ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Vol. 1, No. 40 April 2019, pp.102-108.
Journal Homepage: www.feng.bu.edu.eg

# تأثير تقنية النانو على مواد التشطيبات في المباني السكنية

# Effect of nanotechnology on finishing materials in Residential Buildings

م/الاء صالح أحمد علي مبروك[١]، د. ماجد محمد أبو العلا[٢]، أ.د منى حسن سليمان[٣]

١- باحثة الماجستير- قسم عمارة- كلية هندسة- جامعة الفيوم،
٢- مدرس بقسم الهندسة المعمارية- كلية هندسة- جامعة الفيوم
٣- أستاذ بقسم الهندسة المعمارية – كلية هندسة - جامعة الفيوم

**ملخص البحث:**

تكنولوجيا النانو هي تطور التكنولوجيات النظيفة لتقليل المخاطر المحتملة على صحة الإنسان واستخدام منتجات تكنولوجيا النانو، يؤدي إلى إنتاج منتج معماري متفاعل مع البيئة الطبيعية، كما يساعد على رفع كفاءة المبنى وظيفيا وبيئيا ويقلل من تكلفته على المدى البعيد. وترتكز إستخدامات تكنولوجيا النانو في محورين أساسيين أولا انتاج مواد نانوية دون احداث ضرر لصحة الإنسان، ثانيا انتاج منتجات نانوية تمدنا بحلول لمشاكلنا. وتوفير بيئة صحية خالية من الملوثات والميكروبات الناقلة للأمراض من خلال استخدام تقنية النانو وتحديد دور هذه التقنية في تطوير العناصر المعمارية التقليدية من حيث التصميم والأداء وكيفية الإستخدام مواد الإنشاء، بحيث يمكن استخدامها كمكون أساسي معاصر في تصميم وإنشاء المباني ذات التقنية العالية وللوقوف على ماجاء بها من فكر وفن معماري وانشائي. ويعتمد البحث على تحليل مجموعة من المشاريع المعمارية تم تطبيق تقنية النانو بها وتحليل ودراسة تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو بهذه المشروعات ثم تحديد مجموعة من الإشتراطات والمحددات، للوصول الى مدى تأثير استخدام مواد التشطيبات النانوية على أداء المبنى، تنتهى الدراسة البحثية بأهم النتائج التى تشتمل على استخدام تقنية النانو فى المباني السكنية للإرتقاء بأداء البيئة ثم نختم الدراسة البحثية بالتوصيات المقترحة.

**الكلمات المفتاحية:** تقنية النانو، عمارة النانو، مواد التشطيبات

**Research Summary:**

Nanotechnology is the development of clean technologies to reduce the potential risks to human health and the use of nanotechnology products, producing an architectural product that is interacting with the natural environment, and helps to increase the efficiency of the building functionally and environmentally and reduces its cost in the long term. The use of nanotechnology is based on two main axes: first, the production of nanoparticles without harm to human health; and second, the production of nanotechnologies that provide solutions to our problems. And to provide a healthy environment free of pollutants and microbes carrying diseases through the use of nanotechnology and determine the role of this technology in the development of traditional architectural elements in terms of design and performance and how to use construction materials, so that can be used as a basic component in the contemporary design and construction of high-tech buildings and to see the full of Art and architectural thought and art. The research is based on the analysis of a series of architectural projects, in which nanotechnology was applied, analysis and study of the impact of application of nanotechnology in these projects, In order to determine the impact of the use of nanoscale materials on the performance of the building, the study concludes with the most important results, which include the use of nanoscale materials in residential buildings to improve the performance of the built environment and conclude with the proposed recommendations.

**Key Words**:Nanotechnology, nanoarchitecture, finishing materials

**مقدمة البحث:**

لقد سيطرت التقنيات الفائقة وخاصة تقنية النانو على مختلف مجالات الحياة وخصوصا العمارة من خلال استغلال إمكانياتها في انتاج مواد جديدة أو تحسين خواص مواد معينة، مما أدى الى ظهور عمارة النانو وهي أحدث وأهم ما أنتجته التقنيات الفائقة في القرن الحادي والعشرين حيث أعطت العمارة إمكانيات متعددة لتشكيل منتج معماري متفاعل مع البيئة الطبيعية من خلال استخدام مواد بناء محسنة بتقنيات النانو، ويتناول البحث تقنية النانو وتأثيرها على مواد التشطيبات في المباني السكنية حيث أتاحت هذه التقنية خصائص أثرت على الشكل المعماري للمبنى السكني، كما ساعدت في زيادة كفاءة المباني السكنية، و أضافت أبعادا جديدة للمصمم

المعماري مكنته من تجسيد أفكاره والتعبير عنها بشكل كامل، مما أدى الى الوصول لتشكيلات معمارية متناهية في الروعة والتعقيد، كان من المستحيل الوصول إليها دون تقنية النانو فقد قدمت حلولا للمبنى السكني وقللت من التكلفة الإقتصادية.

**مشكلة البحث:**

ان تقنيات العمارة المستخدمة في تصميم وانشاء المباني السكنية لا تزال تعتمد في المقام الأول على رفع كفاءة المبنى دون التركيز على تكنولوجيا العمارة الحديثة فتكمن مشكلة البحث في إغفال بعض المتخصصين في مجال العمارة بفوائد استبدال التكنولوجيا المستخدمة حاليا لتحقيق بديلتها من تكنولوجيا النانو.

**هدف البحث:**

تحديد تأثير مواد التشطيبات النانوية ومجال تكاملها مع المباني السكنية لرفع كفاءة التصميم والإنشاء والأداء للمباني السكنية ذات التقنية العالية.

**المنهجية البحثية:**

ترتكز المنهجية البحثية في شقها الأول على الأسلوب التجميعي للقاعدة النظرية القائمة على التعريف بتقنية النانو وعمارة النانو وتأثيرها على المبنى السكني. وتعتمد في شقها الثاني على الأسلوب التحليلي الوصفي لتحليل مجموعة من المشاريع المعمارية تم تطبيق تقنية النانو بها وتحليل ودراسة تأثير تطبيق تكنولوجيا النانو بهذه المشروعات وتعتمد في شقها الثالث على تحديد مجموعة من الإشتراطات والمحددات وتطبيقها في منطقة عمارات أورورا بالمقطم، وتنتهي الدراسة البحثية بتحديد مدى تأثير استخدام مواد التشطيبات النانوية على أداء المبنى السكني.

**١-المفاهيم الأساسية لتقنية النانو:**

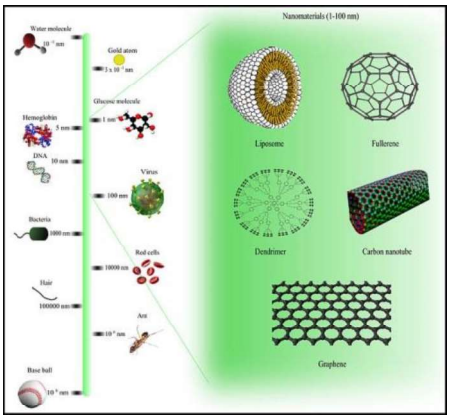
لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لظهور تقنية النانو، كما أنه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي، لكن ذكر مفهوم تقنية النانو لأول مرة في عام ١٨٧٦م عندما أجرى جيمس ماكسويل تجربة ذهنية منها ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزيئات. وتلاه العالم ريتشارد فيمان في عام ١٩٥٩ حيث قال" بان المادة عند مستويات النانو وبعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس"، في عام ١٩٧٤ ظهر مسمى تقنية النانو عبر تعريف العالم الياباني نوريو تانيغوشي حيث قال:"أن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل واندماج واعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزئ.

**١-١ مفهوم النانو:**

مصطلح النانو مشتق من الكلمة الإغريقية نانوس وتعني القزم، وتعرف أنها وحدة قياس مترية دقيقة ومتناهية الصغر وتعادل واحدا من ألف مليون متر أي يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروف بالإنستجروم وهي لاترى إلا تحت المجهر الإلكتروني، وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذرات وجزيئات المواد المركبة والجسيمات المجهرية مثل البكتريا والفيروسات.

**١-٢ مفهوم تقنية النانو:**

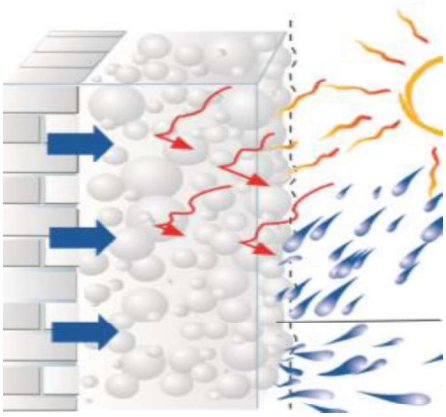
تقنية النانو هى تكنولوجيا تتعامل مع قياسات ما بين 10 الى ١٠٠ نانومتر اى تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات الى الف ذرة و هى تكنولوجيا تهتم بخواص المواد وأشكالها كالأنابيب النانوية (شكل١). وتتلخص فكرة استخدام تقنيات النانو فى اعادة ترتيب ذرات المواد و بالطبع كلما تغير الترتيب الذرى للمادة كلما تغيرت خصائصها الناتجة الى حد كبير و من هنا امكن للعلماء تلافى بعض الخصائص الغير مرغوب فيها فى بعض المواد او اضافة مواد اخرى تضاعف من كفاءة أداء تلك المواد و من مميزات النانو تكنولوجى انها ذات تكلفة منخفضة إذ انها من خصائصها تصنيع النسخ المتطابقة ذاتياً و هذا عن طريق وضع انظمة تقوم بعمل نسخ من نفسها و تصنع منتج مفيد.




شكل١مقارنة مع المقياس النانوي لأشياء مختارة

**٢-أثر تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مواد التشطيبات:**

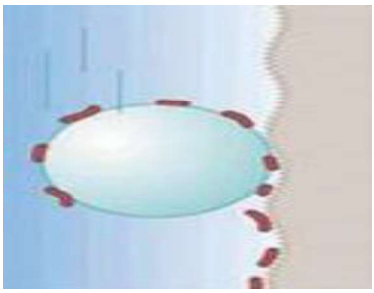
أثرت تقنية النانو على العمارة بشكل كبير، حيث أدى تطبيق هذه التقنية إلى تطوير وتحسين أداء مواد التشطيب، حيث اصبحت هذه المواد ذات مميزات وخصائص فيزيائية وكيميائية وميكانيكية وحرارية وكهربية فريدة تمكنها من التنظيف الذاتي وبالتالي حماية الأسطح والجدران من التصاق الغبار والملوثات، وتمكنها من تنقية الهواء من خلال إزالة الملوثات، والروائح الكريهة الموجودة به، فبإستخدام تقنية النانو يمكن تفكيك الروائح كيميائيا إلى مكوناتها الغير ضارة، أيضا تمكنها دهان الأسطح لحمايتها من أشعة الشمس والرطوبة (شكل٢) من مقاومة الضباب المتكون على الزجاج ومقاومة للبكتيريا كما تمكنها من الحماية من أشعة الشمس والعزل الحراري والصوتي ومقاومة الحريق وحماية الأسطح من الكتابة عليها وتقليل الوقت.



شكل٢جزيئات النانو تعكس أشعة الشمس
المصدر: نعمة حسن السيد عمر,٢٠١٧

**٢-١ الدهانات:**

نال مجال الطلاء جزءا كبيراً من البحث فى النانو تكنولوجى حيث تشمل فكرة تطبيق النانو تكنولوجى فى الطلاء على تكثيف الابخرة الكيميائية من اجل انتاج طبقة تكون مرتبطة بالمادة الاساسية من اجل انتاج سطح يحتوى على الحماية المطلوبة (شكل٣) أو الخواص الوظيفية المحددة. وتطبق تكنولوجيا النانو على الدهانات و المواد العازلة. اكتشف العلماء أن هناك مجموعة من الظواهر الطبيعية التى تطرأ بمضى الزمن على بعض الاسطح المدهونة بالدهانات مثل التآكل والإتساخ و رائحة الرطوبة، بل و هناك ما هو أخطرو يسبب بعض المشاكل الصحية لذا كان الاهتمام بما يسمى تطوير نظافة الأسطح اى تطوير الدهان ومن أمثلتها:



شكل٣ تنظيف قطرة المياه للأسطح
المصدر: http://www.design anduniverse.com

**٢-١-١دهان ذاتى التنظيف(تأثير اللوتس):**

تم فحص السطح ذو خاصية التنظيف الذاتى من قبل عالم النبات ويليام بارتهلوت وأظهرت اوراق اللوتس مجهريا سطح خشن مضاد للماء، وهذا السطح مغطى بنتوءات صغيرة ونهايات مدببة، لذا يكون اتصال السطح محدود مع المياه لتستقر عليه، وتأثير السطح الخشن يتم تقويتة كذلك بمزيج من الشمع ( والذى هو أيضا مضاد للماء) على رؤوس النتوءات على وراق اللوتس والمتمتعة بأليات المعالجة الذاتية والتى تؤدى الى التنظيف الذاتى المثالى للسطح، ومضاد للماء، وتتشكل المياه كحبات صغيرة تدحرج من الورقة، وتأخذ معها الأتربة الموجودة على السطح. وقد استخدم المعماري ريتشارد هذه الخاصية في متحف آرا باسيس بمدينة روما في دهان الطبقات الخارجية لتصبح السطوح بيضاء (شكل٤) لضمان استمرارية لونها حيث تغسل الأتربة ببساطة على سطح خشن مع المطر وتعمل على تحليل البكتيريا والميكروبات والأوساخ.

شكل٤ واجهة متحف آرا باسيس باللون الأبيض بمدينة روما المزدحمة.
المصدر: وليد محمد بلال حسين,٢٠١٦

**٢-١-٢دهان المضاد للبكتيريا:**

تنتج المواد النانوية المضادة للبكتيريا على هيئة طلاء أو رش أو على هيئة أفلام توضع على السطح أو كعامل أساسي في تصفية المياه والهواء داخل الفراغ الداخلي للمبنى، عادة أسرع طريقة لمكافحة نمو غير مرغوب فيه داخليا وخارجيا يتم بتطبيق طبقة خارجية مضادة للفطريات او رذاذ رشاش مبيد للفطريات والعيب فى هذه المنتجات هى انها تقوم عادة على مبيدات الحشرات والتى تطلق ببطء وبثبات فى البيئة وهذا يعنى ان المواد الفعاله لا تخترق الى جذر الفطريات فقط، بل يمكنها الإضرار بصحة الإنسان ومتلازمة مرض المباني. ومن مميزات استخدام الطلاء المضاد للبكتيريا أنه يخفض استعمال المنظفات الكيميائية وتكاليف الصيانة الدورية، يحافظ على شكل الواجهات من البكتيريا (شكل٥).

شكل٥ الفرق بين الواجهة المغطاه بطبقة ضد الميكروبات وأخرى
المصدر: وليد محمد بلال حسين,٢٠١٦

**٢-١-٣دهان النانو سريع الجفاف لتشطيب الأرضيات :**

هو عبارة عن دهان لتشطيب الأرضيات الخشبية عن طريق دهان من ١-٤ طبقات للحصول على الشكل المطلوب، تتميز هذه المادة بكونها آمنة وذات رائحة ضعيفة جدا تزول سريعا وصحية غير ضارة بالبيئة، وهي مادة سهلة الإستخدام وتعطي النتيجة المطلوبة وذلك باستخدام ادوات بسيطة مثل الفرشاة والممسحة، كما انها تتميز أيضا بالقدرة العالية على الجفاف السريع حيث يستغرق وقت الجفاف (٦٠-٣٠) دقيقة للأرضيات الخشبية و(٢-١) ساعة للمفروشات، ويمكن عمل من ٢:٤ طبقة في نفس اليوم بدون وجود رائحة في تلك الطبقات حيث يمكن عمل طبقة جديدة كل (٩٠-٦٠) دقيقة، يعطي هذا النوع من الدهان اشكال متعددة للأخشاب الطبيعية، ويتم تنظيف السطح باستخدام الماء.

**٢-٢الزجاج النانونى :**

هناك العديد من تطبيقات النانو فى مجال الزجاج و ذلك بهدف مشاركة هذه المادة فى التحكم فى البيئة و تعتبر مادة ثانى اكسيد التيتانيوم $TiO_2$ من اهم المواد التى تستخدم فى طلاء الزجاج و ذلك لإضافة العديد من الخواص مثل مقاومة التلوث و طرد المياه (شكل٦) مما يجعل الزجاج يتمتع بخاصية التنظيف الذاتى. اما مادة ثانى اكسيد السيليكا $SiO_2$ و التى تستخدم كطبقة طلاء بين طبقات الزجاج فإنها تعمل على الحماية من الحرارة. وقداسهمت تكنولوجيا النانو فى أيجاد نوع جديد من الزجاج قوى وغير قابل للكسر- فصفة الهشاشة تحدث نتيجة وجود فراغات بين الذرات و هو ما تم علاجه بتقليل الفراغات بين الذرات لتصل الى الحد الادنى هذا بالإضافة الى العديد من الخصائص مثل:

شكل٦الفرق بين الزجاج النانوي ذاتي التنظيف وزجاج عادي
المصدر:-http://www.syr-res.com/article/8141

**٢-٢-١-الزجاج الذاتي التنظيف (التحفيز الضوئى):**

هو زجاج معالج ضد التصاق الأوساخ به، ويحتوي على طبقة رقيقة من ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي، حيث يتم ازالة الأوساخ عن طريق عملية التحفيز الضوئي أو عن طريق المياه، مما يوفر الجهد والوقت والمال في عملية التنظيف. كما في (شكل٧) حيث تم استخدام زجاج ذاتي التحفيز في الواجهة الإستاد يساعد على الحماية من الشمس والعزل الصوتي.

شكل٧ ملعب ارينا لكرة القدم
المصدر: عادل عبد الحميد رضوان، ٢٠١٨

**٢-٢-٢-زجاج الحماية من أشعة الشمس:**

أتاحت الحلول المبتكرة لتقنيات النانو وسيلة جديدة لدمج وتكامل الزجاج مع المبنى من خلال طريقتين:

**أ-زجاج يستخدم تكنولوجيا الإلكتروكروميك:**

هذه الطريقة يدوية يستخدم فيها مفتاح كهربائي يدوي التحكم للوصول إلى الدرجة المطلوبة من التعتيم أو درجات اللون الأزرق القاتمة وفقا للحاجة، وهذه العملية تحتاج إلى طاقة كهربائية قليلة لأنها طبقات رقيقة جدا، ويكون ذلك في بضع دقائق. ومن الممكن الجمع بين وظيفة الزجاج الاليكتروميك مع خصائص انواع اخرى من الزجاج مثل الزجاج الحرارى او الزجاج العازل للضوضاء يوفر وسائل طاقة فعاله مثل الحماية الشمسية التى يمكن ايضا ان تكون جنب الى جنب مع وظائف الزجاج الأخرى (شكل٨).

شكل ٨ الواجهات الجنوبية الزجاجية لمبنى سور لفينج
المصدر: وليد محمد بلال حسين,٢٠١٦

**ب-زجاج يستخدم تكنولوجيا الفوتوكروميك:**

مواد الفوتوكروميك هي مواد تمتص الإشعاع الساقط عليها، فيسبب تغيرا كيميائيا قابلا للإنعكاس، حيث تمتص هذه المواد الطاقة الكهرومغناطيسية الموجودة في الأشعة فوق البنفسجية لتولد تغيرا جوهريا في خصائصها، وبناء على هذه الطاقة تتغير المادة فتكون عاكسة أو نفاذه، فالجزيئات المستخدمة في هذه المواد تظهر بلا لون شفافة عندما تكون غير فعالة، إلا أنه عند تعرضها لفوتونات بطول موجي معين(اشعة الشمس) فإن البنية الجزيئية الداخلية تتوهج فتبدأ بالإنعكاس عند الأطوال الموجية الأطول للطيف المرئي، فتظهر بلون الموجة التي تعكسها كما وتعتمد شدتها على مدى مباشرة اشعة الشمس وتستخدم لتقليل المكاسب الشمسية(كما بالشكل٩) حيث يستخدم المبنى زجاج بتقنية(كروماتيك)، والزجاج مكون من طبقتين كروماتيك كما توجد بينهما طبقة زجاج منتج للطاقة الشمسية وتعمل كعازل، ويقلل هذا الزجاج من الأحمال الحرارية على المبنى، كما أن تعدد الألوان يكسب المبنى لغة معمارية مميزة وديناميكية على مستوى الفراغات الداخلية نهارا وليلا عندما تضاء المصابيح بالداخل كما تنعكس على البحيرة الصغيرة في الفناء الخارجي.

شكل٩مبنى IMI
Kolkata,- Kolkata, West Bengal, india
المصدر:fahd hemeida,2010

**٢-٢-٣-الزجاج المقاوم للحريق:**

جزئيات النانو للسيليكا لا تتعدى ٧ نانومتر في الحجم نظرا لمساحه سطحها الكبير نسبيا شديدا التفاعل، وتبعا للمدة الموجودة في مقاومة الحريق، توضع هذه المادة بين الواح الزجاج. وفى حال نشوب حريق، تتمدد طبقة مقاومة للحريق في شكل رغوة تمنع النار من الانتشار وتحفظ طرق الهروب لوصول المستخدمين ورجال الاطفاء على حد سواء الطبقة اضافية لا تحمل اى تغيم او كسور وغير مرئية عمليا وتم تحسين أثر ايجابى اضافى لعزل الضوضاء من مميزات الزجاج مع النانو سيليكا انها تتمتع بالوزن الخفيف نسبيا بالنسبة للزجاج ولا تتاثر الكتله المقاومة للحريق بالأشعه فوق البنفسجية، وحتى الطبقات الرقيقة تأخر النار الى فترة تتجاوز ١٢٠ دقيقة ويمكن تعديل حجم جسيمات التعبئة
ويقاس من حيث المساحة بالمتر مربع لك جرام.

شكل١٠استخدام الزجاج الرغوي في واجهة مركزcoopsette infisse
المصدر:www.howstuffworks.com\2013

**٢-٢-٤- زجاج الحماية من الأشعة فوق البنفسجية:**

هو زجاج شفاف لا يعيق الرؤية ولا نفاذ الإضاءة الطبيعية مما يؤدي الى تقليل استهلاك الطاقة للإنارة، ويمنع الإبهار ويقلل من دخول الأشعة فوق البنفسجية التي تمثل نسبة كبيرة من الإشعاع الشمسي، وترفع من درجة حرارة الفراغ وتزيد أحمال التكييف دون فائدة ضوئية، وهذا يؤدي إلى تخفيض الكسب الحراري الشمسي الى النصف.

**٢-٣مواد العزل( الأيروجيل):**

مادة هلامية شفافة تشبه الزجاج، فهي أثقل من الهواء بمقدار ثلاث مرات، كما تعتبر عازل جيد للحرارة، حيث تقلل درجة الحرارة بما يعادل سمك ١٠-٢٠ سم من زجاج النوافذ العادي، فضلا عن أنها خفيفة الوزن، ومن أهم تطبيقاتها الزجاج المتجلط حيث يحتوي على هلام الأيروجيل بين طبقاته، فهو يستجيب

للأشعة الشمسية بسرعة فيتجلط مغيرا لونه للحالة النصف الشفافة. فعند سقوط الأشعة الشمسية يتجلط هلام الأيروجيل بداخل الزجاج ليتحول من الحالة الشفافة إلى الحالة النصف شفافة، حيث ينخفض معامل نقل الضوء ذاتيا كلما إرتفعت درجة الإضاءة الساقطة. وليس له علاقة بدرجة الحرارة، لذلك فإن شفافيتها تعتمد

على شدة وزاوية سقوط الضوء. كما أنه جيد العزل الحراري، ويوفر الخصوصية. ومن تطبيقاتها أيضا الزجاج الهلامي، والذي يحتوي على السيليكا الهوائي، وتعمل هذه الطبقة على تخفيض معامل التوصيل الحراري إلى أدنى حد، كما ترفع عامل الإنتقال الضوئي. وكذلك الزجاج الرغوي، حيث تستخدم مادة الأيروجيل لملئ الفراغ بين طبقتي الزجاج، فيساعد على العزل الصوتي وامكانية تشتيت الإضاءة (كما بالشكل١٠).

**٢-٤ السيراميك النانوى:**

تستخدم تقنية النانو في معالجة السيراميك عن طريق الإضافات النانوية وطلاءات النانو الشفافة للحصول على سطح متعدد الوظائف لبلاط السيراميك ويتمتع بخصائص متعددة كزيادة المتانة والقوة ومقاومة الخدش وقابلية التشكيل المرنة وسهولة التنظيف أو ذاتي التنظيف طارد للمياه والأوساخ ومضاد للبكتيريا. وجناح معرض اكسبو (شكل١١) أكبر مثال للسراميك النانوي حيث يساعد بلاط السيراميك في تحويل الواجهات الى قشرة خارجية.

شكل ١١ معرض اكسبو بإيطاليا
المصدر: Libeskind, D.(2015). Vanke Pavilion. Percorsi in ceramic Italia.

**٣- تأثير تقنية النانو على مواد التشطيبات:**

يتحقق التكامل بين مواد التشطيبات والمبنى من خلال تكنولوجيا النانو حيث تسهم مواد التشطيبات النانوية في تحسين الخواص الميكانيكية للمبنى السكني، كما تكشف افاق جديدة ومميزات لهذة المواد لا تتمتع بها من نظاءرها من المواد التقليدية حيث أن هذا التكامل يدعم منظومة المبنى السكني بالكامل من جميع النواحي كما بالجدول(١) حيث يوضح الأسس والمعايير التصميمية التي يجب مراعاتها في استخدام تقنية النانو لإختيار مواد التشطيبات المناسبة في المباني السكنية:

**جدول(١) الأسس والمعايير التصميمية التي يجب مراعاتها في استخدام تقنية النانو لإختيار مواد التشطيبات المناسبة في المباني السكنية:**

| المواد النانوية | | مواصفاتها ومميزاتها | جانب تكاملها مع المبنى |
|---|---|---|---|
| زجاج النانو | الزجاج الذاتي التنظيف | زجاج مطلي بمادة ثاني أكسيد التيتانيوم | ١-يمكن استخدامه مع الألواح الشمسية المنتجة للطاقة الكهربائية أو الحرارية، فتزيد من كفاءة توليد الكهرباء. |
| | زجاج فوتوكروميك | عند تعرضه لأشعة الشمس فإن البنية الجزيئية تبدأ بالوهج، فيتغير لون الزجاج | ١-تعتمد شدتها على مدى مباشرته لأشعة الشمس فيمكن أن تتكامل مع عناصر توجيه الأشعة الشمسية<br>٢-تقليل المكاسب الشمسية من الوهج |
| | زجاج اليكتروكروميك | عند استخدام التيار الكهربائي يتحول الزجاج الى العتمة | ١-التنسيق بين عملية توصيل وقطع التيار مع وحدة التحكم المركزي بالمبنى مما يلبي احتياجات شاغلي المبنى. ٢- زيادة كفاءة استجابة غلاف المبنى لمدخلات البيئية. |
| | زجاج المقاوم للحريق | جزيئات النانو سيليكا توضع بين ألواح الزجاج، وتتمتع بالوزن الخفيف للزجاج ولا تتاثر الكتله المقاومة للحريق بالأشعه فوق البنفسجية | ١- تتمدد طبقة مقاومة للحريق في شكل رغوة تمنع النار من الانتشار٢- الطبقات الرقيقة تأخر النار الى فترة تتجاوز ١٢٠ دقيقة |
| | زجاج الحماية من الأشعة الفوق بنفسجية | زجاج شفاف لا يعيق الرؤية ولا نفاذ الإضاءة الطبيعية | ١-تقليل استهلاك الطاقة للإنارة٢- يقلل من دخول الأشعة فوق البنفسجية التي تمثل نسبة كبيرة من الإشعاع الشمسي. |
| دهانات النانو | دهان ذاتي التنظيف | أسطح مدهونة بمادة نانوية لها توتر سطحي عالي سهلة التنظيف | ١-يمكن أن تتكامل مع الزجاج المنتج للطاقة<br>٢- توفير ضوء نهار أكثر مما يوفر استهلاك للطاقة |
| | دهان مضاد للبكتيريا | أفلام توضع على السطح أو كعامل أساسي في تصفية المياه والهواء داخل الفراغ الداخلي للمبنى | ١-يوفر بيئة صحية، ويخفض استعمال المنظفات الكيميائية وتكاليف الصيانة الدورية٢- يحافظ على شكل واجهات المباني من الطحالب والبكتيريا المتراكمة. |
| | دهان النانو سريع الجفاف | آمنة وذات رائحة ضعيفة جدا تزول سريعا وصحية غير ضارة بالبيئة | ١-يعطي هذا النوع من الدهان اشكال متعددة للأخشاب الطبيعية، ويتم تنظيف السطح باستخدام الماء |
| **العزل** | مادة الأيروجيل | توفر الخصوصية والعزل الحراري-ذات سمك قليل | ١-تعتمد على شدة وزاوية سقوط الضوء وليست على درجة الحرارة، فيمكن التعامل من خلال توجيه الأشعة الشمسية |
| **السيراميك** | السيراميك النانوي | زيادة القوة-مقاومة خدش-سهل التنظيف وطارد للمياه ومضاد للأوساخ | ١-يعكس الضوء ويعيد انكساره في ألوان مضيئة ويعطي شعورا بالحركة لغلاف المبنى |

**٤-النتائج:**

١- استخدام تكنولوجيا النانو في المباني السكنية يعمل على رفع كفاءتها حيث تضيف تقنية النانو خواص ومميزات جديدة للمبنى السكني.

٢- استخدام الجل الهوائي في أسقف بيت الدرج في المباني السكنية وغيرها، يؤدي الى توفير توفير الإضاءة الطبيعية للفراغ بدلا من استخدام الإضاءة الاصطناعية، حيث يوفر في استهلاك الطاقة.

٣- تنتج تقنية النانو دهانات مقاومة لأشعة الشمس الفوق بنفسجية حيث تجعل المبنى يوفر لنفسه حماية عالية دون التأثير على جودة المنتج، كما يتم تحسين الهواء ودرجة الحرارة للمبنى لأن الدهان يحد من امتصاص الرطوبة ونظافة المبنى بسبب خاصية التنظيف الذاتي.

٤- قمنا بتحديد الأسس والمعايير التصميمية التي يجب مراعاتها لإختيار مواد التشطيبات النانوية المناسبة في المباني السكنية التي تسهم في تحسين خواص للمبنى السكني كما يوضح جدول (١).

٥- تطبيق المباني السكنية للاسس و المعايير التى تم الوصول إليها من الدراسة النظرية والتحليلية ترفع من مستوى المبنى السكني.

٦- تجعل تكنولوجيا النانو المباني ذو كفاءة عالية وذلك من خلال استخدام دهانات معالجة للأسطح الخارجية للمبنى وعلى الأسقف تكون مصدر لإمتصاص الحرارة وأيضا الزجاج الذاتي التنظيف.

٧- تدخلت تكنولوجيا النانو في تحسين مواد البناء وأساليب التنفيذ مما ساعد في تطوير خصائصها ووظائفها، مثل المواد المستخدمة في الدهانات، والسيراميك، وتطوير صناعات الزجاج ، وهذا التدخل ساعد في جعل المباني خفيفة الوزن وأكثر قوة ، والمحافظة على ثبات درجات الألوان، وعازلة حراريا، ومقاومة للأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة للرطوبة، وبالتالي المحافظة على سلامة نظام المبنى.

٨- ساهمت تقنية النانو في تحسين أداء العديد من مواد البناء والإكساء ورفعت من كفاءة المبنى البيئي.

**٥-التوصيات:**

١-استخدام قائمة التحليل التي تضم أكثر المواد النانوية فاعلية في مواد البناء وإختبارها من خلال أحد برامج "نمذجة معلومات المبنى" عن طريق تبديل المواد التقليدية بالمواد النانوية واستخدامها كقائمة ارشادية للمساعدة في معرفة المواد النانوية المستخدمة في المباني مع مراعاة أماكن نشاطها.

٢- إستبدال العديد من تقنيات المبانى و التى يتم استخدامها حالياً بتقنيات النانو لما توفره من امكانيات و تطبيقات خاصة و انه فى المستقبل القريب سوف تصبح خامات النانو اقتصادية فى التكاليف.

٣- زيادة وعي المتخصصين في مجال العمارة بإمكانات تطبيقات النانو بالعمارة من خلال المؤتمرات والندوات والمحاضرات.

٤-توجيه البحوث العلمية والتطبيقية إلى علوم تقنية النانو لإيجاد منظومة متكاملة من تطبيقات النانو في العلوم الهندسية بمختلف تخصصاتها المعمارية والبيئية

٥-وضع خطة لتعميم استخدام مواد التشطيبات معالجة بتقنية النانو في المباني لرفع كفاءتها ومعالجة الشروخ والتشققات وسرعة معالجتها.

٦- استخدام المواد النانوية كالجل الهوائي في أسقف بيت الدرج في المباني، لتوفير الإضاءة الطبيعية للفراغ بدلا من الإضاءة الإصطناعية، حيث يوفر في استهلاك الطاقة ومقاومة الحريق.

٧-تعميم استخدام الزجاج المعالج بتقنية النانو ذا الطلاء المخفض للإنبعاث مع طلاء التحكم الشمسي للطاقة حتى يعمل على توفيرها.

٨-المداومة على دراسة أساليب تطوير تقنيات عناصر ووحدات البناء المعاصرة لمحاولة التوصل لما هو أفضل وأكثر تطورا في المستقبل.

٩-إنشاء مراكز تدريب للفنيين والباحثين في مجال تكنولوجيا النانو بتصنيع وتطوير مواد البناء وخامات التشطيبات المختلفة لمحاولة اللحاق بالعالم المتقدم.

١٠-ضرورة وضع ما يسمى "الكود المصري لمواد البناء النانوية" وذلك لأن تقنية النانو وموادها أصبحت تستخدم وبشكل أساسي في دول البناء المتقدمة.

**٦- الهوامش:**


[١] احمد فتحى متولى محمود، ٢٠١٢, **تكنولوجيا النانو وتاثيرها فى مجال التصميم الصناعى**, رسالة ماجستير, كلية الفنون التطبيقية, جامعة حلوان، ص٨١

[٢] وليد بلال حسين،٢٠١٤، **استخدام التكنولوجيا لرفع كفاءة المواد** ، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية هندسة، جامعة القاهرة، ص٤٠

[٣] علا حربة، ٢٠١٧، **العمارة في ظل تقنية النانو**، كلية العمارة، مجلة جامعة البعث، المجلد٣٩، العدد١٨.

[٤] علا محمد سمير،٢٠١٤ المؤتمر الدولي الثاني لكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان،**" التصميم بين الإبتكارية والإستدامة**، ص٨.

[٥] محمود عطية محمد، ٢٠١٤**تطبيقات تقنية النانو على الزجاج ومدى تأثيرها على كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى الإدارية**، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية هندسة، جامعة القاهرة، ص ٦٧

[٦] محمد بن صالح، عبدالله بن صالح،٢٠٠٧، **كتاب مقدمة في تقنية النانو**،جامعة الملك سعود، دار الفجر للنشر، ص٢٤.
[٧] محمود، رضاب أحمد،٢٠٠٩،**" الأبنية المدارية الذكية دراسة أثر التكامل البيئي التقني في تقليل كلفة المبنى الإنشائية والتشغيلية"**، رسالة ماجستير، غير منشورة، الجامعة التكنولوجية-بغداد العراق،ص٨٨
[٨] نعمه حسن السيد، ٢٠٠٩ **,النانو تكنولوجي بين النظرية والتطبيق**، رسالة دكتوراه، غير منشورة، جامعة القاهرة، ص١٧٢
[٩] عادل عبد الحميد رضوان،٢٠١٨، **مواد البناء الذكية والنانوية مدخل لزيادة كفاءة وتكامل المباني الذكية**، ص١٠
[١٠]ياسر محمد صلاح الدين، ٢٠١٣، **تكنولوجيا النانو وتأثيرها على العمارة من حيث أساليب البناء ومواد التشطييات**، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية هندسة، جامعة القاهرة،ص١٢٥.

[١١] Ismail,O.(2010).**Use of green nanotechnology to Achieve sustainable interior design second international** conference of applied arts, p5-6
[١٢] Soueid, A. AIA, leed, 2011, " **Nano scale science and and engineering laboratory building**", Nsf nano scale science and engineering, Grantees conference, desemper 5-7.2011 p11.
[١٣] Enrico Ercolani " **Nano material for architecture" materials science and technology**, rome, Italy, www. Mastteam. It, p.51
[١٤] Mohammed,A(2015).**Nano innovation in construction, anew environment and civil engineering**,p95-114.
[١٥] Sciancalepore,c.,& Bondioli, F.(2014) **".Durability of sio2-Tio2 photocatalytic coatings on ceramic tiles**" International journal of applied ceramic technology,12,p679-684.
[١٦] Brain Edwards green architecture willey-academy p20,2016
[١٧] http://www.nanowerk.com/news/newsid=1157.php, Retrieved December,2013
[١٨] Self-cleaning coating for building exteriors, http://phys.org/newsl٤٦٩١٦٧٥٣.html Retrieved March,٢٠١٤
[١٩] https://www.ecomena.org/green-buildings-ar