Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

Nanotechnology Effect on Internal Architecture for Museums

Asmaa Mohamed Galal Murad
Instructor- Decoration Department, Faculty of Fine Arts-
El Minia University

Abstract:

Nanotechnology became applicable in numerous fields. Its applications in the fields of architecture and interiors represent a rich field through producing new materials and improving other ones that are already exists through the formation and production of those materials in nanoscales which causes leaps in their features and characteristics.

Researchers recently could improve and invent nanomaterials with super-quality applications in materials of construction, finishing and different interiors' elements that created safe interiors of their occupants.

The research includes the terms of nanotechnology and its effects on architecture and interior design, and studying the shape and function abilities of nanomaterials and their different applications in interiors especially for museums.

The research also study examples of international museums and the applications of nanotechnology in their interiors. Finally, the research includes a comparative study for two international museums one in Egypt and the other in Italy from nanotechnology perspective.

Key Words:

Nanotechnology, Interior, Museum, Nanomaterials

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

المقدمة :

يقف العالم اليوم على أعتاب ثورة علمية هائلة لا تقل عن الثورة الصناعية التي نقلته إلى عصر الآلات وعصر الصناعات أو الثورة التكنولوجية التي نقلته إلى عصر الفضاء، وهي ثورة الـ Nanotechnology أو تكنولوجيا العناصر والمنتجات متناهية الصغر، تلك التي تقوم على استخدام الذرات والجزيئات في صناعة كل شيء بمواصفات جديدة فريدة ومتميزة بتكلفة أقل ، وما لذلك من تأثير لتطبيق هذه التكنولوجيا في العديد من المجالات .

وفي السنوات الأخيرة دخلت تطبيقات التكنولوجيا الحديثة بقوة في مجال العمارة والعمارة الداخلية حتى أننا نستطيع أن نقول أنها أصبحت توجهاً عالمياً ، وتعد تكنولوجيا النانو من أهم التطورات العلمية التى لاقت نجاحات تطبيقية كبيرة في العمارة والعمارة الداخلية ؛ حيث قدمت مواد وأنظمة وتطبيقات حديثة ومستحدثة تمثل طفرة ونقلة كبيرة بيئياً وجمالياً ووظيفياً فى هذا المجال .

ويتناول البحث دراسة النانوتكنولوجى والمواد النانوية وتوظيفها في الحيزات الداخلية للمتاحف .

أهداف البحث :

* التعرف على ماهية تقنية النانو تكنولوجى ، ودراسة الخامات المستحدثة بهذه التقنية وخصائصها كمواد فائقة الذكاء ومجالات تطبيقها في الحيزات الداخلية للمتاحف وأثر ذلك فى تصميم حيزات تتسم بروح التكنولوجيا مع جودة الهواء الداخلى .
* زيادة الوعى لدى مصممى العمارة الداخلية بإمكانية تطبيق واستخدام خامات النانوتكنولوجى في العمارة الداخلية للمتاحف.

مشكلة البحث :

* تكمن مشكلة البحث في ندرة استخدام الخامات المصنعة بتقنية النانوتكنولوجى في الحيزات الداخلية للمتاحف .
* تنامى وتفاقم المشكلات البيئية ومشكلات الاحتباس الحرارى عالمياً .
* إغفال أهمية جودة الهواء الداخلى بالمتاحف لدى بعض مصممى العمارة الداخلية .

أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث في تنامى الحاجة إلى البحث عن حلول تصميمية جديدة من خلال تطبيق التقنيات الحديثة مثل النانو تكنولوجى لإنتاج مواد وحلول تساهم في تطوير تصميم الحيزات الداخلية للمتاحف والحد من المشكلات البيئية والتغلب عليها.

منهج البحث :

استخدمت الباحثة المنهج التحليلى الوصفي.

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

أولاً : النانوتكنولوجى والمواد النانوية :

1 – 1 المصطلحات والتعريفات :

- **النانو Nano :** لفظ نانو متشابه في معناه فى أغلب اللغات اللاتينية ، فيطلق عليه "Nano في الإنجليزية و Nain في الفرنسية ، ونانو مشتقة من كلمة Nanos الإغريقية أو Nanus اللاتينية ومن كلمة دوارف dwarf الإغريقية اليونانية التى تعنى بالعربية (القزم)" [(1)]، أو كل ما هو ضئيل الحجم وصغير جداً أو متناهى الصغر .

وعندما تضاف كلمة النانو التى يرمز لها بحرف "n" قبل وحدة قياس الأبعاد "المتر" يعنى ذلك مقياساً يساوى واحداً من ألف مليون من المتر (أى واحد على مليار من المتر) .

- **علم النانو Nanoscience** : هو العلم المتعلق بدراسة الأشياء ذات الأبعاد النانومترية .
- **تكنولوجيا النانو** : هى التقنية التى تمكننا من التحكم المباشر فى (تصنيع – مراقبة – دراسة خواص) المواد في مستوى مقياس النانو . ومن منظور الحجم ؛ فإن النانوتكنولوجى يركز على فهم والتحكم فى المواد ذات الأبعاد ما بين (1 : 100) نانومتر .
- **المواد النانوية أو مواد النانو Nanomaterials** : هى تلك المواد التى لها مكونات تركيبية بحيث يكون على الأقل أحد أبعادها فى حيز النانو .
- **حيز النانو** : هو وجود المواد فى نطاق من (1 : 100 نانومتر) وهو المقاس أو مدى المقاس الذى تكون فيه خواص المواد مختلفة اختلافاً كبيراً جداً عن مثيلاتها فى الحيز الأكبر ، حيث تطرأ على المواد فى هذا الحيز خواص جديدة وطفرات كبيرة فى الخواص الميكانيكية والكيميائية والفيزيائية .

1 – 2 نظرة تاريخية على النانوتكنولوجى :

1 – 1 - 1 المواد النانوية في الحضارات القديمة :

استخدمت المواد النانوية قديماً في بعض الحضارات فى صناعة مواد كالصبغات والزجاج ، وليس معلوماً على وجه الدقة إن كانت هناك دراية بهذا العلم آنذاك أم لا . وكان المصريون القدماء أول من طبقوا النانوتكنولوجى ، حيث أنتجوا أقدم مادة محضرة صناعياً فى التاريخ وبأبعاد نانوية وهى المعروفة عالمياً باسم صبغة الأزرق المصرى (حوالى 2500 ق. م) ، و"سميت باسم الكابروريفايت وتركيبها ($CaCuSi_4O_{10}$) وهى عبارة عن سيليكات النحاس والكالسيوم وكانت تحضر بتسخين مواد من الطبيعة لخامات النحاس والرمال ومسحوق الحجر الجيرى وملح النطرون لدرجة حرارة بين 800 إلى 1000 درجة مئوية"[(2)] ، ويكون المنتج النهائى ذو لون أزرق مميز زاهى وحبيبات بلورية ذات درجة ثبات عالية لحد كبير ، وتم استخدامها في تصوير الآلهة والملوك حيث اعتقدوا أنه لون البعث .

شكل (1) الأزرق المصرى

(https://steemit.com/science/@mimolino/have-the-pharaohs-reached-nanotechnology)

(1) Ranter, Mark and Ratner, Daniel (2003) Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea, New Jersey, Printice Hall

(2) https://steemit.com/science/@mimolino/have-the-pharaohs-reached-nanotechnology

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

وقد أكد فريق بحثى من جامعة جورجيا الأمريكية أن "سمك بللورات مادة الأزرق المصرى من 90 : 100 نانومتر"[1] ، كما أكدت أبحاث ودراسات أن الأزرق المصرى له سمات خاصة وهذا ما يؤكده في أبحاثه الدكتور Gianluca Accorsi الباحث فى علوم النانو بمركز البحوث الوطنى الإيطالى CNR أن "الأزرق المصرى عند تعرضه للضوء المرئى تنبعث منه أشعة تحت حمراء قريبة NIF"[2] ، كما أن للون قدرة كبيرة على عكس الأشعة الشمسية وهو ما يمثل فرصة لاستخدامه في تبريد المبانى والمنشآت .

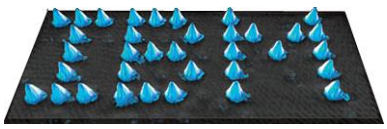
ومن الأمثلة الأخرى الإناء الإغريقى الذى ينتمى للملك الرومانى (ليكورجوس Lycurgus) منذ القرن الرابع الميلادى حيث "يتغير لونه بين الأخضر والأحمر تبعاً لزاوية سقوط الضوء عليه وهى من الخواص التى تسلكها المواد النانوية" [3]حيث استخدم في صناعته جسيمات من الذهب والفضة النانوية المدمجة فى خامة الزجاج (شكل 2)

شكل (2) كأس ياكورجوس Lycurgus
يظهر الكأس باللون الأخضر عند سقوط الضوء عليه من الخارج ، ويظهر بالأحمر الأرجوانى عند تعرضه للضوء من الداخل كما تظهر صورة ليكورجيوس باللون الأرجوانى
https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lycurgus-cup

1 – 1 – 2 النانوتكنولوجى كعلم حديث :

كان العالم الفيزيائى المشهور (ريتشارد فينمان Richard Feynman) أول من أشار إلى إمكانية معالجة المواد والتحكم فيها عند الحيز الذرى والجزيئى ، "كان ذلك خلال محاضرة له عام 1959 حيث قال كلمته المشهورة (There is plenty of room at the bottm) (هناك وفرة فى القاع) . ولم تستخدم كلمة تكنولوجيا النانو Nano Technology قبل عام 1974 حيث ذكرها الباحث اليابانى (نوريو تانيجوشى Norio Taniguchi) والتى عنى بها إمكانية هندسة المواد عند الحيز النانوى"[4] .

وفي عام 1989 تمكن باحثون بقيادة عالم الفيزياء الأمريكى (دونالد إيجلر Donald Eigler) بمختبر تابع لشركة IBM وباستخدام المجهر النفقى الماسح The Scanning Tunneling Microscope الذى اخترعه العالم الألمانى (جيرد بينيج Gerd Binnig) عام 1981 والسويسرى (هنريش روهرير Heinrich Rohrer) وحصلا به على جائزة نوبل فى الفيزياء عام 1986 . "وقد تمكن العالمان من صنع أصغر إعلان باستخدام 35 ذرة من عنصر الزينون Xenon لكتابة اسم شركة IBM فوق سطح من النيكل البلورى (شكل 3)، وقد أتاح هذا الميكروسكوب الحصول على صور للجزيئات والذرات وإمكان التأثير عليها وتحريكها لبناء تركيبات جديدة وإنتاج مواد بصفات جديدة لم تكن موجودة"[5] .



شكل (3) اسم شركة IBM بأبعاد النانو
https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100

(1) https://www.indiatoday.in/education-today/gk-current-affairs/story/egyptian-blue-artificial-pigment-solar-energy-1366508-2018-10-11
(2) Ibid
(3) Sylvia, Leydecker: Nanomaterials in architecture, interior architecture and design, Princeton Architectural Press, NY, USA, 2008, P20
(4) فتحى حمد بن شتوان : علوم وتقنيات النانو – تطبيقاتها ، آثارها ، واستراتيجية تطويعها فى الوطن العربى – د. ت ، ص 9 .
(5) Lijima, Sumio (1991) "Helical microtubules of graphitic Carbon", Nature, November, vol. 254, no. 6348, p. 56

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

وفي السنوات والعقود التالية دخلت تكنولوجيا النانو حيز التنفيذ على نطاق أوسع حيث بدأت في التطبيق من خلال السعى لتصغير الأشياء فتم تصنيع مكونات وأجهزة إلكترونية مثل الرقاقات السيليكونية واستخدامها في تكوين تركيبات نانوية وأجهزة فى حيز النانومتر ، ثم توالت الدراسات حتى أصبح استخدام تكنولوجيا النانو فى شتى المجالات ليس ضرباً من الخيال أو الرفاهية بل هو ضرورة للاستفادة من الإمكانات الهائلة والنافعة التى تتيحها تلك المواد المنتجة بتقنية النانو .

1 – 3 التقنيات النانوية :

"يتماثل الماس والفحم الحجرى في التركيب الذرى والجزيئى ، وما هو إلا تحول يحدث في الطبيعة عبر ملايين السنين أحدث تغيراً له في موضع وترتيب الجزيئات والذرات ، فأصل الماس هو فحم حجرى تعرض لظروف التحول"[1] ، وهذا ما يحدث بالضبط في عالم النانوتكنولوجى ، أى إعادة هيكلة للذرات والجزيئات داخل المادة أو إضافة أو حذف لها بحيث يكون متوافقاً مع قوانين الفيزياء والكيمياء .

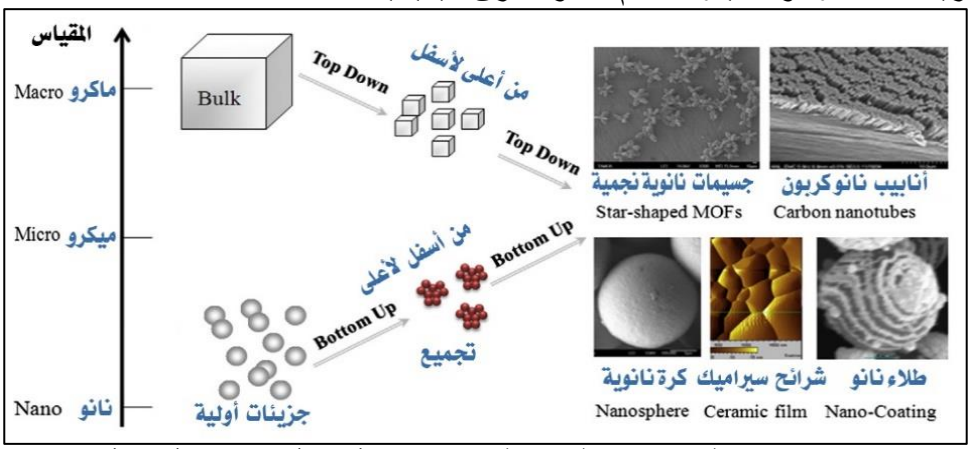
والفكرة هنا أن المواد النانوية تنشأ من وحدات متناهية الصغر (بأبعاد النانومتر) وهذا يكسبها جودة عالية ويضيف إليها خصائص وصفات مدهشة لم تكن موجودة بها من قبل في المادة الأصلية (ذات الحجم الكبير) .

1 – 4 طرق تصنيع المواد النانوية Nanomaterials Manufacturing

هناك عدة طرق لتصنيع المواد النانوية ، وقد تم تصنيفها إلى طريقتين رئيسيتين ، يندرج تحت كل منهما عدد كبير من طرق التصنيع وهما[2] :

الطريقة الأولى : من الأعلى إلى الأسفل "Top-Down Methods" حيث تبدأ الطريقة من مادة كبيرة الحجم Bulk حتى نصل إلى الشكل والحجم المطلوب وهذا يتم باستخدام طرق ميكانيكية كالتكسير والطحن أو وسائل وطرق كيميائية وفيزيائية .

الطريقة الثانية : من الأسفل إلى الأعلى Bottom-Up Methods ، وهى تبدأ بالذرات والجزيئات بفصلها وتجميعها لحجم النانو بطرق كيميائية .



شكل (4) مخطط يبين طريقة تحضير البنية النانوية بطريقتى (من أعلى لأسفل) و(من أسفل لأعلى) (بتصرف)

Sajid Bashir, Jingbo Liu
Department of Chemistry, Texas A&M University-Kingsville, Kingsville, TX, USA, Ch 2 - P 52

[1] صفات أمين سلامة : العالم العربى الأمريكى منير نايفة : تبشر تكنولوجيا النانو بثورة صناعية جديدة ، جريدة الشرق الأوسط – لندن ، عدد (9612) ، 23 مارس 2005 ، صفحة علوم ، ص 22 (بتصرف).

[2] Cao, Guozhong (2004). Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications. Imperial College Press, London. P. 13-14

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

ثانياً : النانو تكنولوجى في العمارة والعمارة الداخلية

تتزايد يوماً بعد يوم أهمية وتطبيقات تكنولوجيا النانو ، ولعل مجالات التشييد والبناء والعمارة وكذلك العمارة الداخلية تعد من المجالات الواعدة التى أخذت تحظى بأهمية كبيرة في مجال تلك التطبيقات ، وخاصةً لظهور مواد وخامات جديدة تحقق صفات وخصائص لم تكن لتتوفر بدون النانوتكنولوجى ، فمن خلال النانوتكنولوجى نستطيع الحصول على مواد وأسطح تحقق مقاومة للإشعاعات الضارة والحرارة والحرائق ، ومواد تحقق العزل الصوتى والتنظيف االذاتى وسهولة التنظيف ، بالإضافة إلى معالجة التصدعات وسهولة الصيانة والإصلاح ومقاومة التلف وثبات الألوان .

وتأتى الأهمية الكبيرة للنانو تكنولوجى فى العمارة والعمارة الداخلية من إمكانية تطبيقها على الخامات المختلفة كمواد الطلاء والسيراميك والأسطح الزجاجية والأخشاب والمعادن فتكسبها خصائص غير مسبوقة مع تحقيق معدلات أعلى في كفاءة الطاقة والمحافظة على البيئة وجودة الهواء الداخلى للحيزات المعمارية .

2 – 1 المواد والخامات النانوية في العمارة والحيزات الداخلية :

أ ـ الحوائط الخرسانية باستخدام مواد نانوية :

"تبلغ انبعاثات ثانى أكسيد الكربون الناتجة عن إنتاج الخرسانة العادية 8 % حول العالم"[1] ، ولكن الخرسانة المعالجة نانوياً ابتكرها المعمارى الألمانى (ريم كولاس Rem Koolhaas) حيث تعطى خصائص جديدة هائلة الإمكان مثل (الشفافية – خفة الوزن – تقليل التلوث) ، "وهذه الخرسانة الجديدة تقلل الانبعاثات الضارة لأقل من 1 % ، كما أنها تحقق شفافية تضفى لمسة جمالية"[2] (شكل 5) بالإضافة لقدرتها على مقاومة الخدش وعدم الحاجة لمواد تشطيب أو معالجة والعزل الجيد للصوت والحرارة ومقاومة الحرائق .

وتعتبر هذه المواد الخرسانية المعالجة مواد مثالية للاستخدام في عمارة المتاحف وكذلك يمكن تطبيقها في بعض القواطيع الداخلية بالمتاحف (شكل 6) ، حيث تحقق ارتباط المتحف بالبيئة المحيطة وتبرز الجانب الوظيفى للمبنى فتحقق الجاذبية والاستفادة من الإضاءة الطبيعية وتحقيق كفاءة الطاقة والشفافية في التصميم ، وتقلل من تكاليف الإنشاء وكذلك تكاليف التشغيل للمتاحف ، وتوفر العزل الجيد للحرارة والصوت وحماية المتاحف من الحرائق ، وهى بذلك تحقق المعايير التصميمية للمتاحف .

شكل (5) الجناح العالمى من الخارج والداخل بمعرض إكسبو 2010 بالصين ، تم تصميم وتنفيذ واجهته بالخرسانة الشفافة التى تحقق رؤية من خلالها وتضفى بساطة ولمسة جمالية على المبنى ، كما أنها صديقة للبيئة .

Pic ref: http://egy-arch.blogspot.com.eg/2011/04/transparent-concrete.html

[1] منى صبح عبد الفتاح : التأثير التقنى لتطبيقات النانوتكنولوجى على تصميم الواجهات المعمارية ، مجلة العمارة والفنون ، العدد 11 ، ج 2 ، 2018 ، ص 5.

[2] Enrico Ercolani: Nano materials for architecture, Department of industrial engineering, Via del Politecnico 1, MaST Team (Material Science and Technology), Universita di Roma, 00133, Rome, Italy, P. 19

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (6) استخدام الخرسانة الشفافة فى القواطع والتصميم الداخلى
Enrico Ercolani: Nano materials for architecture

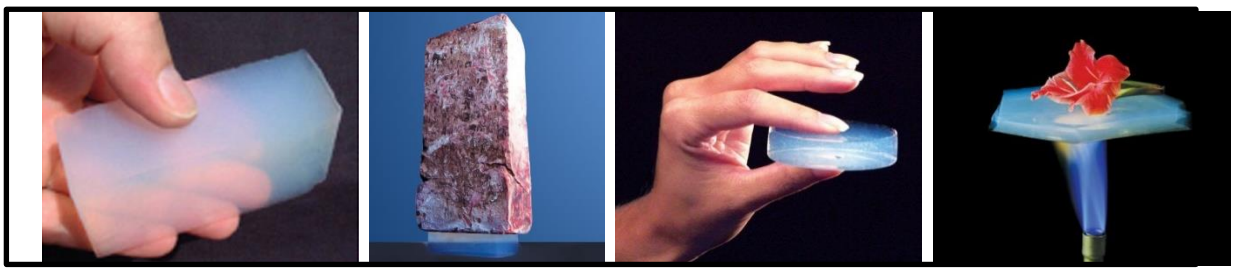
ب ـ مواد العزل المعالجة نانوياً :

يعد العزل الجيد من أهم المعايير الإنشائية للمتاحف بهدف الحفاظ على المبانى المتحفية والمعروضات وللقيمة الكبيرة للمتاحف وما تحتويه من قطع أثرية أو فنية أو تراثية ، حيث توفر مواد العزل الحفاظ على اعتدال درجة الحرارة الداخلية للقاعات فلا تحتاج لأجهزة تكييف الهواء بكثرة ، كما أن العزل الصوتى يعد من أهم اشتراطات ومعايير المبانى المتحفية ، هذا إلى جانب حفظ محتويات ومقتنيات تلك المتاحف من خلال الحماية من الرطوبة والمياه التى قد تؤدى لنمو أنواع من الفطريات والطحالب والكائنات البكتيرية ومسببات التلف .
وهناك العديد من المواد الخاصة بالعزل بتقنية النانو للمنشآت والمبانى تختلف فى مكوناتها وخصائصها لتحقيق أغراض العزل المختلفة مثل (العزل المائى – عزل الصوت – عزل الحرارة – الحماية من الحرائق) ، ويمكن تطبيق تلك المواد مع معظم الخامات مثل (الأخشاب – القرميد – البلاطات – القواطيع – الخرسانة) ، ومن تلك المواد مادة (الإيروجل Aerogel) .

الإيروجل Aerogel : وهى تعرف بمادة القرن الواحد والعشرين ، حيث اكتشفت فى أواخر القرن العشرين ولا زالت الأبحاث تجرى عليها للميزات العديدة لها وتطبيقاتها المتعددة ، فالإيروجل من أقل المواد كثافة حيث تبلغ كثافته 1 ملليجرام / سم3 ، "وتتميز بالشفافية العالية تصل إلى 75 % ، وتحتوى على حوالى 95 % هواء والباقى مواد أخرى وهى تبدو هشة وذات مرونة عالية"[1] ، وعلى الرغم من هذا المظهر إلا أنها تتحمل أضعاف وزنها من الضغوط والأحمال بالإضافة للعزل الجيد للصوت والحرارة وعدم توصيل الكهرباء . (أشكال 7 ، 8 ، 9)

[1] Ibid, P. 21

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

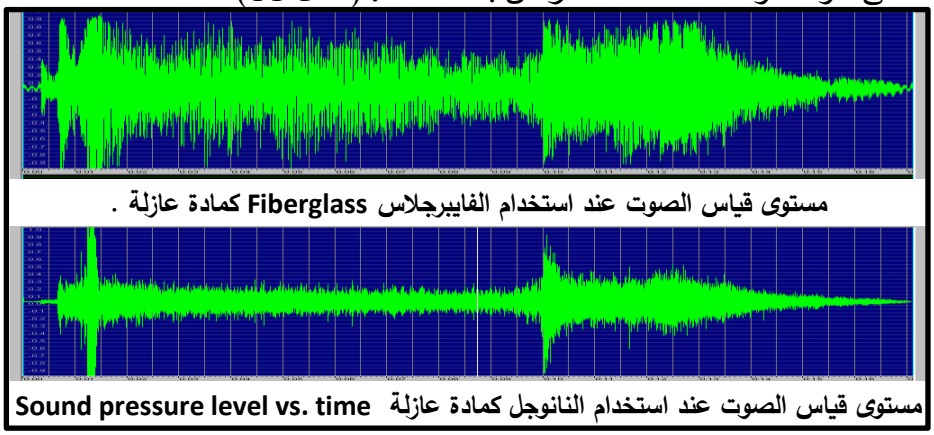


شكل (7) خواص الإيروجل كأفضل مادة عزل فى العالم (خفة الوزن – القوة الكبيرة – الشفافية – العزل الحرارى – الحماية من الحريق)
https://www.surfacesreporter.com/articles/30925/aerogel-thermal-wrap-super-insulator-for-green-building-applications

شكل (8) حبيبات الإيروجل واستخدامها فى تدعيم الأسطح الزجاجية للأسقف والحوائط
https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Aerogel_insulation_for_buildings

شكل (9) عزل Wraptherm® من الإيروجل بسمك 10 مم ذاتى اللصق
https://www.proctorgroup.com/products/spacetherm

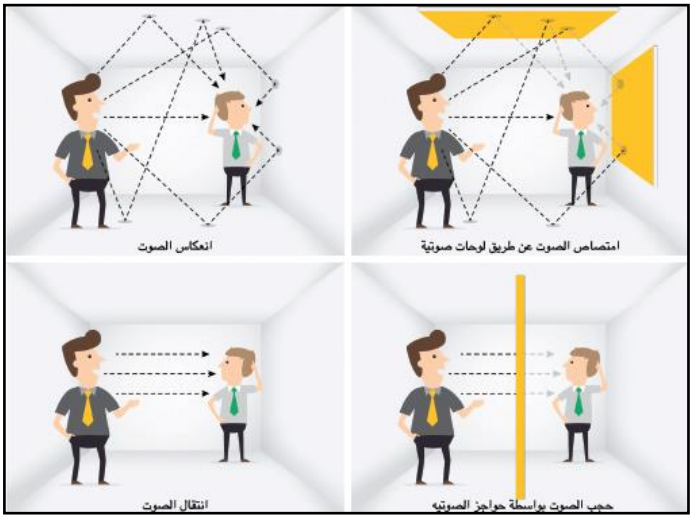
ويحقق الإيروجل والمواد المشتقة منه مثل النانوجل أداء بعزل صوتى بدرجة كبيرة جداً فيقلل مستوى الضوضاء لتصل كثافة الصوت (مستوى الضوضاء) إلى 10 ديسيبل وهو أقل بكثير من الموصى به للعزل الصوتى بالمتاحف • ، وتخفيف مستوى ووقت تردد الصوت بقيمة من 40 : 400 هيرتز • مقارنةً بألواح البلاستيك المدعم بالفايبر جلاس FRP سمك 4 بوصة . (انظر شكل 10) ، ويمكن تطبيقه فى صورة حواجز صوتية أو لوحات تقوم بامتصاص الصوت على حوائط وأسقف قاعات العرض بالمتاحف . (شكل 11)



شكل (10)

• القيمة المثالية لمستوى الضوضاء بقاعات العرض مع وجود أجهزة تكييف الهواء ≥ 45 ديسيبل ومستوى وقت الصدى (500 : 1000 هيرتز) .

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846



شكل (11) حالات انتقال الصوت بقاعات المتاح واستخدام الحواجز الصوتية للعزل أو لوحات امتصاص الصوت
https://www.showtex.com/ar/blog/lswtyt/dlyl-lmshtry-lnzm-lswty

جـ - الحوائط الجافة : Drywall

تستخدم الحوائط الجافة المصنوعة من الجبس ومواد أخرى بكثرة ، ولكن ظهرت بها العديد من العيوب والمشكلات خاصةً سرعة التلف وعدم تحمل الأجواء الرطبة والتعرض للتقوس مع تباين درجات الحرارة والقدرة الضعيفة على مقاومة الخدش وغير ذلك من العيوب .

وباستخدام مواد النانو تم إنتاج "الحوائط الجافة النانوية Nano-drywall والتى تتميز بوزن أخف وقوة أكبر ومقاومة للماء والرطوبة بالإضافة لعدم الحاجة لمواد تشطيب وسهولة التنظيف والصيانة كما أنها توفر فى المساحات حيث لا يتعدى سمك الحائط 60 مم"[1] مما يجعلها مادة مناسبة للاستخدام فى القواطيع وتشكيل الحيزات الداخلية للمتاحف .

شكل (12) الواح الحوائط الجافة النانوية Nano-drywall
Enrico Ercolani: Nano materials for architecture, Department of industrial engineering, Via del Politecnico 1, MaST Team (Material Science and Technology), Universita di Roma, 00133, Rome, Italy. P. 23

[1] Ibid, P. 23

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

د ـ مواد الطلاء والدهانات المعالجة نانوياً :

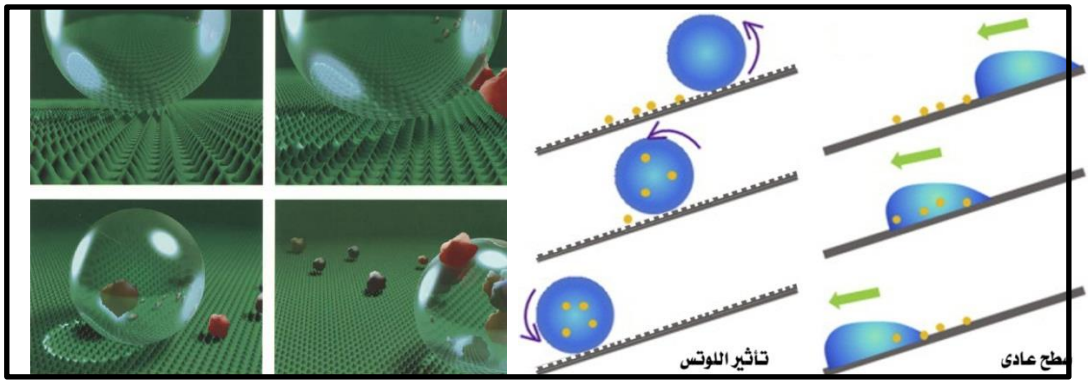
هناك العديد من الخصائص لمواد الطلاء والدهانات المعالجة نانوياً والتى يمكن تطبيقها بالمتاحف ، حيث تستخدم مواد الطلاء مع السيراميك والأخشاب والمعادن والأسطح المختلفة لتكسبها جزيئات النانو ميزات فيزيائية وسمات جمالية حيث تعطى تشطيبات أقوى وعمر أطول ، وتقاوم المياه بدرجة ممتازة ، ولا تتأثر بالغسيل أو الاحتكاك ، وتقاوم البصمات Anti-fingerprint (شكل 13) ، وتحمى من الكتابة على الجدران Graffiti resistance (شكل 14) ، وتقاوم الخدش ، وتحمى من البكتريا والفطريات والطحالب . ومن الوظائف الهامة التنظيف الذاتى Self-cleaning (شكل 15-16) ، وسهولة التنظيف ETC والحماية من العوامل الجوية (شكل 17) والانبعاثات والملوثات سواءً بمحيط المبنى أو بالحيزات الداخلية .

شكل (13) خاصية الحماية من البصمات

https://www.schott.com/english/news/press.html?NID=com4289

شكل (14) حماية الجدران من الرسم عليها

https://coating.ca/anti-graffiti-/coating



شكل (15) صورة مكبرة لمبدأ عمل تأثير اللوتس Lotus-Effect :

تتحد بنية الكريات مع مساحة اتصال سطحية صغيرة وشبه انعدام لخاصية الالتصاق تجعل قطرات المياه تنزلق بسرعة حاملة معها بقايا ومخلفات الاتساخ على الأسطح فيحدث التنظيف الذاتى.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352573815300020

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (16) نموذج لمبنى استخدم فى دهان واجهاته طلاء معالج بتقنية النانو لإكسابه خاصية التنظيف الذاتى self-cleaning بتأثير اللوتس

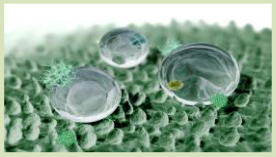
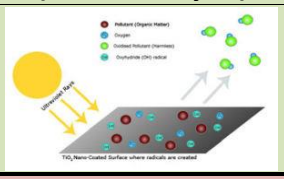
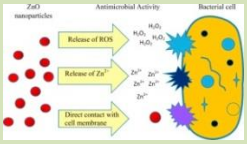
http://exposicio.cdmt.es/tecnologia-lotus-effect.html

شكل (17) مجمع سكنى Streksbarg بمدينة هامبروج الألمانية معالج بدهانات معالجة نانوياً بمادة ثانى أكسيد التيتانيوم تكسبها خاصية التنظيف الذاتى والحماية من الرطوبة والأملاح لوقوعها فى منطقة ساحلية

https://docplayer.net/2984129-Www-mastteam-it-enrico-ercolani-department-of-industrial-engineering-via-del-politecnico-1-00133-rome-italy-enrico-ercolani-uniroma2.html

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

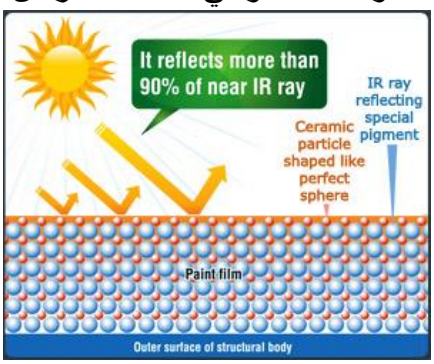
والجدول التالى يوضح أهم الخصائص التى تكتسبها المواد والأسطح بعد معالجتها وتغطيتها بطلاءات من المواد النانوية مثل التنظيف الذاتى وسهولة التنظيف ومقاومة البكتريا [1] .

التقنية	التنظيف الذاتى (تأثير اللوتس) Self-cleaning (Lotus Effect)	التنظيف الذاتى (تأثير محفزات الضوء) Self-cleaning (Photocatalysis)	سهل التنظف Easy-to-clean (ETC)	مضاد للبكتريا Antibacterial المعالجات المقترحة
				
الخواص	طارد للماء Hydrophopic يحقق انسيابية للمياه فى صورة قطرات	أسطح جاذبة للمياه Hydrophilic surfaces يتم تكسير بقايا الاتساخ وانسيابها بعيداً عن السطح بسهولة	طاردة للمياه	تستهدف البكتريا وتقوم بتدميرها
الخصائص المظهرية (كيف تبدو)	تظهر نتوءات على السطح تحت المجهر وليست ملساء تناسب الأسطح التى تتعرض بانتظام لسقوط كميات من المياه عليها	تنساب المياه فى شكل تيار مستمر بعيداً عن السطح . يجب توفر الماء والأشعة فوق البنفسجية انتقال الضوء خلال السطح وتحقيق شفافية	أسطح ناعمة مع توتر سطحى أقل . تقل قوة التوتر السطحى نتيجة قلة طاقة الأسطح	تقلل من استخدام مواد تطهير وتنظيف للأسطح .
المميزات والاستخدام	تحقق استخدام أمثل وتقلل الاحتياج لأعمال الصيانة للأسطح والواجهات	تقلل التصاق الاتساخ والبقايا غير المرغوب فيها بالأسطح	تستخدم بكثرة فى العمارة الداخلية للحيزات ، ويمكن توظيفها في أعمال التشطيب للواجهات للحماية من التقلبات الجوية	تدعم أعمال ومتطلبات النظافة والصحة العامة Hygiene ولذلك يمكن تطبيقها في المنشآت الصحية

[1] Sylvia, Leydecker: Nanomaterials in architecture, interior architecture and design, Princeton Architectural Press, NY, USA, 2008, P33

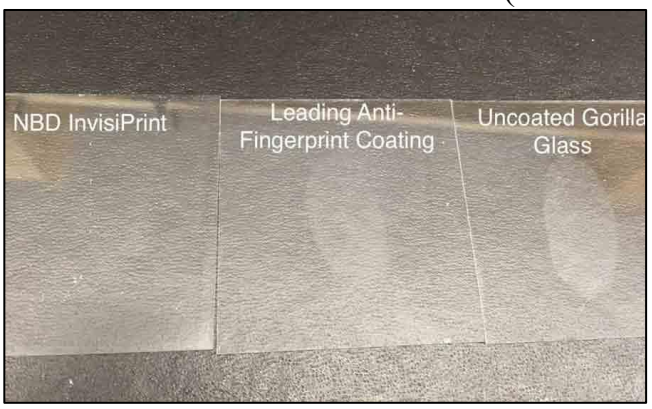
Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

"وتتم معالجة الأرضيات بطلاءات نانوية حساسة للأشعة تحت الحمراء القريبة التى تضر الإنسان فتقوم بعكس أكثر من 90 % منها وتحافظ على اعتدال درجة الحرارة"[1] . (شكل 18) ويمكن تطبيقها فى المداخل والفناءات أو في ساحات العرض الخارجى للمتاحف .



شكل (18) بلاطات معالجة بصبغات ومواد نانوية تعكس معظم الأشعة تحت الحمراء القريبة (Near IR) الساقطة عليها ، فتحافظ على اعتدال درجة الحرارة
https://www.nanowerk.com/how_nanoparticles_are_made.php

ويكتسب الزجاج خصائص عديدة تجعله يناسب العديد من الأسطح الزجاجية بالمتاحف مثل وحدات العرض والنوافذ حيث تطبق مواد طلاء نانوية خاصة مع أسطحه تكسبها صفات وميزات جديدة مثل التنظيف الذاتى والحساسية للضوء لضبط الإضاءة داخل المبنى ، ومضادة للانعكاس Anti-reflection ، والحماية من البصمات Anti-fingerprint (شكل 19) ، ومضادة للضباب Anti-fogging ، والحماية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة والتى تؤدى إلى تلف بعض المواد وتغير ألوانها مثل المعروضات والتأثيث الداخلى ، والحماية من الاتساخ ، وخاصية حساسية الزجاج وفق الإضاءة الخارجية ودرجات الحرارة Switchable Glass .(شكل 20) ، ويمكن أن تعمل طبقة الطلاء النارنوية مثل مادة (ANZ) كطبقة عازلة تحقق تحكم فى درجات الحرارة داخل الحيزات وتعمل على توفير وكفاءة الطاقة (شكل 21 - 22)

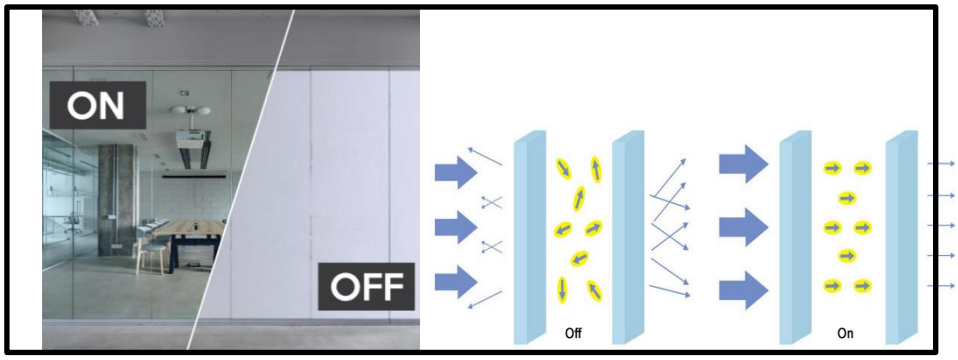


شكل (19) تغطية الأسطح الزجاجية بمواد تحمى من بصمات الأصابع وتجعلها غير مرئية

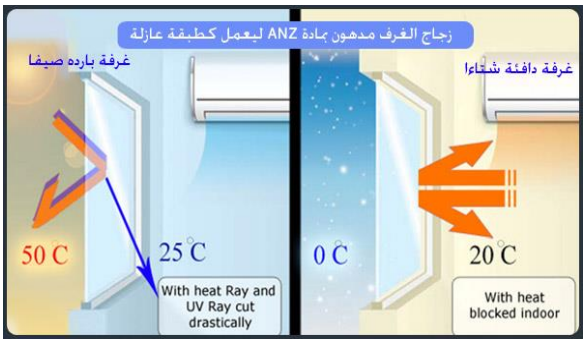
https://www.pcimag.com/articles/103280-coating-makes-fingerprints-invisible-on-metal-and-glass-surfaces

[1] Enrico Ercolani: Nano materials for architecture, P. 26

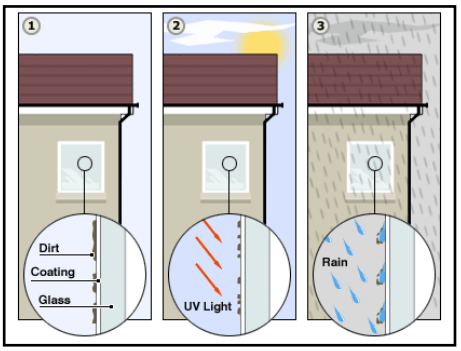
Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846



شكل (20) الزجاج بخاصية تغير الإضاءة نتيجة الحساسية للأشعة فوق البنفسجية ودرجات الحرارة
/https://tintdepot.com/product/smart-film-electrochromic-film-switchable-glass

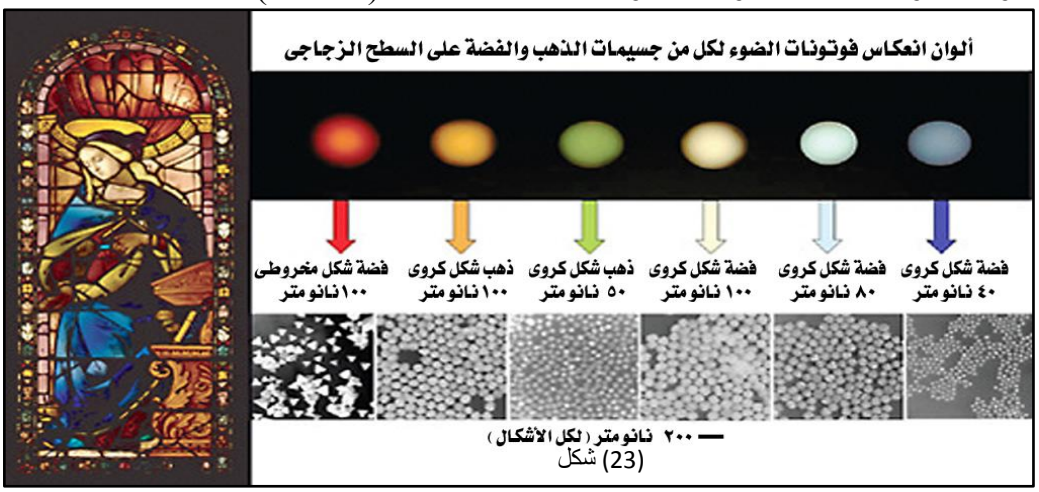


شكل (21) يبين استخدام مواد عزل نانوية للأسطح الزجاجية تساعد على الاحتفاظ بالحرارة داخل الحيز شتاءً ، ويعمل السطح الخارجي كسطح عاكس لكلٍ من الأشعة فوق االبنفسجية الضارة ، والأشعة تحت الحمراء فتحافظ على الاتزان الحرارى
http://nanolandbaltic.com/en/nano-solutions/construction/improving-the-indoor-environment



شكل (22) يوفر الزجاج المغطى بطبقة من TiO2 حماية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة UV
كما يتمتع بخاصية التنظيف الذاتى Self-cleaning
https://www.hpbc.bdg.nus.edu.sg/?page_id=12344

ومن أهم الخصائص التى تتميز بها المواد النانوية أنها "تكسب الأسطح الزجاجية خواص ضوئية عديدة فتعطى انعكاسات لدرجات لونية تظهر على الأسطح الزجاجية على حسب المواد النانوية المستخدمة وحجمها وشكل الجسيمات"[1] . (شكل 23)



(23) شكل

شكل (23)الخواص الضوئية لجسيمات الذهب والفضة النانوية هى المسئولة عن ظهور الألوان الجميلة للزجاج المعشق فى العصور الوسطى

[1] Arden L.Bement et. al., : The Shifting Plate Tectonics of Science", National Science Foundation, at the American Ceramic Society, Baltimore, Maryland, 2005, P. 41.

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

تتم معالجة المنتجات الخشبية كالقواطيع وقطع الأثاث الخشبى باستخدام مواد طلاء نانوية شفافة فائقة الطرد للمياه Super hydrophopic بهدف إكسابها خاصية التنظيف لذاتى بتأثير اللوتس حيث يتم طرد المياه في صورة قطرات دون ترك آثار للمياه على الأسطح . هذه المعالجة توفر حماية للأسطح الخشبية من التلف والتعفن أو تسرب وتغلغل المياه فيحافظ الخشب على صلابته ، وبالإضافة إلى عمليات الحماية فإن خواص وفوائد جديدة تكتسبها الأسطح الخشبية مثل طرد الأتربة ومقاومة الأبخرة ومقاومة التغيرات في العوامل الجوية والرطوبة ، وكذلك مقاومة البكتريا والفطريات والطحالب ، ومن ناحيةٍ أخرى فإن الطلاءات النانوية تعطى مميزات أخرى كبيرة جداً للمنتجات ذات الأسطح الخشبية تتمثل في مقاومة الحرائق وتأخير انتشارها لأقصى زمن ممكن ، والحماية من الأشعة فوق البنفسجية ، ومع كل هذه المميزات ونظراً لشفافية الطلاء يحتفظ الخشب بشكله الطبيعى الجذاب .

شكل (24) أرضيات خشبية معالجة بطلاءات من بمواد نانوية شفافة
https://percenta-nanoproducts.com/nano-coating-for-wood.html
http://www.nanoman.com.au/nanomantimber.html

شكل (25) طاولة خشبية بقوائم معدنية ، السطح الخشبى
تم طلاؤه بالبولى يوريثان النانوى
https://www.polyandbark.com/products/sloane-68-dining-table-in-walnut

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (26) مكتب ومقر إدارى للمصم المعمارى MoHen Design International استخدمت فيه دهانات خاصة للحوائط من المواد النانوية (Sp-II, Energy Conservation Paint) تحقق (الحماية من البكتريا – سهولة التنظيف – التنظيف الذاتى - التكيف مع الطقس عن طريق التبريد والحفاظ على الطاقة - إطالة عمر الأسطح)
/http://www.mohen-design.com

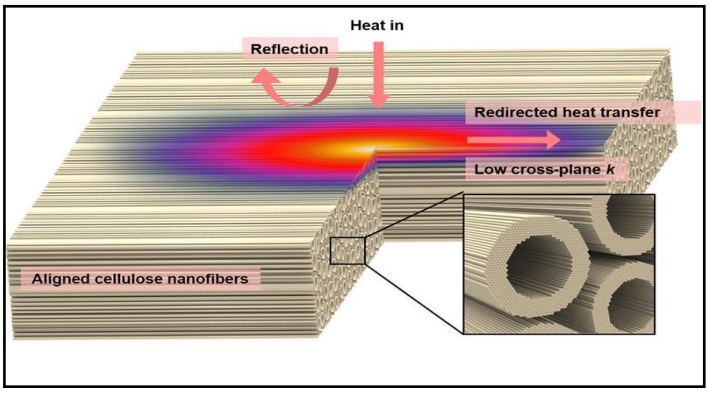
وتطبق الطلاءات النانوية على الأسطح المعدنية المختلفة باستخدام مواد مثل نيتريد التيتانيوم TiN بسمك طبقة طلاء حوالى 20 : 40 نانومتر ، وتتميز طبقة الطلاء بدرجة عالية جداً من الالتصاق بالسطح المعالج بها ، وتكسبه صلابة عالية ومقاومة للخدش ونعومة السطح مع الشكل الخارجى الجميل ، ويمكن تطبيقها على قطع الأثاث المعدنى ، ووحدات الإضاءة والإطارات المعدنية والتجهيزات المعدنية الأخرى بالمتاحف .

شكل (27) وحدات إضاءة وقطع أثاث معدنية تم طلاؤها بنيتريد التيتانيوم بطبقة ذات سمك 40 نانومتر تطيل عمر الأسطح وتحمى من الصدأ
https://en.nanoproduct.ir/product/3626/decorative%20coatings%20services%20on%20metal%20surfaces

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

هـ ـ الخشب المصنع بتقنية النانو :

تعد الأخشاب من أهم الخامات الطبيعية التى تستخدم في العديد من الأغراض وذلك لأنها مادة مستدامة وصديقة للبيئة وغير موصلة للحرارة أو الكهرباء ، ولكن مع المميزات العديدة بها إلا أن هناك بعض الخصائص التى تجعل استخدامها بخصائصها الطبيعية غير مناسباً وخاصةً فى بعض التطبيقات مثل المبانى المتحفية ، ومن هذه الصفات سهولة نمو الفطريات وانتشار الحشرات بها ، والقابلية الكبيرة للحريق ، وعدم ثبات الأبعاد نظراً للتأثر بعوامل الرطوبة والتعرض للسوائل المختلفة . ولذلك لجأ العلماء لابتكار مواد خشبية جديدة بالنانوتكنولوجى للتغلب على هذه العيوب مثل المركبات الخشبية wood-composites حيث تم تصنيع المركبات الخشبية ببعض الإضافات بالأبعاد النانوية التى لا تعمل الإنزيمات التى تساعد على نمو الفطريات بها فتطيل عمر الأخشاب وتزيد من استدامتها ، بالإضافة إلى الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات والتى تتسبب فى امتصاص الخشب للماء وتلفه ، ولذلك فإن التقنية المتبعة لإنتاج مثل هذه المركبات تتمثل في تصنيع القطاعات الخشبية من أخشاب بأبعاد نانوية ، ودمجها بمواد معدنية نانوية لتعديل خصائصها والتغلب على عيوبها . وبذلك يمكن للمنتجات التى تستخدم بها هذه الأخشاب الجديدة أن تتميز بمقاومة التلف والحريق والتعفن والبكتيريا والحشرات ونمو الفطريات ، كما أن أسطحها تكون سهلة التنظيف . ويتم إنتاج تلك الأخشاب بألوان وتأثيرات سطحية جديدة تجعلها أكثر جمالاً وأطول عمراً .



شكل (28) أخشاب مصنعة من نانوفايبر السليولوز صديقة للبيئة وخفيفة الوزن وذات قوة كبيرة وتحقق عزل حرارى جيد

https://constructionclimatechallenge.com/2018/03/21/ecofriendly-nano-wood-/developed-replace-styrofoam-insulation

شكل (29) استخدام المركبات الخشبية المصنعة بالنانوتكنولوجى فى تكسيات الحوائط والأسقف وداخل الحيزات الداخلية بمعمل النانوتكنولوجى EMC بجامعة وولونجونج Wollongong فى أستراليا

/https://woodnanotechconf-2018.ethz.ch

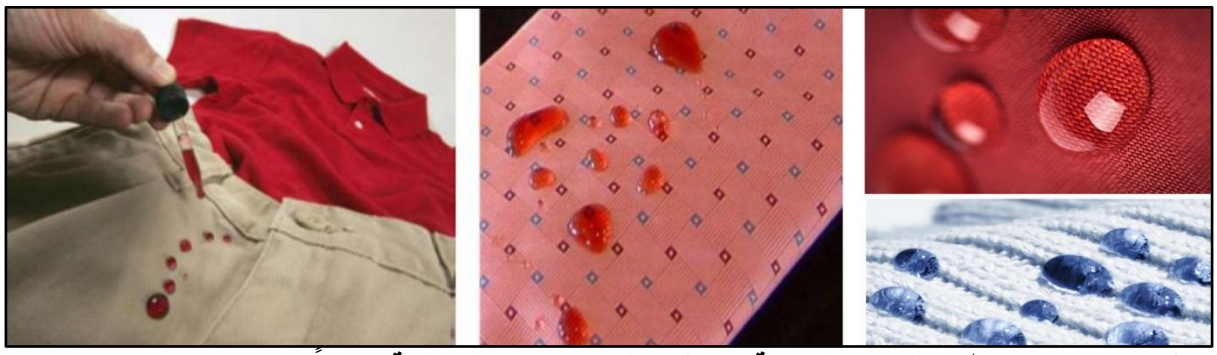
Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

ويمكن تطبيق الخامات الخشبية الجديدة بالمتاحف في العديد من التطبيقات مثل الأرضيات الخشبية والأسقف والحوائط والقواطيع والفواصل ، كما تعتبر مثالية للاستخدام فى وحدات التأثيث والعرض المتحفى .

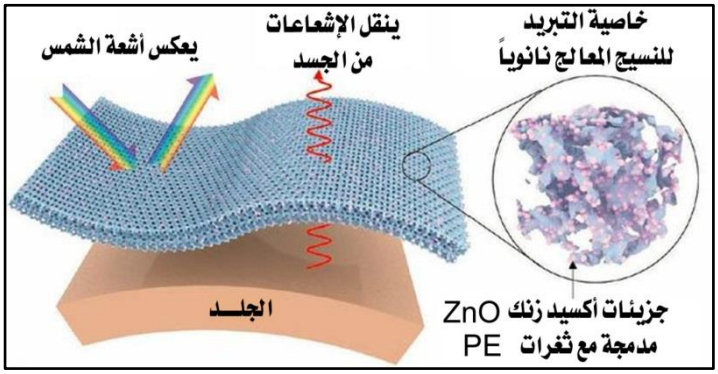
و – المنسوجات بتقنية النانو :

يتم تطبيق النانوتكنولوجى والمعالجات النانوية Nano-treatments للنسيج بأنواعه المختلفة على أكثر من مستوى منها مرحلة تصنيع الخامات النسيجية حيث تدخل مواد نانوية فى تصنيع الخامات الأولية لتكسبها الصفات المطلوبة ، أو تغطية المنسوجات بطلاءات نانوية ، كما تستخدم تكنولوجيا النانو فى إنتاج الأصباغ المستخدمة فى تلوين المنسوجات لتحتفظ بجودتها لفترات طويلة .

وتكمن أهمية النانوتكنولوجى للنسيج فى أنه يحقق العديد من المميزات والوظائف مثل (طرد المياه hydrophobic – مقاومة التجعد – مقاومة الأتربة وسهولة التنظيف – منع الأشعة فوق البنفسجية – مقاومة البكتريا والفطريات والتعفن – زيادة المتانة وتحسينها – الحفاظ على نقاء الألوان) وإلى جانب هذه الوظائف الهامة هناك وظائف جديدة مستحدثة مثل (الصفات الضوئية – العمل كحساسات – الاتصال – توليد الطاقة – ضبط حرارة الجسم والتبريد) .



شكل (30) خواص طرد المياه والحماية من البقع للمنسوجات المعالجة نانوياً
https://genesisnanotech.wordpress.com/2014/12/10/nano-coatings-/for-textiles-and-nonwovens-the-future-is-now



شكل (31) النسيج المعالج نانوياً بأكسيد الزنك يقوم بوظيفة ضبط حرارة الجسم والتبريد
https://site.ieee.org/sfbanano/2018/10/02/october-16th-2018-nanophotonic-control-of-thermal-radiation-for-energy-applications/

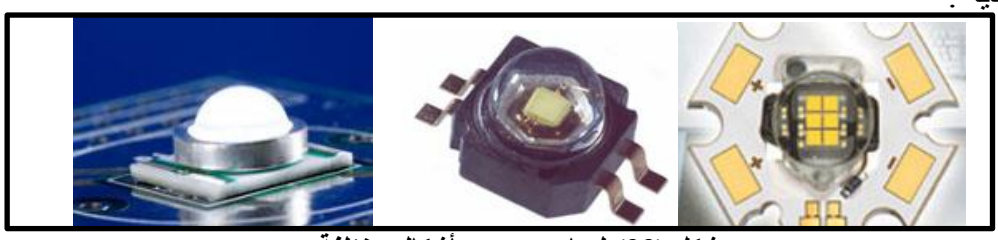
Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (32) كنبة مصنوعة بالنانوتكنولوجى باستخدام طبقة من الكوارتز النقى وهى صديقة للبيئة وغير سامة ولا تحتوى على أى مواد كيميائية ضارة وهى تحمى من السوائل وتطيل عمر قطعة الأثاث

/http://www.quarz.co

ز - الإضاءة بتقنية النانو :

تمثل تكنولوجيا النانو أهمية كبيرة فى مجال الإضاءة حيث تم باستخدام المواد النانوية إنتاج كل من مصابيح LED وكذلك ألواح OLED التى تعطى كفاءة إضاءة عالية وتوفر في الطاقة بشكلٍ غير مسبوق ، فمن المعروف أن 40 % من الطاقة يتم استهلاكها في الإضاءة ، وتحقق لمبات الليد LED كفاءة أعلى بحوالى عشر مرات وتمثل حل مستدام حيث تعطى ساعات إضاءة من (50.000 : 100.000) ساعة مقابل (10.000) ساعة للمبات التقليدية .



شكل (33) لمبات LED بأشكال مختلفة

شكل (34) أحد المتاحف الفنية مستخدم بها تقنيات إضاءة LEDs

/https://sensing.konicaminolta.us/blog/how-does-lighting-affect-a-museums-artwork

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

الإضاءة المدمجة فى ورق الحائط :

تتم هذه التقنية عن طريق "دمج الثنائيات الباعثة للضوء LEDs فى المواد المصنع منها ورق الجدران لإنتاج ورق حائط مضيء LED-Embedded Wallpaper ، وكذلك إضافة كريستالات من مواد نانوية مضيئة بحيث يمكن تثبيتها وتركيبها على الحوائط بنفس الطرق التقليدية للتركيب ولكن بعد تركيبها ومن خلال الأنظمة النانوية المندمجة معها يتحول ورق الحائط لمصدر للإضاءة يعيش لفترات طويلة"[1] .

شكل (35) الكريستالات المضيئة المدمجة مع ورق الحائط
http://designlush.com/product/meystyle-swarovski-crystal-led-wallpaper

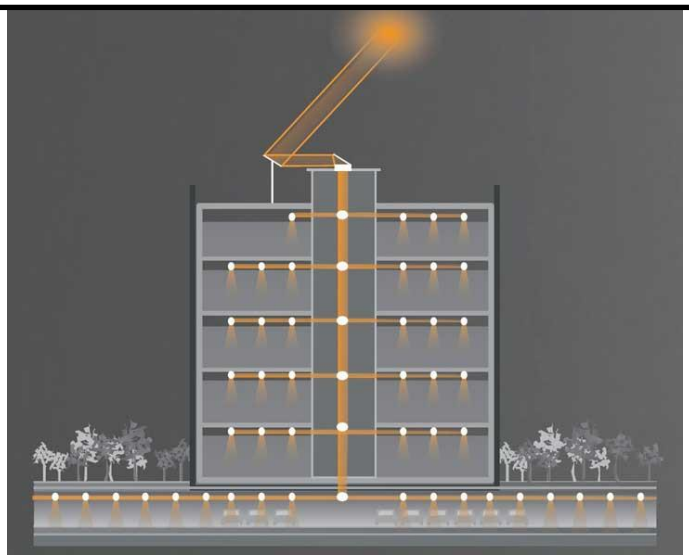
استخدام الإضاءة الطبيعية بالنانو تكنولوجى :

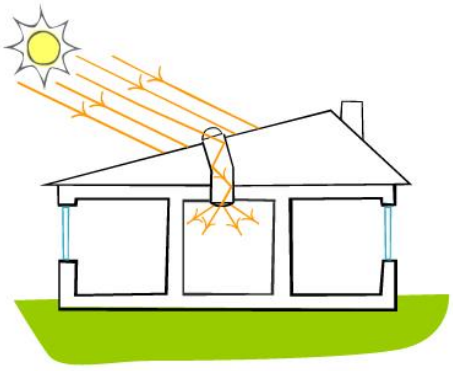
تعد الإضاءة الطبيعية من الأمور الهامة فى تصميم المتاحف ، ويمكن استخدام ضوء النهار في إضاءة الحيزات الداخلية المشرفة على نوافذ خارجية أو المتواجدة بقاعات ذات أسقف أو حوائط زجاجية بسهولة ، ولكن هناك أماكن يصعب وصول ضوء النهار إليها . ولذلك تم ابتكار أساليب باستخدام النانوتكنولوجى للاستفادة من ضوء الشمس لإضاءة الحيزات الداخلية من خلال "عدسات من مواد نانوية يتم تثبيتها في الأسقف لتجميع الإضاءة الطبيعية حيث يمر الضوء خلال أنابيب تقوم بتوصيله وتوزيعه على الحيزات المختلفة داخل المبنى"[2] (شكل 36 - 37) . كما أن هناك أنواع منها تنتهى بأنابيب زجاجية داخل المبنى ينتشر الضوء من خلال هذه الأنابيب في شكل جمالى (شكل 38) . وهى بذلك تساعد في كفاءة الطاقة للمبانى والاستفادة القصوى من الإضاءة الطبيعية .

(1) Brownlee, S. (2008). "Paper Chase". Spaces. No. 20. Chester: Jazz Publishing. pp. 115–116.

(2) Andreas Pfahl, et. al. : Progress in Heliostat Development, German Aerospace Center (DLR), Institute of Solar Research, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart, Germany, 2017, P. 9.

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

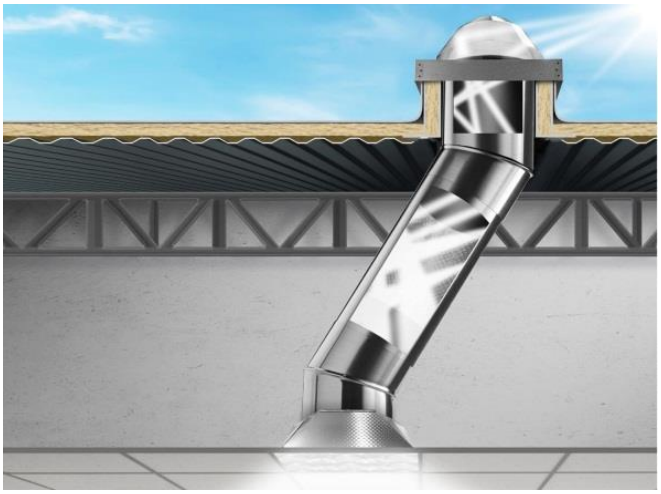




تجميع أشعة الشمس وتوزيعها على أجزاء المبنى

https://inhabitat.com/sunportal-uses-pipes-to-deliver-daylighting-anywhere-within-a-building/

https://build.com.au/light-tubes



قطاع تفصيلى

طريقة تجميع الضوء الطبيعى عن طريق
مجمعات دقيقة مصنعة من مواد نانوية ونقله وتوزيعه إلى داخل المبنى

شكل (36)

https://www.dwell.com/article/we-summer-in-the-hamptons-38ed9f4d

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (37) نماذج لتطبيق التقنية بالحيزات الداخلية

http://www.lightway.it/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=6

/https://www.osa-opn.org/home/articles/volume_29/november_2018/features/daylighting

شكل (38)

توزيع ونشر ضوء الشمس لداخل المبنى عن طريق أنابيب زجاجية تعطى شكلاً جمالياً

http://37.vanillamg.com/pin/296393219202912984

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

ثالثاً : الدراسات التحليلية والمقارنة لبعض النماذج :

3 – 1 دراسة تحليلية لنماذج مبانى وتطبيق النانو تكنولوجى بها

3 – 1 – 1 النموذج الأول : متحف Aspen Art

يعنبر المتحف للمصمم المعمارى (شيجيرو بان Shigeru Ban) بالولايات المتحدة الأمريكية (2014) بواجهته المغطاة بالكامل بالأخشاب المعالجة بتقنية النانو بالإضافة لبعض الأجزاء الداخلية .

"تمت تغطية الواجهة بشبكة من الصفائح الخشبية المضفرة من مادة البروديما Prodema وهى خليط من مواد راتنجية والورق موجود كطبقة وسطى بين طبقتين من الخشب المطلى بطلاء معالج بتقنية النانو لتبدو الواجهة كأنها مصممة بأسلوب المشربية مدعمة من الداخل بوحدات زجاجية"[1] ، وتحقق طلاءات الخشب والزجاج والحوائط العديد من الخصائص الجيدة مثل التنظيف الذاتى والحماية من التلف ومقاومة الحشرات وكفاءة العزل الصوتى والحرارى ومقاومة الحريق مما يقلل من تكاليف التشغيل والصيانة ، ويحسن من جودة الهواء الداخلى ويطيل عمر المبنى .

شكل (39) واجهة المتحف من الخشب المعالج بمواد بتقنية النانو مجدولة بشكل يربط الواجهات بالسقف

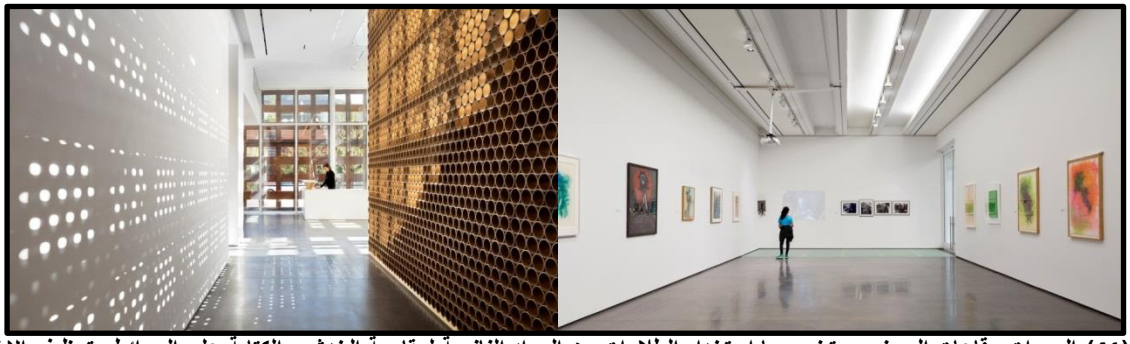
/https://www.inexhibit.com/case-studies/shigeru-bans-new-aspen-art-museum
/https://www.dezeen.com/2014/08/06/shigeru-ban-aspen-art-museum-opens

شكل (40) لقطات من الحيزات الداخلية بالمتحف يظهر بها معالجة الحوائط والأرضيات والأسطح الزجاجية والأثاث بالنانوتكنولوجى

https://inhabitat.com/shigeru-bans-woven-screen-clad-new-aspen-art-museum-is-now-open/aspen-art-museum-shigeru-ban-derek-skalko-2
https://www.archdaily.com/546446/aspen-art-museum-shigeru-ban-architects/540f8733c07a807b9b00004c-aspen-art-museum-shigeru-ban-architects-photo

[1] https://www.architecturalrecord.com/articles/7517-aspen-art-museum?v=preview.

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846



شكل (41) الممرات وقاعات العرض ، يتضح بها استخدام الطلاءات من المواد النانوية لمقاومة الخدش والكتابة على الحوائط وتوظيف الإضاءة الطبيعية إلى جانب إضاءات LED بقاعات العرض

3 – 1 – 2 النموذج الثانى : متحف تاريخ الطب بمستشفى Padua الإيطالية

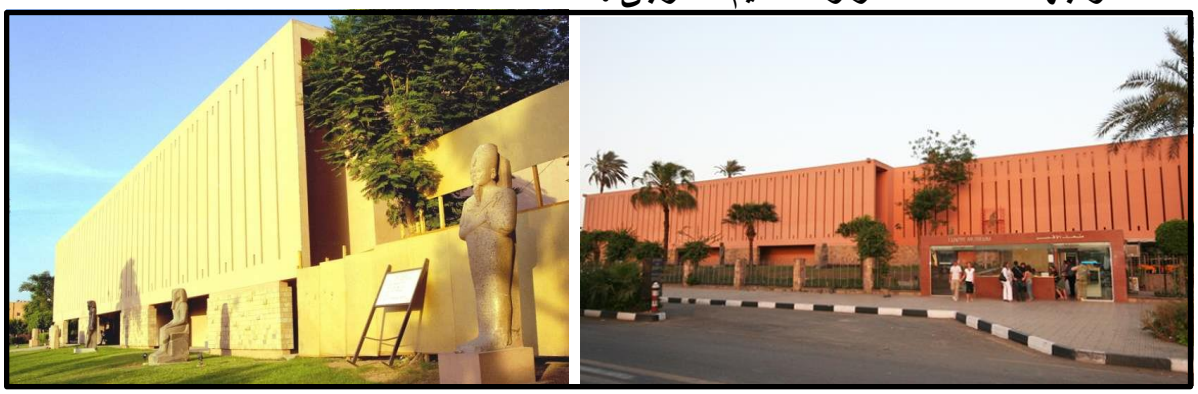
- تم إنشاء المتحف داخل المستشفى القديم بمدينة Padua فى إيطاليا ، والمتحف من أعمال وتصميم Corde Associati studio تبلغ مساحته 1500 متر مربع ، وتم افتتاحه فى عام 2015 .
- تم تطبيق العديد من الخامات النانوية فى الحوائط والأرضيات والتى تم دمج موادها مع مواد نانوية ، وتحقق الأرضيات والحوائط أقل انعكاسية للإضاءة ، كما توفر المواد النانوية المقاومة العالية للخدش ومقاومة البصمات .
- كما تم استخدام طلاءات من مواد النانو لطلاء وحدات العرض والأثاث بالمتحف .
- المتحف يحقق جودة الهواء الداخلى ، وسلامة المستخدمين ، وتساهم تكنولوجيا النانو فى إطالة عمر المبنى[1] .

[1] https://www.fenixforinteriors.com/en/musme.

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (42)
متحف تاريخ الطب بمستشفى Padua الإيطالية ، تم استخدام الخامات النانوية بالحوائط والأرضيات المقاومة الخدش والبصمات وتقليل الانعكاس وتحقيق جودة الهواء الداخلى
https://www.fenixforinteriors.com/en/musme

3 – 2 دراسة تحليلية مقارنة لمتحف الأقصر ومتحف Ara Pacis فى روما – إيطاليا
واجهة متحف الأقصر والتصميم الخارجى :



شكل (43) واجهة متحف الأقصر ، استخدمت في طلائها مواد الطلاء التقليدية مما يعرضها للتلف وتغير لونها بسبب العوامل الجوية واحتياجه للطلاء والصيانة المستمرة ، الأرضيات بمدخل المتحف من بلاطات أسمنية غير معالجة

شكل (44) تكسية السور الخارجى بأحجار طبيعية غير معالجة تظهر بها تأثيرات العوامل الجوية مثل الرطوبة والأملاح ، والبوابة الحديدة مدهونة بدهانات تقليدية غير معالجة مما يعرضها للصدأ

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (45) ظهور تشققات وقشور في دهانات الواجهة
نتيجة لاستخدام دهانات ومواد نهو تقليدية تتأثر بالعوامل الجوية وتتعرض للتلف بسهولة

شكل (46) استخدام الجرانيت غير المعالج في تكسية المدخل

، والزجاج فى المدخل الرئيسى غير معالج وتظهر به الانعكاسات ، وعدم الحماية من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

واجهة متحف Ara Pacis والتصميم الخارجى :

شكل (47) تمت إضافة الطلاءات النانوية للأسطح البيضاء لمبنى واجهة متحف Ara Pacis بصورة غير مرئية لتحقيق عمر أطول للتشطيب واللون الخارجى والتخلص من الاتساخ والملوثات والتنظيف الذاتى بتأثير اللوتس ، خاصة أن المنطقة المتواجد بها المتحف تعد من المناطق كثيفة التلوث وعلى الرغم من ذلك يحتفظ المبنى بلونه الأبيض الخارجى على الرغم من مرور حوالى 15 عام على افتتاحه .

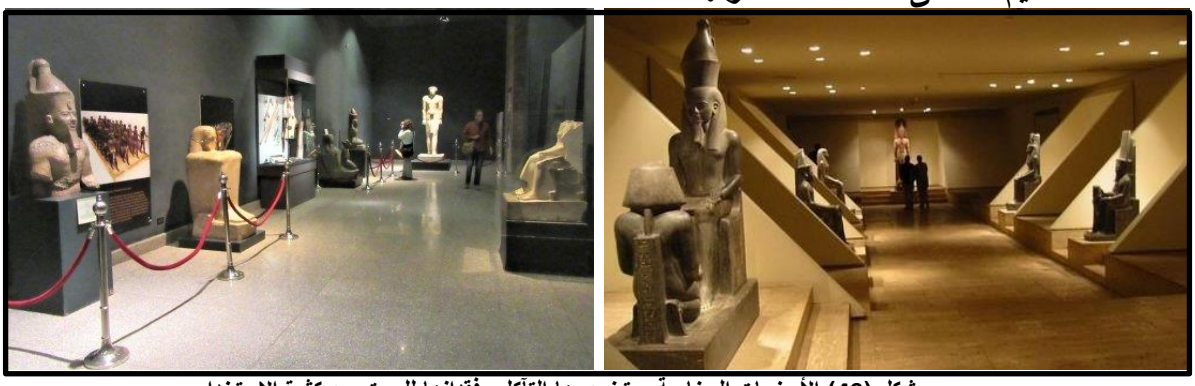
https://www.lifegate.com/people/lifestyle/antenna-blind-deaf-museums

شكل (48) استخدام الزجاج المعالج نانوياً في واجهات واجهة متحف Ara Pacis لتحقيق الشفافية والإضاءة الطبيعية والتنظيف الذاتى والحماية من الأشعة فوق البنفسجية

http://www.ara-pacis-museum.co

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

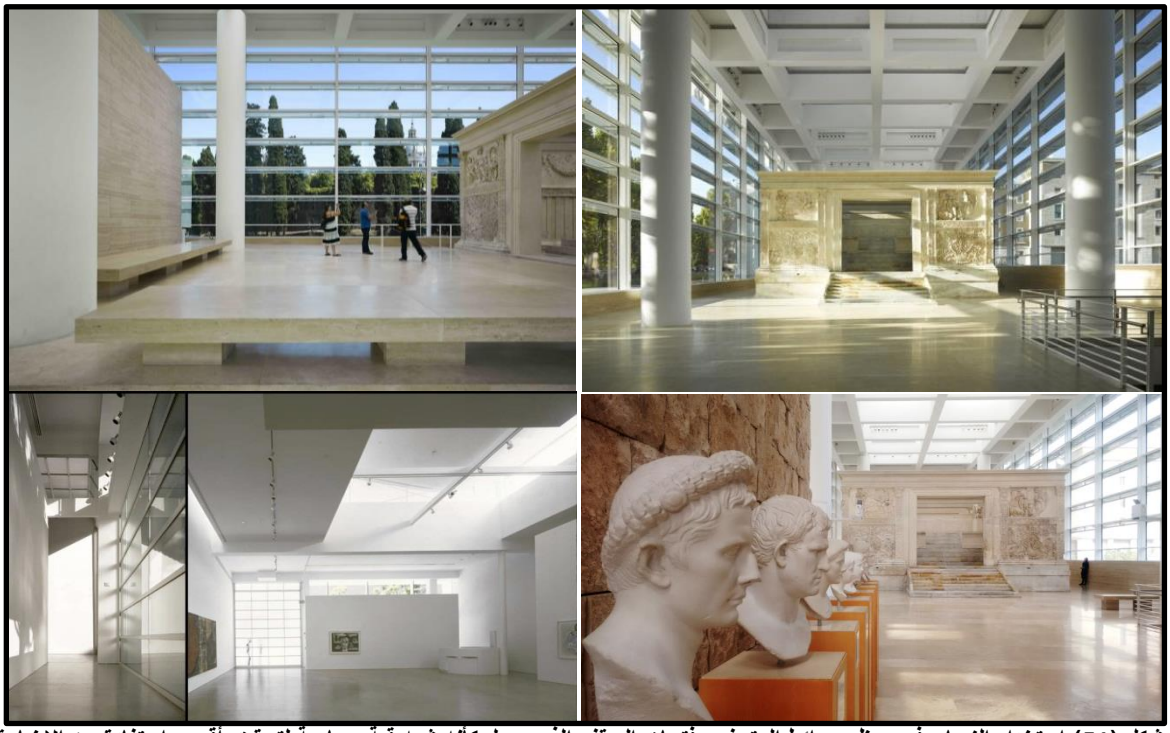
التصميم الداخلى لمتحف الأقصر :



شكل (49) الأرضيات الرخامية ويتضح بها التآكل وفقدانها للبريق مع كثرة الاستخدام

شكل (50) وحدات العرض الزجاجية غير المعالجة تظهر بها بصمات الأصابع وانعكاسات الضوء والتى لا تمنح رؤية صافية للمعروضات

التصميم الداخلى لمتحف Ara Pacis :



شكل (51) استخدام الزجاج في معظم حوائط المتحف وفتحات السقف الذى يعمل كأنه شبه قبة سماوية لتحقيق أقصى استفادة من الإضاءة الطبيعية ، ولحماية المقتنيات من الأشعة فوق البنفسجية استخدم الزجاج المعالج نانوياً ، وتم طلاء الحوائط بدهانات تحقق خاصية التنظيف الذاتى بتأثير اللوتس ، ومعالجة الأرضيات بمواد نانوية تزيد من صلابتها وإطالة عمرها .

https://www.archdaily.com/104187/ara-pacis-museum-richard-meier-partners

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

رابعاً : النتائج والتوصيات :

4 – 1 النتائج :

- تتغير خصائص مواد البناء والإنهاء بشكل كبير جداً عند إنتاجها بأبعاد النانومتر سواءً على مستوى الشكل أو على مستوى الوظيفة .
- يمكن من خلال النانوتكنولوجى تحقيق طفرات كبيرة فى مجالى العمارة والعمارة الداخلية من خلال المواد النانوية المبتكرة ذات الخصائص الجديدة الهائلة .
- للنانوتكنولوجى تأثيرات إيجابية كبيرة على جودة الهواء الداخلى للحيزات الداخلية .
- تعتبر المواد النانوية من المواد صديقة للبيئة نتيجة للخصائص التى تميزها وساهمت في تحسين البيئة والحماية من تلوث الهواء ومعالجة الأسطح .
- تحقق النانوتكنولوجى والمواد النانوية كفاءة الطاقة في المبانى بدرجة كبيرة كما تحقق الاستخدام الأمثل للطاقة الشمسية .
- يؤدى استخدام النانوتكنولوجى والمواد النانوية في تصميم المتاحف لتحقيق كفاءة أعلى وفق المعايير التصميمية المعتمدة .
- أحدثت النانوتكنولوجى تغييراً جذرياً في الفكر المعمارى ، ونشأ فكر معمارى جديد هو فكر عمارة النانو آخذ في الانتشار .

4 – 2 التوصيات :

- أن تتولى كل جامعة إنشاء أحد المبانى بتطبيق النانوتكنولوجى وباستخدام المواد النانوية ليكون نموذجاً حياً يرجع إليه الباحثون في هذا المجال .
- أن يتم إنشاء أقسام لعمارة النانو بكليات الهندسة وكليات الفنون الجميلة .
- زيادة التوعية بتقنيات النانو ومجالات تطبيقها لدى المتخصصين في مجالى العمارة والعمارة الداخلية من خلال زيادة الندوات والمؤتمرات المتخصصة في هذا المجال .
- إنشاء مركز لبحوث النانوتكنولوجى متخصص في مجالى العمارة والعمارة الداخلية .
- الاهتمام بتطبيق النانوتكنولوجى واستخدام المواد النانوية فى المتاحف التى يتم إنشائها أو رفع كفاءتها داخل جمهورية مصر العربية للاستفادة من إمكانات النانوتكنولوجى الكبيرة وللتوفير في الطاقة للأجيال القادمة .

المراجـع

المراجع باللغة العربية :

1 - صفات أمين سلامة : العالم العربى الأمريكى منير نايفة : تبشير تكنولوجيا النانو بثورة صناعية جديدة ، جريدة الشرق الأوسط - لندن ، عدد (9612) ، مارس 2005 ، صفحة علوم .
2 - فتحى حمد بن شتوان : علوم وتقنيات النانو – تطبيقاتها ، آثارها ، واستراتيجية تطويعها فى الوطن العربى – د. ت .
3 - منى صبح عبد الفتاح : التأثير التقنى لتطبيقات النانوتكنولوجى على تصميم الواجهات المعمارية ، مجلة العمارة والفنون ، العدد 11 ، ج 2 ، 2018 م .

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

المراجع باللغة الأجنبية :

1 - Andreas Pfahl, et. al.: Progress in Heliostat Development, German Aerospace Center (DLR), Institute of Solar Research, , 70569 Stuttgart, Germany, 2017.

2 - Brownlee, S.. "Paper Chase". Spaces. No. 20. Chester: Jazz Publishing, 2008.

3 - Arden L.Bement et. al., : The Shifting Plate Tectonics of Science", National Science Foundation, at the American Ceramic Society, Baltimore, Maryland, 2005.

4 - Cao, Guozhong: Nanomaterials - Synthesis, Properties, and Applications. Imperial College Press, London, 2004.

5 - Enrico Ercolani: Nano materials for architecture, Department of industrial engineering, Via del Politecnico 1, MaST Team (Material Science and Technology), Universita di Roma, 00133, Rome, Italy.

6 - Lijima, Sumio: "Helical microtubules of graphitic Carbon", Nature, November, vol. 254, no. 6348, 1991.

7 - Ranter, Mark and Ratner, Daniel: Nanotechnology - A Gentle Introduction to the Next Big Idea, New Jersey, Printice Hall, 2003.

8 - Sylvia, Leydecker: Nanomaterials in architecture, interior architecture and design, Princeton Architectural Press, NY, USA, 2008.

المراجع من شبكة الإنترنت :

1 - https://steemit.com/science/@mimolino/have-the-pharaohs-reached-nanotechnology

2 - https://www.indiatoday.in/education-today/gk-current-affairs/story/egyptian-blue-artifi cial-pigment-solar-energy-1366508-2018-10-11

3 - https://www.architecturalrecord.com/articles/7517-aspen-art-museum?v=preview.

4 - https://www.fenixforinteriors.com/en/musme.

مراجع الصور

الكتب :

1 - Enrico Ercolani: Nano materials for architecture, Department of industrial engineering, Via del Politecnico 1, MaST Team (Material Science and Technology), Universita di Roma, 00133, Rome, Italy.
2 - Sajid Bashir, Jingbo Liu: Department of Chemistry, Texas A&M University-Kingsville, Kingsville, TX, USA.

- http://37.vanillamg.com/pin/296393219202912984
- https://www.alamy.com/stock-photo-aspen-art-museum-aspen-united-states-arc hi tect -shigeru-ban-architects-75201744.html
- http://www.ara-pacis-museum.com/
- https://www.archdaily.com/546446/aspen-art-museum-shigeru-ban-architects/ 540f8733c07a807b9b00004c-aspen-art-museum-shigeru-ban-architects-photo
- https://www.archdaily.com/104187/ara-pacis-museum-richard-meier-partners
- https://build.com.au/light-tubes
- https://coating.ca/anti-graffiti-coating/
- https://constructionclimatechallenge.com/2018/03/21/ecofriendly-nano-wood-de veloped-replace-styrofoam-insulation/
- https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Aerogel_insulation_for_buildings
- http://designlush.com/product/meystyle-swarovski-crystal-led-wallpaper/
- https://www.dezeen.com/2014/08/06/shigeru-ban-aspen-art-museum-opens/
- https://docplayer.net/2984129-Www-mastteam-it-enrico-ercolani-department-of-industrial-engineering-via-del-politecnico-1-00133-rome-italy-enrico-ercolani-uniroma2.html
- https://www.dwell.com/article/we-summer-in-the-hamptons-38ed9f4d
- http://egy-arch.blogspot.com.eg/2011/04/transparent-concrete.html

Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

- https://en.nanoproduct.ir/product/3626/decorative%20coatings%20services% 20on%20metal%20surfaces
- http://exposicio.cdmt.es/tecnologia-lotus-effect.html
- https://www.fenixforinteriors.com/en/musme
- https://genesisnanotech.wordpress.com/2014/12/10/nano-coatings-for-textiles -and-nonwovens-the-future-is-now/
- https://www.hpbc.bdg.nus.edu.sg/?page_id=12344
- https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/microscope/breakthrough
- https://www.inexhibit.com/case-studies/shigeru-bans-new-aspen-art-museum/
- https://inhabitat.com/shigeru-bans-woven-screen-clad-new-aspen-art-museum-is-now-open/aspen-art-museum-shigeru-ban-derek-skalko-2
- https://inhabitat.com/sunportal-uses-pipes-to-deliver-daylighting-anywhere-within-a-building/
- https://www.lifegate.com/people/lifestyle/antenna-blind-deaf-museums
- http://www.lightway.it/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_i
- http://www.mohen-design.com/
- http://nanolandbaltic.com/en/nano-solutions/ construction/improving-the-indoor-environment
- http://www.nanoman.com.au/nanomantimber.html
- https://www.nanowerk.com/how_nanoparticles_are_made.php
- https://www.osa-opn.org/home/articles/volume_29/november_2018/features/daylighting/
- https://www.pcimag.com/articles/103280-coating-makes-fingerprints-invisible-on-metal-and-glass-surfaces
- https://percenta-nanoproducts.com/nano-coating-for-wood.html
- https://www.polyandbark.com/products/sloane-68-dining-table-in-walnut
- https://www.proctorgroup.com/products/spacetherm
- http://www.quarz.co/
- https://www.schott.com/english/ news/press.html?NID=com4289
- https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lycurgus-cup
- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352573815300020

Art and Architecture Journal
VOLUME 5, ISSUE 1, 2023, 27 – 59
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

- https://sensing.konicaminolta.us/blog/how-does-lighting-affectamuseums-artwork
- https://www.showtex.com/ar/blog/lswtyt/dlyl-lmshtry-lnzm-lswty
- https://site.ieee.org/sfbanano/2018/10/02/october-16th-2018-nanophotonic-control-of-thermal-radiation-for-energy-applications/
- https://steemit.com/science/mimolino/have-the-pharaohs-reached-nanotech
- https://www.surfacesreporter.com/articles/30925/aerogel-thermal-wrap-super-insulator-for-green-building-applications
- https://tintdepot.com/product/smart-film-electrochromic-film-switchable-glass/
- https://woodnanotechconf-2018.ethz.ch/