مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(6) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (6) 2022

تكامل الفكرين المعماري والتكنولوجي في المباني الذكية لإيجاد توازن تفاعلي يحقق رضا المستخدم في الفراغ الداخلي

د. هاني ودح*

د. نسيبة سعيد **

م. هلا حسين***

(تاريخ الإيداع 2021/12/29 . قُبِل للنشر في 2022/7/7)

□ ملخّص□

أدى التطور الكبير على أنظمة الحاسب والمعلوماتية إلى ظهور ما يسمى بالثورة الرقمية التي أنتجت في مجال العمارة مفهوم المباني الذكية، والتي كان لها نتائج إيجابية تتجلى بخلق آليات جديدة للفراغات المعمارية، كما سمحت للمعماريين بالتحليق في خيالهم الابداعي نظراً للمرونة الكبيرة التي تسمح بها التكنولوجيا الحديثة، إلا أنّ لها آثار سلبية على البعد الاجتماعي وعلى بعض الأنشطة الحياتية التي تمّ إلغاؤها بالكامل أو استبدالها.

نظراً لأهمية الولوج في العالم الرقمي من جهة، والتخوف والقلق من الاجتياح الجائر للتكنولوجيا في عمارتنا، لا بد من التساؤل الهام، هل من الممكن خلق حالة من التوازن والاندماج بين الفكرين المعماري والتكنولوجي لتحقيق الاحتياج الأمثل للمستخدم؟ وهل من الممكن توفير نمط حياتي مناسب لمواجهة المتطلبات والمحافظة على الاتجاه السليم نحو التطور؟(قدرة الفكر المعماري على توظيف التقنية).

عمل البحث على دراسة كل من الفكرين المعماري والتكنولوجي والمقارنة بينهما وتبيان نقاط الضعف والقوة لكل منهما من خلال تسليط الضوء على تجارب عالمية وعربية استطاعت الدمج بين الفكرين للوصول إلى أقصى راحة ورضا للمستخدم.

وعليه يهدف البحث إلى التطّلع لتوظيف التكنولوجيا الحديثة في رسم لغات جديدة داخل الفراغات المعمارية بحيث يخرج الفراغ من الإطار التقليدي دون أن يحدث سيطرة تقنية عليه حتى لا يفقد إنسانيته.

الكلمات المفتاحية: المبنى الذكي، التكنولوجيا الحديثة، فراغات تفاعلية.

---

*أستاذ – كلية الهندسة المعمارية – جامعة تشرين – سورية.

**دكتورة – كلية الهندسة المعمارية – جامعة تشرين – سورية.

***طالبة دكتوراه – كلية الهندسة المعمارية – جامعة تشرين – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(6) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (6) 2022

Integrating Technological and Architectural thought in Smart buildings to find an Interactive balance that achieve User Satisfaction in the interior space

Dr. Hani Wadah*
Dr. Naseebah Saeid**
En. Hla Hussein***

(Received 29/12/ 2021 . Accepted 7/7/ 2022)

□ ABSTRACT □

The great development in computer and information systems led to the emergence of the so-called digital revolution that produced in the field of architecture the concept of smart buildings, which had positive results reflected in the creation of new mechanisms for architectural spaces, and also allowed architects to fly in their creative imagination due to the great flexibility that modern technology allows, It also has negative effects on the social dimension and on some life activities that have been completely canceled or replaced.

Given the importance of access to the digital world on the one hand, and the fear and anxiety about the unjust invasion of technology in our architecture, an important question must be asked, is it possible to create a state of balance and integration between the architectural and technological ideas to achieve the optimal user need? Is it possible to provide an appropriate lifestyle to meet the requirements and maintain the right direction towards development? (The ability of architectural thought to employ technology).

The research studied both the architectural and technological ideas, compared them, and explained the strengths and weaknesses of each of them by focusing on International and Arab experiences that succeeded in bringing together the two ideas to reach the maximum levels of comfort and user satisfaction.

Accordingly, the research aims to aspire to employ modern technology in drawing new languages within the architectural spaces so that the void comes out of the traditional framework without technical control over it so as not to lose its humanity.

Keywords: smart building, modern technology, interactive spaces.

* Professor, Department Architectural Design, Faculty Architecture, Tishreen University, Syria.
**Assistant Professor, Department Architectural Design, Faculty Architecture, Tishreen University, Syria.
***Phd Student, Department Architectural Design, Faculty Architecture, Tishreen University,

مقدمة:

نظراً لغياب المرجعية الثقافية للموروث المحلي ولاختلاف أثر انعكاسات التكنولوجيا الحديثة على بلدان العالم، وعدم وصولها بنفس الدرجة إلى مختلف المناطق، كان نصيب المنطقة العربية من هذا التقدم ضعيف مقارنة بباقي المناطق وبالتالي أخذت المنطقة صفة المتلقي للتكنولوجيا فقط. لم يحدث تطور في الفكر بل أصبح تحولاً أدى إلى حالة من الضياع بين الموروث والقيم من جهة وبين التقدم ما بين الفكر التكنولوجي والفكر المعماري الأصلي من جهة أخرى، كما أدى إلى صراع فكري في مسار العملية التصميمية، قد يؤدي إلى ناتج غير موضوعي.

مشكلة البحث :

تكمن مشكلة البحث في ضياع الاستراتيجية التصميمية للفكر المعماري في التوجهات التكنولوجية المعاصرة، لذلك يستوجب طرح بعد الأسئلة:

1- هل يتوجب علينا اللحاق بالتكنولوجيا بسلبياتها وإيجابياتها (فكر تكنولوجي)؟

2- هل نتمسك بالفكر الموروث حفاظاً على الهوية والثقافة (فكر معماري)؟

3- هل من الممكن إيجاد فكر حاكم وسطي يحقق التوازن التفاعلي المرغوب لتلبية الاحتياجات المتغيرة؟

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من خلال محاولته لإبراز مفردات ونماذج جديدة معاصرة تجمع بين إيجابيات التطور التقني والتكنولوجي وأصالة الموروث الثقافي ضمن المباني الذكية من خلال طرح فكر حاكم وسطي يحافظ على الفكر الموروث دون إغفال اللحاق بالتقدم الذي يحصل في الزمن الحديث، ودون سيطرة الفكر الاستهلاكي التجاري ذو التصميم الغريب والمشوه.

وعليه، يمكن صياغة هدف البحث الرئيسي في توظيف التطور التقني والتكنولوجي لخدمة العمارة باستخدام لغة ومفردات جديدة تحقق التفاعل والتوازن لاحتياجات المستخدم المتغيرة بما يضمن سلامة المخزون الفكري والثقافي من خلال فكر حاكم وسطي يطّبق في المباني الذكية.

طرائق البحث ومواده:

لتحقيق هدف البحث تمّ تقسيم البحث إلى مرحلتين:

1. مرحلة الإطار النظري: يتناول مفاهيم عامة وتعاريف ومصطلحات تتعلق بالمباني الذكية والهوية والاحتياجات وطروحاتها وفق الفكرين المعماري والتكنولوجي، ودراسة نقاط قوة وضعف كلٍ منهما وصولاً لإمكانية الدمج بين الفكرين لتحقيق فكر حاكم وسطي يلبي الاحتياجات المتغيرة للمستخدم.
2. مرحلة الإطار التحليلي: دراسة تحليلية لتجارب استطاعت أن تدمج بين الفكرين للاستفادة من تجاربها ومحاولة إسقاطها على الواقع المحلي.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي والتحليلي.

النتائج والمناقشة

1. الجزء النظري:

1.1. تعاريف و مصطلحات :

الفكر المعماري: هو الفكر القائم على إيجاد توازن تفاعلي بين الإنسان بشقيه المادي والمعنوي والبيئة بشقيها المادي والمعنوي باستخدام طرق ومواد قياسية (Broadbert,1973,pp-).

الفكر التكنولوجي: فكر يعكس ثقافة الحاسب الآلي، ليس له علاقة بالوجدان والمعاني الانسانية، ليس له علاقة بالهوية حيثُ تقنياته لا ترتبط بثقافة أو بيئة محددة (أحمد، 2011).

المباني الذكية:

1) هي الأبنية التي تتمكن من تحقيق أعلى كفاءة في إدارة الموارد بأقل تجهيزات تقنية ممكنة. كما أنّها الأبنية التي يتم فيها دمج المواد والنظم والتكنولوجيا معاً لإيجاد مبنى يحقق متطلبات الأداء لصاحب المبنى وشاغليه (Ghaffartanhoseini et al,2015).

2) إنّ المبنى الذكي لابدّ أن تتوّفر فيه ثلاث مبادئ رئيسية (Farag,2012) وهي:

a) المباني يجب أن تعرف **Know** ما يحدث في الداخل والخارج بنفس الوقت.

b) المباني يجب أن تقرر **Decide** أكثر طريقة فعّالة لتوفير الراحة للمستخدمين بحيث تعمل على رفع إنتاجية مستخدمي الفراغ.

c) المباني يجب أن تستجيب **Respond** بسرعة إلى متطلبات شاغليها.

نتيجة القول إنّ المباني الذكية هي مباني فعّالة توّفر بيئة سريعة الاستجابة، تستخدم أنظمة الكترونية خاصة في تشغيل المباني مزودة بشبكة اتصال ذكية من أجل تحقيق الأداء الأفضل للمستخدم.

3) تمّ تقسيم المباني الذكية إلى ثلاثة مجموعات حسب الفترة الزمنية كما يلي (Azmi et al, 2020):

a) المباني المؤتمتة **Automation Buildings (1985-1981)**.

b) المباني المستجيبة **Responsive Buildings (1991-1986)**: تمّ تعديل المباني لتستجيب للتغيير فأصبحت تستجيب لمتطلبات المستخدمين، وعرفت بأنّها مجموعة من التقنيات قادرة على تغيير النظام على مر الزمن.

c) المباني الفعّالة **Effective Buildings 1992** حتى الآن: لها ثلاثة أهداف رئيسية (Azmi et al, 2020):

- إدارة المباني: التحكم ببيئة المبنى – تحّكم المستخدم بأنظمة المبنى.
- إدارة الفراغات : إدارة التغيير (المرونة – الفعّالية – السعة)– تقليل كلفة التشغيل.
- إدارة الأعمال: تخزين العمليات وعرض المعلومات – شبكة الاتصال السلكية واللاسلكية.

1.2. المتطلبات التصميمية في المبنى الذكي: تتمثل هذه المتطلبات بما يلي:

- المواد الذكية **Smart materials** وخصائصها.
- الأنظمة الذكية **Smart systems** التي تدير المبنى.
- الأغلفة الذكية **Smart skins** التي تشكل صلة وصل بين الوسط الخارجي والفراغات الداخلية للمبنى.

1.2.1. <u>المواد الذكية Smart materials وخصائصها:</u> تنقسم المواد الذكية إلى المواد التي تخضع للتغيير إلى خصائصها الكيميائية أو الميكانيكية أو الكهربائية أو المغناطيسية أو الحرارية، والمواد المشعة والمواد التي تغير الطاقة والمواد التي تخزن الطاقة أو الضوء أو الحرارة أو الكهرباء أو الهيدروجين.

تتميز هذه المواد بمجموعة من الخصائص وهي (أحمد، 2011):

1- القوة والصلابة والليونة والعمر الزمني الطويل والكفاءة العالية.
2- سهولة التصنيع والتثبيت والاستخدام.
3- الجمال والتوافق البيئي.
4- القدرة على التشغيل الذاتي.
5- القدرة على تخويل الطاقة أو تخزينها.

1.2.1.1. الاسمنت الباعث للضوء Light Emitting cement (Han et al, 2017,pp-)

الإسمنت الباعث للضوء هو مادة بناء خضراء مصممة لإضاءة المباني دون استخدام الكهرباء ويتكون من الرمل والسيليكا والنفايات الصناعية والقلويات والماء. تمر المواد بعملية تكثيف متعدد لمنحها خاصية انبعاث الضوء، يتم إجراؤها في درجة حرارة الغرفة ولا تُنتج أي آثار سلبية للبيئة. يَنتج عن التفاعل الكيميائي بين هذه المواد الخام خليط قوي يشبه الهلام. يتم تصنيع المادة باللون الأخضر أو الأزرق كما هو موّضح في الشكل (1).

يعمل هيكل الإسمنت الباعث للضوء في النهار كجهاز تخزين. خلال هذا الوقت تتقع الكتلة بأكملها في ضوء الشمس وتكون الإلكترونات داخل الكتلة في حالة من الإثارة، خلال الليل تعود هذه الإلكترونات إلى حالتها الأصلية بسبب انبعاث الضوء. يمكن أن يوفر هذا الإسمنت الضوء بشكل مستمر لمدة 12 ساعة دون استخدام الكهرباء. الإسمنت الباعث للضوء هو أسمنت مقاوم لأشعة الشمس ويبلغ عمره 100 عام.

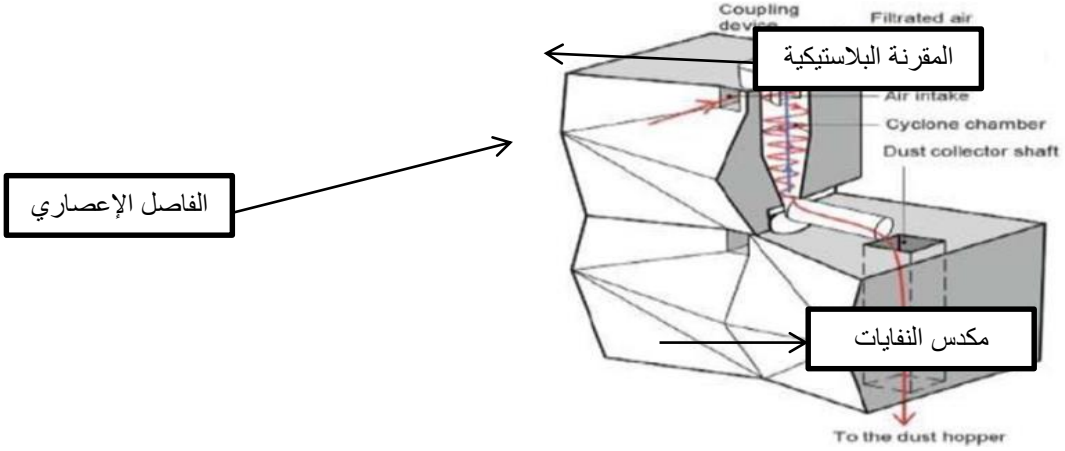
يمكن تنظيم شدة الضوء المنبعث من الإسمنت عند استخدامه في المباني لتجنب الوهج غير الضروري ولتحقيق أعلى رضا لمستخدمي المبنى. يتبع الإسمنت الباعث للضوء مبدأ امتصاص الطاقة الشمسية أثناء النهار وإصدار الأضواء في الليل.

الشكل (1): الإسمنت الباعث للضوء باللون الأخضر أو الأزرق (Han et al, 2017,pp-).

1.2.1.2. قرميد التنفس Breathe brick (Shirin and Jayakumar, 2020):

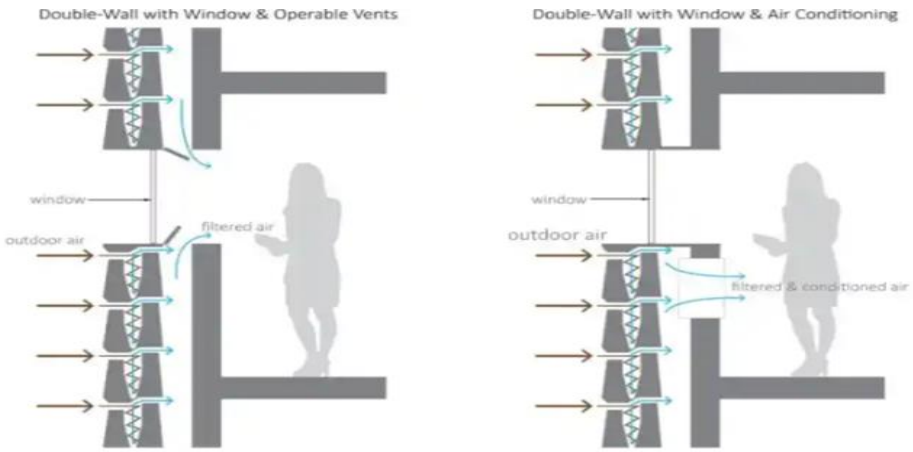
قرميد التنفس عبارة عن نظام حجري يقوم بتصفية الهواء الخارجي الملوث لتحسين جودة الهواء الداخلي، ويتألف من القرميد الخرساني والفاصل الإعصاري والمقرنة البلاستيكية ومكدس النفايات والفراغات لقضبان التسليح.

يدخل الهواء الملوث إلى وحدة قرميد التنفس عبر المقرنة ويتحرك عبر الحواجز الداخلية للوصول إلى غرفة الإعصار. يسمح الفاصل الإعصاري ذو الجزء العلوي الأسطواني (البرميل) والجزء السفلي المخروطي بدخول الهواء المحمّل بالجسيمات بشكل عرضي وعبر الجزء العلوي من البرميل. يحدث الهواء حركة دائرية عندما يصل إلى الغرفة وينتقل من البرميل إلى المخروط السفلي بسبب الكثافة العالية للهواء المحمّل بالجسيمات التي تشكل دوامة خارجية. يتم تحويل قوة القصور الذاتي لجزيئات الغاز إلى قوة طرد مركزي عن طريق الدوامة الناتجة عن تأثير الدوران للجسيمات، مع انخفاض قطر المخروط تزداد سرعة تدفق الجسيمات مما يؤدي إلى زيادة قوة الطرد المركزي وعندما يصطدم الجسيم بجدار الفاصل يفقد طاقته ويسقط بسبب قوة الجاذبية. تنخفض كثافة الهواء عندما يتم فصل الجسيم عن الهواء ونتيجةً لذلك يتحرك الهواء النقي نحو البرميل عن طريق تشكيل الدوامة الداخلية ويتم إطلاقه من وحدة قرميد التنفس. تتحرك جزيئات الغبار عبر عمود تجميع الغبار وتصل أخيرا إلى وعاء التجميع الموجود أسفل الجدار. يوضح الشكل (2) آلية عمل قرميد التنفس.



الشكل (2):آلية عمل قرميد التنفس (Shirin and Jayakumar, 2020).

يدخل الهواء إلى النظام عبر قوة الرياح، إذ يعمل النظام على أساس فرق الضغط ودرجة الحرارة، يوضع جدار الترشيح الذي تم تصميمه كجزء من نظام تهوية شامل للمبنى مواجهاً للرياح المنتشرة، بحيث يتم توفير قرميد التنفس كجزء من عملية بناء الجدار المزدوج ويتم تشكيله كجدار خارجي غير حامل في حين يتم توفير الجدار الداخلي كجدار حامل. يتم تنقية الهواء الملوث من البيئة الخارجية بواسطة جدار المرشح الخارجي والذي يسمح بدخول الهواء النقي إلى الغرفة. يمكن أن يعمل قرميد التنفس مع كل من أنظمة التهوية الميكانيكية والسلبية، حيث يقوم القرميد ببساطة بتوصيل الهواء النقي إلى الجدار الداخلي، يمكن بعد ذلك نقل هذا الهواء إلى داخل المبنى من خلال معدات ميكانيكية (أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف) أو من خلال فتحات تهوية تقودها أنظمة سلبية مثل تهوية المداخن وهذا ما يزيد من رضا وراحة المستخدم داخل الفراغ. كما هو موّضح في الشكل (3).



الشكل (3): آلية عمل قرميد التنفس مع كلٍ من أنظمة التهوية الميكانيكية والسلبية (Shirin and Jayakumar, 2020).

1.2.2. الأنظمة الذكية Smart systems:

النظام الذكي هو مجموعة من المدخلات التي يتم إعدادها وتجهيزها بطرق معينة للوصول إلى مخرجات محددة تحقق الاهداف المرجوة.

من أهم الانظمة الذكية:

1. نظام التحكم بالدخول (كاميرات المراقبة).
2. نظام الإشارات الرقمية (كالإنذار بالحريق).
3. نظام تحديد الهوية من خلال بصمة الصوت والتعرف على ملامح الوجه.
4. نظام الإنذار المبكر.

1.2.3. الأغلفة الذكية Intelligent Skin:

الغلاف الذكي عبارة عن مجموعة من عناصر البناء المعرضة للطقس الخارجي تؤدي مجموعة من الوظائف التي تستجيب للتغيرات البيئية للمحافظة على راحة المستخدمين بأقل استهلاك للطاقة.

الهدف من الغلاف الذكي هو توفير الراحة لمستخدمي المبنى وتقسم هذه الراحة إلى:

1- الراحة الحرارية 2- الراحة السمعية 3- الراحة البصرية

مميزات الغلاف الذكي (Elkhayat,2014):

1. تحقيق التهوية المطلوبة للفراغات الداخلية.
2. تنظيم معدل الإضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية.
3. تقليل معدل الطاقة المستهلكة في المبنى.
4. زيادة العزل الصوتي.
5. المساهمة في حجب الإشعاع الشمسي المباشر.
6. مسطحات الزجاج تساهم في زيادة الاتصال البصري بين الداخل والخارج.

1.3. الفراغ المعماري بين الفكر والتقنية:

تطوّر الفراغ متأثرّ بالتكنولوجيا (أحمد،2010)، وبالتالي تغيّر شكله ومفهومه حيث انهار البعد المكاني نتيجة لإمكانية التواصل عبر شبكات الاتصال، فعوضاً عن أن تذهب أنت للمكان، أصبح المكان يأتي إليك.

كيف سيتقبل الفكر المعماري هذا التغيير، هل سيقاومه أم سيستعين بالتكنولوجيا لتطوير منظومة العمل التقليدي؟ لقد اختلت المعادلة التصميمية للتصميم الداخلي نتيجة العوامل الحديثة المتصارعة وأبرزها العامل التكنولوجي، وما تبع ذلك من تغير الاحتياج والأنشطة، حيث تمّ فتح مجال لانهاية له للتصميم الداخلي. لذلك لا بد من دراسة تطور الفراغ عبر الزمن.

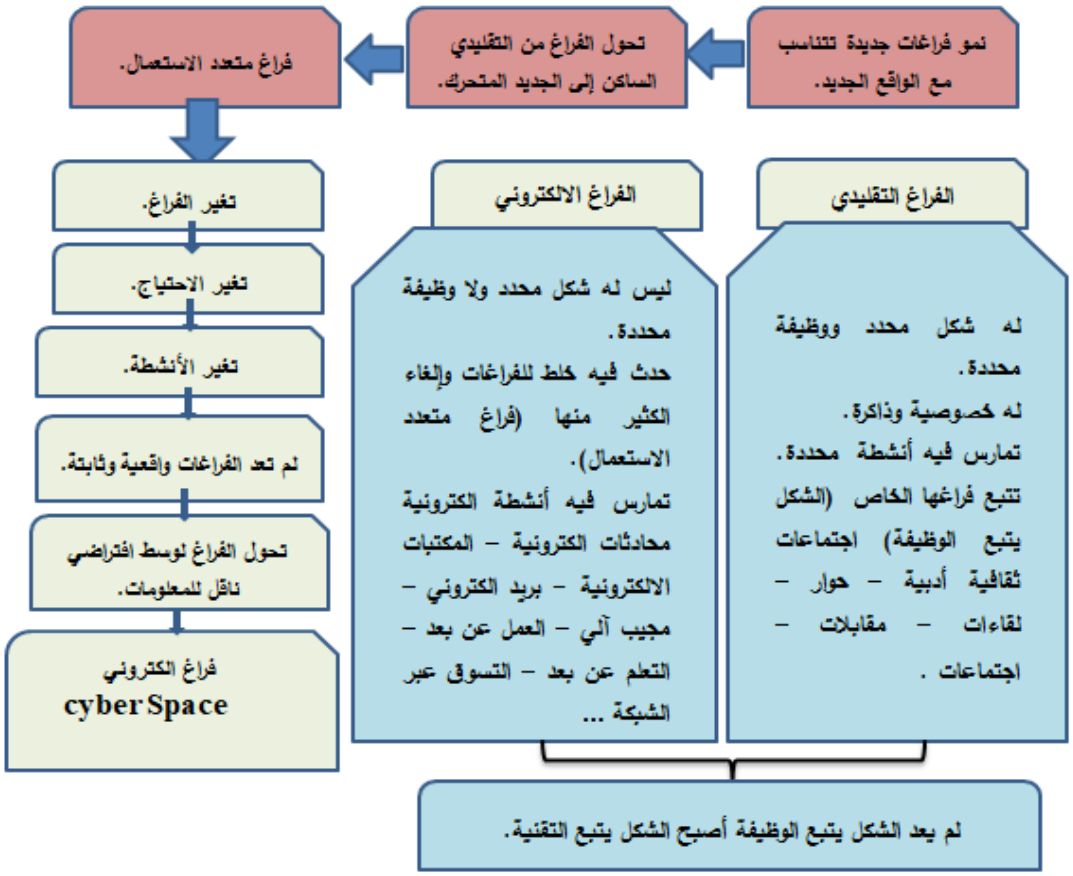
تعريف الفراغ المعماري: هو جزء من الفراغ العام تمّ اقتطاعه بمواصفات محددة تجعله يصلح لأن يمارس فيه الإنسان نشاطاته الحياتية المختلفة، فهو تجسيد لفراغ متفاعل مع الوجود الإنساني يتأثر في تكوينه وتشكيله وصفاته مع البيئة والمجتمع ليؤدي وظيفة معينة.

مراحل تطور الفراغ المعماري: ذكر سيجفريد جيديون "Sigfrid Giedion" في كتابه "الفراغ والزمن والعمارة" "Space Time and Architecture" أنّ تطور الفراغ المعماري قد مر بثلاث مراحل (Giedion,1959).

المرحلة الأولى: هي المرحلة الذي تكوّن فيها الفراغ من خلال التفاعل بين الكتل المختلفة، وهي مرحلة العمارة المصرية القديمة والسومرية

المرحلة الثانية: بدأت في منتصف الحضارة الرومانية عندما بدأت مشكلة الفراغ الداخلي والتغطية بالقبوات تأخذ أهمية كبيرة، وقد استمرت هذه المرحلة حتى نهاية القرن الثامن عشر.

المرحلة الثالثة: هي المرحلة البادئة مع أوائل القرن العشرين. ويتم فيها إضافة بعد الزمن إلى الفراغ، حيث يتم إدراك الفراغ من خلال الحركة فيه وبالتالي رؤيته من أكثر من زاوية. أي مع ظهور التطورات غير المحدودة في الإمكانات التكنولوجية تلاشت الحدود وظهرت فكرة الدمج بين الزمان والمكان. تحّول الفكر المعماري من الفكر التقليدي إلى فكر جديد حيث تحوّل الفراغ من الساكن للمتحرك وبالتالي يمكننا وضع مخطط لتغير الفراغ كما هو موضح في الشكل (4) التالي:



الشكل (4): مخطط التغير في الفراغ من إعداد الباحثة.

1.4. سلبيات وإيجابيات العمارة الذكية:

يلخص الجدول (1): أهم النقاط الإيجابية والسلبية في المباني الذكية.

سلبيات	إيجابيات
١. جعلت الإنسان أكثر سكونا وأقل حركة وبالتالي تطلب ذلك القيام بعدة إجراءات لتحقيق الصحة الجسدية. ٢. قل التعاطف وضعفت العلاقات الاجتماعية. ٣. لا تعكس أية ثقافة سوى ثقافة الحاسب الآلي. ٤. البعد عن العواطف الوجدانية والمعاني الإنسانية. ٥. فكر ليس له علاقة بالهوية والأصالة. ٦. غير متوافقة بيئياً. ٧. فقدان الخصوصية والذاكرة.	١. وفرت الوقت و الجهد. ٢. دعم وتوجيه ذوي الاحتياجات الخاصة بصرياً وحركياً. ٣. لها القدرة على التحليل البيئي للمبنى لتحسين الأداء ورفع الكفاءة. ٤. توفر عامل السلامة والأمان. ٥. القدرة على التنبؤ المسبق للخلل. ٦. الحفاظ على الطاقة. ٧. المرونة . ٨. الرفاهية.

الجدول (1): النقاط الإيجابية والسلبية للمباني الذكية من إعداد الباحثة.

ومما سبق نستنتج ما يلي:

- حدثت طفرة في عالم البرمجيات في بدايات القرن الحادي والعشرين مما أثر على العمارة كعلم يواكب التطور ويسخره لصالح الأعمال المعمارية، فجاءت النتيجة انتقال البرمجيات من برامج مساعدة في التصميم إلى نماذج خالصة للبناء المعلوماتي.

- استفاد الفكر المعماري من قدرات الحاسب واستفاد التصميم الجديد من الأفكار المعمارية لتوظيفها في تصميم ذكي، بحيث أنّ الاختيار النهائي للفكرة كان نتاج التفاعل الكامل بين الفكر وإمكانات التكنولوجيا الحديثة.

- بدخول العالم الرقمي تلاشت الحدود وتغيرت العديد من الثوابت وبات حتمياً التفكير بطريقة جديدة، حيث لم يعد الإنسان مقيداً بالزمان والمكان نتيجةً للتطور التقني الهائل حيث يمكنك أن ترى وتسمع الآخر رغم المسافات.

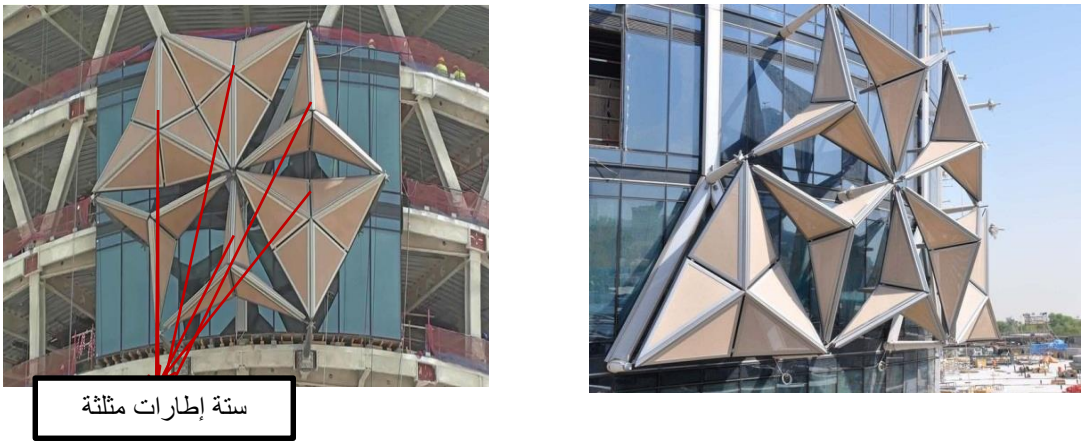
2. الجزء التحليلي:

2.1. التجارب العالمية من المباني الذكية:

2.1.1. أبراج البحر Al-Bahr Towers– أبو ظبي (Karanouh and Kerber,2015):

مبنى تجاري يقع في أبو ظبي، تمّ تصميمه من قبل AHR (Aedas UK) وتم بناءه بين عامي (2009-2012) فكرة المشروع مستوحاة من المشربية وهي عبارة عن شاشة شبكية خشبية توجد في العمارة الإسلامية التقليدية تستخدم لتحقيق الخصوصية والتحكم البيئي. يبرز المشروع من خلال برجين بارتفاع 150 متراً مغطيين بهيكل من جدران الستائر الزجاجية مستوحى من قرص العسل وشاشة شمسية ديناميكية آلية تستجيب لحركة الشمس.

تمّ تصور كل مشربية كنظام موّحد على بعد 2.8 متر من الهيكل الأساسي، تنقسم كل وحدة إلى ستة إطارات مثلثة كما هو موّضح في الشكل (5) تتكشف في زوايا مختلفة استجابةً لحركة الشمس من خلال مشّغل ومكبس مركزي. يتم تشغيل النظام من خلال برنامج يرتبط بثلاثة أجهزة استشعار رئيسية موجودة في أعلى كل برج 1) الضوء 2) الرياح 3) المطر. يوفر النظام ردود فعل مباشرة للمُشغل.



الشكل (5): وحدة المشربية المكوّنة من ستة إطارات مثلثة (Karanouh and Kerber,2015).

يحول نظام الطي شاشة التظليل من حجاب سلس إلى نمط شبيه بالشبكة يوفر عند الضرورة، إما الظل أو الضوء ويقلل من التوهج الشمسي، ويوفر رؤية أفضل للمناظر الطبيعية الخارجية من خلال تجنب الزجاج الملون الداكن والستائر الداخلية التي تشوه مظهر المنظر المحيط. كما يوفر هذا النظام قبولًا أفضل للضوء الطبيعي المنتشر ويقلل من استخدام الضوء الاصطناعي وتكاليف الطاقة المرتبطة به. يحتوي كل برج على 1049 مشربية تغطي المناطق الشرقية والجنوبية والغربية.

نظام التظليل مصمم لمقاومة الرطوبة والتعرض العالي للأشعة الشمسية وأحمال الرياح العالية وسرعات الرياح العالية والتأكل بسبب التعرض للعواصف الرملية والحريق لمدة تصل إلى ساعتين بالنسبة للإطار الداعم الرئيسي. تبلغ مدة خدمة المشربية 20 عاماً، وتبلغ مدة خدمة المشغلات 15 عاماً.

حاكى مشروع أبراج البحر العمارة التقليدية واستغل الفكر التكنولوجي وقدم تمازجاً جميلاً بينهما انعكس على أداء الفراغات الداخلية تصميمياً وبيئياً وحقق رضا المستخدم.

2.1.2. مبنى Media-TIC – إسبانيا (Juaristi and Barrio,2016):

مبنى تجاري يقع في برشلونة، تم تصميمه من قبل Enric Ruiz Geli وتم بناءه بين عامي (2008–2010) وهو عبارة عن مكعب شفاف يبلغ ارتفاعه 40 متراً مغطى بشبكة ملتوية من الكابلات الفولاذية ويحتوي على واجهتين متكيّفتين مختلفتين تواجهان الجنوب الشرقي والجنوب الغربي، تتكون التكنولوجيا المبتكرة من صفائح ووسائد قابلة للنفخ والتكّيف مع الظروف المناخية الخارجية والداخلية مصنوعة من (ETFE Ethylene Tetrafluor Ethylene). يختلف نمط الوسادة في كل واجهة وفقاً لاتجاه الشمس.

<u>الواجهة الجنوبية الشرقية:</u>

تتعرض الواجهة الجنوبية الشرقية للإشعاع الشمسي حوالي 6 ساعات يومياً، لتحقيق رضا المستخدم تمّ تصميم هيكل المبنى المتكيف المبتكر من الـ ETFE على شكل فسيفساء من المثلثات المقعرة والمحدبة مكونة من عناصر نفخ مختلفة.

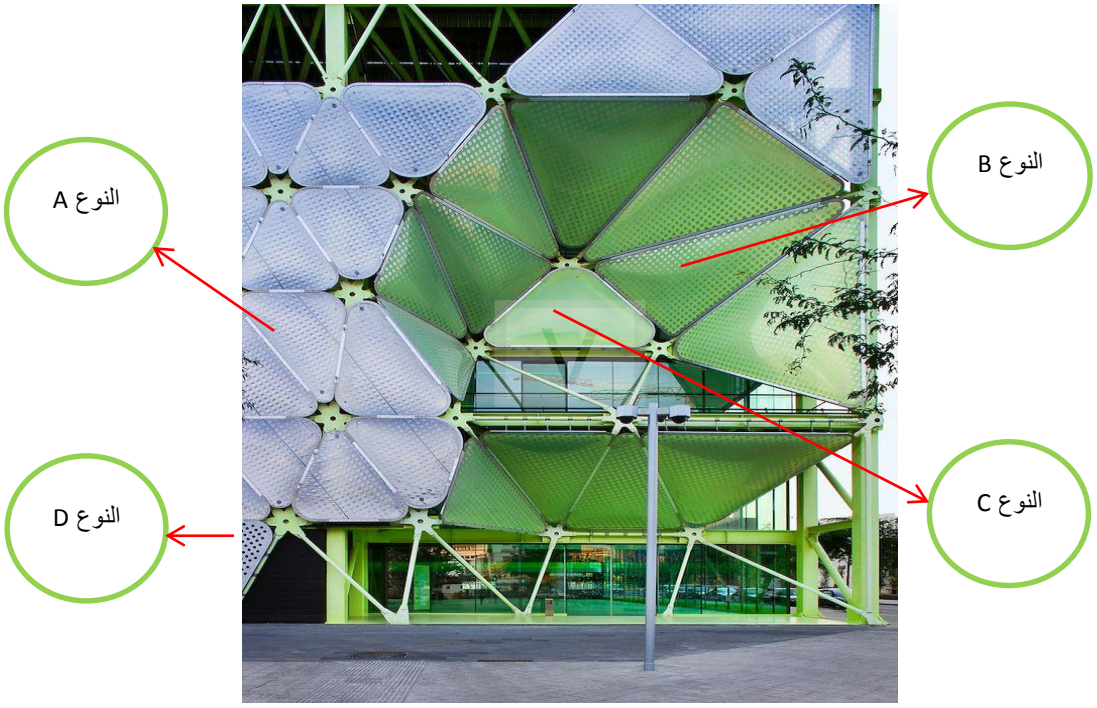
– النوع (A): يتكون من ثلاث طبقات من الـ EFTE داخل الإطار الثلاثي، الطبقة الأولى شفافة والطبقة الثانية والثالثة لها نمط التصميم العكسي والذي عند نفخه مثل الوسادة تتشكل فقاعة وتحتوي هذه الفقاعة الناتجة على ما يصل إلى ثلاث غرف هوائية وتصبح الواجهة شفافة ويتوفر العزل الحراري ويسمح لضوء النهار بالمرور وعند تفريغه تصبح الواجهة غير شفافة وتقترن إلى الظل وتنشأ طبقة واحدة معتمة ويحجب ضوء النهار، لا تعمل غرف الهواء بين الطبقات المختلفة على تحسين العزل الحراري بل تتيح أيضاً التحكم في الإشعاع الشمسي من خلال نظام هوائي ومستشعر ضغط موجود في كل وسادة. يتم التحكم في الهواء الداخلي للوسادة بشكل فردي من خلال مستشعر الإضاءة.

– النوع (B): نظام مزدوج الطبقة، حيث تحتوي الطبقة الخارجية على دوائر فضية ويتكون الجزء الداخلي من ETFE ملوناً باللون الأخضر.

–النوع (C): نظام مزدوج الطبقة، الطبقة الخارجية شفافة والداخلية مكونة من الـ ETFE الملون باللون الأخضر.

–النوع (D): نظام مزدوج الطبقة، الطبقة الخارجية شفافة والداخلية تحتوي على دوائر فضية.

يوضح الشكل (6) الواجهة الجنوبية الشرقية المبتكرة من الـ ETFE المكون من عناصر نفخ مختلفة.



الشكل (6): الواجهة الجنوبية الشرقية المبتكرة من الـ ETFE المكون من عناصر نفخ مختلفة (Juaristi and Barrio,2016)..

الواجهة الجنوبية الغربية:

تتعرض الواجهة الجنوبية الغربية لإشعاع شمسي مباشر وبمعدل 6 ساعات يومياً. هذا الإشعاع متغير للغاية حتى خلال نفس اليوم. للاستجابة لها وللحفاظ على رضا وراحة المستخدم، تمّ تطوير جلد متكيف جديد لهذا المشروع. يتكون من صفيحتين من ETFE مرتبة كسلسلة من الأكياس الطويلة مقترنة بنظام استجابة ذكي، عندما تضرب الشمس المستشعرات يقوم هذا النظام الآلي بواسطة المضخات التي تدير حركة الغازات بحقن الوسائد على الفور بسحابة كثيفة من غاز النيتروجين مع الزيت لتوفير التظليل اللازم. يتم تنشيط النظام تلقائياً حسب الظروف المتغيرة من خلال شبكة من أجهزة استشعار درجة الحرارة. يوجد أكثر من 300 مستشعر في Media-TIC لتنظيم مستويات الضوء ودرجة الحرارة تلقائياً.

2.1.3. المتحف الذكي القائم على إنترنت الأشياء IOT Museum (Haza and Jose,2017):

متحف افتراضي ذكي، تم تصميمة من قبل Husna and Salas عام 2017 ولم يتم تنفيذه بعد، إذ يتوجب على المستخدم عند زيارة المتحف الاستماع إلى وصف المرشد حتى لو لم يكن مهتماً. باستخدام دليل المتحف القابل للارتداء يحصل الزائر على الحرية لاستكشاف المتحف بطريقته. النظام مقسم إلى ثلاثة أجزاء.

البنية التحتية BLE: يحتوي الجهاز القابل للارتداء على وحدة Bluetooth واحدة تتبع وحدات الـ Bluetooth التي يتم وضعها بالقرب من جميع الأعمال الفنية. عندما يكون الجهاز القابل للارتداء ضمن تأثير أي من وحدات البلوتوث التابعة، يتم تحديد الموضع المقابل.

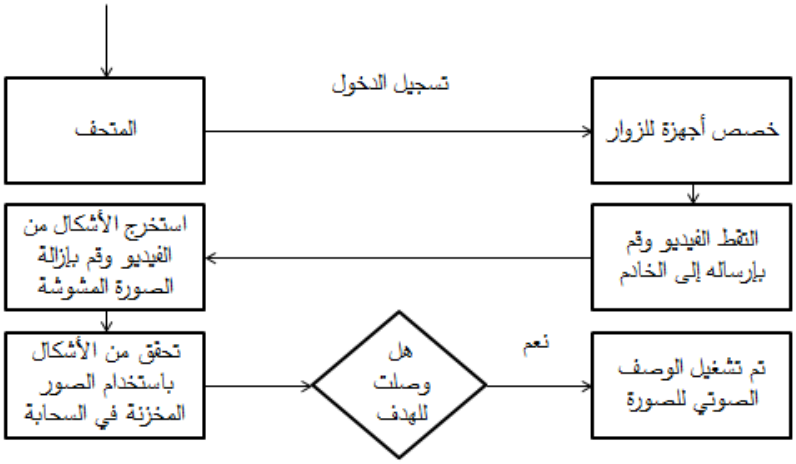
يتم إرسال تعريف الموقع (ID) وقيمة طاقة الإرسال (TX) بواسطة جميع أجهزة BLE للمعالم وبالتالي تحصل خدمة BLE التي تعمل على جهاز الزائر القابل للارتداء على بيانات الموقع من جميع المعالم ضمن

النطاق الخاص بها ثمّ تتعرف على الغرفة التي يقف فيها المستخدم. ويتم حساب مؤشر التقارب d لكل معلم. والمَعلم الذي يحتوي على أقل قيمة لـ d هو موقع المستخدم. يتم استخدام هذه المعلومات لتسريع عملية التعرف على الصور ويتم توفير معّرف العمل الفني ومعّرف موقع المستخدم لمركز المعالجة بالمتحف ليقوم بجلب المحتويات الثقافية الصحيحة من السحابة وأيضاً تشغيل خدمات معرفة الموقع للمستخدم.

الجهاز القابل للارتداء: بمجرد أن يلتقط الزائر مقطع الفيديو الخاص بمجموعة المتحف، يتم تحليل إطارات الفيديو واكتشاف الصورة بدقة عالية. يمكن استخدام موقع الزائر لتبسيط التعرف على الصور. يتم استخراج المواصفات المحلية لتحويل ميزات المقياس الثابت (SIFT) من الإطار لمطابقتها مع نظيرتها في قاعدة بيانات المتحف.

مركز المعالجة: بعد تحديد الصورة، يجب استرجاع المحتويات الثقافية المقابلة من السحابة وإتاحتها للجهاز القابل للارتداء تلقائياً. يتمتع مركز المعالجة بإمكانية الوصول إلى السحابة حيث يتم تخزين جميع المحتويات الثقافية.

يوضّح الشكل (7) المخطط النهجي للمتحف الذكي.



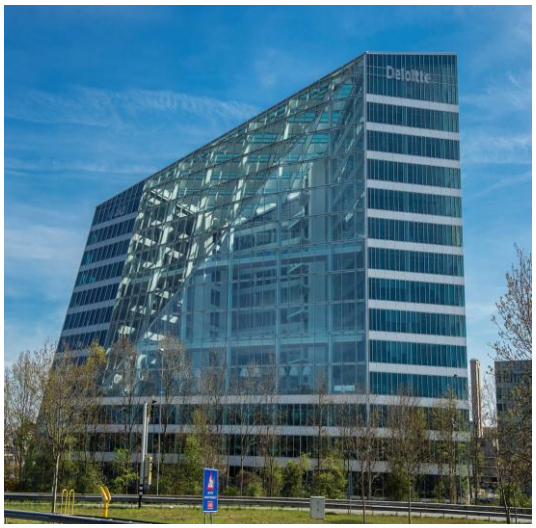
الشكل (7): المخطط النهجي للمتحف الذكي (Hamza and Jose,2017).

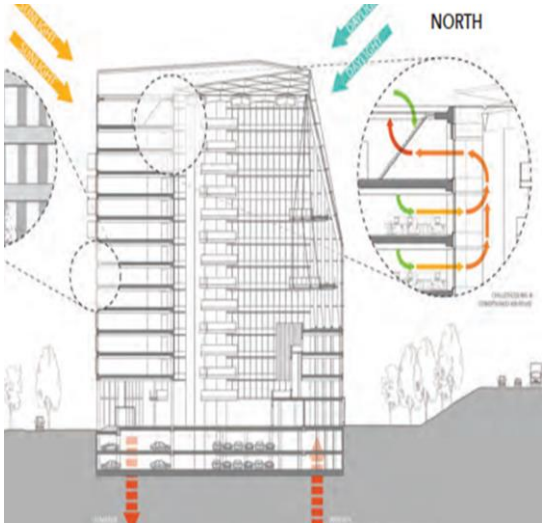
يمكن الحصول على المعلومات الإحصائية حول مدى انشغال المتحف وتوظيف هذه المعلومات من قبل موظفي المتحف لإعادة ترتيب وقت فتح وإغلاق المتحف، كما يمكن للمستخدم الخارجي استخدامها لمعرفة طول قائمة الانتظار مسبقاً في مناطق معينة من المتحف.

تصميم هذا النظام الذكي ضمن المتحف يخلق جواً من الراحة والرضا لكل من المستخدم وفريق إدارة المتحف.

2.1.4.المبنى الذكي The Edge– هولندا (Jalia et al,2019):

مبنى تجاري يقع في أمستردام بهولندا، تم تصميمه من قبل PLP Architecture، وتم بناءه بين عامي (2009–2015) كما تمّ تصنيفه كأذكى مبنى في العالم. تحتوي الواجهة الجنوبية للمبنى والسقف على ألواح شمسية لاكتساب الحرارة. يتم جمع مياه الأمطار وإعادة تدويرها لغسل المراحيض وري المناظر الطبيعية. يتمّ استخدام الأرض كبطارية من خلال حفر طبقة المياه الجوفية على عمق 130 متراً تحت الأرض لحبس الحرارة التي يتم تخزينها خلال الصيف واستخدامها لتدفئة المساحات الداخلية في الشتاء كما هو موّضح في الشكل (8).





الشكل (8): مبنى The edge الذكي وتقنيات التصميم المستدام (Jalia et al,2019).

قامت شركة Philips بإنشاء نظام ألواح تضم مصابيح إضاءة LED، يتم تشغيلها بواسطة طاقة منخفضة تنتقل بواسطة كبلات Ethernet، يتمّ دمج نظام الإضاءة LED مع أجهزة استشعار لقياس الإشغال والحركة ومستويات الإضاءة والرطوبة ودرجة الحرارة بشكل مستمر، وهذا ما يساهم في ضبط استخدام الطاقة تلقائياً. يتم تثبيت الألواح في جميع أنحاء المبنى بعنوان IP فريد لكل لوح وبالتالي تمكين المراقبة عن بعد. لا يوجد في المبنى مكاتب مخصصة للموظفين لذلك يتم ربط لوحات الإضاءة الذكية بتطبيق سهل الاستخدام (Mapiq). يُستخدم التطبيق من قبل موظفي المبنى وعبر الهاتف المحمول، حيث يوفر لهم نموذجاً ثلاثي الأبعاد للمبنى قابلاً للتجول ضمنه وهذا ما يساعدهم في حجز مكاتبهم بناءً على نوع العمل الذي يحتاجون إلى القيام به في يوم معين ومعرفة الزملاء الذين قاموا بتسجيل الوصول إلى العمل والعثور عليهم في المبنى إن كانوا يفضلون العمل بالقرب منهم، كما يساعد الموظفين في تخصيص درجة الحرارة ومستويات الإضاءة في أي مكان يختارونه للعمل. يتذكر هذا التطبيق كيف يحبون قهوتهم ويتتبع استخدامهم للطاقة. كما يومض الأضواء قبل 15 دقيقة من نهاية حجز غرفة الاجتماعات للإشارة إلى الانتهاء في الوقت المناسب للحجز التالي.

2.2.التحديات التي واجهت التجارب العالمية للمباني الذكية:

تقدم المباني الذكية خدمات بناء مفيدة مثل الراحة الحرارية والإضاءة المعتدلة وجودة الهواء والتدفئة والإشغال الأمثل للمبنى مما يجعل المقيمين أكثر إنتاجية. لكن لا يخلو تصميم وتنفيذ هذه المباني الذكية من بعض التحديات المتعلقة ببيئة التصميم وإدارة التعقيد والاتصالات والأمن والخصوصية حيث يوضح الجدول (2) أهم التحديات التي واجهت مشاريع الأبنية الذكية التي تمّ مناقشتها في هذا البحث.

الجدول (2): أهم التحديات التي واجهت مشاريع الأبنية الذكية التي تمّ مناقشتها في هذا البحث.

اسم المشروع	التصميم	أقسام العمارة الذكية			الدمج بين الفكر المعماري والتكنولوجي	التحديات التي واجهت المشروع
		مؤتمتة	مستجيبة	فعّالة		
Al-Bahr Towers	غلاف ذكي	X	X	X	استخدم فكرة المشربية الخشبية التقليدية وطورها لتعطي شاشة ديناميكية آلية تستجيب لحركة الشمس باستخدام أجهزة استشعار.	الكلفة، التصميم المعقد.
Media TIC	غلاف ذكي	X	X	X	استخدم فكرة وسائد الـ ETFE التقليدية القابلة للنفخ وأضاف آلية نفخ ذكية تتكيف مع الظروف المناخية (إضاءة، حرارة) باستخدام أجهزة استشعار.	التصميم المعقد، ضعف تأقلم المستخدم.
IOT Museum	نظام ذكي	X	X	X	اعتمد على الهيكل والفراغات الداخلية التقليدية وركّز على آلية تنظيم الحركة والعرض ضمن الفراغات الداخلية باستخدام أجهزة استشعار.	فقدان الخصوصية.
The Edge	نظام ذكي	X	X	X	حافظ على الهيكل والفراغات الداخلية التقليدية وأضاف لمصابيح الـ LED التقليدية الموجودة ضمن الفراغات أجهزة استشعار يرتبط مع تطبيق ذكي لتنظيم الإشغال والحركة ومستويات الإضاءة والرطوبة ودرجة الحرارة.	التعامل مع شركات مختلفة، فقدان الخصوصية.
Lighting cement	مادة ذكية		X	X	استخدم الاسمنت التقليدي وعدّل في أحد خصائص المادة الداخلة في تركيبه وحصل على الاسمنت الباعث للضوء.	العمر الافتراضي القصير لمواد الفلورنست.
Breathe brick	مادة ذكية		X	X	استخدم جدار بلوك تقليدي عادي كجدار حامل وأضاف جدار ترشيح جديد كجدار غير حامل.	الوقت الطويل لبناء جدار من قرميد التنفس.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. تحرر الفكر المعماري من قيود العمارة الرسمية وتوجه نحو الطبيعة بكل ما تملكه من كنوز وأفكار وعمارة كونية وتحرر شكل الغلاف الخارجي من قيود الاستعمال الداخلي وتوجه نحو الإبهار التقني.
2. ظهرت أنماط جديدة من المباني التي اعتمدت على ما أتاحته تكنولوجيا المعلومات من إمكانيات،

حيث تعامل معها الفكر المعماري في صورة مباني تجمع بداخلها هذه التقنيات. تفاعلت هذه المباني الذكية مع الإنسان ووفرت له الترفيه الرقمي والتعليم عن بعد والخدمات عن بعد والتواصل مع أفراد العائلة عن بعد.

3. تحول الفراغ التقليدي إلى فراغ ذكي يلبي الاحتياج المتغير، وتحول من فراغ ستاتيكي ساكن إلى فراغ ديناميكي متعدد الاستعمالات، وبالتالي تغيرت الأنشطة وتحول الفراغ إلى وسط ناقل للمعلومات.

التوصيات:

1. أهمية الاستفادة من التطور الذي أحدثته تكنولوجيا المعلومات على الإنتاج والتصنيع والتنفيذ الرقمي مع دراسة واقع العمل في المنطقة العربية ومعرفة إلى أي مدى يمكننا الاستفادة منها.
2. الانتباه ألا تطفى التكنولوجيا على الفكر المعماري فيفقد الفراغ انسانيته وهويته.
3. متابعة التطور التكنولوجي بشكل يحقق التوازن.

المراجع العربية:

[1] أحمد، محمد حسن، (2011)، تأثير تكنولوجيا المعلومات على تطور الفكر المعماري، جامعة الأزهر، كلية الهندسة ،قسم العمارة، القاهرة.

[2]

المراجع الأجنبية:

[1]. BROADBENT,G.(1973). *Design in Architecture: Architecture and The Human Sciences.* 1st.ed, John & Wiley Sons Ltd, New York.

[2].GHAFFARTANHOSEINI,A.;BERARDI,U.;ALWAER,H.;CHANG,S.;GHAFFARIANHOSEINI,A.;CROOME,D.(2015). *What is an intelligent building? Analysis of Recent Interpretations from an International Perspective.* Architectural Science Review Taylor & Francis Group, Vol.59, No.5,338-357.

[3].FARAG,M.A.(2012). *Develop an Applied Approach to Evaluation using System Theories.* M.SC, Faculty of Engineering , Fayoum University, Egypt.

[4].AZMI,H.M.;ABBAS,S.H.;MAHMOUD,T.I.(2020). *Smart Techniques for Administrative Buildings Facades to Achieve Users Comfort.* Journal of Engineering and Applied Science Cairo, Vol.67, No.7, 1841-1860.

[5].HAN,B.;ZHANG,L.;OU,J.(2017) *Smart and Multifunctional Concrete Toward Sustainable Infrastructure.* 1st ed, Springer Nature Singapore Pte Ltd.

[6].SHIRIN,F.;JAYAKUMAR,A.(2020) *Breathe Brick.* International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol.7, No.4, 2720-2723.

[7].ALKHAYAT,Y.O.(2014) *Interactive Movement in Kinetic Architecture.* Journal of Engineering Science Egypt, Vol.42, No.3, 816-845.

[8].GIEDION,S.(1959) *Space, Time and Architecture: The Growth a New Tradition.* 1st ed, Harvard University USA.

[9].KARANOUH,A.;KERBER,E.(2015). *Innovations in Dynamic Architecture The Al-Bahr Towers Design and Delivery of Complex Facades.* Journal of Façade Design and Engineering, Vol.3, 185-221.

[10].JUARISTI,M.;BARRIO,A.(2016). *Adaptive Facades in Temperate Climates: An in Use Assessment of an Office Building.* 11th Conference on Advanced Building Skins Spain, 419-428.

[11].HAMZA,H.;JOSE,S.(2017). *IOT Based Smart Museum.* Journal of Student Research MES Muscat Oman,1-7.

[12].JALIA,A.;BAKKER,R.;RAMAGE,M.(2019). *The Edge, Amsterdam Showcasing an Exemplary IOT Building.* University of Cambridge London,1-22.