استخدام تطبيقات المواد النانوية في المباني ومساهمتها في دعم التكنولوجيا الخضراء

The use of nanomaterial's applications in buildings and their contribution to supporting green technology

أ.م.د/ أحمد صلاح الدين شيبة

أستاذ مساعد- قسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة بني سويف - مصر

Associ. Prof. Dr. Ahmed Salah Eldin Shiba.

Associated Prof. Department of Architecture, Faculty of Engineering, Beni-Suef University, Egypt.

ashiba1979@yahoo.com

م.د/ هالة عبدالمعز محمد

مدرس - قسم العمارة - المعهد التكنولوجي العالي بالعاشر من رمضان – فرع مدينة 6 اكتوبر - مصر

Dr. Hala Abdelmoez Mohamed

Assistant Prof. Dep. of Arc. , Higher Technological Institute in the 10th of Ramadan - 6 October City Branch - Egypt

hala_waheed2004@hotmail.com

م.د/ زكريا احمد عبدالفتاح

مدرس - قسم العمارة - معهد اكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا – مدينة 6 اكتوبر- مصر

Dr. Zakarea Ahmed Abd Elfattah

Assistant Prof. Department of Architecture, October High Institute for Engineering and Technology, Egypt.

zakaria.ahmed@ohi.edu.eg

الملخص:

تعد تقنية النانو واحدة من أكثر مجالات البحث نشاطًا في مجالي العلم الحديث والتطبيقات المفيدة التي حققت نجاحًا كبيرًا بشكل تدريجي في العقدين الماضيين. ركزت الأبحاث الحديثة حول المواد النانوية والتقنيات النانوية على إمكانية استخدام هذه المواد في مجالات مختلفة مثل الطب والبناء وصناعة السيارات والطاقة والاتصالات والمعلوماتية. هذا يرجع إلى الخصائص الخاصة للمواد على مقياس النانو. لقد ثبت أن المنتجات الناتجة عن تكنولوجيا النانو لها العديد من الخصائص الفريدة ، ويمكنها بشكل كبير إصلاح العديد من المشكلات الميدانية

شكلت المواد النانوية وتقنيات النانو مؤخرًا دورًا محوريا في المشروعات المعمارية ؛ فلقد مثلت خصائص مواد البناء المنتجة باستخدام تقنية النانو قفزة فى عالم العمارة المعاصرة لانها اصبحت أصغر حجمًا وأخف وزنًا واستجابة للمتغيرات البيئية مما جعلها أفضل من مواد البناء التقليدية.حيث تم استخدام العديد من التطبيقات المميزة لمواد النانو تكنولوجي في مجال العمارة وصناعة البناء ، على سبيل المثال تحسين أداء مواد البناء التقليدية ، سواء المواد الإنشائية مثل (الخرسانة والصلب والخشب) والمواد غير الإنشائية مثل (الزجاج والطلاء وتنقية الهواء) .

ويخلص البحث الى الاهمية التى قدمتها مواد النانو فى مجال مواد البناء حيث منحت تقنيات النانو تلك المواد خواص خاصة وميزات هامة فى مقدمتها الاصلاح الذاتي وعلاج الشروخ . كما حسنت من خصائصها كالمتانة والمرونة والصلادة ومقاومة الصدا والتنظيف الذاتي.

يتناول البحث عددا من حالات الدراسة بالعرض والتحليل لتطبيقات النانو المستخدمة في العمارة بشكل خاص في المواد غير الانشائية مثل مواد التكسيات (تطبيقات تأثير اللوتس وتطبيقات التحفيزالضوئي للاسطح ذاتية التنظيف وتطبيقات الاسطح سهلة التنظيف وتطبيقات تنقية الهواء)

كما خلصت نتائج البحث الى اهمية تحول تقنيات النانو الى تقنيات نانو خضراء يمكن من خلالها تحسين الاداء البيئي والحد من استهلاك الطاقة بهدف تحقيق الاستدامة ودعم التكنولوجيا الخضراء.

الكلمات الدالة:

تكنولوجيا النانو ، المواد النانوية ، العمارة النانوية ، التكنولوجيا الخضراء ، الاستدامة.

Abstract

Nanotechnology is one of the most active research areas in both field's novel science and useful applications which have gradually established great success in the past two decades. Recent researches on nanomaterial and nanotechnologies foxed on the potential use of these materials in various fields such as medicine, construction, automobile industry, energy, telecommunications and informatics. This is due to the special characteristics of materials at the nano scale. It has been demonstrated that nanotechnology generated products have many unique characteristics, and can significantly fix many field problems.

Nanotechnology added changes to building material properties that can improve the current construction materials to be lighter, stronger structural composites, low maintenance coatings, better cementations materials, and thermal insulation. Because size of the particles is a critical factor, the material properties significantly differ at the Nano scale from the larger scales.

Recently Nanomaterials and Nanotechnologies play a major role in architectural design; building materials combined with nanotechnology became smaller, lighter, and work better than what is possible with conventional materials .

Many distinguish applications have been established in architecture and construction industry , for example improving the performance of traditional building materials, both structural materials such as (concrete, steel and wood) and nonstructural materials such as (glass , coating, and Air purification).

This paper Presents number of study cases for Nonstructural Nanomaterial applications specially coating materials and air purifying applications (Lotus effect, Photo-catalysis self-cleaning, Easy to clean surfaces, and Air purifying applications) .

Demonstrating also the importance of Nanotechnology applications becoming green to enhance the Ecological performance of buildings, and to decrease energy consumption rates supporting continuity and Green Architecture.

Key words:

Nanotechnology, nanomaterial's, nan architecture, green technology, sustainability.

المقدمة:

تعد تقنية النانو واحدة من أكثر مجالات البحث نشاطًا في كلا المجالين العلم الجديد والتطبيقات المفيدة التي حققت نجاحًا كبيرًا بشكل تدريجي في العقدين الماضيين. ركزت الأبحاث الحديثة حول المواد النانوية والتقنيات النانوية على إمكانية استخدام هذه المواد في مجالات مختلفة مثل الطب والبناء وصناعة السيارات والطاقة والاتصالات والمعلوماتية. هذا يرجع

إلى الخصائص الخاصة للمواد على مقياس النانو. لقد ثبت أن المنتجات الناتجة عن تكنولوجيا النانو لها العديد من الخصائص الفريدة ، ويمكنها بشكل كبير إصلاح العديد من المشكلات الميدانية. [1] وقد أضافت تكنولوجيا النانو تغييرات هامة لخصائص مواد البناء لتصبح مواد البناء أخف وزنا، وأكثر مقاومة وقوة، و ذات تكاليف صيانة أقل. يخلص البحث الى الاهمية التى قدمتها مواد النانو فى مجال مواد البناء حيث منحت تقنيات النانو تلك المواد خواص خاصة وميزات هامة فى مقدمتها الاصلاح الذاتي وعلاج الشروخ . كما حسنت من خصائصها كالمتانة والمرونة والصلادة ومقاومة الصدا والتنظيف الذاتي. الا ان اهم نتائج البحث تمثلت فى اهمية تحول تقنيات النانو الى تقنيات نانو خضراء يمكن من خلالها تحسين الاداء البيئي والحد من استهلاك الطاقة بهدف تحقيق الاستدامة ودعم التكنولوجيا الخضراء.

المشكلة البحثية:

تزايد التاثيرات البيئية لمواد البناء اصبحت مشكلة تؤرق المعنيين بمجال العمارة مما يجعل من البحث عن حلول للحد من تاثيرات صناعة مواد البناء هدف رئيسي للتخفيف من التاثيرات الضارة التى تعتبر احد اكبر الاسباب لتغير المناخ.

اهداف البحث:

يطرح البحث مدي امكانية تطوير المزيد من مواد البناء باستخدام تقنيات النانو لتطبيق مزيد من الافكار المعمارية المرتبطة بالتكنولوجيا الخضراء بهدف دعم الاستدامة وحل الازمات البيئة المتعلقة بالطاقة والمياة .

اهمية البحث:

البحث يمثل اهمية خاصة لتوجه صناعة مواد النانو الى دعم تقنيات التكنولوجيا الخضراء لتحقيق الاستدامة التى باتت تمثل مستقبل البحث العلمي على المستويات الدولية.

المنهجية:

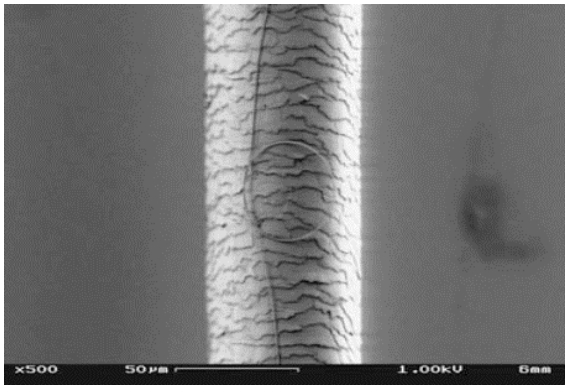
يعتمد البحث على منهجية العرض والتحليل ، حيث يبدأ البحث بعرض بعض التعريفات الهامة في المجال ثم يتناول البحث بالعرض والتحليل عددا من حالات التطبيقات الفعالة للمواد النانوية غير الإنشائية والتعرف على خصائصها ومميزاتها التى يمكن ان تدعم افكار معمارية لم يكن متاح تنفيذها دون تلك المواد وخصائصها الفريدة.

1- تقنية النانو والنانومتر

أولاً ، هناك بعض المصطلحات التي نحتاج إلى فهمها

1-1 تقنية النانو

تقنية النانو هي تصميم وتوصيف وإنتاج وتطبيق النماذج والآليات والأنظمة من خلال التحكم في الأشكال والأبعاد بمقياس النانو الذي ينتج أشكالًا وأنظمة ذات خاصية واحدة على الأقل محسّنة أو جديدة [2]



الشكل 1: صورة مجهرية لسلك نانوي ملتف في حلقة أمام خصلة من شعر الإنسان [3]

2-1 نانومتر

النانومتر هو واحد من المليار من المتر. قد يكون من الصعب فهم مقياس الحجم هذا وربما يكون من الأفضل فهمه عن طريق القياس بالمواد الشائعة. يبلغ حجم النانومتر حوالي 100000 مرة أصغر من قطر شعرة الإنسان (الشكل 1) أو سمك ورقة. يبلغ حجم خلية الدم الحمراء حوالي 5000 نانومتر [3] .

2- العمارة النانوية

(تقنية النانو + العمارة = العمارة النانوية)

تجمع Nano-Architecture بين تقنية النانو والهندسة المعمارية وتأثيراتها المتنوعة. يهتم بتأثيرات تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة والتصميم الداخلي. سوف تسمح Nano-Architecture لحلول التصميم بالتفاعل بشكل أفضل مع حواس الإنسان[4] ويوضح الجدول رقم 1 تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة [5] لكلا من لمواد الانشائية والمواد غير الانشائية.

الجدول رقم 1 تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة [5]

المواد النانوية في العمارة	
المواد الإنشائية	**مواد غير الإنشائية**
الخرسانة	**الزجاج**
الحديد	**الطلاء**
الخشب	**العوازل**
	الفلاتر ومكيفات الهواء

3- تطبيقات المواد النانوية في العمارة للمواد الإنشائية:

تعتبر المواد الإنشائية ذات أهمية كبيرة في المبنى ، لأنها تحدد المتانة وطول العمر وكذلك استدامة الهيكل. تعتبر نسبة القوة / الوزن للمواد الهيكلية مهمة أيضًا ، لأن المواد الأقوى والأخف وزنًا يمكن أن تحمل أحمالًا أكبر لكل وحدة من المواد [5]

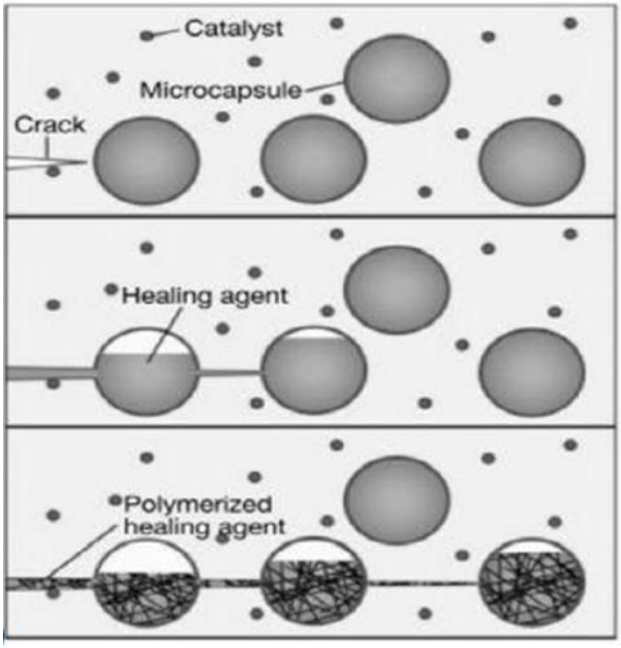
تلك المواد مثل الخرسانة والصلب والخشب.

1-3 المواد النانوية في الخرسانة:

تؤدي تقنية النانو إلى إنتاج أسمنت جديد ، وخرسانة ، واضافات (مواد مضافة لتحسين أداء الخرسانة) ، وأسمنت منخفض الطاقة ، ومركبات أسمنت نانوية ، ونظم تعبئة محسنة الجسيمات، يمكن أن تؤدي إضافة الجسيمات النانوية ، على سبيل المثال ، إلى تحسين متانة الخرسانة من خلال التفاعلات الفيزيائية والكيميائية مثل ملئ الفراغات اثناء الصب بسهولة. [6].

1-1-3 الخرسانة ذاتية الاصلاح:

عندما يتم الاصلاح الذاتي للخرسانة ، تتمزق الكبسولات الدقيقة المدمجة وتتحرر مركبات الاصلاح في المنطقة المتضررة من خلال عمل الشعيرات (الشكل 2). يتلامس مركب الاصلاح المحرر مع محفز التفاعل ، ويتبلمر لربط وجه الكسر فيتم اغلاقه. وقد اكدت اختبارات الكسر ، قدرة مركبات الاصلاح الذاتي على استعادت ما يصل إلى 75٪ من قوة الخرسانة الأصلية. وهو ما يزيد من عمر العناصر الانشائية بمقدار مرتين أو ثلاث مرات [6]

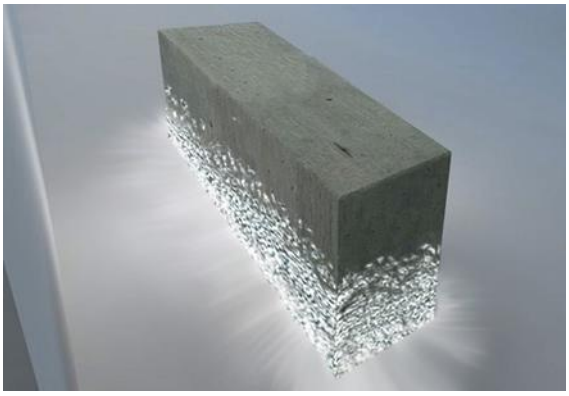


شكل 2: عملية الاصلاح الذاتي في الخرسانة [12]

2-1-3 الخرسانة المنفذة للضوء

تم اقتراح إنفاذ الخرسانة للضوء كمواد بناء جديدة ذات قابلية عالية للاستخدام. هذه المادة عبارة عن مزيج من الألياف الضوئية والجزيئات الخرسانية ويمكن استخدامها كوحدات بناء أو ألواح مسبقة الصنع (الشكل 3 أ ، 3 ب). بسبب صغر حجم الألياف الضوئية يتم خلطها مع الخرسانة وتشكل مزيجًا من المواد الحبيبية ؛ لذا ، فإن النتيجة ليست مجرد مزيج من مادتين ، الزجاج والخرسانة ، بل هي أيضًا مادة جديدة ثالثة من حيث الهيكل الداخلي والأسطح الخارجية من التجانس الكامل [7]

الشكل 3 - أ جدار خرساني شفاف [9]



الشكل 3-ب كتلة خرسانية شفافة [10]

يمكن ملاحظة خرسانة أخرى على أنها خرسانة خفيفة الوزن ومنخفضة الكثافة وهي الخرسانة المقاومة للماء وهي مادة جديدة تم اختراعها في العقود الأخيرة. Zycosil عبارة عن خرسانة مقاومة للماء ومواد بناء تحمل الاسم التجاري Zycosil وهو جيل جديد من تقنية النانو التي تقدم خرسانة مقاومة للحرارة والأشعة فوق البنفسجية والتآكل. تم تصنيع هذه الجسيمات باختراق منخفض جدًا [8]

2-3. المواد النانوية في الحديد:

نسبة القوة / الوزن العالية للصلب ومزيج من قوة الانضغاط والشد تجعله المادة المفضلة للمباني الشاهقة.ومع ذلك تتمثل نقاط ضعف الحديد في التآكل وانه ثقيل للغاية، يمكن منع التآكل وباستخدام تطبيق تكنولوجيا النانو يمكن أن تحل هذه المشاكل [11] ومن منتجات الصلب المصنعة بتقنية النانو الامثلة التالية:

1-2-3 الفولاذ المقاوم للصدأ Sandvik NanoflexTM

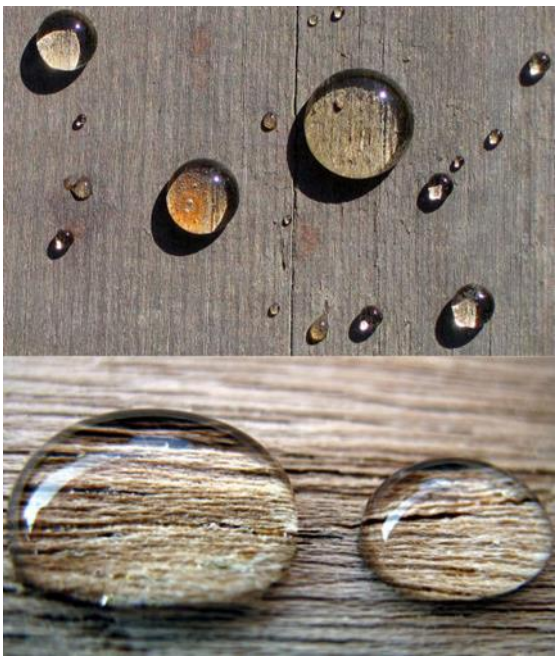
Sandvik NanoflexTM عبارة عن فولاذ مقاوم للصدأ جديد يتمتع بقوة فائقة وقابلية تشكيل جيدة وتشطيب جيد للسطح تم تطويره بواسطة Sandvik Nanoflex Materials Technology. نظرًا لأدائها العالي ، فإن Sandvik NanoflexTM مناسب للتطبيق في أي مكان يتطلب تصميمات خفيفة الوزن وصلبة. بالنسبة لبعض التطبيقات ، يمكن أن تكون المكونات أرق وأخف من ذلك والتي تم تصنيعها من الألومنيوم والتيتانيوم لقوتها الفائقة ومعامل المرونة كما يمكن لمقاومة التآكل أن تحافظ على انخفاض تكاليف دورة الحياة.، ويمكن الحصول على أسطح جذابة أو مقاومة للتآكل من خلال معالجات مختلفة (تكنولوجيا مواد Sandvik Nanoflex). [12]

2-2-3 فولاذ MMFX2

لبناء الجسور ، الخصائص المرغوبة مثل ، متطلبات فولاذ أقل ، قوة إنتاجية أعلى ، تدوم طويلاً ، مقاومة عالية للتآكل ، صيانة أقل ، عمالة ، إنتاج ، تكاليف تركيب بالمقارنة مع الفولاذ الكربوني التقليدي ، مع الحفاظ على فحص النمو الجزيئي [13]

3-3 المواد النانوية في الخشب

يتكون الخشب من الأنابيب النانوية أو "الألياف النانوية". يمكن لأسطح Lignocellulose على نطاق Nano أن تفتح فرصًا جديدة لأشياء مثل الأسطح ذاتية التعقيم ، والإصلاح الذاتي الداخلي ، والطلاءات شديدة المقاومة للماء التي تشتمل على جزيئات السيليكا والألومينا النانوية والبوليمرات الكارهة للماء مناسبة لاستخدامها في الخشب [14]



الشكل 4 خشب مقاوم للماء [15]

4- تطبيقات المواد النانوية في العمارة للمواد غير الإنشائية

تحتوي المواد غير الإنشائية على أي مواد بناء لا علاقة لها بالنظام الإنشائي للبناء مثل الزجاج ومواد الطلاء ومواد العزل

4-1 استخدام المواد النانوية في الزجاج

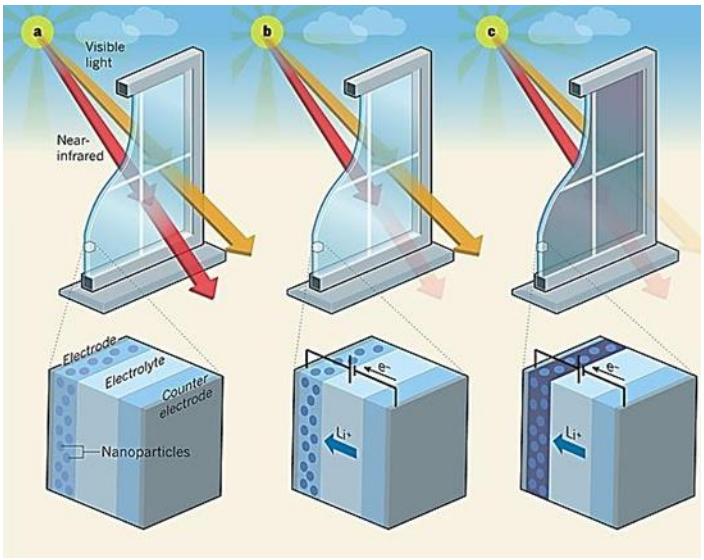
يعد التحكم في الضوء والحرارة التي تدخل من خلال زجاج المبنى قضية استدامة رئيسية. تقدم تقنية النانو أربعة حلول إستراتيجية مختلفة لحجب الضوء والحرارة من خلال النوافذ.

أ- يتم تطوير أغشية رقيقة وهي تطبيقات سطحية حساسة للطيف لزجاج النوافذ. هذه لديها القدرة على تصفية ترددات الأشعة تحت الحمراء غير المرغوب فيها للضوء مما يقلل من اكتساب الحرارة في المباني ؛ ومع ذلك ، فهذه هي حل سلبي فعال.

ب- كحل متفاعل يتم دراسة تقنيات الكروم الحراري التي تتفاعل مع درجة الحرارة وتوفر عزلًا حراريًا لتوفير الحماية من الحرارة مع الحفاظ على الإضاءة الكافية.

ج- نتيجة مماثلة من خلال عملية مختلفة ، تتضمن تقنيات الصور اللونية التي يتم دراستها للتفاعل مع التغيرات في شدة الضوء عن طريق زيادة الامتصاص.

د- يتم تطوير الطلاءات الكهروكرومية التي تتفاعل مع التغيرات في الجهد المطبق باستخدام طبقة أكسيد التنجستن. وبالتالي تصبح أكثر تعتيمًا بلمسة زر الشكل (5). تهدف كل هذه التطبيقات إلى تقليل الطاقة المستخدمة في تبريد المباني ويمكن أن تحدث تأثيرًا كبيرًا في الكميات الهائلة من الطاقة المستخدمة في البيئة المبنية [16]



الشكل 5 نوافذ EC مع تقنية النانو [17]

4-2 المواد النانوية في مواد التشطيبات والتكسيات

4-2-1 تطبيقات التنظيف الذاتي تأثير اللوتس "Lotus-Effect"

تُظهر أوراق اللوتس سطحًا خشنًا طاردًا للماء تحت المجهر (كاره للماء) ، ويعتمد التطبيق على صنع سطح مغطى بمقابض صغيرة أو مسامير بحيث يكون هناك القليل من سطح التلامس للماء لتستقر على أسطح اللوتس الاصطناعية ، التي تم إنشاؤها بمساعدة تقنية النانو ، تأثير اللوتس هو الأكثر ملاءمة للأسطح التي تتعرض بانتظام لكميات كافية من الماء ، على سبيل المثال مياه الأمطار. يقلل تأثير اللوتس بشكل كبير من متطلبات التنظيف وتظل الأسطح التي تتعرض بانتظام للماء نظيفة. المزايا بديهية: مظهر أنظف وطلبات صيانة منخفضة بشكل كبير .[18]

Strucksbarg housing	
المعماري	Renner Hainke Wirth Architekten
الموقع	هامبورج ,المانيا
المنتج	لوتسان ، دهان تنظيف ذاتي
المصنع	STO
تاريخ التنفيذ	2007
المساحة	مساحة الواجهة 3685م2

جدول رقم 2 بيانات مشروع اسكان ستراكسبارج – همبورج - المانيا[19]

كمثال لتجديد بعض المباني اختار المهندسون المعماريون استخدام طلاء الواجهات ذاتية التنظيف لتجديد مبنى سكني في السبعينيات. تتكون الحوزة من مبنى شاهق بالإضافة إلى عدد من الكتل السكنية متعددة الطوابق. الارتفاعات التي تم تجديدها مغطاة بنظام عزل حراري مركب مع طلاء مصبوغ باللون البيج الفاتح والأحمر.

كجزء من إعادة التصميم ، تم إعطاء تجاويف النوافذ ألوانًا بارزة ، وأصبحت مداخل المنزل أكثر بروزًا ، وتم استبدال الزجاج السلكي بزجاج شفاف شفاف ، وتم تزويد الحمامات بنوافذ ، وتم طلاء الجوانب السفلية للشرفات بالألوان. الواجهات هو الأكثر وضوحا. تضفي الألوان الدافئة في لوحة بين الأصفر والأحمر على الحوزة بأكملها مظهرًا لطيفًا وموحدًا. فيما يتعلق بوظيفة التنظيف الذاتي ،[19] مثلت هامبورج الموقع المثالي حيث يتوافر المطر لتحقيق نجاح التجربة شكل (6)

الشكل 6 الشكل الخارجي لإسكان مدينة هامبورج بالمانيا [17]

4-2-2 تطبيقات التحفيز الضوئي ذاتي التنظيف (Self – cleaning Photo-catalysis)

الطلاءات التحفيزية الضوئية التي تحتوي على جسيمات متناهية الصغر من ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) ؛ تبدأ هذه الجسيمات النانوية في التحفيز الضوئي ، وهي عملية يتم من خلالها تكسير الأوساخ عن طريق التعرض لأشعة الشمس فوق البنفسجية وجرفها بالمطر. تتأكسد المركبات العضوية المتطايرة (المركبات العضوية المتطايرة) في ثاني أكسيد الكربون

والماء. يتم تصنيع الأسطح ذاتية التنظيف اليوم من خلال تطبيق طبقة رقيقة من طلاء النانو أو طلاء طبقة نانو أو دمج الجسيمات النانوية في الطبقة السطحية لمادة الركيزة .[18]

Hyatt Regency Garden Chapel	
المعماري	Obayashi Corporation
الموقع	اوساكا ,اليابان
المنتج	قماش سكاي كلير كوت / تيو ، تنظيف ذاتي ضوئي
المصنع	Taiyo Kogyo Corporation
تاريخ التنفيذ	2001
المساحة	50 م2

جدول رقم 3 بيانات مشروع فندق حياة ريجينسي – اوساكا - اليابان[19]

توجد كنيسة صغيرة مغطاة فوق حديقة السطح الواسعة لهذا الفندق ، وتستخدم لمراسم الزفاف المسيحية. نهارًا ، يخلق غشاءه الأبيض النقي المغطى بالخضرة الخضراء للمروج التي يتم الحفاظ عليها جيدًا تباينًا جديدًا ؛ في الليل يصبح منحوتة متوهجة مشرقة. في وظيفتها ككنيسة زفاف ، من الضروري أن تظهر دائمًا نظيفة وأنيقة لأن اللون الكلاسيكي لحفلات الزفاف المسيحية أبيض. بدون سطح التنظيف الذاتي التحفيزي للصور ، لن يستمر اللون الأبيض للغشاء لفترة طويلة دون الحاجة إلى تنظيفه بانتظام أو حتى استبداله على فترات [19]

الشكل 7 : المظهر الخارجي لكنيسة الحديقة Hyatt Regency [22]

4-2-3 تطبيقات الأسطح سهلة التنظيف (ETC)

يعتمد على الخلط بينه وبين وظائف التنظيف الذاتي الأخرى ، مثل تأثير اللوتس ، والأسطح سهلة التنظيف تكون ناعمة وليست خشنة. تمتلك هذه الأسطح قوة جذب سطحية أقل نتيجة لانخفاض طاقة سطحها. ونتيجة لذلك ، فإنه يقلل من الالتصاق

بالسطح ، مما يؤدي إلى صد الماء وتكوين القطرات والجريان. وبالتالي ، فإن الأسطح سهلة التنظيف كارهة للماء ، وطاردة للماء وغالبًا ما تكون أيضًا طاردة للزيوت ، مما يجعلها مناسبة تمامًا للاستخدام في الحمامات. [18]

غالبًا ما يتم الخلط بين وظيفة الأسطح سهلة التنظيف ووظائف التنظيف الذاتي التحفيزية الأخرى. الاختلاف الأساسي هنا هو أن الطلاءات السطحية سهلة التنظيف لا تتطلب تشغيل ضوء الأشعة فوق البنفسجية ، كما أن خصائص سطحها الكارهة للماء تتسبب في جريان الماء في قطرات بدلاً من تكوين طبقة رقيقة من الماء

Science to Business Center Nanotronics & Bio	
المعماري	Henn Architekten
الموقع	ميوبيخ ,المانيا
المنتج	تغطية الجدران النانوية ccflex
المصنع	At the time of construction Degussa, today Evonik
تاريخ التنفيذ	2005

جدول رقم 4 بيانات مشروع مركز ابحاث – ميونيخ - المانيا[19]

تم تصميم وبناء مركز الأبحاث لديغوسا بواجهته الشفافة وأشكاله الواضحة ومفهومه المادي واللون ، وتجسد الهندسة المعمارية فلسفة الشركة: نقل المعرفة من العلم إلى الأعمال. تستفيد Degussa من قدرتها على استخدام منتجاتها الداخلية: تتميز الأجزاء المختلفة من الداخل بغطاء جداري قوي من السيراميك النانوي. إنه مرن ومقاوم للصدمات ومنفذ للبخار بينما في نفس الوقت طارد للماء. يمكن تطبيقه على غرار ورق الحائط العادي وهو متوفر بشكل لفات.

بالإضافة إلى التطبيقات التقليدية ، يمكن استخدامه أيضًا في المناطق التي تكون فيها الخلفيات التقليدية غير مناسبة ، على سبيل المثال كبديل لبلاط الجدران في مناطق المرحاض. السطح المقاوم للماء ، جنبًا إلى جنب مع مادة لاصقة مقاومة للماء لحماية الوصلات ، يعني أنه يمكن استخدام هذا المنتج في جميع أنواع المناطق الرطبة. في هذا الصدد ، يقارن بشكل إيجابي مع بلاط الجدران. بفضل التلوين المرقط قليلاً ، تكون الوصلات غير مرئية عمليًا ، مما يعطي انطباعًا بسطح متجانس غير متقطع [19]

الشكل 8: المظهر الخارجي لمركز العلوم و الأعمال Bio & Nanotronics. [19]

4-2-4 تطبيقات المواد النانوية لتنقية الهواء

على الرغم من عدم القدرة على تنقية الهواء تمامًا ، فإن استخدام المواد النانوية يجعل من الممكن تحسين جودة الهواء. يمكن القضاء على الروائح الكريهة والملوثات. الهواء الصحي هو مورد أساسي وأكثر أهمية من أي وقت مضى ، وفي نفس الوقت أصبح أكثر قيمة من أي وقت مضى.

تم تقديم تشريع في البداية لتقليل مستوى تلوث الهواء الخارجي ؛ وتابعت الحاجة إلى تحسين جودة الهواء الداخلي لاحقًا. تعد خصائص تنقية الهواء للمواد النانوية مفيدة في كلتا الحالتين وتلعب دورًا مهمًا في كل من البيئات الداخلية والخارجية [21]

Atelier and villa for a calligrapher	
المعماري	Kazuyasu Kochi, Kochi Architect's Studio
الموقع	طوكيو ,اليابان
المنتج	Moiss, air-purifying building board
المصنع	Mitsubishi
تاريخ التنفيذ	2004
المساحة	62 م2

جدول رقم 5 بيانات مشروع فيلا فنان – طوكيو - اليابان[19]

يحتوي هذا المنزل غير المعتاد في عطلة نهاية الأسبوع وأتيليه الخط على طابقين وشرفة على السطح. على الرغم من وجوده في الريف مع الهواء النقي في كل مكان ، إلا أن الجو الداخلي أقل من مثالي نظرًا لاستخدامه المتقطع كمنزل عطلة نهاية الأسبوع ، حيث يتم بثه بشكل غير منتظم. باستخدام الخشب غير المصقول وألواح البناء التي تنقي الهواء والتي تزيل الملوثات المحمولة جواً ، تمكن المهندس المعماري من تقليل مشكلة سوء الهواء.

ألواح البناء قابلة للاختراق بالبخار ، تمتص الرطوبة وتطلقها من الهواء والعودة إليه ، في عملية تنظيف الملوثات والروائح من الهواء عن طريق تفتيتها إلى الأجزاء المكونة لها. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن التخلص من ألواح البناء بأمان بعد نهاية عمرها الافتراضي. [19]

الشكل 9 داخل الأتيليه [20]

5- تحول تقنيات النانو لدعم التكنولوجيا الخضراء:

ان التوجه نحو تحول تقنية النانو لكي تدعم وتعزز تطبيقات التكنولوجيا الخضراء يؤدي الى تحقيق الاستدامة ومعالجة المشكلات البيئية حيث تسهم منتجات النانو الخضراء في دعم الاستدامة التي اصبحت مطلب ضرورى فى ظل تحديات تغير المناخ وازمات الطاقة والمياة.

لذا يمكننا وصف تقنية النانو الخضراء بأنها تطوير التقنيات التقليدية الى تقنيات نظيفة صديقة للبيئة تعمل على الحد من المخاطر المحتملة المترتبة على تصنيع واستخدام تقنية النانو التقليدية على كل من البيئة والصحة البشرية. لذا فان تقنيات النانو الخضراء تدعم استبدال المنتجات الحالية بمنتجات النانو الصديقة للبيئة سواء فى مرحلة التصنيع او التشغيل.[23]

1-5 اهداف تقنية النانو الخضراء

تهدف تقنية النانو الخضراء الى تحقيق هدفين رئيسين:

اولا- إنتاج المواد النانوية التي لا تسبب أضرارًا للبيئة أو لصحة الإنسان.

ثانيا- إنتاج المنتجات النانوية التي توفر حلولًا للمشاكل والازمات البيئية.

وذلك من خلال استخدام المبادئ الحالية للكيمياء الخضراء والهندسة الخضراء لصنع مواد متناهية في الصغر ومنتجات النانو الخالية من المواد السامة، في درجات حرارة منخفضة باستخدام طاقة أقل ومدخلات قابلة للتجديد، وذلك على مختلف مراحل دورة الحياة بدا من مراحل التصنيع واثناء مراحل التنفيذ حتي مراحل التشغيل [24] .

2-5 اهم مجالات تقنيات النانو الخضراء:

تستهدف تقنية النانو الخضراء، إضافة إلى صنع مواد نانوية ذات تأثير أقل على البيئة، استخدام تقنية النانو لجعل عملية التصنيع الحالية للمواد والمنتجات غير النانوية أكثر ملاءمة للبيئة. على سبيل المثال، يمكن أن تساعد الأغشية النانوية على فصل منتجات التفاعل الكيميائي المرغوبة عن النفايات. يمكن لمحفزات المقياس النانوي جعل التفاعلات الكيميائية أكثر كفاءة وأقل تبذيرًا. يُمكن أن تشكل المستشعرات في المقياس النانوي جزءًا من أنظمة التحكم في العمليات، وذلك باستخدام أنظمة المعلومات التي تدعم النانو. يُعد استخدام أنظمة الطاقة المستدامة والتي أصبحت ممكنة بفضل تقنية النانو، طريقة أخرى لعمليات التصنيع الخضراء. [25]

ينطوي الهدف لثاني لتقنية النانو الخضراء على تطوير المنتجات التي تعود بالنفع على البيئة سواء بشكل مباشر أو غير مباشر. يمكن للمواد النانوية أو المنتجات المباشرة تنظيف مواقع النفايات الخطرة وتحلية المياه ومعالجة الملوثات أو إدراك ومراقبة الملوثات البيئية. يمكن للمركبات النانوية خفيفة الوزن في السيارات ووسائل النقل الأخرى، توفير الوقود وتقليل المواد المستخدمة في الإنتاج بشكل غير مباشر، ويمكن لخلايا الوقود التي تعمل بتقنية النانو والثنائيات الباعثة للضوء التقليل من التلوث الناتج عن توليد الطاقة والمساعدة في الحفاظ على الوقود الأحفوري، ويمكن أيضًا لطلاء الأسطح النانوية ذاتية التنظيف التقليل أو القضاء على الكثير من مواد التنظيف الكيميائية المستخدمة في إجراءات الصيانة الدورية، وقد يؤدي تحسين عمر البطارية إلى التقليل من استخدام المواد وتقليل النفايات [25] . تجري تقنية النانو الخضراء نظرة واسعة على أنظمة مواد ومنتجات النانو، مما يضمن تقليل العواقب غير المتوقعة وتوقع حدوث تأثيرات طوال دورة الحياة الكاملة. [26]

1-2-5 استخدام تقنيات النانو الخضراء فى مجال الطاقة:

تجري بحوث من أجل استخدام مواد نانوية لأغراض تشمل خلايا شمسية أكثر كفاءة وخلايا وقود عملية وبطاريات صديقة للبيئة. من أكثر مشاريع تقنية النانو تقدمًا: التخزين والتحويل وتحسين التصنيع من خلال تقليل المواد ومعدلات العملية وتوفير الطاقة (عن طريق عزل حراري أفضل على سبيل المثال) ومصادر الطاقة المتجددة المحسنة.

يُعد تطوير تقنية النانو في الخلايا الشمسية أحد المشاريع الرئيسية التي يجري العمل عليها، فالخلايا الشمسية أكثر كفاءة لأنها تصبح أصغر حجمًا والطاقة لشمسية هي مورد متجدد، إضافة إلى أن تكلفة انتاج كل واط من الطاقة الشمسية لاتزيد عن دولار واحد.[27]

كما تجري ايضا بحوث لاستخدام أسلاك نانوية وغيرها من المواد النانوية بهدف إنشاء خلايا شمسية اقل تكلفة وأكثر كفاءة من الخلايا الشمسية المسطحة التقليدية والمصنوعة من السيليكون[28] [29] . الا ان اكثر البحوث اهمية هو استخدام خلايا الوقود التي تعمل بالهيدروجين والتي من المحتمل أن تستخدم محفزًا يتكون من جزيئات معدنية نبيلة مدعومة بالكربون بأقطار تتراوح بين 1 إلى 5 نانومتر. قد تكون المواد ذات المسام النانوية الصغيرة مناسبة لتخزين الهيدروجين مما سيعد قفزة هائلة فى مجال وقود الهيدروجين. كما قد تجد تقنية النانو أيضًا تطبيقات في البطاريات، إذ يؤدي استخدام المواد الثانوية إلى تمكين البطاريات ذات المحتوى العالي من الطاقة أو المكثفات الفائقة بمعدل شحن أعلى.

كما تُستخدم تقنية النانو بالفعل في توفير طبقات أداء معدلة للوحات الكهروضوئية والألواح الحرارية الشمسية. حيث تتحد الخصائص الكارهة للمياه وخصائص التنظيف الذاتي لخلق ألواح شمسية تعمل بكفاءة اكبر خاصة اثناء الطقس العاصف. بالاضافة الى إن الخلايا الكهروضوئية المغطاة بطبقات مصنعة بتقنية النانو تظل أكثر نظافة مما يضمن الحفاظ على أقصى قدر من كفاءة توليد الطاقة. [30]

2-2-5 استخدام تقنيات النانو الخضراء فى مجال المياه:

تقدم تقنية النانو إمكانات المواد النانوية الحديثة لمعالجة المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي وغيرها من المواد البيئية الملوثة بأيونات المعادن السامة والمواد الذائبة العضوية وغير العضوية والكائنات الحية الدقيقة. تخضع العديد من المواد النانوية للبحث والتطوير النشط لاستخدامها في معالجة المياه والمواقع الملوثة، بسبب نشاطها الفريد من نوعه تجاه الملوثات المتمردة[31] [32] .

تسهم تقنية النانو بكفاءة اعلى مع الملوثات التي تصعب معالجتها باستخدام أنظمة معالجة المياه الحالية، ومن تلك الملوثات انواع من البكتريا والفيروسات والمعادن الثقيلة. حيث تتبع هذه الفعالية عمومًا من مساحة السطح المحددة للغاية للمواد النانوية التي تزيد من انحلال الملوثات وتفاعلها وامتصاصها[33] [34] .

حيث ان المعالجة النانوية هي استخدام الجسيمات النانوية لمعالجة المياة على نطاق واسع سواء تنقية المياه الجوفية او معالجة مياه الصرف الصحي. حيث تسهم المعالجة النانوية في تنظيف التربة والرسوبيات. وكشفت المزيد من الأبحاث الأولية استخدام الجسيمات النانوية لإزالة المواد السامة من الغازات[35] [36] .

انتشرت بعض طرق المعالجة النانوية، وخاصة تلك التي تستخدم معدن الزيروفاليت النانوي لتنقية المياه الجوفية، بالاضافة الى تنظيف بعض المواقع على نطاق واسع. وعلى الرغم من ان المعالجة النانوية هي صناعة ناشئة، الا انه تم فى عام 2009، تم استخدمها في 44 موقع تنقية للمياة يقع معظمها في الولايات المتحدة. اعتمدت عملية التنقية على ملامسة عامل الجسيمات النانوية مع الملوث المستهدف في ظل ظروف تسمح بتفاعل إزالة السموم أو شل الحركة. تتضمن هذه العملية عادة عملية المضخة والمعالجة أو التطبيق في الموقع.[37] ولا تزال الابحاث تكشف عن المزيد من الطرق الفعالة في

تنقية ومعالجة المياة مما يؤكد اهمية تقنية النانو فى حل ازمة المياة التي اصبحت ازمة عالمية تزداد خطورتها علي عالمنا العربي الذي يعاني من شح مصادر المياة مما يجعل من معالجة المياة احد اهم الحلول لمواجهة الازمة. [23] [38]

6- المناقشة:

تمثل تقنيات النانو ثورة فى مجال مواد البناء حيث تسهم فى تحسين خواص المواد وقدرتها على تحمل الظروف البيئية وهو ما اكدته دراسة تطبيقات مواد مثل الزجاج والدهانات والحديد حيث اكتسبت تلك المواد خواص خاصة كالقدرة على تنظيف الاسطح او الترميم الذاتي للشروخ او مقاومة الصدا كما انها منحت المصممين امكانية تنفيذ العديد من الافكار ما لم يكن تنفيذها متاحا فى غياب المواد النانوية مما يؤكد على فاعلية تقنيات النانو فى مجال مواد البناء ويبشر بمستقبل طموح للبحث العلمي فى هذا المجال الواعد.

الا ان توجيه تلك التقنية الحديثة نحو التحول الاخضر لتصبح تقنيات نانو خضراء سوف يعزز من قدراتها وفاعلياتها فى تحقيق الاستدامة وترشيد استهلاك الطاقة والمياة. ودعم التكنولوجيا الخضراء التى تمثل مستقبل ابحاث واعدة لحل الازمات البيئية التى باتت تهدد مستقبل البشرية فى ظل تزايد التعداد السكاني العالمي والنهم المتسارع لاستهلاك الطاقة والمياة.

7- الخلاصة:

1. تعد تقنية النانو واحدة من أكثر مجالات البحث نشاطًا وتمكنت الابحاث من تحقيق نجاح كبير بشكل تدريجي في العقدين الماضيين ليظهر مصطلح العمارة النانوية الذي يجمع بين تقنية النانو والعمارة ويصبح من اهم المصطلحات البحثية التى تهتم بتطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة والتصميم الداخلي والمعنية بدراسة تأثيراتها المتعددة.
2. تمكنت تكنولوجيا النانو من اضافة تغييرات في خصائص مواد البناء التي يمكن أن تحسن مواد البناء الحالية لتكون أخف وزنا ، وعناصر انشائية أقوى ، وطلاءات صيانة منخفضة ، ومواد تدعيم أفضل ، وعزل حراري اكثر كفاءة
3. تركزت تطبيقات المواد النانوية في العمارة للمواد الإنشائية في الخرسانة والصلب والخشب واحرزت تقدما هائلا اسهم فى اكساب تلك المواد القدرة على اصلاح نفسها واعادة اليها جزء كبير من الصلابة
4. تمثلت تطبيقات الخرسانة في الخرسانة ذاتية الإصلاح والخرسانة المنفذه للضوء.
5. تمثلت تطبيقات الفولاذ في الفولاذ المقاوم للصدأ Sandvik Nanoflex TM وهو عبارة عن فولاذ مقاوم للصدأ جديد يتمتع بقوة فائقة وقابلية تشكيل جيدة وتشطيب جيد للسطح ؛ و MMFX2 الصلب لبناء الجسور.
6. اما التطبيقات في مجال الاخشاب فتعطي أسطح Lignocellulose على نطاق النانو لتمنح فرصًا جديدة لأشياء مثل أسطح التعقيم الذاتي ، والإصلاح الذاتي الداخلي ، والطلاءات شديدة المقاومة للماء.
7. كما تمثلت تطبيقات المواد النانوية في العمارة للمواد غير الإنشائية مثل الزجاج ومواد الطلاء ومواد العزل والتي تعد الاكثر فاعلية وانتشارا لدي المعماريين
8. تمكن المعماريين من استخدام الزجاج في ظل تقنيات النانو فى المناطق الحارة حيث ان خصائص النانو مكنت الزجاج من منع نفاذ الحرارة حيث اسهمت المواد النانوية في تطبيقات الزجاج من طلاء الأغشية الرقيقة ، وتقنيات الكروم الحراري.
9. الا ان تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال التشطيبات والتكسيات ومواد الطلاء تعتبر ثورة حقيقة فى مجال الطلاء فلقد اسهمت المواد النانوية في تطبيقات مواد التشطيبات والتكسيات اسهامات عديدة منها:

- "Lotus-Effect" للتنظيف الذاتي مطبق في إسكان Strucksbarg في ألمانيا.
- التحفيز الضوئي الذاتي التنظيف مطبق في حديقة حياة ريجنسي بمدينة تشابل في اليابان.

- تطبيق سهل التنظيف (ETC) في العلوم لمركز الأعمال Bio & Nanotronics في ألمانيا.
- تطبيق مواد نانوية لتنقية الهواء ورشة عمل وفيلا لخطاط في اليابان.

10. توجهت تقنيات النانو لدعم التقنيات الخضراء في العمارة لتحقيق هدفين رئيسيين :

- انتاج المواد النانوية الغير مضرة للبيئة او صحة الانسان
- انتاج التطبيقات النانوية التي تمثل حلولا للمشاكل والازمات البيئية

11. تمثلت تقنيات النانو الخضراء في مجالات الطاقة لتطوير خلايا شمسية اقل تكلفة واكثر كفاءة ، كذلك مجال تنقية المياه سواء السطحية او المياه الجوفية ومياه الصرف الصحي

فى الختام منحتنا تقنيات النانو الفرصة لتصميم مباني خضراء ومستجيبة للمتغيرات البيئية بكفاءة اعلي وانتجت مواد طويلة العمر واسهمت فى تحسين الاداء البيئي للفراغات الداخلية.

المراجع

1. P. V. Khandve "Nanotechnology for Building Material" International Journal of Basic and Applied Research Special Vol. 04 (2014).
2. N. K. Parthenopoulou , M. Malindretosa" The use of innovative materials in innovative architectural applications. Combining forces for high performance structures". 12th International Conference on Nanosciences & Nanotechnologies & 8th International Symposium on Flexible Organic Electronics, (2016).
3. K. Sellers, et al., USA. "Nanotechnology and the Environment" CRC Press, Taylor & Francis Group, (2009).
4. I.H. .Anous, USA, "Nanomaterials and their applications in interior design" International Association of Scientific Innovation and Research (2014).
5. Sev, A , Ezel., M, New York. " Nanotechnology Innovations for the Sustainable Buildings of the Future" International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering Vol:8, No:8, (2014).
6. F. F. Fouad, Egypt "NanoArchitecture and Sustainability "Faculty of Engineering, University of Alexandria, Master thesis, 2012
7. https://www.seminarsonly.com/Civil_Engineering/transparent-concrete.php
8. A, Kazempour,"The impact of Nanotechnology in reinforced structures the structure of Concrete and steel" (2016).
9. https://std1.bebee.com/br/pb/89107/72f8185c/900
10. cdn.home-designing.com/wp-content/uploads/2015/03/concrete-ideas-600x321.png
11. G.Elvin, USA, "Building Green with Nanotechnology" Green Technology Forum (2007).
12. Z. Ge, Z. Gao, Pakistan," Applications of Nanotechnology and Nanomaterials in Construction". First International Conference on Construction in Developing Countries, Vol. 2, No. 1. (2008).
13. B. B. Das, A. Mitra," Nanomaterials for Construction Engineering-A Review". International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, Vol. 2, No. 1. (2014).

14. C.Vigneshkumar" Study on Nanomaterials and Application of Nanotechnology and Its Impacts in Construction "Volume 23 Number 75,(2014).
15. https://ultrahydrophobiccoating.com/wp-content/uploads/2016/08/waterproof-wood-water-resistant-cardboard-cracks.jpg
16. S. Mann "Nanotechnology and Construction" Nanoforum report, (2006).
17. https://sustainingourworld.com/wp-content/uploads/2015/10/EC-windows-with-nanotechnology.jpg
18. A. S. Y. Mohamed, Thailand,"Nano-Innovation in Construction, A New Era of Sustainability "International Conference on Environment and Civil Engineering (2015).
19. S. Leydecker, Germany. Nano Materials in architecture, Interior architecture and Design, Springer Science & Business Media,. (2008).
20. https://www.detail.de/uploads/pics/135_762_500.jpg
21. M. Atwa, A. Al-Kattan , A. Elwan " Towards nano architecture:nanomaterial in architecture - a review of functions and applications " International Journal of Recent Scientific Research Research Vol. 6, Issue, 4, (2015).
22. https://www.hyatt.com/en-US/hotel/japan/hyatt-regency-osaka/osaka/photos-reviews

23. Shiba, Ahmed Salal Eldin " Using Nanotechnology in Producing Organic Construction Materials" International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 29, No.03, (2020), pp. 8174-8185
24. http://www.epa.gov/oppt/greenengineering/pubs/whats_ge.html 24-9-2015
25. http://www.nanoshell.co.uk/sustainable-protective-coatings 8-2-2013
26. https://nanotechproject.org/file_download/files/NanoLCA_3.07.pdf
27. http://www.renewableenergyworld.com/rea/blog/post/2014/02/nano-flake-technology-a-cheaper-way-to-produce-solar-cells
28. Tian, Bozhi; Zheng, Xiaolin; Kempa, Thomas J.; Fang, Ying; Yu, Nanfang; Yu, Guihua; Huang, Jinlin; Lieber, Charles M. "Coaxial silicon nanowires as solar cells and nanoelectronic power sources". Nature. 449 (7164): 885 889. (2007)
Doi:10.1038/nature06181.
29. Johlin, Eric; Al-Obeidi, Ahmed; Nogay, Gizem; Stuckelberger, Michael; Buonassisi, Tonio; Grossman, Jeffrey C. "Nanohole Structuring for Improved Performance of Hydrogenated Amorphous Silicon Photovoltaics". ACS Applied Materials & Interfaces. 8 (24): 15169–15176. (2016).
Doi:10.1021/acsami.6b00033.
30. http://www.nanoshell.co.uk/solar-pv 3-1-2013
31. https://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=Caister_Academic_Press&action=edit&redlink=1
32. Barbara Karn, Todd Kuiken, and Martha Otto "Nanotechnology and *in Situ* Remediation: A Review of the Benefits and Potential Risks" Environ Health Perspect. Dec; 117(12): 1813–1831.(2009)
33. k. Goyal, Amit; s. Johal, E.; Rath, G. "Nanotechnology for Water Treatment". Current Nanoscience. 7 (4): 640. (2011).
Doi:10.2174/157341311796196772.

34. Qu, Xiaolei; Alvarez, Pedro J.J.; Li, Qilin "Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment". Water Research. 47 (12): 3931–3946. (2013).
Doi:10.1016/j.watres.2012.09.058.
35. Mueller, Nicole C.; Braun, Jürgen; Bruns, Johannes; Černík, Miroslav; Rissing, Peter; Rickerby, David; Nowack, Bernd "Application of nanoscale zero valent iron (NZVI) for groundwater remediation in Europe" (PDF). Environmental Science and Pollution Research. 19 (2): 550–558. (2012).
Doi:10.1007/s11356-011-0576-3.
36. http://cluin.org/products/nanozvi/29-7-2014
37. http://www.nanotechproject.org/inventories/remediation_map/http://www.nanotechproject.org/inventories/remediation_map/19-11-2013
38. Shiba, Ahmed Salal Eldin, Effects of Climate Changes on Future Architecture and the Contribution of the Developing Countries to Limit and Avoid Harms"The Arab World – A Case Study" Journal of Architecture, Arts and Humanities science Volume 26, Issue 6, pp. 1-13(2021).