سبل تحسين جودة البيئة الداخلية بمدارس التعليم الأساسي الحكومي الراحة الحرارية / الإضاءة

Ways To Improve The Quality Of The Internal Environment In Public Basic Education Schools Thermal Comfort / Lighting

إعداد

م.م/ زينب حسن أحمد يوسف

مدرس مساعد بقسم الديكور – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا

أ.د/ وفاء عمر عبد الحليم مسلم

أستاذ متفرغ العمارة الداخلية بقسم الديكور – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا

أ.م.د/ مها لؤي محمود حسين

أستاذ مساعد العمارة الداخلية بقسم الديكور – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا

مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية

معرف البحث الرقمي DOI: 10.21608/jedu.2022.126901.1617

المجلد الثامن العدد 43 . نوفمبر 2022

الترقيم الدولي

P-ISSN: 1687-3424 E- ISSN: 2735-3346

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري https://jedu.journals.ekb.eg/

موقع المجلة http://jrfse.minia.edu.eg/Hom

العنوان: كلية التربية النوعية . جامعة المنيا . جمهورية مصر العربية

ملخص البحث:

تعنى جودة البيئة الداخلية IEQ[1]* بالظروف الداخلية التى توفر الراحة لمستخدمى الحيز من الإضاءة، الراحة الحرارية والصوتية، التهوية مع إستخدام الخامات والمواد الصديقة للبيئة. ونرى الإتجاه العالمي المتزايد نحو الحاجة إلى الإستفادة من المعالجات البيئية التي توفر الراحة داخل الحيزات و تقليل الضرر على الإنسان و البيئة.

أطفال المدارس هم أكثر حساسية للمشاكل الناتجة عن فرق جودة البيئة الداخلية حيث يؤثر ضعف جودة الأماكن المغلقة على قدرتهم على التعلم (نقص التركيز، ضعف الأداء والتغيب المتكرر) والأهم من ذلك صحتهم (الربو، مسببات الحساسية، المشاكل البصرية) و هو من أهم أسباب إنشاء بيئة داخلية عالية الجودة، حيث يزيد التصميم الفاعل لعناصر البيئة الداخلية للمباني المدرسية من الأثر الإيجابي على الطالب لما له من دور كبير في تحقيق الراحة وتوفير الجو المناسب لتحقيق الغاية المقصودة من المبنى المدرسي، و تؤثر العديد من العناصر على جودة البيئة الداخلية ووفقاً للمعايير الدولية يتم تحديدها من خلال عوامل الراحة (حرارية؛ بصرية؛ صوتية) وجودة الهواء الداخلي.

لذلك على المصمم دراسة الأثر المحتمل لها على تعليم الطالب فتحسين أوضاع المباني المدرسية كماً وكيفاً يساعد على تحسين كفاءة العملية التعليمية.

كلمات مفتاحية:

جودة البيئة الداخلية IEQ – الراحة الحرارية – الراحة البصرية – المباني المدرسية.

مقدمـــــة:

تعد جودة البيئة الداخلية (IEQ) للمباني المدرسية جزء لا يتجزأ من بناء المدارس عالية الأداء. يمكن أن يقلل (IEQ) الجيد من تغيب الطلاب والمعلمين ، ويزيد من

[1] جودة البيئة الداخلية : هي مؤشر عام لجودة الظروف داخل المبنى تهدف إلى تحسين البيئة في الأماكن المغلقة وتحقيق الراحة والمساعدة في الحد من أمراض البناء .

أداء الطلاب ، ويحسن معدلات إستبقاء المعلمين. من المؤكد أن هناك فهمًا شائعًا بأن البيئات النظيفة والهادئة والآمنة والمريحة مهمة للتعليم والتعلم في المدارس، جودة البيئة الداخلية هى مؤشر للظروف الداخلية التى توفر الراحة لمستخدمى الحيز مع إحترام عوامل التهوية ، الإضاءة الطبيعية ، الرياح ، الطاقة ، إستخدام الخامات ، المواد الصديقة للبيئة و تحقيق الراحة لمستخدمى الحيز، حيث ظهرت مشاكل عديده للأبنية المدرسية نتيجة إهمال جودة البيئة الداخلية منها ظاهرة (المبنى المريض *[2] Sick) building syndromeكما ظهرت أمراض سيكولوجية نفسية و أخرى عضوية . تلك المشاكل يمكن تجنبها عند الأخذ فى الإعتبار أن يكون التصميم متوافق مع إحتياجات المستخدمين من الطلاب والمعلمين سيكولوجياً وفسيولوجياً وإشباع حاجاتهم بشكل تام . لذلك المبانى التى يقضى فيها المستخدمين وقت طويلاً على مدار اليوم يجب أن توفر مستويات من الراحة و جودة عالية للبيئة الداخلية من حرارة ، إضاءة وغيرها وذلك طوال فترة التواجد بها .

مشكلـــة البحـث :

1) ضعف جودة البيئة الداخلية لحيزات المباني المدرسية الحكومية / عنصري (الراحة الحرارية / الإضاءة) محل الدراسة .

هـــدف البحـث :

رصد و تحليل عنصري (الراحة الحرارية / الإضاءة) ضمن معايير جودة البيئة الداخلية لحيزات المباني المدرسية لتوفير أكبر قدر من الراحة الداخلية و تحقيق أعلى كفاءة للطاقة .

[2] المباني المريضة :ظاهرة تحدث في المبنى بحيث تتسبب في معاناة معظم قاطنيه من عدم إرتياح وظهور أعراض مرضية عليهم متفاوتة وغير محددة بطبيعتها وتعتمد على حساسية الأشخاص لمؤثراتها.

أهمـــية البحـث :

– ترجع أهمية البحث الي ضرورة الوعي بدور جودة البيئة الداخلية للتصميم الداخلى لمباني التعليم الأساسي للتغلب على المشاكل المؤثرة على تحقيق الراحة والتوافق البيئي داخل الحيز وأثر ذلك علي نجاح العملية التعليمية.

فرضيات البحث :

– يفترض الباحث أن تحقيق جودة البيئة الداخلية IEQ في المباني المدرسية (الظروف الحرارية / ظروف الإضاءة) يؤدي إلي تحقيق الإرتقاء بالآداء وتحسين جودة الخدمات لتلك المباني .

منهجية البحث :

– إعتمد الباحث في دراسته على المنهج الوصفي من خلال وصف مفهوم جودة البيئة الداخلية ومبادئها وعلاقتها بمفردات وعناصر تصميم حيزات المباني المدرسية ودورها في تحسين أداء المبنى، كما يستند البحث على المنهج التحليلي في عرض نماذج لتصميمات حيزات ذات جودة بيئية عالية وصولاً لأهم النتائج و التوصيات المطلوب تحقيقها و التي تسهم بدورها في توجيه الإمكانيات المتاحة لتصميم مباني مدرسية جيدة

1. الراحة الحرارية للطلاب والمعلمين في المباني المدرسية :

الراحة الحرارية : هى حالة عقلية يشعر معها الإنسان بالرضى عن ظروف البيئة المحيطة به . ويفضل بعض الباحثين تعريفها بطريقة عكسية بمعنى " الراحة الحرارية أو التعادل الحرارى هى حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرد أو بالحر، أو يشعر بأى مضايقة نتيجة لخلل فى البيئة الحرارية "[3]. والتعبير الأخير قد يكون أقرب للفهم، فالإنسان نادراً ما يلفت إنتباهه أنه (مرتاح حرارياً) ولكن قد يثير إهتمامه إحساسه بالحرارة أو البرودة أو سطوع أشعة الشمس المباشرة فى عينيه، فعندما يبدأ إهتمام

[3] Markus, T.A., & Morris, E.N. - Building Climate and Energy Pitman Publishing, L.T.D. London – 1978 – p 14.

الإنسان ينتقل من عمله أو إهتماماته الطبيعية إلى الظروف الحرارية المحيطة به، تبدأ حالة الضيق من هذه الظروف. وبالتالي يحدث تشتت ذهني يقلل من أداءه الوظيفي .

1-1التأثيرات السيكولوجية والفسيولوجية للحرارة على صحة الطلاب (الصحة الحرارية):

الصحة الحرارية هو مصطلح يشمل جميع تأثيرات الظروف الحرارية على الصحة والوظيفة الإدراكية والأداء ، والتي تتجاوز مجرد الراحة. " الصحة الحرارية تتأثر بالعوامل الفردية مثل الملابس والنشاط البدني ومعدل التمثيل الغذائي والتفضيل الشخصي،* كما تتأثر أيضًا بالمباني ، بما في ذلك درجة حرارة الهواء ، سرعة الهواء والرطوبة ، والتي يتم التعبير عنها كنسبة مئوية تتناسب مع درجة حرارة الهواء . " يمكن أن تتأثر درجات الحرارة الداخلية بخصائص تشغيل الفصل الدراسي ، بما في ذلك كثافة الفصل العددية،" [4] وكذلك هيكل المبنى وطريقة التهوية المستخدمة.

1-1-1التأثيرات الفسيولوجية (صحة الطلاب) : إرتبط إرتفاع الرطوبة بتطور وتفاقم أعراض الجهاز التنفسي لدى الأطفال في المدارس، في حين إرتبط إنخفاض الرطوبة المطلقة بزيادة بقاء فيروس الأنفلونزا وإنتقاله و ظهور فاشيات الأنفلونزا الموسمية

1-1-2 التأثيرات السيكولوجية (تفكير الطلاب) : يمكن للظروف الحرارية أن تصرف إنتباه شاغلي المباني المدرسية عن قدرتهم على التركيز في الفصل الدراسي، عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة ، يكون المعلمون والطلاب بشكل عام أبطأ في التفاعل ومعالجة المعلومات من محيطهم، " إن الإجهاد الحراري* قد يزيد من التعب العقلي أثناء أداء مهام الإنتباه المستمر الذي يتطلب موارد معرفية أكبر" [5].

[4] Chatzidiakou, L., Mumovic, D., & Summerfield, A. (2015a). Is CO2 a good proxy for indoor air quality in classrooms? Part 1: The interrelationships between thermal conditions, CO2 levels, ventilation rates and selected indoor pollutants. Building Services Engineering Research and Technology

[5] Qian, S., Li, M., Li, G., Liu, K., Li, B., Jiang, Q., & Sun, G. (2015). Environmental heat stress enhances mental fatigue during sustained attention task performing: Evidence from an ASL perfusion study. Behavioural Brain Research, 280, 6-15.

*التفضيل الشخصي: هو مصطلح يُستخدم في علم النفس في الإشارة عادة إلى ما يتعلق بالإختيار بين البدائل: فالشخص يفضل (أ) على (ب) إذا ما اختار (أ) بدلا من (ب) .يُمكن للمرء أن يفسر مصطلح "التفضيل" ليعني الحكم التقييمي، بمعنى أنه يروق له شيء ما أو يكرهه.

" الإجهاد البارد مثل إنخفاض درجة الحرارة المحيطة ، قد يكون له تأثير سلبي على الوظيفة الإدراكية عن طريق زيادة التشتت" [6] ، تُظهر الأبحاث أن المهام المعقدة مثل الذاكرة العاملة * ومهارات التفكير والتخطيط معرضة بشكل خاص للإجهاد الشديد للحرارة ، في حين أن المهام الأبسط كانت أقل تأثراً بهذه الحالة ، " في دراسة ركزت على الإجهاد البارد ، وُجد أن أداء المهام البسيطة والمعقدة قد تأثر سلبًا، كما أن درجات الأداء المعرفي كانت أعلى بنسبة 5٪ في الحالات المقبولة ذاتيًا (المحايدة حرارياً) مقارنة بالظروف الحرارية غير المقبولة، في حين أن التعرض لدرجة حرارة أعلى كان مرتبطًا بصعوبات أكبر بشكل ملحوظ في التركيز" [7] .

1-2 العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية :

" إن معدل فقد أو إكتساب الحرارة لتحقيق الراحة الحرارية لا يعتمد فقط على عوامل فقد وإكتساب الحرارة بجسم الإنسان، بل تعتمد كذلك على البيئة الخارجية ، فعلى سبيل المثال يمكن إستغلال العوامل المناخية كحركة الهواء أو وجود الإشعاع الشمسي لتحقيق الراحة الحرارية، فمثلاً نجد أن الإنسان عند شعوره بالبرودة يتحرك ليعرض نفسه لمنطقة تحتوي على الإشعاع الشمسي للوصول لدرجة الحرارة المريحة، والعكس صحيح، وإنطلاقاً من ذلك المبدأ يمكن ذكر أهم العوامل المؤثرة على تحقيق الراحة الحرارية :

1-2-1 عوامل مرتبطة بالإنسان نفسه Personal Factors :

- **<u>نوع النشاط:</u>** تتعلق معدلات الطاقة الحرارية الناتجة عن التفاعل الحيوي لجسم الإنسان والتي يقوم بتبديدها في الجو المحيط بنوع النشاط الذي يمارسه .

---

*الإجهاد الحراري : ينتج عن تعرض الإنسان للحرارة المرتفعه بشكل غير مباشر سواء في أماكن الظل أو داخل الغرف . تتميز بفقد الإنسان للكثير من السوائل والأملاح.

[6] Muller MD, Gunstad J, Alosco ML, Miller LA, Updegraff J, Spitznagel MB, Glickman EL. (2012). Acute cold exposure and cognitive function: evidence for sustained impairment. Ergonomics. 55(7):792-8.

*الذاكرة العاملة : هي نظام معرفي محدد الإستخدام والقدرة مسئول عن تخزين المعلومات المتاحة للمعالجة بشكل مؤقت وهي مفهوم نظري يستخدم في علم الأعصاب وعلم النفس المعرفي .

[7] Zhang, F., & Dear, R. (2016). University students' cognitive performance under temperature cycles induced by direct load control events. Indoor Air.

- **الملابس:** نوع الملابس التي يرتديها الإنسان و كمية الحرارة التي يفقدها الجسم إلى الوسط المحيط، وتنقص هذه الكمية بازدياد سماكة هذه الملابس ومقدرتها على عزل الحرارة.

1-2-2عوامل مؤثرة ذات إرتباط مباشر بالظروف البيئية المحيطة : " توجد أربعة عوامل مناخية حرارية ذات تأثير مباشر على الإكتساب أو الفقد الحراري لجسم الإنسان وبالتالي تؤثر على شعوره بالراحة الحرارية، ويمكن إيجاز تلك العوامل في الآتي :

- **درجة الحرارة** Temperature : حيث تتراوح درجة الحرارة التي يشعر معها الإنسان بالراحة الحرارية ما بين 22.5 : 28 ° م " [8].

- " **الرطوبة النسبية** Relative Humidity : تتراوح الرطوبة النسبية التي يشعر معها الإنسان بالراحة الحرارية ما بين 20 : 50% .

- **حركة أو سرعة الهواء** Air Movement: سرعة الهواء الأقل من 1م/ث تؤدي إلى الإحساس بالضيق أو السكون الملحوظ، بينما تكون سرعة الهواء 1م/ث مُرضِية للمستعمل في حين إحتياجه لحركة الهواء تصل إلى**2**م/ث في الحيز الخارجي خاصة مع إرتفاع الرطوبة النسبية وترتفع بحيث لا تتعدى 5م/ث حتى تقع داخل نطاق الراحة".

- **متوسط الحرارة الإشعاعية (°C)** Mean Radiant Temperature **:**

" يمكن التحكم عمليًا بالعوامل الثلاثة الأولى المذكورة أعلاه بواسطة أجهزة التدفئة والتكييف والتهوية الصناعية للوصول إلى المستويات المرغوب فيها، إلا أن درجة الحرارة الإشعاعية تتعلق مباشرة بدرجة حرارة السطوح الداخلية لعناصر البناء المحيطة بحيز الإقامة كالجدران والسقف والنوافذ والتي لا يمكن التحكم بها وتقليل أثرها السلبي إلا عن طريق التصميم الحراري لهذه العناصر بعزلها حراريًا بطريقة مناسبة، ويجري تحديد مستوى الإرتياح الحراري للعوامل المؤثرة المذكورة أعلاه بأشكال بيانية تبين مجال الإرتياح الحراري الذي يقع فيه هذا المستوى"[9].

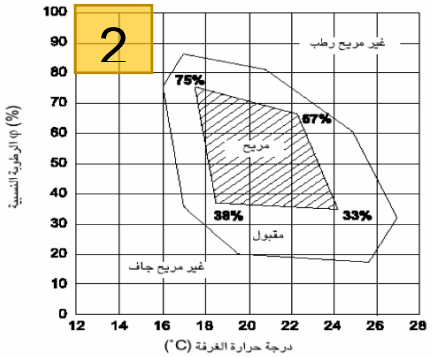
- يبين الشكل(1) مجال الارتياح الحراري تبعًا لسرعة الهواء داخل حيز الإشغال.

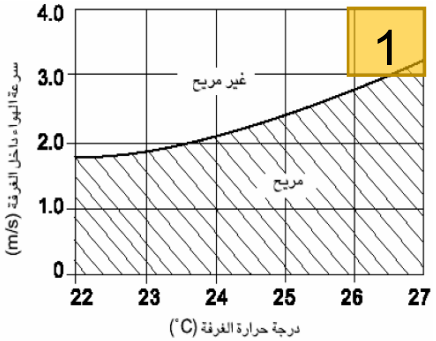
---

[8] محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي، المعتز بالله جمال الدين عبد العظيم – اقتصاديات تصميم الغلاف الخارجي للمباني الإدارية لتحقيق الراحة الحرارية – 2018 – ص4

[9] نفس المرجع .

- بينما يبين الشكل (2) مجال الإرتياح الحراري تبعًا لدرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية داخل حيز الإشغال .

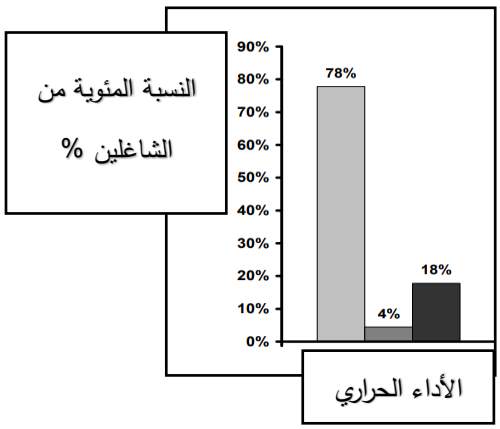




شكل (1 ، 2) مجال الإرتياح الحراري تبعًا لسرعة الهواء و درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية / أسس ومبادئ التصميم الحراري الغاية والهدف من التصميم الحراري – الكودات العربية الموحدة لتصميم وتنفيذ المباني "كودة العزل الحراري" – ص 12 – 2014 م .

3-1 مشكلات الراحة الحرارية للمباني المدرسية الحكومية للتعليم الأساسي بالمنيا :

في بحث نُشِرَ في كلية الهندسة المعمارية ، جامعة دندي / اسكتلندا ، المملكة المتحدة بعنوان (الأداء البيئي للفصول الدراسية : دراسة حالة من محافظة المنيا ، مصر) أُجريت الدراسة على 108 طالب داخل ثمانية عشر مدرسة إبتدائية حكومية بمحافظة المنيا وُجِدَ أن غالبية الطلاب بنسبة 78٪ من المقابلات التي أجراها الباحث في حالة من عدم الراحة الحرارية لمعظم العام الدراسي حيث يعرض (الشكل3) هذه البيانات". [10]



شكل رقم (3) النسبة المئوية للطلاب الذين يشعرون بعدم الراحة 78% ، الحياد 4% والذين لا يستطيعون الإجابة 18% .

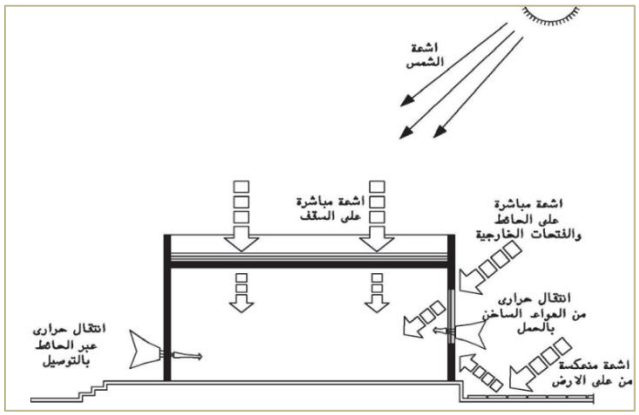
T. Gado, m. Mohamed- a case study from El-minya Governorate, Egypt – p 648

10 t. Gado, m. Mohamed and s. Unwin - the environmental performance of classrooms: a case study from el-minya governorate, egypt - school of architecture, university of dundee, 13 perth road, dundee, dd1 4ht, scotland, uk – p 648 .

*دراسة منشورة قام بها دكتور / ماضي محمد بعنوان التحقيق في الأداء البيئي للمدرسة الإبتدائية الحكومية في مصر: مع الإهتمام بشكل خاص بالراحة الحرارية (صعيد مصر / محافظة المنيا).

1-3-1أسباب عدم الراحة الحرارية داخل المباني المدرسية :

- كثافة الإشغال العالية داخل الفصول الدراسية تصل إلى 0.8 م 2 / فرد .
- قدرة عزل غلاف المبنى المدرسي[11] شكل رقم (4) منخفضة جدًا تتراوح بين 2.8 و 5.1 واط / م^2 كلفن مع عدم عزل جميع الجدران والأسقف الخارجية حراريًا .
- الغلاف الخارجي للمبنى يتكون من ثلاث عناصر :الأسقف/الحائط الخارجي الرأسي / الفتحات الخارجية (أبواب وشبابيك) .



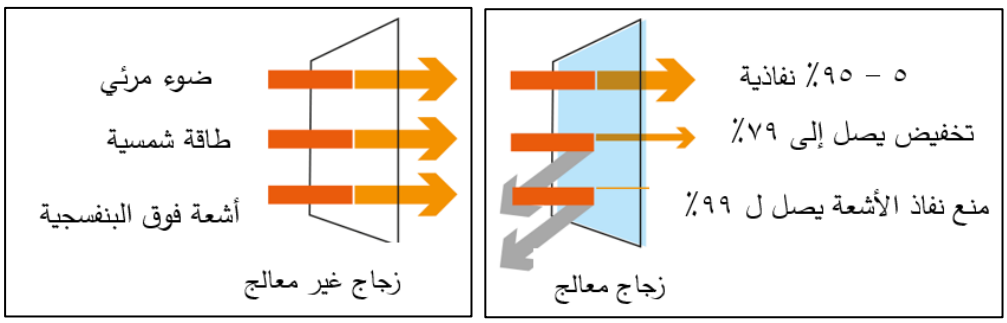
- معامل إكتساب الحرارة الشمسية المرتفع الناجم عن إرتفاع نسبة النافذة إلى الجدار النسبة التي تصل إلى 32٪ بالإضافة إلى الإشعاع الشمسي العالي الحادث على النوافذ شكل (5) .

- توجيه المبنى **: قد يسبب زيادة كبيرة في الكسب الشمسي من خلال النوافذ، بالإضافة إلى إرتفاع درجة حرارة الهواء الخارجي مما يسبب عدم الراحة الحرارية داخل الحيزات.

شكل رقم (5) إرتفاع نسبة النافذة إلى الجدار ، تأثير أشعة الشمس المباشرة (الأمر الذي يسبب كبر معدل الإنتقال الحراري Https://www.facebook.com/الصفحة الرسمية لمدرسة المنيا الرسمية للغات)

[11] *الغلاف الخارجي للمبنى هو حلقة الوصل ما بين الداخل والخارج سواء إتصال الداخل بالخارج أو الدخول والخروج من المبنى، وإتصال الخارج بالداخل سواء بالتأثير بالضوضاء أو الحرارة أو ما غير ذلك من العوامل الخارجية التي تؤثر على الحيز الداخلي .** أقل الواجهات تعرضاً لأشعة الشمس المباشرة هي الواجهة الشمالية ، باقي الواجهات تتعرض لأشعة الشمس خلال ساعات النهار.

- إستخدام مساحات كبيرة غير مظللة (8 م^2) من الزجاج، يسبب هذا في إصابة ما يقرب من 25٪ من التلاميذ الذين يشغلون الفصول الدراسية بالإشعاع الشمسي المباشر لفترات طويلة من الوقت خلال الأشهر الحارة ، هذا بجانب درجات حرارة الهواء الداخلية العالية التي تصل إلى 36 درجة مئوية يمكن أن تؤدي إلى إزعاج حراري ويمكن أن تسبب ضربة شمس في الحالات الشديدة .
- النوافذ الزجاجية غير المعالجة للمبنى المدرسي ذات مستويات عالية جدًا من نفاذية الضوء، مما يسبب في مستويات عالية من إكتساب الحرارة ،على عكس الزجاج المعالج الذي يخفض نسبة نفاذية الحرارة والأشعة الفوق بنفسجية بشكل كبير شكل رقم (6).



شكل رقم (6) "تأثير النوافذ الزجاجية غير المعالجة / والمعالجة
https://saint-gobain-emme.com/education/?lang=ar

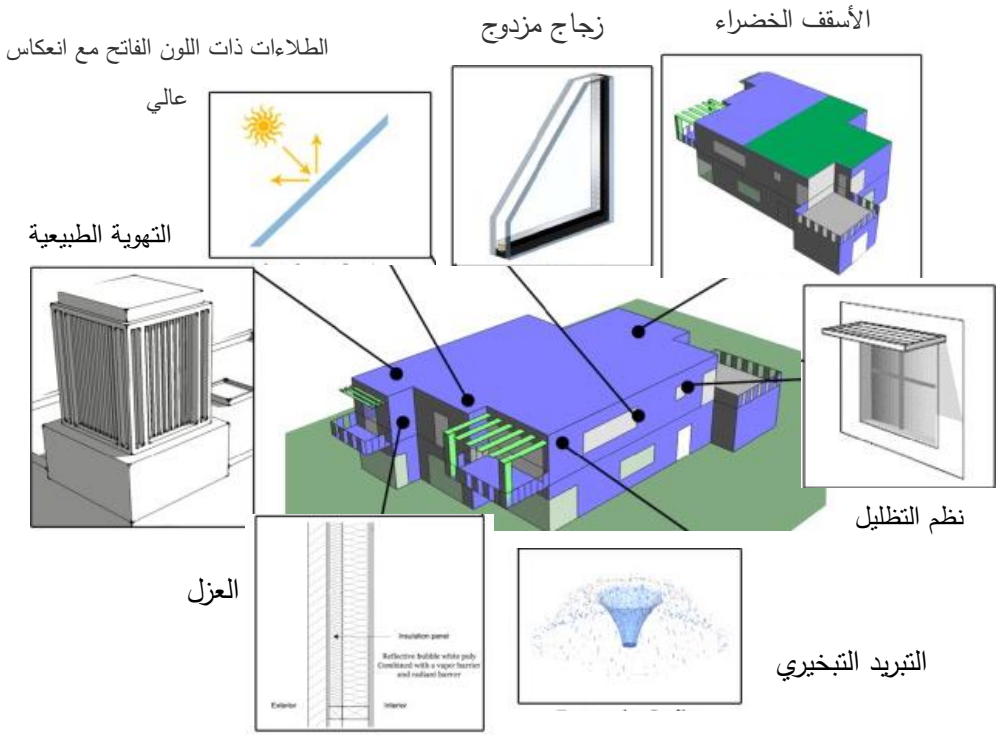
هناك وسائل عديدة يمكن إستخدامها لأغراض السيطرة الحرارية تختلف من حيث التقنية المستخدمة، وهي جميعاً تخضع لتصنيف عام يشمل : الوسائل الفعالة النشطة (Active Methods) والوسائل السلبية (Passive Methods)*. وكِلا الصنفين يعتمدان إستراتيجيات السيطرة الحرارية والمتمثلة بمبادئ العمل الأساسية في ترصد فرص السماح أو المنع للإنتقال الحراري حسب التوقيع الزمني للدورة المناخية اليومية والسنوية .

" إن الإختلاف بين وسائل النظام السلبي (Passive Methods) و النظام الفعال النشط

(Active Methods) يظهر واضحاً في أُسس هذين النظامين، فبينما تُركز الوسائل الفعالةَ على تجميع الطاقة الشمسية بإستخدام بعض أنواع المجمعات الشمسية المنفصلة ، ثم يتم تخزين الطاقة المجمعة في وحدات تخزين منفصلة التي قد تكون بهيئة مواد تخزن الحرارة المحسوسة أو بهيئة مواد تخزن الحرارة الكامنة أو أن تُخزَن في تفاعلات كيمائية ، ثم يتم توزيع هذه الطاقة في الحيز بإستخدام مضخات أو مراوح تعمل كهربائياً بالإضافة إلى المشعات و المعدات الأخرى ، بينما ركزت الوسائل السلبية على الإندماج مع "المبادئ" التصميمية لتقليل الحاجة الى إستهلاك الطاقة، فمبادئ التصميم السلبي غالباً ماتتضمن إعتماد أساليب تدعم القرارات التصميمية على مستوى المبنى من جانب الشكل والتوجيه والمواد البنائية وغيرها من القرارات " [12] .

1-4-1الإسلوب السلبي Passive Methods **شكل (7)** أكثر تداخلاً مع العملية التصميمية ويمكن تحقيق أهدافه العامة بوسائل إنشائية وبنائية تلتقي بصورة مباشرة مع القرارات التصميمية الرئيسية في مراحله المختلفة، يعتمد النظام السلبي في تصميم المبنى على الإستفادة من المؤثرات الإيجابية في المناخ المحيط به، وينغلق عنه عندما يكون المناخ عكس ذلك، لذا فهو يتطلب خصوصية أكبر من الجانب المعماري لغرض الإستفادة من فرص حفظ الطاقة التي يوفرها المناخ الموقعي ، " إزداد الإهتمام بالتصميم السلبي للتدفئة أو التبريد مؤخرًا – خاصة في العقد الأخير – كجزء من التحرك نحو الهندسة المعمارية المستدامة. حيث تمكن من تحسين أداء الطاقة في غلاف المبنى لضمان الراحة الحرارية للأطفال والمعلمين في المدرسة.

[12] نبيل فرج الحسان ، عبد السالم داود محمد حسن – الإستخدام السلبي للطاقة الشمسية في تدفئة المباني - Wasit - Vol. (2), No. (2), 2014 - Journal of Engineering Science https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=116353



شكل رقم (7) رسم تخطيطي لإستراتيجيات تصميم التبريد السلبي .
https://www.scipedia.com/public/Taleb_2014a

5-1 التصميم السلبي لتحقيق الراحة الحرارية للمباني المدرسية بمحافظة المنيا:

تدابير التصميم السلبي الأنسب التي يمكن تطبيقها من أجل تحسين الأداء الحراري للمباني المدرسية بمحافظة المنيا هي:

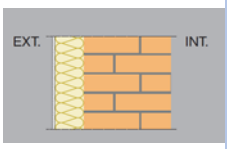
1) التهوية الطبيعية: لها تأثير كبير على راحة الإنسان خاصة خلال فصل الصيف، تزيد من راحة الإنسان على مدار العام بنسبة 20٪ ، بينما تزيد الراحة بنسبة 60٪ في فصل الصيف ، " تتأثر التهوية الطبيعية بالفتحات ، وتوجيه المبنى فيما يتعلق بإتجاه الرياح. " [13]

[13] mady mohamed - investigating the environmental performance of government primary schools in egypt: with particular concern to thermal comfort - doctorate of philosophy - university of dundee dundee school of architecture college of art, science & engineering dundee – 2009 – p 217 .

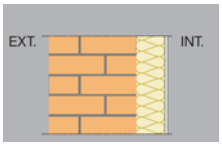
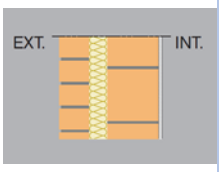
2) إختيار التوجه المناسب (المساحات و إتجاه النوافذ الرئيسية) : إن التوجيه وفقًا للشمس يمكن أن يكون له تأثير كبير على الأداء الحراري للمباني في المناخ الحار الجاف، "حيث تؤدي توجيهات البناء بشكل أساسي إلى تقليل الطلب على التبريد في المبنى ، يُعد الإتجاه الأمثل للمبنى ناحية الشمال بينما أسوأ إتجاه عندما يكون المبنى مواجهاً للجنوب، نظرًا لتأثير المناخ المحلي على المباني" [14].

3) تزويد المباني بمواد عازلة فعالة : عند عزل المباني المدرسية ، يتم الحرص من جهة على عزل السطح الخارجي (الأرضية والجدران والنوافذ والسقف) ، ومن ناحية أخرى عزل الأقسام بين المناطق الساخنة وغير الدافئة (الجدران ، الأبواب وما إلى ذلك). وفقًا لنوع السطح أو التقسيم المراد عزله ، هناك العديد من تقنيات العزل.

هناك ثلاث تقنيات عزل رئيسية:

نظام العزل	مزايا	سلبيات
1) العزل الخارجي 	• إستمرارية العزل: يمنع مخاطر الجسور الحرارية. • حماية ضد الصقيع والتشقق وإختراق المطر. • يحسن المظهر الخارجي للمبنى في حالة التلف . • تشطيب خارجي. • الحفاظ على الحرارة والتشطيبات الداخلية. • عدم فقدان مساحة داخلية صالحة للإستخدام .	• تغيير المظهر الخارجي . • يجب أن تتم من قبل شركة متخصصة. • تكلفة عالية .

14 sara elhadad - the impact of building orientation on energy performance: a case study in new minia, egypt - marcel breuer doctoral school, faculty of engineering and information technology - 2018 - p 39.

2) العزل الداخلي 	• الحفاظ على المظهر الخارجي. • مجموعة واسعة من مواد العزل. • حماية الحيز الداخلي من الطقس العاصف. • يمكن أن يتم تنفيذ كل حيز على حدة ، وتنظيم الأعمال والتكاليف. • أقل تكلفة من العزل الخارجي .	• الحاجة إلى نقل أو إستبدال التشطيبات الداخلية (وربما التركيبات الكهربائية والتدفئة و السباكة) • زيادة الإجهاد الحراري داخل الجدار: خطر التكثيف الداخلي ، تلف و إنتفاخ الجدار بسبب الرطوبة الزائدة . • من الصعب حل الجسور الحرارية: خطر تكثيف السطح ونمو العفن. • خطر إرتفاع درجة الحرارة.
3) عزل تجويف الجدار 	• المحافظة على التشطيبات الداخلية والخارجية. • لا تدخل في المساحة الداخلية أو الخارجية. • الاحتفاظ بالحرارة الداخلية. • تقنية بسيطة. • أقل تكلفة.	• ممكن فقط إذا كان التجويف عريضًا بما يكفي (4 سم على الأقل). • لا يمكن إستخدامه إذا كانت الجهة الخارجية مطلية أو مقاومة للماء: طبقة غير نافذة تمنع خروج بخار الماء. • سماكة محدودة للعزل.

4) إختيار المواد المناسبة للنوافذ: إن إحدى المشاكل التي تؤثر سلبًا على الأداء الحراري للنوافذ هي المساحات الكبيرة من النوافذ ذات الزجاج المنفرد وإطارات الألومنيوم.

5) تزويد المباني بوسائل التظليل المناسبة للأسطح الخارجية:

النوافذ هي السبب الرئيسي لاكتساب الحرارة المرتفعة في الفصول الدراسية بالمدرسة، تسمح المواد الشفافة في المناخ الحار والجاف للإشعاع الشمسي باختراق الحيز، لذلك يمكن أن يلعب تصميم وبناء أجهزة تظليل ملائمة في النوافذ دورًا مهمًا في حجب أشعة الشمس قبل الوصول إلى النوافذ ومساحة الفصل الدراسي، يتم تطبيق أنظمة التظليل على المباني المدرسية كالتالي:

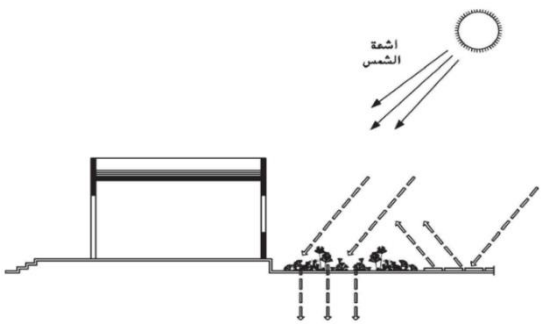
- إحاطة النوافذ بأنظمة التظليل لمنع أشعة الشمس خلال الفترة الحارة من العام .
- تظليل الأسقف لمنع أشعة الشمس من الوصول للسقف طوال العام.

6) استخدام الألوان الفاتحة للواجهات الخارجية مع الألوان الداكنة للإسقاطات :

يمكن أن تقلل الألوان الفاتحة بشكل كبير من إكتساب الحرارة مقارنة بالألوان الداكنة ؛ ومع ذلك ، يمكن أن يساهم في مشكلة الوهج ، و لتحقيق الحد الأدنى المطلوب من إكتساب الحرارة دون التسبب في مشكلة الوهج ، يمكن تصميم إسقاطات المباني (أجزاء من الواجهات) باستخدام ألوان أغمق. حيث تقلل الألوان الداكنة للإسقاطات من الوهج* من ناحية أخرى ؛ يمكن الاحتفاظ بأسطح المباني خلفها بألوان فاتحة لأنها تتلامس مباشرة مع التصميمات الداخلية.

7) " الإهتمامات بما يحيط بالمبنى من عناصر خارجية لدورها الأساسي في تخفيف الحمل الحراري عن المبنى، ومن أمثلتها:

زراعة مساحات خضراء حول المبنى: حيث تساعد تلك المساحات على إمتصاص أكبر قدر من الأشعة وعدم إنعكاسها من على سطح الأرض، كما تساعد على ترطيب الهواء في هذه المنطقة أيضا"[15]



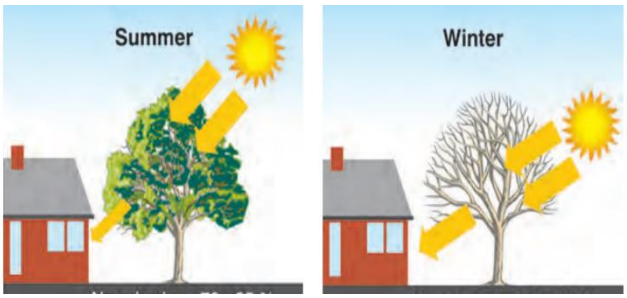
شكل رقم (8) تأثير زراعة المسطحات الخضراء حول المبنى .

- " إستخدام الأشجار : يساعد

إحاطة المباني بالأشجار والشجيرات على إلقاء الظلال على المبنى وبالتالي حمايته من أشعة الشمس المباشرة، كما تساعد الأشجار على تنقية الهواء من ذرات الرمال والتراب المحملة مع الرياح حيث يعمل ذلك الحاجز الأخضر كمرشح للرمال والأتربة ويعمل على تنقية وترطيب الهواء شكل (9)

[15] prof. Federico m. Butera energy and resource efficient urban neighbourhood design principles for tropical countries - united nations human settlements programme - 2018- p 42

* الوهج يقصد به التضاد الضوئي القوي أو أن الإضاءة تأتي من إتجاه غير صحيح. فالتضاد بين نصوع البيئة الخارجية المرئية من النوافذ وبيئة الحيز الداخلي(الأكثر ظلمة) قد يسبب الإبهار .



شكل رقم (9) زراعة الأشجار حول المبنى تساعد على (إلقاء الظلال صيفاً وتسمح بمرور ضوء الشمس شتاءً / ترشيح الغبار / توفير الحماية من الرياح الساخنة / إمداد الهواء بالأكسجين وإنعاشه من خلال التبخر) .

Sophie Trachte ، André De Herde - Sustainable Refurbishement School Buildings - 2012 – p82.

• " السقف الأخضر والتقليدي: تعمل الأسطح الخضراء أيضًا على تحسين درجة حرارة الهواء المحيط بسبب تأثير التبريد للتبخر ، بشرط أن تكون نسبة إرتفاع المبنى إلى عرض الشارع منخفضة. حيث أنه كلما زادت النسبة ، يكون تخضير الأسطح غير فعال للراحة الحرارية شكل (10).

شكل رقم (10) الفروق في درجات الحرارة بين السقف الأخضر والتقليدي.

prof. federico m. butera - مرجع سابق -42 p

- الجدار الحي أو الحديقة العمودية: يمكن أن تتضمن هذه الجدران وضع تعريشات أمام الجدران الخارجية والسماح للنباتات المتسلقة بالنمو، تقلل من تأثير التغيرات المفاجئة في درجات الحرارة حيث تقوم بتظليل الجدران بشكل دائم (وبالتالي فإن تدفق الحرارة عبر الجدران يكون ضئيلاً)، كما تساعد في تقليل تأثير الضوضاء الخارجية على الحيزات الداخلية ، العيب الرئيسي للأسطح والجدران الخضراء هو الحاجة إلى الصيانة الفعالة والمياه ، إلى جانب التكلفة الأولية المرتفعة.

2. الراحة البصرية للطلاب والمعلمين في المباني المدرسية :

تعتبر الراحة البصرية من السمات الرئيسية التي تساهم في خلق بيئة تعليمية مناسبة ، تُعرَّف هذه الراحة على أنها " شعور شخصي بالرضا عن النظام البصري ، ويرجع ذلك إلى عدم وجود أي إزعاج ناتج عن البيئة البصرية العامة " [16] ، لذلك ، يجب أن يشعر الشخص بالراحة في بيئة لا تكون فيها الإضاءة شديدة السطوع وتضيء بشكل صحيح طاولات العمل والمساحات اللازمة للأنشطة اليومية. نظرًا لأن الأنشطة المرئية التي يحتاجها التلاميذ مثل القراءة والكتابة مهمة جدًا خلال المرحلة التعليمية ، فمن الضروري توفير ظروف بصرية مريحة من شأنها أن تساهم في هذه الأنشطة.

" ويظهر تأثير الإضاءة كبير على التطور الفكري والجسمي، حيث أن (80%) من المعلومات مركبة من خلال الرؤية، فمن البديهي أن نوعية الإضاءة لها تأثير على النتائج الدراسية للتلاميذ ونموهم وتطور سلوكهم وشدة إنتباههم أثناء الدرس" [17]

والإضاءة الجيدة (إما طبيعية أو صناعية) هي عنصر مهم للمرسل ومستقبل الرسالة معاً، فالتعرف على الأشكال والإشارات والألوان تكون مفهومة إذا كانت سهلة الإدراك، فأقل جزء من الثانية هي كافية لأجل التعرف على شخص أو حيوان أو خريطة بلد . الحدود الفسيولوجية التابعة لعيوب الإضاءة كالإبهار والإنعكاسات الداخلية وشدة الضوء غير الكافية والخاصية الملونة لمصدر الضوء أو فقدان التباين الذي يفرض جهد زائد يؤدي إلى الرفع من مستوى الإجهاد البصري ويصاحبه ألام الرأس والتي قد

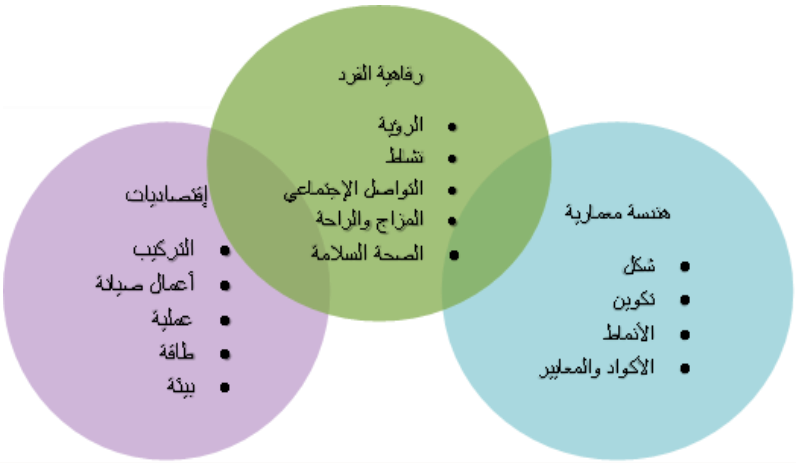
(16) Belal abdelatia, catherine sernidor, christian marenne - daylighting strategy for sustainable schools: case study of prototype classrooms in libya - university 0/bordeaux j, franc – p 66.

17 www.ridi.de

تسبب في إضطرابات مستمرة للرؤية، كما أن قدرة الإنتباه تكون أفضل إذا كانت الرسالة المرسلة سهلة الرؤية.لابد من توافر ظروف إضاءة جيدة تجمع بين الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية، من المعروف أن ضوء الشمس هو أفضل مصدر للرؤية إلا أن الإنسان لا يمكنه الإعتماد على الإضاءة الطبيعية فقد تصاحب أيام الشتاء بعض الغيوم فى السماء، لذا فمن الأفضل تحقيق تكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية على مدار فترات اليوم

2-1 جودة الإضاءة في الحيز الداخلي :

كما هو موضح في الشكل(11) أن جودة الإضاءة ينطوي على العديد من العوامل: الرفاهية الفردية ، الإقتصاد ، والهندسة المعمارية ، يوضح النموذج أن إستجابة الطلاب لبيئة الإضاءة الخاصة بهم هي إلى حد ما (نسبية) ، إعتمادًا على الخصائص المختلفة مثل تفضيلاتهم الشخصية ، تصميم الغرفة ، وتركيب الإضاءة . وبالمثل أن ضوء النهار الناجح يعتمد على تكامل العناصر المختلفة : موقع المبنى وشكله وحجمه ؛ خصائص الفتحات من حيث إتجاهها ،تظليلها والتفاصيل الفنية للتزجيج ؛ تخطيط المساحات الداخلية وتصميم غلاف المباني. علاوة على ذلك ، يجب أن تسمح نظم الإضاءة بإختراق الضوء المنتشر أو المنعكس فقط ، لتقليل الإنزعاج البصري والحراري الناجم عن ضوء الشمس المباشر والوهج. كما يجب التحكم في كمية ضوء النهار عن طريق الستائر ذات القدرة العالية في تعتيم الغرف وفقًا لإحتياجات المستخدم ، ومن الواجب أن يكمل ضوء النهار والإضاءة الكهربائية بعضهما البعض ، بحيث يمكن تشغيل أو إيقاف الإضاءة الإصطناعية يدويًا أو تلقائيًا وفقًا لمستويات ضوء النهار المتاحة.



شكل رقم (11) نموذج متكامل لجودة الإضاءة .

Veitch, J. A. - Creating High-Quality Workplaces Using Lighting. In D. Clements-Croome (Ed.), Creating the Productive Workplace - Dublin: Taylor & Francis Group - p

2-2نظم وإرشادات تصميم الإضاءة الطبيعية في المباني المدرسية :

" لقد تم إجراء الكثير من الدراسات حول تأثير ضوء النهار في الفصول الدراسية ، حيث أظهرت تحسنًا في الصحة البدنية والعقلية العامة للطلاب ، وتحسين الأداء الأكاديمي. حيث يعزز ضوء النهار بيئة تعليمية صحية ؛ خاصة من خلال تنظيم نظام الساعة البيولوجية ، والذي يحافظ على دورة نوم منتظمة ، ويضبط إفراز الميلاتونين المسؤول عن تقليل التعب المزمن والاكتئاب وربما السرطان ؛ بالإضافة إلى الحفاظ على حالة فيتامين (د) الصحية اللازمة لإمتصاص الكالسيوم وتكوين العظام ؛ والمساعدة في التنمية الصحية للعين والرؤية " [18]. لضوء النهار تأثير عميق على الصحة العقلية للطلاب والمعلمين. " وقد وضعت العديد من الدراسات نظرية حول التأثير الإيجابي لضوء النهار على مزاج الطالب وسلوكه في الفصل ؛ كتقليل السلوك العنيف والإضطراب العاطفي الموسمي والإكتئاب " [19]. كما أظهرت الدراسات أن ضوء الشمس المباشر والوهج والإستخدام غير الفعال للنوافذ كان له تأثير سلبي على

[18] Stevens, R. G., & Rea, M. S. (2001). Light in the Built Environment: Potential Role of Circadian Disruption in Endocrine Disruption and Breast Cancer. Cancer Causes & Control, 279-282- بتصرف.

[19] Gelfand, L., & Freed, E. C. (2010). Sustainable School Architecture: Design for Elementary and Secondary Schools. New Jersey: John Wiley & Sons.

الطلاب. تتوافق هذه النتائج مع النتائج التي كشفت عن تحسن بنسبة 20-26٪ و7-18٪ في درجات إختبار القراءة والرياضيات على التوالي لأكثر من 21000 طالب في الفصول الدراسية الإبتدائية بمستويات ضوء النهار الكافية في كاليفورنيا " [20].

2-2-1إستراتيجيات الإضاءة الطبيعية :

تهدف إستراتيجيات الإضاءة الطبيعية إلى تجميع أقصى قدر من ضوء النهار الطبيعي ونشره لتجنب الإنزعاج البصري. وبالتالي ، فإن الإستخدام الذكي لضوء النهار الطبيعي سيساعد في تقليل إستهلاك الطاقة المصروف على الإضاءة مع الإستمرار في توفير الإضاءة الكافية.

يجب تصميم إستراتيجيات الإضاءة الطبيعية للمباني المدرسية لتلبية إحتياجات المستخدمين (طلاب ومعلمين) ومتطلبات المبنى في وقت واحد ، غالبًا ما تعتمد بشكل كبير على المناخ وخطوط العرض والتوجه والوظيفة ، حيث يمكن أن تتباعد العديد من العوامل والمتغيرات عن بعضها البعض مما يجعل إختيار وتحسين أنظمة ضوء النهار المختلفة أمرًا صعبًا للغاية.

تركزت إستراتيجيات إستخدام ضوء النهار على النقاط التالية :

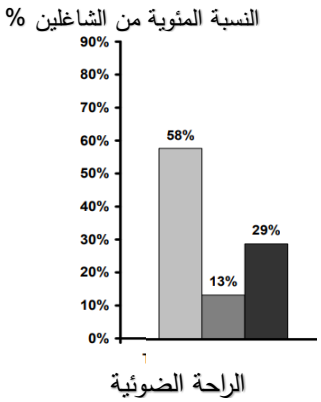
- **كمية ضوء النهار** : هناك عوامل متعددة تحدد كمية الاضاءة الطبيعية النافذة الى داخل الحيز، أهمها:
  - المساحة المزججة .
  - إتجاه الفتحات.
  - معاملات الإنعكاس الضوئي للاسطح الخارجية القريبة من الفتحات الخارجية.
  - الخصائص الضوئية لمادة الزجاج .
  - أشكال ومواقع المصدات الخارجية .

• **توزيع الإضاءة وتجانسها:** يعتمد توزيع الاضاءة الطبيعية داخل الحيزات التعليمية على (مساحة النوافذ ومواقعها ضمن جدران الحيز، كما يعتمد على شكل الحيز وتناسب أبعاده، إضافة الى طبيعة السطوح العاكسة الداخلية والخارجية). حيث

[20] Heschong, L., Okura, S., Erwine, B., Mahone, D., Kuttaiah, K., Stone, N Holtz, M. (1999). Skylighting and Retail Sales: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. California: Pacific Gas and Electric Co.

تتطلب إضاءة المباني المدرسية الحفاظ على مستوى شبه ثابت للإضاءة لأداء المهام خلال اليوم الدراسي ، حيث يكون من الأمور الأساسية في الإضاءة الطبيعية محاولة تحقيق التوزيع المتجانس لمستويات الإضاءة المناسبة في جميع مساحة الحيز المستخدم والإبتعاد عن مؤثرات البقع الشمسية المباشرة في الحيز.

• **خلو الإضاءة من الإبهار (الوهج) :** يجب تجنب حدوث الإبهار في الحيزات الداخلية للمدرسة حيث أن ضوء الشمس المباشر أو ضوء الشمس المنعكس من الأسطح الناصعة والمشرقة يمكن أن يكون مزعجاً ويعيق النظر .



- " يُقدر نسبة الطلاب داخل مدارس التعليم الأساسي بمحافظة المنيا الغير مرتاحين بصريًا في بعض الحالات بحوالي 58٪ وذلك وفق دراسة منشورة* شكل(12) " [21]، كان على المعلمين طلاء النوافذ باللون الداكن أو لصق الصحف لتجنب الإنزعاج ووهج الإعاقة الناجم عن الإشعاع الشمسي المباشر. الشكل(13). وقد أدى ذلك بالتالي إلى إنخفاض حاد في مستويات الضوء الطبيعي وإستخدام الإضاءة الإصطناعية خلال ساعات النهار.

شكل رقم (12) نسبة الطلاب داخل مدارس التعليم الأساسي بمحافظة المنيا الغير مرتاحين بصريًا

- وأكد المعلمون في معظم الحالات أنهم لا يستطيعون فتح النوافذ بأي طريقة لإحداث تهوية طبيعية بسبب إرتفاع مستويات تلوث الهواء والصوت خارج المدارس. هذا يؤدي إلى سرعات هواء داخلية منخفضة للغاية تصل إلى أقل من 0.1 م / ث مع عدم توفير تهوية ميكانيكية بسيطة. وقد أدى ذلك أيضًا إلى إنخفاض مستويات تغير الهواء .

[21] Mady Mohamed - مرجع سابق – 2009 – p 67 .

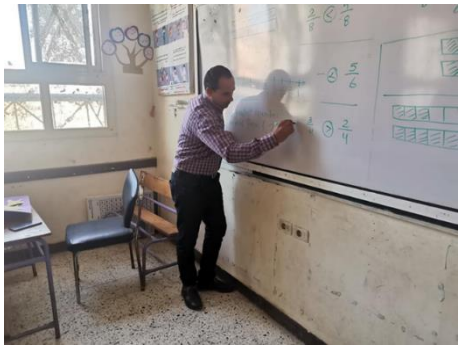
شكل رقم (13) طلاء النوافذ باللون الداكن أو لصق الصحف لتجنب الإنزعاج ووهج الإعاقة الناجم عن الإشعاع الشمسي المباشر / مدرسة بني سالم الاعدادية – مركز ديرمواس – محافظة المنيا تصوير الباحث .

شكل(14) مشاهد متكررة من داخل الفصول لإشعاع شمسي موجه يسقط على الأطفال / مدرسه صلاح الدين للتعليم الأساسي بأبوقرقاص (القسم الأبتدائى).

– نسبة كبيرة من الطلاب غير مرتاحين حرارياً لمعظم الوقت. قد يكون هذا بسبب إستخدام نوافذ زجاجية كبيرة (2.5 م × 1.4 م) غير مظللة تواجه الجنوب. أدى ذلك إلى تلقي ما يقرب من نصف الأطفال داخل الفصل الدراسي إشعاعًا شمسيًا مباشرًا على أجسامهم معظم الوقت كما هو موضح في المثال في الشكل(14).

2-2-2أنظمة التظليل لنفاذية الإضاءة الطبيعية في حيزات المدرسة :

تستخدم أنظمة التظليل للتغلب على عدم الراحة البصرية و للتقليل من الإكتساب الحراري [22]. تختلف شدة الضوء على واجهات المبنى من إتجاه لأخر طبقاً لحركة الشمس صيفاً وشتاءً مما يستوجب معه تقليل المساحات المعرضة للضوء في واجهات معينة وزيادتها في واجهات أخرى غير معرضة للشمس، هناك عدة



شكل رقم(15) إنعكاس الضوء على السبورة مما يعيق الرؤية عند بعض التلاميذ بني مزار الرسمية المتميزة للغات . تصوير الباحث

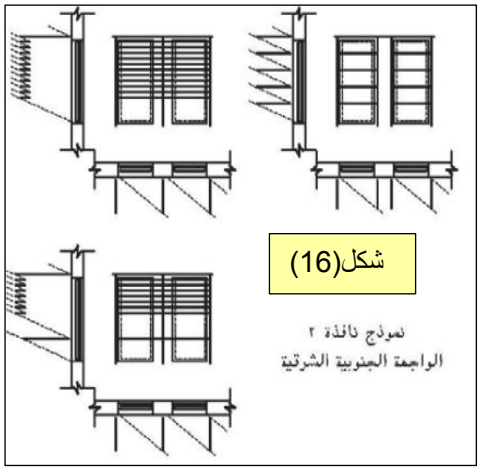
22 خالد سليم فجال– العمارة و البيئة في المناطق الصحراوية الحارة – الدار الثقافية للنشر – 2006 – ص 68 .

*كاسرات الشمس :عبارة عن أسطح رأسية و أفقية , تركب باتجاه عمودي أو باتجاه مائل بحيث تقوم بإظلال النافذة من أشعة الشمس طبقا لزوايا الشمس.

أنواع من أنظمة التظليل منها ثابتة و متحركة و منها عناصر إنشائية مثل الشرفات، أو عناصر غير إنشائية مثل كاسرات الشمس* ، وتعتبر الواجهة البحرية من أفضل الواجهات والتي تتمتع بالإضاءة الطبيعية وعدم تعرضها لأشعة الشمس المباشر أغلب شهور السنة بعكس الواجهة الجنوبية .

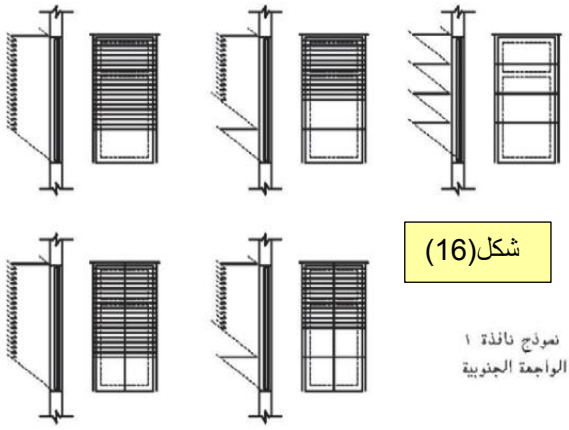
أ.استخدام الكاسرات الأفقية في الواجهة الجنوبية / الواجهات الجنوبية الشرقية :

نظراً لارتفاع زوايا أشعة الشمس في فصل الصيف وإنخفاضها في فصل الشتاء، يتم إستخدام كاسرات الشمس الأفقية على نوافذ الواجهة الجنوبية / الجنوبية الشرقية للمبنى حتى تمنع أشعة شمس الصيف من الدخول إلى حيزات المبنى وفى نفس الوقت تسمح بدخولها شتاءً شكل (16).



شكل(16)

نموذج نافذة ٢
الواجهة الجنوبية الشرقية

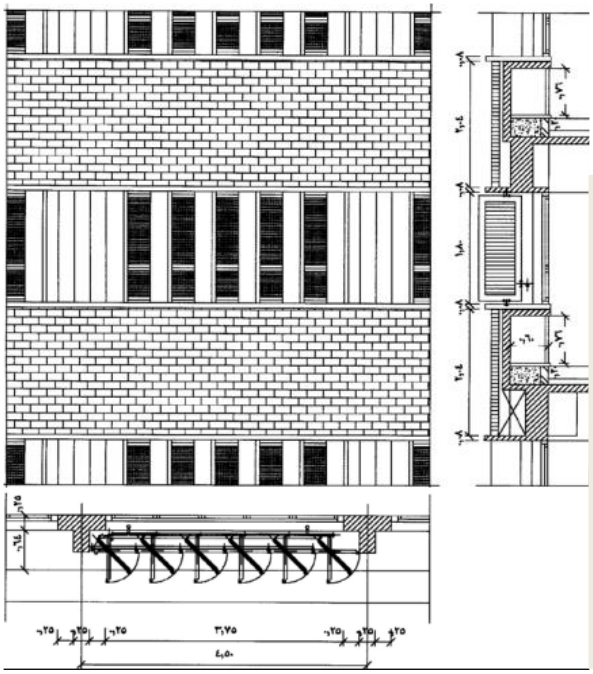


شكل(16)

نموذج نافذة ١
الواجهة الجنوبية

ب. " إستخدام كاسرات شمس متحركة في الواجهتين الشرقية والغربية :

يتم إستخدام الأسلحة الرأسية المتحركة تعمل على زيادة كفاءة النوافذ ومسطحات الإظلال بشكل واضح، حيث يمكن تحريك تلك الأسلحة مع حركة قرص الشمس" [23].



شكل رقم (17) مسقط أفقي وقطاع وواجهة لنافذة مطلة على الواجهتين الشرقية والغربية (إستخدام الأسلحة الرأسية المتحركة) / عبد المطلب محمد علي أحمد – المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية – مجلة العلوم والتكنولوجيا المجلد(13) العدد (1) – 2008 – ص 12.

3-2 إستراتيجيات الإضاءة الصناعية :

إذا كانت المدرسة مضاءة جيدًا بالنهار فقد يلزم وجود نظام إضاءة كهربائي للأيام العاصفة وساعات الشتاء المبكرة والمتأخرة والفصول المسائية. لذا يتمثل التحدي في توفير نظام إضاءة يتميز بالكفاءة في إستخدام وتوفير الطاقة وعمر طويل ويتطلب الحد الأدنى من الصيانة.

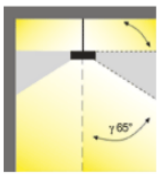
- يوصى بإستخدام وحدات الإضاءة غير المباشرة Indirect Lighting المعلقة في الفصول الدراسية. وقد أصبحت المصابيح غير المباشرة المعلقة ذات الأجسام المعدنية منخفضة التكلفة نسبيًا. توفر الإضاءة غير المباشرة جودة فائقة للضوء من خلال إنارة السقف ، مما يعيد توجيه الضوء نحو الأسفل بشكل موحد وبدون وهج. إذا إستخدمة أنظمة الإضاءة هذه ، يجب أن يكون إرتفاعات السقف 2.9 م على الأقل ، ويجب أن تكون الجدران

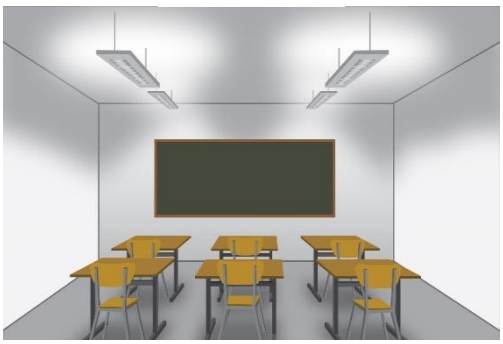
شكل رقم (18) إضاءة غير مباشرة ناتجة عن أجهزة إضاءة معلقة

[23] عبد المطلب محمد علي أحمد - المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية (مبنى كلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط - مصر كمثال تطبيقي) - مجلة العلوم والتكنولوجيا المجلد(13) العدد (1) – 2008 – ص 12.

والأسقف ذات لون فاتح.

• " يعتبر الجمع بين الضوء المباشر وغير المباشر حلاً جيدًا للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 7 و 12 عامًا. يعطي الجزء المباشر ظلال النمذجة التي تساعد على إدراك المسافة والأشياء ثلاثية الأبعاد ، في حين أن الجزء غير المباشر يخلق ضوء عمل جيد ويلقي الضوء على الجدران والسقف لزيادة الإضاءة الرأسية وبالتالي تحسين ظروف الإتصال المرئي. هناك طريقتان لتحقيق ذلك ، وهما المصابيح المعلقة ذات الإضاءة العلوية بنسبة 70٪ والإضاءة السفلية بنسبة 30٪ (على اليسار) أو المصابيح شبه المجوفة التي توزع الضوء على السقف ، وهي عالية الأداء تستهلك طاقة أقل بنسبة 20 % لنفس مستويات الإضاءة لوحدات الإضاءة غير المباشرة وحدها. يلزم وجود سقف لا يقل 2.75م ، ويجب أن تكون الجدران والأسقف ذات ألوان فاتحة "[24].





شكل رقم (19) الجمع بين الضوء المباشر وغير المباشر من أجهزة متدلية من السقف بحيث تنير السقف وتنير الأرض. نفس

• " عند سن 12سنه ، تصبح شروط التباين أكثر أهمية .في حين أن الكثير من الضوء المباشر سيقلل من التباينات ، فإن نوعًا أكثر ليونة من الضوء (المزيد من الإنتشار) سيزيد من التباين .إن الناشر الدقيق مثالي ، لإنشاء ظلال ناعمة وللتحكم في الوهج .ستضمن المصابيح المزودة بهذه العدسة ظروف عمل جيدة.

شكل رقم (20) إضاءة مباشرة منتشرة / أجهزة لها ناشر . المرجع السابق

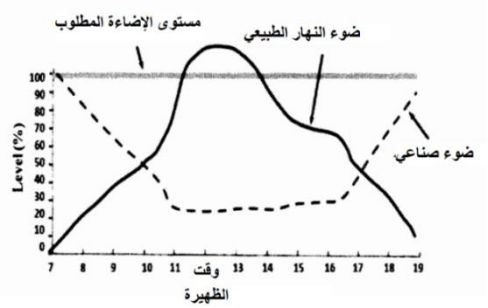
([24])https://glamox-com.translate.goog/ie/solutions/test-small-class-room?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ar&_x_tr_hl=ar&_x_tr_pto=nui,op

تظهر الصور شكل رقم (21) الفرق بين الضوء المباشر إلى اليسار والضوء المنتشر إلى اليمين .يزيد الضوء المباشر من

النمذجة ، لكنه في نفس الوقت يخلق ظلالاً من شأنها أن تعكر صفو العمل. يقلل الضوء الأكثر انتشارًا من الظل غير المرغوب فيه من ذراع التلميذ عند الكتابة"[25] .

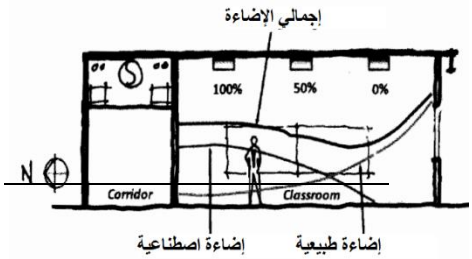
2-4 الدمج بيت الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية :

لا يمكن إضاءة غرفة الصف بشكل كافٍ بالضوء الطبيعي طوال العام. يجب دمجه مع الضوء الصناعي كمصدر إضافي للضوء خلال الأيام التي يكون فيها ضوء النهار الطبيعي غير كافٍ. لذلك يجب النظر إلى الإضاءة الإصطناعية والطبيعية من وجهة نظر تكميلية وليس منفصلة. يوضح الشكل (21، 22) آليات إستراتيجيات توفير الطاقة من خلال إستخدام ضوء النهار الطبيعي.



شكل رقم (21) مبادئ إستراتيجية الإضاءة المدمجة: لزيادة مستوى الإضاءة بإستخدام الإضاءة الإصطناعية في الأماكن التي لا يكفي فيها ضوء النهار الطبيعي .

Belal Abdelatia, Catherine Sernidor, Christian Marenne - Daylighting Strategy for Sustainable Schools: Case Study of Prototype Classrooms in Libya - Previous reference – p 71.



شكل رقم (22) إستراتيجية الإضاءة المدمجة.

Belal Abdelatia, Catherine Sernidor, Christian Marenne - Daylighting Strategy for Sustainable Schools: Case Study of Prototype Classrooms in Libya - Previous reference – p 71.

[25] المرجع السابق .

كما يوضح الإختلافات في الإضاءة الطبيعية والإصطناعية للفصل الدراسي الذي يبلغ طوله 6 أمتار وإرتفاعه 3 أمتار.

ينتج عن هذا المزيج من الإضاءة الصناعية والطبيعية توفير كبير للطاقة الكهربائية ، مع توفير مستوى جيد من الراحة البصرية في المساحات الداخلية. لهذا الغرض ، من الضروري معرفة مقدار ضوء النهار و الاضاءة الصناعية المطلوب. سيعيدنا هذا تلقائيًا إلى مدى توفر ضوء النهار الطبيعي ، وتغيراته اليومية والموسمية ، وتغلغلها في المساحات الداخلية .

النتائج :

- تكمن أهمية تلك النتائج في كونها تقدم رؤية لحل المشكلة البحثية؛ وهي تحقيق جودة البيئة الداخلية للمباني المدرسية الحكومية بما ينعكس بالفائدة لتحقيق بيئة داخلية صحية محفزة وداعمة للطفل وقد توصل البحث إلى أنه يسهل تحقيق جودة البيئة الداخلية للحيز التعليمي من خلال مراعاة مصمم العمارة الداخلية لمتطلبات تحقيق جودة البيئة الداخلية من إستغلال العناصر الطبيعية للإضاء والراحة الحرارية وما ينعكس بدوره بالأثر الإيجابي على التكوين الكامل للبناء المدرسي والطالب.
- ترتبط عناصر البيئة المادية للمباني المدرسية إرتباطاً مباشراً بالأثر الفسيولوجي على الطالب؛ فالإستغلال الأمثل لهذه العناصر يعمل على تحفيز الطالب ورفع معنوياته التحصيلية لتحقق الراحة والمتعة داخل الحيز التعليمي.
- لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية: من خلال التوجيه السليم للمبنى ، العناية بنسب الفتحات ، إضافة رفوف الإضاءة الجانبية ، التي تمتاز بقدرتها على عكس أشعة الشمس للداخل؛ مما يعمل على توحيد الإضاءة وزيادة عمق الوصول والتغلب على مشاكل الوهج والتباين.

التوصيات :

- الإهتمام بتوفير بيئة صحية والتأكيد على تحقيق الراحة الحرارية والضوئية للمستخدمين.
- توظيف الإضاءة الطبيعية في التصميم قدر الإمكان لتأثيرها الإيجابي على صحة الأطفال فضلاً عن دورها في التقليل من إستخدام الطاقة.

- تفعيل مفاهيم العمارة التقليدية كالفناء وملقف الهواء والمشربيات وعناصر التظليل والتحكم بالإضاءة الطبيعية و أساليب العزل الحراري بإستخدام مواد البناء المحلية والتقنيات الطبيعية التي كانت تستخدم لترطيب الهواء وتبريده، وتوظيفها في المباني المدرسية والإستعانة بالدراسات العلمية التي أجريت على هذه الأنماط للوصـــول لحيزاتة معاصـــرة تلائم البيئة المحلية.

قائمة المراجع :

- **المراجع العربية :**

1) المعتز بالله جمال الدين عبد العظيم 2018م – إقتصاديات تصميم الغلاف الخارجي للمباني الإدارية لتحقيق الراحة الحرارية (دراسة تطبيقية لإقليم القاهرة الكبرى بإستخدام أحد تطبيقات تكنولوجيا المعلومات)– جامعة بنها .

2) أسس ومبادئ التصميم الحراري الغاية والهدف من التصميم الحراري – 2014 م – الكودات العربية الموحدة لتصميم وتنفيذ المباني " كودة العزل الحراري" .

3) محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي 2003 م – تأثير الغلاف الخارجي للمبنى على الإكتساب الحراري والراحة الحرارية للمستعملين – جامعة القاهرة – كلية الهندسة .

4) نبيل فرج الحسان ، عبد السالم داود محمد حسن ١٩٨٩– الإستخدام السلبي للطاقة الشمسية في تدفئة المباني –

Wasit Journal of Engineering Science - Vol. (2), No. (2), 2014
https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=116353

5) شفق العوضي – المناخ وعمارة المناطق الحارة – عالم الكتب – القاهرة.

6) خالد سليم فجال2006– العمارة و البيئة في المناطق الصحراوية الحارة – الدار الثقافية للنشر

7) عبد المطلب محمد علي أحمد 2008– المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية (مبنى كلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط – مصر كمثال تطبيقي) – مجلة العلوم والتكنولوجيا المجلد(13) العدد (1) .

- **المراجع الأجنبية :**

1) Belal Abdelatia, Catherine Sernidor, Christian Marenne - Daylighting Strategy for Sustainable Schools: Case Study of Prototype Classrooms in Libya - Previous reference .

2) Chatzidiakou, L., Mumovic, D., & Summerfield, - Is CO2 a good proxy for indoor air quality in classrooms? Part 1: The interrelationships between thermal conditions- CO2 levels - ventilation rates and selected indoor pollutants. Building Services Engineering Research and Technology - 2015.

3) Gelfand, L., & Freed, E. C - Sustainable School Architecture: Design for Elementary and Secondary Schools. New Jersey: John Wiley & Sons – 2010 .

4) Heschong, L., Okura, S., Erwine, B., Mahone, D., Kuttaiah, K., Stone, N-Holtz, M - Skylighting and Retail Sales: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. California: Pacific Gas and Electric Co - 1999.

5) Markus, T.A., & Morris, E.N. - Building Climate and Energy Pitman Publishing, L.T.D. London – 1978 .

6) mady mohamed - investigating the environmental performance of government primary schools in egypt: with particular concern to thermal comfort - doctorate of philosophy - university of dundee dundee school of architecture college of art, science & engineering dundee – 2009.

7) prof. Federico m. Butera energy and resource efficient urban neighbourhood design principles for tropical countries - united nations human settlements programme - 2018.

8) Qian, S., Li, M., Li, G., Liu, K., Li, B., Jiang, Q., & Sun, G - Environmental heat stress enhances mental fatigue during sustained attention task performing: Evidence from an ASL perfusion study. Behavioural Brain Research - 2015.

9) sara elhadad - the impact of building orientation on energy performance: a case study in new minia, egypt - marcel breuer doctoral school, faculty of engineering and information technology - . 2018

10) Sophie Trachte ، André De Herde - Sustainable Refurbishement School Buildings - 2012.

11)Stevens, R. G., & Rea, M. S - Light in the Built Environment: Potential Role of Circadian Disruption in Endocrine Disruption and Breast Cancer. Cancer Causes & Control – 2001.

12)t. Gado, m. Mohamed and s. Unwin - the environmental performance of classrooms: a case study from el-minya governorate, egypt - school of architecture, university of dundee, 13 perth road, dundee, dd1 4ht, scotland, uk.

13)Veitch, J. A. - Creating High-Quality Workplaces Using Lighting. In D. Clements-Croome (Ed.), Creating the Productive Workplace - Dublin: Taylor & Francis Group – 2001.

- **المواقع الإلكترونية :**

1) https://civteam.files.wordpress.com

2) Https://www.facebook.com / الصفحة الرسمية لمدرسة المنيا الرسمية للغات

3) https://saint-gobain-emme.com/education/?lang=ar

4) https://www.scipedia.com/public/Taleb_2014a

5) www.ridi.de

6) https://www.facebook.com/kemokemo9999

7) https://glamox-com.translate.goog/ie/solutions/test-small-classroom?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ar&_x_tr_hl=ar&_x_tr_pto=nui,op