تطبيق مفهوم المباني صفرية الطاقة في تصميم المراكز الثقافية عن طريق التفاعل مع المستخدم

Applying the concept of zero-energy buildings in the design of cultural centers through interaction with the user

منى سيد عثمان بدر

مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث - جامعة الأهرام الكندية

ملخص البحث: Abstract

لعبت الهيئة العامة لقصور الثقافة دورًا شديد الأهمية في عصور مصر المعاصرة، فقد كنا نراها في ستينيات القرن الماضي، تعرض مسارح، وأفلام سينمائية، وتنظم ندوات ثقافية ، وتشرف على المكتبات، لكن وعلى الرغم من انتشار الهيئة في جميع المحافظات بنحو أكثر من 500 موقع ثقافي "قصور ثقافة، بيوت ثقافة، مكتبات"، إلا أن التأثير المجتمعي الذي تقوم به قد تقلص إلى أقصى درجة، وبالتالي لا تقوم بالدور الذى ينتظر منها، كون أغلبية القصور مغلقة، وبدون أنشطة وفعاليات جادة أو ندوات أو نشاطات لتعيش كأي مرفق ثقافي في أزمات أهمها الأزمة الاقتصادية، وغياب الوعي لدى الشباب بأهمية وضرورة الثقافة وأثرها على الفرد والمجتمع، وعدم إدراك المغزى والهدف منها وأنها الوسيلة المثلى لتغذية الميول وتنمية قواهم العقلية وتلبية حاجاتهم النفسية، وهذه ثقافة مجتمعية تحتاج إلى تغيير هائل في الوعي والفهم في وطن هو في أشد الحاجة للفعل الثقافي. من هنا جاء دور المصمم الداخلي في محاولة الحفاظ على التراث الثقافي وحمايته من التأثيرات الواردة، من خلال المساهمة في حل مشكلات تلك القصور لتستعيد دورها الفعال في المجتمع، وذلك من خلال تصميم دور ثقافية مكتفية ذاتيًّا أو أبنية صفْريّة أو متعادلة، تحقّق توازنًا بين الطاقة المستهلكة والطاقة المتجدّدة المولّدة من قبل المبنى نفسه بما معناه إنّ إنتاجها للطاقة متساوٍ مع استهلاكها لها، كما حاول المصمم المساعدة في تحقيق المتعة المفقودة لدى الشباب وتشجيعهم على تنمية قدراتهم العقلية وحاجاتهم النفسية من خلال التفاعل مع عناصر التصميم الداخلي المختلفة لدور الثقافة لتوليد الطاقة، الأمر الذي يفتقده الشباب في تلك المرحلة ليمنحهم إحساساً بالمعنى والهدف، بمعنى آخر، عندما يكون العمل الذي يقومون به متصل بغاية عزيزة بالنسبة لهم، هذا الإحساس بالارتباط بالغاية يمدهم بطاقة إيجابية كبرى، ويرفع من مستوى تركيزهم واستيعابهم للأنشطة الثقافية المختلفة، وبالتالي تزيد المثابرة والمعافرة والحماس، من خلال الدمج بين المتعة والوعي الثقافي.

كلمات دالة: Keywords

المباني الصفرية Zero buildings، قصور الثقافة culture Centre، التفاعل مع المستخدم user interaction

Paper received July 16, 2024, Accepted September 13, 2024, Published on line November 1, 2024.

المقدمة: Introduction

تؤثر الثقافة بشكل كبير على سلوك الإنسان، حيث تشكل القيم والمعتقدات والتقاليد والعادات والتصورات الثقافية جزءًا أساسيًا من شخصيته وتحكم في تفكيره وسلوكه، كما تؤثر أيضًا على تفاعل الأفراد مع بعضهم البعض ومع العالم الخارجي، فعلى سبيل المثال، يتأثر سلوك الإنسان بالقيم والمعتقدات التي يتم تعليمها في بيئته الثقافية، والتي تتحكم في تفكيره وتصرفاته، تعد قصور الثقافة إحدى المؤسسات الثقافية التابعة للهيئة العامة لقصور الثقافة وهي هيئة مصرية تهدف إلى تقديم تلك الخدمات الثقافية والفنية والمشاركة في رفع المستوى الثقافي وتوجيه الوعي القومي للجماهير في مجالات السينما والمسرح والموسيقى والآداب والفنون الشعبية والتشكيلية حيث انها تقوم بتقديم عروض للفرق الفنية ومعارض فنون تشكيليه بالإضافة الى العديد من الفنون المختلفة.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

1- تقلص التأثير المجتمعي الذي تقوم به قصور الثقافة بسبب الأزمة الاقتصادية.
2- غياب الوعي لدى الشباب بأهمية وضرورة الثقافة وأثرها على الفرد والمجتمع.

أهداف البحث: Research Objectives

1- محاولة الحفاظ على التراث الثقافي وحمايته من التأثيرات الواردة، من خلال المساهمة في حل مشكلات تلك القصور لتستعيد دورها الفعال في المجتمع.
2- تصميم دور ثقافية مكتفية ذاتيًّا أو أبنية صفْريّة أو متعادلة
3- المساعدة في تحقيق المتعة المفقودة لدى الشباب وتشجيعهم على تنمية قدراتهم العقلية وحاجاتهم النفسية من خلال التفاعل مع عناصر التصميم الداخلي المختلفة لدور الثقافة لتوليد الطاقة.

أهمية البحث: Research Significance

أهمية وضرورة الثقافة وأثرها على الفرد والمجتمع، وإدراك المغزى والهدف منها وأنها الوسيلة المثلى لتغذية الميول وتنمية القوى العقلية وتلبية الحاجات النفسية لدى الشباب، في وطن هو في أشد الحاجة للفعل الثقافي.

منهج البحث: Research Methodology

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي من خلال الاضطلاع على المشكلة، وتحديد معالمها، وصياغة الفرضيات واستنباط ما يترتب عليها.

حدود البحث: Research Limits

تقتصر حدود البحث على التصميم الداخلي لقصور الثقافة في مصر.

فروض البحث: Research Hypothesis

تصميم دور ثقافية مكتفية ذاتيًّا أو أبنية صفْريّة، من شأنه تحقيق توازنًا بين الطاقة المستهلكة والطاقة المتجدّدة المولّدة من قبل المبنى نفسه، كما يحقق تفاعل المستخدم مع عناصر التصميم المتعة المفقودة لديه، ويشجعه على تنمية قدراته العقلية وحاجاته النفسية.

الإطار النظري: Theoretical Framework

يتناول البحث المنهج الوصفي التحليلي في إطار نظري من خلال المحاور التالية:

أولًا: قصور الثقافة في مصر ومشكلاتها:

عبر الشوارع المصرية لقرون عديدة، ظلت القاهرة عاصمة ثقافية، ليس فقط لمصر بل للشرق الأوسط بأكمله، وحتى يومنا هذا، لا تزال العاصمة المصرية مليئة بالأماكن الثقافية للموسيقى والأفلام والفنون وحتى التراث الشعبي المصري.

تعد الهيئة العامة لقصور الثقافة هيئة حكومية مصرية تابعة لوزارة الثقافة، تهدف إلى المشاركة في رفع المستوى الثقافي وتوجيه الوعي القومي للجماهير في مجالات السينما والمسرح والموسيقى والفنون

الشعبية والتشكيلية ونشاط الطفل وخدمات المكتبات في المحافظات.
بدأ نشاط الهيئة عام 1945 تحت مسمي الجامعة الشعبية، وتغير اسمها في سنة 1965 إلى جهاز الثقافة الجماهيرية، في عام 1989 صدر القرار رقم 63 لتتحول إلى هيئة عامة ذات طبيعة خاصة وأصبح اسمها الهيئة العامة لقصور الثقافة وتابعة لوزارة الثقافة (شومان أغسطس 2024).

مشكلات قصور الثقافة في مصر:

قال الدكتور أحمد عواض، رئيس الهيئة العامة لقصور الثقافة، إن عدد القصور المغلقة لأسباب إنشائية 14 قصراً، والقصور العاملة 500 على مستوى الجمهورية، ومن المقرر افتتاح 16 قصر ثقافة جديداً بنهاية العام المالي الحالي (رضوى يناير 2019).

تحتاج الهيئة إلى دعم مالي إضافي نحو 500 مليون جنيه، موضحاً أن الدعم الحالي، الذي يقدر بـ 648 مليوناً، لم يساعد على تنفيذ الخطة الثقافية بشكل أكبر، شاملة مرتبات الموظفين، فلدى الهيئة ما يقرب من 14 ألف موظف.

انعكس هذا الموقف بدوره على أداء قصور الثقافة "صورة1،2"، والتي كان يمكن أن تؤدى دورًا مهمًا في تنوير الناس وخاصة الشباب، لأنها المرفق القادر على التفاعل مع جماهير الوطن في كل الأنحاء، عبر القصور والمكتبات وهيئات المسارح، حيث أظهرت الأبحاث أنه عندما يشعر الشباب بالفخر بخلفيتهم الثقافية ويكتسبون القوة منها، فإن ذلك يساعدهم على الشعور بالانتماء الذي يحتاجون إليه، كما يمكن للفخر الثقافي والشعور القوي بالذات أن يساعد الشباب على تنمية الثقة واحترام الذات مما يبني مرونتهم وسلامتهم العقلية، ويجعلهم أكثر قدرة على التعامل مع قضايا الحياة (عبد الرحمن أكتوبر 2018).

صورة رقم 1 ، 2 توضح مشكلات قصور الثقافة في مصر

ثانيًا: المباني صفرية الطاقة:

طالما كانت الطاقة عصب حياتنا وعنصرًا لاستمراريتها وتطورها، ٨٠% من الطاقة المستهلكة عالميًا تستنفذ موارد طبيعية غير متجددة كالنفط والغاز، تلك التي تسهم بدورها في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المسئول عن التغير المناخي والاحتباس الحراري، كلها أمور دقت ناقوس الخطر ودعت إلى إيجاد حل جذري لذا توجهت العديد من الأبحاث العلمية إلى التركيز على الحد من الأثر البيئي للأبنية وتحويلها إلى أبنية مكتفية ذاتيًا أو أبنية صفْريّة أو متعادلة.

دعا المجلس العالمي للأبنية الخضراء*، تماشيًا مع اتفاقية باريس، الحكومات والشركات الخاصة للالتزام بإنشاء الأبنية صفرية الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠ وتحديث الأبنية المشيدة لتصبح أبنية صفرية بحلول عام ٢٠٥٠(مجد نوفمبر 2020).

شكل رقم 1 المباني صفرية الطاقة

ما هي المباني صفرية الطاقة:

تعد المباني صفرية الطاقة أو كما تعرف بالمباني متعادلة الطاقة هي المباني التي لها محصلة استهلاك طاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمقدار صفر سنويًا، وتعد مثالًا على المباني المستدامة شبه المستقلة في الاعتماد على مصادر الطاقة حيث يمكنها توليد الطاقة اللازمة لتشغيل المبنى ذاتيًا من مصادر متجددة مثل الألواح الشمسية، واستخدام أساليب إضاءة وتهوية طبيعية لترشيد استهلاك الطاقة، من خلال العزل المتقدم، والنوافذ عالية الأداء، وأنظمة التدفئة والتبريد الفعالة، إلى جانب تقنيات الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية، والتصميم الشمسي السلبي للاستفادة من الإضاءة الطبيعية والطاقة الشمسية لتدفئة المبنى .
(Sciencedirect, 2023, p. 25-38)

شكل رقم 2 يوضح مفهوم المباني صفرية الطاقة

المبنى الخالي من الطاقة Zero-energy building (ZEB)، والمعروف أيضًا باسم Net Zero-Energy(NZE) ، هو مبنى لا يستهلك صافي الطاقة، مما يعني أن إجمالي كمية الطاقة التي يستخدمها المبنى على أساس سنوي يساوي كمية الطاقة المتجددة التي يتم إنشاؤها في الموقع، أو في تعريفات أخرى بواسطة مصادر الطاقة المتجددة خارج الموقع، باستخدام التكنولوجيا مثل المضخات الحرارية والنوافذ عالية الكفاءة والعزل والألواح الشمسية.

الهدف من إنشاء مباني صفرية الطاقة:

الهدف هو أن تساهم هذه المباني بشكل أقل في الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي أثناء التشغيل مقارنة بالمباني المماثلة غير التابعة لـ ZNE، يتم تشجيع تطوير المباني الخالية من الطاقة من خلال الرغبة في أن يكون لها تأثير أقل على البيئة، ويتم تشجيع توسعها من خلال الإعفاءات الضريبية والتوفير في تكاليف الطاقة مما يجعل المباني الخالية من الطاقة قابلة للحياة من الناحية المالية.

تكلفة تشييد المباني صفرية الطاقة:

الوصول الى مباني صفرية الطاقة في مصر لا يحل فقط ازمة الطاقة بل يحافظ على البيئة ويحمي الإنسان من خطر الأمراض التي يتعرض لها بسبب الملوثات التي تحدث داخل المباني.

يعتقد البعض إن تشييد المباني الصفرية مكلف من الناحية المادية، وبحسب دراسة أجراها معهد روكي ماونتين في الولايات المتحدة، ان معدل الفرق للتكلفة الأولية بين المباني صفرية الطاقة وتلك التقليدية يبلغ نسبة ٧،٣%، بالإضافة إلى الوفورات المالية التي تحققها المباني صفرية الطاقة عبر استعادة تكلفة البناء خلال السنوات الأولى للبناء، هذا إلى جانب الخسائر البيئية والتكاليف الاجتماعية التي يمكن تفاديها، لذا على الدول وضع استراتيجيات وخططا مالية لتحفيز إنشائها(Alisa 2019) .

ثالثًا: تطبيق مفهوم المباني الصفرية في التصميم الداخلي لقصور الثقافة عن طريق التفاعل مع المستخدم

التصميم الداخلي للمراكز الثقافية:

إن التوصل إلى تعريف دقيق وتصميم موحد للمراكز الثقافية هو أمر أقرب إلى المستحيل، أدى إليه التنوع في وظائفها ورؤيتها وأهدافها في جميع أنحاء العالم، كل منها فريد من نوعه وله مجموعة من الخصائص الخاصة به، إلا أن المراكز الثقافية لديها مجموعة من المعايير والمحددات المشتركة تحكم تصميمها النهائي:

1- وضع هدف ورؤية مستقبلية للمركز:

عند البدء في تصميم المراكز الثقافية يجب وضع هدف ورؤية مستقبلية للمركز، مثل تعزيز التراث الثقافي والحفاظ عليه، وتوفير وقت فراغ عالي الجودة للشباب والفئات الأخرى المستهدفة، وتنفيذ

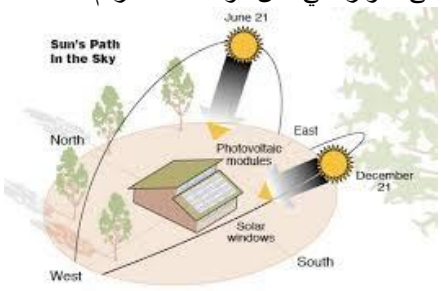
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

المشاريع الثقافية والتعليمية في المجتمع لخلق فرص عمل جديدة، والاستجابة لاحتياجات المجتمع من خلال توفير مساحة مجتمعية، ومرافق تعليمية غير رسمية، وتعزيز الإبداع والفنون الثقافية، بالإضافة إلى تعزيز التنمية الحضرية وتطوير المدن من خلال خلق مساحات ديناميكية للتبادل الثقافي "شكل رقم 3".

شكل 3 يوضح الهدف والرؤية المستقبلية للمراكز الثقافية "عمل الباحثة"

2- موقع المركز وتوجيهه:

يعتمد تحديد موقع المبنى على نجاح تحقيق مبنى صفري الطاقة، عند اختيار موقع المبنى يجب أخذ عدة عوامل في الاعتبار أهمها موقع المبنى الجغرافي وتوجيهه لتحديد موقع الشمس على واجهات المبنى لمعرفة درجات الحرارة المتوقعة على تلك الواجهات وتحقيق اقصى استفادة من الظلال، واتجاه الرياح وأنماط الأمطار، وذلك للوصول لأنسب موقع يمكن شاغليه من استغلال الموارد الطبيعية لتشغيل أنظمة الطاقة في المبنى وتقليل متطلبات الطاقة المستهلكة والحفاظ على الموارد في نفس الوقت "شكل رقم 4".



شكل 4 يوضح موقع المبنى صفري الطاقة وتوجيهه

3- تكامل السمات المعمارية التي تجمع الماضي بالمستقبل:

يلعب المركز الثقافي دورًا حيويًا في الحفاظ على القيم والمعتقدات للمجتمع، لذا يساعد تكامل السمات المعمارية والأشكال والمواد والأعمال الفنية بين الماضي والحاضر كجزء نشط من المستقبل على خلق تكاملًا استثنائيًا بين الطبيعة والمبنى للبحث عن تلك القيم الثقافية والتاريخية والمعمارية، تهدف هذه العملية إلى زيادة المعرفة والوعي بقيمة هذا التراث والحفاظ عليه وتطوير الهوية الإقليمية، التي أصبحت الآن مهددة بالتقدم الذي لا يرحم للإنتاج المعاصر المتواضع وغير الكافي "صورة رقم 3، 4".

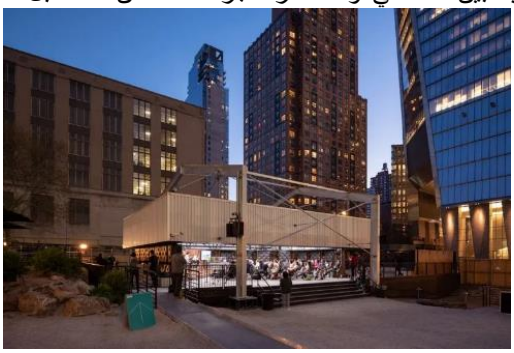
صورة 3 توضح تصميم زها حديد لواجهة مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ والتي تربط بين الماضي والحاضر داخل مركز الشرق الأوسط في أكسفورد

صورة رقم 4 توضح صراع دانييل ليبسكيند بين الماضي والحاضر في تصميم متحف أونتاريو الملكي في كندا

4- تصميم مساحات متعددة الوظائف:

تعتبر المساحات متعددة التخصصات مفتوحة من الناحية المفاهيمية لأنها تتطلع إلى تلبية وظائف متعددة، سواء كانت المساحة عبارة عن غرفة مغلقة أو ساحة مفتوحة "صورة 5،6"، فهي تتمتع بمساحة كبيرة مع الحد الأدنى من العوائق.

تقدم المراكز الثقافية أنشطة وفعاليات ثقافية ومعرفية وفنية متنوعة لكافة المتعاملين معها وذلك للارتقاء بالوعي الثقافي والمعرفي والوطني لكافة فئات المجتمع.



صورة رقم 5 ، 6 "جاء تصميم The Prelude of the Shed امتدادًا لمركز ثقافي يمكن بناؤه في أي مكان بسهولة نسبية، حيث يتكون من مكونات متحركة، تمنح الأشخاص القدرة على إنشاء مساحات مؤقتة تلبي بشكل خاص الحدث أو الأداء أو المعرض الذي يقام في ذلك الوقت"

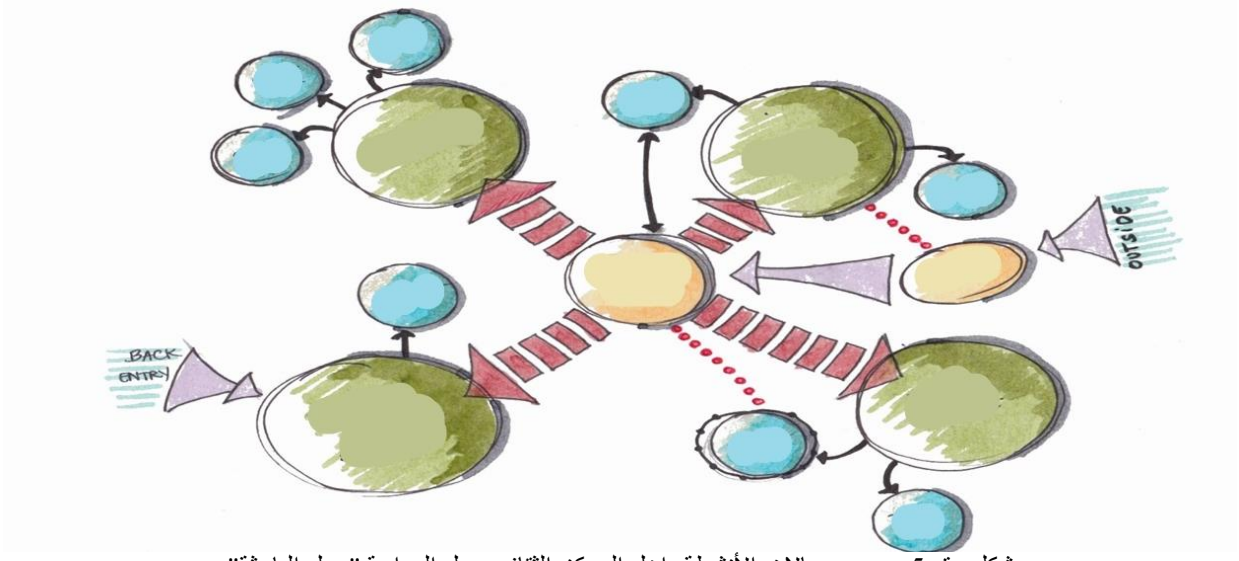
تتعدد مجالات الأنشطة داخل المراكز الثقافية بتعدد الأهداف المراد تحقيقها، فالأنشطة في مجملها تشمل جميع المجالات التي تشبع حاجات الفرد البدنية، والنفسية، والاجتماعية "شكل رقم5":

أ- مجال الأنشطة الرياضية الذي يشمل جميع الرياضات والأنشطة الحركية والبدنية.

ب- مجال الأنشطة الثقافية الذي يشمل الكتابة والقراءة، والإعلام والندوات، وكل ما يرتبط بالتنمية الثقافية.

ت- مجال الأنشطة الفنية الذي يشمل الجوانب الفنية كالرسم، والموسيقى، والتمثيل المسرحي والتصوير وغيرها.

ث- مجال الأنشطة الاجتماعية الذي يشمل جميع الأنشطة التي تهدف إلى التنمية الاجتماعية وخدمة المجتمع.



شكل رقم 5 يوضح مجالات الأنشطة داخل المركز الثقافي محل الدراسة "عمل الباحثة"

5- دمج هيكل المبنى بالطبيعة:

تعد الطبيعة جزءًا خالدًا من أي ثقافة وتتطلب احترام واهتمام المصممين الذين يختارون البناء عليها، وبصرف النظر عن تحديد كفاءة استخدام الطاقة في المبنى، فإن دمج الطبيعة في الهيكل يربط الإنسان بالمكان "صورة8،7".

صورة رقم 8،7 توضحان موقع المركز الثقافي في قرية كونفوشيوس في الصين وتسميته بمبنى محب للحياة، حيث يقع شمال جبل في نهاية قرية لوفيان، يسمح له بالاتصال بالجمال الطبيعي للموقع.

6- كفاءة استخدام الطاقة:

يتم حساب كفاءة استخدام الطاقة في المبنى عن طريق قياس الطاقة المستهلكة في التدفئة والتهوية والإضاءة، وما إلى ذلك خلال عام في ظل ظروف الاستخدام والإشغال العادية، يتم بعد ذلك الحصول على استهلاك الطاقة بالكيلووات ساعة/م2 سنة وبثاني أكسيد الكربون/م2 سنة، وبناءً على هذه البيانات، يحصل المبنى على شهادة طاقة مع تصنيفها من A إلى G، ومع تصنيف A يتم اعتماد أن المبنى انه يستهلك طاقة أقل بنسبة تصل إلى 90% من الطاقة ذات التصنيف الأدنى وأقل بنسبة 55% من المتوسط "شكل رقم 6" (Synthesia 2022).

شكل رقم 6 يوضح تصنيف كفاءة استخدام الطاقة

7- استهلاك المباني الثقافية للطاقة:

تتعدد الأنشطة داخل المباني الثقافية، تختلف تلك الأنشطة في معدلات استهلاكها للطاقة، وتقدر وحدة الاستهلاك بالكيلو وات في الساعة kw\h ، توصلت الباحثة لمعدلات استهلاك الطاقة لأنشطة المبنى المختلفة ، وفقًا للمعايير العالمية الخاصة بتلك المباني، مع أخذ متوسط تلك المعدلات لتتناسب بشكل تقريبي مع المبنى متوسط المساحة ومتوسط عدد الأفراد، وفي درجات الحرارة المتوسطة وذلك لإثبات فرضية البحث.

شكل 7 يوضح معدل استهلاك الأنشطة المختلفة للمبنى الثقافي للطاقة "عمل الباحثة"

أ- **الأنشطة الرياضية** التي تشمل جميع الرياضات والأنشطة الحركية والبدنية وتتواجد خارج المبنى ولا تستهلك طاقة، بل على العكس تقوم بتوليد الطاقة.

ب- **الأنشطة الثقافية** التي تشمل أماكن للكتابة والقراءة، والإعلام والندوات، وكل ما يرتبط بالتنمية الثقافية، وتقوم باستهلاك متوسط 29 kw/h يوميًا طبقا للتقديرات العالمية (Jiafang 2023)، للمكتبات متوسطة المساحة ومتوسطة استهلاك الطاقة.

ت- **الأنشطة الفنية** التي تشمل الجوانب الفنية كالرسم، والموسيقى، والتمثيل المسرحي والتصوير وغيرها، وتقوم باستهلاك متوسط 39 kw/h يوميًا طبقا للتقديرات العالمية (This Active 2024)، للمسارح متوسطة المقاعد واستهلاك الطاقة (Cut me 2022).

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

ث- الأنشطة الاجتماعية التي تشمل جميع الأنشطة التي تهدف إلى التنمية الاجتماعية وخدمة المجتمع، وتقوم باستهلاك متوسط 25 kw/h يوميًا طبقا للتقديرات العالمية (Audicom 2024)، لأماكن الندوات والأنشطة الاجتماعية متوسطة المساحة واستهلاك الطاقة.

توصلت الباحثة لمتوسط استهلاك المباني الثقافية للطاقة، وهي نسبة تقريبية، ممثلة في المعادلة الأتية: -

متوسط استهلاك المبنى الثقافي للطاقة = 25 +39 +29 =

93 / 3 "عدد الأنشطة" = 31 kw/h

قامت المصممة بدراسة وتحليل الحلول المعمارية والتصميمة للمراكز الثقافية بناءًا على طبيعتها ومتطلباتها وأنشطتها المختلفة، والفئات المستهدفة من إنشاءها، التي من شأنها الوصول إلى تصميم وبناء مباني صفرية الطاقة تستهلك أقل قدر ممكن من الطاقة، وعند إضافة مصدر متجدد للطاقة إلى هذه المباني، فإنها تكون قادرة على إنتاج ما يكفي من الطاقة لتلبية أو تجاوز متطلبات تشغيلها، وقامت بتصنيف تلك الحلول إلى استراتيجيات سلبية "حلول لعزل وإدارة المبنى باستخدام الأنظمة الذكية"، وذلك للوصول إلى النسب المئوية التي يحتاج المبنى لإنتاجها عن طريق تفاعل المستخدم مع عناصر التصميم الداخلي للوصول لمبنى متعادل الطاقة " استراتيجيات إيجابية"، وتم تمثيل ذلك في الجداول التالية "جدول2،1":

الحلول التصميمة والمعمارية	تطبيق مفهوم المباني الصفرية في التصميم الداخلي لقصور الثقافة عن طريق التفاعل مع المستخدم	النسبة المئوية لتوفير استهلاك الطاقة من الاستهلاك الفعلي لكل عنصر	
		الاستهلاك الفعلي	توفير الاستهلاك
أولًا عزل وإدارة المبنى باستخدام الأنظمة الذكية "الاستراتيجيات السلبية"	عزل المبنى أ-عزل الأسقف وتصميم الأسطح الخضراء ب-عزل الأرضيات ج-عزل الجدران د-معايير اختيار النوافذ والأبواب		
	إدارة المبنى		
	أ-تصميم الإضاءة داخل المبنى		
	ب-تصميم التهوية والتدفئة داخل المبنى " الراحة الحرارية"		
	محصلة النسبة المئوية لتوفير استهلاك الطاقة		

جدول رقم 1 يوضح العناصر المختلفة لعزل وإدارة المبنى باستخدام الأنظمة الذكية "عمل الباحثة"

الحلول التصميمة والمعمارية	تطبيق مفهوم المباني الصفرية في التصميم الداخلي لقصور الثقافة عن طريق التفاعل مع المستخدم	النسبة المئوية لإنتاج الطاقة
ثانيًا: -المصادر المختلفة لتوليد الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم والوسائل الأخرى المختلفة "الاستراتيجيات الإيجابية"	حصد الطاقة من الجسم البشري "المستخدم"	
	أ-التصميم الخارجي للمنطقة المحيطة بالمبنى	
	ب-تصميم الأرضيات الداخلية والخارجية للمبنى	
	ج- الابواب	
	د- التصميم الصوتي للمبنى	
	2-حصد الطاقة عن طريق الوسائل المختلفة	
	أ- الطلاء الشمسي	
	ب- جدار توربينات الرياح	
	ج- الألواح الشمسية	
	محصلة النسبة المئوية لإنتاج الطاقة	

جدول رقم 2 يوضح المصادر المختلفة لتوليد الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم "عمل الباحثة"

أولًا عزل وإدارة المبنى باستخدام الأنظمة الذكية "الاستراتيجيات السلبية"

1-عزل المبنى:

تعتبر الخصائص الحرارية الفيزيائية للمواد المستخدمة في تشييد المباني ونفاذية الهواء من الخصائص الحرارية الرئيسية لتصميم الغلاف الهيكلي للمبنى "شكل رقم "8، الذي تؤثر كفاءته الحرارية تأثير مباشر على استخدامه للطاقة.

يعد العزل الجيد للغلاف الحراري أمرًا ضروريًا لتحقيق كفاءة الطاقة بالمبنى، ولتحقيق ذلك، تعتبر أنظمة عزل البولي يوريثين فعالة للغاية، لأنها تتيح للمباني أن تكون أكثر كفاءة وبالتالي أكثر استدامة، مما يقلل من استهلاكها إلى الحد الأدنى.

تقاوم معظم مواد البناء تدفق الحرارة إلى حد ما، يتم التعبير عن خاصية المقاومة الحرارية هذه بقيمة R ، لكل نوع من تلك المواد (الخشب، الحوائط الجافة، الألياف الزجاجية، إلخ) قيمة R مختلفة لكل بوصة من السمك، يتم تصنيف فعالية العزل من خلال قيم R ،وتختلف تلك القيم بناءً على سمك وكثافة ونوع العزل: كلما زادت قيمة R، كلما كان ذلك أفضل ، في حين أن المقاومة الحرارية لمادة معينة تزداد مع سمكها، إلا أنها ليست علاقة خطية، كل بوصة إضافية من السُمك لها تأثير أقل قليلاً من تلك التي سبقتها، لذلك في النهاية، تصل إلى نقطة تتناقص فيها العوائد حيث لم تعد إضافة المزيد من العزل فعالة من حيث التكلفة، يعد تحسين سمك العزل وقيمة R مهمة تصميم رئيسية لجميع المباني عالية الأداء "شكل 9".

شكل 8 يوضح تصميم الغلاف الهيكلي للمبنى

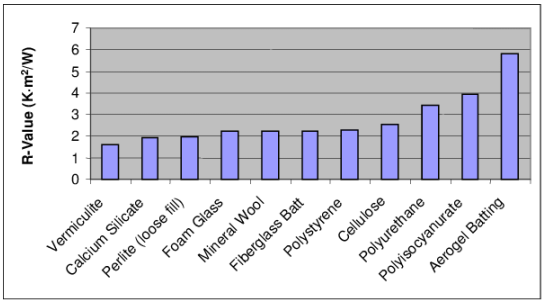
كلما زادت المقاومة الحرارية للعزل، كلما قلت الحرارة التي تمر من خلاله، ونتيجة لذلك، فإن حجم التوفير في استهلاك الطاقة الأحفورية سيزداد أيضًا، يؤدي العزل نفس الوظيفة من خلال توفير حاجز إضافي بين الجزء الداخلي والخارجي للمبنى.

تحبس هذه الطبقة الحرارة (في الشتاء) والهواء البارد المكيف (في الصيف) والذي قد يتسرب عبر الجدران والأسقف وما إلى ذلك.

تنقسم المؤثرات الحرارية التي تؤثر على الحمل الحراري للمبنى كما يلي:

-**استقبال الإشعاع المباشر:** الحرارة التي تدخل إلى المبنى عن طريق الدخول المباشر للإشعاع من النوافذ والأسطح الشفافة الأخرى.

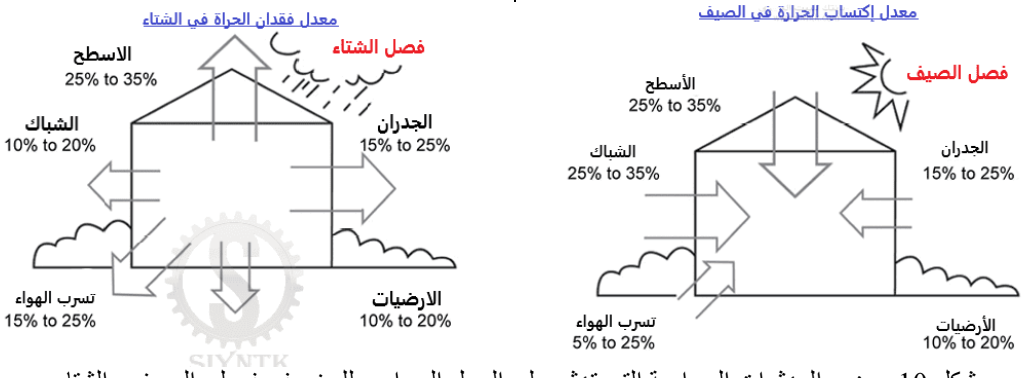
-**استقبال الإشعاع شبه المباشر:** الحرارة التي تدخل المبنى من خلال امتصاص عناصر المبنى لها كالأرضيات والأسقف والجدران.



شكل 9 يوضح قيم المقاومة الحرارية لمواد العزل المختلفة

-**استقبال الإشعاع عن طريق التهوية وتسرب الهواء:** الحرارة الناتجة عن تبادل الهواء الداخلي مع الهواء الخارجي، مثل التسربات من الفجوات والأماكن غير محكمة الغلق والمواد المسامية "شكل رقم 10".

- **الاستقبال الداخلي:** الحرارة الناتجة من عناصر الإضاءة وغيرها من المعدات وعدد الأشخاص الموجودين في المبني ونوع النشاط المؤدى.



شكل 10 يوضح المؤثرات الحرارية التي تؤثر على الحمل الحراري للمبنى في فصلي الصيف والشتاء

يجب أن تكون قيم R للعزل مناسبة للمناخ المحلي، تقدم دراسات الحالة لمشاريع الطاقة الصفرية تلك القيم:

تتراوح قيم عزل الجدران من R-19 في المناخات المعتدلة إلى R-40 في المناخات الباردة، بالنسبة للأسقف، يمكن أن تكون قيمة العزل R-30 للمناخات الأكثر دفئًا، وR-60 للمناخات الباردة، يمكن أن تكون مستويات عزل الأرضيات R19 في المناخات المعتدلة، وR-38 في المناخات الباردة، تتمتع المناخات الأكثر دفئًا بإستراتيجية عزل R-Value مختلفة.

أ- عزل الأسقف:

تعد الأسقف والجدران من المكونات الرئيسية لغلاف المبنى التي يمكن أن تقلل من استهلاك الطاقة وتعزز الراحة الحرارية الداخلية به.

يعتبر السقف مكانًا معرضًا بشكل مباشر لتكوين الجسور الحرارية، وهي عبارة عن فجوات صغيرة أو مساحات أكبر تتسرب من خلالها الطاقة الحرارية.

تتنوع طرق العزل طبقًا للمادة المستخدمة وخصائصها، ويمكن تقسيمها إلى:

مواد صلبة: وتوجد على شكل ألواح بأبعاد مختلفة، ويختلف مدى سمكها من نوع لآخر.

مواد سائلة: وهي مواد تصب أو ترش على المكان المراد عزله، ومن أمثلتها البولي يورثان الرغوي.

مواد سائبة: وتكون عادة في صورة حبيبات أو مسحوق وتصب في أي فراغ مغلق.

مواد مرنة الشكل: تختلف في درجة مرونتها وقابليتها للثني أو الضغط، توجد عادةً على شكل قطع أو لفات وتثبت بمسامير ونحوه، مثل: الصوف الزجاجي، والصوف الصخري، ورقائق الألمنيوم.

وقع اختيار الباحثة على مادة البولي إيثيلين كأفضل طرق عزل الأسطح من الحرارة، وذلك لمميزاته الكثيرة مقارنة بطرق العزل الأخرى، فهو سهل النقل والحمل والتعامل، يوفر استهلاك الكهرباء، مرن فلا تحدث به كسور مثل مواد العزل الحراري الأخرى، مقاوم للحشرات والقوارض والبكتيريا والعفونة والفطريات، عازل مزدوج إذ يعزل الحرارة والبرودة، لا يمتص المياه تماماً، سهل التركيب، ولا يحتاج إلى تجهيزات قبل تركيبه، يعكس الحرارة عن المبنى ويعزلها بفاعلية كبيرة، رخيص السعر مقارنة بالأنواع الأخرى، غير مضر بالصحة "صورة رقم 9،10"

صورة رقم 9 ،10 توضحان عزل الأسقف باستخدام البولي إيثيلين

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

الأسطح الخضراء:

تعد العمارة الخضراء من أهم الاتجاهات في الهندسة المعمارية لتصميم المباني الحديثة الصديقة للبيئة حيث تساعد على تقليل التأثير على البيئة من خلال استخدام المواد المتجددة، وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، ومن أبرز الاتجاهات الشائعة في العمارة الخضراء هو استخدام الأسطح الخضراء.

الأسطح الخضراء، المعروفة أيضًا باسم الأسطح الحية أو الأسطح المزروعة، هي أسطح مغطاة جزئيًا أو كليًا بالنباتات والتربة ووسائط النمو الأخرى "صورة رقم 11"، تحقق الأسطح الخضراء فوائد بيئية واجتماعية واقتصادية مثل تقليل جريان مياه الأمطار، وتوفير العزل الحراري، وتوفير المزايا النفسية، وتحسين جودة الهواء، وإطالة عمر السقف، وزيادة الإنتاجية الغذائية في المناطق الحضرية، والحفاظ على التنوع البيولوجي في المناطق الحضرية.

صورة 11 توضح الأسطح الخضراء

ب- عزل الأرضيات:

في حين أنه قد يكون هناك بعض الحقيقة في فكرة أن الأرضيات تفقد حرارة أقل من الجدران أو الأسقف، إلا أنها لا تزال ضرورية لتحقيق هدف صافي استهلاك الطاقة الصفري لعزلها بشكل جيد، وهذا يعني تحقيق نفس قيمة R تقريبًا في الأرضيات كما في الأسقف والجدران، تختلف هياكل الأرضيات بشكل كبير حسب المناخ، لذلك فإن هناك عدة خيارات للأرضيات العازلة.

يقلل عزل الأرضيات من كمية الحرارة التي تنتقل مباشرة عبر نسيج الأرضية، يتم عزل الأرضيات من خلال سد الفجوات بين ألواح الأرضية وعلى طول الحواف، يكون هذا عادة من خلال ألواح عازلة عالية الأداء توفر أفضل مقاومة حرارية وبأسماك مختلفة، يمكن أن تكون تلك الألواح صلبة أو لفات من الألياف المعدنية أو الرغوية " التي وقع اختيار الباحثة عليها" صورة 12 وذلك لأنها ذات توصيل حراري منخفض مما يمنع انتقال الحرارة من خلالها، إلى جانب أنها خفيفة الوزن ، سهلة التركيب، لا تمتص الماء، لذلك فهي لا تتعفن ، بالإضافة إلى ذلك، فهي خيار صديق للبيئة لأنها مصنوعة من مواد معاد تدويرها.

صورة 12 توضح استخدام Foam board في عزل الأرضيات

ج- عزل الجدران:

الطريقتان الأساسيتان اللتان يفقد بهما هيكل المبنى الطاقة هما الحمل الحراري (تسرب الهواء) والتوصيل (من خلال المواد الصلبة) "شكل رقم 11"، تختلف كفاءة المواد العازلة المختلفة بشكل كبير عند استخدامها في عزل الجدران، فلكل منها فوائد مختلفة لتوفير الطاقة.

قامت الباحثة بتحليل كفاءة مجموعة كبيرة من المواد العازلة مع الأخذ في الاعتبار المقاومة الحرارية التي تناسب موقع المبنى، وسهولة التركيب، وكذلك مقاومة الحريق للجدران الخارجية لمباني خالية من الطاقة، وقد خلص البحث إلى أن ألواح Insulspan الهيكلية المعزولة (SIPs) ستكون مثالية للمنطقة المناخية للمبنى صفري الطاقة، حيث أن قيمة المقاومة الحرارية الخاصة بها تتجاوز القيم الموصي بها لكل مناخ، مما يؤدي إلى كفاءة فائقة في استخدام الطاقة "صورة رقم14،13".

شكل 11 يوضح الطرق المختلفة لتسرب الهواء عبر عناصر التصميم

إحدى السمات المميزة للمبنى صفري الطاقة هي أن يكون محكم الغلق ومعزول جيدًا، الأمر الذي يصعب تحقيقه لأن الفجوات الموجودة على طول الجدران تسمح للهواء المكيف الداخلي بالهروب بينما تسمح أيضًا للهواء غير المكيف بالتسلل إلى الهيكل، يقلل نظام ألواح Insulspan SIP من عدد الجسور الحرارية، حيث تحتوي جدران وأسقف Insulspan EPS SIP على فواصل حرارية أقل، والنتيجة هي قيمة R أعلى للجدار بأكمله، كما تعد تلك الألواح حواجز متصلة من عزل البوليسترين الموسع الصلب (EPS)، هذا يعني أنها لا تغوص مثل حشوة الألياف أو تتقلص بمرور الوقت مثل رغوة الرش Foam spray.

صورة 14،13 توضحان شكل وطريقة تركيب ألواح Insulspan SIP

د- معايير اختيار النوافذ والأبواب:

يعتمد نوع الأبواب والنوافذ المختارة للمبنى صفري الطاقة على مجموعة متنوعة من العناصر، أهمها مناخ المنطقة وموقع المبنى وتوجيهه لتحديد موقع الشمس على واجهات المبنى لمعرفة درجات الحرارة المتوقعة على تلك الواجهات وتحقيق اقصى استفادة من الظلال، وذلك من خلال استخدام خامات ذات خصائص جيدة للعزل الحراري والصوتي.

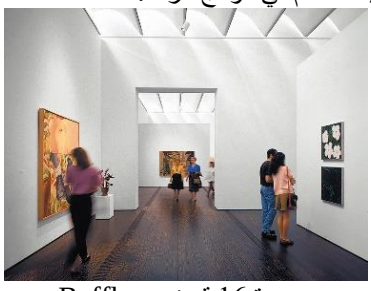
يتم قياس أداء النوافذ والأبواب بطريقتين: عامل U وتقييم الطاقة (ER)، يوضح العامل U معدل انتقال الحرارة، يعني انخفاض عامل U أن المنتج عازل بشكل جيد، يوصى باستهداف عامل U يبلغ 1.4 واط/م2 كلفن أو أقل للنوافذ والأبواب " شكل رقم 12"، ER هو تصنيف بديل يتضمن تأثير اكتساب الطاقة الشمسية للنافذة، كلما ارتفع معدل ER، زادت كفاءة النافذة في الحفاظ على الطاقة، النوافذ والأبواب ذات الأداء الجيد لها معدل ER يبلغ 34 أو أعلى.

حاولت الباحثة اختيار نوافذ وأبواب ذات خصائص ومواصفات قياسية، طبقًا لمعامل U,ER، كما اعتمدت على تصميم النوافذ الزجاجية المزدوجة أو الثلاثية مع طلاء زجاجي منخفض الانبعاثات مع تعبئة غاز الأرجون له عامل U يتراوح من 1.08 إلى 1.02 وذلك لتعزيز الأداء الحراري عن طريق الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية، مما يقلل من تكاليف الطاقة بمرور الوقت، ويساعد في تقليل الضوضاء "صورة رقم 15، شكل رقم 13".

صورة 15 توضح طبقات عزل الأبواب

شكل 14 يوضح tubular lights

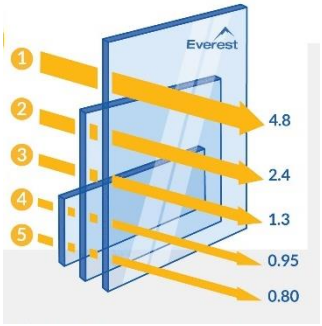
صورة 15 توضح Light Shelves



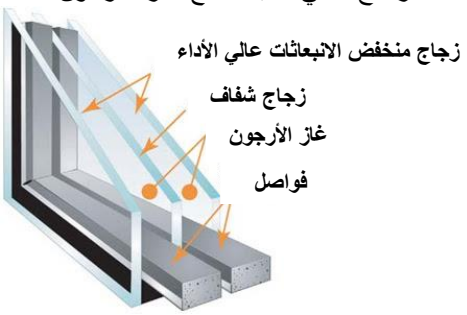
صورة 16 توضح Baffles

لكن التغير المستمر لضوء النهار يجعل من الصعب الحصول على شدة ضوئية ثابتة في جميع فترات اليوم، وبالتالي يصعب التحكم فيها وتطويعها وفقا للمواقف المختلفة.

مما يجعل اعتماد المصمم على ضوء النهار في عملية التصميم الضوئي للفراغ غير كافي ويتجه في بعض الأحيان إلى الاعتماد على مصادر الإضاءة الصناعية والتي يمكن التحكم في اتجاهها والشدة الضوئية الناتجة عنها، يمكن أن تمثل أنظمة الإضاءة ما يقرب من 25% من إجمالي استهلاك الطاقة في المبنى.، لذلك حاولت الباحثة الوصول إلى حلول من شأنها الحفاظ على كفاءة استخدام الإضاءة الصناعية فتوصلت إلى: -



شكل 12 يوضح قيمة U للنوافذ المختلفة بدًا من الزجاج المفرد حتى الزجاج ثلاثي الطبقات مع غاز الأرجون



شكل 13 يوضح تصميم النافذة التي وقع اختيار الباحثة عليها"عمل الباحثة"

2- إدارة المبنى:

أ- تصميم الإضاءة داخل المبنى:

يقلل ضوء النهار من الحاجة إلى الإضاءة الاصطناعية ويجعل المباني أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، من خلال توزيع الفتحات المعمارية بطريقة مدروسة، حيث أن الاعتماد بشكل أقل على الإضاءة الاصطناعية يسمح باستخدام طاقة أقل والحفاظ بكفاءة على درجات حرارة داخلية مريحة مع جعل الفراغ صديقًا للبيئة.

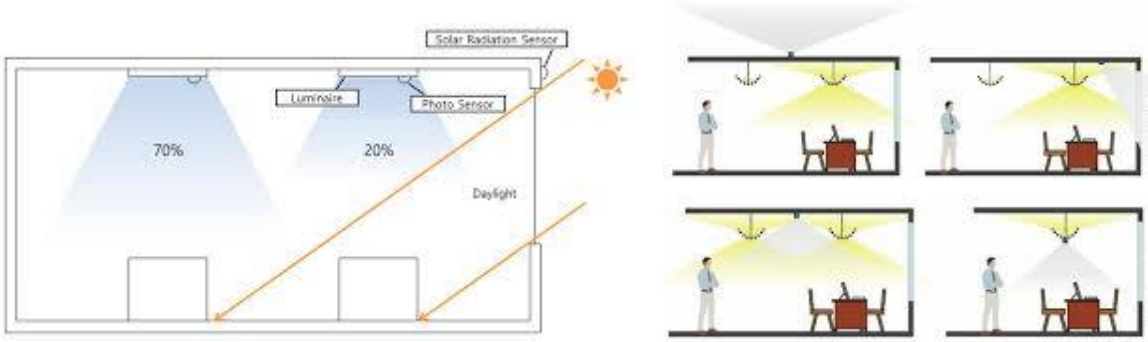
الاهتمام المتزايد بكفاءة استخدام الطاقة داخل المباني هو الدافع وراء محاولة إيجاد المصمم لأهم الوسائل والتقنيات التي تمكنه من الاستفادة القصوى من الإضاءة الطبيعية والتحكم فيها داخل الفراغ، وتحديد الأماكن التي تحتاج إلى وسائل استقطاب للإضاءة الطبيعية مثل TUBULAR LIGHTS, "شكل رقم 14"، REDIRECTION DEVICE, "صورة رقم "15، Light Baffles Shelves " صورة رقم 16" والأماكن التي تحتاج إلى معالجات داخلية أو خارجية للتحكم في الوهج الزائد.

Daylight Responsive Electric Lighting Controls

هو جهاز صغير يشتمل على خلية كهروضوئية حساسة للضوء، وبصريات إدخال ودائرة إلكترونية تستخدم لتحويل إشارة الخلية الكهروضوئية إلى إشارة تحكم في الإخراج، يمكنه قياس مستويات الضوء وإرسال إشارة إلى وحدة التحكم لتعتيم الأضواء أو تبديلها استجابةً لمساهمة ضوء النهار، هذا الجهاز يسمى جهاز الاستشعار الضوئي.

مع زيادة مستويات ضوء النهار في المساحة، يمكن تقليل مستويات الضوء الكهربائي تلقائيًا للحفاظ على مستوى ضوء المهمة المطلوبة وتوفير الطاقة، مما يوفر 40:50% من اجمالي استهلاك الطاقة AUTHORITY (2024) "شكل رقم 15،16".

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



شكل 15، 16 توضحان أدوات التحكم في الإضاءة الكهربائية المستجيبة لضوء النهار Daylight Responsive Electric Lighting Controls

ب- تصميم التهوية والتدفئة داخل المبنى" الراحة الحرارية":

تمثل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) ما يقرب من نصف إجمالي استخدام الطاقة في المرحلة التشغيلية من دورة حياة المباني، إن الكمية غير المتناسبة من استخدام الطاقة في أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) مقارنة بالمرافق الأخرى داخل المباني قد أثبتت أنها سبب كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ (Emerald 2022)

قامت الباحثة بدراسة تصنيفات مكيفات الهواء بهدف التحقق من ممارسات كفاءة الطاقة لتحسين استهلاك أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) في المبنى: -

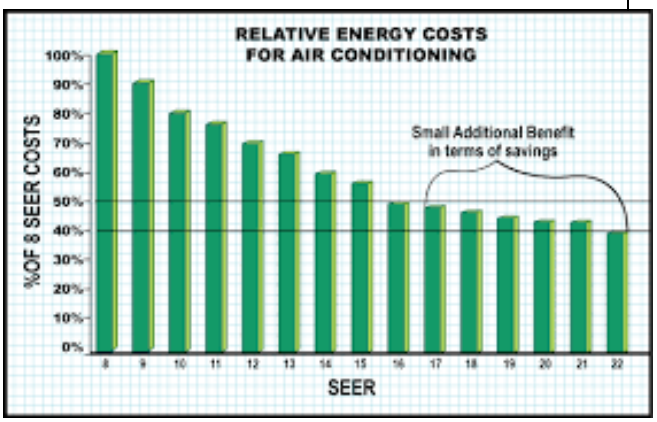
يتم تصنيف مكيفات الهواء حسب عدد الوحدات الحرارية البريطانية (BTU) التي يمكنها إزالتها في الساعة، وهناك مصطلح تصنيف شائع آخر لحجم مكيف الهواء هو "الطن "وهو 12000 وحدة حرارية بريطانية في الساعة.

يتمتع كل مكيف هواء بتصنيف كفاءة الطاقة الذي يسرد عدد الوحدات الحرارية البريطانية التي تتم إزالتها أو "سحبها" في الساعة لكل واط من الطاقة التي يستهلكها "EER" وهو نسبة كفاءة الطاقة الذي يقيس مدى كفاءة تشغيل مكيف هواء الغرفة عند درجة حرارة خارجية محددة، كلما ارتفع معدل EER، كلما كان النظام أكثر كفاءة، تتراوح مكيفات هواء الفراغات بشكل عام من 5500 وحدة حرارية بريطانية في الساعة إلى 14000 وحدة حرارية بريطانية في الساعة.

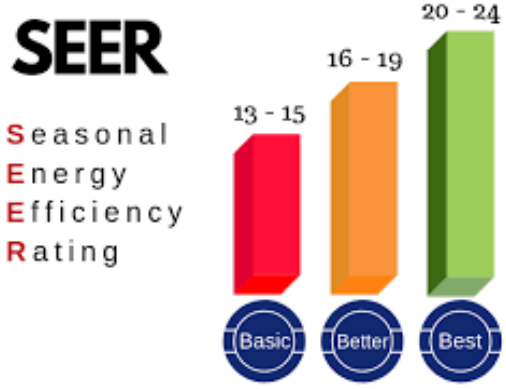
تتطلب المعايير القياسية أن تحتوي مكيفات الهواء على معدل كفاءة في الأداء EER يبلغ 8.0 أو أكثر، بينما في المناخات الأكثر حرارة " المنطقة محل الدراسة" يفضل استخدام EER أكثر من 14 ليصل إلى 20، توفر أنظمة SEER الأعلى فوائد إضافية تتجاوز توفير الطاقة، تشمل بعض هذه الفوائد تحسين التحكم في الرطوبة وتحسين جودة الهواء الداخلي والقدرة على الحفاظ على درجة حرارة ثابتة في المبنى، مما يعمل على تحسين استهلاك الطاقة وخفض تكاليفها بنسبة 50%.

SEER هو تصنيف الكفاءة لمكيفات الهواء المركزية الذي يقيس نسبة كفاءة الطاقة الموسمية ومدى كفاءة تشغيل مكيف الهواء المركزي عند درجة حرارة خارجية محددة، كلما ارتفع مستوى SEER، كلما كان النظام أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة ويتراوح بين 13:24 (PennState 2022) "شكل رقم 17،18".

يتم نشر هذه التصنيفات على ملصق دليل الطاقة، والذي يجب أن يكون مرفقًا بشكل واضح بجميع مكيفات الهواء الجديدة، تعني الأجهزة التي تحمل علامة Energy Star أنها تتمتع بتصنيفات EER وSEER عالية.



شكل 18 يوضح العلاقة العكسية بين قيمة SEER ومعدل استهلاك الطاقة



شكل 17 يوضح مستويات SEER

وضحت الباحثة النسب المئوية التي يوفرها كل عنصر من إجمالي الطاقة المستهلكة لذلك العنصر في المبنى وفقًا للتقديرات العالمية (Vedantu 2024,Energy 2023)، بعد ذلك قامت بجمع متوسط تلك النسب وقسمتها على "100%× عدد العناصر "3" وذلك للوصول لإجمالي النسبة المئوية لتوفير استهلاك المبنى الكلي للطاقة ممثلة في المعادلة الأتية: -

النسبة المئوية لتوفير الاستهلاك الكلي للطاقة = متوسط"50:70%" + متوسط"40:50%" + متوسط"50:60%" = 55+45+60 = "160" / "100%+100%+100%" = 160 /300 =0.53× 100 = 53%

قيمة توفير استهلاك المبنى للطاقة kw/h = "53% ×31 " متوسط استهلاك المبنى للطاقة بالكيلو وات لكل ساعة" = 16.5 kw/h

الحلول التصميمة والمعمارية	تطبيق مفهوم المباني الصفرية في التصميم الداخلي لقصور الثقافة عن طريق التفاعل مع المستخدم	النسبة المئوية لتوفير استهلاك الطاقة من الاستهلاك الفعلي لكل عنصر	
		الاستهلاك الفعلي	توفير الاستهلاك
أولاً عزل وإدارة المبنى باستخدام الأنظمة الذكية "الاستراتيجيات السلبية"	عزل المبنى أ-عزل الأسقف وتصميم الأسطح الخضراء ب-عزل الأرضيات ج-عزل الحوائط د-معايير اختيار النوافذ	100%	50:70%
	إدارة المبنى		
	أ-تصميم الإضاءة داخل المبنى	100%	0%50:4
	ب-تصميم التهوية والتدفئة داخل المبنى " الراحة الحرارية"	100%	:60%50
	محصلة النسبة المئوية لتوفير استهلاك الطاقة	53%	
	محصلة قيمة توفير الطاقة kw\h	53% of 31=17 kw\h	

جدول 3 يوضح قيم توفير استهلاك المبنى للطاقة "عمل الباحثة"

ومن خلال ذلك توصلت الباحثة لتحديد نسبة الطاقة التي يحتاج المبنى لإنتاجها عن طريق تفاعل المستخدم مع عناصر التصميم الداخلي للوصول لمبنى متعادل الطاقة " استراتيجيات إيجابية " وذلك من خلال المعادلة التالية: -

النسبة المئوية للطاقة المراد انتاجها= 100% - 53%" الطاقة التي تم توفيرها" = 47%

قيمة الطاقة المراد انتاجها بالكيلو وات / ساعة = 31×47" متوسط استهلاك المبنى للطاقة بالكيلو وات لكل ساعة" = 14.5 kw\h

لتقوم بتوزيعها على المصادر المختلفة لتوليد الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم "الاستراتيجيات الإيجابية"

ثانيًا: -المصادر المختلفة لتوليد الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم والوسائل الأخرى المختلفة "الاستراتيجيات الإيجابية"

إننا محاطون بكثير من مصادر للطاقة الطبيعية المنشأ "صورة رقم 17"، ولكنها غالباً ما تذهب سدى دون الاستفادة منها، ولعل أهمها في منطقتنا الطاقة الشمسية، ثم طاقة الرياح، وهناك أيضاً الطاقة الحرارية في باطن الأرض، وطاقة الأشعة الكهرومغناطيسية المحيطة بنا، وأخيراً طاقة البشر (وغيرهم من الكائنات) المتولدة نتيجة حركتهم.

صورة 17 توضح الوسائل المختلفة لحصاد الطاقة

حصاد الطاقة هو عملية التقاط الطاقة من البيئة وتحويلها إلى طاقة كهربائية، والتي يمكن بعد ذلك استخدامها لتشغيل الأجهزة الإلكترونية المختلفة، يعتمد اختيار مصدر حصاد الطاقة على التطبيق المحدد والبيئة التي يتم استخدام الجهاز بها، تختلف المصادر المختلفة في نقاط القوة والضعف، وقد يكون بعضها أكثر ملاءمة من البعض الآخر حسب الظروف، وهي تقنية واعدة لتقديم حلول في مجال الطاقة وتأثيرها البيئي وتقليل هدر الطاقة.

توجد بشكل أساسي أربعة أشكال للطاقة القابلة للحصاد، وهي: الطاقة الميكانيكية الناجمة عن الحركة مثل طاقة الرياح أو حركة الكائنات الحية، والطاقة الحرارية المحيطة كالتي توجد في باطن الأرض أو من حرارة جسم الإنسان، والطاقة الكيميائية وهي طاقة كامنة في المركبات الكيميائية التي تنتج بشكل عرضي ويمكن توظيفها كوقود ومن أشهر الأمثلة على هذه استخدام مخلفات المواشي في توليد غاز الميثان في مفاعلات حيو-كيميائية، وأخيراً الطاقة الشعاعية ومن أهم أشكالها ضوء الشمس (العربية 2017).

يعد جسم الإنسان مورد متنوع وفعال لإنتاج الطاقة وحصدها، بشتى أنواعها، فعلى عكس وسائل حصد الطاقة الأخرى، تولّد أجسامنا الطاقة وتنشرها في البيئة المحيطة طوال الوقت " شكل رقم 19".

شكل 19 يوضح حصاد الطاقة من جسم الإنسان

حاولت الباحثة المساعدة في تحقيق المتعة المفقودة لدى الشباب "المستهدف الأساسي من المركز الثقافي" وتشجيعهم على تنمية قدراتهم العقلية وحاجاتهم النفسية ، الأمر الذي يفتقده الشباب في تلك المرحلة ليمنحهم إحساساً بالمعنى والهدف، يتحقق ذلك من خلال التفاعل مع عناصر التصميم المختلفة لدور الثقافة لتوليد الطاقة ، وحساب تلك الطاقة التي تم توليدها من كل مستخدم على حدى عن طريق الوسائل المختلفة، وتخصيص العديد من الأنشطة مقابل تلك الطاقة التي تم توليدها، حيث انه عندما يكون العمل الذي يقومون به متصل بغاية عزيزة بالنسبة لهم، هذا الإحساس بالارتباط بالغاية يمدهم بطاقة إيجابية كبرى، ويرفع من مستوى تركيزهم واستيعابهم للأنشطة الثقافية المختلفة، وبالتالي تزيد المثابرة والمعافرة والحماس، من خلال الدمج بين المتعة والوعي الثقافي، تتنوع طرق حصد تلك الطاقة لتلائم مختلف المستخدمين بمختلف أنشطتهم، وقد قامت الباحثة بتصنيفها كالاتي:-

1- حصد الطاقة من الجسم البشري "المستخدم":

أ- التصميم الخارجي للمنطقة المحيطة بالمبنى

وقع اختيار الباحثة على الساحة الخارجية للمبنى لإقامة الأنشطة الرياضية التي تمثل أحد الأنشطة الأربعة الرئيسية للمركز، وبعد دراسة متطلبات المبنى ليصبح مبني صفري الطاقة، والبحث في التجارب السابقة (TGO 2023) وجدت أن اختيار "ساحة الألعاب الرياضية الخضراء" هو الحل المناسب لذلك.

يطلق مصطلح "ساحة الألعاب الرياضية الخضراء" على تلك التي تقوم بتحويل الطاقة الحركية التي يولدها الأشخاص عندما يمارسون الرياضة إلى طاقة كهربائية يمكن تسخيرها لاستخدامها، عن طريق تجميع الطاقة بينما يقوم المستخدمون بحرق السعرات الحرارية على الدراجة اليدوية ودراجة اللياقة البدنية والدراجة الاستلقائية وجدران التسلق، ومساحات الأداء والرقص " صورة رقم 20،19".

صورة 18 توضح جدار عرض الطاقة

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

يتم تصميم هيكل الأجهزة بحيث يتم تفكيكها بسرعة للوصول إلى المولد وإخراجه بسهولة، يقع المولد داخل القسم الأسطواني للجهاز ويستخدم مغناطيسات غير تلامسية لتوليد الكهرباء، يقوم كل جهاز من الأجهزة الرياضية بالتقاط وتخزين الكهرباء المولدة على مدى فترة من الزمن، ثم استخدامها بعد ذلك في تشغيل الأنشطة المختلفة داخل المبنى، يمكن للمستخدمين معرفة مقدار الطاقة التي يولدونها أثناء ممارسة الرياضة، وذلك من خلال جدار عرض الطاقة الذي يقيس ويعرض الطاقة الناتجة عن مستخدمي الصالة الرياضية "صورة رقم 18"، وهو ما يعد بمثابة دفعة تحفيزية إضافية، تمكنهم من المشاركة بعد ذلك في الأنشطة الثقافية الداخلية المختلفة، تقوم الصالة متوسطة "المساحة وعدد الأجهزة والأفراد" بتوليد 1:2 كيلو وات في الساعة من الطاقة يوميًا (المرجع السابق).

صورة 19 ، 20 توضحان TGO Green Energy Gym بانجلترا

ب -تصميم الأرضيات الداخلية والخارجية للمبنى:

هناك العديد من الدراسات التي تبحث في تسخير طاقة المشاة الذين يسيرون في الأماكن العامة المزدحمة، حيث أن من أسرع الأنشطة في حياة الإنسان الطبيعية هي السير على الأقدام، يمكن إعادة تدوير هذه الطاقة المهدورة المحتملة إلى شكل آخر من أشكال الطاقة القابلة للاستخدام، وذلك من خلال الاستفادة من الكهرباء الانضغاطية.

أحد أفضل الأمثلة على الآليات التي تحصد الطاقة من البشر هي الكهرباء الانضغاطية، وهي توليد تيار كهربائي عن طريق تطبيق ضغط على مواد لها هذه الخاصية، التي اكتشفت 1880 من قبل جاك وبيير كوري، ومن أمثلة هذه المواد الكوارتز المتواجد بشكل طبيعي أو مواد مصنعة مثل مركبات السيراميك (Putri 2018).

شكل 20 يوضح طبقات الأرضيات الانضغاطية

يعتبر بلاط الأرضيات الكهروضغطية من بين أكثر البلاطات الواعدة لتوليد الطاقة في الأماكن ذات أنماط الإشغال والكثافة العالية، يكمن السر وراء تلك البلاطات الحركية في نظامها الكهروميكانيكي المبتكر، حيث يتم تجهيز كل بلاطة بنظام مصمم لينثني قليلاً عندما يدوس عليها المستخدم "شكل رقم 20"، يتم بعد ذلك تحويل حركة الثني هذه إلى حركة دوارة، مما يؤدي إلى تشغيل مولد ينتج طاقة مذهلة تصل إلى 35 واط لكل وحدة، اعتمادًا على تردد المشاة والتكنولوجيا الكهرضغطية، إنه نوع التكنولوجيا التي تحول حركة السير إلى مصدر قوي للطاقة المتجددة" صورة رقم 21،22" (Kinetic 2023).

صورة 21،22 توضحان الأرضيات الانضغاطية قبل وبعد التركيب

ج- الأبواب الذكية:

قام المصممان جنيفر بروتين وكارمن ترروديل في استوديو التصميم Fluxxlab بإنشاء أول باب دوار ذكي معدل يتكون من ثلاثة أجزاء:

- قلب مركزي معاد تصميمه ليحل محل أي باب دوار موجود أو جديد
- نظام ميكانيكي/كهربائي يسخر الطاقة البشرية ويعيد توزيع الكهرباء إلى المخرج
- جهاز الإخراج الذي يجمع الطاقة المستغلة "صورة رقم 23".

صورة 23 توضح أجزاء الباب الدوار الذكي

تم عرض الباب الدوار لتجميع الطاقة في مركز Eyebeam للفنون والتكنولوجيا في مانهاتن، عندما دخل الزوار من الباب تم استخدام الطاقة التي تم تسخيرها لتشغيل لافتة تضيء أثناء مرورهم (Tessa 2009).

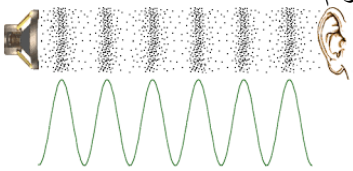
تم تجهيز الباب الدوار بمولد يتم تشغيله بواسطة الطاقة البشرية المطبقة على الباب بينما يتحكم المولد في سرعة دوران الباب من أجل السلامة، سقف الباب الدوار مصنوع من الزجاج الأمن، تقوم مجموعة من المكثفات الفائقة بتخزين الطاقة المولدة، يتم تجميع إجمالي كمية الطاقة التي يولدها الباب الدوار ويتم عرضها على شاشة كبيرة داخل المبنى "صورة رقم 24".

صورة 24 توضح الباب الدوار المولد للطاقة

قامت الباحثة باختيار ذلك النوع من الأبواب الذي يولد الطاقة مع كل شخص يمر عبره، وتشير الحسابات الخاصة بهذا الوضع إلى توفير الطاقة بحوالي 0.5kw\h يوميًا في حالة تحرك الباب بمتوسط 200 مرة (J.S. Partridge 2018)، وفي حالة وجود متوسط عدد 3 أبواب دوارة داخل المبنى، فإن نسبة الطاقة المتولدة تبلغ حوالي 1.5kw\h يوميًا وهو توفير كبير مقارنة بالأبواب التقليدية، إن تسخير طاقة الدفع عبر الباب الدوار هي فكرة بسيطة، ولكن بالنظر إلى عدد الأبواب الدوارة في المركز، فإن هذه الفكرة لديها إمكانات كبيرة.

د- التصميم الصوتي للمبنى:

تسمى الموجات الصوتية أحيانًا بالموجات الميكانيكية لأنها تتطلب وسطًا ماديًا للانتشار، تقوم السوائل أو الغازات أو المواد الصلبة بنقل تغيرات الضغط، مما يؤدي إلى توليد طاقة ميكانيكية على شكل موجات، مثل كل الموجات، للموجات الصوتية قمم وقيعان، تسمى القمم بالانضغاطات، في حين أن الخلخلة هو المصطلح المستخدم للقيعان "شكل رقم 21".

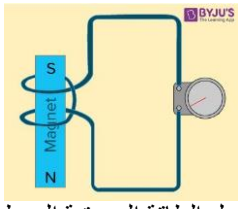


شكل 21 يوضح الموجات الصوتية

تتحرك التذبذبات بين الانضغاط والتخلخل عبر الوسائط الغازية أو السائلة أو الصلبة لإنتاج الطاقة، يحدد عدد دورات الضغط/الخلخلة في فترة معينة تردد الموجة الصوتية.

بعد الدراسة توصلت الباحثة لطريقتين يمكن من خلالهما تحويل الاهتزازات الصوتية في المسرح وأماكن التجمعات داخل المبنى الثقافي إلى طاقة كهربائية: -

- يمكن أن تتحول الاهتزازات الصوتية إلى طاقة كهربائية من خلال مبدأ الحث الكهرومغناطيسي الذي يولد التيار الكهربائي باستخدام المجال المغناطيسي، عندما يتحرك المجال المغناطيسي والموصل، مثل ملف الأسلاك، في علاقة مع بعضهما البعض، يحدث الحث الكهرومغناطيسي، وطالما أن الموصل في دائرة مغلقة، فإن التيار يتدفق حيثما يعبر الموصل خطوط القوة المغناطيسية "شكل رقم 22".



شكل 22 يوضح تحويل الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربية باستخدام الحث المغناطيسي

- تستخدم الكهرباء الضغطية بلورات فريدة لتحويل الطاقة الميكانيكية " الموجات الصوتية" إلى طاقة كهربائية، تعمل تلك البلورات تحت الضغط كموصلات يتغير هيكلها وتكتسب شحنة يمكن تحويلها إلى تيار كهربائي (Behrad 2023).

طور الباحثون طريقة لتخزين الطاقة الصوتية لحين الحاجة إليها بحيث يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية عند الطلب فقط، تعرف هذه التقنية باسم الامتصاص الافتراضي المتماسك، وهي تعطل بشكل أساسي الطريقة التي تتفاعل بها الموجات الصوتية عادة مع المواد للسماح بتخزين الطاقة بدلاً من فقدانها أو تحويلها إلى طاقة كهربائية قبل الحاجة إليها "صورة رقم 25".

في حين أن الموجات الصوتية ومبادئ إنتاج الطاقة مفهومة منذ فترة طويلة، إلا أن تكنولوجيا تحويل الطاقة الصوتية إلى كهرباء لا تزال في مهدها، بينما يقوم العلماء والفنيون بالتحقيق في التقنيات المستخدمة في توليد الكهرباء الصوتية وتحسينها، فقد تنتج الطاقة الصوتية كميات كبيرة من الكهرباء يومًا ما، ومن أكبر الأمثلة على ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

صورة 25 توضح طريقة تخزين الطاقة الصوتية

2- حصد الطاقة عن طريق الوسائل الأخرى المختلفة: -

أ-الطلاء الشمسي للحوائط:

أصبح بالإمكان توليد الكهرباء باستعمال "الطلاء الشمسي" "صورة رقم 26"، وهو طلاء عادي، لكنه يحتوي على المليارات من الجزيئات الحساسة لضوء الشمس القادرة على تحويله إلى كهرباء، وبالتالي أصبح بإمكان المصمم تحويل جدران المباني إلى مصدر لتوليد الكهرباء، باستعمال الجزيئات الشمسية المخفية داخل الطلاء الشمسي، بوساطة دائرة كهربائية مرفقة.

صورة 26 توضح الطلاء الشمسي

أنواع الطلاء الشمسي:

هناك ثلاثة أنواع لتوليد الكهرباء باستعمال الطلاء الشمسي وهي: الخلايا الشمسية، هيدروجين الطلاء الشمسي، طلاء البيروفسكايت الشمسي.

- **الطلاء الكهروضوئي** هي منظومة تجمع جزيئات نانوية في الخلايا الشمسية لالتقاط كمية أكبر من الضوء بالمقارنة بالألواح الشمسية، وعلى عكس الخلايا الشمسية الموجودة في الألواح التي تلتقط الضوء المرئي فقط، يمكن لتلك الخلايا تعزيز الكفاءة عبر التقاط الأشعة تحت الحمراء غير المرئية، تتميز تلك الجزيئات النانوية بكونها صغيرة للغاية، لدرجة أنه يمكن -نظريًا- مزجها بطلاء سائل وتطبيقها على الجدران في صورة طبقات رقيقة، نجح العلماء في تحقيق رقم قياسي جديد في الكفاءة بنسبة 13.4% للطلاء الكهروضوئي.

- **هيدروجين الطلاء الشمسي**، الهيدروجين أحد أكثر مصادر الطاقة نظافة ورخصًا، كما أنه عنصر متوافر بكثرة، طور العلماء طلاء شمسيًا قادر على إنتاج الهيدروجين باستعمال بخار الماء عبر امتصاص الرطوبة من الجو وفصل الأكسجين والهيدروجين داخل جزيء الماء باستعمال الطاقة الشمسية، وبمجرد عزل الهيدروجين يمكن إنتاج الكهرباء.

- **طلاء البيروفسكايت الشمسي**، يتضمن خلايا شمسية قابلة للرش، سميت باسم عالم المعادن الروسي ليف بيروفسكي "صورة رقم 27"، الذي كان أول من اكتشف مادة البيروفسكايت، ويمكن للمكونات المعدنية الموجودة في تلك المادة توليد شحنة كهربائية عند التعرض للضوء، وتستعمل عادة في الخلايا الشمسية، ولأنه يمكنها أن تأخذ شكل السائل، فخلايا البروفسكايت الشمسية مثالية للطلاء الشمسي.

صورة 27 توضح عالم المعادن الروسي ليف بيروفسكي

يتفق معظم الخبراء على حقيقة أن أي تقنية شمسية يجب أن تتجاوز كفاءتها حاجز الـ 10% لتكون مجدية اقتصاديًا، ولذلك فبالرغم من كون الطلاء الشمسي أقل تكلفة فيما يتعلق بالإنتاج والتركيب، فإن كفاءة الطلاء الشمسي تعني أنه ما زال في طور النمو، لكن تجدر الإشارة إلى أن الألواح الشمسية -أيضًا- قد مرت بتلك المرحلة، وأن صناعة الطاقة الشمسية تقدمية تتطلع دومًا إلى تطوير تقنياتها، وربما تتاح الفرصة أمام الطلاء الشمسي ليكون أحد الخيارات المتاحة قريبًا.

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

ب- جدار توربينات الرياح:

لا تزال طاقة الرياح واحدة من أكثر مصادر الطاقة المستدامة من حيث التكلفة والكفاءة، تستخدم طاقة الرياح تدفق الهواء عبر توربينات الرياح لتشغيل مولدات الطاقة الكهربائية ميكانيكيًا، توفر توربينات الرياح الطاقة الميكانيكية اللازمة لتشغيل المولدات الكهربائية، وهي ـ كبديل لحرق الوقود الأحفوري ـ متوفرة بكثرة، ومتجددة، وموزعة على نطاق واسع، ونظيفة، ولا تنتج أي انبعاثات غازات الدفيئة أثناء التشغيل، ولا تستهلك أي مياه.

استغل ذلك المصمم جو دوسيه joe doucet المقيم في نيويورك في انشاء حائط توربينات الرياح، وهو مشروع يمزج الفن والتكنولوجيا في حل جديد يهدف إلى تزويد المباني بالطاقة، تم تصميم حائط توربينات الرياح لتكون ممتعة من الناحية الجمالية بقدر ما هي وظيفية، وهي عبارة عن جدار متحرك يتكون من مجموعة من الشفرات الدوارة التي تدور بشكل فردي، مما يؤدي إلى تشغيل مولد صغير يولد الكهرباء "صورة رقم 28،29"، ويمكن تخزينها في بطارية مثبتة على الحائط، أو حتى يمكن تغذيتها مرة أخرى إلى الشبكة الوطنية لتوفير الإيرادات للمالك.

رأت الباحثة إمكانية استغلال ذلك الجدار كفاصل معماري في الأماكن المفتوحة وتوجيهه لأماكن استقبال الرياح لتحقيق الاستفادة القصوى منه التي قد تصل إلى توفير 1.5kw\h يوميًا لجدار بمولد واحد فقط (Juliana 2021).

صورة 28، 29 توضحان الأشكال المختلفة من جدار توربينات الرياح

ج- الألواح الشمسية:

النظام الشمسي الكهروضوئي (نظام PV)، أو نظام الطاقة الشمسية، هو نظام طاقة متجدد يستخدم الوحدات الكهروضوئية لتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء، يمكن تخزين الكهرباء المولدة أو استخدامها مباشرة، أو تغذيتها مرة أخرى إلى خط الشبكة، أو دمجها مع واحد أو أكثر من مولدات الكهرباء أو مصادر الطاقة المتجددة، يعد مصدر موثوق ونظيف للكهرباء ويمكن أن يناسب مجموعة واسعة من التطبيقات.

الألواح الشمسية، أو الوحدات الكهروضوئية، هي المكونات الأساسية التي تحول ضوء الشمس إلى كهرباء ذات تيار مباشر (DC)، تتكون كل لوحة من خلايا شمسية متعددة مصنوعة من مواد شبه موصلة، عادة السيليكون، والتي تولد شحنات كهربائية عند تعرضها لأشعة الشمس " صورة رقم 30".

صورة 30 توضح الألواح الشمسية

كان من الضروري قبل تصميم نظام طاقة شمسية كهروضوئية يتسم بالكفاءة والفعالية، تحديد الطلب على الطاقة المطلوب بدقة، لذلك قامت الباحثة بحساب كمية الطاقة التي يحتاج المبنى لإنتاجها وذلك بعدما قامت بطرح قيمة الطاقة الكلية المراد انتاجها من تلك التي تم توليدها من خلال الوسائل الأخرى المختلفة من خلال المعادلات التالية والموضحة بشكل تفصيلي في الجدول رقم 5: -

النسبة المئوية للطاقة المراد انتاجها= 100% - 53%" الطاقة التي تم توفيرها" = 47%

قيمة الطاقة المراد انتاجها بالكيلو وات / ساعة = 47×31" متوسط استهلاك المبنى للطاقة بالكيلو وات لكل ساعة" = 14.5 kw\h

كمية الطاقة المتبقية المراد انتاجها من خلال الألواح الشمسية = قيمة الطاقة الكلية المراد انتاجها - مجموع الطاقة التي تم انتاجها من خلال الوسائل الأخرى المختلفة = 14.5 – (2+1.25+1.25+0.75+1.25+1.25)"التقديرات المتوسطة" = 6.5 kw\h

وبحساب انتاج الالواح الشمسية المتوسطة يوميًا توصلت الباحثة إلى أن اللوحة الشمسية المتوسطة بقدرة إنتاجية تتراوح بين 250 إلى 400 واط وتولد حوالي 1.5 كيلووات في الساعة (كيلووات في الساعة) من الطاقة يوميًا، لذا فإن المبنى المتوسط يحتاج إلى 4 ألواح تقريبًا ليصبح مبنى صفري الطاقة.

النتائج: Results

- توصلت الباحثة لمعدلات استهلاك الطاقة لأنشطة المبنى المختلفة، وفقًا للمعايير العالمية الخاصة بتلك المباني، مع أخذ متوسط تلك المعدلات لتتناسب بشكل تقريبي مع المبنى متوسط المساحة ومتوسط عدد الأفراد، وفي درجات الحرارة المتوسطة وذلك لإثبات فرضية البحث، وهي نسبة تقريبية، ممثلة في المعادلة الأتية: -

متوسط استهلاك المبنى الثقافي للطاقة = 29kw\h" الأنشطة الثقافية"+ 39kw\h" الأنشطة الفنية"+ 25kw\h" الأنشطة الاجتماعية" = 93 / 3 "عدد الأنشطة" = 31 kw/h

- قامت الباحثة بعد ذلك بدراسة وتحليل الحلول المعمارية والتصميمة للمراكز الثقافية بناءًا على طبيعتها ومتطلباتها وأنشطتها المختلفة، والفئات المستهدفة من إنشاءها، التي من شأنها الوصول إلى تصميم وبناء مباني صفرية الطاقة تستهلك أقل قدر ممكن من الطاقة، وعند إضافة مصدر متجدد للطاقة إلى هذه المباني، فإنها تكون قادرة على إنتاج ما يكفي من الطاقة لتلبية أو تجاوز متطلبات تشغيلها، وقامت بتصنيف تلك الحلول إلى استراتيجيات سلبية "حلول لعزل وإدارة المبنى باستخدام الأنظمة الذكية"، وذلك للوصول إلى النسب المئوية التي يحتاج المبنى لإنتاجها عن طريق تفاعل المستخدم مع عناصر التصميم الداخلي للوصول لمبنى متعادل الطاقة " استراتيجيات إيجابية"
- وضحت الباحثة النسب المئوية التي يوفرها كل عنصر من إجمالي الطاقة المستهلكة لذلك العنصر في المبنى وفقًا للتقديرات العالمية، بعد ذلك قامت بجمع متوسط تلك النسب وقسمتها على "100%× عدد العناصر "3" وذلك للوصول لإجمالي النسبة المئوية لتوفير استهلاك المبنى الكلي للطاقة ممثلة في المعادلة الأتية: -

النسبة المئوية لتوفير الاستهلاك الكلي للطاقة = متوسط"50:70%" + متوسط"40:50%" + متوسط"50:60%" = 55+45+60 = "160" / "100%+100%+100%" = 300 /160 × 0.53=

100 = 53%
{قيمة توفير استهلاك المبنى للطاقة 31 ×53" kw/h = " متوسط استهلاك المبنى للطاقة بالكيلو وات لكل ساعة" = 16.5 kw/h

- من خلال ذلك توصلت الباحثة لتحديد نسبة الطاقة التي يحتاج المبنى لإنتاجها عن طريق تفاعل المستخدم مع عناصر التصميم الداخلي للوصول لمبنى متعادل الطاقة " استراتيجيات إيجابية " وذلك من خلال المعادلة التالية: -

النسبة المئوية للطاقة المراد انتاجها= 100% - 53%" الطاقة التي تم توفيرها" = 47%

قيمة الطاقة المراد انتاجها بالكيلو وات / ساعة = 47×31" متوسط استهلاك المبنى للطاقة بالكيلو وات لكل ساعة" = 14.5 kw\h
لتقوم بتوزيعها على المصادر المختلفة لتوليد الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم "الاستراتيجيات الإيجابية" وذلك لتحقيق النسبة المئوية المطلوبة 47% جدول رقم 5، وبالتالي تكون تمكنت من تحقيق فرضية البحث بجعل المبنى صفري الطاقة، وأن إجمالي كمية الطاقة التي يستخدمها المبنى يساوي كمية الطاقة المتجددة التي يتم إنشاؤها في الموقع.

الحلول التصميمة والمعمارية	تطبيق مفهوم المباني الصفرية في التصميم الداخلي لقصور الثقافة عن طريق التفاعل مع المستخدم والوسائل الأخرى المختلفة	النسبة المئوية لإنتاج الطاقة
ثانيًا: -المصادر المختلفة لتوليد الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم والوسائل الأخرى المختلفة "الاستراتيجيات الإيجابية"	أولًا: -حصد الطاقة من الجسم البشري "المستخدم" حصد الطاقة الميكانيكية: -	
	1-التصميم الخارجي للمنطقة المحيطة بالمبنى	1:3kw/h تبعًا للطاقة المبذولة من المستخدم
	2-تصميم الأرضيات الداخلية والخارجية للمبنى	1:1.5kw\h
	3-الابواب	:1.5kw\h1
	4- التصميم الصوتي للمبنى	0.5:1kw\h تبعًا للتقديرات المستقبلية
	ثانيًا: -حصد الطاقة عن طريق الوسائل المختلفة	
	1 - طلاء الحوائط	1:1.5kw\h تبعًا للتقديرات المستقبلية
	2 -جدار توربينات الرياح	1:1.5kw\h
	3 – الالواح الشمسية	kw\h 6 4 ألواح
متوسط قيم محصلة إنتاج الطاقة kw\h		14
متوسط النسبة المئوية لإنتاج الطاقة %		47%

جدول 4 يوضح متوسط قيم محصلة انتاج الطاقة عن طريق التفاعل مع المستخدم والوسائل الأخرى المختلفة

التوصيات: Recommendation

- على الجهات المعنية في مصر دمج جميع مستخدمي تقنيات حصد الطاقة مع شبكات الكهرباء الأساسية عن طريق تحسين أرضيات الكهرباء الانضغاطية لتصبح ذات فعالية أكبر، وتطوير شبكات الحساسات اللاسلكية لتصبح ذات مدى أوسع.
- على الجهات المعنية في مصر التوعية بمدى أهمية تكامل تقنيات كفاءة وحصد الطاقة مع حياة الأفراد بشكل كامل وتلقائي لتصبح جزءاً منها، بحيث تصبح عملية حصد الطاقة من الأفراد جزءاً من حياتهم يحدث بشكل تلقائي وفعَّال.
- دمج ممارسات كفاءة الطاقة في لوائح أو قوانين البناء بحيث يكون لدى المتخصصين في البيئة إطار يمكن من خلاله تصميم مبانيهم لتكون فعالة في استخدام الطاقة، قد يكون هذا الحل الموفر للطاقة بمثابة شرط أساسي للمباني المشيدة حديثًا.
- الاهتمام بالتقنيات المتجددة المختلفة واسعة النطاق التي تستخدم لتوليد الطاقة، التي توفر بدائل لتطبيقات قد لا يجدر هدر الموارد الثمينة عليها، وسيمكن أصحاب المنشآت المختلفة والقائمين على البناء في مصر من الاستفادة من موارد الطاقة غير المستغلة.
- زيادة الاهتمام بتقنيات حصد الطاقة التي تمثل الوسيلة الفعالة لتزويد للمناطق النائية والدول النامية التي لا يتمتع معظم سكانها بكهرباء تصل لمنازلهم إما لصعوبة ربط المناطق التي يعيشون فيها بشبكات الكهرباء أو لفقر تلك الدول وعجزها عن توفير الكهرباء للجميع.

المراجع: References

1- العربية- مقال منشور بعنوان" تقنيات توليد الطاقة من جسم الإنسان"- 21 ديسمبر 2017, https://www.alarabiya.net/qafilah/2017/12/2

2- رضوى هاشم: رئيس «قصور الثقافة»: 16 قصراً تدخل الخدمة قريباً وبرامج لإنقاذ أهالي القرى والنجوع من الفكر المتطرف – مقال منشور بجريدة الوطن - الإثنين 14 يناير 2019

3- مجد فايد - المباني صفرية الطاقة: حلم أم حقيقة؟ - مقال منشور Linked in – نوفمبر 2020

4- محمد عبد الرحمن- قصور الثقافة والبحث عن الدور المفقود.. مثقفون: الكسل وقلة الإمكانيات سبب غيابها -مقال منشور بجريدة اليوم السابع - الأحد، 21 أكتوبر 2018

5- مسعود شومان: قصور الثقافة تعد لمشروع حكايات الجدود والجدات - مقال منشور - جريدة الدستور - 04/أغسطس/2024

6- Alisa Petersen, Michael Gartman, And Jacob Corvidae-The economics of zero-energy homes-single-family insights-updated 2019 with cold climates addendum-2019

7- https://rmi.org/wp-content/uploads/2018/10/RMI_Economics_of_Zero_Energy_Homes_2018.pdF

8- Audicom pendax -Energy consumption in the meeting rooms-2024

9- Behrad Rezaie -Sound energy theory- project of IAAC, Institute for Advanced Architecture of Catalonia developed in the Master in Advanced Computation for Architecture and Design - during the course MaCAD 22/23 ACESD Theory with Jane Burry-2022-2023

10-https://blog.iaac.net/sound-energy"-

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

School of Electrical Engineering, Jl. Telekomunikasi, Bandung, Indonesia Telkom University, Diploma of Telecommunication Engineering, 1. Telecommunications, Bandung, Indonesia -Matec Wich of Conferences 197-Green energy harvesting from human footsteps, 11015 (2018)-AASBC 2018

26-https://doi.org/10.1051/manec.com/201819711015"

27-Sciencedirect-Energy and Built Environment-Volume 4, Issue 1- February 2023, Pages 25-38

28-https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666123321000490

29-Synthesia Technology- What is energy efficiency in construction and how is it achieved? - 3/2022

30-https://blog.synthesia.com/en/what-is-energy-efficiency-in-construction-and-how-is-it-achieved#:~:text=The%20energy%20efficiency%20of%20a,conditions%20of%20use%20and%20occupation

31-Tessa Henderson - Revolving doors harvest human energy -Printed Electronics World-Posted on September 17, 2009

32-https://www.printedelectronicsworld.com/articles/1686/revolving-doors-harvest-human-

33-TGO Green Energy Gym Converts Exercise to Electricity

34-https://www.fitness-gaming.com/news/schools/tgo-green-energy-gym-converts-exercise-to-electricity.html

35-This Active funding from the Department industry as part of the Energy nation Grants Program- Energy Efficient Stage Lighting-Fact Sheet-2024

36-https://greener.liveperformance.com.au/uploads/pages/9/fact_sheet_-_energy_efficient_stage_lighting.pdf

37-Vedantu- Energy Consumption Formula- How to Calculate Energy Consumption? - 12th Aug 2024

38-https://www.vedantu.com/formula/energy-consumption-formula

11-Cut me-utilities bills Theatre Power Consumption in the UK: How Much Electricity is Used Monthly-Jul 28, 2022

12-https://cutmyutilitybills.com/industry-analysis/theatre-power-consumption-in-the-uk-how-much-electricity-is-used-monthly"/

13-Emerald insight -Discover Journals, Books & Case Studies- Improving energy efficiency of HVAC systems in buildings: a review of best practices- Issue publication date: 8 March 2022

14-https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJBPA-02-2021-0019/full/html"

15-Energy Informatics- Reducing the energy consumption of buildings by implementing insulation scenarios and using renewable energies

16-https://energyinformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s42162-024-00311-9#Tab3"

17-J.S. Partridge & R.W.G. Bucknall | Duc Pham-Article: Potential for harvesting electrical energy from swing and revolving door use-Cogent Engineering-Volume 5, 2018-Issue 1

18-https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1458435

19-Jiafang Song, *, Xuelin Zhang, Xiangquan Menga -9th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC) and the 3rd International Conference on Building Energy and Environment (COBEE)- Simulation and Analysis of a University Library Energy Consumption based on EQUEST-2023

20-juliana neira -WIND TURBINE WALL-design boom- oct 20, 2021

21-https://www.designboom.com/design/joe-doucet-wind-turbine-wall-10-20-2021"/

22-Kinetic Energy Floor-How much power is generated? -Nov 28, 2023

23- https://energy-floors.com/how-much-power-can-we-generate"/

24-PennState-College of Earth and Mineral Sciences- Energy Conservation and Environmental Protection, Summer 2022

25-Putri Berlian Abadi, Denny Darlis, and Mar Sarunko Suraatmadja""Tekom University,