Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 14, No. 53, October, 2019, 1740-1750

NANOTECHNOLOGY: TOWARDS THE SUSTAINABILITY OF CONTEMPORARY ARCHITECTURE

***Rania Said Sayd Mourad[1], Mohamed Zakria El-Dars[2] and Alaa-aldien Alsaied Farid[2]**
[1] Architect, Development, Research & Studies, Dep. Fund, Ministry of Housing, Cairo, Egypt
[2]Department of Architecture, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo, Egypt
*Corresponding author E-mail: architecture_rania@hotmail.com

ABSTRACT
The research discussed concept of nanotechnology, which is concerned with studying and rearranging the properties of materials up to 100 nm in order to reach new materials that have a new characteristics and functions superior to traditional materials. The Nano material are characterized by new properties and behaviors, because these materials exhibit new physical and chemical concepts due to their composition. The research discussed the impact of Nano technology on architecture, where Nano materials provided creative design to form of the building, as well as the distinctive characteristics of Nano materials in form and functionalities, which increases the efficiency of the performance of the building internally and externally. The research also discussed the concept of sustainable Nano architecture, which is the integration of Nano architecture with sustainability, in order to achieve the sustainability of buildings with modern technological tools. study also discussed architectural trends aim to achieve sustainable Nano architecture, such as (biological Nano architecture, ecological Nano architecture, and smart Nano architecture) with example studying demonstrating its trends and how it achieves sustainability.

Key words : Nanotechnology, Bio Nano architecture, Ecological Nano architecture, Smart Nano architecture, Photo catalysis.

تكنولوجيا النانو : نحو استدامة معمارية معاصرة

رانيا سعيد سيد مراد[١] و محمد زكريا الدرس[٢] و علاء الدين السيد فريد[٢]
[١]صندوق بحوث ودراسات التعمير - وزارة الإسكان - القاهرة – جمهورية مصر العربية
[٢]قسم هندسة العمارة بكلية الهندسة جامعة الأزهر- القاهرة – جمهورية مصر العربية

ملخص البحث
ناقش البحث مفهوم تكنولوجيا النانو والذى يهتم بدراسة وإعادة ترتيب خصائص المواد بحجم يصل إلى ١٠٠ نانو متر، للوصول إلى مواد جديدة لها خصائص ووظائف تفوق المواد التقليدية ، حيث تتميز مواد الناتو بخصائص وسلوكيات جديدة ، وهذا بسبب أن هذه المواد تُبدي مفاهيم فيزيائية وكيميائية جديدة بسبب تركيبها.
ناقش البحث تأثير تكنولوجيا النانو على العمارة حيث أتاحت مواد النانو حرية التصميم الإبداعية للشكل الخارجي للمبنى ، فضلاً عن الخصائص المميزة لمواد البناء شكلاً ووظيفية مما يعمل على زيادة كفاءة أداء المبنى داخلياً وخارجياً.
كما ناقش البحث مفهوم عمارة نانو مستدامة وهى عبارة عن اندماج عمارة النانو بالاستدامة ؛ وذلك لأهمية تحقيق استدامة المبانى بأدوات تكنولوجية معاصرة. وتناول البحث دراسة الاتجاهات المعمارية لعمارة النانو المستدامة كعمارة النانو البيولوجية والايكولوجية وعمارة النانو الذكية مع دراسة النماذج المعمارية لتلك الاتجاهات وبيان مدى تحقيق الاستدامة بها .

الكلمات المفتاحية : تكنولوجيا النانو – عمارة النانو – عمارة النانو البيولوجية - عمارة النانو الايكولوجية – عمارة النانو الذكية – التحفيز الضوئى.

مقدمة البحث

إن تحقيق الاستدامة أصبح ضرورة حتمية فى ظل التحديات العالمية من زيادة معدل الطاقة ونفاذ الموارد الطبيعية ، لذا فإن المعمارى يجب أن يكون على دراية كاملة حول كيفية تحقيق التصميم المستدام والعمل على الاستفادة من الإمكانيات اللامتناهية للتكنولوجيا ، ومن أهم التطبيقات التكنولوجية تأثيراً بالعمارة تكنولوجيا النانو .

فالنانو من أهم المجالات الهادفة لرفع كفاءة الإستدامة العمرانية والمعمارية ، حيث أدت إلى ثورة فكرية ساعدت فى تصميم وتنفيذ مبانى مستدامة ، إضافة إلى التطبيقات العديدة فى جميع مواد البناء ، فضلا عن الخصائص البيئية لمواد البناء التى ساعدت فى الحفاظ على سلامة البيئة وترشيد الطاقة وإستخدام الطاقات المتجددة وإنتاج مواد صديقة للبيئة ، فتطبيقات النانو ستشكل داعماً رئيسياً نحو تحقيق إستدامة معمارية بما يتلائم ومعطيات العصر الحالى؛ بهدف الوصول إلى بيئة عمرانية أفضل.

وستناقش الورقة البحثية الإتجاهات والافكار المعمارية المبنية على إستخدام مواد النانو ؛ من أجل معرفة تأثيرها على إستدامة المبانى من أجل بيئة عمرانية أفضل.

المشكلة البحثية

تكمن المشكلة البحثية فى كيفية الوصول إلى إستدامة معمارية عن طريق تكنولوجيا النانو ؛ بهدف الارتقاء بالعمارة والعمل على إستدامتها بما يتوائم والمعطيات التكنولوجية للعصر الحالى.

الفرضية العلمية

تكنولوجيا النانو داعمة للاستدامة المعمارية بشكل مبتكر وبأدوات تتلائم ومعطيات التكنولوجيا الحديثة وستشكل إطار متكامل لإستدامة المبانى من أجل بيئة عمرانية أفضل.

الهدف من البحث

يهدف البحث إلي دراسة مفهوم تكنولوجيا النانو ، وإيضاح الإمكانيات المتعددة لتلك التكنولوجيا وكيفية الإستفادة منها بالمجال المعمارى بأدوات تتلائم ومعطيات القرن الواحد والعشرون ، نحو إستدامة معمارية معاصرة ، وبيان الاتجاهات المعمارية الحديثة التى دمجت ما بين النانو والاستدامة .

١. تكنولوجيا النانو:

التكنولوجيا بوصفها مجموعة من الأدوات فهى الأجهزة المختصة بالإداء التقنى بجميع المجالات ، وبوصفها المعرفة فهى المهارات الفنية التى تؤدى إلى الإبتكارات التقنية ، وبوصفها نشاط فهى عملية ديمناميكية أى إنها حالة مستمرة من التفاعل النشط بين عدة مكونات متنوعة لتطبيق المعرفة العلمية وبوصفها تصميم حيث تبدأ بمشكلة وتنتهى بحل ، وبوصفها نظام إجتماعى فهى العنصرالجامع بين العامل البشرى والآلة. [١٧]

وتمثل تكنولوجيا النانو الجيل الخامس للتطور التكنولوجى والذى يحظى بإهتمام العديد من دول العالم المتقدمة والنامية على حد سواء وتعرف تكنولوجيا النانو بأنها مصطلح يصف مجال العلم الذى يهتم بدراسة وإعادة ترتيب خصائص المواد بحجم يصل إلى ١٠٠ نانو متر، وعند الوصول إلى هذا المقياس تتغير خصائص المواد بطريقة تمكن من فتح مجالات أوسع لتطبيقها [١٠] (فمثلا عن طريق تكنولوجيا النانو يمكن إعادة ترتيب ذرات الفحم والحصول على ماس) .

٢. التطور التاريخى لتكنولوجيا النانو:

منذ الآلف السنيين وبناء الحضارات نشأت تكنولوجيا النانو وأُستخدمت فى عدة مجالات كالزجاج والصلب وغير ذلك ، إعتماداً على الخصائص العشوائية للحجوم الذرية لبعض المواد وفيما يلى جدول (١) يوضح الملامح التاريخية لتلك التكنولوجيا .

التاريخ	أبرز النتائج
الحضارة الإغريقية	إستخدام حبيبات ذهب النانو فى تلوين الزجاج ، مثل كاس الملك الرومانى لايكورجوس والموجود بالمتحف البريطانى.
الحضارة الإسلامية	السيف الدمشقي المعروف بصلابته والمصنوع من أنابيب بأبعاد نانومترية من الكربون، أعطت هذا السيف ميزاته الفائقة.
١٨٦٧م	تحريك الذرات والجزيئات: أجري الفيزيائي"جميس ماكسويل"تجربة سُميت"عفريت ماكسويل (Maxwell ´s demon)تخيل فيها مخلوقا ذريا يقف حارسا على بوابة ذرية تفصل بين وعائين يحتويان على غازفقد ولّدت التجربة فكرة التحكم فى تحريك الذرات والجزئيات.
١٩٥٦ م	تمكن أهلير من تسجيل مشاهداته للسليكون الاسفنجي (porous silicon)، وبعد ذلك تم الحصول على إشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة.
١٩٥٩م	ريتشارد فاينمان مفسراً بأن المادة عند مستوى قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف – إشارة إلى إمكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزئيات.
أوائل الستينات	تطوير سوائل مغناطيسية حيث تُصنَع هذه السوائل من حبيبات مغناطيسية بأبعاد نانوية - والاهتمام بالرنين البارامغناطيسي الإلكتروني.
١٩٦٩م	اقترح ليوابساكي تصنيع تركيبات شبه موصلة بأحجام النانو، وكذلك تصنيع شبكيات شبه موصلة مفرطة الصغر.
١٩٧٤ م	البروفيسور نوريو تانيقوشي وهو أول من إستخدم مصطلح النانو في ورقته العلمية المنشورة.
1976 م	استحدث "منير نايفة" طريقة التأين الرنيني لكشف الذرات المنفردة وقياسها، ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات.
١٩٨١ م	اختراع الميكروسكوب النفقي الماسح STM (Scanning Tunneling Microscope) بواسطة العالمان جيرد بينج وهينريك روهر ، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو،حيث زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد.
١٩٨٢ -١٩٨٥ م	العالم الفيزيائي دون ايجلر الذى عمل بمعامل IBM في تحريك الذرات باستخدام جهاز الميكروسكوب النفقي الماسح- مما فتح مجالا جديدا لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها، وفي نفس الوقت تم اكتشاف الفلورينات بواسطة هارولد كروتو، ريتشارد سمالي وروبرت كيرل.
١٩٨٦ م	ألف "إريك دريكسلر"محركات التكوين وصنع محركات ومركبات نانوية تستطيع نسخ نفسها.
١٩٩١ م	اكتشف الباحث الياباني "سوميو ليجيما" أنابيب الكربون النانوية.
١٩٩٥ م	تمكن العالم الكيميائي منجي باوندي من تحضير حبيبات من شبه الموصلات الكاديوم / الكبريت (أو السلينيوم) أصغرها ذات قطر ٣ - ٤ نانومتر.
١٩٩٨ م	اكتشاف ترانزستور من أنابيب الكربون النانوية.
٢٠٠٠ م	تمكن العالم الفيزيائي منير نايفه من اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر ١ نانو.
٢٠٠١ م	بدء انتشار تطبيقات تقنية النانو وأطلق على تلك المنتجات جيل تقنية النانو المؤثر Passive Nanotechnology Generation .
٢٠٠٢ -٢٠٠٥ م	إستخدام المنتجات ذات الفاعلية الحيوية منها الادوية الحساسة. وأطلق عليه تقنية النانو الفعالة Active)(Nanotechnology Generation.
٢٠٠٦ -٢٠١٠ م	إستخدام الروبوت الطبي المتقدم- وأُطلق على الإجهزة جيل أنظمة النانو((Systems of nanotechnology Generation).
٢٠١١م إلى الان	حالة متقدمة جداً من إستخدام النانو تكنولوجى مثل الاجهزة التي تحاكي أنظمة الإنسان الحيوية (Atomic Design) وإعتماد البدء بها نظراً لدقة تطوّرها خلال الأعوام (٢٠١٥- ٢٠٢٠م).

٣. عمارة النانو:

عمارة النانو هى عباره عن إندماج تكنولوجيا النانو مع العماره، فتكنولوجيا النانو لها أثرها على خصائص المواد وأيضا على الطاقة والذى أدى بدوره الى إختلاف ملحوظ فى أساليب التفكير والتصميم المعمارى. (٧)

وقد بدأ العالم بربط عمارة النانو بالإستدامة في جميع التصاميم والمشاريع لأهمية تحقيق مبادئ التصميم المستدام بأدوات تكنولوجية معاصرة مثل تقنية النانو ، إذ إنها تفتح عالما جديدا من المواد المتقدمة أكثر كفاءة وقادرة على تطوير نفسها وفقا لمتطلبات التصميم مما أعطى إمكانيات جديدة في مجال البناء المستدام ، تعمل على زيادة كفاءة أداء المبنى كما تعمل على تحسن البيئة الداخلية والخارجية للمبنى وتوفر استهلاك الطاقة ، وأيضا إزالة التلوث من البيئة المبنية والطبيعية.

٤. عمارة النانو - فكر مبدع للمعماريينChanging The Way of Thinking :

تكنولوجيا النانو بإمكانياتها المتقدمة سوف تلقى بظلال إبداعها على المبنى بصفة عامة والشكل الخارجي Form بصفة خاصة والذى سيتيح للمعماريين إطلاق العنان لإبداعاتهم فما كان مستحيلا بالأمس هو واقع اليوم بفضل تكنولوجيا النانو وسيعاد استخدام جميع مواد البناء وظيفةً وشكلا ، فمثلا عند استخدام عمود من Nano-Steel فى أحد الواجهات يكون أصغر قطراً من الـ Steel العادي وهذا بدوره كفيلا بإعادة تشكيل الواجهة وتغير فكر المعماري بها ، وبالتالي فإنه سوف يتغير المبنى شكلاً ووظيفية.

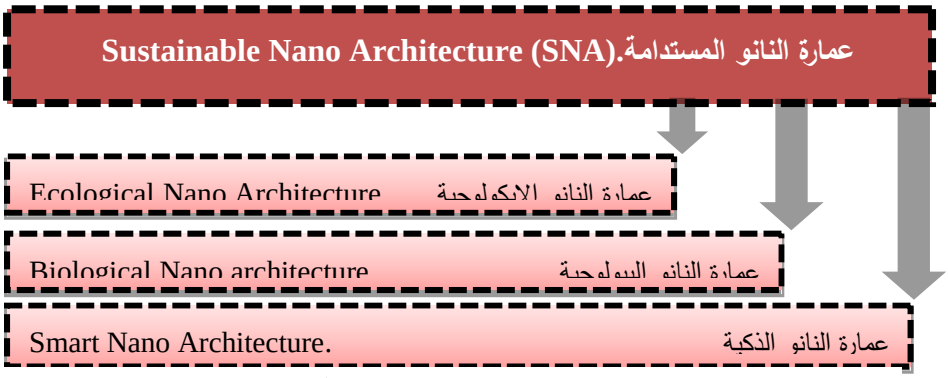
شكل (١) واجهة مبنى Palazzo Italia المرجع : (٣)

تقنية النانو اتاحت تغير الفكر المعماري بكل أشكاله فأصبح طموح المعمارى بالتكامل ما بين الجوانب الجمالية والكفاءة الوظيفية جنبا إلى جنب مع الاستدامة ، مثال على ذلك مبنى مكافح للتلوث "Palazzo Italia" "بميلانو – إيطاليا حيث يتكون المبنى من ستة طوابق ومساحة الواجهة ٩٠٠٠م٢ والواجهة عبارة عن لوحة كبيرة من الاسمنت الحيوي والمادة الأساسية المستخدمة به Italcementi ففى ضوء الشمس المباشر تنشط هذه المادة وتحول الملوثات بالهواء إلى أملاح خاملة حيث اتاحت هذه المادة للإسمنت خصائص التحفيز الضوئى الذى يسمح بأن تكون الواجهة ذاتية التنظيف ، ويوضح شكل (١) شكل الواجهة.

أصبح هناك ضرورة لتكامل بين الإنشائيين والمعماريين لإنتاج مواد تخدم الفكرة التصميمية للمعماري، مما يعطى حرية التصميم الإبداعية للشكل المعمارى وهو ما ينعكس بدوره على التشكيل الخارجي للمبنى الأمر الذى يؤثر إيجابياً على التشكيل الداخلى للفراغات المعمارية وبالتالي العلاقات الوظيفية فيما بينها.

٥. عمارة النانو المستدامة.

تساهم صناعة البناء بشكل كبير في التنمية الاقتصادية ، ولذلك من الضروري جعل الاستدامة هدفاً فى عملية تصميم وتشييد المبانى ، ويلزم بذل المزيد من الجهود البحثية والعملية لتوفير الطاقة ، والحد من استهلاك الموارد ، وتجنب الآثار على البيئة الطبيعية والمبنية وتقليل تكاليف دورة الحياة للمبنى ، وهو مانطمح لتحقيقه من خلال تكنولوجيا النانو للوصول إلى عمارة النانو المستدامة .Sustainable Nano Architecture (SNA) من أجل بيئة عمرانية متوازنة ، ويوضح شكل (٢)أهم الاتجاهات والأفكار المعمارية المبنية على استخدام مواد النانو بطريقة مستدامة



شكل (٢) اتجاهات عمارة النانو المستدامة المرجع:(١)

وسيناقش البحث بالتفصيل تلك الاتجاهات كما يلى:

٦. عمارة النانو الايكولوجية Ecological Nano Architecture **:**

أزمات الطاقة ونقص المياه النظيفة والاحتباس الحراري والتلوث البيئي هي مشاكل عالمية حالية ، والتفكير في المدن كنظم إيكولوجية ديناميكية ومتطورة باستمرار يمكن أن يساعد في صياغة إستراتيجيات لمستقبل حضري مستدام ، وعمارة النانو الايكولوجية من أهم الابتكارات إبداعا واهتماما بقضايا الإستدامة من أجل خلق التناغم مابين البيئة الطبيعية والعمرانية وحل المشاكل البيئية كالتلوث والاحتباس الحرارى ومن أهم الأمثلة على ذلك مبنى Off The Grid.[٧]

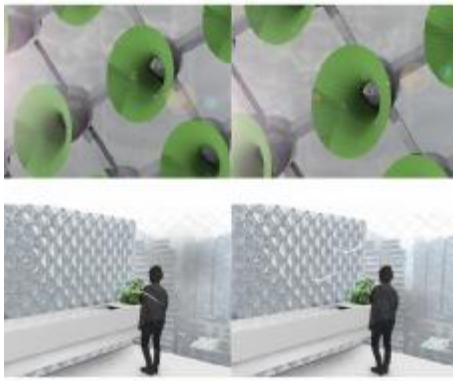
أ. الفكرة التصميمية:

ويعد مبنى Off The Grid بالصين هو نموذج للتكامل ما بين الوظائف الالكترونية والكيمائية الحيوية chemical bio للمواد الخاملة للبيئة المبنية ، وهذا سيؤدى إلى تغير كامل إزاء النهج الحالى لتصميم المبانى المستدامة ، إذ إن واجهة المبنى عبارة عن أغشية لخلق التناغم ما بين الداخل والخارج وتستخدم تلك الأغشية كوسيلة لنقل وجمع وتوجيه عناصر المياه والضوء والهواء مما يجعل المبنى محققاً للاكتفاء الذاتى من الطاقة [٣] ، ويوضح شكل (٣) الأغشية المستخدمة بالواجهة وتتكون من حساسات من النانو وكذا خلايا شمسية ذات أبعاد ثانوية .

شكل (٣) يوضح الاغشية المستخدمة بالواجهة والناقلة لعناصر المياه والهواء والضوء المرجع : (٤)

ب. التهوية الطبيعية:

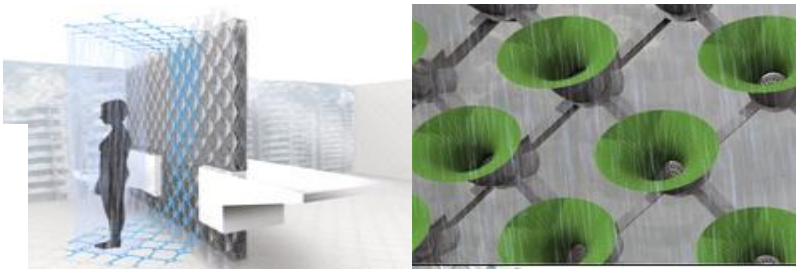
تتفاعل الأغشية الموجدة بالواجهة ، عن طريق توجيه الهواء والرياح من خلال واجهة المبنى ليتم تنقيته وتوفير الهواء النقي داخل المبنى ، بالإضافة إلى تنظيف الهواء الخارجي وتجريده من ثاني أكسيد الكربون قبل أن يتم نفاذه إلى المبنى عن طريق أجهزة لتنقية الهواء ذات تركيب نانو[١٤]،ويوضح شكل (٤) الأغشية المستخدمة لنقل وتنقية الهواء.



شكل (٤) يوضح الاغشية المستخدمة لنقل الهواء المرجع : (١٤)

ج. توفير المياه:

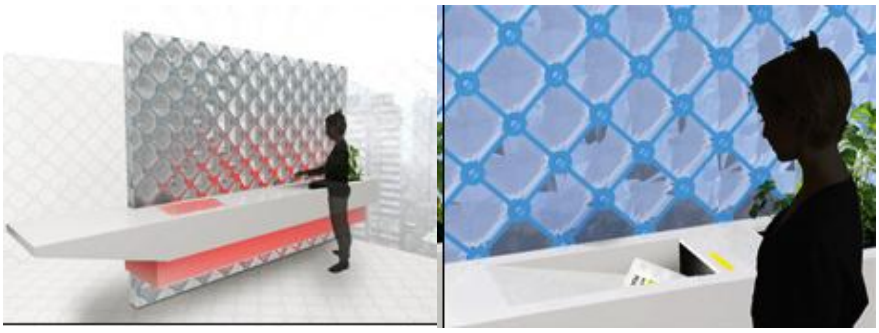
واجهة المبنى تعمل على التفاعل مع المطر ويتم جمع مياه الأمطار عن طريق توجيه القنوات الموجدة بأغشية الواجهة كما بشكل(٥) ، مع الاستفادة من الرطوبة بالهواء وجمع الماء حتى في فترات جافة ، من خلال أجهزة ذات تركيب نانو تعمل على تنقية المياه ، والترشيح وإعادة استخدامها ، ويتم استخدام المياه في حلقة مغلقة من أجل تحسين استهلاك المياه العذبة ، وتحقيق الاكتفاء الذاتى ، ويوضح شكل (٥) الأغشية الموجدة بالواجهات لإعادة تدوير المياه.



شكل (٥) يوضح الاغشية المستخدمة وإعادة تدوير المياه المرجع : (١٤)

د. إعادة التدوير النفايات الموجدة بالمبنى:

يتم تحويل النفايات البشرية والنفايات العضوية الأخرى إلى طاقة الغاز الحيوي ، ويمكن استخدام الغاز الحيوي للتدفئة والطبخ وكذلك توفير الماء الساخن ،كما بشكل (٦).



شكل (٦) يوضح الاغشية المستخدمة وإعادة تدويرالنفايات البشرية والعضوية المرجع : (١٧)

٧. عمارة النانو البيولوجية : Biological Nano Architecture

عملية تقليد الطبيعة أو محاكاتها تعرف باسم Biomimetic ، أو التصاميم المستوحاة بيولوجياً من الطبيعة حيث يمكن أن تنطوي على إيجاد حلول لمشاكل تصميمية ويتم ذلك من خلال عمليات تقليد الأشكال الموجودة بالطبيعة ، ووظائفها ونظمها البيئية على نحو يواجه تحديات التصميم بإستدامة وبفعالية أكثر.

المحاكاة البيولوجية :**Biological Simulation** فرع من فروع التصميم الذي يمثل حلول مستدامة لمشكلات التصميم من خلال محاكاة أنماط ومبادئ الطبيعة ويتضمن مجال المحاكاة الحيوية غالبا الكيميائيين والمهندسين وعلماء المواد مثل مواد النانو التى يتم ابتكارها وتركيبها من خلال التعاون الكامل بين الكيميائيين والمهندسين وعلماء المواد.(٤)

إن عمارة النانو البيولوجية واحدة من أهم الفرص التى تتيح تحقيق عمارة مستدامة عن طريق فهم المواد وطريقة تكوينها وكيفية تطويعها لعمل المحاكاة الطبيعية من أجل الوصول إلى استدامة عمرانية من شأنها خلق بيئة عمرانية متوازنة.

عمارة النانو البيولوجية هى بناء المساحات الطبيعية التى تسهم فى خلق التكامل بين النظم البيولوجية والبيئة المحيطة وسوف يتيح التقدم في التكنولوجيا الحيوية وتكنولوجيا النانو تغيير طريقة التصميم والبناء ويمكن تحقيق هذا التغيير بالتصميم عندما يعتمد المعماري على محاكاة الطبيعة ، وتنفيذ ذلك عن طريق مواد النانو.(٨)

إن الاندماج بين التكنولوجيا الحيوية وتكنولوجيا النانو سنتمكن من خلالها تصميم منازلنا ومبانينا لتعمل ككائنات حية ، وسوف تصبح المباني جزء لا يتجزأ من الطبيعة المحيطة بها ، كتمهيد إلى مستوى آخر نحو التكامل البيولوجي ومواد النانو ، للعمل على حل العديد من قضايا استدامة العمارة.

من أمثلة عمارة النانوالبيولوجية مبنى The Breathing Building تصميم Farah Farah, Moti Bodek and Professor Elad David ، يقع هذا المبنى قبالة البحر الابيض المتوسط حيث تحيط به المناظر الطبيعية الغنية التي تمتد بين مدينة أشدود (أحد أهم وأكبر المدن الفلسطينية المحتلة) في الجنوب وميناءها الرئيسي في الشمال

The Breathing Building

شكل (٧) مبنى The Breathing

أ. الفكرة التصميمية :

أجرت جامعة ييل Yale University بحثًا بارزًا ، بالاعتماد على أنماط الحمل الحراري المشابهة لتلك الموجودة في جميع أنحاء جسم الإنسان ، تقترح أنظمة للتهوية التي يتم التحكم فيها وتتألف من أعمدة ديناميكية تعمل على تسخين وتبريد أسطح المباني المغلقة بالهواء.

اقترح المهندس المعماري دوريس سونغ تكييف البيئات الداخلية باستخدام الأسطح المعمارية ذات مواد النانو والتي تستجيب للمؤثرات الخارجية دون استهلاك موارد الطاقة الخارجية.

تم بناء المبنى الرئيسي فوق مستوى سطح البحر عن طريق دعامتين ترتكز على قاع البحر، هذه الدعامات لها ثلاثة أدوار:

(١) لتوفير الأساس للمبنى (٢) توصيل الهواء النقي إلى داخل المبنى (٣) ضخ المياه للمبنى بصوره طبيعية.

ب. الاستدامة التصميمية بالمبنى :

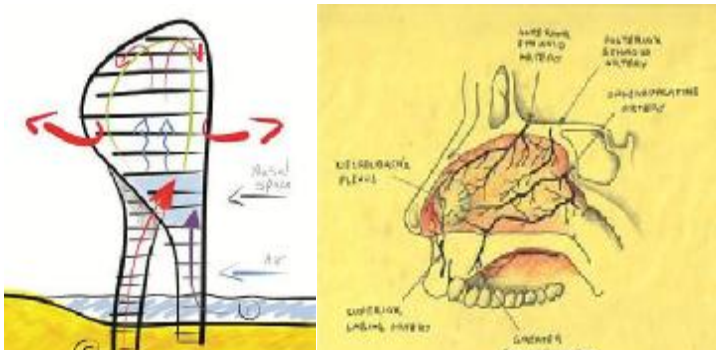
المبنى يحاكي المفهوم الجديد للتهوية الحيوية ذاتية التنظيم كالموجودة داخل تجويف الأنف ، والتي تقوم على التبادل بين الحرارة وبخار الماء الناجم عن الاتصال الوثيق بين الهواء والماء ، وبالمثل فإن المفهوم الجديد لبناء نظام يحاكى الطبيعي سيتم تنفيذها عن طريق تحديد مسار للهواء البيئي في الداخل للمبنى عبر سلسلة من المبادلات الحرارية المصنوعة من خطوط الأنابيب والطيات ، والتي يتم توفيرها مع المياه المأخوذة من تحت الأرض التي تتميز بثبات درجة الحرارة.

عن طريق سطح المبنى يتم دخول الهواء في الهيكل والذى يتكون من وحدات التي تماثل تذبذب أجنحة الطيور، ثم يتم نقل هذا الهواء البيئي بنفس الآلية المستوحاة عبر المبادلات الحرارية للأنف البشرية ،مع درجة حرارة ثابتة من المياه ، وتستند عملية تكييف الهواء المقترحة إلى دمج الهواء البيئي مع الخصائص الطبيعية للمياه الجوفية الأرضية ، والتي تمكن النظام من التنظيم الذاتي طوال المواسم ،بطريقة مشابهة لطريقة تنفس البشر من خلال الأنف.

ج. تأثير النانو بالمبنى:

مشروع Breathing Building هو نتاج للتعاون بين المعماريين وعلماء البيولوجيا وعلماء المواد ويعنى المبنى بالإستخدم الأمثل للطاقة المتجددة من أجل ضمان الاستدامة الايكولوجية عن طريق النانو ، وفى السنوات الأخيرة أجريت المزيد من الأبحاث حول عمارة النانو البيولوجية Biological Nano Architecture وكيفية مساهمتها على توزان واستدامة البيئة العمرانية والتقليل من إنبعاثات الكربون والاحتباس الحرارى.

وتستند أفكاره عمارة النانو البيولوجية على جعل المبنى والبيئة المحيطة كالجسد الواحد المتكامل ،عن طريق آليات حركة الهواء حيث إن إدخال الهواء البيئي في حيز المبنى الرئيسي ، يتم نقله صعودا عبر الأذين المركزي والفجوة الطرفية المحيطة بمساحة عمل المبنى ، ويشمل الشكل الخارجي شاشات تزيد من تدرجات الضغط المطلوبة لتحريك الهواء لأعلى . ويتم ضخ الهواء من خلال أطراف المبنى مع امتصاص الهواء الملوث والذى يضمن تدفق مستمر من الهواء النقي وتكييف الهواء على مدار السنة ، (٨) يوضح الفكرة التصميمة للمبنى.



شكل (٨) العلاقة الفكرية بين المبنى والفكرة التشريحة للأنف المرجع (١١)

٨. عمارة النانو الذكية Smart Nano Architecture:

يتحقق التنسيق بين نظم إدارة المبنى الذكي ، وبين الخامات المتقدمة المستخدمة بالمبنى كمواد النانو حيث إن هذا التنسيق يدعم منظومة المبنى الذكي

بالكامل سواء في نواحي توفير الطاقة أو رد الفعل التلقائي تجاه مدخلات البيئة من خلال ما توفره هذه التقنيات من إمكانيات متعددة ، وبالتالي فإن الإطار العام للمباني الذكية يتحقق من خلال التكامل والتنسيق والدمج بين نظم المعلومات وخامات وعناصر البناء الذكية ويوضح شكل (٩) النطاق الذي تستخدم فيه المواد النانوية بالنسبة لنظم ومستويات التشغيل الآلي والإدارة بالمبنى

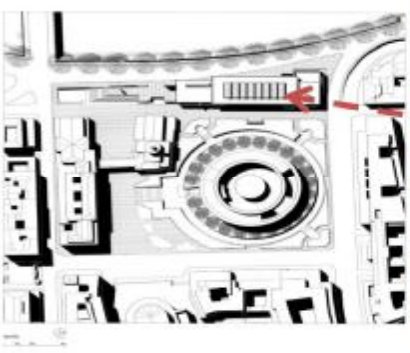
شكل (٩) يوضح نطاق استخدام المواد النانوية والذكية بالنسبة للمستويات المختلفة لأنظمة المبنى الذكي
المرجع: (٣)، ص١٠ - بتصرف الباحث

تطبيقات عمارة النانو الذكية :

١. مبنى Ara Pacis Museum, Rome, Italy

المعمارى: Richard Meier & Partners
المالك: Comune di Roma, Rome, Italy
المساحة: 4250 م٢
مواد النانو المستخدمة: Lotusan

تم إنشاء المبنى ضمن مجمع بناء ثلاثي على ضفاف نهر التيبر لتيبرا Tiber River على الطرف الغربى من ساحة بيازا أوغوستو إمبيراتورى Piazza Augusto Imperatore ، وهو مكان مذبح قرباني يرجع تاريخه إلى 9 قبل الميلاد.
ويقع المبنى الجديد ، الذي تم التخطيط له كجزء من الجهود المبذولة لحماية التراث الثقافي لروما ، حيث يعد الموقع كمركز تاريخي لروما ، والذى يربط العصور القديمة مع الحديث. **تم إنشاء المبنى بهدفين الأول** لعرض الاثار القديمة ، **والثانى** مساحات ومعرض تحتوى على الفن الحديث وقاعات المؤتمرات والمطاعم بالإضافة إلى مناطق أخرى تعد كمساحة للمعارض المؤقتة والمكتبة والمكاتب.[٩]
ويمثل المبنى نقطة الالتقاء ما بين الماضى والحاضر والمستقبل حيث إنشاء المبنى يجسد الحضارة الرومانية القديمة مع دمج الاحتياجات الترفيهية الحديثة كقاعات المؤتمرات والمطاعم فضلا عن مواد النانو الذكية تم إستخدامها كطلاء ذاتي التنظيف" دهان لوتسان " ®Lotusan.
حيث تم إستخدامه بشكل غير مرئي في الأسطح البيضاء لحماية المبنى من التلوث ، حيث يعمل هذا الطلاء كورقة لوتس التى تمتلك خصائص التنظيف الذاتي حيث تتعلق دقائق التراب بقطرات الماء مما يؤدي إلى ظهور تراكيب نانوسكوبية على السطح، والذي يؤدي إلى إضعاف التصاق القطرة إلى هذا السطح وهى التقنية التى يعمل بها دهان لوتسان[١٦]، وفيما يلى شكل(١٠) يوضح مبنىAra Pacis Museum



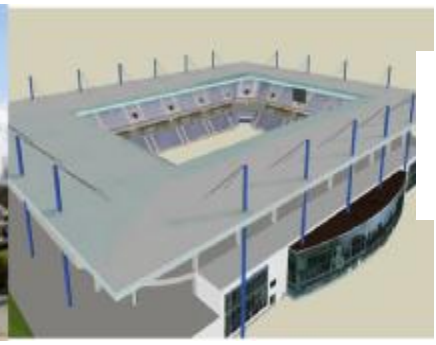
شكل (١١) يوضح شكل مبنى Ara Pacis Museum ومعالجات مواد النانو بواجهته
المرجع: (١٣)

شكل (١٣) ممرات المشاه والمستخدم بها تقنيه التحفيز الضوئى

٢. مبنى-Duisburg, Germany MSV Arena soccer stadium

المعمارى: AR.TE.plan, Burkhard Grimm, Michael Stehle
المالك: MSV Duisburg
المساحة : ١٨٠٠٠ م ٢
مواد النانو المستخدمة : Pilkington Activ,

تقنية التحفيز الضوئى Self-cleaning: Photo catalysis هو تفاعل يتم بإستخدام الضوء به لتنشيط المادة التي تعدّل معدل التفاعل الكيميائي ، وهى التقنية التى تستخدم بالواجهات الزجاجية حيث تؤدى إلى بيئة أقل تلوثا فضلاً عن تقليل إستهلاك الطاقة عن طريق تحسين نقل الضوء للأغشية الزجاجية والشفافة.
مثال لذلك ملعب كرة القدم -MSV Arena soccer stadium بألمانيا يسع حوالى 30 الف متفرج تم استخدام تقنية التحفيز الضوئى بالواجهات الزجاجية التى تصل مساحتها إلى 1500 م2 والتى تعمل على أن يكون الزجاج ذاتى التنظيف فضلاً عن توفير الحماية من الضوضاء والعزل الجيد حيث يوفر الراحة الحرارية والصوتية للمبنى والمساعدة فى الاستفادة من أشعة الشمس وتحويلها إلى طاقة تُستخدم بالمبنى ويوضح شكل (١٢) واجهات المبنى المستخدم بها تقنية التحفيز الضوئى..
وتستخدم تلك التقنية باليابان بالبلاطات الخرسانية المستخدمة بممرات المشاة عن طريق إضافة ثانى أكسيد التاتنيوم ذات حبيبات النانو إلى الخرسانة ، حيث تتفاعل مع أشعة الشمس ويتم مكافحة التلوث البكتيري [١٥]، ويوضح شكل (١٣) أحد مرات المشاة والمستخدم بها تقنيه التحفيز الضوئي مما يساعد بتنقية الهواء والمحافظة على الصحة والموارد البشرية والعمل على تحقيق استدامة+ شاملة نحو بيئة عمرانية أفضل



شكل (12) إستاد MSV Arena soccer stadium والمستخدم به تقنية التحفيز الضوئى بواجهته الزجاجية
المرجع (١٢)

إن تقنية النانو أتاحت عالما جديداً من المواد المتقدمة والأكثر كفاءة على تطوير نفسها وفقا لمعطيات التصميم وظروف البيئة المحيطة مما أعطى رؤى وآفاق مستقبلية فى مجال التصميم والبناء المستدام ، وظهور العديد من الاتجاهات التى تؤدى إلى عمارة نانو مستدامة من أجل بيئة عمرانية أفضل. تناول البحث الاتجاهات التى تؤيد استخدام موادالنانو من أجل تعزيز فكر الاستدامة كالعمارة البيولوجية-والعمارة الايكولوجية وعمارة النانو الذكية وقد مثلت تلك الاتجاهات التناغم التام بين التصميم المستدام وتقنية النانوبما يبشر بآفاق واعدة فى المستقبل القريب لصناعة البناء والتشييد للوصول إلى استدامة معمارية من أجل بيئة عمرانية أفضل عن طريق النانو تكنولوجى.

٩. النتائج:

١. عمارة النانو المستدامة خلقت تناغم بين البيئة الطبيعية والمبنية عن طريق تحقيق الاستدامة وحل المشاكل البيئية كالتلوث والاحتباس الحرارى من أجل بيئة عمرانية أفضل.
٢. إندماج النانو بالعمارة أعطى إمكانيات جديدة فى مجال البناء المستدام الامر الذى أدى بدوره إلى زيادة كفاءة أداء المبنى وتحقيق الاستدامة على مستوى البيئة المبنية والطبيعية .
٣. تطبيقات النانو بالعمارة أتاحت عالما جديداً من مواد البناء المتقدمة والأكثر كفاءة على تطوير نفسها وفقا لمعطيات التصميم وظروف البيئة مما أعطى آفاق ورؤى مستقبلية فى مجال استدامة المبانى.
٤. عمارة النانو المستدامة أتاحت العديد من الرؤى والاتجاهات كعمارة النانو الايكولوجية والبيولوجية والذكية ، جميعها ساهمت بخلق تصميم مستدام ساعد على صياغة إستراتيجات جديدة لمستقبل معمارى مستدام.
٥. تطبيقات عمارة النانو المستدامة أتاحت خلق وظيفة جديدة للواجهات كتنقية الهواء والمساعدة بتنقية الهواء داخلياً وخارجياً عن طريق مواد النانو التى تستطيع التفاعل مع الظروف المناخية المختلفة .
٦. مواد النانو أثرت بشكل ملحوظ فى أساليب التفكير والتصميم المعمارى وأعطت المرونة الكاملة بالشكل الخارجى للمبنى ، وهو ما ينعكس إيجابياً على التشكيل الداخلى للفراغات المعمارية وبالتالى العلاقات الوظيفية للفراغات.
٧. أتاحت مواد النانو تحقيق الذاتى من الطاقة والمياه وخلق بيئة داخلية صحية بالمبانى عن طريق طلاء الاسطح بمواد نانو ليمثل غلاف حى للمبنى يمده بعناصر التغذية الاساسية كالماء والضوء والهواء.
٨. اندماج تقنية النانو بالمواد التقليدية أعطى لها خصائص متميزة كالزجاج فعند إندماج تقنية النانو به أصبح ذاتى التنظيف فضلاً عن توفير الحماية من الضوضاء والعزل الجيد والمساعدة بالإستفادة من طاقة الشمس وتحويلها إلى طاقة مستخدمة بالمبنى، الامر الذى يتيح معه ظهور خصائص متميزة لمواد البناء عند إندماج تكنولوجيا النانو بها.

١٠. التوصيات :

١. يوصى البحث جهات صُناع القرار بضرورة وضع إطار عام لتحقيق استدامة شاملة عن طريق أدوات تكنولوجية حديثة كالنانو تكنولوجى والعمل على توسع تطبيقاتها بشتى المجالات المختلفة.
٢. إيجاد التفاعل والترابط بين الأبحاث المعملية والاحتياجات الفعلية وترابط الابحاث بالجامعات المصرية عن طريق العمل مع الشركات الخاصة وتحديد الأبحاث التى هى محط إهتمام لتلك الشركات على أن تؤل ملكية نتائج هذه الأبحاث إلى هذه الشركات مستقبلا مما يضمن توفير الاعتماد المادي للأبحاث والتطبيق العملى لها.

المراجع:

أولا :المراجع العربية

١. مراد، رانيا و السيد ،علاءالدين و سلامة ،حامد (٢٠١٩)**"تكامل عمارة النانو والإستدامة نحو بيئة عمرانية أفضل"**، بحث مقدم للمجلة العلمية بكلية الهندسة ،جامعة الأزهر JAUES.ص٢
٢. حربة علا،مرهج لؤى. (٢٠١٧). **"العمارة في ظل تقنية النانو"**، بحث مقدم لمجلة جامعة البعث، العدد١١.ص٢٠،١٩
٣. السيد ،علاءالدين و أبوالغزالة ، أسعد و الشامى ،عادل (٢٠١٥) "مواد البناء الذكية والنانوية مدخل لزيادة كفاءة وتكامل المباني الذكية" بحث مقدم لمجلة جامعة جازان ، العدد(٤)،السعودية.
٤. سعودى، أميرة محمد. (٢٠١٥)"المحاكاة البيولوجية وتطبيقاتها في الشكل المعماري والعمارة الداخلية"،رسالة ماجستير،كلية الفنون الجميلة ، جامعة الاسكندرية، مصر ،ص٢.
٥. الاسكندرانى ، شريف (٢٠١٠)" تكنولوجيا النانو من أجل غداً أفضل" ط ١ .المجلس الوطنى للثقافة والفنون

والآداب. الكويت .
٦. الحبشى ، نهى (2009)" **ماهى تقنية النانو** "، ط 1 ،دار العبيكان ، السعودية، ص١٧.

ثانياً :المراجع الأجنبية

7. Mohamed, A. S. Y. (2015). Nano-Innovation in Construction, A New Era of Sustainability. In International *Conference on Environment and Civil Engineering* (pp. 95-114). Pattaya, Thailand: ICEACE.
8. Elsamny, M. (2013). Biological NanoArchitecture: Architecture in the Age of Biomaterials. In *Advanced Materials Research* (Vol. 671, pp. 2174-2179). Trans Tech Publications.
9. Daveiga, J., & Ferreira, P. (2005). Smart and nano materials in architecture.
10. Technology, K. A. C. f. S. a. (2002)**" Strategic Priorities for Energy Technology Program"** Retrieved from Kingdom of Saudi Arabia:

ثالثاً : مواقع شبكة المعلومات الدولة

11. The Breathing (2016) https://worldarchitecture.org
12. Schauinsland-Reisen-Arena (MSV Arena)(2014) http://stadiumdb.com
13. Ara Pacis Museum, Rome, Italy (2013) https://www.mastteam.it
14. Off the Grid: Sustainable Habitat 2020 (2008) https://www.yatzer.com/
15. (2006) https://www.concretedecor.net
16. تأثير زهرة اللوتس https://ar.wikipedia.org
17. ما هى التكنولوجيا http://www.feedo.net