دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	سبل تحسين البيئة الداخلية للفصول الدراسية في ظل مفهوم التصميم المستدام
المصدر:	مجلة التصميم الدولية
الناشر:	الجمعية العلمية للمصممين
المؤلف الرئيسي:	إمام، محمد حسن أحمد محمد
مؤلفين آخرين:	بطاينة، أنس محمد ارشيد، عبدالرازق، أحمد محمد(م. مشارك)
المجلد/العدد:	مج10, ع4
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2020
الشهر:	اكتوبر
الصفحات:	23 - 30
رقم MD:	1165094
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	العملية التعليمية، الفصول الدراسية، البيئة الصفية، التصميم المستدام
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/1165094

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

سبل تحسين البيئة الداخلية للفصول الدراسية في ظل مفهوم التصميم المستدام
Ways to improve classroom internal environment In view of sustainable design concept

أ.د/ محمد حسن إمام
أستاذ تصميم الأثاث بقسم التصميم الداخلي والأثاث- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، m_emamart@yahoo.com
م.د / أحمد محمد عبد الرازق
مدرس دكتور بقسم التصميم الداخلي والأثاث- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، abdelrazik2005@yahoo.com
الباحث/ انس محمد ارشيد بطاينه
باحث دكتوراه بقسم التصميم الداخلي والأثاث- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، Anasbataineh922@gmail.com

ملخص البحث Abstract:
من منطلق العلاقة التي تربط البيئة المشيدة مع الإنسان ارتباطا وثيقا يتحقق من خلالها راحة ورفاهية الإنسان وفق معايير محددة تأخذ بالاعتبار حسب طبيعة المكان ووظيفته، فالمدارس هي مباني تعليمية تختص بخدمة الطالب بالمقام الأول. فتهيئة المدارس لتشكل بيئة حاضنة للطالب يستوجب هذا التعرف أكثر على الطالب والبيئة الداخلية للمكان الذي يقضي فيه الوقت الأطول من خلال التحاقه في المدرسة (الفصل الدراسي)،وتأتي هذه الدراسة لتحقيق حاجاته ورغباته التي تحفزه على الانتماء لهذه البيئة المشيدة لتحقيق لراحته وضمان نمو المتكامل السليم جسمياً واجتماعياً ونفسياً، وتهدف إلى تطبيق استراتيجيات التصميم المستدام على البيئة الداخلية للفصل الدراسي، والتي تعكس أهمية دور المصمم الداخلي في تلبية متطلبات الفراغ واستغلاله للخروج بتصميم داخلي مستدام يربط من خلاله عناصر البيئة المادية المكون لفراغ الفصل الدراسي وتقديم مقترحات تطبيقية سهلة التطبيق تساهم في عكس الفائدة على جميع الأطراف المشاركة من الناحيتين الاستدامة لتحقيق التوفير على مستوى الطاقة؛ والاستدامة لتحقيق بيئة داخلية صحية محفزة وداعمة للطفل؛ لتشكل بذلك بيئة تعليمية جذابة مرنه تسمح للمستخدم التحكم بها تبعاً للظروف المحيطة. يهدف البحث إلى تطبيق استراتيجيات التصميم البيئي المستدام على الفصل الدراسي؛ والتي بدورها تعمل على تعزيز البيئة الداخلية الصحية في الفصل الدراسي لتحقيق التوازن بين الراحة والكفاءة لضمان التكامل بين تصميم الفصل الدراسي واحتياجات الطالب؛ ليصبح الفصل الدراسي قادر على الاستجابة السريعة والتكيف مع المتطلبات الفورية.

كلمات دالة Keywords:
الاستدامة
Sustainability,
التصميم المستدام
Sustainable Design
جودة البيئة الداخلية
Indoor Environmental Quality,
البيئة المادية.
physical environment.

Paper received 14th July 2020 Accepted 19th August 2020, Published 1st of October 2020

مقدمة Introduction:
وجهة نظر التصميم السليم المحفز للطالب للإقبال على المدرسة وارتياد المرافق المدرسية على وجه العموم والفصل الدراسي على وجه الخصوص، وعدم التغيب عنه نتيجة أعراض مسببة من جودة البيئة الداخلية في الفصل الدراسي بحكم الوقت الطويل الذي يقضيه الطالب داخل الفصل في مراحل حياته المدرسية. جميع هذه العوامل تلتقي في جودة تطبيق استراتيجيات التصميم للمبنى المدرسي المستدام، التي تعمل على تحسين أداء المبنى وتعزيز البيئات الداخلية الصحية لتحقيق التوازن بين الراحة والكفاءة لإقامة توازن بين تصميم الفصل الدراسي وبناء التحكم في المناخ الداخلي واحتياجات الطالب، ليصبح الفصل الدراسي قادر على الاستجابة السريعة والتكيف مع المتطلبات الفورية، يتضمن هذا البحث على مراجعة لعناصر جودة البيئة الداخلية في الفصل الدراسي لضمان كفاءة البيئة الصحية من خلال وصف استراتيجيات التكيف للعوامل الطبيعية في البيئة واستغلالها داخل بيئة الفصول الدراسية، من الراحة الحرارية والتهوية الجيدة والراحة البصرية والجودة الصوتية؛ باعتبارها عامل نشط للنظام البيئي الداخلي الذي يتفاعل فيه الطالب. يجب أن يكون التصميم الداخلي السليم جزءًا من كل مشروع مدرسي جديد. لعكس نتائج مهمة تعمل على تلبية احتياجات الفصل الدراسي اليوم، ويتسم بالمرونة البيئية بما يكفي لاستيعاب المستقبل التغييرات في منهجية التكنولوجيا والتدريس. سيوفر استخدام هذا التصميم طويلة الأمد تأثير إيجابي على استهلاك الطاقة في كل مدرسة، وبالتالي تقليل التأثير على نفقات المرافق المدرسية وكذلك البيئة.

أهمية البحث Significance :
تكمن أهمية البحث في أنه يناقش تحسين البيئة الداخلية للفصول الدراسية في المباني المدرسية؛ وهو المكان الذي يقضي فيه الطالب الجزء الأكبر من وقته داخل المبنى المدرسي؛ مما يتطلب ضرورة تهيئة الفصل الدراسي من منظور التصميم المستدام للتغلب على المشاكل المؤثرة على تحقيق الراحة والتوافق البيئي بين الفراغ الداخلي والبيئة المحيطة.

مشكلة البحث Statement of the problem:
تتلخص مشكلة البحث في التساؤل التالي: في ضوء السعي لتحقيق الدعم والراحة المكانية للطالب داخل الفصل الدراسي،كيف يمكن أن يساهم التصميم الداخلي في ظل تطبيق مفهوم الاستدامة على زيادة جودة البيئة الداخلية للفصل الدراسي؟

أهداف البحث Objectives :
يهدف البحث إلى تطبيق استراتيجيات التصميم البيئي المستدام على الفصل الدراسي؛ والتي بدورها تعمل على تعزيز البيئة الداخلية الصحية في الفصل الدراسي لتحقيق التوازن بين الراحة والكفاءة لضمان التكامل بين تصميم الفصل الدراسي واحتياجات الطالب؛ ليصبح الفصل الدراسي قادر على الاستجابة السريعة والتكيف مع المتطلبات الفورية.

فروض البحث Hypothesis :
إن تأثير عناصر البيئة المادية باعتبارها عامل نشط للنظام البيئي والتي تتضمن التهوية الطبيعية والراحة البصرية والتأثير اللوني والجودة الصوتية؛ مما يرتبط بشكل مباشر في تحسين سلوك الطالب وزيادة قدرته على اكتساب المعرفة والمهارات والقدرة على التكيف.

حدود البحث Delimitations:
يرتكز البحث على توضيح آثر عناصر البيئة المادية المرتبطة بالتصميم المستدام على تحقيق جودة البيئة الداخلية في الفصول الدراسية.

منهجية البحثMethodology :
يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي و التطبيقي: من خلال الدراسة الوصفية لعناصر جودة البيئة الداخلية المرتبطة بالتصميم المستدام؛ وتحليل طرق تحقيق الاستفادة القصوى منها داخل الفراغ من خلال الرؤية التصميمية للباحث.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

مفهوم الاستدامة Sustainable

يدور مفهوم الاستدامة حول نقطة رئيسية هي التوازن والفعالية، والتي تأتي من خلال الاستغلال الأمثل للموارد والإمكانيات المتاحة في البيئة المعنية، سواء كانت طبيعية أو بشرية أو مادية، من أجل ضمان بيئة متوازنة ذات طابع يتميز بالاستمرارية والديمومة مع ضمان التجديد لحفظ حقوق الأجيال القادمة، حيث تم الإشارة إلى مفهوم الاستدامة خلال المؤتمر العالمي للتنمية والبيئة وتم تعريفها سد احتياجات الناس في الوقت الحاضر دون المساس في حق الأجيال القادمة وذلك لضمان مستقبلهم (ميسون هلال وآخرون, 2014, ص2).

تم وضع أهداف بموجب منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) (Organization For Economic Co-operation and development) للأبنية المستدامة وانحصرت على أربعة أهداف هي:-

1. كفاءة الطاقة: تقليل استهلاك المصادر الغير متجددة بما يضمنه من تقليل انبعاث غازات الاحتباس الحراري.
2. التوافق البيئي: من خلال التزود بأنظمة تكاملية للإدارة البيئية للمبنى.
3. منع التلوث: بما في ذلك جودة الهواء في الأماكن المغلقة وحفظ الضوضاء.
4. تعزيز ودعم البيئة الطبيعية والانسجام معها.

التصميم المعماري المستدام:

البناء المستدام والبناء الأخضر بالتبادل، يتناول بشكل شامل القضايا البيئية والاجتماعية والاقتصادية للمبنى في سياق مجتمع، وهو أيضا يعرف على انه إنشاء وتشغيل بيئة صحية مبنية على أساس كفاءة الموارد والتصميم الإيكولوجي بما يتناسب مع مبادئ التصميم المستدام على مدار دورة حياة البناء بالكامل، بدءًا من التخطيط وحتى التخلص منها (يشار إليها هنا باسم التفكيك بدلاً من الهدم)، علاوة على ذلك، تنطبق المبادئ على الموارد اللازمة لإنشاء وتشغيل البيئة المبنية خلال دورة حياتها بأكملها: الأرض والمواد والمياه والطاقة والنظم الإيكولوجية (Kibert, C. J., 2016, p10).

محاور الاستدامة ثلاث التي تسعى للتأثير على الجودة المتكاملة (الاقتصادية، الاجتماعية، والبيئية) بطريقة واضحة، الشكل (1)، فالاستخدام المنطقي للموارد الطبيعية والإدارة الملائمة للمبنى يسهم في إنقاص الموارد النادرة وتقليل استهلاك الطاقة وتحسين البيئة وكذلك الجودة البيئية، الوظيفية، الجمالية والإنسانية والقيم المستقبلية.

شكل (1) محاور الاستدامة البيئية(23)

فالعمارة المستدامة تنتج فوائد بيئية واجتماعية واقتصادية. من الناحية البيئية: تساعد العمارة الخضراء على تقليل التلوث والحفاظ على الموارد الطبيعية ومنع التدهور البيئي. من الناحية الاقتصادية: يقلل من كمية الأموال التي يتعين على مشغلي المبنى إنفاقها على المياه والطاقة ويحسن إنتاجية الأشخاص الذين يستخدمون المنشأة, من الناحية الاجتماعية: من المفترض أن تكون المباني الخضراء جميلة ولا تسبب سوى الحد الأدنى من الضغط على البنية التحتية المحلية (Ragheb, A. & Other, 2016, p 778).

التصميم الداخلي المستدام:

إن خبراء البناء يلعبون دورا هاما ورئيسيا في تطوير تكنولوجيا التنمية المستدامة المختصة في جميع عمليات البناء، إذ يعد التصميم الداخلي المستدام شريك رئيسي في إنتاج وتخطيط المبنى، حيث أن عملية التصميم الداخلي المستدام هي عملية منهجية للفكر الواعي الذي يدمج المعرفة الأكاديمية مع الخيال، ومن ثم يمكن للتصميم الداخلي المستدام تطوير وإيصال الحلول البيئية الوظيفية والجمالية، وبتعريف أكثر شمول للتصميم الداخلي المستدام بيئيا هو الطريقة لتقليل الآثار السلبية وتعظيم الأثر الإيجابي للأنظمة البيئية الداخلية على مدار دورة حياة المبنى. ومن خلال هذا التعريف يظهر الهدف الرئيسي منه وهو الحفاظ على صحة المستخدم من خلال تصميم فراغ داخلي مستدام تؤدي وظائفه وأجزاءه وعناصره تفاعل إيجابي مع البيئة لرفع مستوى الأداء الصحي والبيئي (Ayalp, N., 2012, p 164).

عملية التصميم الداخلي عملية إبداعية؛ تعتمد على براعة المصمم في استخدام جميع القضايا الرئيسية للمفاهيم المستدامة وتفسيرها على أنها عناصر مكانية مدمجة في تصميم المبنى. حيث تؤثر الطريقة التي تقع بها المباني على البيئة الخارجية المباشرة؛ ويتنقل بذلك التأثير على تنظيم المخطط الداخلي والمقطع العرضي للمبنى وعلاقة المساحات الخارجية بالبيئة الداخلية. تحتاج التصميمات الداخلية لتلبية متطلبات عناصر البيئة المادية الداخلية من الضوء والهواء للتهوية والتدفئة والتبريد والتحكم بالرطوبة (Santamouris, M.,2006, p38) ؛ويمكن القول بأن التصميم الداخلي المسؤول بيئياً هو الذي يعالج العلاقات المتبادلة بين البيئة المصممة والسلوك البشري والمسؤولية البيئية؛ وهو المسؤول عن تنفيذ وتخطيط البيئات الداخلية التي تعكس اهتماماتهم بجودة حياة المستخدمين والبيئة الخارجية لتصبح البيئة كهدف تصميم (Jones, L., 2008, p 86).

جودة البيئة الداخلية للتصميم الداخلي:

ظهر توفير الجودة البيئية الداخلية الممتازة (IEQ: Indoor Environmental Quality) كأحد الأهداف الرئيسية في تصميم المباني الخضراء عالية الأداء، على قدم المساواة مع كفاءة الطاقة واستعادة النظام البيئي، تعرف مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها في الولايات المتحدة الأمريكية IEQ بأنها نوعية الهواء في مكتب أو في بيئة بناء أخرى، على الرغم من أن جودة الهواء الداخلي مهمة للغاية، إلا أن حركة المباني الخضراء عالية الأداء تأخذ في الاعتبار مجموعة واسعة من عوامل الصحة والسلامة والراحة (Kibert, C. J., 2016, p 421). بالإضافة إلى جودة الهواء الداخلي (IAQ: Indoor Air Quality)، تشمل الجوانب الأخرى من IEQ التي يتم النظر فيها بشكل روتيني وتشكل عناصر البيئة الداخلية المادية كجودة الإضاءة، وضوء النهار، والمناظر الخارجية،والصوتيات، والتحكم في الضوضاء والاهتزاز، والراحة الحرارية والتحكم،والروائح، وبيئة العمل، فأي نقص أو خلل في هذه العناصر يشكل هذه الأعراض متلازمة المباني المريضة (SBS: Sick Building Syndrome)، والأمراض المرتبطة بالمبنى (BRI: Building-Related Illness)، حيث أن متلازمة المباني المريضة والأمراض المرتبطة بالبناء من بين المجموعة الواسعة من المشكلات المرتبطة بجودة البيئة الداخلية IEQ (Choi, S. & Other, 2014, p 2).

أطفال المدارس - وخاصة الصغار منهم - هم أكثر حساسية للمشاكل الناتجة عن فرق جودة البيئة الداخلية IEQ من البالغين، لأن أجسادهم لا تزال تنمو وتتطور؛ يمكن أن يؤثر ضعف الجودة

في الأماكن المغلقة على كل من قدرتهم على التعلم (نقص التركيز والاهتمام، والأداء الضعيف، والتغيب المتكرر)، والأهم من ذلك، صحتهم (الربو، مسببات الحساسية، المشاكل البصرية)؛ هذا هو السبب في أهمية إنشاء بيئة داخلية عالية الجودة والحفاظ عليها (Karapetsis, A., & Alexandri, E., 2016, p 76).

التصميم الفاعل لعناصر البيئة الداخلية للفراغات للفصل الدراسي يزيد من الأثر الإيجابي المنعكس على الطالب, لما لها دوري كبير في تحقيق الراحة وتوفير الجو المناسب لتحقيق الطفل الغاية المقصودة من المبنى المدرسي وتلعب العديد من العناصر التي تؤثر على جودة البيئة الداخلية وفقاً للمعايير الدولية: (ASHRAE 55-2010, EN 15251:2007, ISO 7730:2005), ويتم تحديدها من خلال عوامل الراحة (حرارية؛ بصرية؛ صوتية) وجودة الهواء الداخلي. على المصمم الداخلي الأخذ بها في التصميم ودراسة الأثر المحتمل لكل معيار على تعليم الطالب وهي:

التهوية والراحة الحرارية:

يخدم مصطلح التهوية ثلاث وظائف مختلفة في البناء: توفير الهواء النقي (لتلبية متطلبات الأكسجين)، والتبريد الحراري لإزالة الحرارة من داخل المبنى (لاستخدام تأثير المكدس) والتبريد الفسيولوجي عن طريق تبخير الرطوبة من سطح الجلد لتبديد الحرارة (باستخدام التهوية المتقاطعة)، الراحة والتهوية والتبريد الفسيولوجي،عبارة عن إستراتيجية هامة للتصميم البيئي في مناخ رطب دافئ وفترات معينة من السنة في المناخ المتغير ذو الفصول، يتم تحقيق ذلك من خلال ضمان حركة الهواء على مستوى جسم المستخدم للمكان من خلال التهوية المتقاطعة (توفير مدخل على الجانب المتجه للريح ومخرج على الجانب المواجه للريح) (Kabre, C., 2018. P 67)؛ حيث يجب بالبداية العثور على اتجاه الرياح السائدة، ويمكن توفير فتحات في هذا الاتجاه لضمان حركة الهواء الطبيعي، يتم استغلال تأثير الحمل الحراري لارتفاع الهواء الساخن في تهوية الداخل، وذلك باستخدام فتحات على مستوى منخفض للاستفادة من الهواء البارد وعلى مستوى عالي لاستخراج الهواء الأكثر دفئًا (Vivian , 2013, p 5 Loftness & Dagmar Haase). غالبًا ما يشعر المستخدم بالراحة في الأماكن ذات التهوية الطبيعية، خاصةً إذا كان لديه سيطرة على بيئته عن طريق فتح النوافذ وإغلاقها.

أنواع التهوية:

هناك مجموعة من استراتيجيات التهوية التي يمكن اعتمادها لتلبية متطلبات التصميم. تتراوح من نظام طبيعي تماما إلى نظام ميكانيكي تماما. بالنسبة للفصول الدراسية والمساحات العملية في المدرسة، ستحدد قيود التصميم نوع إستراتيجية التهوية التي يمكن استخدامها. في معظم التصميمات الحالية، تستخدم مساحات التدريس العامة هذه أنظمة وضع مشترك من التهوية الميكانيكية والطبيعية.

1- تهوية أحادية الجانب: تهوية من جانب واحد تعتبر تهوية فردية لغرفة مغلقة- القوى الدافعة للتهوية أحادية الجانب صغيرة نسبياً وتعتبر التهوية الأقل جاذبية.
2- تهوية مكدسة مدفوعة بالطفو: تحدث من خلال اختلافات كثافة الهواء البارد والدافئ بواسطة المداخن والفناء؛أو وحدة إخراج ميكانيكية؛ تعمل على إحداث قوى طفو كافية؛ ويعتبر من التصميمات الجيدة في أنظمة التهوية.
3- تهوية عبر الرياح: تعتمد على وجود فتحات متقابلة ضمن الفراغ الواحد؛ وتسمى التهوية المتقطعة؛ويجب أن يكون هناك فرق في ضغط الرياح وبين فتحات المدخل المخرج.

التهوية الطبيعية:

تعرف التهوية على أنها عملية نقل الهواء الخارجي إلى المبنى أو غرفة، وتوزيع الهواء داخل المبنى، الغرض العام من التهوية في المباني هو توفير هواء صحي للتنفس عن طريق تخفيف الملوثات التي تنشأ في المبنى وإزالة الملوثات منه. وتتألف عناصر التهوية (Chartier, Y., & Pessoa-Silva, C. L., 2009, p 7):

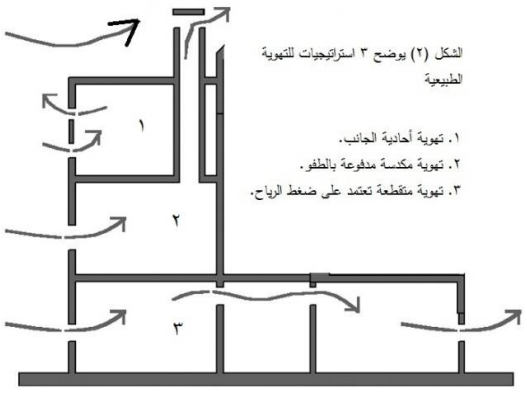
- معدل التهوية: كمية الهواء الخارجي الذي يتم توفيره في البيئة الداخلية، يعتمد على سرعة الرياح واتجاه الرياح.
- اتجاه تدفق الهواء: على أن يكون مصدرة من مناطق نظيفة.
- توزيع الهواء (نمط التدفق): تسليم الهواء الخارجي إلى كل جزء من المساحة الداخلية.

التهوية الميكانيكية:

هو أسلوب أخر من التهوية حيث يتضمن المراوح وأنظمة التحكم لدفع عملية التهوية داخل الفراغ الداخلي للمبنى في نظام مغلق، بالإضافة إلى توفير الهواء النقي وتوزيع الهواء المكيف حرارياً كجزء من نظام التدفئة والتبريد بالمبنى، فهو قادر على توفير التهوية بغض النظر عن توافر أو ملائمة القوى الطبيعية الخارجية. فالدور الرئيسي للتهوية الميكانيكية هو (GUIDE, CIBSE. B2, 2016, p 2-18):توفير الهواء النقي-المساعدة على تهيئة الراحة الحرارية للمستخدمين داخل الفراغ المعماري- توزيع الهواء المكيف حرارياً من نظام التكيف.

استراتيجيات التهوية الطبيعية:

يمكن استخدام الرياح والطفو وهما القوة الدافعة للتهوية الطبيعية- لاستراتيجيات التهوية المختلفة: التهوية أحادية الجانب و التهوية العرضية المدفوعة بضغط الرياح؛ والتهوية المدفوعة بضغط الطفو الشكل رقم (2).ويمكن استخدام التهوية الجانبية وهي أكثر الاستراتيجيات المستخدمة؛ بحيث تسمح التهوية المتقطعة للهواء النقي بالوصول إلى عمق الفراغ مع ضرورة وجود فتحات من الجانبين لضمان حركة دخول وخروج الهواء؛ مع مراعاة أن زيادة اختلاف الارتفاع بين المدخل والمخرج تساعد على إحداث تهوية طبيعية خلال أوقات ثبات الرياح (Allard, F., & Ghiaus, C., 2005, p 136).



الشكل (٢) يوضح ٣ استراتيجيات للتهوية الطبيعية

١. تهوية أحادية الجانب.
٢. تهوية مكدسة مدفوعة بالطفو.
٣. تهوية متقطعة تعتمد على ضغط الرياح.

الإضاءة:

توجهه الكثير من الدراسات لتعزيز العلاقة الإيجابية بين جودة الإضاءة للفصول الدراسية والإنجاز العالي للطالب؛ تشير دراسة لجمعية هندسة الإضاءة في بيئة الفصل الدراسي أن هنالك عاملاً يجب الأخذ بهما لتحديد مدى جودة الإضاءة وهما: كمية الضوء وتقاس بوحدة شمعة في القدم وجودة الضوء. وجودة الضوء هي نوع الإضاءة المستخدمة ويشار إليها عن طريق الإضاءة المتوهجة أو الفلورية حيث حاوله الدراسة تحديد أفضل جودة للإضاءة من شأنها أن تؤثر على تحصيل الطالب وسلوكه بوجد الإضاءة الفلورية, مع الإشارة إلى أن الإضاءة الطبيعية لها تأثير

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

إيجابي على تحصيل الطالب بشكل أفضل مقارنة بالفصول الدراسية دون ضوء النهار.

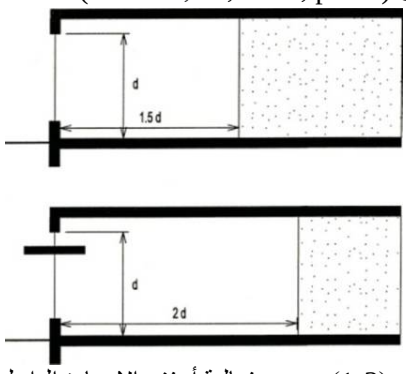
في دراسة لفوائد الإضاءة النهارية المنعكسة على الطالب من خلال (Plympton, Conway, and Epstein, 2000) خلصت إلى ازدياد معدل حضور الطلاب في الفصول الدراسية التي تتعرض أكثر لضوء النهار عن المدارس التي لا تحظى بضوء النهار؛ حيث ربطت ضوء النهار برفاهية الطلاب والمدرسين وتحسين الصحة البدنية للطلاب (Plympton, P., Conway, S., & Epstein, K., 2000).

أنواع الإضاءة :-

يعتبر الضوء عنصر رئيسي في المعنى الإنساني للبيئة، حيث يتم استخدام كل من مصادر الضوء الطبيعية والمصطنعة في المباني ويمكن توفير هذه المصادر والتحكم فيها بعدة طرق، ومن المهم على المصمم ان يوظف الضوء داخل الفراغ المعماري بالطرق التي تحقيق الجانب الوظيفي والجمالي. ويصف هذه الجزء الضوء الطبيعي والصناعي وأثرهما في الفراغ المعماري.

الإضاءة الطبيعية:

تعتمد الإضاءة الطبيعية على أشعة الشمس والإشعاع المنتشر من السماء لتوفير الإضاءة داخل الفراغ المعماري ويعتمد الأساس في الإضاءة الطبيعية على التوجيه السليم للمبنى حيث يعتبر توجيه الفتحات المعمارية المتلقية للضوء للجنوب والشمال هي أفضل خيارات التوجيه للاستفادة القصوى من ضوء النهار بما يضمن التغلب على مشاكل الحمل الحراري الزائد والوهج والإبهار، ويضيف الضوء الطبيعي عمال النشاط إلى المستخدم من خلال توفير الحركة والتغير والاتصال بالبيئة الخارجية وتحسين المزاج، كما يعتبر الضوء الطبيعي ضوء صحي من الناحية الفسيولوجية إذ يرسل الضوء الطبيعي إشارة الى الغدة الصنوبرية للتوقف عن إنتاج الميلاتونين المسؤول عن راحة الجسم للوصول لحالة النشاط المطلوب لممارسة الوظيفة المتطلبة ضمن الفراغ المعماري (Bainbridge, D., & Haggard, K., 2011, p 352). يضاف إلى ذلك تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة التي تعتبر مضرة بالبيئة، حيث يمكن توفير قدر كبير من الطاقة الكهربائية المستخدمة في الإضاءة بالنسبة لبعض المباني ذات الإشغال المرتفع مثل المدارس والمكاتب، تقدر النسبة ب 70% وفورات بالطاقة الكهربائية في اعتماد هذه المباني على الطاقة الضوئية من خلال ضوء النهار (Lechner, N., 2015, p 403).



الشكل (3-1) يوضح فعالية أرفف الإضاءة الداخلية في زيادة عمق ضوء النهار إلى المسافات الداخلية للفراغ.

التحكم الصوتي:

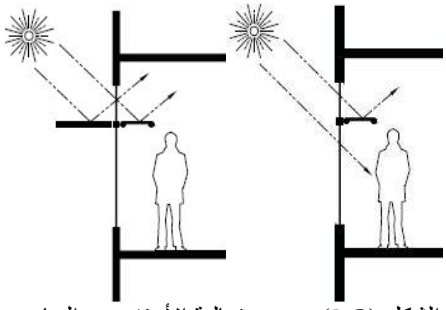
الكثير من الدراسات ناقشت تأثير الضوضاء على أداء الإنسان؛ ومدى تأثيرها في بيئة التعلم المدرسية من خلال تطوير تجارب علم النفس المعرفي القائم على الاختبارات التي حاولت فهم تأثير الضوضاء على الأداء الإدراكي في الفصول الدراسية؛ وتعتبر القدرة على الاستماع بوضوح في الفصل الدراسي أمر حيوي لتعليم الطلاب وأداء المعلم؛تعد المؤشرات الصوتية وظروف الفصول الدراسية من العوامل المهمة في تحصيل الطلاب للطلاب

الإضاءة الاصطناعية:

من الصعب التنبؤ بدقة مساهمة ضوء النهار، حيث أنه بمجرد دمج ضوء النهار في شكل المبنى واتجاهه، يتم التوجه لتضمين الإضاءة الكهربائية لاستكمال إستراتيجية التحكم في الإضاءة لضمان أداء مساحات التعلم لكل من المستخدم والبيئة. فهدف الإضاءة في المنشاة التعليمية هو توفير بيئة بصرية لكل من الطالب والمعلم بتمكينهم من أداء مهامهم البصرية بدقة وسرعة وراحة. فالإضاءة الاصطناعية هي الناتجة عن وحدات إضاءة مختلفة تعمل على التيار الكهربائي أو طاقة نظيفة تحول لمصدر كهربائي.

استراتيجيات الإضاءة الطبيعية:

يتناول البحث الإستراتيجية الأكثر شيوعاً لدمج الضوء الطبيعي في الفصل الدراسي؛ وهي الإضاءة الجانبية المعتمدة على الفتحات المعمارية الجانبية (النوافذ)؛ إلا أنها تعتبر محدودة بالعمق الأفقي للوصول إلى العمق العملي لمنطقة ضوء النهار ما بين 1.5 إلى 2 أضعاف ارتفاع رأس النافذة حيث أنه مع ارتفاع النافذة والسقف القياسيين ما بين (2.7-3) أمتار فأن عمق نقطة الضوء يصل لمسافة (6.1) متر من النافذة (Robinson, A., & Selkowitz, S., 2013, p 17)، وتعتبر المنطقة الواقعة داخل ارتفاع النافذة هي منطقة ضوء النهار الأساسية؛ بينما يشار إلى المنطقة الواقعة بين ارتفاع النافذة والارتفاعين السفلي والعلوي منطقة ضوء نهار ثانوية؛ لذا تحتاج إلى تحكم بشكل منفصل من خلال إستراتيجية الأرفف الخفيفة والتي تكون عبارة عن سطوح عاكسة منتشرة؛ لذلك يضيء الرف بشكل أساسي السقف فوقه مباشرة؛ مما يعمل على عكس الضوء في الفضاء بطريقة منتشرة مما يعمل على توجيه كمية كبيرة من الضوء بشكل أعمق إلى السقف (DiLaura, D. L.& Other, 2011, p 14.27)؛ كما تعمل هذه الرفوف على القضاء على الوهج الناتج من دخول أشعة الشمس بشكل مباشر لفراغ الغرفة الصفية مع ضرورة الاعتبار بوضعها فوق مستوى العين؛ كما أن إضافة تراكيب تحجز أشعة الشمس الساقطة في فصل الصيف بشكل عامودي يدعم القضاء على الوهج من خلال حجب الأشعة المباشرة على النافذة السفلية. الشكل رقم (3) (Lechner, N., 2015, p 421).



الشكل (3-2) يوضح فعالية الأرفف من الجانبين الداخلي والخارجي في عملية زيادة مقدار إيصال الضوء للعمق وحجب أشعة الشمس المباشرة عن المناطق المجاورة للنوافذ مما يعمل على منع الوهج

وأدائهم.

في دراسة للباحث سيد عباس 2012 التي تناولت تحديد مصادر الضوضاء وقياس تأثيرها على الأطفال في مصر تحديداً مدينة أسيوط؛ تم اختيار عينة بحث للذكور والإناث وتم قياس مستويات الصوت المكافئة ضمن الظروف الطبيعية للفصل الدراسي؛ ووجد أن مستوى الضوضاء في الفصل الدراسي بالوضع الطبيعي يتراوح بين (61.3-76.2) ديسيبل؛ وهذا لا يتطابق وفقاً للقانون المصري للحد الأقصى لمستوى الضوضاء المسموح به في

المناطق التعليمية لحماية الصحة العامة للطلاب وتحقيق التحصيل ورفع مستوى أدائهم وهو 50-60 ديسيبل. كما لخصت الدراسة مصادر الضوضاء التي تؤثر على الطالب في الفصل الدراسي تنقسم إلى: مصادر خارجية و مصادر داخلية. فمن خلال السيطرة على مستويات الضوضاء الناتجة عن المصادر يتحقق جو دراسي خالي من الضوضاء داخل الفصل الدراسي يضمن عدم عرقلت تركيز وأداء الطلبة (Ali, S. A. A., 2013).

المبادئ العامة للعزل الصوتي الداخلي:

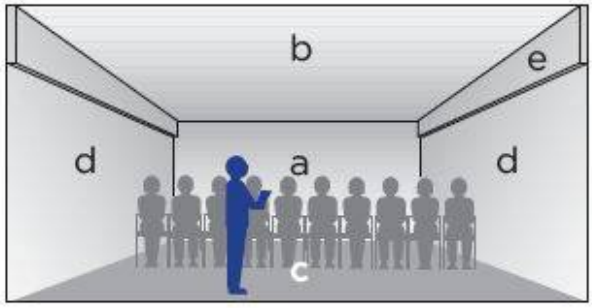
العزل الصوتي للجدران: يعتمد العزل الصوتي للجدران على التركيبات والمواد الدقيقة المستخدمة، يوصى في هذه الحالات الرجوع للبيانات الواردة من الشركات المصنعة، ولمنع تسرب الصوت عبر هذه المواد يعتمد هذا على: إذا كان الجدار مكون من طبقة واحدة يعتمد في ذلك على صلابة الجدار وكسوة الجدار الجانبية الخارجية المحيطة به من مواد، سمك الجدار نفسه. في حالة الجدار كان مكون من طبقتين يعامل الدار المزدوج على أن كل جدار منهما هو جدار فردي معزول يمتلك خصائصه، بالإضافة لقدرة عزل الصوت للمادة المكونة للفراغ الداخلي بينهما بحيث يصبح التركيب الإنشائي للجدار (مجوف فارغ، مجوف يحتوي ألياف زجاجية أو صوف صخري) هو العامل المساهم في عزل الصوت العالي (Maekawa, Z., Rindel, J., & Lord, P., 2010, p163).

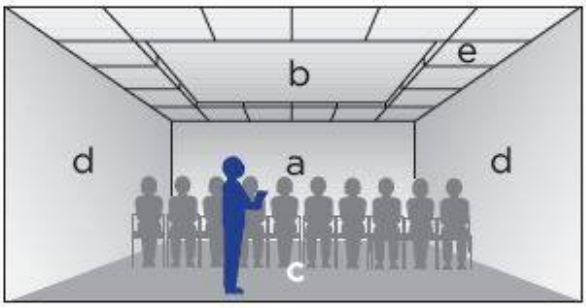
العزل الصوتي للأبواب والنوافذ: تزداد كفاءة العزل الصوتي الداخلي بالعناية في العناية في اختيار الأبواب المناسبة مهم للتقليل من الصوت بشكل فعال بين المساحات؛ تحسين عزل الصوت للباب عن طريق زيادة كتلته مثل إضافة طبقتين من الخشب الرقائقي، وبينها مادة ماصة عازلة للصوت الأبواب المزدوجة، تستخدم في حالات غرف الموسيقى والدراما (كقاعدة عامة يوفر الباب الجيد العزل ما بين 30-35 ديسيبل عزل لذلك يعتبر من الضروري وجود بابين مفصولين بردهة للحفاظ على عزل الصوت. أما على مستوى النوافذ تعتمد خاصية عزل الصوت للزجاج على سمكها ومساحتها، ألواح زجاج ثقيل وبسماكات مختلفة مثبته في حشوات مطاطية مرنه توفر أعلى مستوى من عزل الصوت، وتعمل الحشوات المطاطية على تخفيف الاهتزازات الصوتية بين الألواح الزجاجية على كلا الجانبين. حيث يعمل الزجاج المزدوج أو الثلاثي على تحسين الأداء الصوتي بشكل ملحوظ ويكون للهواء المحصور بين الألواح دور أيضا في عملية العزل الصوتي (Long, M., 2014, p 404).

لا يعتمد العزل الصوتي على عزل التركيبات فقط، بل يعتمد أيضاً على العزل حول محيطها (الأختام). حيث تلعب الأختام دور مهم تؤدي تفاصيل ودقة البناء إلى نتائج متغيرة جداً فبالرغم من زيادة قيمة عزل الفتحات المعمارية قد لا يتحسن العزل الصوتي إلا إذا تم معالجة الفجوات في المحيط.

استراتيجيات تحديد موقع الامتصاص الصوتي في الفصل الدراسي :

1. جعل الجانب السفلي من السقف ماص في الغالب للصوت، حيث يمكن للسقف المعلق ان يوفر امتصاص لتحقيق أهداف زمن الصدى، مع إضافة الألواح الماصة على الجدران لتحسين الجودة الصوتية للمساحة. الشكل رقم (4-1).
2. ترك السقف عاكساً صوتياً، يتم في هذه الحالة إضافة امتصاص صوتي على الجدران، ويستحسن في هذه الحالة تحديد موقع المواد الماصة للصوت على مستوى عالي والبعض على الجدار الخلفي الذي يواجه المعلم من اجل منع الصدى المرتد من الجدار الخلفي، خصوصاً في حالة الجدران الخلفية المقعرة (Canning, D., Cogger, N.& Other, 2015, p 42). الشكل رقم (4-2).





الشكل (4-1) - تحديد موقع الخامات امتصاص الصوت وعكسه داخل الفصل الدراسي- الشكل (4-2)

A: الجدار الخلفي، امتصاص الصوت أو نشرة. d: الجدران عاكسة للصوت.

b: السقف، عاكس للصوت. e: أعلى الجدران، امتصاص الصوت، او نشره.

c: الأرضيات، امتصاص الصوت.

الدراسة التطبيقية للباحث:

في هذه الدراسة نحقق سبل تحسين البيئة الداخلية للفصل الدراسي من خلال الاستغلال الأمثل لعناصر جودة البيئة الداخلية من المنظور البيئي المستدام؛ لتحقيق الراحة للطلاب ووفورات الطاقة على مستوى المبنى المدرسي؛ وتم اختيار فصل دراسي ضمن مدرسة في مدينة إربد – المملكة الأردنية الهاشمية- الشكل رقم (5)؛ واقترح الباحث بعض التعديلات وكيفية استغلال السقف كمنطقة مهمة يتم من خلالها تحقيق جودة البيئة الداخلية دون التأثير على عناصر الإنشاء أو المساحات الداخلية.

نموذج الفصل الدراسي:

الاستراتيجيات المستدامة على مستوى الوضع القائم:

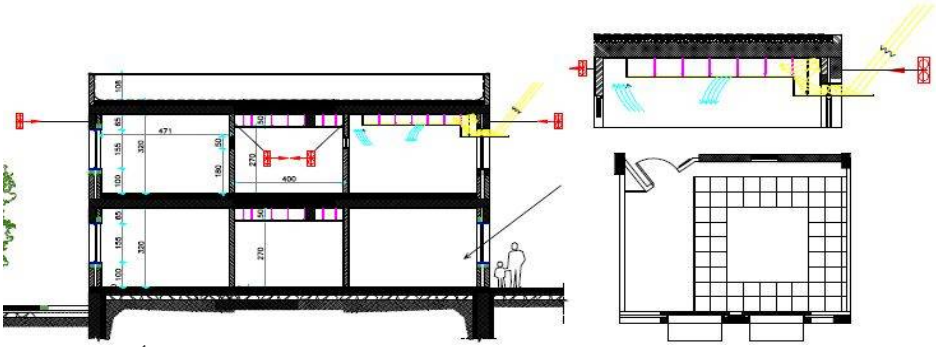
- على مستوى الإضاءة الطبيعية: اعتمد الفصل الدراسي على الفتحات المعماري من جانب واحد لتأمين الفصل الدراسي بالضوء الطبيعي بدون استخدام الضوابط حيث أن الفتحات تدخل ضوء الشمس دون معالجات ما ينتج عنه تركيز الإضاءة في مناطق محددة يؤدي إلى حدوث مشاكل على مستوى البيئة الداخلية مثل الوهج والتباين وعدم الراحة الحرارية.

- على مستوى التهوية الطبيعية: إن توجيه الفتحات المعمارية بالنسبة لاتجاه الريح السائد في المنطقة بشكل متعامد معها ما يؤدي إلى ضعف استغلال الرياح الطبيعية في الفراغ الداخلية واللجوء إلى التهوية الميكانيكية. مع الإشارة إلى وجود فتحات معماري متقابلة يؤدي من خلالها التهوية الناتجة عن الطفو الحراري لكن كما هو موضح في الشكل رقم (5) تطل الفتحات المسؤولة عن التفريغ الهواء على الممرات التي بدورها تعتبر مناطق مضغوطة؛ وهذا يلغي دور فتحات التفريغ الهواء.

- على مستوى العزل الصوتي: لم يتم استخدام أي نوع من تراكيب عزل الصوت داخل الفراغ الداخلي ما ينتج عنه مشاكل في جودة الصوت الداخلية ومتطلبات الراحة.

الوضع الفصل الدراسي قبل وبعد التعديل:

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



الشكل (5) يوضح مقطع لجناح الفصول الدراسية؛ التوجيه من اليمين للجنوب واليسار للشمال. الطابق الأول يوضح الفصل الدراسي قبل المعالجات؛ الطابق الثاني تعديلات التصميم الداخلي.

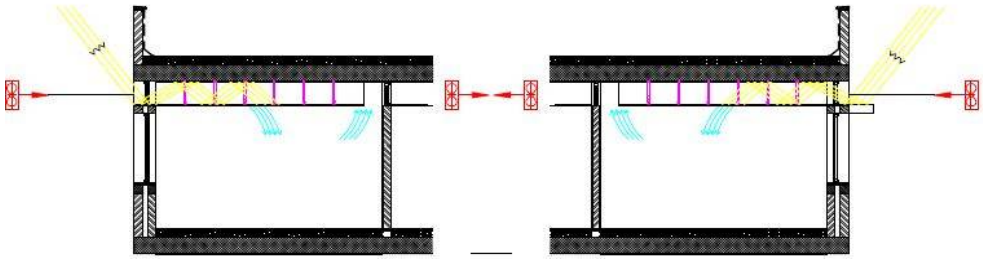
المفهوم العلمي للتصميم المقترح:

تم تصميم هذا المقترح لتحقيق جودة بيئة داخلية أفضل على مستوى الفصل الدراسي بالاستخدام الأمثل لعناصر البيئة المادية الداخلية من خلال تقنيات جلب ضوء النهار للمناطق العميقة داخل الفراغ؛ وتحقيق معدل تهوية وتيار هوائي طبيعي مستمر بغض النظر عن الظروف الخارجية؛ وأخيرا تأمين الفصل الدراسي من مصادر الضوضاء الداخلية. وهذه بدوره ينعكس بطريقة إيجابية على الطالب من الناحية السيكولوجية والفسيولوجية ويضمن تحقيق الراحة.

- تعديلات التصميم الداخلي المقترحة:

1. استغلال السقف في الفراغ المعماري من خلال السقف الساقط المكون من تراكيب مسامية منفذة للضوء ومساحة وسطية مفتوحة كما هو موضح في الشكل رقم (5). والذي يتم من خلاله تحقيق جلب عناصر البيئة المادية للفراغ الداخلي دون التأثير على العناصر التأثيثيه أو الهيكلية للفصل الدراسي ما يضمن سلامة مساحة الفصل الدراسي القائم؛ والاعتماد على تعديلات تتكون من تراكيب سهلة الإضافة وقابلة للفك وإعادة الاستخدام.
2. **لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية** والاستغلال الأمثل لأكبر قدر من ضوء النهار النافذ للفراغ الداخلي وزيادة عمق الاستفادة الذي يعتمد في الأساس على اتجاه واحد. مع معالجة مشاكل الوهج والتباين والحمل الحراري التي تأثر بشكل سلبي على جودة البيئة الداخلية؛ تم استخدام استراتيجيات الأرفف العاكسة الممتدة من الخارج للداخل؛ وتؤدي من خلالها وظائف متعددة مثل التظليل على المساحة الداخلية المجاورة للنوافذ والتي يتم تحقيق الاستفادة القصوى منه في أوقات الصيف التي تكون فيها الشمس مرتفعة ما يسبب الإزعاج الحراري والإضاءة القوية للطلاب ضمن منطقة الإضاءة؛بالإضافة إلى عكس الضوء الخارجي للداخل باستخدام أسطح داخلية عاكسة ومنتشرة فوق سطح السقف الساقط ما يضمن إعادة نشر الإضاءة ضمن الفراغ بطريقة منتشرة تؤدي دور الإضاءة الغير مباشرة في الفراغ الداخلي؛ ما ينعكس بدورة على تحسين توزيع الإضاءة وزيادة مقدار الإضاءة في الفراغ.
3. **لتحقيق جودة الهواء الداخلي** وتأمين تيار هوائي مستمر تم استبدال مراوح السقف التي يعتمد عليها الفصل الدراسي لتحقيق زيادة في التهوية (مع وضرورة الإشارة إلى الضوضاء والحرارة التي تنتج عنها في حال زيادة سرعتها) في مراوح جانبية صغيرة موزعة جدارين متقابلين؛ الجدار الجنوبي للفصل المطل للخارج تكون فيه هذه المراوح مسؤولة عن تزويد الفراغ الداخلي بالتهوية ويتم إعادة توزيعها من خلال السقف الساقط؛ أما الجدار الشمالي المقابل يحتوي على مراوح مطلة على الممر الخارجي للفصل تكون هذه المراوح مسؤولة عن سحب الهواء الداخلية الملوث وإخراجه ضمن السقف الساقط في الممرات الخارجية؛ وهذه الطريقة يمكن من خلالها تحقيق تيار هوائي مستمر متجدد داخل فراغ الفصل الدراسي, توزيع جيد للهواء من خلال فتحات السقف الساقط؛ وهذا يحقق توفير الهواء النقي (لتلبية متطلبات الأكسجين)، والتبريد الحراري لإزالة الحرارة من داخل المبنى (لاستخدام تأثير المكدس) والتبريد الفسيولوجي عن طريق تبخير الرطوبة.
4. **لتحقيق الجودة الصوتية** وتأمين الفصل الدراسي من الضوضاء الداخلية, يتم استخدام بلاطات عزل صوتي في السقف الساقط وتوزيعها فوق منطقة إشغال طلاب مع استثناء المنطقة الأمامية فوق السبورة والمعلم لحاجة هذه المنطقة لدعم صوت المعلم لكي لا يلجا إلى رفع صوته ما ينتج عنه مشاكل صحية وتعب.

وفيما يلي سنعرض مقطع لفصل دراسي مقترح؛ يوضح الاستخدام الأمثل للسقف في الفصول الدراسية؛ حيث يعتبر خيار يؤمن تحقيق بيئة داخلية أفضل في حال تم الاستعانة به في مرحلة التخطيط للمدارس وتنفيذه؛ للاستغناء عن المعالجات التي تنتج عن سوء التخطيط على مستوى التصميم الداخلي المستدام:



الشكل (6) يوضع مقطع لمقترح تصميمي للفصول الدراسية؛ اليمين يوضح الواجهة الجنوبية والحاجة لاستخدام رفوف الإضاءة من الخارج والدخل باعتبارها واجهة تتلقى ضوء الشمس المباشر؛ اليسار الواجهة الشمالية يتم فيها الاعتماد على ضوء النهار وعدم الحاجة لرفوف الإضاءة الخارجية.

النتائج Results

1- ترتبط عناصر البيئة المادية للفصل الدراسي ارتباطاً مباشراً بالأثر الفسيولوجي على الطالب؛ فالاستغلال الأمثل لهذه العناصر يعمل على تحفيز الطالب ورفع معنوياته التحصيليه

لتحقق الراحة والمتعة داخل فراغ الفصل الدراسي.

2- بسبب اختلاف التهوية المتقطعة مع تغير سرعة واتجاهات الرياح من الأفضل تطوير نظام تهوية مرن للغاية يمكنه التكيف مع التغيرات في الرياح بهدف تزويد شاغلي الفصول الدراسية القدرة على ضبط التهوية لتلبية متطلبات الراحة الخاصة بهم بما يضمن عدم التسبب بالضوضاء الداخلية.

3- يمكن تحقيق جودة التهوية الطبيعية للفصل الدراسي من خلال: التوجية السليم للمبنى المدرسي بما يتناسب مع اتجاه الريح السائد, وتحقيق النسب السليمة للفتحات المعمارية على الجدار المقابل للرياح, ضمان التحقق من الطفو في الفراغ من خلال الفتحات المتقابلة, التأكد من عدم وجود عوائق للرياح الواردة في المباني العميقة

4- في حالة التوجيه الغير سليم أو التهوية من جانب واحد, يفضل تدخل التهوية المشتركة التي يتم فيها الاعتماد على مراوح السقف –في الأغلب-مما ينتج منها من تهوية غير موزعة بشكل جيد, حرارة, وإزعاج, لكن من خلال الحلول المقترحة؛ فان تركيب مراوح جانبية (تزويد, سحب), يتم من خلالها محاكاة آلية الطفو في الفراغ.

5- 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.

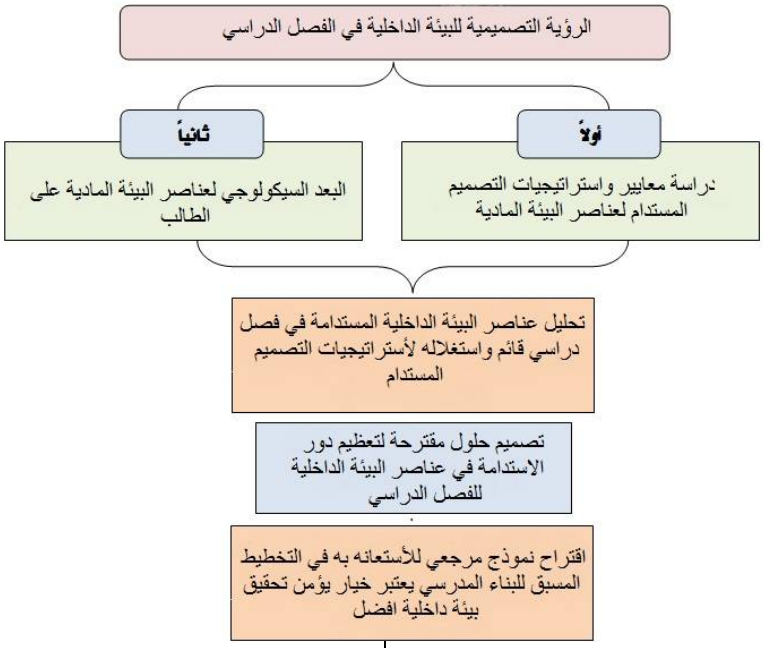
6- لتحقيق جودة التصميم الصوتي: العمل على تحسين عزل الصوت لمكونات الفتحات المعماري (الأبواب والنوافذ)؛ من خلال زيادة كتلتها والاعتماد على ازدواجية الطبقات حيث يعمل الهواء المحصور على تقليل اختراق الصوت, العناية بالأختام. الاعتماد على السقف الساقط الذي يحقق أفضل عزل صوتي لفراغ الفصل الدراسي, مع ضرورة اختيار بلاطات عزل صوتية مصنعة من مواد معاد تدويرها ومصنفة على أنها مواد متوافقة مع البيئة.

المناقشة Discussion :

تكمن أهمية تلك النتائج في كونها تقدم رؤية تطبيقية لحل المشكلة البحثية؛ وهي تحقيق الاستدامة ضمن الفراغ الداخلي للفصول الدراسية في المباني المدرسية الحكومية في المملكة الأردنية الهاشمية؛ وهو بدورة ما ينعكس بالفائدة على جميع الأطراف المشاركة؛ من الناحيتان الاستدامة لتحقيق الوفورات على مستوى الطاقة؛ والاستدامة لتحقيق بيئة داخلية صحية محفزة وداعمة للطفل تشكل بذلك بيئة تعليمية جذابة مرنه تسمح للمستخدم التحكم بها تبعاً للظروف المحيطة. وقد توصل الباحث إلى أنه يسهل تحقيق الاستدامة في عناصر البيئة المادية المكونة للفراغ الداخلي للفصل الدراسي من خلال تطبيقات بسيطة مثل استغلال العناصر الطبيعية من تهوية وإضاءة وتحقيق العزل الصوتي, ما ينعكس بدوره بالأثر الإيجابي على التكوين الكامل للبناء المدرسي والطالب.

الخلاصةConclusion:

من خلال ما تقدم البحث من نتائج وتمت مناقشتها يمكن أن نستخلص أسلوب تصميمي مرن لتحقيق الاستفادة القصوى من العناصر الطبيعية ينعكس على جودة البيئة الداخلية للفصول الدراسية في المباني المدرسية:



المراجع References

1. ميسون هلال, خوله مهدي, خوله كوثر (2014): "الاستدامة في العمارة بحث في دور استراتيجيات التصميم المستدام في تقليل التأثيرات على البيئة العمرانية"، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثالث عشر، المجلد 9، العدد 6، مصر، القاهرة.
2. Kibert, C. J. (2016). Sustainable construction: green building design and delivery. John Wiley & Sons.
3. Ragheb, A., El-Shimy, H., & Ragheb, G. (2016). Green architecture: A concept of sustainability. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 216(6).
4. Ayalp, N. (2012, July). Environmental sustainability in interior design elements. In 7th WSEAS conference on Energy and Environment, Kos Island.
5. Santamouris, M. (2013). Environmental design of urban buildings: an integrated approach. Routledge.
6. Jones, L. (2008). Environmentally responsible design: Green and sustainable design for interior designers. John Wiley & Sons.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

(2011). Passive solar architecture: heating, cooling, ventilation, daylighting and more using natural flows. Chelsea green publishing.

16. Lechner, N. (2015). Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects. John wiley & sons.

17. Robinson, A., & Selkowitz, S. (2013). Tips for daylighting with windows.

18. DiLaura, D. L., Houser, K., Mistrick, R., & Steffy, G. R. (2011). The lighting handbook: reference and application.

19. Ali, S. A. A. (2013). Study effects of school noise on learning achievement and annoyance in Assiut city, Egypt. Applied acoustics, 74(4), 602-606.

20. Maekawa, Z., Rindel, J., & Lord, P. (2010). Environmental and architectural acoustics. CRC Press.

21. Long, M. (2014). Architectural acoustics 2 ed.

22. Canning, D., Cogger, N., Greenland, E., Harvie-Clark, J., James, A., Oeters, D., ... & Shield, B. (2015). Acoustics of Schools: a design guide. Institute of acoustics & association of noise consultants. London.

23. https://presiding.com/مجلس-المسؤولية-الاجتماعية/?lang=ar

7. Choi, S., Guerin, D. A., Kim, H. Y., Brigham, J. K., & Bauer, T. (2014). Indoor Environmental Quality of Classrooms and Student Outcomes: A Path Analysis Approach. Journal of Learning Spaces, 2(2).

8. Karapetsis, A., & Alexandri, E. (2016). Indoor Environmental Quality and its Impacts on Health–Case Study: School Buildings. In EinB2016–5th International Conference "ENERGY in BUILDINGS.

9. Kabre, C. (2018). Sustainable Building Design: Applications Using Climatic Data in India. Springer.

10. Loftness & Dagmar Haase (2013). Sustainable Built Environments. Springer Science+Business Media New York.

11. Chartier, Y., & Pessoa-Silva, C. L. (2009). Natural ventilation for infection control in health-care settings. World Health Organization.

12. GUIDE, CIBSE. B2,(2016). Ventilation and ductwork. The Chartered Institution of Building Services Engineers London

13. Allard, F., & Ghiaus, C. (2006). Natural ventilation in the urban environment. London: Earthscan.

14. Plympton, P., Conway, S., & Epstein, K. (2000). Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford.

15. Bainbridge, D., & Haggard, K.