JAUES

Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol.16, No. 59, April 2021, 375-394

APPLICATIONS OF SMART TECHNOLOGIES IN BUILDINGS AND THEIR ROLE IN ACHIEVING SUSTAINABLE ARCHITECTURE

Fouad Abd Almagoud Abd Alhaleem*[1], Abbas Mahmoud Abbas[1] And Mostafa Bogdady[2]

[1]Architecture Engineering Department, Faculty of Eng., Al- Azhar University, Qena, Egypt.
[2]Architecture Engineering Department, Faculty Of Eng., Al- Azhar University, Cairo, Egypt.
*Corresponding Author E-mail: fouadqasim@azhar.edu.eg

ABSTRACT

The research study focused on the importance of integrating smart technologies used in buildings with the principles of sustainable architecture under environmental considerations and determinants to reach a sustainable smart building. Its idea is summarized in the extent to which the smart building is environmentally compatible through the merging and integration between smart technologies and environmental standards that are compatible with sustainability, which achieve the efficiency of the internal environment of the building through rationalization of energy consumption, the exploitation of renewable energy sources and the possibility of collecting environmental data, which called many countries of the world to apply The right thing for smart buildings compatible with sustainability. **The importance of the study**, which aims to shed light on the role of technologies and smart systems in buildings, in achieving the principles of sustainable architecture, by clarifying the concepts, characteristics and systems of smart buildings, in addition to reviewing the concepts and principles of sustainable architecture and clarifying the elements and determinants of their achievement.

KEY WORDS: Smart Building, Smart System, Automation, Responsive, Sustainable Architecture.

تطبيقات التقنيات الذكية في المباني ودورها في تحقيق عمارة مستدامة

فؤاد عبد الموجود عبد الحليم قاسم*[١]، عباس محمود حسن[١] و مصطفى عدلي بغدادي[٢]

[١]قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر ،قنا، مصر
[٢]قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر ،القاهرة ، مصر
*البريد الاليكتروني للباحث الرئيسى :fouadqasim@azhar.edu.eg

الملخص:

اهتمت الدراسة البحثية بإلقاء الضوء على أهمية دمج التقنيات الذكية المستخدمة في المباني مع مبادئ العمارة المستدامة في ظل الاعتبارات والمحددات البيئية للوصول إلى مبنى ذكي مستدام. وتتلخص فكرتها في مدى توافق المبنى الذكي بيئيًا من خلال الدمج والتكامل بين التقنيات الذكية والمعايير البيئية التي توافق الاستدامة مما ينتج عنه تحقيق كفاءة البيئة الداخلية للمبنى من خلال ترشيد استهلاك الطاقة واستغلال مصادر الطاقة المتجددة وإمكانية جمع البيانات البيئية، مما دعى العديد من دول العالم إلى التطبيق الصحيح للمباني الذكية المتوافقة مع الاستدامة. وتأتي أهمية الدراسة التي تهدف إلى تسليط الضوء على دور التقنيات والأنظمة الذكية في المباني في تحقيق مبادئ العمارة المستدامة وذلك من خلال توضيح مفاهيم

وسمات وأنظمة المباني الذكية بالإضافة إلى استعراض مفاهيم ومبادئ العمارة المستدامة وتوضيح عناصر ومحددات تحقيقها.
وقد خلصت الدراسة إلى إعداد قائمة بالمعايير والمحددات التكنولوجية والبيئية (مقترح بحثي) الواجب اتباعها عند تصميم المباني الذكية المستدامة المتوافقة مع البيئة والاستدامة من خلال تحليل وعرض أهم التقنيات والأنظمة الذكية بالمباني ومدى توافقها مع البيئة والاستدامة والمستخدمة عالميًا ومحليًا، مما يؤدي إلى زيادة الوعي عند المصمم المعماري المصري بأهمية الدمج والتكامل بين التقنيات والبيئة للوصول إلى التوازن بينهما.

الكلمات المفتاحية: المباني الذكية ، الأنظمة الذكية ، الأتمتة ، الاستجابة ، العمارة المستدامة .

مقدمة:

يهتم المصمم المعماري بخصائص ومحددات الأنظمة والتقنيات الذكية لتحقيق المتطلبات التصميمية حيث أنها من أكثر العناصر التي تؤثر على كفاءة المبنى، ومن أحدث العلوم التي أحدثت طفرة في هذا المجال هي التقنيات الذكية والتي عن طريقها يمكن تطوير خصائص المعدات والتجهيزات أو إضافة خصائص جديدة أو إنتاج أنظمة جديدة، وانطلاقًا مما سبق كان التفكير في اتجاه معماري جديد قادر على استيعاب أحدث ما توصل اليه العلم في مجال التكنولوجيا ويؤدي في ذات الوقت الى الحفاظ على البيئة وترشيد استهلاك الطاقة في المباني. فكان ذلك ايذانًا بميلاد العمارة الذكية كنموذج عملي على امكانية حدوث توافق بين التكنولوجيا والبيئة.

الاشكالية البحثية:

تكمن المشكلة البحثية في عدم وجود ثقافة تطبيق مفاهيم التقنيات والأنظمة الذكية في المباني المتوافقة مع البيئة والاستدامة ـ بصورتها المتكاملة المستخدمة عالميًا ـ في مصر، واعتبار أن هذه التقنيات في مصر نوعًا من الرفاهية أو ما يقع خارج نطاق الواقع الملموس، مع أن فكرة تقنيات وأنظمة المباني الذكية آخذ في الانتشار عالميًا مع ما حققه من فوائد كبيرة في تيسير أمور الحياة والقدرة على التوفير في تكلفة التشغيل والصيانة واستهلاك الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة بجانب ما ينتظره من تطورات مستقبلية، لذلك كان من الضروري توجيه المعماري المصري نحو استخدام التقنيات والأنظمة التكنولوجية الحديثة للمباني الذكية والتي بدورها تقوم بتحقيق التوافق مع البيئة والاستدامة.

أهداف البحث:

تحاول الدراسة البحثية استخدام امكانيات التقنيات الذكية في المباني لتحقيق مبادئ العمارة المستدامة وذلك من خلال:

- توثيق ورصد دور التقنيات الذكية في تحقيق مبادئ العمارة المستدامة في البناء.
- دراسة امكانية تطبيق التقنيات الذكية في مجال العمارة وأثناء دورة حياة المبنى.
- توضيح أساليب توظيف وتطبيق التقنيات الذكية في تحقيق البيئة الملائمة للمبنى.

فرضية البحث:

يفترض البحث أن التطور في علوم تقنيات المباني الذكية في مجال إنتاج أنظمة وتجهيزات جديدة يساهم في تحسين أداء المباني في مجال تحقيق مبادئ العمارة المستدامة، وللوصول لتحقيق هذه الفرضية ينقسم البحث إلى جزأين رئيسيين:

أولاً: الدراسة النظرية: المنهج الاستقرائي كأساس وذلك لبلورة المفهوم خلال التعرف على التقنيات الذكية وتطبيقاتها في المباني وانعكاس ذلك على العمارة من حيث التجهيزات والمعدات المستخدمة، ثم دراسة منظومة العمارة المستدامة وأنظمة تقييمها، وكيفية الاستفادة من تجهيزات ومعدات التقنيات الذكية في تحقيقها.

ثانياً: الدراسة التطبيقية : يعتمد الجزء التطبيقي على المنهج الوصفي واستخدام التحليل والاستنباط والتطبيقات المقترحة من خلال تحليل لبعض المشروعات العالمية ذات التوجه المستدام واستخدامها للتطبيقات الذكية بغرض دعم الاستفادة من مفاهيم المباني الذكية لتأصيل العمارة المستدامة وما هي نسبة النجاح المتوقعة عند تطبيقها على الواقع المحلي، وهذا للوصول الى مجموعة من النتائج والتوصيات بشأن التوافق مع البيئة والاستدامة بالمباني الذكية.

الدراسة النظرية:

١/المباني الذكية:

تعتبر المباني الذكيَّة هي المباني القادرة على دعم المعرفة واتخاذ القرار والاستجابة بشكل ذاتي، بما يعمل على تحقيق خفض التكاليف وتحسين الأداء والمرونة الوظيفية ودعم متطلبات الأمن والسلامة وتعظيم الانتاجية والتطوير والتعلم الذاتي، ويمكن تحقيق ذلك من خلال توطين أنظمة الأتمتة الشاملة للمبنى وتقنيات الاتصالات المتطورة وتقليص دور العامل الانساني في إدارة المبنى والاستجابة لمتطلباته وتلبية رغباته، الأمر الذي يجعل من **الاتمتة** أحد أهم صفات وسمات المباني

الذكيَّة، وفقاً لمجموعة كبيرة من الرؤى والاطروحات، وتعتبر الأتمتة أول المداخل التي يمكن من خلالها الوصول إلى منتج معماري ذكي [1].

١/١/ نبذة تاريخية لنشأة و تطور فكرة المبانى الذكية:

من خلال دراسة التطور التاريخى للمبانى الذكية منذ بداية ظهورها في الولايات المتحدة الامريكية فى أوائل الثمانينات حتى الآن، نجد أنها مرت بثلاثة أجيال متتاليه [2]، يمكن توضيحها كما يلي:

الجيل الأول: المباني المؤتمتة Automated Buildings: شهدت فترة الثمانينات من القرن الماضي (١٩٨١ ـ ١٩٨٥م) "خلق جيل جديد من المباني تعتمد على ذاتها عرفت بالمباني المؤتمتة وهي المباني التي مكنت المستخدم من التحكم في البيئة الداخلية للمبنى من خلال خفض استهلاك الطاقة، ودعم متطلبات الأمن والسلامة، وذلك عن طريق الاستعانة بالأنظمة المؤتمتة "Automated Systems"، ومع تطور تقنيات الاتصالات أمكن التحكم في هذه الأنظمة باستخدام حاسب آلي مركزي يدعم قدرة المبنى على ضبط الأداء والتعليم الذاتي عن طريق تقييم وتحليل أداء المبنى، والتحديث الذاتي لقاعدة بياناته، كما يدعم قدرته على إحداث التكامل بين أجهزته المختلفة [3] .

الجيل الثاني: الأتمتة Automation + الاستجابة Responsive : بدأت التعريفات التكنولوجية للمباني الذكيَّة تصبح واضحة وذلك في فترة منتصف الثمانينات إلى بداية التسعينات (١٩٨٦ـ ١٩٩١م) ، وعرفت مباني هذا الجيل بالمباني المستجيبة "Responsive Buildings" حيث شهدت تلك الفترة مرحلة من التطور الهائل في صناعة الحاسب الآلي وتقنيات الاتصالات والاندماج بينهما، بما فتح الآفاق أمام المجتمعات لصياغة مستقبلها عن طريق الاعتماد على هذه التقنيات كأداة وتفعيل شبكة المعلومات الدولية كوسيط قادر على استيعاب الكثير من الخدمات والأنشطة [4].

الجيل الثالث:الأتمتة Automation + الاستجابة Responsive + الفاعلية Effective : شهدت نهاية القرن العشرين (١٩٩٢ـ حتى الآن) مرحلة جديدة من العلاقة التبادلية بين الإنسان والبيئة المحيطة به، حيث بدأت التطورات تنادي بالحفاظ على البيئة، من خلال الدفع بمفهوم العمارة البيئية، وتأثيرها الواضح على العديد من الاتجاهات التصميمية والتخطيطية، حتى وصل تأثيرها الشديد على ظهور الجيل الثالث من المباني الذكيَّة عرفت بالمباني الفعالة "Effective Buildings"، وهي المباني التي تمثل بيئة متجاوبة لتحقيق عملها، وكان الهدف في ذلك الوقت ايجاد بيئات معمارية وعمرانية قادرة على تحمل مسئوليتها البيئية وتحقيق مبادئ ومفاهيم الحفاظ والاستدامة من خلال الاعتماد على مصادر الطاقة المستدامة والكامنة وغير الملوثة للبيئة [5].

٢/١/ سمات المباني الذكية:

للمباني الذكية عددًا من السمات التي تشكل في مجملها المداخل التي يمكن من خلالها تحقيق قيم العمارة الذكية، وأمكن تصنيف الأطروحات النظرية لها لتقع داخل ثلاث سمات رئيسية وهي : الأتمتة ـ الاستجابة ـ التوافق مع البيئة والاستدامة.

الأتمتة Automation: ظهر مفهوم الأتمتة أو أنظمة أتمتة المبنى (Building Automation Systems BAS)، الذي يعني أن المبنى بالكامل يكون مراقباً ويتم رصد كل ما يتم بداخله وخارجه، من جميع الأنظمة الميكانيكية والكهربائية مثل أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية وأنظمة الأمن والسلامة وأنظمة المصاعد، والسيطرة على كل ذلك من خلال أنظمة تحكم مركزية ذكية لتجهيزات المبنى ومفرداته المختلفة، متصلة بشبكة تشغيل (شبكة معلومات)، يمكن التحكم فيها من خلال برنامج معلوماتي يعمل على حاسب آلي [6].

الاستجابة Responsive: المقصود باستجابة المبنى قدرة المبنى على تلبية رغبات ومتطلبات شاغليه وللتغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للمبنى. وتمثل الاستجابة الاستفادة القصوى من معطيات تكنولوجيا المعلومات وأداء الانشطة عن بعد والاعتماد على البدائل اللامادية والحضور اللازماني واللامكاني والتحول نحو النموذج الرقمي من أهم السمات والقيم التي ينبغي على المبنى الذكي تحقيقها من خلال توظيف شبكة المعلومات الدولية وطريق المعلومات فائق السرعة لأداء الأنشطة واستغلال التكنولوجيا الرقمية المتاحة [1] [7].

التوافق مع البيئة والاستدامة Compatibility with the Environment and Sustainability: اتجه الجيل الثالث من المباني الذكيَّة في بداية التسعينات نحو الاهتمام بالبيئة والتحكم البيئي في مفردات المبنى واستخدامه للأنظمة البيئية لتحقيق مبدأ الاستدامة والتوافق مع البيئة. وقد ظهرت ذلك في تعريفات كل من "Ken Yang" و "CIB" و "Arup"، حيث تم التأكيد في تعريفاتهم أن تكون المباني قادرة على الاستجابة بيئياً. كما أكد "Ting & So" على جانب الاستدامة من خلال مفهومة للمباني الذكيَّة بانها "المباني التي يجب أن تهدف إلى تلبية احتياجات المستخدمين الحالية والمستقبلية"، وهذا المبدأ الأساسي التي تقوم عليه فكرة الاستدامة [8] .

٣/١/ تقنيات المباني الذكيَّة:

يتكون أي نظام يعمل اتوماتيكياً من ثلاثة عناصر أساسية وهي خلايا الاستشعار "Sensors Cells" وأنظمة التحكم "Controls Systems" والمشغلات الميكانيكية "Actuators" وتلك العناصر تناظر ثلاثة مكونات منظومة الاستجابة، (الإدراك Perception، والمعالجة Reasoning، والتشغيل Action)، ويجب تحديد طريقة عمل المباني الذكيَّة لمعرفة

أوجه التشابه والاختلاف عن المباني التقليدية الحديثة، فهناك بعض المعايير الأساسية التي يجب توافرها في المباني الحديثة حتى يمكن أن يطلق عليها مبان ذكية وهي [10] [11] .

- نظام الإدخال Input System الذي يستقبل المعلومات عن طريق جهاز استقبال المعلومات.
- نظام معالجة وتحليل المعلومات Info. Processing & Analysis
- نظام الإخراج Output System يتفاعل مع الإدخال في صورة استجابة وأفعال.
- مراعاة التوقيت Time Consideration بحيث تحدث الاستجابة في خلال الوقت اللازم.
- القدرة على التعلم Learning ability لتحسين سرعة الاستجابة ومستوى الضبط للاستجابة.

أنظمة إدارة المبنى Building Management Systems (BMS): تعتبر هذه الأنظمة بمثابة العقل البشري بالنسبة للمبنى، فهي أنظمة تتيح التحكم والمراقبة لكافة انشطة المبنى، حيث يصف (Hatley, 2005) نظام الإدارة الذكي للمبنى (Intelligent Building Management System IBMS) ، بأنة جوهر فكرة المباني الذكيَّة، حيث تتمثل المهمة الرئيسية لإدارة المبنى المتكاملة في توفير تحكم وظيفي تلقائي لجميع عناصر المبنى المختلفة، والحفاظ على التشغيل اليومي المعتاد للمبنى، ويعرف نظام الإدارة الذكي للمبنى (IBMS) بالعديد من الأسماء المختلفة مثل نظام التشغيل الآلي للمبنى Building Automation System (BAS)، ونظام إدارة الطاقة والتحكم Energy Management and Control System (FMCs)، ونظام إدارة المرافق Facility Management System (FMS) [12] [13].

أنظمة الأمن والأمان Security & Safety Systems : تم تصميم الأنظمة الأمنية لتوقع مخاطر الجريمة والتعرف عليها وتقييمها والبدء في اتخاذ إجراءات لإزالة أو تقليل هذا الخطر، حيث يلعب اكتشاف وجود الأشخاص دورًا رئيسيًا في أنظمة التحكم والحماية الشاملة في المباني الذكية، تتضمن أنظمة الأمن البسيطة وظائف تلقائية مثل مراقبة الدخول والتحكم في الوصول إلى البطاقة ومراقبة كشف الحركة والدائرة التلفيزيونية المغلقة، ويتم تصميم أنظمة الاستشعار لإعلام المستخدمين عن حالة النوافذ والأبواب والمداخل والمخارج للمبنى في أي وقت لاكتشاف الاختراق [12].

<u>أنظمة التحكم في إدارة الطاقة:</u> Energy Management Control Systems (EMCS):هي طريقة مخصصة لخفض استهلاك المبنى للطاقة والحد من التكاليف الكهربية بالمبنى مع المحافظة على بيئة آمنة ومريحة لشاغلي المبنى عن طريق: تقليل الاستهلاك والسيطرة على الطلب. ويوفر بيانات عن استهلاك الطاقة الكلي، ويعمل أي برنامج لإدارة الطاقة على التنسيق بين نظام التدفئة والتهوية والتكييف (HVAC) وأنظمة التحكم في الإضاءة لتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة [3].

أنظمة التحكم في عناصر المناخ: للتعامل والتحكم في عناصر المناخ سواء داخل المباني أو المحيط بها، حيث تعتبر الحماية من أشعة الشمس القوية وتأثراتها بالمناطق الحارة من الأشياء الضرورية، ويمكن تقسيم هذه المنظومة بوجه عام إلى مرحلتين:

(أ) <u>تجهيزات معالجة أشعة الشمس المباشرة والمنعكسة على المباني خارجياً</u>**:** باستخدام الأنظِمَة أوتوماتيكياً لزيادة كمية الظلال الساقطة على المباني "Automatic Shading" ، باستخدام المظلات والكاسرات الخارجية لأشعة الشمس والمربوطة بأغلفة المباني من خلال أنظمة الحماية والتحكم المركزية اللازمة "Shading in groups and centrally controlled" [14] .

(ب) <u>الأنظِمَة الذكيَّة للتحكم في عناصر المناخ بالفراغات المعمارية</u>**:** للتحكم والتفاعل "Interaction" ما بين متطلبات الإنسان بالمباني وعناصر المناخ المختلفة، للوصول لحدود الراحة الحرارية طبقًا لطبيعة الموقع ومحدداته المناخية. ولها صوراً كثيرة، منها أنظمة التحسس، والماكينات، والبرامج، وأنظمة التحكم؛ حيث يتم هذا التفاعل والتحكم بالتقنيات اللازمة والمربوطة على قواعد معلومات سابقة وبرامج تحليل للمناخ المتاخم للمباني لتسمح بالتفاعل الآلي للمبنى مع تلك التغيرات من خلال حركة النوافذ أو سائر المعالجات المناخية المتواجدة بالمباني، كما بالشكل (١) للوصول للتحسين النسبي المطلوب للمناخ بشكل برمجي، مع التحكم المفصل لكل فراغ على حده، وهو ما ظهر مؤخراً فيما يسمى بالحركة التفاعلية في العمارة الحركية " Interactive Movement in Kinetic Architecture" كتوجه معماري أخذ خطوة بالأونة الأخيرة ، [15] كما بالشكل (٢)

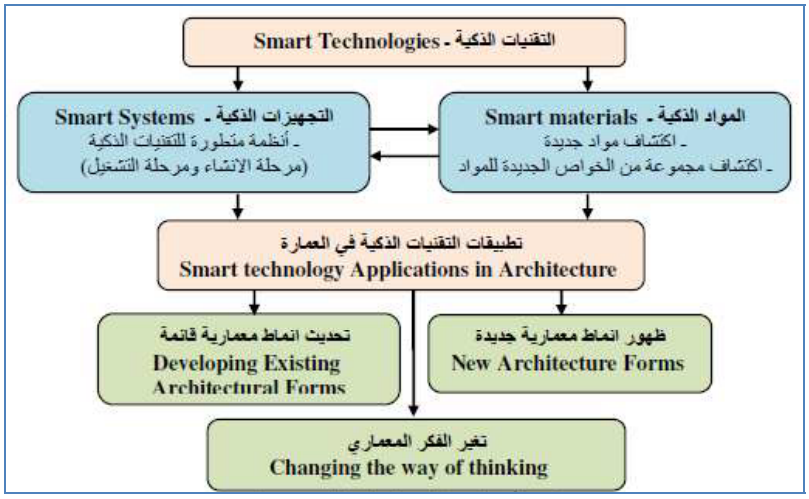
شكل (١) التحكم الذكي بكاسرات اشعة الشمس [9]

شكل (٢) استخدام الواجهات الرسومية [9]

الأنظمة الذكية للتحكم في الإضاءة: يمكن لأنظمة الإضاءة الذكية مراقبة الفراغات المختلفة في المبنى بحيث يتم إضاءة الغرف أو الاقسام التي يتم فيها العمل فقط، وأنواع أخرى تعتمد على الوقت بحيث يتم التشغيل أو الإيقاف تلقائيًا طبقًا لجدول زمني محدد، كما أن هناك أنواع لأنظمة الإضاءة تعتمد على خلايا استشعار الحركة باستخدام الأشعة تحت الحمراء والتي تعمل على التشغيل التلقائي في حالة اكتشاف أي حركة في الفراغ، أيضًا توجد أنواع تعتمد على مراقبة مستوى وشدة الإضاءة الصناعية للفراغات بحيث تزيد من الإضاءة أو تقلل منها لبقاء مستوى الإضاءة ثابت اعتمادًا على خلايا ضوئية وهي تعتبر بمثابة أنظمة إضاءة موفرة للطاقة بتجهيز أجزاء المبنى الداخلية [16] [17].

أنظمة الاتصالات Communication systems : تتنوع قنوات الاتصالات "Communications Channels"، ويمكن بصفة عامة تقسيمها إلى مجموعتين أساسيتين: القنوات السلكية والقنوات اللاسلكية. القنوات السلكية يقصد بها القنوات ذات الوسط المادي الذي تنتقل خلاله الإشارات الكهربائية، ويتفرع الاتصال السلكي إلى شبكات أرضية من كابلات نحاسية "Cables Copper" وكابلات محورية "Coaxial Cables" وكابلات بحرية وألياف ضوئية " Optical Fiber"، أما القنوات اللاسلكية فيقصد بها القنوات التي لا تحتاج لوسط مادي لانتقال الإشارات الكهربائية. وأهم هذه القنوات موجات الراديو وأشعة الميكروويف والقنوات الفضائية عبر الأقمار الصناعية. ويتوقف استخدام كل من هذه الوسائل الاتصالية على ثلاثة عوامل رئيسية: عامل المسافة، عامل كثافة الاستخدام، وعامل الكلفة والوقت [8]. ومنها على سبيل المثال النظام الرقمي للاتصال المرئي الداخلي، وأنظمة الواي فاي WI FI والإنترنت.

تقنيات المواد الذكية: يتضح أن تطبيقات تقنيات المباني الذكية في المجال المعماري تعتمد على الامكانات الكامنة داخل الأنظمة والمواد التي تم اكتشافها وتفعيلها لإنتاج مواد ذات خصائص وإمكانات جديدة الى جانب تقنيات التجهيزات والمعدات التي تطورت بشكل فائق السرعة ويكون تطوير التقنيات الذكية في المجال المعماري تطويرًا للوصول الى الاستدامة ، كما تضيف للمصمم المعماري ما لم يتاح له من قبل من اختلاف واضح في أساليب التفكير والتصميم المعماري، لذا يعتبر التطبيق المؤثر على المجال المعماري يندرج في جزئين رئيسيين هما تقنيات المواد والتجهيزات سواء مرحلة الانشاء أو التشغيل، كما يوضح الشكل (٣) تطبيقات التقنيات الذكية في مجال الهندسة المعمارية.



شكل (٣) تأثير التقنيات الذكية على المجال المعماري - الباحث

نتيجة زيادة الطلب العالمي على الطاقة والمواد الخام المكلفين أصبح الآن استخدام المواد الذكيَّة ضرورة لمزيد من التحكم الآلي ولمزيد من المواد والمنتجات المضغوطة في الحجم والمتجاوبة مع الحساسات والمشغلات "Actuators". فالمواد الذكيَّة مصطلح جديد نسبياً للمواد والمنتجات التي لها خواص قابلة للتغيير وقادرة على تغيير أشكالها وألوانها بصورة عكسية تحت تأثيرات فيزيائية وكيميائية كالضوء ، الحرارة ، المجال الكهربائي ، وهذه التغيرات تكون متكررة وقابلة للانعكاس [10].

٢/ منظومة العمارة المستدامة:

تتمثل الأهداف الرئيسية للتصميم المستدام في الحد من استنفاد الموارد الحيوية أو تجنبها تمامًا مثل الطاقة والمياه والأرض والمواد الخام ومنع التدهور البيئي الناجم عن المرافق والبنية التحتية طوال دورة حياتها وخلق بيئات مبنية تكون قابلة للعيش ومريحة وآمنة ومنتجة. بالإضافة إلى تضمين مفاهيم التصميم المستدام في المباني الجديدة ، يشجع دعاة التصميم المستدام بشكل عام على تعديل المباني القائمة بدلاً من البناء من جديد، حيث غالبًا ما تكون عملية تعديل المبنى الحالي أكثر فعالية من حيث التكلفة مقارنة ببناء مرفق جديد، يؤدي تصميم عمليات التجديد والتحديث الرئيسية للمباني القائمة إلى تضمين سمات التصميم المستدام إلى تقليل تكاليف التشغيل والتأثيرات البيئية، كما يمكن أن يزيد من مرونة المبنى. [19]

١/٢/ أنظمة تقييم المباني المستدامة:

يوجد العديد من أنظمة تقييم المباني المستدامة سواء على المستوى العالمي أو الاقليمي أو المحلي والتي تضع الاشتراطات والمعايير الواجب توافرها في المباني للحصول على الاعتماد من أهمها [20]:

- نظام تقييم المباني المستدامة ـ المملكة البريطانية (BREEAM).
- نظام تقييم المباني المستدامة ـ الولايات المتحدة الامريكية (LEEDTM).
- نظام تقييم المباني الخضراء الدولية ـ الولايات المتحدة (Green Globes).
- نظام تقييم المباني المستدامة ـ اليابان (CASBEE).
- نظام التقييم بدرجات اللؤلؤة "استدامة" ـ الامارات العربية المتحدة (ESTIDAMA).
- نظام الهرم الاخضر للتقييم البيئي ـ جمهورية مصر العربية (GPRS).

ومن خلال دراسة هذه الأنظمة نجد أنها تتفق في مجموعة من المعايير الاساسية الواجب توافرها في المباني التي تتصف بالاستدامة وتجعلها شرط للاعتماد لدى أنظمتها. وقد حددت هذه المعايير في (**استدامة الموقع ـ كفاءة الطاقة ـ كفاءة المياه ـ المواد والموارد ـ جودة البيئة الداخلية**) ، بينما تتباين في توزيع النقاط المكتسبة تبعًا لأهمية كل معيار وباختلاف النظام المستخدم كما هو موضح في جدول (١) الذي يوضح فيه الأوزان النسبية لمعايير تقييم الأداء البيئي في الأنظمة المختلفة، مع العلم توجد بعض المعايير الفرعية المختلف عليها.

جدول (١) متوسط الأوزان النسبية لأنظمة تقييم الاداء البيئي [20]

أنظمة تقييم الاداء البيئي	استدامة الموقع	كفاءة الطاقة	كفاءة المياه	المواد والموارد	جودة البيئة الداخلية
BREEM	% 10	% 19	% 6	% 12.5	% 15
LEED	% 20	% 25	% 7	% 19	% 22
Green Globe	% 11.5	% 38	% 8.5	% 10	% 20
CASBEE	% 15	% 20	% 2	% 15	% 20
ESTIDAMA	% 6.7	% 24.8	% 24.2	% 16	% 21
GPRS	% 5	% 25	% 35	% 10	% 10
متوسط الأنظمة	**% 11.5**	**% 25**	**% 14**	**% 14**	**% 18**

الدراسة التحليلية:

٣/ منهجية تحقيق محددات منظومة العمارة المستدامة من خلال تطبيقات التقنيات الذكية:

يتجه البحث نحو دراسة تأثير استخدام تطبيقات تقنيات المباني الذكية ودورها في تحقيق محددات ومتطلبات منظومة العمارة المستدامة، وذلك من خلال دراسة تحليلية لأمثلة مختارة من مشروعات عالمية تم تنفيذها وروعي في تصميمها تحقيق معايير العمارة المستدامة باستخدام التقنيات والتجهيزات الذكية. وتم اختيار دراسة الحالة بناءً على ما يلي:

- مباني إدارية ذكية تحتوي على أنظمة ذكية، وتتطلب الدراسة أن يكون المبنى الذي تم اختياره هو مبنى إداري من الاساس أي ليس مبنى تم تصميمه كأي نوع أخر من المباني ثم تم تحوله إلى مبنى إداري.
- أن يكون المبنى حاصل على شهادة سواء كانت BREEAM, LEED,….el وذلك للتأكد من توظيف الأنظمة الذكية في معايير الاستدامة.

عينات الدراسة:

١/٣/ مشروع مبنى الحافة الإداري The EDG امستردام - بهولندا

يقع المبني في منطقة الأعمال "Zuidas Business District" في مدينة أمستردام وقد تم تصميم المبنى ليكون مقرا إداريًا للشركة العالمية "Deloitte" ، الشركات الأخرى التي تشغل المبنى هي "Salesforce" و "AKD" و "Edelman" و "Sandvik" و "Henkel". ويهدف المشروع إلى تعزيز وزيادة كفاءة العمل داخل مقر الشركة، وقد تم تصميمه في ضوء مفاهيم المبنى الذكي ليكون بمثابة حافز للانتقال إلى العصر الرقمي، وتم افتتاحه ٢٠١٥ م.

وصف المبنى: تبلغ المساحة الاجمالية للمبنى ٤٠ ألف متر مربع، تم تصميم المسقط الافقى للمبنى على شكل حرف U وهو عبارة عن مبنى مكاتب مكون من ١٥ طابقاً مع منطقة فناء داخلي "أتريوم Atrium" مواجه للشمال يحتوي على مطعم ومقهى ومركز للمؤتمرات واستقبال ومتجر صغير وصالة ألعاب رياضية، وطابقين لوقوف السيارات تحت الأرض، ومساحة مخصصة لوقوف الدراجات. يغطي الأتريوم المبنى (ارتفاعه ٥٨ متراً) مع شكل وتوجيه ملهم،شكل (٤ ، ٥) مما يجعل بيئة العمل مفتوحة مع الضوء الطبيعي، وهي بمثابة جزء من نظام التهوية.

شكل (٤) يوضح الشكل الخارجي لمبنى The Edge [23]

شكل (٥) المسقط الافقي للدور الارض للمبنى [24]

سمات الذكاء بالمبنى

الاتمتة

أنظمة إدارة المبنى: يحتوي المبنى على نحو ٢٨٠٠٠ مستشعر يقيس ويراقب كل شيء من أماكن انتظار السيارات وإشغال محطات العمل والإضاءة إلى الطعام المستهلك في المطعم. في الوقت الذي تعترف فيه شركة ديلويت "Deloitte" بأن الخصوصية أمر بالغ الأهمية، وأن الوظائف القائمة على الموقع هي الاختيار الأمثل، فإن المبنى يعرف عدد الأشخاص في المبنى، وموعد وصولهم [25]. ويحتوي المبنى على نظام ذكي متطور للإدارة المتكاملة يعمل على جميع الأجهزة والتقنيات ويتخذ قرارات مستنيرة لتحسين عمليات تشغيل المبنى، وأهم ما يميز أنظمة الادارة المتكاملة بالمبنى [26]:

- إنترنت الأشياء "Internet of Things IoT": يتم تضمين الآلاف من أجهزة الاستشعار والأجهزة الأخرى المتصلة في نسيج المبنى وتبادل المعلومات عبر الإنترنت.
- التحليلات التنبؤية: باستخدام بيانات من أجهزة إنترنت الأشياء، تتنبأ البرمجية الذكية بكيفية أداء المبنى وأنظمته المختلفة خلال دورات حياته.
- العمارة المفتوحة للمعايير: تتحدث جميع الأجهزة المتصلة باللغة نفسها، مما يسمح لهم "بالتحدث" مع بعضهم البعض وتبادل المعلومات.
- تعمل تركيبات المباني والتجهيزات - مثل الإضاءة وشاشات المعلومات وكاميرات المراقبة - بالطاقة عبر كابلات "Ethernet"، مما يسمح للمبنى بمراقبة أدائه.
- الإضاءة الذكية: تُكتشف المستشعرات المدمجة في أضواء المبنى مستخدمي المبنى، الذين يمكنهم ضبط مستويات الضوء عبر التطبيق.

أنظمة الاتصالات والأتمتة المكتبية: يمكن للموظفين الذين يعملون في مبنى The Edge التفاعل مع أنظمة المبني عبر تطبيق للهواتف الذكية، حيث يمكنهم استخدامها العثور على مساحة للعمل أو تعقب أحد الزملاء، ويعرف التطبيق تفضيلات الإضاءة والحرارة لمستخدمي المباني الفردية، مما يسمح له بتعديل البيئة وفقًا لذلك. بالنسبة لأولئك الذين يقودون سياراتهم

فإن الدخول إلى موقف السيارات الموظف يكون آليًا: عند وصولهم ، تلتقط الكاميرا صورة لوحة ترخيصهم، وتطابقها مع سجل عملهم ، وترفع بوابة المدخل [26].

وعلى الرغم من أن الوصول إلى البيانات للتعرف على الوجه ولوحة الترخيص يتطلب وجود رابط خارجي، إلا أن معظم العمليات الحسابية الضرورية لنظام أتمتة المبنى الذكي تتم بشكل أفضل على عقدة الحوسبة "Computing Node" حيث تتوفر جميع المعلومات المستمدة من أنظمة المبنى، وتظل سرية وغير قابلة للتعطيل لانقطاع الشبكة WAN. ويتم تحليل تلك التفاعلات الخاصة ببيانات النظام وبناء المركز بشكل أفضل على نظام متطور للمساعدة في الحفاظ على الخصوصية وتجنب نقل كمية كبيرة من البيانات لتحليلها خارج الموقع. كما تقوم أجهزة استشعار النظام والبناء بتوليد حزم من البيانات التي يمكن تحليلها للتنبؤ بسلوك الأجهزة حتى يتمكن النظام من استخدام هذه التنبؤات لتجسيد الحالات التي تشير إلى المشاكل الوشيكة أو التحكم في النظام لتحقيق نقاط التحديد المطلوبة بأقل تكلفة [26].

الاستجابة:

الاستجابة للمتغيرات في البيئة الداخلية والخارجية:

ما يميز المبنى قدرته على التعلم، فالمبنى يعمل كعقل بشرى يترجم الظواهر والمواقف ويتعامل معها لما هو ملائم لها.

الاستجابة لرغبات شاغلي المبنى: يتعرف المبنى على مكان سكن الموظفين وكذلك السيارة الخاصة بكل موظف ومواعيد ومكان الإجتماعات المقترحة داخل فراغات المبنى، وكذلك عدد الحاضرين للاجتماع، وذلك بهدف تهيئة الفراغات من حيث الراحة الحرارية وتوقيتات التشغيل والإطفاء. ويقوم المبنى بعمل جدول زمني متغير ومرن حسب أولويات المهام المتعلقة بالموظفين والاجتماعات التي ستعقد ومتطلباتها، كما ترسل هذه المعلومات للموظف من خلال التطبيق الخاص بالمبنى على الهاتف الذكي، كما يقوم المبنى بتوجيه المستخدمين لأماكن وقوف السيارة الخاصة بهم حسب تكرار مكان الانتظار بشكل يومي [1]

لا يوجد لدى أي من موظفي شركة "Deloitte" في المبنى مكتب معين، فهم يستخدموا تطبيق "Mapiq" المصمم خصيصاً لحجز مكاتبهم استناداً إلى نوع العمل الذي يتعين عليهم القيام به في يوم معين، ويوفر "Mapiq" نموذجاً ثلاثي الأبعاد قابل للتطبيق في المبنى للموظفين للاختيار من بين مجموعة متنوعة من المكاتب والغرف المتاحة. شكل (٦)، يمكنك أيضاً معرفة أي من زملائك قاموا بالتسجيل في العمل ويمكنهم العثور عليهم في المبنى إذا كنت تفضل العمل بالقرب منهم. ونظراً لتكامل لوحات "Philips" للتواصل مع "Mapiq" ، يمكن للمستخدمين أيضًا تخصيص بيئاتهم الصغيرة إلى إعدادات الإضاءة والراحة الحرارية المفضلة، حتى أن التطبيق يتذكر تفضيلات المستخدمين بحيث لا يلزم إعادة إدخالهم في كل مرة تقوم فيها بتغيير المكاتب. علاوة على ذلك، من خلال عدم تعيين مكاتب أي شخص، يمكن للمبنى استيعاب ٢٨٥٠ موظفاً عبر مجموعة من المكاتب (١٠٨٠ مكتب)، أي أكثر من ضعف عدد الأشخاص مقارنة بالمكاتب التقليدية [23].

شكل (٦) تطبيق Mapiq حجوزات الإشغال والغرف عبر طوابق مختلفة متراكبة على نموذج ثلاثي الأبعاد [23]

التوافق مع البيئة والاستدامة:

يعتبر المبنى من أكثر المبانى المميزة من حيث كفاءة البيئة الداخلية (ضوئية ـ هوائية ـ حرارية) نتيجة لاستخدام العديد من أنظمة التحكم الذكية التى تساعد فى تحقيق راحة مستخدمين المبنى، بالإضافة الى فائدة البيئة فى عمل تهوية داخل المبنى والحفاظ على البيئة الحرارية.

البيئة الضوئية للمبنى: يشتمل المبنى على أكثر من ٦٠٠٠ من مصابيح "LED" فائقة الكفاءة في استهلاك الطاقة حيث تتطلب كمية ضئيلة من الكهرباء يعتمد عليها نظام الإضاءة المتصل (Power-over-Ethernet) ، فهي تحتوي على مستشعرات متعددة لقياس درجة الحرارة ومستويات الضوء المحيط وتعديل مستويات الإضاءة في المبنى وفقاً لذلك. فنظام الإضاءة ينتج عنه استهلاك للطاقة بمقدار ٣,٩ وات / م٢ للإضاءة بدلاً من ٨ وات/م٢ في النظام التقليدي. شكل (٧)

شكل (٧) أنظمة الاضاءة المستخدمة في المبنى كابلات الايثرنت خلف السقف المستعار بالمبنى [27]

شكل (٨) دمج أنظمة الاضاءة الطبيعية والاضاءة الصناعية بالمبنى [27]

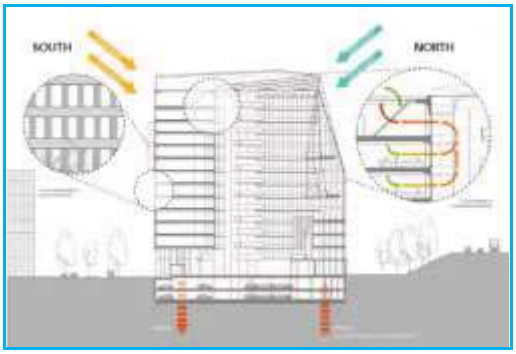
وتحتوي هذه التكنولوجيا الجديدة على مصابيح تعمل بواسطة طاقة منخفضة تنتقل عن طريق كابلات الإيثرنت ولديها أجهزة استشعار مدمجة للحركة ودرجة الحرارة والضوء والهواء. تم تركيب اللوحات في جميع أنحاء المبنى مع عنوان IP فريد لكل تركيب وبالتالي تمكين المراقبة عن بعد. علاوة على ذلك، تم تجهيز وحدات الإنارة بنظام "Coded-light" من Philips والذي يسمح بتوطين دقيق للغاية عبر الهاتف الذكي بدقة تصل إلى ٢٠ سم ، وهو أكثر دقة من أنظمة WiFi المعروفة، هذا بالاضافة الى ان البيئة الضوئية بالمبنى تسمح بالدمج بين الاضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية، شكل (٨) [27]

البيئة الهوائية للمبنى: التهوية الطبيعية (ألواح النوافذ الأوتوماتيكية القابلة للفتح في الواجهة الجنوبية) والتهوية الميكانيكية (المبادل الحراري المزدوج التدفق). تعمل أنظمة التهوية المركبة في المبنى على تدوير الهواء من خلال الغرف التي تدفع الهواء المستخدم إلى الأتريوم "Atrium" الزجاجي، كما هو موضح بالشكل (٩) ـ الفراغ الاوسط بالمبنى ـ متعدد الطوابق يغطي المبنى بارتفاعه ٥٨ متراً، جهة الشمال للتمييز بين ضوء النهار وأشعة الشمس، وهو العامل الرئيسي في جانبين هما الإنارة الطبيعية والتهوية الطبيعية حيث تسمح الواجهة الشمالية بدخول الهواء من خلال المساحة المخصصة لذلك ، ثم يصعد الهواء الساخن لأعلى ويخرج من خلال الفتحات الموجودة في الجزء الأعلى من السقف، الأمر الذي يسمح بعمل ممر أو حلقة مستمرة من التهوية الطبيعية وهذه الطريقة تجعل مستخدمي المبنى يشعرون وكأنهم في الهواء الطلق، حتى مع الأجواء العاصفية، ويمتد الأتريوم على ارتفاع ١٥ طابقاً في المبنى مع جسور كبيرة وشرفات تحافظ على خطوط الرؤية البصرية، ويتكامل ذلك مع الضوء الطبيعي من زوايا متعددة فتتوفر بيئة داخلية مريحه [1].

شكل (٩) يتميز هذا الأتريوم المكون من ١٥ طابقًا بنوافذ هائلة ومغمور بالضوء الطبيعي [28]

البيئة الحرارية للمبنى: يتم تسخين المبنى وتبريده من خلال نظام تخزين الطاقة الحرارية الجوفية التي يقل ارتفاعها عن ١٣٠ متراً تحت سطح الأرض، حيث يتم تخزين الماء الساخن في آبار تحت الأرض، كما هو موضح بشكل (١٠) خلال فصل الصيف للمساعدة في تسخين المبنى في الشتاء والماء البارد بنفس الطريقة في الشتاء لتبريد المبنى في الأشهر الأكثر

دفنًا. وتعمل المضخات الحرارية مع طبقات المياه الجوفية على توليد طاقة تسخين تبلغ ١,٤٦٠ كيلووات وطاقة تبريد تبلغ ٢٥٠٠ كيلو واط. من خلال واجهة التحكم في آبار التبريد والتسخين أسفل المبنى من خلال الحاسب الآلي لوحدة التحكم المركزية بالمبنى، شكل (١١) [21].



شكل (١٠) إدارة الطاقة بالمبنى من خلال تخزين المياه الباردة والساخنة تحت الأرض [23]

شكل (١١) واجهة التحكم في آبار التبريد والتسخين أسف المبنى من خلال الحاسب الآلي لوحدة التحكم المركزية بالمبنى [23]

جمع البيانات البيئية: يوجد بالمبنى ٢٨٠٠٠ جهاز استشعار يعطى المبنى القدرة على رصد كل حركة، صوت، حرارة وجمع البيانات ونقلها الى نظام إدارة المبنى للتعامل معها [25].

ترشيد استهلاك الطاقة: يعد مبنى The Edge من بين أكثر المباني كفاءة في استخدام الطاقة من خلال استخدامه للتكنولوجيا، (مبنى محايد للطاقة Net Zero-Energy Building). تم تجهيز الواجهة الجنوبية بالكامل للمبنى بألواح شمسية، مما يسمح للمبنى بإنتاج طاقة أكثر مما يستهلك فالمبنى ذاتي الاكتفاء عندما يتعلق الأمر بإمدادات الطاقة، حيث يمكن أن ينتج ما يصل إلى ٢٠٢٪ من استخدام الطاقة الخاص بها. ويعمل المبنى على توليد الطاقة الحرارية حيث تخزن طبقة المياه الجوفية التي تم حفرها على عمق ١٣٠ متر أسفل المبنى المياه الدافئة في الصيف وتطلقها عند الحاجة إليها في الشتاء. تم تركيب أكثر من ١٨٠ عداد طاقة بالمبنى، مع تغذية جميع البيانات إلى نظام إدارة المبنى [22].

استخدام مصادر الطاقة المتجددة: يستهلك المبنى بشكل عام قدرا من الطاقة أقل من المباني المكتبية المماثلة بنسبة ٧٠ % ويشمل السطح والواجهة الجنوبية مجموعة كبيرة من الألواح الكهروضوئية لتوليد الكهرباء من الشمس .كما يوفر نظام تخزين الطاقة الحرارية للمياه الجوفية جميع الطاقة اللازمة لمنظومة التدفئة والتبريد، هذا بجانب إمكانية تخزين الطاقة وإعادة إستخدامها [1].

التوليد الذاتي للطاقة: يوجد أعلى سطح المبنى وعلى الواجهة الجنوبية ٦٥٠٠٠ قدم مربع من الألواح الكهروضوئية، تقوم بإنتاج الكهرباء من الشمس، ومن الجدير بالذكر أن سطح المبنى مائلا لكي يحقق اعلى مكاسب من القدرة على توليد الكهرباء، وفقا لزاوية سقوط الإشعاع الشمس.

قد سبق تقييم المبنى باستخدام "دليل المبنى الذكي IBI" :

في ديسمبر ٢٠١٤ ، حصل المبنى على أعلى تقييم BREEAM (منهجية التقييم البيئي لمؤسسة أبحاث البناء) التي أصبحت الاختبار الفعلي للاستدامة في المباني، حيث حصل المبنى على تصنيف متميز مع أعلى درجة من أي وقت مضى من ٩٨,٣٦ ٪ ، مما يجعله مبنى مميز في عالم الأعمال التي يتم دفعها بشكل متزايد للذهاب نحو المباني المستدامة.

نتيجة تقييم المبنى من خلال سمات الذكاء: التي تحتوي على (الأتمته ـ الاستجابة ـ التوافق مع البيئة والاستدامة) يتضح الآتي:

الأتمتة المتواجدة في المبنى تصل الى درجة كبيرة من الذكاء، نظرًا لتوفر معظم أنظمة إدارة المبنى المتكاملة وأنظمة الاتصالات المتقدمة الكاملة.

الاستجابة في المبنى: الاستجابة للتغيرات البيئية كاملة وعالية جدًا، وقدرة المبنى على التعلم (الاستجابة الذكية).

يمتلك المبنى التوافق مع البيئة والاستدامة بدرجات عالية من خلال تحقيق كفاءة البيئة الداخلية وإمكانية قدرة المبنى لجمع البيانات البيئية وتوليد الطاقة.

الدمج والتكامل بين التكنولوجيا والبيئة (متوفرة بالمبنى)

ـ العنصر الأكثر ابتكاراً في المبنى هو الطريقة التي تترابط فيها العناصر المختلفة للعديد من المباني، مما يدفع بحدود إنترنت الأشياء، حيث يتم التحكم في كل نظام تقني في المبنى داخل شبكة واحدة، مما يتيح رؤية حية للمبنى ويتم تعديله لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة: كأنظمة المصاعد، وأنظمة الإضاءة والتبريد، وأنظمة الأمن ،..... الخ.

ـ تأمين أنظمة أتمتة المبنى من المتسللين الخبيثة أمر أساسي لضمان سلامة وأمن المكاتب وشاغليها، حيث قدم المطور ٢١ ابتكاراً لم يتم تطبيقها من قبل، مثل تقنيات الأمن المتقدمة، كالتعرف على الوجة وتحليلات الفيديو وكاميرات الدوائر التلفيزيونية المغلقة باستخدام الطاقة عبر الايثرنت والبلاستيك الآمن لعزل الكابلات غير السامة في حالة نشوب حريق.

ـ ترتبط شبكة معلومات المبنى بمعلومات الهاتف الذكي للموظفين، وكذلك بشبكة المعلومات الدولية "Internet" وذلك بهدف تكوين وبناء قاعدة معلومات وقاعدة معرفية يمكن من خلالها صناعة القرار تجاه الأحداث المختلفة بالمبنى والخاصة بالأشخاص المستخدمين للمبنى.

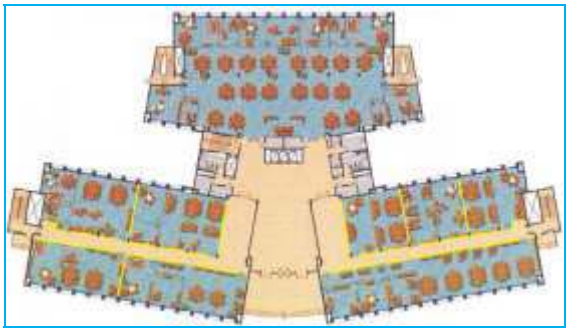
ـ تعد الطاقة عبر الإيثرنت (Power over Ethernet PoE) معياراً كهربائياً يمكن استخدامه لنقل ٦٠ واط من الطاقة الكهربائية والبيانات عبر هذه الكابلات، فيمكن تشغيل أنظمة الإضاءة والهواتف المكتبية وكاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة باستخدام الطاقة عبر الإيثرنت. ومن حيث الطاقة، يصنف من المباني التي تستهلك قدرا من الطاقة يساوي **(صفر)** حيث ينتج **١٠٢ %** مما يحتاجه المبنى.

ـ تتمثل إحدى المزايا الرئيسية للمبنى استخدام المعايير المفتوحة وأنظمة البروتوكول المفتوحة (مثل LONWorks أو BACnet مفتوحة المصدر من ASHRAE) في أنها تمكن من دمج الأجهزة الجديدة وأجهزة استشعار وأنظمة إنترنت الأشياء، حيث تتواصل هذه الأجهزة باستخدام لغة بروتوكول مفتوحة. وبناءً على ذلك، فإن المبنى يعتمد معايير العمارة المفتوحة هو "فعال في المستقبل" ، حيث يمكن تثبيت الوظائف والأجهزة الجديدة بسهولة عند تطوير التقنيات.

ـ ربط وحدات HVAC بأنظمة الإضاءة المكتبية الشبكية المزودة بكاشفات الحركة لإرسال معلومات إلى نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) بحيث لا تعمل إلا عند نقطة الضبط العادية عند إشغال المبنى.

٢/٣/ مشروع المبنى الإداري لشركة فودافون بالقرية الذكية

وصف المبنى: يقع المبنى بالقرية الذكية الواقعة على طريق مصر اسكندرية الصحراوي حيث سميت بهذا الاسم لدعمها بأحدث الوسائل التكنولوجية الحديثة. وتشمل القرية على ٥٨ مبنى بمساحات مختلفة وتشغل المباني ١٠٪ من اجمالي المساحة الكلية للقرية، ويقع المبنى على مساحة ١٣٠٠٠ م٢ والمبنى مكون من أربعة ادوار ، وبدروم عبارة عن جراجات مخصصة لانتظار السيارات، دور ارضي وثلاثة ادوار متكررة. شكل (١٢) وتعتمد الفكرة الاساسية للمشروع على المسافات المفتوحة "Open Space Concept Planning" القابل للتقسيم حيث تم تقسيمه عن طريق موديول.



مسقط افقي للدور الارضي

مسقط افقي للدور المتكرر

شكل (١٢) المساقط الافقية لمبنى شركة فودافون [29]

سمات الذكاء بالمبنى

الاتمتة

أنظمة إدارة المبنى: يتمتع المبنى من خلال توافر أنظمة إدارة المبنى "BMS" الذي يتحكم ببعض أنظمة المبنى، على سبيل المثال أنظمة تكييف الهواء المركزي، والإضاءة الصناعية وما يوفرها للمبنى من احتياجات، والمصاعد والتحكم الأمني. ويعتبر هذا النظام دورة محدود بالمبنى فأنظمة التكييف والتحكم بالمصاعد يتحكم بهما بشكل كلي، بينما نظام الاضاءة الصناعية والشبكة الكهربائية يتم التحكم بشكل جزئي بنسبة ٥٠٪، كما يقتصر دور النظام على المراقبة فقط [30].

أنظمة الاتصالات والأتمتة المكتبية:

- خدمة الأتمتة المكتبية عالية المستوى عن طريق شبكات حاسب آلي محلية تربط جميع الأجهزة كخدمات الفاكس والبريد الصوتي،..... الخ.

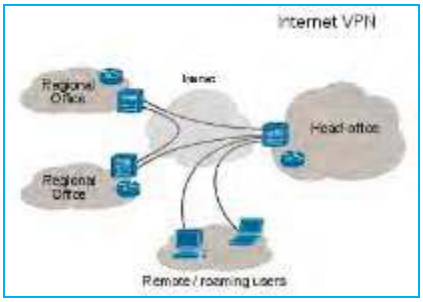
- Network Printer بيانات خادم الشبكة (Data Service) داخل المكاتب وسائل متعددة الوسائط لكل فرد مثل أنظمة الاتصالات المرئية وأنظمة الفيديو كخدمة عقد المؤتمرات عن بعد من خلال المعلومات فائقة السرعة.

- حماية المشروع بأنظمة مانعة للصواعق تحمي أنظمة الحاسب الآلي الضخمة وتزويد المبنى بأحدث البوابات الالكترونية والإذاعة الداخلية.

- خدمة الشبكة الافتراضية الخاصة (Virtual Private Network) وهي شبكة عنكبوتية مثل شبكة الانترنت، شكل (١٣) والتي تقوم بنقل البيانات بين أكثر من اثنان مع الاحتفاظ بسرية المعلومات وأمنها، وهي اقل تكلفة من الشبكات الاخرى.

- فيديو قاعة المؤتمرات Vidio Conference

عبارة عن عقد المؤتمرات عبر الدوائر التلفيزيونية المغلقة عن طريق مجموعة من التقنيات التفاعلية التي تسمح باجراء اتصالات بين اكثر من جهة والموضحة بالشكل (١٤) عن طريق الفيديو ونقل الصوت عن طريق الربط بين جميع مباني الموقع بكافة مشغلي خدمات الاتصالات والبيانات للاستجابة الفورية لاحتياجات الشركة [31].



شكل (١٣) الشبكة الافتراضية الخاصة [29]

شكل (١٤) عقد المؤتمرات من خلال القاعات الالكترونية [29]

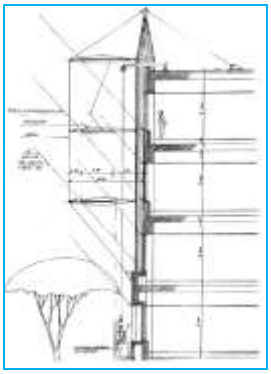
- شبكة انترنت فائقة السرعة مع وجود أنظمة أمنية لأجهزة الحاسب الآلي للحماية من الفيروسات والدواخل الغير قانونية.

- توفير خدمة الاتصال الهاتفية: مثل خدمة "مركز التبادل الاتوماتيكي الخاص" (PABX) وأيضًا (Voice Over IP) وهو نوع من الأنظمة التي تستخدم الاتصال بالانترنت بدلًا من استخدام الخطوط الارضية، وتتميز بأنها أقل تكاليف من الأنظمة الأرضية، البريد الصوتي، اظهار هوية المتصل، نظام إدارة الانترنت، وخاصية تتبع المكالمات.

الاستجابة: لا يمتلك المبنى الاستجابة للتغيرات البيئية الداخلية والخارجية إلا في نطاق محدود وذلك لأن أغلب أنظمة التحكم في المبنى غير مؤتمته.

التوافق مع البيئة والاستدامة: هناك ضعف للأداء البيئي بالمبنى وذلك لأن الوصول إلى راحة الانسان داخل المبنى تتم من خلال الأنظمة الصناعية (الإضاءة - التهوية - التكييف) وهذا يؤدي الى استهلاك كم كبير من الطاقة وعدم قدرة المبنى على التوليد الذاتي للطاقة، وضعف المبنى لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة ومع كم المعالجات في المبنى فانه لم يصل إلى التوافق مع البيئة والاستدامة.

البيئة الضوئية للمبنى: تغطية مساحات كبيرة من واجهات المبنى بالحوائط الستائرية Curtain Wall التي تبلغ مساحة ٦٠ % من الواجهة الخارجية وهي مصنوعة من اطارات الالومنيوم بسمك ٤ مم. كما تم استخدام الزجاج العاكس المعالج حراريًا. بالإضافة الى وضع كاسرات شمسية مصنوعة من مادة التفلون كوسيلة تظليل تساعد على التحكم في دخول اشعة الشمس. شكل (١٥) وعلى الرغم من وسائل التظليل الخارجية ثابتة ولا يمكن التحكم بها اوتوماتيكياً إلا أنها استطاعت رفع كفاءة البيئة الضوئية.



شكل (١٥) استخدام الكاسرات الشمسية المصنوعة من مادة التفلون [8]

البيئة الهوائية للمبنى: يعتمد المبنى على التهوية الصناعية وذلك من خلال أنظمة التكييف المركزية بالمبنى، مع مراعاة جودة الهواء الداخلية عن طريق استخدام ما يقارب من ٤٥٠ جهاز استشعار لقياس درجات الحرارة ونسبة الرطوبة وثاني أكسيد الكربون. ولم يراعى التهوية الطبيعية من أجل تحقيق الراحة.

البيئة الحرارية بالمبنى: يتم التحكم في البيئة الحرارية من خلال التحكم في الانتقال الحراري بين الوسط الخارجي والداخلي من خلال غلاف المبنى، حيث استخدم نظام تكييف صديق للبيئة باعتماده على الماء بدلًا من سوائل التبريد التي تسبب ضررًا للبيئة.

ـ جمع البيانات البيئية: يتميز المبنى باحتوائه على ما يقارب من (٤٥٠) خلايا استشعار لقياس درجة الحرارة ونسبة ثاني أكسيد الكربون بالهواء.

ـ استخدام مصادر الطاقة المتجددة: على الرغم من استغلال المبنى للطاقة الشمسية الا انه لا يحقق مبدأ الاستدامة لاعتماده على الإضاءة الصناعية في معظم الوقت، وتجاهل الاضاءة الطبيعية.

ـ التوليد الذاتي للطاقة: لا يتمتع المبنى بالتوليد الذاتي للطاقة وربما يرجع ذلك الى ارتفاع تكلفة التجهيزات والمعدات اللازمة لهذه الخاصية (عوامل اقتصادية)

ـ ترشيد استهلاك الطاقة: هناك دراسات بيئية ومناخية تدل على أن هناك مخططات لترشيد استهلاك الطاقة بمباني القرية، ولكن هذه المخططات لم تصل إلى الأهداف المرجوة نتيجة الاهتمام بتطبيق احدث الوسائل التكنولوجية في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات دون محاولة الاستفادة بهذه الوسائل وكيفية استغلالها للحفاظ على الطاقة وترشيد استهلاكها.

فكفاءة البيئة الداخلية للمبنى (ضوئية ـ هوائية ـ حرارية) تعتمد على وسائل صناعية تستهلك كم كبير من الطاقة بناء على ذلك كان لضعف الأداء البيئي اثر كبير على استهلاك المبنى للطاقة الذي وصل الى ٢٥٠ كيلو وات / م٢ في السنة، حيث يشير دليل المبنى الذكي في تقيمه الى استهلاك الكهرباء المقبول للمبنى حوالي ١٣٠ كيلو وات /م٢ في السنة [30].

قد سبق تقييم المبنى باستخدام "دليل المبنى الذكي IBI" :

باستخدام معايير المعهد الاسيوي للمباني الذكية، لتحديد درجة ذكاء المبنى فقد حصل المبنى على درجة غير متوقعة من مبنى لا يتمتع بكل مقومات الذكاء الواجب توفرها بأي مبنى ذكي، حيث حصل على نسبة (٦٧٪) ، وتعني بأنه مبنى جيد. وقد نجد أن المبنى قد حصل على نقاط ضعيفة إلى حد ما في المعايير التي تختص بتقييم مدى توافق المبنى مع البيئة ومدى تحقيق أهداف المبنى الذكي المستدام [8].

نتيجة تقييم المبنى من خلال سمات الذكاء: التي تحتوي على (الأتمته ـ الاستجابة ـ التوافق مع البيئة والاستدامة) يتضح الاتي:

- الأتمتة المتواجدة في المبنى تصل الى درجة كبيرة، نظرًا لتوفر معظم أنظمة إدارة المبنى وأنظمة الاتصالات المتقدمة الكاملة.
- الاستجابة في المبنى محدودة لعدم الاستجابة للتغيرات البيئية كاملة، وعدم قدرة المبنى على التعلم (الاستجابة الذكية)
- لا يمتلك المبنى التوافق مع البيئة والاستدامة إلا من خلال تحقيق بعض كفاءة البيئة الداخلية وإمكانيات لجمع البيانات البيئية.

الدمج بين التكنولوجيا والبيئة (غير متوفرة بالمبنى)

ـ يعتمد المبنى على التهوية الصناعية وتجاهل تام للتهوية الطبيعية ، فاهتم بالتطور التكنولوجي وتجاهل العامل البيئي.
ـ استخدام الاضاءة الصناعية بدلا من الاضاءة الطبيعية ، فكان من الممكن الدمج بين الاضاءة الطبيعية والتكنولوجيا عن طريق استخدام زجاج معالج بيئيا والدمج بينه وبين أنظمة إدارة المبنى تلقائيا مما يتناسب مع التطور التكنولوجي.
ـ الاستخدام التلقائي في عمليات التحكم بدلا من التحكم اليدوي والتحكم في النسبة المطلوبة عن طريق التكنولوجيا المتقدمة المستخدمة حديثا.
ـ يتم توفير أكبر قدر ممكن من كمية الاضاءة الطبيعية والشمس الساطعة وتجنب شدتها لتوفير الراحة لمستخدمي الفراغ.
ـ الاعتماد على الاضاءة من خلال استخدام تقنيات ووسائل جديدة يمكن من خلالها توفير أكبر قدر ممكن من الإضاءة الطبيعية.
ـ الاعتماد على استخدام التهوية الطبيعية من خلال الفراغات والمساحات الخضراء التي يوفرها المبنى وخلق بيئة ملائمة بدلا من اجهزة التكييف المستخدمة والمستهلكة للطاقة وذلك عن طريق ربط الحساسات بالفتحات وإمكانية تحديد الكمية المطلوبة من التهوية الطبيعية.
ـ وضع حساسات لكافة أنظمة المبنى ودمجها بنظام التحكم الذاتي للمعالجات البيئية ولتوفير اكبر قدر من الراحة لمستخدمي المبنى. مع ربط وسائل التبريد عن طريق حساسات لتحديد درجة التبريد المطلوبة والتحكم فيها ذاتيا لتحقيق الراحة الحرارية لمستخدمى الفراغ.
ـ استغلال مصادر الطاقة الشمسية عن طريق وضع خلايا وألواح شمسية لاكتسابها للشمس طوال اليوم وتحويلها الى طاقة منتجة ذاتيا، ودمج هذه الطاقة بالمبنى لتوفير الطاقة الكهربائية وترشيد استهلاكها.

بعد الانتهاء من الدراسة التطبيقية لبعض النماذج العالمية وتحليلها لمحاولة فهم ومعرفة التوافق والتوازن بين التطبيقات التكنولوجية والبيئة في المباني الذكية على الصعيد المحلي والعالمي : وقد لخصت التحليلات في:

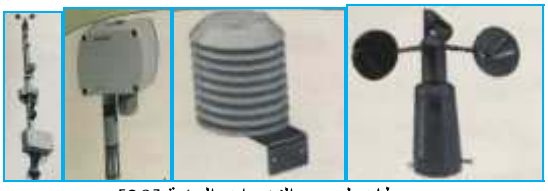
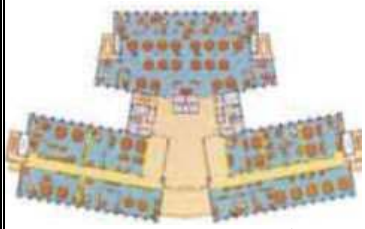
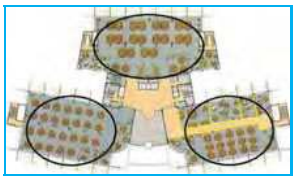
- اهتمام الدول الغربية باستدامة المباني الذكية وتحقيق التوافق والتوازن بين التكنولوجيا والاستدامة. كما اظهرت اهتمامها باستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة.
- الاهتمام المحلي باستخدام أحدث الوسائل التكنولوجية وغياب الاستجابة والعوامل البيئية فأصبح المبنى لا يحتوي على التوافق بين التكنولوجيا والبيئة.

٣/٣/ مقترحات لرفع كفاءة المبنى:

ومن هنا وجب وضع مقترح لتحسين من عملية توافق المبنى مع البيئة واستدامتها للوصول الى مبنى ذكي ومستدام ، وذلك لخلق التوازن بين التكنولوجيا والبيئة.

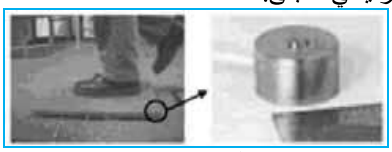
جدول (٢) مقترح لمبنى شركة فودافون عن طريق دمج التقنيات الذكية مع البيئة

الوضع الحالي لمبنى شركة فودافون بالقرية الذكية	**"اقتراحات" تطبيق المعايير التكنولوجية والبيئة على المبنى بالقرية الذكية**
اولاً: المساقط الافقية للمبنى	
الموقع العام للقرية الذكية 	**تقترح الدراسة** ـ استخدام تقنيات وأنظمة للتأكد من الهوية عن طريق البطاقات الشخصية الرقمية . وحدات التأكد من الهوية واستخدامها في المبنى [29] ـ امكانية التحكم والاتصال في كاميرات المراقبة الخارجية بالمبنى عن طريق شبكات الواي

موقع عام للقرية الذكية [29]	فاي WI FI لفتح فيديو يسمح بمعرفة الزوار أو التواصل مع شاغلي المبنى مع إمكانية التحدث معهم سواء من قرب أو بعد. - استخدام أنظمة رصد جوي فوق سطح المبنى لإمداد اجهزة التحكم بالمعلومات والبيانات عن الطقس والبيئة الخارجية لإتمام عملية الراحة لمستخدميه بواسطة المعالجات الاوتوماتيكية الخاصة بالمبنى. - التحكم في جميع تجهيزات المبنى من خلال الشبكة والمتصلة بالحاسب الآلي أو بالهاتف الذكي.  محطات لرصد التغيرات البيئية [29] - تقترح الدراسة استخدام أنظمة تحكم تلقائي في عمليات التحكم بجانب التحكم اليدوي والتحكم في النسبة المطلوبة عن طريق التقنيات المتقدمة المستخدمة في المبنى.
المساقط الافقية للمبنى  مسقط افي للدور الارضي وتقسيم الفراغات الادارية من الداخل [31]  تقسيم المبنى الى مناطق (Zones) [29]	**تقترح الدراسة** - اتمتة المداخل الرئيسية والفرعية وأنظمة التكييف والإضاءة الصناعية ووسائل الامداد بالمياه ودعم قدرتها على الاستجابة الذاتية للمتغيرات الداخلية والخارجية والاستجابة لرغبات المستخدمين. - إمكانية المراقبة الأمنية للمبنى من خلال شبكة الهاتف الذكي عن طريق شبكة كاميرات المراقبة المتصلة تلقائيًا بشبكة الواي فاي WI FI - دعم وتطوير أنظمة التكييف المركزي والمتوفرة بخلايا استشعار لقياس درجات الحرارة للفراغات لأتمتة نظام التشغيل وتوفير الراحة المطلوبة لشاغلي الفراغ. - دمج أنظمة الأمن والسلامة وأنظمة اطفاء الحريق والكاميرات الرقمية وشاشات العرض الرقمية بشكل متكامل مع الأنظمة الحالية. - وضع وحدات الكشف عن الهوية الرقمية عند المداخل الرئيسية والفرعية. - إمكانية التحكم والسيطرة في الإضاءة في حالة الطوارئ بالمبنى من خلال شبكة الواي فاي WI FI، الذي يسمح بتوفير الطاقة من خلال اتصال جميع العناصر على شبكة واحدة يمكن التحكم بها لاسلكياً. - الفصل بين الفراغات الادارية عن طريق حاجز راسي ثابت او مرن يمكن اتمتة حركته استجابة للمتغيرات وتبعا للحاجة الى ذلك. - إمكانية التحكم والسيطرة في أنظمة الحماية من أخطار الحريق التي يمكن وضعها في جميع فراغات المبنى، ويتم الاتصال بها لاسلكياً من خلال شبكة الواي فاي المتصلة بالهاتف الذكي أو الحاسوب. - العمل على تصميم الحواجز المقاومة للحريق والتي تعمل اتوماتيكيا عند حدوث حريق لتفصل اجزاء المبنى الى مناطق (Zones) بحيث لا تزيد المساحة المحتواه عن ٤٠٠ م^{2} .

ثانياً: الواجهات الخارجية للمبنى

الغلاف الخارجي للمبنى الواجهه الامامية لمبنى شركة فودافون واستخدام مسطحات كبيرة من الزجاج تغطية نسبة كبيرة من الواجهة	**تقترح الدراسة** - إمكانية فتح أو غلق الأبواب بدون مفتاح، وذلك من خلال أنظمة الاتصالات اللاسلكية. - اتمتة تحريك النوافذ الخارجية، مع دعم استجابتها للتغيرات المناخية الخارجية بواسطة محطة الرصد الجوي المقترح استخدامه عن طريق التقارير الخاصة بحالة الجو من (درجة حرارة - رياح - رطوبة - ...) لتوفير الراحة للمستخدمين والاستفادة من العناصر البيئية. - استخدام الخلايا الخاصة بتتبع الحركة والعناصر المشعة عند المداخل الرئيسية والفرعية لتجنب الملوثات البيئية.

بالحوائط الستائرية [29]	 امكانية استخدام خلايا تتبع الحركة عند المدخل الرئيسي للمبنى [29] - اضافة غلاف خارجي للواجهات بحيث يعمل بفكرة الغلاف المزدوج وخفض الحرارة المرتفعة صيفًا. - استخدام مشاعات (لفائف من الانابيب للتدفئة Radiators) اسفل شبابيك المكاتب الادارية لتزويد المبنى بتدفئة المكاتب الادارية شتاءً.
ثالثًا: وسائل التظليل الخارجية للمبنة	
الكاسرات الشمسية	- تزويد واجهات المبنى بكاسرات شمسية متحركة بدل من الثابتة تدعم الخصوصية وتحريكها آلياً تبعاً لحركة الشمس ، مما يقلل الحمل على اجهزة التكييف وخفض الطاقة اللازمة لتشغيل أنظمة التكييف المركزي والاستفادة من المعايير البيئية لتحقيق الراحة لمستخدمي الفراغ.
الحوائط الستائرية	- استخدام الزجاج المقاوم للحريق في الفتحات الخارجية (النوافذ) للمبنى والاستفادة منها في الاضاءة الطبيعية وتغذية الفراغات بها والاستفادة بعناصر البيئة المحيطة.
رابعًا: مواد التشطيبات الداخلية والخارجية للمبنى	
مواد التشطيبات الداخلية	**تقترح الدراسة** - تزويد كافة فراغات المبنى بتوصيل الكابلات من الالياف الضوئية (Fiber-optic) ذات القدرة العالية على النقل السريع والكفء للمعلومات بصورة رقمية، بما يدعم اتمتة أنظمة المبنى. - استخدام البلاطات الذكية ذات القدرة على الاستشعار وتحديد هوية المستخدمين ويمكن استخدامها عند المدخل الرئيسي للمبنى.  البلاطات الذكية [29] - استخدام الاضاءة الصناعية بجانب الاضاءة الطبيعية والدمج بينهما عن طريق استخدام زجاج معالج بيئياً والدمج بينه وبين أنظمة ادارة المبنى تلقائياً بما يتناسب مع التطور التقني. - الاعتماد على التهوية الطبيعية في وجود العامل التكنولوجي عن طريق الربط بينهما بتحريك الفتحات من خلال اجهزة استشعار تعمل تلقائياً وتحديد الكمية المطلوبة للتهوية الطبيعية. - استخدام أنظمة تهوية عادم الدخان والحرارة التي تعمل على تقليل تركيز الدخان وغازات الحريق الناشئين وإخراجهما بكفاءة من المبنى وبالتالي يقل الخطر إلى الحد الأدنى قبل أن ينتشر الدخان في المبنى.
مواد التشطيبات الخارجية	**تقترح الدراسة** - الاستفادة من موارد الطاقة الجديدة والمتجددة والتي تمثل تقنيات أساسية بمنظومة المباني الذكيَّة والمدعمة بشدة للاستدامة، ومنها الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والخلايا الكهروضوئية. - استخدام المقابض العنكبوتيه الذكية Intelligent Spider Hangers والتي من خلالها يمكن تثبيت الالواح الزجاجية في واجهة المبنى بشكل يقاوم ويمتص تأثير الرياح. - استخدام مادة الايروجيل على النوافذ الخارجية والمسطحات الزجاجية للواجهات الخارجية، حيث تعتبر عازل جيد للحرارة، كما تتميز بخفة وزنها. - استخدام الخلايا الكهربائية الذكية التي تتذبذب بشكل سريع على الحوائط الخارجية لتتنبأ بما يحيط بالمبنى.

الارضيات المرفوعة التي تمر من خلالها مجاري كابلات الكهرباء [31]

٤/٣/ نتائج الدراسة التحليلية The Result of Analytical Study:

تتميز المباني محل الدراسة بتنوع استخدام التطبيقات الذكية لتحقيق الاستدامة وتوظيف عدد كبير منها على عدة مستويات تختلف باختلاف نوع المبنى ووظيفته والظروف البيئية المحيطة به، ويوضح الجدول(٣) مقارنه بين استخدام المباني محل الدراسة لتكنولوجيا التطبيقات الذكية.

جدول (٣) مقارنة بين استخدام المباني محل الدراسة للتطبيقات الذكية (كجدول تقييمي)

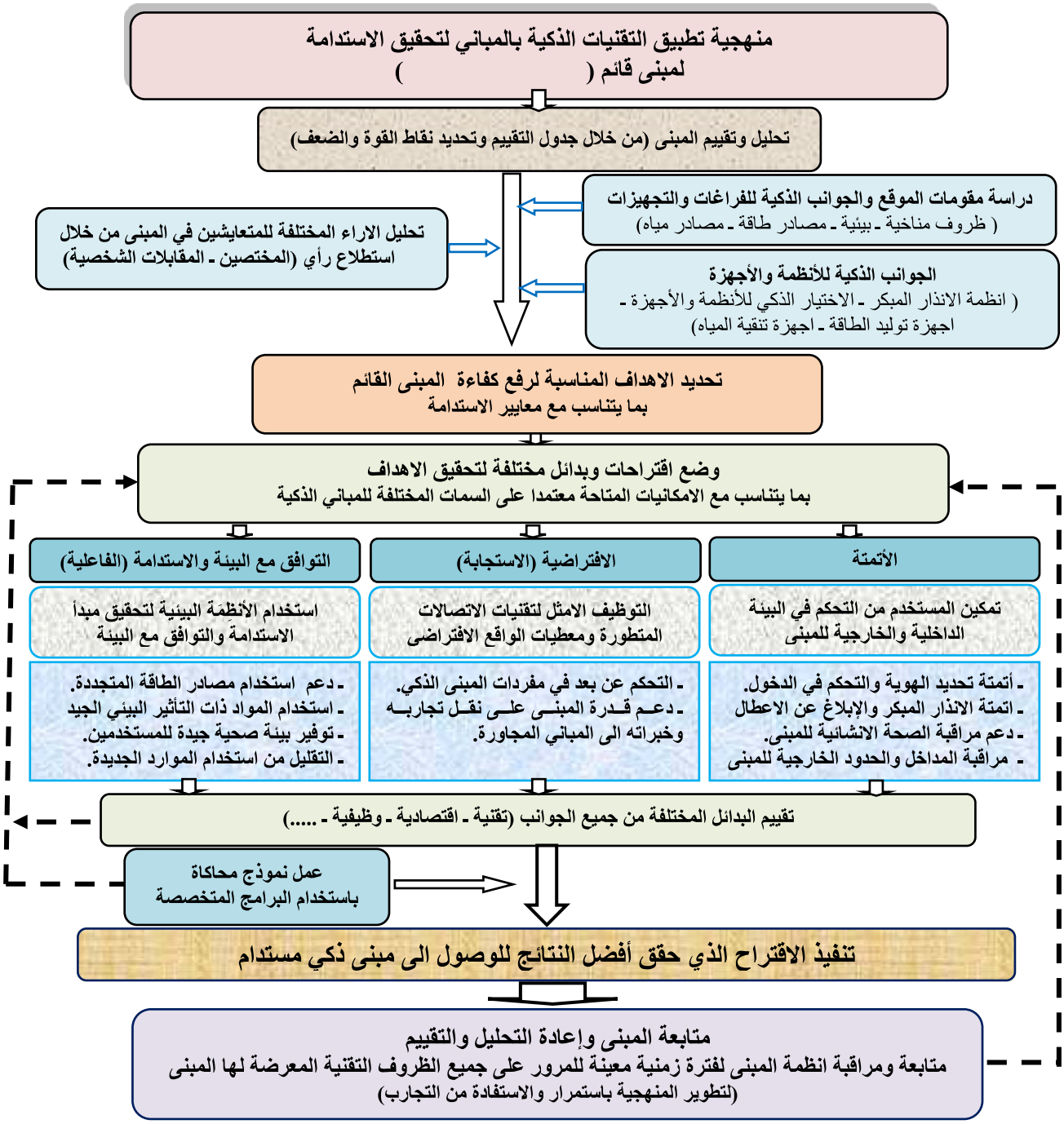
استخدام التطبيقات الذكية بالامثلة			
تطبيقات التكنولوجيا الذكية		مشروع مبنى The EDG امستردام - بهولندا	مبنى شركة فودافون بالقرية الذكية
الانظمة الذكية	انظمة ادارة المبنى	√	√
	انظمة الامن والامان	√	√
	انظمة التحكم في ادارة لطاقة	√	√
	انظمة التحكم في عناصر المناخ	√	√
	الانظمة الذكية للتحكم في الاضاءة	√	√
	انظمة الاتصالات	√	√
المواد الذكية	اضاءة	√	√
	تنقية هواء	√	**x**
	تنقية مياه	√	**x**
	طاقة شمسية	√	**x**
	تخزين طاقة	√	**x**
معايير الاستدامة	استدامة الموقع	√	√
	المواد والموارد	√	**x**
	كفاءة البيئة الداخلية	√	√
	كفاءة المياه	√	**x**
	كفاءة الطاقة	√	**x**

ومن خلال الدراسة التحليلية للحالة الموضحة والتي قامت بتحقيق معايير الاستدامة من خلال استخدام تطبيقات التقنيات الذكية ومن خلال شرح **الدمج والتكامل بين التكنولوجيا والبيئة للحالتين** محل الدراسة البحثية والتي ترتكز على استعراض استخدام المباني لبعض تجهيزات ومعدات التقنيات الذكية، كمحاولة لتحقيق المبنى الذكي المستدام، نجد أن:

- العمارة الذكية في الواقع المحلي متأخرة عن الأوساط العالمية من حيث توازنها مع البيئة والإفراط في استخدام التقنيات دون مراعاة المعايير البيئية.
- مكنت تطبيقات التقنيات الذكية من ظهور أنماط من المشاريع المعمارية تتميز بأنها مرشدة للطاقة ومنتجة ومصدرة لها، حيث أصبحت المباني كمحطات لتوليد الطاقة.
- عند قياس وتقييم مبنى The Edge العالمي ظهرت قوة الدمج والتكامل بين التكنولوجيا والبيئة وتحقيق أعلى كفاءة ممكنة والوصول إلى التوازن بين التكنولوجيا والبيئة في صورة متكاملة.
- عند قياس وتقييم مبنى The Edge العالمي من خلال سمات المبنى الذكي لدراسة التكامل والدمج بين الأنظمة والاستجابة للمتغيرات والتوافق مع البيئة والاستدامة، وجد أن: الاتمتة المتواجدة في المبنى تصل إلى أعلى درجة ممكنة من الكفاءة، والاستجابة للمتغيرات في المبنى تصل بشكل عال ويليق بالمباني الذكية، والتوافق مع البيئة والاستدامة كليًا من خلال تحقيق الكفاءة في بيئة العمل الداخلية واستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة والخفض من استهلاك الطاقة وجمع المعلومات البيئية.
- عند تقييم وقياس مبنى شركة فودافون بالقرية الذكية ـ كمثال من الواقع المحلي ـ من خلال سمات المبنى الذكي لدراسة التكامل والدمج بين الأنظمة والاستجابة للمتغيرات والتوافق مع البيئة والاستدامة، وجد أن: الأتمتة المتواجدة بالمبنى تصل إلى درجة عالية من الكفاءة، والاستجابة للمتغيرات في المبنى محدودة، والتوافق مع البيئة والاستدامة محدود وقليل جدًا من خلال تحقيق بعض المعايير كجمع البيانات وكفاءة البيئة الداخلية ولا توجد معايير أخرى.

٤/٣/ منهجية تحقيق معايير العمارة المستدامة من خلال التطبيقات الذكية:

يوضح الشكل التالي (١٦) خطوات تطبيق المنهجية المقترحة على المباني القائمة للوصول الى تقنيات المبنى الذكي الذي يراعي الاعتبارات البيئية المستدامة.



شكل (١٦) يوضح المنهجية المقترحة للمبني القائمة للوصول الى مبنى ذكي مستدام

٤/ النتائج والتوصيات

٤/١/ النتائج:

من خلال ما سبق تم التوصل إلى النتائج التالية:

- نجاح استخدام تطبيقات التقنيات الذكية مع الأفكار والأنماط المعمارية المختلفة مثل العمارة الخضراء والعمارة المستجيبة والعمارة الذكية.
- ظهرت الاستدامة نتيجة ازاء المشكلات البيئية والإفراط في التكنولوجيا ونقص الموارد حيث لها أثر كبير على حماية البيئة والحفاظ على موارد الأجيال القادمة وتحقيق بيئة داخلية مريحة لشاغلي الفراغ.
- من خلال الدراسة التحليلية نجد ان التقنيات الذكية نجحت سواء عمليًا أو نظريًا في تحقيق مبادئ الاستدامة في المباني بنسب متفاوته، وخاصة في مجال كفاءة استخدام الطاقة وتنقية الهواء والحد من استهلاك الموارد واستدامة الموقع وجودة البيئة الداخلية وكفاءة استخدام المياه.

- معايير الاستدامة من أكثر وأهم العوامل المؤثرة في درجة ذكاء المبنى، فهناك علاقة طردية تربط ما بين ذكاء المبنى وبيئته، فكلما زاد معدل احترام المبنى للبيئة كلما زادت درجة ذكاءه.
- أدى اندماج التقنيات الذكية مع العمارة إلى تغير الفكر المعماري وظهور أنماط جديدة من المباني مثل العمارة الذكية والعمارة الخضراء الذكية أو المستدامة ، ..... الخ.
- إمكانية الوصول إلى تحقيق المبنى المستدام من خلال الاستخدام الأمثل والمتنوع لتطبيقات التقنيات الذكية على المباني تبعًا لطبيعة كل مبنى والظروف البيئية المحيطة به.
- امكانية تطبيق التقنيات الذكية على المباني أثناء عملية التصميم أو مرحلة التنفيذ أو على المباني القائمة لرفع كفاءتها.

٢/٤/ التوصيات:

ومن أهم التوصيات التي من شأنها الارتقاء بالمباني الذكية وتحقيق التوازن بين البيئة والتكنولوجيا، وخلق مباني مستدامة، ما يلي:

- التوعية على مستوى المعماريين بالعمارة الذكية والتكنولوجيا الحديثة وعملية الدمج بين التكنولوجيا والبيئة كاداه تصميمية تساعدهم في حل مشكلات التصميم والتنفيذ في المباني بشكل عام.
- دراية المعماري المصري بالتكنولوجيا الجديدة فهي احد معايير التصميم ، كما تعتبر اداه هامة تساعده لحل المشكلات سواء في مرحلة التصميم أو التنفيذ وخاصة في ظل التطور الهائل الذي يشهده العالم حاليًا.
- تشجيع الابحاث العلمية في مجال التكنولوجيا الحديثة وتكنولوجيا البناء الحديث لدعم مجالات تطبيق العمارة الذكية.
- اقتراح صياغة منظومة متكاملة (دليل استرشادي تكاملي) لتطبيقات التقنيات الذكية في التصميم المعماري بدءً من مرحلة التصميم ومرحلة التنفيذ وحتى مرحلى الأشغال والصيانة للمبنى.
- تطوير ورفع كفاءة المباني القائمة من خلال تطبيق التقنيات الذكية عليها.
- الاستفادة من الخبرات العالمية في مجال المباني الذكية وتوظيفها بشكل يلائم التكنولوجيا والبيئة.
- تجهيز البنية التحتية الرقمية القادرة على استيعاب تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وكذلك استيعاب التقدم والتطور الهائل للتقنيات والأنظمة الذكية وضمان انتشارها.
- انشاء اقسام متخصصة كتكنولوجيا البناء الذكي والمستدام، مثلها مثل اقسام الهندسة المعمارية والمدنية والتخطيط وتقوم هذه الاقسام بأداء مهندس تقني متخصص في تصميم وتنفيذ هذا النوع الخاص من العمارة الذكية ومواكبة التطور المستمر للمباني، ويتم فيها الاستعانة بالمتخصصين من الاقسام المختلفة في عملية التدريس بحيث يتخرج معماري قادر على العمل ولديه دراية بالتفاصيل الخاصة بهذا المجال.

٥/ المراجع:

[١] الشامي، عادل عبد الحميد (٢٠١٨)، "**منهجية التطبيق والتقييم المعمارى للمباني الذكية**"،رسالة دكتوراه، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الازهر، مصر.

[2] Andrew Harrison, (2005). Intelligent buildings in south East Asia. Taylor & Francis; 1 edition, p2.

[3] Sinopoli , Ja., (2010) , " **Smart Building Systems For Architects, Owners, and Builders**", Elsevier Press - an Imprint of Elsevier, Kidlington , Oxford , UK .

[4] Andrew Harrison, E. L. (1998) , "**Intelligent Buildings In South East Asia** ", E & FN Spon , an Imprint of Routledge , New Fetter Lane , London .

[5] Elazm, F. (2017). Towards Novel and Appropriate Smart Buildings " Beijing Water Cube ". 2 Smart Architecture. International Journal of Environmental Science.

[6] Wang, Shengwei. (2010) ," **Intelligent Buildings and Building Automation**", Spon Press – an Imprint of Taylor & Francis Group, Oxon , USA .

[٧] يوسف، خالد علي (٢٠٠٦)، "**العمارة الذكية: صياغة معاصرة للعمارة المحلية**"، رسالة دكتوراه، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، مصر.

[٨] ابراهيم، ماجدة بدر أحمد (٢٠١٠)، "**العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجي في التحكم البيئي وترشيد استهلاك الطاقة بالمباني**"،**دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني الذكية**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.

[٩] قنبر، أسامة عبد النبي (٢٠١٦)، "**الأبنية الذكية والاستدامة بمصر:بلورة مفهوم ووضع منهج**"،مجلة العلوم الهندسية، الإصدار ٤٤، رقم ٤، كلية الهندسة، جامعة أسيوط ، مصر.

[١٠]حنفي، احمد حسين (٢٠١٤)، " **تصميم المباني العامة المستدامة من خلال التوازن بين التصميم المعماري الذكي وتكنولوجيا تشغيل المواد الذكية**"، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثالث عشر، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة، مصر.

[11] Yang, C. (2018). "**Smart Building Energy Systems**". In R. Wang, Handbook of Energy Systems in Green Buildings. P4.

[12] Johnny, W., (2007), "**Development of Selection Evaluation and System Intelligence Analytic Models for the Intelligent Building Control Systems**", PhD, The Hong King Polytechnic University, Department of Building and Real Estate, Hong Kong.
[13] Hatley, D.D., et al. (2005) "**Energy Management and Control System Desired Capabilities and Functionality**", U.S. Department of Energy, Richland, Washington, USA.
[14] Strathfield Council. (2007). **Building Energy - Smart Guide**.
[15] Youssef Elkhayat. (2014)." **Interactive Movement in Kinetic Architecture**". Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 42, No. 3, Pages: 816-845
[١٦]السقا، عزه صبحي ـ نصار ، سامية كمال (٢٠١١)، " **المسكن الذكي وتكنولوجيا المعلومات الرقمية**"، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة طنطا، مصر.
[17] Wong , J.K.W, Li, H., & Wang ,S.W, (2005) , "**Intelligent Building Research : a Review** ", Department Of Building And Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hunghom,Kowloon, Hong Kong , Elsevier Press .
[18] Christiansson, Per (2000) "**Knowledge Representation and Information Flow in the Intelligent Building**", International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA.
[19] National Institute of Building Sciences, **Whole Building Design guide**, http://www.wbdg.org/design/sustainable.php
[٢٠] احمد، محمد سيف النصر (٢٠١٧)، " **دور تطبيقات تقنية النانو في تحقيق العمارة المستدامة**"، مجلة القطاع الهندسي ، كلية الهندسة ، جامعة الأزهر، مجلد ١٢، العدد٤٢، القاهرة ، مصر.
[21] https://www.bbc.com/news/technology-35746647
[22] https://www.gensbouw.nl/nl/projecten/detail/the-edge
[23] Aftab Jalia, at., al., (2018) "**The Edge, Amsterdam, Showcasing an exemplary IoT building**", Centre for Natural Material Innovation, Department of Architecture, University of Cambridge.
[24] http://www.buildup.eu/en/practices/cases/edge-amsterdam-office-building-highest-breeam-score-date
[25] Kleibrink, M. (2013). **smart working smart buildings and the future of work. Light life**.
[26] owen.king@Unwork.com
[27] www.weforum.org
[28] https://www.arubanetworks.com/en-gb/resources/deloitte-netherlands
[٢٩]فاضل، أسماء مجدي (٢٠١١)، **"العمارة الذكية وانعكاسها التكنولوجي على التصميم"**، دراسة حالة المباني الإدارية، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.
[٣٠]الإدارة الهندسية لمبنى شركة فودافون، بالقرية الذكية.
[٣١]الشافعي، اسلام أحمد (٢٠١٨)، **"استدامة المباني الذكية" دور تطبيقات مبادئ الاستدامة للوصول إلى التوازن بين التكنولوجيا والبيئة**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.