JAUES

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 42, January, 2017,310 -327

دور تطبيقات تقنية النانو في تحقيق العمارة المستدامه

محمد سيف النصر احمد

قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان

ABSTRACT:

The Architect care about the materials and raw materials properties to achieve the design requirements, and the latest science that brought about a boom in this area is Nanotechnology which can improve the material properties , add a new property, or production of new material, which leads to a marked difference in the ways of thinking and architectural design, and the world move to achieve the principles of sustainability in architecture because it is one of the most sectors negatively on the environment but the results so far away from the hoped.

The Research supposed possibility of using nanotechnology to improve the performance of buildings to achieve the principles of sustainability, and to reach to achieve this hypothesis The research is divided into two main parts: - **Theoretical Study**: Recognition at Nano-technology and its applications in various fields and its impact on architecture in terms of materials and devices used, and the study of sustainable architecture system and its evaluation systems and how to take advantage of this field by Nano materials and devices . **Analytical Study:** Studying of nanotechnology applications to achieve sustainability standards in architecture through examples of the global trend of sustainable projects, analysis and use of nanotechnology applications and what are the expected success rates, and then conclude to the results and recommendations

ملخص البحث:

يهتم المعماري بخصائص المواد والخامات لتحقيق المتطلبات التصميمي ه لانها من أكثر العناصر التي تؤثر علي كفاءة المنشأ، ومن أحدث العلوم التي احدثت طفرة في هذا المجال هي تكنولوجيا النانو والتي عن طريقها يمكن تحسين خصائص المادة أوإضافة خاصية جديدة أو إنتاج مادة جديدة ، والتي تؤدي الي إختلاف ملحوظ في أساليب التفكير والتصميم المعماري ، ولقد إتجه العالم إلي تحقيق مبادئ الإستدامة في العمارة لانها من اكثر القطاعات سلبا علي البيئة ولكن النتائج حتي الان بعيدة عن المأمول ،

يفترض البحث إمكانية إستخدام تكنولوجيا النانو في تحسين أداء المباني لتحقيق مبادئ الإستدامه ، وللوصول لتحقيق هذه الفرضية ينقسم البحث إلي جزئين رئيسيين :-

اولا:- الدراسة النظرية : يتم فيها التعرف علي تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في المجالات المختلفة وإنعكاس ذلك علي العمارة من حيث المواد وا لأجهزة المستخدمة ، ثم دراسة منظومة العمارة المستدام ه ونظم تقييمها وكيفية الإستفادة من مواد وأجهزة النانو في تحقيقها .

ثانيا:- الدراسة التحليلية : يتم دراسة تطبيقات النانو في البناء لتحقيق معايير الإستدامة من خلال تحليل أمثلة لبعض المشروعات العالمية ذات التوجه المستدام وتستخدم تطبيقات النانو وما هي نسبة النجاح المتوقعة ، ثم نخلص الي النتائج والتوصيات .

مقدمة

تعتبر المواد الخام والمصنعة وخصائصها من أهم العناصر المؤثرة علي العملية التصميمي والبنائي والتي يهتم بها المعماري لترجمة إحتياجات التصميم ، ومن أحدث العلوم التي تهتم بالمواد هي تقنية النانو التي تعمل علي دراسة جزيئات المواد علي مستوي 100 نانو متر او أقل من أجل التحكم في تفاعل وخصائص هذه الجزيئات لتحسين خصائص هذه المادة او إضافة خاصية جديدة او إنتاج مادة جديدة[١] .

١ - نهى علوى الحبشى، يوليو 2011 ، "ما هى تقنية النانو" ،مكتبة الملك فهد الوطنية ، جدة ، ص14.

وتساعد هذه الإمكانيات الجديدة المعماري علي تطوير العملية التصميمية والوصول بالبناء إلي تحقيق الاستدامة المطللوبة في كل مراحله.

الاشكالية

يعتبر قطاع البناء من اكبر القطاعات المؤثرة سلبا علي البيئ ه والمستهلكه للطاقات والمواد الخام والمصنع ه ، لذا يعتبر الترشيد مع الكفاءة واعادة التدوير والحفاظ علي البيئة من أهم مبادىء العمارة المستدامة ، والطرق المتبعة والمتوفرة حتي الأن لتحقيق هذه المبادىء ما زالت بعيدة عن المأمول تحقيقه ، لذا هناك حاجة كبيرة الي اعادة دراسة خواص المواد بالإعتماد علي التقنيات الحديثة مثل تكنولوجيا النانو للتعرف علي إمكانيات جديدة لهذه المواد تقلل من المردود السلبي لها في مجال البناء وتحقق الإستدامه.

فرضية البحث

يفترض البحث ان التطور في علوم تقنية النانو في مجال إ نتاج مواد جديدة او تحسين خصائص مواد موجودة اوتغيير خصائصها يساهم في تحسين أداء المباني في مجال تحقيق مبادئ الإستدامه ، من حيث ترشيد إستهلاك الطاقة والإستفادة من الطاقات المتجددة وترشيد وإعادة إستخدام المياه وتنقية الهواء للبيئة الداخلي.

اهداف البحث

نحاول في هذه الدراسة استخدام امكانيات تكنولوجيا النانو في تحقيق مبادئ الاستدامة وذلك من خلال:

١ - رصد وتوثيق دور تكنولوجيا النانو في تحقيق مبادئ الإستدامه في البناء .

٢ - دراسة إمكانيات تطبيق تكنولوجيا النانو في مجال العمارة وأثناء دورة حياة المبني.

٣ - توضيح أساليب توظيف تقنية النانو في تحقيق البيئة الملائمة .

الكلمات المفتاحية

تقنية النانو – مواد النانو – العمارة المستقبلية – العمارة المستدامه – أجهزة النانو.

1- تكنولوجيا النانو[1] :-

بدأت فكرة علم النانو في الظهور عندما تولدت فكرة التحكم في تحريك الجزيئات والذرات مع الفيزيائي جيمس ماكسويل عام 1867م، وحتي إكتشاف أنابيب النانو الكربونية من الباحث سوميو ليجيما عام 1991م والذي فتح الباب علي مصراعية الي عالم النانو ، وتم تقديم الكثير من الابحاث والإختراعات في كافة المجالات.

1-1مفهوم النانو

النانو كلمة يونانية بمعني القزم ويستخدم بانه البادئ لاي وحدة مثل الثانية والمتر،ومقياس النانو هوالنانومتر وهو جزء من المليار من المتر او 10^{-10} متر.

2-1علوم النانو Nano science

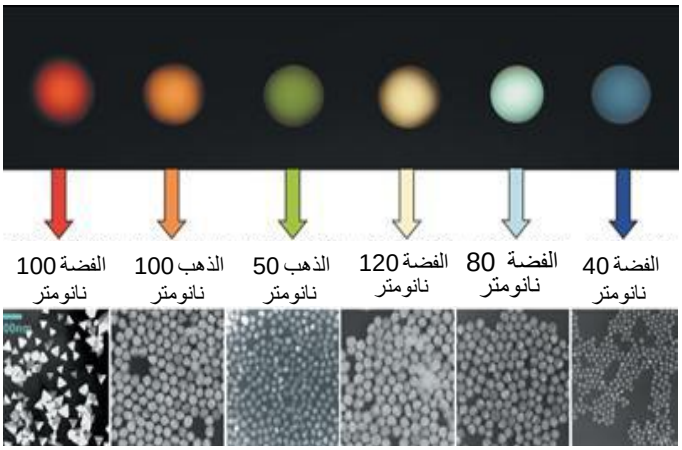
هو العلم الذي يهتم بدراسة تركيب وخصائص المواد علي المستوي الذري والجزيئي عند مقياس النانومتر ، في نطاق طول حوالي 1-100 نانومتر للتعرف علي خواص جديدة للمواد تساعد علي رفع كفائتها او اضافة خصائص جديدة لها او إبتكار مواد جديدة.

3-1 تكنوجيا النانو

عرفته هيئة النانو الأمريكية للعلوم والهندسة والتكنولوجيا (nset) بأنه البحوث والتكنولوجيا على المستويات الذرية و الجزيئية ، في نطاق طول حوالي 1-100 نانومتر، لتوفير فهم أساسي لظواهر المواد على مقياس النانو ، وإنشاء وإستخدام الهياكل والأجهزة والأنظمة التي لديها في عمل خصائص جديدة ووظائف بسبب صغر حجمها[2].

وهي تعتمد علي مسألتين:

- الأولى: بناء المواد بدقة من لبنات ومستوى أعلى جدا من الجودة والتشغيل.
- الثانية: أن خصائص المواد قد تتغير بصورة مدهشة عندما تتجزأ الى قطع أصغر



شكل (1) الأشكال المختلفة لجزيئات الفضة والذهب بمقياس النانو
المصدر : بتصرف الباحث
http://szou.cos.ucf.edu/outreach/webpage/Page383.htm

1- المرجع السابق ص9-14.

[2] Leydecker, Sylvia: Nano Materials in architecture, Interior architecture and Design , Birkhauser.ch ,Basel-Boston.Berlin ,2008, p12-13

- حيث وجد إن جزيئات المواد أقل من 100 نانومتر في الحجم يمكن أن تظهر خواص كيميائية وفيزيائية غير متوقعة .
- مثال : يمكن أن تقطع كتلة من الذهب الى قطع أصغر وأصغر و ستبقى على نفس اللون، درجة الذوبان ... الخ ولكن في نطاقات معينة من المقياس النانوي، جسيمات الذهب والفضة تتصرف بشكل مختلف جزيئات الذهب مختلفة الأشكال والأحجام تمتلك الوان مختلفة ، كما يوضح فى شكل (1) .
- ومن خلال العمل في مستوى الجزيئ ، يفتح إحتمالات جديدة في تصميم المواد حسب قواعد فيزياء الكم ، يمكن للأجسام تغير اللون والشكل بسهولة أكبر بكثير مما كانت عليه في المستوى الكلي ، كما أن الخصائص الأساسية للمادة يمكن إن تنتج مواد مختلفة.

1-3-1 مبادئ تكنولوجيا النانو Principles of Nanotechnology

من أهم المبادئ الأساسية لتكنولوجيا النانو[١] :

- إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة بدقة وإعادة ترتيبها
- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن خصائص نفس المادة عند مقياسها الطبيعى.
- إمكانية التحكم بالذرات فى صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب والتي تؤدي الي:
  - إمكانية بناء أى مادة لآن الذرة هى وحدة البناء لكل المواد.
  - اكتشاف خصائص جديدة للمواد .
  - خصائص أفضل للمواد ، أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهلاكا للطاقة

2-3-1 تطبيقات تكنولوجيا النانو Nanotechnology Application

تستخدم تقنية النانو حاليا في العديد من التطبيقات بالمجالات (الهندسية - الطبية - النووية – معالجة المياه – المعلومات والأتصالات – الزراعة – الصناعات الثقيلة - الكيمياء الحيوية – الطاقة - مكافحة تلوث الهواء – الأغذية) ، ومن أهم المجالات والتي لها علاقة مباشرة بالعمارة هي التطبيقات التي لها علاقة بالبيئة والطاقة والإقتصاد والمجتمع.

1-2-2-1 تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مجال البيئة Nanotechnology Application In environment

تكنولوجيا النانو تساعد على حل المشاكل البيئية مثل " تلوث الهواء - المياه " و الكشف عن التلوث والاستشعار عن بعد و الحد من النفايات من صنع الإنسان.[٢]

كما أنها يمكن أن تقلل من ا لإانبعاثات المسببة للإحتباس الحراري بنسبة تصل إلى 2٪ في المدى القريب، وتصل إلى 20٪ بحلول عام 2050 مع التوفير المماثل الذي تحقق في تلوث الهواء، و يعتمد هذا التوفير على تكنولوجيا النانو[٣] ، كما يوضح فى جدول رقم (1)

---

[١] نهى علوى الحبشى: ما هى تقنية النانو ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، جدة ، يوليو 2011، ص (15).

[2] H.dosch-M.H.Van de voorde: Gennesys White Paper , Max Planck Institute for Metallforschungh Stuttgart, 2009

[3] Michel Berger: Nanotechnology's potential to reduce greenhouse gases, 2007, site: http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=2225.php

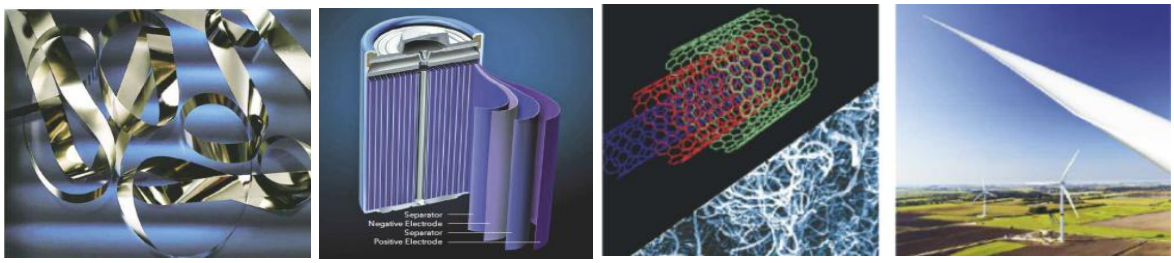
جدول(1) تطبيقات تكنولوجيا النانو للحد من ملوثات البيئة

المواد الملوثة للبيئة	القيمة المضافة للحد من الغازات المسببة للاحتباس
المواد المضافة للوقود Fuel additives	زيادة كفاءة الوقود في محركات الديزل بنحو5 % بإضافة جسيمات النانو مما يؤدي إلى توفير 2-3 ملايين طن سنويا من إصدار CO2 فى المملكة المتحدة Uk.
الخلايا الشمسية Solar cells	خفض في تكاليف إنتاج الخلايا الشمسية وتعديل أدائها ليصل لخمس مرات أكثر إنتاجية من الخلايا التقليدية .
اقتصاد الهيدروجين The Hydrogen Economy	تطوير كفاءة تخزين الهيدروجين يمكن لمركبات الهيدروجين القضاء على جميع إنبعاثات الضارة من النقل البري، الذي من شأنه أن يحسن الصحة العامة ، القضاء على جميع انبعاثات CO2 .
البطاريات و المكثفات Batteries and Super capacitors	تكنولوجيا البطاريات والسيارات الكهربائية لا تزال تعانى من مشكلة وقت الشحن ، توفر تكنولوجيا النانو علاج لهذه المشكلة من خلال السماح للمركبات الكهربائية إلى إعادة شحنها بسرعة أكثر .
العزل Insulation	تقدم لنا تكنولوجيا النانو العديد من أساليب عزل البناء من خلال مواد عزل جديدة بجانب رفع أداء المواد التقليدية بالإضافة الى دمجها ببعض المواد الأخرى .

2-2-2-1 تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مجال الطاقة Nanotechnology Application In Energy

توفر تكنولوجيا النانو الإمكانات الأساسية لتحسين وتطوير كل من مصادر الطاقة التقليدية (الوقود الحفرى والنووي) ومصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الحرارية الشمسية والرياح والمياه والمد والجزر .

هناك بعض الطرق لإنتاج الطاقة أكثر كفاءة وفعالية من حيث التكلفة كما يوضح بشكل (2) [1] :



طواحين الهواء المصنوعة من أنابيب النانو الكربونية | بطاريات ليثيوم أيون | شرائح أنابيب النانو

شكل (2) بعض طرق أنتاج الطاقة بفضل تكنولوجيا النانو
المصدر: بتصرف الباحث
http://www.hessen-nanotech.de/mm/NanoEnergy_web.pdf

* زيادة الكهرباء التي تولدها الطواحين الهوائية: باستخدام انابيب النانوية الكربونية لصنع ريش طواحين الهواء .
* شرائح من الأنابيب النانوية يمكن استخدامها للحد من فقدان الطاقة في أسلاك نقل الكهرباء: الأسلاك التي تحتوي على إنابيب النانو الكربونية وخفض تكلفة الخلايا الشمسية.
* تحسين أداء البطاريات وتحسين الكفاءة والحد من تكلفة خلايا الوقود.

3-2-2-1 تطبيقات تقنية النانو فى مجال الأقتصاد Nanotechnology Application In Economy

أقتصاد النانو (Nano Economics) هو تحالف تقنية النانو وا لإأقتصاد لتسريع وتيرة التغير التكنولوجي ، فالعلوم والتكنولوجيا هي المحرك الرئيسي للتمو الإقتصادي وجودة الحياة ، فإنتاج مواد ذات قدرة تنافسية عالية وأكثر كفاءة وأقل تكلفة وأقل تأثير سلبي علي البيئة بواسطة تكنولوجيا النانو تعمل علي فتح أسواق لمنتجات جديدة وتطوير الصناعات القائمة ٢، وقد وصل سوق خدمات النانو ومنتجاتها الي تريليون دولار عام 2015م وفقا لتقرير سوق تقنية النانو العالمي RNCOS.

4-2-2-1 تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مجال المجتمع Nanotechnology Application In Society

عندما تصبح تقنية النانو متاحة للجميع فسوف تسهم في تغييرات رئيسية في الاقتصاد العالمي، القوى العاملة، وطريقة المعيشة والعادات والأفكار، فبعض المنتجات بالفعل بالأسواق والبعض الآخر لايزال داخل المختبرات، هذه التكنولوجيا الجديدة تشكل العديد

[1] Hessen Nanotech: Application of Nanotechnologies in the Energy sector, Hessian ministry of economy, transport, urban and development, Germany, volume9, 2008.p 30-40-49.

[2] Edward Cupoli: The Relationship Between Nanotechnology and Economics, 2010,p1-3
Site": http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=2545

من التغييرات الغير معروفة إلى حد كبير، والآثار الإجتماعية والإقتصادية المحتملة[1]، حيث أنه مع كل ثورة تكنولوجية يصحبها تغير في عادات الأفراد والوظائف اليومية والحياة الإجتماعية وبالتالي يمكن ان تتغير الفراغات المعمارية المعروفة من ناحية الوظيفة أو الشكل.

2- تكنولوجيا النانو والعمارة Nanotechnology & Architecture

تعتمد تطبيقات تكنولوجيا النانو فى العمارة على الإمكانات الكامنة داخل المواد التى تم إكتشافها وتفعيلها لإنتاج مواد ذات خواص وإمكانات جديدة إلى جانب تكنولوجيا الأجهزة والمعدات التى تطورت بشكل فائق السرعة ٢ ويكون تطوير تكنولوجيا النانو في مجال العمارة تطويرا لمساعد على الإستدامة ، وتضيف للمعمارى ما لم يتاح له من قبل من إختلاف ملحوظ فى اساليب التفكير والتصميم المعمارى، لذا فإن التطبيق المؤثر على علوم العمارة يندرج فى جزئيين رئيسيين هما المواد والأجهزة الداخلة في البناء او التشغيل ، ويوضح شكل (3) تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مجال الهندسة المعمارية.

1-2 مواد النانو فى العمارة Nanomaterial in Architecture

تمكن تكنولوجيا النانو العمل داخل جزيئات المادة لتحسين خواصها واكسابها امكانات هائلة بشأنها أن تحتوى على تطبيقات لم تكن بها فتكسبها إمكانات أكثر من مادة فى نفس الوقت والتي تساعد المعماري علي تخطي القيود التصميمية والتنفيذية، ويمكن تصنيف مواد النانو كما يلى:

1-1-2 مواد النانو الانشائية Structure Nanomaterial

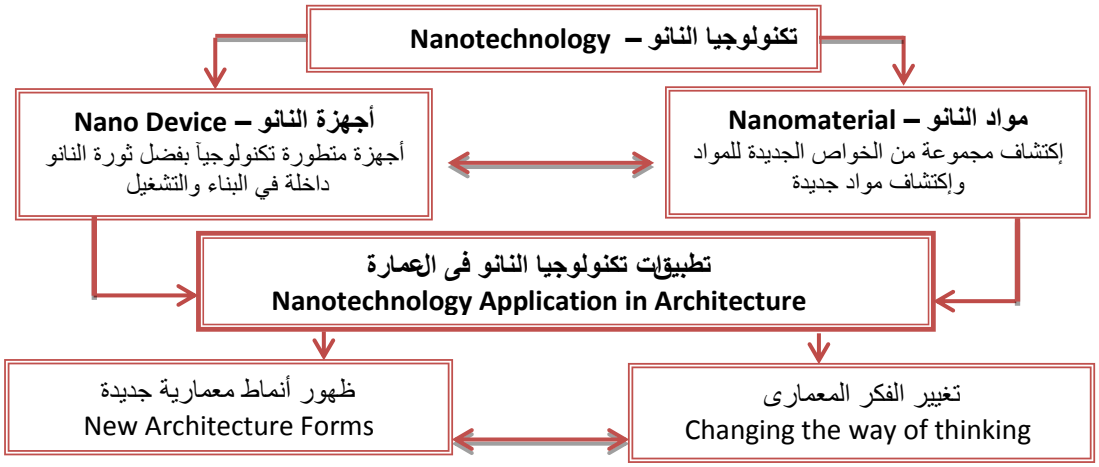
تتيح لنا تكنولوجيا النانو تطوير وتحديث المواد الانشائية الاساسية وهي الحديد والخرسانة وإستحداث مواد إنشائية نستعرضها مثل انابيب النانو الكربونية.

2-1-2 مواد النانو المكملة Non-Structure Material

تساهم تكنولوجيا النانو فى رفع كفاءة المواد المكملة معماريآ مثل الزجاج والحوائط الجافة والأخشاب.

3-1-2 مواد النانو العازلة insulation material

تقدم تكنولوجيا النانو فى مجال العزل تفوق فى إمكانات المواد العازلة العادية من حيث الصلابة والخفة والمرونة والرفع ، مثل مادة الميرا والألواح العازلة الرفيعة والنوافذ الماصة للطاقة.



شكل (3) تأثير تكنولوجيا النانو على مجال العمارة

المصدر : بتصرف من الباحث

Dr. George Elvin. Nanotechnology for Green Building (2007). p1- 11

4-1-2 الطلاءات النانونية Nano -Coating

الطلاء ياخذ مساحة كبيرة من أبحاث تكنولوجيا النانو لتحقيق مجموعة واسعة من الخصائص مثل سهولة التنظيف وذاتية التنظيف ومضادة للبصمة والكتابة والخدش والبكتريا والإنعكاس وحامية من الأشعة الفوق بنفسجية.

2-2 أجهزة النانو فى العمارة Nano Device in Architecture

تأتى ثورة النانو لتطوير أداء الأجهزة المسئولة عن الإضاءة والتبريد والتدفئة والطاقة الشمسية وتخزين الطاقة وتنقية الهواء وغيرها مع معالجة للسلبيات التى تسببت فيها تلك الأجهزة وتمكننا من الحصول علي افضل اداء مع اقل ضرر ممكن للبيئة.

ويوضح جدول رقم (2) ملخص لأغلب مواد وأجهزة النانو وفائدتها للعمارة[3]:

---

[1] Nanotechnology & Society: introduction at the university of California, centre of nanotechnology society,2010, site: http://www.cns.ucsb.edu/about/nanotechnology-society

[2] Nanotechnology In Architecture site : http://greendimensions.wikidot.com/nanotechnology-in-architecture

[3] Dr. George Elvin , Nanotechnology for Green Building,2007,p 1-88

جدول (2) تطبيقات تكنولوجيا النانو علي العمارة بتصرف من الباحث

تطبيقات تكنولوجيا النانو علي العمارة			
التطبيقات			**المميزات**
مواد النانو – Nano Material			
مواد الإنشاء - Structure material	**خرسانة – Concrete**	**السليكا الصغيرة Micro-silica (UFS)**	○ إضافة بنسبة 5% يعزز الضغط والانحناء بنسبة 50% كما انه يقلل امتصاص الصوت بنسبة 240%
		النانو سيليكا Nano-silica (NS)	▪ بديلا للأسمنت بالخلطة الخرسانية ▪ أضافة 3% يزيد قوة الضغط والانحناء من المونة الاسمنتية العادي بنسبة 10% إلى 25% على التوالي ▪ يقلل من إنبعاث ثانى اكسيد الكربون co_2 ▪ بإضافة نسبة 2% سيليكات صديوم الكالسيوم يزيد قوة الشد فى عجينة الأسمنت بنحو 40 %
		ثاني أكسيد التيتانيوم النانو - Nano titanium dioxide(TIO2)	▪ الأضافة بنسبة 5% إلى 10% يزيد من قوة الضغط للخرسانة بنسبة 26 % إلى 35 % ▪ ذاتية التنظيف ▪ تنقية الهواء ▪ إضافة 2 % يزيد من قوة الضغط للخرسانة بنسبة 17%
		جزيئات النيكل النانونية *Nickel - Nanoparticle*	○ أضافة جزيئات النيكل النانوية إلى الخلطة الخرسانية تزيد من قوة الضغط ما يزيد عن 15%
	حديد – Steel	**المواد المالئة النانونية Nano – Fillers**	✓ إضافتها تزيد قوة الانحناء فى الخليط الخرسانى بنسبة 15-20%
		الصلب عالي الأداء (H.P.S)	✓ مقاومة التآكل ✓ قابلية اللحام ✓ الصلابة ، الليونة
	انابيب النانو الكربونية Nano Carbon Tube		○ أقوى من الحديد بمقدار 100 مرة واخف منه فى الوزن بمقدار 6 مرات ○ اخف 10 مرات من الصلب ولكن اقوى 250 مرة الصلب ✓ تشتت الإشعاع الكهرومغناطيسي تصل إلى 70% . ○ مقاومة اللهب عن طريق اضافة انابيب النانو الكربنوية إلى الزجاج السائل . ○ **القيمة المضافة للخرسانة** ١. زيادة قوة الضغط الخرسانة الخلوية بنسبة 30% ٢. أضافة إلى الاسمنت بنسبة 0.01% يزيد من قوة الضغط 44.32% و قوة الشد 86.34% بالاضافة بنسبة 0.05% تزيد قوة الضغط 93.5% والشد 225.81% ٣. يسرع عمليات التشبع بالماء من خليط جبر السيليكا ٤. زيادة مقاومة الصقيع من 150 إلى 400 فهرنهيت بنسبة 46%
المواد المكملة - Non -Structure material	**الزجاج - Glass**	**خصائص الزجاج مع أضافة ثانى أكسيد التيتانيوم TIo_2**	○ حجب الاشعة فوق البنفسجية UV ○ طرد المياه و مضاد للانعكاس بأضافة أكسيد الزنك TIO_2+Zno ○ ذاتية التنظيف ○ مكافحة تلوث الهواء وتنقيتة من الأكاسيد النتيروجين
		الزجاج المضاد للحرائق	▪ بأضافة ثانى أكسيد السيليكون SIO_2 يكتسب الزجاج خاصية مقاوم للحرائق
		الحوائط الجافة Dry Wall	✓ خفيف الوزن ✓ مقاوم للمياه – مقاوم للعفن ✓ أقل أستهلاكا للطاقة أثناء التصنيع
		الأخشاب – Woods أخشاب النانو – Nano woods	❖ خاصية طرد المياه و الزيوت و سهولة التنظيف ❖ حماية من العفن – الطحالب – الكائنات الدقيقة ❖ حماية الخشب من الاشعة فوق البنفسجية ❖ حماية الخشب من تغيرات درجات الحرارة ❖ عدم تغير لون الخشب ❖ عدم نفاذية البخار
مواد العزل - Insulation Material		**لميرا (ايروجيل) Lumira (aerogel)**	❖ انتقال الضوء 91 % - لكل سم2 ❖ الموصلية الحرارية (0.71 وات / م^2 كلفن) ❖ تقليل اكتساب الحرارة ❖ تقليل الضوضاء ❖ خفض استهلاك الطاقة و الحد من انبعاثات الكربون ❖ يزيل الوهج ، تشتت الضوء ❖ استقرار الاداء اليومى للاشعة فوق البنفسجية ❖ مقاومة تغير اللون – العفن - الرطوبة ❖ عمليات التصنيع الخضراء (المستدامة)

تابع جدول (2) تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة

	الالواح العازل الرفيعة **Thin-film insulation**	✓ حجب ضوء الشمس ✓ انخفاض درجة حرارة الغرفة من 2-3° درجة مئوية ✓ تقليل نفقات الكهرباء لتكييف الهواء ✓ القدرة على امتصاص الاشعة تحت الحمراء
	النوافذ الماصة للطاقة Solar Absorbing windows	▪ معامل اكتساب الحرارة (SHGC) يبلغ 0.55 ▪ نفاذية الضوء المرئي بنسبة 70% ▪ الحد من الضوضاء الخارجية ▪ قابلية التشكيل على واجهات المباني المسطحة والمنحنية ▪ التقليل من مشاكل اللون الزاوي
طلاءات – Coating	**ذاتية التنظيف (تأثير اللوتس)** Self-cleaning (Louts Effect)	▪ عدم اللتصاق الشوائب على سطح الدهان ▪ خفض تكاليف الصيانة
	ذاتية التنظيف (التحفيز الضوئى) Self-cleaning (photo catalytic)	▪ سهولة تنظيف الأسطح ▪ مكافحة تلوث الهواء ▪ حجب الأشعة فوق البنفسجية ▪ خفض تكاليف الصيانة
	سهولة التنظيف **Easy to Clean (ETC)**	▪ سهولة تنظيف الأسطح ▪ السطح طارد للمياه والزيوت ▪ عدم الأعتماد على الأشعة الشمسية لتنظيف الأسطح ▪ نعومة السطح كملمس الرخام
	مضادة للبصمة **Anti-Finger print**	▪ مضاد لظهور بصمات اليد على الجسم الخارجى للطلاء ▪ لابمنع وجود بصمات اليد ولكن يعمل على إنكسار الضوء بحيث لا يظهرها
	مضادة للكتابة على الحوائط **Anti - Graffiti**	▪ معالجة التوتر السطحى للطلاء فيعمل على مقاومة اللتصاق الكتابة على الجدران ▪ سهولة تنظيف السطح بالماء فقط
	مضادة للخدش **Anti- Scratching**	▪ معالجة مقاومة الأسطح لمقومة الخدوش
	مضادة للبكتريا **Anti-Bacteria**	▪ بفضل أضافة ثانى أكسيد التيتانيوم و جزيئات الفضة بمقياس النانو يقوم الطلاء بمقاومة البكتريا و الجرائيم ▪ سهولة تنظيف الأسطح
	مضادة للانعكاس **Anti-Reflection**	▪ تحسين نفاذية الضوء للزجاج إلى98% والبلاستيك إلى 99% ▪ تقليل الضوء المنعكس من 8% إلى 1% ▪ تحسين كفاءة الأضاءة بالمبنى بنسبة 15% ▪ تحسين أداء الخلايا الشمسية بطلاء له معامل انعكاس متوسط 2.8 %
	حماية من الأشعة فوق البنفسجية **UV protection**	▪ إضافة " ثانى أكسيد التيتانيوم TIO^2 – أكسيد الزنك ZnO- أكسيد الزير CeO " فيعمل TIO2 على إمتصاص الأشعة الضارة فقط UV-B وترك الأشعة النافعة UV-A كما يعمل ZnO على الحماية من الاشعة دون حجب الضوء ويعمل CeO على إمتصاص الاشعة مع حجب كمية ضئيلة من الضوء فيعطى الضوء الاصفرار
أ جهزة النانو – Nano Device		
الإضاءة – Lighting	**النانو ليد** **Nano LED**	▪ توفير الطاقة أكبر من المصابيح التقليدية بنسبة 82 إلى 93% ▪ المصابيح صغيرة جدا (أصغر من 2 مم2) ▪ أقتصادى التكاليف على المدى الطويل ▪ حياة طويلة 35.000 : 50.000 ساعة ▪ سرعة الأضاءة ▪ خاصية تغيير لون الأضاءة ▪ لون الأضاءة بدون أستخدام مرشحات لونية ▪ لا تتأثر كفاءتها بالشكل ولا الحجم
	شاشة الصمام الثنائي العضوي الباعث للضوء (OLED) **Organic Light-emitting diodes**	▪ المرونة الكافية للتشكيل على اى سطح مستقيم أو منحنى ▪ أستهلاك كهربائى منخفض يتراوح من 2 إلى 10 فولت ▪ تعمل ضمن مجال حراري أوسع ▪ أكثر سطوعاً ▪ زمن استجابة قصير ▪ اخف وزنا ▪ أكثر متانة ▪ ذات سمك لا يتعدى المليمترات
	نقاط الكم الضوئية **Quantum dot (QLED) lighting**	▪ كفاءة الإنارة 30-40% اعلى من شاشات (OLED) ▪ أضاءة ذات لون نقى ▪ انخفاض استهلاك الطاقة ▪ تصنيع منخفض التكلفة ▪ لديها القدرة على أن تكون أكثر من ضعف كفاءة شاشاتOLED

تابع جدول (2) تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة

تنقية الهواء - Air Filtration	تنقية الهواء في الأماكن المغلقة Indoor Air Purification	❖ القضاء على جميع أبخرة المركبات العضوية المتطايرة الضارة من الطلاء o القضاء على 99.7% من فيروسات الأنفلونزا و 98% من الروائح ✓ إزالة الملوثات مثل الفيروسات والبكتيريا و دون إطلاق أي أكسدة في الهواء ✓ تحلل المواد الضارة إلى مواد مثل الماء و ثانى اكسيد الكربون
	تنقية الهواء الخارجى Outdoor Air Purification	○ تنقية الهواء الخارجى تكون بأساس من خاصية التحفيز الضوئى فيتم القضاء على ما بين 20% و 80% من الملوثات و الأكاسيد المتطايرة
	تنقية المياة Water Filtration	✓ إزالة السموم الهيدروكربونات المسببة للسرطان في المياه الجوفية بأضافة حديد النانو ✓ إزالة ثلاثي كلور الإيثيلين من المياه الجوفية 2200 مرة أفضل بأضافة جزيئات الذهب المطلي مع البلاديوم ✓ عمليات معالجة المياة بالتزار نانو(Altair Nano) ✓ القضاء على المبيدات والمذيبات الصناعية والجراثيم بأضافة ثاني أكسيد التيتانيوم (Tio_2) مع عملية التحفيز الضوئى ✓ أوزون النانو(ozone Nano) بديلا للكلور فى عملية تطهير المياه فهو 51 مرة اقوى من الكلور و3000 مرة اسرع فى عملية التطهير
الطاقة الشمسية - Solar Energy	خلايا السليكون الشمسية Silicon Solar Cells	❖ انتاج الطاقة أكثر خمس مرات من الخلايا التقليدية ❖ التكلفة أقل 10 مرات من خلايا السيلكون التقليدية ✓ أعادة التدوير ✓ أمكانية وضعها على النوافذ ❖ ذات لون شفاف و نصف شفافة ❖ سمك الخلية أقل من الخلايا التقليدية ❖ أمكانية وضعها على الحوائط الستائرية (Curtain wall)
	خلايا الاغشية الرقيقة الشمسية Thin-film solar	○ سعر الخلايا الشمسية البلاستيكية 1/50 من تكلفة السيليكون ○ مرونة التشكيل على جميع أشكال الأسطح المنحنية ❖ كفاءة الخلايا البلاستيكية 30% أكبر من الخلايا السيلكون التقليدية
	تخزين الطاقة – Storage Energy	✓ زيادة سعة التخزين للبطاريات مما يقلل حجم الفراغات المطلوبة لهذة الأجهزة. ✓ تقليل وقت الشحن ✓ زيادة العمر الأفتراضى للبطارية ✓ تحسين كفاءة البطارية ✓ تقليل إنبعاثات الكربون ✓ وحدات تخزين دقيقة ✓ تحسين كفاءة تخزين الكهرباء ✓ تطوير طرق أنتاج وقود الهيدروجين وتخزينة ✓ تحسين أداء بطاريات ليثيوم Lithium-Ion Battery بدمج أنابيب النانو الكربونية

3- مستقبل العمارة مع تكنولوجيا النانو The Future of Architecture with Nanotechnology

تعتبر المباني من أهم أسباب المشكلة البيئية الحالية من حيث إزالة الغابات وتآكل التربة والتلوث البيئي و إستنفاد الأوزون ونضوب الوقود الأحفوري وتغير المناخ العالمي وصحة الإنسان.

وستقود ثورة تكنولوجيا النانو إلى علاج هذه المشكلة من خلال تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية ، حيث ان هناك عدة عوامل من شانها الاعتماد على تكنولوجيا النانو فى العمارة .

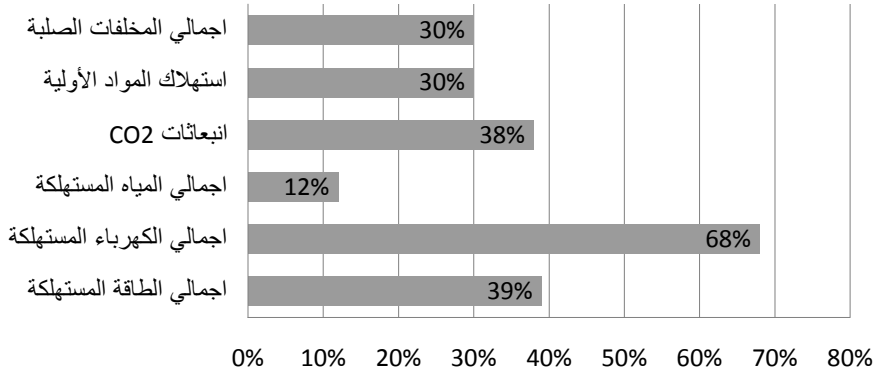
* زيادة متطلبات المباني الخضراء.
* أهتمام جميع الدول و المؤسسات العلمية والدولية بأبحاث تكنولوجيا النانو والتنمية و تمويل تلك الأبحاث بمليارات الدولارات سنويا في جميع أنحاء العالم لأنها تكنولوجيا المستقبل وقد تكون الحل للمشكلات المعمارية .
* إنتشار تطبيقات تكنولوجيا النانو " الأجهزة والمواد ".
* الفوائد البيئية الواضحة للتطبيقات ومنتجات تكنولوجيا النانو.
* انخفاض تكاليف التكنولوجيا مع مرور الوقت.

4- دلالات الرموز

- ▪ مواد متواجدة بالأسواق العالمية
- ❖ مواد متواجدة (مواصفات الشركات)
- ○ نتائج إبحاث معملية
- ✓ نتائج إبحاث علمية

بدأت الدعوة إلي عمارة مستدامة متوافقة مع البيئة نظر آ لتأثير المشروعات المعمارية كجزء من منظومة التنمية خلال دورة حياتها من إنشاء وإشغال وتشغيل وحتى مرحلة التخلص النهائي تأثيرا مباشرا وغير مباشر علي البيئة الطبيعية والغلاف الحيوي [1].

وما يلي بعض مظاهر تأثير المشروعات المعمارية علي البيئة الطبيعية والموضحة بالشكل (4):



شكل (4) تأثير قطاع الإنشاء علي البيئة – الولايات المتحدة الامريكية

المصدر: بتصرف الباحث - http://www.wbdg.org/design/sustainable.php

تكتمل منظومة العمارة المستدامة [2] بتحقيق مبادئ ومعايير الاستدامة عن طريق تطبيق مبادىء العمارة المستدامة خلال دورة حياة المبني والموضحة بالشكل (5)، وكما حددها المجلس العالمي لأبحاث البناء CIB

شكل (5) منظومة تحقيق العمارة المستدامة

المصدر:بتصرف من الباحث.

1-4 أنظمة تقييم المباني المستدامة:

يوجد العديد من أنظمة تقييم المبانى المستدامة سواءاً على المستوى العالمى او الإقليمى أو المحلى والتى تضع المعايير والإشتراطات الواجب توافرها فى المبانى للحصول على الإعتماد من أهمها :

أ - نظام تقييم المباني المستدامة – المملكة البريطانية [3] (BREEAM) .

ب -نظام تقييم المباني المستدامة – الولايات المتحدة الأمريكية [1] (LEEDTM).

---

[1] National Institute of Building Sciences, Whole Building Design guide, site: http://www.wbdg.org/design/sustainable.php .

[2] William Brister: Sustainable green Architecture .2007 , site: http://ezinearticles.com/?Sustainable-Green-Architecture&id=715327

[3] The Building Research Establishment Environment Assessment Method, site: http://www.breeam.org , Accessed (13-8-2014)

ج - نظام تقييم المباني الخضراء الدولية – الولايات المتحدة[2] (Green Globes).
د - نظام تقييم المباني المستدامة – اليابان[3] (CASBEE) .
ه - نظام التقييم بدرجات اللؤلؤة " إستدامة " دولة الإمارات العربية المتحدة[4] ESTIDAMA.
و - نظام الهرم الأخضر للتقييم البيئى بجمهورية مصر العربية[5] (GPRS).

ومن خلال دراسة هذه الأنظمة نجد أنها تتفق في مجموعة من المعايير الأساسية الواجب توافرها في المباني التي تتصف بالاستدامة و تجعلها شرط للإعتماد لدي أنظمتها، وقد حددت هذه المعايير في **(إستدامة الموقع – كفاءة الطاقة – كفاءة المياه - المواد والموارد – جودة البيئة الداخلية)** ، بينما تتباين في توزيع النقاط المكتسبة تبعا لأهمية كل معيار وباختلاف النظام المستخدم كما في الجدول (3) الذى يوضح فيه الاوزان النسبية لمعايير تقييم الاداء البيئى في الأنظمة المختلفة ، مع العلم في وجود بعض المعايير الفرعية المختلف عليها.

جدول (3) متوسط الاوزان النسبية لانظمة تقييم الاداء البيئي
المصدر : تصرف الباحث

انظمة تقييم الاداء البيئى	استدامة الموقع	كفاءة الطاقة	كفاءة المياه	المواد والموارد	جودة البيئة الداخلية
BREEM	%10	%19	%6	%12.5	%15
LEED	%20	%25	%7	%19	%22
Green Globe	%11.5	%38	%8.5	%10	%20
CASBEE	%15	%20	%2	%15	%20
ESTIDAMA	%6.7	%24.8	%24.2	%16	%21
GPRS	%5	%25	%35	%10	%10
متوسط الأنظمة	**%11.5**	**%25**	**%14**	**%14**	**%18**

وتم الإستخلاص من الجدول السابق متوسط لكل عنصر من عناصر التقييم للوصول الي متوسط للأنظمة المختلفة لتقييم البناء المستدام جدول (4) بحيث تعتمد عليه الدراسة فيما بعد لتقييم أداء تطبيقات تكنولوجيا النانو بالمشاريع العالمية و المشاريع التجريبية للدراسة.

جدول (4) النسب المئوية لمتوسط أنظمة التقييم المستدام

معايير الإستدامة / معيار التقييم	كفاءة الطاقة	كفاءة البيئة الداخلية	المواد و الموارد	كفاءة أستخدام المياه	إستدامة الموقع	مجموع الدرجات
متوسط أنظمة التقييم للبناء المستدام	25	18	14	14	11.5	82.5
النسب المئوية لمتوسط أنظمة التقييم للبناء المستدام	**%30**	**%22**	**%17**	**%17**	**%14**	**%100**

يتضح لنا مما سبق أن العالم بأكملة يتجة إلى ترشيد الطاقة والمياه من خلال المواد للوصول لتحسين البيئة الداخلية لتحقيق الإستدامة، ونحاول الوصول بالدراسة لإثبات إن تطبيقات النانو (مواد النانو - أجهزة النانو) في العمارة تحقق لنا ذلك.

الدراسة التحليلية:-

---

[1] Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System, site : http://www.usgbc.org/leed Accessed (13-8-2014)
[2] Green Globes-Building Environmental Assessments, site: http://www.greenglobes.com , Accessed(13-8-2014)
[3] Comprehensive Assessment System For Building Environmental Efficiency (CASBEE), Site : http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/ Accessed (13-8-2014)
[4] Abo Dhabi Urban Planning " Estidama(2010) , site , http://www.estidama.com Accessed(15-8-2014)
[5] Establishment of Egyptian Green Building Council " GPRS" : Egyptian Green Pyramid Rating System "Version 0.1" , site , http://egyptgbc.org/EGBC_Presentation/EGBCfinal.pdf accessed (20-8-2014)

5- منهجية تحقيق معايير الاستدامة من خلال تطبيقات النانو:

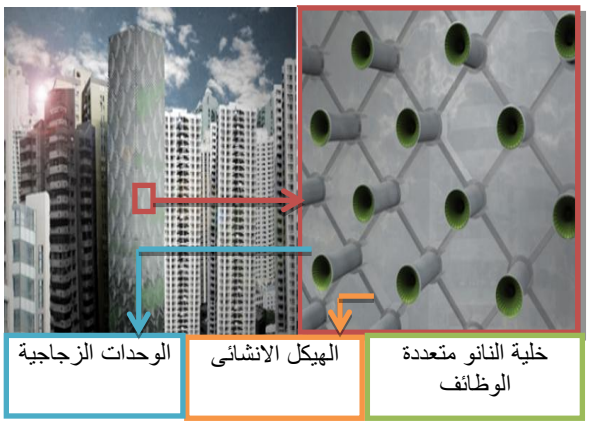
يتجة البحث نحو دراسة تأثير إستخدام تطبيقات النانو فى البناء ودورها فى تحقيق معايير الإستدامة، وذلك من خلال دراسة تحليلية لأمثلة مختارة من المشروعات المستقبلية العالمية جاري تنفيذها أو سيتم تنفيذها ذات التوجه المستدام والتى تستخدم تطبيقات النانو .

1-5 عينات الدراسة:

تم اختيار ثلاث مشروعات منها ما تم الإنتهاء من تنفيذه ومنها ما هو مقترح تنفيذه في الآعوام القادمة.

1-1-5 مشروع برج أوف ذا جريد - Off the Grid-

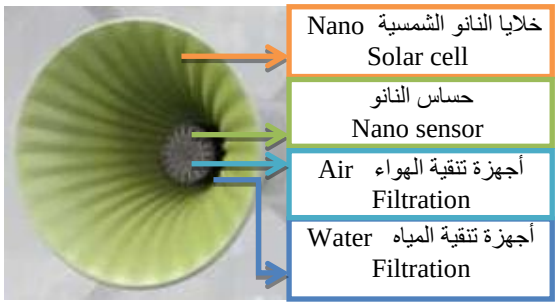
مشروع سكني من تصميم المكتب المعماري **Philips's Design** وهو مقترح في الصين لعام 2020م يستند المشروع على تطوير الإسكان المستدام من خلال تطبيقات تكنولوجيا النانو [1] بحيث يعمل بمبد أ عدم وجود مخلفات (No waste) ، يعمل المشروع على ا لإكتفاء الذاتى من المياه والطاقة من خلال غلاف المبنى الحيوي (Nano Skin) ، ويتكون غلاف المبنى [2] من خلايا نانو متعددة الوظائف كما هو موضح بشكل (6) :



شكل (6) (Off the Grid : Sustainable Habitat 2020)
Source: Off the Grid: Sustainable Habitat 2020, http://www.yatzer.com/1095_off_the_gridsustainable_habitat_2020

1-1-1-5خلايا النانو متعددة الوظائف:

تتكون خلية النانو متعددة الوظائف من شكل إسطوانى يتحول لشكل مخروطى كشكل الزهرة أثناء عمل الخلية وتتكون من جسم داخلى من الخلايا الشمسية ومركزها عبارة عن أجهزة النانو لتنقية الهواء وحولها فتحات موصلة بمسارات المياه والتى تفتح أثناء وجود المطر ويتحكم بكل الأجهزة مجموعة من حساسات النانو Nano Sensor [3] ،كما هو موضح بشكل (7) .



شكل (7) مكونات خلية النانو متعددة الوظائف
المصدر : بتصرف الباحث 5

2-1-1-5الهيكل ا لإنشائى: وهو عبارة عن شبكة من الأنابيب المتداخلة على زاوية 45 مفرغة من الداخل يمر بداخلها

أ - أسلاك النانو التى تنقل الكهرباء المولدة من الخلايا الشمسية
ب -أنابيب نقل مياه الأمطار إلى خزانات المياه
ج -أنابيب نقل الهواء بعد عملية تنقيته إلى للفراغات الداخلية

3-1-1-5 الوحدات الزجاجية: عباة عن وحدات من الزجاج أو البلاستم كامل حسب رغبة مستخدم الفراغ الداخلى.

ويعمل غلاف المبنى كناقل حيوى بين البيئة الداخلية والخارجية يقوم بتغذية الفراغات الداخلية

أ - الإضاءة الطبيعية طول فترات اليوم وتوليد الكهرباء اللازمة للإضاءة الليليةعن طريق الخلايا الشمسية.
ب -الهواء النقى عن طريق تفعيل غلاف المبنى كجهاز تبريد طبيعى للبيئة الداخلية.
ج -المياه النقية عن طريق مياه الأمطار أو سحب رطولة الهواء وتكثيفها .
د - الكهرباء اللازمة لكافة الأجهزة داخل المبنى .

وتتلخص نتائج تطبيق تكنولوجيا النانو بالمشروع في جدول (5) .

---

[1] PROBLEM: POLLUTION / SOLUTION: SUSTAINABLE HABITAT 2020, http://www.popsci.com/environment/article/2010-09/life-edge?page=2%2C3

[2] Off the Grid: Sustainable Habitat2020 ,video https://www.youtube.com/watch?v=-wmiNhkptQw)

[3] Off the Grid: Sustainable Habitat2020 ,video https://www.youtube.com/watch?v=-wmiNhkptQw

جدول (5) نتائج تطبيق تكنولوجيا النانو بمشروع برج أوف ذا جريد المصدر: الباحث

تأثير تطبيقات تكنولوجيا النانو بمشروع برج أوف ذا جريد (Off the Grid)											
تطبيقات تكنولوجيا النانو	مواد النانو – Nano Material							اجهزة النانو – Nano Device			
	المواد الانشاء			المواد المكملة							
	خرسانة	حديد	انابيب النانو الكربونية	الخشب	الزجاج	الحوائط الجافة	مواد العزل	طلاءات	الاضاءة	تنقية الهواء	تنقية المياه	الطاقة الشمسية	تخزين الطاقة
	-	-	-	-	√	-	-	-	√	√	√	√	√
معايير الاستدامة	إستدامة الموقع		كفاءة المياه		كفاءة الطاقة				المواد والموارد		كفاءة البيئة الداخلية		
	عدم التاثير السلبى على الموقع تنقية الهواء للبيئة الخارجية -مكافحة تلوث الهواء التفاعل مع البيئة المحيطة إكتفاء ذاتى من الطاقة إكتفاء ذاتى من شبكات المياه والصرف تقليل اصدار الكربون متنفس للمدن الكبرى		تجميع مياة الامطار وتخزينها فى قنوات اجتذاب الرطوبة من الهواء تنقية وترشيح مياه الامطار استخدام المياه فى حلقة مغلقة لاعادة استخدامها تنقية مياة الصرف		تولية الكهرباء من الخلايا الكهروضوئية الامطار لتغذية المبنى بالمياه تنقية للهواء عن طريق خلايا النانو تدوير المخلفات لتوليد البيوجاز تدوير المياه الرمادية تبريد الهواء بدون اجهزة تبريد التدفئة من تدوير المخلفات الاكتفاء الذاتى من الطاقة الطبيعية				الاستغلال الامثل لكافة المواد اعادة تدوير مخلفات المبنى الصلبة والعضوية استخدام مواد ذكية مواد غير ملوثة للبيئة مواد متعددة الاستخدام		التهوية الطبيعية الهواء المرشح الاضاءة الطبيعية المياه النقية التدفئة الصحية فراغات ذكية الاطلالة البانورامية التبريد الطبيعى	
توظيف تطبيقات النانو لتحقيق معايير الأستدامة	الهيكل الانشائى		غلاف المبنى						البيئة الداخلية				
	لم يذكر اعتماد المبنى على مواد النانو فى الهيكل الانشائى، ولكن استفاد منه في عمل مسارات للأسلاك والأنابيب.		غلاف المبنى ناقل حيوى للطاقة عن طريق اجهزة الاستشعار وخزانات الطاقة فى استجابة لما تتطلبة الفراغات الداخلية غلاف المبنى عبارة عن مجموعة من اجهزة النانو (خلايا النانو متعددة الوظائف) تندمج اجهزة ((تنقية المياه – تنقية الهواء – خزانات الطاقة – الخلايا الكهروضوئية) داخل خلايا النانو						البيئة الداخلية ذكية لا تفعل النشاطات من الاضاءة او المياه الا عند استشعار حاجة المستخدم وتحديد نوعية النشاط الذى يقوم بة فلا تهدر تلك الفراغات اى طاقات غير مستخدمة حوائط الفراغات الدخلية عبارة عن اجهزة استشعار موصلة بخزانات الطاقة			
النتائج	المبنى هو اندماج (تكنولوجيا النانو + العمارة الذكية) " عمارة نانو ذكية "Smart Nano Architecture اعتمد المبنى على اجهزة النانو ليحقق استدامة المبنى من حيث الاعتماد على البيئة الخارجية والطاقات الطبيعية المتجددة للاكتفاء الذاتى من الكهرباء – المياه – الهواء – طاقة البيوجاز مفهوم جديد للاسكان المستدام التى تؤدى الى استدامة المدن الاستغناءالتام عن الشبكات الدولية (الطاقة – المياه – الصرف الخارجية) تدعيم الفكر المعمارى ، الذى يعتبر السطوح الخارجية للمبنى فقط كفاصل بين البيئة الداخلية والخارجية ليكون غلاف المبنى عنصر حى يعمل على تغذيته بالإضاءة والمياه والهواء النقى.												

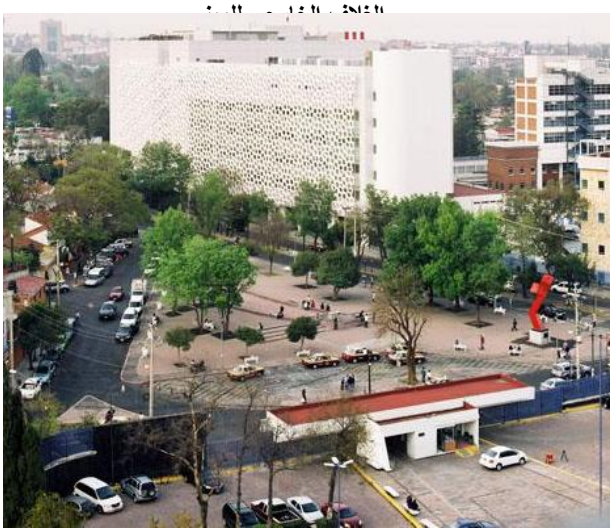
2-1-5 مستشفى مانويل جيا جونزاليز Hospital Manuel Gea Gonzalez

مستشفى مانويل جيا جونزاليز (Manuel Gea Gonzalez) ، يقع في حي تلالبان الجنوبي من مكسيكو سيتي وهو من تصميم **Allison Dring& Daniel Schwaag** وتم الانتهاء منه عام 2013 م[1]

تم الأستعانة بوحدات prosolve370e فى تغطية الواجهة بكاملها ، وهي عبارة عن وحده معمارية زخرفية ثلاثة الأبعاد قابلة للتجميع تعمل على إزالة ملوثات الهواء عن طريق تطبيقات تكنولوجيا النانوفي طلاء التنظيف الذاتى (التحفيز الضوئى من خلال ثانى اكسيد التيتانيوم TIO2). وتتميز الوحده بسهولة التركيب والتجميع وليونة التشكيل كما في شكل (8) وتستخدم أيضا في[2]:

- مكافحة ملوثات الهواء
- القدرة على القضاء على ملوثات 8750 سيارة يومياً
- مكافحة الضباب المنتشر المدينة
- تقليل سرعة الرياح لمعالجة أكبر قدر من الملوثات بالهواء
- الإستفادة من كل جوانب الواجهة (Skin)
- تظليل المبنى لحتفاظ المبنى بدرجات حرارة منخفضة
- تقليل الأحمال الحرارية للمبنى
- صورة ذهنية مميزة للمبنى

وتتلخص نتائج تطبيق تكنولوجيا النانو بالمشروع في جدول (6) .



شكل (8) مستشفى مانويل جيا جونزاليز - Manuel Gea Gonzalez
Source: http://www.medicaldaily.com/mexico-city-hospital-eats-pollution-torre-de-especialidades-features-innovate-facade-tiling-265942

[1]Torre de Especialidaes , http://www.prosolve370e.com/pr_torre.htm
[2]Mexico City Hospital, http://www.medicaldaily.com/mexico-city-hospital-eats-pollution-torre-de-especialidades-features-innovate-facade-tiling-265942

جدول (6) نتائج تطبيق تكنولوجيا النانو بمشروع مستشفي مانويل المصدر: الباحث

تأثير تطبيقات تكنولوجيا النانو بمستشفى مانويل جيا جونزاليز Hospital Manuel Gea Gonzalez												
تطبيقات تكنولوجيا النانو	مواد النانو – Nano Material							اجهزة النانو – Nano Device				
	المواد الانشاء			المواد المكملة								
	خرسانة	حديد	انابيب النانو الكربونية	الخشب	الزجاج	الحوائط الحافظة	مواد العزل	طلاءات	الإضاءة	تنقية الهواء	تنقية المياه	الطاقة الشمسية	تخزين الطاقة
	–	–	–	–	√	–	–	√	–	–	–	–	–
معايير الاستدامة	استدامة الموقع		كفاءة المياه	كفاءة الطاقة			المواد والموارد	كفاءة البيئة الداخلية					
	تنقية الهواء للبيئة الخارجية مكافحة تلوث الهواء عدم التاثير السلبى على الموقع تقليل اصدار الكربون		واجهات وحوائط ذاتية التنظيف	تنقية الهواء من غلاف المبنى الاضاءة الطبيعية لكامل المبنى التبريد الطبيعى للهواء وفر طاقات الصيانة والتنظيف			مواد غير ملوثة الاستغلال الامثل مواد ذاتية التنظيف متوسط عمر المواد اطول من المواد التقليدية	حوائط ذاتية التنظيف تنقية الهواء اضاءة طبيعية التهوية الطبيعية					
توظيف تطبيقات النانو لتحقيق معايير الأستدامة	الهيكل الانشائى		غلاف المبنى				البيئة الداخلية						
	لم يذكر اعتماد المبنى على مواد النانو فى الهيكل الانشائى		غلاف المبنى يتعامل على مستويين *المستوى الاول غلاف المبنى التقليدى الذى يخدم الفراغات الداخلية ويغذيها بالاضاءة - الهواء *المستوى الثانى الوجهات المعلقة وتعمل على مستوى البيئة الخارجية والداخلية بحيث تعمل على تنقية الهواء الخارجى مع عمليات تنقية الهواء المغذى للمبنى وعمليات التظليل ويتكون من وحدات مديولية (prosolve370e) مزودة بطلاءات النانو " التحفيز الضوئى			اعتمدت الفراغات الداخلية على مواد النانو • الوجهات ذاتية التنظيف - مقاومة البكتريا والفطريات • الوجهات الداخلية منقى ومرشح للهواء الداخلى					
النتائج	✓ المبنى هو اندماج (تكنولوجيا النانو + العمارة الخضراء) " عمارة نانو خضراء "Green Nano Architecture ✓ استراتيجات المبنى تعمل على الاعتماد على الطاقة الشمسية والتفاعل مها لمكافحة تلوث الهواء و العمل على ترشيح وتنقية الهواء ✓ يقدم المبنى مفهوم جديد لا ستخدام وجهات المبانى ✓ المبنى يعتمد على وحدات مديولية (prosolve370e) لتحقيق استراتيجات تنقية الهواء ✓ يقدم المبنى مفهوم جديد للعمارة ودورها فى تحسين وازالة التلوث البيئى والمساعدة على تحسين البيئة الداخلية والخارجية فى مجال تلوث الهواء												

3-1-5 برج مضاد الضباب[1] Anti-Smog Tower

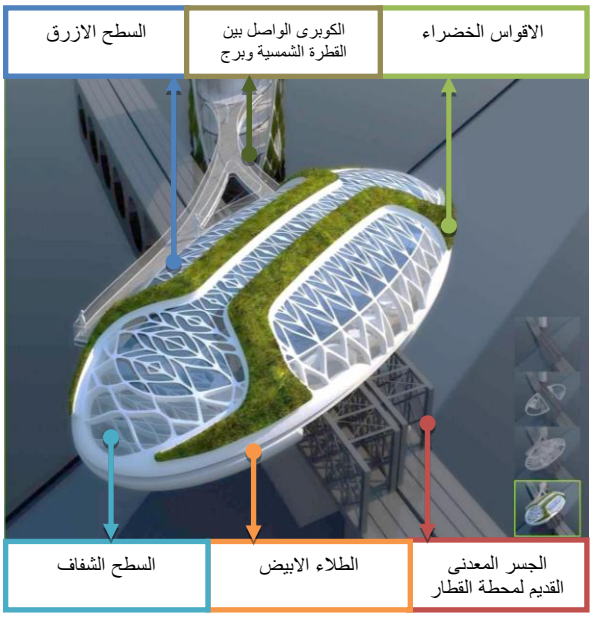
مقترح مستقبلي يقع علي القناة المائية دولوكيت في باريس – فرنسا والمعروفة بالضباب الشديد وإرتفاع مستوي الملوثات، وقام بتصميمه المعماري Vincent Callebaut ، في عام 2007 حيث إستخدم تكنولوجيا النانو لصناعة نموذج مبني مستدام يعتمد علي الطاقات المتجددة مع أقل أثر بيئي، ولتنقية الهواء من الملوثات، ويتكون المشروع من جزئين شكل(9):

القطرة الشمسية Solar Drop: تحتوي علي مناطق ترفيهية كالحدائق وحمامات السباحة وصالات الألعاب والمحلات التجارية ، وهي عبارة عن شكل بيضاوي مبني اعلي جسر وقد تم تحقيق الاستدامة من خلال تطبيقات النانو في العناصر الأتية:

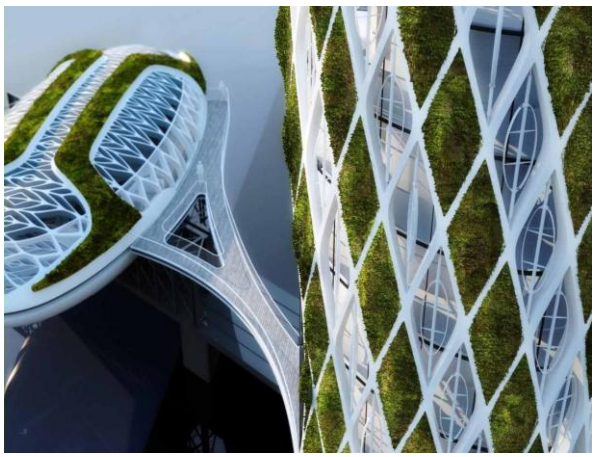
* السطح الأزرق: 250م2 من الخلايا الكهروضوئية تغطي سطح المبني.
* السطح الشفاف: لتغذية المبني بالإضاءة الطبيعية.
* الأقواس الخضراء: لتجميع وتخزين مياه الأمطار وتخفيف الأحمال الحرارية .
*طلاء النانو الأبيض: ذو خاصية التنظيف الذاتي ومكافحة تلوث الهواء بتحليلها الي مركبات غير ضارة.

برج الرياح Wind Tower: ويحتوي علي متحف ومعرض ومركز لعلوم الطاقات المتجددة، وتم استخدام نفس التطبيقات التي في القطرة الشمسية مع استخدام توربينات الرياح المثبتة علي الهيكل الإنشائي لغلاف المبني المكون من ألياف البوليستر وذلك لإنتاج الكهرباء.

وتتلخص نتائج تطبيق تكنولوجيا النانو بالمشروع في جدول (7) .



الأجزاء الفعالة بكتلة القطرة الشمسية



أعتماد المبنى على توربينات الرياح – الخلايا الكهروضوئية – الحدائق المعلقة – طلاءات التحفيز الضوئى (ثانى اكسيد التيتانيوم
شكل (9) برج مضاد للضباب Anti-Smog Tower
المصدر:http://inhabitat.com/anti-smog-architecture

جدول (7) نتائج تطبيق تكنولوجيا النانو بمشروع برج مضاد الضباب المصدر: الباحث

[1] http://inhabitat.com/anti-smog-architecture-a-catalyst-for-cleaner-air-in-paris

تأثير تطبيقات تكنولوجيا النانو في برج مضاد الضباب Anti-Smog Tower												
تطبيقات تكنولوجيا النانو	مواد النانو – Nano Material							اجهزة النانو – Nano Device				
	المواد الانشاء			المواد المكملة								
	خرسانة	حديد	انابيب النانو الكربونية	الخشب	الزجاج	الحوائط الجافة	مواد العزل	طلاءات	الاضاءة	تنقية الهواء	تنقية المياة	الطاقة الشمسية	تخزين الطاقة
	√	√			√			√		√		√	√
معايير الاستدامة	استدامة الموقع		كفاءة المياه		كفاءة الطاقة		المواد والموارد		كفاءة البيئة الداخلية				
	تنقية الهواء للبيئة الخارجية - مكافحة تلوث الهواء الاكتفاء ذاتى من الطاقة - متنفس للمدن الكبرى عدم التاثير السلبى على الموقع تقليل اصدار الكربون		تخزين مياة الامطار الحدائق السطحية لاستقبال المياة الناتجة من عملية التحفيز الضوئى بغلاف المبنى		توليد الكهرباء (توربينات الرياح – خلايا الكهروضوئية) تنقية الهواء من غلاف المبنى الاضاءة الطبيعية لكامل المبنى التبريد الطبيعى للهواء وفر طاقات الصيانة والتنظيف طاقات اقل للمصاعد		مواد يمكن تديرها مواد غير ملوثة الاستغلال الامثل مواد ذاتية التنظف العمر الاطول للمواد صيانة اقل مواد متعددة الاستخدام		حوائط ذاتية التنظيف تنقية الهواء اضاءة طبيعية حدائق سطحية اطلالة بانورامية التهوية الطبيعية				
توظيف تطبيقات النانو تحقيق معايير الأستدامة	الهيكل الانشائى		غلاف المبنى						البيئة الداخلية				
	يستخدم المبنى الياف البوليستر المقوى بالصلب فى القطرة الشمسية يستخدم الكور الخرسانى + الياف البوليستر المقوى بالصلب ببرج الرياح		غلاف المبنى بالكامل عبارة عن مواد النانو واجهزة النانو (خلايا كهروضوئية – توربينات رياح- حوائط زجاجية) معلقة على الياف البوليستر المقوى بالصلب وجميعها مغطاة بطلاء ثانى اكسيد التاتنيوم						الفراغات الداخلية جميعها انعكاس لغلاف المبنى الداخلى المكون من مواد النانو المغطاة جميعها بطلاء ثانى اكسيد التيتانيوم				
النتائج	✓ المبنى هو اندماج (تكنولوجيا النانو + العمارة الخضراء) " عمارة نانو الخضراء " Green Nano Architecture ✓ استراتيجات المبنى تعمل على تقليل بالمنطقة الصناعية بباريس ✓ المبنى يعتمد على كافة عناصرة (هيكل انشائى – غلاف المبنى – الفراغات الداخلية) لتحقيق استراتيجات الاستدامة ✓ اعتمد المبنى على تكنولوجيا النانو (مواد النانو+ اجهزة النانو) ليحقق استدامة المبنى من مجموعة استراتيجيات لاستغلال المواد وقدرتها على التكشيل وتعدد وظائفها الحيوية ✓ يقدم المبنى مفهوم جديد للعمارة ودورها فى تحسين وازالة التلوث البيئى والمساعدة على تحسين البيئة الداخلية والخارجية فى مجال الطاقة – تنقية الهواء												

2-5 نتائج الدارسة التحليلية
The Result of Analytical Study

تطبيقات تكنولوجيا النانو	الامثله محل الدراسه

من خلال الدراسة التحليلية ل لأمثلة السابقة والتي قامت بتحقيق معايير ا لإستدامة من خلال إستخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو(مواد النانو و أجهزة النانو) ومن خلال الجداول المستخدمة فى تحليل المبانى محل الدراسة والتى ترتكز على إستعراض إستخدام المبانى لبعض مواد وأجهزة النانو جدول (9) على مستوى (الهيكل ا لإنشائى – غلاف المبنى – البيئة الداخلية) كمحاولة لتحقيق إستدامة البناء نجد ان :

١ - إمكانية الوصول إلي تحقيق إستدامة البناء من خلال الإستخدام المتنوع لتطبيقات تكنولوجيا النانو علي المباني تبعآ لطبيعة كل مبني والظروف البيئية المحيطة به.

٢ - من المشاريع الأكثر إستخداماً لتطبيقات تكنولوجيا النانو كان برج مضاد الضبابلذلك كان من أكثر الآمثة تحقيقا لنسب عالية في الإستدامة ثم برج أوف ذا جريد وأقلهم استخداماً كان مستشفي مانويل والتي كانت مشروع قائم بالفعل.

٣ - من أكثر مواد النانو إستخداماً الطلاء والزجاج.

٤ - من أكثر أجهزة النانو إستخداماً كانت لتنقية الهواء وتخزين الطاقة وإستخدام الطاقة الشمسية

5- نجاح إستخدام تطبيقات النانو مع الآفكار المعمارية المختلفة مثل العمارة الخضراء أو العمارة الذكية.

6- حتي الآن لم يتم الإستفادة مت تقنية النانو في تحقيق إستدامة الموقع.

		برج اوف ذا جريد	مستشفى مانويل جيا جوزاليس	برج مضاد الضباب
مواد النانو	الطلاء			
	مواد العزل			
	الزجاج			
	انابيب النانو الكربونيه			
	الحديد			
	الخرسانه			
	حوائط جافه			
	خشب			
اجهزة النانو	تخزين الطاقه			
	الطاقة الشمسية			
	تنقية الهواء			
	الإضاءه			
	تنقية المياه			

جدول رقم (9) ع الدراسه

6- النتائج والتوصيات

1-6 النتائج:-

١ -ادي إندماج تكنولوجيا النانو والعمارة الي تغير الفكر المعماري وظهور أنماط جديدة من المباني مثل عمارة النانو وعمارة النانو الخضراء او المستدامة او الذكية او الحيوية...الخ

٢ -تطبيقات النانو في العمارة والتي تمكننا في تحقيق إلاستدامة تتمثل في :

* مواد النانو (مواد إنشائية – مواد مكملة – مواد عازلة – مواد طلاء).
* أجهزة النانو (أجهزة تنقية الهواء - أجهزة تنقية المياة
- أجهزة الطاقة الشمسية – أجهزة تخزين الطاقة – الإضاءات – خلايا النانو المتعددة الوظائف).

٣ -مكنت تقنية النانو من ظهور أنماط من المشاريع تتميز ب :

* مرشدة للطاقة ومنتجة ومصدرة لها ، حيث أصبحت المباني كمحطات لتوليد الطاقة.
* تحتوي علي طلاءات ذات خواص التنظيف الذاتي ومنقية للهواء الخارجي وحاجبة لألأشعة الضارة وعازلة للحرارة .
* ذات مواد عزل نانونية تقلل من الأحمال الحرارية الداخلية وتمنع التسريب الحراري الداخلي .

٤ -من خلال الدراسة التحليلية نجد ان تقنية النانو نجحت سواءآ عمليا أو نظريآ في تحقيق مبادئ ا لإستدامة في المباني بنسب متفاوتة ، وخاصة في مجال كفاءة إستخدام الطاقة و إستخدام المواد الموارد وتنقية الهواء ، أما في مجال كفاءة استدامة الموقع والبيئة الداخلية وكفاءة إستخدام المياة كان التطبيق والهيكل الإنشائي ضعيف حتي الأن.

٥ - امكانية تطبيق تكنولوجيا النانو علي المباني أثناء عملية التصميم أو علي المباني القائمة لرفع كفائتها.

2-6 التوصيات:-

١ -توجية البحوث إلي علوم تكنولوجيا النانو في كافة المجالات وخاصة الهندسة المعمارية ومن هذه البحوث المقترحة :

* تأثير مواد النانو الإنشائية علي المباني العالية.
* إستدامة المباني القائمة بإستخدام تكنولوجيا النانو.
* دراسة جدوي إستخدام تطبيقات النانو في العمارة.

٢ -تدريس علوم تكنولوجيا النانو للطالب المعماري مع التبادل العلمي مع الجامعات المتخصصة في هذا المجال .
٣ -إقتراح صياغة منظومة كاملة لتطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة بدءا من مراحل التصميم وا لإنشاء والتنفيذ وإنتهاءآ بمراحل التشغيل والصيانة.
٤ -رفع كفاءة المباني القائمة من خلال تطيق تكنولوجيا النانو عليها.
٥ -توعية المتخصصين في مجال العمارة بإمكانيات تكنولوجيا النانو في العمارة وتحقيق ا لإستدامة من خلال المؤتمرات والندوات عمل خطط تعاون مع الدول المتقدمة في مجال تكنولوجيا النانو ، مع التشجيع علي فتح أسواق جديدة لهذه المنتجات .

7- المراجع:-

1. Abu Dhabi Urban Planning " Estidama(2010) ,http://www.estidama.com .
2. Edward Cupoli: Nanotechnology and Economics - The Relationship Between Nanotechnology and Economics, http://www.azonano.com, 2010.
3. Establishment of Egyptian Green Building Council " GPRS" : Egyptian Green Pyramid Rating System "Version 0.1" . http://egyptgbc.org/EGBC_Presentation/EGBCfinal.pdf
4. George Elvin, Nanotechnology for Green Building: 2007, greentechforum.net .
5. Green Globes-Building Environmental Assessments, site: http://www.greenglobes.com Comprehensive Assessment System For Building Environmental Efficiency (CASBEE).
6. H.dosch-M.H.Van de voorde: Gennesys White Paper , Max Planck Institute for Metallforschungh Stuttgart, 2009
7. Hessen Nanotech: Application of Nanotechnologies in the Energy sector, Hessian ministry of economy, transport, urban and development, Germany, volume9, 2008.
8. http://ezinearticles.com/?Sustainable-Green-Architecture&id=715327
9. http://inhabitat.com/anti-smog-architecture-a-catalyst-for-cleaner-air-in-paris
10. http://www.estidama.com .
11. http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/ .
12. http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=2225.php.
13. Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System. http://www.usgbc.org/leed .
14. Mexico City Hospital, http://www.medicaldaily.com/mexico-city-hospital-eats-pollution-torre.
15. Michel Berger: Nanotechnology's potential to reduce greenhouse gases, 2007,
16. Nanotechnology & Society: introduction at the university of California, centre of nanotechnology society,2010, http://www.cns.ucsb.edu/about/nanotechnology-society
17. Nanotechnology In Architecture , http://greendimensions.wikidot.com/nanotechnology-in-architecture.
18. Nanotechnology's potential to reduce greenhouse gases. http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=2225.php
19. National Institute of Building Sciences, Whole Building Design guide. http://www.wbdg.org/design/sustainable.php .
20. Off the Grid: Sustainable Habitat2020 , http://www.popsci.com/environment/article
21. Problem: Pollution / Solution: Sustainable Habitat 2020, http://www.popsci.com/environment/article/2010-09/life-edge?page=2%2C3
22. The Building Research Establishment Environment Assessment Method, site: http://www.breeam.org .
23. William Brister: Sustainable green Architecture .2007 ,

٢٥ -نهى علوى الحبشى:"ما هى تقنية النانو" ،مكتبة الملك فهد الوطنية ، جدة ، يوليو 2011.