فى يوم ٢٠٢٢/٤/٢ ، كما فى الجدول رقم (٢) يوضح قراءات الإضاءة داخل الفصل خلال ساعات الدراسة فى التوجيهين المختلفين فى اليوم المحدد بفصل الصيف .

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)
٩-٨ صباحاً	٢٧٧	٥٠١
١٠ صباحاً	٤٠٢	٦٦٥
١١ صباحاً	٤٦٢	٧٩٠
١٢ مساءً	٤٨٣	٨٠٥
١ مساءً	٤٨١	٨٠٥
٢ مساءً	٤٥٣	٧٨٤
٣ مساءً	٣٨٠	٧٣٣

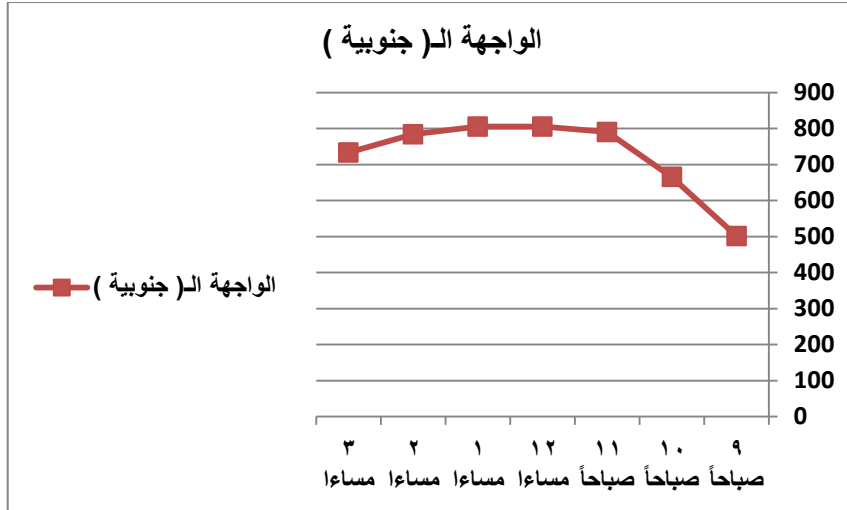
المصدر : الباحثة من برنامج Design Builder

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

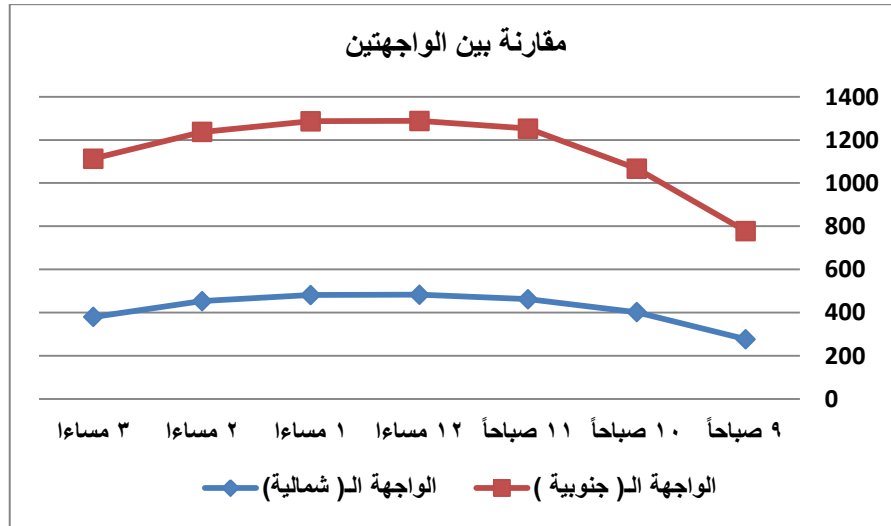


شكل (٢٧) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الشمالي فى يوم الدراسة بالفصل - المصدر : الباحثة

و الشكل (٢٨) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل فى التوجيه الجنوبي بفصل العينة بملحق ٤ فى فصل الصيف.



شكل (٢٨) يوضح متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل في التوجيه الجنوبي في يوم الدراسة بالفصل- المصدر : الباحثة و الشكل (٢٩) يوضح مقارنة متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل في التوجيه الشمالي و الجنوبي بفصل العينة بملحق ٤-٥ في فصل الصيف.



شكل (٢٩) يوضح مقارنة بين متوسط الإضاءة داخل الفراغ خلال ساعات العمل في 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 الأدنى لنسبة اظلال الفتحات ٦٥ ٪ لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

ب - ٣ مرحلة تقييم الإضاءة في موقع المدرسة : لوحظ التالي :

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

ب - ٤ تقييم متغيرات الإضاءة الطبيعية :

تقييم /إختلاف التوجيه : بعد دراسة متوسط الإضاءة في الواجهتين في يوم صيف، تم الخروج ببعض النتائج :

في يوم الأحد ٤/٣ / ٢٠٢٢ في فصل الصيف وجدنا أن الواجهات المختلفة لفصلين بمبنيين ذو توجيهين (شمالي - جنوبي) يحصلون على متوسط إضاءة أكثر من ٤٠٠ لكس، و هذا يكفي لعدم تشغيل إضاءة صناعية، و لكن الإضاءة

الطبيعية تحتاج لتخفيف لأن الأرقام الموجودة في المقارنات بجدول القراءات تحتاج لعمل بعض المعالجات البيئية للخفض من الوهج و الزغله (Mahmoud 2008).

ج- مرحلة حساب إستهلاكات الطاقة فى الواجهات المختلفة:

ج-١ الواجهة الشمالية :

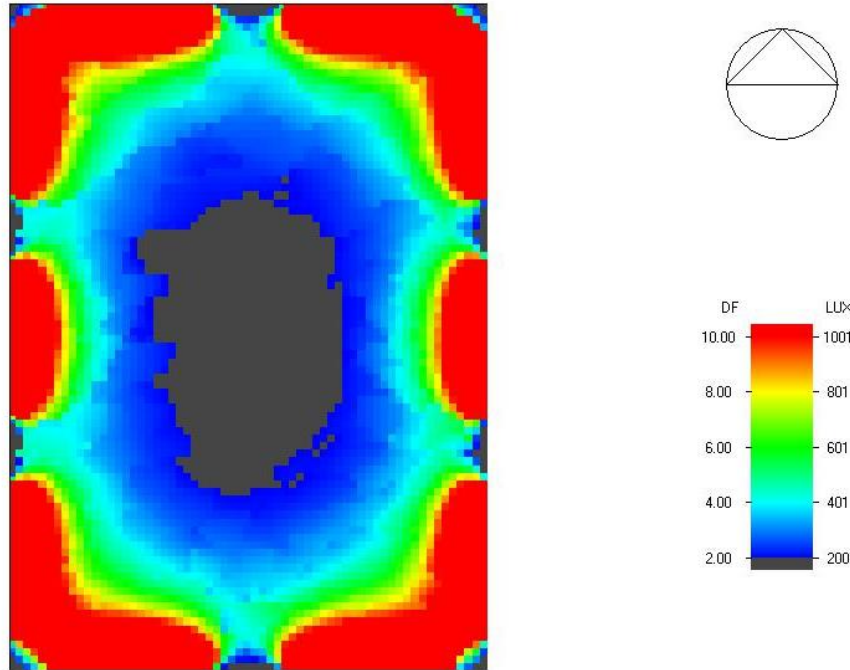
- فى مرحلة حساب إستهلاكات الطاقة سنقوم بإختبار الوضع الراهن لإستهلاك الطاقة (خاصة بالإضاءة الصناعية فى الواجهة الشمالية و الواجهة الجنوبية) باستخدام برنامج Design builder.

- يتم إدخال بيانات الملاحق المختارة و تشمل : التشطيبات الداخلية ومواصفات الفتحات و عدد وحدات الإضاءة 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 فى المبنى ملحق ٥ المختار بالمدرسة :

حيث اثبتت هذه التحليلات ان المبنى 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 tcs7604xt15-20w HFP AC-ML 1.000)

بعد تحديد الحالة الرئيسية للإضاءة الصناعية (LM4224) و حساب إستهلاك الطاقة الخاص بها (٦٣٦.٢١ KWH) سيقوم البحث بعمل تكامل بنظام (Multi stepped switch control). و شكل (٣١) احد أنواع المصابيح نوع فليبيس المقترحة في البحث التي تصلح في الفصول لترشد استهلاك الكهرباء ، و جدول (٣) يوضح حالة الأساس للإضاءة الصناعية في فصل بالمبنى القائم بالمدرسة .



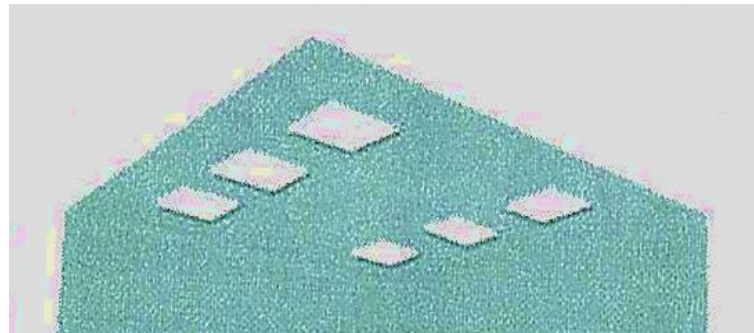
شكل (٣١) احد أنواع المصابيح نوع فليبيس المقترحة في البحث التي تصلح في الفصول لترشد استهلاك الكهرباء

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 الإضاءة	Designation التوصيف	[Luminaire]Lm الانارة]LM[Lamps التدفق الضوئي (شمعة)]W[P طاقة
1	6	Philips tcs7604xtl5- 20w HFP AC-ML 1.000	4224	6600	89.0
		Total	25.44	39600	534

نوع اللمبات التي تم إستخدامها في 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 دراسي و يوضح به دمج الإضاءة الطبيعية والصناعية شكل (٣٢) يوضح لقطة منظورية داخلية توضح الإضاءة الصناعية بالسقف في فراغ الفصل و شكل (٣٣) يوضح لقطة منظورية توضح الإضاءة الطبيعية في فراغ الفصل .



شكل (٣٢) يوضح لقطة منظورية داخلية توضح الإضاءة الصناعية بالسقف

في فراغ الفصل - المصدر : الباحثة



شكل (٣٣) يوضح لقطة منظورية توضح الإضاءة الطبيعية من النوافذ بالممر

في فراغ الفصل - المصدر: الباحثة من برنامج 5D planner

- 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 باستخدام مفاتيح الإضاءة *Multi stepped switch control*:

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

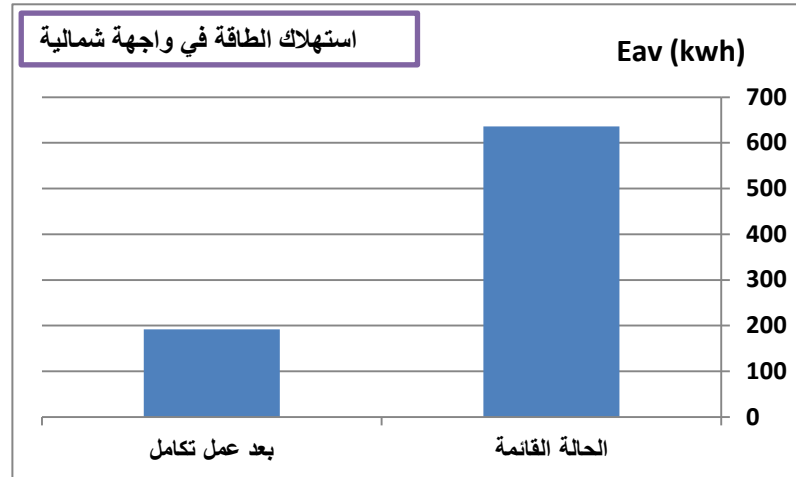
٥ - ٣ تكامل الإضاءة الطبيعية والصناعية:

في مرحلة التكامل بين الإضاءة الطبيعية و الصناعية تم استخدام نظام التحكم باستخدام مفاتيح الإضاءة Multi stepped switch control متعدد التدرجات.

○ الواجهة الشمالية :

مرحلة التكامل في الواجهة الشمالية ، حيث نستخدم نظام التحكم التبادلي باستخدام مفاتيح الإضاءة لتعمل صفوف الإضاءة بشكل تبادلي متكامل مع الإضاءة الطبيعية (أى نقوم بتقسيم وحدات الإضاءة الستة كل ٣ وحدات من وحدات الإضاءة تعمل بشكل فردي، مع الإضاءة الطبيعية النافذة للفراغ من الخارج للحد من استهلاك الطاقة.

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



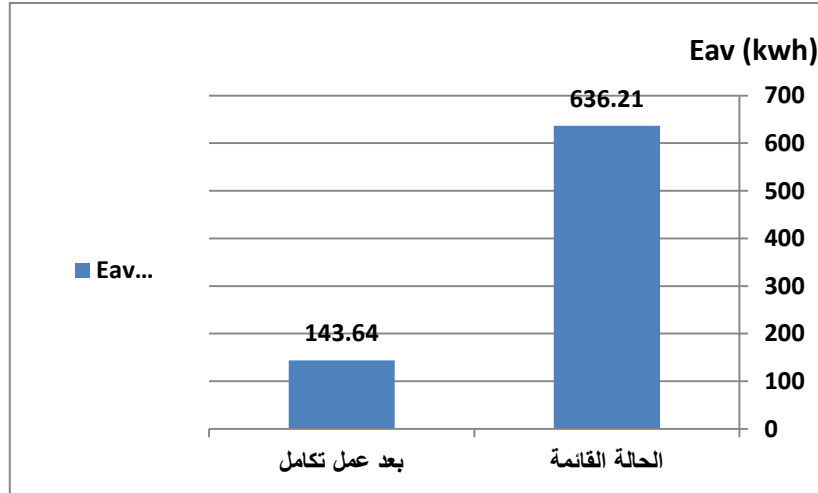
شكل (٣٤) رسم بياني للمقارنة بين نتيجة استهلاكات الطاقة الخاصة بالإضاءة الصناعية و ما بعد مرحلة التكامل بنظام متعدد المستويات-

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 بتقسيم 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 الخارجى عالى (١٣٠,٣ KWH)، كما يتضح فى الشكل التالى (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

ن - تحسين إستهلاكات الطاقة للإضاءة :

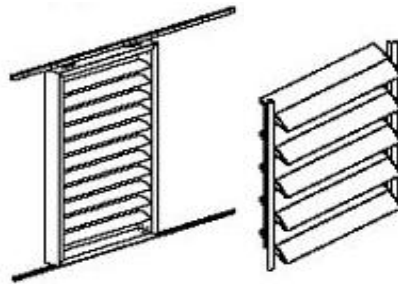
تأثير الكاسرات الشمسية: تم عمل معالجة لمعامل الإكتساب الحرارى من أنظمة تظليل (٥٠ سم عرض) فى حالتين، الحالة ١: زاوية ميل ٣٠ درجة ، الحالة ٢: زاوية ميل ٦٠ درجة.

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 .

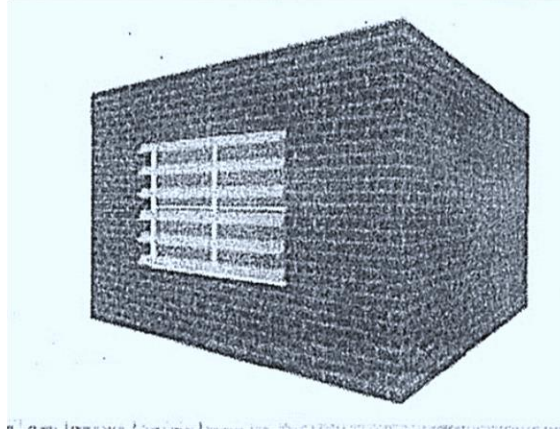
- الحالة الأولى : كاسرات شمسية ٥٠ سم بزاوية ميل (٣٠°) بالإضافة الى تطبيق نظام التكامل ،

عندما تم تطبيق هذه الحالة على فصل العينة : قل إستهلاك الطاقة من (٦٣٦,٢١ KWH) إلى (١٥٨ KWH)، و قلت نتيجة معامل الإكتساب الحرارى الخارجى من (١٣٠,٣ KWH) الى (١٠١ KWH)، و فى الاشكل التالية (٣٦ - ٣٧) يوضح رسم توضيحي لأنظمة كاسرات شمسية فى نوافذ فصل العينة .



شكل (٣٦) يوضح رسم توضيحي لأنظمة كاسرات شمسية- المصدر :

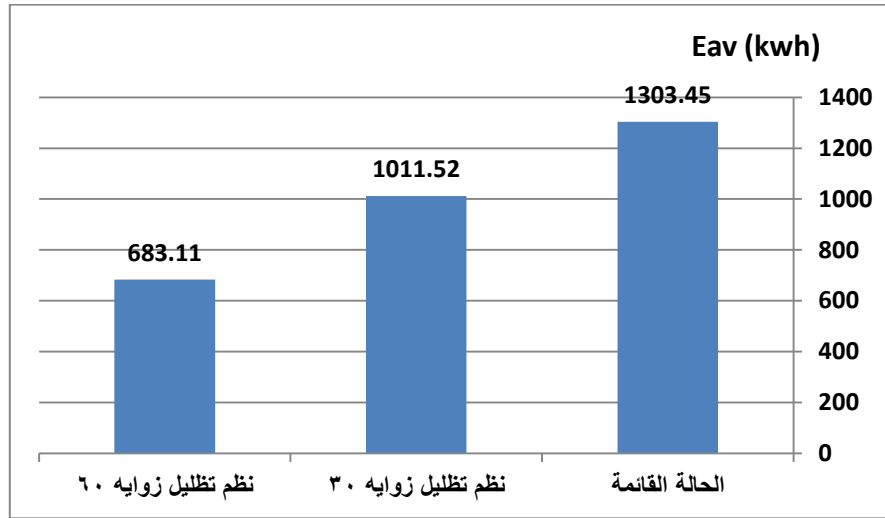
www.egyptarch.net/research/solarscreen/solarmain.htm



شكل (٣٧) يوضح رسم منظوري 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) بزواوية ميل (٦٠) + تطبيق نظام التكامل.

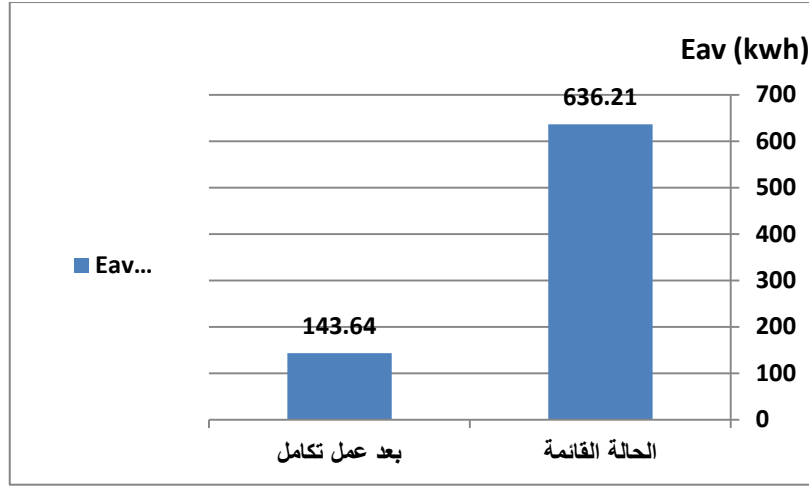
التي تم تطبيقه بالبرنامج وقلل إستهلاك الطاقة ومعامل الإكتساب الحرارى الخارجى للوصول إلى القيمة المثلى لتقليل إستهلاك الطاقة. وشكل (٣٨) يوضح مقارنة بين معامل الإكتساب الحرارى بين الحالة القائمة و المقترحات التصميمية في الحالة الاولى و الثانية.



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 زواوية الـ ٦٠ درجة + نظام التكامل) للوصول إلى القيمة المثلى لتقليل إستهلاك الطاقة و لتقليل ناتج معامل الاكتساب الحرارى فى الخارج. و الشكل السابق يوضح مقارنة بين معامل الإكتساب الحرارى بين الحالة القائمة و المقترحات التصميمية . و شكل (٣٩) مقارنة لنسبة الوفرة و إستهلاكات الطاقة بين الحالة القائمة و نظم التكامل و نظم التظليل.



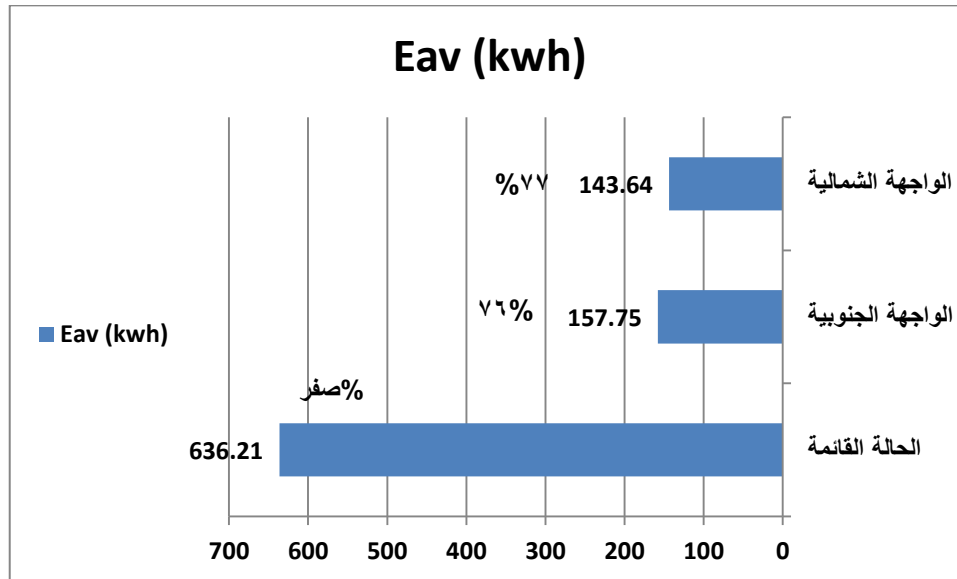
شكل (٣٩) مقارنة لنسبة الوفرة و إستهلاكات الطاقة بين الحالة القائمة ونظم التكامل ونظم التظليل-

المصدر: الباحثة من Design builder

النتيجة في الواجهة الجنوبية :

تم إختيار الحالة الثانية (تطبيق نظام التكامل مع نظام تظليل بعرض ٥٠ سم بزاوية ٦٠) لتوفيرها للطاقة بنسبة ٧٥% . الحالة الثانية وفرت في معامل الإكتساب الحرارى من (١٣٠٣.٤٥ KWH) إلى (683.11) بنسبة وفر ٤٨% . مقارنة لنسبة الوفرة و إستهلاكات الطاقة بين الحالة القائمة و نظم التكامل 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 المثلئ 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 و التحليلات :

من خلال دراسة التصميم القائم للمباني 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 للاثي :

اولا : وضع مقترح لرفع كفاءة الطاقة بالفصول بالمباني التعليمية بمدرسة العينة، لى يسهل على المصمم و المطور تطبيقها لتحسين كفاءة الطاقة بالمبنى ، و هى كالتالي :

١- **خفض محتوى الطاقة في المدرسة:** و ذلك باستخدام 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 محفزة للراحة الحرارية و البصرية للمستخدمين , مع تقليل الاحتياج لأجهزة التبريد التي تستنفذ طاقة كهربائية 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 بدرجات الحرارة المرتفعة صيفاً- إنخفاض الرطوبة النسبية - إشعاع شمسي مباشر و قوي.

و تظهر هذه المعالجات بالمستويات المختلفة للمبنى كالتالي:

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 , وأيضاً إذا تقاربت المباني و تدرجت في الارتفاع، فإن الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي ستقل بحيث يظل 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 اختيار 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 لقلتها 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 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 الهوائي 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)	<ul style="list-style-type: none"> • عدم التأثير على التشكيل المعماري للمبنى • تحقيق متطلبات الكود
٢	تظليل الواجهة جزئياً بكاسرات شمس (أفقية)	<ul style="list-style-type: none"> • تأثير مسموح به على التشكيل المعماري للمبنى. • تحقيق متطلبات الكود
٣	تظليل الواجهة جزئياً بكاسرات شمس (رأسية)	<ul style="list-style-type: none"> • تأثير مسموح به على التشكيل المعماري للمبنى. • تحقيق متطلبات الكود
٤	إضافة عزل (بولي إيثيلين خارجي EPS)	<ul style="list-style-type: none"> • عدم التأثير على التشكيل المعماري للمبنى • بشرط الالتزام بنفس اللون للتصميم الاساسي • تحقيق متطلبات الكود
٥	إضافة تجاليد (الومنيوم/الكوبوند) خارجي	<ul style="list-style-type: none"> • عدم التأثير على التشكيل المعماري للمبنى • بشرط الالتزام بنفس اللون للتصميم الاساسي • تحقيق متطلبات الكود

ثانياً : بالنسبة للإضاءة :

١. مستوى الإضاءة الطبيعية بفراغ يستخدم في أغراض الدراسة الحد الأدنى له ، يبلغ حوالي ١٠٠ لكس و شدة الإضاءة الإصطناعية في الفراغات الدراسية ما بين ٣٠٠ – ٥٠٠ لكس .
٢. التوجيه الشمالي او الشمالي الشرقي، يعطى أفضل توزيع للإضاءة الداخلية في الفصل الدراسي ويعتبر هذا أفضل توجيه للفراغات الدراسية ، و الذي يتسم بانخفاض وثبات مستوى شدة الإضاءة على مدار اليوم، مما يؤدي إلى عدم وجود تباين و كذا عدم حدوث ظاهرة الإبهار داخل لفراغ .
٣. تتسم الفراغات ذات التوجيه الجنوبي بأنها ذات مستوى إضاءة اعلى من الحد المطلوب، ولكنه متغير بشكل سريع على مدار اليوم مما يؤدي 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 الأفقية.
٤. يفضل أن تكون التشطيبات ذات ألوان فاتحة و ذات معامل إنعكاس ضوئي عالي و كفاءة الإضاءة الطبيعية تتغير بتغير ألوان كل من (الأسقف – الحوائط الجانبية – الحائط المقابل للفتحات الرئيسية – الأرضيات).
٥. أن لا يقل معامل نفاذية الزجاج عن (٠.٤٥) و نسب الفتحات في حدود ٣٠% حسب متطلبات الكود المصري للمباني غير السكنية .
٦. أهمية زيادة كفاءة الإضاءة الطبيعية في مباني المدرسة، للتقليل من استخدام الإضاءة الصناعية لأنها تمثل ٣٠ – ٥٠% من إستهلاكات الطاقة في مبنى المدرسة .
٧. تصميم النوافذ و أساليب التظليل الخارجي و التهوية الطبيعية مثل (الأرفف الخارجية التي تثبت أعلى النوافذ او كاسرات الشمس وخلافه) باستخدام برامج المحاكاه .
٨. استخدام اللمبات (LED) فهي أفضل من نوع اللمبات الفلورسنت التقليدية (T12) المستخدمة في كثير من المباني القائمة بالمدارس الحكومية .
٩. دمج إستراتيجيات الإضاءة الطبيعية والإصطناعية وإستراتيجيات التحكم أو تقليل البهر الضوئي في المباني التعليمية، لتحقيق الراحة البصرية.
١٠. استخدام أنظمة الإضاءة البيئية الذكية في المباني التعليمية، مثل الرف الضوئي – 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.
١١. استخدام أنظمة التكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية، مثل نظم التحكم التبادلي (Switch control)، للحد من إستهلاك الطاقة.

ثالثاً : بشكل عام توصل البحث الى ان :

- ١٢ . 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.
- ١٣ . يمثل الغلاف الخارجي النصيب الأكبر من منظومة تحقيق الراحة الحرارية بالنسبة للمبنى ككل .
- ١٤ . ان تحقيق الاستدامة لا يقتصر على المباني الجديدة فحسب بل يمتد ليشمل المباني القائمة.

التوصيات :

- ضرورة اعتماد مبادئ 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 مراحلها 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 للمدارس بمصر , ولتوفير الراحة الحرارية والبصرية للقائمين بها.
- مراعاة الاعتبارات التصميمية المؤثرة على كفاءة السلوك الحراري لعناصر الغلاف الخارجي سواء العناصر المصمتة أو الفتحات وهي : التوجيه - 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 مستقبلاً للعمل بها على نطاق واسع في جمهورية مصر العربية على مستوى الهيئات وأماكن اتخاذ القرار مروراً بأشراك 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/aej.2021.187987>.
- Ali, Abdul Muntalib Mohammed, Tariq Jalal Habib, and Khaled Youssef Mohammed. 2009. تأثير تغير توجيه الفراغ علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخله دراسة حالة : 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 السلبي على نموذج سكني في مصر” *Journal of Al-Azhar University Engineering Sector* 16 (59): 362–74.
- Hoorne, 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](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 Efficiency Use in Buildings" Application the Model of Double Skin Corridor Façade on 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 Panzhuhua." *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 إستهلاك الطاقة." (فى المباني 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" *Urban Research* 32 (April): 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.
- عبد المطلب، محمد علي أحمد. ٢٠٠٨. "المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية" مبنى كلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط - مصر كمثل تطبيقي. "مجلة العلوم والتكنولوجيا" ١٣ (١): ٣–١٧.

Sustainability in educational spaces from the perspective of lighting

(case study, a public school in Cairo)

Huda M Al Baz - hudaalbaz44@gmail.com- halbaz@horus.edu.eg

(Lecturer of Architecture Engineering in faculty of Engineering -Horus University- new Damietta- Egypt)

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.

SUMMARY

When talking about sustainable development, its requirements and strategies in the public education sector in Egypt; The role and importance of the computer in environmentally simulating buildings becomes necessary, not only to provide information, but to harmonize it and deal with it well to ensure the achievement of sustainability standards and rationalization of energy consumption (Rashdi and Embi 2016). The architect is responsible for designing facilities capable of meeting the needs of their users by providing thermal and visual comfort to accomplish their various activities related to the nature of the building's use well, so he must take into account an essential aspect of the building's operation, which is the rationalization of energy consumption. Share The operating hours of educational branches depend on the day period, Which requires providing some amount of lighting in line with the activity in those spaces. Natural lighting has the ability to achieve vision and visual and physiological comfort for the users of the space, which in turn is reflected in the productive capacity of the space user, and this represents the psychological and functional aspect of using natural lighting, and some studies have been conducted in European countries on the priority of directing educational spaces and that Either in a practical way or by computer simulation, and many of these previous studies have shown the preference of the northern orientation for the stability of the level of illumination intensity throughout the day, and these experiments were taken and their results applied to most educational buildings in Egypt without verifying their suitability to the local climatic conditions in general and on public schools in Egypt in particular (Ali, Habib, and Mohammed 2009; Hamdy et al. 2021). And the efficiency of the outer envelope can be determined in terms of its ability to rationalize energy consumption by evaluating its architectural elements (ceilings - walls - openings - floors) according to stages that begin with determining the climatic factors of the area on which the building is built (Hamdy et al. 2021) and examining these factors Through the Environmental Simulation Design Builder program, in which the electrical energy consumption required to operate the industrial lighting in the classrooms is calculated and the building's thermal transmittance and total thermal transmittance are calculated within the same program, to achieve sustainability requirements. The program is also used to study the building's quality, orientation, nature of use and period Its operational characteristics, and then the economics of

improving energy efficiency can be determined through the building's outer shell (Unler 2008). That is, the focus on improving energy efficiency in buildings by adopting methods to rationalize energy consumption is a decisive factor and an effective policy in reducing negative environmental impacts (Abdul Muttalib 2008). Research problem: 1. Environmental architecture was not taken into account in the design process of public schools in Cairo governorate in the 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 and local standards For educational buildings in government schools (Kamoona 2018). 2. Not activating the use of the existing government school environment simulation programs to address environmental issues related to energy conservation. (2018. Qin et al.) 3. Existing public school buildings do not comply with sustainability standards, which leads to a deficient educational process (Unler 2008).

The aim of the research: • Detecting the effect of different orientations on energy consumption in classrooms in public schools in Cairo, with the aim of arriving at typical treatments for these schools. • Develop a proposal to raise the energy efficiency of classrooms in educational buildings in the sample school, through the integration of natural and artificial lighting to reach the optimum intensity recommended in global and local energy codes. The main question of the research: It depends on the comparative causal descriptive approach, by comparing two classes in two buildings of different orientation in the sample school, one in the north direction and the other in the south direction, and the comparison between two types of interface treatments on the same interfaces, and this approach in which the independent variables (causes) are apparent. It is known from the lack of consideration of the school's sustainability standards, and the researcher began to observe the dependent variables (results) from the impact of inappropriate guidance on increasing energy consumption in classes, and then by studying the independent variables to try to know their potential relationship and their effects on the dependent variables, using the contemporary applied technical method that It depends on the application of a computer program for environmental simulation Design Builder for the school's educational buildings in most of the research stages. Research limits: Research tools: The data for this research was obtained using a set of tools as follows:

The research was conducted in a specific context, which is a school that includes all educational stages called the Martyr Raed Sherif El-Sibai Official Experimental (formerly Freedom) in Nasr City, Cairo Governorate, Republic of The Arabian Egypt . Share 21:38 Phoenix Files Survey study through the field visit to the school, and interviewing some experts, specialists and those in charge of development work, and using the interface simulation program (8.3 Design Builder version 4.5.0.148 (Energy Plus) and measuring it) (Beatley 2015). Ehab Muhammad Oqba and others 2021) Theoretical study • Raising the efficiency of energy consumption in educational buildings: It means the efficiency of energy consumption as: the ability to provide the best results with the least possible waste of energy, human effort, resources and money without compromising the job, and it is possible to achieve efficiency Energy through: Rationalizing energy consumption: Rationalization means that it is “good use of what is available from it by investing it with sufficient palliative means to obtain the maximum economic return.” It also elevates “identifying the sites of wasted use of it and taking the necessary action steps to reduce this waste to a minimum or prevent it.” Exactly” (Soliman, Al-Eisawy, and Ahmed 2021), and the process of rationalization and

Conserving energy on the site by making a good study of the site’s capabilities through design to meet the building’s needs of lighting, ventilation, heating, cooling and electricity generation, (Smales and Warhurst 2015), such as using solar energy to provide natural lighting as much as possible for the largest number of hours, which Contributes to saving energy consumed by industrial lighting, as well as using it for heating and providing hot water through solar heaters. The applied study The school buildings are recurring models for the majority of public schools in Greater Cairo, which is located in the semi-mediterranean and semi-desert region (Delta) as one of the climatic regions in Egypt. The applied study deals with the analysis of the study sample, which are the buildings facing north and south on the ground floor. The two classes were tested in the sample school with the DESIGN BUILDER program to find out the results of the cooling loads required in the current situation for the design of the outer casing, then carrying out treatments for the casing and determining the percentages of reduction in the cooling loads and artificial lighting in the two chosen directions, and extracting the best treatments for each element and testing them together to reach the alternative the most energy efficient (2018. Qin et al). The

reason for choosing the case: The following: Results and analyzes: A summary of another translation... Untitled 11 -9.pdf 3 . E that the school includes all educational levels from kindergarten to secondary, and is located in Cairo Governorate, one of the most densely populated governorates in the number of students, and thus reflects the state of many government schools. The school is located next to the Al-Ahly Club in Nasr City, that upscale neighborhood, which gives it priority in sustainable development. The selected school has several educational spans with a number (seven) standing in different directions, which provides various hypotheses for development and study of the effect of different orientation on the consumption of artificial lighting, and Figure (7) shows the location of the sample school in Cairo Governorate, by studying the existing design of the buildings in the school, we conclude what Following: . Models of school annexes are repeated for the majority of government educational buildings in Egypt without any considerations for the design of the external envelope, which will give an opportunity to generalize the study. 21:39 Share Phoenix Files That 39% of the outer shell of the facade under study is window openings. Weakness of the thermal resistance of the glass used in windows due to the use of single reflective glass. The operation of the educational building in the morning school from 8 am to 3 pm The required solid wall resistance is 2.5 and the resistance in the current situation is 1.24 The solar heat gain coefficient of the required glass is 0.3 and the current is 71 ... The required glass resistance is 0.2 and The current 15 ... There is no shading for the openings in the basic design, and the research reached the following: First: a proposal was developed to raise the energy efficiency of classrooms in educational buildings in Al-Aymah School, in order to make it easier for the designer and developer to apply it to improve energy efficiency in the building, and they are as follows:

It is also possible to suggest some environmental treatments for educational buildings in the school, as shown in the following table: The proposed environmental treatment advantages and disadvantages. Replacing the single glass with a double reflective one. 2 | Shading the facade partially with horizontal sun breakers Shading the facade partially with vertical sun breakers Adding external EPS polyethylene insulation Adding external aluminum cobond cladding. Not affecting the architectural configuration of the building Achieving the requirements of Code E is a permissible effect on the architectural configuration of the building. E Fulfilling the requirements

of the Phoenix Files code. E. A permissible effect on the architectural configuration of the building. E. Fulfilling the requirements of the code E. Not affecting the architectural configuration of the building, provided that it adheres to the same color for the basic design. E. Fulfilling the requirements of the code E. Not affecting the architectural configuration of the building, provided that the same color of the basic design is adhered to. Achieving the requirements of the code The level of natural lighting in a space used for the purposes of the study is its minimum, which is about 100 lux, and the intensity of artificial lighting in study spaces is between 300 - 500 lux. . The northern or northeastern orientation, gives the best distribution of internal lighting in the classroom, and this is considered the best direction for study spaces, which is characterized by a low and constant level of illumination intensity throughout the day, which leads to the absence of contrast and the absence of dazzling phenomenon within a space. 3. The spaces with south orientation are characterized by having a level of illumination higher than the required limit, but it changes rapidly throughout the day, which leads to the presence of dazzling areas in different parts of the space, in addition to what is caused by direct sunlight penetration of the phenomenon of direct dazzle for the user of the vacuum Which can be controlled by Alkasrat horizontal. 4. It is preferable that the finishes be of light colors, with a high light reflection coefficient and the efficiency of natural lighting, and they change by changing the colors of each of (ceilings - side walls - the wall opposite the main openings - floors). e . The glass permeability coefficient shall not be less than (0.45) and the percentage of openings within 30% according to the requirements of the Egyptian code for non-residential buildings. The importance of increasing the efficiency of natural lighting in the school buildings, to reduce the use of artificial lighting because it represents 30-50 percent of energy consumption in the school building. . Designing windows and methods of external shading and natural ventilation (such as external shelves that are installed on top of windows or sun breakers, etc.) using simulation programs. . Using LED bulbs, as they are better than the traditional fluorescent bulbs (712) used in many existing buildings in government schools. . Integrating natural and artificial lighting strategies and strategies to control or reduce glare in educational buildings, to achieve visual comfort.

10. Using smart environmental lighting systems in educational buildings, such as light racks - light pipes - anidolic mirrors system - HOE material system, multi-level

systems as integration systems, to obtain the largest amount of indirect natural lighting only without 11. The use of integration systems between natural and artificial lighting, such as switch control systems to reduce energy consumption Third: In general, the research found that: 12. Achieving sustainability in buildings does not require affecting the formation of the building's outer envelope, but it could be The building is sustainable and its exterior is subject to the architectural expression desired by the designer 13. The outer envelope represents the largest share of the system for achieving thermal comfort for the building as a whole 14. The achievement of sustainability is not limited to new buildings only, but extends to include existing buildings Recommendations: Evaluation of buildings on the one hand Energy depends on that when designing buildings, it must be taken into account that the total energy of the building is operating for the building or during the operation phase. Builder as it is considered the environmental criterion and standard through which you can test the quality of the design of the outer shell of schools in Egypt, and to provide thermal and visual comfort for its residents. . Taking into account the design considerations affecting the efficiency of the thermal behavior of the elements of the outer shell, whether solid elements or openings, which are - the thermal properties of the type of material - thickness of the masters - the presence of a heat-insulating material - the color of the outer surface of the material, and the type of finishing material and the texture of the outer surface affect the solid elements, The ratio of the aperture to the wall, and the use of shading systems affect the efficiency of the openings. It is necessary to take advantage of environmental simulation programs, especially in educational buildings, and to develop them in the future to work on a large scale in the Arab Republic of Egypt at the level of bodies and places of decision-making through the participation of citizens. Dividing the educational space into light levels and reconsidering the placement of the interior furnishing elements so that it is commensurate with the function of the space and the rate of distribution of lighting within the space.