

## تحقيق الراحة البصرية في المباني الإدارية من خلال الإضافات الذكية على الواجهات

د.م. رولا أحمد نتيفة \*

م. زهى غسان عمران \*\*

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٣/٦/٦ . قُبِلَ للنشر في ٢٠٢٣/١٠/١)

### □ ملخص □

يعتبر مصطلح الواجهات الذكية من أهم المصطلحات في الآونة الأخيرة في العمارة، حيث ظهر مع انتشار تطبيقات المباني الذكية كأداة للتأقلم مع متغيرات البيئة المحيطة بالمبنى وذلك إما لحماية المبنى من الأشعة الشمسية المباشرة والحرارة الداخلة للفراغات، أو من أجل كسب الضوء الطبيعي والحرارة في حالات أخرى. ومع هذا التوسع في دخول التقنيات المتطورة تم تطوير هذا المصطلح ليس فقط من أجل تفاعل الغلاف الخارجي مع البيئة بطريقة ذكية، بل أيضا لإحداث تغيير في البيئة الداخلية بهدف الوصول إلى تأمين الراحة البصرية لشاغلي الفراغ. وانطلاقا من أهمية هذه الواجهات يهدف البحث إلى التعريف بمفهوم الإضافات الذكية على الواجهة المعمارية ودورها في التأقلم مع المناخ المحيط، حيث سيتم التركيز على وظيفتها في تحسين الإضاءة الطبيعية في الفراغات الإدارية. من خلال إيضاح مفهوم الراحة البصرية، ومن ثم التطرق إلى أهم المعالجات بالتقنيات الحديثة المضافة على واجهات المباني، وفي خاتمة تحليل مجموعة من تطبيقات الإضافات الذكية على الواجهات المعمارية لأبنية إدارية عالمية بهدف إبراز دورها في ضبط الإضاءة الطبيعية.

**الكلمات المفتاحية:** إضاءة طبيعية - واجهة ذكية - راحة بصرية - إضافات ذكية

\*دكتور مدرس في قسم التصميم المعماري في كلية الهندسة المعمارية جامعة تشرين.  
\*\*طالبة دراسات عليا (ماجستير) قسم التصميم المعماري في كلية الهندسة المعمارية جامعة تشرين

## **Achieving the visual comfort in the administration buildings by the intelligent additions on the facades**

**Dr. Egn. Roula Ahmad Ntefeh\***

**Egn. Zuha Ghassan Omran\*\***

**(Received 6/ 6/ 2023 . Accepted 1/10/ 2023)**

### **□ ABSTRACT □**

The term intelligent facades is one of the most important terms in recent times in architecture, as it appeared with the spread of intelligent building applications as a tool to adapt to the changes of the environment surrounding the building, either to protect the building from direct solar radiation and heat that enters the spaces, or in order to gain natural light and heat in other cases, and with this expansion in the use of advanced technologies, this term was developed not only for the interaction of the outer shell with the environment in an intelligent way, but also to make a change in the internal environment in order to achieve the visual comfort for the users of the space.

Depending on the importance of these facades, the research aims to introduce the concept of intelligent additions to the architectural facade and its role in adapting to the surrounding climate, and we will focus attention on its function in improving the natural lighting in the administrative spaces. First, we will explain the concept of visual comfort through the intelligent facade, and secondly, we will discuss the best treatments with modern technologies added to the facades of buildings. In a final plan, we will analyze a group of applications of intelligent additions on the architectural facades of international administrative buildings, with the aim of highlighting their role in controlling natural lighting.

**Keywords** Natural Lighting - Intelligent Façade - Visual Comfort - Intelligent Additions

---

\* Doctor teacher in architectural design department – Faculty of Architecture – Tishreen university.

\*\* Master student in architectural design department – Faculty of Architecture – Tishreen university.

**مقدمة:**

ظهر التوجه في تصميم واجهات المباني الإدارية نحو استخدام الزجاج بشكل كامل على طول الواجهة، مما أدى إلى زيادة في كمية الإضاءة الطبيعية (Natural Lighting) الداخلة إلى المبنى. وبما أن الواجهات في المبنى تشكل جزءاً من غلافه، ينبغي أن تكون بمثابة منظم بيئي لضبط تغيرات البيئة الخارجية من عائد ضوئي طبيعي وضبط دخول التهوية الطبيعية إضافة لرفع كفاءة الفراغات الداخلية، حيث تمثل الأداة الرئيسية التي يمكنها أن تقوم بهذا الدور.

مع تعدد التقنيات الحديثة ظهر ما يسمى بالإضافات الذكية (Intelligent Additions) على واجهات المباني، وتتنوع على مستوى الأفكار والأنظمة التكنولوجية المستخدمة بهدف تحقيق تصور شامل حول مدى تطبيقها على واجهات المباني الإدارية لاستخدامها كحل لتحسين واقع الإضاءة الطبيعية ورفع مستوى الراحة البصرية للشاغل.

**إشكالية البحث:**

إن إهمال معايير تحقيق الراحة الفيزيولوجية لشاغلي المباني تؤثر سلباً على أداء العاملين فيها وبرز ذلك واضحاً في المباني الإدارية القائمة في نهايات القرن العشرين. أما فيما يخص مجال الإضاءة الطبيعية فإن التوزيع العشوائي للفتحات على الواجهة بدون أي دراية بالمتطلبات الخاصة بالفراغ، نشأ عنه مشكلتين: الأولى كانت نسب إضاءة طبيعية عالية تسبب حالات إبهار بصري مزعج، والثانية نسب إضاءة قليلة أخفض من المعيار الموصى به للفراغ الإداري مما أدى إلى ضعف في الإضاءة الطبيعية للفراغ.

**أهمية البحث:**

تكمن أهمية البحث في تسليط الضوء على جانب الإضاءة الطبيعية ومتطلباتها في المبنى الإداري ومدى تحقيقها، وذلك من خلال رصد أكبر عدد من الإضافات الذكية وما يمكن أن تقدمه لتحسين الإضاءة الطبيعية بما يخدم وظيفة المبنى الإداري.

**الهدف من البحث:**

نظراً لأهمية العوامل البيئية في التصميم واستخدام الطاقات الطبيعية المتجددة في العمارة ولاسيما الإضاءة الطبيعية، وما لها من دورٍ فاعل في الوصول إلى تصميم ناجح يحقق أفضل أداء للمستخدمين، فإننا نسعى من خلال هذا البحث إلى إبراز دور الواجهات الذكية في تحسين قيم الإضاءة الطبيعية فيها، وذلك عن طريق تطبيق الإضافات الذكية على واجهات المباني الإدارية، ومحاولة الوصول إلى تصنيف لنمط الإضافات الذكية في مجال الإضاءة الطبيعية.

## منهج البحث:

أنتت مناهج البحث على النحو التالي: ضمن **القسم النظري**: تمت دراسة مفهوم الراحة البصرية ومعاييرها وتحديد مفهوم الإبهار البصري، ومن ثم المرور على مفهوم الواجهة الذكية وتحديد أهم المعالجات الذكية لتحسين واقع الإضاءة الطبيعية للأبنية الإدارية باستخدام المنهج الوصفي الاستقرائي.

**أما عن القسم التطبيقي**: ضمن القسم التحليلي هناك أهم النماذج العربية والعالمية لتطبيق الإضافات الذكية على واجهات الأبنية الإدارية التي تساهم في تحسين قيم الإضاءة الطبيعية وذلك باستخدام المنهج التحليلي المقارن.

### ١- الكفاءة البيئية البصرية في الأبنية الإدارية

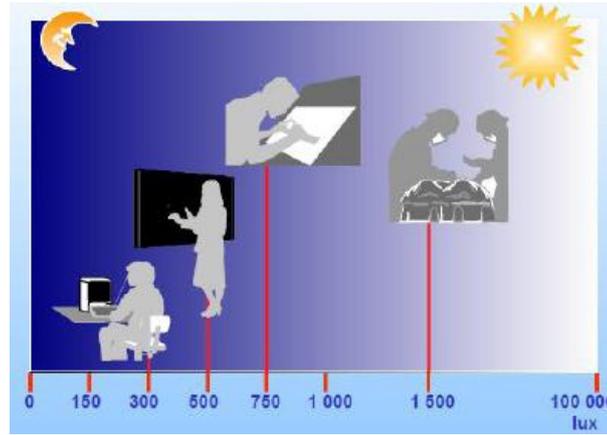
مع تطور التكنولوجيا، ظهرت العديد من التقنيات الحديثة التي ساعدت على تأمين ظروف بيئية جيدة للشاغل ضمن ظروف صعبه كتأمين الإضاءة الطبيعية المناسبة للفراغ، وبالتالي تحقيق ما يسمى بالراحة البصرية ( Visual Comfort) في الأماكن التي لا يصلها ضوء الشمس بشكل جيد. بالإضافة لتحقيق التوزيع الجيد للضوء الطبيعي والتحكم بالأشعة الشمسية المباشرة [1]. حيث سنتطرق في هذا السرد إلى توضيح مفهوم الراحة البصرية والإبهار البصري ضمن الفراغ المعماري.

### ١-١ مفهوم الراحة البصرية والعوامل المؤثرة عليها ضمن الفراغ المعماري:

من أهم أهداف المعماري الواجب تأمينها للفرد ضمن أي مبنى بشكل عام والإداري بشكل خاص هو تحقيق التوازن بين الراحة الداخلية ومتغيرات البيئة الخارجية للمبنى، وبالتالي التحكم في كل من المحددات المناخية والسمعية والبصرية والحرارية لتأمين فراغ عمل يعطي الشاغل إحساس تام بالراحة الإنسانية ضمن المبنى. لذلك كان على المعماري البدء بتأمين وسائل الراحة طبيعياً قدر المستطاع ومن ثم استكمالها بالوسائل الصناعية لتحقيق أكبر قدر من الراحة وترشيد استهلاك الطاقة، حيث لا يمكننا تحقيق الراحة البصرية مثلاً بصورة جيدة دون الأخذ بعين الاعتبار الطاقة الحرارية الداخلة مع الأشعة الشمسية [2]، أي تحقيق توازن ما بين جميع محددات الراحة الإنسانية (البصرية - الحرارية - السمعية - النفسية).

ومن هنا يمكننا القول إن الراحة البصرية جزء لا يتجزأ من الراحة الإنسانية، حيث أن للإضاءة الطبيعية دور مهم لسير العمل بدون إرهاق للعين، وبالتالي تحقيق ما يسمى بالراحة البصرية كونها واحدة من أهم العوامل المؤثرة على الراحة العامة للإنسان. **وتعرف الراحة البصرية على أنها** " قدرة الفرد على أداء نشاطه بارتياح داخل الفراغات دون الإحساس بأي انزعاج فيزيائي أو نفسي ناتج عن الإبهار البصري الذي قد يحدث نتيجة التضاد الشديد في الأضواء التي تصل العين بعد انعكاسها على السطوح ضمن الحيز المرئي". [1]

وتعتمد الراحة البصرية على عدة عوامل منها: اتجاه مصدر الضوء وكثافته ومستوى الانارة المطلوبة داخل الفراغ. وتختلف كمية الإضاءة الطبيعية لتحقيقها في الفراغ حسب نوع النشاط، الشكل (١).



الشكل (١) اختلاف شدة الضوء الطبيعي المطلوبة) بوحدة ال Lux) باختلاف نوع العمل ضمن الفراغ [3]

سنستعرض مجموعة من المعدلات القياسية لشدة الإضاءة الطبيعية داخل المبنى الإداري المؤثرة على الراحة البصرية للشاغلين الجدول (١).

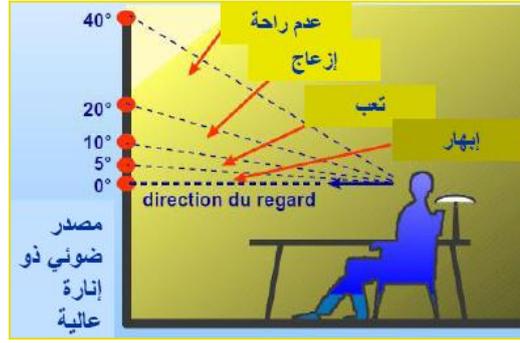
جدول (١) معدلات شدة الإضاءة الطبيعية للمبنى الإداري [4]

نوع الفراغ المعماري	فراغات إدارية	فراغات خدمية	فراغات حركة
شدة الإضاءة الطبيعية بال LUX	lux ٣٠٠-٢٠٠	lux ٣٥٠-١٥٠	lux ١٠٠-٦٠

تتوقف كمية الضوء الداخلة إلى المبنى، والمحقة للراحة البصرية، على عدة عوامل منها يعود لتصميم المعماري للمبنى مثل توجيه المبنى، التظليل والتهوية والحرارة، وجميعها عناصر يمكن التحكم بها قبل تصميم المبنى، ومنها ما يرجع للبيئة الخارجية المحيطة بالمبنى وتعتمد هنا على قدرة المعماري في دراسة العوامل البيئية المحيطة بالمبنى وحل المشكلات المناخية بالطرق الطبيعية.

## ٢-١ الإبهار البصري وكيفية معالجته معمارياً:

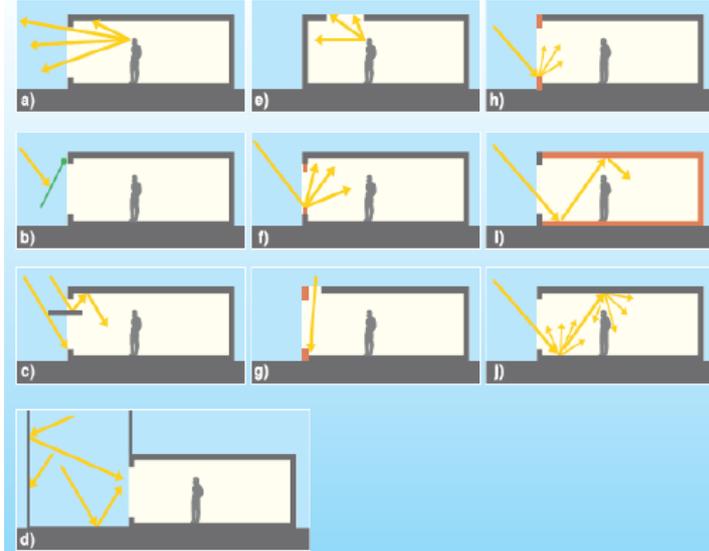
إن المشكلة التي تنشأ نتيجة توفير الإضاءة الجيدة ضمن الفراغات هي صعوبة تحاشي الإبهار البصري، بالتالي حدوث ما يسمى ب (عدم الراحة البصرية) بسبب الإبهار الناتج عن التضاد الشديد في الأضواء التي تصل العين بعد انعكاسها على السطوح ضمن الحيز المرئي. ونميز فيه نوعين إما فيزيائي: وهو ظهور غشاوة ضمن الحقل المرئي تمنع الرؤية الواضحة وتمييز العناصر، أو نفسي: بسبب الإزعاج حيث لا يتناوب بشكل كامل مع النظر. يمكننا أن نعرف الإبهار البصري (Glare) على أنه [3]: الحدث الناتج عن شروط بصرية من أجلها يرى الكائن الأشياء أقل جودة نتيجة لعائد ضوئي أو تضاد شديد بالإضاءات في وقت معين أو في حيز معين. ويتولد الإبهار عندما يكون: المصدر الضوئي في مجال رؤية الشخص أي خارج الزاوية 30 درجة. الشكل (٢).



الشكل (٢) حادثة الإبهار البصري [3]

تتم معالجة الإبهار البصري معماریاً من خلال إحدى الطرق التالية [3] والموضحة بالشكل (٣):

- استخدام نوافذ كبيرة بدلاً من النوافذ الصغيرة المتعددة.
- حجب السماء من خلال استخدام الكواسر والسنائر الواقية من الشمس أو العواكس الضوئية.
- حجب السماء من خلال استخدام عناصر معمارية أقل إنارة من السماء.
- استخدام الإنارة العلوية.
- تخفيف التنافر بين فراغ النافذة ومحيطها.
- تقليل التنافر بين الحواف والجدران المحيطة.
- استخدام أرضيات غير مصقولة لتبديد الإنارة الشديدة.



الشكل (٣) بعض أساليب معالجة الإبهار البصري معماریاً [3]

ولا يفضل استخدام الإضاءة الصناعية في التغلب على مشكلة الإبهار البصري إلا في حالات خاصة مثل المتاحف وبعض الوظائف الخاصة في المشافي، لأن ذلك يعتبر إهدار للطاقة لا مبرر له وكذلك إدخال مصادر إبهار في أماكن أخرى بالغرفة قد يؤثر هذا الوضع في الشعور بالضيق لو لم يحسن توزيع الإضاءة الصناعية بحيث لا تصل أشعتها المباشرة للعين [5].

## ٢- الواجهة الذكية ميزات وأنها:

تختلف الواجهة الذكية عن الواجهة التقليدية، ففي الواجهة الذكية يندمج العديد من الأجهزة المختلفة التي تسيطر وتتحكم في إمكانية تكيف غلاف المبنى الخارجي ليؤدي عمله كمنظم للمناخ. تشكل الواجهات في المبنى ما نسبته ١٥-٤٠ % من إجمالي تكلفة تشييد المبنى وتصل تكاليفها التشغيلية إلى أكثر من ٤٠ % من خلال تأثيرها على تكلفة خدمات المبنى كالإضاءة والراحة الحرارية والتهوية.

يمكننا إذاً تعريف الواجهة الذكية (Intelligent Façade) بأنها عبارة عن جزء من الغلاف الخارجي للمبنى والمعرضة لتغيرات البيئة الخارجية، تتميز بقدرتها على التكيف مع متغيرات البيئة المحيطة إما من خلال عناصر مادية تثبت عليها أو من خلال مواد ذكية تتغير خواصها بتغير تلك الظروف الخارجية وبالتالي تحقيق هدفها الرئيسي بتأمين راحة المستخدمين البصرية والحرارية والسمعية والنفسية وذلك بأقل استهلاك ممكن للطاقة [6].

### ٢-١ خصائص الواجهات الذكية [7] [8]:

تمثل الواجهة الذكية جزء من أنظمة المبنى الذكي والمتصلة بالأجزاء الأخرى من المبنى خارج منطقة التغليف، مثل الحساسات والمشغلات المتصلة معاً، وجميعها يتم التحكم بها من خلال نظام إدارة المبنى المركزي، وإتمام هذه المهمة هناك بعض الخصائص التي تميزت بها الواجهة الذكية ونذكر منها:

- القدرة على تغيير الملمس واللون ومقدار الشفافية للواجهة [7].
- إمكانية ضبط الإنارة والتظليل [7].
- تعديل الخواص الفيزيائية للواجهة كالامتصاص والنفذية [7].
- إمكانية الحد من التلوث البيئي والتوفير في الطاقة [8].
- إمكانية تحقيق نظام عزل حراري صيفاً وشتاءً [8].
- استخدام المواد الذكية التي تحقق كلفة تشغيلية قليلة من خلال التغيير في الخواص وفق البيئة المحيطة فيها [8].

- القدرة على تحقيق عزل صوتي جيد من خلال تشتيت للموجات الصوتية [8].

### ٢-٢ أنواع الواجهات الذكية حسب تصميمها والمواد المستخدمة فيها:

تتعدد أنواع الواجهات الذكية حسب تصميمها والمواد المستخدمة فيها وألية الحركة لكل واجهة ومن أهم أنواعها

[7]:

- ١- الواجهات المزدوجة: Double Skin Façade والتي تنقسم إلى:
  - واجهة ثنائية الطبقة Second – Skin Façade. الشكل (٤)
  - واجهة الممر الهوائية: Corridor Façade. الشكل (٥)
  - الواجهات الصندوقية: Shaft-Box Façade. الشكل (٦)
- ٢- الواجهة التفاعلية: Interactive Façade. الشكل (٧)
- ٣- الواجهة المتحركة: Kinetic Façade. الشكل (٨)
- ٤- الواجهة الشمسية: Solar Façade. الشكل (٩)



الشكل (٥) واجهة الممر الهوائية [15]



الشكل (٤) واجهة مزدوجة ثنائية الطبقة [15]



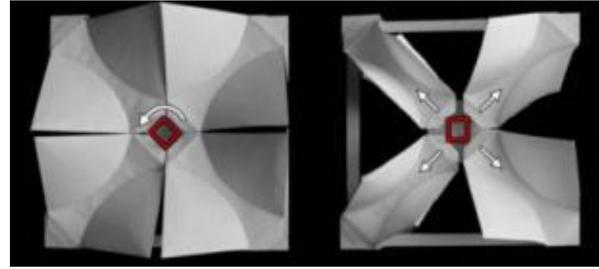
الشكل (٧) الواجهة التفاعلية [15]



الشكل (٦) الواجهة الصندوقية [15]



الشكل (٩) الواجهة الشمسية [15]



الشكل (٨) نموذج لفكرة الواجهة المتحركة [7]

### ٣- معالجات الواجهات بالإضافات الذكية:

تعددت التقنيات والإضافات الذكية على المباني في جميع أنحاء العالم، وتميز كل مبنى عن الآخر بتصميمه الفريد من نوعه. تنوعت الحالات الدراسية التي تم اختيارها على مستوى الأفكار التصميمية والأنظمة التكنولوجية المستخدمة، بهدف تحقيق تصور شامل حول مدى تطبيق إضافات ذكية على المباني الإدارية، حيث تعرف **الإضافة الذكية** (Intelligent Additions) على أنها عنصر أو مجموعة عناصر متحركة أو ثابتة تضاف لواجهة المبنى لتصبح جزء من الواجهة وتكون إما من مواد ذكية أو مواد تقليدية تتميز بأدائها الذكي من أجل تحسين الإضاءة الطبيعية في الفراغ ورفع مستوى الراحة للشاغل [2].

تم التنوع بالمعالجة بالإضافات لواجهة المبنى، وتقسم هذه المعالجات من الناحية التاريخية إلى معالجات تراثية (منذ العصور القديمة كالعصر الإسلامي مثلاً) وإلى معالجات حديثة تم استخدامها في المباني الإدارية بكثرة فارتبطت بأنظمة وأجهزتها (من بداية القرن العشرين وحتى الآن). اهتم المعماري في العصر الإسلامي بدراسة المعالجات المعمارية اللازمة من أجل توافق المبنى مع البيئة المحيطة والوصول بتصميم المبنى ليتناسب مع المناخ المحيط والاحتياجات البيئية للإنسان، ولقد استخدمت المعالجات المعمارية التراثية في المباني كالمشربيات والملاقف للحماية من الهواء الساخن وتنظيم السلوك الحراري للمبنى، و من ثم تم الاستفادة من هذه المعالجات التقليدية بطرق حديثة و متطورة ، حيث تعد المشربيات من المعالجات المعمارية التراثية التي تم محاكاتها في العصر الحديث بعدة أشكال و طرق مختلفة ثلاثم المبنى [2].

### تقسم هذه المعالجات إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

- معالجة الإضاءة الطبيعية والحرارة بالعناصر التراثية (المشربيات).
- معالجة الإضاءة الطبيعية والحرارة بالكاسرات الشمسية
- معالجة الإضاءة الطبيعية والحرارة بالعناصر التقنية المضافة (الإضافات الذكية للمباني). وفي هذا البحث سيتم التركيز على المعالجات بالإضافات الذكية فقط.

### ٤- نماذج لأهم تطبيقات الإضافات الذكية على الواجهات المعمارية للأبنية الإدارية

سنقوم في هذه الفقرة باستعراض نماذج مختلفة لإضافات معمارية ذكية على واجهات المباني الإدارية، وهي:

1- فكرة نظام التظليل Penumbra Kinetic Shading.

2- مبنى أبراج البحر في أبو ظبي.

3- مبنى The Environmental Building في إنجلترا.

4- مبنى Kiefer Technic Showroom في النمسا.

5- مبنى The Yessen Krupp Quarter Essen في ألمانيا.

### 1- فكرة نظام التظليل Penumbra Kinetic Shading في جامعة Oregon في الولايات المتحدة

الأمريكية عام ٢٠١٤:

**توصيف الفكرة:** صمم هذا المشروع ليقدم حلاً ميكانيكياً حركياً لمشكلة كان من المستحيل حلها بمكونات معمارية ثابتة: توفير التظليل عبر واجهة المبنى من أشعة الشمس المنخفضة، وتسمح الكواسر الأفقية للضوء بالتخلل في عمق المبنى مع منع أشعة الشمس المباشرة من الدخول [10].

**الإضافة الذكية:** تم تطوير بديل لتظليل النافذة التقليدية، وكان عبارة عن كاسرة تدور بشكل ميكانيكي في جميع الاتجاهات شاقولي وأفقي مع تغيير الميول للتكيف مع ضوء الشمس في أوقات مختلفة من اليوم، الشكل (10). إن نظام التظليل Penumbra يمكن أن يثبت أمام النوافذ ويمكن أن يدور إلى اليسار واليمين للتكيف مع التوجيه الشرقي والغربي للشمس، وعندما تصل الشمس إلى ارتفاع لا تكون فيه الفتحات الرأسية فعالة، يتم تدويرها بالكامل لأعلى لتكون بمثابة عنصر تظليل أفقي، ويمكن لهذا النظام أن يكون مشغلاً آلياً أو يدوياً، الشكل (11).



الشكل (11) آلية حركة الكواسر خلال اليوم [10]



الشكل (10) نظام ال Penumbra [10]

## 2- مبنى أبراج البحر في أبو ظبي (Honeycomb Shading System) ، لشركة Aedas

عام ٢٠١٢:

**توصيف المبنى:** عبارة عن برج للمكاتب الإدارية، واستلهم المصمم تصميم من "المشربية" التقليدية التي كانت تزين نوافذ البيوت العربية. هذا التصميم الهندسي الذكي للمشربية يوفر كلا من الظل والخصوصية، وفي نفس الوقت يسمح بإطلالة خارجية طوال الوقت [10] الشكل (12).



الشكل (12) أبراج البحر في أبو ظبي [1]

**الإضافة الذكية:** بنيت الواجهة الخارجية من الزجاج بشكل كامل ولكن تم تغطية السطح الخارجي بهيكل واقى مكون من ٢٠٠٠ مظلة شمسية بشكل خلايا النحل (Honeycomb) تفتح وتغلق ميكانيكياً وفقاً لشدة أشعة الشمس، الشكل (13). الهيكل الخارجي يبعد عن الهيكل الزجاجي للمبنى بمتريين وصمم في إطار مستقل. كل مثلث مطلي بالألياف الزجاجية ومبرمج وفقاً لحركة الشمس. ففي الليل تظل المظلات مطوية تسمح بظهور الواجهة الزجاجية الأساسية للمبنى. وعندما تشرق الشمس في الصباح الباكر في المنطقة الشرقية من المبنى، تفتح المظلات وكلما تحركت الشمس لتغطي المناطق الأخرى من المبنى تتبعها المظلات وتفتح وفقاً لحركة الشمس. [10]



الشكل (13) نظام التظليل الذي يغطي المبنى [1]

## 3- مبنى The Environmental Building في إنجلترا من تصميم Feilden Clegg Architects

عام ١٩٩٦:

**توصيف المبنى:** المبنى البيئي هو مبنى مكاتب يتسع ل ١٠٠ شخص وتصميمه على شكل حرف L، بمساحة ٢٠٥٠ م<sup>٢</sup> ومكون من ٣ طوابق من المكاتب ويطل على كراج للسيارات يتسع ل ٧٠ سيارة [6]، الشكل (14).



الشكل (14) المبنى البيئي في إنكلترا [6]

**الإضافة الذكية:** يحوي المبنى على نظام تظليل مميز مكون من شرائح زجاجية لا تعيق الرؤية، يتم اكساء الجزء السفلي منها بسيراميك ابيض نصف شفاف يقوم بعكس أشعة الشمس، وتشتيت الإضاءة الطبيعية لتدخل إلى الفراغات الداخلية، ويتغير اتجاه هذه الشرائح حسب أشعة الشمس الشكل (15). وعندما تكون السماء غائمة تفتح لتصبح أفقية مشكلة رفوف ضوئية تعكس الضوء على أسقف فراغات المكاتب، وبذلك التقليل من الإضاءة الصناعية في الأجزاء البعيدة عن النوافذ [11].



الشكل (15) الشرائح المتحركة في المبنى البيئي في إنكلترا [12]

#### 4- مبنى Kiefer Technic Showroom في النمسا من تصميم Ernst Giselbrecht + Partner

عام ٢٠٠٧:

**توصيف المبنى:** عبارة عن معرض ومكاتب إدارية في مدينة Bad Gleichenberg في النمسا. يتميز المبنى بواجهته المتحركة (Dancing Facades) المتكيفة مع المناخ الخارجي مؤمنة الراحة لشاغلي المبنى.



الشكل (17) مبنى kiefer Technic في النمسا [13]

**الإضافة الذكية:** يعرف المبنى بحركة واجهته الديناميكية التي تنظم البيئة الداخلية للمبنى، حيث أنه يقدم واجهة جديدة تتضمن عناصر يمكن التحكم بها على مستويات مختلفة. الشكل (16) حيث يتكون الغلاف الخارجي من ١١٢ قطعة مصنوعة من الألمنيوم المثقب للسماح بدخول الضوء الطبيعي، تتحرك هذه العناصر بالطي والزلق تبعاً لظروف الهواء والمناخ وحركة الشمس، مما يؤدي إلى تحسين البيئة الداخلية، أو تتحرك يدوياً للسماح للمستخدمين بتخصيص مساحات عمل لهم [10] الشكل (17).



الشكل (16) التغطية في المعرض والية الزلق والطي [10]

### 5- مبنى The YessenKrupp Quarter Essen في ألمانيا من تصميم JSWD

Architects عام ٢٠١٠:

**توصيف المبنى:** في الموقع ThyssenKrupp التاريخي بنيت شركة Krupp العالمية، والمشهورة بإنتاج القطع الفولاذية، مباني تحيط بها مساحات كبيرة من الأشجار وتخفي مواقف السيارات في مراب تحت الأرض، المبنى المدروس هو المقر الرئيسي لشركة Q1 الشكل (18).



الشكل (18) مبنى Q1 في ألمانيا [14]

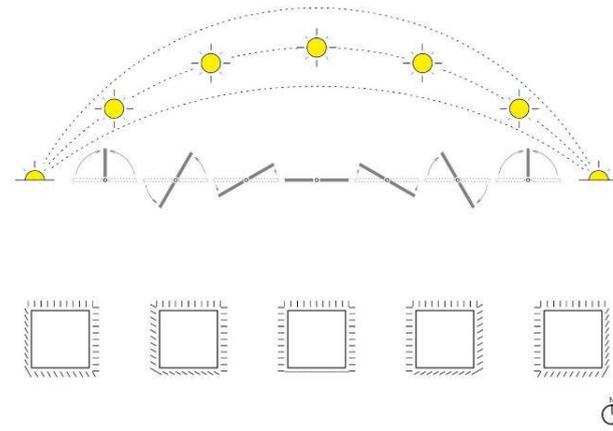
**الإضافة الذكية:** هي عبارة عن عناصر بشكل زعانف شاقولية تغلف واجهات المبنى. تلعب هذه العناصر دوراً رئيسياً في المظهر العام للمبنى الشكل (19)، بالإضافة إلى أنها تقلل من المكاسب الشمسية المباشرة، ولكنها تسمح بدخول ضوء النهار الطبيعي. يتألف كل منها من شرائح أفقية متصلة بمسمار مركزي بشكل ظفري، الشكل (20)، ويمكن أن تدور كل زعنفة حسب موقع الشمس بأمر من وحدة التحكم بشكل مستقل عن الأخرى من الزاوية صفر (حجب اشعاع كلي) إلى زاوية ٩٠ درجة (عمودية على الواجهة أي أقصى اختراق لضوء النهار) الشكل (21) [14].



الشكل (19) الزعانف الشاقولية على واجهة المبنى [9]



الشكل (20) الشرائح الأفقية اللامعة [9]



الشكل (21) حركة الزعانف تبعاً لحركة الشمس [9]

أوجه الشرائح الأفقية مختلفة المعالجة حيث تبدو لامعة تتألاً حسب ورود الضوء وحسب زاوية النظر إليها، كما يمكن أن يوجه سطح الشريحة الضوء الوارد إلى الداخل بطريقة تجعل المكاتب ساطعة بدرجة كافية. لا يقوم نظام التحكم بهذه الزعانف بمعرفة موقع الشمس فقط، بل يعرف أيضاً كيف يكون الطقس الحالي بسبب وجود محطة الطقس على سطح مبنى الشركة، فمثلاً في الأيام الملبدة بالغيوم، يتم قلب جميع الشرائح للخارج لاستقبال أكبر قدر من الضوء [14].

## ٥- النتائج ومناقشة الحالات المدروسة:

من خلال أهم الدراسات السابقة لاستخدام الإضافات الذكية على واجهات المباني الإدارية، توصلنا إلى أهم أنواع الإضافات الذكية المستخدمة لهذه الغاية، ضمن الجدول (2) تم التصنيف تبعاً للأفكار التصميمية والأنظمة التكنولوجية المستخدمة.

الجدول (2) جدول تنسيق الإضافات الذكية تبعاً للأنظمة التكنولوجية المختلفة المستخدمة [16]

الاسم	The Yessen Krupp	Penumbra System	Al Bahar Towers	The Environmental Building	Kiefer Technic Showroom
الصورة					
المعماري	JSWD	Tyler Short	Aedas	Feilden Clegg	Ernst Giselbrecht + Partner
سنة البناء	2010	2014	2012	1996	2007
الموقع	Germany	Oregon /USA/	Abu Dhabi /UAE/	England /United Kingdom/	Bad Gleichenberg /Austria/
بيئة الموقع	مناخ قاري معتدل	مناخ معتدل	مناخ صحراوي	مناخ معتدل	مناخ معتدل
الإضافة الذكية	زعانف رأسية ذات شرائح أفقية متحركة	كواسر شاقولية متحركة	غلاف مؤلف من خلايا مثلثية الشكل	شرائح أفقية متحركة	ألواح معدنية متحركة
معلومات رئيسية عن المبنى					
الإضافة الذكية في المبنى					

بيئي_ ضبط الإضاءة الطبيعية و الحرارة	بيئي_ ضبط الإضاءة الطبيعية و الحرارة - التهوية الطبيعية	بيئي_ ضبط الإضاءة الطبيعية- التكيف مع المناخ- التقليل من أحمال الطاقة	بيئي_ ضبط الإضاءة الطبيعية و الحرارة	بيئي_ ضبط الإضاءة الطبيعية و الحرارة	الوظيفة البيئية التي تقدمها الإضافة الذكية	العناصر الرئيسية للإضافة الذكية
نظام معدني	نظام معدني	نظام معدني	نظام معدني	نظام معدني	العنصر الإنشائي الحامل	
ألومنيوم متقنب	سيراميك نصف شفاف	ألياف زجاجية	خشب	ألومنيوم	المادة المستخدمة	
تحكم أوتوماتيكي	تحكم يدوي و أوتوماتيكي	تحكم أوتوماتيكي	تحكم يدوي و أوتوماتيكي	تحكم يدوي و أوتوماتيكي	اللية الحركة	

ومن هنا يمكننا تنسيق الإضافات الذكية تبعاً لنمط الحركة على الواجهة، حيث قسمت الحركة بحسب نماذج الأبنية المختارة في الجدول (3) إلى ثلاثة أشكال: حركة دوران شاقولية مثل Penumbra system أو أفقية مائلة مثل المبنى البيئي في إنكلترا، وحركة طي وزلق كالواجهة الراقصة لمبنى Kiefer Technic Showroom وحركة الفتح والإغلاق لمظلات واجهة أبراج البحر في أبو ظبي.

الجدول (3) جدول تنسيق الإضافات الذكية تبعاً لنمط الحركة على الواجهة [16]

فتح و اغلاق	حركة طي و زلق	حركة دوران			نوع الحركة	اسم المبنى
		٣-دوران الليمين و اليسار حول محور شاقولي ثابت	٢-حركة للأمام و الخلف	١- دوران للأمام و الخلف حول محور أفقي ثابت		
✓		✓				<b>1-The Yessen Krupp</b>
		✓	✓	✓		<b>2- Penumbra System</b>
✓						<b>3- Al Bahar Towers</b>
				✓		<b>4-The Environmental Building</b>
	✓					<b>5-Kiefer Technic Showroom</b>

## ٦- نتائج الدراسة التحليلية:

- ❖ تضمنت معايير التحليل أسباب ووسائل استخدام الإضافات الذكية على واجهات الأبنية وتأثيرها على البيئة الداخلية للمبنى بناء على ذلك يمكن أن تصنف هذه الإضافات أولاً وفق آلية الحركة على الواجهة، وثانياً وفق مواد البناء والنظام الإنشائي الحامل للإضافة وذلك تبعاً للبيئة الجغرافية والغاية من استخدام الإضافة الذكية.
- ❖ تتحرك هذه العناصر كونها ذكية بسرعة أكبر مقارنة بالأنظمة التقليدية، وتستجيب للتغيرات أنياً وأوتوماتيكياً كونها مرتبطة بنظام تحكم مركزي يرصد زوايا سقوط الشمس وموقعها ومستويات الإنارة ضمن الفراغ، ويتم تصميم هذه العناصر وحركتها بعد دراسة المناخ وحركة الشمس في المنطقة.
- ❖ تسمح هذه الأنظمة الذكية للمستخدمين بالتحكم في الأشعة الشمسية الداخلة للفراغ وتحقيق أكبر قدر مطلوب من الراحة البصرية في الفراغ من خلال منع الأشعة الشمسية المباشرة وتجنب حادثة الإبهار البصري مع الموازنة بكمية الطاقة الحرارية الداخلة للفراغ، ويمكن استخدام مجموعة متنوعة من المواد من الخشب والألمنيوم وغيرها تتراوح من مواد منخفضة التكلفة إلى مواد عالية التقنية. يمكن أن تسمح هذه الأنظمة أيضاً للمستخدمين بالتحكم في مستوى خصوصيتهم وعلاقتهم بالبيئة الخارجية.
- ❖ إن تحقيق المعدل المطلوب لشدة الضوء الطبيعي ضمن الفراغ الإداري (١٥٠-٢٥٠ لوكس) للوصول للراحة البصرية، وتجنب حدوث الإبهار البصري من خلال هذه المعالجات المعمارية يمكننا الوصول له بشكل جيد عند الالتزام بقواعد تصميم الأبنية الإدارية وشروط الموقع ونسب الفتحات على الواجهات.

## ٧- التوصيات:

- ✓ في البداية عند استخدام هذه الإضافات الذكية على واجهات المباني سواء المباني القائمة أساساً أو قيد التنفيذ، فإن كلفة تركيبها ستكون عالية لكن من ناحية أخرى وعلى المدى البعيد هناك وفرة كبيرة سوف تقدمها لنا في الطاقة صيفا وشتاء في التدفئة والتبريد والإضاءة الصناعية، من خلال الاستغلال الأمثل للضوء الطبيعي والتهوية الطبيعية، لذلك من المهم التوسع في الدراسات والأبحاث والتشجيع على تطبيق مثل هكذا تقنيات في المباني للتقليل من استخدام نظم الإضاءة الصناعية إلى أقل حد ممكن والتقليل من استهلاك الطاقة، وبالتالي تحقيق الفائدة الاقتصادية.
- ✓ استخدام هذه التقنيات الحديثة في الإضاءة الطبيعية للأبنية الإدارية للاستفادة قدر الإمكان من المصادر الطبيعية للضوء، وبالتالي تحقيق الراحة للإنسان وزيادة إنتاجيته.
- ✓ إدراج مفهوم المعالجات الذكية ضمن العملية التعليمية في كليات الهندسة المعمارية
- ✓ على الرغم بأن البيئة المحلية هنا تتميز بطقس معتدل نسبياً وبوجود الشمس معظم نهارها في الصيف فإن الطاقة الشمسية لم تحظ بعد بالاهتمام الكافي لاستغلالها بالشكل الجيد، حيث أن معظم المباني المدروسة ذات بيئة معتدلة مشابهة للبيئة المحلية. لذلك فإن تطبيق مثل هذه الإضافات الذكية على بيئتنا يعد مصدر لاستخدام الطاقة المتجددة ووسيلة لتأمين راحة للمستخدم، سواء بيئات عمل داخلية أو سكنية أو ترفيهية عامة.

## المراجع:

- [1] غاتا، عبير و طقطق، جاكلين. (٢٠١٥)، " استخدام التقنيات الحديثة والذكية في الإضاءة الطبيعية لتحقيق الراحة الضوئية في فراغات المباني "، حمص، سوريا، مجلة جامعة البعث مجلد ٣٧ ، العدد ١٣ .
- [2] وزير، منى، (٢٠١١). " دور الواجهات في تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الإدارية في مصر"، بحث دكتوراة، جامعة الإسكندرية، مصر.
- [3] De HERDE, A LIEBARD, 2005, A. Traite' d' Architecture et d' urbanisme bioclimatiques. France Observ'ER.
- [4] T.A.Markus ,2005, Building Climate & Energy ,Bitman.
- [5] فوزي يوسف، وجيه، ٢٠١٣، "الإبهار الضوئي و الراحة البصرية"، مقال غير منشور، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر .
- [6] Wigginton, M. & Harris, J. (2002). *Intelligent skins*. Architectural Press, an Imprint of Elsevier, oxford, London: Linacre house, Jordan, hill.
- [7] مكي، الاء. (٢٠١٧). "اليات تطبيق متطلبات العمارة الذكية على المباني الإدارية ". (بحث ماجستير منشور). الجامعة الإسلامية. غزة، فلسطين.
- [8] Poirazis, H. (2004). *Double Skin Facades for Office Buildings*. Lund, Sweden: Lund. Institute of technology, lund university.
- [9] ArchDaily.25Aug. 2014.<https://www.archdaily.com/539213/siemens-hq-in-masdar-city-sheppard-robson>> ISSN 0719-8884.
- [10] خيطو، علا، (٢٠١٧)، " مفهوم العمارة التكميلية و تطبيقاتها على أغلفة الأبنية "، مقالة في مجلة جامعة البعث، المجلد ٣٩، العدد ٢٤ .
- [11] Wigginton, M. & Harris, J. (2002). *Intelligent skins*. Architectural Press, an Imprint of Elsevier, oxford, London : Linacre house, Jordan, hill.
- [12] <https://www.coltinfo.co.uk/case-studies/bre-building-16.html>
- [13] ArchDaily.19May. 2022.<https://www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associes>> ISSN 0719-8884.
- [14] Radwan , Ahmad and Ghani , Ahmad and Aziz , Mohammad ,(2016), "Smart Facades from Conception to Application", Cairo , Egypt , Sustainable Construction magazine.
- [15] Maki & Associates. (2012). **The Annenberg public policy center**. Japan architecture + urbanism. Retrieved 23 September, 2016 from: <https://www.japlusu.com/news/annenberg-public-policy-center>.
- [16] إعداد الباحثة.