international DESIGN JOURNAL
Print ISSN 2090-9632
Online ISSN 2090-9640

التصميم الداخلي التكيفي كوسيط بيئي ذكي بين المستخدم والمناخ المتغير

Adaptive Interior Design as an Intelligent Environmental Mediator Between Users and Changing Climate

د/ رنا هشام محمد
المدرس بقسم الديكور بكلية الفنون الجميلة والتصميم، جامعة حورس، مصر، rmhassan@horus.edu.eg

ملخص البحث

أصبحت البيئة الطبيعية المحيطة أحد العوامل الحاسمة في العملية التصميمية، حيث فرضت التغيرات المناخية ضرورة احترامها من خلال تطوير استراتيجيات تصميم داخلي قادر على التكيف مع المستخدم والبيئة معًا. يهدف البحث إلى دراسة دور التصميم الداخلي المتكيف كوسيط فعّال في الحد من آثار التغير المناخي، من خلال دمج تقنيات ذكية وتطبيقات تكنولوجية تتفاعل مع العوامل البيئية مثل الحرارة، الإضاءة، وجود الإنسان، وثاني أكسيد الكربون .تُبرز الدراسة العلاقة الطردية بين التصميم الداخلي وتغير المناخ، فكلما زاد الاعتماد على مصادر طاقة غير متجددة دون استراتيجيات استدامة، تفاقمت الآثار البيئية. في المقابل، ساهمت التغيرات المناخية في ظهور اتجاهات تصميمية تحترم البيئة وتعزز التكيف معها .اعتمد البحث على منهجية مختلطة، شملت تحليلًا نظريًا لمفاهيم الاستدامة والتفاعل البيوفيلي وتطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) والتفاعل بين الإنسان والحاسوب(HCI) ، إلى جانب دراسة مشروعات تطبيقية مثل الجناح الإيطالي في إكسبو ٢٠٢٥، والبنتهاوس الذكي في المعادي. كما تم تنفيذ استبيان إلكتروني أظهر وعيًا مرتفعًا لدى المستخدمين واستعدادًا لتبني حلول ذكية رغم ضعف التطبيق العملي .يوصي البحث بدمج الأنظمة الذكية في التصميم الداخلي منذ مراحل التخطيط الأولى، وتأكيد أن استخدام التقنيات الذكية لم يعد رفاهية بل ضرورة ملحة للمساهمة في التخفيف من آثار التغيرات المناخية.

كلمات دالة

التكييف، تقنيات التفاعل بين الإنسان والحاسب الآلي، التغيرات المناخية، إنترنت الأشياء

Adaptation, Human-Computer Interaction technologies, Climate Changes, Internet of Thing, Sustainable

Paper received June 22, 2025, Accepted August 25, 2025, Published online November 1, 2025

المقدمة: Introduction

تغير المناخ أمر معقد فهناك العديد من المتغيرات التي تُشكّل الطريقة المعقدة التي يتطور بها الطقس، وترتبط بكل عنصر في الطبيعة، من نباتات وأشجار وحيوانات على حد سواء. ومع قيام الثورة الصناعية بدأت ظهور العديد من التغييرات المناخية المفاجئة والغير متوقعة والتي أثرت على كل نواحي الحياة، وقياسا على واقعنا الحالى نجد أن عصر الثورة الصناعية انقضت تاركه العديد من النجاحات والاكتشافات، وبالتالى ما لا يقل عنها من السلبيات والمشكلات وما تبلور من اجتياحات، كالاحتباس الحرارى وما لحق بالمناخ من متغيرات[1]. أن التغييرات المناخية لا تعترف بالحدود الجغرافية والسياسية وبالتالي تأثيرها يظهر بكل البلدان على حد سواء، وبملاحظة التغييرات الأخيره يظهر شذوذ قوي فالبلدان المعروفة بطبيعية جوية يغلب عليها البروده حدث بها موجات حارة غير متوقعة وبالعكس. أن المسبب الرئسي وراء هذه التغييرات المفاجئة هو السلوك البشري الذي أهتم بتلبية احتياجته واحتياجات جيله دون وضع في الأعتبار الأجيال القادمة في جميع نواحي الحياة . في أواخر القرن الماضي أولت معظم دول العالم اهتمام واسع بمواضيع حماية البيئة والتنمية المستدامة وذلك من خلال التنديد بالسلوك البشري الغير مدروس لتقليل الأثار البيئية السلبية وخفض المخلفات والملوثات ولتوفير موارد للأجيال الحالية والحفاظ على حق الأجيال القادمة .[2] تعد العمارة بحيزاتها الداخلية أحد مسببات التغييرات المناخية لما تنتجه من أنبعاثات كربونية ومخلفات وإهدار في الطاقة وغير من الأسباب وبالنظر للفكرالأنساني بشكل عام والمعماري بشكل خاص من منظور علاقته مع البيئية فقد مر بمراحل تطور مختلفة بداية بإنسان الحقبة الأولى (المعتمد على القوة الجسمانية)؛ والتي أنتجت العمارة المحلية وكان دور البناء ما هو إلا محاولة للتكيف والتأقلم مع العوامل البيئية بالأدوات والمواد المتوفرة، ثم كان إنسان الحقبة الثانية (نتاج عصر الآلة والثورة الصناعية)؛ والتي كان نتاجها العمارة العالمية، وكان مفهوم البناء هو أنه عبارة عن آلة للعيش فيها، فتولدت مباني معزولة عن بيئتها معتمدة على تكنولوجيات صناعية تعبر عن قوة العقل البشري في تحدي وقهر الطبيعة، وكان نتاجها ظهور مشكلات على المستوى النفسي والفسيولوجي والبيولوجي لمستخدمي الفراغ بخلاف تفاقم المشاكل البيئية فظهرت حركات مضادة لهذا الفكر الصناعي منها العمارة العضوية، ولكن إستمر الفكر الصناعي الوظيفي هو السائد وفي بداية السبعينات تعقدت المشكلات المعمارية تبعا لتعقد حياة الإنسان وكذلك تضخمت المشكلات البيئية كرد فعل من الطبيعة على المحاولات التخطيطية والمعمارية غير المتوافقة مع توازنها، بالإضافة إلى مشكلة نقص الطاقة والموارد فكانت الدعوة لظهور العمارة الخضراء ومبادئ الاستدامة[3]. من هنا ظهرت الحقبة الثالثة (المعتمدة على الفكر البيئي) فقد ظهرت العديد من الاتجاهات المعمارية والتصميمية والتي تسعى لاحترام الاحتياجات البيئية وتطورت هذه الاتجاهات بتطور الفكر التكنولوجي مما ساهم في خفض كمية الطاقة المستهلكة في الحيزات وجعل الحيزات الداخلية أكثر مرونة مع احتياجات المستخدم مع تحويل العمارة وحيزاتها الداخلية لجزء متصل مع البيئة الخارجية قادر على التكييف والاستجابة لأفعاله المتغيره بشكل أكثر ذكاءا ومرونة. في أعتقاد الكثيرون أن استخدام الاتجاهات المستحدثة كإدخال المستشعرات والخامات الذكية وعناصر العمارة التفاعلية والمستجيبة هي وسيلة ترفيهية ولكن حاليا هي أحد أسس التصميم وان كانت تحتاج لتكلفة اثناء الإنشاء ولكنها قادرة على التوفير في الطاقة المستهلكة والحفاظ على البيئة بالتالي تساهم في الحد من التغييرات البيئية. فعلى سبيل المثال في حالة الحاجة لإنارة مساحة داخلية ١٠٠ متر مربع باستخدام الإضاءة الصناعية العادية والغير موفره للطاقة يستهلك المتر المربع الواحد حوالي ١٥ وات بالتالي تحتاج هذه المساحة ١٥٠٠ وات، وفي حالة استخدام انارة ذكية تعتمد على المستشعرات وانترنت الاشياء في عملها يحتاج المتر المربع الواحد حوالي ٦ وات مما يعني ان ال١٠٠ متر مربع سيستهلك ٦٠٠ وات مما يعني توفير اكثر من ٥٠٪ من الطاقة مع الاخذ في الاعتبار ان هذا الاستهلاك هو في المطلق ويختلف باختلاف النشاط وتقسيم الحيزات واحتياجات العميل. من خلال البحث سيتم دراسة أهم التغييرات البيئية الاخيرة وكيف يؤثر التغيير المناخ على التصميم والفكر

CITATION Rana Mohamed (2025), Adaptive Interior Design as an Intelligent Environmental Mediator Between Users and Changing Climate, International Design Journal, Vol. 15 No. 6, (November 2025) pp 131-144

المعماري والعكس وما هي النواتج التصميمة المستحدثة والتي تسعى للتأقلم مع البيئة والحفاظ عليها. تم عمل استبيان خلال فترة إعداد البحث لمعرفة مدى استيعاب مستخدمي الحيزات للتغييرات البيئية وعلاقتها بالتصميم ومدى استعدادهم للتغيير في التصميم الداخلي لجعل الحيز أكثر تفاعلية واستجابة للبيئة المحيطة.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

- التزايد في معدل التغييرات المناخية وإرتباط نسبة من هذه التغييرات بالسلوك المتبع في عمليات التصميم بكل أركانها مما يهدد البقاء.
- بالرغم من طرح العديد من الحلول المعمارية والتصميمية للتغلب على مشكلة التغييرات المناخية ولكنها غير مطبقة في العديد من البلدان نظرا لقلة الوعي بضرورة دمج هذه الحلول للتغلب على جزء من التغييرات البيئية ولارتفاع تكلفة التركيب.
- عدم الاهتمام في الكثير من التصميمات بتطبيق فكرة التكييف البيئي على انها ضرورة ووسيلة لحل العديد من المشكلات البيئية وأنها ضرورة حتمية وينظر لها على انها وسيلة ترفيه ويرتبط تطبيقها لتكون دلالة على المستوى المادي لمالكها.

أهداف البحث: Research Objectives

- التأكيد من خلال الدراسة على أن الاستراتيجيات المتعددة للعمارة التكييفية ليست رفاهية ولكنها أحد أهم سبل تحقيق التوازن البيئي والمناخي.
- دراسة العلاقة بين العمارة الداخلية والتغيرات المناخية، وكيف تسهم ممارسات التصميم في التأثير على البيئة سواء سلبًا أو إيجابًا.
- توضيح أهمية تفعيل العديد من التطبيقات الذكية للمساهمة في خلق حيز متفاعل مع مستخدميه ومع البيئة المحيطه.
- قياس وعي المستخدمين وسلوكهم تجاه تأثير التصميم الداخلي على استهلاك الطاقة وتحقيق الاستدامة البيئية.

أهمية البحث: Research Significance

- تكمن أهمية البحث في الربط بين المناخ وأهداف التنمية المستدامة وتسليط الضوء الظواهر البيئية الناتجة عن التغيرات المناخية وأهم المؤثرات التصميمية والمعمارية التي ساهمت في هذه التغيرات ومدى قدرة الاتجاهات المعمارية والتصميمية المستحدثة المعتمدة على الفكر المتكيف في تحويل الحيز لجزء متصل بالبيئة المحيطة قادر على التفاعل وإصدار ردود أفعال مناسبة مع أفعال البيئة والاستفادة من معطياتها على أن تكون ذات تأثير إيجابي على البيئة.

فروض البحث: Research Hypothesis

- دراسة العلاقة الطردية بين العمارة والعمارة الداخلية والتغييرات المناخية وأهم مسببات حدوث هذه التغييرات.
- التركيز على دور العمارة والعمارة الداخلية في إيجاد حلول تساهم في الحد من الظواهر المرتبطة بالتغييرات المناخية.

منهج البحث: Research Methodology

- اعتمدت هذه الدراسة على منهجية مختلطة تجمع بين المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التطبيقي. تم استخدام المنهج الوصفي لتحليل المفاهيم الأساسية المتعلقة بالتغيرات المناخية، وأثرها على العمارة الداخلية، بالإضافة إلى استعراض الاتجاهات الحديثة مثل العمارة التفاعلية والمتكيفة والذكية. كما تم تحليل مجموعة من المشروعات العالمية والإقليمية كنماذج تطبيقية لتوضيح دور التصميم الداخلي المتكيف في مواجهة التغيرات المناخية .من الناحية التطبيقية، تم تصميم استبيان إلكتروني موجه إلى عينة عشوائية من مستخدمي الحيزات الداخلية، بهدف قياس وعيهم بالتغير المناخي وتأثيره على التصميم الداخلي، واستكشاف مدى تفاعلهم مع الحيزات الذكية أو المستدامة. شملت محاور الاستبيان: الوعي البيئي، السلوكيات الشخصية، التفضيلات التصميمية، والاستعداد لتبني تقنيات ذكية ومستدامة . تم تحليل البيانات باستخدام أدوات إحصائية وصفية مثل النسب المئوية والرسوم البيانية لعرض النتائج بشكل مبسط، مما سمح باستخلاص مؤشرات كمية تدعم الفرضيات النظرية وتدعم النتائج النهائية والتوصيات.

حدود البحث: Research Limits

- تعتمد الدراسة على دراسة مسببات التغييرات المناخية بدءا من الثورة الصناعية وتأثيرها على العصر الحالي سعيا وراء التوصل لتوصيات تهتم بإيجاد حلول لمنع تأثيرات أكثر قوة وصرامة للتغييرات الجوية في المستقبل. أما عن الحدود المكانية فهي تشمل العالم بأكمله حيث أنه التغييرات المناخية لا تعترف بالحدود الجغرافية وما يحدث مثلا في افريقيا من تصرفات غير مدروسة تتسبب في كوارث مناخية لا تؤثر فقط على هذه القارة ولكنها تؤثر على العالم بأكمله، فمن خلال الدراسة تم عرض العديد من الظواهر المناخية الكارثية بالعديد من البلدان بمختلف القارات.

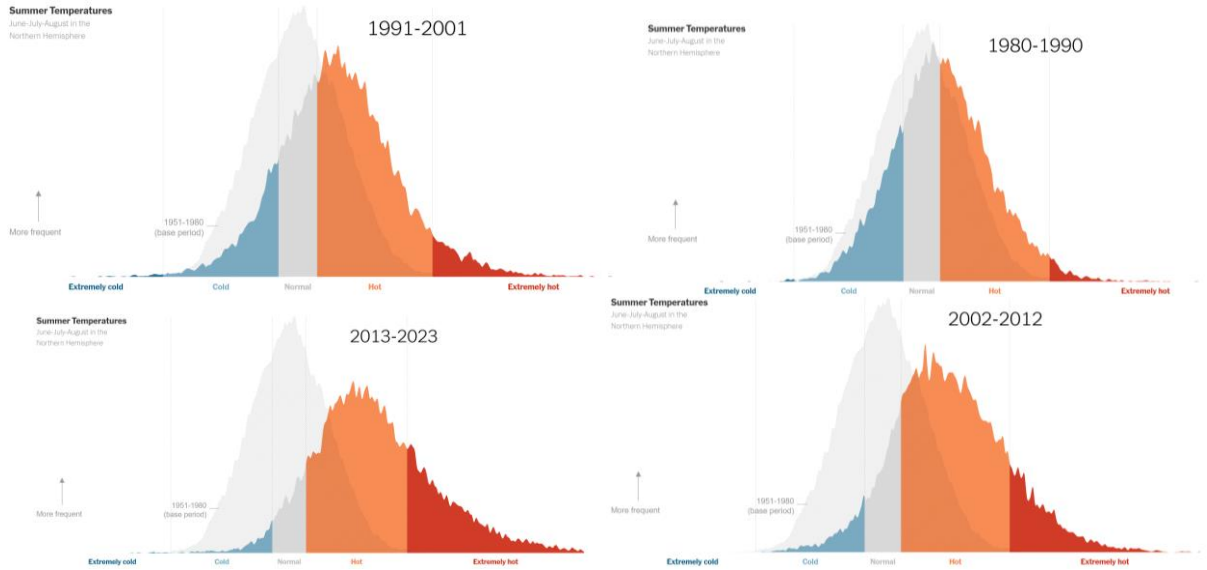
الإطار النظري: Theoretical Framework

١ـ التغييرات المناخية وأهم أشكالها والعلاقة بين المناخ مؤشرات الاستدامة

١ـ١ تعريف التغييرات المناخية وأشكال حدوثها:

تشير هذه الكلمة إلى التحولات التي تحدث في الظروف والظواهر المناخية ومنها ما يحدث بشكل طبيعي نظرا لتغيير في نشاط الشمس أو نتيجة نشاط بركاني وما يتبع ذلك من تغييرات، ومنها ما هو ناتج من السلوك السيء للانسان من استهلاك لموارد غير متجددة أو كثرة التلوث الناتج من الانبعاثات الضارة. فمنذ بداية القرن التاسع عشر يعد السلوك البشري السيء هو المحرك الأساسي للتغييرات المناخية، فنتيجة كثرة استخدام الوقود سواء للسيارات أو كمصدر للتدفئة في المنازل أو غيرها من الأغراض حدثت ظاهرة الاحتباس الحراري حيث تسبب ذلك في خلق طبقة تشبه الغلاف الخارجي تحيط بالكرة الأرضية تحبس حرارة الشمس على سطح الأرض بسهولة مما يزيد من درجة حرارة الأرض. يعتقد الكثير أن إرتفاع درجة الحرارة هي نتيجة السلوك السيء ولكن هذا مجرد بداية القصة فقط وتتبعها العديد من الظواهر مثل السيول والأمطار الغزيرة وغيرها. كذلك فأن هذه التغييرات لا تحدث في منطقة أو بلد واحده ولكنها تحدث على الكرة الأرضية بأكملها حيث أن المناخ لا يعرف الحدود الموضوعة بين كل بلد واخرى وبين القارات وأنما أي تغيير يحدث تتأثر به الكرة الأرضية وتعرف هذه الظاهرة بالهجرة المناخية Weather migration ، فمنذ الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر وبدأت التغييرات المناخية في الظهور بشكل ملحوظ ومتزايد ووفقا لدراسة أجريت لحساب نسبة أرتفاع درجة الحرارة على الأرض تبين انه بلغ متوسط درجة حرارة سطح الأرض الآن حوالي ١,٢ درجة مئوية أعلى مما كان عليه في أواخر القرن التاسع عشر (قبل الثورة الصناعية) وأكثر دفئًا مما كان عليه في أي وقت خلال الـ ١٠٠٠٠٠ عام الماضية .كان العقد الماضي (٢٠١١-٢٠٢٠) هو الأكثر دفئًا على الإطلاق، وكان كل عقد من العقود الأربعة الماضية أكثر دفئًا من أي عقد سابق منذ عام [4] .

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.



شكل (١) التغييرات في درجات الحرارة ومدى التغير من الحرارة الباردة إلى شديدة السخونة وذلك في فصل الصيف بدءا من عام ١٩٨٠ وحتى ٢٠٢٣[5]

١-٢ أشكال لتأثير التغيرات المناخية المتطرفة والغير متوقعة :

خلال العام ٢٠٢٤-٢٠٢٥ حدثت العديد من الأحداث المناخية المتطرفة وبإيجاز ستم عرض لبعض هذه الأحداث[6]:

٢-١-١- موجات حر شديدة في أوروبا وآسيا (صيف ٢٠٢٤)

شهدت أوروبا موجات حر قياسية، حيث سجلت درجات حرارة تصل إلى ٤٦,٨ °Cفي قبرص، مما أدى إلى وفيات واضطرابات في البنية التحتية.

في جنوب شرق آسيا، تجاوزت درجات الحرارة ٥٣ °Cفي الفلبين، مما تسبب في إغلاق المدارس وزيادة في الإصابات المرتبطة بالحر.

٢-١-٢- فيضانات مدمرة في البرازيل (أبريل–مايو ٢٠٢٤)

تعرضت ولاية ريو غراندي دو سول في البرازيل لأمطار غزيرة تجاوزت ٧٠٠ ملم خلال ١٠ أيام، مما أدى إلى مقتل أكثر من ١٠٠ شخص وتشريد مئات الآلاف وتُعتبر هذه الفيضانات من أسوأ الكوارث المرتبطة بالمناخ في تاريخ الولاية.

٢-١-٣- فيضانات في الخليج العربي (أبريل ٢٠٢٤)

شهدت دول الخليج، بما في ذلك الإمارات وعمان وإيران، أمطارًا غزيرة تسببت في فيضانات مفاجئة، مما أدى إلى مقتل ٤٦ شخصًا.

٢-١-٤- فيضانات في إسبانيا (أكتوبر ٢٠٢٤)

تسببت أمطار غزيرة في فيضانات مدمرة في شرق وجنوب إسبانيا، مما أدى إلى مقتل أكثر من ٢٠٠ شخص، تُعزى هذه الفيضانات إلى ارتفاع درجات حرارة البحر الأبيض المتوسط والتغير المناخي.

٢-١-٥- حرائق غابات في كندا وفنزويلا(2024)

شهدت كندا موسم حرائق غير مسبوق، حيث تم إجلاء أكثر من ٢٥٠,٠٠٠ شخص.

في فنزويلا، تم تسجيل أكثر من ٣٠,٠٠٠ نقطة حريق في الأمازون بسبب الجفاف الشديد المرتبط بالتغير المناخي.

٢-١-٦- عاصفة ثلجية في الأسكندرية بمصر (مايو ٢٠٢٥)

من أحدث المتغييرات الطارئة والتي تسببت في العديد من الأضرار في يوم السبت ٣١ مايو ٢٠٢٥ شهدت مدينة الإسكندرية، مصر، عاصفة بردية غير معتادة في هذا الوقت من العام وغير معتادة حتى في فصل الشتاء، مما أدى إلى فيضانات وانقطاعات في الكهرباء وأضرار مادية في عدة مناطق .تُعد هذه الظاهرة نادرة في فصل الربيع، حيث أن مثل هذه العواصف عادةً ما تحدث خلال فصل الشتاء.

تدل هذه الحالات على أن التغير المناخي لا يقتصر على رفع درجات الحرارة فقط، بل يشمل تطرفًا في كل من الحرارة والرطوبة والعواصف، مما يستدعي تطوير نماذج التصميم الداخلي قادرة على التكيف مع التغيرات الحادة والمفاجئة في المناخ، من خلال تحسين نظم التهوية، والعزل الحراري، واختيار مواد بناء تتفاعل بشكل ذكي مع البيئة الخارجية.

١-٣ المناخ وأهداف التنمية المستدامة:

تعريف الاستدامة : في عام ١٩٨٧م، عرفت لجنة بريندتلاند التابعة للأمم المتحدة، الاستدامة على أنها " تعني تلبية حاجات الحاضر دون المساس بقدرات الأجيال المستقبلية على تلبية حاجاتها الخاصة"[7]. بالنظرإلى أهداف التنمية المستدامة (١٧ هدف) نجد أنه يحتوي على الهدف رقم ١٣ والذي يهتم بشكل مباشر المناخ ولكن بالنظر لباقي الأهداف نجد أنها ترتبط بشكل غير مباشر بجودة المناخ حيث تضمن كل نقطة من النقاط الـ ١٧ (أهداف التنمية المستدامة) على عدة أهداف لتحقيق هذه النقاط وفيما يلي توضيح لا رتباط أهداف التنمية المستدامة وعلاقتها بالمناخ ومسببات التغيير المناخي مثل التلوث ونواتج هذا التغيير مثل السيول والفياضانات وأيضا بعد المصطلحات المتعلقة بشكل واضح بالمناخ مثل البيئة والنظام الأيكولوجي :

رقم الهدف	عنوان الهدف	مؤشرات الهدف المتعلقة بالمناخ
١	القضاء على الفقر	بناء قدرة الفقراء والفئات الضعيفة على الصمود والحد من تعرضها وتأثّرها بالظواهر المتطرفة المتصلة بالمناخ وغيرها من الهزات والكوارث الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بحلول عام ٢٠٣٠.
٢	القضاء التام على الجوع	ضمان وجود نظم إنتاج غذائي مستدامة، وتنفيذ ممارسات زراعية متينة تؤدي إلى زيادة الإنتاجية والمحاصيل، وتساعد على الحفاظ على النظم الإيكولوجية، وتعزز القدرة على التكيّف مع تغير المناخ وعلى مواجهة أحوال الطقس المتطرفة وحالات الجفاف والفيضانات وغيرها من الكوارث، وتحسّن تدريجيا نوعية الأراضي والتربة، بحلول عام ٢٠٣٠
٣	الصحة الجيدة والرفاه	الحد بدرجة كبيرة من عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن التعرّض للمواد الكيميائية الخطرة وتلوّث الهواء والماء والتربة بحلول عام ٢٠٣٠

رقم الهدف	عنوان الهدف	مؤشرات الهدف المتعلقة بالمناخ
٦	المياه النظيفة والنظافة الصحية	تحسين نوعية المياه عن طريق الحد من التلوث ووقف إلقاء النفايات والمواد الكيميائية الخطرة وتقليل تسرّبها إلى أدنى حد، وخفض نسبة مياه المجاري غير المعالجة إلى النصف، وزيادة إعادة التدوير وإعادة الاستخدام المأمونة بنسبة كبيرة على الصعيد العالمي، بحلول عام ٢٠٣٠.
٧	طاقة نظيفة بأسعار معقولة	تحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في مجموعة مصادر الطاقة العالمية بحلول عام ٢٠٣٠.
		تعزيز التعاون الدولي من أجل تيسير الوصول إلى بحوث وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بما في ذلك تلك المتعلّقة بالطاقة المتجددة، والكفاءة في استخدام الطاقة وتكنولوجيا الوقود الأحفوري المتقدمة والنظيفة، وتشجيع الاستثمار في البنى التحتية للطاقة وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بحلول عام ٢٠٣٠.
9	الصناعة والابتكار والبنية التحتية	تحسين البنى التحتية وتحديث الصناعات بحلول عام ٢٠٣٠ من أجل تحقيق استدامتها، مع زيادة كفاءة استخدام الموارد وزيادة اعتماد التكنولوجيات والعمليات الصناعية النظيفة والسليمة بيئيا، ومع قيام جميع البلدان باتخاذ إجراءات وفقا لقدراتها.
11	مدن ومجتمعات محلية مستدامة	الحد من الأثر البيئي السلبي الفردي للمدن، بما في ذلك عن طريق إيلاء اهتمام خاص لنوعية الهواء وإدارة نفايات البلديات وغيرها، بحلول عام ٢٠٣٠.
		العمل بحلول عام ٢٠٢٠، على الزيادة بنسبة كبيرة في عدد المدن والمستوطنات البشرية التي تعتمد وتنفذ سياسات وخططا متكاملة من أجل شمول الجميع، وتحقيق الكفاءة في استخدام الموارد، والتخفيف من تغير المناخ والتكيف معه، والقدرة على الصمود في مواجهة الكوارث، ووضع وتنفيذ الإدارة الكلية لمخاطر الكوارث على جميع المستويات، بما يتماشى مع إطار سنداي-اليابان للحد من مخاطر الكوارث للفترة ٢٠١٥-٢٠٣٠.
12	أنماط إستهلاك وإنتاج مستدامة	الحد بدرجة كبيرة من إنتاج النفايات، من خلال المنع والتخفيض وإعادة التدوير وإعادة الاستعمال، بحلول عام ٢٠٣٠.
		تحقيق الإدارة السليمة بيئيا للمواد الكيميائية والنفايات طوال دورة عمرها، وفقا للأطر الدولية المتفق عليها، والحد بدرجة كبيرة من إطلاقها في الهواء والماء والتربة من أجل التقليل إلى أدنى حد من آثارها الضارة على صحة الإنسان والبيئة، بحلول عام ٢٠٢٠.
13	العمل المناخي	تعزيز المرونة والقدرة على الصمود في مواجهة الأخطار المرتبطة بالمناخ والكوارث الطبيعية في جميع البلدان، وتعزيز القدرة على التكيف مع تلك الأخطار.
		إدماج التدابير المتعلقة بتغير المناخ في السياسات والاستراتيجيات والتخطيط على الصعيد الوطني.
		تحسين التعليم وإذكاء الوعي والقدرات البشرية والمؤسسية للتخفيف من تغير المناخ، والتكيف معه، والحد من أثره والإنذار المبكر به.
		تنفيذ ما تعهدت به الأطراف من البلدان المتقدمة النمو في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ من التزام بهدف التعبئة المشتركة لمبلغ قدره ١٠٠ بليون دولار سنويا بحلول عام ٢٠٢٠ من جميع المصادر لتلبية احتياجات البلدان النامية، في سياق إجراءات التخفيف المجدية وشفافية التنفيذ، وجعل الصندوق الأخضر للمناخ في حالة تشغيل كامل عن طريق تزويده برأس المال في أقرب وقت ممكن.
		تعزيز آليات تحسين مستوى قدرات التخطيط والإدارة الفعالين المتعلقين بتغير المناخ في أقل البلدان نموا، والدول الجُزرية الصغيرة النامية، بما في ذلك التركيز على النساء والشباب والمجتمعات المحلية والمهمشة.
14	الحياة تحت الماء	منع التلوث البحري بجميع أنواعه والحد منه بدرجة كبيرة، ولا سيما من الأنشطة البرية، بما في ذلك الحطام البحري، وتلوث المغذيات، بحلول عام ٢٠٢٥.
15	الحياة البريّة	مكافحة التصحر، وترميم الأراضي والتربة المتدهورة، بما في ذلك الأراضي المتضررة من التصحر والجفاف والفيضانات، والسعي إلى تحقيق عالم خالي من ظاهرة تدهور الأراضي، بحلول عام ٢٠٣٠.

جدول (١) أهداف التنمية المستدامة ذات المتعلقة بالمناخ وتغيراته (من عمل الباحث)

والأهداف التي لم تذكر بالجدول لها إرتباط غير مباشر بالمناخ والتغييرات التي تطرأ به. وطبقا لما ذكر من قبل وحسب الأمم المتحدة فإن بداية الأزمة المناخية بدأت مع الثورة الصناعية وما تبعها من رد فعل أولي للطبيعة مثل ثقب الأوزون نتيجة استخدام الفريون في المبردات والتكيفات وزيادة الانبعاثات الكربونية بسبب عوادم السيارات واستخدام الفحم في تشغيل المصانع في البداية ثم استخدام الوقود الأحفوري كمورد غير متجدد لتوليد الكهرباء، أخذت ردود الأفعال الطبيعية في الزيادة وبشكل عنيف وبات يهدد حياة البشر بشكل مباشر نتيجة السيول والفياضانات وغيرها.

٢- التغير المناخي وعلاقته بالعمارة وعناصرها الداخلية:

تعد العمارة أحد مسببات التغير المناخي حيث يُعد قطاع البناء مسؤولاً عن حوالي ٥٠٪ من النفايات الصلبة وحوالي ٢٣٪ من تلوث الهواء،مما يزيد من التدهور البيئي إلى جانب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري[8]. ليست العمارة فقط المسبب الوحيد فتلوث مياه البحار والمحيطات والهواء مثلا أحد أيضا المسببات. بالنظر لجميع أسباب التغير المناخي نجد أن المسبب الرئيسي هو السلوك الخاطئ للإنسان فيعد طريقة تعامله مع البيئة يتسم بضرورة تحقيق متطلبات الحاضر دون وضع خطة للمستقبل وكيف ستتمكن الأجيال القادمة من توفير احتياجاتها وهل ستتمكن الموارد الحالية من الصمود والبقاء أم لا وبالأخص مع الإفراط في استخدام الموارد الغير متجددة دون دراسة أو وضع حد للاستهلاك. العمارة والعمارة الداخلية بالرغم من وجودهم في الطبيعة ككتل مصمتة ولكنها مثلها مثل الكائن الحي تحتاج لمصادر لضمان البقاء ولضمان جودتها وإن لم تتمكن من الحصول على متطلباتها فتتحول لنفاية تحتاج للإزالة لعدم فائدتها وبالتالي إن أعتمدت على مصادر طبيعية وصحية للبقاء فسيكون رد فعلها مع الطبيعة المحيطة إيجابي وبالعكس إن لم تعتمد على الطبيعة كمصدر لبقاءها فتتحول لمصدر تلوث لمحيطها وبالتالي أحد أسباب التغير المناخي.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

٢-١ تأثير التصميم المعماري بفراغاته الداخلية في التغييرات المناخية :

٢-١-١ البصمة الكربونية :

طبقا للدراسات الخاصة بمجلس عالم البناء الأخضر World Green Building Council (WGB) في عام ٢٠٢٣ أشار إلى أن العمارة وحيزاتها الداخلية سواء في مرحلة الانشاء أو الاستخدام تعد مصدر ٣٩ % من نسبة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون على مستوى العالم[9]. وتعرف البصمة الكربونية بإنها إجمالي الغازات الدفيئة (غازات الاحتباس الحراري) Greenhouse Gaz الناتجة والتي تتكون بشكل أساسي من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وغاز الميثان وأنواع اخرى من الغازات. ويوجد مصدرين في العمارة والعمارة الداخلية لإنبعاث غازات البصمة الكربونية الكربون الكامن والكربون التشغيلي[10]. وطبقا لمنظمة الحفاظ على البيئه يبلغ متوسط البصمة الكربونية على المستوى العالمي ما يقترب من ٤ أطنان، ولتحقيق أفضل فرصة لتجنب ارتفاع درجة الحرارة العالمية بمقدار ٢ درجة مئوية، يجب أن ينخفض متوسط البصمة الكربونية العالمية السنوية إلى أقل من ٢ طن بحلول عام ٢٠٥٠. وليس من السهل تقليل متوسط البصمة الكربونية ولكن يمكن من مجموعة من الاجراءات الصغيرة المساهمة بقوة في خفض هذه النسبة.

مصادر الإنبعاثات الكربونية في العمارة و العمارة الداخلية

الكربون الكامن Embodied carbon

هو ثاني أكسيد الكربون المنطلق أثناء بناء المبنى، بما في ذلك استخراج المواد ونقلها وتصنيعها. إنه كل الكربون المنبعث قبل شغل المبنى. في السنوات العشر القادمة، سيكون الكربون الكامن مسؤولاً عن 74% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للمباني الجديدة التي سيتم إنشاؤها خلال تلك الفترة. بالمقارنة مع الكربون التشغيلي، هذا رقم مذهل. يمثل الكربون الكامن للخرسانة والصلب والألومنيوم وحده 22.7% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية، ومعظمه ناتج عن بناء المباني والبنية التحتية.

الكربون التشغيلي Operational carbon

هو ثاني أكسيد الكربون المنبعث عندما يكون المبنى قيد الاستخدام. ينتج عن استهلاك الطاقة لتدفئة وتبريد وإضاءة وتشغيل المبنى، وقد كان الكربون التشغيلي منذ فترة طويلة نقطة محورية في تصميم المهندسين المعماريين. لقد ساعد التصميم الجديد للمباني الموفرة للطاقة والتجديدات، بالإضافة إلى استخدام الطاقة المتجددة، في خفض مستويات الكربون التشغيلي. سيمثل الكربون التشغيلي حوالي 26% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للمباني التي سيتم إنشاؤها في السنوات العشر القادمة.

شكل (٢) رسم توضيحي يوضح أهم مصادر الانبعاثات الكربونية في العمارة الداخلية[11]

و تعد استراتيجية التنبؤ باستهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون للمباني أمرًا مهمًا لتصميم المباني المستدامة، فمن خلال التنبؤ باستهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون للمبنى يمكن للمعماريين اتخاذ خطوات لتقليل استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون خلال مرحلة التصميم. بالإضافة إلى ذلك، يعد تقييم كفاءة الطاقة للمباني أيضًا أحد المؤشرات المهمة لتقييم استدامة المباني. يمكن تحقيق تقييم كفاءة الطاقة للمباني باستخدام طرق مثل محاكاة الطاقة، وجمع البيانات، وتحليل البيانات لفهم مستوى استهلاك الطاقة وكفاءة استخدام الطاقة للمباني، واتخاذ تدابير لتقليل استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون. استخدام هذه الأساليب مجتمعة، يمكن للمعماريين تطوير حلول أكثر استدامة لتصميم المباني[12]. فمن خلال هذه الاستراتيجية سوف تتمكن المباني من تحقيق صافي انبعاثات صفرية، مما يجعل لها دور بشكل كبير في خفض غازات الاحتباس الحراري العالمية[13].

٢-١-٢ النفايات:

مع زيادة معدلات الاستهلاك زادت كمية النفايات والمخلفات مما يزيد من التلوث البيئي وبالتالي حدوث التغير المناخي وقد أنتبه العالم لمخاطر النفايات مع بداية نفاذ الموارد الغير متجددة من ناحية ومن النفقات التي تنفقها الدول للتخلص منها من ناحية اخرى[14]. وتتعدد أشكال النفايات الناتجة من الإنشاء المعماري والتصميم الداخلي، فمنها مخلفات البناء ومنها المخلفات المادية الناتجة من استهلاك الحيز بعد الانشاء وطرحه للاستخدام مثل التي تنتج من الاستهلاك الادمي لقاطني هذا الحيز.

مصادر النفايات في العمارة و العمارة الداخلية

نفايات التصنيع و الانشاء

نفايات البناء والهدم :مثل نفايات التعبئة والتغليف و المستخدمة لحماية مواد البناء أثناء النقل والتخزين، مثل الأغشية البلاستيكية، والكرتون المقوى، والأخشاب ، و نفايات مواد البناء مثل الجبس و الخرسانة و الطوب و الأخشاب و الزجاج و مواد خطرة مثل الدهانات و المذيبات و المواد اللاصقة .

قصاصات وتلفيات: النفايات الناتجة عن قص المواد حسب الحجم، أو الأخطاء أثناء التركيب، أو تلف المواد في الموقع. ويشمل ذلك بقايا البلاط، وبقايا السجاد، والألواح التالفة.

نفايات التصميم والتخطيط: على الرغم من أنها غير ملموسة إلى حد كبير ، إلا أنها يمكن أن تشمل الوقت والموارد الضائعة بسبب عمليات التصميم غير الفعالة، والأخطاء في الرسومات، والمبالغة في تحديد مواصفات المواد.

نفايات التشغيل

و هي النفايات الناتجة عن استهلاك المبنى بعد الانشاء و يتعدد أشكالها و منها النفايات الصلبة الورقية و المعدنية و البلاستيكة غيرها من المواد التي يستهلكها الانسان في حياته اليومية ، و النفايات السائلة الناتجة من استهلاك الموارد المائية في الاستحمام و التنظيف و التي تستخدم دون حساب و دون أعادة تدوير، النفايات الهوائية الناتجة عن إصدار غازات ملوثة مثل الناتجة من استخدام غاز الفريون و حرق الاخشاب في الأفران البدائية و الدفايات و غيرها من النفايات الصادرة نتيجة استخدام المنشأ و التي تختلف من نشاط لأخر و من مستخدم لأخر و الغير موضوع لها خطة للتخلص منها بشكل آمن أو إعادة تدويرها مره اخرى.

شكل (٣) رسم توضيحي يوضح أهم مصادر النفايات في العمارة الداخلية[15]

٢-١-٣ استهلاك الموارد الغير متجددة بشكل مبالغ:

ساهمت الثورة الصناعية في أواخر القرن التاسع عشر في زيادة معدلات استهلاك الموارد لتلبية احتياجات البشر، وبشكل عام تنقسم مصادر الموارد إلى نوعين وهم الموارد المتجددة والغير متجددة. ولمدة زمنية طويلة أعتمد البشر على استهلاك مصادر الطاقة الغير متجددة مما أثر بشكل كبير على نضوب بعض الموارد حيث أن أهم مصادر الطاقة الغير متجددة علي الوقود الأحفوري والمستخدم في توليد الكهرباء وتشغيل المباني بما فيها المصانع الضخمة فيتم حرق

الوقود الأحفوري من أجل الطاقة ومنه يتم إطلاق ثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى تراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي مما يؤثر بشكل مباشر على المناخ ؛ لذا ظهر اتجاه عالمي يهتم بقياس الطاقة المستخدمة في العمارة والعمارة الداخلية والتي تشمل جميع مراحل الانشاء والاستخدام وحتى نهاية العمر الافتراضي للمنشأ ويشمل ذلك حساب كمية الطاقة المستهلكة والناتجة والتي يمكن اعادة استخدامها [16].

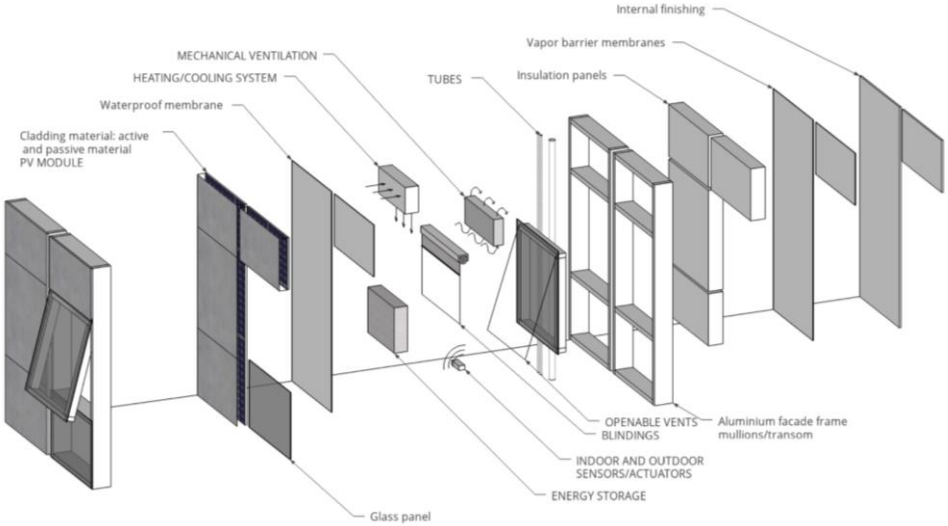
٢-٢ تأثير التغييرات المناخية على الاتجاهات التصميمية المعمارية بفراغاته الداخلية:

سبق أن تم ذكر العلاقة بين محاور الاستدامة والمناخ، وهذا يوضح الارتباط الوثيق بين ظهور العديد من الاتجاهات المعمارية والتغييرات المناخية حيث تندرج هذه الاتجاهات تحت مبدأ الاستدامة واحترام البيئة واحتياجاتها ومن بينها العمارة المستدامة والمتكيفة والمستجيبة والتفاعلية والذكية وغيرها من الاتجاهات والتي تسعى لتحويل المنشأ داخليا وخارجيا لكائن حي قادر على التعايش وانتاج طاقة وحل مشكلات بيئية عديدة ومن خلال النقاط التالية سيتم التطرق لجزء من هذه الاتجاهات.

٣- العمارة المتكيفة :

نتيجة للوعي بدور العمارة والعمارة الداخلية في المساهمة في حل المشكلات البيئية بما فيها التغيير المناخي ظهرت العديد من الأفكار والاتجاهات المعمارية والتي تدعو لاحترام البيئة وجعلها أحد محاور التصميم الواجب وضعها في الاعتبار ومعرفة احتياجاتها، فظهرت العمارة الخضراء والاستدامة والعمارة التكيفة والمحاكاة البيئية وغيرها من العديد من الاتجاهات والتي تهتم في المقام الأول بالبيئة والحفاظ عليها وتعمل على تحويل العمارة والعمارة الداخلية لكائن حي قادر على الاستجابة واصدار رد فعل والتكييف.

ولعل أشهر التطبيقات التي تدعم فكر التكيف هو تصميم الواجهات ومثال على ذلك واجهة MEZeroE MF وهي واجهة متكيفة متعددة الوظائف مدعومة بإنترنت الأشياء تستجيب للحرارة، التهوية، جودة الهواء، الصوت، والإضاءة باستخدام حساسات وأجهزة تنفيذ تتفاعل كل ٥ ثوانٍ بناءً على خوارزميات ذكية. للواجهة أثر بيئي يعمل على تحسين شامل للراحة البيئية داخل الفراغ وتقليل الطاقة المستهلكة من خلال إستجابة فورية.[17]



شكل (٤) طبقات الواجه المتكيفة والتي تتكون من للخارج للداخل على ما يلي – أولا البيانات على الجزء العلوي من الشكل مادة الكسوة: مادة نشطة وسلبية لوحدة الطاقة الكهروضوئية - غشاء مقاوم للماء - نظام التدفئة/التبريد - التهوية الميكانيكية – أنابيب - ألواح العزل - أغشية حاجز البخار - التشطيب الداخلي. ثانيا البيانات على الجزء السفلي من الشكل : لوحة زجاجية - خزان الطاقة - أجهزة الاستشعار/المشغلات الداخلية والخارجية – الجزء المسؤل عن التظليل - فتحات تهوية قابلة للفتح - إطار واجهة من الألومنيوم مع أعمدة/عوارض علوية

٣-١ المعنى الحرفي لكلمة تكيف :

عند قول أن شئ ما تكيف مع شئ اخر فتعنى أنه انسجم وتوافق[18]، أو جعل ميله أو سلوكه أو طبعه على غرار الشيء الاخر بمعنى اخر أن الشئ الأول قام بتعديل وتغيير جزء من سلوكه حتي يتمكن من التعايش والبقاء. يشمل فعل التكيف العديد من الاجراءات والتي تبدأ من الشعور بالاختلاف وغالبا ما يكون هذا الاختلاف مؤثرا بشكل سلبي على عنصر ما ويتم ذلك من خلال مسبب هذا الاختلاف ثم يبدأ المتأثربهذا الاختلاف باصدار ردود أفعال مضادة مما يؤدي لظهور المشكلة ومن هنا يتم البحث وإجراء التجارب لايجاد سبل لتحقيق فكرة التكيف. فمثلا على النطاق المعماري بدأ الانسان باستغلال العديد من الموارد الغير متجددة في المنشأت لتوفير الكهرباء أو التدفئة وغيره دون الشعور بأهمية وضع حدود لهذا الاستهلاك (مسبب الاختلاف) فبدأت الموارد في النضوب وظهر التلوث البيئي (الاختلاف) وحين شعور البيئة بهذا الاختلاف بدأت في إصدار ردود أفعال غير متوقعة (المتأثر من الاختلاف) من بين ردود الافعال الغير متوقعة إصابة الانسان بالعديد من الامراض كالسرطان بسبب التلوث واعلان الطبيعة عدم القدرة على تلبية احتياجات الانسان والتي تحتاج لتوفير الموارد الغير متجددة[19]، هنا كان لابد من إيجاد سبل اخرى تنتمي أكثر للفكر البيئي للحد من الاثار السلبية لهذا الاختلاف.مثال اخر التلوث البيئي والاصراف في استخدام غاز الفريون للتبريد بسبب حدوث الارتفاع الشديد في درجات مما تسبب في حدوث تغيير في طبقات الغلاف المحيط بالأرض فبدأ المعماري والمصمم الداخلي في طرق التكيف مع ارتفاع دجة الحرارة بالحد من استخدام مكيفات الهواء مع استخدام خامات بيئية تحد من ارتفاع درجة حرارة المكان وتمنع دخول حرارة الشمس بنسبة كبيرة.

٣-٢ مبادئ وأسس العمارة المتكيفة[20]:

تعمل العمارة المتكيفة على بناء منشأت وحيزات تتمكن من الاستجابة للمتغيرات البيئة والتفاعل مع احتياجات مستخدم الحيز. وتعتمد على الحيزات والمنشأت الديناميكية والمرنة القادرة على التغلب على التحديات البيئية والاستفادة من التطور المستمر للوسائل التكنولوجيه والاستجابة لاحتياجات المستخدم .

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

شكل (٥) رسم توضيحي يوضح مبادئ التكيف (من عمل الباحث)

٣-٣ الاستجابة البيئية وعلاقتها بمبادئ العمارة التكيفية:

تعد الاستجابة هي أهم العناصر التي تعمل على نجاح فكرة التكيف، فمن المتعارف عليه انه لكل فعل رد فعل وفي عالم التكيف يكون الفعل مصدره من البيئة المحيطه أو من مستخدمي الحيز ويكون رد الفعل هو الاستجابة لهذا الاحتياج عن طريق تحقيقها. على سبيل المثال في فترة النهار يحتاج مستخدم الحيز للاعتماد على الاضاءة الطبيعية دون الشعور بحرارة الشمس فتبدأ العمارة المتكيفة بالاستجابه لهذا الاحتياج عن طريق الواجهات والنوافذ المتحركة والتي تتغير مساحة فتحها بدوران الشمس وقوتها مع توفير ظلال داخلية كافية من خلال تصميم الوحدات المستخدمة بالواجهة مما يساهم في التحكم بشكل أفضل في درجة الحرارة والاضاءة النهارية[21].

تعتمد الاستجابة على استخدام التقنيات الذكية والتي تتغير بتغير الفعل وقوته، فهناك فرق بين البرمجة أو ضبط أجهزة الاستشعار المستخدمة على ايقاع زمني ثابت لتحقيق الديناميكية وبين الاستجابة اللحظية المتغيرة بتغيير المحفز سواء من حيث الشكل أو القوة أو الكمية، على سبيل المثال الواجهات الديناميكية المبرمجة بشكل زمني والتي تعمل يوميا بشكل منتظم تفتح بشكل تدريجي بناءا على برنامج زمني مبرمج به أجهزة الاستشعار المستخدمة تختلف عن الواجهات التي تتفاعل مع قوة شعاع الشمس ومع اختلاف درجة الحرارة وعلى هذا الاساس تقرر مساحة الفتح والتي تختلف يوميا وفصليا تبعا لحركة الأرض ودورانها حول الشمس مما يعطي مرونة أكبر وتحول المنشأ بحيزاته لكائن حي يتعامل مع الطبيعة المحيطة على أنه جزء منها وهذا ما يسمى بالتفاعل مع المحفز بشكل أكثر دقة مما يحافظ بشكل أكبر على البيئة ويلبي احتياجات المستخدمة بشكل ذكي أكثر.

٣-٤ الفكر التفاعلي في العمارة التكيفية كأحد وسائل تحويل المنشأ لكائن حي لحل جزء من مشكلات التغييرات المناخية:

من المتعارف عليه أن لكل فعل رد فعل ويعد هذا المبدأ هو قانون من قوانين الطبيعة بكل مخلوقاتها وبالنظر لأي تصرفات أو لأي سلوك من سلوكيات الكائنات الحية نجد أن هذا المبدأ هو أساس وجودها وبقاؤها، فالأنسان عندما يشعر بأرتفاع درجة الحرارة يبحث عن الأمكان المظلله لمعرفته بأن هذه الأمكان أقل حرارة تحقيقا لتوفير راحة حرارية له، على سبيل المثال يقوم نبات مخروط الصنوبر بفتح أوراقه الخارجيه لأقصى درجة ممكنة في حالة جفاف البيئة المحيطه به لمحاولة إمتصاص أي قطرات مياه لضمان الحفاظ على حياة البذور الداخلية. تعد هذه الأمثلة هي نموذج لمعنى التفاعليه حيث أن أنظمة الطبيعة وكائناتها الحية مزودة بأجهزة الاستشعار طبيعية تعد هي المقياس وأداة التحكم لضمان تحقيق الأمان وسبل الراحة. وعند النظر للعمارة التفاعلية فنجد أنها تأخذ الطبيعية قدوة ومصدر للاستلهام لتوفير الراحة لمستخدميها مثل الراحة الحرارية والبصرية وغيرها[22].

تعد العمارة التفاعلية هي أهم نتائج العمارة الذكية وأيضا هي من العناصر المساعدة لمحاولة حل العديد من المشاكل البيئية ومن أهمها التغير المناخي، وتعتمد على عدة عناصر ويعد أولها هي العنصر البيئي أو الاحتياج المستخدم الذي يشمل الفعل المحفز (الحرارة – الإضاءة – الضوضاء -....) ثم يستقبلها العنصر الثاني وهي أجهزة الاستشعار والمبرمجة على قراءة والشعور بالمحفز وترسل أوامر للعنصر الثالث وهي العناصر المعمارية والتصميمية المعنية بالفعل الحركي مثل الواجهات والقواطيع الداخلية، ويعد الفكر التفاعلي هو الفكر الأكثر تطورا والأسرع في إصدار رد الفعل مقارنة بالعمارة المستجيبة. ظهرت العديد من التقنيات والاتجاهات التصميمية الذكية المرتبطة بالفكر التفاعلي والتي تعمل على تلبية الاحتياجات البيئية والانسانية تحقيقا لمبادئ العمارة التكيفية ومن أهمها : تفاعل الإنسان مع الكمبيوتر – أنترنت الاشياء – أجهزة الاستشعار – الذكاء الاصطناعي – الخامات الذكية المستجيبة، وفيما يلي توضيح لكل منهم وتطبيقاتهم في الحيزات الداخلية.

شكل (٦) رسم توضيحي يوضح تسلسل خطوات التفاعل والاستجابة في العمارة التفاعلية بدءا من استقبال المحفز البيئي مثل الضوء أو الرطوبة مروراً بالمستشعرات ثم تحليل البيانات من خلال نظم المعالجة وتنتهي بالاستجابة كتعديل كمية الضوء الطبيعي الداخل للحيز أو امتصاص الرطوبة عندما تزيد عن المعدل الطبيعي وتخزينها. (من عمل الباحث)

٣-٤-١ تفاعل الإنسان مع الكمبيوتر Human-Computer Interactive :

هو مجال متعدد التخصصات ويركز على تصميم وتقييم وتنفيذ أنظمة الكمبيوتر التفاعلية وملائماتها للاستخدام البشري وذلك من خلال تفاعل المصممين والمعماريين مع هذه الانظمة واختبارها في قدرتها على تلبية احتياجات المستخدم، حيث أنها تساعد في سرعة تلبية احتياجات المستخدم وجعل الحيزات أكثر تكيفا عن طريق كمية هائلة من المعلومات التي يتم بها تغذية أنظمة الكمبيوتر المستخدمة لجعل العناصر أسرع وأكثر تكييف وتفاعلية مع احتياجات المستخدم [23]. وتشمل أدوات التصميم الرقمي المعماري على CAD وBIM ولكن يمتد مبدأ تفاعل الإنسان مع الكمبيوتر لأبعد من ذلك منها[24]:

- الواقع المعزز AR والواقع الافتراضي VR.
- التصميم التفاعلي والذي يعمل على الاستجابة بشكل سريع ودقيق للمستخدم وسلوكة واحتياجاته.
- المنشأت الذكية باستخدام شبكات الاستشعار المبرمجة للتكييف مع احتياجات المستخدم.
- التصميم التوليدي والمعتمد على الخوارزميات باستخدام

تطبيقات الذكاء الاصطناعي بناءا على مجموعة من المدخلات والتي يحددها مستخدم الحيز.

- التركيز على خلق سلسلة من التفاعلات البديهة والتي تحاكي النظام البيئي من خلال المساحات الداخلية المصممة بالنظام الرقمي المتفاعل.
- دراسة الموقع ومميزاته وعيوبه البيئية وكيفية الاستجابه لهذه المميزات والتغلب على العيوب وتخطيها داخليا وتحويل المنشأ لكائن حي من خلال الواجهات التفاعلية ودراسة استراتيجة العمارة الحركية المستخدمة.

٣-٤-٢ انترنت الأشياء Internet of Things :

يشير مصطلح إنترنت الأشياء (IoT) إلى شبكة من الأشياء المادية ("الأشياء") المضمنة بمستشعرات وبرامج وتقنيات أخرى بهدف الاتصال وتبادل البيانات مع الأجهزة والأنظمة الأخرى عبر الإنترنت أو شبكات الاتصالات الأخرى. بشكل أساسي، يسمح للأشياء اليومية بأن تصبح "ذكية" ومترابطة[25] . ومن تطبيقات انترنت الأشياء في التصميمات المعمارية والعمارة الداخلية :

- **الإضاءة الذكية:** يمكن لأنظمة الإضاءة التي تدعم إنترنت الأشياء ضبط السطوع ودرجة حرارة اللون وجداول التشغيل/الإيقاف بناءً على الإشغال ووقت اليوم ومستويات الضوء الطبيعي. هذا يحسن كفاءة الطاقة ويخلق بيئات ديناميكية ومناسبة للحالة المزاجية.تعد التكلفة الأولية أغلى ولكن توفر في الفواتير على المدى الطويل، حيث انها تعمل باستخدام أنظمة استشعار للحضور أو ضبط التوقيت، يمكن للإضاءة الذكية إيقاف نفسها تلقائيًا عند عدم الحاجة، مما يحقق توفيرًا في الطاقة على المدى الطويل. من أشهر التطبيقات المستخدمة Aqara وYeelight وMowe ويختلف كل منهم حسب احتياجات العميل والخيارات التي يتيحها كل تطبيق تبعا للبرجمة الخاصة. تتعتمد بشكل أساسي على استخدام إضاءة LEDذكية تدعم خفض البصمة الكربونية وتقلل من النفايات وبالتالي بشكل غير مباشر تؤثر على الحد من التغييرات المناخية،و توفّر حتى ٧٥٪ من الطاقة مقارنة بالمصابيح المتوهجة، وتقليل استهلاك الكهرباء بنسبة تصل إلى ١٠–٣٠% [26]. يتم التوصيل بين المستشعرات المزود بها الحيز الداخلي والهاتف المحمول الخاص بالمستخدم أو وحدة التحكم عن بعد وهي التي تعمل على اعطاء خيارات مختلفة وأيضا لها قدرة على التحديث مما يعمل على توفير الطاقة بشكل أكبر وتحقيق الراحة للمستخدم.
- **التحكم في المناخ:** تتعلم منظمات الحرارة وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء الذكية تفضيلات السكان وتضبط درجة الحرارة والرطوبة وفقًا لذلك. يمكنها أيضًا الاندماج مع التنبؤات الجوية للإدارة الاستباقية للمناخ.

شكل (٧) رسم توضيحي يوضح الهيكل العام لاستراتيجية عمل الأجهزة والتطبيقات المتعلقة بالتحكم المناخي. (من عمل الباحث)

من أشهر الأنظمة المتعلقة بالتحكم في المناخ HVAC (Heating , Ventilation and Air Conditioning) وهو نظام قادر على التفاعل مع احتياج المكان للحرارة والتهوية وتبريد المكان ويرتبط بالعديد من العناصر داخل الحيز مثل فتحات الشبابيك والواجهات ومع أجهزة التبريد والتدفئة مما يجعل المكان متكيف مع الظروف البيئية ومريح حراريا لمستخدمة [27].

يستجيب هذا النظام لكمية ثاني أكسيد الكربون وفي حالة زيادة نسبته داخليا عن المعدل الطبيعي يتم ارسال اشارات للعناصر المسؤلة عن التهوية وتبدأ في تجديد الهواء الداخلي، يمكن أن يعمل هذا النظام بشكل تلقائي من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأيضا يمكن أن يعمل عن طريق ظبط الوقت الخاص به بحيث يتم ربط جميع التطبيقات بمعدل زمني معين حسب تفضيل واحتياج العميل، ولكن النظام التلقائي أكثر توفيرا للطاقة وأسرع استجابة مع التغيير المناخي وان كان أكثر تكلفة أثناء الانشاء ولكن أقل تكلفة أثناء التشغيل وأكثر فاعلية في حل جزء من مشكلات التغير المناخي.

من أشهر التطبيقات المستخدمة في نظم التحكم في المناخ تطبيق IDO (Intelligent Dashboard for Occupants) والذي يعمل على التحكم في الحرارة والاضاءة ويعمل هذا التطبيق من خلال ربط الهاتف المحمول بالمستشعرات المسؤلة عن الاستجابة للمتغيرات [28]. وOccupant-centric controls (OCC) وهي استراتيجية تحكم للبيئة الداخلية، تركز بشكل خاص على تلبية الاحتياجات الحالية لشاغلي المبنى مع تقليل استهلاك الطاقة في المبنى. يمكن استخدام OCC للتحكم في الإضاءة والأجهزة، ولكنه يُستخدم بشكل شائع للتحكم في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC). يستخدم OCC البيانات في الوقت الفعلي التي يتم جمعها حول الظروف البيئية الداخلية ووجود الشاغل وتفضيلاته كمدخلات لاستراتيجيات التحكم في نظام الطاقة. من خلال الاستجابة للمدخلات في الوقت الفعلي، يتمكن OCC من توفير المستوى المناسب من خدمات الطاقة بمرونة، مثل التدفئة والتبريد، عندما وأينما يحتاجها الشاغلون[29]. يهدف ضمان توفير خدمات طاقة المبنى بالكمية المناسبة إلى تحسين راحة الشاغلين بينما يهدف توفير هذه الخدمات في الوقت المناسب وفي الموقع المناسب إلى تقليل الاستخدام الكلي للطاقة.

- **الأثاث الذكي:** يمكن للأثاث المزود بمستشعرات مدمجة ضبط بيئة العمل وتتبع الاستخدام وحتى توفير إمكانات الشحن. يعتمد على نظام التحكم الإلكتروني وهو جوهر تشغيله الذكي. يتكون هذا النظام من مكونات مثل المستشعرات والمحركات والمعالجات الدقيقة ووحدات الاتصال، ويمكنه مراقبة سلوك المستخدم والتغيرات البيئية آنيًا والاستجابة لها. ولتمكين تعدد وظائف الأثاث الذكي، يجب أن يكون نظام التحكم الإلكتروني متكاملًا للغاية لتقليل شغل الأجهزة للمساحة وتحسين استقرار النظام. أثناء عملية التكامل، تُستخدم مستشعرات مثل مستشعرات الضغط ومستشعرات درجة الحرارة ومقاييس التسارع لجمع معلومات آنية حول حالة استخدام الأثاث والظروف البيئية، بينما تضبط المشغلات شكل الأثاث أو وظائفه بناءً على البيانات المُعالجة، مثل تعديل صلابة وسادة

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

الأريكة أو تغيير زاوية المرتبة. تعمل المعالجات الدقيقة ووحدات الاتصال كمركز قيادة من خلال تلقي التغذية الراجعة من المستشعرات ومعالجة المعلومات والتحكم في تصرفات المشغلات، مما يُحقق تعديلات ذكية للأثاث. في عملية التحسين، يحتاج نظام التحكم الإلكتروني إلى التركيز ليس فقط على التكامل العالي للأجهزة ولكن أيضًا على تحسين سرعة استجابة النظام وموثوقيته. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي تحسين سرعة نقل البيانات بين المستشعرات والمشغلات إلى تقليل التأخيرات وتعزيز وقت استجابة الأثاث الذكي. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يعمل نظام التحكم الإلكتروني على تحسين إدارة الطاقة لضمان التشغيل الفعال مع تقليل استهلاك الطاقة وتحقيق التنمية المستدامة. لا تعمل تدابير التحسين هذه على تعزيز مستوى الذكاء في الأثاث فحسب، بل تعمل أيضًا على تحسين تجربة المستخدم، مما يتيح للأثاث التكيف مع البيئات المختلفة واحتياجات الاستخدام، وبالتالي تحسين كل من الراحة والوظائف[30]. يعد تطبيق تقنية التفاعل بين الإنسان والآلة (HMI) في الأثاث الذكي أمرًا أساسيًا لتعزيز الراحة وتجربة المستخدم. من خلال تقنيات التفاعل المتقدمة، يمكن للأثاث الذكي تقديم طرق تشغيل أكثر بديهية وطبيعية، مما يجعل تجربة المستخدم أكثر راحة ومتعة. تشمل الأوضاع الشائعة للتفاعل بين الإنسان والآلة التحكم باللمس والتعرف على الصوت والتحكم بالإيماءات والتعرف على الوجه وقياس حرارة المكان لتوفير راحة حرارية للمستخدم توفيرا لاستخدام وحدات التبريد والتدفئة وبالتالي توفير في الطاقة وتقليل التلوث وذلك من خلال استشعار دقيق وخوارزميات ذكية وكمية هائلة من البيانات والمعلومات المستخدمة في البرمجة[31].

- **تحسين استخدام المساحة**: يمكن استخدام البيانات التي تجمعها أجهزة إنترنت الأشياء لتحليل كيفية استخدام المساحات، ثم استخدامها لتحسين التخطيطات. هذا مفيد جدًا في بيئات المكاتب.
- **المراقبة البيئية:** يمكن للمستشعرات مراقبة جودة الهواء ومستويات ثاني أكسيد الكربون والعوامل البيئية الأخرى، مما يساهم في بيئات داخلية أكثر صحة.

أن ما سبق ذكره من اتجاهات وتطبيقات معماريه تسعى لتكون سبب للتغلب على التحديات المناخية وذلك بتحويل المنشأ داخليا وخارجيا لكائن حي يستوعب هذه التحديات ويتخذ قرار لاصدار رد فعل مناسب وايجابي مستجيب (أمثلة للتغلب على ارتفاع درجة الحرارة – الرطوبة – الإضاءة الطبيعية -....) ويساعد في ذلك الاستلهام من الطبيعة واتخاذ مبدأ محاكاة البيئة أحد أهم مبادئ التصميم وذلك من خلال دراسة البيئة المحيطة وكائناتها الحية وطرق تكييف هذه الكائنات مع التحديات المناخية وسلوكها في التعامل واخذها كمرجع تصميمي يساهم في وضع حلول للتغيرات المناخية بشكل حي.

٤-٥ التفاعل مع المناخ والبيئة:

ثانياً : نماذج تطبيقية للعمارة المتكيفية والمستجيبة للتغيرات البيئية والمناخية :

٤- الجناح الإيطالي – معرض إكسبو ٢٠٢٥ أوساكا - تصميم مستدام ومتجاوب مع المناخ[32]

٤-١ فكرة النظام الحي: (Ecosystem) صممه المعماري ماريو كوتشينيلا بالتعاون مع Yoshiki Matsuda Architects كـ"نظام حي تجديدي"، يهدف إلى خلق تجربة حسية للزائرين والتفاعل المباشر مع البيئة من خلال التصميم الديناميكي المستوحى من الطبيعة. ويعتمد التصميم على استخدام مواد واستراتيجيات بيئية فعالة:

- فقد تم تصنيع أكثر من ٨٥٪ من الهيكل من الخشب الرقائقي المعتمد PEFC، من غابات مستدامة في إيطاليا واليابان، لتقليل البصمة الكربونية وتعزيز سلاسل التوريد المحلية. ويعتمد على تصميم مُركب جاف وقابل للفك، ما يُسهّل إعادة استخدام المواد بعد انتهاء المعرض.

٤-٢ أنظمة بيئية سلبية (Passive Systems): حيث يدمج التصميم التهوية الطبيعية والتبريد السلبي والتظليل التلقائي بناءً على محاكاة المناخ، مما يقلل الاعتماد على الطاقة. وتستخدم الواجهة الخارجية ألياف i-Mesh باراميترية محسوبة بدقة لتقليل الحرارة وتحقيق توزيع متوازن للضوء والهواء عبر حساسات بيئية مدعومة ببرامج مثل Grasshopper و.Ladybug

٤-٣ واجهة قابلة للتفكيك والدوران (Circular & Reversible): واجهة شبه شفافة من ألياف معدنية قابلة لإعادة الاستخدام، تسمح بمرور الضوء والهواء وتساعد على تنظيم درجة الحرارة الداخلية. ويعتمد التصميم على مفهوم "التصميم من أجل التفكيك "لإعادة توظيف المواد بعد الحدث.

٤-٤ تفاعل بيوفيلي (Biophilic Design): يضم السطح حديقة إيطالية تشبه المتاهة، تمثل علاقة الإنسان بالطبيعة، حيث تجمع بين التصميم المنظم والشكل العضوي لتعزيز التفاعل المناخي والحسي (الضوء، الروائح، النباتات). يعتمد التوزيع الداخلي على ثلاث "مشاهد": المسرح، المدينة المثالية، والحديقة—على غرار تخطيط المدن في عصر النهضة، لتعزيز التفاعل بين الإنسان والفراغ والمناخ.

العنصر التصميمي	الوصف	نسبة توفير الطاقة (بصورة تقريبية)
التظليل المتكيف والضوء الطبيعي	واجهة i-Mesh تتفاعل ديناميكيًا مع حركة الشمس للتحكم بالحرارة والضوء.	25%
التهوية والتبريد الطبيعي	أنظمة تهوية بدون طاقة ميكانيكية توفر الهواء وتقليل الحرارة.	20%
هيكل قابل للتفكيك وإعادة الاستخدام	وحدات خشبية جاهزة التركيب يمكن تفكيكها بعد المعرض.	15%
إعادة تدوير المواد	استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير وفق مبادئ الاقتصاد الدائري.	10%
حديقة بيوفيليّة تفاعلية	توفر راحة حرارية وظلالًا طبيعية من خلال تصميمها الأخضر المتكامل.	5%

جدول (٢) يوضح أهم العناصر التصميميه المستخدمة في الجناح الإيطالي في أكسبو ٢٠٢٥ وتوصيف كل عنصر. (من عمل الباحث)

شكل (٨) التصميم الخارجي للمعرض موضح به الواجهة التفاعلية التي تعمل بشكل ديناميكي

شكل (٩) التصميم الداخلي للمعرض ويوضح الدمج بين الأساليب الذكية والتفاعلية مع العرض الكلاسيكي لجزء من لأعمال الفنية.

٥- منزل بنتهاوس بالمعادي – القاهرة The V Penthouse Cairo 2025 [33]

٥-١ وصف المشروع: يُمثّل البنتهاوس تجربة معمارية غنية تجمع بين الطابع الصناعي الخام واللمسات الحرفية الفاخرة، بتداخل متقن من الخرسانة المصقولة ذاتية التسوية، الصلب، والخشب الطبيعي لتوحيد المظهر وزيادة الشعور بالدفء. تصميم ذكي يتيح التحكم الكامل عبر المنزل بواسطة نظام أتمتة متقدم يضم تطبيقًا للتحكم في الإضاءة، المناخ، الأمن، وأنظمة الترفيه.

٥-٢ الاستدامة والتفاعل مع المناخ:

٥-٢-١ تحكم ذكي في المناخ الداخلي: وجود نظام الأتمتة يساهم في ضبط درجة الحرارة والرطوبة والإضاءة بشكل دقيق، مما يقلل من الاستخدام غير الضروري للتبريد أو التدفئة، ويُحسّن كفاءة استهلاك الطاقة.

٥-٢-٢ استخدام مواد عالية الجودة وتكاملها مع التدفئة الطبيعية: استخدام خرسانة صماء وموصلة ببطء للحرارة (thermal mass) يمكن أن يساهم في تخزين الحرارة نهارًا وإطلاقها ليلًا، مما يساعد على استقرار درجات الحرارة الداخلية وتقليل الاعتماد على أجهزة المناخ.

٥-٢-٣ مزيج المواد الصناعية والخشبية: الخشب الطبيعي يعمل كعازل بسيط ومستدام علويًا، مما يساعد في تقليل انتقال حرارة الشمس إلى الداخل خلال النهار.

٥-٢-٤ الاستجابة والتفاعل والتقنيات المستخدمة بالتصميم: الأهتمام بتحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي الحيز بفضل الخامات البيئية وتحسين استهلاك الطاقة من خلال نظم الإضاءة الذكية والتي تعمل من خلال مستشعرات تتفاعل مع حركة مستخدمي المكان وحساب درجة الحرارة داخل المكان لتوفير اضاءة تتناسب مع

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

حرارة المكان وأيضا م خلال استخدام التقنيات المختلفة والسابق ذكرها التي تعمل على برمجة أنظمة الحاسب الآلي مع الإنسان HCI للاستجابة السريعة للاحتياجات المناخية والانسانية بالحيز.

٥-٣ نسب تقريبية لقدرة الخامات والعناصر الذكية في توفير الطاقة والحفاظ على البيئة الحيطة:

م	العنصر التصميمي والتكنولوجيا الذكية	المساهمة في مواجهة التغير المناخي	نسبة توفير الطاقة (بصورة تقريبية)
١	التحكم الذكي والأتمتة	يقلل من استهلاط الطاقة الغير ضرورية	٪٢٠
٢	الإضاءة الطبيعية ومصادر الإضاءة الذكية	يخفض الاعتماد على الإضاءة الصناعية مما يحقق راحة بصرية وحرارية للمستخدم فيقلل استهلاك مبردات الهواء	٪١٥
٣	المواد والخامات والكتلة الحرارية	تنظم درجات الحرارة وتقليل الحاجات لعناصر التكييف والتدفئة	٪٢٥
٤	نظام HAVC	ينظم تشغيل التكييف حسب التواجد والاحتياج الجسدي لتحقيق الراحة والقدرة على الضبط التلقائي والتشغيل والاغلاق التلقائي مما يوفر الاستهلاك الكهربائي ويقلل الانبعاثات الضارة	٪٢٥
٥	سلوك ووعي المستخدم البيئي	يعزز الاستخدام المسئول ويجعل الممارسات المستدامة والبيئية جزء من السلوك الطبيعي للمستخدم مما يجعله قادر على تفضيل العديد من العناصر البيئية في مقابل العناصر المعتاد استخدامها العير مستدامة	٪١٥

جدول (٣) يوضح نسب تقريبية لقدرة العناصر التصميمية والذكية المستخدمة في مشروع البنتهاوس في توفير الطاقة والحفاظ على البيئة. (من عمل الباحث)

شكل (١٠) التصميم الداخلي والخارجي للمنزل ويتضح الخامات البيئية المستخدمة للتحكم في الحرارة ومسطحات زجاجية للتحكم في كمية الاضاءة الطبيعية داخل المنزل

ثالثاً: استبيان الكتروني لعينة عشوائية لمعرفة مدى الوعي البيئي للتغيرات المناخية وعلاقتها بالعناصر المعمارية والتصميمية:

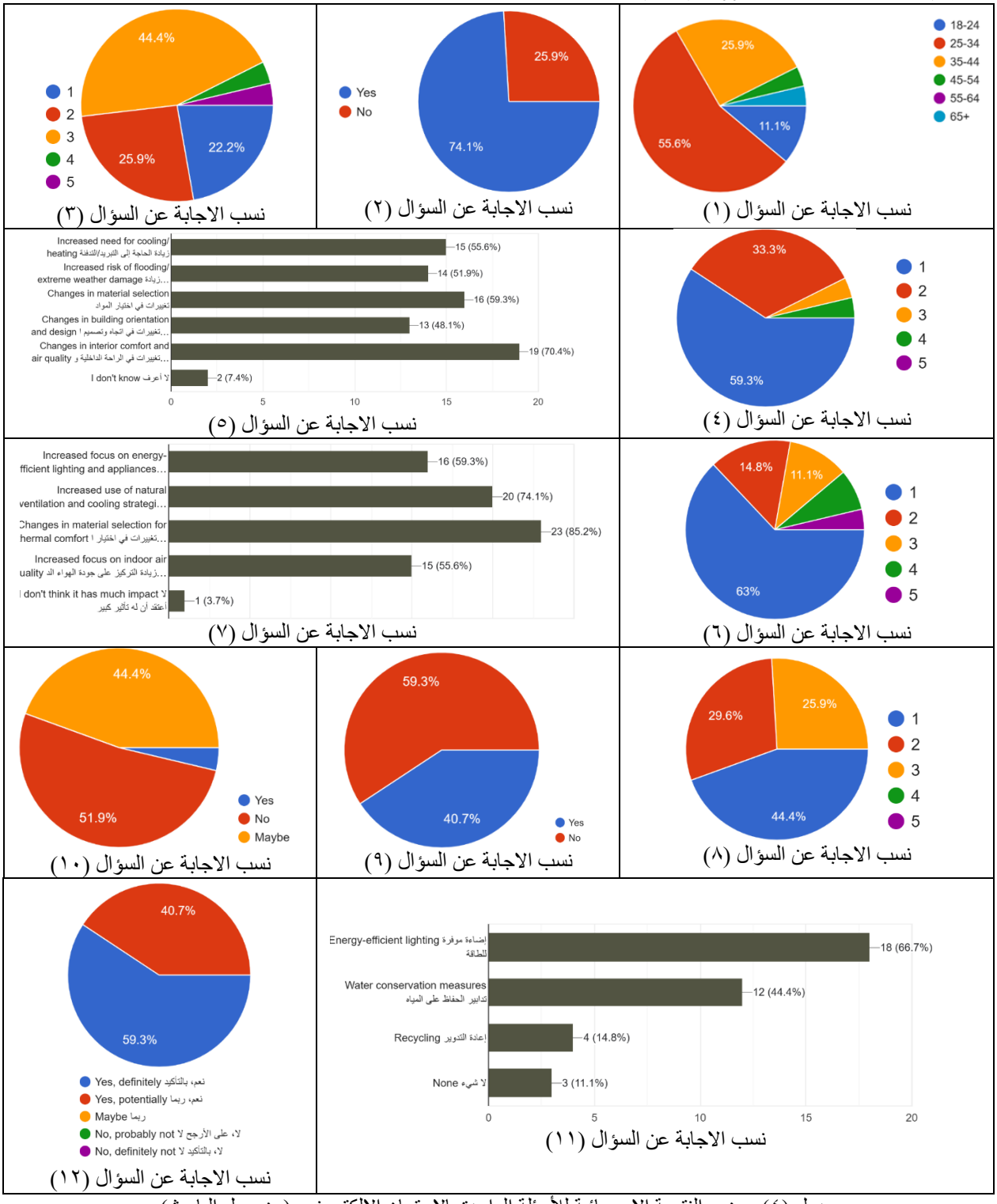
٦- استبيان عن التغييرات المناخية وعلاقتها بالعمارة الداخلية:

٦-١ المقدمة:

في إطار دراسة العلاقة المتبادلة بين التغيرات المناخية ومجالات العمارة الداخلية، تم إجراء استبيان ميداني استهدف شريحة متنوعة من المشاركين، بهدف قياس مدى الوعي المجتمعي، واستكشاف التصورات السائدة حول تأثير المناخ على التصميم الداخلي، والعكس. وقد شمل الاستبيان عدة محاور تتعلق بالمعرفة، والسلوك، والاتجاهات الشخصية نحو الاستدامة. وفيما يلي عرض للأسئلة المطروحة به:

القسم الأول : المعلومات الشخصية
ما هو النطاق العمري ؟
هل لديك أي خلفية مهنية أو أكاديمية في الهندسة المعمارية أو التصميم أو الدراسات البيئية ؟
القسم الثاني : الوعي بتغير المناخ وتأثيراته
ما مدى قلقك بشأن تغير المناخ؟
هل تعتقد أن تغير المناخ يؤثر بشكل كبير على البيئة المبنية (المباني، البنية التحتية)؟
في رأيك، ما هي الطرق الرئيسية التي يؤثر بها تغير المناخ على الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي؟
هل تعتقد أن التصميم المعماري يساهم في تغير المناخ؟
القسم الثالث: التأثير على التصميم الداخلي والتفضيلات الشخصية
كيف تعتقد أن تغير المناخ يؤثر على خيارات التصميم الداخلي؟
هل أنت على استعداد لدفع علاوة مقابل حلول التصميم الداخلي الأكثر استدامة وصديقة للبيئة؟
هل سبق لك التعامل مع حيز يدعم عناصر تفاعلية ؟
هل سبق لك التعامل مع حيز يدعم عناصر مستدامة ؟
هل تعتقد أن التعامل مع حيز متفاعل ومزود بمستشعرات حسية وبه نظم ذكية هو شئ معقد ؟
القسم الرابع: الاجراءات والتفضيلات الشخصية
في مساحة معيشتك ما هي الممارسات المستدامة التي تنفذها حاليا ؟
هل من المرجح أن تختار منزلا أو مبنى يتميز بمميزات التصميم المستدام ؟

٦-٢ النتيجة الاحصائية للأسئلة المطروحة بالاستبيان:



جدول (٤) يوضح النتيجة الاحصائية للأسئلة الواردة بالاستبيان الإلكتروني. (من عمل الباحث)

Discussion :المناقشة

أظهرت نتائج الاستبيان الذي شمل عينة عشوائية من المشاركين وعيًا مرتفعًا بتأثيرات التغير المناخي على العمارة والتصميم الداخلي. حيث عبّر ٦٦,٦٪ من المشاركين عن قلقهم البالغ أو المتوسط تجاه التغير المناخي، واعتبر أكثر من ٩٠٪ منهم أن التغيرات المناخية تؤثر بشكل كبير على البيئة المبنية بما في ذلك المباني والبنية التحتية. أما من حيث مظاهر هذا التأثير، فقد حدد المشاركون أهم الجوانب المتأثرة بـ: جودة الهواء والراحة الداخلية (٧٠,٤٪)، واختيار المواد (٥٩,٣٪)، وزيادة الحاجة إلى التبريد والتدفئة (٥٥,٦٪). كما بيّنت النتائج أن أغلب المشاركين يرون أن التصميم الداخلي يتجه نحو استخدام تهوية طبيعية (٧٤,١٪)، واختيار مواد تحقق الراحة الحرارية (٨٥,٢٪)، وزيادة التركيز على كفاءة الطاقة وجودة الهواء الداخلي. ومن الجدير بالذكر أن ٧٤,١٪ من المشاركين لا يمتلكون خلفية مهنية أو أكاديمية في مجالات التصميم أو البيئة، ما يدل على أن هذا الوعي منتشر حتى بين عامة الناس، وهو مؤشر إيجابي على تزايد الاهتمام المجتمعي. أما على الصعيد الشخصي، فقد أبدى ٧٤٪ من المشاركين استعدادهم لدفع مبلغ إضافي مقابل حلول تصميم داخلي أكثر استدامة. رغم ذلك، فإن النسبة الكبرى لم يسبق لها التعامل مع بيئات تفاعلية أو مستدامة، مما يشير إلى فجوة بين الإدراك النظري والتطبيق العملي، وهو ما يفتح المجال لمزيد من التوعية والتطوير.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

تؤكد هذه النتائج على ضرورة دمج الاعتبارات البيئية في التصميم الداخلي بشكل أوسع، وتدعيم مشاريع التصميم بمكونات تفاعلية وذكية تسهّل التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة. تُبرز هذه النتائج الدور المتنامي الذي يمكن أن يلعبه التصميم الداخلي في مواجهة تحديات التغير المناخي، من خلال تعزيز استخدام استراتيجيات التهوية الطبيعية، واختيار المواد المستدامة، وتحسين جودة الهواء الداخلي. كما تؤكد أهمية رفع الوعي وتوفير حلول تصميمية عملية، تجمع بين الكفاءة البيئية والراحة الجمالية، بما يسهم في تحقيق بيئات معيشية أكثر مرونة واستدامة في ظل التحولات المناخية المتسارعة.

النتائج: Results

- توجد علاقة طردية بين استهلاك الطاقة في الحيزات الداخلية والتغيرات المناخية نظرا لزيادة الانبعاثات الكربونية وبالأخص في حالة عدم الاهتمام بتطبيق مبادئ الاستدامة.
- التصميمات التقليدية لم تعد قادرة على استيعاب التغيرات المناخية دون دمجها بالتقنيات الذكية ومرعاة مبادئ التكيف والأستدامة.
- أكدت المشروعات التطبيقية الموضحة بالبحث على أن دمج التقنيات المعاصرة مثل انترنت الأشياء IOT وتفاعل الأنسان مع الكمبيوتر HCI والخامات المستجيبة يحسن من الأداء البيئي للحيز بالتالي عدم استنفاذ الموارد والتقليل من مسببات التغير المناخي المتعلقة بالعمارة والعارة الداخلية بالتالي يساهم في الحد من هذه التغيرات المناخية.
- أكدت نتائج الاستبيان الألكتروني أن ٨٢٪ من العنية العشوائية لديهم وعي بالعلاقة بين التصميم الداخلي والمناخ وأكدت ٧٦٪ رغبتهم في ادخال وسائل تكنولوجية ونظم ذكية مستدامة على حيزاتهم الداخلية لتحسين استهلاك الطاقة والمساهمة في الحد من التأثير السلبي الناتج من استخدام الحيزات التقليدية الغير متكيفة.
- قلة التطبيق الواقعي للأساليب الذكية القابلة للتكيف ترجع لعوامل مادية وثقافية ولضعف الوعي التكنولوجي لدي الكثير.

التوصيات: Recommendation

- ضرورة دمج النظم الذكية مثل IoT وHCI والمستشعرات في المراحل الأولية في عملية التصميم الداخلي للحيز.
- حث المصممون والمعماريون على ضرورة استخدام الخامات البيئية المستجيبة والعناصر المتكيفة للتغلب على التغيرات المناخية.
- الأهتمام بتدريس النظم التفاعلية ومبادئ العمارة التكيفية لطلاب كليات الفنون والتصميم.
- تعزيز التوعية المجتمعية حول أهمية الحيزات الذكية ودورها في مواجهة التغير المناخي.
- التشجيع على استخدام طرق البناء الذكي مع الأهتمام بالترويج لها ليس من جانب الرفاهية المادية ولكن من جانب الحفاظ على البيئة وتوضيح دورها في تقليل تكلفة التشغيل على عكس الطرق التقليدية.

المراجع: References

1- Idris, M. (2024). Architecture in the Face of Pandemics and Climate Change: Design Mechanism, Outcomes, and Shared Response Criteria. International Design Journal, 14(1), 397–407. https://doi.org/10.21608/idj.2024.329322

2- Ching. Francis, Shapiro. Lan, (2012), "Green Building Illustrated", John Wiley& Sons, Inc., New Jersey, Canad.A Guide to Careers in Sustainable

3- Eladawy, M. (2022). Green Architecture: Reasons for Emergence – Interrelated Concepts – Fundamental Principles. https://www.researchgate.net/publication/359216424_almart_alkhdra_asbab_alzhwr_-_almfahym_almtdakhlh_-_almbady_alasasyh

4- United Nations. (n.d.). What is Climate Change? Retrieved July 4, 2025, https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change

5- Bang, E. (2024, January 31). Teach about climate change with 30 graphs from The New York Times. The New York Times. Retrieved July 4, 2025, https://www.nytimes.com/2024/01/31/learning/lesson-plans/teach-about-climate-change-with-30-graphs-from-the-new-york-times.html

6- United Nations. (n.d.). What is Climate Change? Retrieved July 4, 2025, https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change

7- Bang, E. (2024, January 31). Teach about climate change with 30 graphs from The New York Times. The New York Times. Retrieved July 4, 2025, https://www.nytimes.com/2024/01/31/learning/lesson-plans/teach-about-climate-change-with-30-graphs-from-the-new-york-times.html

8- Ji Min, Gongxing Yan, Azher M. Abed, Samia Elattar, Mohamed Amine Khadimallah, Amin Jan, H. Elhosiny Ali, The effect of carbon dioxide emissions on the building energy efficiency,Volume 326,2022,ISSN 0016-2361, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236122016854)٢٠٢٢

9- Tovar, E. (2023, October 31). How to reduce the carbon footprint through architecture? Three approaches across the building lifecycle. ArchDaily. Retrieved July 4, 2025, https://www.archdaily.com/1004300/how-to-reduce-the-carbon-footprint-through-architecture-three-approaches-across-the-building-lifecycle

10- Pomponi, F., De Wolf, C., & Moncaster, A. (Eds.). (2018). Embodied Carbon in Buildings: Measurement, Management, and Mitigation. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72796-7

11- Blueprint for Better. (2021, January 7). Architecture's carbon problem. Retrieved July 4, 2025, https://blueprintforbetter.org/articles/architectures-carbon-problem/

12- Li, HuaDong & Yang, Xia & Zhu, Hai. (2023). Reducing carbon emissions in the architectural design process via transformer with cross-

Interaction (1st ed.). https://doi.org/10.4324/9781003363392. URL:https://www.taylorfrancis.com/books/9781032425924

25-Australian Research Council. (2021, September 8). Internet of Things improving Australian lives. ARC. Retrieved [today's date],https://www.arc.gov.au/news-publications/media/making-difference-publication/internet-things-improving-australian-lives

26-AddOn Systems Pte Ltd. (2024, October 9). Smart Lighting vs. Traditional Lighting: What's the Difference? AddOn Systems. https://addonsys.net/blogs/smart-home/smart-lighting-vs.-traditional-lighting-what's-the-difference-

27-Enbuild. (2023). Is IoT monitoring key to improve building energy efficiency? Case study of a smart campus in Spain. Energy and Buildings, 285, 112882. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112882

28-Loftness, V. (2014, November 24). The Internet of Anything: A Smartphone App That Lets You Control Your Office Environment.

29-O'Brien, W., Wagner, A., Schweiker, M., Mahdavi, A., Day, J., Kjærgaard, M. B., Carlucci, S., Dong, B., Tahmasebi, F., Yan, D., Hong, T., Gunay, H. B., Nagy, Z., Miller, C., & Berger, C. (2020). Introducing IEA EBC annex 79: Key challenges and opportunities in the field of occupant-centric building design and operation. Building and Environment, 178, Article 106738. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106738

30-Hong, T., & Li, Q. (2021). Exploration of Symbolic Design Concepts and Practices of Smart Furniture [J]. Forest Products Industry, 58(06), 95-97

31-Yu, Mingji & Lian, Jingjin & Liang, Zhan. (2024). Integrated Mechanical and Electronic Design and Comfort Optimization in Smart Furniture. Journal of Computer Technology and Electronic Research.

32-ArchDaily. (2024). Mario Cucinella Architects Celebrates Italian Expertise at Expo 2025 Osaka. Link : https://www.archdaily.com/1031271/the-italian-pavilion-expo-2025-osaka-mario-cucinella-architects-plus-yoshiki-matsuda-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

33-Badie Architects. (2025, June 29). The V Penthouse / Badie Architects. ArchDaily. Retrieved June 29, 2025, https://www.archdaily.com/1031412/the-v-penthouse-badie-architects

attention mechanism. Frontiers in Ecology and Evolution.

13-Yaw-Shyan Tsay, Yu-Chun Yeh, Huei-Yu Jheng,Study of the tools used for early-stage carbon footprint in building design,e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Volume 4,٢٠٢٣,https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772671123000232

14-Saber, A. (2021). Recycling trends in light of appropriate design ideas from a sustainability perspective. Journal of Arts and Architecture for Research Studies, 2(4), 33–52. https://doi.org/10.47436/jaars.2021.92535.1039

15-Rybak-Niedziółka, K., Starzyk, A., Łacek, P., Mazur, Ł., Myszka, I., Stefańska, A., Kurcjusz, M., Nowysz, A., & Langie, K. (2023). Use of Waste Building Materials in Architecture and Urban Planning—A Review of Selected Examples. Sustainability, 15(6). https://doi.org/10.3390/su15065047

16-United Nations. , https://www.un.org/ar/actnow/home-energy

17-Pero, F., & Bertoldi, L. (2022). Exploiting the Value of Active and Multifunctional Façade Technology through the IoT and AI. Applied Sciences, 12(3), 1145. https://doi.org/10.3390/app12031145

18-Saudi Digital Library. (n.d.). https://dictionary.ksaa.gov.sa/

19-Verma, S. (2021). Responsive to Adaptive – The shifting trends in Architecture. Arch2O. Retrieved from https://www.arch2o.com/responsive-to-adaptive-the-shifting-trends-in-architecture/

20-Geraedts, R., et al. (2021). Circular building adaptability and its determinants – a literature review. International Journal of Building Pathology and Adaptation. https://doi.org/10.1108/IJBPA-11-2021-0150

21-Attia, S. (2020). Future trends and main concepts of adaptive facade systems. Energy Science & Engineering. Advance online publication. https://doi.org/10.1002/ese3.725

22-Poppinga, S., et al. (2017). Hygroscopic motions of fossil conifer cones. Scientific Reports, 7, 40302. https://doi.org/10.1038/srep40302

23-Carroll, J. M. (n.d.). What is human-computer interaction (HCI)? In Interaction-Design Foundation. Retrieved Month Day, Year, from https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction

24-Sauda, E., Karduni, A., & Lanclos, D. (2024). Architecture in the Age of Human–Computer

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.