Journal of Engineering Research

Volume 6 | Issue 5 Article 11

2022

The Impact of Breathing Buildings Envelopes on Architecture in Terms of Achieving Sustainability and Visual Formation أثر تصميم أغلفة المباني المتنفسة على العمارة من حيث تحقيق الاستدامة والتشكيل البصري

Rofaida ELAttar, ismail amer, aala amen, manal morsy

Follow this and additional works at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng

Recommended Citation
ELAttar, ismail amer, aala amen, manal morsy, Rofaida (2022) "The Impact of Breathing Buildings Envelopes on Architecture in Terms of Achieving Sustainability and Visual Formation أثر تصميم أغلفة المباني المتنفسة على العمارة من حيث تحقيق الاستدامة والتشكيل البصري," *Journal of Engineering Research*: Vol. 6: Iss. 5, Article 11.
Available at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng/vol6/iss5/11

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in Journal of Engineering Research by an authorized editor. The journal is hosted on Digital Commons, an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aaru.edu.jo, marah@aaru.edu.jo, u.murad@aaru.edu.jo.

أثر تصميم أغلفة المباني المتنفسة على العمارة من حيث تحقيق الاستدامة والتشكيل البصري

The Impact of Breathing Buildings Envelopes On Architecture In Terms Of Achieving Sustainability And Visual Formation

د/ رفيدة محي الدين محمد أحمد العطار[١] * ،أ.د/إسماعيل أحمد عامر[٢] م/ آلآء آمن أبوضيف[٣] ، د/ منال محمود أحمد مرسي[٤]
(١، ٤) مدرس بقسم العمارة بكلية الفنون الجميلة - جامعة المنيا
(٢) أستاذ بقسم العمارة بكلية الفنون الجميلة - جامعة المنيا
(٣) معيدة بقسم العمارة بكلية الفنون الجميلة - جامعة المنيا
Rofaida.ELAttar@mu.edu.eg

Abstract

The research discusses the possibility of applying breathing buildings envelopes to improve the internal environment of spaces and to reach the internal comfort required for the occupants. In additional to the visual role of this envelope, As it makes a complete isolation and separation between the building and the environment,

Despite the importance of the role of the envelope in raising the environmental efficiency of the building, there is a common concept among many, which is that the role of the envelope is limited to the visual role in addition to the isolation and complete separation between the building and the environment, while ignoring the possibility of benefiting from the external climatic conditions; As the utilization of storage and natural transfer of heat, solar energy, air, humidity and light is restricted, and reliance on mechanical systems that increase energy consumption in the building in order to reach a suitable indoor climate for the building occupants.

Therefore, this study aims to clarify the role of the envelope in integrating the artistic role and the visual image of the building while raising the environmental efficiency of the building and reaching an appropriate internal environment adapted to external environmental changes, to benefit from it while avoiding its harsh conditions, by presenting the concept of the building envelope and the factors affecting it. And its functions in general, technically, and functionally, also studying the concept of breathing envelopes, and mentioning their characteristics and role in achieving thermal comfort with indoor air quality. by making analysis for some applications of existing buildings with breathable envelopes to derive their characteristics, how they work and their efficiency.

Keywords: Breathing Envelope, Thermal Comfort, Indoor Air Quality, Evaporative Cooling, Porous Envelope, Optical modulation.

الملخص:

يناقش البحث إمكانية تطبيق أغلفة المباني المتنفسة لتحسين البيئة الداخلية للفراغات بالمباني والوصول إلى الراحة الداخلية المطلوبة للشاغلين.بالاضافة الي دورها الفني التشكيلي لتحسين الصورة البصريه الخارجيه للمباني ، فبالرغم من أهمية دور الغلاف في رفع كفاءة المبنى البيئية، الا ان هناك مفهوم شائع عند الكثير وهو أن وظيفة الغلاف تقتصر على الدور التشكيلي البصري بالاضافه الي العزل والفصل التام بين المبنى والبيئة الخارجية، مع تجاهل إمكانية الاستفادة من الظروف المناخية الخارجية؛ مما يترتب عليه تقييد الاستفادة من عمليات التخزين والنقل الطبيعي للحرارة والطاقة الشمسية والهواء والرطوبة والضوء والاعتماد على أنظمة ميكانيكية تزيد من استهلاك الطاقة بالمبنى بغرض الوصول جودة بيئة داخلية مناسبة لشاغلي المبنى.

لذلك تهدف هذه الدراسة إلى توضيح دور الغلاف في الدمج بين الدور الفني التشكيلي والصورة البصرية للمبني مع رفع الكفاءة البيئية للمبنى والوصول الى بيئة داخلية مناسبة متكيفة مع التغيرات البيئية الخارجية، وذلك للاستفادة منها مع تجنب ظروفها القاسية، وذلك من خلال عرض مفهوم غلاف المبنى والعوامل المؤثرة عليه ووظائفه بشكل عام فنيا ووظيفيا و تشكيليا، مع دراسة مفهوم الأغلفة المتنفسة على وجه الخصوص وذكر خصائصها ودورها في تحقيق الراحة الحرارية وجودة الهواء الداخلي. مع تحليل بعض التطبيقات لمباني قائمة ذات أغلفة متنفسة لاستنباط سماتها وكيفية عملها ومدى كفاءتها.

الكلمات الدالة:

الأغلفة المتنفسة، الراحة الحرارية، جودة البيئة الداخلية، التبريد التبخيري، الغلاف المسامي، التشكيل البصري.

١- مقدمة:

يعاني كثير من المجتمعات العمرانية في العديد من دول العالم – ومنها مجتمعاتنا العمرانية المحلية - من تدهور شديد في مجالات عدة أهمها المجالات البيئية؛ حيث أدى تزايد السكان وتمركز العديد منهم في المدن إلى تدهور الظروف البيئية، وزيادة معدلات استهلاك الطاقة، والذي أثر بشكل كبير على التغيرات المناخية خاصة الاقليم الحار الجاف؛ مما ألحق الضرر بالبيئة المشيدة، وذلك نتيجة لارتفاع معدل التدفق الحراري إلى داخل المبنى؛ ونتيجة لارتفاع درجات الحرارة الخارجية في معظم فترات السنة؛ جعل استخدام المنظومات الخدمية الميكانيكية والكهربائية -كأجهزة التدفئة والتبريد في المباني أمراً ضرورياً ومهماً لمحاولة الوصول للراحة الحرارية المطلوبة، بغرض الوصول لجودة بيئية داخلية جيدة ؛ الأمر الذي أثر بشكل مباشر على معدل الاستهلاك العام للطاقة، والتي أصبحت مسألة جوهرية تشغل دول العالم، بالإضافة إلى زيادة تكلفة تشغيل المباني من الناحية الميكانيكية؛ فأصبح يمثل عبئاً اقتصادياً على المستخدمين، كما أثرت بشكل غير مباشر على زيادة الانبعاثات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري، والتي ايضا تلوث البيئة الداخلية للفراغات المعمارية.

ونظراً لذلك فقد بادرت العديد من الحكومات والمجتمعات على كافة المجالات الى العمل على إيجاد الحلول الجذرية المناسبة للتصدي لهذه المشاكل في سبيل تقدم ورقي تلك المجتمعات.

ويمكن تحقيق ذلك من خلال ابتكار وتطويع أغلفة المباني نظراً لمدى أهميتها في التحكم في معدلات تدفق الحرارة والرطوبة والإشعاع الشمسي وحركة الهواء من الخارج إلى الداخل والعكس لتعمل بمختلف أجزائها على خدمة المستخدمين؛ بما يحقق توفير القدر الكبير من الراحة الحرارية للشاغلين، آخذاً بعين الاعتبار ملاءمة المبنى مع البيئة الطبيعية الخارجية متفاعلاً معها ومستفيدا من مواردها وطاقاتها المتجددة، بما يحسن البيئة الداخلية بأقل تكلفة. وهذا هو الهدف الرئيسي من البحث بالاضافة لمراعاة التشكيل البصري للواجهات الخارجية للمباني المستخدمة لتلك الأغلفة.

١-٢ إشكالية البحث:

تتمثل إشكالية البحث في التركيز علي الدور الفني التشكيلي للمبني لدي بعض المعماريين و إغفال الدور البيئي الوظيفي لغلاف المبنى كعنصر اساسي يحمي ويتحكم ايجاباً في البيئة الداخلية للمبنى وراحة الشاغلين حيث انه حلقة الوصل بين البيئة الداخلية والخارجية لأنه يعمل بمثابة البشرة في جسم الإنسان، فهو الذي يحمي المبنى من مختلف العوامل الجوية الخارجية، كما انه يكتسب أكبر قدر من الطاقة الحرارية الداخلة.

٢/١ ... هدف البحث:

يهدف البحث إلى رصد الدور الوظيفي لأغلفة المباني المتنفسة في رفع كفاءة المباني بالاضافه الي الدور التشكيلي لها وذلك من خلال الأهداف الثانوية التالية:

-دراسة مفهوم أغلفة المباني ووظائفها والعوامل المؤثرة عليها.

-دراسة متطلبات الراحة الانسانية بالفراغات الداخلية ودور الغلاف في تحقيقها.

-توضيح مفهوم الأغلفة المتنفسة وخصائصها المختلفة مع ذكر بعض التطبيقات على تلك الأنظمة.

-رصد وتحليل بعض نماذج أغلفة المباني المتنفسة وتوثيق أنظمتها المختلفة.

٣/١ ... فرضية البحث:

يفترض البحث بأنه يمكن تحقيق الراحة الحرارية وجودة البيئة الداخلية من خلال تطبيق المفهوم الاساسي للأغلفة المتنفسة المستدامة للمباني؛ لتكون قادرة على الاستجابة والتكيف مع التغيرات البيئية والمناخية الخارجية مع مراعاه التشكيل البصري،وذلك لتحقيق دور الغلاف في الدمج بين الدور الفني التشكيلي والصورة البصرية للمبني مع رفع الكفاءة البيئية للمبنى والوصول الى بيئة داخلية مناسبة متكيفة مع التغيرات البيئية الخارجية.

٤/١ ... المنهجية المتبعة:

اعتمدت منهجية البحث لتحقيق الهدف منه على منهجين متكاملين مع بعضهما البعض حيث تتمثل المنهجية فيما يلي:

***المنهج الاستقرائي:**

لدراسة مفاهيم أغلفة المباني المتنفسة بصريا ووظيفيا وأنواعها، مع توضيح أهم خصائصها.

***المنهج التحليلي:**

دراسة تحليلية تطبيقية لبعض النماذج لأغلفة المباني المتنفسة لاستنباط سماتها وكيفية تحقيقها لبيئة داخلية تتسم بالراحة الحرارية المناسبة و رفع جودة الهواء الداخلي مع كفاءة استهلاك الطاقة.

وصولا الى عرض لأهم النتائج التي توصل إليها البحث وأهم التوصيات لفتح المجال أمام الباحثين في المستقبل في هذا المجال.

٢-مفهوم غلاف المبنى :

يعرف غلاف المبني انه الغشاء المحيط بالمبني الناتج عن توظيف مجموعه من العناصر المختلفه في ضوء علاقات تحكم هذه العناصر وفقا لمقاييس وقواعد جماليه وحسيه وتعبيريه ، وهو ما يعكس رؤيه المعماري الفنيه ومدي نجاحه في تحقيق الملاءمه الشكليه والتناغم البصري للمبني مع البيئة المحيطة وتحقيق الجمال والابهار والمواءمه وتحقيق انطباعات نفسيه متولدة عنه ايجابيا او سلبيا.

١/٢بصريا :

يعرف غلاف المبني انه الغشاء المحيط بالمبني الناتج عن توظيف مجموعه من العناصر المختلفه في ضوء علاقات تحكم هذه العناصر وفقا لمقاييس وقواعد جماليه وحسيه وتعبيريه ، وهو ما يعكس رؤيه المعماري الفنيه ومدي نجاحه في تحقيق الملاءمه الشكليه والتناغم البصري للمبني مع البيئة المحيطة وتحقيق الجمال والابهار والمواءمه وتحقيق انطباعات نفسيه متولدة عنه ايجابيا او سلبيا (مرسي،٢٠١٨).

فعمليه التشكيل المعماري ينتج عنه اشكال مجسمه ثلاثية الابعاد تتركب من عنصرين اساسيين هما الكتله والفراغ ، ومن خلال دراسة العلاقه بينهما ومن خلال بعض الخصائص المحددة تنتج الصورة البصرية للمباني (مرسي ٢٠٠٨) وتتلخص تلك المحددات في التالى:

١/١/٢ الشكل العام للمبني:

ويمكن تحليل الشكل الي عناصره الاوليه وكذلك تصنف الاشكال تبعا لعدة متغيرات وطبقا لخواص محددة الي اشكال هندسيه بسيطة واخري عضويه او مركبه من كلاهما ، كما يمكن تصنيفها الي اشكال مركزيه او خطيه او اشعاعيه او شبكية ، وطبقا لحواف الشكل الي اشكال حادة الحواف او منحنيه وناعمه ، كذلك تتنوع تلك التصنيفات في تاثيرها النفسي لدي المشاهد.وهناك عوامل متعددة ومتداخله تلعب دورا هاما في التاثير البصري لشكل المبني وهي :نسب ابعاد المبني – ارتفاع المبني- حجم الكتله المبنيه – خط السماء – البروز والردور- حدود المبني الخارجية. (مرسي،٢٠١٨)

٢/١/٢ الشفافيه والمساميه : فتعرف الشفافيه على انها الخاصيه التي تسمح بمرور الضوء من خلال السطح بنسب متفاوته ويمكن الرؤيه من خلالها ، اما بالنسبة للمساميه فهي نسبه مساحة الفتحات الموجودة في حوائط المبني او الفراغ مقارنة بالمساحة الكليه لحوائط المبني والتي تسمح بدخول الهواء ولا يقتصر دورهما تشكيليا وبصريا فقط بل يلعبا دورا هاما في التصميم البيئي للمبني ،(مرسي،٢٠١٨).

٣/١/٢ الفتحات: و تعرف الفتحات على انها مفتاح العلاقه بين الداخل والخارج والتي تحكم نجاح المبني وتحقيق الراحة لمستخدميه فالفتحات هي ملامح وسمات المنشأ وتعكس ملامح الطابع العام للمبني وتشير الي عصر بناؤه ويتاثر تشكيل الفتحات بعدة عوامل بيئية وظيفيه هامه وهي: (التهويه وحركة الهواء (الراحة الهوائيه) – الاضاءة والتشميس (الراحة البصرية)– رؤيه الوسط المحيط (Meiss1990),

٤/١/٢ المفردات الانشائية: وتعرف المفردات الانشائية على انها تلك المفردات التي تساهم في التفاصيل سواء كانت ناتجة عن الطرز المعمارية أو أسلوب الإنشاء أو الجداريات أو الزخارف فى إعطاء القيمة الجمالية للصورة البصرية للمبني من خلال دراسة العلاقات المتبادلة بين تلك العناصرو تكامل ادوارها بحيث لا يمكن إضافة أو حذف أى منها ، وهذه التفاصيل تشمل (الطرز – عناصر الإنشاء – الجداريات),(Meiss1990).

٥/١/٢ اللون :ويعرفاللون على انه عنصراً بصريا هاما في واجهات المباني حيث بدوره يتم إدراك التشكيل بصورة أكثر تكاملاً وهو ظاهرة ضوئية تتيح التميز بين العناصر و إعطاء التأثير الجمالى للمبنى، ولا بد أن يكون اختيار اللون متناسباً مع الموقع الجغرافى والثقافى حيث ترمز الألوان فى بعض الأحيان إلى معانى متعلقة بثقافة ومعتقدات مجتمع ما، كما تساعد على تأكيد الكتل وإيجاد علاقة بين الأحجام ،كما يلعب اللون دورا هاما في التصميم البيئي للمبني في مختلف البيئات (مرسي ٢٠١٨)، فيفضل الالوان الفاتحة ما بين الابيض والاصفر والبيج بدرجاته في البيئات الحارة او الصحراويه لتعكس الاشعاع الشمسي المباشر والحول دون تخزين الطاقة الحراريه داخل حوائط المبني لتقليل الانبعاث الحراري داخل المبني وتحقيق الراحة الحراريه لمستخدمي المبني.

٦/١/٢ الملمس: ويعرف الملمس على انه الشعورالمرئي وتعد خاصية الملمس من الخصائص الهامة للأسطح التى تؤثر مباشراً فى الإدراك البصري للمباني ،ويعطى التنوع فى الملمس انعكاس يعبر عن غنى الواجهة كما يستخدم فى تعديل الخصائص التصميمية للأسطح، لذا لا بد من دراسة العلاقة بين المسافة والسطح الذى يساعد على رؤية الملمس لنقل الصورة بوضوح، الأمر الذى يؤدى إلى نجاح الإدراك الجمالى البصري للمباني،(مرسي،٢٠١٨).

٧/١/٢ المواد: فالمواد هي ما يتركب منه الشيء ويقوم به، وهي تتخذ أشكالا مختلفة، وهي التي تؤثر علي واجهات المباني - موضوع البحث - وعلى الصورة البصرية وقد يكون تطور طرق الإنشاء عبر التاريخ هو نتيجة مباشرة لمحاولة اكتشاف أقصى إمكانية لتطويع مواد البناء سواء كانت حديثة أو تقليدية فى إضفاء النواحى الجمالية على الواجهات و يشير "August perret"* أن "الجمال المعمارى يتحقق من خلال المصداقية فى التعبير عن استخدام المواد الطبيعية بحيث ترضى الاعتبارات الجمالية والوظيفية معاً فيعتمد جمال المبنى على ثلاث مظاهر جمالية ألا وهى الشكل والكتلة والملمس الي انواع الكمواد الحديثة المستخدمه في اغلفة المباني والتي تحقق توافقا بصريا وحلا بيئيا وظيفيا ملائما لطبيعه المبني وموقعه ،(مرسي،٢٠١٨).

٢/٢ وظيفيا:

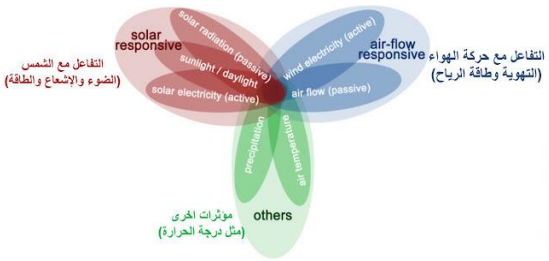
يمثل غلاف المبني حلقة الوصل بين المبنى وبيئته الخارجية للاستفادة من الظروف المناخية الخارجية الطبيعية المناسبة وتوظيفها للوصول لبيئة مريحة لمستخدمي الفراغات الداخلية. مع تجنب الظروف المناخية الخارجية القاسية التي تؤثر بالسلب على نسب الراحة داخل الفراغات .

ويكون هذا الاتصال من خلال الرؤية أو الخروج والدخول من وإلى المبنى، أو من خلال التأثيرات الخارجية من ضوضاء وحرارة ورياح وما غير ذلك من العوامل الخارجية التي تؤثر على الفراغ الداخلي ، أو من خلال تكامل أنظمة الإضاءة والتهوية الطبيعية داخل المبنى ،(محي الدين-عطوة-الحجر ،٢٠٠٣) و من أهم العناصر والمؤثرات على الغلاف الخارجي والتي تتمثل في التالي:

٢/٣العوامل المناخية الخارجية:

وتشمل هذه العوامل الشمس وأشعتها ودرجة الحرارة الناتجة عنها والرطوبة النسبية،و حركة الهواء والرياح. وتختلف هذه العوامل طبقا للمناخ المحلى ، اما إذا تجاوزت العوامل تلك الحدود فإنها تحتاج إلى بعض المعالجات والنظم للتكيف التي تستهلك طاقة كإحتياج لزيادة قدرة التكيفات التي تعد غير صديقة للبيئة، كما بالشكل-١

* معماري فرنسي، له مساهمات رائدة في مجال البناء الخرساني، حيث أعلنت منظمة اليونسكو عام ٢٠٠٥ أحد مبانيه المُعاد إنشائها بعد الحرب العالمية الثانية في لو هافر بفرنسا موقعا للتراث العالم.



شكل (١) يوضح العوامل المناخية المؤثرة على غلاف المبنى ، (Beltrán, ٢٠١٢م)

١/٢/٣الصوت:

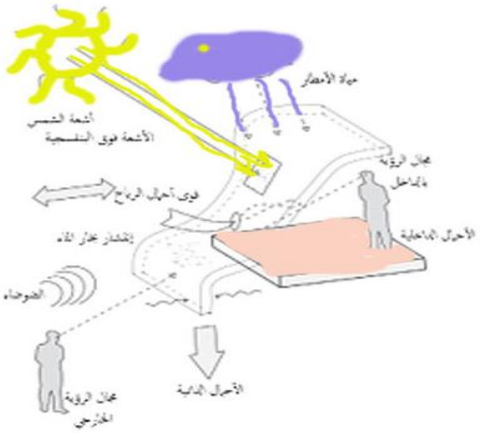
غالبا يصعب السيطرة التامة علي التلوث الضوضائي، بسبب كثافة المناطق الحضرية. فهو خليط متضارب من الأصوات ذات استمرارية غير مرغوب فيها، ومن المعروف ان الضوضاء تسبب الإزعاج والتوتر العصبي، وإذا زادت نسبة الضوضاء عن ٩٠ ديسيبل قد يفقد الإنسان السمع.

٢/٢/٣ الأمطار:

هطول المطر هو أحد أهم مكونات دورة المياه في الطبيعة وهي المسؤولة عن حركة المياه في نظام الغلاف الجوّي للأرض، وتتمثّل في العديد من العمليات؛ كالتبخّر، والنتح، والتكاثف، والهطول، والجريان السطحي، وغيرها ، حيث يتمّ من خلال هذه الدورة إعادة تدوير المياه للمحافظة على وجود المسطّحات المائية، واستمرارية تكاثف السحب، ويؤدي تبريد الهواء إلى تكثيف الرطوبة المخزنة فيه مما يؤدي إلى هطول الأمطار.

٣/٢/٣ الملوثات الخارجية:

وتشمل الغبار والأبخرة والرطوبة وهي من بين الملوثات الرئيسية في الهواء الخارجي التي يمكن أن تؤثر على جودة الهواء الداخلي وبالتالي على صحة الشاغلين ، كما في شكل رقم ٢.



شكل (٢) يوضح عناصر غلاف المبنى وأهم المؤثرات الخارجية عليه ، (Knaack ، ٢٠٠٧م)

٣-متطلبات الراحة الداخلية:

تعرف الراحة على انها الحالة التي يكون الفرد فيها راضياً عن رفاهيته والمناخ المحيط به. (Bluyssen ، ٢٠٠٩) ويمكن تقسيم متطلبات الراحة إلى أربعة وهي:

١/٣الراحة الحرارية:

وهي الحالة الشعورية التي تعبر عن الرضى بالبيئة الحرارية حيث درجات الحرارة العالية تضر بصحة المستخدمين بالفراغ. فمن الممكن أن تسبب العديد من المضايقات كضربة شمس أو نوبة قلبية. ويزيد خطر الإصابة بنوبة قلبية بمجرد أن تتجاوز درجة حرارة جسم الإنسان ٤٠درجة مئوية وتختلف من شخص لاخر علي حسب الحالة الصحية العامة والحالة البدنية والعمر ونوع الملابس والمبلغ من السعرات الحرارية المنفقة.

كذلك الخطورة تكمن في ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى ، التي يتم إطلاقها بكثرة في الغلاف الجوي بالسنوات الأخيرة ،والتي تتسبب في زيادة درجة حرارة الأرض. فإذا كانت الأرض شديدة الحرارة أو شديدة البرودة ، فإنها تشكل خطرا على جميع الكائنات الحية.

كما تؤثر الزيادة في درجة الحرارة المحسوسة في مثل هذه البيئة على كفاءة العمل وتركيز المستخدمين داخل المباني بشكل سلبي وتقلل من كفاءة التشغيل. على الرغم من الاحتياطات المتخذة ، فستزداد درجات الحرارة المحسوسة خاصة في المناطق الحارة وستصبح بيئة العمل غير مواتية

وهناك معياران أساسيان لتحديد شروط الراحة الحرارية:

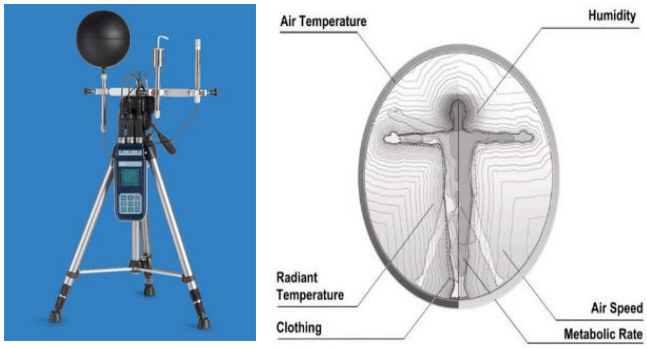
- (TS EN ISO 7730) الوسائط الحرارية المتوسطة وتحديد ظروف الراحة الحرارية
- (TS EN 27243) البيئات الساخنة و تقدير ضغط الحرارة

ومن هذه المعايير معيار (TS EN ISO 7730) وهو المعيار المستخدم في البيئات المعتدلة. حيث يغطي المواصفة القياسية وشروط عدم الرضا الشخصية .

اما المعيار (TS EN 27243) يغطي ظروف عدم الرضا البيئية. وترتبط المتغيرات البيئية بدرجة حرارة الهواء والحرارة المشعة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء. كما يوجد مؤشران في هذا المعيار يحددان ظروف عدم الرضا الشخصي:

- (PMV) تصويت متوسط متوقع.
- PPD(النسبة المئوية المتوقعة غير راضية) ، أي متوسط النسبة المئوية غير المرغوب فيها (نسبة عدم الرضا الشخصي)

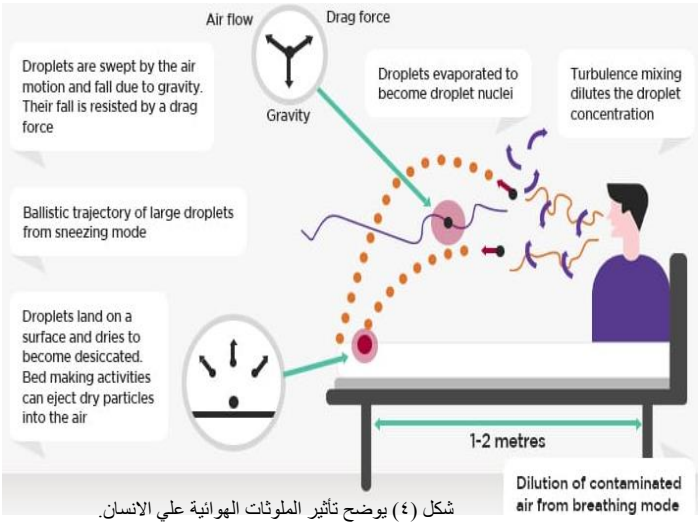
وتستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم لتحديد الراحة الحرارية ، ويتم تحديد المدة التي يمكن للمستخدمين الذين يتعرضون لارتفاع درجات الحرارة المحيطة العمل في هذه البيئة ، و يوضح شكل -٣ كلا من شكل محددات الراحة الحرارية للإنسان وأحد أجهزة قياسها .



شكل (٣) يوضح شكل محددات الراحة الحرارية للإنسان وأحد أجهزة قياسها ، (Beltrán, ٢٠١٢م)

٢/٣الراحة الهوائية:

ترتبط الراحة الهوائية بجودة الهواء الداخلي و يمكن تحقيق الراحة المرغوبة من خلال التهوية الكافية وتوفير معدل تبادل الهواء الثابت و يتم تحديد الراحة الهوائية والصحية من خلال البعد عن مصادر التلوث ،وتركيزات الهواء، وأنواع الملوثات، ومعدل وكفاءة التهوية، ومن بين مصادر التلوث المختلفة نجد الفيروسات والجراثيم والجسيمات المختلفة والتي تسبب مخاطر كبيرة على أي إنسان فتنتشر الفيروسات من خلال التلامس المباشر مع سوائل الجسم والهواء على شكل جزيئات ،فتدفق الهواء والتهوية المصممة جيدًا في الأماكن الداخلية يمكن أن يلعب دورًا مهمًا في التخفيف من انتشار مسببات الأمراض المحمولة جواً . (Bluyssen ، ٢٠٠٩)،كما بالشكل رقم ٤.



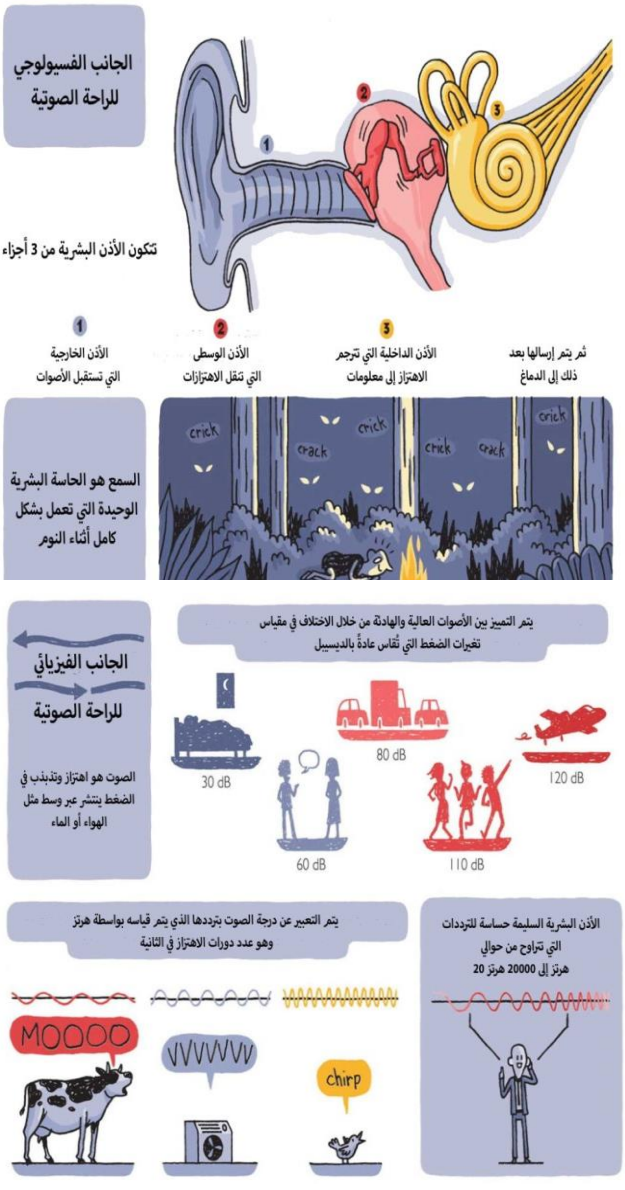
شكل (٤) يوضح تأثير الملوثات الهوائية علي الانسان.

٣/٣الراحة البصرية:

تتأثر الراحة البصـــرية إلى حد كبير بكمية الضـــوء في الغرفة وجودة ألوانها والتوهج. وتعتبر جودة وكمية الإضـــاءة في المباني ذات أهمية كبيرة لأن ظروف الإضاءة غير الكافية أو السيئة قد تساهم في المشاكل الصحية والنفسية لدى الأفراد. ويتم تحديدها من خلال درجة الإضـــاءة والانعكاســـات،و الرؤية، ومؤشـــر اللون والترددات. (Bluyssen ، ٢٠٠٩)

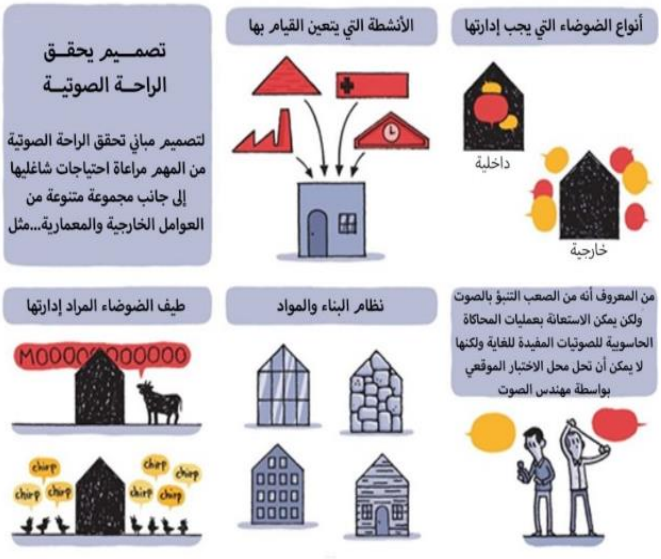
٤/٣الراحة الصوتية:

تتحقق الراحة السمعية عندما تكون مستويات الصوت منخفضة بدرجة كافية حتى يتمكن المستخدمين من التركيز والتواصل بشكل صحيح مع الآخرين دون اضطرابات سمعية أخرى. ويتم تحديد الراحة السمعية من خلال مستويات الصوت، والترددات، والمدة الزمنية،و خصائص الامتصاص من حيث الجانب الفسيوبوجي ، والقدرة البشرية للأذن السليمة وحساسية المترددات من ١حتي ٢٠٠٠٠٠ هرتز. (Bluyssen ، ٢٠٠٩) ،كما في الشكل-٥



شكل (٥) يوضح الجانب الفسيولوجي للراحة الصوتية ومدي قدرة الاذن البشرية السليمة

ولتحقيق متطلبات الراحة المذكورة خاصة متطلبات الراحة الحرارية والهوائية – أحد اهتمامات البحث لما لكل منهم من تأثير مهم على صحة وراحة الشاغلين في ظل تدهور الظروف البيئية الخارجية في وقتنا الحالي، نوصي بالاعتماد على نظام البناء والمواد التي لها فاعلية في العزل كالعزل الصوفي والفلين وغيرهما من أساليب البناء التي تقوم بشتيت أو تقليل حدة الضوضاء سواء داخل أو خارج المبني فالأغلفة الفعالة الغير تقليدية تتمكن من الاستجابة والتكيف مع المتغيرات المحيطة التي تكون متغيرة ومتقلبة باستمرار والتي تغير معها متطلبات الراحة لدى الإنسان ـ كما في الشكل-٦ .



شكل (٦) أنواع الضوضاء الداخلية والخارجية التي تؤثر علي المبني

٤ـمفهوم التنفس:

١/٤مفهوم التنفس من المنظور البيولوجي:

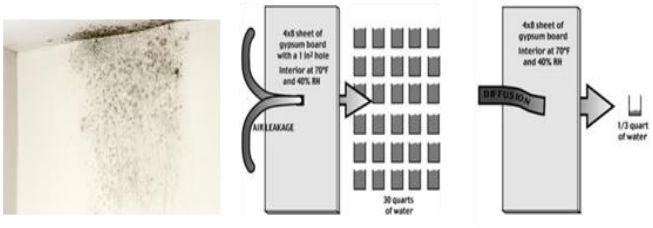
التنفس هو عملية حيوية للكائنات الحية التي تعتبر ضرورية لاستمرار الحياة وهي تمثل إحدى عمليات التفاعل بين الكائن الحي والمحيط الحيوي. كما يمكن تعريفه على أنه عملية يقوم بها الكائن الحي بغرض نقل الهواء من وإلى أجهزة الجســم المختلفة في الكائنات الحية، وذلك لتزويد الجسـم بالأكسـجين اللازم لإنتاج الطاقة اللازمة لكافة الأنشـــطة الحيوية التي يقوم بها. بالإضـــافة إلى الحفاظ على درجة حرارة الجسـم مع التخلص من ثاني أكسـيد الكربون مما يحمي الجسـم من حالات التسمم (السيد ، ٢٠١٥).

تعتبر أنظمة التنفس البيولوجية من أهم أنظمة التكيف الحرارية البيولوجية، فإنها تخلص جســم الكائن الحى من الحرارة و الرطوبة الزائدة عن طريق تبادل الهواء من المحيط البيئي الخارجي إلى الأجهزة التنفســية للكائن الحي ونقل الحرارة من الجســم إلى الجلد الخارجي الذي يعمل كمشــعات حرارية للتخلص من الحرارة الداخلية الغير مرغوبه عن طريق التلامس المباشــر مع تدفق الهواء أو عن طريق التبريد التبخيري من خلال عمليات التعرق(Bluyssen ، ٢٠٠٩) .

٢/٤ مفهوم التنفس من المنظور المعماري:

إن مفهوم التنفس من المنظور المعماري يتشـــابه كثيراً مع مفهوم التنفس في الكائن الحي إلا أنه لا يمثل المفهوم الشـــامل لمبدأ التنفس في العمارة. حيث ان عملية التنفس في الكائن الحي تمثل حركة الهواء من البيئة الخارجية إلى الأجهزة التنفسية للجسم لتزويده بالأكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون وبقية الغازات غير المرغوب فيها. فكذلك التهوية في المبنى هي حركة الهواء من المحيط الخارجي للمبنى إلى الفراغات الداخلية؛ بغرض تهويتها وتحقيق الراحة الحرارية بهدف الوصـول لبيئة داخلية صحية. إلا ان العامل الذي يتم تجاهله عند وصف الغلاف المتنفس هو عامل الرطوبة النسبية وانتقالها من وإلى الفراغات والتي تؤثر بشكل مباشر على الراحة الحرارية للمستخدمين. لذا فإن تشبيه عملية التنفس في المباني بالرئتين في الكائنات الحية مع تجاهل عامل الرطوبة هو مفهوم غير صـــحيح (greenbuilt.org ٢٠٢١).وعادةً ما تكون حركة الهواء غير المنضـــبط عبر أغلفة المباني أمراً غير مستحباً خاصـةً في فصل الشتاء، حيث يمكن أن يحمل الهواء المنقول كميات كبيرة من بخار الماء الذي يمكن أن يتراكم على الأســـطح الباردة داخل الجدار مما يزيد بشـــكل كبير من معدل الرطوبة النســـبية داخل الفراغات ويزيد من احتمالية تكون العفن على أسـطح تلك الفراغات وبالتالي يؤثر على معدل الراحة الحرارية وجودة البيئة الداخلية للفراغات أنظر شـــكل ٤. لهذا الســـبب يعد تســـرب الهواء المحمل

بكميات كبيرة من بخار الماء داخل المبني من أكبر المسببات للمشاكل الناتجة عن الرطوبة بعد المياه السائبة الناتجة عن التسريبات التي تحدث بسبب أنظمة الصرف والأمطار(greenbuilt.org ٢٠٢١).



شكل ٤ يوضح بخار الماء المتراكم والأضرار الناتجة عنه **(Elghawaby, 2012)**

٥-الأغلفة المتنفسة (BE)(Breathing Envelopes):

١/٥مفهوم الأغلفة المتنفسة:

مع انتشار مجال بيولوجيا البناء الذي صيغ في ألمانيا في عام ١٩٦٩م استخدم مفهوم "جدران التنفس" للدلالة على الجدران القادرة على نشر بخار الماء لضمان جودة الهواء الداخلي باستخدام مواد طبيعية أو صناعية أو كليهما، حيث تسمح بمرور الرطوبة لمنع تراكم المياه الضارة داخل نسيج غلاف المبنى أو محيطه، كما أن المعماري حسن فتحي استخدم المصطلح نفسه لوصف عمليه تدفق الهواء عبر الجدران المصنوعة من مواد طبيعية، بالإضافة إلى قدرتها على امتصاص الرطوبة من الهواء، وبالتالي تقليل درجة حرارة الهواء عن طريق التبريد التبخيري **(Elghawaby, 2012)** ، ان الأغلفة المتنفسة هي أيضاً أغلفة ذكية قادرة على التكيف مع مختلف الظروف المناخية، وتستخدم مصادر الطاقة الطبيعية والمتجددة، مثل التحكم في تدفقات الهواء وبخار الماء عبر السطح بأكمله وتبريد المساحات الداخلية، لتوفير متطلبات شاغلي المباني من التدفئة والتبريد وجودة الهواء والبيئة الداخلية، ومن خلال وسائل واستراتيجيات مختلفة تقلل من معدل استهلاك الطاقة، مثل التهوية الطبيعية والتبريد التبخيري وإنشاء مناطق عازلة. لذلك يوصى ان يتم تصميم غلاف المبني وواجهته كغلاف حي يستجيب للظروف البيئية وله القدرة علي تغيير خصائصه لتلبيه احتياجات المبنى، بهدف تعزيز السلوك الحراري للأغلفة مع خلق أجواء حرارية ديناميكية داخل المساحات المعمارية لتوفير بيئة مريحة لشاغلي المبنى **(Masri, 2016)** .

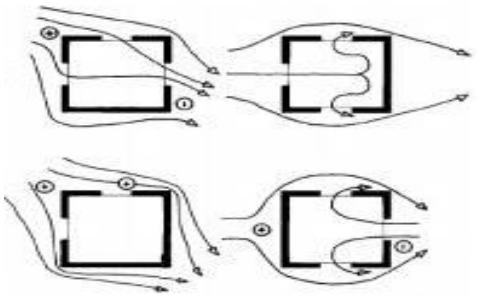
٢/٥خصائص الأغلفة المتنفسة :

تنقسم خصائص الأغلفة المتنفسة الي خصائص خاصة بالتحكم في نقل الهواء " التهوية"، وأخري خاصة بالتحكم في نقل المياه "الرطوبة"، وذلك لما لهم من تأثير كبير على الأداء الحراري وجودة البيئة الداخلية للمبنى.

١/٢/٥ التحكم في انتقال الهواء "التهوية":

تتطابق عملية تبادل الهواء بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة بشكل كبير مع عملية انتقال الهواء بين المباني والبيئة المحيطة شكل رقم ٥. ، فترجع حركة الهواء داخل الرئتين وخارجها الي الاختلاف في الضغط عند حدوث عملية الشهيق والزفير التي يقوم بها معظم الكائنات الحية. أيضاً ينتقل الهواء بالمباني من المناطق ذات الضغط المرتفع إلى المناطق ذات الضغط المنخفض.

فالمقصود بعملية انتقال الهواء بالمبنى هو تبادله من المحيط الخارجي إلى داخل المبنى، والحفاظ على نسب الأكسجين المناسبة في الفراغات الداخلية **(Stavridou,(2015)**،

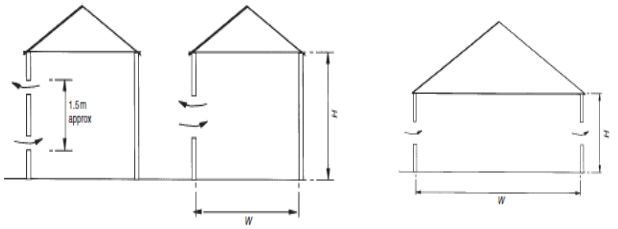


شكل ٥: يوضح عملية تبادل وحركة الهواء في المباني والبيئة المحيطة **(Awbi, 2002)**.

وحيث ان تقليل تركيزات ملوثات الهواء من خلال السماح بتدفق الهواء عن طريق الغلاف بأكمله بتأثير الاختلاف الطبيعي في ضغط الهواء والحرارة بين الداخل والخارج للوصول إلى الراحة الحرارية المطلوبة، مع المساهمة في تقليل واستبعاد ملوثات الهواء لتحقيق جودة الهواء الداخلي. ويمكن التحكم في انتقال الهواء داخل المبنى بشكل عام عن طريق استراتيجيات التهوية الأتية:

- **التهوية الطبيعية:**

تتم عن طريق القوى الطبيعية كالرياح من خلال فتحات المبنى التي تتمثل في النوافذ والابواب والمداخن وابراج الرياح شكل ٦. وتعتمد على عدة عوامل مثل طبيعة المناخ وتصميم المبنى من حيث التوجيه والشكل وتصميم الفتحات والغلاف وغيرها.

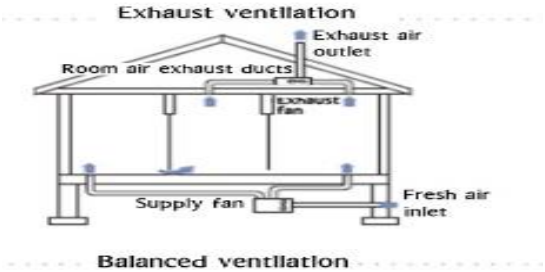


(أ) نظام التهوية من جانبين (ب) نظام التهوية من جانب واحد

شكل ٦: يوضح أنظمة التهوية الطبيعية (Awbi, 2002)

- **التهوية الميكانيكية:**

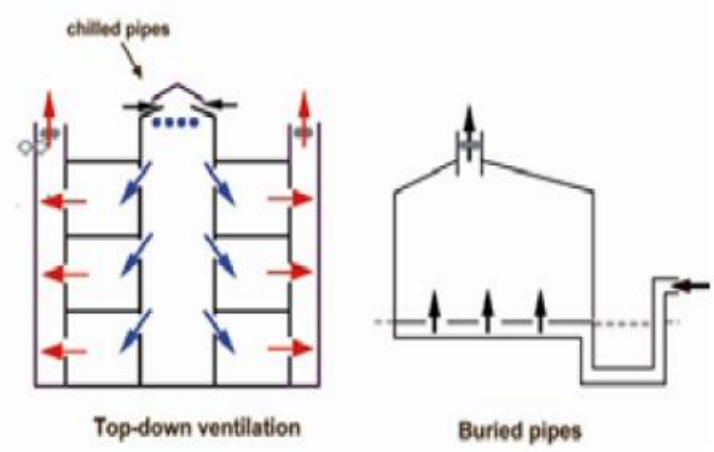
ويتم استخدامه عندما تكون القوى الطبيعية غير قادرة على تحقيق معدل التهوية المطلوب أو وجود مشكلات تلوث الهواء الخارجي للمبنى، وتتنوع نظمها للتحكم في تدفق الهواء بدءاً من استخدام المراوح وصولاً إلى أجهزة تكييف الهواء شكل ٧، ويتم اختيار النظام المناسب حسب احتياجات التهوية المناسبة والتكلفة، وظروف المناخ **(Chartier ,Pessoa-Silva, 2009)** .



شكل ٧: يوضح أنظمة التهوية الميكانيكية (Chartier, Pessoa-Silva, 2009).

- **التهوية الهجينة:**

تعتمد التهوية الهجينة على قوى دافعة طبيعية لتوفير معدل التهوية المطلوب، كما تستخدم التهوية الميكانيكية عندما لا تكون التهوية الطبيعية وحدها مناسبة شكل ٤٨ وذلك لتوفير استهلاك الطاقة الناتج عن الاستخدام المفرط للأنظمة الميكانيكية.**(Soeta ,Shimokura, 2017)** .

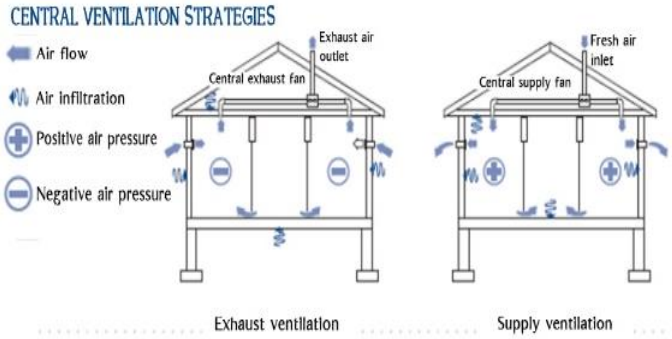


شكل ٨: يوضح بعض أنظمة التهوية الهجينة **(Chartier, Pessoa-Silva, 2009)**.

- **التكيّف** :

هو مصـدر الإلهام الرئيسـي لفكرة الأغلفة المتنفسـة والتي تمكنها من تجديد الهواء داخل الفراغات بهواء غني بالأكسـجين، بطريقة مشـابهه لكيفية عمل الأجهزة التنفسـية لبعض الكائنات الحية، ومن ناحية أخرى الوصـول إلى نسبة الرطوبة المناسبة في هواء الغرفة، وذلك من خلال تبـادل الهواء المتحكم فيـه، من خلال دمج أنظمـة تهويـة مبتكرة ذكيـة للغلاف للتمكن من الاستفادة من القوى الطبيعية لمحاولة الاعتماد بشكل أكبر على التهويـة الطبيعيـة وتقليـل اسـتهلاك النظم الميكـانيكيـة في التهوية. وتتبع نظم التهوية الذكية احدى الاستراتيجيات التالية (greenbuilt.org ٢٠٢١):

- **التهوية الطبيعية الذكية:** تشمل أنظمة نقل الهواء من خلال الغلاف عن طريق تزويده بنظم حركية ذكيـة تعمل على ادخال الهواء الخـارجي للفراغات الداخلية واسـتجابة للتغيرات المناخية والمتطلبات البيئية الداخلية شكل ٩.
- **التهوية الهجينة الذكية:** تعتمد فيها على أنظمة هجينة مع اسـتخدام أنظمة تحكم ذكية لتفعيل التهوية الطبيعية من خلال غلاف المبنى في



الظروف المناخية المناسـبة، مع تفعيل التهوية الميكانيكية عند الحاجة فقط في الظروف المناخية القاسـية لتحقيق اقصـى قدر من التهوية الطبيعية والتقليل من استهلاك الطاقة.

شكل ٩: يوضح أنظمة التهوية الطبيعية الذكية عبر غلاف المبنى (archdiwanya.com2020)

٢/٢/٥ التحكم في انتقال المياه "الرطوبة":

ويقصـد بالرطوبة ما ينتج عن الماء كغاز "بخار الماء".خيث لا يتعلق الأمر فقط بقدرة الغلاف على السـماح لبخار الماء بالمرور خلاله ، ولكن أيضـاً حول قدرة الغلاف على امتصاص وإطلاق الماء كبخار "Hygroscopicity" وقدرة الغلاف على امتصاص وإطلاق الماء كسائل ."Capillary" حيث يؤثر الماء على صحة نسـيج غلاف المبنى، و على الأداء الحراري وصـحة البيئة الداخلية للمبنى وشاغليه، لذلك إن إستراتيجية التعامل مع الماء في الهواء وفي نسيج غلاف المبنى أمر أساسي لنجاح أداء المبنى **(Stavridou,(2015)** ،

ومن المهم إزالة غالبية الرطوبة الداخلية عن طريق التهوية الجيدة و التخلص من غالبية الرطوبة الخارجية من خلال سـطح حماية فعال للطقس ونظام صـرف جيد. لكن بالرغم من أهمية التهوية إلا انها ليسـت بديلاً عن الآليات الرئيسـية لإزالة الرطوبة والوقاية منها داخل نسـيج الغلاف، لذا فإن وجود إسـتراتيجية للتعامل مع هذا أمر مهم للتصـميم الجيد. فهي الطريقة الأكثر فعالية للحفاظ على مسـتويات الرطوبة المستقرة وغير الضارة داخل نسيج المبنى، **(thermafleece.com).**

٦ـتطبيقات على أغلفة المباني المتنفسة:

يعد غلاف(Bloom) شكل ١٠ الذي اقترحته المعمارية "Drois Kim Sung"*غلاف متنفس قادر على التحكم في انتقال الهواء عن طريق غلاف ذكي مكون من مجموعـة من الألواح من المعادن الحرارية ثنائية المعدن المتصلة بعضها ببعض، والتي تتحرك وفقاً للتغيرات في درجة الحرارة. حيث تتفاعل الألواح الحراريـة ثنـائيـة المعـدن دون أي اسـتخـدام للطـاقـة عن طريق خصـائصـها المتأصـلة وعوامل البيئة المحيطة. لتفتح وتغلق بشـكل فعال استجابة للضوء والحرارة من تلقاء نفسها **(Sung, 2008)**

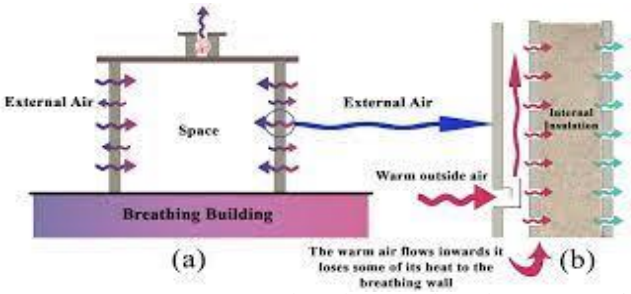
شكل١٠: يوضح تصميم غلاف Bloom المتنفس **(materialdistrict.com)**

وطبقاً لأنظمة التهوية الطبيعية الذكية يتم فتح فتحات الغلاف عند تسـخن أشـعة الشـمس للغلاف المعدني، ليتمدد ويتسـبب في تقوس الالواح، لتسـمح الفجوات بين الألواح بالتوسـع والانحناء بسـرعات مختلفة وفي أوقات مختلفة من اليوم. حيث يتفاعل كل لوحة مع التأثير المادي ويتغير شـكل الغلاف ببطء عند فتحه، ليتسـرب الهواء عبر الثقوب شـكل ١١، وعندما يبرد المبنى، أثناء المسـاء والليل، ينغلق الغلاف مجددا. وفي حالة الرغبة في خروج الهواء الساخن من الأسفل سوف ينفتح السطح ويصعد الهواء الساخن ويتحرك من خلال الغلاف بنفس الطريقة تلقائياً دون أي مصدر للطاقة.

كما يعد الغلاف المسامي من أهم التطبيقات على الأغلفة المتنفسة، حيث انه غلاف منفذ للهواء، يعتمد على مواد مسـامية، يخترقها تدفق هواء طبيعي - نتيجة لفرق الضغط -و يكون قادر على التحكم في تدفق الهواء عبر السطح بأكمله(Bluyssen ، ٢٠٠٩) ،و يعمل كمبادل حراري وعازل نشـط شـكل ١٢، مما يقلل من تسـرب الحرارة الداخلية من داخل الفراغات للخارج في فصل الشتاء (Angelotti, Mazzarella, 2017)، كما يعمل على تبريد المسـاحات الداخلية من خلال استراتيجيات تبريد طبيعية مختلفة في فصل الصيف، و يساعد أيضاً على ضـبط معدل الرطوبة في المناطق الجافة من خلال انتشـار بخار الماء عبر الغلاف لتحسين جودة الهواء .(Tiderenczl,2000).

شكل١١: يوضح الانحناءات لاجزاء الغلاف اثناء سقوط أشعة الشمس عليه

* دوريس كيم سونغ هي مهندسة معمارية أمريكية كورية. تشغل سونغ منصب مدير برامج البكالوريوس في احد كلية الهندسة الأمريكية في الهندسة المعمارية.



شكل١٢: يوضح تدفق الهواء والحرارة عبر الغلاف المسامي**(Imbabi, Peacock,2003)**

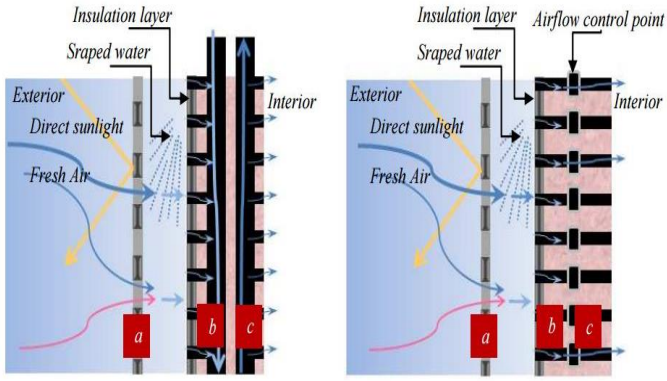
كما، يوضح الشكل ١٣ نموذج لغلاف متنفس مسامي، والذي يتكون من ثلاث طبقات وهي:

-الطبقة الخارجية: وهى الطبقه المقاومة للعوامل الجوية حيث انها قادرة على منع أو تقليل ضوء الشمس المباشر، ويمكن أن تكون طبقة بسيطة مصنوعة من مادة مسامية لها القدرة على امتصاص الرطوبة مثل المنسوجات الطبيعية أو الطين أو الخشب أو القصب، ويمكن أن تكون هذه الطبقة طبقة أكثر تعقيدًا وتتكون من فتحات قابلة للفتح قادرة على التحكم في شدة ضوء الشمس وفقًا لأوامر مطلوبة مبرمجة مسبقًا أو وفقًا لرغبة الإشغال.

-الطبقة الوسطى: تشبه طبقة "البشرة" في جلد الإنسان، فيمكن أن تكون من مواد بناء مسامية او تحتوي على مداخل للتحكم في تدفق الهواء ونظام رش الماء وشبكة مجاري الهواء، حيث تهدف هذه الطبقة إلى تحقيق بعض المهام مثل العزل الحراري و تبريد تدفق الهواء عن طريق التبريد التبخيري ثم استقبال تدفق الهواء والتحكم فيه عن طريق شبكة مجاري الهواء.

- الطبقة الداخلية: تحتوي الطبقة الداخلية على منافذ تهوية محكومة بإدارة كل من نظام إدارة المباني ورغبة الإشغال مع طبقة تشطيب تسمح بمرور بخار الماء ولا تغلق مسام المادة المكونة للغلاف.

كما يمكن دمج هذه الأغلفة المسامية بشكل فعال مع أنظمة التدفئة والتبريد الصناعية لتقليل الاعتماد الكلي عليها وبالتالي التقليل من استهلاك الطاقة والكهرباء الناتج عنهم.



شكل١٣: يوضح نموذج لطبقات غلاف مسامي(Bluyssen، ٢٠٠٩) .

٧- الأمثلة التحليلية:

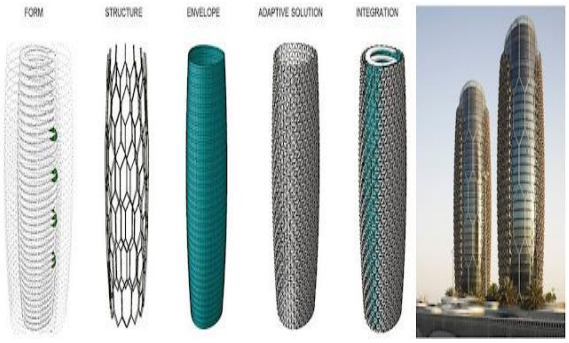
في هذه الجزئية من البحث يتم عمل دراسة تحليلية لأربعة حالات دراسية عالمية و محلية والتي قد تم تطبيق أنظمة الأغلفة المتنفسة على أغلفتها لتحقيق مبادئ العمارة البيئية المستدامة، لاستنتاج أنظمة غلاف للتحكم في حركة الهواء والرطوبة النسبية المناسبة للفراغات الداخلية والمعالجات المعمارية المختلفة التي تؤثر على الراحة الحرارية وجودة البيئة للفراغات الداخلية مع توفير استهلاك الطاقة.

٨-١ دراسة حالة غلاف مبنى :Al Bahar Office Towers

هي بمثابة المقر الرئيسي لمجلس الاستثمار المحلي بإمارة أبوظبي، حيث تقع على الشاطئ الشمالي لجزيرة أبوظبي. تم تصميمه بواسطة شركة "Aedas Architects"بالتعاون مع "Arup Engineers" عام ٢٠٠٩ م فهو يعتبر مبنى مستدام معاصر ذو واجهة تفاعلية متجاوبة تستجيب للبيئة الخارجية. وتبلغ مساحة المشروع (٥٦٠٠٠ متر٢) للاستخدام المكتبي، ويتكون من ٢٧ طابقاً بارتفاع ١٤٧متر فهوعبارة عن برجين متماثلي الشكل دائريين بارتفاع ١٥٠ متراً **(مصطفى, أسامة, قاسم, محمد, عطوة, سعد. ٢٠١٦)**.ويتكون غلاف كلا من البرجين من طبقتين داخليه وخارجية ليتكاملا في تحقيق دورا تشكيليا وبيئيا محددا كالاتي :

- تشكيليا : تتشكل الطبقه الخارجية للغلاف والتي تبعد عن الغلاف الداخلي بمسافه ٢ متر من شكل وفكرة المشربيه وهي وحدات سداسية الشكل مقسمه الي وحدات مثلثه الشكل قابله للطي وهي بنظام تظليل ديناميكي ، فالمشربيه تقدم حلولا وظيفية وجمالية معاصرة تستمد أصولها من الفكر الإسلامي وتتسق مع مفاهيم الحداثة والتكنولوجيا المعاصرة .

- بيئيا : بحيث تتركب الطبقه الداخلية من هيكل زجاجي ظاهر نسبياً يمثل الغلاف الداخلي للمبنى، والتي تتكامل بدورها مع الطبقه الخارجية ذات نظام التظليل الديناميكي مستجيبة لظروف الطاقة الشمسية والضوء المثلى والمستوحى من فكرة المشربية شكل ١٤،



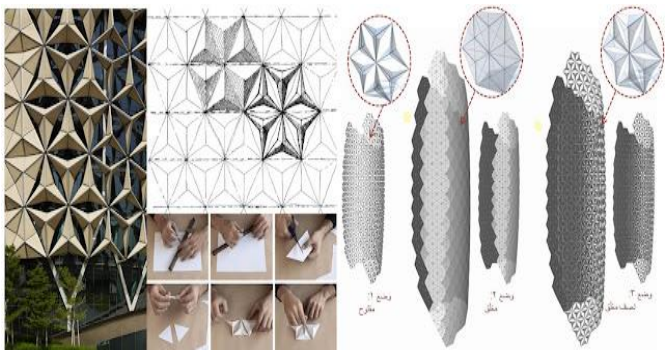
شكل ١٤: يوضح طبقات الغلاف بأبراج البحر واستجابة نظام التظليل بالغلاف استجابة للمناخ الخارجي **(Karanouh, Kerber 2015**

ونظام التظليل هذا عبارة عن شاشة تتكون من شكل سداسي مقسم إلى وحدات مثلثة الشكل قابلة للطي شكل ١٥. تعمل كأجهزة تظليل فردية تتحرك بزوايا مختلفة استجابة لحركة الشمس من أجل التقليل من الإشعاع الشمسي المباشر (Attia, 2018) ويتم التحكم فيه بواسطة الكمبيوتر من خلال برنامج لتتبع حركة أشعة الشمس التي تتحكم في تسلسل الفتح والإغلاق وفقًا لزاوية الشمس. حيث يتم ربط البرنامج بأجهزة الاستشعار التي تقدم ردود فعل مباشرة إلى المحرك مثل شدة الرياح وزوايا الاشعاع الشمسي ومستويات المطر، لتعمل على توجيه حركة الوحدات.

شكل ١٥: يوضح الوحدات المتحركة المكونة لنظام الغلاف ودورها في التكيف **(Karanouh, Kerber 2015)**

فتظل المظلات مطوية في الليل لتسمح بمجال رؤية مفتوح من خلال الواجهة الزجاجية، وتفتح عند شروق الشمس مع تتبعها لتلك الأشعة، فكلما تحركت الشمس لتسقط اشعتها على بعض المناطق من المبنى تتبعها تلك المظلات حيث تفتح وفقاً لحركة أشعة الشمس(الرشيدي ٢٠٢٠) شكل ١٦، لتساعد تلك المشربية الديناميكية في خفض نسبة اشعة الشمس التي تدخل المبنى إلى النصف، كما انها تسمح بتدفق الهواء للداخل لتهوية فراغات المبنى حيث تعمل حركة هذه الوحدات عمل الرئة في الشهيق والزفير فعند فتح النوافذ بالغلاف الداخلي للمبنى يتدفق الهواء بشكا انسيابي داخل الفراغات ليزودها بالهواء النقي من الخارج ويطرد الهواء الملوث الذي يتصاعد إلى الأعلى لينتج مبنى متنفس يوفر الصحة لمستخدميه، وبذلك يتم

توفير نسبة كبيرة من الطاقة الكهربائية المستخدمة بالمبنى، بالإضافة إلى ما سبق فإن استخدام المظلات لتوفير الظلال للمبنى ساعد في الاستغناء عن الزجاج الداكن الذي يعوق الاستفادة من ضوء الشمس الخارجي في جميع الأوقات، مما ترتب عليه عدم استخدام الإضاءة الصناعية في النهار وتوفير الكهرباء الناتج عن استهلاكها **(Karanouh, Kerber 2015)**.



شكل ١٦: يوضح تفاصيل النظام الحركي استجابة لحركة الشمس والهواء **(Karanouh, Kerber 2015)**

و قد تم تقييم هذا النظام بأنه يقلل من الأحمال الحرارية التي يمكن اكتسابها بأكثر من ٥٠ % وبالتالي تقلل من كفاءة استهلاك الطاقة الناتجة من الطلب على أجهزة تكييف الهواء بنسبة تزيد عن ٢٠٪ وايضا انبعاثات الكربون(**الرشيدي ٢٠٢٠**).

٨-٢دراسة حالة غلاف مبنى The Bloomberg Headquarters Building :

هو بمثابة المقر الأوربي الجديد لشركة بلومبرج، يقع في وسط مدينة لندن بين كاتدرائية سانت بول وبنك إنجلترا، تم تصميمه وبناءه بواسطة Norman Foster عام ٢٠١٧ م. يتكون المبنى من كتلتين متصلتين بجسور شكل ١٧، حيث تبلغ مساحة الكتلة الشمالية نحو(٧٥٠٠٠ متر^{٢})أما الكتلة الجنوبية تبلغ مساحتها نحو (٤٠٠٠٠ متر^{٢}) ، واعتمد تصميم المبنى على مبادئ الاستدامة والعمارة الخضراء كفلسفة أساسيه لكل جانب من جوانبه، وهو انعكاس لتوجهه شركة (Bloomberg)التي تعمل بمجال الاستدامة، حيث أعتمد المبنى على معايير واشتراطات التقييم لنظام(BREEAM) لتقييم المباني المستدامة والخضراء، فقد حقق مبنى بلومبرج اعلى تقييم من نظام(BREEAM) للمرحلة التصميمة للمباني المكتبية، حيث تميز تصميمه خارجيا وداخليا بمراعاة المحيط التاريخي المميز لموقعه مما انعكس بصريا على تشكيل غلافه الخارجي وتصميم واجهاته والتي جاءت مواكبه لكل من عنصر الزمن والتقدم التكنولوجي والاستدامة البيئية، لتقييم المباني المستدامة والخضراء.(Shahin, 2019)

شكل ١٧: يوضح كتلة المبني والممرين الكتلتين (archdiwanya.com2021)

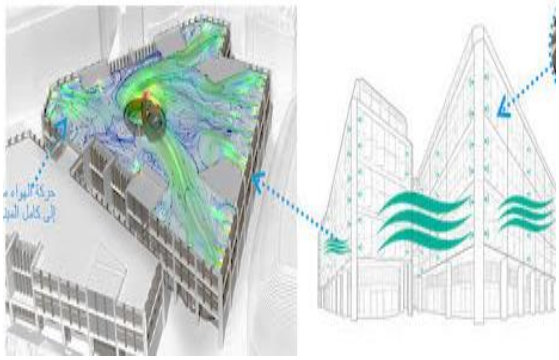
يتكون غلاف المبنى من إطار هيكلي من الحجر الرملي مع مجموعة من الكاسرات المتحركة الشبيهة بالزعانف البرونزية الكبيرة الحجم، والتي تعمل على تظليل الغلاف الداخلي للمبنى المصنوع من الزجاج الممتد من الأرض إلى السقف.

حيث تختلف هذه الزعانف في الحجم والكثافة عبر كل واجهة ، ويتم فتح وغلق هذه الزعانف الموجودة بالغلاف استجابة لدرجة الحرارة الخارجية حيث انها تتحرك وفقاً لزاوية الشمس لتوفير الظل مما يقلل من الحرارة المكتسبة عبر الغلاف، كما ان ذلك الغلاف المتنفس يعتمد على منظومة متكاملة لتوفير التهوية الطبيعية عن طريق فتح وغلق تلك الزعانف عندما تكون الظروف الجوية المحيطة معتدلة، مما يسمح للمبنى بالعمل في وضع تهوية طبيعية "متنفسة" شكل١٨ .

شكل ١٨: يوضح دراسة المبني بصريا ووظيفيا من خلال الاغلفة archdiwanya.com Bloomberg.

ومن خلال عناصر التدفق الذكي للهواء الموجودة داخل الإطار الحجري وأيضاً داخل ألواح السقف المتكاملة، وفي اتجاه الفناء المركزي شكل ١٩.

وفي الظروف المناخية غير المناسبة، يتم استخدام مركز توليد الطاقة في الموقع للحفاظ على مستوى الحرارة الداخلية المناسبة مع خفض انبعاثات الكربون وذلك يؤدي إلى تقليل الاعتماد على أجهزة التبريد والتهوية الميكانيكيةو تقليل استهلاك الطاقة بشكل كبير(الرشيدي، ٢٠٢٠).

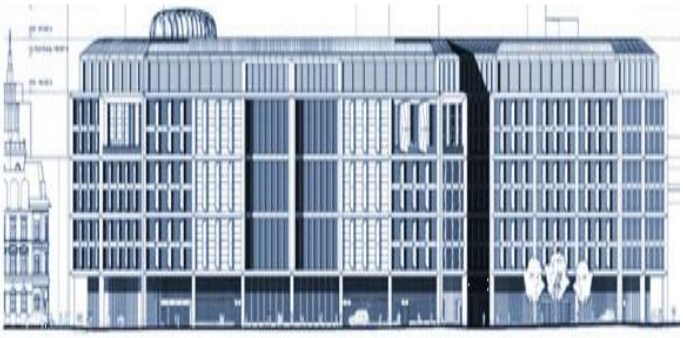


شكل ١٩: دراسة تأثير حركة الرياح علي المبني بوجود الاغلفة (archdiwanya.com) Bloomberg

بالإضافة الى اعتماد غلاف المبنى على العديد من نظم التظليل الأخرى والتي تتمثل في: تظليل الممر بين الكتلتين، وتثبيت وحدات تظليل زجاجية على الأدوار السفلية من غلاف المبنى، بالإضافة الى البروز بكتلة المبنى ببعض الأدوار العلوية لتظليل الجزء التجاري بالأدوار السفلية من المبنى، شكل ٢٠.

يتميز المبنى بتوافقه مع بيئته وتكيفه معها ومع احتياجات المستخدمين وذلك ليس فقط من خلال غلاف المبنى والأنظمة الذكية المتصلة به ليعتمد بشكل أساسي على التهوية والاضاءة الطبيعية. لكن طبق المبنى الكثير من اعتبارات ومبادئ العمارة المستدامة (Shahin, 2019) وأهمها التالي:

- كفاءة استخدام الموارد من خلال استخدام الخلايا الشمسية للاستفادة من الطاقة الناتجة عن اشعة الشمس في توليد المزيد من الكهرباء، بالإضافة الى الاعتماد على مواد بناء محلية كالحجر الرملي.
- توفير الطاقة حيث ان المبنى يوفر الكهرباء بنسبة ٣٥٪ مقارنة بالمباني المكتبية التقليدية من خلال الغلاف، وبالإضافة الى أسقف الإضاءة المبتكرة متعددة الوظائف التي توفر ٤٠٪ من الطاقة المستخدمة في الإضاءة التقليدية Shahin, . (2019)



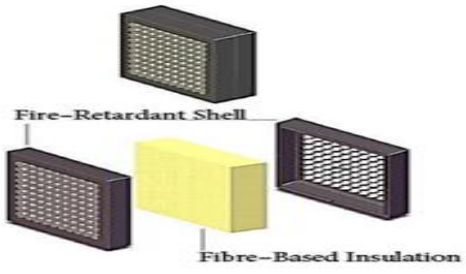
شكل: ٢٠ يوضح الغلاف المتنفس والتشكيل البصري المميز بصريا وكذلك وظيفيا

- يعتمد المبنى على نظام لتدوير النفايات، بالإضافة الى ان ٦٠ ٪ من مادة الخرسانة المستخدمة في البناء من المواد المعاد تدويرها، مما يترتب عليه تقليل التأثير السلبي للمبنى على البيئة المحيطة(Shahin, 2019).
- تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحوالي ٣٠٠ طن متري كل عام.
نظراً لاستخدام أدوات التحكم الذكية التي تتمكن من استشعار نسب ثاني أكسيد الكربون في الهواء، وفقًا للعدد التقريبي للشاغلين

٨-٣ دراسة حالة غلاف مبنى The Balerno Project:

يقع هذا المبنى في باليرنو (Balerno)، مدينة إدنبرة(City of Edinburgh)، اسكتلندا، وتم تصميمه والانتهاء منه عام ٢٠٠٧م من قبل شركة (" CALA Homes (East) Ltd")، وهي إحدى شركات بناء المنازل الرائدة في اسكتلندا، بالاشتراك مع شركة(" the Environmental Building Partnership Ltd (EBP)") وجامعة أبردين. وهو عبارة عن منزل عائلي منفصل مكون من ٤ غرف نوم، فالبالرغم من كون المبني غير مميز بصريا بطراز فني مختلف لتصميم واجهاته الا انه يتماشي مع الطابع العام للمنازل في البيئة المحيطة به و لكنه يتميز بغلاف متنفس شكل ٢١، ومزود بحوالي ٢٣٠ متراً مربعاً من خلايا تسمى("Energyflo ™")شكل ٢٢، وهي خلايا مسامية مكونة من طبقتين خارجيتين من معدن مقاوم للحريق بهما مسام للسماح بتخلل الهواء وبينهم طبقة عزل من الياف السليلوز تساعد على تمرير الهواء الخارجي من خلالها مع تنقيته من الملوثات والرطوبة الزائدة أثناء دخوله إلى المبنى للحفاظ على جودة الهواء الداخلي مع المحافظة على العزل الحراري للهواء الداخلي
(Van Heiselberg, & Perino 2011). حيث إنه يحل محل العزل الحراري قي السكن التقليدي في غلاف المبنى لتقليل استهلاك الطاقة في المبنى مع تعزيز جودة الهواء ،(Imbabi, Brown, Peacock & Murphy2008)

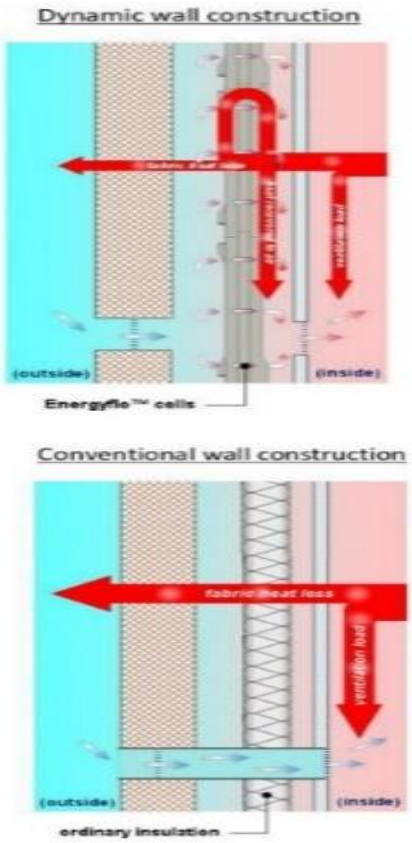
شكل ٢١: مبنى The Balerno Project



شكل ٢٢: يوضح تكوين خلايا "Energyflo ™" المثبتة بالمبنى

تثبت الخلايا في الجزء العلوي من الغلاف أسفل بلاطة السقف وتكون مثبتة بين العوارض الخشبية مع ترك تجويف بينها وبين بلاطة السقف الخارجية للسماح بدخول الهواء شكل ٢٣، ويتم تزويد الهواء من خلال شبكة من القنوات لتوصيل الهواء للتجويف بين طبقات الغلاف للسماح له باختراق خلايا(Energyflo ™)مع استخدام وحدة تهوية ميكانيكية لاسترداد الحرارة وذلك لعمل قدرة على سحب الهواء الخارجي إلى التجويف ومن ثم اختراقه لخلايا (Energyflo ™) وتسخينه من خلال المبادل الحراري قبل تزويد المبنى به شكل ٢٤، مع طرد الهواء غير المرغوب فيه لخارج المبنى أيضاً بواسطة شبكة من أنابيب الهواء المتصلة بالخارج **(Imbabi, 2006).**

شكل٢٣: يوضح تثبيت خلايا "Energyflo ™" في الجزء العلوي من الغلاف الخارجي [٣٢].



شكل٢٤: يوضح الفرق بين العزل الديناميكي في خلايا "Energyflo ™" والعزل التقليدي ومبدأ عمل كل منهم **(Imbabi,2006).**

يعمل تأثير الغلاف من خلال السماح بتدفئة الهواء الداخل للمبنى مسبقاً عن طريق استخدام الطاقة الحرارية المتسربة من المبنى لتدفئة الهواء الوارد من خلال الغلاف المتنفس، وهذا التأثير يمكنه أن يحقق الراحة الحرارية المطلوبة داخل المبنى، كما تم تقييم أداء تنقية الهواء الداخل للمبنى من قبل الشركات المنفذة ونتج عنه تنقية الهواء بنسبة ٩٠٪ عند المرور عبر خلايا "Energyflo ™". أما بالنسبة لمعدلات استهلاك الطاقة فقد نتج انخفاض ملحوظ نتيجة استخدام النظام الديناميكي في طاقة التدفئة بنسبة تتراوح بين ١٣_٢٢٪ مقارنة بالغلاف التقليدي **(Imbabi, 2006).**

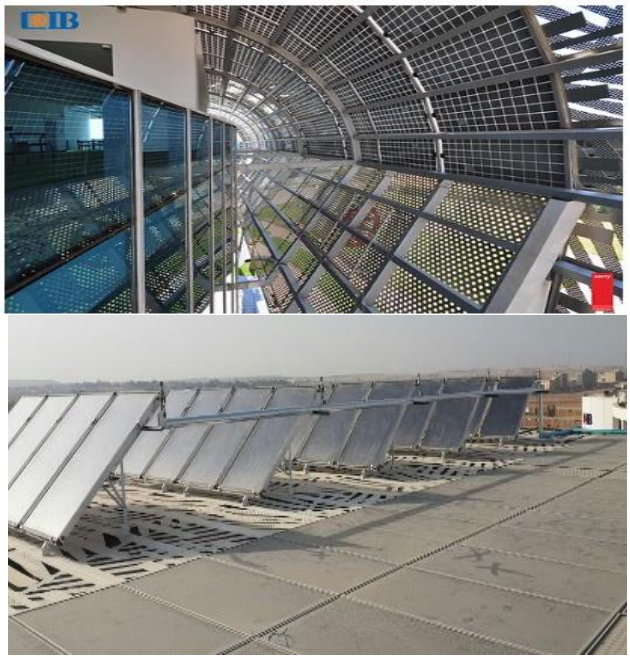
٤-٨ دراسة حالة غلاف مبنى Commercial International Bank:

تم تصميم مبنى (Commercial International Bank) ليكون المقر الرئيسي الجديد للبنك التجاري الدولي، حيث يقع في القرية الذكية بجمهورية مصر العربية. تم تصميم المبنى من قبل المعماري أحمد سري، بغرض توفير بيئة داخلية مناسبة لاحتياجات العاملين بالمبنى من خلال دمج التكنولوجيا مع عناصر البيئة الطبيعية، لخلق مبنى نابع من البيئة المحيطة به متكيف معها ومستجيب لها شكل٢٥- ٢٦ **(Imbabi, Brown, & Peacock,2008)**

شكل٢٥: تناغم غلاف المبني وظيفيا وبصريا

شكل٢٦: دمج التكنولوجيا والطبيعة وتشكيل بصري متناغم مع الوظيفة

ومن اهم مبادئ الاستدامة التي تم تطبيقها بالمبنى بجانب أنظمة الغلاف هو الاعتماد على الطاقات المتجددة عن طريق استخدام الالواح الشمسية كمصدر رئيسي للطاقة شكل ٢٧، مع إعادة تدوير المياة المستعملة والاستفادة منها في ري المساحات الخضراء وذلك للقضاء على أي تكاليف صيانة مستقبلية **Imbabi, (Brown, & Peacock,2008)**.



شكل٢٧: يوضح التصميم المبتكر لغلاف مبنى المقر الرئيسي الملائم بصريا ووظيفيا مع الألواح الشمسية

٩- تحليل مقارن بين عينات التحليل:

الجدول-١(المصدر الباحثين).

	AL Bahar Office Towers	The Bloomberg Headquarters Building	The Balerno Project	Commercial International Bank
معلومات عامة	أبو ظبي- مبنى إداري	لندن – إداري	باليرنو- مبنى سكني	جمهورية مصر العربية – مبنى إداري
١- بصريا وتشكيليا				
الطابع العام (الطراز)	**اسلامي معاصر**	**نيو كلاسيك**	**اوربي معاصر**	**عربي معاصر**
مميز بصريا	✓	✓	×	✓
٢- وظيفيا وبيئيا				
نوع الغلاف الفعال				
مكونات	حوائط	حوائط	أسقف	حوائط
أنظمة	حركي	حركي	ثابت	ثابت
مادة الغلاف الفعال				
التقنية	وحدات مثلثة الشكل قابلة للطي تعمل كأجهزة تظليل وتتحرك بزوايا مختلفة استجابة لحركة الشمس من خلال اجهزة استشعار.	الكاسرات المتحركة الشبيهة بالزعانف البرونزية تتحرك استجابة لدرجة الحرارة الخارجية حيث تفتح وتغلق لتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية.	تتكون كل خلية من خلايا "Energyflo™" من هيكل مسامي من مادة مقاومة للحريق وبداخله طبقة عزل من الألياف.	أغلفة مسامية تعمل عمل المشربيات لتوفير التهوية والاضاءة الطبيعية المناسبة مع تقليل الكسب الشمسي.
أنظمة التحكم في الغلاف				
مباشر	×	×	✓	✓
غير مباشر	بواسطة مستشعرات	بواسطة مستشعرات	×	×
مدى تنفسية الغلاف				
التأثير على التهوية داخل الفراغات	تعمل حركة الوحدات الخارجية عمل الرئة فعند فتحها يتدفق الهواء داخل الفراغات ليزودها بالهواء النقي من الخارج ويطرد الهواء الملوث الذي يتصاعد إلى الأعلى.	الاعتماد على منظومة متكاملة لدعم التهوية الطبيعية من خلال فتح وغلق الزعانف، مما يسمح للمبنى بالعمل في وضع تهوية طبيعية. من خلال عناصر تدفق الهواء الذكي داخل الإطار الحجري وألواح السقف المتكاملة، وفي اتجاه الفناء المركزي	السماح بتدفئة الهواء الداخل للمبنى مسبقاً عن طريق استخدام الطاقة الحرارية المتسربة من المبنى لتدفئة الهواء الوارد.	تقليل سرعة الرياح وخلق اضطرابات بحركة الهواء لتعزيز استراتيجيات التهوية الطبيعية داخل المبنى.
نوع التهوية	مختلط	مختلط	مختلط	مختلط
التأثير على درجة الحرارة ومدى تحقيق الراحة الحرارية الداخلية	يقلل من الأحمال الحرارية التي يمكن اكتسابها من الاشعاع الشمسي بأكثر من ٥٠ %.	يقلل من الأحمال الحرارية التي يمكن اكتسابها من الاشعاع الشمسي، عن طريق غلاف المبنى وأنظمة التظليل الثانوية الأخرى.	يعمل على تدفئة الهواء الوارد من خلال الغلاف المتنفس. وهذا التأثير جنباً إلى جنب مع "MHVR" والمكاسب الشمسية .	زيادة مساحات التظليل والتقليل من الكسب الشمسي للمساعده في الوصول للراحة الحرارية المطلوبة داخل فراغات المبنى.

التأثير على جودة الهواء الداخلي	توفير الهواء النقي نتيجة لتبادل الهواء الطبيعي باستمرار داخل الفراغات (شهيق- زفير)	- تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحوالي ٣٠٠ طن متري كل عام. نتيجة لاستخدام أدوات التحكم الذكية لاستشعار نسب ثاني أكسيد الكربون في الهواء، وفقًا لعدد الشاغلين التقريبي.	تنقية الهواء بمعدل ٩٠٪	يمكنه تنقية الهواء عن طريق زراعة بعض مساحات الواجهة لتساعد على امتصاص الغازات الضارة.
التأثير على الاضاءة داخل الفراغات	يتم التحكم في نسبة الإضاءة المطلوبة عن طريق أنظمة الغلاف.	يتم التحكم في نسبة الإضاءة المطلوبة عن طريق أنظمة الغلاف.	لا يؤثر	يتم تقليل من المساحات المعرضة لاشعة الشمس مع الإحتفاظ بنسبة الإضاءة المطلوبة.
انتاج الطاقة				
موفر للطاقة	✓	✓	✓	✓
منتج للطاقة	✓	✓	×	×
الاعتبارات البيئية الأخري				
الاعتبارات البيئية الأخرى	- الحدائق السماوية بالجزء الجنوبي يعمل على مواصلة تخفيض الإكتساب الحراري الشمسي. - إستخدام الخلايا الشمسية لانتاج الطاقة	- استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء. - الاعتماد على مواد بناء محلية. - استخدام وحدات اضاءة توفر الطاقة. - الاعتماد على نظام لتدوير النفايات. -استخدام المواد المعاد تدويرها.	-استخدام نظام "MHVR" الموفر للطاقة .	-استخدام الطاقات المتجددة. - استخدام المياه المستعمله في الري.

من الجدول السابق يمكن استخلاص التالى :

- يمكن تقسيم أنظمة أغلفة المباني المتنفسة إلى أنظمة متكيفة متحركة كما في (أبراج البحر، The Bloomberg Headquarters Building)
وأنظمة متكيفة ثابتة كما في The Balerno Project ، (Commercial International Bank)
- تطبق أنظمة أغلفة المباني المتنفسة على أحد مكونات الغلاف من حوائط أو أسقف، كما يمكن تطبيقها على جميع تلك المكونات للاستفادة من مميزاتها لتحقيق بيئة داخلية مريحة مع تقليل استهلاك الطاقة وذلك طبقا للمناخ المحيط دون الاخلال بالجانب الفني التشكيلي لواجهات المبني
- تطبق أغلفة المباني المتنفسة في مختلف المناخات سواء كان حار جاف أو رطب أو بارد.
- المباني ذات أغلفة متنفسة والمميزة تشكيليا وبصريا هي مباني مستدامة حيث أن الأغلفة تساعد في تحقيق أهم مبادئ الاستدامة من جودة البيئة الداخلية وتقليل استهلاك الطاقة.
- اغلب الاغلفة المتنفسة موفرة للطاقة كما ان الكثير منها يمكنه ان ينتج الطاقة.
- الأغلفة المتنفسة يمكنها توفير الإضاءة الطبيعية المناسبة للفراغات الداخلية مع التقليل من الكسب الشمسي والحفاظ على درجة الحرارة الداخلية.

١٠ النتائج والتوصيات

١٠-١النتائج:

- يلعب الغلاف المتنفس دوراً هاماً في انعكاس صورة بصريه مميزة للمبني تتكامل مع تحسين الأداء البيئي للمبنى وتكيفه مع المتغيرات البيئية الخارجية لذلك لا بد من تصميمه بالكيفية التي تحقق المطلب الرئيسي منه متكاملا مع باقي عناصر المبنى لتحقيق أداء أفضل.
- ان دمج أنظمة عمل الغلاف المتنفس مع أنظمة التدفئة والتبريد تعمل على تقليل اعتماد المبنى الكلي عليها وبالتالي توفير الطاقة والكهرباء، حيث أن زيادة معدل التهوية مع ارتفاع درجة حرارة الهواء تتسبب في اكساب الفراغات درجات حرارة عالية.
- فعالية استخدام أنظمة الأغلفة المتنفسة في المناخات المختلفة نظراً لتفاعله مع الظروف المناخية المختلفة.
- تنوع أنظمة عمل الأغلفة المتنفسة باختلاف نوع الغلاف وذلك اما من خلال تزويد الغلاف بأنظمة متفاعلة ذكية كما هو الحال في الأغلفة المتحركة الذكية أو عن طريق استخدام خصائص المواد كما في الأغلفة الثابتة.

٢-١٠ التوصيات:

- ضرورة توعية المعماريين بأهمية الدور البيئي الوظيفي للأغلفة المتكيفة الي جانب دورها التشكيلي للاستفادة من الظروف البيئية الخارجية، ومواجهة المشاكل البيئية العالمية كالتغيرات المناخية وتلوث البيئة المحيطة .
- العمل على تطوير مواد البناء المحلية والاستفادة منها في تطبيق أغلفة ذات أداء بيئي فعال خاصة في الدول الفقيرة والنامية مثل المواد المسامية و الصديقة للبيئية.
- ضرورة توعية المعماريين بأهمية دراسة وتطبيق استراتيجيات عمل الأغلفة المتنفسة والمتكيفة بشكل عام للوصول الى متطلبات الراحة المناسبة لتقليل الاعتماد على الوسائل الميكانيكية.
- العمل على تطوير أغلفة المباني التقليدية القائمة والتي تساهم بشكل كبير في تفاقم المشاكل البيئية الحالية، وذلك لتحسين أداء المبنى البيئي وزيادة العمر الافتراضي له.
- مراعاة اختيار المواد الطبيعية والصناعية والذكية كجزء رئيسي ومهم لكفاءة عمل الأغلفة المتنفسة.

المراجـــــع المســـــتخدمة فى البحث:

[١] منال محمود احمد مرسي " تاثير الثقافات المتعاقبة على تشكيل العمارة المصرية المعاصرة " رسالة ماجستير، كلية الهندسة ،جامعة المنيا، ٢٠٠٨.
[٢] منال محمود احمد مرسي " تقييم التشكيل البصري للمباني السكنية بالمدن المصرية" رسالة دكتوراة، كلية الهندسة ،جامعة المنيا، ٢٠١٨.
[٣] Ching, Francis D.K "Architecture, Form Space & Order", Van Nostrand Reinhold Company, 1997.
[٤]Meiss, V. P. , " Elements Of Architecture , (From Form to Place)" 1990 .
[٥] نهى الفقي. حلول تصميمية لتوظيف المستوى الرأسي في الفراغات الداخلية بالمسكن, الجمعية العلمية للمصممين – مجلة التصميم الدولية, بالقاهرة, ٢٠١٦.
[٦] إسماعيل محي الدين، محمد سعد عطوة، منى محمود الحجر (٢٠١٨). أثر استخدام مواد وتقنيات النانو في الغلاف الخارجي على جودة البيئة الداخلية في المباني، المجلة الدولية للعمارة والهندسة والتكنولوجيا.
[٧]Wang, J., Beltrán, L. O., & Kim, J. (2012, October). From static to kinetic: A review of acclimated kinetic building envelopes. In Proceedings of the solar conference**.**
[٨] Knaack, U., et al. (2007). Façades: Principles of Construction. Basel, Springer.
[٩] Bluyssen, P. (2009). The indoor environment handbook: How to make buildings healthy and comfortable, London, Earthscan.
[١٠] منى رزق جاد السيد. (٢٠١٥). مفهوم المباني المتنفسة لمواجهة التغير المناخي," كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية, جامعة القاهرة, كلية الهندسة.
[١١] Available on line at (2021): **https://www.greenbuilt.org/should-we-eliminate-the-term-breathable-from-our-discussion-of-walls-and-buildings/**
[١٢]**Elghawaby, M. (2012, September). Breathing façades: a new concept to create dynamic thermal ambiances in buildings located in hot climates. In Ambiances in action/Ambiances en acte (s)-International Congress on Ambiances, Montreal. International Ambiances Network.**
[١٣] **Masri, Y. F. (2016). Intelligent Building Envelopes: A Design Approach for Integrating Automation in Sustainable Façades (Doctoral dissertation, University of Southern California).**
[١٤] **Awbi, H.B.(2002) Ventilation of buildings. Routledge.**
[١٥] **A. D. J. F. o. A. R. Stavridou,(2015). "Breathing architecture: Conceptual architectural design based on the investigation into the natural ventilation of buildings," vol. 4, no. 2.**
[١٦] **Y. Chartier and C. Pessoa-Silva,(2009). "Natural ventilation for infection control in health-care settings,".**
[١٧] Available on line at: **https//:www.hvi.org/resources/publications/mechanical-ventilation-types./**
[١٨] **Y. Soeta and R. J. A. A. Shimokura, (2017). "Sound quality evaluation of air-conditioner noise based on factors of the autocorrelation function," vol. 124.**
[١٩] **Chartier, Y. and C. Pessoa-Silva, (2009). Natural ventilation for infection control in health-care settings.**
[٢٠] Available on line at2021: **https://www.archdiwanya.com/2022/04/Kinetic-Facade.html**
[٢١] Available on line at (9/2022) **https://www.thermafleece.com/news/the-concept-of-breathability-br-in-buildings**
[٢٢] **Sung, D. K. (2008). Skin deep: Breathing life into the layer between man and nature. AIA Report on University Research.**
[٢٣] **https://materialdistrict.com/article/breathing-buildings/**
[٢٤] **Alongi, A., Angelotti, A., & Mazzarella, L. (2017). Analytical modelling of Breathing Walls: experimental verification by means of the Dual Air Vented Thermal Box lab facility. Energy Procedia.**
[٢٥] **Gábor Tiderenczl, K.M. (2000). Breathing Walls: A Challenge for New Sustainable Building Techniques in Hungary. Building Industry Trends.**
[٢٦] **Imbabi, M. S., & Peacock, A. (2003, September). Smart breathing walls for integrated ventilation, heat exchange, energy efficiency and air filtration. In Invited paper, joint ASHRAE/CIBSE conference, Edinburgh.**
[٢٧] **أحمد مصطفى, م. أ., مى أسامة, قاسم, مجدى محمد, عطوة,محمد سعد. (٢٠١٦). تقييم تجربة العمارة المستدامة فى مصر . Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, 11(39), 716-727**
[٢٨]**Attia, S. (2018). Evaluation of adaptive facades: The case study of Al Bahr Towers in the UAE. QScience Connect, 2017(2, Special Issue on Shaping Qatar's Sustainable Built Environment-Part I) .**
[٢٩]**Karanouh, A., & Kerber, E. (2015). Innovations in dynamic architecture. Journal of Facade Design and Engineering, 3(2), 185-221.**
[٣٠]**مروة محمد حسن الرشيدي (٢٠٢٠). الغلاف الخارجي كأداة لتحقيق العمارة المستدامة، رسالة دكتوراة بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة الأزهر.**
[٣١]**Shahin, H. S. M. (2019). Adaptive building envelopes of multistory buildings as an example of high-performance building skins. Alexandria Engineering Journal, 58(1), 345-352.**
[٣٢]Available on line at (10/2021): **https://www.architecture.com/awards-and-competitions-landing-page/awards/riba-regional-awards/riba-london-award-winners/2018/bloomberg-london**
[٣٣]**Van der Aa, A., Heiselberg, P., & Perino, M. (2011). Designing with Responsive Building Elements. Aalborg University: Aalborg, Denmark.**
[٣٤] **Imbabi, M. S., Brown, A. R., Peacock, A., & Murphy, J. (2008). The transforming technology of dynamic breathing building. In Ecocity World Summit .**
[٣٥] **Imbabi, M. S. E. (2006). Modular breathing panels for energy efficient, healthy building construction. Renewable Energy.**
[٣٦] **Imbabi, M. S. E., Brown, A. R., & Peacock, A. (2008). Dynamic breathing buildings to combat global warming.**

Author Contributions:;
, all authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Conceptualization, Methodology, validation, Investigation,	د/ رفيدة محي الدين محمد أحمد العطار[١]
Supervision, review and editing	أ.د/إسماعيل أحمد عامر[٢]
writing—original draft preparation, writing	م/ آلاء آمن أبوضيف[٣]
formal analysis, software, visualization, resources	د/ منال محمود أحمد مرسي[٤]

Funding: This research received no external funding; authors will share to pay fees.
Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.
Institutional Review Board Statement: Not applicable.
Informed Consent Statement: Not applicable.
Data Availability Statement: All relevant data are included within the manuscript.