Journal of University Studies for inclusive Research
Vol.3, Issue 15 (2021), 2641-2679
USRIJ Pvt. Ltd.,

تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة

د. فرج محمد زكي عبد النبي
أستاذ مشارك - قسم العمارة الإسلامية
كلية الهندسة والعمارة الإسلامية - جامعة أم القري- السعودية
fmabdelnaby@uqu.edu.sa

الملخص:
أدي التطور التكنولوجي والتقنيات الحديثة في مجال العمارة والعمران، لظهور مواد حديثة تحقق التصميم المستدام وتشكل عمارة المستقبل لتتوافق مع مفهوم الاستدامة، خاصاً تكنولوجيا النانو لإنتاج مواد بناء أكثر كفاءة وأقل تكلفة من المواد التقليدية على مستوى دورة حياة المبنى، مثل (المواد الانشائية-المواد المكملة-المواد العازلة-دهانات النانو)، والخلايا والأجهزة المستخدمة في (تنقيه المياه-تنقية الهواء-الطاقة الشمسية-الاضاءات)، ذلك لرفع كفاءة الطاقات المتجددة وجودة البيئة الداخلية والكفاءة التشغيلية والصيانة، بالإضافة لتلبية الاحتياجات المستقبلية بما يتوافق مع المعايير (الدولية-المحلية)، وتتمثل **الإشكالية** في الاثار السلبية لمواد البناء التقليدية، أدت الي التلوث والتدهور البيئي، زيادة استهلاك الطاقة، واستخدام مواد البناء الضارة، زيادة مخلفات البناء والنفايات، مما يدعو لصياغة استراتيجيات لمستقبل مستدام يحقق مبادئ الاستدامة العمرانية، و**يهدف** البحث الي التعريف بالمواد والتقنيات والاجهزة الحديثة التي تعتبر جزءاً هاماً في التصميم المعماري والعمراني المستدام، حتى يكون المردود البيئي لمواد البناء والتشييد محققاً للاستدامة، كأداة لتحقيق جودة البيئة الداخلية والخارجية مع تقليل التأثيرات السلبية بالبيئة العمرانية.
وينتهج البحث المنهج الوصفي المقارن لتناول التعريف بالاستدامة المعمارية والعمرانية، والدراسة التحليلية لبعض المشروعات العالمية والاقليمية لقياس مدى تحقيق تطبيقات تكنولوجيا

النانو لاستدامة البيئة العمرانية، مع تحليل النتائج في صورة مقارنات، بالإضافة للمنهج التطبيقي والمسحي بعمل استمارة استبيان لحصر الفئات المستهدفة كأساتذة العمارة والاستشاريون ومهندسي التنفيذ وحديثي التخرج وطلبة الاقسام المعمارية، لمدى التعرف باستخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو بالعمارة والعمران، وتؤكد **النتائج** أن استخدام تكنولوجيا النانو في مجال تطوير مواد البناء لها الدور الرئيسي في استدامة البيئة العمرانية، **ويوصى** البحث بضرورة تعرف الفئات المختلفة من المعماريون على تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق عمارة وعمران مستدام، مما يحقق الإبداع والابتكار لتلبية الاحتياجات المستقبلية وتحقيق التوازن والسلامة البيئية.

الكلمات الدالة:
النانو تكنولوجي-التصميم المستدام– البيئة العمرانية-الكفاءة التشغيلية-الاحتياجات المستقبلية.

NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS TO ACHIEVE A SUSTAINABLE URBANISM

Abstract:

Technological development and modern technologies in the field of architecture and urbanism have led to the emergence of modern materials that achieve sustainable design and shape the architecture of the future to comply with the concept of sustainability, especially nanotechnology to produce more efficient and less expensive building materials than traditional materials at the building life cycle level, such as (construction materials - complementary materials - Insulating materials - nano paints), cells and devices used in (water purification - air purification - solar energy - lighting), in order to raise the efficiency of renewable energies, internal environmental quality, operational efficiency and maintenance, in addition to meeting future needs in accordance with (international - local) standards. The problem is represented in the negative effects of traditional building materials, which led to pollution and environmental degradation, increased energy consumption, the use of harmful building materials, and increased construction waste and waste, which calls for formulating strategies for a sustainable future that achieves the principles of urban sustainability. It is an important part of

sustainable architectural and urban design, so that the environmental impact of building and construction materials is achieved. Sustainability, as a tool to achieve the quality of the internal and external environment while reducing the negative effects on the built environment. In addition to the applied and survey approach, a questionnaire was made to list the target groups such as architecture professors, consultants, implementation engineers, recent graduates and students of architectural departments, to identify the use of nanotechnology applications in architecture and urbanism. Research on the need for different categories of architects to know the applications of nanotechnology to achieve sustainable architecture and urbanization, which achieve creativity and innovation to meet future needs and achieve balance and environmental safety.

Key words:

Nanotechnology-sustainable design-built environment-operational efficiency-future needs.

المقدمة

يعتبر اختيار مواد البناء هو المكمل لعملية التصميم العمراني والمعماري، حيث أن اختيار مادة بعينها في البناء يجعل المصمم يفرض على نفسه اتجاه فكرى معين في العملية التصميمية وبالتالي يؤثر ذلك بالبيئة العمرانية، حيث أحدثت الثورة الرقمية والتكنولوجيا طفرة في مواد البناء، فأفرزت العديد من المواد والتقنيات الحديثة والأجهزة المتطورة سواء كانت مواد بناء أساسية أو مواد تكميلية، ويؤدى الحاسب الآلي فيها دوراً كبيراً من خلال عمليات التصميم والتصنيع والاختبارات والبرمجيات المختلفة، والتي قد تتحكم في خصائص تلك المواد وتغيرها لأداء وظيفة بعينها بهدف التحكم في قدرتها على تحقيق الاستدامة، حيث الاستجابة للمتغيرات الخارجية بطريقة تلقائية، والتفاعل معها لتحقيق الأفكار المعمارية والعمرانية المستقبلية لبيئة مستدامة.

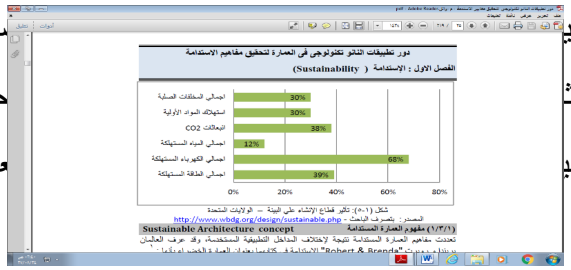
1 العمارة والعمران المستدام:

يطلق مفهوم العمارة أو العمران المستدام على مجموعة الحلول الدفاعية التي يقدمها المبنى ضمن مجموعة من المباني، لحل المشكلات البيئية والعمرانية التي لا تتوفر بها مواد طبيعية يمكن استخدامها لتحقيق المعالجات التي تَستهدف تَخفيض استهلاك الطاقة باستخدام خامات ومواد تحقق

استدامة البيئية العمرانية، وهى المباني التي تتكامل فيها أنظمة البيئة من استخدام الطاقة والتحكم في درجة الحرارة والإضاءة والصوت(حربة،2017)، ومكان العمل والاتصالات، ويحمل التصميم المستدام دعوة إلى التعامل مع البيئة بصورة أفضل عن طريق تقليل الطاقة المستخدمة وتوفير الراحة الحرارية للإنسان مع خلو هذه البيئة من التلوث، ويهدف التصميم المستدام الي المحافظة على البيئة مع استغلال الطاقات المتجددة، ولتحقيق الاستدامة للمبنى من خلال (طريقة تصميمه- مواد إنشائه) وبالتالي تحقيق بيئة عمرانية مستدامة، باستخدام مواد تحقق مفهوم التوافق والمحافظة على البيئة (مواد طبيعية - مواد مصنعة مستدامة).

1-1البيئة العمرانية المستدامة:

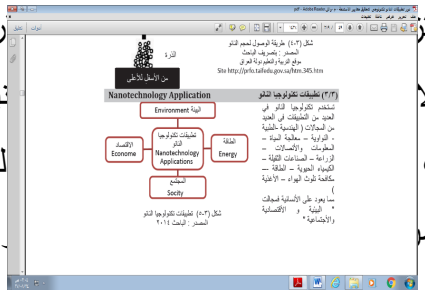
لقد شهدت البيئة العمرانية العديد من المتغير
والتي شملت متغيرات مناخية، قضايا التلوث
الانسان وفقد التنوع البيولوجي شكل (1)، حي
والأنظمة الايكولوجية للبيئة من أجل الاجيال القادمة، ويشمل مصطلح البيئة كل ما يحيط بالإنسان ويؤثر فيه ويتأثر به، حيث إن المجتمعات الإنسانية تعيش في منظومة بيئية يمكن تقسيمها الى (فريد،2015) (**النظام الطبيعي- النظام المصنوع - النظام الاجتماعي).**



شكل (1) يوضح مدى تأثير قطاع الأنشاء على البيئة العمرانية والمعمارية - الولايات المتحدة. المصدر: http://www.wbdg.org/design/sustainable.php

1-2تكنولوجيا النانو والاستدامة:

اصبح من الضروري أن يكون قطاع الأنشاء داعماً للاتر
مستدامة، حيث تمثل العمارة تحدياً فريداً في مجال الا
والمعمارية تستهلك كميات كبيرة من الموارد وتنتج كميات
استهلاك المواد الاولية والطاقة والمياه، مما ينتج العديد م
ويسبب تدمير الانظمة الايكولوجية، وتركز تطبيقات النانو شكل (2) على مجوعة من المبادئ لتحقيق أهداف



شكل (2) يوضح تطبيقات تكنولوجيا النانو. المصدر: http://www.nanoprotect.co.uk/wood-protection.html,.

الاستدامة البيئية، مع أنشاء وتشغيل المباني معتمد على الكفاءة والتصميم البيئيمنها اربعة مبادئ رئيسية وهى كما يلى (المتيم،(2010:-

1-2-1 البيئة: حيث تساعد تكنولوجيا النانو على حل المشكلات البيئية (تلوث الهواء-المياه)، والحد من النفايات وتقليل الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري بنسبة تصل الى 2% في المدى القريب وتصل الى20% بحلول عام 2050م.

1-2-2 الطاقة: توفر تكنولوجيا النانو تحسين وتطوير مصادر الطاقة التقليدية (الوقود الحفري والنووي) ومصادر الطاقة المتجددة، كالطاقة (الحرارية -الشمسية -الرياح -المياه).

1-2-3 الاقتصاد: تتحد تكنولوجيا النانو والاقتصاد لتسريع وتيرة التغير التكنولوجي، بالإضافة النمو الاقتصادي وإنتاج مواد ذات قدرة عالية، وأكثر كفاءة واقل تكلفة وتأثير سلبي على البيئة.

1-2-4 المجتمع: تكنولوجيا النانو واحدة من التحولات العلمية والصناعية والتي يستخدمها المجتمع للتغيير، في عادات الافراد والوظائف اليومية والحياة الاجتماعية (إبراهيم،2004).

2تكنولوجيا النانو والتصميم والتشكيل العمراني المستدام:

إن استخدام مواد بناء محلية قابلة للاستع[illegible]لة كالحجر والخشب والطين، يؤدى الى تحديد ار[illegible]ي شكل (3)، ومع استخدام مواد البناء الحديثة و[illegible]ن تعديل وتشكيل النسيج العمراني للمدينة، فنتج [illegible]راً لوجود مواد بناء وتقنيات حديثة توفر وتحقق الراحة الحرارية شكل (4) وعدم تقارب النسيج العمراني وتأثير ذلك على البيئة العمراني المستدامة للمدن الحديثة والمستقبلية (المخزومي،2013).

2-1تكنولوجيا النانو والتصميم والتشكيل المعماري والعمراني المستدام:

شكل (3) استخدام مواد بناء طبيعية وتأثيره على تشكيل النسيج العمراني التقليدي. المصدر: http://www.sauditravel.com/diriyah/al-bujairi/

شكل (4) استخدام مواد البناء والخلايا الشمسية وتأثير ذلك على تشكيل النسيج العمراني للمدن الحديثة المصدر: https://www.albayan.ae/economy/local-market/2013-10-20-1.1982026

أدى التقدم التكنولوجي الهائل في مجال البناء والتشييد والتعرف على المواد الحديثة الي تنفيذ الكثير من الأعمال المعمارية التي قد تتصف بالتفكيكية، فقد أتاحت تكنولوجيا النانو قدرات غير محدودة لتطوير الافكار الإبداعية شكل (5)، وبالتالي ظهرت أهمية الإلمام بمواد البناء الحديثة والمستدامة، والتي كانت سبباً في ظهور مفردات معمارية صديقة للبيئة كالحوائط والنوافذ والأسقف

والمعالجات، مما أدى لتغيير مفهوم التشكيل المعماري والعمراني، وذلك بوجود مبنى متميز معمارياً وعمرانياً ومتوافق بيئياً مع تكنولوجيا العصر، والهوية الثقافية للمجتمع بهدف تحقيق البعد الاستدامي في العمارة والعمران (هلال،2014).

شكل (5) تطور الفكر التصميمي والتشكيل المعماري باستخدام مواد البناء والتقنيات والنظم الانشائية والاجهزة الحديثة المستدامة. المصدر: https://la.curbed.com/2017/4/12/15276046/peterson-museum-la-architecture-award

2-3تكنولوجيا النانو والبيئة العمرانية المستقبلية المستدامة:

يستهدف العمران المستقبلي منتجاً معمارياً قادراً على الاستجابة بشكل ذاتي لكافة المتطلبات البيئية المحيطة، والذي يتجسد في تطور مواد البناء وظهور مواد إنشائية جديدة تحققها، مع الربط بين المواد التقليدية المحلية والتي يمكن تدويرها واعادة استغلالها وتحقيق الاستدامة البيئية العمرانية، واستكمال غير المتوفر منها ببدائل تكنولوجية لاختيار المواد البنائية ومدى تأثيرها على النظام البيئي وإمكانية تدويرها لتحقق أفضل راحة حرارية داخل المبنى، ومع دراسة مدى استهلاك المبنى للطاقة منذ عملية التصميم ومراحل التنفيذ، وتشغيل المباني لمقاومة الظروف البيئية، يؤدى لانسجامها مع البيئة العمرانية شكل (6)، ومن هنا يمكن دمج استراتيجيات التصميم المعماري والعمراني المستدام، واختيار المواد مع الاستراتيجيات البديلة للتصميم البيئي المعتمد على استخدام المواد والطاقة بالتفاعل مع النظم الحديثة والتكنولوجية، مما يؤكد مبدأ

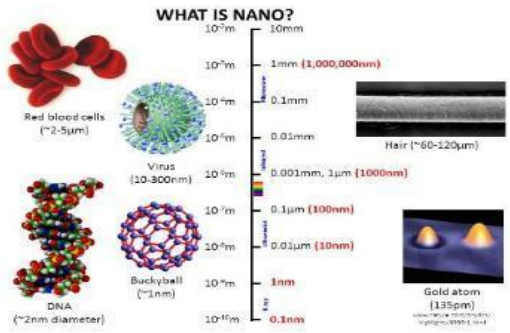
نحو القضاء على الكربون أو zero carbon ومع دمج النظريتين ينتج لنا بيئية عمرانية مستدامة (الحبشي،2011).

شكل (6) يوضح التكنولوجيا الحديثة وتنوع المعالجات والمفردات البيئية بعمارة المستقبل المستدامة.
المصدر: https://dornob.com/eco-friendly-urban-center-sustainable-city-of-the-future/

3تكنولوجيا النانو ومواد البناء المستدامة:

هي المواد التي تكون ذات تأثير ايجابي على البيئة حيث لا ينبعث عنها أي غازات ضارة، وتحافظ على خواصها وتحمى المبنى من أي مؤثرات خارجية وبالتالي يطلق عليها مواد نبت البيئة، وهي مواد طبيعية مثل الخشب والبامبو والخيزران والحبال وبعض انواع الزجاج المصنع من مواد طبيعية، وذلك لابتكار مواد حديثة تتوافق مع كافة التغيرات البيئية والفيزيقية المحيطة بالإنسان وتتعامل معها من خلال برمجة النظام المشغل للحيز المعماري والعمراني، يتم اعتماد المواد البيئية المستدامة المصنعة على نظرية تغيير خواص المواد باستخدام تكنولوجيا النانو، وهى أصغر وحدة قياس وتساوى (10^{-9}) حيث تمثل واحد على بليون من المتر ، وكلمة نانو مأخوذة من كلمة قزم Dwarf باليونانية أي Nanos وهى الرجل القصير، وقد تم اتخاذ هذا المصطلح كناية عن أصغر وحدة بنائية في جزيئات المادة، ويمكن من هنا تعديل خواصها للوصول الى خواص أفضل، وتم تطبيق هذه التقنية في مجال العمارة والعمران فأثرت على البيئة العمرانية Nazari,2011).)

3-1خصائص تكنولوجيا النانو المستدامة:

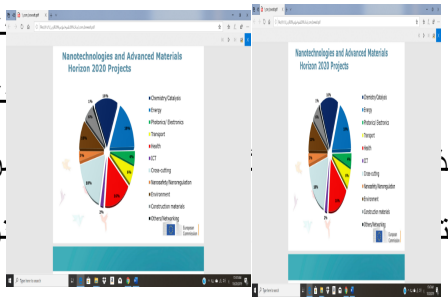


تكنولوجيا النانو تحقق تطبيق الهياكل والموا
وخصائص جديدة لتحسين وتطوير منتجات وتط
المستويات الذرية، الجزيئية، في نطاق طول حوال
للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها 100
المواد، من خلال تفاعل المكونات الداخلية
وتوجيه هذه الجزيئات من خلال إنتاج مادة

شكل (7) يوضح حجم جزيئات النانو كاربون. المصدر:
https://www.basicknowledge101.com/categories/images/nanoasize.jpg

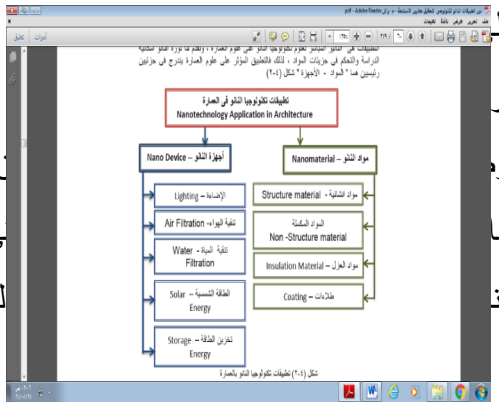
معينة وهذا التفاعل يعرف بالتصنيع الجزئي((walled,2013..

3-1-1مجالات تكنولوجيا النانو المستدامة:



تستخدم تكنولوجيا النانو في العديد من
(الهندسية-الطبية-النووية-معالجة المياه-المعلومات
الثقيلة-الكيمياء الحيوية-الطاقة-مكافحة تلوث الهواء-الأغذ
على البيئة العمرانية بالعوامل (البيئية والاقتصادية والاجت
الى تحقيق استدامة البيئة العمرانية حيث تقدم حلولاً
لازمة الطاقة من خلال الحفاظ عليها وانتاجها وتخزينها
وترشيد المياه ورفع كفاءة البيئة الداخلية وجودة
الفراغات الخارجية ((Atkin,2012.

3-1-2تكنولوجيا النانو والمباني المستدامة:



للمواد النانونية تأثير هائل على المباني فتعمل عل
نحو افضل من المواد التقليدية من حيث الطاقة والضو
والامن والذكاء، فيمكن ان تغير خصائص المباني و
وتعتمد تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة في الاسا
تم اكتشافها وتفعيلها لإنتاج مواد ذات خواص وامكان
من قبل، الى جانب تكنولوجيا الاجهزة والمعدات
التي تطورت بشكل فائق السرعة ، وتقدم لنا ثورة
النانو امكانية الدراسة والتحكم في جزيئات المواد ،
لذلك فالتطبيق المؤثر على العمارة والعمران من
خلال شقين لتطبيقات النانو هما مواد البناء
الخام-الأجهزة والتقنيات ((walled,2013 شكل
(9).

شكل (9) يوضح تأثير تكنولوجيا النانو على مجال العمارة. المصدر:
Dr. George Elvin, Nanotechnology for Green Building (2007), p1- 11

4تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامة:

تعتبر مواد البناء من اهم ادوات التصميم امة
العوامل الوظيفية بما يحقق جودة البيئة شكل (0 واد
التقليدية وهي مجموعة من الخصائص التكنولوجية -

شكل (10) يوضح استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو على مجال العمارة مثال لغرفة اقامة فندقية و غرفة مريض بمستشفى. المصدر:
Dr. George Elvin, Nanotechnology for Green Building (2007), p1- 11

1-التكيف والتحول بما يلائم الظروف المحيطة.

2-التفاعل مع الطاقة الإضاءة والرياح والمياه0

3-الإحلال والتبديل مع مرونة الصيانة.

4-القدرة على الالتئام وخفة الوزن وقوة الاحتمال.

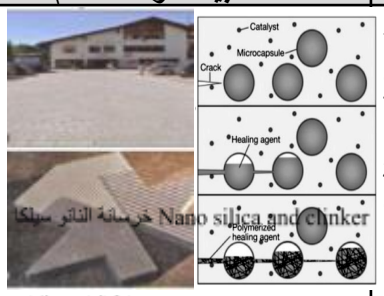
5-إمكانية التحكم في المواد والاجهزة عن بعد.

6-القدرة على العمل خلال منظومة إلكترونية.

4-1مواد الإنشاء: تعد المواد المستخدمة بالعناصر الانشائية من العوامل التي تحدد إمكانية تنفيذ وتكلفة المنشأة، فمع ظهور الخرسانة المسلحة تغيرت امكانات تشكيل المباني، تم استحداث مواد مستدامة منها ((Williams,2010: -

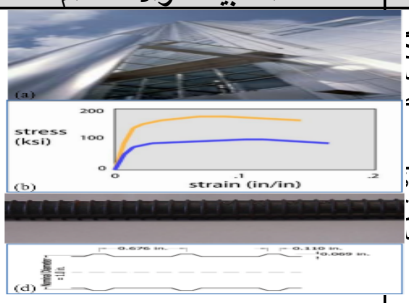
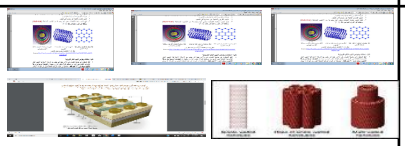
4-1-1الخرسانة: تنتج تكنولوجيا النانو مواد مثل (اسمنت النانو، مواد لرفع اداء الخرسانة، الاسمنت المحفز بالطاقة المنخفضة، إضافات ومركبات النانو)، لتحسين اداء الخرسانة، وفيها يستخدم Nano silica and clinker وذلك بإضافة Photo catalytic TiO2 لزيادة كثافة ومتانة الخرسانة، وزيادة عمرها الافتراضي، وحفاظها على الحديد دون صدأ، ويضاف الى الخرسانة مادة aerogel الشفافة لتكسبها عزلاً حرارياً يطلق عليها aerogel concrete ، لزيادة إجهاد الخرسانة لتتحمل الامتداد ثلاثة أضعاف الخرسانة التقليدية مثل ((Kibert,2008 جدول(1):-

جدول (1) تطبيقات مواد تكنولوجيا النانو واستخدامها بالخرسانة. المصدر: الباحث

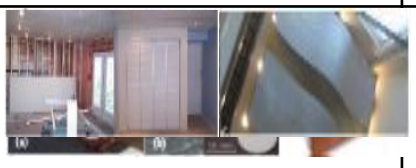
تطبيقات مواد تكنولوجيا النانو وتستخدم في مجال خرسانة	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
	النانو سيلكا Silica nano	تسمى بالرمل فائق النعومة عند اضافته بنسبة 5% فانة يعزز الضغط والانحناء ما يقرب من 50% كما انه يقلل امتصاص الصوت بنسبة 240%، يمكن انتاجه بكميات كبيرة كبديل للاسمنت في الخلطة الخرسانية، صديق للبيئة، يقلل من انبعاث ثاني اكسيد الكربون الناتج من الخرسانة ويزيد صلابة الخرسانNano silica and clinker، وباضافة 2% من سيليكات صوديوم الكالسيوم المائي لتعديل قوة الشد في خلطة الاسمنت بنحو 40%.	 Silica nano concreteخرسانة النانو سيلكا
	ثاني اكسيد التيتانيوم النانو Titanium dioxide nano	باضافة ثاني اكسيد التيتانيوم TiO2 النانو بنسبة 10:5% في خليط الاسمنت يمكن ان تزيد قوة الضغط باليوم الاول بنحو 45% واليوم 28 ينخفض 19:10% من قوة الضغط، بالاضافة للإمكانية صناعة خرسانة ذاتية التنظيف للسطح.	 خرسانة معالجة بجزيئات الاسمنت والنيكل النانونية Cement and nickel particles nano
	جزيئات النيكل النانونية Nickel nanoparticles	باضافة جزيئات النيكل النانونية للخلطة الخرسانية تزيد قوة الضغط 15% كما يعزز التفاعل المغناطيسي الميكانيكي للخرسانة (الاسمنت الحفاز- الالواح العازلة الفراغية - البولي بروبلين- GRC-Neoprene -GRP Fiber Glass).	

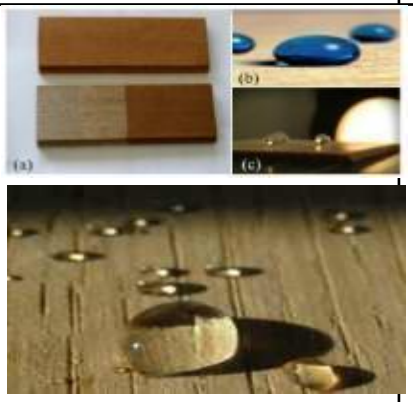
2-1-4الحديد: للحديد دوراً رئيسياً لأنه يواجه التحديات المتعلقة بالقوة القابلة للتشكيل والمقاومة للتآكل والتي يمكن معالجتها بإدخال المعادن النانونية، أمكن تعديل خواص جزيئات حديد التسليح بما يطلق عليه MMFX steel ، وهو حديد يمثل ثلاث أضعاف قوة الحديد العادي وخمسة أضعاف مقاومة للشد، وتعديل خواص الحديد بما يطلق عليه Sandvik Nano flex وهو حديد ذو مرونة عالية لمقاومة الزلازل، وقدرة التماسك بالخرسانة منها ((Schodek,2009 جدول(2).

2مواد النانو المكملة: تستخدم لرفع كفاءة المواد المكملة معمارياً بقدر كبير وفيما يلي بعض المواد المؤثرة في صناعة البناء والتشييد، وتشمل عزل الاسطح والوجهات الداخلية والخارجية حيث تستخدم مواد ذكية متوافقة مع البيئة، وهي مواد حققت نفس التوافق البيئي الطبيعي، ولكن باستخدام تطبيقات التكنولوجيا الحديثة للتحكم في خواص المواد والخامات كما يلي((Elvin,2007 جدول (3).

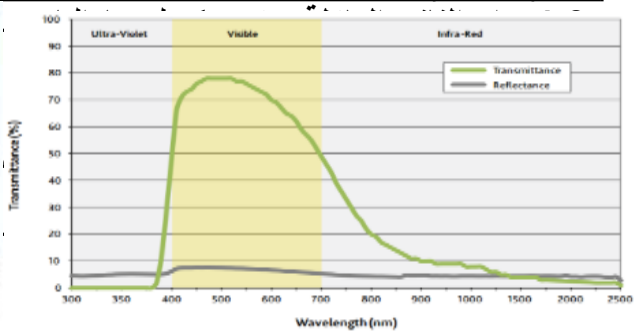
تطبيقات تكنولوجيا مواد النانو واستخدامها بالحد	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
	المواد المالئة النانونية Nanoparticles	تستخدم المواد المالئة النانونية لزيادة الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمعادن Sandvik Nano flex، ومقاومة واجهات المباني في مواجهة العواصف، وبالتالي تزيد قوة الانحناء في الخليط بنسبة 15:20% وهي مواد ذو مطاطية عالية.	 الصلب عالي الأداء MMFX steel
	الصلب عالي الأداء MMFX steel	يجمع بين القوة والفعالية من حيث التكلفة وهو عبارة عن مسطحات الصلب الهيكلية التي لديها التوازن الأمثل من قابلية اللحام والصلابة والليونة ومقاومة التآكل لتوفير أفضل اداء في الانشاء.	
	انابيب النانو الكربونية Carbon Nanotubes	هي اسطوانات انابيب فارغة بحجم النانو متر وتتكون من مجموعة ضخمة من الهياكل السداسية التي تتكون من ذرات الكربون، اقوى من الحديد بمقدار 100مرة واخف في الوزن بمقدار 6 مرات، واخف 10مرات من الصلب واقوى 250مرة.	 انابيب النانو الكربونية Carbon Nanotubes

جدول (3) تطبيقات تكنولوجيا مواد النانو المكملة. المصدر: الباحث

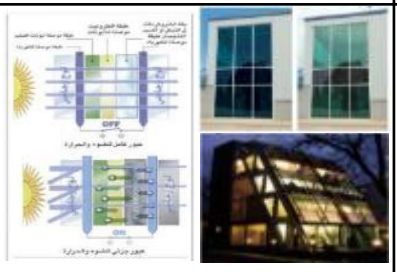
تطبيقات تكنولوجيا مواد النانو المكملة	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
	الزجاج المضاد للحرائق Fireproof glass	يمكن تصميم مسطحات الزجاج الموفرة للطاقة التي يحتاجها المبنى، للحد من فقدان الحرارة واكتسابها من خلال النوافذ لخفض استهلاك الطاقة في المباني، لذا فان تكنولوجيا النانو تحقق ذلك عن طريق اضافة المواد النانونية لتغيير خصائص الزجاج photo chromatic glasses، كاحدى تطبيقات تكنولوجيا النانو ويتحقق ذلك من خلال استخدام طبقة منتفخة من ثاني اكسيد السيلكون (SiO2) توضع بين الالواح الزجاجية التي تتحول الى درع للحرائق، ولكنة غير شفاف عند تسخينه.	الزجاج المضاد للحرائق Fireproof glass
	الحوائط الجبسية النانونية Gypsum nano walls	من اكثر المواد انتشارا في البناء بامريكا الشمالية وتنتج 40مليار قدم مربع من الواح الجبس سنوياً، لكنة يثير العديد من القضايا البيئية، حيث انه يجب ان تجفف الالواح في درجة حرارة 260 مئوية مما يجعل معالجة استهلاك الطاقة مصدراً هاما، وتستهلك ايضاً الحوائط الجافة 100مليون طن من كبريتات الكالسيوم سنوياً، لذلك يقلل من التأثيرات البيئية وتحسين الاداء من حيث (خفة الوزن، متانة اقوى، مقاوم للمياه، مقاوم للعفن).	 الحوائط الجبسية Gypsum nano walls

	اخشاب مقاومة للحريق Fire resistant wood	تعمل تكنولوجيا النانو بتحسين الاداء الهيكلي للأخشاب ويتوقع خبراء تكنولوجيا النانو بان محفزات النانو تعمل على تحفيز التفاعلات الكيميائية وتجعل الخشب متعدد الوظائف، تحدد حساسات النانو كل من العفن ومقاومة الحريق، النمل الابيض، تصوير الالياف، المواد الطاردة للجسيمات متناهية الصغر والأسطح الخشبية ذات التنظيف الذاتى.	 اخشاب النانو Fire resistant wood
	اخشاب النانو ذاتية التنظيف Self-cleaning wood surfaces	هو نظام متعدد الوظائف يعتمد على المياه ومادة السليلين للأسطح الخشبية، وتضيف خاصية الطاردة للمياه والزيت للخشب العادي والملون، ويعمل بدلا من الكحول او المركبات العضوية المتطايرة اثناء التنفيذ ولكن يصنع شبكات ربط عالية الكثافة الكيميائية والتركيز فيوفر حماية وفاعلية ضد (العوامل الجوية-الكائنات الدقيقة-التربة-الرطوبة) يمتد لفترة 4 سنوات وهو منتج صديق للبيئة، ويمتاز بعدم نفاذية البخار، عدم تغير لون الخشب، سهولة التنظيف، حماية الخشب من الاشعة فوق البنفسجية، حماية الخشب من تغيرات درجات الحرارة، الحماية من العفن- الطحالب – الحشرات والكائنات الدقيقة.	 اخشاب النانو Self-Cleaning Wood

ي
ية
ة



جدول (4) تطبيقات تكنولوجيا مواد النانو العازلة. المصدر: الباحث

تطبيقات تكنولوجيا مواد النانو العازلة	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
	لميرا (ايروجيل) Lumera (Aerogel) Nano	مادة خفيفة وعازلة مصنوعة من السليكا، عبارة عن شبكة شعرية من خيوط الزجاج بمسام صغيرة جدا، وتتكون من5% من المواد الصلبة و95%من الهواء، هيكلها يخلق العزل، ويحسن من انتشار الضوء وطارد للمياه، يزيل التوهج، تشتت الضوء، تقليل الضوضاء، تقليل الطاقة نظراً لتقليل الانتقال الحراري، استقرار الاداء اليومي للأشعة فوق البنفسجية، مقاومة الرطوبة، عدم السماح بنمو العفن والفطريات، التغلب على تحديات التصميم مع تلبية متطلبات كود الطاقة، وتوفر كفاءة حرارية، وذات جودة عالية فى الإضاءة وامتصاص الصوت.	لميرا ايروجيل Lumera (Aerogel) Nano
	الالواح العازلة الرقيقة Thin insulation boards	هي طبقات تتراوح ما بين كسور من النانو متر (أحادي الطبقة) عدة ميكرو متر في السمك، اجهزة أشباه الموصلات الالكترونية والطلاءات البصرية هي التطبيقات الرئيسية المستفيدة من تلك الالواح الرقيقةThin-film insulation، تعطى امكانات جديدة لكل من الزجاج والاقمشة، مثال ستائر ماسا فيمكنها حجب ضوء الشمس وانخفاض درجة حرارة الغرفة من2-3درجة مئوية وتقليل تكلفة الكهرباء لتكييف الهواء، القدرة على امتصاص الاشعة تحت الحمراء وتقليل شدة التوهج الشمسى.	الالواح العازلة الرقيقة Thin insulation boards
	النوافذ الماصة للطاقة Energy absorbent windows	هي مادة (بولي فنيل بويترال) ذات تقنية امتصاص الطاقة الشمسية والضوء المرئي، توفير جميع فوائد الزجاج الامن، والاحتفاظ بكسر الزجاج والسلامة الهيكلية والحد من الصوت والامن والحماية من العواصف، ويتميز بمعامل اكتساب درجة الحرارة الشمسية يبلغ 0.55ونفاذية الضوء المرئي بنسبة تتجاوز 70%، بشكل موجد على واجهات المباني المسطحة والمنحنية، والتقليل من مشاكل اللون الزاوي، والحد من الضوضاء الخارجية.	 النوافذ الماصة للطاقة Energy absorbent windows

4-4الدهانات: يأخذ الطلاء مساحة كبيرة من ابحاث تكنولوجيا النانو ويجرى العمل على الخرسانة والزجاج فضلاً عن الصلب، فيمكن تطبيقها باستخدام ترسيب الابخرة الكيميائية لخلق طبقة منضمة الى المادة الاساسية ويوجد ايضاً انواع اخرى من طلاءات النانو شكل (12،13،14،15) لتحقيق مجموعة واسعة من خصائص الاداء الاخرى بما في ذلك ما يلي ((Zhao,2010 جدول (5): -

شكل (12) يوضح استخدام طلاءات مقاومة للكتابة في بوابة براندنبورغ في برلين. المصدر: Leydecker, Sylvia, Nano Materials in architecture, Interior architecture and Design (2008), p (153)

شكل (13) يوضح استخدام طلاء سهل التنظيف. المصدر: Leydecker, Sylvia, Nano Materials in architecture, Interior architecture and Design (2008), p(92-108)

شكل (14) يوضح استخدام طلاءات مضادة للبكتريا في مستشفيات المانيا. المصدر: Leydecker, Sylvia, Nano Materials in architecture, Interior architecture and Design (2008), p (168-169)

شكل (15) يوضح استخدام طلاءات النانو المضادة للانعكاس. المصدر: http://www.sony.co.th/DSLR-Camera-Lens/feature/945-Technology-For-Amount-

جدول (5) تطبيقات تكنولوجيا دهانات النانو العازلة. المصدر: الباحث

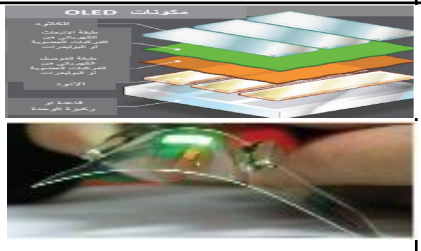
تطبيقات تكنولوجيا دهانات النانو العازلة	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
	دهانة التنظيف الذاتي (تأثير اللوتس)	التنظيف الذاتي للطلاء عن طريق استخدام تقنية (تأثير اللوتس)، وهو الهيكل الطارد للمياه من السطح، وهذا يتيح لمنطقة الاتصال وقوة الالتصاق بين السطح والقطيرات أن تنخفض بشكل كبير مما ادى الى عملية التنظيف الذاتي ومنها دهانات لا تلتصق بها الاوساخ.	التنظيف الذاتي Self-cleaning coatings
	دهانة التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي)	تقوم بالاساس على طول عملية التنظيف والصيانة، ولكنه لا تغنى عن عمليات التنظيف، وتقوم فكرة التحفيز الضوئي على وجود عامل حفاز شديد التفاعل يكون (ثاني اكسيد التيتانيوم) فيعمل على تحليل الشوائب المتواجدة على الزجاج في وجود ضوء الشمس، ويتميز بخفض تكاليف الصيانة، اضاءة أفضل للفرغات المعمارية، خفض تكاليف الاضاءة الصناعية.	طلاء مقاوم للضباب Anti-fogging

تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الديكور	**سهولة التنظيف** Easy cleaning	تعمل على عكس تاثير اللوتس بحيث يعمل على نعومة السطح وطاردة (الزيت- الماء) تسبب جزيئات التلوث مثل الشحوم والزيوت، والجير والمواد من التلوث البيئي، التمسك اقل والسماح لهم بازالتها بسهولة من الطلاء، ويستخدم لطلاء المنشات الصحية الخزفية والزجاج والخشب والمعدن والاحجار والخرسانة والجلود، وكذلك المنسوجات وتصنيع الاجهزة الصحية مع معالجة بطلاءات سهلة التنظيف.	سهولة التنظيف Easy -cleaning coatings
	مضادة للبصمات Anti-fingerprints	يعتبر الحديد والزجاج من اكثر المواد انتشارا في اعمال العمارة الخارجية والداخلية، ولكن يوجد بها عيب كبير هو ظهور بصمات الأيدي عند الملامسة، لذلك كان من الضروري التفكير في دهانات تتلاشي تلك الظاهرة، فاتاحت لنا تكنولوجيا النانو طلاءات مضادة لظهور بصمات اليد على الجسم الخارجي للحديد أو الزجاج، والحقيقة انه لا يمنع وجود بصمات اليد ولكن يعمل على انكسار الضوء بحيث لا يظهرها.	طلاء مقاوم للبصمات Anti-fingerprints
	مضادة للكتابات Anti-graffiti	الطلاءات المقاومة للكتابة على الحوائط ضرورة قصوى خاصاً في المباني العامة (المتاحف- المدارس– الكليات- الوزارات–الهيئات القضائية)، فتعمل على تقليل التصاق الكتابة بالدهان، حيث كانت الدهانات القديمة يشوبها عيبان رئيسان هما (صعوبة ازالة الدهانات الواقية من الكتابة- المواد الواقية تعمل على تقليل نفاذية الدهانات)، فان الطلاءات المقاومة للكتابة تعمل على سهولة تنظيفه ((Gennesys,2009.	طلاء مقاوم للتشويه بالرسومات Anti-graffiti
	مضادة للبكتريا Anti-bacterial	لسطوح التحفيز الضوئي تاثير جانبي مضاد للجراثيم بسبب قدرتها على تحطيم المواد العضوية مع مساعدة من الفضة النانوية لتكون مضادة للجراثيم ويتم استخدامها في المباني العلاجية.	طلاء مقاوم للبكتريا Anti- bacterial
	مضادة للانعكاس Anti-reflective	تعمل على معالجة الاسطح النافذة للضوء مثل (الزجاج– البلاستيك) فتعتبر المشكلة في الاساس هي تغير معامل انكسار الضوء نتيجة مروره بوسائط مختلفة (الهواء– الزجاج)، فتعمل الدهانات المضادة للانعكاس بتكنولوجيا النانو على اضافة طبقة رقيقة على الاسطح بسمك 50:30 نانومتر من ثاني اكسيد السليكون تؤدي لتقليل الضوء المنعكس من 8:1%	طلاء مقاوم للانعكاس Anti-reflective
	مضادة للخدش Anti-scratch	تتعرض مواد المبنى للتلف والخدوش السطحية مما يكثر مصاريف الصيانة لاستبدالها، وقد اتاحت دهانات النانو معالجة تلك الخدوش، وعام2007م شركة مرسيدس بنز افصحت عن دهانات لسيارتها مقاومة للخدش، تحسن سلامة المركبات تحت مجموعة واسعة من الظروف الجوية السيئة، كما تمكنت الشركات من انتاج دهانات للواجهات والأرضيات الباركيه والمعادن المقاومة للخدش.	طلاء مقاوم للخدش Anti-scratch

	مقاومة للأشعة Anti-radiation	الأشعة فوق البنفسجية تسبب ضرر بالغا على الأسطح لأنها تؤثر على تكوينات الاسطح التي تم طلاؤها، كما تدمر الأصباغ اللونية للدهانات فتعمل على بهتان الدهان، اتاحت لنا تقنية النانو ايجاد دهان يعمل على حماية الدهان من اضرار الاشعة فوق البنفسجية فيعمل على امتصاص الاشعة الضارة فقط وترك الاشعة النافعة كما يقوم بالحماية من الاشعة دون حجب الضوء وامتصاص الأشعة مع حجب كمية ضئيلة من الضوء فيعطى الضوء الاصفرار((Brouwers,2012 .	طلاء مقاوم للانعكاس Anti-radiation

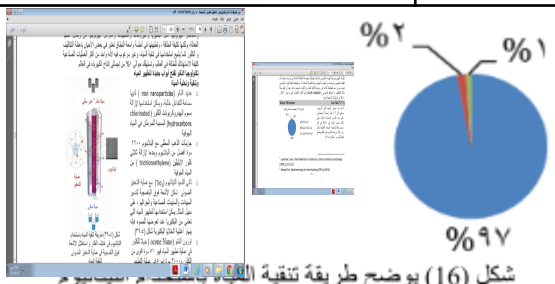
4-5 أجهزة النانو في العمارة: الاجهزة والتكنولوجيا من تطبيقات الثورة الصناعية وحدث تطور كبير لتلك الاجهزة المسئولة عن الاضاءة والتبريد والتدفئة وغيرها في الثورة الرقمية، وتأتى ثورة النانو بتقدم في تلك الاجهزة مع معالجة للسلبيات التي تسببت فيها تلك الاجهزة نذكرها فيما يلي: -

4-5-1الإضاءة: الاضاءة والاجهزة تستهلك ما يقارب ثلث الطاقة المستخدمة في عملية البناء، ليس فقط تركيبات الاضاءة تستهلك الكهرباء، الاضواء المتوهجة تهدر حوالي 95% من طاقتها على شكل حرارة أضواء الفلورسنت تستخدم طاقة اقل وتنتج حرارة اقل، ولكنها تحتوي على كميات ضئيلة من الزئبق ونذكر منها((Pervushin,2013 جدول (6).

	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
تطبيقات تكنولوجيا النانو في الإضاءة	الصمامات الباعثة للضوء Emitter valves To light	تستخدم للحفاظ على الطاقة في الاضاءة ولديها عمر حوالي 100.000 ساعة، اقل تكلفة على المدى الطويل، وتوفر الطاقة المحتملة من المصابيح 93:82% أكثر من المصابيح التقليدية واضاءة الفلورسنت، بحيث يمكن ان تنقذ 3.5 كوادريليون وحدة حرارية من الكهرباء وخفض انبعاثات الكربون في العالم بنسبة 300مليون طن سنوياً ((Swapnal,2013.	الصمامات الباعثة للضوء Emitter valves To light
	اضاءة نانو ليد Nano LED lighting	تعطى خاصية تغيير لون الاضاءة من خلال المواد اللونية التي تتغير خواصها الضوئية عندما تتعرض للتغيير في محفزات الطاقة المحيطة بها، وتطوير لمكونات وحدة ليد باستخدام انواع مختلفة من فوسفور النانو وأسلاك من فوسفيد الانديوم.	اضاءة نانو ليد Nano LED lighting
	شاشة الصمام الثنائي العضوي الباعث للضوء	هي تقنية اضاءة مزودة بطبقة كهربائية من اغشية رقيقة من المركبات العضوية، تستخدم للإنارة ولها المرونة الكافية للتشكيل على أي الأسطح، لأنها شاشات شفافة ذات سمك لا يتعدى المليمتر تتطلب جهدا كهربائيا منخفضاً يتراوح من 2-10فولت، وتتميز بأنها أكثر سطوعاً، زمن استجابة قصير، أخف وزناً، أكثر متانة، تعمل ضمن مجال حراري اوسع.	 Diode screen Light-emitting organic

	نقاط الكم الضوئية Optical quantum points	هي احدي اشكال التكنولوجيا التي ينبعث منها الضوء وتتكون من بلورات متناهية الصغر وهي مشابهة للتكنولوجيا، ولكن الفرق هو ان المراكز الباعثة للضوء هي سيلينيد الكادميوم البلورات النانونية او نقاط الكم، وتتميز بكفاءة الانارة 40:30% اعلي من شاشات عند نقطة نفس اللون، انخفاض استهلاك الطاقة – تصنيع منخفض التكلفة، القدرة علي ان تكون أكثر من ضعف كفاءة شاشات، ألوان نقية((Elvin,2007.	نقاط الكم الضوئيةOptical quantum points

4-5-2تنقية المياه: تسبب المياه في 80% في كل مرض وفقاً لمنظمة الصحة العالمية واقل من 1% من مياه الشرب في العالم يصلح فعلاً للشرب، والكلور كما يشيع استخدامه في تنقية المياه وغير مرغوب فيه لأنه واحد من اكثر العمليات الصناعية كثيفة الاستهلاك للطاقة في العالم وتستهلك حوالى 1% من أجمالي الكهرباء في العالم، ومن تطبيقات تكنولوجيا النانو في تطهير وتنقية وتحلية المياه، مادة اوزون النانو بديلاً للكلور في عملية تطهير المياه شكل (16) فهو اقوى 51 مرة من الكلور واسرع 3000مرة في عملية التطهير ، والترار نانو هو مركب قائم باستخدام الطحالب في معالجة وتنقية المياه((Gennesys,2009.



شكل (16) يوضح طريقة تنقية المياه باستخدام اكسيد التيتانيوم والاشعة فوق البنفسجية.
المصدر: George Elvin, Nanotechnology for Green Building (2007) ,p (60-64)

4-5-3تنقية الهواء: ان سوء نوعية الهواء في الاماكن المغلقة نتائجها 60مليار دولار سنوياً في النفقات الطبية، لكن جودة الهواء في الاماكن المغلقة يمكن ان تتحسن باستخدام المواد التي تنبعث منها قليلة او معدومة السموم والمركبات العضوية المتطايرة، ومقاومة الرطوبة وبالتالي تمنع النمو بيولوجياً مثل العفن، واضافة الانظمة والمعدات والمنتجات التي تحدد ملوثات الهواء في الاماكن المغلقة، وباستخدام مواد النانو يجعل من الممكن تحسين نوعية الهواء فأنه يمكن القضاء على الروائح الكريهة والملوثات والميكروبات الضارة((Nanotech,2008 جدول (7).

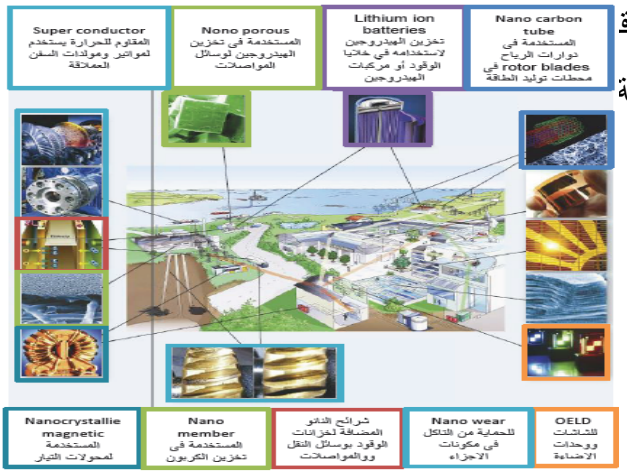
جدول (7) تطبيقات تكنولوجيا اجهزة النانو وتقنيات تنقية الهواء. المصدر: الباحث

تطبيقات تكنولوجيا	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام

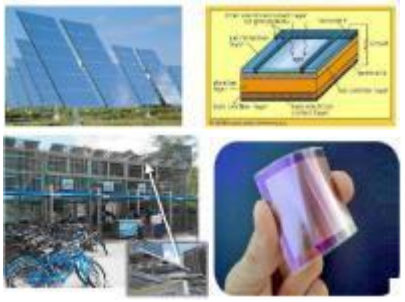
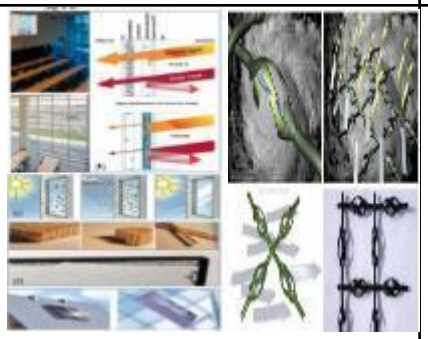
اجهزة النانو وتقنيات تنقية الهواء	تقنية الهواء الداخلي Indoor air purification	تساهم تكنولوجيا النانو في مجال تنقية وتحسين الهواء داخل الاماكن المغلقة، ، وقتل التهديدات الصحية المحمولة بالهواء، وجد مركز ابحاث في كيتا ساتو لعلوم البيئة في اليابان ان مرشح الهواء قتل 99.7% من فيروسات الانفلونزا و98% من الروائح التي تفضاء عليها، بالإضافة للقضاء على جميع ابخرة المركبات العضوية المتطايرة الضارة من الطلاء والورنيش والمواد اللاصقة ((Hamdi,2013.
	نظام مرشح الهواء Air filter system	يعتبر نظام ذو كفاءة عالية لتنقية الهواء فانه يتمكن من ازالة الملوثات مثل الفيروسات والبكتيريا دون إطلاق أي اكسدة في الهواء، ويعمل النظام بعدة مراحل هي (شاشة ما قبل ترشيح الملوثات تصل الى 0.3ميكرو متر- تصفية الهواء عن طريق المؤكسدات - اكسدة وتحلل المواد الضارة الى مواد مثل الماء وثاني اكسيد الكربون) ((Davies,2010.
	تنقية الهواء الخارجي External air purification	يعد التلوث البيئي موضوعا قضية عالمية، خاصة ان تثقيف الجمهور من الجوانب البيئية وزيادة التنمية المستدامة وتطبيقات تنقية الهواء الخارجي ليست سوى دعم للمعالجة للأغراض ووسيلة كافية للحد من التلوث الموجود، فقد وجد ان للخرسانة ذاتية التنظيف المحفز الضوئي لها القدرة للقضاء على ما بين 80:20% من الملوثات المحمولة بالهواء ((pour,2016.

انظمة وأجهزة تنقية وترشيح الهواء الداخلي والخارجي بالإضافة للاستفادة من طاقة الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية

4-5-4الطاقة الشمسية: يتجه العالم للطاقة والنظيفة لتلبية جميع احتياجاتنا من الطاقة (17) لتحقق الكفاءة الاقتصادية والبيئية، تؤدي تكنولوجيا النانو الى التقدم في الخلايا الكهروضوئية القائمة على السليكون ((Sylvia,2016لذا يمكن ان تحل محل تكنولوجيا اغشية السيلكون الرقيقة او الخلايا الشمسية البلاستيكية جدول (8).



شكل (17) يوضح معدل اعتماد العالم على الطاقة المتجددة *استخدامات وطرق انتاج الطاقة بفضل تكنولوجيا النانو. المصدر: http://www.hessen-nanotech.de/mm/NanoEnergy_web.p

تطبيقات تكنولوجيا النانو وتقنيات تنقية الهواء	المادة	التوصيف والخواص	التطبيقات والاستخدام
	خلايا السليكون الشمسية Silicon solar cells	طورت انوفاليت تكلفة خلايا السيلكون لتكون عشر مرات أكثر، سيلوكس يتوقع لها ان تكون خمس مرات أكثر انتاجيا لأنها سوف تكون شريحة رقائق السليكون ارق ما بين300:150ميكرو متر، يمكن اعادة تدويرها مرة اخرى في عملية التصنيع، الخلايا الكهروضوئية قدمت حلول انظمة الحوائط الستائرية تكون وحدات عمودية على الجدار الخارجي، كما يمكن تركيبها على السقف (Mould ,2015).	 خلايا السليكون الشمسية Silicon solar cells
	خلايا الاغشية الرقيقة الشمسية Thin-film solar cells	مواد منخفضة التكلفة تستند في المقام الأول على الجسيمات النانونية والبوليمرات، وتتميز هذه الاغشية بمرونتها مما يمكن اندماجها مع تطبيقات الالواح الزجاجية المسطحة التقليدية المنحنية، تستخدم بشكل أوسع في الغلاف الخارجي للمبني، قد يجعل تقريبا البناء مغلف بالكامل بالأغشية لتجميع الطاقة الشمسية، مع سعر الخلايا الشمسية البلاستيكية المتوقعة فيما لا يزيد عن 1/50 من تكلفة السيلكون التوقعات لكفاءة الاغشية الرقيقة الى 30% (Issa ,2010).	خلايا الاغشية الرقيقة الشمسية Thin-film solar cells
	وحدات تخزين الطاقة Energy storage units	لوحدات تخزين الطاقة اهمية في الاستغناء عن وسائل نقل الكهرباء للمباني، فبدلا من انشاء محطات لتوليد الكهرباء ثم نقلها الى المباني فنسعى لإنتاج الكهرباء في نطاق من الخلايا الشمسية وغيرها من وسائل انتاج الطاقة اعتماداً على الطاقات الجديدة والمتجددة، وستساهم علوم تكنولوجيا النانو في تطوير اجهزة تخزين الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وبالتالي نقلل من انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون (Wahba,2009).	 وحدات تخزين الطاقة Energy storage units

جدول (8) تطبيقات تكنولوجيا اجهزة النانو وتقنيات تنقية الهواء

5الدراسة التحليلية - استنتاج عناصر التحليل والقياس وتقييم العينات المقترحة:

تهدف الدراسة التحليلية لقياس مدى تطبيق تكنولوجيا النانو بالعمارة والعمران لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة، ودراسة الافكار التصميمية التي تستخدم المواد النانونية والاجهزة والتقنيات الحديثة المبتكرة التي يمكن ان تشكل عمارة وعمران مستدام في القرن الحادي والعشرين، عن طريق تصميم نموذج قياسي يضم المعايير والأدوات لرصد وتحليل وقياس مدى تحقيق العينات لاستخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو في ظل مبادئ واسس ومعايير الاستدامة البيئية لمواجهة تحديات ومتغيرات العصر الحالية والمستقبلية، ولتحقيق ذلك تمر الدراسة بثلاث مراحل هي: -

1) الاولي: استنباط عناصر ونقاط القياس من خلال تحليل المعلومات المتوفرة بالدراسة النظرية.
2) الثانيـة: تصميم النموذج القياسي وصياغته في صورة جدول وتحديد أدوات القياس.
3) الثالثة: تطبيق النموذج القياسي على عينات الدراسة واستخلاص وتحليل النتائج في صورة مقارنات.

5-1تصميم وأدوات التقييم بالنموذج القياسي:

تم صياغة العناصر المستنتجة من (الدراسة النظرية) في صورة جدول يمثل نموذج قياسي يشتمل كل منهما على عدة نقاط قياس، يتم تقييم كل نقطة بقيم رقمية وهي القيمة (0) تعني لا يحقق، القيمة (0.25) تعني تحقيق ضعيف، القيمة (0.5) تعني تحقيق متوسط، القيمة (0.75) تعني تحقيق فوق متوسط، القيمة (1) تعني تحقيق قوى، ويتم توضيح هذه القيم بالجدول بالرموز (☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي)، وسيتم التقييم لكل نقطة قياس والمفترض حصولها على اعلي قيمة وهى (1)، وبتجميع نتائج التقييم والمقارنة بيانياً يتم التعرف على مدى تحقيق العينات محل الدراسة للقيم المفترض الحصول عليها.

5-2معايير اختيار عينات الدراسة:

تم اختيار عينات الدراسة التحليلية وذلك طبقاً للأسس علمية وبدقة وموضوعية منها العينة العمدية - التي تقوم على اختيار قصدي لمفردات وشروط معينة ممثلة لهدف الدراسة، التجارب الرائدة في مجال التصميم المستدام (عالمية - اقليمية)، المشروعات التي قيمت من قبل جهات ومنظمات الاعتماد والتقييم للاستدامة جدول (9).

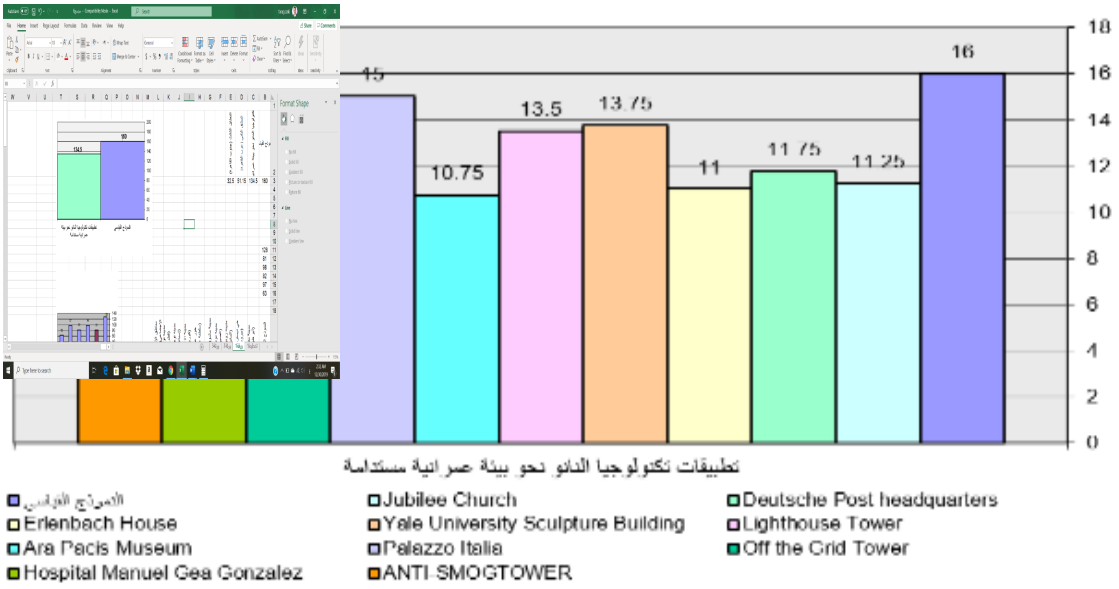
جدول (9) يوضح المشروعات التي تم اختيارها كعينات للدراسة التحليلية. المصدر: الباحث

جدول	المشروع	الموقع	جدول	المشروع	الموقع
10	**Jubilee Church**	Rome - Italy	15	**Ara Pacis Museum**	Rome, Italy
11	**Deutsche Post headquarters**	Bonn, Germany	16	**Palazzo Italia**	Milan - Italia
12	**Erlenbach House**	Switzerland-Zurich	17	**Off the Grid Tower**	China
13	**Yale University Sculpture Building**	New Haven, Connecticut -USA	18	**Hospital Manuel Gea Gonzalez**	Mexico
14	**Lighthouse Tower**	Rio de Janeiro-Brazil	19	**ANTI-SMOGTOWER**	Paris -France

5-3تحليل نتائج الدراسة التحليلية:

من خلال التحليل والقياس والتقييم لعينات الدراسة بالجداول التالية ورصد النتائج تبين تأكيد وتوظيف استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو(المواد والخلايا والأجهزة والتقنيات الحديثة) بالعمارة والعمران لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة، على مستوى كل عينة مقارنة بالنموذج القياسي شكل (18) حيث حقق ANTI-SMOGTOWER، Off the Grid Tower اعلى قيمة 100%، ثم Hospital Manuel Gea Gonzalez 97%، Palazzo Italia97%، وقيمة متوسطة Yale University Sculpture Building86%، Lighthouse Tower 84%، واقل قيم Jubilee Deutsche Post headquarters 74%،

Church70%، ثم Erlenbach House 69%، ثم Ara Pacis Museum 67%، وعلى مستوى جميع العينات مقارنة حققت 84% من قيمة النموذج شكل (19).



شكل (18) مقارنة مجمعة لمدى تحقيق عينات الدراسة لتطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة
وذلك على مستوى كل عينة مقارنة بالنموذج القياسي. المصدر: الباحث

جدول (10) مثال لاستخدام ثاني اكسيد التيتانيوم بالخرسانة المسلحة لتحقيق خاصية التنظيف الذاتي. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة

مثال1	Jubilee Church	البيئة العمرانية المستدامة								تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامة								
المعماري	Richard Meier & Partners,	التصميم المستدام								مواد النانو				اجهزة النانو				
الموقع	روما - ايطاليا																	
الزمن	الانتهاء من المشروع 2003م																	
تطبيقات النانو	الخواص	خرسانة ذاتية التنظيف																
	الاستخدام	تنقية الهواء من الملوثات																
الوصف التحليلي للمشروع		●	●	●	■	●	◘	■	■	●	●	■	◘	●	■	■	○	☼	☼

يتكون المبني من ثلاث اشرعة عملاقة تغطي المبني بارتفاع 36م، مصنوعة من الخرسانة الجاهزة عالية الكثافة، ذات لون ابيض باضافة رخام كراره وثاني اكسيد التيتانيوم (TIO2) الى الخليط الخرساني ذو خاصية التنظيف الذاتي Self-cleaning التي تؤدي لاستدامة الألوان كما تحقق علامة بصرية باللون الابيض في بيئة شديدة التلوث من غازات وعوادم السيارات وتعمل علي تنقية الهواء من الملوثات عن طريق مهاجمة وتفتيت المركبات العضوية المتطايرة شكل (20) ويتفاعل مع الملوثات ويقوم بتفتيتها الى مركبات غير ضارة بالبيئة العمرانية المحيطة (Mohamed,2015).

شكل (20) استخدام ثاني اكسيد التيتانيوم بالهيكل الخرساني لإكسابها خاصية ذاتية التنظيف- تنقية الهواء- اللون الابيض.
المصدر:
http://www.archdaily.com/20105/church-of-2000-richard-meier/

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. | المصدر: الباحث.

جدول (11) مثال لاستخدام الزجاج المقاوم للحرائق والمضاد للضوضاء وتحسين الصوتيات داخل المبنى. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة

مثال2	Deutsche Post headquarters	البيئة العمرانية المستدامة				تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامة									
المعماري	Murphy/Jahn, Chicago, IL, USA	التصميم المستدام				مواد النانو				اجهزة النانو					
الموقع	Bonn, Germany														
الزمن	تم الانتهاء من المشروع 2005م														
تطبيقات النانو	الخواص: (Fire- Protective glass (FG	●	●	●	●	●	●	●	●	■	○	☼	○	☼	○
	الاستخدام: مقاومة الحريق والصوت والضوضاء														
الوصف التحليلي للمشروع															

يتكون المبني من40طابق بارتفاع 163م ويطل علي نهر الراين في قلب العاصمة الألمانية استخدم الزجاج الشفاف المقاوم للحريق في تشكيل الواجهات والعناصر الداخلية fire -Protective glass لسلامة المنشآ والمستخدمين، حيث تمتص لوحات Rosso acoustic الضوضاء، ويعمل 2000 شخص في محطات عمل مفتوحة بالضوء الطبيعي تضمن لوحات العزل الشفاف استخدامها كمظلات للنافذة وأشرعة للسقف وفواصل للمساحة المرنة يستمتع الموظفين بالصوتيات المحسّنة في بيئة عملهم الشخصية شكل (21)، يتحقق التقييم الصوتي الذي أجراه معهد (فراونهوفر لبناء الفيزياء) من فعالية المواد المستخدمة في الواجهات (Guskos,2010).

شكل (21) يوضح استخدام الزجاج المضاد للحرائق في كامل الغلاف للمبنى. المصدر: Daniel L. Schodek, Nanomaterials, nanotechnologies and Design(2009),p184

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. | المصدر: الباحث.

جدول (12) مثال لاستخدام اخشاب النانو المعالجة بالواجهات والمقاومة للرطوبة والعفن وبخار المياه. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئه عمرانيه مستدامه

مثال3	Erlenbach House	
المعماري	Burkhalter Sumi Architekten	
الموقع	Switzerland- Zurich	
الزمن	تم الانتهاء من المشروع 2005م	
تطبيقات النانو	الخواص	اخشاب النانو: Nano Woods
	الاستخدام	مقاومة الرطوبة والعفن وبخار المياه

تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامه									البيئه العمرانيه المستدامه						
اجهزة النانو					مواد النانو							التصميم المستدام			
تخزين الطاقة	الطاقة الشمسية	تنقية المياه	تنقية الهواء	الإضاءة	مواد طلاءات	مواد العزل	مواد مكملة	مواد [illegible]	عمارة المستقبل	التصميم المعماري	التصميم العمراني	الطاقة	الاقتصاد	المجتمع	البيئة
☼	☼	☼	○	○	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

الوصف التحليلي للمشروع

يقع المنزل على بحيرة زيوريخ بإطلالة على جبال الألب، يتميز بالطابع النحتي عن طريق القشرة الخارجية للمبنى من الاخشاب العمودية المضلعة تم كسوة الواجهات بأكملها بشرائح خشب اللاريس العمودية المعالجة بتقنيات النانو الجديدة لتقاوم تأثير الرطوبة والعفن وبخار المياه، جاء التصميم مربع مستوحي من الجذور الكلاسيكية شكل (22) ، تفتح القاعة الفسيحة ذات السقف الفائق للغاية على الواجهة الخارجية للغرف الأربع من القاعة يتم نقل السلالم إلى فتحة القلب الأساسي، والغرف مخصصة لمكتبة صغيرة، توسيع منطقتي القاعة إلي المنطقة الخارجية وتوجيه المبنى على طول التل لتحقيق الإضاءة (Guskos,2010).

شكل (22) استخدام اخشاب النانو بواجهات المبنى. المصدر: http://www.earchitect.co.uk/switzerland/erlenbach-house,

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. — المصدر: الباحث.

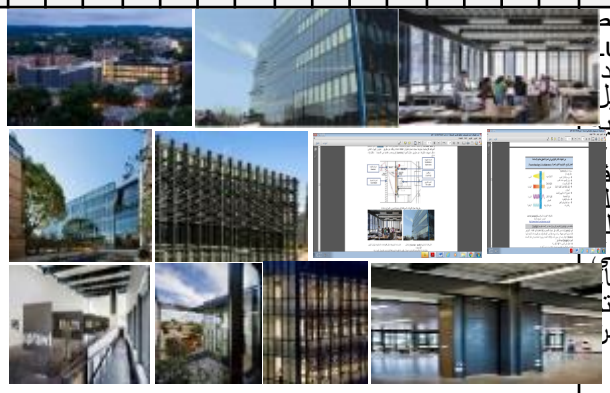
جدول (13) مثال لاستخدام عازل لميرا ايروجيل نانو لزيادة كفاءة الطاقة وتحقيق جودة البيئة الداخلية. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئه عمرانيه مستدامه

مثال4	Yale University Sculpture Building	
المعماري	Kieran Timberlake Associates LLP, Philadelphia	
الموقع	New Haven, Connecticut, USA	
الزمن	انتهى المشروع 2007م	
تطبيقات النانو	الخواص	Lumera (Aerogel) Nano
	الاستخدام	تنقية الهواء من الملوثات

تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامه									البيئه العمرانيه المستدامه						
اجهزة النانو					مواد النانو							التصميم المستدام			
تخزين الطاقة	الطاقة الشمسية	تنقية المياه	تنقية الهواء	الإضاءة	مواد طلاءات	مواد العزل	مواد مكملة	مواد [illegible]	عمارة المستقبل	التصميم المعماري	التصميم العمراني	الطاقة	الاقتصاد	المجتمع	البيئة

الوصف التحليلي للمشروع	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	☼
استخدمت مادة لميرا ايروجيل نانو بالحوائط الزجاجية بكامل واجهات المبنى umera. Aerogel Nano بحيث تعمل كخزان للطاقة لزيادة كفاءة الطاقة ولتحقيق جودة الهواء الداخلية، والتظليل الشمسي ولوحة رؤية ثلاثية الأبعاد منخفضة الرؤية ونوافذ قابلة للتشغيل بارتفاع 8 أقدام والوا spandrel الشفافة مزدوجة التجويف، ونواف المتاجر في الطابق الأول clerestory غير قابل للانعكاس شكل (23) مع مواد معاد تدويرها تبل 25 ٪ ، كاسرات الشمس مصنوعة من الأرز في مبنى المعرض، كما ان93٪ من إجمالي مواد البنا للمشروع حسب التكلفة تم تصنيعها مواد خام ت تجميعها في نطاق 500 ميل مر الموقع(Spinelli,2013).														



شكل (23) الحوائط الستائرية بعازل لميرا والاضاءة الطبيعية. المصدر: http://www.cabot-corp.com/Aerogel/Daylighting/Project-/Gallery/GN 20090226154545PM2814

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. | المصدر: الباحث.

جدول (14) مثال لاستخدام اضاءة نانو ليد الموفرة للطاقة. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة

مثال5	Lighthouse Tower		البيئة العمرانية المستدامة			تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامة							
			التصميم المستدام			مواد النانو			اجهزة النانو				
المعماري	Mikou Design studio												
الموقع	Rio de Janeiro-Brazil												
الزمن	2011م												
تطبيقات النانو	الخواص	Nano LED lighting											
	الاستخدام	اضاءة موفرة للطاقه											
الوصف التحليلي للمشروع			●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●

يقع برج المنارة على جزيرة كوتندبه بالعاصمة ريو دي جانيرو البرازيلية، وتم تقديمة من المصمم كعلامة مميزة مع استخدام تقنيات النانو بالإضاءة النانو ليد Nano LED lighting ليظهر البر بإضاءة ليلية شديدة الوضوح وموفرة للطاقة ايض ويشتمل على نقاط مراقبة، قاعة سكاي وول منصة القفز بالحبال، كافتيريا، ومتجر للهدايا والاضاءة الطبيعية للمبنى بالكامل شكل (24) عمل فتحات بالكتل لتحقيق التهوية الطبيعية ولتخفيف الاحمال الحرارية الناتجة عن الزجاج لتحسين البيئة (Shebl,2011).

شكل (24) المعالجات المعمارية والاضاءة نهاراً وليلاً. المصدر: http://www.evolo.us/architecture/lighthouse-tower-is-a-gateway-to-rio-de-janeiro-mikou-design studio/

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. | المصدر: الباحث.

جدول (15) مثال لاستخدام طلاء النانو ذاتي التنظيف (تأثير اللوتس) لمقاومة تلوث المدينة وعدم تغير اللون. المصدر: الباحث.

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة		
مثال6	Ara Pacis Museum	
المعماري	Richard Meier & Partners	
الموقع	Rome, Italy	
الزمن	2006م	
تطبيقات النانو	الخواص	(Self-cleaning coatings (lotus effect
	الاستخدام	طلاء النانو ذاتي التنظيف

الوصف التحليلي للمشروع	●	●	●	●	●	●	◘	●	●	●	●	○	☼	☼

متحف اراباسيس يقع بالعاصمة روما على ضفة نهر التيبر كإعداد متجدد Ara Pacis، ويقع بمدينة شديدة التلوث، فاستخدم طلاء النانو ذاتي التنظيف ذو تأثير اللوتس Self-cleaning coatings-lotus effect ذات اللون الابيض لإعطاء مظهر الكتلة الحجرية الجيرية وللتغلب على تلوث المدينة وعدم تغير اللون شكل (25)، تشمل مواد البناء الزجاج والخرسانة والحجر الجيري الروماني البيج الأصلي، يتكون الهيكل من طابق واحد طولي، والسمة الغالبة للمبنى الجديد هي جدار ستارة زجاجية بطول 150 قدم وارتفاع 40 قدم، مع التباين بين الإضاءة الخافتة لمساحة المدخل والقاعة الرئيسية مع المناور لزيادة الإضاءة الطبيعية (Shebl,2011).

شكل (25) استخدام طلاء النانو ذاتي التنظيف في الواجهات. المصدر: http://www.flickriver.com/photos/32215181@N08/tags/ara/

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. المصدر: الباحث.

جدول (16) مثال استخدام الخرسانة الذكية وأكسيد التيتانيوم في الواجهات والزجاج الكهروضوئي والألواح الشمسية. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة		
مثال7	Palazzo Italia	
المعماري	Nemesi	
الموقع	Milan Expo- Italia	
الزمن	2015	
تطبيقات النانو	الخواص	Italcimenti- TX Active
	الاستخدام	الخرسانة الذكية مكافحة التلوث

الوصف التحليلي للمشروع	●	●	●	●	●	●	◘	●	●	●	●	◘	●	●

Journal of University Studies for Inclusive Research (USRIJ)
مجلة الدراسات الجامعية للبحوث الشاملة

وضح مهندسو Nemesi ان المبنى بمساح
155,000قدم2 ومستوحى من مفهوم الغاب
الحضرية، وجاءت الكسوة الخارجية مصممة
لتشبه فروع الأشجار المتشابكة، تمتص تلوث
الهواء والتنقية والترشيح قبل إطلاقه في البيئ
المحيطة.
تتميز الواجهات بامتصاص الضباب الدخاني
بفضل خاصية الديناميكية الحيوية، وهي عبار
عن شبكة بمساحة 97,000قدم2 من الخرسان
الذكية Italcimenti التي تستخدم تقني
TXActive الحاصلة على براءة اختراع من
مجموعة Heidelberg Cement Group
بفضل قوتها المعادلة CO2تساعد علي تحسير
جودة البيئة.
يتم تحفيز الضوئيات الناتجة عن أكسيد التيتانيو
داخل الخرسانة TIO2، حيث تستخدم هذه المادة
الطاقة الضوئية من الشمس لإنشاء كواشف
مؤكسدة والتي تحلل ذرات الملوثات الجوي
الضارة وتنظف الهواء وتجعله صحيا وآمنا للتنفس
بالبيئة.
ويحول الزجاج الكهروضوئي الطاقة الشمسية إلى
كهرباء مما يجعل المبنى يستهلك طاقة أقل بنسب
40٪ مقارنة بالمبنى المكافئ له، كما يتميز بسقف
زجاجي مصنوع من الألواح الشمسية مما يمكن
من إنتاج 140 كيلووات من الكهرباء النظيفة.
تم تصنع الكسوة الخارجية شكل (26) من مواد
معاد تدويرها بنسبة 80٪، وبشكل أساسي الركا
واستخدم الرخام والجرانيت مما يجعل الخرسان
مستدامة وصديقة للبيئة الداخلية والخارجية.
تتميز الخرسانة مكافحة التلوث الخرسانة الذكي
باستخدامها للكسوة والأرصفة وبلاط الأسط
وحتى الطرق البيضاء، حيث تقلل من تلوث الهوا
بنسبة تصل إلى 75٪، وإذا تمت تغطية 15٪ فقط
من المباني في ميلانو باستخدام هذا الأسمنت فسيت
تقليل تلوث الهواء إلى 50%، تم استخدام 2000
طن من الخرسانة الحيوية الديناميكية لبناء المبنى
ووفقًا Italcementi، فإن الهيكل أقوى بكثير
بالمقارنة مع ما يعادل من الخرسانة العادية مم
يحقق استدامة البيئة العمرانية (Aglan,2009).

شكل (26) استخدام الخرسانة الذكية وأكسيد التيتانيوم في الواجهات والزجاج الكهروضوئي والألواح الشمسية. المصدر: https://architizer.com/projects/italy-pavilion-milan-expo-2015/

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي. | المصدر: الباحث.

جدول (17) مثال استخدام الاغشية النشطة للمبنى في الواجهات والزجاج لترشيح الهواء وتوفير هواء نظيف داخل المبنى. المصدر: الباحث

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئه عمرانيه مستدامه																	
متال8	Off the Grid Tower	البيئه العمرانيه المستدامه								تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامه							
المعماري	Philips's Design	التصميم المستدام				ا ل ت م ص	ا ل ت م ص	ع م ا ـ ـ		مواد النانو				اجهزة النانو			
الموقع	China	ا ل	ا ل	ا ل	ا ل					م و	م ـ	م ـ	م و	ا ل	ت ن	ت ن	ت خ

الزمن	2020																			
تطبيقات النانو	الخواص	Nan Skin																		
	الاستخدام	الاغشيه النشطه لترشيح الهواء																		
الوصف التحليلي للمشروع	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

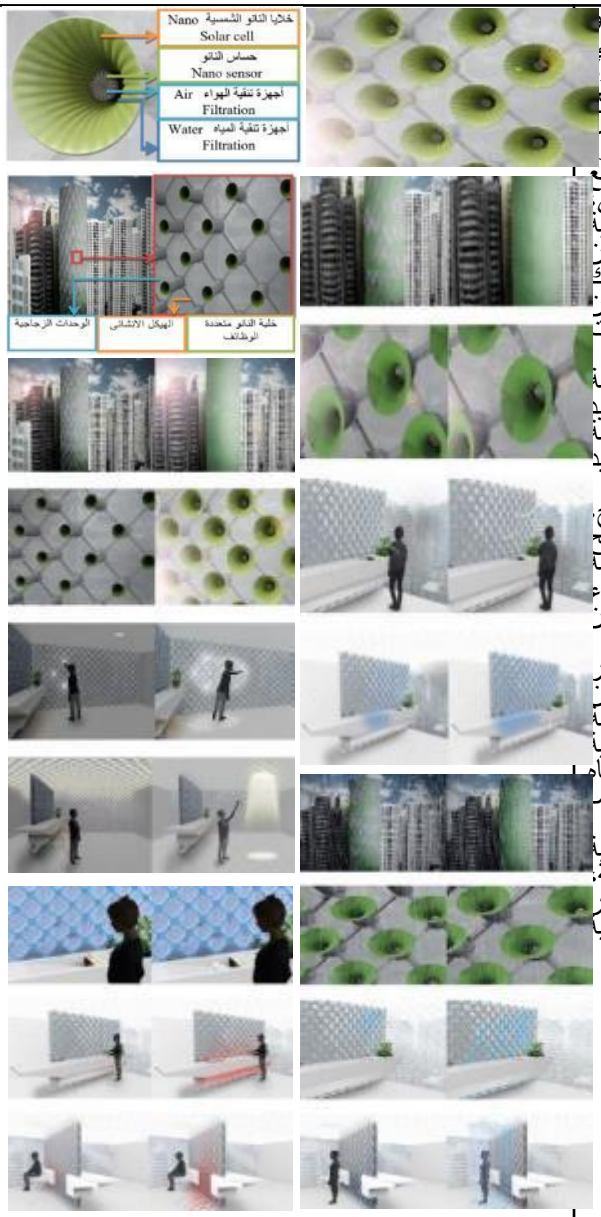
يعتبر هذا المشروع استكشاف لدمج تقنيات النانو الالكترونية والوظائف الكيميائية الحيوية في المواد الخاملة للبيئة المبنية، مما يغير مفهوم التصميم للمباني المستقبلية، بحيث تكون أسطح المبنى مواد خاملة صديقة للبيئة تستخدم لأغراض البناء والوقاية من الملوثات والفيروسات الضارة بالبيئة، تعمل كأغشية حية لتسخير الطاقة لصنع رابطا قويًا بين السطح الخارجي والداخلي للمبنى، ومن خلال التكيف مع البيئة المحيطة الخارجية يستخدم كناقل لجمع العناصر كالماء والهواء من التغذية الخارجية إلى الفضاء الداخلي، ويؤدي ذلك إلى تزويد المباني بجميع المصادر اللازمة لتكون قادرًا على العيش خارج الشبكة العامة للخدمات كالطاقة والمياه.

كما تتفاعل الاغشية النشطة للمبنى مع أشعة الشمس بكفاءة لتوجيه الضوء الطبيعي وتوليد الطاقة النظيفة والمتجددة، ولن تكون هناك حاجة للكهرباء خلال النهار للإضاءة مما يحقق ترشيد الطاقة واستدامة وجودة الصحة والبيئة الداخلية.

كما تتفاعل الواجهات النشطة للمبنى مع الرياح عن طريق توجيه الهواء عبر الأغشية لترشيح الهواء وتوفير هواء نظيف داخل المبنى، بضغطه وتمريره عبر القنوات مع التبريد لتكييف الهواء الطبيعي، يتم تنظيف الهواء الخارجي وتجريده من ثاني أكسيد الكربون قبل استنفاده لداخل للمبنى.

وتتفاعل الواجهات النشطة للمبنى مع المطر ويجمع ويحول ماء المطر إلى خدمات المبنى، عن طريق التقاط الرطوبة من الهواء، بتجميع الواجهة الماء حتى في فترات الجفاف، ومن خلال التنقية والترشيح وإعادة الاستخدام، سيتم استخدام المياه في حلقة مغلقة لتحسين استهلاك المياه العذبة مما يحقق استدامة منظومة المياه شكل (27).

يتم تحويل النفايات البشرية والنفايات العضوية الأخرى إلى طاقة الغاز الحيوي الصديق للبيئة، لاستخدامه في التدفئة والطهي بالإضافة إلى توفير الماء الساخن واستدامة البيئة العمرانية (Pervushin,2013).



شكل (27) استخدام الاغشية النشطة للمبنى في الواجهات والزجاج لترشيح الهواء وتوفير هواء نظيف داخل المبنى. المصدر: https://www.yatzer.com/grid-sustainable-habitat-2020

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي.

المصدر: الباحث.

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئه عمرانيه مستدامه							
مثال9	Hospital Manuel Gea Gonzalez	البيئه العمرانيه المستدامه			تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامه	
المعماري	Allison Dring & Daniel Schwaag	التصميم المستدام	النانو صديق البيئة	النانو صديق المريض	مواد النانو	اجهزة النانو

الموقع	Mexico	
الزمن	2013	
تطبيقات النانو	الخواص	titanium dioxide (TiO_2) powder
	الاستخدام	تقليل التلوث والتنظيف الذاتي

الوصف التحليلي للمشروع	البيئة	المجتمع	الاقتصاد	الطاقة	العمراني	المعماري	ارة المستقبل	مواد التشييد	مواد مكملة	مواد العزل	مواد طلاءات	الضاءة	تقنية الهواء	تقنية المياه	الطاقة الشمسية	تخرين الطاقة
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	▣	●	●

تم تصميم مستشفى Manuel Gea González الاساسية من قبل المهندس المعماري Manuel Villagran وتم الانتهاء منه في عام 1942، وبعد سنوات عديدة من الخدمة في عام 2013 تم اضافة وإنشاء برج جديد للتخصصات الطبية الحديثة، مع وضع احتياجات البيئة الخاصة به في الاعتبار.
تجمع واجهة مستشفى مكسيكي بين التكنولوجيا المتقدمة والتصميم المعماري وهما مفهومان أساسيان في Visual ARQ، تعمل الواجهة المصممة مع الكركدن على تقليل التلوث الناتج عن 1000 سيارة يومياً لتصبح عاملاً مهماً في تحسين البيئة، وتجمع بين وظيفة التقاط الجزيئات الملوثة وعلم الجمال، 90٪ من الواجهة أي حوالي 2500 م2 مغطاة بهيكل معدني عمودي يحتوي على حوالي 500 قطعة مجمعة شكل (28).
على بعد أكثر من 100 متر يتميز المبنى بواجهة مزدوجة، وهو عبارة عن غطاء مزدوج من قطع مصنوعة من مادة بلاستيكية خفيفة الوزن تسمى Prosolve 370e، وهي مغطاة بطبقة رقيقة جداً من مسحوق ثاني أكسيد التيتانيوم TiO2 ويحتوي اللون الأبيض اللامع والمعتم على خصائص تحفيزية ضوئية ومضادة للميكروبات عندما يستقبل أشعة الشمس المباشرة، فإنه يرشح الانبعاثات والميكروبات والفيروسات الضارة.
تعمل الأشعة فوق البنفسجية لتنشيط إلكترونات الطلاء بحيث تحطم أكاسيد النيتروجين وغيرها من المركبات الضارة، وتحولها إلى نترات الكالسيوم والماء التي سيتم غسلها بواسطة المطر يقوم هذا النظام بتنظيف الهواء الذي يدخل المبنى ، كما تقوم البلاطات بتصفية أشعة الشمس وتقليل درجة الحرارة في الداخل، مما يوفر طاقة تكييف الهواء وتجنب الانبعاثات الملوثة (Rokicki,2013).
والصيانة بسيطة للحفاظ على المادة بيضاء يجب فقط رشها بالماء بانتظام، والعمر المتوقع للطلاء هو 10:5 سنوات، لاستعادته ليس من الضروري تفكيك البلاط، حيث يمكن تطبيق المنتج مباشرة.

شكل (28) استخدام ثاني أكسيد التيتانيوم في الواجهات لتقليل التلوث وترشيح الهواء وتحسين البيئة الخارجية والداخلية للمبنى. المصدر: http://tedxtalks.ted.com/video/Ornament-climate-Alliso n-Drin

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي.	المصدر: الباحث.

المصدر: الباحث .(VAWT) وتوربينات الرياح TiO2 جدول (19) مثال لاستخدام نظام الطاقة الكهروضوئية مع طلاء

نموذج تحليل وقياس مدى استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق بيئه عمرانيه مستدامه						
مثال10	ANTI-SMOGTOWER	البيئه العمرانيه المستدامه			تطبيقات تكنولوجيا النانو المستدامه	
المعماري	VINCENT CALLEBAUT ARCHITECTURES	التصميم المستدام	المباني الثقافية	المباني الصناعية	مواد النانو	اجهزة النانو

الموقع	Paris -France	
الزمن	2007	
تطبيقات النانو	الخواص	Carbo-absorbing green building,
	الاستخدام	مكافحة الضباب الدخاني

الوصف التحليلي للمشروع

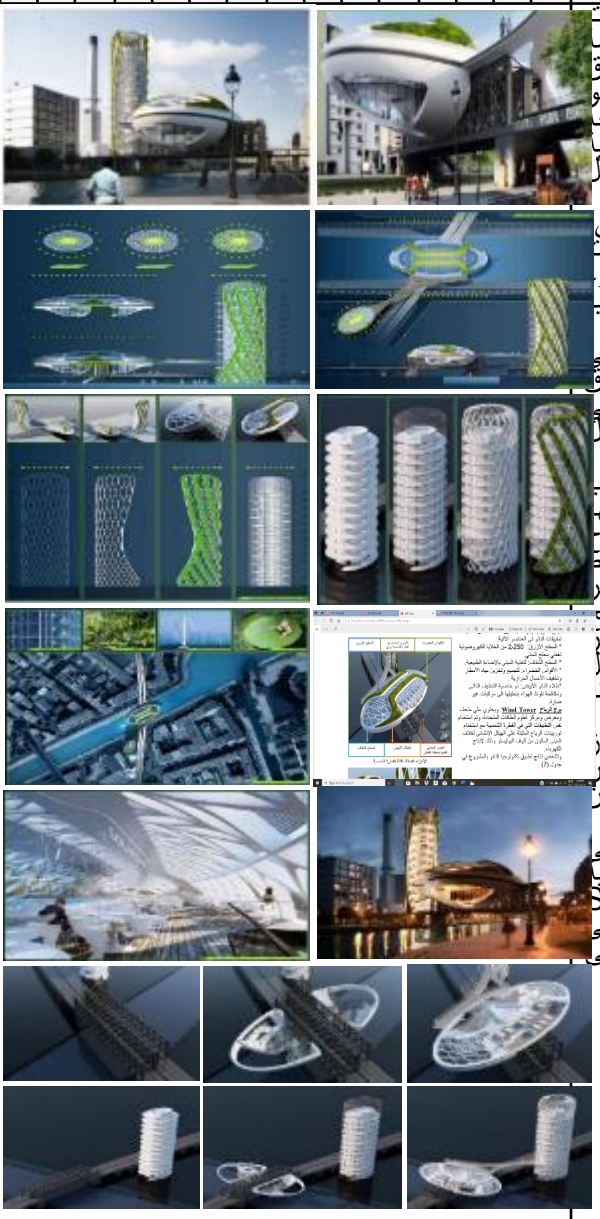
استخدم المهندس المعماري فنسنت كالبوت تقنيات النانو بالمشروع، ليوازن بين المعارض العامة وقاعات الاجتماعات ومساحات التجمع فوق القنوات ومسارات السكك الحديدية المهجورة، وهو مثال يحقق بيئة عمرانية مستدامة، يعد مكافحة الضباب الدخاني مركز الابتكار في التنمية المستدامة التابع لشركة Callebaut بمثابة عامل حفاز لنظافة الهواء من 1500 م2.

يركز المشروع على سقوط الأشعاع الشمسي وهو هيكل بيضاوي الشكل يقع فوق مسارات السكك الحديدية غير المستخدمة، تجهيز الجزء الخارجي 250 م2 من الألواح الضوئية الشمسية ومغطاة بثاني أكسيد التيتانيوم TiO2 ينتج نظام الطاقة الكهروضوئية طاقة كهربائية في الموقع بينما يعمل طلاء TiO2 مع الأشعة فوق البنفسجية للتفاعل مع الجسيمات الموجودة في الهواء، وتحطيم المواد العضوية الضارة وتقليل الملوثات الناتجة عن الهواء شكل (29).

يُعد برج الرياح المكون الثاني لمقاومة الضباب الدخاني، ملتفاً في الهواء بشكل حلزوني وواجهة مزدوجة بين الغطاء النباتي وتوربينات الرياح ذات المحور الرأسي المدمجة VAWT لالتقاط الرياح السائدة، تقود Ramps الزوار عبر مساحة المتحف والخروج إلى حديقة على السطح لرؤية المناظر الطبيعية لباريس، كما يوفر Anti-Smog مساحة حضرية مبتكرة تعمل بالطاقة المتجددة ولها تأثير إيجابي على البيئة العمرانية المحيطة.

يهدف لامتصاص وإعادة التدوير بالتأثير الحفاز لسحب الغازات الضارة بالضباب الدخاني من حركة مرور المواصلات الكثيفة بالقرب من الموقع

يضم المبنى مساحات عامة مع فناء مركزي على البحيرة، ومكان للتدريس حول البيئة الحضرية والطاقة المتجددة، ويقوم نظام Solar Drop بجمع مياه الأمطار من المساحات الخضراء على السطح لاستخدامها داخل المبنى (Spinelli,2013).



شكل (29) استخدام ثاني أكسيد التيتانيوم مكافحة الضباب الدخاني والألواح الضوئية الشمسية وتوربينات الرياح. المصدر:
https://snowcempaints.blogspot.com/2008/12/anti-smog-architecture-in-paris.html

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي.	المصدر: الباحث.

6الدراسة التطبيقية- استبيان للتعرف بتطبيقات تكنولوجيا النانو بالعمارة والعمران:

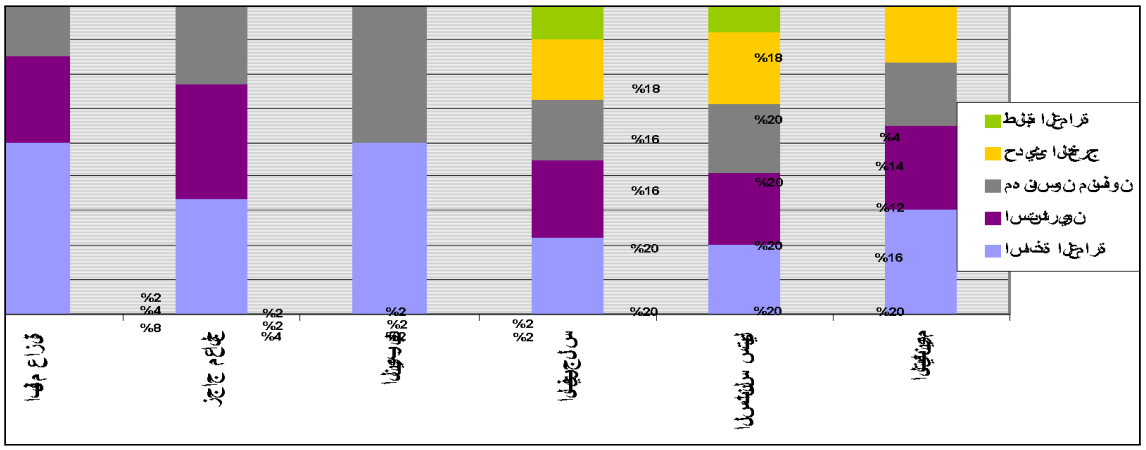
تم عمل استمارة استبيان لمعرفة ولقياس مدى المام المعماري ببعض المواد والخامات والخلايا والاجهزة والتقنيات الحديثة، وكانت الشرائح التي المختارة لعمل الاستقصاء بعدد 10 من كل فئة (أساتذة كليات العمارة، مهندسون استشاريون تنفيذيون، مهندسون حديثي التخرج، طلبة العمارة)، وكانت الأسئلة ما مدى معرفتك بتكنولوجيا ومواد النانو والخلايا والأجهزة والتقنيات الحديثة واستخدمها؟ وما تأثيرها على العمارة والعمران؟ فكانت النتيجة كما يلي: -

6-1مدى تعرف الفئات المختارة على مواد النانو:

أظهر الاستبيان التفاوت في التعرف على مواد النانو، فمادة الايروجيل تعرف عليها اساتذة العمارة بنسبة 58% من إجمالي المتعرفين عليها، بينما الاستشاريون حوالي 28% والمهندسون المنفذون 14%، بينما لم يتعرف المهندسون حديثي التخرج أو الطلبة عليها، أما مادتي الفيبرجلاس والاستانلس ستيل تقاربت نسب التعرف عليها، ومن ثم رصد النتائج بجدول (20) والتحليل بيانياً بطريقة الاعمدة في صورة مقارنة مجمعة شكل (30).

جدول (20) يوضح متوسط أعداد الفئات المستهدفة التي تعرفت على مواد النانو الحديثة. المصدر: الباحث

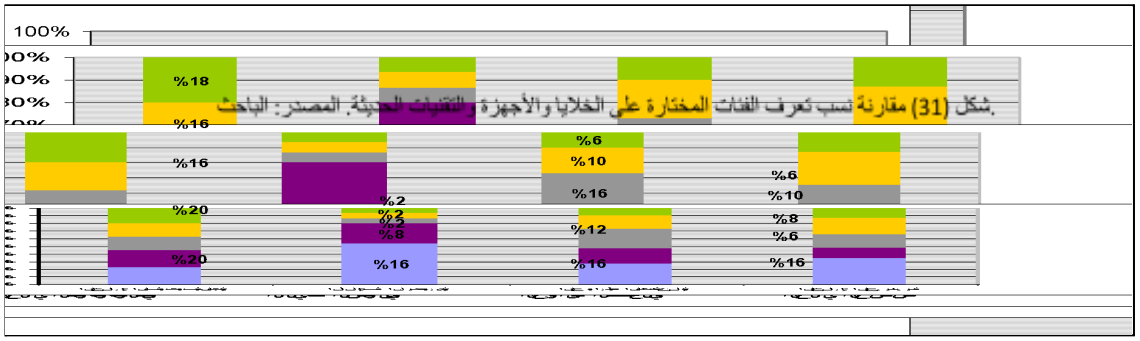
فئات المستهدفين / مواد	عدد	الايروجيل	قزاع مفا	جاع جاجز	ريبوين	س ل جريفيا	سانلس ل يتس	موين يتيا
قرامع ا قبلط	10	0	0	0	0	9	9	2
جرخت ا يثي دح	10	0	0	0	0	8	10	7
نوقنم نوسن دم	10	1	1	1	1	8	10	6
ن ويرلبرتس ا	10	2	1	1	0	10	10	8
قرامع ا قشلس ا	10	4	2	1	1	10	10	10
طسوتملا		%14	%8	%6	%4	%90	%98	%66



شكل (30) مقارنة مجمعة لنسب تعرف الفئات المختارة على مواد النانو الحديثة من إجمالي المتعرفين عليها. المصدر: الباحث

2-6مدى تعرف الفئات المختارة على خلايا النانو والاجهزة والتقنيات الحديثة: تقاربت النسب في التعرف على الخلايا الفوتو فولتية بين الفئات المختارة، بينما تفاوتت نسب التعرف على باقي الخلايا والأجهزة والتقنيات الحديثة ومن ثم رصد النتائج بجدول (21)، والتحليل بيانياً في صورة مقارنة مجمعة شكل (31).

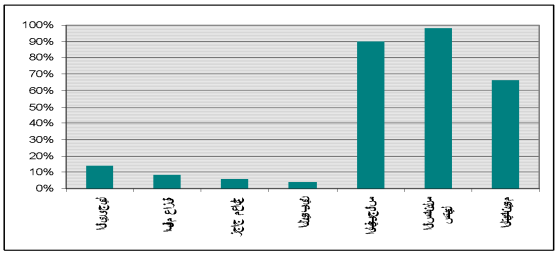
3-6تحليل نتائج الاستبيان:



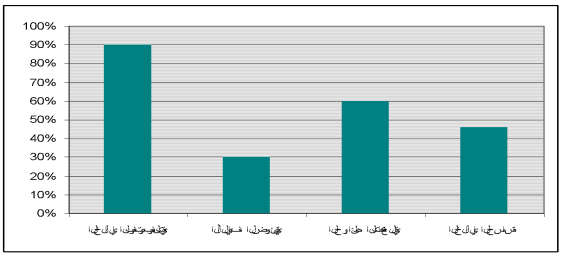
شكل (31) مقارنة نسب تعرف الفئات المختارة على الخلايا والأجهزة والتقنيات الحديثة. المصدر: الباحث

1-أظهرت النتائج بصفة عامة عدم تمكن أغلب المستهدفين من التعرف على مواد النانو والخلايا والأجهزة والتقنيات الحديثة، حصلت مادة الايروجيل على أجمالي متوسط التعرف حوالي 14% من إجمالي عدد الفئات المستهدفة وعددهم 50، كما حصلت رقائق الافلام العازلة على إجمالي متوسط التعرف 8%، وحصل زجاج النانو على 6%، ومادة النيو برين حوالي 4% فقط، بينما تعرف حوالي 98% على مادة الاستئناس ستيل، و66% على مادة التيتانيوم شكل (32).

2-أما الخلايا الذكية والأجهزة والتقنيات الحديثة فكان أجمالي متوسط التعرف على الخلايا الفوتو فولتية 90% من إجمالي عدد الفئات المستهدفة وعددهم 50، وكان أجمالي متوسط التعرف على الالياف الضوئية 30%، بينما تعرف حوالي 60% على الحوائط التفاعلية LCD، وتعرف حوالي 46% على الأجهزة Sensors شكل (33).



شكل (32) إجمالي متوسطات التعرف على المواد الذكية.
المصدر: الباحث.



شكل (33) إجمالي متوسطات التعرف على الخلايا الذكية.
المصدر: الباحث.

3-ومن خلال تحليل نتائج الاستبيان نجد دلالة على ضعف الإلمام والتعرف بمواد النانو والخلايا والأجهزة والتقنيات الحديثة في مختلف الفئات المستهدفة، بينما الفئة القليلة التي تعرفت على هذه المواد والخلايا قد تعرفت عليها بالإضافة الى أماكن استخدامها بالمبنى ومجال تأثير هذا الاستخدام على العمارة والعمران المحيط بالمبنى، وكانت تلك النتائج لرصد وقياس قدرة الفئات المستهدفة على تحديد مكان الاستخدام الامثل لتلك المواد والخلايا ومجال التأثير على العمارة والعمران، حيث اكدت النتائج صحة الفرضية ووصولا الى هدف البحث بالتعرف على مواد النانو والخلايا والاجهزة والتقنيات الحديثة، بالإضافة لضرورة تعرف الفئات المختلفة على تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحقيق عمارة وعمران مستدام ، حتى يكون المردود البيئي لمواد البناء والتشييد مكملاً ومعبراً ومحققاً الاستدامة، وفهم علاقة البيئة والمواد البنائية بالنسيج العمراني، مع زيادة استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو كأداة لتحقيق جودة البيئة الداخلية والخارجية وتقليل التأثيرات السلبية بالعمارة والعمران لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة.

7النتائج:

1) أثرت الثورة التكنولوجية على المكون الإنشائي للعمارة سواء من خلال طرق ومعدات التنفيذ ومواد البناء كالخرسانة المسلحة، أو الخشب، أو الحديد او الزجاج، ولكن التكنولوجيا حسنت هذه الخواص باستخدام تقنيات النانو، فأصبح لها استخدامات جديدة تؤثر مجموعة المباني والبيئة العمرانية في محاولة لتحقيق استدامتها.
2) أدت التغيرات الى شهدتها المنظومة البيئية الى الحاجة لابتكار اساليب بناء جديدة لتحقيق معايير استدامة البناء (استدامة الموقع - كفاءة الطاقة - كفاءة المياه - كفاءة المواد والموارد – جودة البيئة الداخلية والخارجية)، مما ادى لاندماج تكنولوجيا النانو والعمارة الى تطور وتغير الفكر المعماري والعمراني.
3) أعطت المواد والتقنيات والأجهزة الحديثة القدرة على تنفيذ أي منشأ فأبدعت نسيجاً عمرانياً ومستداماً، فالطموح الفكري والمشاريع التخيلية لهما دورا كبيراً في تطور العمارة والعمران لتصبح عملية تكاملية بين البيئة والعمران.

4) تعتبر تكنولوجيا النانو نقطة تحول في التفكير المعماري والعمراني، وقد جاءت في محاولة لإثارة الفكر وإعطاء تعبيرات تشكيلية أكثر كفاءة، وتضيف بعداً رابعاً للشكل المعماري وهو بعد الزمن بالإضافة لبعد خامس معلوماتي وتكنولوجي، للتكيف مع المحيط ومعالجة البيئية العمرانية لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة.

5) ان استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو في عملية البناء والتشييد تعمل على تحقيق فكر التصميم المعماري والعمراني المستدام داخل وخارج المباني وعلاقتها بالبيئة العمرانية المحيطة، لزيادة قدرة المدن على التفاعل البيئي الصحي مع ما يحيط بها من متغيرات، مثل تغير التكوين العمراني لمجموعات المباني بالمدن ومن ثم تغيير سمات العمارة والعمران لمواجهة المخاطر البيئية والمناخية والاوبئة البيولوجية العالمية.

8التوصيات:

1) اهتمام الدول والمؤسسات العلمية بأبحاث تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال العمارة والعمران، مع عمل خطط تعاون بين الدول المتقدمة في تكنولوجيا النانو وتخفيض التكاليف لزيادة استخدام تكنولوجيا النانو.

2) إدخال منظومة تشريعات جديدة تراعي مواد البناء المتوافقة مع البيئة وتشجيع الأفكار والاتجاهات التي تستخدم تقنيات وتطبيقات تكنولوجية في انشاء وتشغيل المباني لتحقق استدامة البيئية العمرانية.

3) تدريس علوم تكنولوجيا النانو بالمؤسسات المتخصصة في مجال العمارة والعمران لتساهم في تحقيق القيمة المضافة من استخدام تطبيقات ومواد واجهزة النانو لتحقق بيئية عمرانية مستدامة بالحاضر والمستقبل.

4) أن يعرف المعماري خواص تقنيات وأجهزة ومواد البناء وأساليب التنفيذ لكي يوظفها بما يناسب خصائصها، مع إلمامه بالوسائل التقنية للتنفيذ لإبداع مبنى متوافق بيئياً مع البيئة العمرانية المحيطة.

5) على المعماريين تطوير فكرهم ولغتهم لاستغلال التطور الهائل في التقنيات للوصول إلى عمارة حديثة تشكل بيئة عمرانية مستدامة تتواكب مع تكنولوجيا العصر، وتتلاءم مع المتطلبات المستجدة مستقبلاً.

6) توعية جميع مستويات وفئات المجتمع لتعميم العمل بمواد النانو بديلاً للمواد التقليدية لتقليل التأثير السلبي على البيئة العمرانية، وتطويع المواد والاجهزة الحديثة لمعالجة ذلك لتحقيق البعد الاستدامي بالعمارة والعمران.

7) ضرورة عقد المؤتمرات والندوات وتشجيع الباحثين بأعداد الدراسات والابحاث التي تعنى بتطبيقات النانو تكنولوجي في مجال العمارة والعمران، مع ضرورة الاستفادة من الجوانب الإيجابية لخدمة البيئة والمجتمع.

9المراجع:

1. علا، حربة، (2017)، "العمارة في ظل تقنية النانو"، رسالة ماجستير، جامعة البعث العراق.
2. علاء فريد، اسعد أبو غزالة، عادل الشامي، ((2015 ، مواد البناء الذكية والنانونية مدخل لزيادة كفاءة وتكامل المباني الذكية، مجلة جامعة جازان، المجلد 4، عدد2.
3. سيف الدين، المتيم، ((2010، "كفاءة تطبيق تقنية المعلومات في العمارة ودورها في المباني الذكية"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعه حلوان.
4. محسن، ابراهيم، ((2004، "العمارة المستدامة "المؤتمر العلمي الأول العمارة والعمران في إطار التنمية المستدامة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
5. محمد، المخزومي، ((2013 "تأثير اللوتس"، مجلة الدوحة، عدد68،.

6. ميسون، هلال، واخرون، ((2014 "دور استراتيجيات " التصميم المستدام في تقليل التأثيرات على البيئة العمرانية"، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثالث عشر، مصر.
7. نهى، الحبشي، ((2011، "ما هي تقنية النانو"، مكتبة الملك فهد الوطنية، جدة، ص 15.
8. Ali Nazari & Shadi Riahi, (2011), "The effects of TiO2 nanoparticles on physical, thermal and mechanical properties of concrete using ground granulated blast furnace slag as binder" Volume 528.
9. Mean ,walled, (2013), applying multi carbon nanotubes dispersions in producing autoclaved silicate cellular, Fifth International Conference on nanotechnology in construction, Cairo- Egypt.
10. B,Atkin, (2012), "Intelligent Buildings; Applications of IT and Building Automation to High Technology Construction Projects". Halsted Press Book, New York.
11. Ayşin Sev, Meltem Ezel, (2014), Nanotechnology Innovations for the Sustainable Buildings of the Future, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering Vol:8, No:8.
12. Ben, Williams, (2010), Managing Director Magma Tech Ltd, London, UK, International Conference on nanotechnology for green and sustainable construction.
13. Charles J. Kibert, (2008), "Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery", New Jersey: John Wiley & Sons.
14. Daniel , Schodek, (2009), Nanomaterials, nanotechnologies and Design , p184.
15. George, Elvin, (2007) Nanotechnology for Green Building, p66-70.
16. Fouad, Ahmed, (2012), Nano arch. and Sustainability, Faculty of Engineering, University of Alexandria.
17. Xiujian, Zhao, (2010) Functional Glasses by Coatings or Thin Films, Key Lab Silicate , (Wuhan Univ. Technol.), Ministry of Education, China, p82-83.
18. G. quercin &h.j.h. Brouwers,(2012) "Application of Nano-silica in concrete mixtures", Symposium in Kgs. Lyngby, Denmark.
19. G. Yakovlev, G. Pervushin, (2013), "Modification of Construction Materials with Multi-Walled Carbon Nanotubes" 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques.
20. Gaurao, Swapnal, (2015) Light Transmitting Concrete- An Innovation. International Journal of Engineering Research and General Science, Volume 3 Issue (2).
21. George, Elvin, (2007) Nanotechnology for Green Building, p 45.
22. Van de voorde, Gennesys, (2009) Max Planck Institute for Metal for scrunch.
23. Hessen, Nanotech, (2008), Application of Nanotechnologies in the Energy sector, Hessian ministry of economy, transport, urban and development, Germany, volume9, p 30-40-49.
24. Hussein, B., Hamdi, (2013), Nano Smart Home an Interdisciplinary Collaboration for a Better Quality of the Built Environment. 2nd International Conference on Energy Systems and Technologies, 295–304.
25. J. clarence, Davies, (2010) oversight of next generation "nanotechnology", PEN 18, Woodrow Wilson International Center for scholars, Washington, P. 7.

26. Kazem, pour, (2016) The Impact of Nanotechnology in Reinforced Structures the Structure of Concrete and Steel. Journal of Current Research in Science, Volume 1.
27. Leyd ecker, Sylvia, (2008) Nanomaterial's in Architecture and Design, Burkhouse Verlag AG, Caroline Bohlen, Berlin.
28. Lusing, Mould, (2015) A research about a new molding technique for fluid architecture. Faculty of Architecture, Eindhoven University of Technology.
29. Mark, Morrison, (2005) "European Nanotechnology Infrastructure and Networks".
30. Mohamed S. Issa, (2010)" structural performance and characteristics of concrete containing micro-TIO2 particles" International Conference on nanotechnology for green and sustainable construction.
31. Mohamed, Wahba, (2009) "Technology of Smart Material and its Effect on Formation of the Future Architecture", 5th International Architectural Conference, Faculty of Eng. Cairo.
32. A., Mohamed, (2015) Nano-Innovation in Construction, A New Era of Sustainability. International Conference on Environment and Civil Engineering.
33. N. Guskos, (2010) "ferromagnetic resonance and compressive strength study of cement mortars containing carbon encapsulated nickel and iron nanoparticles" p3-4.
34. P. Spinelli, (2013), Al2O3 / TiO2nano pattern antireflection coating with ultralow surface recombination, AIP Publishing LLC.
35. S. Shebl, , (2011) "Effect of micro-silica loading on the mechanical and acoustic properties of cement pastes" Vol.25, p 3903-3908.
36. H., Sada, (2014) The use of Nanotechnology in construction sector Lecture. Al-Qadisiya Journal for Engineering Sciences, Volume 7, Scianc alepore, C., & Bondioli, F., Durability of SiO2 – TiO2 Photocatalytic Coatings on Ceramic Tiles.
37. M. Aglan, (2009) " Mechanical behavior of Activated Nano Silicate Filled Cement Binders".
38. Wiesław, Rokicki (2016) "Bionic Aspects in Search of Functional Systems of Structural Surfaces." Mazowsze Studia Regionalne Vol.19: P 117-124.

Websites:

http://www.beveragedaily.com/R-D/Ozonenano- bubbles-harnessed-to-sterilize-water, Visit 12/3/2020.
http://www.cabotcorp.com/Aerogel/Daylighting/ProjectGallery/GN200902261545PM 2814/, Visit-10/1/2020.
http://www.evolo.us/architecture/lighthouse-tower-is-agateway- to-rio-de-janeiro, Visit-8/2/2020.
http://www.lehigh.edu/imi/WinterSchool/Lectures/Lecture_8_Zhao_Functional-Glasses.pdf, Visit-15/1/2020.
http://www.nanoprotect.co.uk/wood-protection.html, Visit-14/3/2020.
http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7316/pen-18.pdf, Visit-22/1/2020.
http://www.nanowerk.com/nanotechnology/ten_things_you_should_know_8.php, Visit-5/1/2020.
http://www.richardmeier.com/?projects=ara-pacis-museum-2, Visit-3/2/2020.
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813007868, Visit-24/2/2020.
http://www.slideshare.net/MythiliTummalapalli/nanofinishes-for-uv-protection-intextiles, Visit-2/1/2020