

3-27-2021

Rehabilitation of Existing Educational Buildings to Enhance Sustainability.

Mohamed Assasa

Architectural Engineering Mandala Institute Engineering, mohamadalsadat88@gmail.com

Alaa Fared

Professor, Architecture Engineering Department., Faculty of Engineering., Alazhar University, alaa_farid@yahoo.com

Algndy Algndy

Professor of Architectural Engineering Department., Faculty of Engineering., Alazhar University, algndyshaker@yahoo.com

Follow this and additional works at: <https://mej.researchcommons.org/home>

Recommended Citation

Assasa, Mohamed; Fared, Alaa; and Algndy, Algndy (2021) "Rehabilitation of Existing Educational Buildings to Enhance Sustainability.," *Mansoura Engineering Journal*: Vol. 46 : Iss. 1 , Article 11. Available at: <https://doi.org/10.21608/bfemu.2021.172841>

This Case Study is brought to you for free and open access by Mansoura Engineering Journal. It has been accepted for inclusion in Mansoura Engineering Journal by an authorized editor of Mansoura Engineering Journal. For more information, please contact mej@mans.edu.eg.



Rehabilitation of Existing Educational Buildings to Enhance Sustainability

Mohamed Elsadat Assasa*, Alaa Elsayed Fared and Algndy Shaker Algndy

KEYWORDS:

Rehabilitation,
Educational Building,
Sustainability, Energy
Rationalization

Abstract— Coinciding with the increasing danger and negative effects of the built-up urban environment towards the environment, the depletion of its natural resources and the high costs of electricity consumption, the primary challenge facing the urban sectors is the production of buildings with energy and water efficiency and an optimal use of natural resources and building materials, education institutions are generally considered the nucleus of influence Society towards sustainable intellectual transformation and raising awareness in society of the importance of applying the concept of sustainability, not only through educational curricula taught, but through application to existing buildings surrounding them, these buildings need to be rehabilitated to improve and improve their efficiency.

2. هدف البحث

يهدف البحث إلى محاولة الوصول لإستراتيجيات عملية لتطبيق مفهوم الإستدامة في المباني التعليمية القائمة بمصر إستنتاجاً من تحليل أمثلة واقعية لأبنية تعليمية ومحاولة تطبيقها على المباني التعليمية بمصر، لمعرفة الإيجابيات والسلبيات في تطبيقها، وينتهي البحث بدراسة حالة مبني تعليمي قائم من أجل تقييم وضعة الراهن في ضوء الإستدامة، ومن ثم إضافة بعض المقترحات والتقنيات التي من أجلها يصبح المبني مستدام .

3. إعتد البحث علي المناهج الآتية

- أولاً: المنهج النظري وذلك لإستعراض العمر الإفتراضي للمباني القائمة عموماً ، ومرآحل إعادة تأهيلها بهدف إستدامتها.
- ثانياً: منهج دراسة الحالة لدراسة حالة مبني تعليمي كلية الهندسة بنين جامعة الأزهر بالقاهرة، ويشمل دراسة كفاءة البيئة الحرارية وكفاءة البيئة الضوئية وكذلك حساب الطاقة المستهلكة في المبني محل الدراسة وحلول تقليلها.

• (أولاً) المنهج النظري

1- العمر الإفتراضي للمباني وأنواعه

يستخدم العمر الإفتراضي للمباني كمقياس لعمر المبني بأكمله، وهذا يرجع لكون العمر الإفتراضي عنصر يمثل الفترة الزمنية التي تتضمن دورة حياة المبني وما يحتوي عليه من مواد ومكونات، ويعتبر العمر الإفتراضي للمباني مؤشراً لقياس دورة حياة المبني ولا يعتمد على إستراتيجية ثابتة بل يعتمد على عناصر كل مبني على حدة، بحيث يرتبط بتلك العناصر التي تتألف من مواد البناء الخام، ومخططات التشييد، والصيانة للمبني بأكمله.(1)

1. المقدمة

نجد أن معظم المشاكل البيئية تظهر من خلال إختلال العلاقة بين الإنسان وبيئته التي يعيش فيها ، بالإضافة إلى الزيادة المستمرة في عدد السكان، وهي أيضا إحدى المشاكل الضخمة التي تزج شعوب الدول النامية، فالتزايد القافر للتصاعد السكاني يلتهم أي تطورات تحدث من حولنا في البيئة في مختلف المجالات، سواء مجال صناعي أو غذائي أو تجاري أو حتي التعليمي، مما ينعكس علي الضغط علي المباني التعليمية، هذا بالإضافة إلي ضعف معدلات الإنتاج وعدم تناسبها مع معدلات الإستهلاك الضخمة، حيث نجد أن تلك التغييرات المناخية التي تؤثر علي إستهلاك المزيد من الطاقة سواء باللجوء لإستخدام المخلفات للتبريد في فصل الصيف للمناطق الحارة أو التدفئة في فصل الشتاء بالمناطق الباردة، أو أزمات الطاقة المتكررة التي مرت بها الكثير من الدول مع التلوث الناتج عن حرق الوقود الأحفوري، كل هذا فتح مجالاً للبحث في كيفية ترشيد إستهلاك الطاقة وكيفية الإعتد علي الطاقات المتجددة كطاقات نظيفة لا تضر بالبيئة ، وأدي ذلك إلي ظهور الكثير من المفاهيم مثل الاستدامة والتنمية المستدامة والعمارة الخضراء التي تندرج تحتها عدة معايير ومعالجات تساهم في حل تلك المشكلات.

Received: (08 September, 2020) - Revised: (16 March, 2021) - Accepted: (31 March, 2021)

*Corresponding Author: Mohamed Elsadat Assasa Instructor at Architecture Engineering Mandala Institute Engineering, (e-mail: mohamadalsadat88@gmail.com).

Alaa Elsayed Fared, Professor at Architecture Engineering at Faculty of engineering alazhar university (e-mail: author@boulder.nist.gov).

Algndy Shaker Algndy Professor at Architecture Engineering at Faculty of engineering alazhar university (e-mail: algndyshaker@yahoo.com).

(1-1) إعادة التأهيل الطفيف: ويشمل إجراء إصلاحات في الدهانات، والإصلاحات البسيطة في واجهات المبنى والإصلاحات الأساسية الغير معقدة .

(2-1) إعادة التأهيل المتوسط: ويشمل استبدال الدهانات والأرضيات والنوافذ والأبواب بعد التأكد من عدم صلاحيتها وكذلك إصلاح وإنشاء مرافق جديدة.

(3-1) إعادة التأهيل واسع المجال: ويشمل استبدال الجدران للمباني الهيكلية وإعادة ترتيب الفراغات .

- هذا ويشمل تنفيذ إعادة التأهيل باستخدام أساليب البناء الحديثة مراعاة الجانب الاقتصادي أيضا، ويتضمن أن تكون التكلفة الكلية للمبنى عملية ومنطقية مقابل الحياة الممتدة للمبنى، وتوافر العمالة الماهرة حيث تتطلب ممارسات إعادة التأهيل أسلوب البناء غير العادي والذي يحتاج إلى عمال منفيدين ذو كفاءة وخبرة في البناء.

- ويرى البحث أنه يمكن تعريف مصطلح إعادة التأهيل على أنه مفهوم يشير إلى جميع الإجراءات التي تتخذها مؤسسة معينة لرفع كفاءة منشآتها وتحسين مستواها عن طريق التعديل والإضافة عليها وإحداث تغيير حقيقي في مستوى تلك المنشآت مع الحفاظ علي الطابع المعماري.

- مما سبق يمكن إستنتاج أن عملية إعادة تأهيل المباني عملية مركبة، وتحمل في طياتها عدة عمليات كالصيانة والترميم، ولكنها تتطلب إضافات محدودة وضرورية، ومراعاة الجانب الاقتصادي، ولا بد أن تنتهي تلك الإجراءات برفع كفاءة المبني وتحسين أدائه

3- الوضع الحالي لإستهلاك الطاقة في مصر:- (8)

أكد هاني النقراشي- رئيس مجلس أمناء مؤسسه ديزيرتتك (deser-tech)- خلال ندوة المجتمع المصري في 2050 علي أهمية وجود الإستدامة في دستور مصر، وضرورة الحفاظ علي مقومات الدولة بتطبيق مبادئ الإستدامة في الزراعة، وإنتاج الطاقة وغيرها من ضروريات المجتمع، وذلك لضمان سلامة البيئة والحفاظ علي حق الأجيال القادمة، وأوضح النقراشي أنه منذ عام 2008 وهناك زيادة 8 % في معدل إستهلاك الكهرباء كل عام، حيث نحتاج في 2022 إلي خمسين جيغا وات، لذا نحتاج إلي بديل، وأشار النقراشي إلي أن إنتاج الطاقة الشمسية في صحاري الدول العربية يعادل مليون برميل نفل لكل مليون متر مربع سنويا، ولكنها لم نستغلها حتي الآن.

4- العوامل المؤثرة في إستهلاك الطاقة في المباني:- (9)

قامت العديد من دول العالم خلال السنوات الأخيرة بإجراء الدراسات ووضع السياسات وسن التشريعات والقوانين وإتخاذ الإجراءات العملية للحفاظ علي الطاقة وترشيد إستهلاكها والمساهمة في حل المشاكل البيئية الناتجة عنها وذلك تبعاً لظروف كل دولة، وتم إجراء العديد من الدراسات لوضع حلول لتقليل إستهلاك الطاقة في المباني، ولقد وجد أن الطاقة في المباني تتأثر بعدة عوامل البعض منها ثابت لا يمكن تغييره في المباني القائمة مثل الإقليم المناخي ومحدداته وتوجيه المبني والتشكيل العام للمسقط الأفقي وإرتفاع المبني، ومن أهم العوامل التي يمكن من خلالها ترشيد الطاقة في المباني القائمة، هو تطوير وإعادة تأهيل الغلاف الخارجي والمعالجات المستخدمة فيه وبالتالي تحسين جوده وكفاءة البيئة الداخلية ولمعرفة التقنيات البيئية يجب التعرف أولاً علي التصميم البيئي.

مما سبق يمكن إستنتاج أن العوامل المؤثرة في إستهلاك الطاقة في المباني القائمة تتمثل جميعها في العناصر التي تخدم المبني، فمثلاً في المباني السكنية تستهلك المكيفات طاقه من أجل الوصول للراحة الحرارية، وغيرها كالإضاءة وكي الملابس وأعمال الطبخ والغسيل وتشغيل الآلات وغيرها....، وتتمثل الحلول التي تعمل علي الحد من إستنزاف الطاقة في إستخدام أجهزة تعمل علي تحويل الطاقه الشمسية إلي طاقه كهربيه، وبالتالي يتحقق في المباني القائمة مبدأ الإكتفاء الذاتي، أو تركيب أجهزة إستشعار بوجود مستخدمين في الفراغات.

5- التصميم البيئي:

إن كل ما يرتبط بالبيئة وينتمي إليها يصبح صديقاً لها، حيث يمكن للمبني أن يحقق البيئة الصحية لقاطنيه دون المساس بحق الأجيال القادمة، ومن خلال التصميم البيئي هناك عدة عناصر يمكن الإستفادة منها لرفع كفاءة المباني والوصول للإستدامه وهي كالتالي:

(1-1) أفضل الطرق لتحسين العمر الافتراضي للمبني تتمثل في ما يلي: (2)

- تحقيق مفهوم الإستدامة الحضارية والتطوير للمباني الخضراء.
- تفعيل أنظمة الصيانة وتحديث المباني القائمة وتزويدها بأحدث الآليات التكنولوجية.

- إستخدام وتشغيل المبني يطيل من عمره الافتراضي وذلك بسبب ضمان إستمرار صيانة

(2-1) أنواع العمر الافتراضي :

- العمر الافتراضي التقني: يعبر العمر الافتراضي التقني للمباني عن عمر المواد التي تعمل على تكوين آلية المبني، حيث يتم تقييمها ومنحها درجة من الإحتمالية سواء للبقاء أو الفناء، ويفيد العمر الافتراضي التقني للمباني بأن فناء العمر الافتراضي لأحد مكونات المبني لا يعني بالضرورة فناء المبني بالكامل، لذا فيتم تقييم العمر الافتراضي للمبني على نحو تقني من أجل تصنيف كافة المكونات والمواد التي يقوم عليها المبني بشكل مفصل والقيام بفرز المكونات التي يؤثر تلفها على العمر الافتراضي للمبني، حينئذ يتم الإهتمام بفحص قوة تحمل المكونات الأساسية كالأسقف والحوائط والأرضيات، بحيث يتم الإستعانة بعمليات الإزالة في حالة الضرر البالغ والخارج عن السيطرة في تلك المكونات. (3)

- العمر الافتراضي الوظيفي: يهتم العمر الافتراضي الوظيفي بدراسة الجانب الإجتماعي والمستدام للمبني فضلاً عن الإهتمام بجانب الطاقة ومدى إستهلاكها أو توفيرها مما يؤثر على بقاء المبني أو فئانه، ويُذكر أن العمر الافتراضي الوظيفي لا يرتبط بأي حال من الأحوال بالجوانب التقنية للمبني كالمكونات والمواد الخام المستخدمة، بل يقوم بالتركيز على عاملي الطاقة والإستدامة. (4)

- العمر الافتراضي الاقتصادي: هو الفترة الزمنية الفعالة من حياة المبني التي يحقق فيها وظيفة بكفاءة، ويدير العائد المطلوب، والمتوقع منه، بمعنى أن العمر الافتراضي الاقتصادي للمبني يعتمد بشكل كامل على عدد من المتغيرات الخارجية التي تؤثر على المبني بشكل غير مباشر، حيث تشمل تلك المتغيرات أنشطة تحديث المباني، ومعايير الجودة الاقتصادية والإجتماعية والبيئية؛ وعندما تنقضي فترة زمنية محددة على المبني فإن القيمة السوقية لهذا المبني في سوق الإستثمار تقل بصورة ملحوظة، ويقبل معها الجانب الخدمي وبالتالي يقل معدل إدرار الربح المنتظر والمتوقع منه، وهذا يرجع إلى عامل التلف الذي يتعرض له المبني. (5)

- ويرى البحث أنه يمكن تعريف العمر الافتراضي للمباني علي أنه الزمن الذي بعده يصبح المبني لاقيمة له ولا يصلح للإستخدام أو الإنتفاع به، حيث أن قيمة وكفاءة المبني تكون أعلى ما يمكن عند بداية التشغيل وتقل هذه الكفاءة تدريجياً عبر الوقت ونتيجة للإستخدام حتي تصل للصفر، ويتوقف تحديد هذا العمر علي عدة جوانب، أهمها الصيانه المستمرة للمبني ومرافقه، كما أن العمر الافتراضي الاقتصادي تحديداً يختص بمباني مشاريع معينة التي أنشأت لهدف معين وهو إدرار الربح كالفنادق مثلاً.

- مما سبق يمكن إستنتاج أن العمر الافتراضي للمبني يعبر عن الوقت أو الفترة الزمنية التي يبقى فيها المبني صالحاً للإستخدام، ولعل العلاج الوحيد لإطالة عمر المبني بقدر الإمكان هو الصيانة الدورية، كما أن تشغيل المبني بإستمرار يضمن إستمرار صيانة أيضاً.

2- إعادة تأهيل المباني القائمة :-

تعرف علي أنها عملية إيجاد وظيفة جديدة للمبني تحقق له، إستمرار، وتطلب هذه العملية إدخال تغييرات علي المبني أو إضافات طفيفة لتأهيلة لوظيفته الجديدة، ولكن يجب مراعاة أن تكون هذه الإضافات طفيفة وفي الحدود الضرورية فقط. (6)

(1-2) مستويات إعادة التأهيل: (7)

تعد عملية إعادة التأهيل وخاصة إعادة تأهيل المباني هي عملية معقدة ذات مستويات متعددة، حيث أن إعادة تأهيل المباني هي عملية محورية تشمل مجموعة من المستويات ومنها:

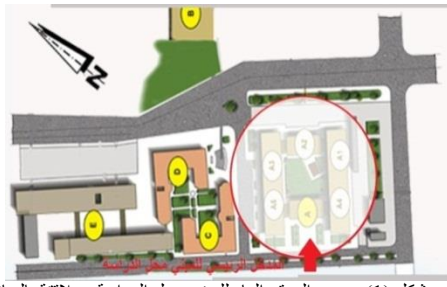
- (ثانياً): دراسة حالة مبني كلية الهندسة بنين (المبني الرئيسي) - جامعة الأزهر :

• نبذة عن المبني محل الدراسة:

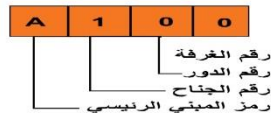
نشأ المبني محل الدراسة - (محل الدراسة) - بجامعة الأزهر في سياق توجه رشيد لتطوير الأزهر والهيئات التابعة له عقب قانون 103 لسنة 1961، وكان التوجه الأعظم في هذا التطوير أن يكون للعلوم المعاصرة مكان في الأزهر، حيث بدأت الدراسة لأول دفعه في عام 1986 ميلادياً، وكان عددهم 322 طالباً من البنين فقط، وكان المبني يضم آنذاك الأقسام التالية

(قسم الهندسة المعمارية وقسمي التخطيط العمراني والبتترول والتعدين بالإضافة لقسمي الكهرباء ونظم الحاسبات والمعلومات) ، ثم بعد ذلك في عام 2002 ميلادياً تم فصل قسمي الكهرباء ونظم الحاسبات لمبنيين مجاورين للمبني محل الدراسة، وبالتالي أصبح الآن المبني يقتصر علي أقسام (العمارة والتخطيط العمراني والبتترول والتعدين) .

• الموقع العام:



شكل (1) يوضح الموقع العام للمبني محل الدراسة وعلاقته بالمباني المحيطة وإتجاه الشمال: إعداد الباحث



شكل (2) يوضح المفاتيح والرموز للمساقط الأفقية التالية: إعداد الباحث

• الوصف المعماري:

يحتوي المبني الرئيسي لكلية الهندسة بنين علي 5 مداخل رئيسية بالدور الأرضي مقسمة كالتالي (2مدخل بالجهة الشمالية + 2مدخل بالجهة الجنوبية + 1مدخل رئيسي بالجهة الغربية)، كما يتكون المبني من الدور الأرضي وثلاثة طوابق علوية . وفيما يلي المساقط الأفقية التي تصف المبني معمارياً: شكل (3،4،5،6)

يحتوي المبني الرئيسي لكلية الهندسة بنين علي 5 مداخل رئيسية بالدور الأرضي مقسمة كالتالي (2مدخل بالجهة الشمالية + 2مدخل بالجهة الجنوبية + 1مدخل رئيسي بالجهة الغربية)، كما يتكون المبني من الدور الأرضي وثلاثة طوابق علوية . وفيما يلي المساقط الأفقية التي تصف المبني معمارياً:

حديثه، وهو ما يرجع لقله المعلومات والخبرات الخاصة بالتنمية المستدامة بشكل عام.

(4-6) أهمية عملية إعادة التأهيل المستدام للمباني التعليمية: (14)

تساعد عملية إعادة التأهيل والصيانة المستدامة للمباني التعليمية على تحقيق المتطلبات والإحتياجات للأفراد المتواجدين في المبني سواء الطلاب أو المعلمين، حيث أن إعادة التأهيل المستدام للمباني التعليمية تساعد على ضمان جودة خدمات المبني، وما به من طلاب وعاملين وتحقيق تلك المتطلبات لهم وللأجيال التالية أيضاً في المستقبل، وهو ما يعمل على القضاء على المشكلات الإجتماعية والتغلب على العوائق التي تتمركز أمام العديد من الأفراد في طريقهم للإستفادة من خدمات المباني التعليمية.

ومن هذا المنطلق فإن مكونات برنامج إعادة تأهيل المبني التعليمي المستدام تشمل التنظيم ووضع خطة للصيانة والمعاينة، وهو ما أشار إليه "بار وكورس ودونبار" (Barr, Cross, & Dunbar, 2017, p. 12) حينما أكد على أنه يمكن تحديد مكونات برامج إعادة التأهيل المستدام للمباني التعليمية على النحو التالي:

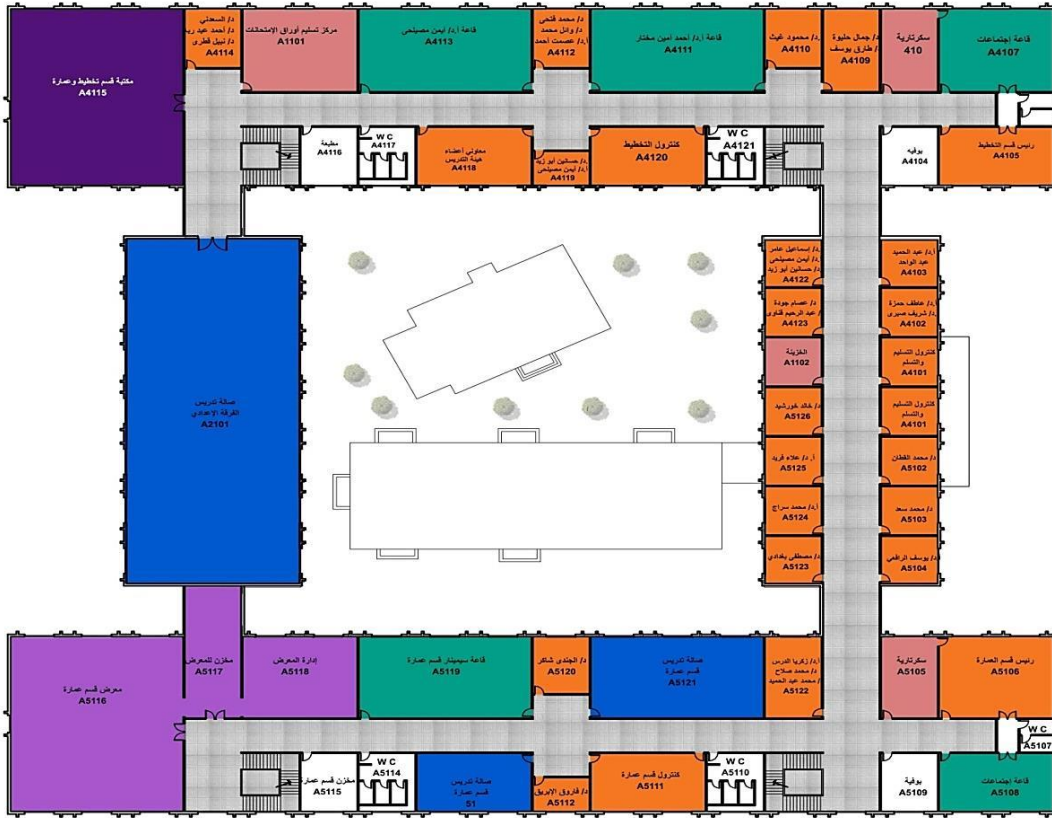
- **التنظيم:** لاشك أن الهيكل التنظيمي الأساسي لبرنامج إعادة التأهيل المستدام لا بد أن يحتوي علي فرق مسؤولة عن مناطق معينه من المبني التعليمي. ويقوم كل فريق بدورة عن فحص تلك المناطق وجمع المايات الخاصه بتكاليف الصيانة، وقد يكون الفريق من الطلاب أو غيرهم.
- **خطة الصيانة:** تركز خطة الصيانة علي وضع جدول زمني للمعاينات والفرق المسؤولة عن الإجراءات التصحيحية التي ستتبع في حال حدوث ضرر ما.
- **المعاينة:** عبارة عن التقييم النهائي بعد إستكمال أعمال إعادة التأهيل وتحديد إذا ماتم تنفيذ تلك الأعمال بصورة جيدة أم لا.

(5-6) الفوائد البيئية المباشرة لعملية التأهيل المستدام للمباني التعليمية: (15)

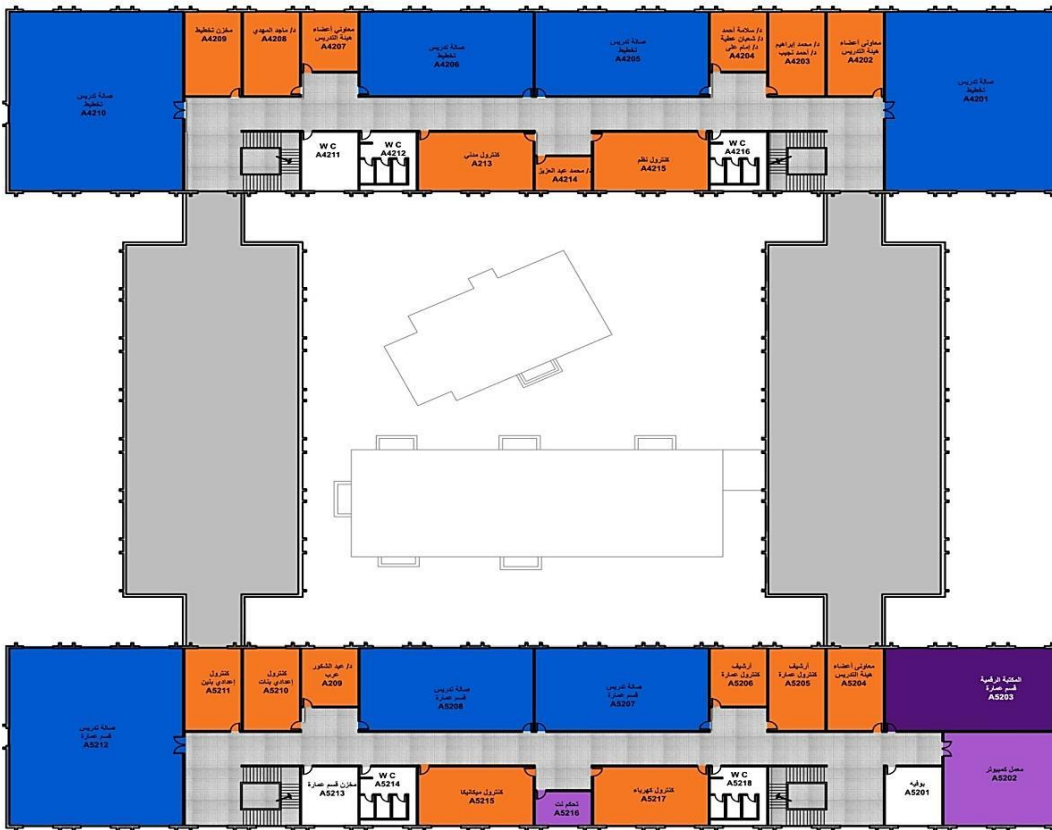
- توفير عائد مناسب يغطي تكاليف صيانة هذه المباني، ويساعد علي رفع مستويات الصيانة المتاحة لها .
- إيجاد نوع من الإشراف الدائم علي هذه المباني عن طريق مستخدميهها والمنتفعين بها .
- توصيل الرسالة الثقافية والإنسانية والفنية التي يحتويها المبني الي الأجيال الجديدة بصورة واضحة، من خلال معايشة المبني ذو القيمة للعصر الحاضر وأداء دور إيجابي في المجتمع .
- تقليل الإحتباس الحراري وتقليل إنبعاثات الكربون .
- تحسين جودة البيئة الداخلية .
- تحسين نوعية الهواء في الأماكن المغلقة من خلال إزالة الدهانات المتشققة والتالفة وتقليل إنبعاثات الغبار .
- تحسين الظروف الصحية بالمباني التعليمية من خلال إصلاح وإحلال وتجديد الأدوات الصحية التالفة وتركيب أعمال سباكه جديدة وتحسين إمدادات المياه .
- تقليل مخاطر الإنزلاق علي الأرض من خلال إستبدال الأرضيات التالفة والأرصفت والدرج .
- تحسين الإضاءة والتهوية والحد من الإجهاد الحراري بالفصول والقاعات الدراسية .
- **مما سبق** يمكن إستنتاج أن إعادة التأهيل المستدام للمباني التعليمية دور كبير في تحسين وتطوير الأنظمة الخدمية والبيئة الداخلية للمبني التعليمي بشكل عام وعلى نحو تعليمي ومعماري، كذلك تقوم على رفع درجة الوعي المجتمعي وتطوير قواعد البيانات والبنية التحتية بصورة مرنة؛ كما أن عملية إعادة التأهيل يجب أن تتبع عدد من المكونات التي تشمل وجود هيكل تنظيمي يحدد العناصر المختصة بعملية إعادة التأهيل، ووضع خطة محددة للصيانة والإصلاح تركز على جدول زمني محدد المعالم، وكذلك القيام بعملية المعاينة من أجل تحديد الأضرار التي قد تتواجد في المبني بعد عملية إعادة التأهيل.



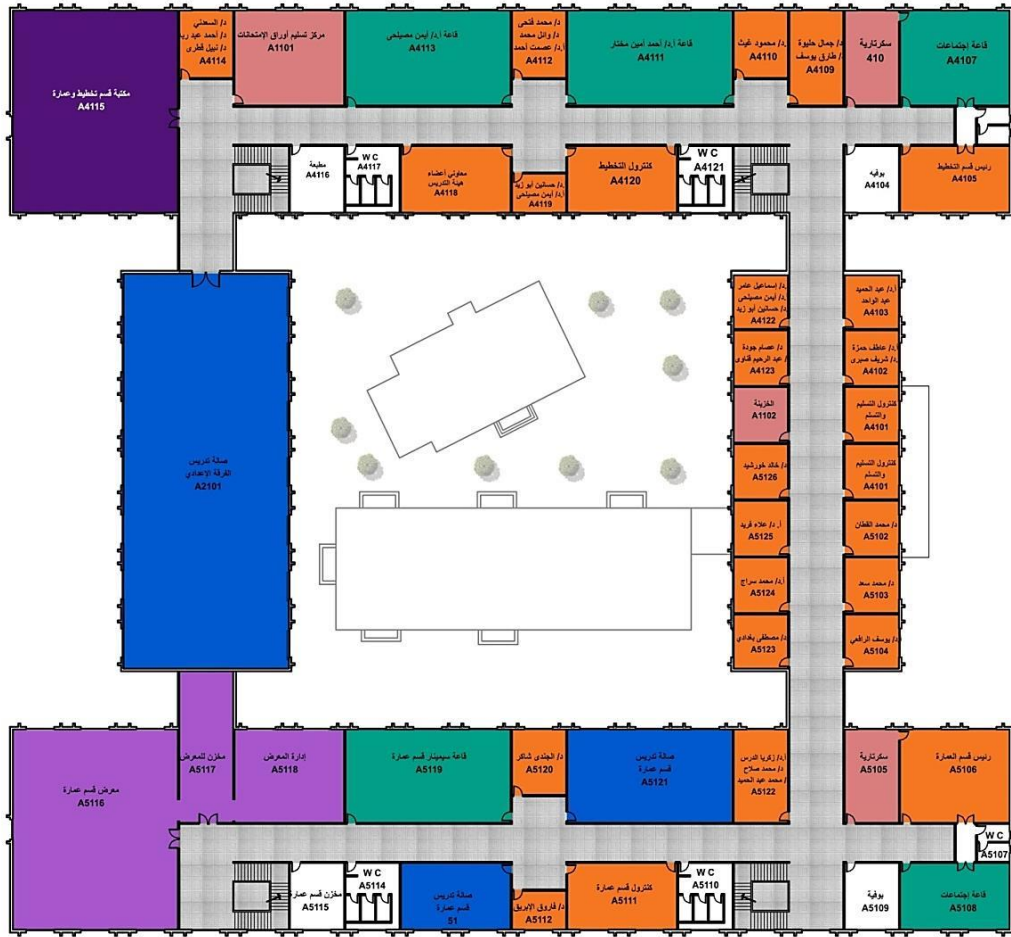
شكل (3) يوضح المسقط الافقي للدور الارضي. :إعداد الباحث



شكل (4) يوضح المسقط الافقي للدور الاول علوي: إعداد الباحث



شكل (5) يوضح المسقط الافقي للدور الثاني علوي: إعداد الباحث



شكل (6) يوضح المسقط الأفقي للدور الثالث علوي: إعداد الباحث



شكل (8) يوضح ساحة المدخل وخلوها من التظليل تصوير: الباحث

• منهج دراسة الحالة:

تتم دراسة حالة المبني محل الدراسة علي ثلاثة محاور.

المحور الأول: محور إعادة تأهيل المبني وتفقد أحواله من مشاكل وعيوب.
المحور الثاني: محور أغلفة المبني محل الدراسة ومحاولة تحسينها وعلاجها وكيفية الإستفادة منها في ترشيد الطاقة.
مع مراعاة النواحي الإقتصادية.

المحور الثالث: محور الوصول لمرحلة الإستدامة من إضافة بعض المقترحات التي من شأنها الوصول بالمبني محل الدراسة لمبني مستدام بنسبه كبيرة

المحور الرابع: دراسة الطاقة المستهلكة في المبني محل الدراسة وحلول تقليلها.

المحور الاول: محور إعادة تأهيل وصيانة المبني محل الدراسة

قد لا يحتاج المبني إلي تدخلات شديدة من مستويات عمليات إعادة التأهيل، حيث يتمتع المبني محل الدراسة بحالة إنشائية جيدة، وإنما يحتاج إلي صيانة بعض الأجزاء، حيث تحتاج جميع النوافذ إلي إعادة النظر فيها من إستبدال كامل للزجاج الشفاف وقطاعاته الألمونيوم، حيث أنها متهاكته بدرجة كبيره وكذلك تهالك المقابض ومجاري قطاعات الألمونيوم، كما أن

• أبرز المشاكل التصميمية الموجود بالمبني من وجهة نظر البحث:

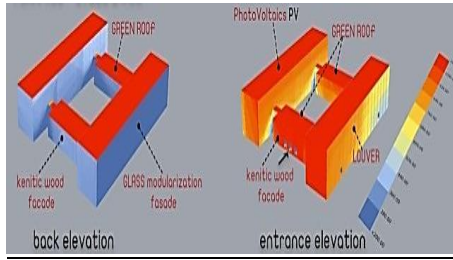
يري البحث أن المصمم لم يستغل الإتجاه الشمالي بالصورة المطلوبة التي تحقق معايير الكفاءة للمبني، حيث توجد عدة مشاكل تخص مضمون البحث من أهمها ما يلي:

- 1- وضع بطاريتين لسلام الحركة علي الواجهة الشمالية مباشرة في كل جناح من أجنحة المبني، ليس بالضرورة وجودهما في ذلك المكان المميز.
- 2- توجيه المدخل الرئيس ناحية الجنوبي الغربي حيث تكون ذروة أشعة الشمس من الساعة 12 مساءً إلي وقت الغروب
- 3- نوافذ المبني من الزجاج الشفاف تماماً المنفذ للضوء والحرارة بكامل درجاتهما.
- 4- عدم الإهتمام بتشجير الواجهة الجنوبية، أو وجود أي معالجات عليها، كما في شكل (7)، علي الرغم من الحاجة الماسة لتشجيرها.
- 5- وضع دورات مياه في الإتجاه الشمالي أيضاً، حيث بدراسة الواجهة الشمالية تبين للباحث أن دورات المياه وبطاريات السلام تحتل 30متر من اجمالي طول الواجهة الشمالية في كل جناح والذي يبلغ 92متر.



شكل (7) يوضح الواجهه الجنوبيه وخلوها من أية معالجات تصوير: الباحث

- أغلفة المبني محل الدراسة والأحمال الحرارية المؤثرة عليها:



شكل (12) يوضح أغلفة المبني محل الدراسة والأحمال 10 لحراريه المؤثرة عليها. المصدر (أرشيف مشاريع طلبة قسم العمارة -هندسة الأزهر)

- دراسة تطبيق معالجات المكونه للغلاف الخارجي للمبني محل الدراسة:

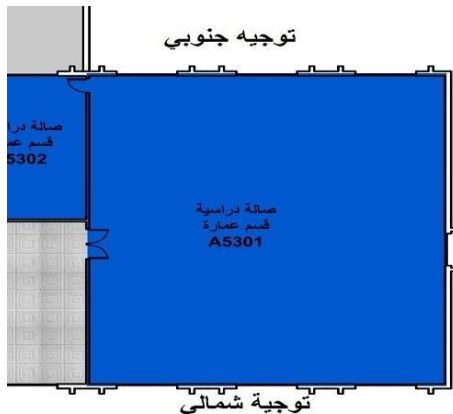
تتناول هذه الدراسة التحليلية أثر تطبيق معالجات العناصر الرئيسية الثلاثة المكونه للغلاف الخارجي علي درجات حراره لأحد الفراغات الداخليه، وهذا الفراغ صالته رسم بقسم العمارة بالطابق النهائي، شكل (13) وذلك لأنها أكثر الفراغات تعرضاً لدرجات الحراره الزائده، وأيضاً لدراسة أثر معالجة السقف، وقد تمت الدراسة في شهر يوليو 2019، حيث أنه من أكثر الشهور تعرضاً للحراره الزائده، وذلك من خلال تحليل لأقصى درجات حراره يوميه لشهر يوليو، شكل (14)، ومن ثم تحديد ذلك اليوم، ورصد توقيت أقصى ذروه لإرتفاع درجة الحراره علي مدار ذلك اليوم، كما في شكل (15)، كما يوضح الجدول (1) التالي نوع الأغلفه الخارجي القائمه للمبني محل الدراسة ومعدلات الإنتقالات الحراريه بها.

جدول (1)

يوضح الأغلفه الخارجي للمبني القائم محل الدراسة ومعدلات الإنتقاليه الحراريه

بها (16)

نوافذ الزجاجيه الشفافه سمك 3مم	السقف النهائي خرساته مسلحه 20 سم	حوائط طوب 25سم	نوع الغلاف بالمبني محل الدراسه
5.89	2.778	2.55	الإنتقاليه الحراريه/وات/م ² من
0.729	0.36	0.444	المقاوم الحراريه/وات/م ² من



شكل (13) يوضح مسقط أفقي لصاله الرسم محل الدراسه بالطابق النهائي بقسم العمارة: إعداد الباحث

الضلف في معظم الفتحات غير كامله ، وكذلك صيانة أبواب الحمامات وإستكمال دهانات أبواب غرف أعضاء هيئة التدريس ، كما تفتقر الواجهات إلي الدهانات الجديده حيث لم يتم دهانها منذ إنشاء المبني محل الدراسة ، وأيضاً تهالك جميع أدوات التعلم كالسبورة ومناضد الرسم ، وكذلك تفتقر القاعات الدراسية إلي عدم كفاية المقاعد كما في شكل (9)،(10)



شكل (9) يوضح تهالك أدوات التعلم وسقوط أجزاء من الدهانات والبياض في الواجهه الجنوبيه. تصوير: الباحث



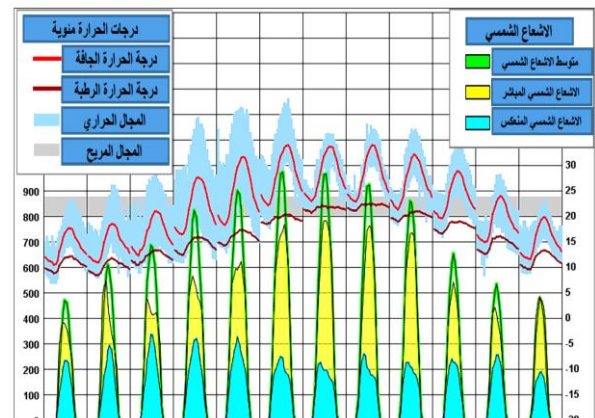
شكل (10) يوضح تهالك أبواب الحمامات وعدم إستكمال دهانات أبواب أعضاء هيئة التدريس. تصوير : الباحث

المحور الثاني: رفع كفاءة المبني محل الدراسه

أولا كفاءه البنيه الحراريه:

- الخصائص البيئيه للمناخ المحيط بأغلفه المبني محل الدراسه-مدينه نصر-القاهره).

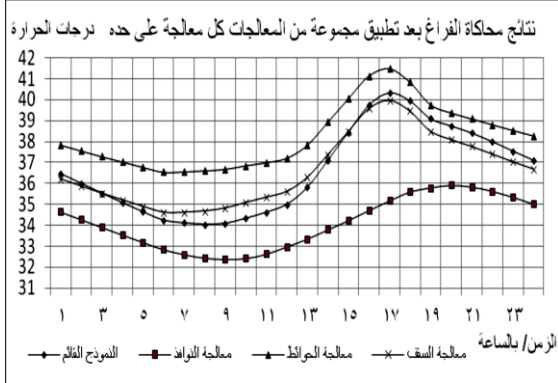
تقع مدينه نصر بالنطاق الحار والذي يغطي أغلب مساحتها، فالنطاق الحار يتسم بدرجات حراره مرتفعه وخاصة بالصيف وأن المدي اليومي بين درجات الحراره بالليل والنهار كبير جدا، ومعدل الرطوبه منخفض مع ندره سقوط الأمطار بشكل مستمر معظم العام، وكذلك وجود معدلات كبيره من الإشعاع الشمسي القوي أثناء النهار، كما في شكل (11)، مما يستوجب إنشاء مباني تتحكم في هذا النطاق الحار، أو رفع كفاءه القائمه من خلال معالجات الأغلفه الخارجي، وبالتالي تقليل معدلات إستهلاك الطاقه، بإستخدام مايمسي بمعايير التصميم السالبيه.



شكل (11): يوضح معدلات درجات الحراره الجافه والرطبه وكذلك معدلات الإشعاع الشمسي المباشر لمدينه نصر -القاهره: المصدر: Climate Consultant 6.0Program - Cairo Weather Data

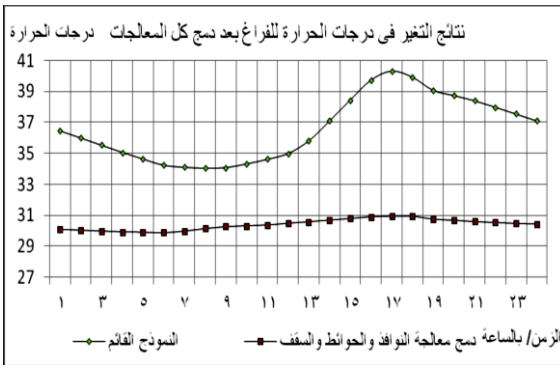
زرعها فوق السقف النهائي بعد طلاءه بالمواد العاكسة، مما يساهم في تظليل بعض المناطق علي السقف النهائي وبالتالي مكافحه وصول أشعة الشمس المباشره للسقف، بالإضافة لتوليد الطاقه وتحقيق الإكتفاء الذاتي للمبني من احتياجه للطاقه، وهذا ما سنسرد بالتفصيل فيما بعد.

ويري البحث إستبعاد الأسقف الخضراء لعدم فعاليتها بالشكل المتوقع، كما أنها تؤدي لتهاك الأسقف بمرور الوقت، بسبب الرطوبه نتيجة عدم العزل الجيد الذي يسمح بتسرب الرطوبه، كما أنها تحتاج لعنايه فائقه ومتابعه مستمره.



شكل (16) يوضح نتائج محاكاة الفراغ بعد تطبيق مجموعه من المعالجات كل معالجه علي حده: المصدر: إعداد الباحث باستخدام برامج المحاكاه

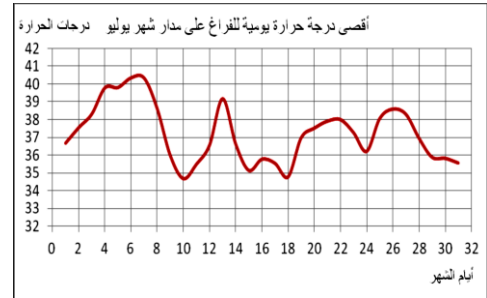
حيث يتبين من شكل (16) بعد المعالجات علي الفراغ كل معالجه علي حده، أنه هناك إستجابته الأغلغه لبعض المعالجات ك معالجة النوافذ والسقف، وأن هناك إنخفاض في درجات الحراره، ويتضح دور النوافذ في هذا التحسن، مما يؤكد رأي الباحث، وسوف يتم دمج كل المعالجات معا كما في الشكل التالي (17)، حيث يتبين بعد دمج جميع المعالجات إنخفاض ماحوظ لدرجة حراره الفراغ تصل إلي 9.38 درجة فهرنهيت، حيث إنخفضت درجة الحراره من 40.33 إلي 30.95 درجة فهرنهيت.



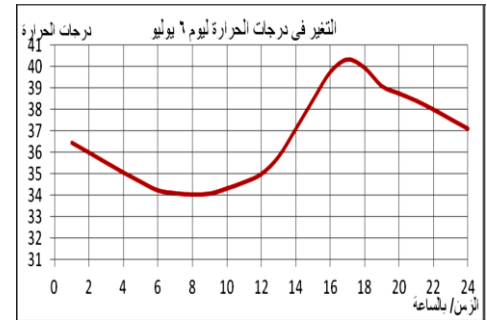
شكل (17) يوضح نتائج محاكاة الفراغ بعد تطبيق مجموعه من المعالجات كل معالجه علي حده: المصدر: إعداد الباحث باستخدام برامج المحاكاه

معدلات وأحمال التبريد الافتراضية للفراغ السابق محل الدراسة:

عند قياس أحمال التبريد الميكانيكي بجهاز التيرموستات في نفس اليوم (6 يوليو 2019)، للفراغ محل الدراسة باستخدام برامج التقييم الرقمي، نجد أن أحمال التبريد الخاصه تصل إلي 28000 وات، في حاله تطبيق المعالجات علي النوافذ والحوائط والأسقف، وعند ازالة المعالجات، تبين أن الأحمال تصل إلي 49000 وات، أي أن أحمال التبريد الميكانيكي زادت بنسبه كبيره، مما يؤكد أن المعالجات التي تمت علي الغلاف لها دور كبير في توفير الطاقه المستهلكه في التبريد، وفقا لمعايير التصميم السالب علي المدى البعيد، وهذا ما يؤكد نجاح الغلاف الخارجي في التحكم بشكل كبير للظروف المناخيه الخارجيه دون التأثير علي درجات الحراره المريحه الداخليه، وتعويض ذلك باستهلاك طاقه قليله إذا تطلب إستخدام تبريد ميكانيكي في بعض الأيام الحاره من العام، كما في شكل (18)



شكل (14) يوضح أقصى درجة حراره يومية لشهر يوليو للفراغ باستخدام برامج المحاكاه



شكل (15) يوضح التغير في درجات الحراره في اليوم الواحد باستخدام برامج المحاكاه

من الشكل السابق يتضح أن أعلى الأيام درجات حراره في شهر يوليو هو يوم 7 يوليو ويتضح أيضا أن درجة حراره ذلك اليوم تتراوح ما بين 34.05 درجة فهرنهيت إلي 40.33 درجة فهرنهيت، والتي قد تجاوزت حدود الراحة الحراريه وسوف يتم محاكاة الفراغ بعد تطبيق مجموعه المعالجات، كل مجموعه علي حده، شكل (16).

أولا معالجة الحوائط:

لاشك أن الهدف من معالجة الحوائط هو تأخير زمن توصيل مادة البناء للحراره، ومعالجة الجسور الحراريه التي تسبب حدوث تسرب للهواء سواء من الداخل للخارج أو العكس، وتقوم معالجة الحوائط علي إعادة تغليف الحوائط القائمه بالواح عازله، وهي عباره عن ألواح عازله مصنوعه من مادة البولي يوريثان بسمك 20 سم، حيث تصبح قيمة الإنتقاليه الحراريه للحائط القائم 0.123 وات/م² س- والمقاومه الحراريه 8.136 وات/م² س.

ويري الباحث: أن معالجة الحوائط ليس لها الدور الأعظم في المعالجه الحراريه، بسبب إحتلال النوافذ قدر كبير من مساحات الأغلغه الخارجيه، حيث أن الحوائط الخرجيه بل والداخليه من الطوب المصمت سمك 25 سم والذي دوره يقاوم إنتقال الحراره للداخل بشكل كبير، بينما الفتحات من الزجاج الشفاف سمك 3 مم المنفذ للحراره بشكل مباشر.

ثانيا معالجة النوافذ:

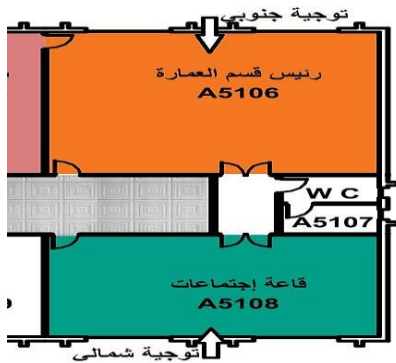
تقوم معالجة النوافذ علي إستبدال الزجاج القائم بالنوافذ الشفاف ذو السمك 3 مم، بزجاج مزدوج عاكس ذو إنتقاليه حراريه 2.216 وات/م² س، ومقاومته الحراريه تصل إلي 1.8 وات/م² س، مع إضافة كاسرات شمس عباره عن إطارات مربعه حول النوافذ ذات بروز 50 سم وعددها 3 كاسرات حسب الفتحات الموجوده بالصاله محل الدراسة بالمبني.

ثالثا معالجة الأسقف:

هناك معالجات تقليديه كالعقبه والقبو والأسقف المائله والمزدوجه، وتصنف جميع معالجات الأسقف السابقه بأنها أسقف تقلل من الإنتقاليه الحراريه فقط، أما الأسقف ذات الخلايا الشمسيه تتميز بأنها تقوم بإنتاج الطاقه أيضا بالإضافة لكونها مظلات تقلل وصول أشعة الشمس المباشره للسقف، ولكن قد تكون مساحة الخلايا الشمسيه التي يمكن الإحتياج إليها أقل من مساحة السقف النهائي للمبني محل الدراسة والتي تبلغ مساحتها 25000 م²، وبالتالي تكون الحلول المتاحه هي الأسقف الخضراء أو طلاء السقف النهائي بمواد عاكسه لأشعه الشمس المباشره، حيث أثبتت الدراسات السابقه أن الأسقف المطليه بالمواد العاكسه تبلغ الإنتقاليه الحراريه لها 1.2 وات/م² س، بالإضافة إلي الخلايا الشمسيه التي يمكن

1- فراغات ذات توجيه شمالي وجنوبي:

تم اختيار فراغين في قسم الهندسة المعمارية بالطابق الأول علوي، أحدهم ذو توجيه شمالي بأبعاد (3.5×6×9) والآخر ذو توجيه جنوبي بأبعاد (3.5×8×9)، ويتشابه الفراغين في العديد من السمات المعمارية، مثل عدد الفتحات ومساحتها والإرتفاع ومواد التشطيب. كما في شكل (20)

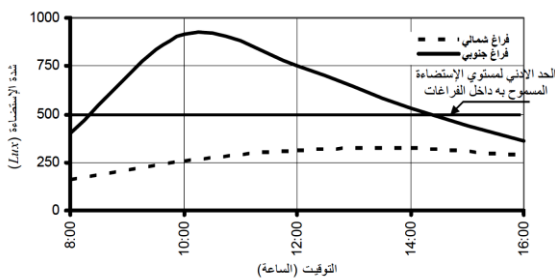


شكل (20) يوضح المسقط الأفقي لفراغين متقابلتين أحدهما ذو توجيه شمالي والآخر ذو توجيه جنوبي. المصدر: إعداد الباحث

• تحليل نتائج القياسات:

يوضح الشكل (21) متوسط قيم الإضاءة الطبيعية علي مدار اليوم، وذلك بداية من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الرابعة مساءً في كلا الفراغين، حيث يتضح أن معدل الإضاءة في الفراغ ذو التوجيه الشمالي ذو معدل ثابت تقريباً، حيث يبلغ معدل الإضاءة عند الساعة الثامنة صباحاً (200 لوكس)، ويزداد هذا المعدل ليصل إلي (350 لوكس)، عند الساعة الثانية عشر مساءً وينخفض تدريجياً ليصل إلي (300 لوكس) عند الرابعة مساءً، ويرجع ذلك الثبات نتيجة وجود مبني الهندسة الكهربية في الجهة المقابلة لنوافذ الفراغ ذو التوجيه الشمالي وعلي بعد 21 متر وبارتفاع 19 متر. (17)

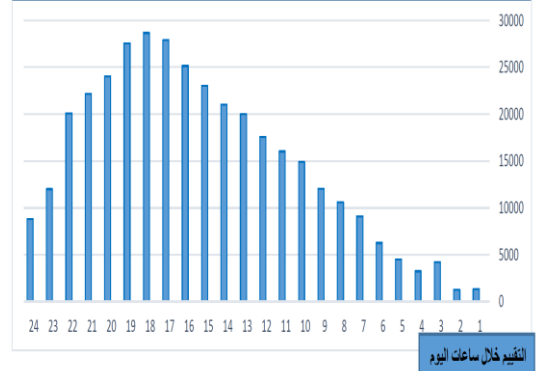
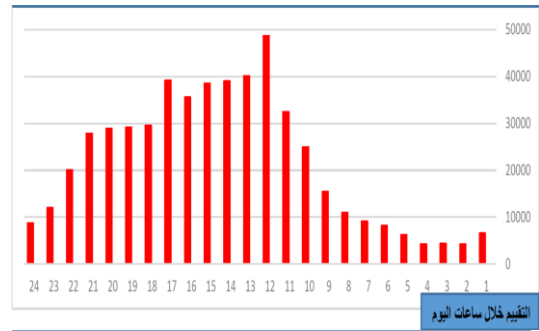
أما في حالة الفراغ الجنوبي فيتغير معدل الإضاءة الطبيعي علي مدار اليوم، حيث تبلغ شدة الإضاءة عند الساعة الثامنة صباحاً (400 لوكس)، وتسجل أقصى مستوي لشدة الإضاءة عند الساعة الحادية عشر ظهراً حيث تصل إلي (900 لوكس)، ثم ينخفض ليصل إلي (400 لوكس) عند الساعة الرابعة عصراً، ويرجع ذلك التغير المستمر نتيجة اعتماد الفراغ الجنوبي علي ضوء الشمس المباشر، كما يؤدي إختراق أشعة الشمس المباشره إلي وجود مناطق عالية الإبهار، بالإضافة لزيادة الكسب الحراري كما سبق ذكره، مما يؤثر سلباً علي الكفاءة الوظيفية داخل الفراغ.



شكل (21) يوضح متوسط شدة الإضاءة داخل الفراغين الشمالي والجنوبي خلال اليوم الواحد. المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

ويوضح من الشكل السابق أنه في حالة الفراغ الجنوبي يصل متوسط شدة الإضاءة داخل الفراغ إلي الحد الأدنى المطلوب خلال الفترة ما بين الساعة الثامنة حتي الساعة الثانية مساءً، أما في حالة الفراغ ذو التوجيه الشمالي فلا يصل متوسط شدة الإضاءة إلي الحد الأدنى المطلوب داخل الفراغ وذلك خلال اليوم.

كما يوضح شكل (22)، معدل الإنتشار داخل الفراغين، والذي يظهر متوسطات شدة الإضاءة داخل الفراغ، حيث يلاحظ وجود منطقتين ذات مستوي عالي من الإضاءة محاطة بمنطقتين ذات مستوي منخفض الإضاءة، وبناء علي ذلك وبالنظر للمعدلات القياسية المسموح بها للإضاءة، يمكن إستنتاج أنه في حالة التوجيه الشمالي تبلغ مساحه المنطقه المناسبه للإستخدام



شكل (18) يوضح معدلات التبريد الميكانيكي قبل وبعد تطبيق المعالجات علي الأغلفه. المصدر: إعداد الباحث باستخدام برامج التقييم الرقمي

• نتائج كفاءة البيئة الحراريه للمبني محل الدراسه:

- 1- إستمرار مشكلة الإرتفاع في درجات الحراه مع بقاء المنشآت القائمه علي وضعها الإنشائي بدون السعي إلي حل تلك المشكله، سوف يؤدي هذا إلي زيادة الأحمال الحراريه علي المنشآت واللجوء إلي أجهزة التهويه الإصطناعيه ومع الإستمرار سوف ينتج عنها زيادة إستهلاك الطاقه.
- 2- إتضح من البحث مدي أهمية تقنيات التبريد السالب، والتي تلعب دور كبير في معالجة المباني القائمه ورفع كفاءة الأداء الحراري بها.

• توصيات خاصه بكفاءة البيئة الحراريه للمبني محل الدراسه:

- 1- تأهيل المباني التعليميه القائمه بغرض إستدامتها لايشكل آثار سلبيه عليها، كتعطيلها أو رفع للتكاليف، بل العكس فإعادة التأهيل تعود بالنفع علي المباني التعليميه، حيث أنها تخفف من إستهلاك الطاقه في الأعوام القادمه، كما يمكن إعتبار عمليات إعادة التأهيل نوع من الصيانه الصيفيه.
- 2- يجب تطبيق تقنيات التبريد السالب في المباني التعليميه، وذلك للوصول إلي مستوي الراحة الحراريه للطلاب والعاملين

• ثانيا كفاءة البيئة الضوئيه:

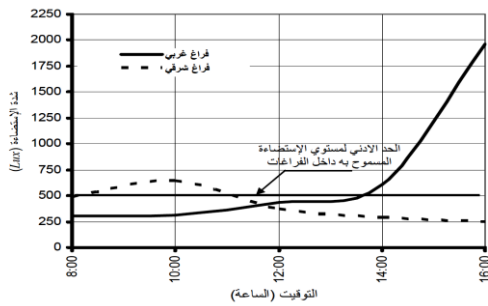
يتم في هذه الجزئيه توضيح مدي تأثير الإتجاهات علي معدل توزيع الإضاءة داخل الفراغ، حيث يتم إستخدام جهاز قياس شدة الإضاءة، (Lux Meter) والجهاز عبارة عن خليه ضوئيه من السليونيوم، تتألف هذه الخليه من سطح معالج عند تعرضه للضوء يتولد عنه تيار كهرومغناطيسي يتم ترجمتها إلي وحدات قياس ضوئيه اللوكس أو شمعة / قدم مربع، وتم توحيد وحده القياس اللوكس ودقة الجهاز (4% من القياس +2)، كما في شكل (19)



شكل (19) يوضح نوع الجهاز المستخدم في قياس شدة الإضاءة. المصدر: تصوير الباحث

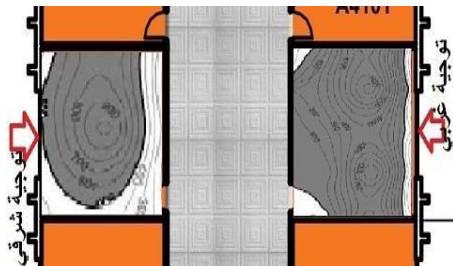
• تحليل نتائج القياسات:

يوضح الشكل (25) متوسط قيم الإضاءة الطبيعية علي مدار اليوم، وذلك بداية من الساعة الثامنة صباحا وحتى الرابعة مساء في كلا الفراغين، حيث يتضح أن معدل الإضاءة في الفراغ ذو التوجيه الشرقي عند الساعة الثامنة صباحا يصل (500 لوكس) ، ويزداد هذا المعدل ليصل إلي (650 لوكس) عند الساعة العاشرة صباحا حتي الرابعة مساء، ثم يبدأ في التناقص حتي يصل إلي (250 لوكس) عند الساعة الرابعة مساء، ويرجع ذلك التغير في معدل شدة الإضاءة داخل الفراغ نتيجة إختراق أشعة الشمس المباشر داخل الفراغ في الفتره ما بين الساعة التاسعة صباحا حتي الساعة الحادية عشر صباحا، وبعد ذلك تحجب أشعة الشمس نتيجة إطلال الفراغ علي الفناء، مما يؤدي لتغير معدل الإضاءة باستمرار خلال الفترات النهارية. أما في حالة التوجيه الغربي، تصل شدة الإضاءة في الثامنة صباحا إلي (300 لوكس)، ثم يزداد مستوي شدة الإضاءة باستمرار حتي يصل إلي (1950 لوكس)، عند الساعة الرابعة مساء، مما يؤدي إلي عدم ثبات مستوي شدة الإضاءة داخل الفراغ، وذلك نتيجة إعتدال الإضاءة داخل الفراغ علي ضوء قبة السماء والضوء المنعكس من الأسطح الخارجية المزججه التي تعكس الضوء، وذلك خلال النصف الأول من اليوم الواحد، أي حتي الثاني عشر ظهرا، ثم بعد ذلك وحتى نهاية اليوم تعتمد الإضاءة داخل الفراغ علي ضوء الشمس المباشر والذي يتغير بشكل سريع بتغير موقع الشمس بقبة السماء



شكل (25) يوضح متوسط شدة الإضاءة داخل الفراغين الشرقي والغربي: المصدر: إعداد الباحث

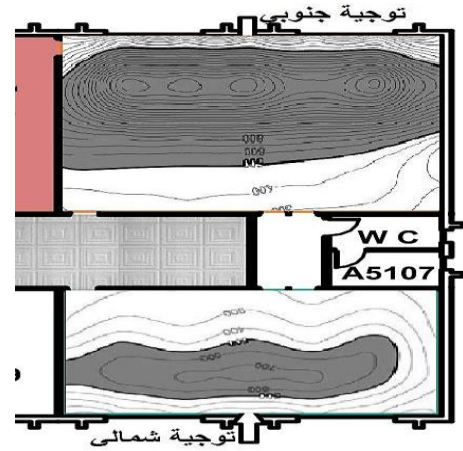
كما يوضح الشكل (26) التالي، معدل الإنتشار للضوء الطبيعي داخل الفراغين الشرقي والغربي، وتحليل مستويات شدة الإضاءة داخل الفراغ ذو التوجيه الشرقي، وبالمقارنة بالمعدلات العالمية القياسية، يتضح أن المنطقة التي تسمح بممارسة الأنشطة داخل الفراغ تبلغ حوالي 50% من مساحة الفراغ، كما يلاحظ تقارب خطوط الكنتور، مما يؤدي إلي تغير في مستوي شدة الإضاءة بين المناطق المتجاورة، والذي يتسبب في إحداث تباين في مستوي شدة الإضاءة داخل الفراغ. أما في حالة الفراغ الغربي تبلغ المنطقة المناسبة لممارسة الأنشطة حوالي 95% من مساحة الفراغ، كما يلاحظ تقارب خطوط الكنتور مما يشير إلي حدوث تباين أيضا داخل الفراغ.



شكل (26) يوضح معدل إنتشار الإضاءة داخل الفراغين الشرقي والغربي: المصدر: إعداد الباحث

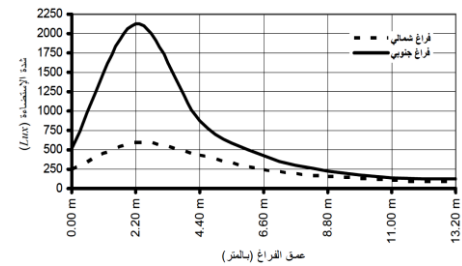
أما بالنسبة لمعدل إختراق الإضاءة داخل الفراغين، يمكن تمثيلها بمنحنى، يتسم بقلة مستوي شدته عند نافذة الضوء للفراغ الشرقي، ثم تزداد

حوالي 40% تقريبا من مساحه الفراغ، كما يلاحظ تباعد خطوط الكنتور عن بعضها مما يؤدي لحدوث تجانس نسبي في مستوي الإضاءة ولعل ذلك يرجع إلي أن أبعد نقطة عن النوافذ هي 6م وهي عمق الفراغ. أما في حالة التوجيه الجنوبي تبلغ مساحة المنطقة المضاء جيدا وتسمح للإستخدام حوالي 60% من مساحة الفراغ، كما يلاحظ أيضا تقارب خطوط الكنتور، مما يدل علي وجود تغيير مستمر وسريع في مستوي شدة الإضاءة.



شكل (22) يوضح معدل إنتشار الإضاءة داخل الفراغين: المصدر: إعداد الباحث

أما بالنسبة لمعدل الإختراق فيمكن تمثيل قيم شدة الإضاءة في منحنى، يتسم بانخفاض مستوي شدتها عند نافذة الضوء ثم تزداد قيمتها لتصل إلي قيمتها علي بعد 2.20م من النافذة، ثم يأخذ الضوء مساره في الإضمحلال كلما إتجهنا ناحية عمق الفراغ، ويرجع ذلك نتيجة جلسات النوافذ، حيث تعمل كمصد للضوء، كما في شكل (23)



شكل (23) يوضح متوسط إختراق الإضاءة داخل الفراغين الشمالي والجنوبي خلال اليوم الواحد: المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

من الشكل السابق يمكن إستنتاج أنه في حالة التوجيه الشمالي يتناقص منحنى معدل الإختراق تدريجيا وبمعدلات طفيفة، مما يؤكد تجانس الإضاءة داخل الفراغ. أما في حالة التوجيه الجنوبي يلاحظ أن المنحنى يتناقص بشكل سريع مما يدل علي حدوث تباين في مستوي الإضاءة داخل الفراغ، كما يلاحظ أيضا ثبات شكل المنحنيين مع إختلاف شدة كل منهم

2- فراغات ذات توجيه شرقي وغربي:

تم إختيار فراغين لعرضي هيئة تدريس بالطابق الأول علوي، أحدهما ذو توجيه غربي والأخر ذو توجيه شرقي، ويتشابه الفراغين في المساحة والإرتفاع ومواد التشطيب الداخليه ومساحات الفتحات، حيث تبلغ أبعاد كل فراغ منهما (3.5×5×5) بالمتر، كما في شكل (24)



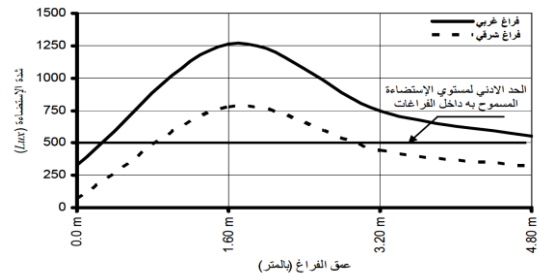
شكل (24) يوضح المسقط الأفقي للفراغين الشرقي والغربي: المصدر (وحدة ضمان الجودة والإعتدال)

- 3- الفراغ ذو التوجيه الشرقي يزداد فيه مستوي الإضاءة في بدايه اليوم ثم ينخفض تدريجيا حتي يصل إلي أدني قيمه في نهاية اليوم، أما بالنسبه للفراغات الغربية يحدث العكس ،حيث يقل مستوي شدة الإضاءة في بداية اليوم ،ثم يزداد ذلك المستوي خلال فترات اليوم لتبلغ أقصى قيمه لها في نهاية اليوم، وفي كلا الحالتين يكون التغيير في مستوي الإضاءة مستمر وسريع خلال اليوم مما يؤدي إلي عدم ثبات نسبي.
- 4- يمكن تصنيف الواجهات حسب الأفضليه من حيث ثبات الإضاءة الطبيعيه وتجانسها خلال اليوم، حيث يأتي في المرتبه الأولي التوجيه الشمالي، والذي يتسم بانخفاض وثبات مستوي شدة الإضاءة علي مدار اليوم، مما يؤدي إلي وجود تباين وكذلك عدم حدوث ظاهره الإبهار داخل الفراغ، ويأتي الفراغ ذو التوجيه الجنوبي
- 5- في المرتبه الثانيه، والذي يتسم بارتفاع مستوي الإضاءة مع إختراق أشعة الشمس إلي داخل الفراغ، والتي يمكن التحكم فيها من خلال الكاسرات الأفقيه، وتأتي الفراغات ذات التوجيه الشرقي والغربي في المرتبه الأخيره، حيث يعتبر كلاهما توجيه سيئ من ناحية الإضاءة الطبيعيه.
- 6- إرتفاع جلسات النوافذ له دور كبير في مستوي الإضاءة من حيث إرتفاعه أو إنخفاضه.

• توصيات خاصه بدراسه البيئه الضوئيه:

- 1- كاسرات الشمس تساهم في منع إختراق أشعه الشمس المباشره للفراغات الجنوبيه.
- 2- الفراغات الشرقيه والغربيه لاتصلح كفراغات تعليميه.
- 3- في الفراغات الشماليه لابد من استخدام مواد تشطيب داخليه تساعد في زياده مركبه الإنعكاسات الداخليه لزياده مستوي شدة الإضاءة.
- 4- يفضل أن يكون نفس إرتفاع جلسات النوافذ هو نفسه إرتفاع مستوي سطح العمل.

قيمة معدل الإختراق ليصل إلي قيمته علي بعد 1.60 متر من النافذه، ثم يأخذ المنحني مسار الإنخفاض كلما إتجهنا لمعق الفراغ، وبالتحليل المنحني في حالة الفراغ الشرقي نجد أن مستوي الإضاءة عند بداية المنحني يصل إلي (100 لوكس)، ويزداد تلك المعدل ليصل إلي (800 لوكس) عند قمة المنحني، وبعد ذلك يأخذ مستوي مسار الإنخفاض حتي يصل إلي (400 لوكس) وذلك بنهاية الفراغ، أما في حالة التوجيه الغربي يبلغ مستوي الإضاءة عند بداية المنحني إلي (360 لوكس)، ويزداد هذا المعدل ليصل إلي (1250 لوكس)، ويمثل ذلك قمة المنحني، ثم ينخفض مستوي الإضاءة تدريجيا حتي يصل إلي (600 لوكس)، وذلك في نهاية الفراغ، كما في شكل (27)



شكل (27) يوضح معدل إختراق الإضاءة داخل الفراغين الشرقي والغربي المصدر: إعداد الباحث

• نتائج دراسة البيئه الضوئيه للمبني محل الدراسه:

- 1- تتسم الفراغات ذات التوجيه الشمالي بعدم تحقيق الحد الأدنى لمستوي شدة الإضاءة المطلوبه مع تحقيق الثبات النسبي لها علي مدار اليوم.
- 2- تتسم الفراغات ذات التوجيه الجنوبي بأنها ذات مستوي إضاءة عال عن الحد المطلوب، ولكنه متغير بشكل سريع علي مدار اليوم، مما يؤدي إلي وجود مناطق إبهار في أجزاء مختلفه من الفراغ، بالإضافة إلي مايسببه إختراق ضوء الشمس المباشر من حدوث ظاهره الإبهار المباشر لمستخدمي الفراغ.

المحور الثالث: كفاءه البيئه المستدامة

جدول (6)

تحليل عناصر الإستدامه بالمبني محل الدراسه وتقديم الحلول المناسبه: إعداد الباحث

<p>يقترح البحث تسقيف الساحة أمام المدخل الرئيسي للمبني محل الدراسه بأنظمه قابله للفك والتركيب ، ويقترح أيضاً تغيير تبليطات الأرضيات الخاصه بساحة المدخل الرئيسي للمبني بتبليطات غير مزججه وتظليله بمظلات يمكن إستغلالها كحيز تعلم للطلاب ، كما في شكل (28) .</p>  <p>شكل (28) يوضح أسلوب التظليل بشكل أنيق لساحة مدخل المبني الرئيسي المصدر: http://www.diplomaticclub.org</p>	<p>إعتمد المبني في التخلص من الطاقة الحراريه الزائده عن طريق إستخدام الفتحات في الواجهات والفناء الموجود بالمبني ولكنها لا تؤدي الوظيفة المطلوبه بكفاءه، كما أن ساحة المدخل أمام مبني الكليه تشع قدر كبير من الحراره أثناء فترة الظهيره مما أدى إلي زياده الطاقه الحراريه</p>	<p>التخلص من الطاقة الحراريه الزائده</p>
<p>يقترح البحث إستخدام إطارات مربعة بارزة ببروز حوالي 60سم تحيط بمحيط النافذه يمكن إستخدامها ككاسرات للشمس ، ويفضل أن تكون تلك البراويز مصنوعه من الشبك الممد المثبت علي شاسيهات حديدية، حيث يري البحث أنها تتميز بسهولة تركيبها وسهولة تشطيبها ولا تحتاج لمهاره في التركيب، ولا لإخلاء المبني من المستخدمين أثناء التنفيذ ، كما في شكل (30)</p>  <p>شكل (30) يوضح إستخدام كاسرات الشمس علي النوافذ المصدر: http://www.ktytre-arch-hou.org</p>	<p>لم يراعي في المبني وجود أي كاسرات شمس أو مشغولات معدنيه أو مشربيات علي الفتحات والنوافذ كما بالشكل التالي الذي يوضح الواجهه الجنوبيه ومظاهر الجفاف تغلب عليها، شكل (29)</p>  <p>شكل (29) يوضح الواجهه الجنوبيه: تصوير الباحث</p>	<p>التحكم في الحراره المكتسبه من الشمس</p>

تابع جدول (6)

تحليل عناصر الإستدامة بالمبني محل الدراسة وتقديم الحلول المناسبة: إعداد الباحث

<p>يقترح البحث إستخدام المراوح المحورية التي تستخدم في سحب وتميرير الهواء ، كما في شكل (31)</p>  <p>شكل (32) يوضح مروحة محورية تستخدم لسحب وتميرير الهواء للفرغات المصدر: http://www.schorsch.com/en/kbase/redi</p>	<p>يتمتع المبني بإستخدام أساليب التهوية الطبيعية في جميع الفراغات بصورة مباشرة من خلال الفتحات والنوافذ ، كما يعتمد المبني أيضاً علي مواجهة تبريد معظم الفراغات بإستخدام التهوية الصناعية كالمكيفات .</p>	<p>كفاءة بيئة التهوية الداخلي</p>
<p>يقترح البحث تغيير الإضاءة وإستخدام اللمبات الليد من النوع t5 الموفرة للطاقة حيث أنها توفر حوالي 50% من إستهلاك الكهرباء للإضاءة ، كما في شكل (34)</p>  <p>شكل (34) يوضح لمبات الليد عاليه الكفاءه t5 المصدر: http://www.LEED.com/en/kbase/redir/interior.html</p>	<p>لم يتطرق المبني إلى ترشيد إستهلاك الطاقة حتي في إستخدام وحدات الإنارة كما في شكل (33) .</p>  <p>شكل (33) يوضح نوعية اللمبات المستخدمة تصوير : الباحث</p>	<p>ترشيد إستهلاك الطاقة</p>
<p>يقترح البحث إعادة تدوير النفايات مثل ورق التصوير ولوحات المشاريع والرسومات، وأيضاً المعلبات والزجاجات حيث يمكن إستغلال هذه المواد بصورة جيدة إذا تم فرزها وتسليمها لأحد الجهات المختصة بإعادة التدوير كما في شكل (35).</p>  <p>شكل (35) يوضح بعض الحلول المقترحة لفرز المواد وإعادة تدويرها المصدر: http://projects.bre.co.uk/envbuild/envirbui.pdf</p>	<p>لم يتم الاستفادة من النفايات بأي صورة.</p>	<p>إدارة الموارد والنفايات</p>
<p>تغيير الأجهزة الصحية إلى أجهزة حديثة ذات كفاءة عالية لتوفير المياه، مثل التواليت ذو التدفق المزدوج ، وصنابير ضعيفة التدفق لترشيد إستهلاك المياه.</p>  <p>شكل (36) يوضح بعض الجهاز الصحي مزدوج التدفق المصدر: http://projects.bre.co.uk/envbuild/envirbui.pdf</p>	<p>لم يراعي أي أسلوب للحفاظ علي المياه</p>	<p>الحفاظ علي المياه</p>

المحور الرابع: دراسة وضع الطاقة المستهلكة في المبني محل الدراسة

وفيما يلي جداول توضح حساب الطاقة المستهلكة بالمبني محل الدراسة وحلول تقليلها وتحقيق الإكتفاء الذاتي:

أولاً: فراغات تعليمية تعمل حوالي 9 اشهر في العام الدراسي وتشمل (المدرجات والقااعات الدراسية والفضول التعليميه والمعامل ومعامل الكمبيوتر)

جدول (7)

يوضح الطاقه المستهلكه للفراغات التعليميه بالمبني محل الدراسه: إعداد :الباحث

إسم الجهاز	العدد	قدرة الجهاز بالوات	عدد ساعات التشغيل اليومية/تقريباً	الطاقة المستهلكة يوميا بالكيلوات
وحدات إضاءة فلورسنت	190	60	8	91.4
وحدات إضاءة نيون	230	40	8	73.2
كمبيوتر	130	50	6	39
إجمالي الطاقة المستهلكة يوميا				203.6 تقريبا
إجمالي الطاقة المستخدمة شهريا (26 يوم)				5293 تقريبا
إجمالي الطاقة المستخدمة سنويا (9 أشهر)				47650 تقريبا

جدول (7)

يوضح الطاقه المستهلكه في الفراغات الإداريه للمبنى محل الدراسه: إعداد: الباحث

اسم الجهاز	العدد	قدرة الجهاز بالوات	عدد ساعات التشغيل اليومية/تقريباً	الطاقة المستهلكة يوميا بالكيلوات
ماكينات تصوير	8	200	3	4.8
وحدات إضاءة فلورسنت	210	60	8	100.8
وحدات إضاءة نيون	175	40	8	56
مكيفات	20	1655	6	200
الثلاجات	5	500	24	60
طابعات	15	150	3	6.75
سخان بويلر	12	400	3	14.4
سخان مياه	5	1400	3	21
كمبيوتر	40	50	6	12
شاشات تلفاز	8	150	6	7.2
اجهزه أخرى	3	120	3	1.1
إجمالي الطاقة المستهلكة يوميا				484 تقريبا
إجمالي الطاقة المستخدمة شهريا(26يوم)				12585 تقريبا
إجمالي الطاقة المستخدمة سنويا(12شهر)				151000 تقريبا

جدول(8)

يوضح سعر تعريفه الكهرباء حاليا -يناير 2020

السعر /قرش	شرائح الأستهلاك -ك.و.س /شهر
22	من صفر حتى 50
30	من 51 حتى 100
36	من 101 حتى 200
70	من 201 حتى 350
90	من 351 حتى 650
135	من 651 حتى 1000
145	أكثر من 1000

• جميع البيانات في النظام الشمسي إقتبسها الباحث من خلال الزيارات لعدة شركات متخصصة

- تطبيق الخلايا الشمسية علي المبنى محل الدراسه لترشيد الطاقه: قبل البدء في إقتراح البحث للخلايا الشمسية، قام الباحث بالزياره الميدانيه للمبنى محل الدراسه وتم التأكد من عدم وجود مرتفعات قريبه من المبنى لكي تسقط الظلال علي الخلايا الشمسية، مما يضعف الجدوي والفائده المتوقعه منها، وتؤكد الباحث أن العامل الوحيد الذي يمكن أن يسقط الظلال هو دروة السطح، لذلك يجب الإبتعاد عن الدراوي بمقدار 1.5 م، ورفع الخلايا أيضا عن السقف بمقدار 60سم تقريبا وبزاويا ميول 25 درجه، حيث أثبتت الدراسات السابقه أن الزاويه المثلي لإنتاج الطاقه هي 25 درجه، ولا بد من ترك مسافات بين كل صف وأخر مسافه 70سم، وذلك لضمان عدم وجود ظلال طوال فترة النهار، كما في شكل (37)



شكل (37) يوضح المسافات البينييه بين الألواح وبعضها وركائز التثبيت: تصوير الباحث لمشروع قائم بمبنى محافظه دمياط: تصوير الباحث

- عدم إمكانية إستغلال الواجهات الشماليه نظرا لأنها مظلة طوال النهار.

ومن خلال زيارات الباحث لعدة شركات متخصصة في زرع وتركيب الخلايا الشمسيه، خلال شهر شهر ديسمبر 2019 تبين أن النوع المتداول في الأسواق هو النوع الموضح بالشكل التالي(38).

جميع البيانات بالجدول السابقه مقتبسه من خلال زيارات الباحث لشركات الأجهزه الكهربيه

في الجداول السابقه تم حساب الطاقه المستهلكه علي مدار اليوم في فراغات المبنى محل الدراسه من المعادله التاليه:

قدرة الجهاز × عدد الأجهزه × عدد ساعات التشغيل = 1000 = الطاقه المستهلكه بالكيلوات

من الجداول السابقه يتضح أن:

- متوسط معدل الإستهلاك اليومي

للكهرباء = 484 + 203.6 = 687.6 كيلوات في اليوم الواحد.

متوسط معدل الإستهلاك الشهري

للكهرباء = 12585 + 5293 = 17878 كيلوات في الشهر.

متوسط معدل الإستهلاك السنوي

للكهرباء = 151000 + 47650 = 198650 كيلوات في السنه.

وبناء علي ماسبق يتضح أن المبنى محل الدراسه يستهلك طاقه كهربيه تقدر بحوالي 25925 جنيه مصري كل شهر، وبالتالي يستهلك في العام 288000 جنيه مصري تقريبا، حسب ما يوضحه الجدول التالي لتعريفه الكهرباء لعام 2020



ويري البحث أنه يفضل زرع الخلايا الشمسية علي السقف النهائي للمبنى محل الدراسه دون الواجهات لعدة أسباب:

- لا تتميز الخلايا الشمسية بشكل جمالي فيغلب عليها اللون الأزرق الداكن الغير مستحب في الواجهات، كما أن تخلل الفتحات بالواجهه يجعلها صعبه التنظيف.
- زرعه علي الواجهات يجعلها عرضة لأعمال التخريب.
- عدم تعامد أشعة الشمس علي الواجهات طوال فترة النهار.

شكل (38) يوضح خصائص اللوح الشمسي المقترح ومحولات التيار: المصدر: أحد الشركات المتخصصة لتركيبة الخلايا الشمسية

لعدة أماكن تم تنفيذها تبين أن كل مجموعة تحتوي علي 4 ألواح شمسية تحتاج ركائز حديدية تقدر بحوالي 700 جنيه مصري.

إن تكاليف الركائز = (226.25 × مجموع شمسية × 700 جنيه مصري = 158375 جنيه مصري)

حيث أوضحت الشركة أيضا أنه من خلال تجاربها في التركيب والتوزيع أن تكلفة باقي مكونات النظام (كابلات - تركيب وتشغيل - نقل - حوامل كابلات - قواطع كهربيه - عداد بنظام تعريفه التغذية)، تقدر بواقع 300 جنيه للوح الشمسي الواحد

إن تكاليف باقي المكونات تقدر بحوالي (300 × 905) = 271500 جنيه مصري

كما تبين أيضا أن النظام يحتاج إلي جهاز إنفرتر يقدر بمبلغ 23000 جنيه مصري

وأيضا عدد 5 منظمات أمبير بحوالي 25000 جنيه مصري

إن إجمالي التكاليف لأول سنة بدون تكاليف الصيانة:

25000 + 23000 + 158375 + 27150 + 525000 + 1221750 + 127400
جنيه مصري = 2107675

وفيما يلي تقدير التكلفة الإجمالية بالجنيه المصري خلال سنوات العمر الافتراضي ومن ثم، حساب قيمة التوفير.

جدول (9)

يوضح إجمالي تكاليف المشروع خلال سنوات العمر الافتراضي: إعداد الباحث

الإجمالي بالجنيه المصري	تكاليف الصيانة بالجنيه المصري بعد التضخم السنوي والمقدر بـ 10% سنويا	السنة
2107675	-----	1
21127675	5000	2
2118175	5500	3
2124225	6050	4
2130880	6655	5
213820	7320.5	6
2146253	8052.55	7
2155111	8857.8	8
2164854.5	9743.6	9
2175572	10717.9	10
2187362	11789.7	11
2200331	12968.7	12
2214596.6	14265.6	13
2230288.6	15692	14
2247550	17261	15
2266536.6	18987	16
2287422	20885.7	17
2310396	22974	18
2335517	25271	19
2365812	27798	20
2396250	30577.8	21
2400150.6	33635.6	22
2437150.6	37000	23
2477820	40700	24
2497170	44070	25

أما بالنسبة للعمر الافتراضي لأهم مكونات النظام الفوتوفولتي المقترح، بالنسبة للألواح 25 سنة، ومحول التيار 20 سنة، وذلك مع الصيانة الدورية والمستمرة، وذلك بناء علي ما أوضحته إحدى الشركات المتخصصة النظام الشمسي:

من خلال تواصل الباحث مع إحدى الشركات المتخصصة في مجال الطاقة الشمسية من تركيب وصيانة لمدة أكثر من 17 سنة خبره، إطمئن الباحث لما أوضحه مدير الشركة وتبين الآتي:

أن كل لوح من ألواح الخلايا الشمسية للنوع السابق ذكره بإمكانه أن يعطي قدره إنتاجيه 1 كيلو وات في اليوم الواحد.

من الجداول السابقة يتضح أن معدل الإستهلاك اليومي للمبني محل الدراسة هو (687.6) كيلو وات في اليوم الواحد

وعلي حسب القدره الإنتاجيه للوح الشمسي المقترح، يمكن إستنتاج أن عدد الخلايا الشمسية المقترض زرعها يساوي $(1 \div 687.6) = 687.6$ لوح شمسي، أي ما يعادل مساحة 1109.5 متر مربع، حيث أن مساحة اللوح الشمسي الواحد للنظام السابق المقترح تعادل 1.6 متر مربع، حيث أن أبعاده (1.63 × 0.992 م).

ومن خلال الزيارات الميدانية تبين أن هناك معدلات فقد في النظام أوضحتها هيئه الطاقة من خلال المعادله التاليه:

كفاءة مكونات النظام = كفاءة توصيل المصفوفات (0.9) × كفاءة الأسلاك (0.97) × كفاءة المحول (0.92) × كفاءة توافق مكونات النظام (0.98) × كفاءة سريان التيار داخل الخلايا (0.97) = 0.76
ومن خلال المعدل الثابت (0.76) يمكن إستنتاج أنه لا بد من زيادة عدد الألواح الشمسية لتعويض الفقد الحادث

وبناء علي ما سبق يمكن القول أن عدد الألواح المقترح والبالغ عددهم (687.6 لوح شمسي) يمكنها بعد الفقد إنتاج معدل طاقه كفاي ما ينتجه عدد (522.5 لوح شمسي)، وهو (522.5 كيلووات) ومن خلال النسبه والتناسب يمكن إستنتاج أنه لا بد من زيادة عدد الألواح إلي (905 لوح شمسي) بما يعادل مساحة 1463 متر مربع

حساب تكاليف النظام الشمسي:

وبناء علي ماتم إيضاحه من مدير الشركة تبين أن كل 20 لوح خلايا شمسية يحتاج إلي بطاريه تخزين أي ما يعادل 91 بطاريه تخزين، وحيث أن سعر البطاريه 1400 جنيه مصري، إذن تقدر البطاريات بحوالي (91 × 1400 = 127400 جنيه مصري)

من خلال تقصي الباحث عن أسعار النوع السابق ذكره لأكثر من شركة متخصصة، تبين أن سعر اللوح الشمسي الواحد بالموصفات السابقه يبلغ حوالي 1350 جنيه مصري، (905 × 1350 = 1221750 جنيه مصري)

وأيضا تبين أن المحولات اللازمه للنظام تقدر بحوالي 10 محولات، في حين أن سعر المحول الواحد حوالي 3000 دولار وهو ما يعادل 50250 جنيه مصري في حين أن الدولار يعادل 16.75 جنيه

إن سعر المحولات يقدر بحوالي (10 محول × 50250 = 525000 جنيه مصري)

وحيث أن الألواح تحتاج لركائز حديدية عباره عن قطاعات علي شكل زوايا قائمه من الحديد المجلفن المقاوم للصدأ، ومن خلال تقصي الباحث والإستفسار

المراجع

- [1] Ran, H. (2015, December 28-29). The Investigation And Analysis On The Life-Span Of Residential Buildings. 3rd International Conference On Education, Management, Arts, Economics And Social Science (ICEMAESS 2015), Changsha, China, 591-595.
- [2] Mequignon, M., &Haddou, H. A. (2014). *Lifetime Environmental Impact Of Buildings*. 1st Ed., Cham, Springer.
- [3] Wilkinson, S., Hajibandeh, M., &Remoy, H. (2016). Sustainable Development. In M. Noguchi (Ed.), *ZEMCH: Toward the Delivery of Zero Energy Mass Custom Homes*, (Pp. 1-30). Cham: Springer.
- [4] Manganelli, B. (2014). Economic Life Prediction of Concrete Structure. *Advanced Materials Research*, 919, 1447-1450.
- [5] Barr, S. K., Cross, J. E., & Dunbar, B. H. (2017). *The Whole-School Sustainability*
- [6] *Framework: Guiding Principles For Integrating Sustainability Into All Aspects Of A School Organization*. 1st Ed., Washington, Green Building Council.
- [7] العيسوي ، محمد علي (2003) . تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمبني علي الإكتساب الحراري . جامعة القاهرة . رساله ماجستير ص 155
- [8] النقراشي ، حسن داود ، (2014) . إحتياجات المجتمع المصري في عام 2050 إنطلاقا من 2014 . القاهرة : الشبكة المصرية للطاقة المتجددة والمياه ص 301
- [9] Vilhena, A., Pedro, J. B., &Paiva, J. V. (2010). Assessment Method For Buildings' Rehabilitation Needs. Development and Application. In *2010 CIB World Congress, Salford Quays (Inglaterra)*, 10, Salford, United Kingdom.
- [10] Chandar, S. S. (2014). Rehabilitation Of Buildings. *International Journal Of Civil Engineering Research*, 5(4), P. 335
- [11] Barr, S. K., Cross, J. E., & Dunbar, B. H. (2017). *The Whole-School Sustainability Framework: Guiding Principles For Integrating Sustainability Into All Aspects Of A School Organization*. 1st Ed., Washington, Green Building Council. P. 122
- [12] Barr, S. K., Cross, J. E., & Dunbar, B. H. (2017). *The Whole-School Sustainability Framework: Guiding Principles For Integrating Sustainability Into All Aspects Of A School Organization*. 1st Ed., Washington, Green Building Council. P. 15
- [13] محمود، مصطفى منير. آليات تفعيل استخدام الطاقة الشمسية في ايجاد تنمية حضرية مستدامة، مصر ، رساله دكتوراه ، كلية التخطيط العمراني جامعة القاهرة، 2015 ص 14.
- [14] Omoregie, A. D., Alabi, A. O., & Imuetinyan, A. E. (2016). Providing Sustainability In Educational Buildings Through The Use Of Compressed Stabilized Interlocking Earth Blocks. *Journal of Construction Engineering, Technology and Management*, 6(2), 130-140.
- [15] شرف، كمال الدسوقي. تكنولوجيا البناء المتقدمه تقييم لتجارب التطبيق في مصر. جامعة القاهرة ، رساله دكتوراه 1995. ص 212
- [16] محمد ماهر حسنين ، تقييم غلاف المبني ودوره في الراحة الحراريه، رساله ماجستير ، جامعه القاهرة، ص 115
- [17] البارودي ، عزت" ، المختصر المفيد في تصميم الانارة الداخلية ، " الطبعة الاولى، ص 44

Title Arabic:

إعادة تأهيل المباني التعليمية القائمة في ضوء الإستدامة

Arabic Abstract:

يتزايد الخطر ويتفاقم بمرور الوقت، وكذلك التأثيرات السلبية للتشديد والبناء علي البيئة، وإستهلاك مواردها الطبيعية وارتفاع تكاليف إستهلاك الكهرباء ، ولعل العائق الأساسي الذي يواجه قطاعات التشييد، هو إنتاج مباني ذات كفاءة في إستهلاك الطاقة والمياه وذات إستخدام أمثل للموارد ومواد بناء طبيعية، كما تعتبر المباني التعليمية عموما نواة التأثير علي المجتمع نحو التحول للفكر المستدام وزيادة الوعي في المجتمع بأهمية تطبيق مفهوم الإستدامة ، وتتمكن مشكلة البحث في إحتياج الدول بإستمرار لإنشاء مباني جديدة بمختلف الوظائف ولكن عملية البناء وعملية تشغيل تلك المباني تستهلك الكثير من الطاقة، وتتسبب في الإنبعاثات الكربونية وغازات أخرى ملوثة للبيئة ، ولكننا لا يجب أن نغفل عن نسبة المباني الحالية الغير مؤهلة طبقا لمبادئ التنمية المستدامة ، حيث أنه إذا تم تحديثها وإعادة تأهيلها وإضافة عناصر وتقنيات إليها سيساعد هذا في إستغلالها أفضل إستغلال ، مما يجعلنا نخطو خطوه للأمام لتخفيف العبء الواقع علي الدولة من حيث الطلب علي الطاقة، وذلك لترشيد إستهلاك الكهرباء، وللحاق بدول الغرب التي إتجهت بالفعل إلي تحويل مبانيها السكنية والتعليمية وحتى الدينية القائمة، لتصبح مباني مستدامة وتشجيع مواطنيها علي الإبتكار ومواكبة التطور التكنولوجي

مما سبق يمكن تحديد تكلفة المشروع بأكمله وخلال العمر الإقتصادي بقيمة 2497170 جنيه مصري، وحيث أن المبني محل دراسته يستهلك طاقة كهربيه تقدر ب 288000 جنيه مصري سنويا ، إذن يمكن إسترداد التكاليف خلال 8.6سنة

• الفوائد المباشرة للخلايا الشمسية علي المبني محل الدراسة:

1- فوائد علي المبني محل الدراسة.

– إسترداد تكلفة المقترح خلال 8.6سنة. والإستفادة الكاملة منها لبقية عمرها الإقتصادي والذي يصل ل 25 سنة مع إستمرار الصيانة السنوية.

2 فوائد علي الدولة.

تخفيف الضغط علي الشبكة العمومية وذلك من خلال الطاقة الكهربائية الناتجة من هذه الخلايا.

3- فوائد بيئية.

تقليل الضرر الناتج من إستخدام مصادر الطاقة التقليدية فضلا عن نضوبها وبالتالي إرتفاع أسعار الوقود.

توليد الطاقة بالمصادر المتجددة لايسبب تلوث بيئي(طاقة نظيفة)

• نتائج دراسة الحالة :

أثناء مسار البحث لتحقيق أهدافه ، وجد أن من خلال الدراسة التحليلية للمبني إتضح عدة نتائج تمثلت فيما يلي :

- لم يتطرق المبني محل الدراسة إلي وضع أي خطة للتحكم في التدفق الحراري من خلال أغلقة الخارجية ، وإنما تم الإعتماد فقط علي سمك الحائط الأصلي للمبني.
- إتمد المبني محل الدراسة علي أسلوب التهوية الطبيعية للفرغات بشكل تقليدي عن طريق الفتحات والنوافذ دون التطرق إلي مسببات حركة الهواء أو سحب الهواء بأي طريقة .
- إتمد المبني محل الدراسة في إضاءته علي الإضاءة الطبيعية ، والتي يمكن تحسينها بالإضاءة الصناعية ، ولم يتطرق إلي وضع أي خطة للتحكم في الإضاءة الطبيعية.
- لم يتطرق المبني محل الدراسة إلي أي إستراتيجيات تحقق الإستدامة في المبني من الحفاظ علي المياه وإعادة تدوير المواد وغيرها .
- البيئة الخارجية أمام المدخل الرئيسي يغلب عليها الجفاف بسبب ندرة التشجير وعدم التظليل.
- غياب عوامل الأمن في المبني محل الدراسة.

☒ توصيات البحث للمختصين بالمبني محل الدراسة:

- 1- عدم إهمال الصيانة الدورية للمبني بعد تطبيق المقترحات السابقة للحفاظ عليها .
- 2- تغيير اللون الخارجي للمبني محل الدراسة إلي اللون الفاتح.
- 3- تفعيل فتح مداخل المبني المغلقة لضمان تهوية وإضاءة الدور الأرضي.
- 4- التوعية بأهمية الإستدامة لدي الطلاب ، بل أيضا يمكن دمجها ضمن المقررات الدراسية.
- 5- ضرورة الإستفادة من التجارب العملية المنفذة بالفعل في المباني التعليمية القائمة.
- 6- الإهتمام بالبيئة الخارجية وتظليلها وتفعيل نظام التعلم المفتوح ، حيث أنه مناسب لطبيعة قسم العمارة .
- 7- الإكثار من التشجير بالنباتات قليلة إستهلاك المياه حول المبني محل الدراسة.
- 8- تخصيص أماكن لجمع وفرز المواد والنفايات.