تكنولوجيا المباني الذكية المستدامة من منظور عمارة المستقبل

Sustainable smart building technology from the future architecture view

أ.د/ علي محمد سنوسي محمد

أستاذ دكتور بقسم التصميم الداخلي والأثاث - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof. Ali Mohamed Senosy Mohamed

Professor at Interior Design & Furniture Department – Faculty of Applied Arts – Helwan University

dr.alysenousy@hotmail.com

أ.د/ دعاء عبد الرحمن محمد

أستاذ دكتور بقسم التصميم الداخلي والأثاث – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof. Doaa Abdel-rahman mohamed

Professor at Interior Design & Furniture Department – Faculty of Applied Arts – Helwan University

doaagoda2018@gmail.com

م.م/ محمد حسن رمضان حسن

مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث بالمعهد العالي للفنون التطبيقية – التجمع الخامس

assist. Lect. Mohamed Hassan Ramadan Hassan

Teacher assistant at Interior Design & Furniture Department – Higher Institute of Applied Arts – NCA

Moh.hassan9228@yahoo.com

الملخص:

شهدت السنوات الأخيرة تطورات هائلة في الأنظمة التكنولوجية الذكية، فأصبح هناك تطور هائل في الأنظمة الذكية وتطبيقات النانو وتقنيات استخدام الطاقات المتجددة بالإضافة إلى تقنيات الخامات الذكية وغيرها، وأصبح للعمارة والتصميم الداخلي حظاً كبيراً من التأثر بالتكنولوجيا، ونتيجة تلك التطورات ظهر مصطلح المباني الذكية المستدامة والتي تعتبر من أهم مظاهر الألفية الجديدة حيث أنها تعتمد بشكل كبير على استخدام الأساليب التكنولوجية والتقنيات الحديثة بما يتلاءم مع مبادئ الاستدامة والتي تعمل بصورة متكاملة ليؤدى المبنى وظيفته بطريقة تلائم روح العصر وكذلك تحقيق أعلى مستويات التحكم البيئي للمبنى.

وتعد التقنيات الذكية تكاملاً بين منظومة المبنى والتكنولوجيا، إذ أن دمج تلك التقنيات في المباني وجدت لخدمة المستخدم وجعل حياته أكثر سهولة لذلك فإن التقنيات الذكية في الآونة الأخيرة أصبحت مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمفاهيم الاستدامة ولها تأثير كبير على الجوانب الرئيسية للمبنى كالوظيفة والإنشائية والشكلية.

الكلمات المفتاحية:

العمارة التكنولوجية – العمارة المستدامة – التقنيات الذكية – عمارة المستقبل

Abstract:

Recent years have witnessed tremendous developments in smart technological systems, so there has been a tremendous development in smart systems, nano applications, technologies for using renewable energies, in addition to smart materials technologies and others. One of the most important aspects of the new millennium, as it relies heavily on the use of technological methods and modern technologies in line with the principles of sustainability, which work in an integrated manner so that the building performs its function in a manner that suits the spirit of the era, as well as achieving the highest levels of environmental control for the building.

Smart technologies are an integration between the building system and technology, as the integration of these technologies into buildings was found to serve the user and make his life easier. Therefore, smart technologies have recently become closely linked to the concepts of sustainability and have a significant impact on the main aspects of the building such as function, construction and formality.

Keywords:

Technological architecture - sustainable architecture - smart technologies - architecture of the future

مقدمة:

يعد توافق البناء مع البيئة قاعدة تحولت إلى مسلمات بديهية، حيث تطور البناء في القرن العشرين فأصبح جزءاً من المشكلة أكثر من كونه حلاً بسبب الاستخدام غير الواعي للخامات ونظم البناء الحديث والاستخدام غير المدروس للتقنيات الحديثة وغير ذلك من انتهاكات وعدوان على البيئة الطبيعية، فشاعت كلمة التكنولوجيا بكل ما تحمله ابتكارات تصميمية أثرت بصورة كبيرة على العمارة والعمارة الداخلية فارتبطت تكنولوجيا الفراغ الداخلي بقدرات الانسان وثقافته وأخذت في التطور من جيل لأخر لتؤكد على الاستمرارية الحضارية وخاصة بعد التطور التكنولوجي السريع مما أدى إلى تعدد مؤكدات التصميم الداخلي في الشكل والمضمون حتى يفي بجميع أغراضه.

ومن هنا كانت أهمية تطويع وتوافق تكنولوجيا التصميم الداخلي مع متطلبات واحتياجات المجتمع وتطويع التصميم الداخلي ليتوافق مع الفكر التصميمي المستقبلي ومراعاة البيئة المحيطة ومن هنا ظهر مصطلح التكنولوجيا المستدامة.

فالتصميم الداخلي مرتبط بمستقبل التطور العلمي والتكنولوجي كعامل متغير مع الزمن سواء له صفة العالمية أو المحلية باعتبار التكنولوجيا غلاف تصميمي يجب ألا يعوق التفكير، لهذا نادى البعض بضرورة الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة بحيث ألا تكون قاصرة على توفير النواحي المادية فقط بل النواحي الوجدانية والوظيفية، فهذا التكامل العضوي بين الطبيعة والانسان من جهة، وبين الطبيعة والتكنولوجيا الحديثة من جهة أخرى؛ يعتبر دافعاً للتطور الذي يحقق بيئات متجانسة.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في:

- دراسة مدى تأثير التكنولوجية الذكية على تصميم المباني المستدامة
- تعزيز استخدام تقنيات التكنولوجيا الذكية المستدامة في المباني والفراغات الداخلية.

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث إلى:

- تعريف وتوعية المجتمع بمدى أهمية التكنولوجيا والتي تتحول إلى أقل تكلفة على المدى البعيد، وإيجاد حلول لاستهلاك وتهدير الطاقة.
- الدمج بين التكنولوجيا والبيئة من خلال استخدام تقنيات التكنولوجيا الذكية المستدامة لتحقيق تصميم متوافق مع البيئة والإنسان معاً.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى:

- إبراز أهمية التكنولوجيا والتطورات التي طرأت على أنظمة البناء لما لها من فوائد في توفير استهلاك الطاقة.
- خلق بيئة داخلية تعمل على راحة المستخدم وتدعم توفير الطاقة المستهلكة به.

فروض البحث:

- يفترض الباحث أن التكنولوجيا الذكية الخاضعة لمبادئ الاستدامة سوف تصبح على المدى البعيد ضمن متطلبات عمارة المستقبل

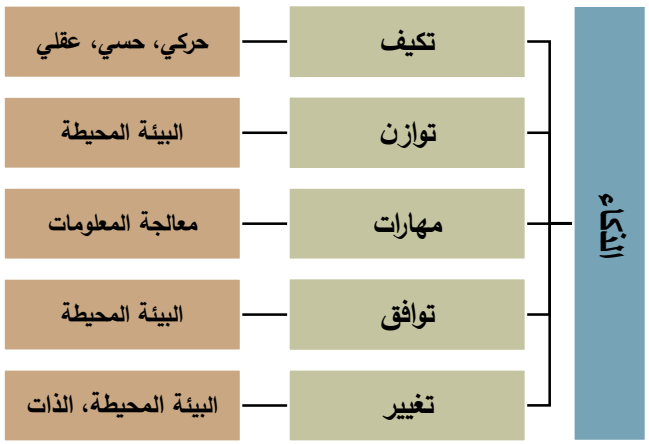
منهجية البحث:

اتبع البحث المنهج الاستقرائى من خلال دراسة مفاهيم التكنولوجيا الذكية والتعرف على تأثيرها على المباني المستدامة.

مفهوم الذكاء

من الضروري في بداية الأمر أن يعرف مفهوم الذكاء للتعرف على ما يسمى بالمباني الذكية، ووتحديد حقيقة المفهوم وجوانبه المختلفة، فقد طرح العلماء والفلاسفة تعريفات للذكاء منها:

- أشار (Piaget) سنة ١٩٧٧ إلى أن الذكاء هو تكيف حركي حسي يدعم الحياة داخل منظومة. وهو عبارة عن إيجاد مستمر للأشكال المعقدة بشكل متزايد والتوازن التدريجي لهذه الأشكال مع البيئة. غهي عبارة عن تسلسل هرمي معقد من المهارات لمعالجة المعلومات الكامنة وراء توازن التكيف بين الفرد وبيئته.



شكل رقم (١) يوضح ارتباط الذكاء بمستويات عدة حسب طبيعة المؤثر

- يصف (Stern) الذكاء بالمقدرة العامة المتعلقة بالتكيف العقلي من المشكلات والمواقف الحياتية الجديدة. [١]

إذاً يرتبط الذكاء بتكيف الفرد مع البيئة المحيطة، والتوازن والتوافق مع أشكالها من خلال أخذ الممارسات السابقة بآلية حديثة تبعاً للمواقف المستحدثة، مع إمكانية تغيير واقع الحال. كما هو موضح في شكل رقم (١).

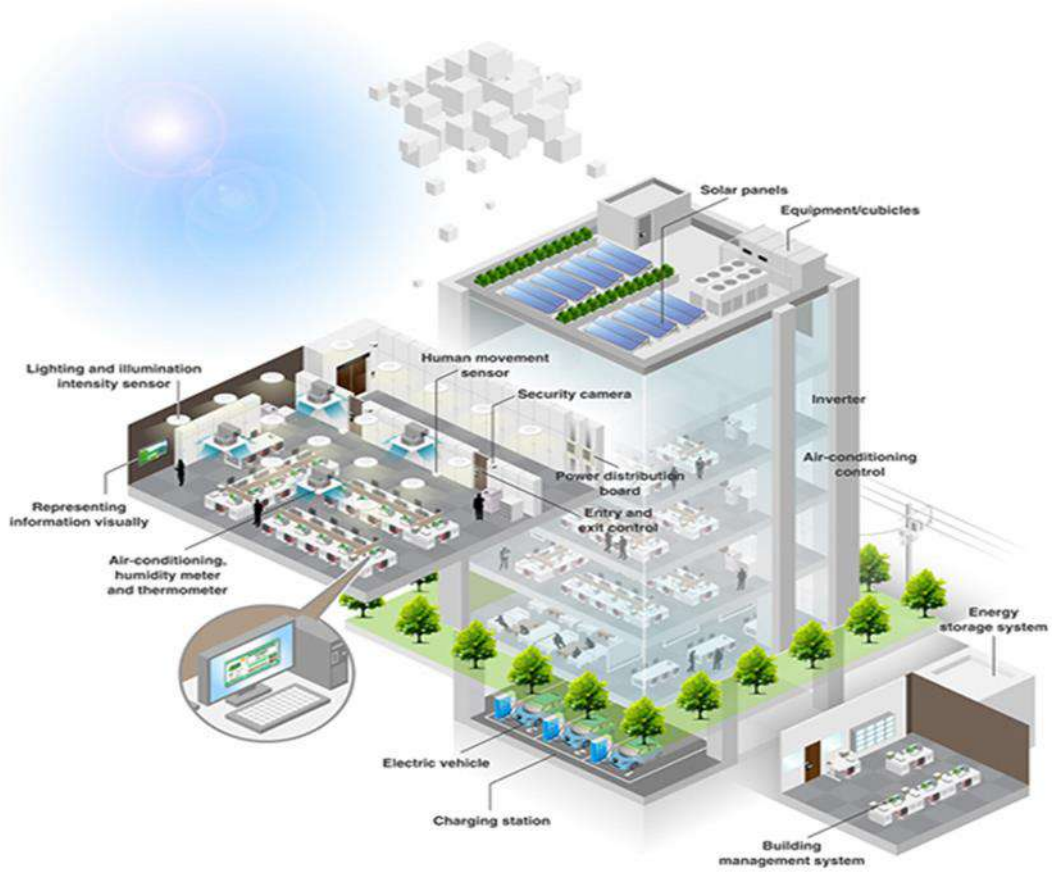
مفهوم المبانى الذكية

تلعب التكنولوجيا دوراً محورياً في تطوير المبانى الحديثة المستجيبة والمتكيفة مع البيئة، حيث أن القوة الكامنة في هذه التكنولوجيا لن تدرك إلا من خلال استعمالها، ليس لأغراض صنع الشكل فقط مع المدى الكلى للتصميم البيئي كما يتم الآن، وإنما كأداة للتكامل وإنتاج البناء واستخدامه، لذا فإن المبانى الذكية المستقبلية هي المبانى التي تجمع بين المبانى الذكية (بما تتضمنه من تكنولوجيا) وبين المبانى الإيكولوجية (المتوافقة مع المتطلبات البيئية) بعلاقات تكاملية بين المنظومات الإيكولوجية للمبنى مع منظوماته التكنولوجية، وبذلك فإنها تقوم على ثلاثة مقومات أساسية وهى:

- **المقوم التقنى (التكنولوجيا).**
- **المقوم البيئي (الايكولوجيا).**
- **التكامل بين المنظومات التكنولوجية للمبنى مع منظومته الإيكولوجية.**

ولقد ظهرت في الحقبة الأخيرة من القرن العشرين مصطلح المباني الذكية وهي المباني التي تتكامل فيها أنظمة البيئة من استخدام (الطاقة، والتحكم في درجة الحرارة، الإضاءة، والصوت، ومكان العمل والاتصالات، إلخ).

حيث تستخدم هذه المباني التكنولوجية القائمة على استخدام المشغلات الذاتية المصغرة Micro Processors، في نظم التحكم والسيطرة من خلال استخدام مجسات Sensors في نقاط استراتيجية تقوم بتغذية مستمرة للمعلومات الذكية كما في الشكل رقم (٢)، وهذا يعنى استخدام أنظمة اليكترونية خاصة بتشغيل بعض أجزاء المبنى، وكذلك التحكم في بعض الأنظمة التي يحتوي عليها المبنى مثل أنظمة الإضاءة، والتكييف والتهوية، والطاقة، وغيرها.



شكل رقم (٢) يوضح نموذج للمبانى التكنولوجية التي تعتمد على استخدام المشغلات الذاتية المصغرة MICRO PROCESSORS

التطور التكنولوجى للمبانى الذكية

يعرف التطور التكنولوجي بأنه " مقدار الإستفادة من الفكر الإنساني لتطويع المادة واستخدامها في خدمة العالم والبشرية والتغير التكنولوجي هو "مجموعة الاختراعات أو النماذج الجديدة التي تستخدم في الإنتاج، ويترتب عليها تطوير في جودة وكمية المنتج. لذلك فإن مقدار الزيادة في القيمة التقنية في مختلف أنشطتنا ومقدار التغير بين ما هو متاح في يومنا هذا وما كان متاحاً بالأمس، هو ما يمثل مقدار التطور التكنولوجي.

ومع ظهور الطفرة الكبيرة في تكنولوجيا المعلومات، كل ذلك قد وصل إلى ما يمكن وصفه بأنه "ثورة" في عالم التكنولوجيا. وهذا ما دفع بظهور جيل من المباني يعتمد على التكنولوجيا التي تحقق التكامل بين منظومة المبنى بشكل ذكي. ونلاحظ أن التعريف المذكور يقوم أساساً على "المادة"، والتي تمثل الوحدة الأساسية للبناء والتشييد، وبحسب ما كانت معالجة وتركيب هذه الوحدة، يكون تأثيرها على خواص ورد فعل منظومة المبنى بالكامل.

تكنولوجيا المعلومات الذكية

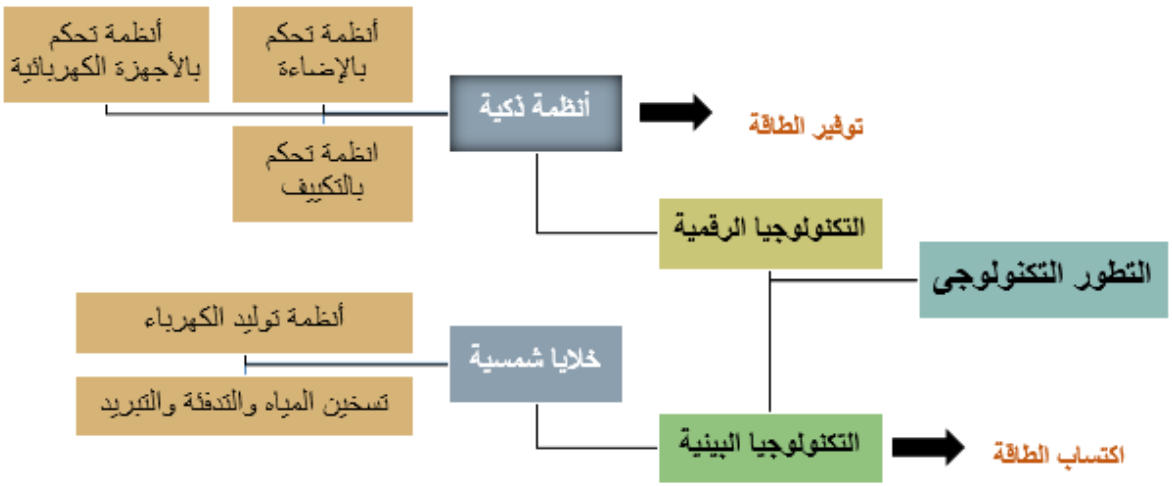
هي نوع من التقنيات التي ظهرت حديثاً وتقوم في الأساس على نظريات وتطبيقات الذكاء الإصطناعي، والتي تبنى في الأساس على معرفة الأنماط الإحصائية، والقدرة على التعلم، واكتشاف المعرفة أو القدرة على الإستنتاج، والحوسبة الشبكية، والتحكم الذاتي، والقدرة على التحكم الذاتي بمعطيات وقتنا هذا فضلاً عما يظهر لنا من مستقبل تكنولوجيا المعلومات، مثل التجارة الإلكترونية، والأعمال الذكية، والذكاء الإجتماعي، وشبكات ومجتمعات المعرفة، والعلاقات الذكية المتبادلة بين كل ذلك، ولقد تعددت التقنيات الذكية التي تؤثر على جوانب العمارة الثلاثة (الشكل والإنشاء والوظيفة)، ففي الجانب الشكلي يتجلى تأثير التقنيات الذكية في ظهور الأشكال الجديدة وأنواع الأغلفة الجديدة، فضلاً عن المواد الذكية المغلفة.

أما الجانب الإنشائي تمثل في التقنيات الذكية في التنفيذ (طرق الإنشاء الذكية)، كذلك تأثر العناصر الإنشائية كالجدران والأسقف في عميلات الاستجابة الذكية للمؤثرات الخارجية.

وجاء الجانب الوظيفي في تغير بين العناصر ومستويات المبنى، كالتغير في مكونات البرنامج الوظيفي (العلاقات الإلكترونية) والعلاقات الوظيفية، وكذلك التغير في سلوك المستخدم وعلاقته بمكونات المبنى. (٤)

ولعل أهم الجوانب التي تخص التكوين الخارجي، هو الجانب الشكلي، وإن أهم ما يميز المباني الذكية قدرتها على الاستجابة للظروف الخارجية، ويمثل غلاف المبنى الخارجي – الواجهات – الأداة الفاعلة لهذا الدور، فهي التي تفصل بين الفراغ الخارجي والداخلي وبالتالي يمكنها أن تعمل كمتحكم في رد فعل المبنى الديناميكي ومنظم فعال للعلاقة بين الخارج والداخل، وتختلف الواجهة الذكية عن الواجهة التقليدية ففيها أجهزة التحكم والسيطرة في إمكانية تكيف غلاف المبنى الخارجي ليؤدي عمله كوسط منم للمناخ، ويعرف الغلاف الذكي بانه عبارة عن تكوين من عناصر البناء المعرضة للطقس الخارجي لتؤدي مجموعة من الوظائف للاستجابة للتغيرات البيئية للمحافظة على راحة المستخدمين بأقل استهلاك للطاقة. ضمن هذا الغلاف تكون لعناصر الواجهة قابلية للتكيف من خلال قدرتها على الضبط الذاتي في تعديل وتغيير شكلها وهيئتها.

إن أهم وظيفة للغلاف الذكي هو توفير الراحة لشاغلي المبنى، كالراحة الحرارية عن طريق استخدام الواجهات المزدوجة، والتحكم بنفاذ الإضاءة والتظليل والتهوية ومقاومة الحرارة، أما الراحة السمعية تدار من خلال عزل الفضاءات الداخلية عن ضوضاء البيئة الخارجية ومن أهم المعالجات لتوفير الراحة البصرية استخدام الستائر الشمسية المسيطر عليها أوتوماتيكياً. (٢٤)



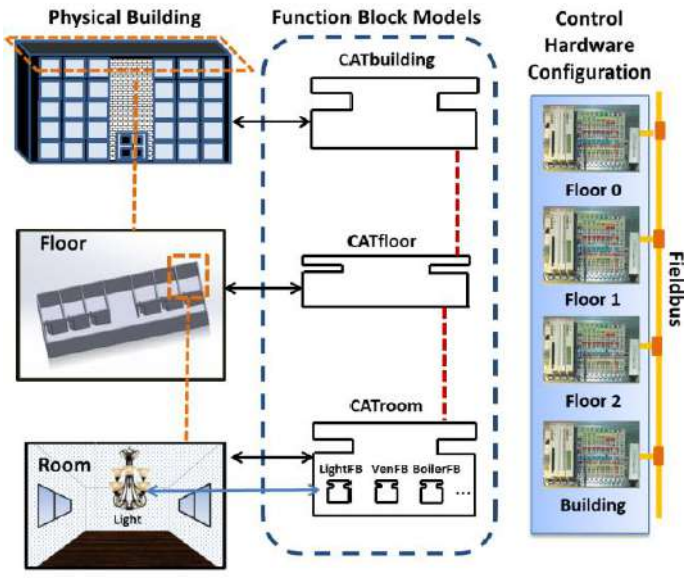
شكل رقم (٣) يوضح أنواع التطور التكنولوجى للمبانى الذكية

أنواع المباني الذكية:

تم تقسيم المباني الذكية لثلاثة أنواع حسب الفترة الزمنية وهي كالتالي:

- **المباني المؤتمتة Automated buildings (١٩٨١-١٩٨٥م).**
- **المباني المستجيبة Responsive buildings (١٩٨٦-١٩٩١م).**
- **المباني الفعالة Efficient buildings(١٩٩٢- حتى الآن).**

المباني المؤتمتة Automated buildings



شكل رقم (٢) يوضح أنظمة التحكم بالمبانى المؤتمتة

في أوائل فترة الثمانينات ١٩٨٠م كان هناك العديد من الاتجاهات التكنولوجية الكبرى منها الصناعة السلكية واللاسلكية وظهور خدمات وابتكارات دخلت سوق الاتصالات وكذلك ظهور صناعة أجهزة الحاسب الشخصى ، وفى أول هذا العصر ظهر أول اتصال حقيقى بين مطورى العقارات والتكنولوجيا، الأمر الذى وفر فرصة لأصحاب المباني ومطورى العقارات بأن يبيعوا الخدمات للمستأجرين، وظهر ما يعرف بالخدمات المستأجرة المشتركة، فكان مالك المبنى يشترى نظم الاتصالات السلكية واللاسلكية في المبنى ويقوم بتأجيرها فردياً، ثم تطورت التكنولوجيا في المباني بما فيها نظم الكابلات الهيكلية والأنظمة السمعية والبصرية وغيرها من الأنظمة المحدودة، ولقد عرفت المباني المؤتمتة في هذه الفترة بأنها عبارة عن **" مجموعة من التقنيات التكنولوجية المبتكرة، أهمها عناصر الاتصال السلكية واللاسلكية".**(٣)

المباني المستجيبة Responsive buildings

في منتصف فترة الثمانينات ١٩٨٠م تم تعديل المبنى ليشمل الاستجابة للتغيير، فأصبحت المباني تستجيب لمتطلبات المستخدمين ضمن عدد من المستويات المتعلقة بدورة حياة عناصر البناء مثل الهيكل والخدمات والإعدادات، وعرفت المباني المستجيبة في هذه الفترة بأنها عبارة عن **" مجموعة من التقنيات قادرة على تغيير النظام على مر الزمن".**

المباني الفعالة Efficient buildings

وضع استشارى تكنولوجيا المعلومات في أوروبا عام ١٩٩٢م مفهوم المبنى الذكى الذي كان مختلفاً جذرياً عن المفاهيم السابقة حيث ركز على شاغلى المبنى ومهامهم بدلاً من أنظمة الحاسوب، وقد عرفت تكنولوجيا المعلومات بأنها" **وسيلة تساعد على بناء أو إعاقة العمل في المبنى وليست أساس وجوده"** وتتمثل الأهداف الثلاثة الرئيسية للمبانى الفعالة ب:

- **إدارة المباني:** وهى إدارة مادية لبيئة المبنى باستخدام كل النظم البشرية (إدارة المرافق وأنظمة الحاسب/ بناء نظم مؤتمتة BAS).
- **إدارة الفراغات:** وهي إدارة المبنى للفراغات الداخلية في كافة الأوقات وتحقيق الأهداف العامة لإدارة الفراغ بفاعلية وهى إدارة التغيير وتقليل التكلفة التشغيلية للمبنى.
- **إدارة الأعمال:** وهي إدارة أنشطة المنظمة والأعمال الأساسية والتي يمكن وصفها بمزيج من المعالجة والتخزين والعرض ونقل المعلومات.

وعلى الرغم من هذا التطور التكنولوجى في المباني الذكية وميزاتها المتعددة إلا أن هذه التكنولوجيا تعد مجرد وسيلة مساعدة لإنشاء وتشغيل المبنى بأعلى كفاءة وأقل تكلفة تشغيلية وكذلك توفير بيئة صحية آمنة وذات كفاءة عالية لمستخدمى المبنى.

تأثير التكنولوجيا على المبانى

يؤثر التطور التكنولوجي على وظيفة المبنى، وكذلك شكل منظومة الأداء الوظيفي للمبنى، ومراحل إنهاء المهام التي من أجلها شيد هذا المبنى. كما أن التكنولوجيا تؤثر أيضاً على الأمور المتعلقة بالمناخ والطاقة، حتى تقوم بدورها في الحفاظ على موارد الطاقة الطبيعية والتي أصبحت مهددة بفعل النشاط البشري، والتي تعتمد عليها في النقل والصناعة وغير ذلك، وبالتالي تؤثر على الجانب المعماري وعلى الأجواء الداخلية للمبنى السكني من أنظمة التكييف والتبريد والتحكم في الإضاءة ودرجة الرطوبة والأجهزة الكهربائية به. فقد أتاحت التكنولوجيا خيارات عديدة للمصمم المعماري حتى يقرر النظام الملائم الذي سيتم تطبيقه. وبالتالي أولئك الذين سيشاركون المهندس المعماري لعمل المطابقة اللازمة بين التصميم المعماري والأنظمة التي ستستخدم في عمليات التكييف أو أعمال الإضاءة أو غيرها.

الفوائد الناتجة عن تكنولوجيا الأنظمة الذكية

١- بناء ذو قيمة أعلى في الإنتاج أو في القيمة التأجيرية للمبنى، والتي يمكن أن تتزايد بزيادة إمكانية تحكم الفرد في البيئة المحيطة به.

٢- القدرة على إدارة تكاليف الإستهلاك والتحكم في هذه الأنظمة باستخدام جداول زمنية أي أنه يعمل على الحفاظ على جودة الهواء الداخلي بأقل التكاليف.

٣- زيادة العمر التشغيلي لتجهيزات التكييف والتهوية والتدفئة HVAC.

٤- زيادة العمر التشغيلي لأجهزة الإنارة من خلال التشغيل الأمثل. (٢)

أ. تحقيق الأمن عن طريق المراقبة بالكاميرات.

ب. تقليل حجم الفراغات داخل المسكن بسبب دمج وتقلص حجم بعض الأجهزة.

ج. تطور الخامات الذكية يوميا وظهور خامات حديثة متفاعلة مع الانسان ومتطلباته (الخامات الذكية) مثل استخدام الزجاج الذي يحقق الرؤية من زوايا معينة ويمنعها من زوايا أخرى للمساهمة في حل مشكلة فقدان الخصوصية.

العلاقة بين التصميم المعمارى التقليدي والتصميم الذكى:

ليس هناك اختلاف بين التصميم الذكى وفروع التصميم الأخرى فيما يتعلق بالعمليات التصميمية وتحدياتها، فالتصميم الذكى هو جزء من التصميم المعمارى له نفس الأهداف إلا أنه يختلف عن التصميم المعمارى التقليدي في بعض المتطلبات الخاصة الواجب توافرها ليتم وصفه بأنه ذكي، حيث أن العملية التصميمية بصورة عامة تتكون من المراحل التالية:

- **التحليل**

يتم في هذه المرحلة تحديد جميع المتطلبات التصميمية المرتبطة بالتصميم المقترح.

- **التركيب**

يتم في هذه المرحلة إيجاد الحلول المنطقية التي تخدم النواحى الوظيفية والجمالية للتصميم المقترح.

- **التقييم**

وفى هذه المرحلة يتم اختبار البدائل التصميمية المقترحة والتوصل للحل الأمثل.

- **التغذية الراجعة**
- **التنفيذ**

وبصورة عامة فإن التصميم التقليدي يتطلب التكنولوجيا الحديثة لإكسابه صفة الذكاء، كما يتطلب التكامل بينه وبين تطبيقات هذه التكنولوجيا، حيث أن الوحدة والترابط بين عملية التصميم والتكنولوجيا عنصر أساسى في خروج التصميم الذكى.

إن البيئة الذكية للأبنية الحديثة تعتمد في تصميمها على استخدام التقنية الحديثة والمعلوماتية بصورة أساسية في خلق أنظمة الأتمتة وسيطرة المبنى، وتوفير أنظمة الاتصالات الحديثة، وتكون هذه الأنظمة متكاملة فيما بينها من جهة ومتكاملة مع باقى أنظمة أجزاء المبنى من جهة أخرى، حتى تكون أدائية هذه المباني في أعلى إمكانياتها موفرة الفراغات التي يستخدم فيها الشاغلين تجهيزات الأتمتة على نطاق واسع لإنجاز أحجام ضخمة من الأعمال التي يجب أن لا تكون مصدر تعب وإجهاد لأولئك المستخدمين للمبنى الذكى، الأمر الذى يستدعى الوعى لتأثيرات الحرارة، الضوء، الصوت على أداء شاغلى المبنى ولتحقيق ذلك فإن للمبانى الذكية معايير يجب أن تؤخذ في الاعتبار لتحقيق المتطلبات الوظيفية والخدمية والنفسية لشاغلها من جهة وتوافق المبنى مع المحيط الخارجي من جهة أخرى، **لذا فإن المباني الذكية يجب أن توفر**:

- عامل الملائمة التي ستسهل بشكل مريح الوظائف والفعاليات التي يقوم بها المستخدمين.
- حساب مدى تقبل المبنى للتغيرات المستقبلية الآنية المناخية والآجلة كإضافة أو تعديل شبكات الاتصال والمعلوماتية وفقاً لتطور خطوات التقدم التكنولوجى للثورة المعلوماتية، مما يعنى توفير عامل المرونة.
- توفير متطلبات الأمان من خلال إدخال المنظمات الالكترونية المتطورة للتنبيه عن وجود ومكافحة الحرائق والمنظومات الأمنية والخاصة بالسيطرة على وظائف البيئة الداخلية وغلاف المبنى.
- قدرة المبنى الذكى على توفير الخدمات وتلبية وظائف المبنى بأقل جهد وأسرع وقت، مع تأمين الراحة الفسيولوجية والسيكولوجية لشاغلى المبنى، وكذلك تلبية الاحتياجات الوظيفية لضمان التوفير في الطاقة وتوفير شبكات الاتصالات والمنظومات المعلوماتية المتطورة ضمن فراغات المبنى من جهة وربط المبنى بالمحيط الخارجي والنسيج العمرانى من جهة أخرى ضمن شبكة معلوماتية أكبر.(٥)

التكنولوجيا البيئية:

التوافق مع البيئة والإستدامة ركناً أصيلاً من أركان العمارة المعاصرة ومن هنا يتضح السبب في توجه التكنولوجيا الحديثة إلى المساهمة في تحقيق مبادئ الحفاظ والإستدامة. وذلك لتقديم الحلول البديلة للمصادر القابلة للنضوب، وخاصة الموارد المتجددة والنظيفة بمعدلات متوازنة.

مفهوم الاستدامة:

يمثل اهتمام العالم في الوقت الحاضر بالحفاظ على البيئة وحياة المجتمعات الإنسانية على الأرض أهم التوجهات العلمية والفلسفية والتطبيقية التي تنحنى نحوها معظم البحوث والدراسات، ونلاحظ أن التطورات المتسارعة التي يشهدها العالم من حيث النمو السكانى والزيادة المطردة في عدد السكان إضافة إلى أزمة الطاقة ومشاكل التلوث الناتج عن استهلاك الطاقة بشكل كبير لها تأثيرات سلبية على البيئة. (١٩)

إن مفهوم الاستدامة ليس مصطلحاً جديداً أو مبتكراً، بل هو مفهوم جسدته العمارة التقليدية منذ القدم من خلال التوافق المترابط مع البيئة والاستغلال الكفء لمصادر البيئة الطبيعية، فالتصميم المستدام المتوافق مع البيئة ليس فكرة جديدة بل إنها أقرب ما تكون فكرة مهدرة في الوقت الحاضر، ولأن تحقيق الاستدامة في العمران له أهمية كبيرة على المستوى البيئي والاقتصادي والاجتماعى، فقد ظهرت العديد من التوجهات للحفاظ على النظام الحيوى الطبيعى من خلال تطبيق فكرة الاستدامة على الأبنية، حيث أن العمران المستدام يعتبر جزءاً لا يتجزأ من التنمية المستدامة، ومن أهم هذه التوجهات هو وضع حلول لأزمة الطاقة.

مفهوم الطاقة Energy

إن التعريف السائد للطاقة هو القدرة على القيام بعمل (نشاط) ما، كما تعرف أيضاً بأنها قدرة المادة على إعطاء قوى قادرة على إنجاز عمل معين. ومصادر الطاقة متعددة يمكن توليدها بطرق مختلفة.

وتعمل الأنظمة الذكية على توفير الطاقة من خلال التحكم بها، على عكس أنظمة الخلايا الشمسية يتم من خلالها اكتساب الطاقة وإذا تم استخدام النظامين بالمسكن يتحول إلى مسكن (صفر) الطاقة. حيث أن مشكلة الطاقة أصبحت تحتل رأس قائمة الموضوعات والأطروحات التي يتم مناقشتها من أجل إيجاد حلول لها في المؤتمرات والمنظمات الدولية والدراسات العلمية، وبدأنا نسمع الآن عن مباني تم ترشيد الطاقة فيها وتصمم أساساً على أخذ هذا المحدد في الإعتبار بشكل كبير. ومن الممكن أن تبدأ هذه المبادرة لحل الأزمة العالمية للطاقة والبيئة على الفور بسبب التقدم التكنولوجي في مجال خفض الطاقة المستهلكة في المباني.(٧)

ويتم اكتساب الطاقة من الطاقات البديلة والنظيفة والمتجددة والتي توجد في العديد من الظواهر البيئية الطبيعية المحيطة بنا مثل: الشمس والرياح والمياه ومن خلال الطاقة الحرارية. والسبب في طلب الاعتماد على هذه المصادر، ليس فقط حفظ الموارد القابلة للنضوب وعدم استنفاذها، بالإضافة إلى الحفاظ على البيئة من الآثار الضارة الناتجة عن استهلاك هذه الطاقة التي تم توليدها بالفحم. ويمكن توليد الكهرباء من خلال دمج ألواح الخلايا الكهروضوئية (الفوتوفولتية)، من خلال أشعة الشمس ومن ثم استخدامها بالمسكن. ومن جانب آخر فإن أهداف الحفاظ على الطاقة وتقنين وترشيد استهلاكها يقدم دعماً أيضاً لمنظومة الطاقة. وبالتالي يتغير مفهوم استهلاك الطاقة الكهربائية في السكن وتصبح بذلك ذات بعد يحقق أهدافاً استراتيجية تجاه البيئة.(١٨)

كفاءة الطاقة Energy efficiency

مع أزمة الطاقة العالمية أسبح الاحتياج إلى مباني مقتصدة الاستهلاك للطاقة أو مولدة للطاقة إن أمكن ذلك أمر ضروري. وباستخدام نظم تحكم للتحكم في أجهزة المبنى بحيث تقلل أحمال الأجهزة من خلال استخدام نظم حاسبات ذات إدارة أفضل للطاقة. والاستفادة من الطاقة المتجددة مثل: الطاقة الشمسية في توليد طاقة بهدف تأمين احتياجات المبنى من التدفئة والتبريد والإضاءة. وهذه المحاولات المتزايدة للحصول على الحد الأدنى من استهلاك الطاقة في المستقبل. وتظهر التحليلات للمباني المصنفة على درجة من الذكاء أنه يمكن من خلالها تحقيق انخفاض في معدلات استهلاك الطاقة بالمباني بل قد يصل الأمر أحياناً إلى تحويل المبنى منتجاً للطاقة وليس مستهلكاً.(٥)

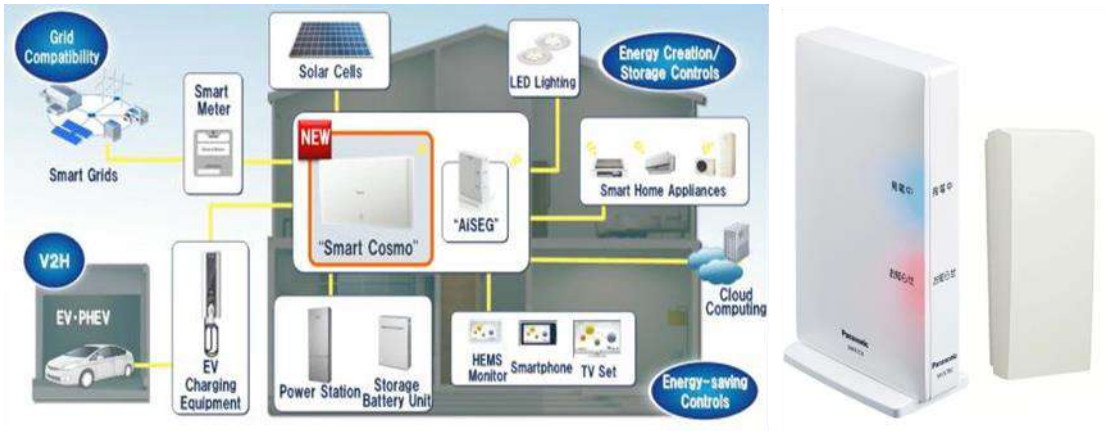
الطاقة المتجددة Renewable Energy

هي تلك المصادر الطبيعية المتاحة لتوليد الطاقة وتتسم بالاستمرارية ولا تتعرض للنضوب، حيث أن أهم سماتها التجدد ومحدودية الآثار السلبية الناجمة عنها على البيئة. فالطاقة المتجددة هي تلك التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري. كذلك نعني بـ "الطاقة المتجددة الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية، وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة.
رابعاً: التحكم بالطاقة من خلال أنظمة الخلايا الشمسية عن طريق اكتساب الطاقة.

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة، تستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في انتاج الكهرباء عن طريق الخلايا الفوتوفولتية "Photovoltaic Cells"، وهذا النظام عبارة عن مجموعة من الألواح (خلايا شمسية) المصنعة من مواد (أشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها) لها القدرة على القيام بعملية التحويل الكهروضوئي، أي تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى طاقة كهربائية. ولا شك في أن توافر الإشعاع الشمسي في المنطقة العربية بشكل عام وفي مصر بشكل خاص يتيح الاستفادة بشكل أفضل من الطاقة الشمسية ويقلل تكلفتها بشكل واضح، بحيث تصير منافسة للأنواع التقليدية للطاقة. والجدير بالذكر أن هناك أكثر من ١٠٠ دولة أقرت مؤخراً استراتيجيات محلية تفرض الاعتماد على خيار الطاقة المتجددة مما أسهم في انخفاض تكلفة صناعة تلك المواد والمعدات والتي نتج عنه انخفاض تكلفة انتاج الطاقة المتجددة وانتشار استخدامها على نحو أوسع.(٦)

نظام التحكم بالطاقة SMARTHEMS

التحكم بالطاقة عبارة عن تطوير المباني من خلال تجهيزها بنظام رئيسي لإدارة الطاقة (HEMS). هذا النظام يعمل على إدارة الطاقة المستخدمة بالمباني. فهو يحسب ويعرض الطاقة المولدة والمخزنة بنسبة مع الطاقة المستهلكة مثل: الإضاءة، مكيفات الهواء والأجهزة المنزلية، ومن ثم عمل تقارير للطاقة المستخدمة. بالإضافة إلى التحكم بنظام استهلاك الطاقة الكلي عند تجاوز الطاقة المستهلكة وذلك عن طريق تغيير درجة الحرارة بتكييف الهواء أو إطفاء المعدات ذات الأولوية المنخفضة. بالإضافة إلى دمج نظام "SMARTHEMS, TM" مع نظام "AiSEG" الذي يتضمن خلق وتخزين الطاقة والمرتبط بالبنية التحتية لأنظمة المبنى لحل مشاكل إمدادات الطاقة به، ليس فقط في الأوقات العادية ولكن أيضاً أثناء حالات الطوارئ كما بالشكل رقم (٥).



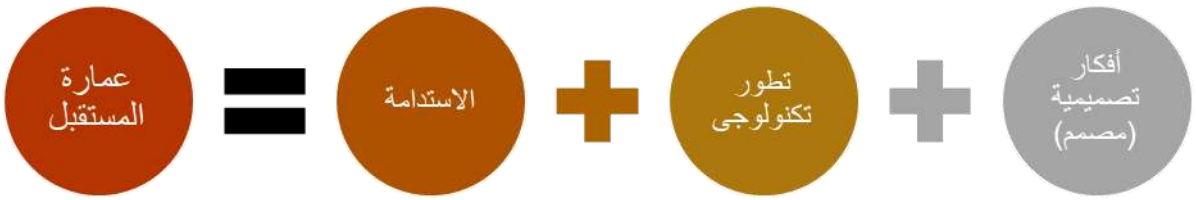
شكل رقم (٥) يوضح طريقة ربط AISEG بنظام خلق وتخزين الطاقة بالمبنى

أما نظام تخزين الطاقة فهو عبارة عن خلية صغيرة الحجم ومن السهل على الخلية تخزين الطاقة ويستخدم بطاريات أيون ليثيوم لتخزين الكهرباء، فهي تستهلك ليلاً الكهرباء الناتجة من الطاقة التي تم توليدها من الألواح الشمسية خلال النهار.(١١)

مستقبل العمارة المستدامة في عصر التطور التكنولوجى:

مع دخول عصر المعلومات وتطور طرق ووسائل الاتصال تغيرت مفاهيم المكان والزمان وأصبح الإنسان يعيش وكأنه في عالم واحد صغير متصل، ولذلك أصبح من الضرورى تطوير مفاهيم العمارة بحيث تتلاءم مع التغيرات المستقبلية المتوقعة قبل أن تفرض عليها مثلما حدث في عصر الحداثة وما بعد الحداثة وذلك من خلال تطوير مفاهيم تخطيط الموقع العام والمسكن بحيث لا تعتمد على ما توارثناه من الماضى فقط ولكن بناء على ما نحتاج إليه في المستقبل أيضاً وكذلك توقع ظهور أنماط معمارية وعمرانية جديدة لم تكن موجودة من قبل ودراسة إمكانيات الاستفادة من الأنماط المعمارية الحالية في مواكبة التغيرات المستقبلية.(٩)

<u>ويمكن من خلال ما سبق إيجاد العلاقة بين المصمم الداخلى والتطور التكنولوجى والاستدامة كالتالى:</u>



شكل رقم (٦) يوضح العلاقة بين الفكرة والتطور التكنولوجى والاستدامة في ظهور عمارة المستقبل

اتجاه عمارة المستقبل:

تسعى عمارة المستقبل إلى الربط بين العمارة التكنولوجية (التقنية) والعمارة البيئية، فقد ظهر هذا الاتجاه نتيجة لاستخدام التكنولوجيا للسيطرة على جميع المتغيرات البيئية مسبباً فجوة ملحوظة بين المبنى والتصميم الداخلى والبيئة المحيطة به، مما دفع إلى زيادة الوعى بنظام استهلاك الطاقة لتحقيق الراحة المطلوبة داخل المبنى بالوسائل التكنولوجية المعاصرة، لذا جاءت عمارة المستقبل لاستغلال المفاهيم الإيكولوجية وتطبيقها في العمارة التكنولوجية، وتهدف مبادئ العمارة المستقبلية إلى توليف التقنيات الذكية بأسلوب متناغم مع البيئة من خلال تعزيز كفاءة توظيف الموارد والطاقات الطبيعية بأقل تأثير

على المحيط الإيكولوجى محققاً مبادئ الاستدامة في إطار تقنى ذكى، لإنتاج أبنية ذكية قادرة على التفاعل والاستجابة داخل المنظومة الإيكولوجية المتواجدة بها.(٨)

يمكن اعتبار عمارة المستقبل منظومة شاملة متكاملة تضم عنصرى التصميم البيئي والتصميم التكنولوجى في إطار اقتصادى ملائم للبنية المعمارية المشيدة من أجل الحصول على بناء ذكى متكامل، وترتكز هذه المنظومة على ثلاثة أنظمة رئيسية:

أ. النظام الإيكولوجى:

يعتمد على كافة مفاهيم الاستدامة وكفاءة الأداء البيئي ودراسة الأثر البيئي للمبنى والذى يتضمن توافق البناء والتصميم مع المحيط الايكولوجى من حيث المحيط الحيوى والتكيف المناخى، إضافة إلى تصميم كتلة المبنى وتوجيهه وغيرها من العوامل البيئية.

ب. النظام التكنولوجى

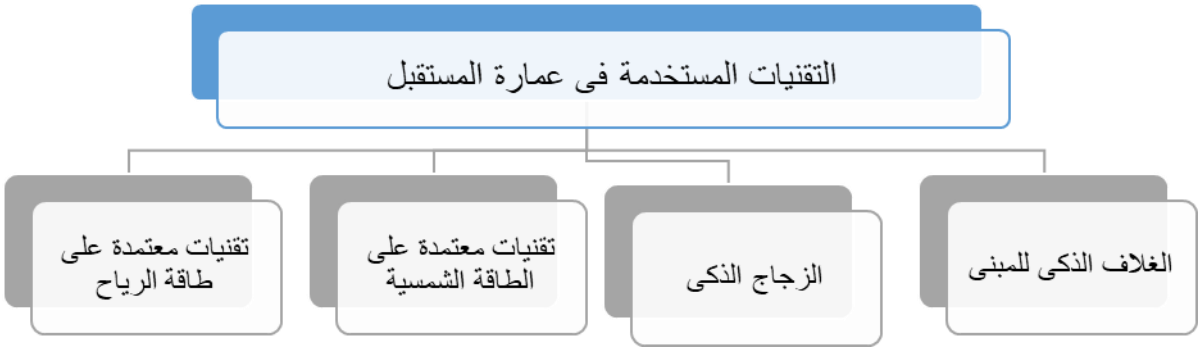
يعتمد على كافة مفاهيم التطور التكنولوجى الهائل والمستمر في كافة قطاعات العمارة (النظم الإنشائية، المواد، تشطيبات الواجهات الخارجية، إلخ)، والذى يهدف إلى تحسين الأداء وزيادة كفاءة عامل الوقت.

ج. النظام الاقتصادى

والذي يعمل على توفير الطاقة والاستغلال الأمثل لها بالشكل الذي يجعل التصميم في إطار الاستدامة.

التقنيات المستخدمة في عمارة المستقبل:

تعتمد عمارة المستقبل على عدد من التقنيات في التصميم لتحقيق الراحة لشاغلى المبنى وللحفاظ على الطاقة مثل تقنية الغلاف الذكى للمبنى، الزجاج الذكى، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح.



شكل رقم (٧) يوضح التقنيات المستخدمة في عمارة المستقبل

1. الغلاف الذكى للمبنى

غلاف المبنى هو أحد مقومات المبنى في التصميم البيئي المؤثر في تحديد بيئة الفراغ الداخلى المتعلق بالراحة الحرارية والراحة البصرية، وبالتالي يؤثر في تقليل استخدام الطاقة الغير متجددة في المباني.

أ. الواجهة الذكية (١٠)

هي العنصر الذي يؤدى وظيفة تغليف المبنى وحماية الفراغات الداخلية، وتهدف إلى التجاوب مع المناخ المحلى والمعايير المعتمدة والتي تتمثل في أداء الطاقة والراحة الحرارية ونوعية الهواء في الأماكن المغلقة وغيرها، وتضم عدة أنظمة كأنظمة الواجهات الذكية المتحركة ذاتياً وأنظمة الغلاف المزدوج.

أنظمة الواجهات الذكية المتحركة ذاتياً

هي واجهات ديناميكية تفاعلية قادرة على التكيف المرن مع التغيرات المستمرة في البيئة المحيطة كعمل ردود تلقائية مع التغير في درجات الحرارة والضوء والرطوبة والرياح وغيرها، وذلك لتحسين وتهيئة الفراغات الداخلية بما يلبى احتياجات المستخدم وأيضاً مع مراعاة سلوكه وتفاعله مع الفراغ الداخلى أثناء ممارسة أنشطته. (١٣)

صورة رقم (١) توضح معرض كيفر التقنى بالنمسا، حيث تحتوي واجهة المبنى على هياكل من لوحات معدنية متحركة لتتكيف مع التغيرات المحيطة لتلبية راحة المستخدم في الفراغات الداخلية للمبنى

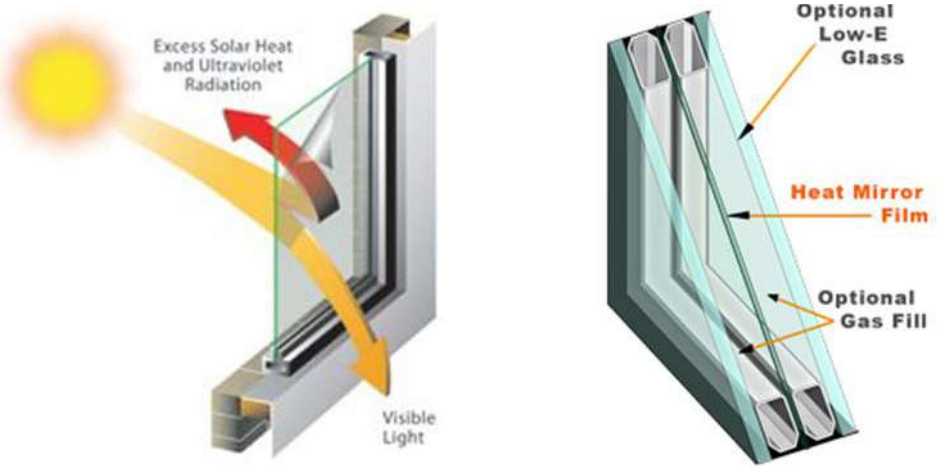
أنظمة واجهات الغلاف المزدوج

وهى تعمل على معالجة مسألة اكتساب الحرارة عن طريق واجهات شفافة إلى حد كبير دون استخدام وسائل التظليل الخارجية، كما يقوم الغلاف المزدوج بالتكامل مع المبنى لزيادة الأداء الحرارى والضوئى، بالإضافة إلى الحماية من تأثيرات الطقس وتلوث الهواء. (١٥)

صورة رقم (١) توضح مركز الفنون بسنغافورة كمثال على استخدام الغلاف المزدوج

2. الزجاج الذكى:

هو زجاج معالج ويعتبر أحد الأنظمة الذكية التي تستخدم لتقليل درجات الحرارة ومعالجة غلاف المبنى ويتميز الزجاج الذكى بالقدرة على التحكم في دخول أشعة الشمس إلى الداخل وتوفير التظليل المناسب وهناك عدة أنواع للزجاج الذكى منها الزجاج الماص للحرارة والزجاج العاكس للحرارة، والزجاج منخفض الانبعاثية، والزجاج فائق العزل الحرارى، والزجاج متغير النفاذية ضوئياً (الكهروضوئى)، والزجاج متغير النفاذية حرارياً (الثرموكروميك)، والنوافذ ذات تقنية البلورات السائلة، والنوافذ ذات تقنية الحبيبات المعلقة.(١٤)



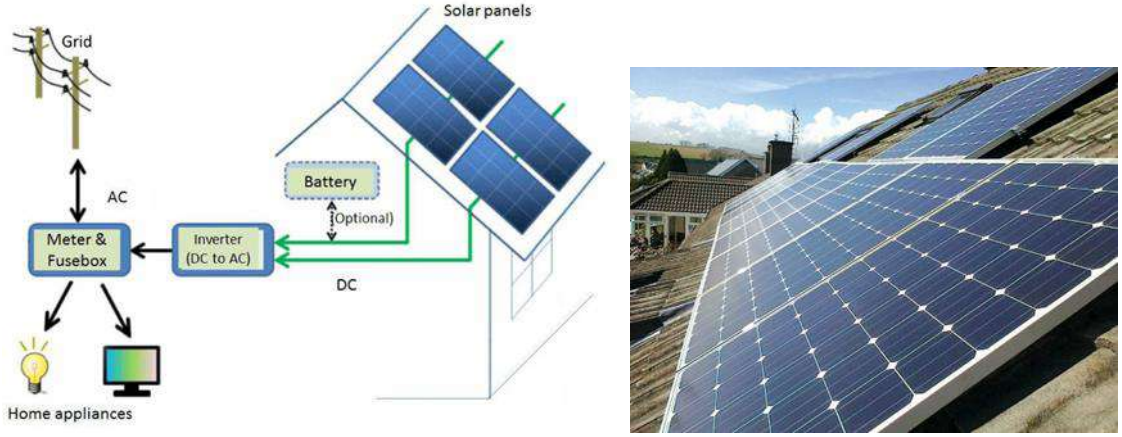
صورة رقم (٣) توضح كيفية عمل الزجاج العاكس للحرارة

3. تقنيات معتمدة على الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة الشمسية أحد مصادر الطاقة المتجددة غير المعرضة للنفاذويمكن تحويلها إلى صور أخرى من الطاقة قابلة للاستعمال عبر خمس طرق رئيسية: الاستخدام المباشر لأشعة الشمس، تركيز الحرارة الشمسية، تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية، ومن أهم استخدامتها التصميم الشمسى السالب، التسخين الشمسى للماء، الخلايا الكهروضوئية.

أ. <u>الخلايا الكهروضوئية:</u>

هي أنظمة نشطة تعتمد على مواد شبه موصلة غالباً السيليكون وتعمل على تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء وتوضع الخلايا الكهروضوئية بالغلاف الخارجي للمبنى، حيث يمكن استخدامها بصور متعددة إما على السطح أو على الواجهات أو على الكاسرات أو تستخدم كبديل عن حوائط الستائر الزجاجية لتصبح وحدات الخلايا الكهروضوئية جزءاً من تكوين الغلاف ومتكامل معه ليؤدى وظيفته. (١٧)



صورة رقم (٤) توضح استخدام الخلايا الكهروضوئية في أغلفة المباني

4. تقنيات معتمدة على طاقة الرياح:

ويقصد بها الطاقة الناتجة عن حركة الهواء التابعة لاختلاف فرق الضغط بين المناطق والبلدان، ومنه يتولد تيارات هوائية ذات اتجاهات محددة ومرصودة وبسرعات يمكن قياسها، ويمكن استخدامها من خلال توجيه المباني وتشكيل واجهاتها، وأيضاً من خلال التشكيل العمرانى يمكن التحكم في توفير التهوية الداخلية الطبيعية داخل الفراغات الداخلية، كما يمكن

التحكم في حركة الرياح الخارجية حول المبنى وجذبها إلى الداخل لتوفير التهوية الطبيعية، حيث يتم تسخير الرياح ذات الشدة العالية والسرعات الفائقة في عمليات توليد الطاقة الكهربائية من خلال حركة توربينات الرياح.(١٦)

أ. أنظمة توليد الطاقة من الرياح

طاقة الرياح هي واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، والتي تطورت بشكل كبير مع التقدم التكنولوجى المستمر، ولقد وجد أن استخدام توربينات الرياح بأغلفة المباني المرتفعة يوفر ما يقرب من ٢٠% من الطاقة اللازمة لتشغيل المبنى، وقد سميت هذه الأنظمة بتوربينات الرياح المتكاملة مع المبنى.

نموذج تطبيقى يوضح دور المبنى الذكى في توفير الراحة للمستخدم

منزل لومن هاوس بالولايات المتحدة الأمريكية LUMEN HAUS

وهو مبنى سكنى بالولايات المتحدة الأمريكية، وفريق العمل أساتذة وطلبة من جامعة فيرجينيا التكنولوجية، وبدأ تاريخ تنفيذه في عام ٢٠٠٢م، وتم الانتهاء منه في عام ٢٠١٠م.

صورة رقم (٣٤) توضح الواجهة الخارجية لمنزل LUMEN HAUS بالولايات المتحدة الأمريكية

- **تحقيق الراحة الفسيولوجية**

يمتلك المنزل القدرة على التغير، حيث يتغير شكل وحالة الغلاف الخارجي بناء على حالة الجو في الخارج، مما يساعد على تحقيق بيئة داخلية صحية ومريحة للمستخدم.

- **تحقيق الراحة الحرارية**

تتحقق الراحة الحرارية بالمبنى من خلال الغلاف الخارجي الذكى للمبنى، حيث يستطيع المنزل أن يتخذ القرار الأمثل ذاتياً لحالة الغلاف الخارجي دون الرجوع للمستخدم من خلال مجسات حرارة خارجية، كما تم الاستفادة المثلى من حرارة باطن الأرض في تدفئة وتبريد أرضية المنزل كما يمكن التحكم في مقدار ضخ الحرارة أو البرودة في المواسير المارة في أرضية المنزل.

- **تحقيق الراحة البصرية (الضوئية)**

تتحقق الراحة البصرية بالمبنى حيث تتصل جميع فراغاته اتصال مباشر مع الطبيعة الخارجية باستخدام النوافذ الزجاجية بكامل الواجهة.[١]

- **تحقيق الراحة السمعية**

تتحقق الراحة السمعية بالمبنى حيث أن حركة الغلاف الخارجي للمبنى وإمكانية فتحه وغلقه أتاحت للمستخدمين التحكم في كمية الضوضاء الخارجية النافذة للفراغات الداخلية.

▪ **راحة في توفير الطاقات (الوقت والجهد)**

تظهر ملامح الذكاء للمنزل في اتصال نظام التشغيل الذكى للمنزل بالانترنت والتي تسمح باتصال المنزل بالهاتف المحمول، مما يسهل عملية التحكم في وظائفه من داخل وخارج المنزل مما يوفر الوقت والجهد للمستخدم.[٢]

▪ **الراحة في توفير التكلفة على المدى البعيد**

تتحقق بالمبنى توفير التكلفة على المدى البعيد، حيث توفير الطاقة في المنزل من خلال التحكم في الإضاءة الصناعية لتوفير أكبر قدر ممكن من الطاقة من خلال غلق وحدات الإضاءة في الفراغات الخالية من المستخدمين.

▪ **كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة**

يتصل نظام إدارة المبنى بالخلايا الشمسية الموجودة على سطح المنزل للتحكم في ميل الألواح تجاه الشمس للحصول على أكبر قدر من أشعة الشمس وتحويلها إلى طاقة كهربائية.

ومن خلال ما سبق يمكن القول بأن الدراسات أظهرت دور العمارة الذكية – كمفهوم مستحدث يحاكى لغة العصر – في تحقيق الراحة بجميع أنواعها للمستخدم، كما يتضح وجود تأثير كبير للعمارة الذكية على توفير أنواع عديدة من الراحة والرفاهية غير المعهودة والتي لم تشهدها المباني السكنية من قبل.

نتائج البحث:

1. يساهم تحقيق التكامل بين منظومات المبنى التصميمية والبيئية والتكنولوجية في توفير مبنى متكامل قادر على خدمة الغرض الذى صمم من أجله وبمستوى أعلى من الادائية.
2. ترتبط المتطلبات التصميمية للمبنى الذكى بثلاث نقاط رئيسية : الأنظمة المستخدمة، ومواد البناء، والغلاف الخارجي والواجهات.
3. يمكن تصنيف الأسس العلمية لتصميم المباني الذكية في ثلاث نقاط:
   - التصميم المعمارى الذكى.
   - أنظمة الإدارة الذكية.
   - التقنيات الذكية.
4. أهم مميزات المباني الذكية أنها توفر أقصى درجات الراحة لشاغلى المبنى أثناء استخدامهم للفراغات الداخلية، كما أنها توفر الوقت والجهد، كما يمكن لشاغلى المبنى التحكم به عن بعد عن طريق الحاسب الآلى.
5. المبنى الذكى هو مبنى صديق للبيئة وصديق للمستخدم.
6. لابد من دراسة متطلبات العمارة الذكية خلال العملية التصميمية للحصول على مبانى أعلى كفاءة.
7. قلة الوعى المجتمعى بأهمية العمارة الذكية وعدم توفر جهات تدعم هذه الثقافة المعمارية وتعمل على نشرها بين فئات المجتمع.
8. تدخل التكنولوجيا كمؤثر واضح في تحديد الشكل المعمارى للمبنى .
9. إن الشكل المعمارى للمبنى أدى إلى جذب نظر المجتمع نحو التقنية التي استخدمتها التكنولوجيا، وانعكس ذلك في ظهور أبنية حديثة، وأنواع من نظم الخدمات لم تكن موجودة من قبل.
10. إن تطبيق مفاهيم التصميم المستدام هو الحل الأمثل للتغلب على مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية في مجال العمارة بصفة عامة والتصميم الداخلى بصفة خاصة.

11. لم يراعى الفكر المعمارى المعاصر مبادئ الاستدامة وأساسيات التصميم البيئي خلال العملية التصميمية أو التخطيط العمرانى، ويبقى هامش الاهتمام بفكر ومبادئ الاستدامة ضمن الجانب البحثى والاكاديمى أكثر من الجانب التطبيقى.

12. يعتبر التصميم المستدام مكلفاً اقتصادياً مقارنة بالتصميم التقليدي نظراً لارتفاع تكلفة التجهيزات المطلوب ادماجها داخل المبنى.

13. الحفاظ على المصادر المحدودة للطاقة، وتعظيم الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح،.. وغيرها، والذى من المنتظر انتشار تكنولوجياتها في خلال العقد القادم.

توصيات البحث:

1. ضرورة التوجه إلى استخدام التكنولوجيا الرقمية والذكاء الاصطناعي في المباني المستقبلية مما يعمل على حل كافة المشكلات التي قد يواجهها قاطني تلك المبانى.

2. لابد من دراسة الجانب الاقتصادي للتكنولوجيا الذكية وضرورة الوصول إلى حلول علمية تخفض من تكلفة إنشاءها في وقت قصير.

3. يجب على المصمم الداخلى أن يكون على دراية بالتكنولوجية الحديثة لأنها تعتبر أداة هامة من أدوات التصميم والتي تساعد في حل الكثير من المشكلات التصميمية والتنفيذية التي قد يواجهها كلا من المصمم والمستخدم.

4. أهمية نشر الثقافة والوعي التكنولوجي في مجتمعنا المصري للتعرف على كيفية استخدامها وتطويرها من خلال البحث العلمي والتجارب لتصبح تكنولوجيا متوافقة مع البيئة وتحمل هويتنا المصرية.

5. تعزيز الفكر المعمارى لطلاب التصميم ودعمهم في تطبيق العمارة الذكية على مشاريع مقرر التصميم المعمارى واستخدامها كحلول في المباني.

6. استخدام الأنظمة الذكية والمواد الحديثة المتوفرة في السوق المحلية ودمجها في التصميم المعمارى للمبنى للحصول على مبنى ذكى وبكفاءة عالية.

7. التأكيد على استخدام الطاقات البديلة بشكل واسع وتكامل تجهيزاتها مع البنية التصميمية للمبانى.

8. التأكيد على استخدام واجهات ذكية لما لها من دور في توفير الطاقة وتقليل التلوث البيئي.

9. العمل على نشر ثقافة المباني الذكية وتوعية المستثمرين والمالكين حول أهمية تطبيق هذه العمارة في المباني والجدوى الاقتصادية لها على المدى البعيد.

المراجع العربية:

1. السيد فريد، علاء الدين - "العمارة الذكية بين الواقع الوظيفي والتشكيل المعماري" – رسالة ماجستير – كلية الهندسة – جامعة الأزهر – ٢٠١٢م.

El-Sayed Farid, Alaa Eldin – “Al Omara al Zakia bein al wakee el wazifi w el tashkel el memary” – Resalet Magister – Koleyat Al Handasa – Gamet Al Azhar – 2012.

2. بدر أحمد إبراهيم، ماجدة – "العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجي في التحكم البيئي وترشيد استهلاك الطاقة بالمباني (دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني الذكية)" – رسالة ماجستير – كلية الهندسة – جامعة القاهرة – ٢٠١٠.

Badr Ahmad Ibrahim, Magda – “al omara al zakia k madkhal l ttbek altatwor alteknology fi altahkom albe’ey w tarshid esthlak altaka bel mabany (Deraset tahleleya l takeem al adaa’ al be’ey ll mabany al zakia) – Resalet Magister – Koleyat Al Handasa – Gam’et Al Kahera – 2010.

3. أسامة حنفي، نيرفانا - "أسس ومعايير تصميم المباني الذكية" – رسالة ماجستير – كلية الهندسة – جامعة القاهرة – ٢٠٠٩م.

Osama Hanafy, Nervana – "Osos w ma'ayer tasmem al mabany al zakia" – Resalet Magister – Koleyat Al Handasa – Gam'et al kahera – 2009.

4. اتكين دونالد، ترجمة هشام محمود العجماوي - "التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة" – المنظمة الدولية للطاقة الشمسية – ٢٠٠٥.

Atkin Donald, Targama: Hisham Mahmoud el agamawy – "Althawol Ela Mostakbal altaka al motagadeda" – Al monzama al dawlya lltaka al shamsya – 2005.

5. محمد طالبي، محمد ساحل - "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة" – مجلة الباحث – العدد السادس – ٢٠٠٨م.

Mohamed Taliby, Mohamed Sahel – "Ahmeyet altaka al motagadeda fi hemayet al be'aa li'agl altanmeya al mostadama – Megalet al baheth – al adad al Sades – 2008.

6. الخياط، محمد مصطفى - "الطاقة البديلة تحديات وآمال" – مجلة السياسة الدولية – المجلد ٤١ – العدد ١٦٤ –٢٠٠٦م.

Al Khayat, Mohamed Mostafa – "Altaka albadela tahadyat w amaal" – Magalet Al seyasa al dawlya – al moglad 41 – al adad 164 – 2006.

7. خلف كمال ، أيات - "التطور التكنولوجي للمباني السكنية ودورها في توفير الطاقة" – مجلة العمارة والفنون – المجلد الرابع – العدد الخامس عشر – ٢٠١٩ م.

Khalaf Kamal, Ayat – "Altatawor al teknology llmabany al sakaneya w dorha fi tawfer altaka" – Megalet al omara wal fenon – al mogalad al rabee' – al adad al khames ashr – 2019.

8. عبد السميع، خالد مسعد – "الغلاف الخارجي للمنزل الذكي: نحو دليل عملي لتقييم مستوى ذكاء الغلاف الخارجي للمنزل الذكي" – رسالة ماجستير – كلية الهندسة – جامعة القاهرة – ٢٠١١.

Abd el-samee, Khalid Mosad – "Al Gholaf al kharegy ll manzel al zaki: Nahwo dalel amaly ltakeem mostawa zkaa' al gholaf al kharegy ll manzel al zaki" – Resalet Magister – Koleyat Al Handasa – Gam'et al kahera – 2011.

9. أحمد، ربيع – "تقنيات المباني الذكية ودورها في تدعيم بناء مدن المعرفة" – جامعة الملك فهد للبترول والمعادن – المملكة العربية السعودية.

Ahmad, Rabee – "Teknyat al mabany al zakia wa dorha fi tadeem benaa modon al ma'refa" – Gam'et al malek Fahd ll petrol wal ma'aden – al mamlaka al arabeia al saudia.

10. البدرى، أمجد، وحيدر، عبد الرزاق – "مفهوم المنظومات التقنية لفكر عمارة الأبنية الذكية"- جامعة بغداد- بغداد – العراق- مجلة الهندسة- ٢٠٠٨م.

Al Badry, Amgad, Hedar, Abd el razik, "Mafhom al manzomat altekanya l fekr omaret al abneya al zakia" – Gam'et Baghdad – Baghdad – Al Iraq – Magalet Al Handasa – 2008.

11. الصادق، محمد حلاوة - " الثورة التكنولوجية وانعكاسها على آليات المباني الذكية"- رسالة ماجستير- كلية الهندسة- جامعة القاهرة- مصر- ٢٠٠٤م.

Al Sadeq, Mohamed Halawa – "Al thawra al teknologya w en'ekasha ala aleyat al mabany al zakia" – Resalet Magister - Koleyat Al Handasa – Gam'et al kahera – Masr – 2004.

12. ضياء الدين، نسمة - "جدلية العلاقة بين العمارة البيئية والعمارة التقنية" - رسالة ماجيستير- كلية الهندسة - جامعة القاهرة – ٢٠١٧م.

Diaa aldin, Nesma – "Gdaleya al elaka bien al omara al be'eya wal omara al tekaneya" – Resalet Magister - Koleyat Al Handasa – Gam'et al kahera – 2017.

13. العدوى، منى سعيد محمود - "دور التكنولوجيا في تطبيق مبادئ العمارة الخضراء" - رسالة ماجيستير- كلية الهندسة – جامعة بنها - ٢٠١٩م.

Al Adawi, Mona Saeed Mahmoud – "Dor al teknologya fi tatbek mbade' al omara al khadra" – Resalet Magister - Koleyat Al Handasa – Gam'et Banha – 2019.

المراجع الأجنبية:

14. Caffrey, R.J.,"Building Performance and Occupant Producitivity", Personal Environments - Anew Building Focus Forth World Congress; (Tall Buildings: 2000 and beyond), November 5-9, Hong Kong; 1990.
15. Droege, P. (1997). Intelligent Environments: Spatial Aspect of the Information Revolution. Oxford/ England: Elsevier.
16. Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., Makaremi, N. & Ghaffarianhoseini, A. (2012). Intelligent facades in low energy buildings. British Journal of Environment Climate Change.
17. Kamila, S. (2013). Introduction classification and application of smart materials: An overview. American Journal of applied sciences.
18. Poirazis, H. (2006). Double Skin Facades: a literature review. Harris Poirazis and Department of Architecture and Built Environment. Lund, Sweden: Lund Institute of technology, Lund University.
19. Sinpoli, J. (2010). Smart building systems for architects. Owners and builders, Oxford, UK: Elsevier press an imprint of Elsevier.

Websites:

20. (www.cibsejournal.com), 2015
21. qu.edu.iq/el/mod/resource/vie.
22. https://sites.google.com/site/alkaitani9990.
23. http://www.majddoc.com/main.
24. المصدر: الباحث

[1]http://www.flickr.com/photos/columbiaweather/5218256189/.

[2]https://archinect.com/christian.truitt/project/virginia-techsolar-decathlon-home.