

مدي تطبيق تقنية النانو لتحسين جودة المواد في المشاريع الانشائية في ليبيا

م. نجاة علي العامري

الأكاديمية الليبية للدراسات العليا

أ.دمحمد حميدة العالم

عضو هيئة تدريس بجامعة المرقب

ملخص البحث

تعثير تكنولوجيا النانو من أهم تطبيقات الاستدامة فالمواد والتطبيقات الناتجة من تلك التكنولوجيا تحقق نفس الاهداف ومعايير الاستدامة من حيث انها مواد صديقة للبيئة وتساعد في التقليل من انبعاث المواد الضارة وفي اطالة عمر المباني والتي تسهم بشكل مباشر في تطوير مفهوم العمارة الخضراء، فمجال البناء والتشييد يعد أحد أهم التطبيقات الحديثة المشرفة لهذه التكنولوجيا، حيث تسهم هذه التكنولوجيا في انتاج مواد بناء ذات ميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة لتجعلها خفيفة الوزن وأكثر قوة ومتانة ومقاومة للتصدعات والتشققات والتآكل، ولتفيد في حماية الأسطح والجدران من التصاق الغبار والملوثات، والمحافظة علي ثبات درجات الألوان والعزل الحراري ومقاومة الاشعة فوق البنفسجية ومقاومة الرطوبة وتكون الضباب على الزجاج، هذا بالإضافة التقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المحافظة على سلامة النظام البيئي.⁽¹⁾

Abstract

Nanotechnology is one of the most important applications of sustainability. The materials and applications resulting from this technology achieve the same goals and sustainability standards in that they are environmentally friendly materials and help reduce emissions of harmful substances and prolong the life of buildings, which directly contribute to the development of the concept of green architecture. The field of building and construction is one of the The most important and honorable modern applications of this promising technology, as this technology contributes to the production of building materials with unique thermal, electrical, physical, chemical and mechanical properties and characteristics to make them Lightweight, more robust, durable and resistant to cracks, cracks and corrosion, and to benefit in protecting surfaces and walls from adhesion of spare

parts and pollutants, maintaining color stability, thermal insulation, UV resistance, moisture resistance and fog formation on glass, in addition to reducing carbon dioxide emissions to maintain the integrity of the system environmental.

المقدمة

يقف العالم اليوم على أعتاب ثورة علمية هائلة لا تقل عن الثورة الصناعية التي نقلته إلى عصر الآلات وعصر الصناعة، أو ثورة التقنية التي نقلته إلى عصر الفضاء، حيث برزت تقنية جديدة أصبحت محط اهتمام العالم بشكل كبير؛ هذه التكنولوجيا هي تقنية النانو المتناهية في الصغر، حيث تسهم هذه التكنولوجيا في إنتاج مواد بناء ذات ميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة لتجعلها خفيفة الوزن وأكثر قوة ومتانة ومقاومة للتصدعات والتشققات والتآكل، وستتناول هذه الورقة بإختصار الإضافات التي اضافتها تقنية النانو لمواد البناء. (1)

مشكلة البحث:

تتركز مشكلة البحث في الحاجة إلى تبني تكنولوجيا بديلة عن التقليدية، وتقديم مواد بناء مستدامة ذكية ومتجددة وقابلة للتدوير وغير مستنزفة للطاقة والموارد الطبيعية، بالتالي التقليل من التلوث البيئي الناتج من تصنيع واستخراج المواد التقليدية، مع الوقوف على مدى الاستفادة منها محلياً بالمستقبل القريب.

فرضية البحث:

- المباني الحالية تقليدية وتعاني من مشاكل في استهلاك الطاقة والحاجة للصيانة الدورية.
- قلة المعرفة بوجود بدائل لمواد البناء التقليدية باستخدام تقنية النانو وندرة استخدامها فالمشاريع الإنشائية.

أهداف البحث:

- يهدف البحث إلى التعريف بمدى تأثير تقنية النانو على تحسين جودة مواد البناء التقليدية وانعكاسه على الأداء الوظيفي والبيئي والشكل الخارجي للمبنى.
- تشجيع المتخصصين للاستفادة من هذه التقنية في تنفيذ مباني مستدامة.

أهمية البحث:

- تشجيع البحث العلمي بالمجال لتقليل الهوة مع دول العالم المتقدم فيما يخص هذه التقنية.
- التعريف بتقنيات النانو وإثراء المكتبة الجامعية بأهم التطورات العلمية لها في مجال البناء والتشييد.

أهمية تقنية النانو:

ان الاهتمام الكبير بجسيمات النانو في السنوات الاخيرة كان نتيجة لخواصها المميزة والمبهرة ،فعندما تصغر المادة وتكون ابعادها ضمن المقياس النانوي (اقل من 100 نانو متر، أي تكون جسم نانو) فأنها تظهر خواصا فيزيائية وكيميائية جديدة حيث تكون خواصها تختلف وبشكل كبير جدا عن خواصها المعروفة اذا كانت في حجمها الطبيعي الكبير لنفس المادة وهذه الخاصية جعلت من جسيمات النانو معجزة علميه جديدة.

أهداف عمارة النانو :

- 1.تحسين الأداء البيئي و الاقتصاد.
- 2.الحصول على مبني ينظف نفسه ذاتيا.
- 3.تقليل متطلبات الطاقة.
- 4.زيادة راحة الأنسان داخل الفراغات الداخلية من خلال الوصول لدرجات الحرارة المثلي بترشيد استهلاك الطاقة.
- 5.المحافظة على سلامة النظام البيئي من خلال التقليل من كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.
- 6.الحصول على مبني يتحكم في درجات الحرارة والرطوبة حسب الظروف المناخية.
- 7.الحصول على مبني خفيف الوزن وأكثر قوة ومتانة ويقاوم التصدعات والتشققات. (3)

تطبيقات تقنية النانو علي المواد الإنشائية:

لقد دخلت مواد النانو في علوم وتكنولوجيا البناء من عدة عناصر، و تستخدم تقنية النانو على نطاق واسع لتحسين مواد البناء الإنشائية على النحو التالي.

تقنية النانو والخرسانة

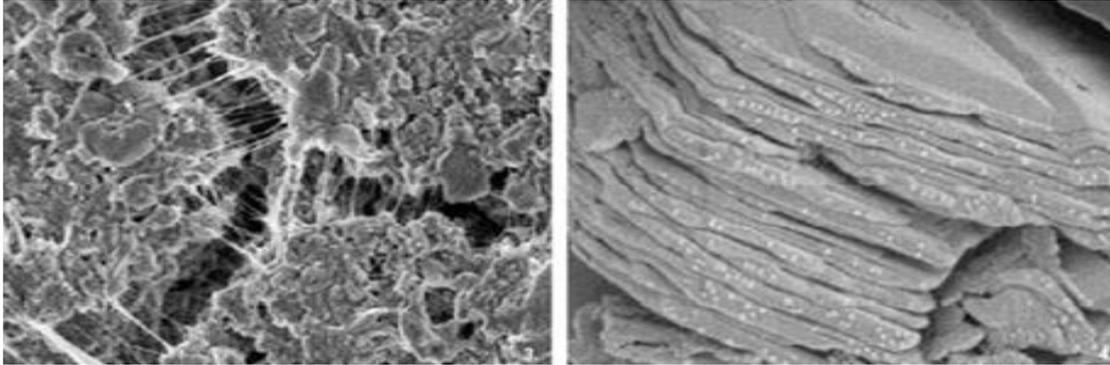
هناك الكثير من الاهداف لإضافة المواد للخرسانة، كما توجد مواد تضاف الي الخرسانة للتلوين أو لزيادة قوه أو صلاية الخرسانة، ومن أهم ما تمتاز به الخرسانة المضاف لها مواد النانو عن الخرسانة التقليدية ما يلي:-

- توفر خرسانة النانو في التكلفة بسبب تقليل (50%) من استهلاك الاسمنت.
- تعمل خرسانة النانو علي إطالة العمر الافتراضي للمباني لزيادة قوة خصائصها.
- تقلل من سمك البلاطات الخرسانية وقطاعات الاعمدة في (الطول والعرض).
- تؤدي الي زيادة المساحات والارتفاعات للمباني.
- تؤدي الي زيادة المساحات والارتفاعات للمباني.
- تعمل علي مقاومة التآكل.
- تتحمل عشر أضعاف الخرسانة التقليدية، وما يترتب علي ذلك من تقليل الانبعاثات الناتجة من تصنيع الاسمنت المستخدم في المبني والمسبب لظاهرة الاحتباس الحراري.(4)

تطبيقات تكنولوجيا النانو علي الخرسانة	
المميزات	مواد النانو
إضافة بنسبة 5% يعزز الضغط والانحاء بنسبة 50% كما إنه يقلل امتصاص الصوت بنسبة 240%	السليكا الصغيرة

<p>بديلا للأسمنت بالخلطة الخرسانة ويقلل من انبعاث ثاني أكسيد الكربون إضافة 3% يزيد قوة الضغط و الانحناء من المونة الإسمنتية العادي بنسبة 10% الي 25% بإضافة نسبة 2% سلكيات صوديوم الكالسيوم يزيد قوة الشد في عجينة الاسمنت بنحو 40%</p>	<p>النانو سليكا</p>
<p>الإضافة بنسبة 5% الي 10% يزيد من قوة الضغط للخرسانة بنسبة 26% الي 35% ذاتية التنظيف تنقية الهواء إضافة 2% يزيد من قوة الضغط للخرسانة بنسبة 17%</p>	<p>ثاني اكسيد التيتانيوم النانوي</p>
<p>إضافة جزيئات النيكل النانوية الي الخلطة الخرسانية تزيد من قوة الضغط ما يزيد عن 15%</p>	<p>جزيئات النيكل النانوية</p>

كما ساعدت تقنية النانو في إضافة حساس يقوم بتحديد أماكن الأحماض وأيونات الكلور في الخرسانة حيث أنهما السببان الرئيسيان لوجود تصدعات وشروخ المباني والتي يتم معالجتها بطريقة حقن تلك الشروخ بكبسولات النانو ، حيث تبدأ الكبسولات بالبلمره داخل الشروخ وتعمل كمادة مائنة ،حيث لديها القدرة علي سد الشروخ تماما. (5)



شكل(1) لقطات ميكرو سكوبيه لشروخ وتصدعات خرسانة النانو

تطبيقات تقنية النانو علي حديد التسليح:

الحديد واحد من العناصر الرئيسية في البناء والانشاء ومن أهم المكونات للخرسانة المسلحة.



شكل (2) يوضح حديد MMFX2

مميزات حديد MMFX2:⁽⁶⁾

1. مقاوم للتصدع والصدأ.
2. مقاوم للتآكل بدون استخدام أي طلاء لحمايته.
3. أكثر قدرة خمس مرات من الحديد العادي.
4. له القدرة علي التشكيل ومرن يسهل عملية التنفيذ.
5. أكثر توفيراً (يقلل من كمية حديد التسليح المستخدم في المباني بنحو 20- 50%).
6. يقلل من تكاليف التشغيل الي (60%).
7. يستخدم بأعداد حديد أقل من الحديد التقليدي وبنفس الكفاءة الانشائية.

الخشب المعالج بتقنية النانو

يعتبر الخشب من أكثر المواد الإنشائية استخداماً فهي مادة من الأنظمة البسيطة إلي حد ما لذلك تم استخدام تقنية النانو في مادة الخشب، حيث تم تجميع جزيئات الخشب وإعادة ترتيبها، مما يجعلها أكثر ترابط وقوة عن المادة الطبيعية كما تم اختراع حساسات نانو لتحديد أماكن الفطريات ونقاط تآكله لمعالجتها.⁽⁷⁾



شكل (3) سطح الخشب المعالج بطبقة من طلاء النانو الطاردة للمياه.

مميزات الخشب المعالج بتقنية النانو (8)

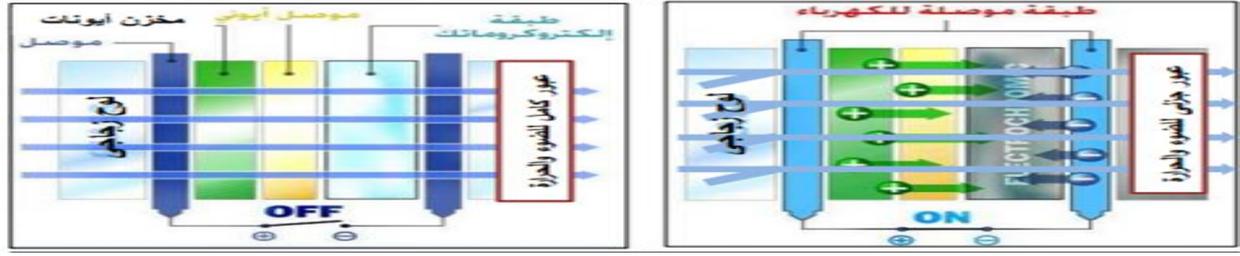
- 1 يصبح سطح الخشب مقاوم وطارد للمياه والأتربة.
- 2 مقاوم الابخرة والتغلغل داخل الخشب، ومقاوم عالي للحرارة.
- 3 الطلاء غير مرئي (بدون الوان) شفاف مما يحافظ علي لون الخشب الطبيعي.
- 4 مقاوم للأشعة فوق البنفسجية، ومقاوم للعوامل الجوية، ودرجات الحرارة، ومقاوم للتآكل والتصدعات.
- 5 مقاوم للطحالب والبكتريا والفطريات.
- 7 منخفضة التكاليف ومادة خفيفة الوزن مرنة تقبل التشكيل سهلة التنظيف.

❖ استخدامات تقنية النانو علي المواد غير الإنشائية

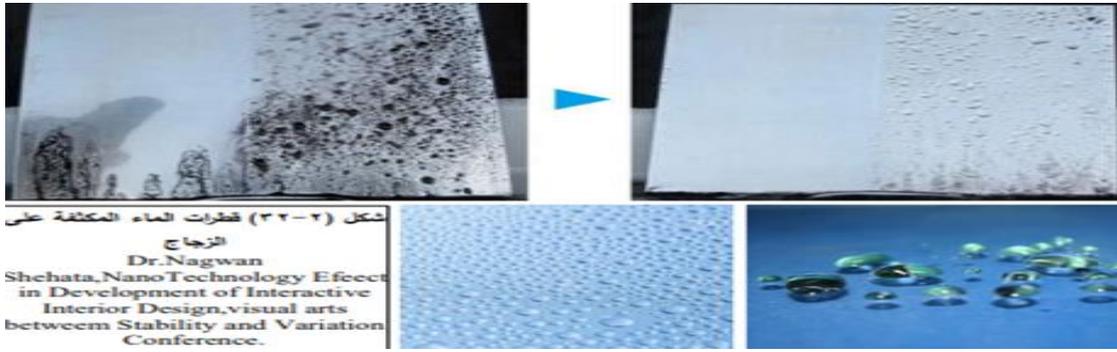
▪ استخدامات تقنية النانو في الزجاج

تعتبر مادة الزجاج من أهم المواد المستخدمة في المباني العامة لإعادة تشكيل الواجهات الخارجية وإعطاء المظهر الجمالي للمباني ويوفر إضاءة طبيعية ومناخ ملائم للفرغات الداخلية.

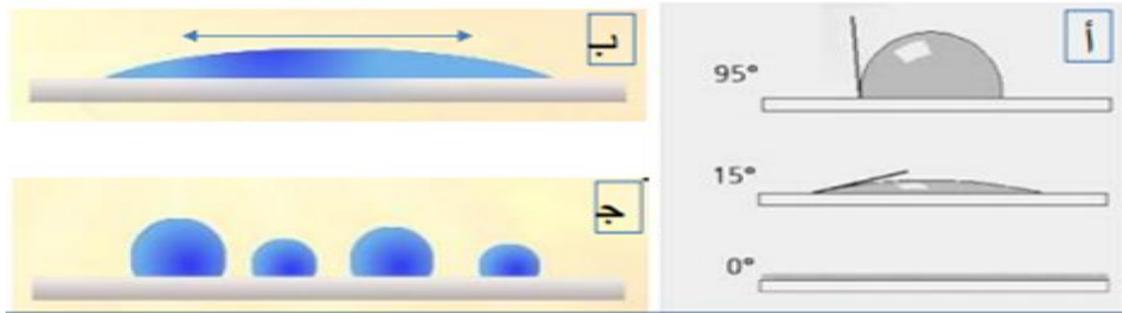
○ الزجاج عالي الشفافية (الزجاج النشط): الذي يعمل علي إزالة الملوثات والغبار المترسب علي الزجاج خارجيا، مما يجعل تنظيفها ذاتيا بواسطة الامطار أمرا سهلا، ويعد الزجاج المضاد للحرائق وزجاج الحناية من أشعة الشمس هما أحد استخدامات تقنية النانو حيث أن كل منهم عبارة عن طبقة شفافة بين ألواح زجاجية (كطبقة بينية) هذه الطبقة مكونة من جزيئات النانو لغبار السليكا (SiO_2). ويوضح الشكل رسم تفصيلي لنموذج سطح زجاجي شفاف.(9)



شكل (4) يوضح رسم تفصيلي لنموذج سطح زجاجي شفاف جهاز بتقنية تغير اللون كما أن من خصائص هذا النوع من الزجاج المعالج توفير الطاقة والكهرباء، من خلال طبقة الترمو كروماتيك تعمل علي العزل الحراري المناسب مع توفير الإضاءة المناسبة. أضيفت خاصية لزجاج النانو تزيد من التوتر السطحي لقطرات الماء عن سقوطها علي الزجاج ويوضح الشكل قطرات الماء المكثفة علي الزجاج.



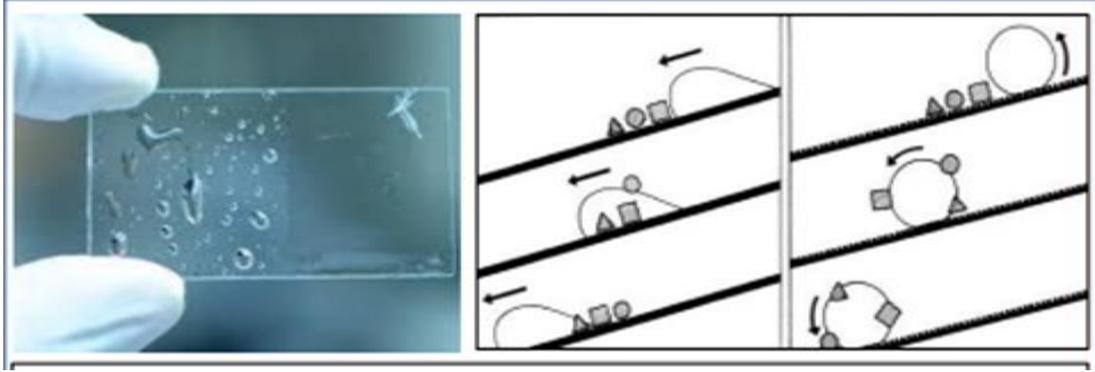
شكل (5) يوضح قطرات الماء المكثفة علي الزجاج



شكل (6) يوضح أ تشكيل قطرات مياه ب تشكيل قطرة مياه علي سطح جادب للمياه ج تشكيل قطرات مياه علي سطح بهوتوكاتاليتيك وبذلك تقوم بإزالة التربة من على السطح.

○ الزجاج ذاتي التنظيف (Self-Cleaning Glass)

ويوضح الشكل الزجاج ذاتي التنظيف (تأثير اللوتس): هو زجاج مغطي بطبقة رقيقة من ثاني أكسيد التيتانيوم طبقة رقيقة من هذه المادة سمكها 15 نانو متر. (10)



شكل (7) يوضح سقوط علي سطح طارد للمياه وكيفية تجول زاوية انحدار السطح لإزالة الملوثات بتقنية التنظيف الذاتي

○ الزجاج العاكس

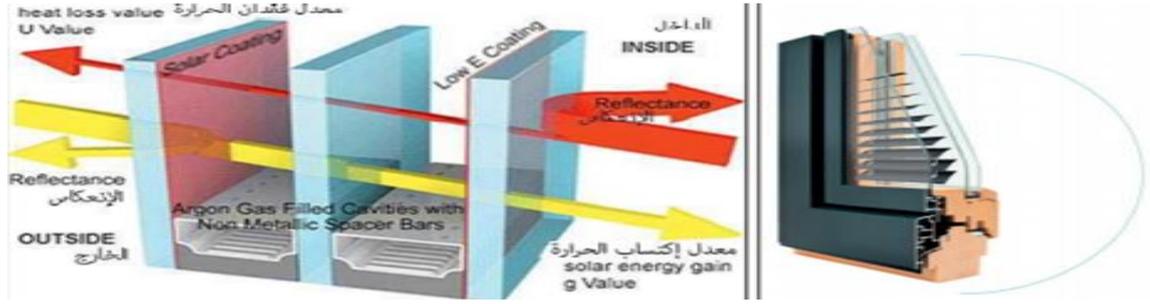
يعتمد الزجاج العاكس في منعة لنفاذ الاشعاع الشمسي علي وجود طبقة رقيقة شفافة يتم طلائها علي سطح الزجاج العادي أو الماص للحرارة وتقلل الطبقة العاكسة نفاذية الزجاج بشكل عام.⁽¹¹⁾



شكل (8) يوضح ألواح الزجاج العاكس.

○ زجاج التحكم الشمسي

تتكون وحدة الزجاج من عدة طبقات من طلاء أكسيد القصدير (SnO_2)، ويتراوح سمكه ما بين (10:100) نانوميتر يتمتع زجاج النانو المعالج، بخصائص مميزة تزيد من كفاءته وتحد من النفاذية غير المرغوب فيها مما يوفر مرونة للمصمم في عمل مساحات مناسبة للفتحات بالمباني، إضاءة طبيعية ومناخ ملائم للفراغات الداخلية بالمباني، تقليل من تكلفة الإضاءة الصناعية وتكييف الهواء الصناعي، فيحافظ علي البيئة المحيطة ويعمل علي توفير الطاقة ومقاومة التلوث والبكتريا.⁽¹²⁾



شكل(9) يوضح زجاج التحكم الشمسي متعدد الطبقات.

○ الزجاج الذكي (الزجاج متغير اللون كهربيا)

زجاج قابل للتحويل كهربائيا من خصائصه لنقل الضوء عند تطبيق الجهد عليه، وهذه الانواع من الزجاج تتيح للمستخدمين التحكم في كمية الضوء وبالتالي الحرارة ، فيتغير من زجاج شفاف إلى نصف شفاف ويمنع الرؤية من خلاله بشكل جزئي مع الحفاظ على الضوء من خلال الزجاج.⁽¹³⁾



شكل(10) يوضح الزجاج الذكي المنتج بتقنية النانو.

○ طلاءات النانو "Nano Coatings"

تستخدم طلاءات النانو في تطوير وظائف أسطح الواجهات الخارجية كما أنها تستخدم علي المواد لتحسن من خصائصها وجودتها وتعمل علي رفع كفاءة المبني خيت إنه يتم استخدام تقنية النانو لتحسين خصائص، التنظيف الذاتي، مواد العزل، مقاومة الحريق ،البكتريا، الضباب وتستخدم طلاءات النانو لتوفير التكلفة.

○ الطلاء المضاد للانعكاس: (Anti-reflective Coating)

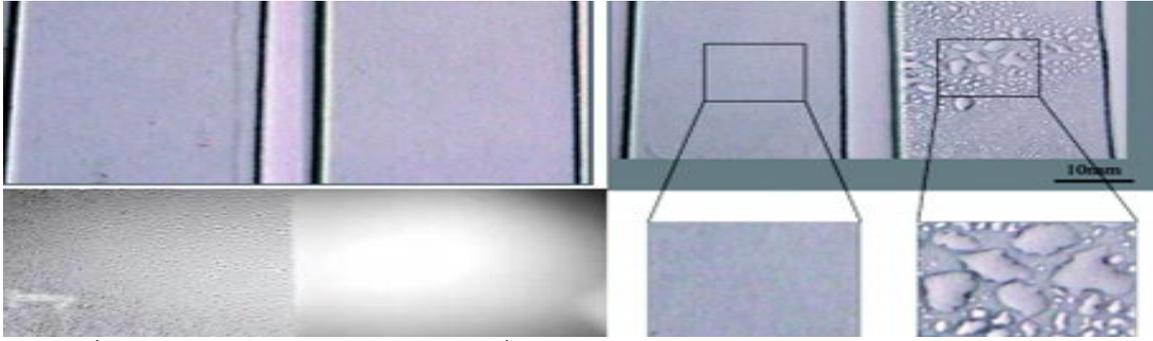
يعرف الطلاء المضاد للانعكاس بأنه الطلاء الذي يعمل على تقليل الانعكاسية للأطوال المغناطيسية المراد امتصاصها من قبل الخلايا الشمسية، في حين يعمل الطلاء المضاد للانعكاس على خفض الشدة المنعكسة ليزيد من الكفاءة النوعية، الهدف من الأغشية المضادة للانعكاس على الأسطح ، هو "تقليل الانعكاس لتحسين النفاذية ويمكن التقليل من انعكاسية الضوء الساقط إلى أقل حد ممكن بواسطة الطلاء بغشاء مضاد للانعكاس لتطوير كفاءة الزجاج.⁽¹⁴⁾



شكل (11) يوضح تأثير الطلاء للانعكاس علي الزجاج

○ الطلاء المضاد الضباب (Anti-Fogging Coating)

باستخدام تقنية النانو تم عمل طلاء بطبقة رقيقة جدا من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 ، والذي يحل قطرات المياه والضباب ألي طبقة رقيقة غير مرئية، ويستخدم هذا الطلاء في الواجهات الزجاجية ، ويمكن أيضا استخدامها علي البلاستيك. (14)



شكل (12) يوضح لوح من الزجاج نصف سطحه الأول مستوي من الزجاج العادي والآخر من زجاج ذكي بدهان نانو مضاد للضباب.

الطلاء المضاد للكتابة علي الجدران (Anti-Graffiti Coating)

الطلاء المضاد للكتابة على الجدران والتي يتم تطبيقها على أسطح الحوائط للحد من التصاق الكتابة على الجدران ، ومن خصائصها :

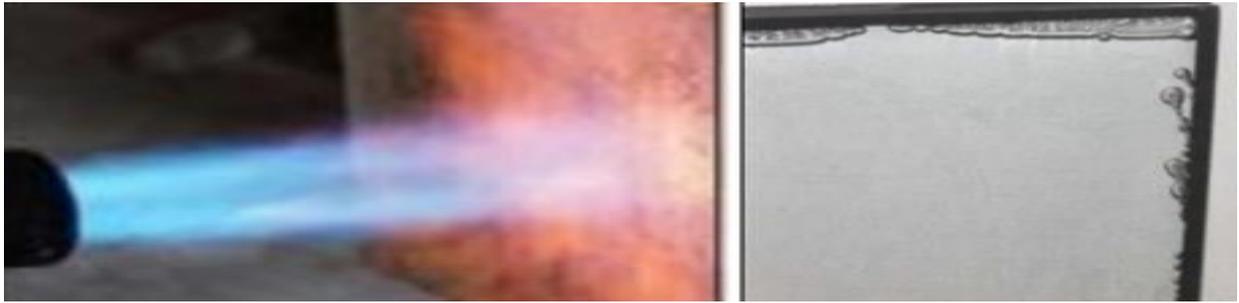
1. إزالة الكتابة على الجدران بسهولة أكبر مع استخدام المنظفات .
2. توفير الحماية لمواد مثل الطوب و الحجر الرملي و الجيري.
3. تقليل تكاليف الصيانة. (15)



شكل(13) يوضح طلاء لوح والكتابة عليه ولوح آخر عادي حيث وضح اللوح المطلي تحسنا في إزالة 55% من اللوح العادي

مقاومة الحريق (Fire- proof):

الطلاءات المضادة للحريق فهي عبارة عن مواد خاصة تستخدم لطلاء أسطح المواد القابلة للاشتعال وذلك لتقليل قابلية الاشتعال وتأخيرها وكذلك تحسن المواد لمقاومة الحريق فهو يعمل على مقاومة اللهب وعند زيادة التسخين فأنها تنتج مادة رغوية تعمل على تشكيل طبقة عازلة للحرارة . (15)



شكل (14) الزجاج المقاوم للحريق بطلاء النانو

الاستنتاجات:

- أدي اندماج تكنولوجيا النانو والعمارة الي تغيير الفكر المعماري وظهر أنماط جديدة من المباني مثل عمارة النانو وعمارة النانو الخضراء أو المستدامة.
- تقنية النانو تعمل علي أطاله العمر الافتراضي للمباني وتحافظ علي المظهر الخارجي .
- تحسين خصائص المواد الإنشائية في المبني.
- تساعد مواد تقنية النانو علي معالجة شروخ الخرسانة مما يمنع تمدد الشروخ وانتشارها.
- تقليل كمية حديد التسليح في الخرسانة المسلحة مع الحصول علي أعلي مقاومة.
- توفير الطاقة وتقليل إنبعاث ثاني أكسيد الكربون الناتج من التدفئة.

التوصيات:

- زيادة التوعية والاعلان عن تقنية النانو على المستوى الإعلامي ودور النشر ،
- تدخل الدولة نماذج مباني مطبقة لتقنية النانو ضمن مشاريعها القومية ذات الميزانية الضخمة وتحت رعاية مؤسسات الدولة.
- ضرورة اهتمام المصمم المعماري باختيار مواد النانو المستخدمة في الواجهات الخارجية وأماكن تطبيقها إعطاء تشكيلات مميزة وعمل واجهات غير تقليدية.
- يجب عمل توعية على مستوى المماريين بالتقنيات الحديثة بشكل عام وتقنية النانو بشكل خاص.
- لا بد أن تتبنى الدولة تطوير البحث العلمي وتطبيق منهج تقنية النانو ودراستها في المراحل الأولى من التعليم الجامعي.

قائمة المراجع

1. ابو شوشه، وليد محمد،(استخدام تكنولوجيا النانو لرفع كفاءة المباني السكنية) 206م.
2. الياسري، صدى عبد الخالق، (تقنية النانو في الإنشاء والاستدامة) 2013 م، ص15.
3. الرفاعي، فؤاد نمر (مفاهيم أساسية في تقنية النانو) جامعة دي قار . كلية العلوم 2015.2016.
- (4) Nanotechnology in Civil Engineering and Construction: a review on state of the art and future prospects 2011.pdf.
- (5) Abdul Wahab, B. Dean Kumar, M. Bhasker, S. Vijaya Kumar, B. L. P. Swami. May 2013, "Concrete Composites With Nano Silica, Condensed Silica fume And Fly Ash- Study of Strength Properties" International Journal Of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 5, Issn 2229-5518.
- (6) Hatem S, Amr, H., Sami, R. (2007). EVALUATION OF BOND CHARACTERISTICS OF MMFX STEEL Constructed Facilities, Laboratory Departmenz of Civil, Construction, and Environmental Engineering, North Carolina State University, <http://mmfx.com/doc2/Evaluation-Bond-Characteristics-Seliem.pdf>
- (7) Clara Bertolini, Stefano intermezzi , Tanya marzi, jean-marc tolling 2010 "Nanotechnologies smart-material in timber constructions belonging to culture heritage "WCTE" World Conference on Timber Engineering
- (8) Robert Moon. march, 2, 2009, "NanoTechnology And Wood the Green Connection" Purdue University. Hill Seminar
- (9) أ.د. على محمد على عبدالله " النانو تكنولوجيا بين الأمل والخوف "، مكتبة الدار العربية للكتاب، القاهرة الطبعة الأولى يناير 2012م، ص1.
- (10) Michael F. Ashby, Paulo J. Ferrira, Daniel L. Schodek, nanotechnologies and design : an introduction for engineers. Pg408

- (11). د أحمد فكرى "الزجاج ذو النفاذية الاختيارية للإشعاع الشمسي" مؤتمر قسم لهندسة المعمارية 2006، كلية الهندسة ،جامعة القاهرة، ص10.
- (12). حسين محمد جمعة ، "النانو تكنولوجي في قطاع التشييد والبناء" القاهرة ، طباعة 2009 ، ص 243
- (13) Sylvia, leydecker, Nanomaterials in architecture, interior architecture and design, Pg 104.
- (14) HYPERPHYSICS, Web, Site, 2013, [http://hyperphysics.phy-gsu.edu/hbase/Antireflective coating,html](http://hyperphysics.phy-gsu.edu/hbase/Antireflective%20coating.html).
- (15) sylvia leydecker, (2008), Nano Material In Architecture, Interior Architecture And Design , Brikhauser Puplichers Or Architecture, Basel Switzerland, p76