التطبيقات الحديثة في العمارة النانونية*

دكتور/هشام سامح حسين سامح**، دكتور/ محمد رضا عبد الله***، مهندس/ خالد هشام محمود إبراهيم فهمى****

ملخص

يعتبر اختيار مواد البناء هو المكمل لعملية التصميم المعماري، تعتبر المواد النانونية والتوسع في استخداماتها أحد عناصر تكنولوجيا البناء التي شهدت تطورا ملحوظا في أواخر القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين، هذه المواد لها خصائص وظيفية متميزة مثل العزل وقوة الشد والتنظيف الذاتي والخصائص المغناطيسية، تتناول الدراسة ملخص لبعض المواد النانوية التي تستخدم في الهندسة المعمارية وتركز هذه الدراسة على التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا النانو في الهندسة المعمارية وتأثير خصائص المواد النانوية على تحسين أداء البيئة الداخلية.

المصطلحات الدالة (النانو، الموادالنانونية، مواد ذكية)

١ - مقدمة Introduction

أخذ مفهوم العمارة النانونية في الانتشار بقطاعات البناء والتشييد في الدول المتقدمة، كانعكاس مباشر للحركة التكنولوجية العالمية نحو مستقبل افضل،

تعتبر تكنولوجيا النانو[١] ثورة تكنولوجية جديدة للتحكم في المواد وخصائصها وتصميم مواد جديدة تختلف كليا أو جزئيا عن المواد المتعارف عليها،

كما تقوم بتوظيف خصائصها الى الاهتمام بالبيئة المحيطة وخطة استمراريتها واستدامتها على المدى الطويل وكلما ازداد فهمنا واستيعابنا كمعماريين لضرورة الاهتمام بالبيئة المحيطة كلما زادت قيمة الحياة التي نحياها نحن والاجيال القادمة.

٢ - تحديد المشكلة البحثية

منذ بداية النصف الثاني من القرن العشرين وحتى الان، حدثت تطورات هائلة ترتقى الى مرتبة الطفرات في مجال التشييد بصفة عامة وبالأخص مواد البناء النانونية، واكبت الحضارة الغربية ذلك التطور وكانت هي المحرك الرئيسى له وانعكست بتطبيقاتها على جميع المجالات واحدثت تغيرا كبيرا في مجال العمارة وبالرغم من وجود العديد من الدراسات المعمارية فى مجال الهندسة النانونية على المستوى المحلى، إلا إنه يمكن ملاحظة العديد من اوجه القصور فى عملية التعامل مع المواد النانونية الجديدة الناتجة عن عن عدم فهم طبيعة المواد النانونية وتطبيقاتها فى مجال الهندسة المعمارية وتسليط الضوء على تأثير استخدام هذه المواد على اقتصاديات البناء، وتكاليف الصيانة، وتوفير الطاقة والحفاظ على البيئة.

---

* ورقة علمية من متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه

** أستاذ العمارة بكلية الهندسة - جامعة القاهرة

*** أستاذ العمارة المساعد بكلية الهندسة– جامعة القاهرة

**** مدرس مساعد بقسم العمارة -الاكاديمية الحديثة للهندسة والتكنولوجيا - القاهرة

١ - وحدة قياس طولية والنانومتر يبلغ ١٠ $^{-٩}$ من المتر.

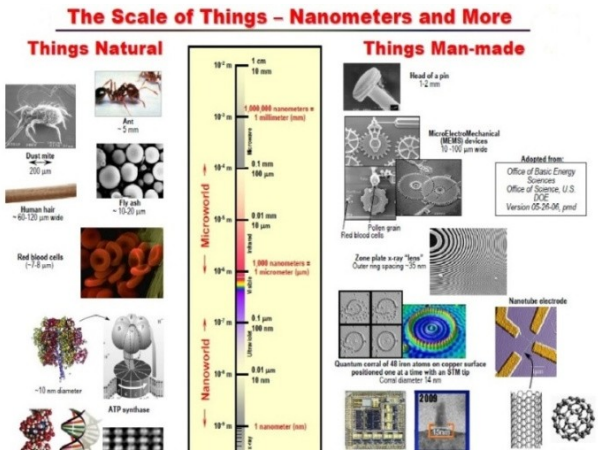
٣ - الفرضية العلمية للبحث

يرتكز هذا البحث على:

- التكامل بين الهندسة المعمارية وتكنولوجيا النانو،
- تأثير هذه التكنولوجيا على التغيرات الناجمه عن المواد،
- التعريف بآلية عمل تكنولوجيا النانو،
- توضيح أهمية تقنية النانو[١] والمنتجات النانونية ومدى تأثيرها الإيجابى فى مجال البناء.

٤ - علم النانو

هو العلم الذي يعتنى بدراسة المواد النانومترية وتحديد خواصها الكيميائية والطبيعية والميكانيكية الناشئة عن صغر حجمها ويهدف هذا العلم إلى إنتاج شكل جديد من المواد النانونية[٢] التي لا يتجاوز أبعاد حبيباتها عن١٠٠ نانو متر شكل رقم (١) وتتناسب خصائصها مع متطلبات التكنولوجيا المتقدمة.



شكل رقم ١ - يوضح مقياس النانو متر، المصدر:
http://snf.stanford.edu/Education/Nanotechnology.SNF.web.pdf

٥ - المواد النانونية Nano Materials

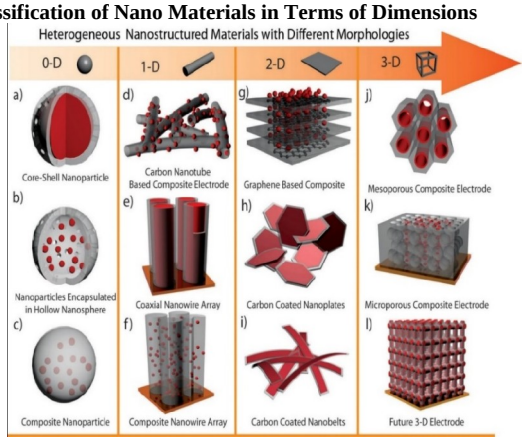
هي المواد التي يمكن إنتاجها بحيث لا تتجاوز أبعاد حبيباتها عن ١٠٠ نانومتر وتظهر لها خواص جديدة مختلفة عن المواد التقليدية التي تزيد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر[٣] ويعود هذا الاختلاف إلى سببين رئيسين[٤]

١ - مساحة السطح

٢ - تأثير الكم

٥ -١ - تصنيف المواد النانونية من حيث الأبعاد شكل (٢)

Classification of Nano Materials in Terms of Dimensions



شكل (٢) :يوضح تصنيف المواد النانونية من حيث الأبعاد - المصدر http:// research.chem.psu.edu/axsgroup/Ran/research/ energystorage. html

٥- ١ -١ - المواد النانونية أحادية الأبعاد [٥]

One- Dimension Nano Materials

هى المواد التي يقل مقياسأحد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر وسميت هذه الفئة بالمواد النانوية أحادية الأبعاد (أي التي لها بعد نانوي واحد فقط) وهو(z) ومن أمثلة هذه المواد النانوية الموظفة في أعمال طلاء الأسطح.

٥ -١ -٢ - المواد النانونية ثنائية الأبعاد[٦]

Two-Dimensional Nano Materials

هذه الفئة من المواد النانوية يقل مقياس بعدين من أبعادها عن ١٠٠ نانومتر، وتعد الأنابيب النانوية (Nantubes) وكذلك الأسلاك النانوية (Nanwires) نماذج لتلك الفئة من المواد وسميت ثنائية الأبعاد نظرا لان مقاييس أبعادها على المحاور (X,Y).

٥ -١ -٣ - المواد النانونية ثلاثية الأبعاد

Three-Dimensional Nano Materials

تمثل هذه الفئة من المواد النانوية الكرات Spheres نانوية الأبعاد، مثل الحبيبات النانوية[٧] ومنها SiO_2، TiO_2وتدخل في صناعة الالكترونيات ومواد البناء وسميت ثلاثية الأبعاد نظرا إلى أن مقاييس أبعادها على المحاور (Z,Y,X) تقل عن ١٠٠ نانومتر[٨].

٥ -٢ - خصائص المواد النانونية Properties of Nano Materials

٥ -٢ -١ - الخواص الميكانيكية Mechanical Properties

على رأس الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة، حيث ترتفع درجة صلابة المواد الفلزية وسبائكها،

وتزيد مقاومتها لمواجهة الإجهادات والأحمال الواقعة عليها.

٥ -٢ -٢ - الخواص الكيميائية Chemical Properties

يزداد النشاط الكيميائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية،حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها في الحد من التلوث.

٥ -٢ -٣ - الخواص الفيزيائية Physical Properties

تتأثر درجة انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فعلى سبيل المثال،إن درجة انصهارالذهب النقي هي١٠٦٤ درجة مئوية عند حجم (١µm) وتتناقص بتناقص أقطار تلك الحبيبات تناقص ملحوظ لتقل إلى نحو ٥٠٠درجة مئوية عند تدني مقياس أقطار حبيبات الذهب إلى نحو ١.٣٥ نانومتر، هذا على الرغم من تساوي حبيبات الذهب ذات الأقطار المختلفة في التركيب الكيميائي وخلوها من الشوائب، ويبرر علماء الفيزياء سبب تناقص درجة انصهار المادة مع تناقص مقاييس حبيباتها إلى الزيادة الطارئة على مساحات أسطحها الخارجية واختلاف مواضع وترتيب ذراتها.

٥ -٢ -٤ - الخواص البصرية Optical Properties

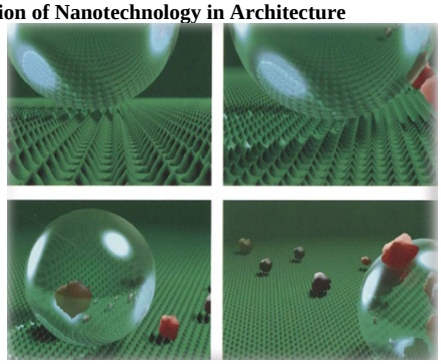
يؤدى صغر حجم حبيبات المادة إلى تغير الخواص البصرية لها لسطح المادة، تتحول ألوان المواد بتغير احجامها الى مستوى النانو.

٥ -٢ -٥ - الخواص المغناطيسية Magnetic Properties

كلما صغرت حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية، ازداد تفاعلية قدرتها المغناطيسية.

٦ - تطبيقات تقنية النانو في العمارة[٩]

Application of Nanotechnology in Architecture



شكل رقم ٣ - يوضح تأثير اللوتس - المصدر

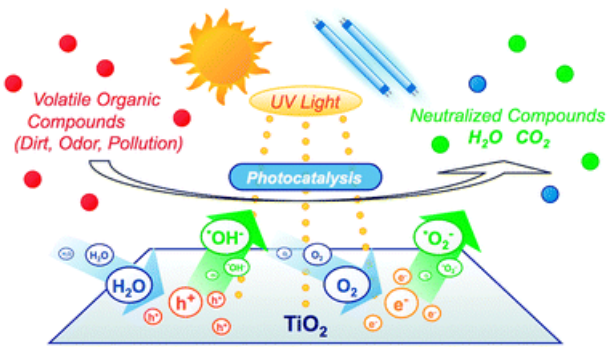
Nano Materials_in Architecture, InteriorArchitecture and Design - 2008

٦ -١ - التنظيف الذاتي Self-cleaning

٦ -١ -١ - تأثير اللوتس Lotus effect تتمتع أوراق اللوتس بسطحين طاردين للماء، طبقة شمعية تمنع نفاذ الماء الي نسيجها كما بالشكل(٣)، وقد تم تطبيق ذلك في صناعة مواد نانونية منها دهانات (طبقة نانوية الخشونة تشكلها النتوءات فائقة الصغر) لا تلتصق بها المواد الغريبة[١٠].

٦ -١ -٢ - المحفزات الضوئية Photo catalysis:

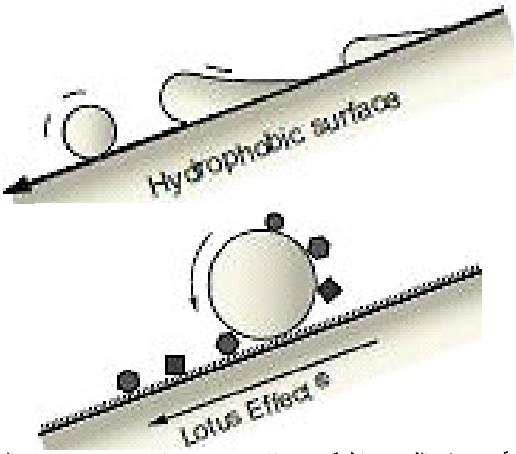
التحفيز الضوئي **photo catalysis** هو مصطلح مركب من جزئين الجزء الأول **photo** وتعني الضوء والجزء الثاني **catalysis** وتعني التحفيز، وتعتمد عملية التحفيز على المادة المحفزة التي تعمل على زيادة معدل تحول المواد المتفاعلة بدون أن تتأثر هذه المادة أو أن تستنزف، كما تقوم بزيادة معدل التفاعل عن طريق تقليل طاقة التنشيط اللازمة له، وبالتالي فإن عملية التحفيز الضوئي هي عبارة عن تفاعل يستخدم فيه الضوء كمنشط للمادة التي تعمل زيادة معدل التفاعل الكيميائي بدون أن يكون لها دور في التفاعل نفسه[١١]، كما اتسعت تطبيقات التحفيز الضوئي باستخدام ثاني أكسيد التيتانيوم، كما بالشكل (٤) حيث لوحظ عند طلاء الزجاج بمادة ثاني أكسيد التيتانيوم وتعرضه لأشعة الشمس فإن قطرات الماء تصبح مسطحه على سطحه، وهذه خاصية تعرف باسم Super Hydrophobicity أي محبة للماء وبمزيد من الدراسات لوحظ أن الأشعة فوق البنفسجية قد انتزعت بشكل جزئي ذرات الأكسجين من سطح ثاني أكسيد التيتانيوم[١٢].



شكل رقم ٤ - :تطبيق التحفيز الضوئي باستخدام ثاني أكسيد التيتانيوم المصدر:

https://smartcoat.wordpress.com/tag/tio2-photocatalyst,accessed11/9/2017

وتعرف هذه المناطق التي انتزع منها الأكسجين بإسم محبة للماء hydrophilic أي مناطق لها زاوية اتصال كبيرة بين السطح والماء في حين أن المناطق التي لم تنتزع منها ذرات الأكسجين هي مناطق كارهه للماء hydrophobic[١٣] وتكون فيه زاوية اتصال الماء مع السطح صغيرة شكل (٦،٥) وهذا يجعل قطرات الماء على السطح مسطحه بدلاً من أن تكون كروية كما يشكل طبقة رقيقة منظمة من الماء على السطح لأن الماء انتشر على المساحات من السطح المحبة للماء، لهذا يتم استخدام طلاء من ثاني أكسيد التيتانيوم على الجهة الخارجية لنوافذ المباني الكبيرة[١٤].

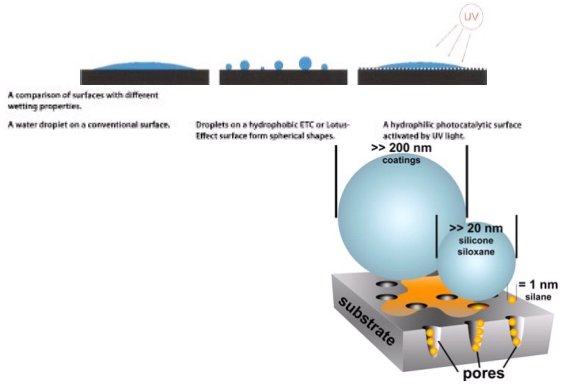


شكل رقم ٥. يوضح الفرق بين تطبيقى hydrophobic Surface, Lotus Effect المصدر Daniel L. Schodek, Paulo Ferreira, Michael F. Ashby - Nanomaterials, Nanotechnologies and Design_ An Introduction for Engineers and Architects-2009

شكل رقم ٦. يوضح Oieophobic surfaces are resistant against oils المصدر "Nano Materials_ in Sylvia Leydecker Architecture, Interior", - 2008, P72 Architecture and Design

٦ -٢ - سهل التنظيف Easy-to-clean (ETC)

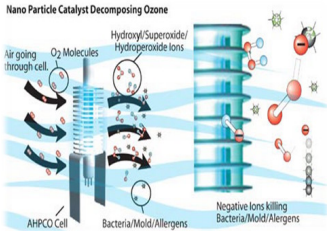
يستند هذا الأسلوب على مبدأ الشعيرات الدقيقة التي تقلل من التوتر السطحي كما بالشكل(٧)، ومنع امتصاص الزيت والماء ونتيجة لذلك فإن الأتربة تزال بسهولة عن المواد والإثاث[١٥]، والفرق الأساسي بين مواد الطلاء بخاصية ETC وبين Lotus Effect أنها لا تتطلب ضوء الأشعة فوق البنفسجية لتفعيل وظيفتها[١٦].



شكل رقم ٧ - يوضح تقنية سهل التنظيف، المصدر
http://www.nanoprotect.co.uk/easy-to-clean-coatings.html2016

٦ -٣ - تنقية الهواء Air-purifying

تستخدم المواد النانوية ذات خاصية تنقية الهواء لتحسين جودته كما بالشكل (٨)، حيث انها تحاصر الهواء الملوث والبكتيريا والجراثيم وتقوم بفلترة الهواء وتنقيته ثم إعادة إطلاقه نقياً مرة أخرى في المناطق المحيطة.



شكل رقم ٨ -يوضح تقنية تنقية الهواء،المصدر:
http://www.air-oasis-uv-pco-sanitizers.com/how-ao-works . htm,accessed,oct2016

٦ -٤ - مكافحة الضباب Anti-Fogging

باستخدام الطلاء بطبقة رقيقة جداً من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 على السطح، ويحول قطرات المياه والضباب الي طبقة رقيقة غير مرئية، وهي طلاءات مضادة للتبخر.

جدول رقم ١ - يوضح مقارنة بين مواصفات العزل التقليدي ومواد العزل النانونى من حيث الموصلية الحرارية، السماكة، المميزات

الخواص	المواد التقليدية (الصوف الصخرى)	الواح العزل المفرغة
الموصلية الحرارية	٠.٠٤وات/م.كلفن مع متوسط درجة حرارة ٢٢°س	٠.٠٠٤ وات/ م.كلفن مع متوسط درجة حرارة ٢٢ °س
السمك	يتراوح بين ١٥ -٥٠ مم	يتراوح بين٢ -٤٠مم
المميزات	- تتحمل درجات الحرارة العالية - لا تتأثر اداؤها بالرطوبة - مقاوم للحريق	- موصلية حرارية اقل ب ١٠ اضعاف من الصوف الصخري - لا يتأثر اداؤها بالرطوبة - مقاوم للحريق وتتحمل درجات حرارة عالية
المصدر:الباحث		

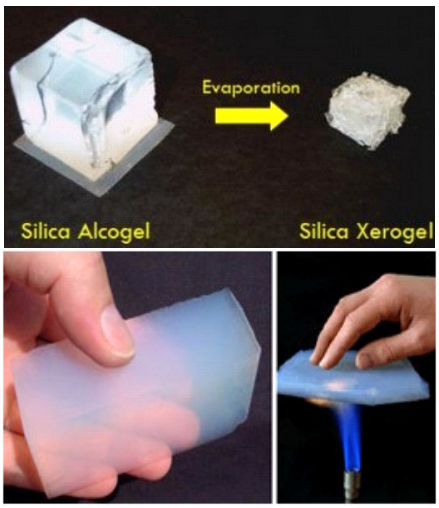
٦ -٥ - العزل الحراري النانونى Thermal Insulation Nano Panels

يتميزالعزل الحراري النانونى بالحد الأقصى للعزل الحراري

والحد الأدنى لسمك مادة العزل، حيثي وفر عزل حراري جيد جداً مع سمك أرق بكثيرعن ألواح العزل التقليدية يتراوح من ٣ -٤٠ مم (أي بسمك اقل ١٠مرات عن العزل التقليد يمثل مواد البوليسترين)، كما أن التوصيل الحراري يصل الي عشر مرات أقل وبعبارة أخرى يمكن تحقيق أقصي قدرة من المقاومة الحرارية مع الحد الأدنى من السماكة[١٧]، ومن امثلة مواد العزل النانونية الحديثة الواح Vacuum Insulation Panels (VIP'S), Aerogel وطلاءات النانو Nano Films وتطبيقاتها على الزجاج.

٦ -٥ -١ - الايروجيل Aerogel

الإيروجل هي مادة مسامية بسبب تركيبها المجهري المكون من مسام وجزيئات تقع في نطاق حجم النانومتر، وتصنع عادة باستعمال كيمياء SOL-GEL لتشكيل موادا هلامية مليئة بمذيبات يتم تجفيفها بحيث لا تتسبب في انكماش أو انهيار البنية الصلبة الضعيفة للنسيج الخلوي[١٨]. والإيروجيل المجفف عبارة عن مادة صلبة مسامية مليئة بالهواء، عادة على شكل متراص متناغم أو محبب، وتظهر في أشكال أخرى مثل الأغشية الرقيقة التي تستخدم كطبقات قائمة بذاتها أو كطبقات بطانة ركيزة لمواد أخرى. وترجع تسمية هذه المادة الى مساميتها فالإيروجلAerogels (مساميتها أكبر من٧٥%)، أوزيروجل Xerogel (مساميتها أقل من٧٥ %) كما بالشكل(٩) أوأغشية كثيفة (Dense Films) مساميتها أقل من ١%.



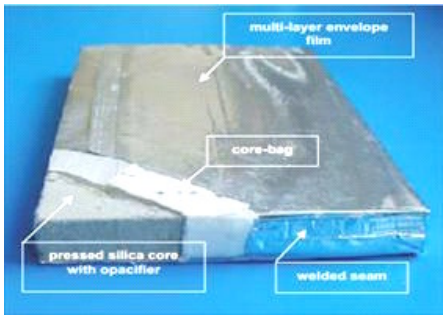
شكل رقم ٩ - يوضح الفرق بين مادتى Xerogel ,Aerogel
المصدر: www.aerogel.com:

٦ -٥ -٢ - الواح العزل بالتفريغ
Vacuum Insulated Panels (VIP)
تتشكل من ثلاثة أجزاء كما بالشكل رقم (١٠)[١٩]

١ - جدارغشائي: يستخدم لمنع دخول الهواء في الغلاف.

٢ - اغلفة تتكون من مواد عالية المسامية (Core): مثل الايروجيل والفيبرجلاس والألياف الزجاجية لدعم الغشاء الجداري الخارجي من الضغط الجوي عند احداث تفريغ للهواء.

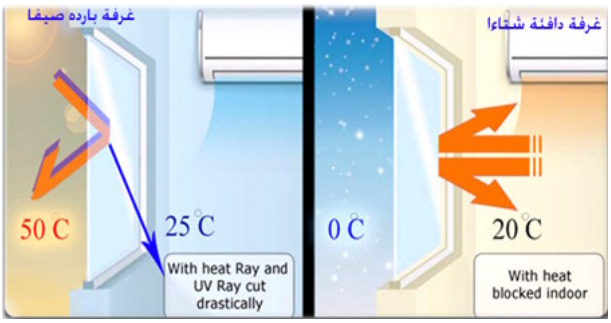
٣ - بعض الكيماويات المستخدمة لمنع تسرب الهواء ولأحكام غلق الحوائط الغشائية مع الاغلفة.



شكل رقم ١٠ - يوضح مكونات Vacuum Insulated Panels، المصدر:
http://www.masterbuilder.co.in/next-gen-insulation-for-buildings-vacuum-insulated- panel

٦ -٦ - الحماية من الأشعة فوق البنفسجية
UV-Protection

هناك نوعان، الأول طلاء شفاف في شكل ورنيش يدهن به الطبقة العليا بحيث يمتص الأشعة فوق البنفسجية[٢٠] قبل وصولها الي المواد كما بالشكل (١١) والنوع الآخر يمنع التدهور لمادة تضررت بالفعل وذلك من خلال التفاعل مع المادة وتحويلها الي مركبات خاملة لا تتفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية، ومن المواد المستخدمة ثاني أكسيد التيتانيوم(TIO_2).



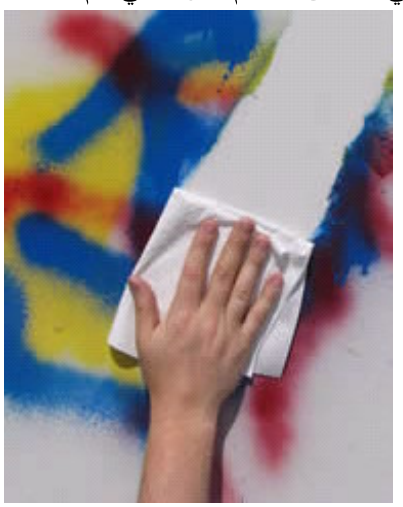
شكل رقم ١١ - يوضح تقنية الحماية من الاشعة فوق البنفسجية المصدر
:http://www.nanovations.com.au/glass.htm,2016

٦ -٧ - مقاومة للحريق ب Fire-Proof

هي عبارة عن مواد تستخدم لطلاء أسطح المواد القابلة للاشتعال وذلك لتقليل قابليتها للاشتعالمثل استخدام جزيئات أكسيد السيليكا، وهى تعمل كمثبط للهب حيث تنتج مادة رغوية تعمل على تشكيل طبقة عازلة للحرارة، وعادة تستخدم في طلاء الأخشاب وفي المنشآت داخلياً وخارجياً.

٦ -٨ - مكافحة الكتابة على الجدران Anti-Graffiti

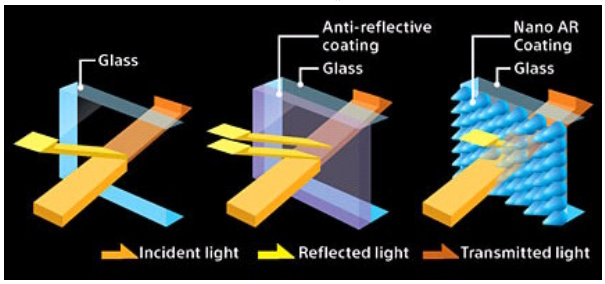
عن طريق الطلاء المضاد للكتابة على الجدران الذي يغلق مسام المادة، كما بالشكل (١٢) على عكس النظم الأخرى للطلاء التي لا تغلق المسام للمواد التي يتم طلاءها [٢١].



شكل رقم ١٢ - يوضح تقنية الحماية من التشوه - المصدر
:http://www.antigraffiticoatings.com.au,accessed2016

٦ -٩ - مضادة للانعكاس Anti-Reflective

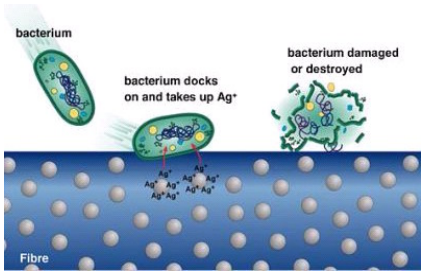
إن الهدف من استخدام الأغشية المضادة للانعكاس على السطوح البصرية هو تقليل الانعكاسية الي الحد الأدنىكما بالشكل (١٣)، ضمن مجال طيفي محدد، مما يؤدي الي تحسين النفاذية، وتستخدم في صناعة الخلايا الشمسية.



شكل رقم١٣ - يوضح سلوك تقنية Anti-reflective، المصدر: https://
pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource. solutions. bbsccms-assets-show-highend-fs7lenses.shtml accessed2016

٦ -١٠ - مضاد للجراثيم Anti-bacterial

يستهدف تدمير البكتريا والفطريات على سطح الأثاث الخارجي، ويتم ذلك باستخدام جسيمات الفضة النانوية لما تمتاز به من مقاومة للبكتريا والفطريات والفيروسات كما بالشكل (١٤).



شكل (١٤): يوضح سلوك تقنية Anti-bacterial المصدر
https://stonybrook.digication.com/michaelsantana/Final_ Paper_ Antimicrobial_Effects_of_Silver_Nanopa,accessed Oct. 2016.

٦ -١١ - ضد الخدش ومقاومة للتآكل

Scratch proof and abrasion-resistant

تعمل تكنولوجيا النانو على تحسين ومقاومة الخدش للمواد وتحافظ على شفافيتها كما بالشكل (١٥) ويمكن تطبيقها على أنواع مختلفة من المواد مثل الخشب والمعدن والسيراميك، ويستخدم أكسيد الألومنيوم (الالومينا Al2O3) في الطلاء للتفاعل مع المواد واضافة مقاومة عالية للخدش لهذة الطلاءات.

شكل (١٥): يوضح تقنية ضد الخدش ومقاومة للتآكل لمواد النانو المصدر:
:http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml
/2011/cs/c1cs15065k,accessed Oct. 2016

٧ - تقييم المواد النانونية بالمباني ومدى تحقيقها لوظائفها

تتعرض الدراسة في هذا الجزء الى توضيح مدى تأثير تقنيات النانو المستخدمة بيئياووظيفيا على مستوى المبنى والبيئة المحيطة من خلال جدول مقارنة لمجموعة من الخصائص والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية:

جدول (٢): يوضح تقييم بعض المشروعات من حيث تطبيق تكنولوجيا النانو المصدر:الباحث

اسم المشروع	المواد النانونية المستخدمة	جودة البيئه									
		الوظائف المتعلقة بالخصائص الاساسية			التصنيف الخاص بمنتجات تكنولوجيا النانو على حسب وظيفتها						
		شكال النانو الوظائف	بصرية	صوتية	حرارية	سهولة التنظيف	مضادة البكتيريا	مضادة للأنعكاس	مقاومة للحريق	تنقية الهواء	العزل الحرارى
Mike&Ophelia Nano Center (واترلو -كندا)٢٠١٢	**Sto color lotusan** مادة للتنظيف الذاتى بتأثير اللوتس - دهان له خاصية التنظيف الذاتى وهو مناسب لسطوح المبانى والاسطح الخرسانية، فالماء والاتربة غير قادرة على التمسك بهذه الاسطح. - نوع التشطيب: دهان مطفى ٥.١٥ لتر - معدل الاستهلاك: ١٠ -٦م٢/لتر للاسطح الناعمة،٤ - ٦م٢/لتر للاسطح الخشنة	مواد مسامية									
		دهانات									
مطار ناريتا الدولى (طوكيو)٢٠٠٦	**Coated glass fiber fabric** - تعمل اغشية التحفيز الضوئى المطلبة بثانى اكسيد التيتانيوم على اظهار خصائص ذاتية التنظيف، حيث تسمح تقنية النانو بالحفاظ على نظافة الاغشية لمدة طويلة مما يقلل تكفلة الصيانة - تعمل الاغشية على تنقية الهواء من خلال تحليل وتفكيك اكاسيد النتيروجين المنبعثة من ابخرة العوادم. - تصل نفاذية الضوء الى ٨٥% مما يعمل على تحسين الاضاءة الداخلية.	مواد مسامية									
		دهانات									
مرسى ياس(الامارات العربية المتحدة)٢٠٠٩		مواد مسامية									
		دهانات									
مبنى(سكنى) Sonnenschiff(زيورخ)٢٠٠٦	**Vacuum insulation panel (vip)** - تعتبر الالواح العزل المفرغة من عناصر العزل الناجحة فى العديد من التطبيقات (الاسقف، الارضيات) - تعتبر من المواد العزل ذات الموصبية الحرارية المنخفضة حيث انها يقدر انخفاضها ١٠أضعاف الموصلية الحرارية لمواد العزل التقليدية	مواد مسامية									
		دهانات									
مدرسة مقاطعة باكينجهام شير(لندن)٢٠٠٦	**Nanogel** - القضاء على تباينات الاضاءة الشديدة. - زيادة كفاءة العزل الحرارى، الصوتى. - خفض تكاليف الطاقة المستخدمة لتكييف الهواء والاضاءة الصناعية - مقاومة للبكتيريا - مواد صديقة للبيئة	مواد مسامية									
		دهانات									
الصالة الرياضية بكاركفو(فرنسا)٢٠٠٦		مواد مسامية									
		دهانات									
بوابة وافيرلى Waverley(اسكتلندا)٢٠٠٥	واجهات زجاجية **Fire Resistance** - يتميز الزجاج المستخدم بالواجهات بمقاومتة للحريق لمدة تصل ساعتين - مقاوم للحرارة ويعمل على الحد من الاكتساب الحرارى - يعمل على عزل الصوت	مواد مسامية									
		دهانات									

٨ - النتائج

١ - تتكامل المواد النانونية مع المواد التقليدية بحيث لايتم تحسين خصائص المواد الاصلية فحسب، بل يمكن ان تمنح خصائص وظيفية جديدة.

٢ - يوفر استخدام مواد النانو في التطبيقات المعمارية المختلفة العديد من المزايا البيئية والاقتصادية المتعلقة بكفاءة الطاقة والحفاظ على الموارد التي هي مبدأ أساسي من مبادئ الاستدامة، حيث تساعد في الحد من التلوث البيئي وتأثيره على تغير المناخ.

٣ - تظهر مواد النانو خصائص مميزة عن نظيرتها من المواد التقليدية في مجال الاستدامة.

٤ - من الناحية الأقتصادية، تعمل أسطح التنظيف الذاتي على خفض تكلفة التنظيف، أما من الناحية الايكولوجية فتعتبر تلك المواد مفيدة أيضا وذلك عندما يكون هناك امكانية لتمديد عمر المواد، فالمواد تعاني من التلف بصورة أقل من التنظيف العادي أو المنظفات الكيميائية، وبالمثل فإنها أقل تلويثا للبيئة مما يساهم في الحفاظ على الموارد.

٥ - تتميز مواد النانو العازلة بقدرتها على الجمع بين العديد من الوظائف المعمارية في نفس الوقت، حيث تحقيق أقصى قدر من العزل الحراري من خلال استخدام ألواح العزل المفرغة مقارنة بالمواد التقليدية، كما تعمل مادة (النانوجيل) على زيادة كفاءة العزل الحرارى وتحسين كفاءة العزل الصوتي والحد من اكتساب حرارة الشمس، وكذلك القضاء على تباينات الإضاءة الشديدة والمحافظة على شفافية الزجاج وخفض تكاليف الطاقة المستخدمة لتكييف الهواء والتدفئة والإضاءة الصناعية، بالإضافة إلى مقاومة التكثيف لمنع نمو العفن والفطريات.

٩ - التوصيات

١ - ضرورة استخدام الامكانيات التكنولوجية الجديدة، والتي تنشأ جميعها من خلال التحكم بخصائص الجزيئات للمواد المختلفة وتصميم مواد مختلفة كليا أو جزيئا عن المواد التقليدية المتعارف عليها من حيث الخصائص الوظيفية.

٢ - ضرورة دراسة تقنية النانو فى أقسام الهندسة المعمارية من خلال انشاء معامل لعمارة النانو، للامام بالأستخدامات والوظائف المختلفة التى يمكن توظيفها أثناء العملية التصميمية لاختيار المواد المناسبة، والتى يمكن ان ترفع من الكفاءة الوظيفية والجمالية للتصميمات المعمارية.

٣ - يجب مراعاة الاحتياجات البيئية المستقبلية للمبانى والمنشات والتأكيد على الاستفادة من توظيف مواد النانو التى تعمل على توفير الطاقة والحفاظ على البيئة لتحقيق مبدأ الاستدامة.

٤ - يجب أن يكون التغيير فى مواد البناء فى قطاعين رئيسيين، الجزء الأول هو علاج المبانى القائمة بشكل فعال عن طريق استبدال المواد والتقنيات القديمة بمواد النانو، والثانى هو انشاء المبانى الجديدة من خلال ادخال هذه المواد والتقنيات جديدة فى المراحل الأولى من عملية التصميم.

INNOVATIVE NANO-ARCHITECTURE APPLICATIONS

Prof. Dr. Hesham Sameh Husien, Dr. Mohammed Reda Abdullah, Eng.Khaled Hesham Mahmoud

ABSTRACT

The selection of building materials is complementary to the process of architectural design, Materials represent one of the elements of construction technology, Nano materials and the expansion of its uses are the witness of the remarkable development in the late 20th century and the beginning of the twenty-first century in the field of construction. These materials have new functional properties, such as highly improved insulation, tensile strength self-cleaning, and magnetic properties.

A summary of some nanomaterials, that are used in architecture, is presented. This study focuses on the various applications of nanotechnology in architecture and the impact of the nanomaterial properties on improving the performance of the internal environment.

١٠ - المراجع

١ - حسين محمد جمعه ،"النانو تكنولوجي في قطاع التشييد والبناء"،مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية ، القاهرة ٢٠٠٩، الترقيم الدولى 977-17-7137-x

2- http://www.arabchemical.com/?module=m.articles&id=903

3- http://www.riplication.com/ijams.htm

٤ - نهى علوي ابوبكر الحبشي،"ماهي تقنيه النانو "، مقدمه مختصرة طباعة وتوزيع وزارة الثقافة والاعلام، المملكة العربية السعودية ،٢٠١١

5- Ying Chen, Chi Pui Li, Hua Chen, Young'un Chen," One-dimensional nanomaterials synthesized using high-energy ball milling and annealing process", department of Electronic Materials Engineering, Research School of Physical Sciences and Engineering, The Australian National University, Canberra, ACT 0200, Australia, Elsevier Materials, 2006, Pages 839–846.

٦ - امل كمال محمد شمس الدين ،"ترشيد استهلاك الطاقة فى مرحلة تشييد المبنى"، رساله ماجستير، جامعة القاهرة،٢٠١٦.

٧ - مجلة الفيزياء العصرية الالكترونية ،عدد ١٠ فبراير ٢٠١٢، ص ١٢،١٣ ،www.modernphys.com

٨ - فهد عبد العزيز، "عمارة النانو الخضراء"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الإسكندرية، ٢٠١٠، ص١٢

٩ - م.محمود عطية محمد على، "تطبيقات تقنية النانو على الزجاج ومدى تأثيرها على كفاءة استخدام الطاقة في المباني الإدارية"، رسالة ماجستير كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠١٤.

10- Sylvia Leydecker,"Nano Materials in Architecture,Interior Architecture and Design ",Birkhanser Publishers for Architecture,Basel,Swizerland , Berlin, 2008 , P.N39-95,ISBN 978-3-7643-7994-7.

11- http://talweemajah.blogspot.com/2013/10/blog-post_426html

١٢ - ماجد فؤاد، "العمارة وتقنية النانو"، رسالة ماجستير، بكلية الهندسة، جامعة الإسكندرية، (٢٠٠٨)، ص٥١

13- HishamSameh, Wael Salah Bahlol, Abdullah Ali Saqer," Application and Impact of Nano Titanium Dioxide (TiO2) in Architecture and Sustainability ",Fifth International Conference on Nano Technology in Construction ,Cairo,Egypt,2013

14- www.nanovations.com.au/press20%Release/Nano_in_Construction.pdf,accessed 12 oct.2017.

15- Ercolani,E,''Nano Material for Archchitecture",Department of Industrial Engineering ,Master team , Rome,Italy,2016.

16- Ahmed Hussein Kamel Hanafi," Nanotechnology and Sustainable Building- Design and Construction with focus on Passive Building Systems,Nanotechnology for green and Sustainable construction",Egypt,2012.

١٧ - محمد بن صالح الصالحى ، عبد الله بن صالح الطويان،"مقدمة في تقنية النانو"، ورشة عمل أبحاث النانو، المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٧.

18- http://www.nanowerk.com/nanotechnology-in-construction-industry.php.

19- B.P.Jelle,A.Gustaavsen,R.Baetens and S.Grynning,2010,"Nano Insulation Material Applied in the Building of Tomorrow",Proceedings of COIN Workshop on concrete idea for passive house, Oslo,Norway.

20- Lubna El Sayed Mohamed Amer," Dialectics of technology and form Application in Bioclimatic Architecture ", M. Sc. , Faculty of Engineering,Cairo Univ.2011

21- F.A Van Brnekhuizen&J.C.Van Brnekhaizen,"Nanotechnology in The European Construction Industry- State of the Art 2009-Executive Summary",EFBWW(European Federation of Building And Wood Workers),Amsterdam

.www.rvam.uva.nl