Art and Architecture Journal

Volume 4, Issue 2, P 283 - 302

Print ISSN 280-5 2838

OnlineISSN 280-5 2846

تطبيقات الفكر البيومناخي لرفع كفاءة البيئة الداخلية في الفراغات المختلفة.

Applications of bioclimatic concept to raise the efficiency of the interior environment in different spaces.

Dr. Bassant Mohamed Saied Aboushal.

Lecturer – Faculty of Fine Arts – Decoration department – Interior architecture Section – Mansoura University.

ملخص البحث:

-اصبحت التغيرات المناخية احد اكثر القضايا المثيرة للجدل ، بالنظر إلى استهلاك الطاقة و الإنبعاثات الضارة والتلوث الملحوظ ، فإن المباني داخلياً وخارجياً أصبح لها تأثير متزايد على تدمير البيئة و بالتالى قلت كفاءة البيئة الداخلية ،و أصبحنا بحاجة إلى ايجاد حلول و تقنيات ومعالجات تصميمية بيومناخية لرفع كفاءة البيئة الداخلية فى الحيزات المختلفة ، ولتفادي تلك المتغيرات المناخية ، و فى ظل التطور التقنى الهائل أصبح على المتلقى فى الحيزات الداخلية قابلية التعديل و التغييرمن الوضع التصميمى الحالى إلى تطبيق الفكر البيومناخى داخل تصميم الحيزات الداخلية طبقا" للمتغيرات المناخية العالمية المعاصرة ووفقا لمعاييرتصميمية وتنظيمية وتقنية ،تعد مفرداتها الحالية مجال رفاهية و التى ستصبح حلول أساسية واجبة في التصميم الداخلى مستقبلياً لمواجهة تلك المتغيرات.

الكلمات المفتاحية: المناخ – البيئة الحرارية - جودة البيئة الداخلية - التقنية – الطاقة - التنوع البيولوجي – الأداء الحرارى – الإستدامة.

Abstract:

-Climate change has become one of the most controversial issues. Given the energy consumption, harmful emissions, and noticeable pollution, buildings internally and externally have an increasing impact on environmental destruction, and consequently the efficiency of the internal environment has decreased. We now need to find solutions, technologies, and bioclimatic design treatments to raise The efficiency of the internal environment in different spaces, and to avoid these climate variables, and in light of the tremendous technical development, the recipient of the interior spaces has the ability to modify and change from the current design situation to the application of bioclimatic thought the design of interior spaces in accordance with contemporary global climate variables and in accordance with design, regulatory and technical standards. Its current vocabulary is considered a field of luxury, which will become basic solutions required in interior design in the future to confront these changes.

Key words: Climate - Thermal environment - Indoor environmental quality - Technology - Energy - Bbiodiversity - Thermal performance - Sustainability

تطبيقات الفكر البيومناخي لرفع كفاءة البيئة الداخلية في الفراغات المختلفة

Dr. Bassant Mohamed Aboushal .

يقضي معظم الأشخاص أوقاتهم داخل المباني مثل منازلهم أو مكان عملهم ،ولجعل هذه الحيزات الداخلية أكثر راحة من تلك الموجودة في الخارج و مع التغييرات المناخية ، يجب التحكم في الهواء الداخلي بحيث لا يكون حارًا جدًا في الصيف وليس باردًا جدًا في الشتاء.

لكي يعمل تكييف الهواء بشكل جيد داخل الفراغات الداخلية يجب التحكم في الهواء الداخل إلى تلك الحيزات من الخارج ،و نتيجة التغييرات المناخية فهو متغير من حيث الخصائص الحرارية و بالتالى النتيجة عبارة عن حيزات داخلية محكمة الإغلاق بشكل متزايد وتحكم في كمية الهواء المحيط الذي تم استخدامه لتجديد الهواء الداخلي الراكد .

مشكلة البحث :

في بداية السبعينيات تعرضنا لأزمة فى الطاقة نتج عنها الحاجة لتوفير الطاقة ،وهو إعادة تدوير الهواء و تنقيته داخل الحيزات عدة مرات تم ذلك بهدف تقليل تكلفة التكييف ،ولكن نتج عنه المشاكل الصحية لمستخدمى هذه الحيزات و عدم الإرتياح بسبب التغيرات في الهواء و استخدام خامات و منتجات لعمل عزل حرارى ،و تكون مصادرها الأكثر شيوعًا للانبعاثات و بالتالى تضر بالبيئة و تعمل على خفض جودة الهواء الداخلى .

نحتاج الآن إلى إيجاد حلول وتقنيات ومعالجات تصميمية مناخية حيوية لرفع كفاءة البيئة الداخلية في الفراغات المختلفة، ولتجنب تلك المتغيرات المناخية ،وفي ظل التطور التقني الهائل أصبح لدى المتلقي للفراغات الداخلية القدرة للتعديل والتغيير من الوضع التصميمي الحالي إلى تطبيق الفكر المناخي الحيوي وتصميم المساحات الداخلية وفقًا للمتغيرات المناخية العالمية المعاصرة ووفقًا للمعايير التصميمية والتنظيمية والفنية ،وتعتبر مفرداتها الحالية مجالاً للرفاهية، والتي ستصبح الحلول الأساسية المطلوبة في التصميم الداخلي مستقبلاً لمواجهة هذه التغييرات.

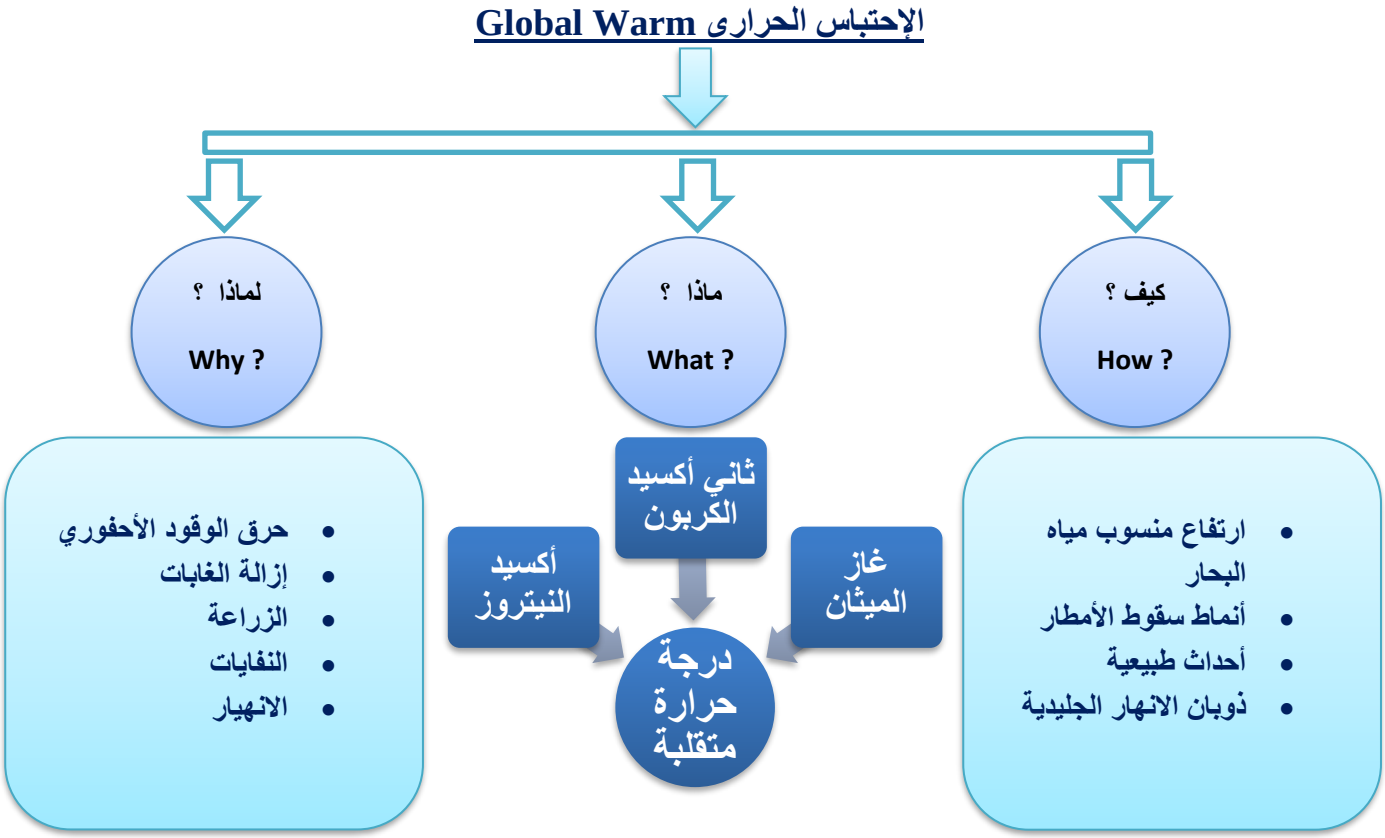
أهداف البحث :

- تطوير نظام تصميمي متطور يواكب العصر الحالي وله أثر إيجابي على المتلقي داخل الفراغات الداخلية من خلال تطبيق الفكر الحيوي المناخي ضمن تصميم الفراغات الداخلية وفق المتغيرات المناخية العالمية المعاصرة وبما يتوافق مع التصميم، المعايير التنظيمية والفنية.
- فهم أساسيات ومتطلبات المساحات الداخلية والوظائف الرئيسية التي تحتوي عليها.

منهجية البحث :

- اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي للتصميم الداخلي للمساحات المختلفة، ووضع نظام تصميمي متطور يواكب العصر الحالي ويكون له أثر إيجابي على المتلقي داخل الفراغات الداخلية من خلال تطبيق المعايير المفهوم الحيوي المناخي في تصميم الفراغات الداخلية وفقا للمتغيرات المناخية العالمية المعاصرة ووفقا لمعايير التصميم. الجوانب التنظيمية والفنية للعمارة الداخلية لهذه الفراغات.
- وذلك من خلال الدراسة التحليلية لمتطلبات الفراغات الداخلية، ودراسة مدرسة الفنون الجميلة ومناهجها الأكاديمية، وفلسفة التصميم في العمارة الداخلية المعاصرة، وعناصر وأسس التصميم الداخلي من خلال استقراء الأعمال الفنية والفكرية. تطبيق الفكر الحيوي المناخي ضمن تصميم الفراغات الداخلية لتحقيق الهدف المنشود في تصميم الفراغات الداخلية.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846



ديجرام رقم (1) يوضح هيكلة ظاهرة الاحتباس الحراري.

تم التحليل من خلال رسم توضيحى للتأثيرات القطاعية لتغير المناخ مع إجراءات التكيف والتخفيف للحصول على أفضل نتائج مع شرح مستوفى لمصطلحي الاحتباس الحراري وتغير المناخ بالتبادل ،كما تم عمل رسم بياني لتأثيرات الاحتباس الحراري مع عمل مقارنة بين مستويات ثاني أكسيد الكربون العادية والمتفشية بالرسم و التوضيح .

تم تلخيص ركائز التصميم الداخلى المستدام فى خمس نقاط تحقيق خمس ركائز في مجال التصميم الداخلي المستدام ،مع شرح توضيحى و رسم مخطط لتطبيقات الفكر البيومناخى لرفع كفاءة البيئة الداخلية في الفراغات المختلفة بين المعالجات البيولوجية ومفهوم التصميم لإعادة الشعور بالبيئة من حولنا .

تم توضح أسباب ملوثات الهواء والهواء الصحي في الفراغات من خلال الشرح و الرسم - تمت عمل دراسة على الترشيح الحيوي النباتي النشط في ظروف واقعية لكل من المركبات العضوية المتطايرة القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان وتم تطبيق مفهوم المناخ الحيوي لرفع كفاءة البيئة الداخلية ورفع كفاءة الأداء الحراري للفراغ الداخلي وتم تطويره بناءً على مبادئ أساسية و ذلك لتحقيق أعلى مستويات الكفاءة في المساحة الداخلية و الوصول لأفضل الحلول بين الحيز الداخلى و الإنسان و البيئة بما يتناسب مع احتياجات الإنسان و التغييرات المناخية .

حدود البحث :

- يتناول البحث عدة إشكاليات كما ذكرنا، وبالتالي فإن حدود البحث **دراسات لحل المشاكل البيئية و تطبيقات الفكر الحيوي المناخي لرفع كفاءة البيئة الداخلية في الفراغات المختلفة وتأثير ذلك على المتلقي** ،كما يتناول حلول الفراغات الداخلية من خلال الفكر المناخي الحيوي والمواد الخام وكيفية استخدامها في مساحات مختلفة حسب وظيفة الفراغ .

الحدود المكانية (الجغرافية) ،و الحدود الزمنية:

- التغيرات المناخية هى مشكلة عالمية نواجهها جميعا لإن تغير المناخ يؤثر بشكل سلبى على البيئة الداخلية و الخارجية و ما يتبعه من ظواهر مثل" الإحتباس الحرارى " ،فهذه الظواهر تؤدي إلى موجات متغيرة و مفاجئة من الجفاف ، وارتفاع أو انخفاض في درجات الحرارة و الرطوبة و التى تؤدى إلى ظاهرة الإحترار ، كما أننا نقوم بالإفراط في استخدام الوقود الاحفوري وانبعاثات الغازات الدفيئة و التى تؤدى إلى زيادة حجم التلوث البيئي ،و تعمل على تدهور صحة البيئة الداخلية و الخارجية ،و بالتالى تكون حدود البحث المكانية هو دراسات على المستوى العالمى من مشكلات بيئية و حلول لها و بالنسبة للحدود الزمانية هو فى الفترة من عام 2010 إلى 20250 .

فروض البحث :

يعتمد البحث على:

- تعتمد التهوية الطبيعية على **اختلافات الضغط بين جزء من المبنى وآخر**، أو اختلافات الضغط بين الداخل والخارج.
- الاحتباس الحراري هو **ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية** نتيجة لانتشار الغازات التي تحبس الحرارة.
- تسبب انبعاثات الغازات الدفيئة **تغير المناخ ثاني أكسيد الكربون والميثان**.

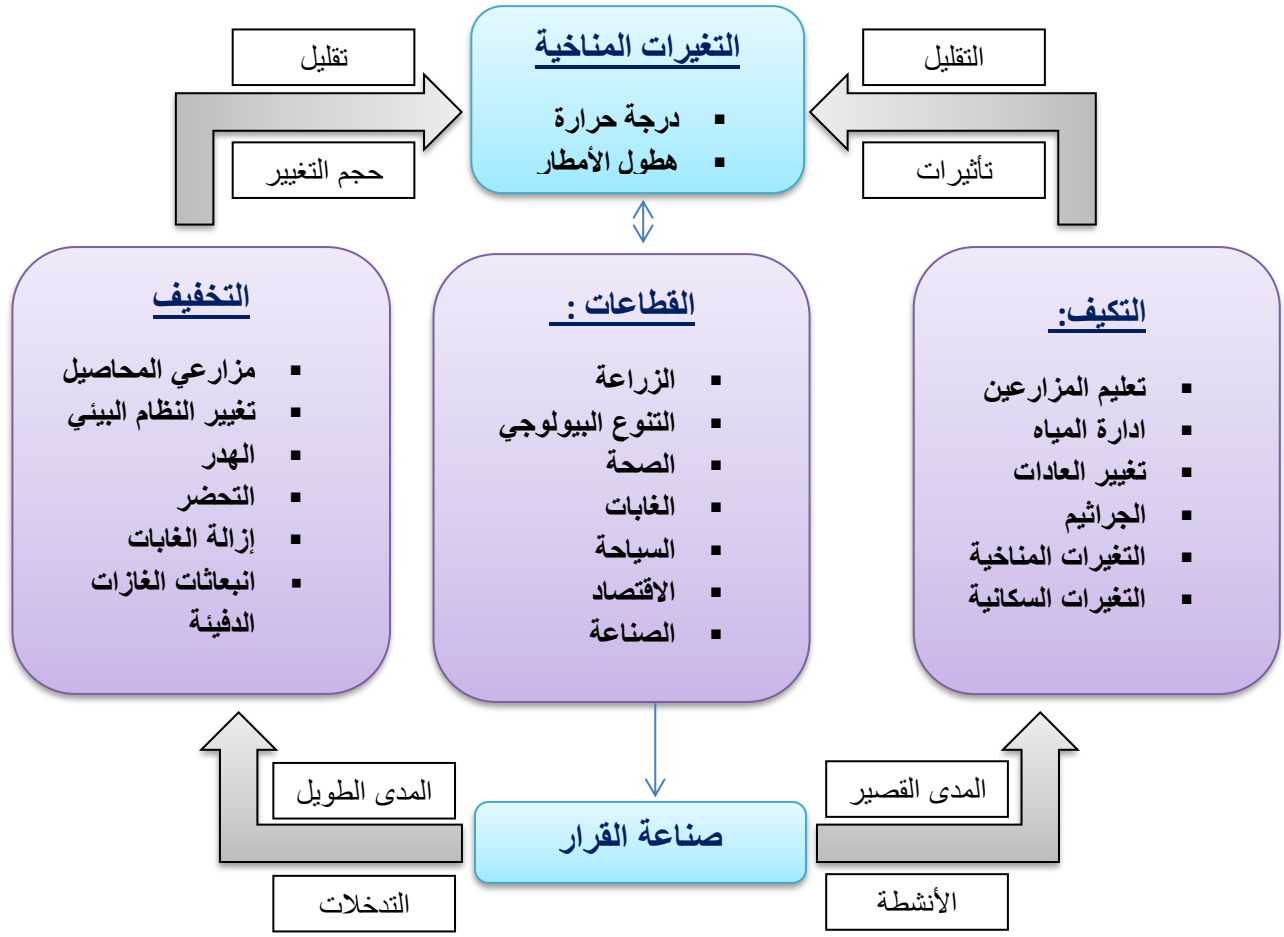
الدراسات السابقة :

- يتميز تغير المناخ على أساس درجة الحرارة الشاملة على المدى الطويل واتجاهات هطول الأمطار ومكونات أخرى مثل مستوى الضغط والرطوبة في البيئة المحيطة ،علاوة على ذلك، تعد أنماط الطقس غير المنتظمة، وتراجع الصفائح الجليدية العالمية، وما يقابلها من ارتفاع في مستوى سطح البحر، من بين التأثيرات الدولية والمحلية الأكثر شهرة لتغير المناخ - حيث أن قبل الثورة الصناعية كانت المصادر الطبيعية، بما في ذلك البراكين وحرائق الغابات والأنشطة الزلزالية، تعتبر مصادر متميزة للغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز، وأكسيد الماء في الغلاف الجوي.

- **استراتيجيات التخفيف والتكيف مع تغيرات المناخ** يعد التكيف والتخفيف من العوامل الحاسمة لمعالجة الاستجابة لتغير المناخ ، يحدد الباحثون التخفيف من تغيرات المناخ، ومن ناحية أخرى، يؤثر التكيف بشكل مباشر على تغيرات المناخ مثل الفيضانات إلى حد ما، يؤدي التخفيف إلى تقليل انبعاثات غازات الدفيئة أو تخفيفها، وتصبح مشكلة حرجة اقتصاديًا وبيئيًا على حد سواء .

لدى الباحثين قلق عميق بشأن منهجيات التكيف والتخفيف فى السياقات القطاعية والجغرافية. وتعد الزراعة والصناعة والغابات والنقل واستخدام الأراضي هي القطاعات الرئيسية لتكييف السياسات وتخفيفها ويتطلب التكيف والتخفيف اهتماما خاصا على المستويين الوطني والدولي. لقد واجه العالم مشكلة كبيرة تتعلق بتغير المناخ في العقود الماضية، والتكيف مع هذه التأثيرات أمر إلزامي لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية. للتكيف والتخفيف من تغير المناخ، ينبغي للمرء تطوير سياسات واستراتيجيات على المستوى الدولي ، فى الديجرام المقابل رقم (2) نوضح قائمة الدراسات الحالية حول التأثيرات القطاعية لتغير المناخ مع تدابير التكيف والتخفيف على مستوى العالم.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846



ديجرام رقم (2) يوضح التأثيرات القطاعية لتغير المناخ مع إجراءات التكيف والتخفيف.

ما هو تغير المناخ ؟

يشير تغير المناخ إلى **التحولات طويلة المدى في درجات الحرارة وأنماط الطقس**، وقد تكون هذه التحولات طبيعية، وتحدث من خلال حرق الوقود الأحفوري وانبعاثات الغازات الدفيئة التي تعمل كغطاء يلتف حول الأرض، ويحبس حرارة الشمس ويرفع درجة الحرارة .

من أمثلة انبعاثات الغازات الدفيئة التي تسبب تغير المناخ ثاني أكسيد الكربون والميثان، يتم إنتاج هذه الغازات بواسطة التالي:

- استخدام البنزين لقيادة السيارات .
- الفحم لتدفئة المباني .
- يؤدي تطهير الأراضي من الحشائش والشجيرات وقطع الغابات إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون .
- تعتبر مدافن النفايات مصدرا رئيسيا لانبعاثات غاز الميثان.

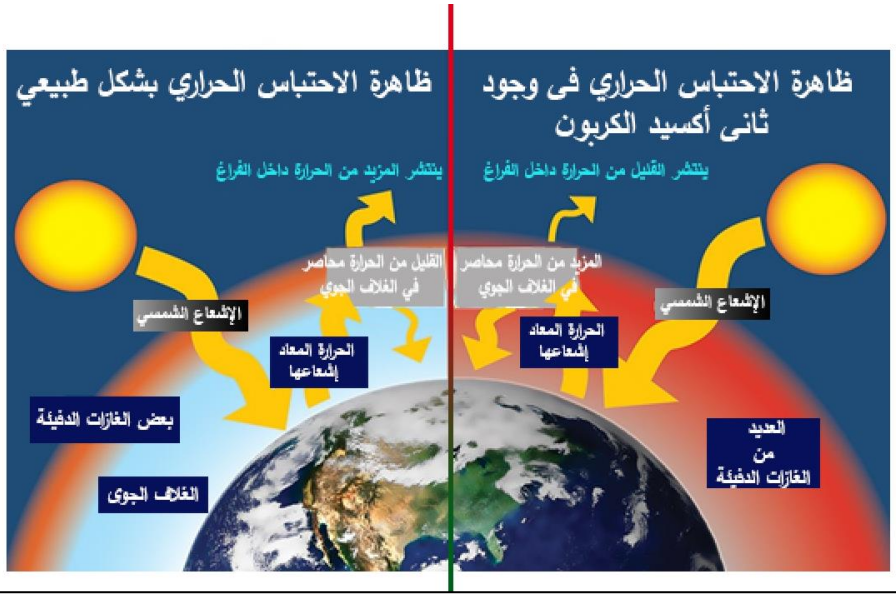
- يعد إنتاج واستهلاك الطاقة والصناعة والنقل والمباني والزراعة واستخدام الأراضي من بين المصادر الرئيسية للانبعاثات.

-غالباً ما يتم استخدام مصطلحي الاحتباس الحراري وتغير المناخ بالتبادل، ولكن الظاهرتين مختلفتان - الاحتباس الحراري هو ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية بسبب الإطلاق الواسع النطاق للغازات التي تحبس الحرارة مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان ، يعمل الغلاف الجوي كبطانة تحيط بالأرض عندما نحرق النفط أو الفحم أو الغاز الطبيعي للحصول على الطاقة، فإن ثاني أكسيد الكربون المنبعث يعمل بمثابة سماكة الغطاء الذي يغلف كوكبنا. وهذا يخل بتوازن الإشعاع الشمسي الوارد والصادر، ويخلق نظاماً دافئاً لا يستطيع إصلاح نفسه بشكل طبيعي على مدى القرون القادمة. واستناداً إلى درجات حرارة السطح والغلاف الجوي من آلاف المواقع، ومن الأقمار الصناعية في جميع أنحاء العالم، قرر العلماء أن متوسط درجة الحرارة العالمية ارتفع بمقدار 0.8 درجة مئوية (1.4 درجة فهرنهايت) منذ عام 1880. ونحن نعرف ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الوقود الأحفوري الذي يفرزه البشر. يعد الاحتراق مسؤولاً عن هذا التغيير لأن توقيعه الكيميائي الفريد يتطابق مع ثاني أكسيد الكربون الذي يدخل غلافنا الجوي الآن.

رسم بياني لتأثيرات الاحتباس الحراري: مقارنة بين مستويات ثاني أكسيد الكربون العادية والمتفشية.

- على اليسار : يتم إنشاء المستويات العادية من ثاني أكسيد الكربون(CO_2) ، والميثان(CH_4) ، وأكسيد النيتروز (N_2O) من خلال عمليات الحياة الطبيعية، مما يحبس بعضًا من حرارة الشمس ويمنع الكوكب من التجمد.

-على اليمين: الانبعاثات المتفشية لثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري تحبس الحرارة الزائدة وتؤدي إلى زيادة متوسط درجة حرارة كوكبنا. والحل هو الحد من الأنشطة البشرية التي تنبعث منها الغازات المسببة للاحتباس الحراري.



شكل رقم (1) يوضح تأثيرات الاحتباس الحراري: مقارنة بين مستويات ثاني أكسيد الكربون الطبيعية والمنتشرة.

1 عندما نحرق النفط أو الفحم أو الغاز الطبيعي للحصول على الطاقة، فإن ثاني أكسيد الكربون المنبعث يعمل بمثابة سماكة للبطانة التي تغلف كوكبنا، وهذا يؤدي إلى:

- الإخلال بتوازن الإشعاع الشمسي الوارد والصادر.
- إنه يخلق نظام احترار لا يستطيع إصلاح نفسه بشكل طبيعي خلال القرون القادمة.
- الوصول إلى أعلى درجات حرارة السطح والغلاف الجوي من آلاف المواقع، ومن الأقمار الصناعية حول العالم.

[1] A Closer Look at Climate Change - Series: Climate Change and its Causes, Effects and Prediction , Editor : Reggie Paredes , ISBN: 978-1-53614-600-4 .

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

المناخ الحيوي : Bioclimate :

هو دراسة تأثير العوامل المناخية على الكائنات الحية، ومنه يتضح أن علم المناخ الحيوي يدرس التأثير الحيوي للمناخ على الكائنات الحية بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص.

العمارة الداخلية المناخية الحيوية : Bioclimatic Interior Architecture:

يدرس علاقة التصميم الداخلي والبناء بالعوامل المناخية.

التمدن المناخي الحيوي : Bioclimatic urbanism:

إنه يهتم بالمستوى الخارجي ويكمل التطور المكاني ككل. بالإضافة إلى ذلك، ينتبه إلى مدى علاقة العوامل المناخية بالتلوث الحضري وتهيئة المناخ المحلي[2].

-لا يوجد مشروع مهما كان نوعه لا علاقة له بالمناخ من حيث:

- الإضاءة الطبيعية .
- الإشعاع الشمسي .
- ارتفاع الشمس في الصيف والشتاء.
- حركة الرياح واتجاهها .
- معدلات هطول الأمطار وأنواعها .
- درجة الرطوبة وصولاً إلى درجات الحرارة، ويتم دراسة كل ذلك على مدار الفصول الأربعة.

- كما أن المؤثرات المناخية لها تأثير مباشر على شكل المبنى وارتفاعه، والمواد المستخدمة في تصميمه، وشكل ومساحة فتحات النوافذ، ودرجة انعكاس الزجاج المستخدم، وحتى النباتات المستخدمة في الحدائق، أنواعها وأشكالها...الخ[3].

- تم تحقيق خمس ركائز في مجال التصميم الداخلي المستدام:[4]

1. كفاءة الطاقة وتخفيضها.
2. الاستخدام الأكثر كفاءة للموارد الطبيعية، بما في ذلك المواد والمياه.
3. استخدام مواد صديقة للبيئة.
4. جودة البيئة الداخلية، بما يصل إلى راحة الإنسان في البيئة السكنية، والاهتمام بالشكل البيئي.
5. تحقيق جودة التصميم .

[2] التغيرات المناخية.. آثارها.. التكيف.. الحلول - المؤلف :علي محمد عبد الله – الناشر : وكالة الصحافة العربية , ISBN .: 9789774462034 .

[3] Living With Climate Change - Editor :Trevor Letcher , Publisher Elsevier - Health Sciences Division , ISBN : 9780443185151 .

[4] Joana Figueiredo, Christopher J. Thomas, Eric Deleersnijder, Jonathan Lambrechts, Andrew H. Baird, Sean R. Connolly & Emmanuel Hanert - lobal warming decreases connectivity among coral populations - Article Published: 30 December 2021.

تطبيقات الفكر البيومناخى لرفع كفاءة البيئة الداخلية فى الفراغات المختلفة
Applications of bioclimatic concept to raise the efficiency of the interior environment in different spaces.

بين المعالجات البيولوجية ومفهوم التصميم.
Between Biological Treatments and Design Concept.

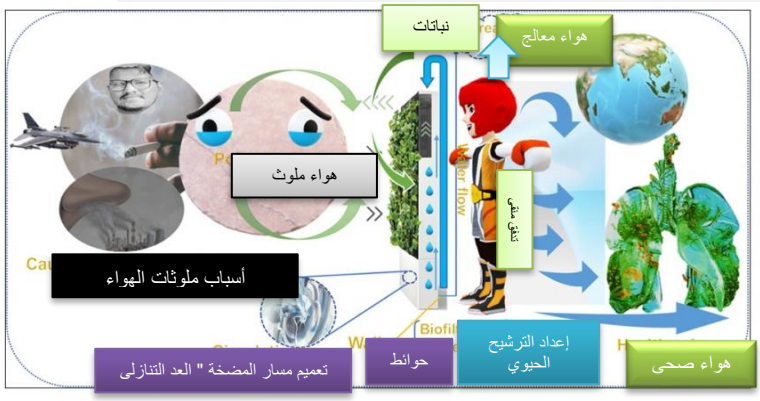
المعالجات البيولوجية
Biological treatments

- **الحد من التلوث و خلق مساحات داخلية صحية .**
- **عزل الكربون .**
- **التطهير و التنقية للبيئة الداخلية .**
- **توفير الطاقة .**
- **الراحة الحرارية للمتلقى .**

الفكر التصميمى
The Design Concept

- **الوصول إلى الحلول المثلى في التصميم الداخلي لتوفير بيئة داخلية إيجابية وصحية ومستدامة تؤثر على المتلقي مما يزيد من كفاءة الحيزات الداخلية.**

قاطوع المرشح الحيوي للتحكم في تلوث الهواء .
Biofilter Partition for air pollution control.



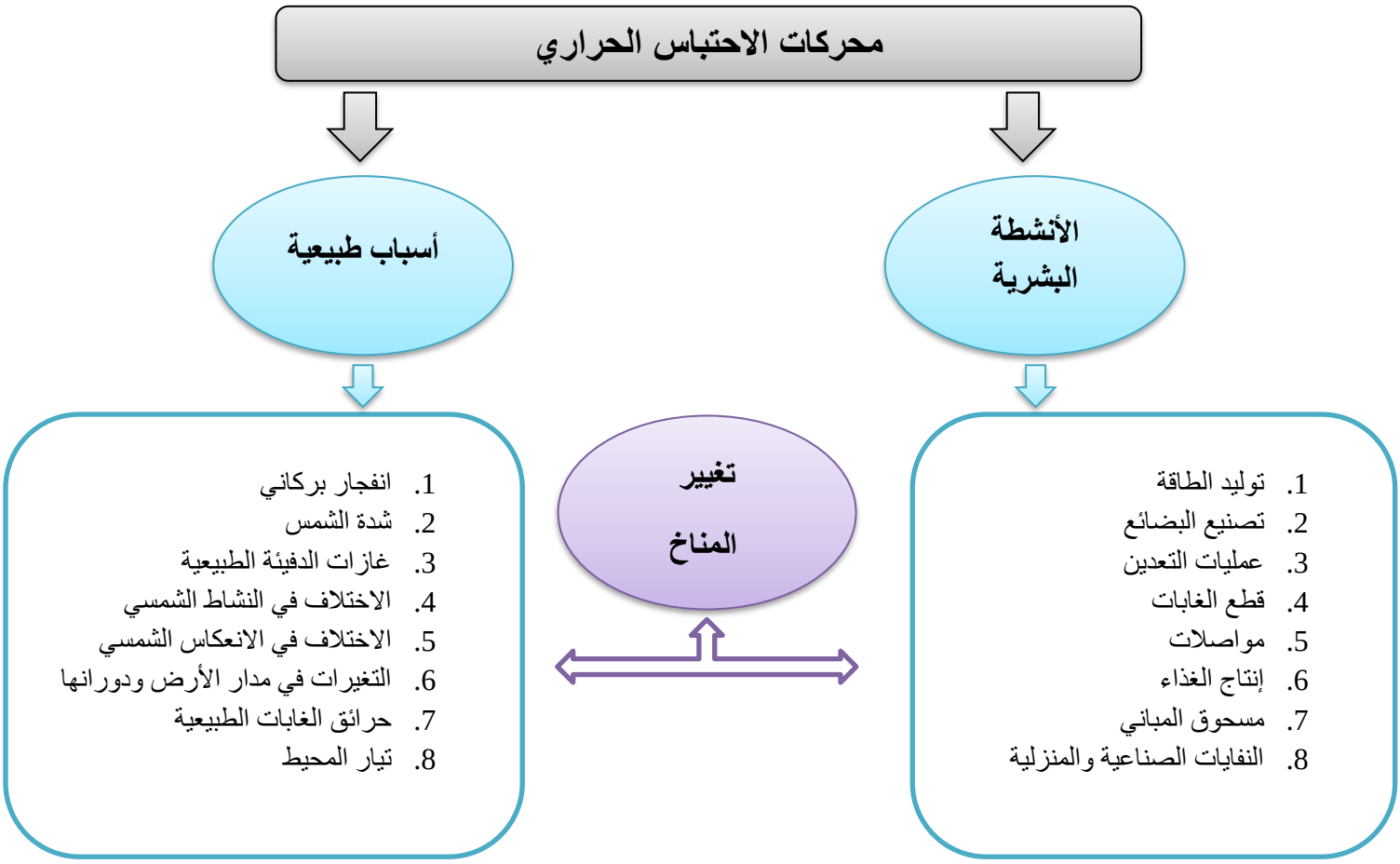
شكل رقم (2) يوضح أسباب ملوثات الهواء والهواء الصحي في الفضاءات .

- تم عمل تصميم حيوي لتحسين الأداء الحراري للكائنات الحية الداخلية من خلال استخدام الطاقة النظيفة وخلق بيئة خالية من التلوث.
-وفي الشكل المقابل رقم (2) نبين أسباب ملوثات الهواء و أنظمة الترشيح الحيوي – الهواء الصحي. [5].
- إن القوى الطبيعية مثل الثوران البركاني، وشدة الشمس، والتغيرات في تركيز الغازات الدفيئة التي تحدث بشكل طبيعي، والتغيرات في مدار الأرض ودورانها، والتغيرات في انعكاسية الأرض، والتباين في النشاط الشمسي، أدت إلى مرحلة الاحترار والتبريد للأرض قبل فترة طويلة من

[5] https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsengineeringau.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

ظهورها (كما فى الشكل رقم 1) ،ومع ذلك كانت هذه التغييرات بطيئة ودقيقة مقارنة بما قبلها ،والتي حدثت منذ منتصف القرن العشرين. لا تزال هذه الأسباب الطبيعية تلعب دورها حتى يومنا هذا، لكن تأثيرها ضئيل جدًا أو بطيء جدًا بحيث لا يتناسب مع التسخين السريع للأرض الذي لوحظ في العقود الأخيرة [6].



ديجرام رقم (3) يوضح محركات الإحتباس الحرارى

تم استخدام أنظمة تنقية و ترشيح أنظمة لتحسين جودة الهواء الداخلي لتحقيق أعلى كفاءة في إزالة الملوثات، وتحسين جودة البيئة الداخلية لتحسين المساحة الداخلية مستقبلاً.

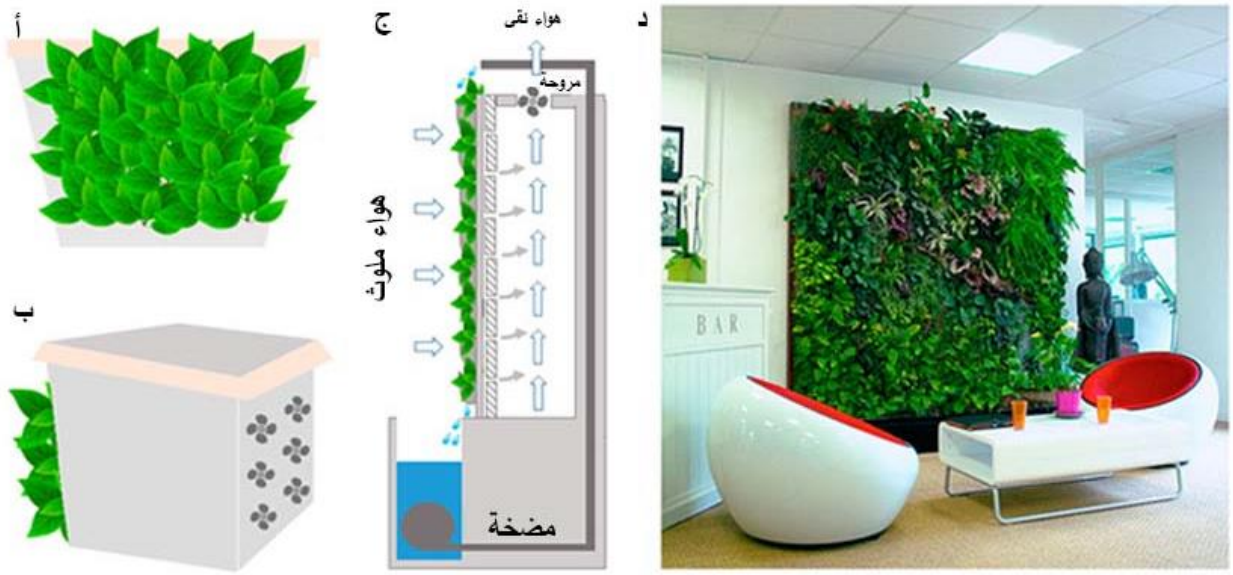
- يعد تلوث الهواء من القضايا الخطيرة اليوم، مما يؤدي إلى تدهور صحة البيئة الداخلية و الخارجية، لإن العديد من الملوثات مسببة للسرطان والأورام، وتؤدي إلى تدهور صحة الإنسان و بالتالى يتم استخدام العديد من التقنيات للتخلص من ملوثات الهواء مثل المواد الكيميائية والمرشحات الدقيقة، كما هو موضح في الشكل المقابل رقم (3)[7].

- الترشيح الحيوى هو تقنية بديلة يمكن استخدامها فى الأماكن الداخلية لإزالة ملوثات الهواء الناتجة بشكل أساسي عن الغازات المنبعثة، والتي تمثل المولد الرئيسي للملوثات بنسبة 60% تقريبًا ، يعتبر الترشيح الحيوي:

[6] Oluwafemi A. Adepoju1 · Olubunmi A. Afinowi2 · Abdullah M. Tauheed3 · Ammar U. Danazumi4 · Lamin B. S. Dibba5· Joshua B. Balogun6 • Gouegni Flore1,7 • Umar Saidu1,7 • Bashiru Ibrahim1 • Olukunmi O. Balogun8• Emmanuel O. Balogun1,7 - Multisectoral Perspectives on Global Warming and Vector-borne Diseases: a Focus on Southern Europe - DOI:10.1007/s40475-023-00283-y .

[7] https://www.frontiersin.org.

- فعالة من حيث التكلفة لإزالة الملوثات.
- يتطلب صيانة أقل من الحلول الأخرى.



شكل رقم (3) يوضح رسم تخطيطي للمرشح الحيوى. يمثل القسم (أ،ب) المنظر الأمامي والجانبي للمرشح - يمثل القسم (ج) عرض المقطع العرضي للمرشح موضحا " الهواء الملوث و الهواء النقى و المضخة " - (د) يمثل الشكل الذي سيبدو عليه نظام جدار المعيشة الداخلي.

الترشيح الحيوي النباتي النشط في ظروف واقعية

Active Botanical Biofiltration in Realistic Conditions

تمت دراسة هذا الفلتر لكل من المركبات العضوية المتطايرة القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان وتم تطبيق مفهوم المناخ الحيوي لرفع كفاءة البيئة الداخلية ورفع كفاءة الأداء الحراري للفراغ الداخلي وتم تطويره **بناءً على ثلاثة مبادئ أساسية:**

1. تحلل المركبات العضوية المتطايرة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في جذور النباتات.
2. امتصاص الملوثات من خلال الكربون المنشط.
3. امتصاص الملوثات عن طريق الماء.

شكل رقم (4) يوضح تدفق الهواء النقي إلى الفضاء الداخلي.

بينت الدراسة أن الفلتر الحيوي كما هو موضح في الشكل المقابل رقم (4) حيث إنه يقلل من المادة الكيميائية الضارة (ميثيل - إيثيل - كيتون) بنسبة 57% بتمريرة واحدة ، لذلك كانت النتيجة تعتمد على تمريرة واحدة، ثم يتدفق الهواء بشكل متكرر عبر الفلتر الحيوي. يجعل الهواء صحياً ومعالجاً بيئياً، ويجعل البيئة الداخلية نقية، ويعمل على إزالة كميات كبيرة من الملوثات الموجودة في الهواء[8].

[8] https://www.naava.io/editorial/naava-air-biofiltration

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

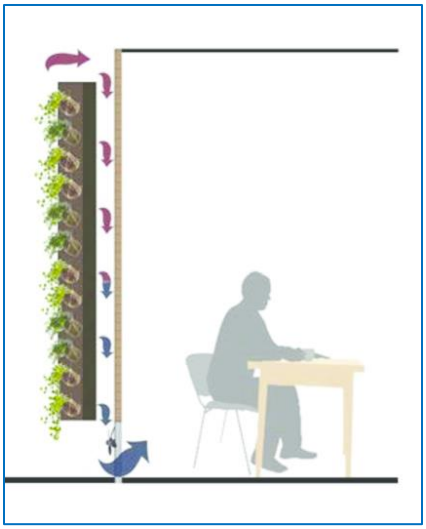
بينت الدراسة أن الفلتر الحيوي كما هو موضح في الشكل المقابل رقم (4) حيث إنه يقلل من المادة الكيميائية الضارة (ميثيل - إيثيل - كيتون) بنسبة 57% بتمريرة واحدة ، لذلك كانت النتيجة تعتمد على تمريرة واحدة، ثم يتدفق الهواء بشكل متكرر عبر الفلتر الحيوي. يجعل الهواء صحياً ومعالجاً بيئياً، ويجعل البيئة الداخلية نقية، ويعمل على إزالة كميات كبيرة من الملوثات الموجودة في الهواء[9].

تم تقييم هذاالمرشح الحيوي في بيئة داخلية وكذلك **في غرفة اختبار واسعة النطاق مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ**، وتم العثور على نسبة 5-32% كنطاق مثالي لمحتوى الماء في قاع الجذر لتحقيق أقصى قدر من إزالة المركبات العضوية المتطايرة. أشارت التجارب في ظروف مكتبية حقيقية لمدة 300 يوم إلى كفاءة مرضية في إزالة **الفورمالديهايد والتولوين (90% وأكثر من 33%، على التوالي، خلال الأيام الأربعة الأولى).** علاوة على ذلك، نجح هذا في خفض درجة حرارة الهواء الداخلي بمقدار 0.5 درجة مئوية في البيئة الحقيقية، بينما خفض درجة الحرارة بمقدار 1 درجة مئوية في ظروف المختبر كما هو موضح في الشكل رقم (5).[10].

شكل رقم (5) يوضح الفلتر الحيوي في البيئة الداخلية.

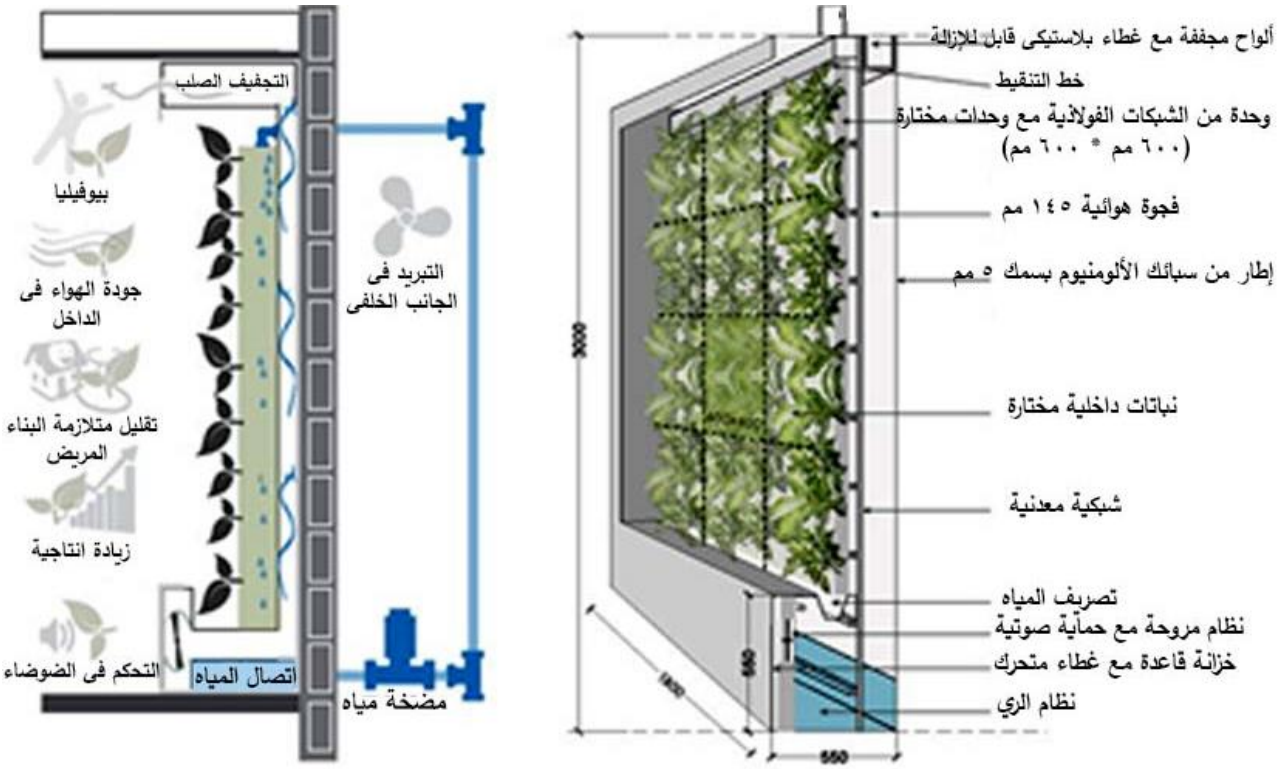
- كانت الزيادة في الرطوبة النسبية (RH) للظروف الحقيقية والمخبرية 17.7 و9-13٪ على التوالي ،علاوة على ذلك يمكن تحقيق انخفاض بنسبة 20% في إمدادات الهواء الخارجي، وبالتالي توفير الطاقة التي تحتاجها المساحة الداخلية حيث أن تركيزات التولوين والفورمالدهيد تحدد معدل التهوية القياسي[11].

"إن تقنية الجدار الأخضر النشط لإزالة ملوثات الهواء كان لها دور إيجابي على المتلقي داخل المساحات المختلفة، حيث أصبحت مرشحاً حيوياً فعالاً وصديقاً للبيئة يمكن استخدامه لرفع كفاءة المساحات الداخلية" – من خلال الجذور النباتات واستعادة دوران الهواء بحيث يصبح الجدار الأخضر مرشحًا حيويًا يعمل بشكل صحيح. أكثر كفاءة لتسريع كفاءة تنقية الهواء بالوسائل الطبيعية كما هو موضح في الشكل رقم (6 أ – ب).



شكل رقم (6 أ) يوضح الفلتر الحيوي الذي يمكن استخدامه لرفع كفاءة الفراغات الداخلية من خلال الجذور النباتات واستعادة دوران الهواء.

[9] https://www.naava.io/editorial/naava-air-biofiltration
[10] https://www.naava.io/editorial/naava-air-biofiltration .
[11] The Impacts of Climate Change , A Comprehensive Study of Physical, Biophysical, Social, and Political Issues - Editor: Trevor Letcher , Paperback ISBN: 9780128223734 - eBook ISBN: 9780128223741 .



شكل رقم (6 ب) يوضح الفلتر الحيوي الذي يمكن استخدامه لرفع كفاءة الفراغات الداخلية مع رسم توضيحى لتفاصيل الجدار الأخضر من فجوات و شبكية و تصريف للمياه .

نظام مناخى حى ذاتى التنظيم لتحقيق أعلى مستويات الكفاءة فى المساحة الداخلية

- يتم اختيار أنواع النباتات المستخدمة في المساحات الداخلية بعناية لضمان كفاءة تنقية الهواء ومرونته، ويتم اختبارها بدقة لضمان الجودة العالية والتأثير البصري. يتم غسل النباتات من التربة التقليدية ومن ثم يتم إعادة زراعتها في وسط نمو غير تربة مسامي في أوعية خاصة لتمكين دوران الهواء المعزز كما هو موضح في الشكل رقم (7).

شكل رقم (7) يوضح النظام المناخي الحي ذاتي التنظيم.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

التهوية الطبيعية في الفراغات الداخلية :

تعود أصول كلمة تهوية إلى الكلمة اللاتينية ventilatio، أو ventulus، والتي تعني النسيم، من ventus، والتي تعني الريح. Ventilatus، كان النعت الماضي من ventilare الذي تم تفسيره على أنه التلويح، أو القذف في الهواء، أو التذرية، أو التهوئة، أو التحريك، أو البدء في التحرك. في التاريخ المبكر، كان المحرقة الرومانية عبارة عن نظام تهوية ساخن تحت الأرضية يتم فيه توزيع الهواء الساخن عبر المبنى عبر الأنابيب وفتحات البلاط[12]. .

طرق التهوية الطبيعية Natural ventilation methods

-على نطاق واسع جدًا، يمكن تصنيف التهوية في المباني على أنها **"طبيعية" أو "ميكانيكية."**

-يتم تشغيل **التهوية الميكانيكية** بواسطة مراوح أو أجهزة ميكانيكية أخرى.

- تعتمد **التهوية الطبيعية** على اختلافات الضغط بين جزء من المبنى وآخر، أو اختلافات الضغط بين الداخل والخارج.

الوضع المختلط: أنظمة التهوية المساعدة، والتي تسمى أحيانًا التهوية الإلزامية المتقطعة (IMV) ، تتضمن تهوية طبيعية مكملة بأنظمة ميكانيكية لضمان الحد الأدنى من التهوية الخلفية، بينما تستخدم التهوية الطبيعية المتقدمة أحيانًا لوصف أنظمة أكثر تعقيدًا تتضمن ميزات معمارية. مميزات محددة مثل مداخن التهوية والمداخن والأعمدة وفراغات الأتريوم وآبار الإضاءة وممتصات الرياح.

تميل التهوية الطبيعية إلى أن تكون تكلفة البناء والتشغيل والصيانة أقل من التهوية الميكانيكية[13]، وبالتالي فهي الخيار الأول الذي يتم أخذه في الاعتبار أثناء عملية التصميم. ومع ذلك، قد تكون هناك ظروف حيث التهوية الطبيعية غير ممكنة وبالتالي تكون التهوية الميكانيكية ضرورية أو حيث تزيد أنظمة التهوية الطبيعية المتقدمة. تنتج التكاليف النسبية لاستراتيجيات التهوية الطبيعية من التضمين المطلوب لميزات التصميم المعماري المحددة **مثل ما يلي[14]:**

- المبنى عميق جدًا بحيث لا يمكن تهويته من المحيط.
- نوعية الهواء المحلي سيئة، على سبيل المثال إذا كان المبنى بجوار طريق مزدحم.
- تعني مستويات الضوضاء المحلية أنه لا يمكن فتح النوافذ.
- البنية الحضرية المحلية كثيفة للغاية وتحمي المبنى من الرياح.
- أنظمة تبريد الهواء أو تكييف الهواء تعني أنه لا يمكن فتح النوافذ.
- تمنع متطلبات الخصوصية أو الأمان فتح النوافذ.
- القواطع الداخلية تسد مسارات الهواء.

[12]Sotiris Vardoulakis a b c, Chrysanthi Dimitroulopoulou a, John Thornes a c, Ka-Man Lai d, Jonathon Taylor e, Isabella Myers f, Clare Heaviside a b c, Anna Mavrogianni e, Clive Shrubsole e, Zaid Chalabi b, Michael Davies e, Paul Wilkinson b- Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK , Environment International - Volume 85, December 2015, Pages 299-313.

[13] أزمة المناخ والصفقة الخضراء العالمية الجديدة ' الإقتصاد السياسي لإنقاذ الكوكب ' – المؤلف : نعوم جومسكي، روبرت بولن - الناشر: الدار العربية للعلوم .

[14] التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة - المؤلف : د. خالد السيد حسن .

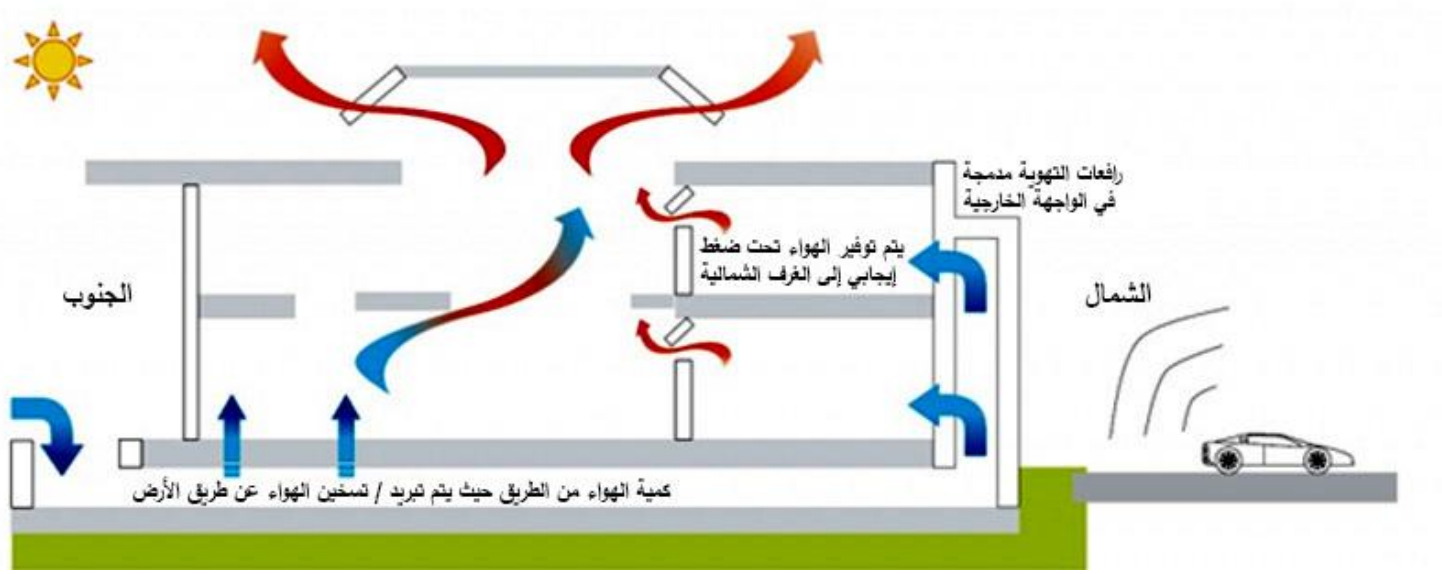
- إنشاء المسودات المجاورة للفتحات.

-يمكن تجنب بعض هذه المشكلات أو التخفيف منها من خلال الموقع الدقيق والتوجيه وتحديد المواقع وتقسيم المناطق وتصميم المبنى.

يتم تصنيف التهوية الطبيعية بشكل عام على النحو التالي:

Natural ventilation is generally classified as follows:

- التهوية المتقاطعة التي تحركها الرياح (أو التي تسببها الرياح)، حيث تعمل اختلافات الضغط بين جانب واحد من المبنى والآخر على سحب الهواء إلى جانب الضغط العالي وسحبه إلى الخارج على جانب الضغط المنخفض، كما هو موضح في الشكل رقم. (8) 1.



شكل رقم (8) يوضح التهوية المتقاطعة التي تعمل بالرياح (أو بفعل الرياح) إلى الفضاء.

تهوية المدخنة على أساس الطفو (تأثير المكدس)، حيث يدخل الهواء البارد إلى المبنى عند مستوى منخفض، ويتم تسخينه عن طريق المدخول في المساحة الداخلية، والمعدات، وأنظمة التدفئة، وما إلى ذلك، ويصبح أقل كثافة وبالتالي أكثر طفوًا ويرتفع من خلال المساحة المراد تهويتها بالخارج في الأعلى.

-تعتمد فعالية هذه الآليات على عدد كبير من المتغيرات، ولكن على نطاق واسع جدًا، تعتبر التهوية المتقاطعة مناسبة للمباني التي يصل عمقها إلى حوالي 12 إلى 15 مترًا (خمسة أضعاف الارتفاع من الأرض إلى السقف، أو 2.5 مرة الارتفاع من الأرض إلى السقف إذا كانت الفتحات ممكنة)

التهوية ضرورية في الأماكن الداخلية، حيث تعمل على إزالة الهواء "القديم" واستبداله بالهواء "النقي"، وتقوم بما يلي:[15]:

- يساعد على اعتدال درجات الحرارة الداخلية.
- يساعد على اعتدال الرطوبة الداخلية.

[15]. A. Beizaee, K.J. Lomas, S.K. Firth , National survey of summertime temperatures and overheating risk in English homes , Build. Environ., 65 (2013), pp. 4-7 .

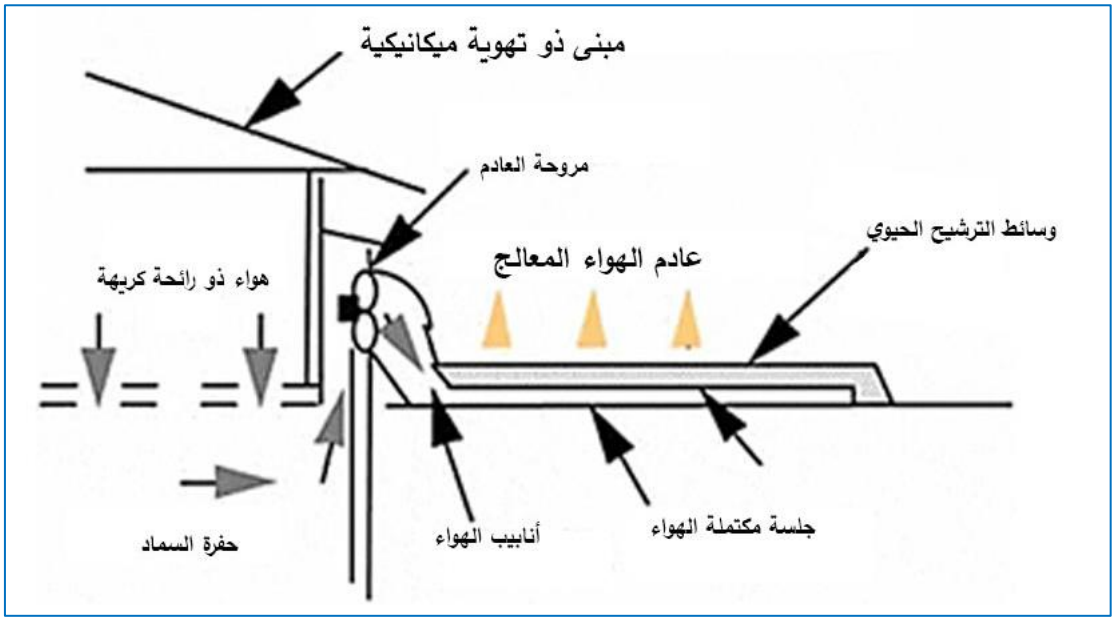
Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

- تجديد الأكسجين.
- تقليل تراكم الرطوبة والروائح والبكتيريا والغبار وثاني أكسيد الكربون والدخان وغيرها من الملوثات التي يمكن أن تتراكم خلال فترات الاستخدام.
- خلق حركة الهواء مما يحسن راحة المتلقي في الأماكن الداخلية.

دور المرشحات الحيوية للرائحة و تلوث الهواء

The role of Biofilters for odor and air pollution:

- يستخدم الزيوت الحيوية التي تعالج الهواء من الخلايا الميكانيكية ويستخدم المراوح للتحكم في تدفق الهواء [16].
- يقوم بتجميع الهواء الملوث وتحويله إلى تدفئة.
- في بعض الحالات تتأثر المواد النشطة بيولوجيا بنسبة 100 بالمئة من رائحة العادم، كما تتأثر المواد النشطة بنسبة كبيرة من الهواء المؤثر.

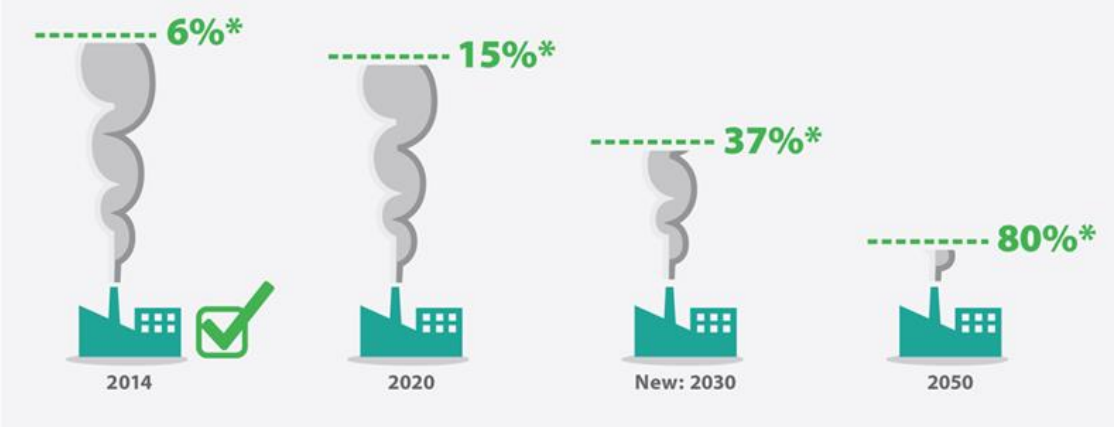


شكل رقم (9) يوضح المبنى الذي يتم تهويته ميكانيكيا.

Global greenhouse gas reduction targets الأهداف العالمية لخفض غازات الدفيئة

تم استخدام مواد صديقة للبيئة في الفراغات الداخلية لرفع كفاءة البيئة الداخلية ورفع كفاءة الأداء الحراري للفراغ الداخلي.[17] .

[16] A. Bone, V. Murray, I. Myers, A. Dengel, D. Crump - Will drivers for home energy efficiency harm occupant health? - Perspect Public Health, pp. 229-235 .



شكل رقم (10) يوضح نسب الأهداف العالمية لخفض الغازات الدفيئة.

Rattan material مادة الراتان

What is rattan material[18]؟ ما هى مادة الراتان ؟

قصب الراتان هو أحد أكثر منتجات الغابات غير الخشبية قيمة في العالم ، ينتمي النبات إلى عائلة أشجار النخيل (Calamoideae) ، ويتراوح قطره بين 1 إلى 2 بوصة وينمو من 200 إلى 500 قدم بعد التأكد من أن الجذع ناضج بدرجة كافية، يتم قطعه بحذر وفصله عن تاجه بعد فصله، يتم تقشير الجذع وتقطيعه إلى أطوال مختلفة ،ومن حيث الجمع والمعالجة، فإن حصادها ونقلها أسهل من قطع الأخشاب، وتنمو بشكل أسرع من الأشجار [19] .

شكل رقم (11) يوضح جذوع الراتان.

شكل رقم (12) يوضح عمل تغطية داخلية و خارجية من الراتان.

[17] J.A. Bernstein, N. Alexis, H. Bacchus, I.L. Bernstein, P. Fritz, E. Horner, N. Li, S. Mason, A. Nel, J. Oullette, K. Reijula, T. Reponen, J. Seltzer, A. Smith, S.M. Tarlo , The health effects of non-industrial indoor air pollution J Allergy Clin Immunol, 121 - pp. 580-589 .

[18] Rattan – A World Of Elegance And Charm By Lulu Lytle

[19] https://www.archdaily.com/931240/the-facts-about-architecture-and-climate-change?ad_medium=widget&ad_name=navigation-prev

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

الراتان هو نوع من المواد الصديقة للبيئة المستخدمة في نسج الخوص ، الراتان هو نوع شبيه بالكروم ينمو بشكل طبيعي ويعيش في المناطق الاستوائية في أستراليا وآسيا وأفريقيا. وللاستخدام الإنتاجي - يتم تقشير الجلد واستخدامه في أغراض النسيج وتصنيع الأثاث والعديد من الاستخدامات في التصميم الداخلي **و مميزاته كالتالى :**

- مواد صديقة للبيئة .
- يتميز بخفة وزنه وقوته ومرونته مما يسهل تشكيله".
- يتميز أثاث الراتان بإحترافيته، حيث يستخدم الراتان في تصميم الكرسي مثلاً، لأنه يشكل الجسم عند الجلوس، مما يريح العظام". - كما هو موضح في الشكل رقم (13) و (14)[20].

شكل رقم (13) و (14) يوضح قطع الأثاث و الإكسسوارات و العناصر التكميلية من الراتان وأيضا يوضح الجلسات و الكراسى الراتان و التى تعمل على تشكيل الجسم عند الجلوس.

شكل رقم (15) يوضح سرير و منضدة جانبية فى غرفة نوم من خامة الراتان.

شكل رقم (16) يوضح شكل قاطوع من خامة

[20] https://www.sayidaty.net/node .

مادة قش الأرز : Rice Straw material

- تم إستخدام خامة قش الأرز في بناء البيت المصري الصديق للبيئة دراسة حالة المادة كما موضح في الشكل المقابل رقم (17) .

- موسم الحصاد يكون كل عام والذي يعتبر من أكبر المشاكل البيئية الناتجة عن التخلص من المخلفات الزراعية بالحرق رغم قيمتها الاقتصادية - ارتفاع قيمة هذه المخلفات إذا تم إعادة تدويرها والاستفادة منها في توفير الموارد في العمارة الداخلية، **كذلك كالمحافظة على البيئة ومنع التلوث الكبير الناتج عن حرق هذه النفايات والتخلص منها بالطرق التقليدية.**

شكل رقم (17) يوضح لفائف قش الأرز .

تطبيقات الحبيبي "قش الأرز" كما هو موضح في الشكل المقابل رقم (18) و (19).[21].

شكل رقم (18) يوضح تطبيقات ألواح الحبيبات "RICE STRAW"

شكل رقم (19) يوضح ألواح الحبيبات .

يتم إعادة تدوير العديد من المخلفات الزراعية لاستخدامها في صناعة الأثاث. ويمكن أيضًا استخدام قش الأرز في صناعة طوب البناء وألواح البناء ،كما يمكن معالجته بحيث لا يكون عرضة للحرق والتعفن، ولا يتأثر بالرطوبة، ويتميز بقدرته على عزل الصوت والحرارة. كما يمكن إنتاجه بكثافات مختلفة من 500 إلى 1800 كجم لكل متر مكعب. يتم خلطها بالإسمنت أو بالات مضغوطة من قش الأرز، في محاولة للوصول إلى نموذج اقتصادي لبناء منازل صديقة للبيئة وغير ملوثة للبيئة. **يوفر حوالي 40% من تكلفة البناء لنفس الوحدة باستخدام طرق البناء العادية. بالإضافة إلى توفير استهلاك الطاقة والعزل الحراري الجيد لهذا الموديل.**

النتائج Results

- يلعب التصميم الداخلي دوراً أساسياً في حياتنا.
- يتأثر الغلاف الخارجي للمساحة الداخلية بالجدران والأسقف والفتحات ومعاملات خاصة حسب البيئة التي يتم إنشاء المبنى فيها.
- التغيرات في تكوين الغلاف الجوي يمكن أن يكون لها تأثير كبير على المناخ. وهنا قد يكون للبشرية دور تلعبه في تغير المناخ.

[21] https://gharpedia.com/blog/uses-of-particle-board.

Art and Architecture Journal
Volume 4, Issue 2, P 283 - 302
Print ISSN 280-5 2838
OnlineISSN 280-5 2846

- ينشأ الاحتباس الحراري من إطلاق الغازات التي تمتص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأرض إلى الغلاف الجوي.
- تعتبر البيئة الصحراوية من البيئات المميزة ذات مناخ مختلف عن البيئات الأخرى مما يؤثر على تصميم الواجهات الخارجية للمباني ويؤثر على البيئة الداخلية.
- يتم قياس مدى نجاح أو عدم نجاح المساحة الداخلية من خلال مواكبة المعالجات الخارجية والداخلية للمبنى وتحقيق مستوى الراحة الحرارية التي تؤثر على السلوك العام للمتلقي داخل المساحة..

Recommendations التوصيات

- يجب أن تتميز الفراغات الداخلية باستجابتها للمتطلبات البيئية لتحقيق أقصى استفادة من استخدام الطاقة والحد من استهلاك الطاقة والتحكم فيه، وأن تكون مناسبة للبيئة التي يقع فيها المبنى لتحقيق الغرض المقصود منه.
- تطبيق الفكر الحيوي المناخي في الفراغات الداخلية.
- واجهة المبنى هي حلقة الوصل بين الفضاء الداخلي والخارجي. يجب أن يحقق مساحة داخلية بيئية ووظيفية وجمالية تتأثر بشكل إيجابي بالأداء الحراري والمناخ.
- تحقق المعالجات البيولوجية والتصميم المتكامل أعلى مستويات الراحة الحرارية داخل المساحة الداخلية.
- قم بإعادة التدوير بشكل أكبر، يمكننا توفير الكثير من الجنيهات من ثاني أكسيد الكربون سنويًا عن طريق إعادة تدوير نصف النفايات المنزلية فقط.
- اضبط منظم الحرارة الخاص بك، إن خفض منظم الحرارة الخاص بك بمقدار درجتين فقط في الشتاء وزيادة درجتين في الصيف يمكن أن يوفر حوالي 2000 رطل من ثاني أكسيد الكربون سنويًا.
- ازرع شجرة، فالشجرة الواحدة تمتص طناً واحداً من ثاني أكسيد الكربون طوال عمرها.
- تطبيق المعالجات البيئية الداخلية المتوافقة مع الظروف البيئية المختلفة "ساحلية، صحراوية، وغيرها."
- استخدام المرشحات البيولوجية والمواد الصديقة للبيئة في التصميمات الداخلية.

Arabic References المراجع العربية

1. التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة - المؤلف : د. خالد السيد حسن .

- Altaghyorat almonakheya we alahdaf alalamya leltanmya almostdama – almoaalf : Dr . Khaled alsayed Hassan .

2. أزمة المناخ والصفقة الخضراء العالمية الجديدة ' الإقتصاد السياسي لإنقاذ الكوكب ' – المؤلف : نعوم جومسكي، روبرت يولن - الناشر: الدار العربية للعلوم ناشرون .

- Azmat almonakh we alsafka alkhadra alaamya algadeda “ alektsad alseyasy lenkaz alkawkab “ – almoaalf : Naoum gomesky & Robert yolen – alnasher : Aldar alarabya leleloum nashroun .

3. التغيرات المناخية.. آثارها.. التكيف.. الحلول - المؤلف :علي محمد عبد الله – الناشر : وكالة الصحافة العربية , ISBN : 9789774462034 .

- Altaghyourat almonakhya .. atharha….altkyouf …alheloul – almoaalf : Ali Mohamed abd allah – alnasher : Wekalt alsahafa alarabya , ISBN : 9789774462034 .

English Books الكتب الإنجليزية

4. A Closer Look at Climate Change - Series: Climate Change and its Causes, Effects and Prediction , Editor : Reggie Paredes , ISBN: 978-1-53614-600-4 .
5. The Impacts of Climate Change , A Comprehensive Study of Physical, Biophysical, Social, and Political Issues - Editor: Trevor Letcher , Paperback ISBN: 9780128223734 - eBook ISBN: 9780128223741 .
6. Living With Climate Change - Editor :Trevor Letcher , Publisher Elsevier - Health Sciences Division , ISBN : 9780443185151 .
7. Rattan – A World Of Elegance And Charm By Lulu Lytle .

Scientific articles مقالات علمية

8. Oluwafemi A. Adepoju1 • Olubunmi A. Afinowi2 • Abdullah M. Tauheed3 • Ammar U. Danazumi4 • Lamin B. S. Dibba5 • Joshua B. Balogun6 • Gouegni Flore1,7 • Umar Saidu1,7 • Bashiru Ibrahim1 • Olukunmi O. Balogun8• Emmanuel O. Balogun1,7 - Multisectoral Perspectives on Global Warming and Vector-borne Diseases: a Focus on Southern Europe - DOI:10.1007/s40475-023-00283-y .
9. Joana Figueiredo, Christopher J. Thomas, Eric Deleersnijder, Jonathan Lambrechts, Andrew H. Baird, Sean R. Connolly & Emmanuel Hanert - lobal warming decreases connectivity among coral populations – Article Published: 30 December 2021 .
10. Sotiris Vardoulakis a b c, Chrysanthi Dimitroulopoulou a, John Thornes a c, Ka-Man Lai d, Jonathon Taylor e, Isabella Myers f, Clare Heaviside a b c, Anna Mavrogianni e, Clive Shrubsole e, Zaid Chalabi b, Michael Davies e, Paul Wilkinson b- Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK , Environment International - Volume 85, December 2015, Pages 299-313.
11. A. Beizaee, K.J. Lomas, S.K. Firth , National survey of summertime temperatures and overheating risk in English homes , Build. Environ., 65 (2013), pp. 4-7 .
12. J.A. Bernstein, N. Alexis, H. Bacchus, I.L. Bernstein, P. Fritz, E. Horner, N. Li, S. Mason, A. Nel, J. Oullette, K. Reijula, T. Reponen, J. Seltzer, A. Smith, S.M. Tarlo , The health effects of non-industrial indoor air pollution - J Allergy Clin Immunol, 121 - pp. 580-589 .
13. A. Bone, V. Murray, I. Myers, A. Dengel, D. Crump - Will drivers for home energy efficiency harm occupant health? - Perspect Public Health, pp. 229-235 .

Electronic Sites المواقع الإلكترونية

14. https://www.nps.gov/goga/learn/nature/climate-change-causes.
15. https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-19718-6 .
16. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsengineeringau.
17. https://www.frontiersin.org .
18. https://www.naava.io/editorial/naava-air-biofiltration .
19. https://www.archdaily.com/966829/southeast-asias-woven-local-gem-18-projects-that-explore-the-versatility-of-rattan .
20. https://www.sayidaty.net/node .
21. https://gharpedia.com/blog/uses-of-particle-board.
22. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/File:Schematic_section.