أثر استخدام تطبيقات تقنية النانو تكنولوجى على مواد الإنشاء لرفع كفاءة المبنى الذكى

The effect of using nanotechnology applications on construction materials to raise the efficiency of the smart building

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

Assistant Lecturer at Interior Design & Furniture Department – Higher Institute of Applied Arts – NCA

Moh.hassan9228@yahoo.com

الملخص:

تسارعت وتيرة التطور مع بداية القرن الواحد والعشرين، وأصبحت تقفز بخطوات كبيرة متجهة نحو التقدم الفائق في العلم والتكنولوجيا، فأصبح للمصمم الداخلى النصيب الأكبر من التعرف على كافة التقنيات وكيفية استخدامها ليرفع من قيمة وجودة تصميماته، ولم تكن تقنية النانو إلا إحدى أهم هذه التقنيات التي أصبحت تمد العمارة بكل ما هو جديد ومتطور، لتنتقل بالعمارة من عالم الواقع إلى اللاواقع، ومن الحقيقة المطلقة إلى الخيال الواسع.

فأصبح للتقنية أثر عميق على نواحى الفكر الإنسانى، بما في ذلك الفكر المعمارى والذي يتأثر بما حوله من متغيرات سواء ثقافية، أو دينية، أو بيئية، أو تكنولوجية، ولكن التكنولوجيا الفائقة هي العنصر الرئيسى في إحداث العديد من التغييرات على شكل وبنية ومواد إنشاء العمارة الحديثة، فهى تعد المؤثر الأكبر في إنتاج تصميمات العصر الحديث، لذا لابد أن نتفهم طبيعة التكنولوجيا والتقنية التي نعمل بها من أجل أن نتعامل معها بطريقة صحيحة.

ولقد أصبحت نظم الإنشاء تلبى الكثير من متطلبات العمارة العالمية فضلاً عن وسائل التنفيذ الحديثة التي بدأت توفر الوقت والجهد مع الأداء الأفضل، ومع تسارع العلم ظهرت عمارة تقنية النانو التي تسعى إلى التصميم البيئي من خلال استخدام التكنولوجيا الجديدة والخامات الجديدة والوسائل العلمية المتقدمة في حل المشاكل البيئية، من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة والحد من استهلاك الموارد الغير متجددة، مع الاستفادة الكاملة من الطاقة النظيفة وخلق بيئة معيشية مثالية.

وتعد تقنية النانو أحدث وأهم ما أنتجته التقنيات الفائقة في القرن الحادى والعشرين، حيث أعطت العمارة إمكانيات متعددة لتشكيل المنتج المعمارى المتفاعل مع البيئة الطبيعية من خلال استخدام خامات بناء محسنة بتقنية النانو مثل الزجاج

والخرسانة وغير ذلك، فجاءت هذه التقنية لتشكل حلقة الوصل ولتساعد في الوصول إلى تحقيق التوازن بين تكنولوجيا العمارة الذكية والعمارة المستدامة، وتسد الفجوة التكنولوجية بينهما من خلال استحداث مواد جديدة للإنشاء تمتاز بخصائص ذكية وصديقة للبيئة، وبتطبيقها محلياً نحصل على مبانى ذات كفاءة عالية

الكلمات المفتاحية:
تقنية النانو تكنولوجى؛ مواد الإنشاء؛ كفاءة المبنى؛ الأداء الذكى للمبنى.

Abstract:

The pace of development accelerated with the beginning of the twenty-first century, and it jumped with great strides towards the superior progress in science and technology, so the interior designer had the largest share of knowing all the technologies and how to use them to raise the value and quality of his designs, and nanotechnology was only one of the most important of these technologies that became It provides architecture with everything that is new and developed, to move architecture from the realm of reality to non-reality, and from absolute truth to vast imagination.

Technology has had a profound impact on aspects of human thought, including architectural thought, which is affected by the changes around it, whether cultural, religious, environmental, or technological. It is the biggest influence in the production of designs of the modern era, so we must understand the nature of the technology and technology that we work with in order to deal with it correctly.

And construction systems have come to meet many of the requirements of global architecture as well as modern means of implementation that have begun to save time and effort with better performance, and with the acceleration of science, nanotechnology architecture has emerged that seeks environmental design through the use of new technology, new materials and advanced scientific methods in solving environmental problems. , By improving energy efficiency and reducing consumption of non-renewable resources, while making full use of clean energy and creating an ideal living environment.

Nanotechnology is the latest and most important product of high-tech in the twenty-first century, as it gave architecture multiple possibilities to form the architectural product that interacts with the natural environment through the use of building materials enhanced with nanotechnology such as glass, concrete, etc., so this technology came to form the link and help in reaching Achieving a balance between smart architecture technology and sustainable architecture, and bridging the technological gap between them through the development of new materials for construction that have smart and environmentally friendly characteristics, and by applying them locally, we obtain highly efficient buildings.

Keywords:

Nano technology - construction materials - building efficiency - smart building performance.

مقدمة:

ظهرت في جميع الأزمنة تقنيات جديدة كانت عاملاً مساعداً على دفع منظومة الفكر المعمارى إلى العولمة والانفتاح على العالم، وفى ظل هذه العولمة حدثت طفرة معمارية هائلة نقلت البشرية من مرحلة إلى أخرى من مراحل التطور التكنولوجى، حيث اكتشفت مواد بنائية وإنشائية، وأيضاً نظم إنشاء معقدة فضلاً عن وسائل التنفيذ الآلية المتطورة، حيث بدأ المصممون المعماريون والإنشائيون استخدام كل ما هو جديد في عالم تكنولوجيا المواد.

فأصبحت نظم الإنشاء تلبى الكثير من متطلبات العمارة العالمية فضلاً عن وسائل التنفيذ الحديثة التي بدأت توفر الوقت والجهد مع الأداء الأفضل، ومع تسارع العلم ظهرت عمارة تقنية النانو التي تسعى إلى التصميم البيئي من خلال استخدام التكنولوجيا الجديدة والخامات الجديدة والوسائل العلمية المتقدمة في حل المشاكل البيئية، من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة والحد من استهلاك الموارد الغير متجددة، مع الاستفادة الكاملة من الطاقة النظيفة وخلق بيئة معيشية مثالية.[٣]

وتعد تقنية النانو أحدث وأهم ما أنتجته التقنيات الفائقة في القرن الحادى والعشرين، حيث أعطت العمارة إمكانيات متعددة لتشكيل المنتج المعمارى المتفاعل مع البيئة الطبيعية من خلال استخدام خامات بناء محسنة بتقنية النانو مثل الزجاج والخرسانة وغير ذلك، فجاءت هذه التقنية لتشكل حلقة الوصل ولتساعد في الوصول إلى تحقيق التوازن بين تكنولوجيا العمارة الذكية والعمارة المستدامة، وتسد الفجوة التكنولوجية بينهما من خلال استحداث مواد جديدة للإنشاء تمتاز بخصائص ذكية وصديقة للبيئة، وبتطبيقها محلياً نحصل على مبانى ذات كفاءة عالية.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في:

- الحاجة إلى تبنى تكنولوجية بديلة (بدلاً من التقليدية) لتقديم بدائل لمواد وخامات ذكية ومتجددة تحقق التوازن ما بين الذكاء التكنولوجى والاستدامة البيئية في ظل استنزاف الطاقة والموارد الطبيعية لمواد البناء.

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث إلى:

- الدمج بين التكنولوجيا والبيئة من خلال استخدام تقنيات التكنولوجيا الذكية المستدامة (تقنية النانو) لتحقيق تصميم متوافق مع البيئة والإنسان معاً.
- توضيح مدى أهمية استخدام تكنولوجيا النانو الذكية والتي نسعى من خلال تطبيقها للحصول على خامات ذكية مستدامة تساعد على رفع كفاءة المبنى.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى:

- إبراز أهمية توظيف تقنيات النانو وإسهامها في مجال العمارة من خلال تقديم مواد بناء وأنظمة جديدة ومبتكرة وذكية تحقق مبدأ الاستدامة.

فروض البحث:

- يفترض الباحث أنه من الممكن رفع كفاءة المبنى الذكى من خلال استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو الذكية.

منهجية البحث:

اتبع البحث المنهج الاستقرائى من خلال التعرف على تقنية النانو الذكية ومدى تأثيرها على العمارة ومواد البناء.

مفهوم النانو Nano:

مصطلح "نانو" مشتق من الكلمة الإغريقية نانوس Nanos وتعنى القزم، وتعرف على أنها وحدة قياس مترية دقيقة ومتناهية الصغر وتعادل واحداً من ألف مليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذرى المعروفة بالأنجستروم وهي لا ترى إلا تحت المجهر الإلكترونى، وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن مقاييس ذرات وجزيئات المواد المركبة والجسيمات المجهرية مثل البكتيريا والفيروسات. (٥)

مفهوم علم النانو:

هو علم يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الذرى والجزيئى بمقياس لا يتعدى ١٠٠ نانومتر، ويهتم أيضاً باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو.

أولاً: المواد النانوية Nanomaterial:

هي فئة متميزة من المواد المتقدمة التي يمكن انتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين ١:١٠٠ نانومتر، وقد تكون مواداً عضوية أو غير عضوية طبيعية أو مصنعة، وتسلك تلك المواد سلوكاً مغايراً للمواد التقليدية.

ولقد استطاع المعماريون أن يدخلوا إلى الجزيئات ويتحكموا بشكل المواد التي توفر كمية هائلة من مواد البناء للتعامل معها والسيطرة على خصائصها لإنتاج مواد نانوية، بالإضافة إلى إمكانية دمج هيكل المبنى الحامل مع الجدران الخارجية والداخلية الأمر الذي يؤثر على قرارات المعماريين وخياراتهم التصميمية، وأيضاً يعطى آفاقاً جديدة للمنفذين في تحقيق كل ما كان مستحيلاً. (٥)

ثانياً: خواص المواد النانوية:

هناك الكثير من الخصائص التي تميز جسيمات النانو منها:

أ. الزيادة النسبية للمساحة السطحية:

إن المواد النانوية لها مساحة سطح أكبر عندما تقارن بمواد أخرى، وهذا يجعل المواد النانوية أكثر نشاطاً كيميائياً ويؤثر في قوتها وخواصها الكهربائية، فأصبحت مواد النانو تستخدم كمواد محفزة.

ب. التأثيرات الكمية:

إن المواد النانوية لم تعد تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية نظراً لأبعادها الصغيرة التي تقترب من الأبعاد الذرية لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم والذي ينعكس على خواصها (كالقدرة على تغير اللون، الشفافية، الصلابة، والقدرة الكبيرة على التوصيل والعزل).

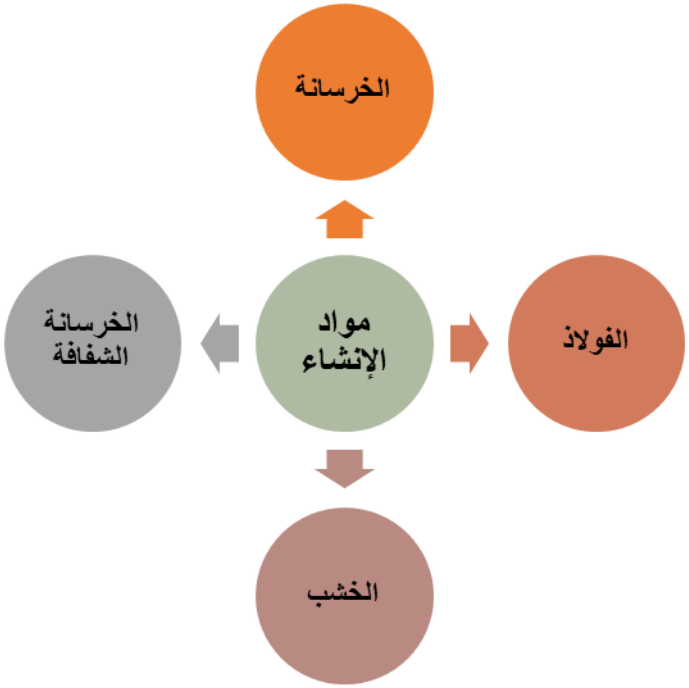
ثالثاً: المباني الذكية في ظل تقنية النانو:

إن تقنية النانو قدمت العديد من التقنيات فائقة الذكاء التي تزيد من كفاءة واستجابة المباني الذكية، فالتنسيق بين تقنيات النانو في العناصر الإنشائية المتقدمة وخامات البناء الذكية وعناصر المبنى المحسنة بتقنية النانو وبين تقنيات المعلومات في نظم

وحدة التحكم المركزى الحاسوبية في إدارة عناصر ووظائف وخدمات المبنى تعمل على زيادة كفاءة الأداء الذكى ويحسن من البيئة الداخلية للمبنى، ويحسن كذلك من الأداء الفعال للمبنى تجاه البيئة الطبيعية. (٨)

رابعاً: تأثير تقنية النانو على مواد الإنشاء:

أدى دمج مواد البناء بتقنية النانو إلى تحسين خواصها وإكسابها إمكانيات أكثر من مادة في نفس الوقت، وفيما يلي سيتم تناول كل مادة من حيث (أثر إضافة تقنية النانو لها) وأهم مميزاتها في عملية الإنشاء.



شكل رقم (١) يوضح استخدام تقنية النانو في مواد الإنشاء

1. الخرسانة:

تعد الخرسانة من أكثر المواد إنتاجاً واستخداماً في العالم، حيث يتم إنتاج حوالي طن واحد من الخرسانة سنوياً لكل إنسان في العالم، ويتم إضافة نوعين من المواد النانوية لها وهما:

أ. <u>الميكرو سيليكا والنانو سيليكا:</u>

تعد أحد منتجات المواد الخام من السيليكون ويتمثل تأثيرها على الخرسانة بزيادة القوة والمتانة، مما أدى إلى تغير في طريقة استخدام الخرسانة في النظم الإنشائية. (١٨)

وتم استخدام هذه المادة في المباني الشاهقة الارتفاع مثل برج خليفة بالإمارات حيث استخدمت في إنشائه خرسانة مع إضافة الميكرو سيليكا والنانو سيليكا مما ساعد على زيادة ارتفاع البرج بشكل كبير.

صورة رقم (١) توضح استخدام المواد النانوية (الميكرو سيليكا والنانو سيليكا) مع الخرسانة المستخدمة في عملية الإنشاء لبرج خليفة بدولة الإمارات المتحدة مما ساعد على زيادة ارتفاع البرج بشكل كبير

ب. ثانى أكسيد التيتانيوم

هو أكسيد يتكون طبيعياً من معدن التيتانيوم، ويتمثل تأثيره على الخرسانة في زيادة القوة وتقنيات التشكيل، وبفضل عملية التحفيز الضوئى فهو قادر على منع تلوث الأسطح ومضاد للبكتيريا ويساعد على تنقية الهواء، فهو يستخدم في الأسطح الخارجية الواسعة في المناطق المعرضة للتلوث مثل كنيسة اليوبيل في إيطاليا للمعمارى ريتشارد ماير.

صورة رقم (٢) توضح استخدام مادة ثانى أكسيد التيتانيوم في عملية إنشاء كنيسة اليوبيل في إيطاليا للمعمارى ريتشارد ماير

فشكل المبنى مستوحى من فكرة الثالوث المقدس من خلال ثلاثة أشرعة بيضاء عملاقة ارتفاعها ٣٦ متراً ، وتقع الكنيسة في منطقة عالية التلوث بعوادم السيارات ودخان المصانع، لذا فقد تم إضافة ثانى أكسيد التيتانيوم إلى الخليط الخرسانى للحفاظ على نظافة السطوح البيضاء، كما ساعد على التخفيف من التلوث البيئي المحيط بالمبنى، ولقد ساعد استخدام هذه المادة في عملية الإنشاء على إنشاء مبانى ديناميكية انسيابية مرنة. (١٥)

2. الفولاذ Steel:

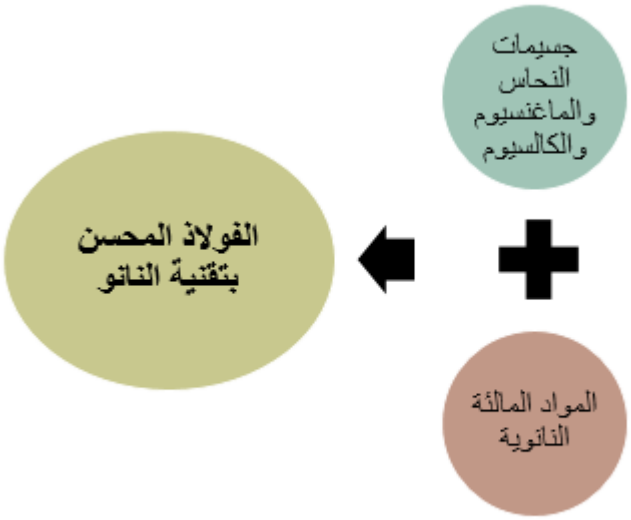
يلعب الفولاذ دوراً هاماً في مجال البناء، ولكنه يفتقر إلى قابلية التشكيل ومقاومة التآكل في بعض الأحيان، لذا فقد تم إضافة مواد نانوية لتحسين خواص الفولاذ أهمها:

أ. جسيمات النحاس والماغنسيوم والكالسيوم النانوية

تعمل هذه الجسيمات على تحسين ترابط جزيئات الفولاذ ورفع مقاومته للحرارة والتآكل.

ب. إضافة المواد المالئة النانوية Nano fillers

وهذه المواد تحسن من الخواص الفيزيائية والكيميائية للفولاذ، كما تزيد من قوة إنحنائه، وتؤثر تلك المواد كثيراً في مقاومة الفولاذ للتآكل وتزيد من قوته، وبالتالي تقليل كمية التسليح في الخرسانة، والتقليل من انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون، ولقد استطاع المصمم من خلال استخدام هذه المواد على إنشاء تصميمات حرة ومرنة ومعقدة بعيداً عن التصميمات التقليدية، ويؤثر الفولاذ على أداء المبنى في الحصول على فراغات واسعة دون وجود أعمدة، وبالتالي تقليل تكلفة الصيانة. (٢)



شكل رقم (٢) يوضح مكونات الفلاذ المحسن فيزيائياً وكيميائياً في عملية الإنشاء (٢٠)

3. الخشب:

يتكون الخشب من هيدرات الكربون واللجنين في هيكله والذي يمكن تدميره بفعل عوامل مختلفة مثل الأشعة فوق البنفسجية والفطريات وتأثير المواد الكيميائية، مما يقلل من متانة الهيكل الخشبى، لذا فقد تم إضافة بعض المواد النانوية لتحسين أداء الخشب مثل: (١٢)

أ. أكسيد الألومنيوم النانوى

تعمل هذه المادة المضافة على زيادة صلابة الخشب ومقاومته للتآكل والخدش.

ب. أكسيد الحديد وثانى أكسيد التيتانيوم النانوى

تعمل هذه المواد على حماية الخشب من الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة الفطريات والعفن، وبالتالي تزيد من العمر الأفتراضى للخشب المستخدم في المباني.

ج. النانو سيليكا

تعمل هذه المادة على زيادة صلابة الخشب ومنع تسرب الماء وعدم نفاذية البخار.

إن هذه المواد المضافة تعمل على تحسين الأداء الهيكلى للخشب ومقاومته وزيادة عمره الافتراضى، مما يعطيه القدرة على الاستدامة، بالإضافة إلى سهولة تشكيل الخشب والحصول على التصميمات المطلوبة بكل سهولة، وتعد مظلة متروبول الشمسية الملونة في اسبانيا أكبر هيكل خشبى في العالم، حيث يصل ارتفاعها إلى ٢٨ متراً وتغطى مساحة أكثر من ١١٠٠٠ متراً مربعاً.

صورة رقم (٣) توضح إضافة مادة النانو سيليكا إلى الخشب لزيادة صلابته ومقاومة العوامل الجوية في مظلة متروبول الشمسية الملونة في أسبانيا

إن الخشب المستخدم في الهيكل مصنوع من تقشير جذوع شجرة التنوب بسمك ٣ ملم وتم معالجته بمواد نانوية من البولى يوريثين، مما جعله أكثر مقاومة للحرارة والرطوبة والفطريات، كما تم إضافة مواد نانوية أخرى له لإنتاج بنية متجانسة قوية غير قابلة للانحناء ومقاومة للحرائق، تتمتع بالمرونة ومقاومة عالية للشد والضغط، مما يجعله أفضل من الخشب العادى.

إن هذا النوع من الخشب يساعد على إنتاج تصميمات عضوية تتمتع بالمرونة، ويعطى إحساس للمبنى بأنه مولود من الطبيعة، كما يعمل على التقليل من انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون، وتأمين بيئة داخلية مريحة. (٦)

4. الخرسانة الشفافة:

تعرف أيضاً بالخرسانة الباعثة للضوء، فهى مادة بناء جديدة مصنوعة من خلال دمج الألياف البصرية مع الخرسانة، والهدف الرئيسى منها هو استخدام ضوء الشمس كمصدر للضوء للحد من استهلاك الطاقة للإنارة.

وتستخدم في العمارة سواء لأغراض إنشائية أو جمالية في الفراغ الداخلى أو الخارجي، وتعطى الشفافية النسبية للخرسانة الشفافة انطباعاً بأن سمك ووزن الخرسانة سوف يختفى، بالإضافة إلى تحقيق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار، وشكل الواجهات الخارجية في الليل تصبح امتداداً للفراغ الداخلى والعكس صحيح، كما أن دمج الخرسانة الشفافة مع أضواء ال LED تعطى إمكانيات واسعة للتصميم المعمارى الداخلى والخارجى، وتساعد على خلق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن، وكذلك فراغ داخلى حيوى مضاء من الخارج. (١)

صورة رقم (٤) توضح استخدام الخرسانة الشفافة في عملية الإنشاء لخلق واجهات حيوية وديناميكية، وكذلك الحد من استهلاك الطاقة للإنارة

خامساً: المواد النانوية والمواد الذكية المستخدمة في العمارة

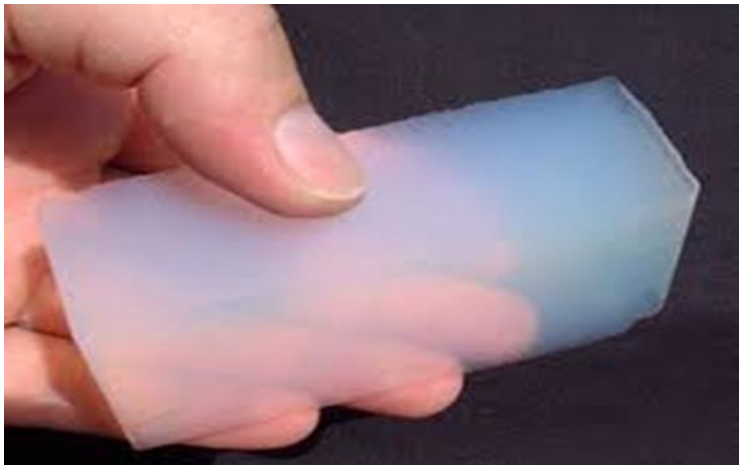
1. الخرسانة المسلحة ذات الألياف الكربونية

يتم إضافة ألياف قصيرة من الكربون إلى الخلطة الخرسانية، وتؤدى هذه الإضافة إلى تمكين الخرسانة من اكتشاف الإجهادات والتشوهات الموجودة داخل الخرسانة، ويمكن رصد العيوب داخل الخرسانة بواسطة مجسات كهربائية، وأيضاً استخدام مقياس لمراقبة الإجهاد والتشوه في الخرسانة الذكية. (٤)

صورة رقم (٥) توضح استخدام الخرسانة المسلحة ذات الألياف الكربونية في عملية الإنشاء

2. مادة الأيروجيل:

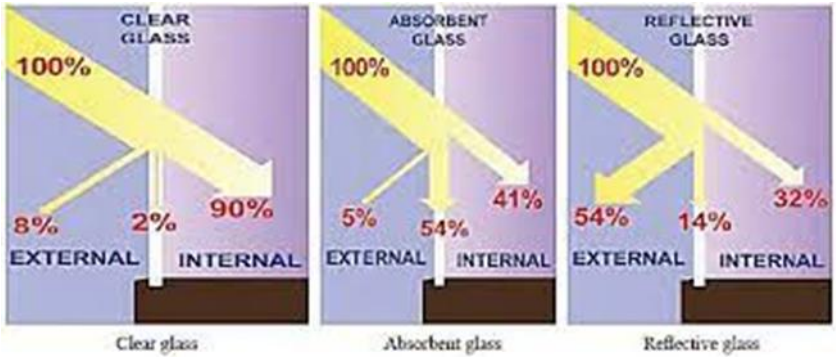
وهى مادة هلامية شفافة تشبه الزجاج، ويمثل الهواء ٩٩,٨ من حجمها الكلى، وبكثافة تقدر ب ٣مجم/ سم، لذلك فهى أثقل من الهواء بمقدار ثلاث مرات، كما تعتبر عازل جيد للحرارة، حيث تقلل درجة الحرارة بما يعادل سمك ١٠-٢٠ سم من زجاج النوافذ العادى، فضلاً عن أنها خفيفة الوزن.



صورة رقم (٦) توضح مادة الأيروجيل الهلامية الشفافة التي تشبه الزجاج

ومن أهم تطبيقاتها **الزجاج المتجلط** لاحتوائه على هلام الأيروجيل بين طبقاته، فهو يستجيب للأشعة الشمسية بسرعة فيتجلط مغيراً لونه إلى الحالة نصف الشفافة، فعند سقوط الأشعة الشمسية يتجلط هلام الأيروجيل بداخل الزجاج ليتحول من الحالة الشفافة إلى الحالة النصف شفافة. (٧)

حيث ينخفض معامل نقل الضوء ذاتياً كلما ارتفعت درجة الإضاءة الساقطة وليس له علاقة بدرجة الحرارة، لذلك فإن شفافيته تعتمد على شدة وزاوية سقوط الضوء، كما أنه جيد العزل الحراري ويوفر الخصوصية للفراغ الداخلى.



صورة رقم (٧) توضح مدى استجابة الزجاج المتجلط للأشعة الشمسية لتغيير حالته

صورة رقم (٨) توضح استخدام الزجاج المتجلط (المحتوى على مادة الأيروجيل بين طبقاته) لتوفير عنصر الخصوصية داخل الفراغ الداخلى

ومن تطبيقاتها أيضاً الزجاج الهلامى والذى يحتوى على هلام السيليكا الهوائى، وتعمل هذه الطبقة على تخفيض معامل التوصيل الحرارى إلى الحد الأدنى، كما ترفع عامل الانتقال الضوئى، وكذلك الزجاج الرغوى حيث تستخدم مادة الأيروجيل لملئ الفراغ بين طبقتى الزجاج، مما يساعد على زيادة العزل الصوتى وإمكانية تشتيت الإضاءة والوهج.

صورة رقم (٩) توضح استخدام الزجاج الهلامى في عملية الإنشاء

صورة رقم (١٠) توضح استخدام الزجاج الرغوى في عملية الإنشاء

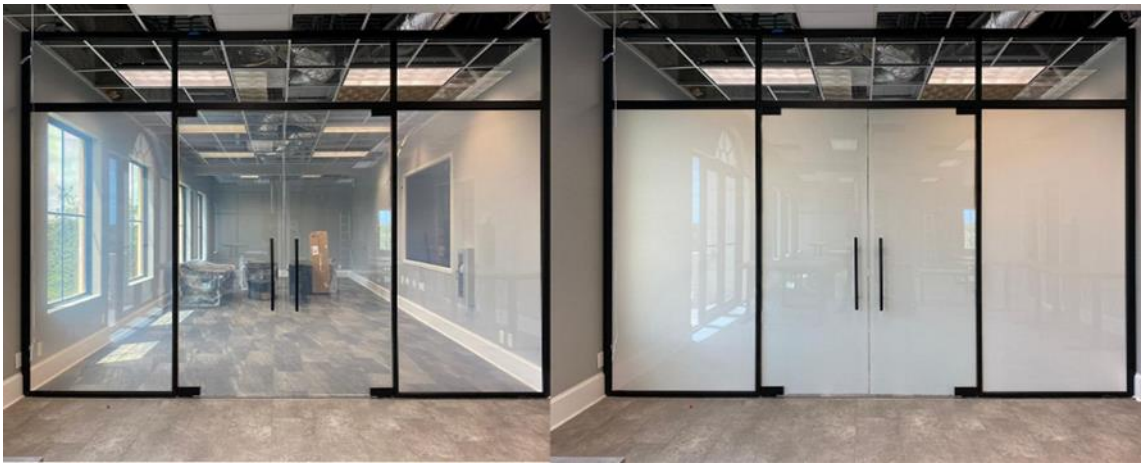
3. الزجاج ذاتى التنظيف:

هو زجاج مطلي بمادة ثانى أكسيد التيتانيوم والتي تساعد على التنظيف الذاتي والتخلص من الملوثات العالقة.

صورة رقم (١١) توضح استخدام الزجاج ذاتى التنظيف في المباني الذكية

4. زجاج يستخدم تطبيقات ال Electrochromic Technology

تتميز المواد المستخدم فيها هذه التكنولوجيا بقابليتها على تغيير لونها (القابل للانعكاس) نتيجة استخدام التيار الكهربائى، فالزجاج يتحول إلى العتمة بسبب وصول تيار كهربائى منخفض الشدة، بينما يعود إلى حالة الشفافية عند استخدام تيار كهربائى مرتفع الشدة



صورة رقم (١٢) توضح حالة الزجاج المستخدم داخل الفراغ نتيجة تغير شدة التيار الكهربائى

5. زجاج يستخدم تطبيقات ال Photochromic Technology

إن مواد ال Photochromic تمتص الإشعاع الساقط عليها، فيسبب تغيراً كيميائياً قابلاً للانعكاس، حيث تمتص هذه المواد الطاقة الكهرومغناطيسية الموجودة في الأشعة فوق البنفسيجية لتولد تغيراً جوهرياً في خصائصها، وبناء على هذه الطاقة تتغير المادة فتكون عاكسة أو نفاذة (ممتصة). (٩)

إن الجزيئات المستخدمة في هذه المواد تظهر بلا لون (شفافة) عندما تكون غير فعالة، إلا أنه عندما تتعرض لفوتونات بطول موجي معين (أشعة الشمس) فإن البنية الجزيئية الداخلية تتوهج فتبدأ بالانعكاس عند الأطوال الموجية الأطول للطيف المرئى، فتظهر بلون الموجة التي تعكسها كما في صورة (١٣)، وتعتمد شدتها على مدى مباشرة أشعة الشمس، وهذه التقنية تفيد في تعدد شكل الزجاج والتشكيل العام للواجهات.

صورة رقم (١٣) توضح الزجاج المستخدم لتقنية photochromic technology

6. مواد بناء نانوية سهلة التنظيف:

هي خامات تكون قوة الجذب بينها وبين الاتساخات قليلة (بفعل التوتر السطحى)، مما يجعل الدهون والاتساخات تأخذ شكلاً كروياً فيسهل تنظيفها، وتستخدم في طلاء الأجهزة الصحية والخرسانة الظاهرة والزجاج، وتوفر أسطحاً خالية من الشوائب وتوفر الوقت والجهد والتكلفة. (١٣)

7. تقنيات النانو للحماية من الشمس:

أتاحت الحلول المبتكرة لتقنيات النانو وسيلة جديدة لدمج وتكامل الزجاج مع المبنى باستخدام electrochromatic glass، وهذه التقنية لا تحتاج إلى التيار الكهربائى بشكل مستمر، ولكن يستخدم المفتاح اليدوى للوصول إلى الدرجة المطلوبة من التعتيم أو درجات اللون الأزرق القاتمة ثم يطفئ المفتاح، ثم يستخدم مرة أخرى للوصول إلى درجة تعتيم أخرى وهكذا.

وتعتبر الطاقة الكهربائية اللازمة لعملية التلوين (التعتيم) هي الحد الأدنى، نظراً لأن الكسوات رقيقة جداً، كما أن عملية التحول من لون إلى أخر تستغرق بضع دقائق قليلة، وفى حالة استخدام تقنيات Photocromatic فإن ضوء الشمس هو من يقوم بعملية التعتيم أو الشفافية تلقائياً، ومن الجدير بالذكر أن هذه التقنية تجعلنا لسنا في حاجة إلى استخدام الستائر الشمسية. (١٩)

إن الفرق بين تقنية electrochromatic وphotocromatic glass، فالأولى تمكنا من الوصول والتحكم في درجات متفاوتة من التعتيم والشفافية، كما أنه يمكن التنسيق بين عملية تشغيل وإيقاف التيار الكهربائى تبعاً لمعلومات سابقة يتم تثبيتها

على وحدة الحاسب المسئولة عن حالة المبنى والفراغات، أما التقنية الثانية فهى ذاتية الاستجابة، وتعمل هذه التقنية على تخفيض الطاقة المستخدمة من أجل تبريد المباني.

8. تكنولوجيا الحبيبات العالقة:

هى تقنية تشبه البلورات السائلة، لكن الفارق أنها تعتمد على حبيبات ميكروسكوبية من مادة صلبة ماصة للضوء، ويتم حصر هذا السائل بين لوحى زجاج مطليين بمادة شفافة موصلة للتيار الكهربى، وعند إمرار التيار الكهربى في اللوحين الموصلين تتراص هذه الجزيئات بشكل منظم يغير من شفافية الزجاج تبعاً لظروف التشغيل، ويمكن التحكم في درجة الشفافية من خلال التحكم في التيار الكهربى. (١٦)

وتتميز هذه التقنية بالتغير التدريجى المتعدد لشفافية الزجاج تبعاً للحاجة، كما أن هناك أنواع متعددة منه أكثرها اعتماداً تلك التي تقل نفاذيتها عن ١% وهو مغلق وتصل إلى ٢٢% وهو مفتوح وهو ما يقلل الاستفادة من الإضاءة الطبيعية، كما أن هناك نوعيات أخرى تحقق نفاذية تصل إلى أكثر من ٥٧% وهو ما لا يحقق الخصوصية.

صورة رقم (١٤) توضح زجاج يستخدم تكنولوجيا الحبيبات العالقة، ويمكن الاستفادة منها في الحصول على بدائل متعددة للنوافذ من خلال التحكم في توصيل أو قطع التيار وتوفير الشفافية أو العتمة أو الخصوصية المطلوبة

9. الأسمنت الذكى:

يحتوى هذا الأسمنت على أعصاب صناعية تتيح اكتشاف التغيرات الداخلية، ويمكنا هذا الأسمنت من تحديد نقاط الضعف بالمبنى، ويمكن تزويد هذا الأسمنت بألياف كربون قطرها عشرة أجزاء من المليون وطولها بضع سنتيميترات فتزيد من ناقليته الكهربائية بمقدار ١٠%.

سادساً: دور النانو تكنولوجى في زيادة كفاءة الطاقة:

تعد الطاقة الشمسية هي المصدر الأكثر وفرة من بين مصادر الطاقة المتجددة، وهناك حاجة شديدة إلى تحقيق آفاق جديدة لجعل عملية تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء أكثر فعالية من حيث التكلفة وتوليد الكهرباء، فظهرت الخلايا الشمسية العضوية ذات البنية النانومترية المصنوعة من البوليمرات مثل اللدائن، وهى تقنية تختلف عن الطرق التقليدية.

وبالتالي فإنها تعطى قيمة إضافية للمبنى، حيث تمثل قيمة إضافية لغلاف المبنى بالنسبة للواجهات، وتعمل على خفض تكاليف التشغيل، وتوفير الراحة لمستخدمى المبنى. (٥)

كما تلعب الدهانات المحسنة بتقنية النانو دوراً كبيراً حيث يمكن استخدامها على جميع أنواع الزجاج في مختلف المباني، ففي البيئة الحارة يمكن استخدام الزجاج الملون أو الطلاء المعدنى الرقيق والذى يستخدم ليعكس حرارة الشمس ويمنعها من دخول المبنى، مما يقلل من الحاجة إلى التبريد الصناعى.

وفى حالة أن تكون البيئة باردة فتستخدم دهانات انتقائية للطول الموجى مثل أكاسيد القصدير حيث تكون شفافة لكنها تعكس الأشعة تحت الحمراء مما يسمح بدخول ضوء الشمس ويمنع خروج الحرارة الداخلية إلى الخارج، مما يقلل من متطلبات التدفئة.

سابعاً: تطبيقات تقنيات النانو في المباني الذكية:

يعد مجال التشييد والبناء واحداً من أهم التطبيقات الحديثة لتقنيات النانو تكنولوجى، حيث تسهم هذه التكنولوجيا في إنتاج العديد من مواد البناء ذات ميزات وخصائص حرارية، كهربائية، ميكانيكية، كيميائية، وفيزيائية، حيث ستكتسب مبانى النانو العديد من الخصائص أهمها " مقاومة درجات الحرارة العالية، الإشعاعات الضارة، والحماية من الحرائق، وصولاً إلى القدرة على التنظيف الذاتي" كما ستتمكن المباني من صيانة ومعالجة أي تشققات وتصدعات مبكراً وإصلاحها بنفسها بصورة مباشرة وتلقائية. (١٤)

وتساعد تكنولوجيا النانو في إنتاج مواد البناء لتحسين خصائصها ووظائفها، مما يرفع من كفاءة الطاقة في المباني لتجعلها خفيفة الوزن وأكثر قوة ومتانة ومقاومة للتصدعات والتشققات والتآكل، ولتفيد في حماية الأسطح والجدران من التصاق الغبار والملوثات والمحافظة على ثبات درجات الألوان، العزل الحرارى، مقاومة الأشعة فوق البنفسجية، مقاومة الرطوبة. بالإضافة إلى الخصائص البيئية متمثلة في مساعدة مواد البناء في التقليل من كمية انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون في البيئة، وبالتالي المحافظة على سلامة النظام البيئي.

مفهوم المبنى الذكى:

هو المبنى المجهز بطريقة تقنية، اكتسب بها القدرة على التفكير، من أجل تغيير سلوكه وفقا لاحتياجات المستخدم، وبالتكيف مع الظروف الخارجية أي أنه يعني " القدرة على برمجة الفراغ بطريقة إلكترونية بمجموعة من الاحتمالات الممكنة الحدوث التي تمكن مكوناته المختلفة من التكيف والتصرف وفقا لما يقابله من ظروف ومتغيرات معروفة مسبقا. (١٠)

ويعتمد المبنى الذكى على التقنية لتحقيق أهداف تتعلق بالبيئة والحفاظ على الطاقة والأمان والاستدامة، وتختلف مستويات المباني الذكية ودرجتها في التفاعل والاستجابة مع المحيط تبعا لمستوى التكنولوجيا المستخدمة بها.

ثامناً: أهم النظم التكنولوجية الذكية المستخدمة في المبنى الذكى الفعال (١١)

١. <u>نظم الاتصالات والتحكم الذكي</u>

توجد أجهزة استشعار داخلية خاصة بالمبنى تساعد جهاز الكمبيوتر في تحديد مدخلات المبنى من حيث الحرارة والهواء.

٢. <u>القدرة على التغير</u>

يمتلك المبنى القدرة على تغيير خصائص الغلاف الخارجي على حسب الفصول المناخية على مدار العام، وفي اليوم الواحد بناء على حرارة الجو.

صورة رقم (١٥) توضح تغير المنظر الخارجي للفراغ المعيشي مع دوران المبنى

٣. القابلية لتوفير متطلبات المستخدمين:

يتحول المبنى في فصل الصيف بعيدا عن أشعة الشمس لمنع الحرارة الزائدة، وذلك من خلال إدارة المبنى لجهة الشمال الشرقي وفتح النوافذ ليلا، مما يمكن الحفاظ على درجة حرارة الغرفة ٢٥ درجة مئوية.

٤. الاستفادة من الطاقة الشمسية:

يحتوي المبنى على مسطحات زجاج خارجية بكامل مساحة الغلاف الخارجي، والتي تسمح بمرور أشعة الشمس المباشر إلى الفراغات الداخلية للمبنى طوال النهار، ويتم ذلك من خلال دوران المبنى حول نفسه وتوجيهه لاتجاه الشمس طبقا للاحتياج.

صورة رقم (١٦) توضح مسطحات الزجاج الخارجية التي تسمح بمرور أشعة الشمس إلى داخل المبنى

٥. النظام الغير ذاتي للطاقة الشمسية:

أ- الاكتساب الضوئي:

توجد مصفوفة من الخلايا الشمسية على سطح المبنى تعمل علي تحويل أشعة الشمس المباشرة إلى طاقة كهربائية، وهي موضوعة على حامل قابل للدوران والحركة مع أشعة الشمس في الاتجاهين الأفقي والرأسي، ويتم هذا التتبع من خلال وجود جهاز استشعار لاتجاه أشعة الشمس وسط المصفوفة، مما يسمح بالاستفادة من أكبر قدر ممكن من الأشعة المباشرة بغض النظر عن توجيه المبنى تجاه الشمس.

وتنتج تلك الخلايا ما يعادل خمس أضعاف الطاقة الكهربائية اللازمة لتغذية المبنى، ويباع أي فائض من الكهرباء إلى شركات الكهرباء الحكومية بنفس السعر الذي كان يتم شراؤها به. (١٧)

ونظرا لكمية الطاقة الكبيرة اللازمة لحركة المبنى ككل ودورانه حول نفسه، فإن الكهرباء الزائدة عن احتياجات المبنى الداخلية يتم استهلاكها في هذه الحركة، مما يبدد أضعاف الطاقة الإضافية وقلل من الفائض المباع لشركات الكهرباء.

ب- الاكتساب الحراري:

يتم تركيب مجمعات من الأنابيب المفرغة والمثبتة على محيط درابزين التراس الدائري المحيط بالمنزل، وذلك لتوفير المياه الساخنة اللازمة للمبنى طول العام، يتم تخزين المياه الساخنة بالطاقة الشمسية في خزانات بلطابق السفلي عن طريق نقلها في أنابيب تقع وسط السلم الداخلي في منتصف المبنى.

صورة رقم (١٧) توضح الخلايا الشمسية على سطح المبنى تتحرك مع حركة الشمس للإستفادة بأكبر قدر ممكن من الطاقة الضوئية

تاسعاً: نموذج لمبنى عالمى استخدمت فيه المواد الذكية:

اسم المبنى: pavilion for the cooper – Hewitt National Design Museum

المعمارى: Kieran Timberlake Associates

سنة الإنشاء:٢٠٠٣م

الموقع: New YORK,USA

صورة رقم (١٨) توضح منظور عام لمتحف HEWITT NATIONAL DESIGN MUSEUM بالولايات المتحدة الأمريكية

المواد الذكية المستخدمة في المبنى:

يتبع المبنى نظام الغلاف المزدوج، حيث تتكون الطبقة الخارجية المكونة لغلاف الواجهة من مادة بولى ايثيلين تيريفثاليتPET الشفافة والمرنة.

- تم تزويد الغلاف الخارجي بالخلايا الضوئية العضوية OPV لجمع وتحويل أشعة الشمس مع طبقة رقيقة من البطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية مع الدوائر الموصلة لتوزيع الكهرباء والتحكم في الوظائف.

- تجاور الغلاف الخارجي طبقة دائمة معزولة حرارياً من الهواء، والتي تكونت بمساعدة من الغلاف الداخلى ، حيث يتم دمجها بواسطة مادة الأيروجيل المعزولة حرارياً، و توفر مادة الأيروجيل مقاومة حرارية جيدة.

ومن خلال ما سبق يرى الباحث أنه يمكن التحكم في المناخ والإضاءة وعرض المعلومات والطاقة عن طريق الغلاف المزدوج والطبقة الخارجية والتي تتكون من مادة PET الشفافة والمرنة والعازلة، و يمكن تطبيق مواد ذكية إلكترونية مختلفة عليها مثل الخلايا الضوئية العضوية OPV لجمع وتحويل أشعة الشمس، وأيضاً يمكن استخدام الصمامات العضوية الباعثة للضوء OLED للإضاءة والعرض الإلكترونى، كما تجاور الغلاف الخارجي طبقة دائمة معزولة حرارياً من مادة الأيروجيل.

نتائج البحث:

1. إن استخدام مواد ذكية ذات رد فعل طبيعى مقاوم للعوامل الجوية كالحرارة المرتفعة، وتقليل الوهج داخل المبنى ساعد في خلق بيئة مستدامة صديقة للبيئة مما أدى إلى استهلاك أقل للطاقة.
2. تزداد القيمة المعمارية للخامات الذكية والمواد النانوية حين تدمج مع نسيج المبنى باعتبارها بديلاً لخامات البناء التقليدية، وهذه الدرجة من التكامل أفضل من كونها تضاف بعد استخدام المواد التقليدية بهدف تحسينها، حيث تعتبر بذلك تكلفة إضافية زائدة.
3. تضيف المواد الذكية قيمة جمالية للمبنى وتضفى ملمساً متميزاً للغلاف الخارجي الأمر الذى يدفع المصمم إلى تصميم مبانى تتواءم مع الطبيعة، وخلق فراغات ذات ديناميكية فعالة.
4. ساعد تطور المواد الذكية على تحقيق فكرة الواجهة المتكيفة القادرة على التغير استجابة لتغيير الظروف.
5. تتطلب أغلب تطبيقات المواد الذكية تمويلاً كبيراً في بداية إنشاء المبنى لأنها مكلفة جداً من حيث التصنيع والتأسيس والتركيب، ولكنها تكون أوفر على مدى العمر الافتراضى للمبنى.
6. يمكن تحسين جودة الهواء وتحقيق الراحة الحرارية باستخدام أنواع مختلفة من الزجاج المعالج بتقنية النانو.
7. تدعم تقنيات النانو العديد من جوانب الاستجابة بالمبانى الذكية، ويمكن تحديد ذلك في النقاط التالية:

- زيادة كفاءة منظومة توليد الطاقة من الشمس.
- زيادة قدرة أجهزة الاستشعار على مراقبة درجات الحرارة، مما يزيد من دقة النتائج التي يقررها المبنى الذكى، خاصة في المواد ذات الحساسية العالية للحرارة.

توصيات البحث:

على المعمارى القيام بالآتى:

1. زيادة الوعى بتكنولوجيا النانو ودورها في تحسين خصائص وإمكانات مواد البناء، وكذلك أداء المبنى الذكى.
2. ضرورة اعتبار المواد الذكية والدهانات الواقية الفعالة المستخدمة كطلاءات للمبانى واحدة من أهم المنهجيات الذكية للحفاظ على الطاقة، حيث أن كثير من الناس لا يدركون مزاياها إلا على المدى الطويل.

على المراكز البحثية القيام بالآتى:

1. دعم مراكز الأبحاث على تطوير مواد البناء النانوية بما يكفل رفع كفاءة المباني وتحسين جودة البيئة الداخلية.
2. ضرورة تشجيع عقد الندوات والمؤتمرات لتقديم العديد من الدراسات والأبحاث التي تهتم بتطبيقات المواد الذكية (النانو تكنولوجى) في مجال العمارة والتصميم الداخلى.

3. ضرورة عمل أنشطة بحثية باستمرار في مجال التشييد للاستفادة من الإمكانات الكبيرة لتوفير الطاقة وتصميم المباني المستدامة من أجل حل المشكلات البيئية وخاصة مشكلات الطاقة.

المراجع العربية:

1. إبراهيم، ماجدة بدر أحمد - "العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجى في التحكم البيئي وترشيد استهلاك الطاقة بالمبانى- دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمبانى الذكية" – بحث غير منشور للحصول على درجة الدكتوراه – جامعة عين شمس - ٢٠١٠م.

Ibrahim, Magda Badr Ahmad – "Al omara al zakia k madkhal ltatbek al tatawor al teknology fi althakom al be'ey w tarshid esthlak altaka bel mabany – Derasa tahleleya l taqeem al adaa' al be'ey ll mabany al zakia" – Bahs ghir manshor ll hosol ala daraget al doktorah – Gam'et Ain Shams – 2010.

2. عبد الوهاب، نهى- "حماية البيئة وترشيد استهلاك الطاقة في المبنى من خلال اختيار مواد البناء" – رسالة ماجستير – جامعة القاهرة – ٢٠١٣م.

Abd e lwahab, Noha –"hemayet albe'a w tarshid estehlak Altaka fi almabna mn khelal ekhtyar mawad al benaa" – Resalet Magister – Gam'et al Qahira – 2013.

3. عبدالله، أمجد محمود – "التطور والتغير في الفكر الجديد لعمارة الأبنية الصناعية الذكية" – بحث غير منشور للحصول على درجة الدكتوراه – قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة – جامعة بغداد – العراق - ٢٠٠٧.

Abdallah, Amgad Mahmoud –"Altatwor w Altaghaior Fi Alfekr algadid le omaret Al abneya alsena'ia al zakia" - Bahs ghir manshor ll hosol ala daraget al doktorah – Qesm Al Handasa al me'maria – Koleyat Al Handasa – Gam'et Baghdad – Al iraq – 2007.

4. فاضل، أسماء مجدى - "العمارة التكنولوجية وانعكاسها التكنولوجى على التصميم" – رسالة ماجستير – جامعة القاهرة – ٢٠١١م.

Fadel, Asmaa magdy – "Al omara al teknologya w enekasha al teknology ala al tasmem" – Resalet Magister – Gam'et Al Qahira – 2011.

5. فلاح، حازم - "كيف تعمل النانو تكنولوجى" – مجلة الفيزياء العصرية – العدد العاشر – ٢٠١٢م.

Fallah, Hazem – "Kayf tamal al nano teknology" – Magalet al physiaa al alasreya – al adad al ashir – 2012.

6. محمود، رضاب أحمد - "الأبنية المدارية الذكية –دراسة أثر التكامل البيئي التقنى في تقليل كلفة المبنى الإنشائية والتشعيلية" – رسالة ماجيستير – الجامعة التكنولوجية - بغداد – العراق – ٢٠٠٩م.

Mahmoud, Redab Ahmad – "Al abneya al madareya al zakia – Deraset asar al tkamol al be'ey al teqany fi taqlel kolfet almabna al ensha'eya wal tashghileya" – Resalet Magister – Al Gamaa al teknologya – Baghdad – Al Iraq – 2009.

7. وصفى، رؤوف - " لقاء المستقبل بين العلم والتكنولوجيا " – المكتبة الأكاديمية – ٢٠٠٧ م.

Wasfy, Ra'of – "Leqaa al mostakbal bien al elm wal teknologya" – Al maktaba al akadimeya – 2007.

المراجع الأجنبية:

8. Addington, M & Schodeck, D." Smart Materials and Technologies for the architecture and design professions", Architecture Press, an imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK. (2004).

9. Dogne, N.& Choudhary, A. Smart construction materials and techniques. Alternative & innovation construction materials and techniques national conference, (2014).

10. Lee, E&Carmody," window system of high performance building", Norton& company, INC., Avenue, Newyork, 2004.
11. Noha, H., Hafnawi, The effect of the use of smart materials on the environmental performance of buildings in dry areas. Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, Cairo University. Unpublished research for master's degree. (2013).
12. Ritter, A. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Architectural Press, Berlin, 2007.
13. Seeboth, A, Schneider, j,"Materials for intelligent sun protecting glazing, solar energy materials& solar cells", Berlin, Germany.
14. Smart Materials – Toward A New Architecture, Publicated Paper, Department of Architecture, and Faculty of Engineering, Mataria, and Helwan University.
15. Wang, S,"Intelligent Buildings and Building Automation", Spon press, London, 2010.

Websites:

16. http://bahkalimantap.blogspot.com/2011/10/advantages-and-disadvantages-of.html.
17. http://www.arab-eng.org/vb/t307384.html,7/8/2023.
18. http://www.explainthatstuff.com/how-self-cleaning-windows-work.html.9/8/2023
19. http://precast.org/precast-possibilities/case-studies/depollution-and-photocatalysis-of-precast-concrete.2/8/2023
20. المصدر: الباحث