دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	الإنشاءات البنائية وتكنولوجيا النانو: رؤية جديدة للعمارة
المصدر:	مجلة التصميم الدولية
الناشر:	الجمعية العلمية للمصممين
المؤلف الرئيسي:	شريف، فريال عبدالمنعم
مؤلفين آخرين:	أحمد، نرمين سعيد عباس، خليل، محسن كامل(م. مشارك)
المجلد/العدد:	مج7, ع1
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2017
الشهر:	يناير
الصفحات:	237 - 245
رقم MD:	984228
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	العمارة الحديثة، العمارة النانونية، تكنولوجيا النانو، الإبداع المعماري، التقنيات المعمارية الحديثة، الانشاءات البنائية، البيئة الخضراء
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/984228

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

الانشاءات البنائية وتكنولوجيا النانو.. رؤية جديدة للعمارة
Building Constructions and Nanotechnology.. A new vision for Architecture

أ.د/ فريال عبد المنعم شريف
أستاذ متفرغ بقسم الزخرفة - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
أ.م.د / محسن كامل خليل
أستاذ مساعد التصميم بقسم الزخرفة – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
م.م / نرمين سعيد عباس أحمد
مدرس مساعد بقسم الزخرفة – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

ملخص المقال Abstract:
بعد تلك السلسلة من الثورات العلمية المتلاحقة والتي أدت إلى إحداث ثورات في مجال المواد والطاقة، تأتي تكنولوجيا النانوNanotechnology حيث تؤدي الدور الرئيسي الأول في النهوض الاقتصادي المبني على المعرفة، ومن ثم لقبت باسم "تكنولوجيا القرن الحادي والعشرين". فإن تكنولوجيا النانو، والتي هي التصميم والتصنيع في المستوى الجزيئي، تفتح إمكانيات جديدة في تصميم البيئة المعمارية، ومع تطور هذه التكنولوجيا سوف تبدأ التقنيات المعمارية الحديثة بالظهور، وسيصل الإبداع المعماري إلى آفاق جديدة، وإعطاء المصممين الكثير من الحلول.
كنتيجة لإعادة هيكلة البنية الذرية Atomic Structure التي توجد عليها المواد وتصغير جزيئاتها وحبيباتها، تخلق الآن مواد جديدة تدعى المواد النانوية Nanomaterials التي تتمتع بخواص وخصال فريدة غير موجودة في المواد التقليدية ذات الجزيئات أو الحبيبات الكبيرة ، حيث أن تطبيق تكنولوجيا النانو في البيئة المعمارية له تأكيد على قدرة المواد النانوية المعمارية في المحافظة على الطاقة، ففي مجال التشييد والبناء، الذي يعد أحد أهم التطبيقات الحديثة المشرقة لهذه التكنولوجيا الواعدة، تسهم هذه التكنولوجيا في إنتاج مواد بناء ذات ميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة تستخدم في مواد التشييد، والحماية من الحرائق، وتكييف الهواء، والدهانات، ومقاومة درجات الحرارة العالية، والإشعاعات الضارة والقدرة على التنظيف الذاتي، بالإضافة إلى استخدامها في تحسين صناعة الزجاج ورفع كفاءة الطاقة في المباني. ومن إحدى الفرص العظيمة التى يوفرها النانو أيضا هو استخدامه لتحسين أداء المباني القائمة حاليا من خلال إنتاج الطاقة، وتخزينها، واستهلاكها عبر توفير بدائل سليمة بيئيا للممارسات الحالية ويمكن لها أيضا أن تحسن من كفاءة مصادر الطاقة الحالية.

كلمات دالة Keywords:
تكنولوجيا النانو
Nanotechnology
المواد النانوية
Nanomaterials
البنية الذرية
Atomic Structure
التحفيز الضوئي
Photocatalysis
الانشاءات البنائية
Building Constructions

Article received 14th August 2016, accepted 15th September 2016 , published 15th of January 2017

مقدمة Introduction:

لم يعد هناك تصميم مستحيل التنفيذ وغير قادر على التكيف مع البيئة المحيطة وتحقيق استدامة موادها ومظهرها وألوانها دون الاستغلال الجائز للخامات الطبيعية للحصول على مواد معالجة بتقنية النانو. فإن المواد النانوية تفتح المجال لعصر جديد في التصميم المعماري والبناء، وتمكن المصممين من مستوى عالي من التعقيد الذي يمتد من المقاييس الصغيرة للجزئ إلى المفاهيم الأكبر للمجتمع. حتى يتسنى لهم تحقيق استدامة مبانيهم كى تبقى بمظهر ذكي وجذاب لفترة طويلة من الزمن مع تقليل تكاليف تنظيفها وترميمها.
ولقد قررت الحكومة المصرية التوسع في استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال التشييد والبناء بهدف خفض تكلفة الإنشاء والحفاظ على موارد خامات مواد البناء وفتح مجالات حديثة لتوفير الطاقة والحفاظ على البيئة، حيث يصل حجم التوفير في استخدام هذه التكنولوجيا إلى ٤٠%، بالإضافة إلى قدرة التحمل والخصائص المتميزة لمواد البناء وقدرتها الفائقة التي تجعلها قادرة على التحمل لأجواء غير عادية مما يساهم في توطين الأماكن الصحراوية والأماكن ذات درجات الحرارة العالية أو درجات الرطوبة أو الصقيع أو غيرها من السمات البيئية.
وعند التمعن في أوضاعنا البيئية الصارمة ومواردنا المحدودة ندرك بأن حاجتنا إلى تطبيقات العمارة لتكنولوجيا النانو أكثر من الدول الصناعية المتقدمة واضعين في أذهاننا الهدف الرئيسي وهو خلق تناغم بين المبنى وتوفير الطاقة وصحة الإنسان.
إن العمارة و تكنولوجيا النانو لصناعة الإنشاءات لها احتمالات وتطبيقات مستخدمة بالفعل الآن، خاصا طلاءات الأسطح لتعطي لها خصائص وظيفية مثل زيادة قوة الشد، القدرة على التنظيف الذاتي، مقاومة الحريق، ومقاومة لتغير ألوان الواجهة ضد العوامل الميكانيكية والكيميائية والجوية المختلفة. وتجعل هذه الإضافات القائمة على مواد النانو المنتجات أخف، لها قابلية نفاذية، وأكثر مقاومة للأضرار.

١ تكنولوجيا النانو Nanotechnology

تعرف تكنولوجيا النانو على أنها "هي الفهم والتحكم في المادة في أبعاد تتراوح تقريبا من ١ إلى ١٠٠ نانومتر، حيث توفر هذه الظاهرة الفريدة تطبيقات مبتكرة. ويشمل علم مقياس النانو الهندسة، والتكنولوجيا، وتتضمن تكنولوجيا النانو التخيل، القياس، النمذجة، والتأثير في المادة في هذا المقياس الطولي".
وتركز تكنولوجيا النانو على هندسة الأنظمة الوظيفية في المستوى الذري. وعند التعامل مع المواد في مقياس النانو، يمكن للخواص الفيزيائية، الكيميائية، والبيولوجية أن تظهر اختلاف عن المواد المختبرة في المقياس الأكبر. ويمكن لتكنولوجيات النانو أن تبدل المواد في أغلب المستويات الأساسية لتزيد من خواصها مثل القوة، المتانة، امتصاص الحرارة، وتوصيل الحرارة.
وفي العموم، تتعامل تكنولوجيا النانو مع بنيات بحجم ١٠٠ نانومتر أو أصغر على الأقل في بعد واحد، وتتخصص في تطوير المواد والأجهزة في ذلك الحجم. وفقا إلى ويتمور whatmore وكوربت Corbett،(Whatmore & Corbett 1995) إن موضوع النانو يشمل " تقريبا أى مواد أو أجهزة تم بناؤها في مقياس النانومتر لتأدية الوظائف أو الحصول على الخصائص التي لا يمكن أن تتحقق بطريقة أخرى".

٢ مقياس النانو Nanoscale

كلمة نانو هي بادئة منحوتة من اللغة اليونانية القديمة وتعني "قزم Nanous"، وفي مجال العلوم يعني النانو جزءا من مليار (جزءا

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

من ألف مليون). (الأسكندراني ٢٠١٠) والنانومتر الواحد يساوي جزءا من ألف مليون (مليار) جزء من المتر، أو بتعبير آخر، فإن المتر الواحد يحتوي على مليار جزء من النانومتر. فعلى سبيل المثال، (الدوسري ٢٠١٢) النانومتر يساوي ١٠$^{-٩}$ من المتر. ويمثل ذلك المقياس ١/٨٠٠٠٠ من قطر شعرة واحدة من شعر رأس الإنسان.

٣ المواد النانوية Nano-sized materials

ويمكن تعريفها بأنها "المواد لها ميزات شكلية أصغر من ١/١٠ من الميكرومتر في بعد واحد على الأقل". ويتم تعريفها عادة بأنها المواد التي لها بعد واحد على الأقل (إرتفاع، طول أو عمق) أصغر من ١٠٠ نانومتر. وتكشف المواد في حجم النانو خواص فيزيائية، كيميائية وبيولوجية والتي تختلف كثيرا عن نظرائها في الحجم الطبيعي. لذلك، فإن مجال مواد النانو يشمل الحقول الفرعية المختصة بتطوير أو دراسة المواد التي لها خواص فريدة ناشئة من أبعادها في مقياس النانو.

ويوضح جدول (١) الأبعاد المختلفة لأنواع مواد النانو.

جدول (١) الأبعاد المختلفة لأنواع مواد النانو

أبعاد مواد النانو	أنواع مواد النانو
كل الأبعاد الثلاثة أقل من ١٠٠ نانومتر	حبيبات النانو، النقط الكمية، صدفات النانو، حلقات النانو، الكبسولات المجهرية.
بعدان اثنان أقل من ١٠٠ نانومتر	أنابيب وألياف النانو، أسلاك النانو
بعد واحد أقل من ١٠٠ نانومتر	الطبقات الرقيقة الرفيعة، والطلاءات.

٤ الإنشاءات البنائية في عصر تكنولوجيا النانو

ويجب على المصممين أن يكونوا قادرين على الإبتكار والإبداع بالمواد الجديدة مثل مواد النانو أثناء عملية التصميم، (Lalbakhsh & Shirazpour 2011) حيث أن مواد النانو مفيدة فيما يخص الواجهات والأسطح الملونة وتمتد لتشكل الامكانيات التصميمية المتنوعة لكل من المصممين واستراتيجيات التصميم المستدام. ويمكن لتكنولوجيا النانو على المدى القريب أن تقود المواد (مثل الطلاءات الملونة، الألواح والعوازل) إلى القدرة الفائقة في الأداء في قطاع الطاقة، الضوء، الحماية والذكاء. ويمكن لهذه الخطوات أن تحسن طبيعة إنشاءات المباني بشكل كبير وفاعليتها وطريقة ارتباطها بالبيئة. (Lalbakhsh & Shirazpour 2011).

إن مواد النانو الإنشائية هي مواد ذكية من نظام مادة متعددة الجوانب والتي تتكيف مع الأحمال الإنشائية وتوفر فرص لتطوير قدرات الحس الذاتي في المادة لتحقيق فاعليات في الطاقة وراحة بيئية. وذلك لتكامل الوظائف الإضافية مثل إنتاج الطاقة ذاتية الإستدامة والتحكم في المناخ.

وتكون الابتكارات الحديثة في مواد البناء الملونة من خلال تطبيقات تكنولوجيات النانو قائمة على تصميم خواص المواد لكي نحصل على الأداءات المطلوبة، وتطوير عمليات التحويل المعقدة التي تسمح بإدراك المنتجات المناسبة للعرف للتطبيقات المعمارية المحددة. (Modhera & Rathi 2014) فبالرغم من أن المواد المطورة – ومن بينها، التي تطورا من خلال تطبيق تكنولوجيا النانو التكنولوجيا البيولوجية – تكون قادرة على توفير استجابات فعالة للقضايا البيئية والاقتصادية في القطاع الصناعي، لكن في الأعوام الأخيرة، بدأت التخصصات المعمارية تتطلب المعرفة التقنية اللازمة لاستخدامها وللتساؤل عن الآثار الناتجة في عملية التصميم. (عبير ٢٠١٥)

- **برج الكربون Carbon Tower**

الموقع: لوس أنجلوس Los Angeles
المعماري: بيتر تيستا و ديفن ويزرPeter and Devyn Weiser Testa عام: ٢٠٠٢

شكل (١) برج الكربون بلوس أنجلوس

شكل (٢)

برج الكربون النموذجي هو برج شاهق يتكون من ٤٠ طابق متعدد الاستخدامات، ويضم خمسة أنظمة مبتكرة، وهي:

- الهيكل الأساسي حلزون مزدوج مضغوط مسبقا.
- الطوابق المركبة الرقائقية مشدودة فيما بينها.
- السلالم الخارجية محددة خيطية.
- الحوائط من أغشية تنفسية رقيقة.
- التهوية من خلال Duct به أنابيب تهوية.

وتشير الدراسات التي قامت بأوروبا إلى أن هذا البرج أخف وأقوى من المباني الموجودة بها من هذه الأنواع من المباني. وإن الوصول إلى تعقيد المباني المعاصرة لهو إنجاز هائل، ولكننا بحاجة إلى السؤال كيف يمكننا الوصول إلى هذا الحد من التعقيد. ونحن نعتقد أننا بحاجة إلى إعادة التفكير في كيفية تجميع مباني المصمم بيتر تيستا. كما هو موضح في شكل (١)، (٢).

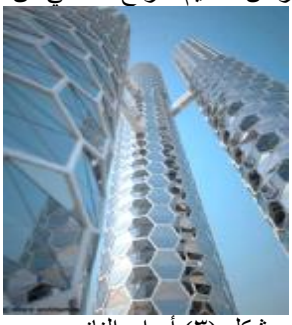
- **أبراج النانو Nano Towers**

الموقع: المقر الجديد لمجمع بحوث دبيوتك Dubiotech في دبي
إرتفاع البرج: ٢٦٢ متر

إن أبراج النانو مقترحة كمقر رئيسي لمجمع بحوث Dubiotech في دبي، وهو مبنى متعدد الاستخدامات، فإن تنمية الاستخدام المشترك يوفر (يقترح) ١٦٠٠٠٠ م^{٢} لكل من مساحة المكاتب، المعامل، الفندق، والسكني، ومرافق الدعم المرتبطة بها، وكل هذا في برج شاهق الإرتفاع.

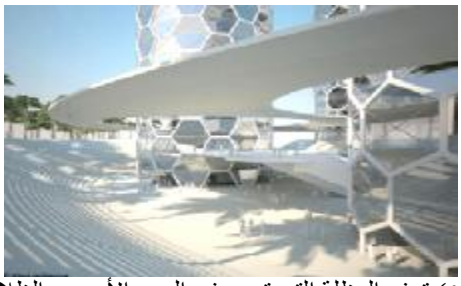
ونجد الاهتمام المعماري يظهر في تكرار شبكة الهيكل الغير منحنية الكمرات ومتساوية في الطول. وإن واجهة البرج واحدة في كل الأوجة ملهمة من مقياس النانو لأنبوبة الكربون. كما هو موضح في شكل (٣)، (٤)، (٥)، (٦).

بالنسبة للنظام الإنشائي فإنه يخلق تقاطعات، حيث أن هندسية المبنى تعمل على التنقل من المستوى الرأسي إلى الأفقي وهذا يخلق عدة فرص لتقسيم الفراغ الداخلي من خلال ملايين الخطوط.

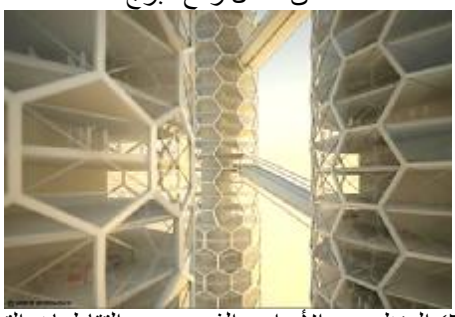


شكل (٣) أبراج النانو بدبي

شكل (٤)



شكل (٥) توفر المظلة التي توجد في الدور الأرضي الظلال، مع خلق مدخل رائع للبرج



شكل (٦) المنظر بين الأبراج والذي يوضح التقاطعات التي تعتبر نقط الإتصال بين الأبراج

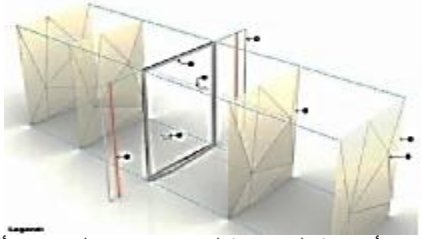
- **فندق كمبنسكي Kempiniski Hotel**

الموقع: مدينة جدة، السعودية Jeddah, Saudi Arabia
المعماري: بيركينز وويل Perkins + Will
عام: ٢٠١٤

يستوحي فندق كمبنسكي "عمارة الأشرعة" من الواجهة المائية التي يتميز بها موقع الفندق المطل على البحر الأحمر، وأيضا من الحساسية الثقافية للمكان. هذا المبدأ مستمد للتعبير عن وظائف المبنى ونشاطات المستخدمين. "عمارة الأشرعة" تتمثل بأشرعة في الواجهات لتخلق نسيج ومؤثرات متنوعة للسطح الخارجي للمبنى. وتتألف الأشرعة، المصممة لتطبق خارج الموقع، من إطارات الألومنيوم ومغلفة بنسيج قماشي مطلى بمادة التفلون الدائمة. كما هو موضح في شكل (٧)، (٨)، (٩).

شكل (٧) لقطة نهارية للفندق

شكل (٨) لقطة ليلية للفندق



شكل (٩) الأشرعة المصممة لتصنع خارج المبنى، تتألف من إطارات الألومنيوم

ويتكون البرج من ٦٠ طابق، كتلة المبنى تتوجه للإطلالة على البحر، مع الأخذ في الاعتبار الإقلال من التعرض للشمس، وتظليل فناء الدخول. ولتحقيق عامل الخصوصية يزيد ارتفاع المبنى. ويتميز الطقس في جدة بإرتفاع درجات الحرارة مع الرطوبة العالية على مدار السنة. وباستخدام برامج تحليلية معينة تم التوصل إلى زاوية محددة لهذه الأشرعة تقدم الحماية من الشمس والرياح مع التزويد بإطلالة مباشرة للبحر، كما تزيد من الخصوصية لكل وحدة.

- **معهد مدينة مصدر Carbon-Neutral Masdar City Institute**

الموقع: أبو ظبي Abu Dhabi
المعماري: فوستر وبارتنرز Foster + Partners

وقع اختيار شركة أبو ظبي لطاقة المستقبل (مصدر) على شركة أدريان سميث وجوردون جيل للهندسة المعمارية في مدينة شيكاغو الأمريكية، لتصميم مقرها الرئيسي في مدينة مصدر، أول مدينة في العالم خالية من الكربون والنفايات، وتعتمد بالكامل على الطاقة المتجددة. ويقع مقر مصدر الرئيسي ضمن أول مبنى متعدد الأغراض على مستوى العالم "إيجابي الطاقة"، باعتبار أنه ينتج طاقة أكثر مما يستهلك. ويضاف إلى ذلك، أن المبنى سيضم أيضا مساكن ومقرات أولى الشركات التي ستطلق أعمالها في المدينة المبتكرة. كما هو موضح في شكل (١٠)، (١١)، (١٢).

شكل (١٠) معهد مدينة مصدر بأبو ظبي

شكل (١١) الأشرعة المتحركة فوق المبنى للخلايا الشمسية

شكل (١٢) يقوم برج الرياح في مدينة مصدر بالتقاط نسمات الرياح وتبريدها وتمريرها نحو الأسفل مما يخلق أجواء منعشة ومريحة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ومن مميزات المبنى أنه:

- يعتمد على أكبر منظومة مدمجة من الألواح الكهروضوئية في العالم.
- يعد المبنى الأقل استهلاكا للطاقة بالمتر المربع، على صعيد المباني المكتبية من الفئة A في مناخ الشرق الأوسط.
- يستخدم أضخم نظام تبريد وإزالة للرطوبة ويعمل بالحرارة الشمسية- ويعد نظام تكييف المباني الأقل تأثيرا على البيئة في العالم.
- يمثل أول مبنى في التاريخ ينتج الطاقة الخاصة لتشييده باعتماده استراتيجية بناء السقف على مراحل قبل تشييد بقية المبنى. (أسماء ٢٠١٣)

ويجسد هذا المشروع التكامل الحقيقي بين فن العمارة وعلم الهندسة في أوضح صوره، من خلال مبنى ديناميكي جميل يتجاوز في أدائه أى تصميم آخر بحجمه على مستوى العالم.

٥ منتجات النانو في قطاع الانشاءات البنائية

٥-١ الزجاج Glass

يفضل استعمال الزجاج في الواجهات الخارجية سواءا على مستوى الجدران أو الأسقف. وذلك لهدفين: الأول أن هذه الواجهات الزجاجية تقوم بجذب الطاقة الشمسية الكافية لتدفئة المنزل بطريقة طبيعية. وتستعمل لهذا الغرض واجهات زجاجية ثلاثية الطبقات، لجذب واختزان أكبر قدر من الحرارة الشمسية. وفضلا عن ذلك فهذه الواجهات الثلاثية تقاوم الإنكسار، وتلعب أيضا دورا عازلا لتخفيف تأثيرات الضجيج الخارجي. أما الهدف الثاني فيتمثل في تعدد منابع الضوء الذي يتدفق إلى داخل المبنى من كل الجهات. وذلك يوفر إضاءة طبيعية تسمح بالتقليل من استعمال الإضاءة الصناعية، وبالتالي اقتصاد الطاقة الكهربية.

ويمكن التعامل مع الزجاج المصنع بتكنولوجيا النانو كأى نوع من أنواع الزجاج العادي المسطح، فتجرى عليه جميع عمليات القص، الجلخ، التقسية، الجلتنة.. وغيرها، بما يتناسب مع مختلف التطبيقات المعمارية (نوافذ، واجهات .. إلخ). (أسماء ٢٠١٣)

٥-١-١ النوافذ الديناميكية الزجاجية (الكتروكروماتيك) (Electrochromatic

لقد تم تطوير الطلاءات الإلكتروكروماتيكية التي تتفاعل لتتغير في الجهد العالي المطبق باستخدام طبقة أكسيد التنغستين tungsten ؛ وبذلك تصبح غير شفافة أكثر عند الضغط على المفتاح. وتهدف كل هذه التطبيقات إلى تقليل استخدام الطاقة في المباني الباردة ويمكنها المساعدة في تقليل فقد الطاقة في المباني. كما هو موضح في شكل (١٣)، (١٤) .لقد زود تطور تكنولوجيا النانو وسائل جديدة لتكامل الزجاج الإلكتروماتيك في المباني. فضغطة واحدة تتسبب في تغير درجة انتقال الضوء من حالة لأخرى (من الشفافية للمظلمة). ويعتبر هذا الزجاج حل آخر لألواح الزجاج المظلمة. وهنا يتسبب ضوء الشمس نفسه في تغير درجة لون الزجاج للأغمق اوتوماتيكيا بدون أى ضغطة.

شكل (١٣)

شكل (١٤) الزجاج الإلكتروكروميك

إن منتج SageGlass ، وهو زجاج إلكتروكروميك، يتبدل من النقي للمسحة المظلمة عند الضغط على الزر، ليقلل التأثيرات غير المرغوب فيها مثل البهتان، الوهج، والحرارة المفرطة بدون فقط المنظر الخارجي والإتصال بانعكاس ما هو داخلي. ويمنح ذلك للمصمم الحرية في التصميم بتزويد ضوء النهار دون ظهور العيوب المرتبطة بالزجاج. ويوفر زجاج SageGlass تصميم للمبنى المفضل للبيئة وتم وضعه في قائمة قاموس GreenSpec. كما هو موضح في شكل (١٥).

شكل (١٥) زجاج شركة SageGlass

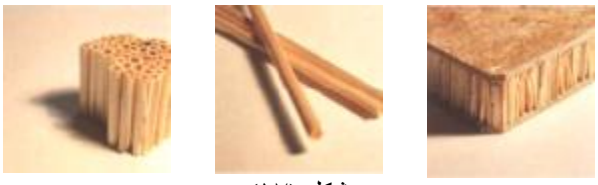
٥-١-٢ الزجاج الغير عاكس Anti-reflective glass

هو زجاج شفاف له سطح ذو بنية بمقياس النانو، حيث تكون الحبيبات أصغر من الطول الموجي للضوء المرئي، فتوفر طريقة مبتكرة ومؤثرة في التكاليف وحل عملي غير عاكس. وتتكون بنيته من كرات صغيرة جدا في الحجم من ثاني أكسيد السيليكا من ٣٠-٥٠ نانومتر. عندما يكون سمكك الطلاء ١٥٠ نانومتر، يعتبر سمك مثالي. (Leydecker 2008) كما هو موضح في شكل (١٦). وتقل نسبة الضوء المنعكس من ٨% إلى أقل من ١%. ويقوم بتقليل انعكاس أشعة الضوء، باستخدام نافذة من الزجاج تم تطوير خصائصها باستخدام تكنولوجيا النانو عن طريق تغيير معامل الإنكسار، حيث يمر الضوء من خلال وسطين مختلفين (الزجاج والهواء)، حيث يسمح الزجاج بحد أقصى ٩٠% من نفاذ الضوء الساقط الذي يمر عبره.

شكل (١٦)

٥-١-٣ زجاج الحماية ضد الحريق Fire safety glass

وتقوم فكرة عمله على وضع مادة ضد الحريق بين لوحين من الزجاج بسمك ٣ مل في درجة حرارة كافية للحماية ضد التعرض المستمر للإشعال أكثر من ١٢٠ دقيقة لأكثر من ١٠٠٠ درجة مئوية، وبعد ذلك تم تطوير المنتج لكي يتحمل مدة أطول ويكون ذو شكل جمالي بالإضافة إلى تطوير أخذ أشكالا مختلفة ومنحنيات. كما هو موضح في شكل (١٧).



شكل (١٧)

إن حبيبات نانو السيليكا مولدة للحمى، تكون بحجم ٧ نانومتر فقط بسبب منطقة سطحها الكبير نسبيا عالي التفاعل. وبالاعتماد على الفترة المرغوبة لمقاومة الحريق، تقع مادة الملء الفعالة ما بين لوح واحد أو اثنان من الزجاج. وعند وجود حريق تشكل سيليكات النانو طبقة حامية غير شفافة ضد الحريق، والتي أيضا تحمي من الإشعاع الحراري.

٥-٢ الألومنيوم Aluminum

٥-٢-١ لوح الألومنيوم المركب Nano-PVDF

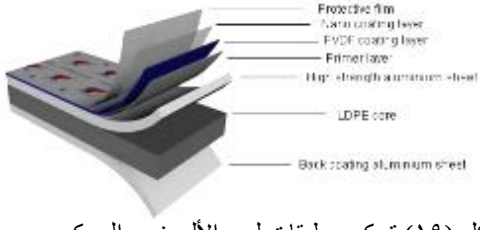
إن لوح الألومنيوم المركب Nano-PVDF مضاد للكشط وذو خاصية التنظيف الذاتي. ويتكون من قلب البولي إثيلين بين طبقتين من الألمنيوم ٠,٥ ميلليمتر، تأتي مع سطح مضاد للماء والدهون، فهو يتميز بمقاومة الأوساخ، يبقى نظيف لفترة أطول، يمكن تنظيفه بسهولة بالماء النقي. (أسماء ٢٠١٣) كما هو موضح في شكل (١٨)، (١٩).

ومن مميزات لوح الألومنيوم المركب Nano-PVDF:

- سهولة التنظيف.
- مقاومة التلوث.
- مقاومة التزيت.
- مقاومة جيدة للإحتكاك.
- مقاومة الأحماض والقلويات.
- مقاومة الطقس. (أسماء ٢٠١٣)

بسبب الخصائص المذكوره أعلاه، فيعتبر مثالي لتكسية الحوائط ولحماية مباني المكاتب ومراكز التسوق والمباني الصناعية والمطارات والفنادق والمستشفيات والمدارس والمتاجر والمباني السكنية.

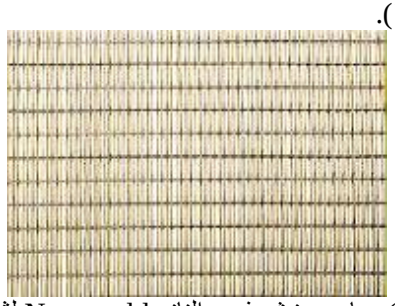
شكل (١٨) لوح الألومنيوم المركب Nano-PVDF



شكل (١٩) تركيب طبقات لوح الألومنيوم المركب Nano-PVDF

٥-٣ الطلاءات Coatings

تختلف الطرق المستخدمة في تخليق طبقة الطلاء النانوي على السطح المراد تغطيته، وفقا لسمك الطبقة المراد الحصول عليها وطبيعة كل من مادة الطلاء ومادة السطح. وعادة توظف تقنيات الترسيب الكيميائية، أو تقنيات رش السطح بمساحيق الحبيبات النانوية، حيث توفر هذه الطرق الحصول على طبقات من الحبيبات النانوية تتمتع بالتماسك وبارتفاع كثافتها. (الإسكندراني ٢٠١٠) ويمكن تحقيق التأثير اللوني من خلال طلاء النانو باستخدام الصبغات المدخلة. وتشمل التطبيقات الخطوط السلكية wire strips المستخدمة في تغليف شبكة المبنى. كما هو موضح في شكل (٢٠)، (٢١).



شكل (٢٠) دهان ورنيش ذهب النانو Nano-gold لشبكة سلكية تستخدم لتغليف الواجهات.

شكل (٢١) تطبيق للشبكة السلكية في واجهة معمارية.

إن الطلاءات هي أغطية رفيعة أودعت في مادة أساسية لتعزيز خصائص سطحها أو مظهرها. ويشمل هذا التعريف الطلاءات المستخدمة لتحسين المتانة أو خصائص الأحمال، ويزيد من مقاومة التآكل، أو من ناحية أخرى يحمي المادة الأساسية. ويمكن استخدامها أيضا لتغيير جودة اللصق، اللون، كفاءة الإنعكاس. (Michael & Paulo 2009)

ومن أحدث الدهانات الموجودة حاليا ضمن دهانات تكنولوجيا النانو، دهانات تستخدم حاليا في دول الصين والولايات المتحدة الأمريكية، واليابان على التوالي، ويمكن لهذه الدهانات أن توفر ٩ ألوان متنوعة على الحائط نفسه، تتغير بتغير المناسبة وفقا لحاجة صاحب المنزل. (أسماء ٢٠١٣)

هذه الدهانات ذاتية التنفيذ، ولا تلتصق بالأتربة، فضلا عن قدرتها على الاستمرار بنفس كفاءة اللون وجماله لمدة ١٥ عام، وإخفاء عيوب الأسطح والحوائط، كما تتنوع ألوانها حيث يمكن لصاحب المنزل اختيار مجموعة ألوان من بين ١٢٠ ألف لون موجودة الآن، بالإضافة إلى سهولة عملية نقلها وتشوينها، لافتا النظر إلى أن الشقة مساحة ٣٠٠ متر مربع والتي تستهلك ١٥ بستلة بلاستيك، و١٠ معجون، تستهلك ربع بستلة فقط من دهانات تكنولوجيا النانو، لكن تكلفتها في الوقت الحالي تصل إلى ضعف تكلفة الدهان العادي بمقدار ٦ مرات، مؤكدا أنها ستقل في المستقبل مع زيادة الطلب عليها. كما هو موضح في شكل (٢٢).

شكل (٢٢) دهان Chalkboard من هيدسون Hudson بتقنية النانو

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

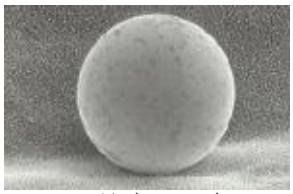
وتعمل هذه الدهانات من خلال جزيئات الألوان التي تصل كثافتها إلى ١/مليار من المتر، وهذه الجزيئات يتم التحكم فيها بقوة عالية جدا، رغم أن سمكها قليل، ومن خلال جهاز التحكم عن بعد " ريموت كنترول" يمكن لصاحب المنزل أن يغير لون الحوائط. (أسماء ٢٠١٣)

٥-٣-١ الطلاءات ذاتية التنظيف Self-cleaning Coatings

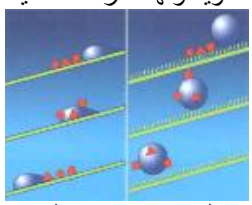
- **أولا طلاءات تأثير اللوتس Lotus-Effect**

تظهر أوراق اللوتس تحت الميكروسكوب سطح خشن مانع للماء(طارد)، والذي يكون مغطى بعقد ومسامير رفيعة للغاية وبذلك يكون اتصال السطح ببعضه ضئيل فلا يستطيع الماء أن يستقر عليه. إن أسطح اللوتس الصناعية، المصنوعة بمساعدة تكنولوجيا النانو، ومنها تأثير اللوتس هي من أنسب الأسطح التي تعرض باستمرار للكميات الكبيرة من الماء، أو المطر. ويقلل طلاء تأثير اللوتس جذريا عمليات تنظيف الأسطح المعرضة عادة للماء فتبقى نظيفة. كما هو موضح في شكل (٢٣)، (٢٤)، (٢٥)، (٢٦).

شكل (٢٣) السطح مغطى بنقاط خشنة بإرتفاع ٥-١٠ ميكرومتر، ومغطاة ببنية نانوية ولها أطراف شمعية



شكل (٢٤) لقطة تحت الميكروسكوب لنقطة ماء مستقرة على سطح خشن فائق المنع للماء



شكل (٢٥) يوضح الفرق الواضح بين الأسطح التقليدية وتأثير اللوتس

صورة (٢٦) نبات زهرة اللوتس بخصائص التنظيف الذاتي أدت إلى تسميته تأثير اللوتس

- **من المباني المنفذة بطلاء تأثير اللوتس (مبنى سكني Private residence)**

الموقع: أجستال، ألمانيا Agstall, Germany
المعماري: هيلد وأندريس وديونس
Hild and K Architekten, Andreas Hild, Dionys Ottl, Munich, Germany
المنتج: طلاء ذاتي التنظيف تأثير اللوتس
عام: ٢٠٠٠
تخلق الواجهة مظهرا مبهج من خلال التلاعب بالظلال والإنعكاسات، وتم طلائها بالجبس الطيني التقليدي plaster slurry، مع خلطه بطلاء ذاتي التنظيف بتأثير اللوتس. كما هو موضح في شكل (٢٧)، (٢٨)، (٢٩).

شكل (٢٧) مبنى Private residence

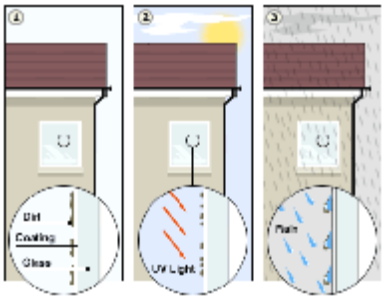
شكل (٢٨)

شكل (٢٩) تفصيلة للمبنى

- **ثانيا طلاءات التحفيز الضوئي Photocatalysis**

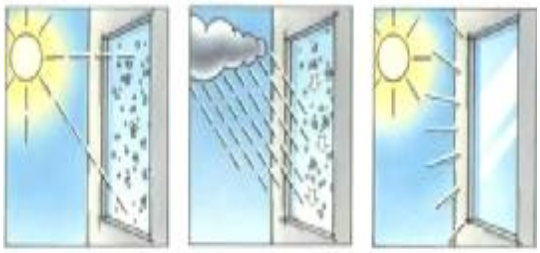
أصبحت الأسطح ذاتية التنظيف حقيقة بفضل طلاءات التحفيز الضوئي photocatalytic التي تحتوي على ثاني أكسيد التيتانيوم Tio_2 بحبيبات النانو. هذه الحبيبات تبدأ عملية التحفيز الضوئي، وهي عملية تتم بكسر الأوساخ والأتربة بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية للشمس ويتم جرفها بالمطر. إن المركبات العضوية المتطايرة تتأكسد بثاني أكسيد الكربون والماء. والأسطح الحالية ذاتية التنظيف تم تصنيعها عن طريق تطبيق طبقة رقيقة رفيعة لطلاء النانو، أو دهان طلاء النانو ، أو تكامل حبيبات النانو مع طبقة سطح المادة. (Elvin 2007)

أظهرت النتائج البحثية أن حبيبات Tio_2 ، مادة لها قدرة عالية على الامتصاص والتشبع بأشعة الشمس فوق البنفسجية، وهذا يؤدي إلى تولد ذرات من الأكسجين على سطح تلك الحبيبات. وقد عزا العلماء سبب "النصاعة الظاهرية" التي تبديها الصبغات والدهانات المؤلفة من تلك الحبيبات، إلى خاصية فريدة تتمع بها هذه المادة، تعرف بإسم "الإبيضاض الضوئي Photobleaching". وهذه الخاصية ليست محصورة فقط في حبيبات Tio_2 النانوية، ولكنها موجودة في أكاسيد نانوية أخرى، وإن اختلف مقدار شدتها، مثل أكسيد الزنك ZnO. (الإسكندراني ٢٠١٠) ويوضح شكل (٣٠) طريقة عمل الطلاء وتطبيقاته.

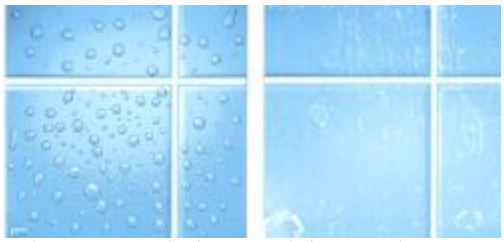


شكل (٣٠) طريقة عمل طلاء التحفيز الضوئي

تتطلب طريقة العمل الضوء فوق البنفسجي، الأكسجين ورطوبة الهواء. ونحصل على الضوء فوق البنفسجي من ضوء النهار العادي لتفعيل تفاعل التحفيز الضوئي. وتتفكك الأوساخ العضوية الموجودة على سطح المادة بمساعدة المحفز – عادة يكون ثاني أكسيد التيتانيوم. وإن المقياس النانوي لثاني أكسيد التيتانيوم يجعله محفز تفاعلي عالي، ويسرع من عملية الفصل. ويعتبر الضوء الفوق البنفسجي بالطول الموجي أقل من ٣٩٠ نانومتر ضروريا للغاية، وتستخدم خارجيا أكثر منه داخليا وخاصة في الواجهات المعمارية. كما هو موضح في شكل (٣١)، (٣٢)، (٣٣).



شكل (٣١)



شكل (٣٢) في البلاطات التقليدية، يشكل الماء قطرات والتي تجف وتترك ورائها ترسبات وأوساخ

شكل (٣٣) في الأسطح الجاذبة للماء للبلاطات ذات التحفيز الضوئي، يشكل الماء طبقة تجرى على السطح وتأخذ معها كل الترسبات

- **من المباني المنفذة بطلاء التحفيز الضوئي (مركز محمد علي Muhammad Ali Center MAC)**

الموقع: لويسفيل بكنتاكي، الولايات المتحدة الأمريكية Louisvill, Kentucky, USA

المعماري: بيير بليندر Beyer Blinder Belle Architects & Planners LLP, in cooperation with Lee H. Skolnick Architecture + Design Partnership,New York, USA

المنتج: طلاء ذاتي التنظيف بالتحفيز الضوئي لبلاطات السيراميك

عام: ٢٠٠٥

للمحافظة على المظهر الثابت الجيد ولتقليل تكلفة تنظيف الواجهة، تم تسليح البلاطات السيراميكية بطلاء ذاتي التنظيف بتقنية التحفيز الضوئي للسطح. وتم دمج الطلاء على الطبقة المزججة للسيراميك، فلذلك يكتسب متانة لأجل غير مسمى. بالإضافة إلى أن السطح ينقي الهواء، ويزيل الأتربة والأوساخ ويستنفذ الغازات من العربات والصناعات في البيئة المحيطة. كما هو موضح في شكل (٣٤)، (٣٥).

شكل (٣٤)مركز محمد على بالولايات المتحدة الأمريكية

شكل (٣٥)

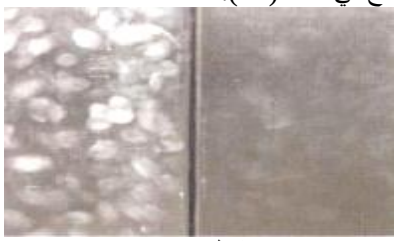
٥-٣-٢ الطلاءات المضادة للجرافيتي Anti-graffiti Coatings

إن هذه الطلاءات فعالة للغاية وتستخدم لجعل مواد البناء مانعة للماء. وتعني خواصهم الطاردة للماء أنه يمكن إزالة الجرافيتي بسهولة أكثر بمنظفات مناسبة. وحتى المواد الماصة والمسامية مثل الطوب، الحجر الرملي، الخرسانة، والمواد المشابهة الأخرى يمكن حمايتها بفاعلية باستخدام مثل هذه الطلاءات النانوية. وهذا الطلاء لا يسد مسام المواد، لكنه يسمح للمادة بالحفاظ على نفاذيتها للبخار. وإن طلاءات النانو الرفيعة جدا تحدد المسام الشعرية بدون أن تسدهم. بالإضافة إلى ذلك، يقلل الطلاء من تراكم الأوساخ بشكل كبير، ويجعل الطلاء قابل للتطبيق على أسطح الأرضيات أيضا. كما هو موضح في شكل (٣٦).

شكل (٣٦) سهولة تنظيف الجرافيتي من الأسطح المعالجة بالنانو

٥-٣-٣ الطلاء المضاد لبصمات الأصابع Anti- fingerprint Coatings

إن الأسطح الحديدية أو الزجاجية التي تظهر بمظهر الصدأ تكون نتيجة اللمس المستمر للسطح. فيبدل الطلاء انكسار الضوء بنفس الطريقة التي تحدث بها بصمات الأصابع، ولذلك فإن بصمات الأصابع الجديدة يكون لها تأثير أقل. إن انعكاس الضوء على الطلاء يجعل الحديد أو الأسطح الزجاجية تظهر ناعمة، ونظيفة. كما هو موضح في شكل (٣٧).



شكل (٣٧)

إن مادة FENIX NTM هي مادة مبتكرة للتطبيقات المعمارية مناسبة للاستخدام الأفقي والرأسي، وتعطي سطح ذكي وغير لامع تماما مضاد لبصمات الأصابع، بانعكاسية قليلة جدا للضوء وتأثير ذو لمسة ناعمة. ومن مميزاتها ألوانها الكلاسيكية، ومقاوتها العالية للخدش والتأثر، سهولة التنظيف وكثافة اللون الممتازة، والتي توفر للمصمم حلول معمارية مختلفة.

٥-٣-٤ طلاءات مقاومة الرطوبة Moisture Resistance Coating

إن مقاومة اختراق الرطوبة يعتبر موقف حرج على متانة المواد الإنشائية. وتتسبب الرطوبة في تعفن المواد سريعة التأثر وتغذيتها بالعفن والبكتيريا. (Elvin 2007) ولسوء الحظ، إن الكثير من المواد التقليدية المضادة للماء، مثل البولي يوريثين، تطلق المركبات العضوية المتطايرة للتخلص من العفن. وعلى النقيض، توفر طلاءات النانو مقاومة للرطوبة بدون هذه التأثيرات الجانبية الضارة.

٥-٣-٥ الطلاءات المضادة للتآكل Anti-corrosion Coatings

إن منتج NH 2015، المتوفر من قبل شركة Nanovations، هو

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

طلاء لا يحتوي على الزيت، معزز بتكنولوجيا النانو لمعالجة السطح، ويستطيع بسهولة إزالة كل الصدأ والتلويث ويترك وراءه سطح نظيف طارد للماء والأوساخ. ويحمي الحديد الصلب ضد التلوث لمدة أكثر من عامين، حتى لو أنه معرض تماما للأحوال الجوية والبيئات القاسية. في عمر الطلاء الافتراضي، يحافظ عليه بمسح السطح بقماشة رطبة. وهو أيضا لا يحتوي على الأسيد والمركبات العضوية المتطايرة.

٥-٣-٦ طلاءات الحماية من الأشعة فوق البنفسجية UV Protection

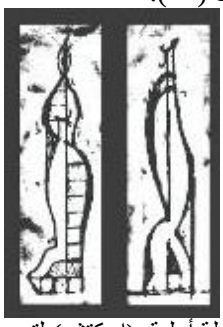
إن المواد الممتصة للأشعة فوق البنفسجية بمقياس النانو المضافة لطلاءات الوقاية يمكنها الحفاظ على الأسطح من الدمار بالأشعة فوق البنفسجية. والنتيجة هي خشب يبقى طويلا بأقل رمادية من الخشب الغير محمي. ويوفر صغر حجم الحبيبات إمكانية الوقاية الفائقة دون التأثير على شفافية الطلاء. ويعتبر منتج شركة Nanovations Teak Guard Marine مثالا على حماية الخشب من الأشعة فوق البنفسجية. حيث تقدم حلول مستدامة لحماية الخشب للأخشاب الصلبة وخشب الساج Teak.

إن شركة Suncoat تصنع طبقات رقيقة لاصقة متعددة الاستخدامات وورنيش النانو الشفاف اللاصق للحماية من الأشعة فوق البنفسجية للنوافذ الزجاجية والمظلات. ويسمح منتجهم للأسطح المحمية بالحفاظ على جودة ألوانها لفترة طويلة من الوقت، إسقاط الأوساخ، مقاومة الخدش، والتنظيف الذاتي. وتصنع شركة Centrosolar Glas منتج زجاج Solarglas Clear و Solaglas PRISM الذي يمكن تزويده بطلاء النانو ذو الخصائص المضادة للإنعكاس. (Elvin 2007)

٦ رؤية تصميمية افتراضية للعمارة باستخدام تكنولوجيا النانو

لقد قامت الدارسة باستخلاص رؤية تصميمية كما هو موضح في شكل (٣٨) لتصميم واجهة مبنى إداري مع مراعاة استخدام خامات النانو في الواجهات الخارجية للمبنى لتقليل فقد الطاقة داخل المبنى واستخدام خصائص التنظيف الذاتي للمواد وتقليل عمليات التنظيف الدورية وتحقيق استدامة البيئة المعمارية.

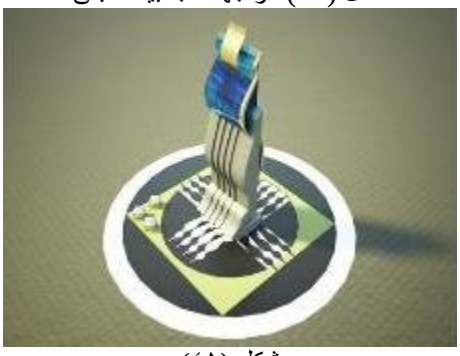
تم تكسية الواجهة بالألومنيوم المركب من النوع Nano-PVDF والزجاج المعالج بتكنولوجيا النانو مع استخدام طلاءات التحفيز الضوئي Photocatalysis . شكل (٣٩)، (٤٠). ويتضح تنسيق البيئة الخارجية للمكان بواسطة استخدام أرضيات بها خاصية تنقية الهواء الخارجي. شكل (٤١).



شكل (٣٨) مرحلة أولية (اسكتش) لتصميم شكل العمارة

شكل (٣٩) الواجهة الأمامية للمبنى

شكل (٤٠) الواجهة الجانبية للمبنى



شكل (٤١)

الخلاصة Conclusion:

- أهمية دور تكنولوجيا النانو في الإرتقاء بالبيئة المصرية.
- تطوير المباني القائمة وحل المشاكل المتعلقة بتحسين وتنظيف الواجهات المعمارية.
- التأكيد على مواكبة العلم والتطور والمرونة في استخدام خامات جديدة كليا تم تعديل بنيتها الذرية لتعطى خواص فيزيائية وكهربية جديدة مختلفة عن خواصها في حجمها الأصلي.
- دور مواد النانو في تصميم بيئة معمارية وانشاءات بنائية صديقة للبيئة وتخدم الانسان وتوفر التكلفة على المدى البعيد.

المراجع References:

١. محمد بن عتيق الدوسري، (٢٠١٢) التقنية متناهية الصغر (النانو)، مجلة الأمن والحياة، العدد ٣٥٨.

٢. محمد شريف الإسكندراني، (أبريل ٢٠١٠) تكنولوجيا النانو من أجل غدا أفضل، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب- الكويت.

3. Abeer Samy Yousef, (April 2015), Nano-Innovation in Construction, A New Era of Sustainability, international conference on Environment and Civil Engineering (ICEACE2015), Pattaya, Thailand.
4. Elvin, G. (2007), Nanotechnology for Green Buliding, Green Technology Forum, Published by Wiley and Princeton Architectural Press, USA.
5. Lalbakhsh, E. and Shirazpour, P., (2011), Nanomaterial for Smart Future Buildings, International Conference on Nanotechnology and Biosensors, IPCBEE vol. 25, IACSIT Press, Singapore.
6. Leydecker, S. (2008), Nano Materials in architecture, Interior architecture and Design, Springer Science & Business Media, Birkhauser, Berlin, Germany.
7. Michael, F. A., Paulo J. F., Daniel, L. S.

(2009). NanoMaterials, Nano-Technologies and Design, An Introduction for Engineers and Architects, Elsevier Ltd, UK.

8. Modhera, C. D. & Rathi, V. R. , (February 2014) An Overview on the Influence of Nonmaterial on Properties of Concrete, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol.3.
9. Whatmore, R.W. and Corbett, J. (1995) "Nanotechnology in the marketplace," Computing & Control Engineering Journal, Vol 6, Issue 3.
10. American National Nanotechnology Initiative, through http://www.nano.gov/html/facts/whatIsNano.html
11. Center for Responsible Nanotechnology "What is Nanotechnology." through http://www.crnano.org/whatis.html
12. Sage Electrochromatics, Inc. "SageGlass glazing," through http://www.sage-ed.com/pages/benefits.html
13. Solutia Inc. "Welcome to Vanceva," 2007, through http://www.vanceva.com/design/pages/default.asp
14. http://www.nanotechproject.org/publications
15. http://www.mastteam.it
16. http://www.malvern.com/LabEng/industry/nanotechnology/nanotechnologydefinition.htm
17. http://www.skyscapercity.com
18. http://www.erlus.de/index.php?lg=en
19. http://www.ict.fraunhofer.de
20. Http://www.fenixntm.com/en/about
21. http://www.ettc.usc.edu/catalog.html
22. http://www.nanovation.com

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License