

النانو تكنولوجى وأثره فى تغيير وتطوير خصائص الخامات فى التصميم الداخلى
Nanotechnology and its impact on changing and developing the properties
of materials in the interior design

أ.د / على عبد المنعم شمس

استاذ التصميم المتفرغ بقسم التصميم الداخلى والاثاث كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Prof. Ali Abd-Elmonaem Shams

Professor Emeritus of Design, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts, Helwan University

أ.د/ رانية مسعد سعد

أستاذ تصميم الأثاث بقسم التصميم الداخلى والاثاث كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Prof. Rania Mosad Saad

Professor of Furniture Design, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts, Helwan University

أ.د / دعاء عبد الرحمن محمد

أستاذ أساسيات التصميم بقسم التصميم الداخلى والاثاث كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Prof. Doaa Abd-Elrahman Mohamed

Professor of Design Fundamentals, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts, Helwan University

الباحث/ رأفت عبد السيد بخيت

مصمم حر

Researcher. Raafat Abd EL-Sayed Bekhit

Interior Designer

Josa_2008@hotmail.com

ملخص البحث :-

عند التحكم في المواد بمقاييس النانو تظهر أمام العلماء قوانين فيزيائية مختلفة تمكنهم من إنتاج مواد جديدة، وتغيير وتطوير خصائص الخامات المختلفة من حيث الشكل والوظيفة والأداء.

فمثلا تكون جزيئات الذهب التي خضعت لتكنولوجيا النانو متناهية الصغر، حمراء اللون وعالية النشاط في التفاعلات الكيميائية، وتختلف تماما عن جزيئات الذهب الطبيعية وهكذا كلما تغير حجم الحبيبات تغير لونها وخصائصها .

يتناول البحث بالدراسة والتفصيل تقنية النانو التي تعتمد في عملها على إعادة ترتيب ذرات العناصر والمواد وبالطبع

كلما تغير الترتيب الذري للمادة تغيرت خصائصها، ومن هنا يمكن تلافي بعض الخصائص السلبية لبعض المواد وإضافة

خصائص تضاعف من كفاءة أداء تلك المواد فيطلق عليها "المواد الذكية" "Smart Materials" وهي المواد التي تتغير

لنتجاوب مع البيئة المحيطة فأصبحت بعضها تحتوي على حاسبات صغيرة "Tiny Computers" يمكنها ارسال اشارات

، والطلاء الذي يندثر بتسرب غاز أو عيب كهربائي ، و الطلاء الذي يقاوم الميكروبات و الاتساخ ، أو يخزن كهرباء أثناء

النهار ليبيتها ليلا.

مشكلة البحث :-

- ندرة المعرفة عن القيمة المضافة لتكنولوجيا النانو فى خامات التصميم الداخلى.

- قلة تطبيق مخرجات وخامات تكنولوجيا النانو المتنوعة والمبتكرة في التصميم الداخلى.

هدف البحث :-

- التعرف على أحدث خامات النانو وعلاقتها بالتصميم الداخلى والأثاث.

منهج البحث :

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى والذى أعتمد على عرض نماذج مختلفة من إنتاج مواد جديدة وتغيير خصائص الخامات بأستخدام تكنولوجيا النانو .

الكلمات الدالة:

النانو- النانو تكنولوجيا - الخامات - تغيير- خصائص - التصميم الداخلى

Abstract:

When controlling materials at the nano scale, scientists have different physical laws that enable them to produce new materials, change and develop the properties of different materials in terms of shape, function and performance.

For example, gold particles that have undergone nanotechnology are red in color and highly active in chemical reactions, and are completely different from natural gold particles, and so whenever the size of the grains changes their color.

The study deals with the study and detail of nanotechnology, which depends on its work on rearranging the atoms of elements and substances, of course whenever the atomic arrangement of a substance changes, its properties change.

Hence, it is possible to avoid some of the negative properties of some materials and add properties that increase the efficiency of the performance of those materials, so it is called "smart materials" .

They are the materials that change to respond to the surrounding environment, so some of them contain Tiny Computers that can send signals, and paint that threatens a gas leak or electrical defect, and paint that resists microbes and dirt, or stores electricity during the day to be broadcast at night.

key words :

Nano- Nano technology -Materials - Changing- Properties- Interior design

محاوَر البحث:

1- إنتاج مواد جديدة بتقنية النانو

2- تقنية النانو والطلاءات

3- تطبيقات النانو فى مجال الطاقة

4- النانو تكنولوجيا وأثره فى تغيير وتطوير خصائص المواد

المقدمة - :

لا تزال تكنولوجيا النانو (التقنيات المتناهية في الصغر)، تحمل إلينا يوماً الكثير من المفاجآت المذهلة في مجالات الحياة كافة ومجال العمارة والتصميم الداخلي خاصة.

ويعد مجال العمارة والتصميم الداخلي أحد أهم التطبيقات الحديثة المشرقة لهذه التكنولوجيا الواعدة، حيث تسهم هذه التكنولوجيا في إنتاج مواد بناء ذات ميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة، فسوف تتمكن مباني النانو من مقاومة درجات الحرارة العالية، والإشعاعات الضارة، والحماية من الحرائق، والقدرة على التنظيف الذاتي، كما ستتمكن المباني من صيانة ومعالجة أي تشققات وتصدعات مبكراً، وإصلاحها بنفسها بصورة مباشرة وتلقائية.

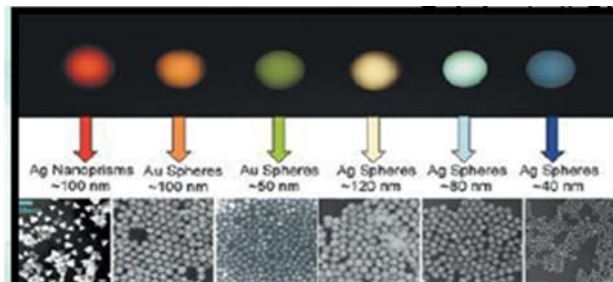
وسوف تدخل تكنولوجيا النانو في إنتاج مواد البناء لتحسين خصائصها ووظائفها، مثل المواد المستخدمة في الدهانات (الطلاءات) والمواد المضافة للخلطات الخرسانية، مثل السيليكا (رمال السيليكا أو ثاني أكسيد السيليكون)، والمواد الإسمنتية، والجبسية، والبلاط، والسيراميك، وتحسين صناعة الزجاج وصناعة الأخشاب وصناعة الحديد الصلب، ورفع كفاءة الطاقة في المباني وغيرها، لتجعلها خفيفة الوزن وأكثر قوة ومتانة ومقاومة للتصدعات والتشققات والتآكل، ولتنفيذ في حماية الأسطح والجدران من إلصاق الغبار والملوثات، والمحافظة على ثبات درجات الألوان، والعزل الحراري، ومقاومة الأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة الرطوبة، هذا بالإضافة إلى الخصائص البيئية، متمثلة في مساعدة مواد البناء في التقليل من كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في البيئة، وبالتالي المحافظة على سلامة النظام البيئي.

تعريف تقنية النانو :-

قد ظهرت مفاهيم مختلفة؛ لتعريف تقنية النانو، فهناك من يعرفها بأنها: "التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة في وظائف وأحجام وأشكال المواد ومكوناتها، وهذا الأمر يساعد على التحكم في وظائف الأدوات المستعملة في ميادين الطب، والصناعة، والهندسة، والزراعة، والعقاقير، والاتصالات، والدفاع، والفضاء، وغيرها.. " وآخر يعرفها بأنها: "علم التعامل مع أشياء أصغر من الصغر نفسه" (Dutta, J. and Hofmann, H) (ومصطلح "تقنية النانو" مشتق في الأصل من الكلمة الإغريقية نانوس التي تعني القزم الصغير، وتعني أيضاً عالم الأقزام الخرافي المتناهي في الصغر.

إنتاج مواد جديدة بتقنية النانو :-

عند التحكم في المواد بمقاييس النانو تظهر أمام العلماء قوانين فيزيائية مختلفة فمثلاً تكون جزيئات الذهب التي خضعت لتكنولوجيا النانو متناهية الصغر، حمراء اللون وعالية النشاط في التفاعلات الكيميائية، وتختلف تماماً عن جزيئات الذهب الطبيعية وهكذا كلما تغير حجم الحبيبات تغير لونها كما مبين في الشكل ادناه الذي يوضح تغير لون الذهب حسب حجم حبيباته. ويقول العالم شايلي ماهندرا، Shaily Mahendra أستاذ مساعد في قسم الهندسة المدنية والبيئية بجامعة كاليفورنيا الأمريكية " نحصل على زيادة هائلة في مساحة الأسطح عند مستوى جزيئات النانو" (صدى عبد الرحمن)



الشكل رقم (١) يوضح التغير في لون عنصر الذهب وخواصه الفيزيائية بتغيير حجم حبيباته

من خلال تقنية النانو تمت الاستفادة بمواد جديدة متعددة الوظائف والمكونات ومن هذه المكونات التي ساعدت تكنولوجيا النانو على وجودها هي :-

مواد العزل الكهربى. الصمغ النانوى.
مادة المطاط النانوى. المواد الذكية.

● مواد العزل الكهربى :-

صغر حجم حبيبات المواد النانوية وزيادة المساحة السطحية انعكس على الخواص الكهربائية فالمواد العازلة مثل البوليمرات أصبحت على المقياس النانوى موصلة وتمتلك قدرة على توصيل التيار الكهربى لتستخدم في نقل التيار الكهربى بدلاً من استخدام أسلاك النحاس المكلفة الثمن في حين أن البوليمرات أرخص. كذلك أشباه الموصلات تصيح موصلة على المقياس النانوى فيصبح السليكون موصل جيد للتيار الكهربى. من هذه الخواص الجديدة التي امتلكتها المواد النانوية نلاحظ مدى أهميتها في الحصول على تطبيقات تقنية كثيرة لتدخل مواد جديدة مثل السيراميك والبوليمرات في تقنيات لم يكن لخواصه العادية استخدامها فيها. تمكن العلماء من تحويل البلاستيك من مادة عازلة للكهرباء الى موصلة وذلك بتغيير الترتيب الذرى للبلاستيك وحسب الغرض من الإستخدم وبذلك أمكن الطلاء بالطريقة الكهروكيميائية لإستخدامة فى العديد من التطبيقات فى مجال التصميم كتصنيع أغشية رقيقة من النانو بلاستيك لتحوله من الزجاج العادى إلى الزجاج الذكى ويتأثر لونه بالعوامل الجوية، وأستخدامها فى الشاشات الثلجية التى تستخدم فى المحال التجارية (لميس سيد محمدى)

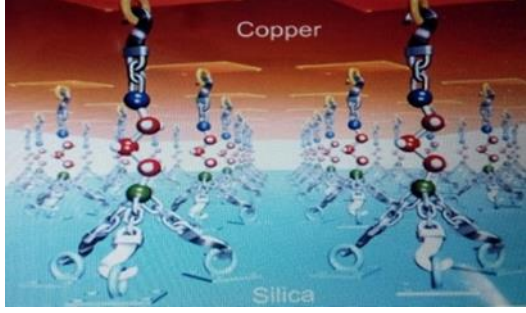


الشكل رقم (٢) يوضح تصنيع أغشية رقيقة "Nanoprotect Plastic" تستخدم على الزجاج العادى لتحوله إلى زجاج له جميع خصائص الزجاج الذكى

● الصمغ النانوى :-

هو مادة صمغية سمكها واحد نانومتر ، تتركب من ذرات الكربون والسليكون والكبريت، وقد تم إختراعه من قبل معهد رنسلير للتقنيات المتعددة (Rensselaer Polytechnic Institute) تحت قيادة البروفسور Ramanath. وتتخلص فكرة عمل الصمغ النانوى فى أن تكون ذرات الكربون هى أساس بناء المادة الصمغية ويرتبط بالكربون من أعلى ذرات الكبريت ، ومن أسفل ذرات السليكون وتوضع المادة الصمغية بين السطحين المراد لصقهما كالنحاس والسليكون وعند تسخين المجموعة تلتحم الطبقتان معا. وتزداد المادة الصمغية صلابة وقوة كلما ازدادت درجة الحرارة حتى عند الوصول إلى ٧٠٠ درجة مئوية بعكس المواد الصمغية السابقة التى لا تتحمل درجات الحرارة العالية (نهى ابو بكر).

ويستخدم الصمغ النانوى لتجميع شرائح الكمبيوتر والأجهزة الألكترونية، ولحماية الشرائح الرقيقة ، وطلاء الأسطح الداخلية لمحركات الطائرة النفاثة وفى دعم ربط المواد بشكل آمن وتستخدم فى توربينات مولدات الطاقة الكهربائية والعناصر المتنوعة . ويستخدم الحشو النانوى لتعزيز وتطوير خصائص مواد اللصق (Nano filler Adhesives Material) ، حيث يعمل على تجنب حدوث أى تكتلات كما أنه يعطى بنية جيدة الترابط ، فإن حجم النانو الصغير يزيد من سطح التفاعل وبذلك فإن مساحة كبيرة من جزيئات النانو تتفاعل مع جزيئات البوليمر على مستوى النانو لتعطى بوليمرات ذات خواص مميزة منها القدرة على زيادة درجة حرارة الإستخدم ومقاومة الأكسدة .



الشكل رقم (٣) يوضح مادة الحشو الصمغى النانوى ورسم تحليلى لتركيب الصمغ النانوى

● مادة المطاط النانوى :-

هو مادة مرنة كالمطاط ومتينة كالمعدن تم ترتيب جزيئاتها بواسطة تقنية النانو. وتم إختراعها بواسطة شركة نانوسونيك (Nano Sonic). وفكرة عمل المطاط المعدنى بإستخدام التجميع الذاتى المستقر وهى إحدى تقنيات النانو :-

- يتم إختيار مادة وسيطة كالزجاج مثلاً.
 - توضع المادة الوسيطة فى حوض يحتوى على أيونات موجبة.
 - ثم توضع فى حوض ثانى يحتوى على أيونات سالبة.
 - يتم تغطيس المادة الوسيطة بالتناوب فى الحوضين.
 - ثم تزال المادة الوسيطة من بين الطبقات المتكونة.
 - تصبح هذه الطبقات مادة مرنة وناقلة لذلك سميت بالمطاط المعدنى .
- ويستخدم المطاط المعدنى فى صناعة أشياء لا تنكسر ، بل تمتص الصدمات كالسيارات ، وبدأت وكالة ناسا للفضاء بالعمل مع شركة نانوسونيك لإستخدام المطاط المعدنى فى مجال الفضاء (نهى أبو بكر).



الشكل رقم (٤) يوضح المطاط المعدنى ذو مرونة عالية

● الخرسانة الشفافة Transparent Concrete :-

والمعروفة أيضاً بالخرسانة الباعثة للضوء Light Transparent Concrete هي مادة بناء جديدة مصنوعة من خلال الدمج بين الألياف البصرية مع الخرسانة، والهدف الرئيسي لذلك هو إستخدام ضوء الشمس كمصدر للضوء للحد من إستهلاك الطاقة الكهربائية للإنارة .وتستخدم فى العمارة سواء لأغراض إنشائية أو جمالية فى الفراغ الداخلى أو الخارجى. تعطى الشفافية النسبية للخرسانة انطباعاً عاماً بأن سمك ووزن الخرسانة سوف يختفي، وأيضاً أن الضوء أكثر، بالإضافة إلى تحقيق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار، وشكل الواجهات الخارجية فى الليل تصبح امتداداً للفراغ الداخلى والعكس صحيح، كما أن دمج الخرسانة الشفافة مع أضواء ال LED تعطي إمكانيات واسعة للتصميم المعماري الخارجى والداخلى وأيضاً استخدامه كوسيلة إعلانية بخلق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن وفراغ داخلى حيوي مضاء من الخارج.

تعمل الخرسانة الشفافة على تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية للإنارة. (Gaurao, P., & Swapnal, P) كما هو الحال في معهد أبحاث النسيج في ألمانيا ٢٠١٢ م ، حيث استخدمت الخرسانة الشفافة بشكل جزئي في المبنى وذلك في الواجهة الرئيسية فقط مما عمل على تغير الشكل الخارجي لها حيث يبدأ ظهور تأثير الخرسانة الشفافة قبل غروب الشمس بساعة، وفي ساعات الليل يتم تشكيل واجهات جديدة تتمتع بالحيوية كل فترة، وعلى مدار الليل الى شروق الشمس. وذلك بفضل مصابيح RGB الباعثة للضوء المتعدد الألوان او القادرة على تبديل لونها. وتؤثر الخرسانة الشفافة على المبنى من حيث الشكل والأداء كالأتي :-

التأثير على الشكل: إنتاج تصميمات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار وعند دمج الخرسانة الشفافة بمصابيح LED تصبح الواجهات وسائل إعلانية ديناميكية متغيرة.

التأثير على أداء المبنى: توفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية.



الشكل رقم (٥) يوضح استخدام الخرسانة الشفافة في مبنى معهد أبحاث النسيج بألمانيا

● بلاط السيراميك Ceramic Tiles :-

استخدام 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.

ومن أهم مزايا بلاط السيراميك المعالج بتقنية النانو هي كالتالي :-

● يعطى إكمانيات جمالية عالية للاستخدام بشكل مفرط في الواجهات بألوان وتشكيلات مختلفة جذابة انسيابية معقدة أو منتظمة أو غير منتظمة.

● ديناميكية غير ساكنة للواجهات حسب زاوية النظر وسقوط أشعة الشمس.

● إحساساً بالوحدة والتناسق والتناغم.

● تحويل الواجهات إلى قشرة خارجية لا يوجد فرق فيها بين الجدران والسقف بسبب طريقة الإنشاء.

ومن الأمثلة على استخدام هذا السيراميك جناح انكة معرض إكسبو العالمي في إيطاليا ٢٠٠٨ م، حيث تم تغطية المبنى بشكل كلي ماعدا مدخل المبنى بغلاف من السيراميك الأرجواني المزجج بشكل متلاحق، مما خلق واحدة من أكثر العناصر ابتكاراً ومذهلة للجناح بتحويل المبنى الى قطعة فنية ذات قشرة خارجية مفعمة بالحياة والحيوية. وتم استخدام طلاء الزجاج المعدني النانوي على السيراميك لإعطاء تأثير قزحي للألوان لجعل الكتلة تبدو أكثر ديناميكية ونايضة بالحياة. (Sciancalepore, C., & Bondioli, F)

ساهم النمط الهندسي ثلاثي الأبعاد المستخدم في تشكيل غلاف المبنى من السيراميك المزجج مع الطلاء المعدني الذي يعكس الضوء ويعيد انكساره في ألوان مضيئة، وساهم في إضافة الشعور بالحركة لغلاف المبنى وكأنه كائن على قيد الحياة بالإضافة إلى تقليل تكاليف التشغيل والصيانة ، وله تأثير على شكل وأداء المبنى من حيث :-



الشكل رقم (٦) يوضح استخدام سيراميك النانو في معرض اكسبو.

<https://www.archdaily.com/627994/vanke-pavilion-milan-expo-2015-daniel-libeskind>

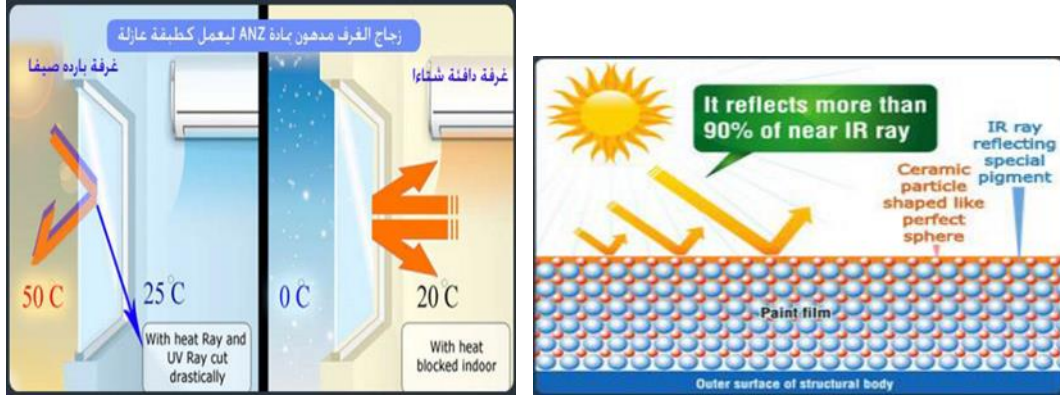
التأثير على الشكل: واجهات انسيابية للتصميمات المعقدة أو المنتظمة أو غير المنتظمة، بالإضافة إلى إعطاء ديناميكية غير ساكنة بالإضافة إلى إحساس بالوحدة والتناسق والتناغم.
التأثير على أداء المبنى : تحقيق بيئة داخلية مريحة.

● تقنية النانو والطلاءات :-

لاحظ العلماء أن هناك مجموعة من الظواهر الطبيعية التي تطرأ بمضي الزمن على بعض الأسطح المطلية بالدهانات مثل التآكل والإتساخ ورائحة الرطوبة ، بل وهناك ما هو خطراً ويسبب بعض المشاكل الصحية لذا كان الاهتمام بما يسمى تطوير نظافة الأسطح أي تطوير الطلاء ليصبح ذاتي التنظيف ، ولقد تمكن العلماء بالفعل من تحقيق هذه الخاصية للأسطح (الأسطح الصحية) بواسطة طلاء النانو الذي يحتوي على مبيد حيوي "Biocide" ذاتي التنظيف يعمل على تحليل البكتيريا والميكروبات والأوساخ والمكون الأساسي لهذا الطلاء صديق للبيئة وهو صغائر جزيئات الفضة " -Nanoparticles Ag" و ثاني أكسيد التيتانيوم "Tio2-Nanoparticles" و تطوير هذا الطلاء يتيح استخدامه ليس في المسكن أو المكتب فحسب وإنما في الفراغات الداخلية التي ترتبط بالرعاية الصحية كالمستشفيات والمدارس والمطاعم ، مما يساعد على الحد من استعمال المبيدات البيولوجية السامة والمنظفات الصناعية (لميس عبد القادر).
"كما تم عمل مادة للطلاء تظل جافة حتى لو وضعت في الماء لمدة ٤ أيام وتقوم بالتنظيف الذاتي لسطحها وهذه المادة نجحت بعد التجارب التي استمرت خمس سنوات عليها."

1- دهانات " ANZ " أحدث الدهانات الخارجية والداخلية باستخدام تكنولوجيا النانو -

يعمل الدهان على تكوين طبقة ذات مواصفات عالية التطوير بتكنولوجيا النانو تتكون من بلورات وجزيئات بالغة الدقة كروية الشكل بدون فراغات مرتبة بشكل هندسي دقيق تعمل على تشتيت وعكس أشعة الشمس وحرارتها عن السطح المدهون ، حيث تنخفض درجة الحرارة الداخلية للسطح المدهون عن الدرجة الطبيعية بفارق يزيد عن (٢٠) درجة مئوية.



الشكل رقم (٧) يوضح الفرق في درجات الحرارة باستخدام دهانات ANZ

● تطبيقات النانو في مجال الطاقة:-

اكتشف حديثاً أن العديد من الألواح الشمسية الموجودة حالياً سامة للغاية وتضر بالبيئة فالمواد الكيميائية المستخدمة في تصنيع أنواع من الخلايا الشمسية عديدة جداً مما ينتج عند تأكلها " حمض الهيدروكلوريك ، حمض الكبريتيك ، حمض النيتريك ، وفلوريد الهيدروجين " ، وكثيراً ما يستخدم الرصاص في ألواح الطاقة الشمسية الإلكترونية ، ففي نهاية عمرها الافتراضي تكون عبارة عن مواد سامة تلوث الهواء لذلك فهي غير مستدامة بعكس الجسيمات النانوية وأفلام النانو التي يمكن إعادة تدويرها وتكون في هذه الحالة مستدامة وصديقة للبيئة (Rye Senjeu).

إنتاج الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو:

إن تحديات ومشكلات الطاقة لن يتم حلها إلا من خلال البحث المستمر والإستثمار في تطوير العديد من التقنيات الجديدة مثل تقنيات النانو، قد ساعدت تقنيات النانو في تقديم العديد من التطبيقات المتقدمة التي تعمل على إنتاج الطاقة من مصادر صديقة للبيئة مثل مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح).
تطبيقات تكنولوجيا النانو في إنتاج الطاقة باستخدام الطاقة الشمسية:
تعد الطاقة الشمسية من مصادر الطاقة الدائمة التي لا تنضب أبداً ، فهي قادرة على تلبية إحتياج العالم أجمع من الطاقة النظيفة الصديقة للبيئة ، حيث يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية باستخدام العديد من التطبيقات التي تعتمد على تكنولوجيا النانو للإستفادة من الطاقة الشمسية لسد الإحتياجات من الطاقة الكهربائية.

خلايا أغشية النانو الرقيقة الشمسية:

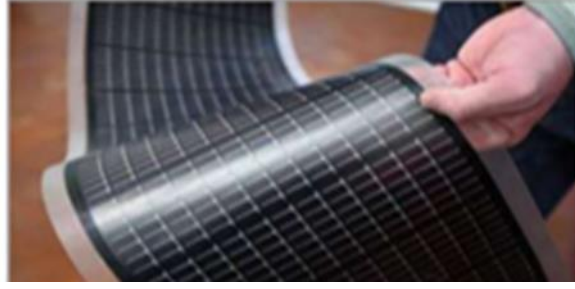
من خلال تقنيات النانو تم إنتاج الأغشية الرقيقة التي تتميز بالعديد من المزايا التالية:

● قلة التكلفة

تعتمد هذه الخلايا على الجسيمات والبوليمرات النانوية فتتميز بإنخفاض تكلفة التصنيع والتركيب.

● المرونة

تتميز بالمرونة كما بالشكل حيث تستخدم في العديد من التطبيقات وإندماجها مع المباني والأسطح المنحنية ويتم دمجها أيضاً مع النوافذ حيث تتميز بأنها تأخذ شكل السطح الذي يتم تركيبها وتثبيتها عليه.



الشكل رقم (٨) يوضح أغشية النانو المرنة الرقيقة

- رقة سمك تلك الأغشية :

تتميز تلك الخلايا بأن سمكها رقيق فيمكن دمجها بسهولة مع عناصر المبنى لتوليد الطاقة من الطاقة الشمسية

- كفاءة الطاقة الناتجة :

حيث تعمل على توفير الطاقة وزيادة كفاءتها بنسبة تزيد ٣٠% عن خلايا السيلكون العادية.

- أمانة بيئياً :

تعتبر هذه الخلايا أكثر أماناً على البيئة من خلايا السيلكون التقليدية (, Elvin,G)

وتتكون هذه الخلايا من خمسة طبقات ، الطبقة السفلية من الألومنيوم ثم طبقة رقيقة يتم الطباعة عليها بواسطة عنصر المولينيوم ويليه ثلاث طبقات من الحبر من مادة موصلية وطبقة تقاطع P/N ، والقطب يتكون من طبقة أكسيد الزنك والشكل (٨) يوضح تركيب خلايا الأغشية النانوية .

مبنى السفينة الشمسية (SOLAR ARK)

أنشأ هذا المبنى في مدينة أتاباشي باليابان عام ٢٠٠٢ بواسطة شركة سانوي إلكترونيك والغرض منه متحف للطاقة الشمسية ، ويعد هذا المبنى من أروع وأكبر المباني الشمسية في العالم لتوليد الطاقة الشمسية وقد شيد هذا المبنى للتحويل إلى مجتمع للطاقة النظيفة .

عند مدخل مبنى السفينة الشمسية كما هو موضح بالشكل تظهر الأجنحة الشمسية المصنوعة من خلايا الأغشية الرقيقة والتي تعمل على توليد الكهرباء ، ويضم المبنى أكثر من ٥٠٠٠ لوحاً شمسياً وتنتج ما يقرب من ٥٣٠ ألف كيلو واط من الكهرباء

النظيفة سنوياً (Joshua Meltzer)

وتهدف اليابان إلى زيادة الطاقة المتجددة ، وخاصة الطاقة الشمسية ، من ٩٪ إلى ٢٠٪ في عام ٢٠٣٠ .



الشكل رقم (٩) يوضح مبنى الطاقة الشمسية باليابان



استطاع العلماء تصنيع بودرة النانو ألومنيوم " Aluminum Nano Powder" والحصول على براءة الاختراع وذلك من سبيكة الألومنيوم التي قد تحتوي على العديد من الشوائب عن طريق عملية تكثيف بخار الألومنيوم بعد تعرضه لطاقة حرارية عالية جدا ، فحصلوا بذلك على مسحوق على درجة عالية من

النقاء ، وقد استخدمت في العديد من التطبيقات الفعالة والقيمة في عدة مجالات ، فقد أمكن الحصول على طلاء سطحي عالي الأداء يتراوح سمكه بين ١٠:٥ نانومتر و لشدة نفاؤه فهو يماثل معدن البلاتين ويعتبر بديلا عنه، وكذلك فإنه يمثل طبقة حماية من الترددات الكهرومغناطيسية التي أصبحنا نعاني منها كنتيجة لانتشار وتطور تكنولوجيا الاتصالات ، كذلك فإنه يستخدم كإضافة للبلاستيك كمانع للتسرب وكذا فإنه يعتبر محفز للطاقة في الأغشية المصنعة كخلية وقود "Fuel Cell". يتم إنتاج النانو ألومنيوم باستخدام عملية التبخر بالليزر. باستخدام الألومنيوم عالي النقاء كمادة خام ، يمكن إنتاج جسيمات الألومنيوم النانوية ذات درجة نقاء عالية وجسيمات صغيرة الحجم بكميات كبيرة و بتكلفة منخفضة. نتيجة إضافة حوالي ٥-١٠٪ من الألومنيوم النانوي إلى مسحوق الألومنيوم الطبيعي وهو يحسن عمليات تلبد السيراميك ، مع أداء نقل الحرارة العالي ، و زيادة الكثافة ، وتعزيز التوصيل الحراري للتلبد. وأيضاً تتمتع الجسيمات النانوية للألومنيوم بقدرة جيدة على التلبد حتى في درجات الحرارة المنخفضة بسبب نسبة ذرات السطح والسطحية الكبيرة. مزايا النانو كقيمة مضافة للألومنيوم وهي:-

توصيل حراري - مقاومة التآكل

إعادة التدوير ، الثبات و خصائص عازلة ممتازة من ترددات DC إلى ٢GH

عالية القوة / تصلب - مضادات الميكروبات



الشكل رقم (١١) يوضح رقائق الألومنيوم النانوية

نانوية الألومنيوم:-

تم تصنيع جسيمات نانوية من الألومنيوم بحجم وهي من أكثر الجسيمات جاذبية في عمليات الدفع عمليا. يتم استخدام أحجام مختلفة من الجسيمات النانوية الألومنيوم تنتج دافع الصواريخ المركبة. ونظراً لخصائصه الفريدة ، فإن جسيمات الألومنيوم النانوية قابلة للتطبيق في مجموعة متنوعة من التطبيقات مثل السيارات والطائرات وطبقات الحماية الحرارية للطائرات والحماية ضد التآكل. ويمكن استخدامها في الأسقف المعدنية في التصميم الداخلي ، كما تم استخدام تقنية النانو ألومنيوم في بلاطات سقف مطعم مع استخدامه في وحدات الإضاءة كما هو موضح بالشكل رقم ١٢.



الشكل رقم (١٢) يوضح استخدام الألومنيوم في سقف وحدات إضاءة مطعم

ومن أهم خصائص النانو ألومنيوم الصلابة المتزايدة ، التركيب السريع ، خصائص الأشعة فوق البنفسجية الممتازة ، الاحتفاظ بالألوان بعد التعرض الطويل للشمس ، سهولة الصيانة – مقاومة التلوث ، الأحماض ، مقاومة القلويات والملوحة.



الشكل رقم (١٣) يوضح استخدام ألومنيوم النانو في الواجهات الخارجية

٣- الخرسانة :-

هي من أكثر المواد إنتاجاً واستخداماً في العالم، حيث يتم إنتاج حوالي طن واحد سنوياً من الخرسانة لكل إنسان في العالم. ومن أحد التحسينات التي تتم دراستها للخرسانة بمقياس النانو يكون بتغليف الجزيء وذلك من خلال استخدام (النانو سليكا) ، و قد ثبت أن إضافات النانو سليكا يمكن أن يتحكم في التآكل (كالسيوم- سيليكات- هيدرات) الناتج عن تفاعل الخرسانة . تم إضافة نوعين من المواد النانوية إليها هما:

أ_ الميكرو سليكا والنانو سليكا: هي أحد منتجات المواد الخام من السليكون.

ب_ ثاني أكسيد تيتانيوم النانو: هو يتكون طبيعياً من معدن أكسيد التيتانيوم.

التأثير على الخرسانة : بزيادة القوة وتقنيات التشكيل، وبفضل عملية التحفيز الضوئي التي تجعلها قادراً على منع تلوث الأسطح ومضاداً للبكتيريا ويساعد في تنقية الهواء. وتستخدم في الأسطح الخارجية الواسعة في المناطق الملوثة (Sada , H). مثل كنيسة اليوبيل في إيطاليا ٢٠٠٣ م للمعماري ريتشارد ماير:

شكل المبنى مستوحى من فكرة التلوث المقدس من خلال ثلاثة أشعة بيضاء عملاقة ارتفاعها ٣٦ متراً في السماء، والكنيسة واقعة في منطقة عالية التلوث بعوادم السيارات ودخان المصانع. فقد تم إضافة ثاني أكسيد تيتانيوم النانو الى الخليط الخرسانى (الذي) حافظ على نظافة السطوح البيضاء، كما خفف من التلوث البيئي المحيط بالمبنى.

التأثير على الشكل: إنشاء مباني ديناميكية انسيابية مرنة.

التأثير على الأداء البيئي : تنقية الهواء الخارجي ومكافحة تلوث البيئة.

الجدران المنحنية من الخرسانة النشطة في الكتلة



الشكل رقم (١٤) يوضح أشرعة كنيسة اليوبيل في روما باستخدام خرسانة بتقنية النانو

٤ - تقنية النانو والخشب :-

تعتبر مادة الخشب من المواد الأساسية في عملية البناء والتصميم الداخلي ، يتكون الخشب من هيدرات الكربون واللجنين في هيكله الذي يمكن تدميره بفعل عوامل مختلفة مثل الأشعة فوق البنفسجية والفطريات والحشرات والمواد الكيميائية، مما يقلل متانة الهيكل الخشبي.

و قد تتيح تقنية النانو مجالات متعددة من حيث تطوير خواصه أو إضافة بعض الطلاءات عليه التي تحسن من خواصه ، وكمثال بإضافة بعض الطلاءات التي تقوم بالتنظيف الذاتي ، وكذلك بإضافة خاصية جديدة له و هي مقاومة الحريق و ذلك بتعديل خواصه على مقياس النانو.

يتم استخدام تقنية النانو لتحسين المواد أو المنتجات على مستوى المواد أو المنتجات. الأمثلة على ذلك هي إنتاج خشب أكثر متانة ، ومقاومة للعوامل الجوية والفطريات والحشرات وغيرها .

يمكن أن يستفاد الخشب من الابتكارات التي أمكن تحقيقها بواسطة تقنية النانو إما في مرحلة الإنتاج أو استخدام الخشب كمنتج. حيث يتم تطبيق تكنولوجيا النانو على إنتاج منتجات خشبية أكثر استدامة ، تستخدم تقنية النانو على سبيل المثال في

إنتاج المبيدات الحيوية لحماية الخشب ضد الآفات أو الفطريات (IVAM UvA BV)



الشكل رقم (١٥) يوضح سطح الخشب المعالج بطبقة من طلاء النانو الطارد للمياه

http://lotusanotech.com/our_products.html

كما تتيح تقنية النانو مجالات متعددة من حيث تطوير الخشب وخواصه أو إضافة بعض الطلاءات عليه التي تحسن من خواصه ، وذلك بإضافة بعض الطلاءات التي تقوم بالتنظيف الذاتي ، وكذلك بإضافة خاصية جديدة له وهي مقاومة الحريق وذلك بتعديل خواصه على مقياس النانو ومن أهم منتجات النانو تكنولوجي في الخشب ما يلي (ياسر محمد صلاح الدين المغربي)

1- خشب النانو البلاستيكي (Nano Wood Plastic):-

وهي مادة تجمع ما بين خواص كلا من الخشب والبلاستيك في آن واحد ، تستخدم هذه المادة في العديد من الأغراض كمواد تنسيق الموقع والمواد الإنشائية البسيطة والإكسسوارات ، وقد تم تطويرها لكي تتميز بالخواص الآتية:

- مادة قوية وخفيفة ورخيصة الثمن
- مقاومة البكتيريا والفطريات
- مقاومة التآكل والتصدعات
- ذاتية التنظيف
- مقاومة الحرارة
- مادة صديقة للبيئة

2- لب الخشب المعالج (Wood Pulp) :-

وهو عبارة عن كريستالات سليولوز النانو والمستخرجة من لب خشب الأشجار ، حيث تمت معالجتها بتقنيات النانو لتصبح ذات خواص مميزة وفريدة أقوى من مادة الكربون فيبر وأرخص أيضاً بنسبة (١٠%) من مادة الكربون فيبر ، وتجري الآن العديد من الدراسات لزراعة أنواع معينة من الأشجار التي تنتج أخشاب بهذه المواصفات ، (FPL) هو من أهم المعامل المهمة لدراسة هذا النوع من الخشب وهو اختصار لـ (Forest Services Forest Products Laboratory) ، ومن مميزاتها أنها خفيفة الوزن وقوية وموصلة ولها القدرة علي امتصاص الماء ومستدامة .

ج- لب الخشب الشفاف ((Transparent Wood Pulp) وهذا النوع من الخشب المعدل بطريقة النانو تكنولوجي له نفس خواص النوع السابق ولكن تم تطويره عن طريق إزالة الشوائب من الخشب لينتج عنه كريستالات شديدة النعافة وشفافة وتعد هذه المادة من أقوى المواد الموجودة علي سطح الأرض .

تم إضافة مواد نانوية لتحسين أداء الخشب أهمها:

- أ_ أكسيد الألومنيوم النانوي: يزيد من صلابة الخشب ومقاومته للتآكل والخدش.
- ب_ أكسيد الحديد وثاني أكسيد التيتانيوم النانوي: يعمل على حماية الخشب من الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة الفطريات والعفن والطحالب بالتالي تزيد من عمره الزمني.
- ج_ نانو السليكا : تعمل على زيادة صلابة الخشب ومنع تسرب الماء وعدم نفاذية البخار.
- _ تؤثر الإضافات كثيراً في تحسين الأداء الهيكلي للخشب ومقاومته وزيادة عمره الزمني مما أعطاه القدرة على الاستدامة بالإضافة الى سهولة تشكيل الخشب بالمقاطع والأشكال المطلوبة للتصميم. _ يستخدم كمادة إنشائية في التصاميم العضوية المرنة ذات التشكيل الحر والمظلات. يؤثر الخشب على أداء المبنى في الحصول على فراغات داخلية ذات بيئة مريحة او للتقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتقليل التكلفة الاقتصادية. (Husien, B., Hamdi, G., Agha, M) مثل مظلة متروبول الشمسية الملونة في اسبانيا ٢٠١١ م.

تعتبر مظلة متروبول الشمسية الملونة في اشبيلية أكبر هيكل خشبي في العالم حيث يصل ارتفاعه ٢٨ متراً وتغطي مساحة أكثر من ١١٠٠٠ متراً مربعاً. الخشب المستخدم في الهيكل مصنوع من تقشير جذوع شجرة التنوب بسماكة ٢ مم ومعالجتها بالإضافات النانوية من البولي يوريثين مما جعلها مقاومة لأحوال الطقس من حرارة الشمس والرطوبة وطاردة للمياه والأوساخ وممانعة للعفن. وأيضاً إضافات نانوية أخرى لإنتاج بنية متجانسة قوية غير قابلة للانحناء ومقاومة للحرائق تتمتع بالمرونة ومقاومة عالية للشد والضغط مما يجعله أفضل من الخشب العادي لإنتاج المقاطع الضخمة المستخدمة في الهيكل.

كما هو موضح بالشكل رقم (١٦)

التأثير على الشكل : إنتاج تصميمات عضوية ومرنة، واعطاء إحساس بأن المبنى جزء من الطبيعة. التأثير على أداء المبنى: التقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتأمين بيئة داخلية مريحة.



الشكل رقم (١٦) يوضح مظلة متروبول الشمسية الملونة في اسبانيا

٥ - النانو تكنولوجيا والرخام (-): (Marble)

تعتمد تقنية النانو علي تصنيع الرخام بتمريره بنفس المراحل التي يمر بها الرخام الطبيعي في الطبيعة من عوامل الضغط العالي والحرارة المرتفعة ، وتعتمد في تركيبها أساساً علي الرمال كمعادن طبيعية أولية كرمال الكوارتز (بنسبة تصل إلي ٩٠%) ، وأصباغ غير عضوية معتمدة علي أكاسيد المعادن وحصوة الرخام (رقائق حجر الجرانيت ، والسيكا) . أما عن تكنولوجيا رخام النانو الرملي لا تمنع التحام الجزيئات وتتشكل جزيئات منتج الرخام في فراغ ديناميكي ، ويتم تعرضها للحركية القسرية بضغط من (٢٠٠-١٨٠٠ أتموسفير) ، تليها مرحلة التلميع بتقنية البلازما الباردة . يحتفظ الحجر المصنوع بخصائصه في درجات الحرارة العالية ، مما يسمح للمنتج أن يوضع عليه أنماط ونماذج الصور الرقمية والتصوير الفوتوغرافي عن طريق طباعة خاصة لهذا الغرض ، وتجري طباعة الرسوم والكتابة علي أساس صبغ مسحوق السيراميك والمعالجة الحرارية ويتميز بمقاومته للخدش وضوء الشمس وجودة الملمس واللون. ومراحل التكوين كالتالي :

المرحلة الأولى : تكنولوجيا لتصنيع الرخام من رمل النانو والحصول علي المواد من درجة التفكك.
المرحلة الثانية : وهي مرحلة الاختلاط المركب عن طريق خلطة مفرغة الهواء وتطبيق الصورة عن طريق الطباعة الملونة علي الأسطح الحجرية ويمكن تطبيق المجسمات عن طريق جهاز البلازما .
القياسات اللونية:

تم إجراء تقييم للتغيرات اللونية لعينات الحجر الرخامي الناتج عن تطبيق المعالجة النانوية بواسطة قياسات لونية باستخدام مقياس CM-2600d Kon-Ica Minolta الطيفي ، نيويورك ، الولايات المتحدة الأمريكية (الولايات المتحدة الأمريكية) ، لتقييم الاختلافات اللونية.

وتم التحقيق في أداء الحماية من خلال قياس خشونة السطح ، قابلية الترطيب ، نفاذية بخار الماء ، امتصاص الماء الشعري ، واللون تغييرات على أسطح الرخام. ونتيجة لذلك ، لم يلاحظ أي تغيير في لون الرخام المطلي ، فقد تم الحصول على تحسينات معنوية للماء من سطح الماء وتثبيت تفاعل الكبريت على الأسطح الرخامية المكشوفة تحت الغلاف الجوي الحمضي. يمكن القول أن المواد النانوية المعتمدة على PLA تبدو مواد واعدة كعوامل طلاء واقية في الحد من تأثيرات الماء والملوثات الجوية على أسطح الرخام. (YilmazOcaka ,AysunSofuoglu)



الشكل رقم (١٧) يوضح إستخدام طباعة النانو على الرخام

٦ - تقنية النانو والبلاستيك :-

تقنية النانو هي تقدم تكنولوجي مثير لديه القدرة على المساهمة بشكل كبير في مستقبل البلاستيك، ومن خلال تقنية النانو يمكن إنشاء المركبات النانوية الخاصة التي ستكون أكثر مقاومة للحرارة ، ومقاومة للخدش. ومع ذلك، يمكن معالجة راتنجيات البلاستيك بالحرارة المستخدمة في إنتاج البلاستيك بنفس المعدات المستخدمة حاليًا لمعالجة الراتنجيات.

يتم حاليا استخدام تكنولوجيا النانو في إنشاء العديد من المواد، يتم استخدام المواد المقواة من خلال تكنولوجيا النانو في اللدائن الحرارية ، لأنها قادرة على مقاومة الحرارة ، ومثبطات اللهب ، وتوفر ثبات الأبعاد ، وقادرة على توصيل الكهرباء. وتستخدم هذه المركبات النانومترية في أماكن مثل تشكيل جسم المركبات وأطراف السيارات.

يتم إنشاء الأنابيب النانوية البلاستيكية أيضًا باستخدام تقنية النانو وعموماً يتراوح قطر هذه الأنابيب النانوية بين ٥٠ و ١٥٠ نانومتر وتستخدم في توصيل الكهرباء. في حين أن هذه الأنابيب النانوية لديها القدرة الحالية على التحمل عن النحاس فهي مرنة للغاية وخفيفة الوزن جدا ومتينة في نفس الوقت.

وأخيرا ، تم بالفعل إنشاء رغاوي خاصة متناهية الصغر من Nanocomposite. وبمرور الوقت ، من المرجح أن تحل هذه الرغوات محل البلاستيك الصلب لأنها أخف بكثير ، ولكنها تبدو كمادة بلاستيكية صلبة. وتشمل الاستخدامات المحتملة لمركبات الكربون النانوية الرغوية هذه وسائد المقاعد ، وحاويات الوجبات السريعة ، والعزل المنزلي ، وحشوة السجاد ، وأكواب القهوة ، ومواد التعبئة والتغليف.

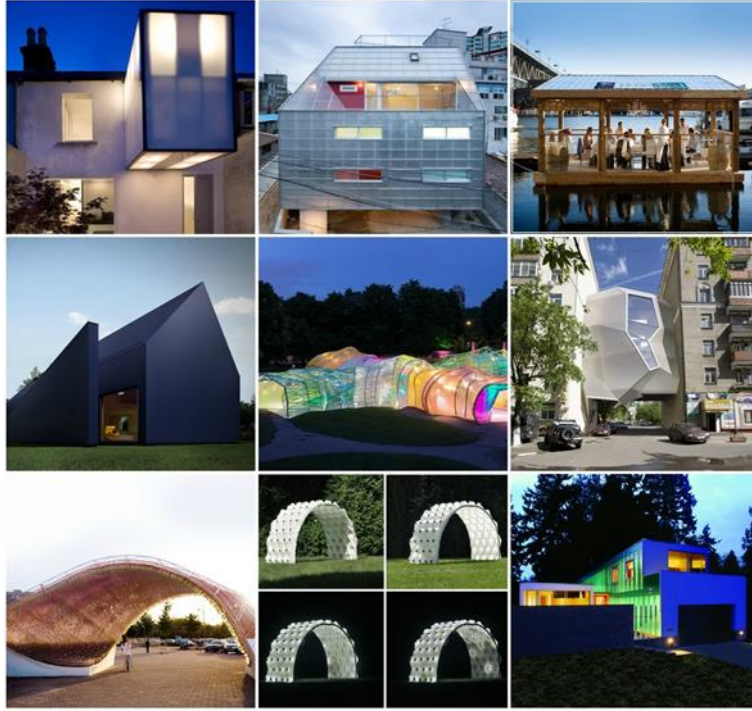
وبتغيير الترتيب الذري يمكن تحويل مادة البلاستيك من مادة عازلة للكهرباء إلى مادة موصلة حسب الترتيب الذري وحسب الغرض من الاستخدام ، وبذلك أمكن طلاؤه بالطريقة الكهروكيميائية وإستخدامه في العديد من التطبيقات في مجال التصميم الداخلي على سبيل المثال استخدم فيما يسمى "بالشاشات الثلجية" The Snow Screen "التي تستخدم في واجهات المحال التجارية كذلك أمكن تصنيع أغشية رقيقة منه "Nanoprotect Plastic" وتستخدم على الزجاج العادي لتحويله إلى زجاج ذكي (لميس سيد محمدي).

تم تصميم جناح سربنتين جاليري ٢٠١٥ من قبل Selgas Cano ، وقد تم بناؤه من إطار فولاذي صغير ملفوف في ETFE متعدد الألوان - وهو بلاستيك قائم على الفلور على شكل صفائح وحزام. مستوحاة من مترو أنفاق لندن ، تأتي الأغشية البلاستيكية معاً في سلسلة من الأنفاق الديناميكية بين إطار الهيكل كما هو موضح بالشكل (١٨).

تم بناء البيت البلاستيكي في دبلن ، أيرلندا ، من البولي كربونات والصلب. الهيكل البلاستيكي الخفيف الوزن هو المصدر الأساسي للضوء في المساء للمنزل ، حيث تتسبب التركيبات الداخلية في إضاءة الأسطح الشفافة في جميع الاتجاهات كما هو موضح بالشكل (١٨).

يقوم جناح Solar Bytes المؤقت بتخزين وأمتصاص أشعة الشمس خلال النهار من خلال ٩٤ وحدة بلاستيكية سداسية نصف شفافة، ويضيء ليلاً بعد البناء والاستخدام ، يمكن تفكيك هذه الوحدات البلاستيكية وإعادة استخدامها لأغراض أخرى كما هو موضح بالشكل (١٨)

إن تركيب Cola-Bow عبارة عن قطعة فنية عامة مصنوعة من أكثر من ١٧٠٠٠ عبوة بلاستيكية مُعاد تدويرها مضفرة معاً لتتشابه تقلبات شعار Coca-Cola ، في بيان ضد التلوث. وهي توجد في مدينة بكين – الصين، كما هو موضح بالشكل (١٨).



الشكل رقم (١٨) يوضح استخدامات تكنولوجيا النانو في التطبيقات المختلفة للبلاستيك

<https://www.archdaily.com/783728/plastic-architecture-12-projects-that-highlight-the-potential-of-polymers>

النتائج :-

تعمل المواد المستخدمة في تكنولوجيا النانو على تطوير المنتجات الحالية، أو إنتاج مواد جديدة بصفات ومزايا عديدة من حيث المقاومة والوزن وسهولة التركيب وسهولة التشكيل ومقاومة أشعة الشمس الضارة والأمطار والملوحة والحفاظ على الطاقة وتخزينها والاستفادة من هذه المواد في تطوير التصميم من حيث الشكل والوظيفة.

- تطبيقات النانو تعمل على تقليل الصيانة لتعدد الوظائف التي تقوم بها كما أنها ذاتية التنظيف وتحد من التلوث البيئي وتعمل على تجديد الهواء داخل المكان وتقاوم البكتيريا والجراثيم لتعطي بيئة صحية .

التوصيات :-

- ١ - ضرورة اهتمام المؤسسات العلمية بنشر مفهوم تكنولوجيا النانو وأهميتها المستقبلية من الناحية التصميمية والتكنولوجية بين المصممين ، مع نشر مشاريع أستخدمت فيها تكنولوجيا النانو صوت وصورة لتوضيح مدى أهميتها المستقبلية.
- ٢ - أهمية نشر المجالات المختلفة والعديدة التي تطبق تكنولوجيا النانو في الحياة عموماً وفي التخصص خاصة.
- ٣ - نشر أهمية تلك التكنولوجيا في توفير الطاقة والحفاظ على البيئة والإستدامة.

- ٤ - يجب مراعاة الأخطار الناجمة عند استخدام تكنولوجيا النانو.
- ٥ - تبني غرفة صناعة الأثاث تطبيقات تكنولوجيا النانو الحديثة و نشر ثقافتها بين مصنعي الأثاث المصري.
- ٦ - توضيح أهمية تكنولوجيا النانو في تطوير فكر وفلسفة المصمم الداخلي.

المراجع :-

- 1- الحبشى ، نهى أبو بكر ، ما هى تقنية النانو؟ مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة، طباعة وتوزيع وزارة الثقافة والاعلام فى المملكة العربية السعودية، ٢٠١١ ، ص ٥٤ ، ٥٥
- 1- alhabshi , nahaa 'abu bakr , ma hi alnanw? muqadimat mujazat ealaa shakl durus basitat , tibiaetan watawzie wizarat althaqafat wal'ielam fi almamlakat alearabiat alsaeudiat , 2011 , s 54 , 55.
- 2- المغربي ، ياسر محمد صلاح الدين ، تكنولوجيا النانو وتأثيرها على العمارة من حيث أساليب البناء ومواد التشطيب ، ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، ٢٠١٣ ، ص ٩٦-٩٧
- 2- almaghribiu , yasir muhamad salah aldiyn , taqniat alnnanu wa'athariha fi aleamarat min hayth turuq albina' wamawadu altashtib , majstyr , kuliyyat alhandasat , jamieat alqahirat , 2013 , s 96-97.
- 3- الياصرى ، صدى عبد الخالق حسن ، "الإنشاء والإستدامة مواد صغيرة لبناء كبير" ، جامعة القادسية ، ٢٠١٣ ، ص ٢١
- 3- alyasiriu , sadaan eabd alkhaliq hasan , "abtikar waistidamatan mawadun saghirat limabnaa kabir" , jamieatan alqadisiat , 2013 , s. 21
- 4- عبد القادر ، لميس سيد محمدى- دور التقنية فى تطوير العناصر المعمارية التقليدية، رسالة ماجستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة الأسكندرية، ٢٠١١، ص ١٥٨-١٦٥
- 4- eabd alqadir , limays syd muhamadi - dawr altiknulujia fi tanmiat aleanasir almiemariat altaqlidiat , risalat majstyr , kuliyyat alfunun aljamilat , jamieat al'iiskandariat , 2011 , s 158-165.
- 5- منجزات: نانوتكنولوجيا سعودي، مجلة نوافذ، مجلة تصدرها صحيفة رسالة الجامعة، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، العدد الثالث، (يوليو ٢٠٠٩م). صفحات، ٤- ١٠
- 5-al'iinjizat: taqniat alnnanu alsewdyt , majalat nuafiz , majalat sadiratan ean jaridat risalat aljamieat , jamieat almalik sueud , aleadad alththalith (ywliu 2009 m). alsafahat , 4-10
- 6- CELTIKCI, N. T., & Serap GUCLU. (2009). Steel Structure of Astana Stadium – Kazakhstan. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), (October), P 1420–1431
- 7- Collaboration for a Better Quality of the Built Environment. 2nd International Conference on Energy Systems and Technologies, 2013, p 295–304.
- 8- Dutta, J. and Hofmann, H. Nanomaterials, Electronic Book, 2005.
- 9- Elvin, G., Nano technology for Green Building, Green technology, USA. 2007 .
- 10- Farshad Kheiri : Material Follows Function: Nanotechnology and Sustainability in Steel Building Constructions , International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064 Volume 2 Issue 12, December 2013 , P2
- 11- Gaurao, P., & Swapnal, P.. Light Transmitting Concrete- A New Innovation. International Journal of Engineering Research and General Science, Volume 3 Issue (2), (2015) , P 806–811.
- 12- Hontelez و EEB SECRETARY Green و Issue april 2009 , pn 13, www.energy picturesonline.com .
- 13- Husien, B., Hamdi, G., Agha, M., & Mohamed, M. B. (2013). Nano Smart Home an Interdisciplinary

- Metropol Parasol à Séville Une Prouesse Mondiale ,D'ingénierie bois. (2011). Finnforest, P 1–7
- 14- IVAM UvA BV: , “Nano in Furniture” , State of the art ,2012,p-20
- 15- Joshua Meltzer, “After Fukushima: What’s Next for Japan’s Energy and Climate Change Policy?”,Global Economy and Development at Brookings, 2011.
- 16- Sada, H, "The use of Nanotechnology in construction sector Lecture". Al-Qadisiya Journal For Engineering ,Sciences, Volume 7 Issue (1),2014, P 68–80.
- 17- Sciancalepore, C., & Bondioli, F.. Durability of SiO₂– TiO₂ Photocatalytic Coatings on Ceramic Tiles.International Journal of Applied Ceramic Technology, 12, (2014) ,P 679 – 684.
- 18- The 4th International On Nanotechnology for the Plastic and Rubber industries, feb 2009(53), conference
- 19- Rye Senjeu : "Challenger and Opportunties to Green Nanotechnologies: و Editor responsible ,John
- 20- YılmazOcaka ,AysunSofuoglu, "Sustainable bio-nano composite coatings for the protection of marble surfaces" Journal of Cultural Heritage ,Volume 16, Issue 3, May–June 2015, Pages 299-30
- 21- <http://www.plasticsindustry.com/plastics-and-nanotechnology.asp>
- 22- <http://ntcstone.ucoz.com>
- 23- <https://www.archdaily.com/catalog/us/products/12628/terroxy-resin-systems-in-hotels-restaurants-terrazzo-marble/119200>
- 24- <https://www.archdaily.com/783728/plastic-architecture-12-projects-that-highlight-the-potential-of-polymers>
- 25- <https://www.nanoshel.com/aluminium-metal-foam-application>
- 26- <https://www.archdaily.com/catalog/us/products/10969/aluminum-foam-small-cell-panel-cymat-technologies-ltd>