

## تكنولوجيا غلاف المبنى كمحدد تصميمي للحيز الداخلي

## The covering technology for the building as a design parameter for interior space

أ.م.د/ زكريا سيد سعيد ابراهيم

عميد كلية الهندسة بالجامعة العربية للعلوم والتقنية

المشرف على قسم التصميم الداخلي - المملكة العربية السعودية

Assist. Prof. Dr. Zakaria Sayed Saeed Ibraheem

Dean of the Faculty of Engineering, Arab University for Science and Technology

SIterior Design upervisor of the Department of

Kingdom of Saudi Arabia

[zeeka2008@gmail.com](mailto:zeeka2008@gmail.com)

## المخلص:

لقد أفرز تطور الفكر المعماري عن انتشار تصميمات لمباني ذات واجهات زجاجية يتوفر فيها الجانب التقني والجمالي، بينما فقدت جانباً هو الأهم والأساسي ألا وهو توفير البيئة الداخلية الصحية والملائمة للمستخدمين، حيث تعاني أكثر المباني ذات الواجهات الزجاجية من عدة مشاكل، منها تدني مستوى جودة الحياة في البيئة الداخلية لتلك المنشآت، وبخاصة في عملية الحماية من أشعة وحرارة الشمس وإيجاد تهوية طبيعية لتلك المباني، ويتعرض البحث لتطور الأساليب التكنولوجية المبتكرة لغلاف هذه المباني، والتي ساهمت بشكل كبير في توفير بيئة صحية داخلية للمستخدمين وتحقق الراحة الحرارية بداخل المبنى. إن وسائل التظليل التي يتم تصميمها بغلاف المبنى الخارجي بطرق متعددة تسمح بدخول مستويات مختلفة من الضوء، خاصة في أنظمة التظليل الذكية الأكثر تطوراً، فهي تحتوي على وسائل يمكن عن طريقها حماية البيئة الداخلية، والحفاظ على شاغليها وعلى الممتلكات من أي ضرر، فهذه الأنظمة تقاوم الظروف المناخية المتغيرة عن طريق الاستجابة (تكنولوجية الإستشعار) حيث أنها تستخدم لتحسين البيئة الداخلية وتوفير متطلبات الراحة للمستخدمين. وتعتبر هذه التكنولوجيا أحد تلك الأنماط التي ظهرت بصورة كبيرة في الأونة الأخيرة واحتلت عالمنا اليوم. وأدى ذلك إلى تطور مفهوم الحركة لتظهر الحركة الفعلية في واجهات المباني سواء كان ذلك كلياً أو جزئياً والتي تجعل المبنى يتفاعل مع الوسط المناخي المحيط به. لذا تناول البحث كيفية تكيف البيئة الداخلية مع التغير المناخي الخارجي من خلال دراسة الأساليب والطرق المختلفة التي تلخصت في المرونة والتأقلم في نماذج متعددة من أساليب تكنولوجية مبتكرة للغلاف الخارجي للمباني، مستوفية للمتطلبات الوظيفية وراحة المستخدمين، وبذلك يأتي البحث كمحاولة لتقديم صورة واضحة أمام المصمم عن جدوى تطبيق المنظومة والتشجيع على استخدامها.

كلمات مفتاحية: المرونة- التأقلم- التكنولوجيا الحركية- الواجهات الزجاجية- الحيز الداخلي.

## Abstract:

The development of architectural thought has resulted in the spread of designs for buildings with glass facades where the technical and aesthetic aspects are available, while it has lost the most important and essential aspect which is to provide the internal environment that is healthy and suitable for the users. The most buildings with glass facades suffer from a number of problems, one of them the lower standard of life in the internal environment of these institutions, especially in the process of protection from the rays and heat of the sun and the creation of natural ventilation of those buildings. The research tackles the evolution of

innovative technology for the cover of these buildings, which contributed significantly to provide an internal healthy environment for users and achieve comfort heat inside the building. The shading devices, which are designed in the outside of the building in a variety of ways, allow access to different levels of light, especially in the most advanced intelligent shading systems. They contain means by which the internal environment can be protected, and occupants and property are protected from any harm. (Sensor technology) as it is used to improve the internal environment and provide comfort requirements for users. This technology is one of those patterns that have emerged very recently and occupied our world nowadays. This led to the development of the concept of movement to show the actual movement in the facades of the buildings, whether it was in whole or in part, which makes the building interact with the surrounding climate. The study examined how the internal environment adapts with external climate change by studying the different methods and ways that are summarised by the flexibility and adaptation in various models of innovative technological methods of the exterior of the buildings, including the functional requirements and the convenience for users. Therefore, the research is an attempt to provide a clear image to the designer about the feasibility of applying that system and encourage using it.

**Keywords: Flexibility- adaption- kinetic technology- glass fronts- internal space-**

#### المقدمة:

إن جودة البيئة الداخلية تتطلب تكامل عديد من الوظائف والأنظمة بالمبنى، فالحفاظ عليها يتطلب عمل تصميم متكامل، والمصمم يمكنه أن يساهم في تحقيق الراحة للحيز الداخلى بإستخدامه لمفاهيم التصميم التكنولوجى، حيث أن المستخدمين في حاجة أيضا لأدوات مرنة وفعالة لمزيد من ضبط البيئة الداخلية والتحكم في درجة حرارتها الداخلية، ورطوبتها وتهويتها وإضاءتها. فحيثما يتم تصميم فتحات لا يتم فقط الأخذ في الإعتبار كيفية دخول ضوء النهار من الفتحة ولكن أيضا كيفية منع دخول حرارة الشمس المباشرة التى قد يكون لها آثار سلبية على المستخدمين ومحتويات وعناصر التصميم الداخلى، وفى السنوات الأخيرة ظهر اتجاه معمارى جديد يدعو للنظر إلى المبنى كمنشأ متزن اترانا ديناميكيا وليس كمنشأ تقليدى يتزن اترانا إستاتيكيًا. هذا الاتجاه الجديد يدعو إلى الاستفاداة من التقنيات الحديثة والتقدم الحادث فى تكنولوجيا المعلومات الرقمية وأجهزة الاستشعار ونظم التحكم الإلكترونية، وقد تأثر بعض المصممين بتلك الثورة التكنولوجية الهائلة، واستفادت العمارة المعاصرة من أساليب الإضاءة والتهوية الطبيعية فى الأبنية التقليدية، وطورت المعالجات المعمارية للتظليل والحفاظ على البيئة الداخلية بما يتناسب مع المبنى من الداخل والخارج والمنطقة المناخية التابع لها، ومن هنا يسعى المصممون للتطوير الدائم فى شتى فروع العمارة للوصول إلى تصميم نفعى يحمل الطابع التقنى والجمالى لتوفير الراحة الملائمة للصحة للإنسان. وتعد العمارة اليوم من أرقى نتاجات العقل البشرى، ووجودها يعتبر ضرورة تجعل من حياة الإنسان ونشاطاته مصدراً لسعادته واستقرار معيشتة، وهذا يؤكد ترابط العلاقة بين نتاج العمارة وبين الإنسان التى تعتمد على متطلبات وإحتياجاته، وتهدف إلى إيجاد الحلول المناسبة للمشاكل التى تواجهه. لقد أفرز تطور الفكر المعمارى عن أنتشار تصميمات لمبانى ذات واجهات زجاجية يتوفر فيها الجانب التقنى والجمالى، بينما فقدت جانباً هو الأهم والأساسى ألا وهو توفير البيئة الداخلية الصحية والملائمة للمستخدمين، حيث تعاني أكثر المباني ذات الواجهات الزجاجية من عدة مشاكل، منها تدنى مستوي جودة الحياة فى البيئة الداخلية لتلك المنشآت، وبخاصة فى عملية الحماية من أشعة وحرارة الشمس وإيجاد تهوية طبيعية لتلك المباني، ويتعرض البحث لتطور الأساليب التكنولوجية المبتكرة لغللاف هذه المباني، والتي ساهمت بشكل كبير فى توفير بيئة صحية داخلية للمستخدمين وتحقق الراحة الحراية

للحيز الداخلي. إن وسائل التظليل التي يتم تصميمها بغلاف المبنى الخارجي بطرق متعددة تسمح بدخول مستويات مختلفة من الضوء، خاصة في أنظمة التظليل الذكية الأكثر تطوراً، فهي تحتوي على وسائل يمكن عن طريقها حماية البيئة الداخلية، والحفاظ على شأغليها وعلى الممتلكات من أى ضرر، فهذه الأنظمة تقاوم الظروف المناخية المتغيرة عن طريق الاستجابة (تكنولوجية الإستشعار) حيث أنها تستخدم لتحسين البيئة الداخلية وتوفر متطلبات الراحة للمستخدمين. وتعتبر هذه التكنولوجيا أحد تلك الأنماط التي ظهرت بصورة كبيرة في الأونة الاخيرة واحتلت عالمنا اليوم. وأدى ذلك إلى تطور مفهوم الحركة لتظهر الحركة الفعلية في واجهات المباني سواء كان ذلك كلياً أو جزئياً والتي تجعل المبنى يتفاعل مع الوسط المناخى المحيط به. ومن أقوال الفيلسوف سانتيانا "لقد اصبح خط المنفعة هو بعينه خط الجمال". وهذا مبدأ التصميم الناجح الذى يلبي احتياجات المستخدم في ادراك المتعة وتذوق الجمال الشكلى، ويحقق الأغراض والمقاصد الحسية والمادية للمستخدم سواء كان ذلك وظيفياً او جمالياً.

### مشكلة البحث:

تدنى مستوى جودة الحياة للحيز الداخلى للمباني ذات الواجهات الزجاجية بسبب الحرارة الزائدة لأشعة الشمس، والتي أفرزت عن بيئة داخلية لا تحقق المتطلبات الصحية للمستخدمين.

### أهمية البحث:

يهتم البحث بدراسة أساليب تكيف البيئة الداخلية مع التغير المناخى الخارجى من خلال الجوانب التكنولوجية والطرق المختلفة التى تلخصت في المرونة والتأقلم في نماذج متعددة مبتكرة للغلاف الخارجى للمباني، مستوفية للمتطلبات الوظيفية وتحقق وراحة المستخدمين. فالأنظمة التكنولوجية الحركية المستجيبة من أنسب الحلول الفعالة التى تساعد المبنى في التكيف مع المتغيرات المناخية، حيث أنها تمكن المبنى من تغيير سلوكه أو شكله مستجيباً لتلك التغيرات لتوفير الراحة الحرارية للبيئة الداخلية.

### هدف البحث:

بالرغم من المنظر الجمالي التي تضيفه الواجهات الزجاجية للمباني، لكنها من ناحية أخرى لها آثار سلبية، حيث تسمح بانتقال قدر كبير من الحرارة إلى البيئة الداخلية للمباني، والتي تتعدى أحياناً القيم المقبولة للمواصفات الحرارية القياسية، الأمر الذى يستدعي إستخدام السبل المناسبة لعلاج هذه المشكلة، لتحسين أداء للبيئة الداخلية وتوفير الراحة الحرارية التى تحافظ على صحة المستخدمين وممتلكاتهم.

### حدود البحث:

يهتم البحث بدراسة المباني المعاصرة ذات الواجهات الزجاجية، والحلول المبتكرة التى تستجيب للتغيرات المناخية المحيطة به بواسطة تطبيقات التكنولوجيا الحديثة.

### منهجية البحث:

- المنهج الإستقرائى لدراسة تطور الأنظمة المتحركة المستخدمة في واجهات المباني الزجاجية.
- المنهج الوصفى التحليلى، وذلك من خلال الطر والأساليب التصميمية التقنية التى أستخدمت لأغلفة المباني.

### الدراسات السابقة:

- "تأثير تصميم الغلاف الخارجى للمبنى على الإكتساب الحرارى والراحة الحرارية للمستخدمين" محمد عبد الفتاح العيسوى.

رسالة ماجستير في التصميم البيئي - قسم الهندسة المعمارية 2003.

كلية الهندسة - جامعة القاهرة.

● "تكاملية عمل المبنى كمنظومة موظفة للتكنولوجيا المتقدمة في مواجهة الظروف المناخية الخارجية"

غادة محمد كمونة - لينور سعد يوسف.

بحث منشور - قسم الهندسة المعمارية 2011.

كلية الهندسة - جامعة بغداد.

● "أثر التطور التكنولوجي على البيئة الشكلية للأبنية العالية"

عادل سعيد هادي - حيدر إبراهيم محمد.

بحث منشور.

مجلة الهندسة والتكنولوجيا - المجلد 28 - 2010.

ويهتم البحث بدراسة تطور الأنظمة الحركية التي تستخدم في واجهات المباني للحفاظ على توفير بيئة داخلية سليمة وصحية، وتضم الدراسة بعض الأنواع والوظائف المختلفة للأنظمة الحركية لواجهات المباني التي تساعد على ادراك المصمم الداخلي للمفاهيم والخصائص والمكونات الخاصة بالأنظمة الحركية لغللاف المباني وعلاقته بالبيئة الداخلية في المجال المعماري، وذلك من خلال المحاول التالية:

المحور الأول: توفير بيئة داخلية صحية للإنسان وملائمة لمحتويات التصميم الداخلي.

المحور الثاني: تطور تكنولوجيا كاسرات الشمس للحفاظ على جودة البيئة الداخلية.

المحور الثالث: التكنولوجيا الذكية المستخدمة بواجهات المباني.

### المحور الأول: توفير بيئة داخلية صحية للإنسان وملائمة لمحتويات التصميم الداخلي

إن تلوث البيئة الداخلية من أهم مشكلات الصحة البيئية التي تؤثر في صحة جميع سكان البلدان المتقدمة والبلدان النامية على حد سواء، لذا فإنه من الضروري الإهتمام بالبيئة الداخلية في المباني؛ ويعتبر توفير الراحة الجسدية كالراحة الحرارية والضوئية من أهم ضروريات مستخدمى البيئة الداخلية، وتعد من أكثر القضايا البيئية المطروحة عالمياً نظراً لأهميتها للحفاظ على صحة المستخدمين خاصة في المناطق الحارة، فإن الكثير من المخاطر الصحية ناتج عن أنشطة أكثرها من الحرارة الزائدة، التي تتسبب بانبعاث مستويات عالية من الملوثات، فمن الممكن تحسين كفاءة البيئة الداخلية بوسائل وأساليب تصميمية تحقق جودة البيئة الداخلية، وترجع أهمية ذلك بعد إنتشار واجهات المباني الزجاجية، بجانب مفهوم أصبح راسخ عند الكثير وهو (البديل الصناعى) والذي يوفر تهوية وإضاءة صناعية، أى السعى لتحقيق الفصل الدائم للبيئة الداخلية عن الخارجية ليمنح تجنب سلبياتها طالما وجد البديل، وهو ما تسبب في ظهور بعض المشكلات أدت إلى أضرار صحية بالإضافة إلى زيادة إستهلاك للطاقة، فضلاً من تفاقم الخلل الكبير بالبيئة الداخلية، فإن البيئة المبنية نشأت أصلاً للحماية من أى عوامل تسبب ضرراً للإنسان المتواجد فيها، وكذلك من أى مخاطر تؤثر على أنشطة الإنسان وإنتاجه. فقد تتناسب الواجهات الزجاجية مع بيئة مناخية بينما لا تتناسب مع أخرى مما يسبب عدم توازن بيئى والبعد عن تحقيق راحة المستخدمين، فالبيئة الداخلية ذات الجودة العالية تسهم في زيادة رفاهية الانسان والحد من الامراض، إضافة إلى تحسن أداء مستخدمى المبنى. نحن بحاجة إلى التفكير بالحفاظ على بيئة داخلية ذات جودة عالية في اماكن العمل، المنازل، المدارس والمجمعات التجارية، لأنها التزام يمتد طوال دورة حياة المبنى أو المكان بهدف دعم الإنتاجية.[7]

**1- التغير المناخي وتأثيره على البيئة:**

إن فهم الآثار المحتملة للتغير المناخي بات يمثل ضرورة تنير الطريق أمام إستراتيجيات وإجراءات التكيف مع تلك الآثار بما يجنبنا أخطار تغير المناخ، وقد اجريت مجموعة قيمة من الدراسات سواء من الهيئات والمنظمات الدولية المعنية، أو لبعض الحكومات بالتنسيق فيما بينها، وأعدت التقارير حول آثار التغيرات المناخية مستقبلاً كان أهمها تقارير (الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ) (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change ومازالت تجرى الدراسات حتى تصل إلى سيناريوهات متوقعة للتغير المناخي. تشير تغيرات المناخ المستقبلية إلى الآتي:

- إحصائية إرتفاع متوسط درجات الحرارة من 1.8° : 4° سنة.
  - من المرجح الزيادة في الموجات الحارة.
  - إختفاء الجليد البحري في القطب الشمالي في الصيف في النصف الثاني للقرن الحالى.
- ونتيجة لهذه التغيرات هناك مجموعة كبيرة من الآثار التي تعطي مؤشراً على مدى تأثير تغير المناخ على حياة الأفراد داخل المباني، لما لها من تأثير مباشر على المباني ليس فقط من حيث الشعور بالراحة داخلها بل أيضاً على صحة الإنسان، بالإضافة للإرتفاع المتوقع لمتوسط درجات الحرارة (1: 6°) والذي يعد أكبر معدل يحدث في مناطق خطوط العرض العليا، ويؤدي هذا إلى أن المناطق الحضرية ستزداد حرارة إلى حد كبير. [18]
- مما سبق يتضح أن البيئة بشكل عام والمواطنين بشكل خاص يتعرضون لمخاطر صحية جراء شدة الحرارة، وبالتالي يترتب على ذلك بيئة غير صحية وزيادة استهلاك للطاقة.

**2- تأثير الحرارة على البيئة الداخلية للمباني:**

تؤثر الحرارة بشكل مباشر على واجهات المباني والذي بدوره تنتقل إلى البيئة الداخلية للمباني، وتعد البيئة الداخلية للمباني عنصراً مهماً حيث أنها تؤثر على الإنسان أولاً ثم على جميع ما تحتويه المباني من الداخل، فإن تصميم المبنى يؤثر على طبيعة التصميم الداخلي، وله الأثر الكبير في الحفاظ على صحة شاغلي المبنى وراحتهم وممتلكاتهم، ونظراً لأهمية ذلك فقد كلفت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية (EPA) معهد الطب بتكوين لجنة من الخبراء لتحديد الحقائق العلمية لآثار الحرارة على البيئة الداخلية للمباني من حيث الصحة وجودة المناخ الداخلي لشاغليها، وحماية المفروشات من الآفات والحشرات، وحددت اللجنة خمسة نقاط أساسية من المشاكل الناجمة عن تغير الحرارة داخل المباني وهي:

- 2/1- الإجهاد الحرارى.
- 2/2- جودة الهواء الداخلى.
- 2/3- الرطوبة.
- 2/4- الآفات والحشرات وعوامل العدوى.
- 2/5- معدل إستهلاك الطاقة. [8]

### 3- الراحة الحرارية ودورها في البيئة الداخلية:



(شكل 1) التبادل الحراري بين جسم الإنسان ومحيطه البيئي

داخل المباني. كما يمكن تعريف الراحة الحرارية

على إنها مجموعة الظروف الحرارية المحيطة بالإنسان، والعوامل التي تحدد تلك الظروف ومنها عوامل البيئة الحرارية المتمثلة في درجة حرارة البصلة الجافة ومتوسط الحرارة الإشعاعية، والرطوبة النسبية، وتحرك الهواء شكل (1)

وعوامل فيسيولوجية تؤثر باستمرار نتيجة للعمليات الحياتية. [17]

ويتفاعل شاغلو المبنى مع البيئة الحرارية الداخلية بطرق عدة منها استخدام عناصر التحكم التي يوفرها المبنى والتي تعمل على توفير مناخ صحي مناسب للمستخدمين، ومنها كاسرات الشمس أو الستائر الميكانيكية، أو الأنظمة الذكية للتظليل، كما في معظم المباني الحديثة، فهي تُحدث تغيرات تجعل البيئة الداخلية ملائمة باستمرار، وهذا يعني أن تلك الأنظمة تعمل مع المناخ الخارجي لتوفير الراحة للبيئة الداخلية. فالراحة الحرارية تتأثر بشكل قوى بدرجة حرارة المناخ الداخلي للمبنى. [4]

### 4- الإجهاد الحراري في البيئة الداخلية:

الإجهاد الحراري هو عدم توافر الراحة الحرارية لمستخدمي المباني فيؤثر على حالتهم الصحية، وأيضاً على ما تحتويه البيئة الداخلية، كما يؤثر على معدل انتاجية الأفراد أيضاً، نظراً لتصميمات المباني الغير متوافقة مع البيئة والتي تزيد المناخ الداخلي للمبنى سوءاً، وينتشر الإجهاد الحراري بكثرة في المباني ذات الواجهات الزجاجية حيث تتزايد فرصة إنتشاره بسبب نوعية الخامات المستخدمة. [12]

### 5- الكسب الحراري:

يمثل غلاف المبنى المحور الرئيس لجميع عمليات السيطرة الحرارية للبيئة الداخلية، فمن خلاله تحدث جميع سلوكيات الانتقال الحراري بين الخارج والداخل، ويتم من خلاله مراقبة هذا السلوك في تقويم جودة وكفاءة جميع أفكار السيطرة المناخية على الصعيد النظري أو العملي للتصميم بمختلف مستوياته في مراحل عملية التصميم المناخي، وتكمن أهمية الغلاف في كونه الحد الفاصل بين الظروف المناخية المحيطة بالمبنى وبين ظروف الراحة الحرارية المطلوبة، ويقع عليه العبء الرئيسي في السيطرة على الانسياب الحراري اعتماداً على الخواص الفيزيائية لعناصره أو مركباته البنائية. [10]

لقد أثبتت الدراسات أن أكبر كمية تلوث تهدد حياة الإنسان تكون بالبيئة الداخلية للمباني، والمسبب الأساسي للأضرار حرارة الشمس وعدم وجود تهوية، وبالتالي فإن البيئة الداخلية هي المسؤولة عن الكثير من الأضرار الصحية التي تصيب الإنسان، كما أثبتت الدراسات أن 50% من الأمراض إنما هي بسبب ملوثات البيئة الداخلية. [6]

## 6- العناصر التصميمية المسببة لزيادة الحرارة بالمباني:

من أهم العناصر التي تؤثر سلباً على البيئة الداخلية بزيادة الحرارة داخلها وبالتالي عدم الشعور بالراحة، العناصر هي:

### 6/1- الزجاج:

عندما تدخل اشعة الشمس من خلال المسطحات الزجاجية من واجهة المبنى تنتشر الحرارة حيث ان للزجاج خاصية فعالة في في إمتصاص الأشعة تحت الحمراء، وبالتالي تعد الواجهات الغير مظلمة من أكبر المصادر التي تؤثر بزيادة وإرتفاع درجة الحرارة داخل المباني، فالواجهات الزجاجية تعتبر أحد أساسيات متطلبات العمارة الحديثة، ومن أهم وسائل للاتصال البصري (visual communication) بين داخل المبنى وخارجه ومصدراً للإضاءة الطبيعية، وبالتالي فإن لها تأثيرها المباشر على الأداء الحراري وعدم تحقيق المتطلبات البيئية والوظيفية داخل المبنى، ولا يمكن التغلب على كل ذلك إلا بالمعالجات التصميمية المحسنة للأداء الحراري للمباني، وضرورة استخدام الكاسرات بأشكالها المتعددة، فتحقق الراحة الداخلية للمستخدمين وتصيح عنصر جمالي ووظيفي، وغالباً يستخدم الزجاج بكثرة في واجهات المباني الادارية والفندقية بالدرجة الاولى، والابراج العالية، وتكون ذات نفع كبير في المناطق الباردة على عكس المناطق الحارة والتي تسبب هذه الواجهات الاحتباس الحراري بداخل المبنى، فإن كانت مقبولة في المناطق الباردة، فهي لا تعد خياراً متوافقاً مع جو البلاد الحارة، فهي تعمل على اتجاهاين، إما أن تمرر أشعة الشمس بما يرفع معدل الحرارة الداخلية للمبنى ويتسبب بزيادة تكلفة التكييف الداخلي، أو تعكسها فيتضرر المحيط الخارجي، مما يجعل 50% من المنطقة المحيطة حارة نسبياً بسبب طبيعة مواد الزجاج نفسها، وهذا ما نراه منتشراً بكثرة ببلدان الخليج الحارة في مناخها، وخاصة في مدينة دبي التي أصبحت نموذج يُعبر عن هذا الإتجاه. [1]

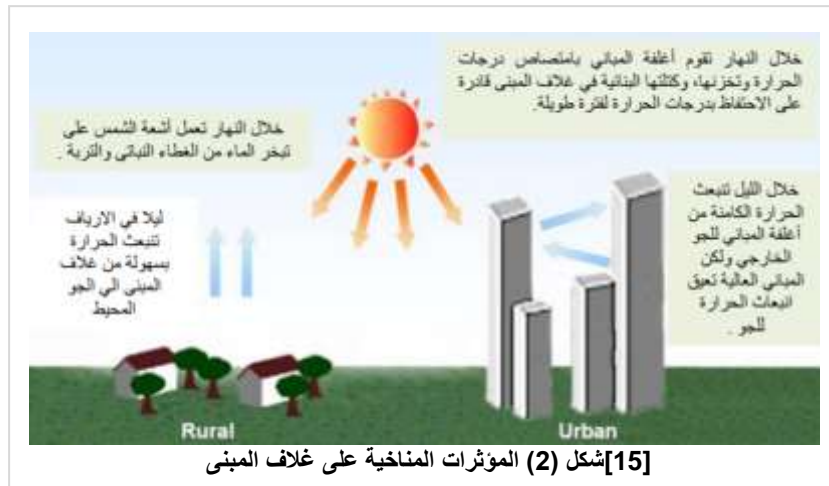
## 7- الدور الإيجابي للواجهات ذاتية التشغيل:

في دراسة أجريت لرصد درجة الراحة الحرارية داخل المباني وعلاقتها بالمناخ الخارجي، وجد فرق واضح بين حرارة البيئة الداخلية للمباني التي تتوفر بها جوانب تكنولوجية ذاتية التشغيل، والمباني التي تعتمد على الأساليب التقليدية لتوفير الراحة الداخلية، ففي المباني ذاتية التشغيل كانت العلاقة طردية حيث ارتبط المناخ الداخلي بالخارجي عن طريق غلاف المبنى الذي يعمل بتكنولوجيا ذكية. فيتغير المناخ الداخلي بتغير المناخ الخارجي مسبباً الراحة الحرارية للبيئة الداخلية والمستخدمين، وبما أن الإنسان يقضى أكبر قدر من حياته داخل البيئة المشيدة، لذا كان من الضروري الاهتمام بتصميم بيئة داخلية صحية والتحكم بها بحيث نصل إلى الراحة الحرارية والصحة الملائمتين للمستخدمين. فالمباني الغير مصممة لتوفير الراحة الحرارية في الوقت الراهن ربما لا تتحمل الزيادة المتوقعة للتغيرات المناخية المستقبلية. [5]

## 8- تأثير غلاف المبنى على البيئة الداخلية:

عُرف غلاف المبنى على انه الوسيط بين البيئتين الخارجية (والمتمثلة بالمتغيرات المناخية) والداخلية (المتمثلة بظروف الراحة الحرارية المطلوبة داخل البيئة المبنية) ويتألف غلاف المبنى من مجموعة المواد والعناصر والمركبات البنائية التي تجتمع لتكوين الحيز الداخلي، وتنتقل الحرارة بين المبنى والبيئة المحيطة به من خلال مختلف عناصر ومكونات الغلاف البنائي، حيث يتعرض المبنى يومياً لكافة أنواع الإنتقال الحراري على مدار ساعات اليوم وبأطوار مختلفة مما يسبب في تغيرات للبيئة الداخلية شكل (2) فإن الغلاف البنائي له الدور الوظيفي الأساسي في حماية البيئة الداخلية من

المؤثرات المناخية الخارجية، وتوفير حالات الراحة الحرارية لشاغليه، إذ تعمل تكنولوجيا الغلاف الخارجي كأجهزة مؤمنة تتحكم في الحرارة والرطوبة، وكلما ازدادت ديناميكية الغلاف البنائي تجاه المؤثرات المناخية الخارجية زادت كفاءته في إمكانية تجاوب المبنى مع العوامل المناخية المؤثرة، وتلك من أهم مسؤوليات المصممين لمواجهة هذه المخاطر. [2]



فيمكن إمكانية تحسين أداء المناخ داخل المباني من خلال النظم التكنولوجية المتكاملة بواسطة أجهزة تحكم خاصة أصبحت متوفرة، وأصبح من السهل التحكم فيها بواسطة نظم التكنولوجيا المطورة، فهي تساعد في توفير بيئة داخلية صحية للمستخدمين، وتعد العمارة التفاعلية إحدى نتاجات العصر التي ارتبطت بمفاهيم المنفعة والتقنية والجمال، ولهذه المفاهيم التأثير الكبير في حركة المجتمع والإنسان، فإن المنفعة من أهم الشروط الوظيفية للموسسة في التصميم، وبدونها تنتفي صفة وجودها بالعمارة فالمنفعة من أهم ما يميز العمارة عن بقية الفنون الأخرى، وهذا يعتمد على وجود التقنية في تحقيق وظائف المبنى باستخدام المادة والوسيلة التي تلبى حاجات الإنسان المتزايدة من خلال رؤيته لحاجاته المستحدثة. [7]

## 9- أضرار المناخ الحرارى على البيئة الداخلية:

إن التغيير السلبي للهواء في البيئة الداخلية يؤثر على جودتها، وقد تظهر بعض الآفات والحشرات نتيجة ذلك، مما يسبب أضرار على الإنسان وعلى جميع محتويات البيئة الداخلية، حيث تشارك جميع الكائنات الحية الإنسان في الحياة على الأرض، فالبيئة الداخلية تتفاعل مع بعضها إذا تغير المناخ وتكون أشكال جديدة من الملوثات، وتتراوح نسبة الملوثات في البيئة الداخلية من 2 : 5 مرات أكثر من نسبتها بالمحيط الخارجى للمبنى وتزداد كلما تغير المناخ إلى الأسوأ مما يهدد الحياة داخل البيئة الداخلية للإنسان وبكل ما فيها من عناصر التصميم الداخلى كالأثاث والمفروشات وغيرها، وتلوث الهواء الداخلى لا يقل أهمية عن الهواء الخارجى، بل يُعد أخطر منه نظراً لتأثيره المباشر على الإنسان داخل المباني، فقد يحتوى الهواء على ملوثات بتركيز يفوق المسموح به ومن ثم تظهر بعض الأعراض المرضية التي تم رصدها وعُرفت بما يسمى "متلازمة المباني المريضة"، والتي بدأت تظهر خلال الفترة السابقة مع عصر أصبح فيه التغير المناخى حقيقة واقعة، وله تأثيره القوي على المباني والراحة الحرارية لمستخدميها فضلاً على تأثيره المباشر على جودة الهواء الداخلى للمباني، والسبب الرئيسي لظهور ذلك يرجع لأساليب التصميم التي ظهرت حديثاً خاصة المباني ذات الواجهات الزجاجية. [10]



**10- التهوية الطبيعية داخل المباني:**

للهوية الطبيعية داخل المباني أهمية كبيرة فإنها تقوم بتغيير الهواء الداخلي بالخارجي، كما أنها تساعد على التخلص من الحرارة الزائدة، أي أنها تقوم بتبديل الهواء الفاسد الموجود داخل المبنى، وذلك بهدف التقليل من نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة والتقليل من تركيز الملوثات داخل المبنى، وفيها يدخل الهواء إلى الفراغ الداخلي نتيجة الفرق في درجات الحرارة ما بين الداخل والخارج. إن توفير المعدل الأدنى من التهوية الطبيعية داخل المباني يعتبر من العناصر الضرورية لحياة الإنسان من أجل راحته وصحته. فأهمية التهوية الطبيعية تكمن في أثرها الفعال في تخفيف الإجهاد الحراري على الإنسان وتساعد أيضاً على التخلص من ثاني أكسيد الكربون والروائح الكريهة والشوائب الضارة بالصحة. كما تعتبر التهوية الطبيعية ضرورية من أجل تخفيض درجة حرارة الحوائط والأسقف والأرضيات بالاستفادة من ظاهرة انتقال الحرارة بواسطة تيارات الحمل، ونظراً لأهميتها كانت من أولويات العناصر الأساسية في العمارة العربية القديمة، وما أوجده الأسلاف من حلول معمارية موفقة روعي فيها تلطيف حرارة الجو في أشهر الصيف الطويلة والتغلب على الواقع المناخي القاسي بحلول بسيطة أصيلة والتي تستدعي الدراسة والعمل على التجديد فيها بحيث يمكن تطبيقها وتطويرها في العمارة الحديثة. [12]

**10/1- خطورة المباني رديئة التهوية:**

أثبتت الدراسات أن نظم التهوية الميكانيكية تزيد من حجم مشكلة تلوث البيئة الداخلية، وذلك لعدم مقدرتها على إدخال الكمية المناسبة من الهواء الخارجي اللازم لخلط وتقليل ملوثات الهواء الداخلي أو حمل نسبة مناسبة منها لخارج المباني. كما أكدت هذه الدراسات أن الفراغات سيئة التهوية تعرض شاغليها للإصابة بحالات الربو وحساسية الصدر، وذلك بسبب تكاثر الفطريات والجراثيم داخل هذه الفراغات حيث تسبب المفروشات بيئة مناسبة لنمو العث والبكتيريا المختلفة، كما تؤدي رداءة التهوية أيضاً للإصابة بالقيء والغثيان والام الظهر والمفاصل بالإضافة لاضطرابات الهضم. فضلاً عن أعراض أخرى قد تؤدي للحمى، وتعتبر التهوية الطبيعية هي الضمان الوحيد لتحقيق بيئة صحية وملائمة للمستخدمين. [6]

**11- أهمية توفير الإضاءة الطبيعية داخل المباني:**

الإضاءة الطبيعية هي تلك الإضاءة التي يكون مصدرها الشمس، وتعتبر هي الأفضل ملائمة للإنسان من الناحية الفيزيولوجية، وتختلف شدتها وسطوعها نسبة إلى الوقت والفصل والموقع وحالة الطقس، ومن الناحية التصميمية فإن للضوء أهمية كبيرة حيث أنه يضيء للفراغ الداخلي جماليات كثيرة، فالضوء يعتبر من أهم العوامل الأساسية في إدراك الفراغات المعمارية داخل المباني، وعليه يعتمد المصمم بشكل كبير أثناء العملية التصميمية. فالضوء الطبيعي في أوقات محددة من النهار يساعد في توفير راحة نفسية لشاغلي الفراغات في المباني، ومن خلاله يرتبطوا بالبيئة الخارجية، وبدون الضوء الطبيعي يفقد الإنسان الإحساس والإرتباط بالبيئة الخارجية. كما أن الضوء الطبيعي يحتوي على كميات ملائمة من الأشعة فوق البنفسجية والتي تحافظ على صحة ولون الجلد والصحة العامة فهي تنتج فيتامين (د) أيضاً يساعد الضوء الطبيعي على تقوية جهاز المناعة، وتنظيم الوظائف البيولوجية في جسم الإنسان. [3]

**12- الإستراتيجيات التصميمية لتحقيق بيئة صحية للمستخدمين:**

إن التصميم المعماري له دور كبير في التحكم بالإشعاع الشمسي الساقط على المبنى، إضافة إلى التحكم بالتحرك الهوائي داخل الفراغات، كما يعد تصميم المبنى من أهم العوامل التي تؤثر في تقليل الكسب الحراري وتقليل حمل التبريد وبالتالي تقليل استهلاك الطاقة في المبنى، وذلك لأنه أقل العوامل من حيث قابليته على التغيير والتعديل، وأي قصور فيه من

الناحية التصميمية فانه سيؤدي إلى انخفاض الأداء الحراري للمبنى فيتم تعويض ذلك القصور بالوسائل الميكانيكية مما يسبب في بيئة غير صحية وزيادة في استهلاك الطاقة، وهنا تأتي أهمية التصميم الداخلي في هذا المستوى إلى جعل البيئة الداخلية للمبنى تعمل على تجنب الكسب الحراري، مع تحقيق التوازن بين متطلبات الحرارة والباردة وبأقل هدر بالطاقة المستخدمة بالاعتماد على الوسائل والأساليب التصميمية المختلفة، فإن كان تصميم المبنى يحتوي على عناصر تنفيذية تسبب في زيادة الكسب الحراري فإن دور المصمم الداخلي هو إيجاد حلول تساعد على التخلص من الضرر لتوفير البيئة الداخلية الصحية والمناسبة للمستخدمين.[2]

### **12/1- أهم واجبات المصمم المعماري الجوانب التالية:**

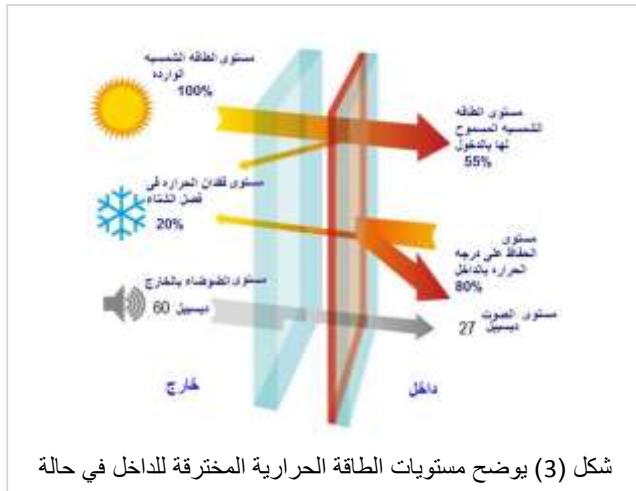
**12/1/1- الشكل الهندسي لكتلة المبنى:** يحدد شكل المبنى تأثير كل من درجات حرارة الهواء والإشعاع الشمسي، وبذلك فهو يحدد العلاقة الهندسية بين عناصر المناخ والمبنى، وبصورة عامة فإن إختيار الشكل يهدف إلى تقليل تأثير التباين في عوامل المناخ الخارجي في البيئة الداخلية.

**12/1/2- توجيه المبنى:** إن البحث عن الشكل الهندسي الأكفأ حرارياً يُعد من المهام الأساسية في التصميم، فإن غلاف المبنى يتأثر بشكل كبير بالتوجيه من حيث كمية الإشعاع الشمسي الذي يستقبله، وبالتالي ينعكس ذلك التأثير على الحمل الحراري الكلي للمبنى. كما يمكن تقليل الكسب الشمسي وذلك بتغيير زاوية سقوط الأشعة الشمسية، حيث يتم الاستفادة من خاصية الانعكاس للأشعة الشمسية عند زاوية سقوطها. فإن الإشعاع الشمسي النافذ خلال الزجاج يبقى ثابتاً عند الزاوية 45 درجة ثم يقل الانعكاس عند زاوية 70 درجة فما بعدها، وقد تم الاستفادة من تلك الخاصية في تصميم مبنى قاعة الشمسي المباشر خاصة في فترة الظهيرة حيث يزداد تأثير الميلان في تظليل المبنى مع زاوية ارتفاع الشمس.[7]

**12/1/3- مساحات النوافذ ونسب التزجج:** إن مساحات التزجج في الواجهات لا يختلف من حيث الكفاءة عن التوجيهات التي سبق ذكرها، حيث تسبب نسبة المساحة المزججة في زيادة الكسب الحراري صيفاً والإشعاع الشمسي المباشر.[4]

**12/2- واجبات المصمم الداخلي لتوفير بيئة مناسبة وصحية للمستخدمين فهي:** فمن أولوياته المعالجات الإبداعية للتوصل إلى حلول لتوفير بيئة صحية وملائمة للمستخدمين، وذلك من خلال قدرة المصمم الداخلي في توظيف المفردات والعناصر التصميمية، وباستخدامه العديد من أدوات التعبير بأساليب مبتكرة للتغلب على مشاكل تواجه المستخدمين ومنها:

**12/2/1- الإهتمام بالتظليل:** يعد التظليل وسيلة لتجنب الكسب الحراري الشمسي المباشر بوسائل وطرق عديدة، فأن الفتحات تمثل أكثر عناصر غلاف المبنى من حيث إمكانية الإشعاع الشمسي المباشر من النفاذ، وذلك لبعض خواص الزجاج المستخدم عادة، مما يسبب كسباً حرارياً، لذلك فإن لتظليل الفتحات دور فعال في منع انتشار أشعة الشمس داخل المبنى والتي تسبب زيادة في الحمل الحراري الداخلي، فإن حجب الأشعة الشمسية الساقطة على هذه الفتحات في الفترة الحارة باستخدام المانع والكاسرات الشمسية من العوامل المهمة في تحقيق السيطرة المناخية للبيئة الداخلية للمبنى.[6]



### 12/2/2- التزجيج كعنصر تظليل: إن الزجاج المظلل

رغم منعه لنسبة من الكسب الحرارى الناتج من الإشعاع الشمسى إلا إن جزء من خواصه يسبب فى الحمل والإشعاع، وقد أمكن تقليل هذه الخواص بإضافة مادة عاكسة يوضع على السطح الخارجى شكل (3) حيث تعتمد كمية الأشعة المنعكسة على سمك اللوح العاكس وعلى درجة انعكاسيته فهو أكفأ أنواع التزجيج من خلال منعه 50 % من الأشعة الشمسية من الدخول للفضاء بينما يمنع الزجاج العادى 10% فقط من كمية الإشعاع من الدخول للفضاء الداخلى.[2]

12/2/3- **العزل الحرارى:** لقد ساهم تطور المواد العازلة في تحقيق جانب كبير من الراحة الحرارية في البيئة الداخلية، فمن خلال التجارب المتعددة والمستمرة إستطاع المصمم أن يتعرف على خصائص مواد البناء فصار يستعملها بأقصى فعالية لتلبية احتياجاته ومتطلباته، ومنها إستفادته من خصائص بعض المواد في تحقيق العزل الحرارى حيث استخدم العديد من مواد العزل الحرارى واستطاع أن يطورها بما يناسب المناخ الحرارى للبيئة الداخلية.[1]

### 13- الحرارة وأشعة الشمس وتأثيرها على محتويات التصميم الداخلى:

إن البيئة الداخلية يمكن أن تتحول إلى بيئة ضارة تحمل الكثير من الملوثات من المواد كيميائية ومواد عضوية وجسيمات، حيث أن الأثاث ومكونات التصميم الداخلى لا تخلو من المواد الكيميائية والصناعية، فأكثرها تحتوى على راتنجات اليوريا فورمالدهيد، والبولى إستر وغيرها من المواد التى تتغير وتتحول مع تغير درجة الحرارة، وبالتالي تصبح مصدر خطر على المكان ومستخدميه، وتؤدى إلى إنخفاض الإنتاجية، وتزداد الخطورة عندما يحاول البعض على القضاء على الآفات باستخدام المبيدات مما يزيد من التلوث والمخاطر على صحة الانسان.[4]

### 14- المركبات العضوية المتطايرة:

توجد في جميع المباني ولا يخلو مبنى من هذه المواد، وتتفاعل مع زيادة درجة الحرارة في المحيط الداخلى، وتوجد هذه المواد في الدهانات والمواد اللاصقة وطلاء الأثاث، وبعض المفروشات، وتؤثر هذه المواد على صحة الإنسان بشكل كبير حيث تسبب الحساسية على الجهاز التنفسى، بالإضافة ان لبعض منها خواص سامة. من هنا جاءت مسئولية المصممين لمواجهة هذا الخطر الذى يواجه الإنسان، فإن المبنى هو الحياة والعمل والراحة والملجأ للإنسان، وينبغى على المصممين الاهتمام بأن تتكيف المباني مع كل تغير حرارى لتستطيع ان تتخلص من كل ضرر يحيط بالمستخدمين. حيث يقضى الإنسان معظم وقته في البيئة الداخلية ما بين العمل والسكن وبقية وقته فى أماكن أخرى، كما يوضحها الجدول (1) وهذا هام جداً للحفاظ على توفير بيئة داخلية جيدة وصحية مناسبة، لأن إهمال البيئة الداخلية يسبب مخاطر وكمية كبيرة من التأثيرات الضارة التى تصيب الإنسان، لذلك كان لزاماً علينا الإهتمام بالبيئة بها ووضع استراتيجية تحدد الجهود والأبحاث التى توجه في مجال التصميم للوصول إلى بيئة داخلية آمنة وصحية للمستخدمين للحفاظ عليهم، فمن الممكن تجنب الكثير من المخاطر الصحية بزيادة استخدام التكنولوجيا والأدوات التى تضمن التكيف والحفاظ على بيئة داخلية آمنة.[12]

| نوعية المكان        | النسبة المئوية لوجود الإنسان % |
|---------------------|--------------------------------|
| السكن والمعيشة      | 62%                            |
| مكان العمل          | 25%                            |
| خارج البيئة المشيدة | 6%                             |
| في المواصلات        | 7%                             |

جدول (1) يوضح الأوقات نسبة التي يقضيها الإنسان

### المحور الثاني: تطور تكنولوجيا كاسرات الشمس للحفاظ على جودة البيئة الداخلية

للأنظمة الحركية انواع واشكال مختلفة تطورت على مدار العصور والحضارات، ولا يوجد مبنى يخلو من نظام حركي يؤثر على الوظيفة وتكوينه المعماري، ومع وجود الامكانيات والمعدات الحديثة تطورت هذه الانظمة تطوراً ملحوظاً مما أدى إلى إتساع تطبيقاتها في تلبية المتطلبات المعمارية المختلفة، فحيثما يتم تصميم فتحات لا يتم فقط الخذ في الاعتبار كيفية دخول ضوء النهار من الفتحة و لكن أيضا كيفية منع دخول ضوء الشمس المباشر.[3]

#### 1- تطور تصميم وتكنولوجيا التظليل:

إن وسائل التظليل يمكن أن يتم تصميمها بفتحات المبنى الداخلية بطرق التصميم الداخلي المختلفة، أو الخارجية بإستخدام وسائل التظليل الثابتة أو المتحركة على حد سواء، فضلاً على أن أنظمة التظليل الأكثر تطوراً تحتوي على وسائل تحكم يمكن عن طريقها تخفيض مستويات الاضاءة الكهربائية تلقائياً.[16]

وقد كانت العمارة الإسلامية أيضاً لها نصيب كبير في إبتكار أساليب تسمى مستخدمى المبانى من مخاطر وأضرار الإشعاع الشمسى وحرارتها، وبرع الفنانين آنذاك في التشكيل الجمالي والحلول الوظيفية للظلال، والذي لم يكن يهدف لتزيين المباني فقط، بل كان له بُعد وظيفى لحماية البيئة الداخلية من المناخ الحار للمنطقة العربية، ويتضح ذلك في استخدام المشربيات والقباب بسطحها المنحنى وكذلك استخدام الكتل الغاطسة في مداخل المباني والزجاج المعشق شكل (4) التى نجد فيها تأثير الإضاءة الطبيعية والتهوية، ويتضح أن الهدف منها الحفاظ على البيئة الداخلية بجانب أغراض نفعية أخرى منها التأثيرات الجمالية والإحتياجات العقائدية والتي حملت إبتكارات متعددة لأساليب نقل الضوء إلي الفراغ الداخلي.[4]



شكل (4) بعض من أساليب التظليل التي أستخدمت قديماً في العمارة العربية

لقد ابتكر الإنجليز الشبائيك الزجاجية ذات التقسيمات السلسلة التي تحتوي علي قطع صغيرة من الزجاج والتي عرفت بهذا الإسم. ثم إختراع الفرنسيون الشيش الخشبي للتحكم في الإضاءة والتهوية وكذلك للحماية من حرارة الشمس، وقد إنتقل هذا الإبتكار إلي الشرق الأوسط و عمارة حوض البحر الأبيض المتوسط نظرا لشدة حرارة أشعة الشمس وكفاءة هذا التصميم

في هذه الأجواء. أما فرانك لويد رايت فقد نظر إلي الإضاءة الطبيعية بحالتها بما لها من حرارة ولذلك جاءت معظم مبانيه لها فتحات محمية من حرارة الشمس إما بمظلات أعلى أعتاب الشبائيك أو ببلكونات تبرز للخارج علي شكل كوابيل، ولقد ذكر رايت أن المظلات الأفقية التي وضعها أعلى الفتحات في مبانيه كانت لها تأثير في زيادة الإضاءة النافذة إلي الفراغات لأن الضوء ينعكس منها إلي الداخل وتزيد الإضاءة الداخلية. أما لوكوربوزيه فقد إستفاد من خاصية تعرف علميا بخاصية التباين المتزامن Simultaneous Contrast ونفذها لوكوربوزيه في مبني Ronchamp في فرنسا، فقد فتح في حوائط المبني شبائيك بمقاسات مختلفة، وأمال جوانب الشباك لتتفتح إلي الداخل مما جعل الإضاءة تتدرج حتي الحائط المحيط حيث يبدو الحائط مضيئا.[13]

## 2- تأثير ضوء النهار على الحياة والكفاءة والإنتاجية:

ضوء النهار له الكثير من الفوائد الجمالية والصحية، ولذلك يسعى المصممين والباحثين على حد سواء لتوفير هذا الجانب للبيئة الداخلية، وجاءت دراسات علماء مركز أبحاث الإضاءة (LRC) Lighting Research Center، في نيويورك تؤكد على أهمية الإضاءة الطبيعية وتأثيرها الصحي على كل جوانب الحياة.[19]

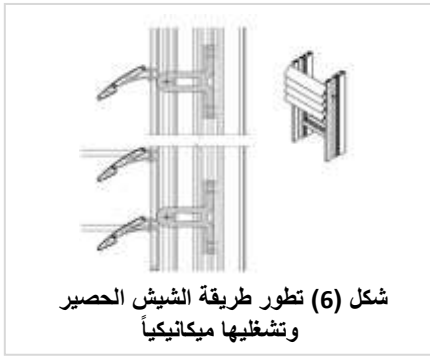
فإستخدام الضوء الطبيعي يمكن أن يؤدي إلى وفورات كبيرة في الطاقة، حيث أن الإضاءة الكهربائية في المباني تستهلك أكثر من 15% من الطاقة المولدة. كما أن المساحات المزودة بضوابط استشعار يمكنها أن تعمل على تقليل الطاقة المستخدمة للإضاءة الكهربائية بنسبة تتراوح بين 20% و 60% وفقا لدراسات نشرت بمجلة "مجلة بحوث الإضاءة والتكنولوجيا" (2006). [20]

وأكدت الأبحاث أن الضوء الطبيعي من أهم العوامل تأثيراً على شفاء المرضى، حيث ذكر "روجر أولريش" أستاذ الهندسة المعمارية، والمدير المؤسس لمركز النظم الصحية والتصميم في جامعة تكساس أن مرضى الجراحة في الغرف التي كانت النوافذ فيها تواجه الأشجار ويدخل من خلالها إضاءة وتهوية طبيعية تعافى 8,5% أسرع وأخذ مسكنات أقل من أولئك الذين كانوا يواجهون جدار أو واجهات زجاجية بلا تهوية. أما في مجال التعليم فقد أجريت دراسة بعنوان "ضوء النهار في المدارس: تحقيق في العلاقة بين ضوء النهار والأداء البشري" عام 2002 توصلت الدراسة إلى أن الطلاب المتواجدين في فصول بها إضاءة وتهوية طبيعية حققوا نتائج أفضل من الذين يتواجدون بفصول بها إضاءة غير طبيعية. كما جاءت الدراسات مؤكدة أن التصميم الذي يهتم بالإضاءة الطبيعية يحقق توازن بيولوجي ورضا لدى المستخدمين في نواحي المعيشة، فقد حققت نتائج عالية في الإنتاج لدى العاملين في قطاعات إنتاجية مختلفة، وكذلك في النشاط السكني بإختلاف أنواعه خاصة التي تعمل بالظلال التكنولوجي الذكية أو ما تعرف بالواجهات الديناميكية، فهي توفر الضوء وتمنع إنتشار أشعة الشمس بالمكان وتخفف من آثارها الضارة.[21]

إن المباني كتل ساكنة، يكمن نجاح إخراجها في جعلها تتسم بسياقٍ من الحركة أو التدفق. هذا السياق لا يتحقق إلا بمسايرة رحلة الشمس اليومية عبر واجهات المبني، وإسقاطها للضوء بزوايا وشدة مختلفة، وطريقة سقوط الضوء على المبني تؤكد على فكر المصمم في كيفية تخفيف حدة أشعة الشمس على المبني. ومن هنا كانت للأنظمة الحركية لفتحات الواجهات أنواع وأشكال مختلفة تطورت على مدار العصور ولا يوجد مبني يخلو من معالجات لأشعة الشمس، تنسجم بين الوظيفة والتكوين المعماري كما توضحها الأشكال (5،6،7)، ومع وجود الامكانيات الحديثة تطورت هذه الأنظمة تطوراً ملحوظاً أدى الى إتساع تطبيقاتها في تلبية المتطلبات المعمارية المختلفة، وذلك لتوفير مناخ وبيئة صحية للمستخدمين، وكانت مراحل تطورها من خلال تلك الأساليب:

- أساليب مبتكرة موضعها المصمم الداخلي.

- تقنية مبتكرة من المعماريين.
- جماليات مزودة بتقنية ذكية تستجيب للمؤثرات الخارجية. [6]



شكل (6) تطور طريقة الشيش الحصير وتشغيلها ميكانيكياً



شكل (5) الشيش الحصير الذي كان يستخدم للتظليل ومنع دخول أشعة الشمس داخل الفراغات الداخلية



شكل (7) مجمع إسكان ويلانوسكا - وارسو بولندا

مجمع إسكان ويلانوسكا ببولندا وهو تطوير لفكرة الشيش بهدف حماية الفراغ الداخلي من أشعة الشمس المباشرة، والحفاظ على البيئة الداخلية ومحتوياتها. [22]

لقد بدأت المحاولات للاستفادة من التهوية الطبيعية والحماية من اشعة الشمس للحفاظ على البيئة الداخلية بدأت فعلياً هذه الأساليب الميكانيكية في أوائل عام 1935م حيث تم بناء المبنى المعروف بإسم "فيلا جيراسول" التي صممها المعماري "انجيلو يفرينيتزي" حيث استعان بكل من مهندس الميكانيكا "رومولو كاراباشي" والمصمم الداخلي "فاستو ساكورتى" بضاحية فيرونا شمال إيطاليا، والمبنى يدور بالكامل في مركزه 360° وبذلك يتغير موقعه بين الفصول المختلفة شكل (8،9) ثم توالى الإبتكارات والتصميمات المختلفة التي غلب عليها الطابع الميكانيكي في التحريك شكل (10،11). [23]



شكل (9) قطاع يوضح الطريقة الميكانيكية المستخدمة لدوران المبنى بواسطة السكك الحديدية.



شكل (8) يوضح تصميم مبنى "فيلا جيراسول" والفناء الخارجى.



[24] شكل (10) تطور النماذج الميكانيكية لكاسرات الشمس لتظليل الواجهات



تستخدم كاسرات شمس للواجهة وطريقة تشغيلها ميكانيكياً PVC شكل (11) الواجهات [25]

### المحور الثالث: التكنولوجيا الذكية المستخدمة بواجهات المباني.

إن تصميم الواجهات الخارجية للمباني من أهم الإتجاهات الإبداعية التي اتبعتها العديد من المصممين والمعماريين مستفيدين من تطور التكنولوجيا الذكية، مما فصح المجال لهم لإبتكار نماذج أكثر تطوراً لغللاف المبنى فجاء بتصميمات ديناميكية متعددة ترى من خلالها الإضاءة الطبيعية من فراغات ملائمة متغيرة ومستجيبة مع العوامل المحيطة دون أى ضرر على البيئة الداخلية والمستخدمين، وذلك ضمن تصميم معمارى متكامل، وبالتالي التحكم في كمية الأشعة الشمسية التي تخترقها، فضلاً عن التقدم الكبير في تقنيات الزجاج وأنظمة التحكم والمحركات، وغيرها من التجهيزات التي تشكل مجموعها في النهاية فناً معمارياً متكامل، وتزداد فعاليتها بإعطائها القدرة على الحركة، فهي تشكل إضافة تصميمية

جديدة ومميزة إلى أدوات المصمم. وكلها تهدف إلى تحسين البيئة الداخلية عبر إستراتيجيات تصميمية متطورة. [10] ويعد هذا التطور من أهم ركائز العمارة التفاعلية "Interactive Architecture" فهي من المفاهيم الحديثة التي أفرزتها نتائج دراسات عديدة بعد ان برزت مشكلات بيئية ووظيفية وانسانية وجمالية لم تستطع العمارة التقليدية وحلولها الحديثة أن تعالجها بشكل مثالي، ويهدف هذا التطور الى خلق عمارة لها القدرة على الاستجابة بصورة ديناميكية للتغيرات في البيئة الخارجية والداخلية، وانماط الاستعمال المتغيرة للمستخدم وبشكل فعال ومثالي من خلال قدراتها وامكانياتها المتميزة في الحركة والتفاعل والتكيف والمرونة واعادة تنظيم الهيئة وتغير الشكل وغيرها من الامكانيات لتكوين بيئة مناسبة تؤمن راحة المستخدم ومتطلبات رفاهيته، وتكون لها اقل تأثير سلبي. [9]

ولأهمية الموضوع سعت دراسات وبحوث عديدة إلى محاولة إيجاد حلول عملية بإتباع استراتيجيات مختلفة، والتي يقتصر دورها في تقليل عمليات السريان الحراري إلى الداخل ودعم عمليات فقدان الحرارة ضمن غلاف المبنى وتزويده بقابلية الاستجابة والتكيف مع متغيرات البيئة الخارجية، بإتباع تكنولوجيا متطورة كوسيلة تعطي صفة التكامل لتلك التقنيات مع النظم الميكانيكية للمبنى والمنسجمة مع التكنولوجيا البنائية له. [14]

### 1- تكيف المباني:

عالمنا يشهد بعوامل كثيرة مشتركة بين جميع الكائنات فإن تكوينها الشكلي والتركيبى والسلوكى كلها متكيفة مع البيئة المحيطة بها، ويشترك المبنى مع الكائن الحى في وجود تكوين شكلى وتركيبى وأنظمة تحدد أداء المبنى حيث لا بد من أنها جميعاً تتوافق مع البيئة المحيطة لتوفير الراحة لمستخدمى المبنى، والمبنى لا يختلف عن الإنسان والحيوان فهو يحتاج إلى الطاقة والماء والهواء فهو كالنبات يمتد بجذوره في الأرض ويعلو ليستفيد من الهواء والضوء، وهذه الظواهر نشاهدها في الكائنات، ويرجع ذلك إلى تطبيق قوانين الطبيعة التى تعد خادمة للمصممين، حيث يستلهم منها المصممين بما يسهم في تطور أساليب متعدد في كل جوانب التصميم التى يستخدمها الإنسان، ولكى يتكيف المبنى مع محيطه البيئى لا بد أن تكون قوانين الطبيعة هى الأساس أيضاً، فنحن هنا بصدد وضع عنصر الإحساس "sensitivity" في تصميم المبنى لى يستند إلى قدر أكبر من الحساسية والإدراك "sensitivty" للبيئة الخارجية، فالمبنى يجب أن يوفر الراحة للمستخدمين وهذا هو الدور الأساسى للمبنى مع التغيرات المناخية التى يواجهها، وهنا يأتى دور المصمم الذى وضع التخطيط والأنظمة المناسبة لحماية البيئة الداخلية وتوفير الراحة للمستخدمين، وربما يعتبر البعض هذا الإتجاه أنه من الرفاهية في الحياة، بينما هو الآن من الضروريات، فالحاجة الآن لمباني مستجيبة للتغيرات المناخية تعمل بالتكنولوجيا الذكية تنبع من الطلب على توفير الراحة التى واكبت تطور المباني، واختلاف تصميماتها التى اصبحت أكثرها من الواجهات الزجاجية وما يرافقه من من دواعى حرارية داخل المباني، فالمهمة الأساسية للمبنى هى راحة وحماية المستخدمين وممتلكاتهم، فالمباني يجب ان تقاوم كل الظروف المناخية لإنتاج بيئة داخلية مريحة لشاغلها، وقد تعد هذه العملية صعبة، ولكن أساليب الاستجابة المتوفرة في التكنولوجيا المعاصرة سهلت هذه المهمة التى تُستخدم لغللاف المبنى فتجعله أكثر قدرة على التكيف، فمزيج من التحكم مع إستجابته شبه تلقائية لهذه الظروف المتغيرة يمكنها ان توفر متطلبات شاغلى المبنى من الراحة داخله. [11]

### 2- التكيف مع المحيط الخارجى:

علم البيولوجيا يُعد مصدر إلهام للمصممين، لما له من أنظمة معقدة يتوافق أداؤها مع المحيط البيئى، وهو ما يسمى بالتكيف البيئى أو التأقلم الذى يعرف "بأنه عملية تكيف لنظم المباني التكنولوجية التى تستجيب للمتغيرات فتخفف من الأذى" وهو ما يسعى المصممين لتحقيقه في المجال المعمارى بتصميم مبنى يحاكي الكائن الحى في تكيفه مع البيئة، وقدرته على الاستجابة للتغيرات المناخية. [13]

### 3- تطور التكنولوجيا الذكية لغللاف المباني:

ظهرت بعض الأفكار التكنولوجية في فترة السبعينات وكانت من تشارلز إيستمان حيث إبتكر طريقة جديدة سميت بالتكيف المعمارى الشرطى "Conditional architectural adaptive" وفيه تعمل أجهزة الاستشعار بتسجيل التغير الحادث ثم تقوم اليات التحكم على حث المشغل الميكانيكى للعمل. ومع التطور المذهل لبرامج الكمبيوتر أصبح من السهل معالجة هذا التشغيل ببرامج رقمية مخصصة لذلك، والتي يمكنها أن تستجيب بطريقة مباشرة وأسرع من الطرق السابقة بإستخدام اللوغاريتمات الجينية "Genetic Logarithms" وهى محاكاة لشبكات الأعصاب الاصطناعية "Artificial nerve"



networks وسميت بهذا الاسم لتشابهها مع قدرة العقل على التعرف على ما يتعرض له لمجموعة من المؤثرات، وبهذا خرجت العديد من الأنظمة بأنماط مختلفة لها القدرة على التكيف مع البيئة الخارجية للمباني. هذا النوع من المباني تعمل به أجهزة الاستشعار التي تقيس الظروف المناخية المحيطة بالبيئة لتمكن المبنى من التكيف معها عبر المحركات الخاصة بذلك، حيث يحتاج المبنى لتقنيات ذكية تمكنه من التفاعل أو الاستجابة السريعة مع التغيرات البيئية، وخلال فترة الثمانينيات ابتكرت إحدى الشركات اليابانية نظام يعرف بنظام تشغيل يسمى TRON الذى زود المباني بعدة مميزات منها التحكم في غلاف المبنى، وانتشر هذا النظام بأوروبا وأمريكا وكثير من الدول. [14]

#### 4- الأسباب التي ادت لإبتكار تكنولوجيا تتحكم في غلاف المبنى:

الأبراج ذات الواجهات الزجاجية منتشرة في مختلف الدول عبر العالم، مع الإختلافات في المناخ الذي يسودها، حتى أنها تنتشر بكثرة في البيئة الصحراوية القاسية بدول الخليج، فالمباني الزجاجية بصفة عامة لا تمنع أشعة الشمس من دخول المبنى كما هو الحال بالنسبة لمباني خامات أخرى، ولذلك تتطلب المباني الزجاجية في المناطق الحارة، المزيد من تبريد التكيف وبالتالي ترتفع تكلفة الطاقة، ولكن أمكن التغلب على التحكم في تلك الظاهرة بوسائل تكنولوجية متطورة أهمها غلاف المبنى الذى ساهم في منع جزء كبير من الأضرار التي كانت تحيق بالبيئة الداخلية للمباني. [8]

#### 5- النظم الحركية في المباني:

عرفها مجموعة من الباحثين أنها: "المباني ذات العناصر المتغيرة الموقع أو الشكل الهندسى كحركة ميكانيكية" فالأنظمة الحركية هي أنظمة ميكانيكية تعطى القدرة لأجزاء معينة من هيكل المبنى على الحركة دون التأثير على سلامة المبنى ككل، لقد برزت فكرة ديناميكا الواجهات على أنها نوع تكنولوجى حديث جمع بين الميكانيكية الحركية وبين التقنية المتقدمة في الوقت الحاضر. [9]

فهى أنظمة تكنولوجية تعمل مع بعضها لتتكيف مع التغيرات البيئية المحيطة بالمبنى، ولذلك لتحسين الأداء وتوفير الراحة للمستخدمين، وتعمل هذه الأنظمة من خلال إستجابتها للإشعاع الشمسى أو ضوء النهار أو مع حركة الهواء أو حسب درجة الحرارة أو مع ظروف مناخية أخرى حسب احتياجات المبنى من الخارج والداخل. وتستخدم هذه الأنظمة الحركية في جوانب مختلفة إما لتعزيز الصفات الجمالية للمبنى أو الاستجابة للظروف المناخية أو لأداء مهام أخرى متاحة بلأنظمة، وقد تكون من الأساليب المستخدمة الطى "Folding" الإنزلاق "Sliding" التمدد "Expanding" أو التحول "Transforming" من حيث الحجم والشكل. [11]

فالعمارة الحركية ثورة حقيقية في الفكر التصميمى العالمى حيث غيرت مسرى علم التصميم الذى كان ينظر اليه من عين الثبات والاستقرار على الأرض إلى عين الحركة والديناميكية والتغيرات الشكلية، ويعبر عن الحركة في العمارة ثلاث جوانب أساسية هم:

5/1- الجانب التمثيلى الميكانيكى للحركة.

5/2- الجانب الوظيفى للحركة.

5/3- الجانب التعبيري والجمالى للحركة.

#### 6- أساليب التحكم في الأنظمة الحركية:

يعتبر التحكم في حركة الأنظمة الحركية من أهم الجوانب التصميمية لتلك النظم، فضلاً للتحكم في القدرة التشغيلية والصيانة إلى كل ما يتعلق بتفاعلها مع البيئة المحيطة، ويتم التحكم في النظم الحركية بعدة طرق أهمها الطرق الآتية [26]:

**6/1- التحكم الداخلي Internal Control:**

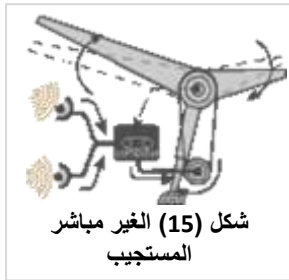
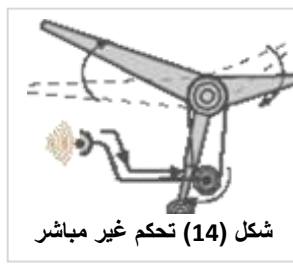
وهذا النوع يستخدم في الهياكل المتحولة القابلة للانتقال، فتلك الأنظمة تمتلك إمكانية الحركة الميكانيكية من الناحية الإنشائية ولكن ليس لها القدرة أو آلية الإستجابة المباشرة شكل (12).

**6/2- التحكم المباشر Direct Control:**

في هذا النوع يتم التشغيل بواسطة أحد مصادر الطاقة عند اللزوم حسب ظروف البيئة كما يوضحها شكل (13). [14].

**6/3- التحكم الغير مباشر Indirect Control:**

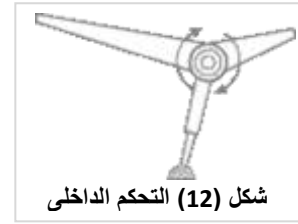
ويتم تشغيل النظام في هذا النوع من التحكم عن طريق المعلومات التي تأتي من اجهزة الإستشعار بالمبنى، ومن خلالها يبدأ نظام التحكم بالعمل ويصدر جهاز التحكم تعليمات تشغيل أو توقف الحركة إلى مصدر الطاقة شكل (14).

شكل (15) الغير مباشر  
المستجيب

شكل (14) تحكم غير مباشر



شكل (13) التحكم المباشر



شكل (12) التحكم الداخلي

**6/4- التحكم الغير مباشر المستجيب Responsive Indirect Control:**

يتبع النظام السابق في التشغيل ولكن الإختلاف به أن جهاز التحكم يمكنه من التحكم في تشغيل أو توقف حركة عنصر معين بغلاف المبنى شكل (15). [26].

**7- تصنيف النظم الحركية لغلاف وهي:****7/1- الهياكل الحركية الضمنية Embedded Kinetic Structure:**

وهي انظمة مهمتها التحكم في نظام الغلاف ليستجيب مع المتغيرات البيئية المحيطة بالمبنى شكل (16) ومن الأمثلة الأكثر وضوحاً لهذا النظام المبنى الآتية:

**7/1/1- المبنى الإدارى لشركة Kiefer technic باستراليا:**

حيث تم تصميم واجهة المبنى كهيكل حركى يتضمن محركات تتحكم في جميع الوحدات المكونة لواجهة المبنى، وهي شريطية الشكل عبارة عن ألواح من الألياف المثقبة التي يتغير وضعها كل فترة زمنية استجابة لأشعة الشمس لتوفير الإضاءة

الطبيعية داخل المبنى والحماية من أشعة الشمس شكل (17،18) متكيف بذلك مع البيئة الخارجية للمبنى، كما يمكن ان تعمل هذه الوحدات بشكل فردى حسب الظروف والاحتياجات المتغيرة. [27].

شكل (16) المحركات الضمنية  
في هيكل غطاء المبنى

باستراليا Kiefer technic شكل (17) المبنى الإدارى لشركة



شكل (18) أثناء غلق جميع وحدات غطاء المبنى وأثناء فتحها

**7/2- الهياكل الحركية الديناميكية:**

وهذه الأنظمة تتواجد في العمارة بشكل كبير، ولها القدرة على التشكل والاستجابة السريعة لحركة كاسرات الشمس بالواجهات شكل (19) ومن المباني التي يوجد بها هذا النظام:



شكل (19) الهياكل الديناميكية

**7/2/1- مبنى "المعهد الملكي للتكنولوجيا بميلبورن ولاية فيكتوريا الأسترالية:**

صمم غلاف المبنى من طبقتين، تتكون الطبقة الخارجية من 1700 قرص من الألياف الزجاجية كل منها يبلغ قطره 600 ملم، وتعمل مع حركة الشمس شكل (20،21) فتقوم الأقراص بالدوران حول محور لتقليل حرارة الشمس الواقعة على الواجهات طوال اليوم.[28]



شكل (20) واجهة مبنى المعهد الملكي للتكنولوجيا بميلبورن - استراليا



شكل (21) مبنى المعهد الملكي من الداخل

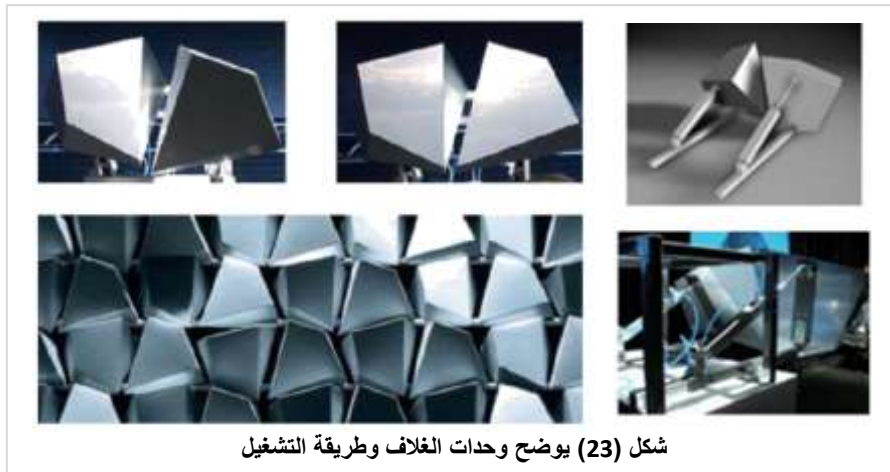
**7/2/2- مبنى The FLAR:**

وهو في برلين ويعد من النماذج التي توضح عمل التكنولوجيا الحركية لواجهات المباني شكل (22) حيث تم تصميم غطاء المبنى من رقائق الألياف العاكسة للضوء وقادرة على الدوران في إتجاهات مختلفة متفاعلة مع ضوء النهار،



ببرلين The FLAR شكل (22) واجهة مبنى

ويتكون هذا النظام من واجهة عبارة عن عدد كبير من الرقائق القابلة للإمالة بواسطة ضغط الهواء، ويمكن التحكم بأى عدد منها أو جميعها حسب الوضع المطلوب للمبنى شكل (23) وذلك بواسطة نظام حاسوبي مدعومة بأجهزة إستشعار قادر على تغيير شكل حركة الرقائق وفقاً للمناخ الخارجى، فعندما تكون الرقائق في وضع رأسى تعكس أشعة الشمس، وإذا تحولت في الوضع المائل تُكون ظلال بحيث تبدو كوجه مظلم، كما يمكن تحولها في أوضاع أخرى تبدو من خلالها واجهة المبنى وكأنها مفرغة. [29]



شكل (23) يوضح وحدات الغلاف وطريقة التشغيل

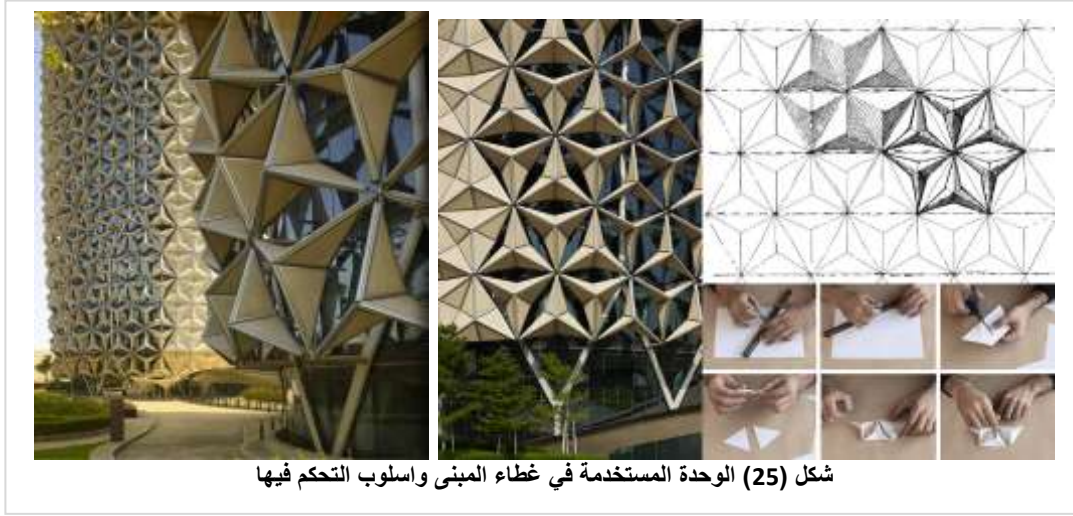
**7/3- فندق أبراج البحر بأبو ظبي:**

شكل (24) أبراج البحر

تعتبر أبراج البحر مثالا ساطعا على كيفية استخدام أحدث التقنيات الذكية مع تأصيل المبنى في سياقه الثقافي، فأعطت المبنى الشكل التراثي للعمارة العربية شكل (24) فالتصميم يحاكي القديم بمفهوم معاصر. فقد تم تصميم الواجهة الخارجية للمبنيين المكونين من 29 طابقاً على ارتفاع 145 متراً من الزجاج بشكل كامل، ولكن تم تغطية السطح الخارجى بهيكل واقى متحرك مكون من 2000 مظلة شمسية تفتح وتغلق تلقائياً وفقاً لشدة أشعة الشمس وذلك للحفاظ على البيئة الداخلية بالفندق. فقد استلهم المصمم تصميم غطاء المباني المتحرك من "المشربية" التي كانت تزين نوافذ البيوت العربية القديمة. هذا التصميم الهندسي يوفر كلا من الظل والخصوصية والحماية من حرارة الشمس، وفي نفس الوقت يسمح بإطلالة خارجية طوال الوقت، حيث الهيكل الخارجى يبعد عن الهيكل الزجاجي للمبنى بحوالى 2 متر، وصُمم في إطار مستقل فكل مثلث مطلي بالألياف الزجاجية ومبرمج وفقاً لحركة الشمس. ففي الليل تظل المظلات مطوية تسمح بظهور الواجهة الزجاجية

الأساسية للمبنى. وعندما تشرق الشمس فى الصباح الباكر في المنطقة الشرقية من المبنى، تفتح المظلات المتواجدة في المنطقة الشرقية وكلما تحركت الشمس لتغطي المناطق الأخرى من المبنى تتبعها المظلات وتفتح وفقاً لحركة الشمس،

وتحافظ على البيئة الداخلية بكل محتوياتها وتوفر مكان آمن من أى ضرر للمستخدمين شكل (25،26) وذلك عمل على توفير الكهرباء التي تستهلكها الإضاءة فى النهار، لقد اختارت المجالات التخصصية مبنى أبراج البحار في أبو ظبي ضمن أهم الابتكارات نظراً لأنها تقلص درجة الحرارة فضلاً عن تقليصها انبعاثات الكربون بمعدلات كبيرة. [30]



شكل (25) الوحدة المستخدمة في غطاء المبنى واسلوب التحكم فيها



شكل (26) يوضح غطاء المبنى الزجاجى ووحدات التظليل

#### 714- مبنى معهد العالم العربى بباريس:

ظهر كثير من المبانى التى كان تصميمها له القدرة على التكيف مع متغيرات البيئة المحيطة له من خلال غلاف المبنى الذى يقوم بفتح أو غلق النوافذ للتحكم في تدفق الهواء او درجة الحرارة الداخلية للمبنى، كما في معهد العلم العربى بباريس حيث تم تصميم الواجهة بأسلوب تكنولوجى يحمل 30000 فتحة تتحرك مثل فتحة العدسات شكل (27) ويتم التحكم فيها بواسطة 240 موتور بحيث تكون قادرة على تغيير مساحة الفتحة وشكلها حسب حرارة الشمس والضوء الخارجى.



شكل (27) غلاف المبنى من الخارج والداخل



شكل (28) يوضح مراحل تشغيل العدسات التي تعمل بطريقة تلقائية مع البيئة الخارجية

فقد استخدمت وحدة واحدة في التصميم وتم تكرارها لتوفير الإضاءة المناسبة، وهذه الفتحات تم إنشاء فواصل زمنية عن طريق أجهزة الاستشعار لتقوم بفتح أو غلق الفتحات حسب القدر المطلوب للضوء داخل المبنى شكل (28) حيث تتطلب هذه النوعية من المباني بتزويدها بأنظمة تكيف وتستجيب للمتغيرات الخارجية للمبنى، وتسمى هذه الأنظمة (Kinetic system) وتحتاج إلى إشارات تخبرها بالوقت المناسب للإستجابة ويطلق عليها (Responsive system) فطعتى أجهزة الاستشعار النظام القدرة على على الشعور بالمتغيرات البيئية بحيث يمكن تغيير سلوك تلقائياً. [31]



شكل (29) مبنى جامعة هيلسينج لارسن له واجهة تتحرك استجابة لتغير الحرارة والضوء

### 7/5- مبنى جامعة هيلسينج لارسن بالدنمارك:

وهو من المباني الديناميكية المستجيبة والتي تتغير وفقاً للمناخ الخارجي، وقد تم تصميم غطاء المبنى المتحرك من الشكل الهندسي ثلاثي الأضلاع، ويتم التحكم في بعض منها أو جميعها تبعاً لأشعة الشمس كما يوضح الشكل (29). [32]

### 8- تعريف الأنظمة المستجيبة Responsive Systems

تعرف الاستجابة في علوم الحاسب الآلي بأنها القدرة على أداء مهمة خلال فترة زمنية محددة، أما الإستجابة في العمارة فتعرف بأنها "الإستجابة لأوضاع أو تقلبات بيئية لتحقيق أفضل قدر من الراحة المناسبة للتعايش البشرى مع الطبيعة"، والأنظمة المستخدمة لهذا الغرض في المباني هي أنظمة تكنولوجية ذكية تعطي النظام القدرة على الاحساس بالتغيرات البيئية مما يوفر للنظام إشارة للقدرة على تغيير سلوكه تلقائياً، وحتى تتحقق الإستجابة بشكل سليم يمكن استخدام جهاز استشعار واحد على نظام بأكمله، أو استخدام عدد من أجهزة الاستشعار إذا كان النظام يحتوي على عدد كبير من العناصر، هذا القرار يتأثر بطريقة إستجابة النظام المحددة مع التغيرات التي تحدث بالبيئة المحيطة، وإن كان كل عنصر بالنظام لديه جهاز الاستشعار لتمكنه بأن يعمل بشكل مستقل عن العناصر الأخرى، لكنها في النهاية تعمل في تكامل مع البيئة المحيطة للمبنى لتحقيق الإتزان ولتحسين أداء البيئة الداخلية. [14]

### النتائج:

المحور الأول:

- إن تلوث الحيز الداخلي للمباني من أكثر القضايا البيئية المطروحة عالمياً نظراً لأهميتها للحفاظ على صحة المستخدمين خاصة في المناطق الحارة.
- يمثل غلاف المبنى للواجهات الزجاجية المحور الرئيس لجميع عمليات السيطرة الحرارية للبيئة الداخلية، فمن خلاله تحدث جميع سلوكيات الانتقال الحراري بين الخارج والداخل.

• تعد الواجهات الزجاجية الغير مظلمة من أكبر المصادر التي تؤدي إلى زيادة درجة الحرارة داخل المباني، وتتسبب في ظهور بعض الآفات والحشرات، مما يسبب أضرار على الإنسان وعلى محتويات البيئة الداخلية.  
المحور الثاني:

• أكدت الدراسات أن التصميم الذي يهتم بالإضاءة الطبيعية يحقق توازن بيولوجي ورضا لدى المستخدمين في نواحي المعيشة ويرفع من الإنتاجية، حيث جاءت نتائج الدراسات على أنشطة متعددة للحيز الداخلي في مجالات كالتعليم والصحة والمباني السكنية وغيرها.

• بدأت المحاولات التكنولوجية للاستفادة من الإضاءة الطبيعية والحماية من اشعة الشمس للحفاظ على البيئة الداخلية في أوائل عام 1935م ثم توالى التطور.

المحور الثالث:

• تأكد أن المباني التي تعمل بالظلال التكنولوجية الذكية أو ما تعرف بالواجهات الديناميكية المستجيبة، توفر الضوء وتمنع إنتشار أشعة الشمس بالمكان وتخفف من الآثار الضارة.

• ثبت أن الغلاف التكنولوجي للمباني والذي يعمل بطريقة الإستجابة يُعد أكثر ملائمة لتقلبات البيئة، فهي أنظمة تكنولوجية ذكية تعطي النظام القدرة على الاحساس بالتغيرات البيئية مما يوفر للنظام إشارة للقدرة على تغيير سلوكه تلقائياً.

### التوصيات:

- يعتبر توفير الراحة الجسدية كالراحة الحرارية والضوئية من أهم ضروريات مستخدمى البيئة الداخلية، وعلى المصممين الإهتمام بتحسين البيئة الداخلية بوسائل تصميمية مناسبة تحقق توفير بيئة صحية.
- على المصممين تقليل استخدام الزجاج بالواجهات واستخدام خامات ذو معامل حرارى قليل.
- يفضل استخدام وسائل العزل الحرارى المناسبة لتقليل الحرارة المكتسبة من غلاف المبنى وعدم نقلها للبيئة الداخلية للحد من الكسب الحرارى الشمسى لما له من تأثير ضار على البيئة الداخلية للمبنى.
- استخدام وسائل التظليل المتحركة في الواجهات تعمل على تقليل تأثير الحرارة المباشر والإشعاع الشمسى.
- إن استخدام منظومة غلاف المبنى الديناميكية تعمل على متطلبات التبريد ومنع الكسب الحرارى للبيئة الداخلية.
- إجراء البحوث والدراسات التي تسلط الضوء على غلاف المباني ودراسة المنظومات والأساليب التقنية الحديثة في السيطرة على الأداء الحرارى للمبنى.
- يوصى البحث بإجراء المزيد من البحوث والدراسات العلمية الهادفة لتطوير أساليب الحفاظ على البيئة الداخلية والاستفادة من التكنولوجيا الحديثة للحد من إكتساب المبنى لحرارة الشمس بما يتناسب مع متطلبات البيئة الصحية للمستخدمين وممتلكاتهم.

### المراجع:

#### المراجع العربية

- 1- أبو عودة، أحمد-مواد البناء- دار صفاء للنشر والتوزيع- عمان- الاردن 2006م.
- 2- أحمد، أرقم عبد الحميد – مثالية التشكيل الهندسى لغلاف المبنى كمفهوم للتقليل من الهدر فى الطاقة- الجامعة التكنولوجية بغداد 2007.

Ahmad, Arqam Abdelhameed- *Mithaleyyet attashkeel Al-handasi ligholaaf al-mabna kamafhoom liltaqleel min al-hadr fi attaqa-* Al-jame'a attiknolojiyya Baghdad 2007.

3- السنبانى، على علوى- الإعتبارات البصرية للإضاءة عند تصميم المباني- دار الطباعة والنشر- دمشق 2014 .

Assinbani, Ali Elwy- *Al-ie'tebaraat al-basariyya lilida'a inda tasmeem al-mabani-* dar atteba'a wannashr- Damascus 2014.

4- الوكيل، شفق- سراج، محمد عبدالله- المناخ وعمارة المناطق الحارة- الطبعة الثالثة- عالم الكتب 1989.

Al-wakeel, Shafaq- Sirag, Muhammad Abdallah- *al-monakh wa emarat al-manateq ql-harra-* attab'a athalitha- aalam al-kotob 1989.

5- رأفت، على- البيئة والفراغ (ثلاثية الإبداع) - الطبعة الثانية- مطابع دار التحرير للطبع والنشر 2003.

Ra'fat, Ali- *al-bee'a wal faragh (tholathiyyat al-ibdaa')*- attab'a athaniya- matabe' dar attahrir liltab' wannashr 2003.

6- عوف، سعيد عبد الرحيم- العناصر المناخية والتصميم المعماري- مطابع جامعة الملك سعود، الرياض 1994.

Ouf, Saeed Abderheem- *al-anaser al-manakhiyya wat-tasmeem al-mi'mari-* matabe' jame'at al-malik saud, Riyadh 1994.

7- عيسوى، محمد عبد الفتاح- تأثير تصميم الغلاف الخارجى للمبنى على الإكتساب الحرارى والراحة الحرارية- كلية الهندسة- جامعة القاهرة 2003.

Essawy, Muhammad Abdelfattah- *ta'theer tasmeem al-gholaf al-kharegi lilmabna a'la al-iktesaab al-harari warraha al-harariyya-* kolyat al-handasa- jame'at al-qahira 2003.

### المراجع الأجنبية:

8- David Warwick- *Integrating Active Thermal Mass Strategies in Responsive Buildings-* Buro Happold, 2011.

9- Fox, Michael. Miles Kemp- *Interactive Architecture-* Princeton Architectural Pr, New York 2009.

10- Hal, Levin- *Indoor Air Indoor climate and global climate change - Exploring connection-* Copenhagen 2008.

11- M. Wigginton, J. Harris- *Intelligent skins Linacre House-* Oxford 2002.

12- Marten, Evans- *Housing climate and comfort-* London 1978.

13-R. Thomas, T. Gernham- *The environments of architecture-* taylor & francis group, London 2007.

14- Scott Crawford- *Breathing Building, Skin-* Master of Sciences in Design Computing, University of Washington 2011.

### الدوريات:

15- مجلة العربي- التنبؤ والتنبؤ والناو ثلاثى مناخى حير العلماء- مايو 2012 العدد 642.

Magalet al araby – al teno w el tena w al naw solasy monakhy her al olamaa – maio 2012 al adad 642.

16- مجلة توينتى تو المعمارية Twenty Two Architectural Magazine- العمارة التفاعلية- العدد 54- 2017.

Magalet Tweeny Two Al meamarya – Al Emara al tafaaoia – al adad 54 – 2017.

17- مجلة جامعة الملك سعود- الأداء الحرارى للمباني في مناخ حار وجاف- 1990 المجلد 11.

Magalet gamaet al malek al saudy – al adaa al harary le al mabany fi monakh har w gaf – 1990 al mogaled 11.



18- IPCC, Fourth Assessment Report, 2007. 27 Peter F. Smith ,second edition 2005, *Architecture in a Climate of Change* .Linacre House, Jordan Hill, Oxford.UK 28 IPCC, Fourth Assessment Report, 2007.

### شبكة المعلومات الدولية:

- 19- <https://www.lrc.rpi.edu/aboutUs/index.asp> (تاريخ الزيارة 2017/2/11)
- 20- <http://journals.sagepub.com/home/lrt> (تاريخ الزيارة 2017/2/9)
- 21- [http://www.archlighting.com/technology/the-benefits-of-natural-light\\_o](http://www.archlighting.com/technology/the-benefits-of-natural-light_o)  
(تاريخ الزيارة 2017/2/21)
- 22- <https://www.architonic.com/en/project/jems-architekci-wilanowska-housing-complex/5100249>  
(تاريخ الزيارة 2017/4/14)
- 23- <https://projectfromitaly.blogspot.com/2016/09/villa-girasole.html> (تاريخ الزيارة 2017/4/11)
- 24- <https://www.pinterest.com/pin/830280881278689719> (تاريخ الزيارة 2017/2/1)
- 25- <https://www.pinterest.fr/pin/398568635758425527> (تاريخ الزيارة 2017/2/1)
- 26- <http://www.adifitri.com/kinetic/kine03b.html> (تاريخ الزيارة 2017/2/1)
- 27- <https://www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at>  
(تاريخ الزيارة 2017/5/7)
- 28- <https://www.watpac.com.au/project/rmit-design-hub> (تاريخ الزيارة 2017/5/11)
- 29- [https://www.whitevoid.com/#/main/art\\_technology/flare\\_facade](https://www.whitevoid.com/#/main/art_technology/flare_facade) (تاريخ الزيارة 2017/5/11)
- 30- <http://www.mgsarchitecture.in/projects/511-al-bahr-towers-abu-dhabi-investment-council-new-headquarters.html>  
(تاريخ الزيارة 2017/6/21)
- 31- <http://econoclasm.blogspot.com/2006/03/institut-du-monde-arabe.html>  
(تاريخ الزيارة 2017/6/21)
- 32- [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Campus-Neubau\\_von\\_Henning\\_Larsen\\_in\\_Daenemark\\_4042071.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Campus-Neubau_von_Henning_Larsen_in_Daenemark_4042071.html)  
(تاريخ الزيارة 2017/7/2)