إستراتيجيات تصميم الحيز صفري الطاقة للخفض من البصمة الكربونية

Zero-energy space design strategies to reduce carbon footprint

م.د. إسراء عبد الفتاح حامد أحمد حامد

مدرس - قسم الديكور - تخصص العمارة الداخلية - كلية الفنون الجميلة – جامعة الإسكندرية الإسكندرية – مصر

Dr. Esraa Abd El-Fattah Hamed Ahmed Hamed

Lecturer - Decor Department - Interior Architecture Division- Faculty of Fine Arts - Alexandria University

esraabdou75@gmail.com

الملخص:

في الآونة الاخيرة ومع تفاقم ازمة تغير المناخ ومشكلة الطاقة الناتجة عن قلة الموارد غير المتجددة ظهرت العديد من المشكلات المتعلقة بالمناخ وانبعاثات غازات الإحتباس الحراري، ويعتبر قطاع العمارة الداخلية للمباني الأكثر إستهلاكاً للطاقة عالمياً، من هنا جاءت الحاجة الى ضرورة وجود نهج لتصميم حيز داخلي عالي الكفاءة وانتاج بيئة داخلية تناسب راحة ورفاهية الفرد ومع متطلبات التكيف الحراري والمتطلبات البيئية، وفي إطار اهتمام مصر واستضافتها للقمة العالمية للمناخ COP27 نوفمبر ٢٠٢٢ ومن اجل تحقيق اهداف التنمية المستدامة ورؤية مصر ٢٠٣٠ والاتجاه التنموي الحديث الذي يهدف الى تحقيق حالة من الاستقرار في إستهلاك الطاقة خاصةً في المناطق الحضرية لتحقيق مدينه منخفضة الكربون. تناقش هذه الورقة الحلول الممكنة من استراتيجيات التصميم المختلفة للوصول الى حيز داخلي ومباني صفرية الطاقة، والهدف الاساسي من ذلك هو النهوض بالحيز وقدرته على التحسين الداخلي والذي يعتبر اداة ارتكاز اساسي للحد من الانبعاثات وبالتالي التقليل من تأثيره على البيئة وتوفير حلول للترشيد من إستهلاك الطاقة والموارد، من خلال اختيار مواد التصميم من المصادر الطبيعية للتحسين من جودة المناخ الداخلي اضافةً الى تحقيق كفاءة الطاقة والانتاجية، تأخذ هذه المقالة خطوة في توضيح مفاهيم تصميم الحيز صفري الطاقة عن طريق استعراض كيف يمكن إستخدام نظم التصميم السلبي وتصميم العمارة الخضراء ونظم التظليل وهو الاتجاه المطروح حالياً من اجل تحقيق تدابير الكفاية للحيز ومن خلال الإستعانة بتقنيات ونظم انتاج الطاقة الشمسية توفر الكفاءة للعمارة الداخلية وبالتالي تحقق التوازن المطلوب للحيز صفري الطاقة، وصولاً الى استعراض وتحليل عناصر تصميم مبنى خالي من الطاقة كتصميم مرجعي لدراسة حالة ومقارنتها بعناصر تصميم واستراتيجيات تصميم حيز العمارة الداخلية صفري الطاقة لتحقيق معايير الاستدامة والحد من البصمة الكربونية.

الكلمات المفتاحية

المباني صفرية الطاقة، الاستدامة، العمارة الخضراء، التصميم السلبي، حيز صفري الطاقة، الطاقة الشمسية.

Abstract

Recently, with the exacerbation of the climate change crisis and the problem of energy resulting from a lack of non-renewable resources, many problems related to greenhouse gas emissions have emerged. An interior that suits the comfort and well-being of the individual and within the framework of Egypt’s interest and hosting of the World Climate Summit COP27 November

2022 and in order to achieve the sustainable development goals and Egypt's vision 2030 to achieve a low carbon city. This article discusses the possible solutions from different design strategies to reach a zero-energy interior space, and the main goal is to promote the space and its ability to improve the interior and provide solutions to rationalize the consumption of energy and resources, by choosing design materials from natural sources to improve the quality of the indoor climate in addition to achieving energy efficiency And productivity, this article takes a step in clarifying the concepts of zero-energy space design by reviewing how passive design systems, green architecture design and shading systems can be used, which is the current trend in order to achieve space adequacy measures and through the use of solar energy production technologies and systems that provide efficiency for interior architecture and thus Achieving the required balance for the zero-energy space, down to a review and analysis of the design elements of a zero-energy building as a reference design for a case study and comparing them with the design elements and design strategies of the zero-energy interior space to achieve sustainability standards and reduce the carbon footprint.

Keywords

Zero-energy buildings, sustainability, green architecture, passive design, solar energy.

المقدمة

تعد البيئة المبنية من الفراغات الداخلية المستخدمة وخاصةً القطاع السكني منها مسئولة عن أكثر من صافي ٤٠% من الإستهلاك العام للطاقة عالمياً، وغالبا ما يرتبط تصميم العمارة الداخلية بالجمال واسلوب ونمط التصميم المتبع عند هيكلة الحيز الداخلي حتى يتحقق الراحلة للمستخدمين، وقد اصبح شأن العمارة الداخلية كشأن المباني في أهميتها كونها الجزء الجوهري للمبنى والذي يعد من النظام الحيوي للبيئة ويعتبر إستخدام الحيز وقابلية تشغيله عنصر هام في بناء آداء الطاقة والاستدامة، حيث يرتبط بإستخدام المواد والخامات المختلفة وكذلك جودة الهواء وصولا الى كفاءة الطاقة [٢]

ولقد اكتسب موضوع آداء حيز الطاقة الصفرية او الخالي من الطاقة اهتماماً متزايداً من نشر FPBD " Energy performance of buildings directive" في عام ٢٠١٠ ، [٣]على غرار ذلك ظهرت العديد من الخطط الصارمة والاهداف التي تتعلق بكفاءة الطاقة وترشيد الإستهلاك للبنايات القائمة وللمشروعات الجديدة في مختلف انحاء العالم بحيث تعتمد في أساسها على توليد الطاقة من مصادر الموارد المتجددة ،[٤]وحيث يعتمد التنفيذ الناجح للتصميمات المختلفة للعمارة الداخلية على مواءمة الحيز الداخلي حرارياً بما يعود بالنفع على البيئة وبالرفاهية على الفرد مستخدماً الفراغ نفسه، تأخذ هذه الورقة البحثية خطوة لتوضيح كيف يمكن تحسين آداء الحيز الداخلي والوصول الى حيز مستدام صفري الطاقة.

الخطة البحثية

أ. مشكلة البحث:

قلة الدراسات التي تربط بين تصميم العمارة الداخلية وبين تحقيق التوازن صفري الطاقة لحيز داخلي يدعم مبادئ الاستدامة التي تحقق الانسجام بين الفرد والبيئة التي يعيش فيها.

ب.تساؤلات البحث:

1. ما هي العناصر والخطوات اللازمة التي يمكن ان يستند عليها المصمم عند تصميم الحيز للوصول الى تحقيق توازن صفري الطاقة؟
2. كيف يمكن تعديل الحيز الداخلي للمباني ليكون سليم بيئيًا ومريح اقتصادياً وموفر للطاقة؟
3. ماهية الآليات واستراتيجيات التصميم اللازمة لتصميم حيز داخلي صفري الطاقة متوازن ويدعم الاستدامة؟
4. كيف يمكن ترشيد إستهلاك الطاقة بإستخدام لتصميم السلبي والعمارة الخضراء وانتاجها من خلال تصميم المباني الشمسية للوصول إلى حيز مبنى مكتفي ذاتيا من الطاقة والتخفيف من مشكلة المناخ؟

حدود البحث:

توضيح مفاهيم تصميم الحيز صفري الطاقة المستدام وكيفية تحقيق تدابير الكفاية والكفاءة في ترشيد إستهلاك الطاقة وإنتاجها بإستخدام نظم التصميم السلبي وتصميم العمارة الخضراء والطاقة الشمسية المتجددة.

هدف البحث:

تهدف الورقة البحثية إلى صياغة طرق إستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة لبلورة حيز الطاقة الصفرية netZEB ولتحقيق عمارة داخلية مستدامة، من خلال التوصل إلى مفاهيم وإستراتيجيات تصميمية لحيز يتضمن معايير الاستدامة في العمارة الداخلية سواء القائمة منها أو المخطط لإنشائها بالأخص فيما يتعلق بموارد الطاقة وتوليدها.

أهمية البحث

تكمن الاهمية في جعل حيز العمارة الداخلية مثل كائن حي متجدد الموارد ويخضع العمارة الداخلية لنظام بيئي متوازن يمكنه تحقيق الإكتفاء الذاتي من الموارد والطاقة دون الحاجة الى تكاليف عالية للتنفيذ.

مسلمات البحث

يحقق الحيز صفري الطاقة أهداف استدامة المباني والحفاظ على الطاقة والبيئة الذي يساعد على آداء أفضل للمباني وأكثر كفاءة في إستخدام الطاقة لتحسين نوعية الحياة الداخلية ومعالجة نقص الطاقة مما يعود بالفائدة على الجوانب الصحية والرفاهية والجوانب الاقتصادية والاجتماعية.

فرض البحث:

توجد حلول لنظم تصميم العمارة الداخلية السلبية والتصميم الأخضر تسمح بتنفس الحيز وتكيف مناخه الداخلي وتدعم الجوانب الصحية للغلاف الحيوي، وبإستخدام تقنيات التشغيل الذكية للموارد المتجددة يساهم الحيز في انتاج الطاقة وتساعده على الإكتفاء الذاتي بما يعزز التصميم صفري الطاقة المستدام للحد من المشكلات البيئية.

منهجية البحث:

وصفي تحليلي يشمل توضيح مفهوم توازن الطاقة الصفرية للمباني وصولا الى تصميم حيز داخلي مستدام خالي من الانبعاثات الكربونية.

محاور البحث:

- **المحور الأول: -** مفهوم الحيز صفري الطاقة Zero Energy Building
- **المحور الثاني: -** العلاقة التبادلية بين التصميم الداخلي والاستدامة نحو حيز خالي من الكربون
- **المحور الثالث: -** خيارات واستراتيجيات تصميم الحيز صفري الطاقة منخفض الكربون
- **المحور الرابع: -** دراسة حالة تصميم منزل الطاقة الصفرية snøhetta بالنرويج

1- المحور الأول: مفهوم الحيز صفري الطاقة Zero Energy Building

تم تقديم مفهوم Zero Energy Building "ZEB " في أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، وازدادت شعبيته في جميع أنحاء العالم حيث اكتسب آداء المباني الخالية من الطاقة الصافي مزيدًا من الاهتمام منذ نشر إعادة صياغة EPBD "Energy Performance of Buildings Directive " من توجيه آداء الطاقة في المباني عام ٢٠١٠ [٣] لكنه إلى الآن ليس هناك إجماع حول تعريف موحد لZEB. [٥]

ويمكن وصف وتعريف صافي الطاقة الصفرية بتحقيق توازن الطاقة المتجددة في المباني. والهدف الأساسي من هذه العملية يتمثل في إنشاء مباني تساهم في علاقة مستدامة بين الأنشطة البشرية والغلاف الحيوي[٦]

وبيئياً، يعد مبنى صفري الطاقة او صافي آداء الطاقة هو مبنى خالٍ من الانبعاثات، يبحث في الانبعاثات الناتجة عن إحتياجات الطاقة للمبنى ولذلك يكون نموذجًا أفضل لمصادر الطاقة المستدامة. [٧]

وتعرف العمارة الداخلية صفرية الطاقة بأنها حيز تم تصميم ابعاده الداخلية وظيفيا وجمالياً بصورة تدعم تقليل إحتياجات الحيز المختلفة من الطاقة بشكل كبير من خلال الرفع من كفاءة الطاقة لخلق التوازن بين احتياج الحيز من الطاقة حرارياً وكهربائياً وبين ما يمكن ان يوفره من انتاج للطاقة المتجددة [٨] وعلى وجه التحديد مفهوم Net Zero Energy spacesهو حيز محايد يوفر قدراً وفيراً من الطاقة لشبكات الإمداد مثلما يستخدم من تلك الشبكات، وذلك عندما يقوم بالدمج بين تدابير كفاءة الطاقة والكفاية من مصادر الموارد المتجددة للطاقة.

١-١ يتبع تصميم البناء والحيز صفري الطاقة لتحقيق صافي آداء الطاقة اتجاهيين أساسيين:

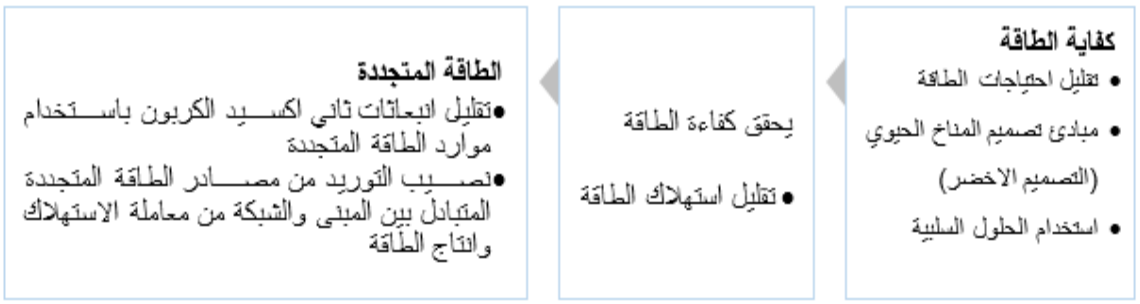
-١/-أ التوجه إلى تقليل الطلب على الطاقة بإستخدام تقنيات توفير الطاقة في الحيز الداخلي والمبنى نفسه.

١/١-ب إمكانية توليد الكهرباء أو ناقلات اخرى للطاقة، لزيادة إمدادات الطاقة للحيز من خلال أنظمة الطاقة المتجددة لتحقيق توازن الطاقة المطلوب.[٩]

١/١/١ التمييز بين تدابير الكفاية والكفاءة من الطاقة للحد من الإستهلاك:

الإستعانة بتدابير الكفاية والكفاءة عند التصميم ينتج مباني منخفضة الطاقة ومنخفضة الكربون فوفقاً لوكالة الطاقة الدولية اوضحت ان تحقيق الإكتفاء الذاتي من الطاقة كإدراج التصميم الحيوي والاعتماد على التهوية الطبيعية للحيز الداخلي وضرورة تغيير بعض السلوكيات للأفراد داخل الحيز فعندما يكون الجو بارد يفضل ارتداء ملابس للتدفئة بدلا عن زيادة حرارة الحيز وغيرها من السلوكيات حسب طبيعة الحيز والمناخ الداخلي.

وتساهم تدابير الكفاية في تحقيق التوفير المطلوب من الطاقة إذا تم تنفيذها قبل الكفاءة، فاتباع إجراءات الكفاية تقلل من خدمات الطاقة، وتوفر الكفاءة خدمات الطاقة المطلوبة بحد أدنى من الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة. شكل (١)



شكل (١) مسار التصميم لتحقيق حيز منخفض الطاقة خالي من الكربون ١٠

المصدر بتصرف من الباحث / International Energy Agency, Modernising Building Energy Codes to Secure our Global Energy Future, Pa, 2013.

٢- العلاقة التبادلية بين التصميم الداخلي والاستدامة لتحقيق حيز صفري خالي من الكربون:

يرتبط التصميم الداخلي بالعديد من قضايا الاستدامة وتحقيق التوازن بين الحيز المستدام وآداء الطاقة الصفرية يعتبر أحد الحلول الفعالة في تحسين استدامة البيئة بالمباني لما له من أثر على جودة المناخ والتقليل من انبعاثات الكربون ويعزز العلاقة بين التصميم الداخلي واهداف آداء الطاقة والاستدامة، وتتمثل جوانب الارتباط بين التصميم الداخلي ونظم الاستدامة الرئيسية في كفاءة إستهلاك الطاقة، وجودة المناخ الداخلي والاضاءة الطبيعية، وإستخدام موارد متجددة، الى جانب العنصر الانساني حيث ان تحقيق متطلبات متداولي الحيز تنعكس على الصحة والسلامة بالإضافة الى القدرة الانتاجية والرفاهية وهو ما يعزز العلاقة التبادلية بين تصميم الحيز واهداف الاستدامة وآداء الطاقة. [١٢]

٢-١ آلية تحقيق التوازن صفري الطاقة للحيز لتعزيز الاستدامة:

يعتمد نظام الطاقة لحيز المبنى صفري الطاقة عادةً على شبكة الامداد لتزويد الطاقة الكهربائية التشغيلية للحيز عندما لا تتوفر طاقة متجددة، على ان يقوم المبنى بتصدير الطاقة مرة أخرى إلى الشبكة عندما يكون لديه فائض من توليد الطاقة، ولتحقيق التوازن يجب أن ينتج عن هذا التدفق والذي يطلق عليه "ثنائي الاتجاه" صافي موجب أو صفر تصدير للطاقة من المبنى إلى الشبكة.[١٣]

٢-١-١ يمكن تقسيم مكونات الطاقة للحيز الداخلي للمباني إلى:

- **الأنظمة الحرارية:** هي أنظمة التهوية والتدفئة وتكييف الهواء
- **أنظمة كهربائية:** خاصة بالأجهزة التشغيلية حسب وظيفة الحيز والمحتوى المادي للأجهزة، ونظم الاضاءة المختلفة من حيث إستخدام الطاقة (مثل الكهرباء والغاز الطبيعي وما إلى ذلك)
- **عناصر تأثيثيه**: هي التي تشغل مساحات الفراغ داخل الحيز حسب طبيعته الوظيفية.
- **محددات**: تنقسم الى افقية ورأسية حيث ان بنية المبنى تعتبر مكونًا هامًا من مكونات النظام صفري الطاقة المستدام. [١٤]

٢/١/٢ متطلبات تصميم الحيز الداخلي للوصول إلى حيز صفري الطاقة:

هناك مجموعه نقاط إرشادية يجب توافرها في الحيز لتحقيق توازن الطاقة وضعها NRELالمختبر الوطني للطاقة المتجددة بالولايات المتحدة الامريكية فكان اول من أوضح مفهوم معادلة صفرية الطاقة للحيز وتتلخص في الاستراتيجيات التالية:

أ. الرفع من مستوى كفاءة الطاقة: إستخدام إستراتيجية كفاءة الطاقة عند التخطيط والتصميم للحيز الداخلي وبنيته التحتية بالإضافة إلى أنظمة الإنتقال.

ب. تحسين آداء مستخدمي الحيز: يجب مراعاة الجانب الانساني عند التصميم والأخذ في الإعتبار تأثيره على إستهلاك الطاقة، ويتم دعم ذلك بالحملات التوعية والإرشاد لتحسين سلوك المستخدمين وتحفيزهم على ترشيد إستهلاك الطاقة.

ج. إستخدام الطاقة المولدة والمتجددة داخل الحيز (On-site systems): من خلال توفير إحتياجات الحيز من الطاقة عن طريق مصادرها المتجددة من خلال أنظمة توليد للطاقة المختلفة داخل حدود الحيز نفسه.

د. إستغلال الطاقة المتجددة المتولدة المدعمة من خارج الحيز (Off-site systems): من خلال إمكانية توفير احتياج الحيز من الطاقة المتجددة عن طريق أنظمة التوليد المختلفة لمصادر الطاقة المتجددة المدعمة للحيز خارج حدوده.

ه. إمكانية توفير شهادات للطاقة (RECs) : في حال عدم توافر مصادر الطاقة المتجددة لإمداد الحيز من داخل الحيز او من الخارج يمكن شراء شهادات للطاقة المتجددة بقيمة تعادل مقدار الطاقة اللازمة للحيز ثم تستخدم قيمة تلك الشهادات في انتاج طاقة متجددة في مناطق ابعد وتدعيم إمداد شبكة الكهرباء العامة بها لاحقاً [٨]

٣- خيارات واستراتيجيات تصميم حيز صفري الطاقة منخفض الكربون

لقد أصبح واضحاً بشكل جلي الأدلة العلمية لتغيرات المناخ والآثار المرتبطة بإنبعاث لغازات الإحتباس الحراري، ولذلك يسعى العلماء والمختصون في المجالات المختلفة بم فيهم مصممي العمارة الداخلية الى محاولة ايجاد تقنيات حديثة متقدمة واستراتيجيات جديدة للتقليل من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون من خلال توفير طاقات متجددة حيث انه لا توجد استراتيجيات محددة أو مبادئ توجيهية للتصميم متوفرة لتحقيق تصميمات المباني ذات الطاقة الصفرية. [١٥]

تعتمد أنظمة الحيز صفري الطاقة لتكيف الفراغ داخلياً على مجموعة من الجوانب التصميمية كالاعتماد على ضوء النهار، والتدفئة بالإشعاع، والتهوية الطبيعية، والتبريد بالتبخير، ومضخات الحرارة الأرضية، واستراتيجيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية. جميعها تستخدم طاقة أقل بكثير من المباني المتوافقة مع كود الطاقة المماثلة. فهي تقلل من إستهلاك الطاقة للمباني الى ٢٥٪ -٧٠٪ أقل من الكود .[٧]

١/٣ اهم الاستراتيجيات المبتكرة لتخطيط حيز صفري الطاقة يدعم مبادئ الاستدامة:

أ. الحد من إستهلاك الطاقة التشغيلية للمباني والحيز الداخلي والتقليل من انبعاثات الكربون ووضع الأولية للإعتماد على موارد طبيعية في التصميم وإستهلاك الطاقة للمحافظة على البيئة والحياة البرية وموارد المياه

ب. ان يدعم التصميم الداخلي وتخطيط الحيز التقليل من إحتياجات الطاقة وتعزيز إستخدام الشمس والرياح وموارد المياه في انتاج طاقة متجددة للحيز قبل اللجوء الى الحلول التكنولوجية. [١٦]

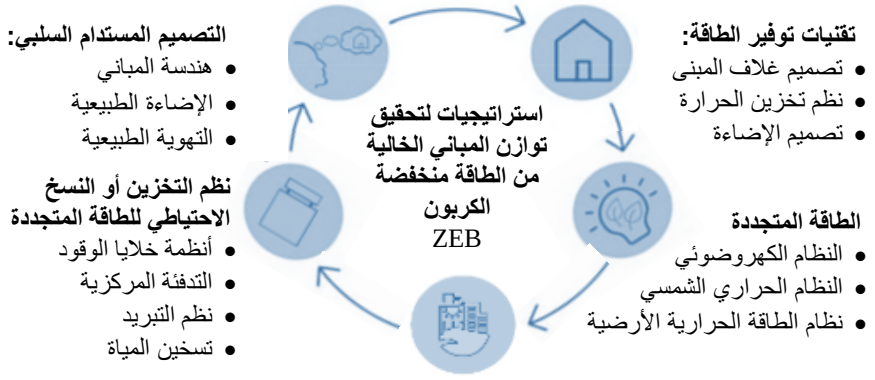
١/١/٣ عناصر وأسس تصميم الحيز صفري الطاقة لخفض البصمة الكربونية:

هناك مجموعه من العناصر التي تساعد على الحد من إستخدام الطاقة وخفض البصمة الكربونية للحيز الداخلي والمباني، نوضحها فيما يلي:

- اولاً العزل: تحقيق نسبة كافية من العزل منخفض التكلفة وصديق للبيئة للمحددات الرأسية والأفقية يؤدي الى تخفيض إستهلاك الطاقة.
- ثانيا: الفتحات: فتحات نوافذ من طبقتين او ثلاثة من الألواح الزجاجية منخفضة الاشعاع لتمرير او حجب أشعة الشمس عن الحيز الداخلي، ومعالج حرارياً للحد من نقل الحرارة من الخارج إلى الداخل والعكس.
- ثالثاً: إستخدام الخلايا الشمسية: هي مصفوفة من الخلايا الفولطية الضوئية Photovoltaic (PV) تنتج جهد مستمر ثم بإستخدام محول جهد inverter يتم تحويله الى جهد متناوب، ومن ثم إمكانية إستخدامه فيما بعد دعم تغذية حيز البناء بالطاقة الكهربائية حسب احتياجه.
- رابعاً: التبريد / التدفئة: يتم الإستعانة مضخات تسخين هوائية لتدفئة المباني ذات الطاقة الصفرية، تتوفر على شكل نظام تدفئة مركزي او وحدات صغيرة، وهو نظام لنقل الحرارة من داخل حيز المبنى الى خارج البناء والعكس.
- خامساً: تسخين المياه: تنقسم الى نوعان الاول نظام تسخين شمسي لتدوير الماء الساخن، يستخدم للحيز الذي يحتاج الى إستخدام كميات كبيرة من المياه، الثاني سخان كهربائي مغذي منتج من الخلايا الشمسية PV لتلبية متطلبات الابنية التي تحتاج لإستخدام كميات قليلة من الماء الساخن.
- سادساً: أنظمة ذكية في ادارة الطاقة داخل الحيز: هي مجموعه من التقنيات والأنظمة التي تقلل إستهلاك الطاقة قدر الامكان مثل إستخدام تقنيات ذكية تعمل على إغلاق الاجهزة الإلكترونية غير الضرورية [١٧]

٢/٣ إستراتيجية تصميم لحيز صفري الطاقة لخفض البصمة الكربونية:

يمكن أن تكون التدخلات تكنولوجية وسلوكية وتنظيمية، هناك العديد من التقنيات التي يمكن أن تقلل من إستخدام الطاقة في المباني واهمها في إستراتيجية تصميم حيز ومبنى صفري الطاقة كما يلي بالرسم التخطيطي شكل (٢) [١٨] الذي يوضح الجوانب الأساسية لتحقيق استراتيجيات التنفيذ لـ ZEB



الشكل (٢). الاستراتيجيات السلبية والنشطة لتحقيق حيز داخلي ومبنى خالي من الطاقة منخفض الكربون

المصدر بتصرف من الباحث / Cabeza, Luisa F., and Marta Chàfer. "Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review." Energy and Buildings 219 (2020): 110009.

عطية، إيمان محمد عيد, et al. "استراتيجيات العمارة الخضراء للوصول الى مباني صفرية الطاقة." ERJ. Engineering Research Journal 41.3 (2018): 221-230.

٣/٣ إستخدام العمارة الخضراء لتوازن النظام صفري الطاقة منخفض الكربون:

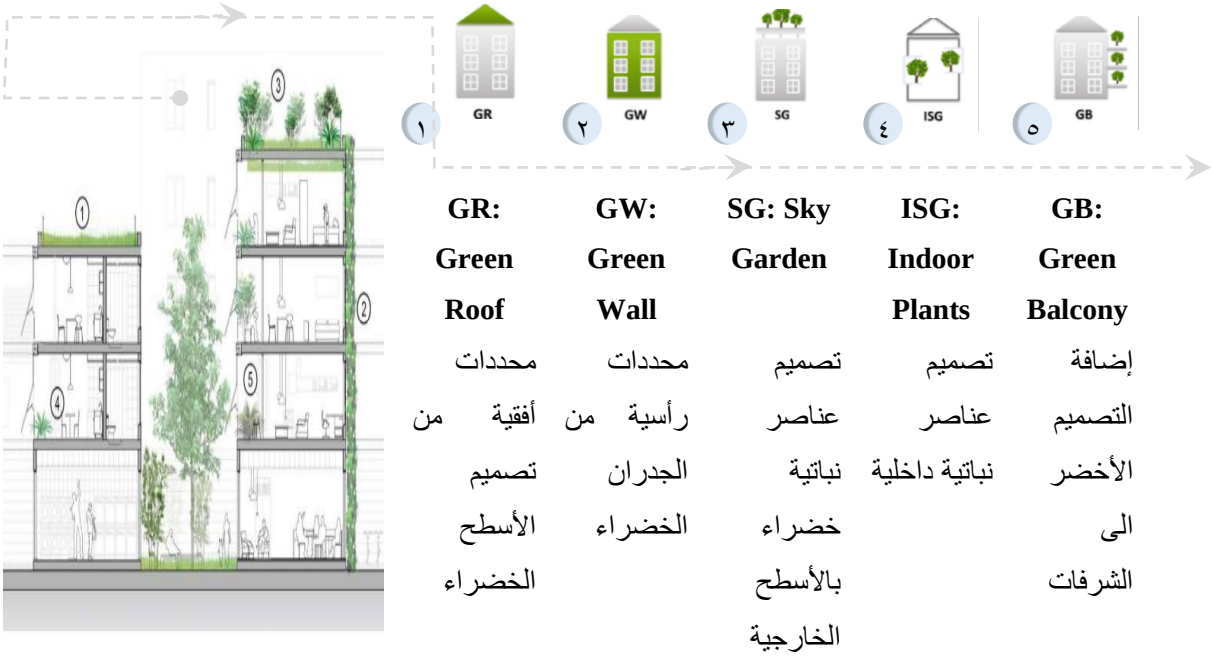
يعد تصميم الحيز والمباني صفرية الطاقة جزء من تطوير تصميم العمارة الخضراء والتي تعتبر أحد اهم الحلول المتاحة لإحداث التوازن للبيئة ومواردها حيث تتضمن المباني التي تنتج ما تستهلكه من الطاقة بالإضافة الى الحد من مشكلة المناخ فهي تقلل من التأثير التدميري على نظم البيئة والذي قد ينتج عن الطاقة التشغيلية للحيز والمباني التي تعمل بكفاءة عالية.

١/٣/٣ مفهوم العمارة الخضراء:

تم تطوير اتجاه تصميم العمارة الخضراء للوصول الى حيز داخلي وعمارة صفرية الطاقة، بحيث تصبح قادرة على انتاج إحتياجات التصميم من الطاقة وتحقيق الإكتفاء الذاتي لإستهلاك الطاقة دون التأثير على المناخ والغلاف الحيوي للبيئة [١٩]، وبالرغم من أن حيز العمارة الداخلية من مباني صفرية الطاقة لديه إمكانية للحد من إستهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الإحتباس الحراري إلا أنه يجب وضع الإحتياجات البشرية بالأولوية، كالراحة الحرارية العوامل البيئية والبشرية بالإضافة إلى الراحة البصرية بإتاحة التصميم الاخضر داخل الحيز وخارجه مما يحقق الراحة للفرد. [٢٠]

٢/٣/٣ إستخدام مساحات التصميم الاخضر لتحسين الجوانب المناخية لحيز العمارة الداخلية:

هي مجموعة من النظم يتم إستخدامها على نطاق واسع في تخطيط الحيز الداخلي، فيستخدم في المحددات الرأسية والأفقية كالأسطح والواجهات الخارجية والشرفات وغيرها من مكملات التصميم، وتعد من المرشحات الحيوية التي تستخدم في الغالب لترشيح الهواء الداخلي وتعزز من جماليات الهيكل المعماري وعناصر التصميم الداخلي بالإضافة الى إمكانية تنقية الهواء بشكل سلبي ويوضح الشكل (٣) تصنيفات مختلفة لإستخدام التصميم الاخضر في مباني صفرية الطاقة وتعد من التصميمات الحية التي لها دور كبير في عزل الكربون. [١٨]



شكل (٣) تقنيات توزيع أنظمة العمارة الخضراء على تصميم الحيز الداخلي والمباني وصولا لفراغات صفرية الطاقة

المصدر/ Raji, Babak, Martin J. Tenpierik, and Andy Van Den Dobbelsteen. "The impact of greening systems on building energy performance: A literature review." Renewable and Sustainable Energy Reviews 45 (2015): 610-623

٣/٣/٣ خصائص التصميم الأخضر في تصميم الحيز الداخلي:

- تعزيز الجوانب الجمالية من تصميم الحيز والمبنى.
- تحسين الخصائص الصوتية وتقليل مكاسب وخسائر الحرارة.
- تعد الجدران الحية لها أهمية كبيرة في عزل الكربون والقدرة على التكامل مع المباني القائمة المحيطة.
- توفير بيئة معيشية للنظام البيولوجي يعزز علاقته مع الغلاف الحيوي.[١٨]

٤/٣ نظم التصميم السلبي في هيكلة تصميم الحيز الداخلي لتحقيق توازن الطاقة الصفرية:

يعد مفهوم تصميم حيز المباني صافي الطاقة بمثابة نموذج متقدم للتصميم المستدام السلبي، حيث لا يهدف الحيز صفري الطاقة على ترشيد إستهلاك طاقة المبنى بأساليب التصميم السلبي فقط وانما أيضاً تحقيق التوازن بين ما يتطلبه الحيز من الطاقة وبين التقنيات النشطة الذكية وتقنيات الموارد المتجددة (على سبيل المثال إستخدام الطاقة الحرارية الشمسية، الصوتية الشمسية او رياح التوربينات) [١٣]

١/٤/٣ استراتيجيات التصميم السلبية للحيز الداخلي

يتم إستخدام الاستراتيجيات السلبية لتقليل إحتياجات الطاقة للمبنى، وتعد الاستراتيجيات السلبية هي أقدم طريقة لتقليل أحمال التدفئة والتبريد في المباني، واليوم حيث يتم تحسينها لتقنيات أكثر تطورًا [١٨] والتي نذكر منها (أنظمة التظليل - إستراتيجية الجدران السلبية – تصميم الطاقة الشمسية السلبية).

١/٤/٣-أ تقنيات ونظم التظليل الشمسي:

ظهرت أنظمة التظليل النشطة كحل تظليل عالي الآداء يتحكم بشكل انتقائي ومثالي في ضوء النهار ومكاسب الحرارة [٢٤] ويمكن تصنيف أنظمة للتظليل إلى ثلاث فئات وهي (الزجاج الذكي، والتظليل الحركي، والتظليل المتكامل للطاقة المتجددة) كمت شكل (٤)

شكل (٤) أنواع وطرق تركيب نظم التظليل للوصول الى حيز صفري الطاقة ا

لمصدر/ Cabeza, Luisa F., and Marta Chàfer. "Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review." Energy and Buildings 219 (2020): 110009

مصادر الأشكال https://www.pinterest.com/pin/740771838697569486/ - https://henninglarsen.com/en - https://www.pinterest.com/pin/3448137206004229-

https://www.archiproducts.com/en/products/capoferri-serramenti/solar-shading-with-knee-type-opening-solar-shading-with-knee-type.

وتعتبر نظم التظليل فعالة في تصميم الحيز صفري الطاقة حيث ثبت ان أنظمة التظليل النشطة توفر من ١٢% الى ٥٠% من طاقة إستهلاك الكهرباء اللازمة لتبريد الحيز[٢٤]وتم تصنيف متطلبات نظم التظليل للوصول بالحيز الى فراغ صفري الطاقة إلى ثلاث فئات الجدول (١).

الجدول (١) فئات المتطلبات الضرورية لنظم تظليل الحيز الداخلي صفري الطاقة [١٨]

المصدر/ Cabeza, Luisa F., and Marta Chàfer. "Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review." Energy and Buildings ٢١٩ (٢٠٢٠): ١١٠٠٠٩

أنظمة التظليل الشمسي		
متطلبات رئيسية	**متطالبات حرارية**	**متطلبات اضاءة نهارية وبصرية**
●متطلبات حرارية	● مكاسب عالية للطاقة الشمسية في الشتاء	● امداد الحيز بأكبر قدر من الإضاءة الطبيعية
●متطلبات ضوء النهار		● الإضاءة المتجانسة للحيز
●التكلفة المنخفضة		● حماية من الوهج
●دقة تشغيلية عالية	● مكاسب جيدة للطاقة الشمسية في الصيف	● توفير الخصوصية
●توفير جوانب جمالية للتصميم		● إضافة خاصية التعتيم البصري للحيز
●حماية من الظروف المناخية والضوضاء		● الاتصال البصري بالخارج المحيط

ثانياً: إستراتيجية الجدران السلبية:

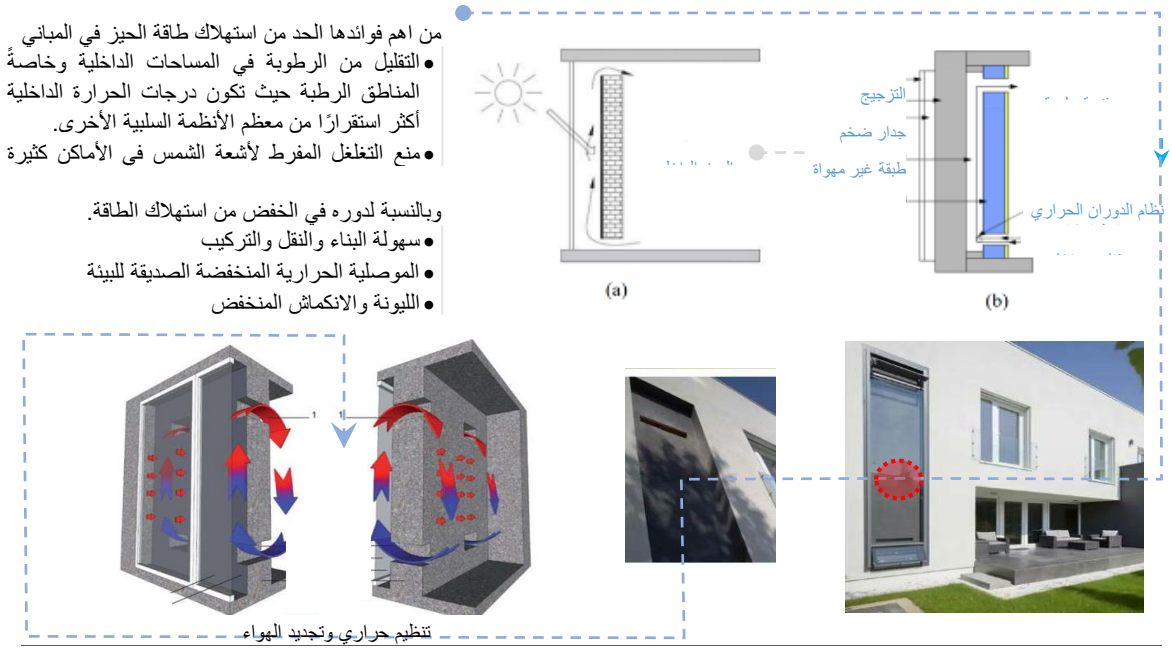
نظم الجدار او المحدد الرأسي السلبي هو إعادة تجهيز لفراغات المباني الحالية بجدران خارجية ضخمة غير معزولة تعمل على التأخير الزمني ما بين امتصاص الطاقة الشمسية وتوصيل الطاقة الحرارية إلى المساحات الداخلية ويوفر الراحة الحرارية في المساحات المتصلة به كما انه يساهم في تحسين ظروف الراحة الحرارية للمساحات المجاورة.

تصميم المحددات الرأسية للحيز صفري الطاقة:

تعد المحددات الرأسية المزدوجة أحد حلول الخفض من إستهلاك الطاقة داخل الحيز، وهي عبارة عن مستويان رأسيان متوازيان يفصل بينهما فجوة يتدفق الهواء بينهما، تتميز بعدة خصائص تعزز من تكيف الحيز والاستدامة ومنها:

- توفير منطقة عزل حرارية
- تسخين شمسي للهواء
- إمكانية التبريد الليلي
- عزل جيد للصوت والضوضاء
- حماية الحيز من الملوثات والرياح
- يوفر مساحة لتجميع الطاقة بالإستعانة بالخلايا الكهروضوئية

تتراوح معدلات التوفير من إستهلاك الطاقة التي تحققها من -٣٦٪ إلى + ٤١٪ مقارنةً بالواجهات التقليدية (غير المهواة)، ونذكر منها نوعان (جدار ترومبي-الجدران المائية).[18]

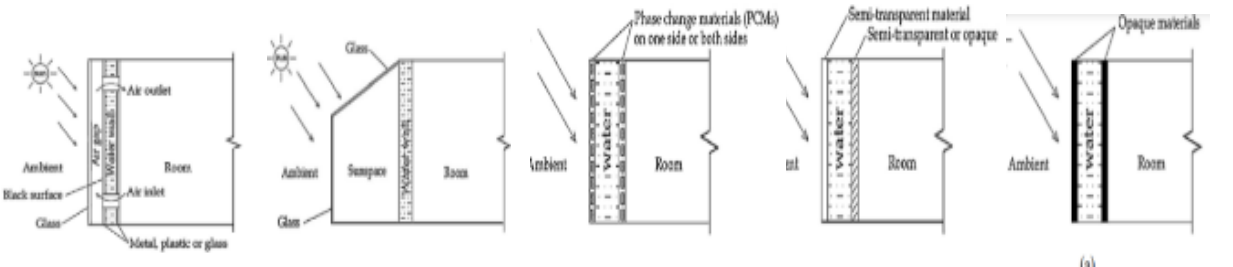


شكل (٥) أنظمة وفوائد الجدار السلبي الترومبي (A) جدار ترومبي كلاسيكي، (B) جدرا ترومبي مركب [18]

المصدر بتصرف من الباحث / **Cabeza, Luisa F., and Marta Chàfer. "Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review." Energy and Buildings 219 (2020): 110009.**

- يتميز جدار ترومبي (Trombe wall) بقدرته على الاندماج مع التقنيات الأخرى كأنظمة الطاقة الكهروضوئية، يمكن أن يحقق توفيرًا بنسبة ١٦٪ في تسخين الطاقة، تم تصميم جدران الترومبي الحرارة الشمسية التي يتم توفيرها للمساحة الداخلية للمبنى الشكل (٥) يتم تحقيق ذلك بتلوين الجدار الخارجي للجدار باللون الأسود وإضافة جدار خارجي زجاجي. [23]

- تعد الجدران المائية تقنية اخرى لنظم المحددات الرأسية وجدار ترومبي وهي عبارة عن جدار يتضمن الماء بداخله، صنفت الجدران المائية الى عدة أنواع وهي (جدار مائي مع غلاف مبني معتم، وجدار مائي مع غلاف مبنى شبه شفاف، وجدار مائي مع مواد متغيرة الطور، وجدار مائي مع تقنيات سلبية أخرى)، ويمكن إستخدامه كمخزن قصير المدى لتقليل الطلب على الطاقة والزيادة من القصور الذاتي الحراري ويوضح الرسم تخطيطي شكل (٦) نظم وأنواع الجدار المائي للحيز الداخلي. [24]



١) حيز مبني غير شفاف

تكون المحددات حول حيز المياه مواد معتمة مصمتة

٢) حيز مبني شبه شفاف

المحددات حول حيز المياه الخارجية مواد شبه شفافة، والمحدد داخل الحيز اما شبه شفافة أو غير شفافة

٣) محدد حيز مع PCM

تكون المحددات حول حيز المياه مواد تغير الطور (PCMs) على جانب واحد أو كلا الجانبين

٤) مدمج مع فضاء شمسي

يكون هناك حيز ملحق بالحيز الرئيسي يطلق عليه مساحة الشمس مغطى بمحددات شفافة كالزجاج

٥) مع مدخنة شمسية

(وضع التهوية الذاتية)

مشابه للجدار الترومبي بخامات مواد معدنية أو بلاستيكية أو زجاجية

شكل (٦) نظم وأنواع الجدار المائي للحيز الداخلي صفري الطاقة

المصدر/ Wu, Ting, and Chengwang Lei. "A review of research and development on water wall for building applications." Energy and Buildings 112 (2016): 198-208.

٣/٥ نظم وتقنيات تصميم الطاقة الشمسية لحيز صفري الطاقة:

يعد إستخدام الطاقة الشمسية السلبية في حيز العمارة الداخلية نهج للتصميم يقلل من إستهلاك الطاقة بالدمج بين اجهزة توفير الطاقة التقليدية وبين عناصر التصميم السلبي وهي موقع الحيز من المبنى وموقع البناء، كفاءة العزل الخارجي، وإستخدام عدد الفتحات الزجاجية المناسبة لحجم الحيز التي تسمح بوصول الاضاءة الطبيعية والحرارة والهواء المناسبتين للتدفئة والتهوية الطبيعية، ويعتمد نهج التصميم السلبي للطاقة الشمسية بشكل كبير على توفير اضاءة نهارية للحيز والتي تسمح بتوصيل الحرارة داخلياً بالإضافة إلى عدد الفتحات التي تتيح التهوية الطبيعية عند الحاجة إليها.[٢٥]

١/٥/٣ متطلبات تصميم وتخطيط الطاقة السلبية الشمسية لحيز العمارة الداخلية

1. معرفة مدى شدة الشمس في الحيز في مختلف الاوقات.
2. حركة الشمس بالنسبة للموقع في الفصول المختلفة.
3. تقدير كمية الحرارة الشمسية التي يحتاج إليها الحيز لتحقيق الراحة الحرارية لمتداولي الحيز.
4. تصميم الحيز للحصول على الطاقة الشمسية ومقدار سعة تخزينها لإستخدامها وقت الاحتياج إليها.[٢٦]

٢/٥/٣ نظم وتقنيات الطاقة الشمسية في كفاءة الحيز وانتاج الطاقة:

توجد العديد من استراتيجيات التصميم الداخلي المختلفة للاستفادة من الطاقة الشمسية والتي قد تتشكل على هيئة نظم وتقنيات مبتكرة لتجميع حرارة الشمس وامتصاصها

1. كإستغلال الاضاءة الطبيعية من خلال المرايا العاكسة لتجميع الضوء.
2. وإمكانية إستخدام تقنيات وتصميمات الخلايا الشمسية لتحويل ضوء الشمس الى طاقة كهربائية وغيرها.

٣/٥/٣ تطبيقات تكنولوجيا الخلايا الشمسية في التصميم

يمكن وصف إستخدام تقنيات الخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة لتحقيق توازن تصميم الحيز صفري الطاقة على انها علاقة تكاملية بين الحيز والمبنى والخلايا الشمسية.[٢٦]

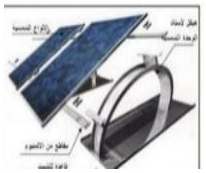
- آلية تصميم تقنيات الخلايا الشمسية في هيكلة الحيز صفري الطاقة:

هي عملية ربط الخلايا الشمسية بعناصر تصميم الحيز الداخلي ومع التشكيل المعماري الخارجي، وتحدث تلك العلاقة التكاملية بالإضافة الي تضمنها مع هيكلة التصميم والبناء مما يعنى مقاومتها مع المبنى، وتحدد اماكن التركيب في (الأسطح الأفقية من الحيز وقد تكون الأسطح المائلة، أو المنحنية، واجهات المباني، التفاصيل المعمارية المختلفة).

وتحدد آلية التركيب من خلال ربط اجزائها في تشكيل المحددات الرأسية والأفقية، وتنقسم تقنيات التركيب حسب زوايا الإنشاء نفسه الى طبقات مغلقة، وطبقات مفتوحة بإتجاه واحد او اتجاهين، وتتأثر تركيب وحدات الخلايا الشمسية بالحيز والتشكيل المعماري جدول (٢) بما يلي (مواقع تركيبها-المستويات الشكلية للتكامل بين نظم التقنيات الشمسية والنتاج المعماري-المردود الوظيفي لها كعناصر تشكيلة للتصميم-ويحدد موقع ومساحة منظومات الخلايا الشمسية حسب شكل وتوجيه المبنى-لا تستخدم في مستويات الاسطح ذات تقنيات التظليل) [٢٧]

جدول (٢) طرق تركيب منظومات الخلايا الشمسية في تصميم البناء والحيز الداخلي لتحقيق كفاءة المبنى [٢٧- ٨] المصدر /
Krawietz, Arch Silke A. "Sustainable Buildings and BIPV: An International Perspective." SETA Network (٢٠١١).

- م. شذا حبش، and د. م. شعيب إبراهيم. "توظيف الطاقة الشمسية في الأبنية التعليمية." مجلة جامعة حماة ٤,٤ (٢٠٢١)
حامد. "أثر الطاقة الشمسية على التصميم الداخلي وصولا لأبنية صفرية الطاقة." مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ٥,٢٣ (٢٠٢٠): ١-٢١.

الاسطح الافقية	الاسطح المائلة	أسطح منحنية	في التفاصيل المعمارية للحيز والمبنى	تفاصيل معمارية ملحقة بالحيز الداخلي
١.وحدات خلايا الشمسية المائلة	١.وحدات تشبه مواد الإنهاء والتشطيب الأصلية للأسطح في تحمل الظروف الجوية والعزل الصوتي ومقاومة المياه بالإضافة إلى توليدها للطاقة	١.بإستخدام وحدات الخلايا الشمسية الرقيقة (Thin film) خفيفة الوزن عازلة للماء	١.واجهات البناء ذات مساحات كبيرة يمكن إستغلالها حسب التوجيه الشمسي للاستثمار في توليد وانتاج الطاقة.	• وحدات خلايا في تصميم عناصر التظليل سواء لتظليل الشرفات او الاسطح وغيرها.
				• جدران خلايا شمسية داخلية للحيز أكثر عرضة لأشعة الشمس
٢.الوحدات الشمسية ذات النظم العازلة للحرارة	٢.وحدات خلايا الشمسية معتمة تثبت على الأسطح المائلة فوق مواد التشطيب الخارجية	٢.أسطح مقوسة بترتيب وحدات الخلايا الشمسية التقليدية على نفس شكل السطح المنحنى	٢.أسطح النوافذ وحدات تكنولوجية للطاقة الشمسية وهي خلايا كهروضوئية تولد الكهرباء عبر تثبيتها على زجاج النوافذ	• في تصميم فتحات النوافذ تتميز بالشفافية وبألوان مختلفة عن التقليدي وبذلك تحدث ظلال وإضاءات مميزة داخل الحيز.
				• تصميم درابزين سواء كان في تصميم الواجهة او للشرفات او تراس بحيث يكون المكون الأساسي به هي الخلايا الشمسية بدلا عن المواد التقليدية.
٣.وحدات خلايا شمسية شفافة ونصف شفافة	٣.حقول للنظام التكاملي BIPV وحدات صغيرة الحجم PV Shingles وتنقسم الى نوعان وحدات خلايا تثبت مع مواد التشطيب النهائية واخرى مصنعة ضمن الوحدة الواحدة مع مواد التشطيب التقليدية			

يعد تصميم مدينه "ذا لاين" ٢٠٢١ نموذج لفراغات الداخلية خالية من الكربون، تصميم لشركة نيوم في الهندسة والبناء لتجسيد فكرة التشييد العمودي التابعة للأمير محمد بن سلمان، تبلغ "ذا لاين" ٢٠٠م عرضاً، و١٧٠ كم طولاً، و٥٠٠م ارتفاعاً فوق سطح البحر، تتميز بوضع راحة الفرد المتداول في أولوياتها.

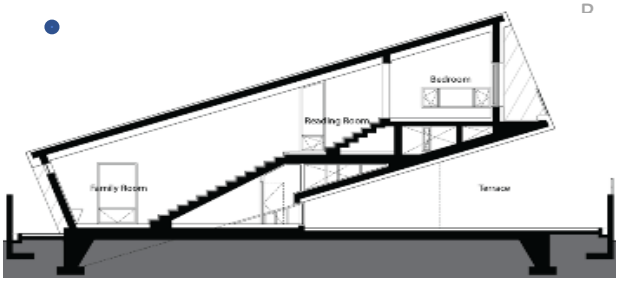
تستمد الطاقة من موارد متجددة نظيفة كالطاقة الشمسية والمياه، والهيدروجين الأخضر والرياح، تم تصميم المساحات الداخلية بطرق مبتكرة لخلق تجارب غير عادية، تخلو من الشوارع التي تستهلك الكربون وبالتالي من الضوضاء والتلوث الشكل (٧).[٢٩]

4- دراسة حالة تصميم منزل الطاقة الصفرية snøhetta بالنرويج

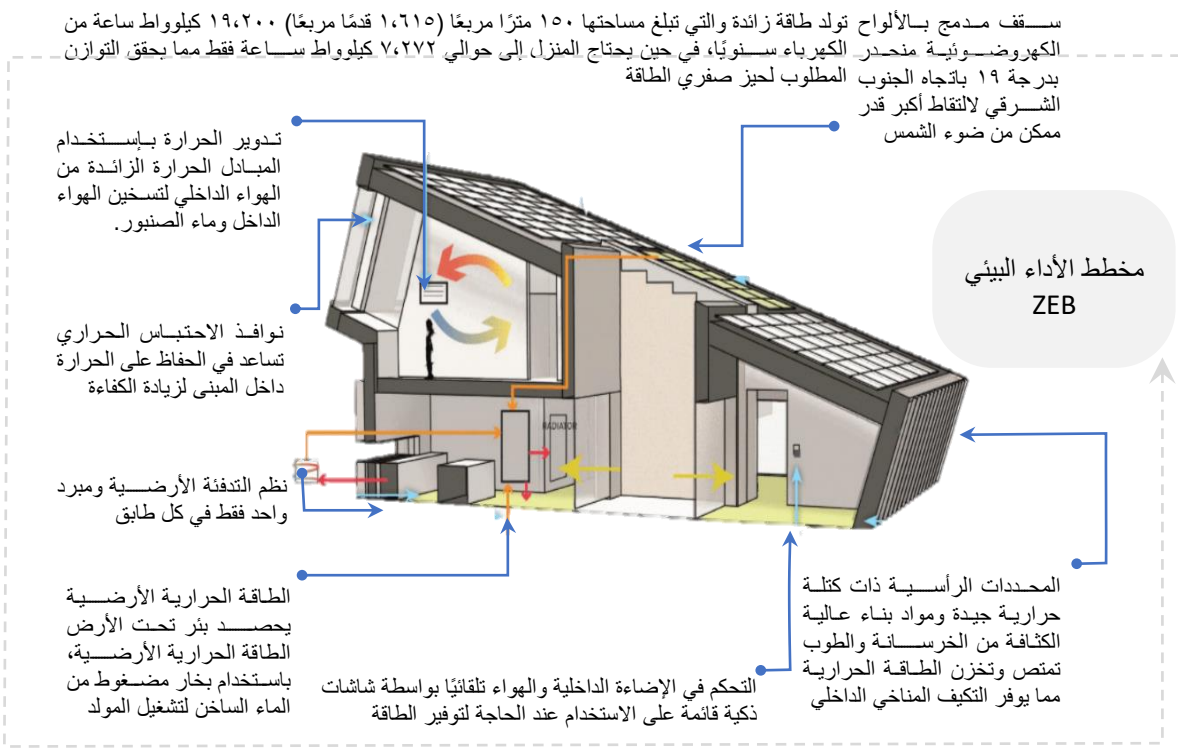
شكل (٧) نموذج تصميم مدينه "ذا لاين" وفراغات داخلية خالية من الكربون تصميم لشركة نيوم 2021
المصدر/ https://www.neom.com/ar-sa/regions/theline acts 28 July 2022.

يعد تصميم منزل الطاقة الصفرية snøhetta بالنرويج نموذج لفراغات الداخلية خالية من الكربون شكل (8)، اشترك مركز أبحاث المباني الخالية من الانبعاثات وتصميم مكتب snøhetta لتطوير منزل ببلدة Larvik النرويجية يعمل كمنصة للمساعدة في التعرف على الحيز صفرية الطاقة التي تنتج طاقة أكثر مما تستهلك شكل (9)، وتم ترشيح منزلZEB التجريبي لـ "جائزة الاتحاد الأوروبي للعمارة المعاصرة - جائزة ميس فان دير رو لعام ٢٠١٥.

الموقع: غابة رينجدال، يرفيك، النرويج
المصمم: snøhetta
التصنيف: مبنى خالي من الانبعاثات، استدامة
المساحة: ٢٢٠ متر مربع عام: ٢٠١٤



شكل (8) منزل الطاقة الصفرية snøhettaبالنرويج - B.،A قطاعات راسية جانبية لوظائف الحيز السكنى على مستويات وارتفاعات مختلفة من المبنى – C.
لقطة ايزمتري ل atrium الردهة الخارجية من البناء تعمل على توزيع حركة الهواء الطبيعي لتكيف فراغات المبنى الداخلية
المصدر/https://www.designboom.com/architecture/snohetta-zeb-pilot-house-12-16-2014/

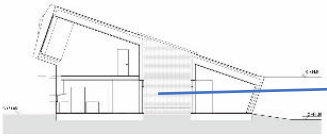
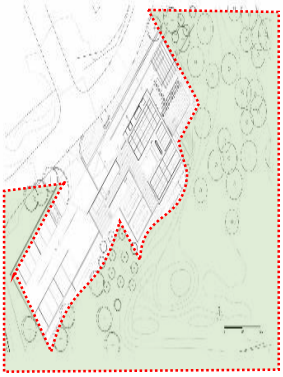


شكل (9) مخطط الأداء البيئي ZEBل منزل الطاقة الصفرية snøhettaبالنرويج

المصدر/https://www.quora.com/What-are-some-great-examples-of-energy-efficient-architecture

ومن خلال الأدلة المجمعة لخيارات وإستراتيجيات نظم التصميم لإنتاج حيز الطاقة الصفرية يمكن تصنيف عناصر التصميم المستخدمة في تصميم snøhetta بالنرويج للوصول الى مبنى صفري الطاقة خالي من الكربون كما يلي الجدول (٣)

جدول (٣) تحليل خيارات والاستراتيجيات المستخدمة في تصميم منزل الطاقة الصفرية snøhetta بالنرويج للوصول الى حيز داخلي صفري الطاقة خالي من الكربون - المصدر/ الباحث ، مصدر الأشكال / https://www.designboom.com/architecture/snohetta-zeb-pilot-house-12-16-2014

عناصر تصميم الحيز صفري الطاقة		التحليل
إستخدام موارد متجددة		يدعم التصميم الموارد المتجددة من خلال تصميم محددات الفناء الخارجي atrium بإستخدام الموارد الطبيعية مكسو جذوع الأشجار المكدسة تعمل كمصد حراري جيد وتدعم معايير الاستدامة بإستخدام موارد صديقة للبيئة 
التصميم السلبي		يدعم التصميم السلبي للجدار الحجري المستخدم في التصميم تحقيق الاستقرار في التغيرات الحرارية والحفاظ على درجة حرارة الحيز ومكتسباته الحرارية ويحول دون فقدها بسرعه نظم تصميم الأسقف السلبية بإستخدام فتحات بالمحدد الأفقي للسقف لتوفير الإضاءة الطبيعية وتكسب الحيز راحة حرارية
التظليل		أنظمة التظليل من خلال الزعانف الكبيرة المثبتة بالأسطح الخارجية من المبنى تعمل على تظليل نوافذ الطابق العلوي بالمنزل وتسمح بالتحكم في استقبال القدر الحراري المطلوب للحيز
التصميم الأخضر		دمج المبنى مع مساحات التصميم الأخضر من خلال موقع الحديقة المحيطة يضفى الراحة البصرية للتصميم ويدمج الداخل بالخارج ويدعم التصميم الحيوي وبالتالي يحد من انبعاثات الكربون

الخلايا الشمسية وانتاج الطاقة		امداد نظم خلايا الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة بآبار الطاقة الحرارية الأرضية المزودة بالموقع مما يؤدي إلى مكسب إجمالي قادر على خدمة المنزل بفائض من الطاقة وبالتالي يحقق التوازن المطلوب لحيز صفري منتج للطاقة
تدابير الكفاية والكفاءة		إعادة إستخدام مياه الأمطار كمورد طبيعي متجدد تتدفق مياه الأمطار من السقف المنحدر ويتم تخزينها لتوفير المياه للمرحاض والحديقة. وبإستخدام أنظمة بناء تكنولوجية متكاملة تلغي انبعاثات الكربون الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري
الإضاءة الطبيعية		إستخدام الأبواب الزجاجية المنزلقة الكبيرة من غرفة المعيشة والمطبخ بالفناء الخارجي لتوفير الإضاءة الطبيعية والراحة الحرارية داخل الحيز وتوفير مساحة بصرية تدعم دمج الداخل بالخارج وبالتالي تحقق الرفاهية لمتداول الحيز.

ومما سبق يمكن بلورة خصائص تصميم الحيز صفري الطاقة منخفض الكربون بإستخدام عناصر التصميم السلبي إلى جانب العمارة الخضراء ووحدات الخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة أنها:

- قليلة إستهلاك الطاقة، وذات كفاءة عالية
- تدعم وتعزز مبادئ الاستدامة وتخفف من تفاقم أزمة المناخ
- تلبي إحتياجات الطاقة من مصادر الموارد المتجددة الغير مكلفة.

٥- التوصيات:

- يجب على وزارتي الثقافة والبيئة نشر الوعي المجتمعي بضرورة الحفاظ على الطاقة وخطورة نضوب الموارد وتوعيتهم من خلال نظم الدعاية ومنصات التوجيه المختلفة بكيفية تحسين الحيز الداخلي للمباني القائمة بأقل تكلفة ممكنه.
- تشجيع الحكومة المستثمرين على توفير وسائل جديدة لإنتاج الطاقة مثل خلايا الطاقة الشمسية كمصدر طبيعي لتوليد الطاقة، وإستبدال مواد البناء من الموارد غير المتجددة بأخرى متجددة بهدف التقليل من الإنبعاثات الكربونية المؤثرة على النظم البيئية والمتسببة في تغير المناخ.
- على وزارة البيئة والإسكان إعتماد نموذج إشتراطات لتصميم وتنفيذ البناء المستقبلي تتضمن قاعدة بيانات شاملة لترشيد إستهلاك الطاقة ومواد البناء المتجددة وإمكانية تطبيق نظم التصميم ومعايير توازن الطاقة الصفرية للحد من تفاقم ازمة المناخ.
- يقع على عاتق القائمين بالتدريس بكليات الفنون والتصميم وغيرها من المؤسسات التعليمية ضرورة نشر الوعي بأهمية موضوع الطاقة وخطورة الإنبعاثات الكربونية على تغير المناخ، بإضافة مواد تعليمية الى المقررات الدراسية تشتمل على طرق منهجية للتصميم صفري الطاقة المستدام لتحقيق الإكتفاء الذاتي من الطاقة التي يصبح بها البناء عنصر منتج وليس مستهلك.

٦- النتائج:

- تحقيق التوازن الصافي للطاقة الصفرية بالحيز الداخلي يعد منهجية مبسطة لتضمين الطاقة المكونة لعناصر التصميم جنبا الى جنب الطاقة المستخدمة في تشغيل الحيز، إلى جانب إضافة عناصر التصميم الخضراء تساهم في التقليل من الإنبعاثات التي تؤثر بالسلب على المناخ.

- من خلال نظم إنتاج الطاقة بإستخدام خلايا الطاقة الشمسية الكهروضوئية يمكن تحقيق الإستقرار في إستهلاك الطاقة ورؤية مصر ٢٠٣٠ لأهداف التنمية المستدامة، حيث أن مصر تمتلك قدر كبير من الطاقة الشمسية متوفر طوال العام.
- يحقق حيز العمارة الداخلية صفري الطاقة تدابير الكفاية من خلال تدابير تحسين الحيز الداخلي بإستخدام نظم التصميم السلبي وتقنيات التظليل ويحقق الإكتفاء الذاتي بإنتاج ما يعادل إستهلاكه من الطاقة أو يفيض عن إحتياجاته من الطاقة بأقل تكلفة ممكنه.
- يعمل التصميم الاخضر من إستراتيجيات تصميم الحيز صفري الطاقة في الحفاظ على التوازن الحيوي بين المبنى والبيئة المحيطة ويساعده على التكيف والراحة الحرارية للفرد دون التأثير سلباً على البيئة وبالتالي يخفض من إنبعاثات الكربون.

المـراجــع

1. [1] Elrefaei, Hatem, and Marwa A. Khalifa. "A Critical Review on the National Energy Efficiency Action Plan of Egypt." Journal of Natural Resources and Development 4 (2014): 18-24.
2. [2] Barbosa, José Amarilio, et al. "Smart interior design of buildings and its relationship to land use." Architectural Engineering and Design Management 12.2 (2016): 97-106 .
3. [3] Recast, E. P. B. D. "Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)." Official Journal of the European Union 18.06 (2010): 2010.
4. [4] Newcities. Central Unit for Sustainable Cities and Renewable Energy. (2014) [Online] Available from: http://www.newcities.gov.eg/Sustainable_Cities/default.aspx [Accessed 25th June 2022].
5. [5] Sartori, Igor, Assunta Napolitano, and Karsten Voss. "Net zero energy buildings: A consistent definition framework." Energy and buildings 48 (2012): 220-232.
6. [6] Srinivasan, Ravi S., et al. "Re (De) fining net zero energy: renewable emergy balance in environmental building design." Building and Environment 47 (2012): 300-315.
7. [7] Torcellini, Paul A., and Drury B. Crawley. "Understanding zero-energy buildings." ASHRAE journal 48.9 (2006): 62-69.
8. [8] Carlisle, Nancy, Otto Van Geet, and Shanti Pless. Definition of a'Zero Net Energy'Community. No. NREL/TP-7A2-46065. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2009.
9. [9] Aelenei, Laura, and Helder Gonçalves. "From solar building design to net zero energy buildings: Performance insights of an office building." Energy Procedia 48 (2014): 1236-1243.
10. [1] International Energy Agency, Modernising Building Energy Codes to Secure our Global Energy Future, Pa, 2013.
11. [1] Lee, Seunghae. "CO2-Based Demand-Controlled Ventilation and Its Implications for Interior Design." Journal of Interior Design 37.2 (2012): 19-36.
12. [1] Sorrento, Linda. "A natural balance: Interior design, humans, and sustainability." Journal of Interior Design 37.2 (2012): ix-xxiv.
13. [1] Clarke, J., et al. "Simulation-based design procedure to evaluate hybrid renewable energy systems for residential buildings in Korea." Proceedings of 9th International IBPSA Conference. 2005.
14. [1] Odum, Howard T., and Elisabeth C. Odum. A prosperous way down: principles and policies. University Press of Colorado, 2008.
15. [1] Wang, Liping, Julie Gwilliam, and Phil Jones. "Case study of zero energy house design in UK." Energy and buildings 41.11 (2009): 1215-1222.
16. [1] امال عبده، ايمان اسامه عبد الجواد عبد الجواد، مروة حسن فاروق. "تعريف أداة مرجعية لتخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة في مصر." Baheth 1.1 (2018): 12.

17. −-Amal Abdo, Iman Osama Abdel-Gawad Abdel-Gawad, Marwa Hassan Farouk. "Ta3rif adaht marge3ya lta5tit w tasmim almogam3at alsakaniah sefriat altaqah fe maser" Baheth 1.1 (2018): 12.

18. [1] Hamed, Asmaa. "The effect of solar energy on interior design leading to zero energy buildings." Journal of Architecture, Arts and Humanities 5.23 (2020): 1-21.

19. [1] Cabeza, Luisa F., and Marta Chàfer. "Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review." Energy and Buildings 219 (2020): 110009.

20. [1] عطية، إيمان محمد عيد، et al. "استراتيجيات العمارة الخضراء للوصول الى مباني صفرية الطاقة." ERJ. Engineering Research Journal 41.3 (2018): 221-230.

21. −−Attia, Iman Mohamed Eid, et al. "estratigyat al3marh al5adraa llwsool ila mabany sefriat altaqah" ERJ. Engineering Research Journal 41.3 (2018): 221-230.

22. [2] A.S. Shah, H. Nasir, M. Fayaz, A. Lajos, A. Shah, A review on energy consumption optimization techniques in IoT based smart building environments, Inf. 10 (2019) 108. https://doi.org/10.3390/info10030108.

23. [2] Konstantoglou, Maria, and Aris Tsangrassoulis. "Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review." Renewable and Sustainable Energy Reviews 60 (2016): 268-283.

24. [2] Al Dakheel, Joud, and Kheira Tabet Aoul. "Building applications, opportunities and challenges of active shading systems: a state-of-the-art review." Energies 10.10 (2017): 1672.

25. [2] Hu, Zhongting, et al. "A review on the application of Trombe wall system in buildings." Renewable and Sustainable Energy Reviews 70 (2017): 976-987

26. [2] Wu, Ting, and Chengwang Lei. "A review of research and development on water wall for building applications." Energy and Buildings 112 (2016): 198-208.

27. [2] البصير، ناديا" إعادة توظيف الأبنية الحديثة كمفهوم بيئي في المنطقة العربية" المؤتمر الدولي الأول حول التراث والعولمة والبيئة المحلية، ٢٠٢٠ يوليو – الرياض ٢٩ نوفمبر_ ١ ديسمبر ٢٠٠٤

28. −−Al-Baseer, Nadia – i3adet tawzief alabniah al7adithah kmafhom bi2y fe almanteqah al3rabeia, almo2tamer aldawly alawel hawel alrorath w al3awlamh w albi2ah alma7alih, alriad. November 29 - December 1, 2004

29. [2] شذا حبش، شعيب إبراهيم. "توظيف الطاقة الشمسية في الأبنية التعليمية." مجلة جامعة حماة ٤,٤ (2021).

30. −−M. Shatha Habash, w Dr. M. Shoaib Ibrahim.” Tawzief altaqah alshamseiah fe alabniah alt3limeiah” magelt gam3et hamah 4.4.(٢٠٢١)

31. [2] نجيل كمال عبد الرزاق وسرى فوزي عباس. "تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد." مجلة الهندسة والتكنولوجيا ٢٦,٥ (2008).

32. −−Najil Kamal Abdel Razzaq, w Sir Fawzy Baghdad.” tashkiel wagehat almogam3at alskaneiah wa atheraho fe almashhad alhadery lemadinat ba8dad"magelet alhandasah w alteknologya. 26.5.(٢٠٠٨)

33. [٢] حامد. "أثر الطاقة الشمسية على التصميم الداخلي وصولا لأبنية صفرية الطاقة." مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ٥,٢٣ (٢٠٢٠): ١-٢١.

34. −-Hamed. "Ather alraqah alshamseia 3la altasmiem alda5ely wosolan l2bneiah sefriat altaqah" magelet al3omarah w alfonon w al3oloom al2nsaneiah.5.23 (2020): 1-21.

35. [30] https://www.designboom.com/architecture/snohetta-zeb-pilot-house-12-16-2014

36. [31] https://www.quora.com/What-are-some-great-examples-of-energy-efficient-architecture

37. [32] https://www.pinterest.com/pin/740771838697569486/

38. [33] https://henninglarsen.com/en

39. [34] https://www.pinterest.com/pin/3448137206004229

40. [35] https://www.archiproducts.com/en/products/capoferri-serramenti/solar-shading-with-knee-type-opening-solar-shading-with-knee-type

41. [٣٦] https://www.neom.com/ar-sa/regions/theline [Accessed 28 July 2022].