استخدام تقنيات النانو الأخضر لرفع كفاءة البيئة الداخلية للعمارة الخضراء

using green nanotechnologies to raise the efficiency of the internal environment of green architecture

د. لبنى عبد الله عبد الفتاح اغا

مدرس العماره– بكلية الهندسة– فسم الهندسه المعماريه – ومنسق الجوده بقسم العماره – جامعة طنطا

Dr. Lobna Abdallah Abd Elfattah Agha

Lecturer of Architecture, Faculty of Engineering, Tanta University, Egypt

E-mail: lobna.agha@f-eng.tanta.edu.eg &"lobna.agha.arch@gmial.com"

الملخص:

اصبح الطلب على التقنيات التي تساعد على الحد من تغير المناخ أكثر من ذي قبل وفي الوقت الحاضر ، ونظرالتوجهه الدوله للحفاظ على البيه من التلوث واستخدام طاقات طبيعه نظيفة ونحوتدعيم ورؤيه مصر ٢٠٣٠ نجد ان الاهتمام بالبيئة والمناخ اصبح مرتبطين بشكل لاينفصل عن التصميم الداخلى للمبنى، الاتجاه نحوالتدابيرالوقائية أرخص على المدى الطويل من معالجة الضررالناجم من سوء الاستخدام ,فالبيئة وحمايه المناخ نتيجه ارتباطهما الوثيق بالتصميم الداخلى من خلال استخدام مواد صديقة للبيئة، كفاءه فى استخدام الطاقة ,الحد من التلوث البيئي والحفاظ على الموارد يتم ذلك من خلال استخدام مواد تكنولوجيا النانو الخضراء والتى تحقق ذلك عند إدخالها في مجالات صناعة البناء والتشييد لتنعكس على فراغات التصميم الداخليه للمبنى ، لذلك يجب على المهندسين المعماريين دائما التحقق من الفوائد التي يمكن أن تحققها تقنية النانو و الخصائص التى يتم استخدامها للحصول على مباني صديقة للبيئة وبيئة داخلية مستدامة.

وبتطبيق تكنولوجيا النانونتحدث عن القيمةالمضافة للبيئه،مع وظائف إضافية و مايتعلق بتطوير منتجات تتناسب مع المساحات الداخلية و تقليل الوزن والحجم ،زيادة كفاءة استخدام المواد ، تقليل الصيانة ، تقليل استهلاك المواد الخام والطاقة ، تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حيث يوفر استخدام تكنولوجيا النانو مزايا تكنولوجية بيئية واقتصادية لكفاءة الطاقة والحفاظ على الموارد.

يسعى البحث للوصول إلى معايير استرشاديه للتصميم الداخلي النانوي الاخضر من خلال ثلاثة محاور الأول معايير التصميم الداخلي المستدام ، الثاني تقنيات النانو الخضراء ، الثالث عناصر ومواد التصميم الداخلي لتكون معايير استرشاديه يمكن أن تستخدم لتحقيق مساحات داخلية نانو خضراء.

الكلمات المفتاحيه :

التصميم الداخلى المستدام , العماره الخضراء , العماره النانويه , تقنيات النانو الاخضر , مواد النانو.

Abstract:

The importance of technologies that help reduce climate change, the state's orientation to preserve the environment and the use of clean energies, and Egypt's Vision 2030,

The interior design of buildings and the trend towards preventive measures are cheaper in the long run than addressing the causes of damage caused by misuse and design. Therefore, green nanomaterials must be used in interior design. Where nanotechnology has characteristics that can be used to obtain environmentally friendly buildings and a sustainable indoor environment. It provides environmental and economic technological advantages to efficiently use environmentally friendly materials, with energy efficiency, reduce environmental pollution and conserve resources,

In this research, the guiding criteria for nano green interior design is reached through three axes, which include the first sustainable interior design criteria, the second green nanotechnologies, and the third interior design elements and materials to be guiding criteria that can be used to achieve nano green interior spaces.

key words:

Sustainable interior design, green architecture, Nanoarchitecture, Green nanotechnologies, Nanomaterials.

المشكله البحثيه:

اصبح الاتجاه نحوالاهتمام بالبيئه الداخليه من الاساسيات الضروريه فى التصميم الداخلى حيث الفراغات التي نعيش ونمارس أنشطتنا بها لفترات طويله لما تحويه في هذه الفراغت الداخلية من مواد وملوثات وطبقا لتقريرمنظمه الصحه العالميه ان حوالي ٧ ملايين شخص يموتون كل عام بسبب التعرض لجسيمات دقيقة ملوثه في هواء الفراغات الداخليه تتغلغل عميقا داخل الرئتين ونظام القلب والأوعية الدموية، مما يتسبب في أمراض كثره مختلفه منها ، أمراض القلب، التهابات الجهاز

التنفسي ,لذا من الطبيعي استبدال المواد المستخدمه التقليديه بمواد جديده وتقنيات حديثه مثل تقنيه النانو الخضراء تساعد على ايجاد فراغات داخليه صحيه مستدامه وايجاد معاييرتصميمه استرشاديه تستخدم لتحقيق فراغات داخليه نانويه خضراء .

اهميه البحث :

القاء الضوء على العلاقه بين المواد النانونيه الخضراء للحصول على معايير استرشاديه للتصميم الداخلى النانوى الاخضر لتحويل الفراغات الداخليه الى بيئه صحيه باستخدام تقنيات جديده مثل تقنيه النانو الحديثه فى عناصر التصميم الداخلى لتحسين الفراغات الداخليه وتقليل استخدام المواد التى يدخل في صناعتها مركبات كيميائية معروف بضررها على صحة الإنسا ن.

الهدف من البحث :

الوصول لمعايير استرشاديه لتصميم داخلى مستدام من خلال مواد نانو خضراء ,لتحقيق بيئة صحية مناسبة للانسان من جودة الهواء و الإضاءة داخل المباني.

منهج البحث :

تم اتباع المنهجيه الاستقرائيه فى الدراسه النظريه للتعرف على مفاهيم تتعلق بـالتصميم الداخلي والنانو نكتولوجى , والعمارة الخضراء والمبانى صديقة البيئة والمستدامة , ودراسة معاييرالتصميم الخاصة بالعمارة الداخلية للحصول على المبانى الصديقة للبيئة ,المنهج التحليلى فى الدراسه لمدى توافق المواد النانو تكنولوجى الخضراء فى تحقيق معايير جوده الهواء والاضاءه الداخليه اختيار نماذج من المباني العالمية والمحلية و التى حققت جودة التصميم الداخلي للفراغات باستخدام مواد نانويه الوصول لمعايير استرشاديه لتطبيقها فى العمارة الداخلية.

المقدمة:

نعيش حاليا عصر التقنيات المتقدمة بجميع صورها وتأثيراتها في كل صور حياتنا اليومية, ومع تسارع العلم والتطور في علوم تقنية النانو التي مكنت من اكتشاف مواد بنائية وانشائية جديدة تقوم على أساس تقنية النانو، ظهرت عمارة النانو التي تسعى الى التصميم البيئي .

فإنسان اليوم يقضي نحو ما يقارب من ٩٠ في المائة من وقته في داخل المباني, فهو إما في البيت وإما في المدرسة وإما في المكتب مرورا بأماكن العبادة والتسوق وغيرها , وهو بذلك يتأثر سلبا أو إيجابا بطبيعة البيئة التي يعيش فيها داخل هذه المباني . فمنظمة الصحة العالمية تؤكد أن ٣٠ في المائة من المباني الجديدة هي في الحقيقة مبان مريضة و هذه المباني هي مسؤولة وبشكل مباشر عن الكثير من الأمراض التي تصيب الإنسان,نجد ان مفهوم المباني الخضراء بدأ ينتشر في العديد من دول العالم،لتشييد مبان صديقة للبيئة و دمج أساليب التصميم الخضراء والتقنيات الذكية في المبنى ،وذلك لخلق بيئه صحيه داخليه من خلال خفض استهلاك الطاقة والتقليل إلى حد كبير من الخامات والمواد الداخليه المضرة بالبيئة و الإنسان، مع خفض تكاليف الإنشاء والصيانة، وذلك لتحسين صحة المستخدمين ورفع معدلات إنتاجيتهم .

مع ارتفاع مستويات الوعي، بأهمية تقنيات النانوالخضراء الصديقة للبيئة واستيعاب الأثر الاقتصادي على المدى الطويل نجد يجب أن تتزايد المشاريع والمبادرات المراعية لهذا الجانب ،و التي تحكمها الكثير من المعايير والمواصفات والاشتراطات التى اقرتها المنظمة العالمية للمبانى الخضرا ء . ونحن كمصممى العمارة الداخلية على قناعة بأننا يمكننا تحقيق جزءا من ذلك من خلال طرح كيفية تحويل البيئة الداخلية للمبانى الى أماكن صحية واكثر توافقا مع البيئة.

١ مفهوم التصميم الداخلى

يعرف التصميم الداخلى بأنه عبارة عن دراسة الفراغات والحيزات ووضع الحلول المناسبة للعناصر المكونة لها وتهيئتها لتأدية وظيفتها بكفاءة باستخدام مواد مختلفة واختيار ألوان مناسبة بتكلفة مناسبة ,يعتبر فن معالجة وحل الصعوبات التى تواجهنا فى مجال الحركة فى الفراغ بحيث يسهل إستخدام ما يضمه هذا الفراغ من أثاث وتجهيزات فيصبح مريحاً مرضياً يبعث على البهجة والمتعة .

كما يمكن تعريفه بانه فن معالجة الفراغ أو المساحة وكافة أبعادها بطريقة تستغل جميع عناصر التصميم على نحو جمالي يساعد على العمل داخل المبنى. (خلف، ٢٠٠٥). ويهدف لتسخير الاحتياجات المادية والروحية والاجتماعية للناس، والتي بدورها تضمن سلامة المبنى .ويتكون التصميم الداخلي من جوانب تقنية وتخطيطية، كما يهتم بالنواحي الجمالية والفنية كذلك، كما عرف بأنه تهيئه المكان ليؤدى وظائفه بأقل جهد ويشمل هنا الارضيات والجوائط والاسقف والتجهيزات (الدليمى، ٢٠١٤) .

١/١ مفهوم التصميم الداخلى للعمارة الخضراء

العمارة الخضراء هي فلسفة تدعو إلى تصميم مباني موفرة للطاقة مع وضع البيئة في الإعتبار من خلال إستخدام مصادر الطاقة المتجددة، والهدف هو إنشاء نماذج تحمي البيئة الطبيعية، ويتم تكييفها لتتكامل بشكل جيد مع البيئة من حيث الطاقة وإستخدام الموارد.

و يمكن تعريف التصميم الداخلي المستدام على أنه تحسين جودة حياة الأشخاص، الذين يستخدمون المساحة الداخلية من خلال تحديد علاقتهم بالبيئة المبنية، وتمكين أقصى قدر من الكفاءة مع تقليل الآثار السلبية على البيئة بطريقة جمالية. تؤكد هذه الفئة على إستخدام المواد الصديقة للبيئة، وتقليل الملوثات الداخلية، وتحسين جودة الهواء والإضاءة والراحة الحرارية. (اوزدمير، ٢٠٢٢) ويهدف التصميم الداخلي الصديق للبيئة أو المستدام إلى وقف الآثار السلبية الضاره للبيئه ، كما إنه

يساعدعلى خلق مجتمع صحى , حيث يخلق التصميم الصديق للبيئة تصميمات داخلية صحية وتعمل بشكل أفضل خلال الممارسة للفراغ تعمل على التقليل من استخدام المصادر غير المتجددة و استخدام عناصر بيئيه بطرق صديقة للبيئة (الله، ٢٠١٥).تصميم الفراغات الداخليه بحيث يكون ذو تأثير اقل على البيئة الطبيعية المحيطة متضمنا جودة الأداء البيئي من خلال الاستخدام الواعي للمصادر الطبيعية وإدارة الفراغ بصورة تساهم في توفير الطاقة وخفض استهلاكها بالتالي توفير المصادر الغير متجددة للطاقة، وعلى هذا الأساس يمكننا تحديد مجموعه من النقاط الأساسية للتصميم الداخلى المستدام ، فيما يلي أهم خمسة جوانب للتصميم الداخلي المستدام (Cooper، ٢٠٢٠).

- **تصميم موفر للطاقة :** تستهلك معظم المباني السكنية الحديثة كميات هائلة من الكهرباء ، وتنتج غازات دفيئة ضارة للغاية بطبقة الأوزون . ويمكن الحد من هذا من خلال تقليل الانبعاثات ، وذلك باستخدام مواد النانو الحديثه في التصميم الداخلي، لتعمل على تقليل استهلاك الطاقة و تساعد العناصر الداخليه مثل الستائر في تنظيم الإضاءة ، تعمل الستائر كعوازل تحافظ على الهواء البارد وحرارة الشمس بالخارج .من ناحية أخرى ، يمكن أن يحتفظ السجاد بما يصل إلى ١٠٪ من حرارة الغرفة (العدوى، ٢٠١٩).
- **تصميم موفر للمياه :** بتطبيق أنظمة وأدوات إعادة تدوير المياه المدمجة ، منع الهدر ,من خلال تركيب أنظمة تخزين مياه الأمطار التي تعيد تدوير مياه الأمطار المتراكمة للاستخدام المنزلي . نظام التغذية الراجعة لاستخدام المياه، تركيب أنظمة صنبور مانعة للتسرب ، وأنظمة الري بالتنقيط ، وأجهزة تنظيم الضغط ، وفوهات عالية الكفاءة .
- **الشكل والجمال :** نتيجه العديد من التقنيات وعمليات التصنيع الجديدة اصبح العنصر الجمالى من اساسيات الاستدامة فى للتصميم الداخلي ، وجود الكثير من المواد المختلفه والمتنوعه استخدام الأصباغ والمواد غير السامة . مع تطوير المواد المعاد تدويرها والصديقة للبيئة ، والتي تتميز بالشكل الجميل, مثال منتجات Paper Stone ، المصنوعة من الورق المعاد تدويره بعد الاستهلاك بنسبة ١٠٠٪ والراتنج غير البترولي ، تحل بسرعة محل البدائل التقليدية (green home solutions, 2018).
- **مواد صديقة للبيئة** : من المبادئ الأساسية للتصميم الداخلي المستدام استخدام المنتجات والمواد غير السامة وغير الملوثة التي لها تأثير بيئي منخفض و استخدام المواد العضوية مثل الخشب والحجر ، مع مراعاة ندرتها ومعدلات تجديدها اختيار المواد والموارد بشكل مسؤول ومعالجتها ، وكيفيه التخلص منها بعد الانتهاء من استخدمها .
- **الأثاث المستدام :**يعتبر الأثاث من أهم العناصر في التصميم الداخلي ، حيث يؤثر على كل من جمالية ووظيفة المنزل، لكى يكون الجزء الداخلي من المنزل صديقا للبيئة ، (الديكور، ٢٠٢٢) يجب استخدام الأثاث المصنوع من الخشب الطبيعي أو غيره من المواد العضوية أو المستدامة .يمكن تصنيعها باستخدام مواد تم استخدامها سابقا، يتم إعادة تدويرها أو إعادة تصميمها لإنشاء أثاث جديد . مثل الخيزران ماده سريعه النمو من أفضل المواد لأثاث مستدام ، والمعادن والبلاستيك المعاد تدويرهما (محمد م.، ٢٠٢١).

٢/١ عناصر التصميم الداخلي للعماره الخضراء

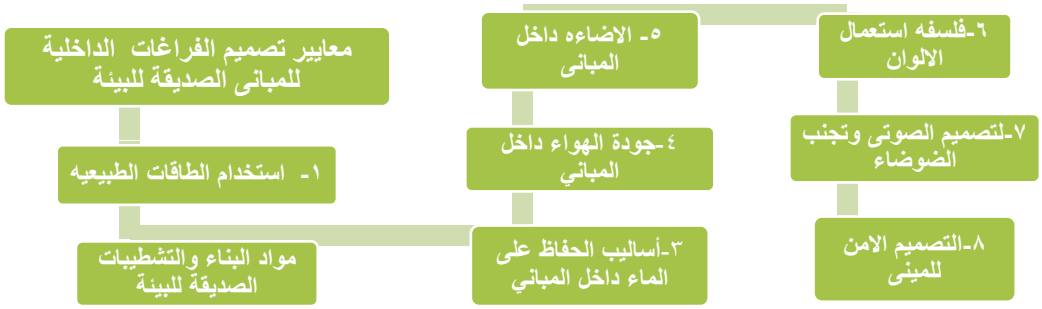
عناصر توظيف ومقومات التصميم الداخلى في البيئة الداخلية للأبنية لخلق فضاءات داخلية مستحبة لاحتياجات مستخدميها ،لتشمل مجموعه من العناصر الماديه والغير ماديه كما يوضح الجدول ١ التالى :

عناصر مادية	عناصر غير مادية
الحوائط	الالوان
الفتحات المعماري	الاضاءه (الطبيعيه – الصناعيه)
الاسقف	الصوت
الارضيات والسلالم	التهويه(الطبيعيه –الصناعيه)
الاثاث	الملمس
عناصر التأثيث	الايقاع الحركى

جدول ١يوضح تقسيم عناصر التصميم الداخليه الى عناصر ماديه وعناصر غير ماديه (سحاحيري، ٢٠١٢)

٣/١ معايير استرشاديه للتصميم الداخلي للعماره الخضراء

مجموعه من المعايير الاسترشاديه التى يمكن الاستعانه و تطبيقها للوصول إلى فراغت داخليه صديقه للبيئة تعمل على تلافى عيوب الفراغات المريضه هذه المبادئ والمعايير الاسترشاديه تتمحور حول النقاط الآتية شكل ١:



شكل ١ معايير تصميم الفراغات الداخلية للمبانى الصديقة للبيئة
https://kenanaonline.com/users/kamar/posts/112669

١/٣/١ استخدام الطاقات الطبيعية: باستخدام استراتيجيات التصميم المناخي الواعي بالطاقة والذي يسعى إلى تحقيق هدفين أساسين : في الشتاء يتم الاستفادة القصوى من الاكتساب الحراري عن طريق الإشعاع الشمسي مع تقليل فقد الحرارة داخل المبنى و في الصيف يحتاج المبنى للتبريد فيتم العمل على تجنب الإشعاع الشمسي و تقليل الاكتساب الحراري و العمل على فقد الحرارة من داخل المبنى وتبريد فراغاته الداخلية بالوسائل المعمارية المختلفة (قاسم، ٢٠٢٢).

٢/٣/١ مواد البناء والتشطيبات الصديقة للبيئة: يجب أن ألا تكون من المواد عالية الاستهلاك للطاقة سواء في مرحلة التصنيع أوالتركيب أو حتى الصيانة وان تساهم في تقليل التلوث الداخلي بالمبنى وتأثيرها الضار على الصحة أو على البيئة ,البحث عن بدائل لها, (الخشب السائل) بديل بيئي يصنع من النشارة ويطوع لصبه كبديل خال من المواد الضارة بالبيئة .(horizon, 2021)

٣/٣/١ الحفاظ على الماء داخل الفراغ يستخدم الماء من عناصر التصميم الداخلى للفراغات و أيضا في ري الحدائق المنزلية وعمليات تجميل المبنى وترطيبه عن طريق النوافير وأحواض المياه, الشلالات ,حمامات السباحة , فالماء له استخدامات جمالية وبيئية حيث يساعد على ضبط الرطوبة النسبية كما يؤدي إلى تنقية و تبريد الهواء المار عليه.

٤/٣/١جودة الهواء داخل المباني مشكلة تلوث الهواء داخل المباني و كيماويات البناء مع استعمال مواد البناء والتشطيبات المخلقة غيرالطبيعية تساهم في تركيز الملوثات في الهواء و خلق بيئة داخلية غير صحية , المباني سيئة التهوية يقل معدل تغيير الهواء مما يساعد على زيادة تركيز الملوثات داخل هذه النوعية من المباني.

٥/٣/١ الإضاءة داخل المباني: تعتبر الشمس هي المصدر الأساسي للضوء الطبيعي ,يقول الدكتور شيرد أن عملية الرؤية تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم في حالة الإضاءة الصحية و النظر السليم , وأن أي نقص في هذه الإضاءة معناه استنزاف الطاقة من الجسم لتعويض هذا النقص (العدوي، العمارة الخضراء، ٢٠٢٠)، ويمكن توفير الإضاءة داخل المباني بطريقتين أساسيتين - :الأولى عن طريق الإضاءة الطبيعية القادمة من الشمس - .الثانية عن طريق الإضاءة الصناعية. ويراعى في اختيار وحدات الإضاءة الصناعية التي توفر في استهلاك الطاقة الكهربائية.

٦/٣/١ فلسفة استعمال الألوان :تحتل الألوان مكانة هامة فى التصميم الداخلى وجميع الأنشطة الحياتية المختلفة للإنسان ,وكيفيه استخدامها فى الفراغ والتأثيرات الجمالية للألوان يتم استخدامها بتناسق وتكامل مدروس حيث إن للألوان تأثيرات بيئيه وسيكولوجية وفسيولوجية على الجسم البشري و للألوان داخل الفراغ إحساس سيكولوجي بالحرارة أو البرودة فالألوان تقسم إلى ألوان ساخنة كالحمراء والبرتقالية و الصفراء، و ألوان باردة كالزرقاء و الخضراء و القريبة منها، كما يدخل في التأثير السيكولوجي للألوان خداع النظر بالنسبة للمسطحات والأحـــجام (علي، ٢٠٢١)

٧/٣/١ التصميم الصوتي و تجنب الضوضاء : الصوت له تأثيرات ملموسة على الصحة النفسية والجسدية للإنسان , فالأصوات المقبولة أو الجميلة لها تأثيرات نفسية جيدة وعلى العكس فإ ن الأصوات العالية أوالضوضاء يكون لها تأثيرات ضارة ، وعلى ذلك فإن كفاءة الحوائط والأرضيات و الأسقف في منع انتقال الأصوات أوالضوضاء يعتمد على نوعية المواد المستخدمة وطرق معالجة تلك الاسطح ودرجة امتصاصها.

٨/٣/١ التصميم الآمن للمبنى :توفر عامل الأمان للمبنى ,كما يجب تلافي المخاطر التي يمكن أن تهدد سلا مة المبنى وشاغليه , وهذه المخاطر يمكن أن تحدث نتيجة لعوامل الإهمال البشري أو سوء تنفيذ بعض الأعمال وعدم مطابقتها للمواصفات الفنية , وهناك العديد من الاعتبارات الواجب إتباعها لتجنب أخطار الحريق خاصة بالمباني العالية , مثل

استخدام حوائط وعناصر إنشائية مقاومة ,كما أنه من المهم استخدام بدائل للمواد والخامات سريعة الاشتعال والتي تستخدم في المباني .

٤/١ تقنية النانو Nanotechnology

تعد تكنولوجيا النانو واحدة من أهم المجالات الهادفة لرفع كفاءة البيئة المبنية ومواجهة التحديات البيئية. فقد نشأت تكنولوجيا النانو في ثمانينات القرن العشرين وهي الأن تمثل ركنا أساسيا من أركان تكنولوجيا القرن الحادي والعشري (رشوان، ٢٠١٤). كلمة "نانو" هي كلمة مشتقة من الكلمة الأغريقية (نانوسNanos) والتي تعني القزم أو كل شئ صغير، وهي ببساطة عبارة عن جزء من البليون من المتر [m10-9]وجزء من الألف من الميكرومتر (العدوي، ديوانيه العماره، ٢٠٢٢) . تقنية النانو هي فهم المادة والتحكم فيها بالمقياس النانوي ، بأبعاد تتراوح بين ١ و ١٠٠ نانومتر تقريبا ، بعض المواد ذات البنية النانوية أقوى أو لها خصائص مختلفة مقارنة بأشكال أو أحجام أخرى من نفس المادة .البعض الآخر أفضل في توصيل الحرارة أو الكهرباء، أو تعكس الضوء بشكل أفضل ، أو تغير لونها مع تغيير حجمها أو هيكلها (Initiative، ٢٠٢٢) تكنولوجيا النانو المتقدمة القائمة علي فهم و دارسة علم النانو والعلوم الأساسية الأخري، مع توفير القدرة التكنولوجيه لتصنيع المواد متناهية الصغر، والتحكم في بنيتها الداخلية عن طريق إعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها. مما يضمن تلافى بعض الخصائص الغير مرغوب فيها فى بعض المواد أوإضافة مواد أخرى تضاعف من كفاءة أداء تلك المواد للحصول علي منتجات متميزة و فريدة يتم توظيفها في تطبيقات متنوعة (الاسكندرانى، ٢٠١٠). يعتبر فن استخدام المعرفة لأغراض الهياكل التي تمتلك وظائف مفيدة في نطاق الحجم بين ١ و ١٠٠ نانومتر (هشام، ٢٠١٤).

١/٤/١ العمارة النانوية و التصميم الداخلى النانو Nano interior design

عمارة النانو هى عباره عن إندماج تكنولوجيا النانو مع العماره وتأثرها بها. حيث تعتبر العمارة إحدى أهم المجالات التطبيقية لهذه التكنولوجيا، والتي تسهم في إنتاج مواد بناء ذات مميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة .(المنشاوى، ٢٠١٧) , تقوم Nanoarchitecture بدمج تقنية النانو في جميع المجالات المعمارية ، من خلال استخدام المواد والمنتجات والأشكال النانوية. سيساعد المصممين على تطوير مفاهيمهم وأفكارهم التصميمية (بلال، ٢٠١٦).من هنا يمكن استخدام تقنيه النانو فى العناصرللحصول على تصميم داخلى نانوى

النانو تكنولوجى الاخضر + عناصر التصميم الداخلى المستدام = تصميم داخلى نانو اخضر

٢/٤/١ العمارة النانوية الخضراء Green Nanoarchitecture

عمارة النانو الخضراء هى عباره عن إندماج تكنولوجيا النانو الخضراء مع العماره، حيث تعتبر تكنولوجيا النانو تطبيق متطور الأوجه من تطبيقات العمارة الخضراء، لأن منتجات وتطبيقات تكنولوجيا النانو في المباني تقدم حلول معمارية لكثير من المشاكل البيئية الناتجة عن المباني وتعمل علي رفع كفاءة المباني في جميع مراحل دورة حياة المبني . ويعني تطوير التقنيات النظيفة لتقليل الإمكانات والمخاطر البيئية على صحة الإنسان لاستبدال أي منتج بمنتجات النانو الصديقة للبيئة (محمد، ٢٠١٨) .

٣/٤/١ تقنية النانو والتصميم الداخلى المستدام

تهدف العمارة المستدامة إلى تقليل التأثير السلبي للمباني على البيئة قدر الإمكان، باستخدام طاقة وموارد أقل واستخدام مواد أقل سمية. (يسرالله، ٢٠١٣) .تتمتع الاستدامة بعلاقة قوية للغاية مع استخدامات المواد النانوية في تشييد المباني. حققت جميع مجالات الهندسة المعمارية (التصميم ، التصميمات الداخلية ، ... إلخ) كفاءة في استخدام الطاقة وبناء مبانٍ أكثر استدامة من خلال ابتكار تكنولوجيا النانو.

شكل ٢ مكونات وعناصر فى المبنى والتى يتم استخدام تقنيات النانو بها

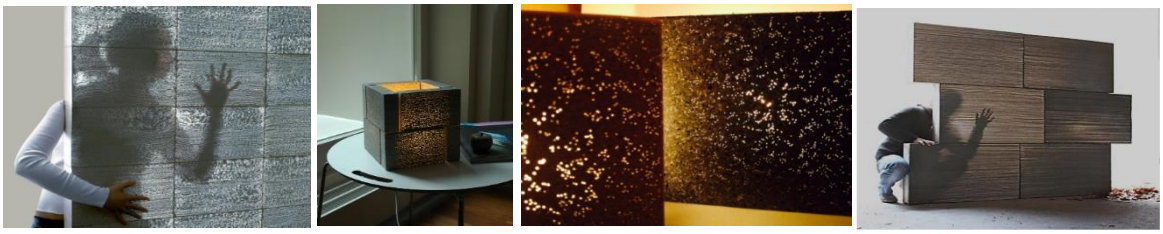
/https://aecom.com/blog/for-future-cities-think-small-as-in-nano-

٥/١ تقنية النانو والمواد النانوية الداخلية

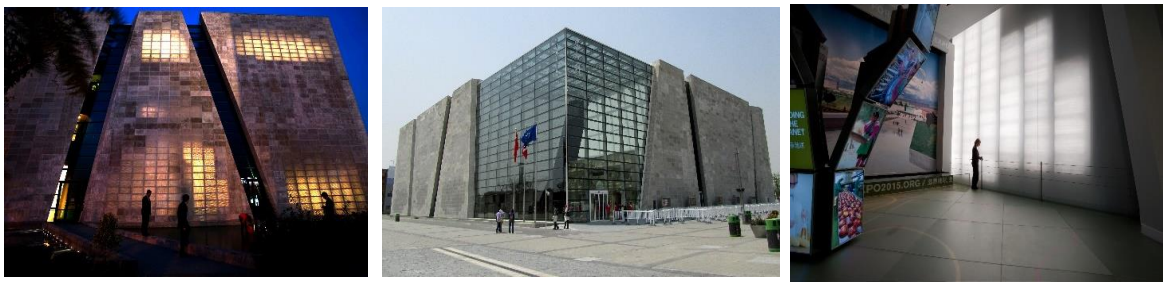
من اهم تطبيقات تكنولوجيا النانو (Nanotechnology Applications) فى مجال التصميم الداخلى والعماره هى اعاده هيكله البنيه الذريه للمواد والقدرة على تصغير جزيئاتها وحبيباتها والتعديل علي خصائصها . حيث ظهرت مواد جديدة تدعى مواد النانو، والتي تتميز بخواص فريدة غير موجودة في المواد التقليدية، بالإضافة لدور تكنولوجيا النانو في إضافة خواص جديدة للمواد التقليدية مما يجعلها تدعم تطبيق العمارة الخضراء. ويمكن تصنيف مواد النانو فى العماره الداخليه الى مواد انشائيه وغير انشائيه تخدم التصميم الداخلى .

١/٥/١المواد النانوية في الخرسانة

تقنية النانو إلى تهدف الى إضافة الجسيمات النانوية لتحسين متانة الخرسانة من خلال التفاعلات الفيزيائية والكيميائية. (محمد احمد علي بسيوني، ٢٠١٩) .مثال ذلك الخرسانه الشفافه شكل ٣ اوالتى تسمح بمرور الضوء Concrete passing of light ، كمواد بناء جديدة مكونه من مزيج من الألياف الضوئية والجزيئات الخرسانية ويمكن استخدامها كوحدات بناء أو ألواح مسبقة الصنع شكل ٤ , انشاء معرض (Imbrighi, 2010) الجناح الإيطالي ، معرض إكسبو شنغهاي في عام ٢٠١٠. تم استخدام أكثر من ٣٧٠٠ لوحة من الخرسانة في المشروع ، وتغطي مساحة ١٨٨٧ مترا مربعا (٢٠٣١١ قدما مربعا). مع تغير الإضاءة الخارجية على مدار اليوم ، يتخذ المبنى نغمات وأشكال مختلفة لتأثير دراماتيكي. (DESIGNING, 2022) .



شكل٣ الخرسانه الشفافه او التى تسمح بمرور الضوء Concrete passing of light
http://cdn.home-designing.com/wp-content/uploads/2015/03/light-emitting-



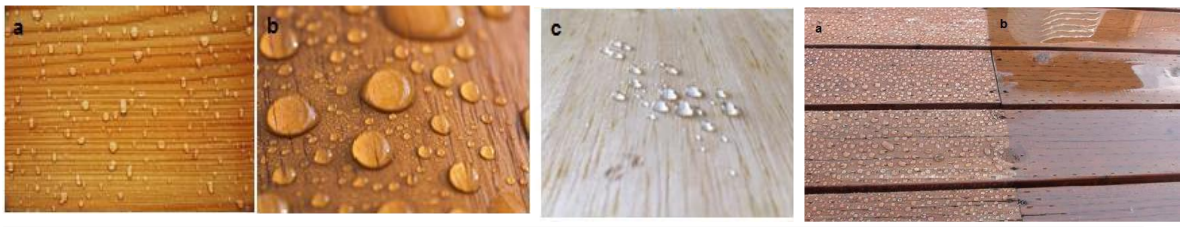
شكل٤ استخدام الخرسانه الشفافه فى معرض الجناح الإيطالي ، تم إنشاء معرض إكسبو شنغهاي في عام ٢٠١٠.
https://www.heidelbergmaterials.com/sites/default/files/styles/gallery_image_full_xl/public/assets/images/bd/33/in302yy8.jpg?itok=oqxy-Ufu

٢/٥/١ المواد النانوية في المعدن

يستخدم انواع مختلف من أيونات المعادن ويتحكم في كيفية ترسب الأيونات من خلال تغيير التيار لإنشاء هيكل متعدد الطبقات ، بسمك عده نانومترات وذات تركيبة مختلفة . يصل سمك الطلاء النهائي إلى سنتيمتر يغير بشكل كبير خصائص المادة الأصلية(Clark, 2015) . تستخدم المعادن المختلفه مثل الألومنيوم والتى تدخل فى صناعه كثير من العناصر الخاصه بالتصميم الداخلى مثل صناعة النوافذ والأبواب, يتميزالالومنيوم بخفة الوزن، من خلال استخدام أنابيب الكربون النانوية الأسطوانات النانوية الحجم والمكونة من ذرات الكربون المترابطة، تعتبر أكثر صلابة وقوة من الفولاذ، بالإضافة إلى كونها أخف بنحو ثلاثة أو خمسة مرات (عيسوي، ٢٠٢٢).

٣ /٥/١ المواد النانوية في الخشب

يعتبر النانو خشب Nano wood نظام متعدد الوظائف يعتمد على استخدام الماء المالح و هو خاص بالاسطح الخشبية الغير مدهونة والمدهون بالورنيش يضيف خاصيتى مقاومة الماء و الدهون حيث تكون طبقة كيميائية عالية الكثافة ترتبط ارتباط تام بألياف الخشب مما يوفر حماية قوية ضد الظروف المناخية و البكتيريا و الرطوبة ويمكن للدهان ان يطلى على الخشب او يرش اما فى حالة الاشياء الصغيرة يمكن وضعها فى حمام به الدهان .الدهان عديم اللون لذلك يبقى الخشب على لونه الطبيعى كما انه يصبح سهل التنظيف و مقاوم للتغير فى درجة الحرارة شكل ٥ (Veith, 2008) عند تطبيقها في مجال التصميم الداخلي والأثاث هى يتم عمل معالجه الخشب لجعله مقاوم وطارد للماء وحماية ضد الرطوبة يمكن إضافته كقشرة خشبية للخشب المصنع ونصف المصنع مثل MDF مع عمل تصميم لتلك القشرة لإعطاء قيمة جمالية للمنتج وحماية سطح الخشب من الرطوبة والماء والخدوش (Youssef، ٢٠٢٢) ,



شكل٥ انواع مختلفه من القشره واختلاف خاصيه مقاومه المياه عند استخدامم تقنيه النانو فى الخشب (Veith, 2008)

سكن خاص بمدينه إرلينباخ شكل ٦، سويسرا تم معالجة الخشب المضاد للماء عام ٢٠٠٥ مساحة أرضية صافية٤١٥ م ٢ يقع المنزل في موقع يطل على بحيرة زيورخ. استخدام الشرائح الرفيعه من الاخشاب تم علاج الخشب ودهانه بمواد طارده للماء. بدلا من استخدام الورنيش يتم دهان الخشب بمواد شفافه بتقنيه النانو طلاء مقاوم للماء لا يحجب التفاصيل الطبيعية للخشب (Veith, 2008)

شكل٦ نموذج لمنزل باستخدام الخشب المعالج بتقنيه النانو (Veith, 2008)

٤/٥/١ المواد النانوية في ماده الزجاج

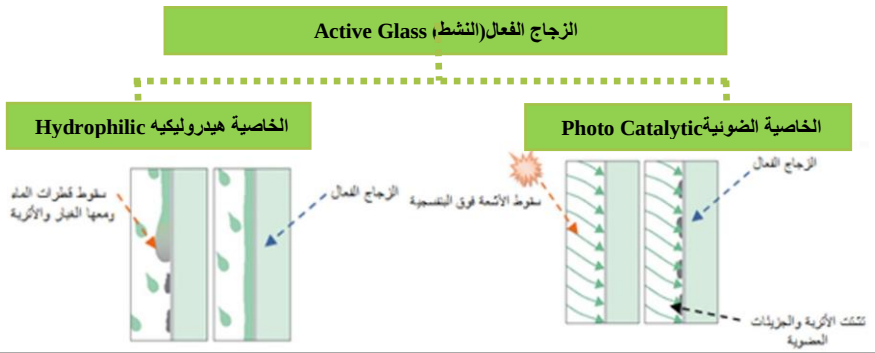
تطبيقات النانو فى مجال خامة الزجاج, لاهميه الزجاج فى التحكم فى البيئة الداخلية للمبنى, وبالتالي تحقيق الراحة الحرارية, وتحقيق الكفاءة في الطاقة, والتقليل اقتصاديا امن تكاليف معدات التحكم في المناخ وأجهزة التكييف للحصول على فراغات داخليه مستدامه وفيما يلي نستعرض أشهر هذه التطبيقات ومميزاتها.

- **زجاج النانو النشط Active glass :** هو عبارة عن ألواح زجاجية مغطاه بطبقة رقيقة شفافة من حبيبات المحفزات الضوئية، حيث تحافظ تلك المحفزات على نظافة سطح الزجاج بصورة دائمة وتحول دون رسب أي عوالق أوملوثات عليها, كما يوضح شكل حيث تعود فكرة الأسطح ذاتية التنظيف إلى عام ١٩٧٠ حيث لاحظ عالم النباتWilhelm Barthlott تأثير التنظيف الذاتي على أوراق نبات اللوتس والتي يتمتع سطحها بخاصية عدم الامتصاص،وتتشكل عليها المياه على هيئة قطرات وتتدحرج على السطح وتأخذ معها الأتربة الموجودة.

تحدث خاصية التنظيف الذاتي للأسطح نتيجة لقدرة مادة ثاني أكسيد التيتانيوم TiO2 على تحليل المواد المترسبة على السطح والملوثات وتحويلها إلى مركبات هيدروكربونية صديقة للبيئة, معتمدة في ذلك على خاصيتين أساسيتين :

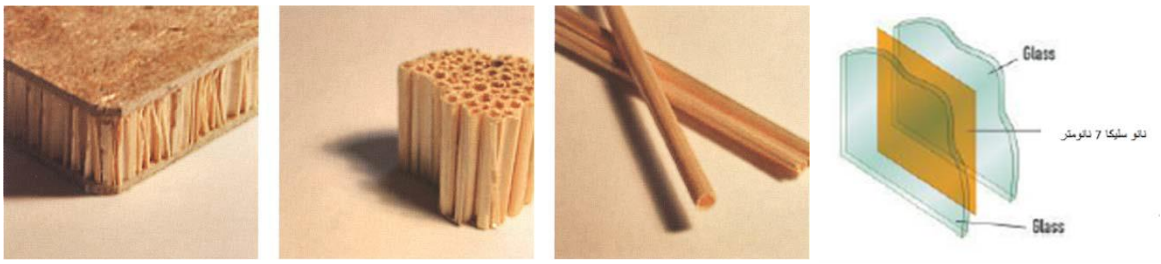
- الخاصيه الضوئية : وتعمل عندما تسقط الاشعة فوق البنفسجية على سطح الزجاج, فتصبح الجزيئات النانو نشطة وتبدأ في كسر وتفتيت الجزيئات العضوية والأتربة من على الزجاج,

-خاصيه هيدروليكية : تعتمد على إنتشار مياه الأمطار عند سقوطها على الزجاج لتنظفه بسهولة وتسقط شكل ٧.



شكل ٧ دور الخاصية الضوئية في التخلص من الأتربة في الزجاج الفعال طريقة الاستفادة من المياه الأمطار بالزجاج الفعال https://www.nanovations.com.au/Site/images/Self-cleaning-effect1.jpg

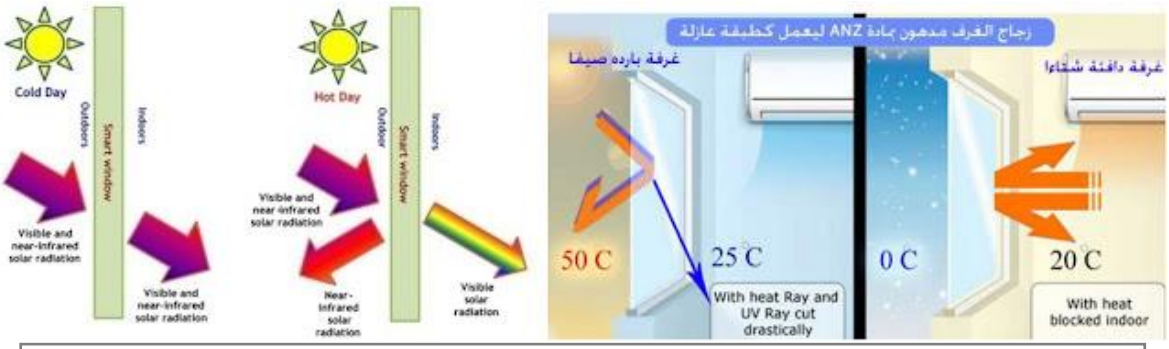
- **الزجاج المقاوم للحريق Fire-proof glass :** يعتمدهذا النوع من الزجاج على مادة ثانى اكسيد السيليكا SiO2 التى تستخدم كطقبة طلاء بين طبقات الزجاج، حيث تعمل على الحماية من الحرارة وتعطي الزجاج قدرة على مقاومة الحريق طبقات زجاج النانو المقاوم للحريق. أنتجت شركة ديغوسا الألمانية مادة Aerosil من المادة الخام Pyrogenic Silicic Acidوهي تستخدم كمادة مالئة ، تتميز المادة بانها خفيفة الوزن وسمكها صغير وتظل بنفس الشكل طول فترة مقاومتها للحريق شكل ٨ .



شكل ٨طبقات الزجاج المقاوم للحريق - يوضح مادة Aerosil كمادة مالئة لمقاومة الحريق (Veith, 2008)

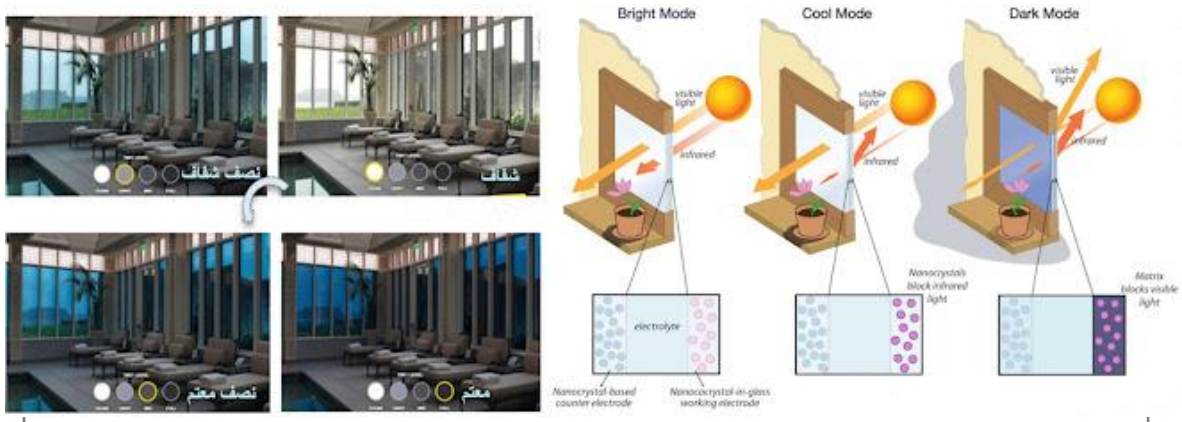
- **الزجاج الحراري Temperature regulation glass :** تقنية يمكن بها تغييرلون الزجاج بالضوء و الحراره . عباره عن طبقات رقيقة تحتوى على ذرات نانونية تتحول للون الداكن عند تعرضها للشمس هو زجاج شفاف يمنع دخول حراره الشمس و بالتالى يوفر الكهرباء (العدوي، ديوانيه العماره، ٢٠٢٢)

معالج بمادة النانو ANZ التي تعمل كطبقة عازلة في التقليل من درجات الحرارة في الصيف بمقدار ٢٠ درجة ومعادلة درجة الحرارة شتاءا، كما يوضح شكل ٩وبالتالي يعمل على تقليل إستهلاك الكهرباء اللازمة لعمليات التبريد والتكييف، وبالتالي تتم عملية ترشيد استهلاك الطاقة من مصادر توليدها، و يتم تشتيت أكثرمن ٨٠ % من أشعة الشمس فوق الحمراء قريبة المدى.



شكل٩ دور الزجاج المعالج بمادة ANZ في معادلة درجة الحرارة /https://www.archdiwanya.com

- **مضاد للضباب Anti-Fogging:** ساعدت تكنولوجيا النانو علي جعل الرؤيا واضحة من خلال طلاء رفيع جدا من ثاني أكسيد التيتانيوم Tio2 وبالتالي نجد ان شكل الماء المتكثف على المسطح عبارة عن غشاء أو طبقة رفيعة السمك من المياه بدلا من قطرات الماء ولكنها غير مرئية، مما يعطي مظهر واضح خالي من الضباب. من أكثر الأسطح التي يمكن تطبيق هذا الطلاء عليها هي مرايا الحمام كذلك الأسطح الزجاجية في الغرف المكيفة.
- **مضادة للانعكاس Anti-Reflective:** يستخدم الزجاج المضاد للانعكاس لحل مشاكل الانعكاس، وتتركب من جزيئات أصغر من الطول الموجي للضوء المرئي، لذلك هي شفافة.



شكل ١٠ التحكم في شدة أضاءة وتغير شفافية الزجاج بإستخدام زجاج النانو (العدوي، العمارة الخضراء، ٢٠٢٠)

- **زجاج الوقاية من أشعة الشمس Solar protection glass :** هو أحد تطبيقات تكنولوجيا النانو التى ساعدت على توفير وسيلة فعالة من حيث الطاقة للحماية الشمسية التحكم فى تغيرات شدة الاضاءة وهو مناسب للأسطح المعرضة لأشعة الشمس حيث تجمع بين السيطرة على الضوء والحرارة والخصوصية.ويعتبر وسيلة جديدة لدمج الزجاج الكهربي في المباني، يمكن التحكم لتغيير درجة انتقال الضوء من حالة إلى أخرى، ليتحول الزجاج من شفاف إلى غامق والعكس شكل ١٠
- **مضادة لآثار البصمات Anti-Fingerprints** : عند استخدام الزجاج او المعدن في الديكور داخل المبني يظهر آثار بصمات واضحة جدا وتزيد باللمس المتكرر للسطح، مما يعطي مظهر يدل على إنها قليلة النظافة (عرفه، ٢٠١٦) يمكن للطلاء بتقنيه النانو المضاد للبصمات معالجه اثارالبصمات شكل ١١ (Veith, 2008)

شكل ١١تأثير الطلاء المضاد لبصمات الأصابع على الزجاج -تأثير الطلاء المضاد لبصمات الأصابع على صفيحة من الفولاذ المقاوم للصدأ واضحة بشكل واضح (Veith, 2008)

٤/٥/١ المواد النانوية في خامة البلاستيك خامة البلاستيك من الخامات التي لها استعمالات كثيرة في مجال العمارة. توفر تكنولوجيا النانو بدائل جديدة من البلاستيك غير مضرة بصحة الإنسان لها خواص مقاومة الحراره واللهب وزياده صلابته و تحويلها من مادة عازلة إلى مادة موصلة أو شبه موصلة ، تم طلاؤه بالطريقة الكهروكيميائية واستخدامه في العديد من التطبيقات في مجال التصميم الداخلي مثال إستخدام أغشية رقيقة Nano Protect Plastic تستخدم على الزجاج العادى لتحويله إلى زجاج ذكى.ستائر ذات خصائص مضادة للبكتيريا. أسطح التلامس مثل مفاتيح الإضاءة والأبواب المقابض والمقابض يتم استخدام مادة مضادة للبكتيريا لمنع انتشار الجراثيم يستخدم ايضا صناعة المطاط المعدنى وهو ماد مرنة كالمطاط و متينة كالمعدن شكل ١٢تجمع بين خصائص اللدائن و المعادن معا فى وقت واحد. يمكن استخدام فى صناعة اشياء لا تنكسر بل و تمتص الصدمات (الحبشي، ٢٠١١).

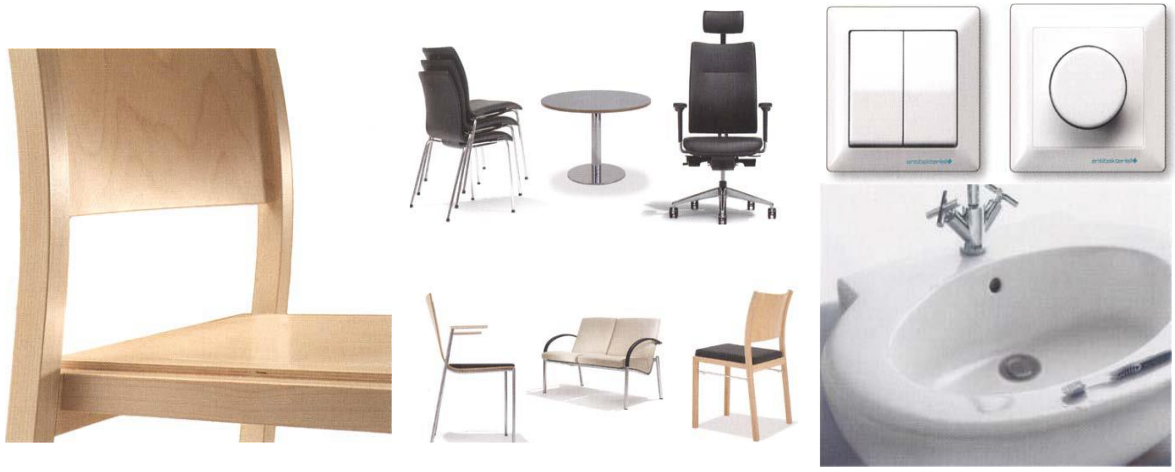
شكل ١٢ المطاط المعدنى ذو المرونة العالية https://www.al-jazirah.com/digimag/23052004/por36.htm

١/٥/ ٥المواد النانوية في مجال الاقمشة والمنسوجات

إنتاج نسيج ذكي يعتمد هذا النسيج في تصنيعه على النانو تكنولوجي أطلق عليه " Elec – Tex " ويتميز إنه يمكن طيه، غسله أو خياطته يتكون النسيج من خمس طبقات رقيقة , فالطبقتان الخارجيتان من مادة شبيهة بالنايلون لحماية النسيج والإبقاء علية فترة أطول , الطبقتان الداخليتان فتحتويان على الكربون وبداخلهما طبقة أخرى موصلة للكهرباء ويمكن دمج أجهزة صغيرة فيه للتحكم في الإضاءة وأجهزة التكييف كما تستخدم النانو في صناعة اقمشة مقاومة للحشرات تقلل من المواد الكيميائية المستخدمة للتنظيف .

١/٥/ ٦ المواد النانوية في مجال الاثاث

جزيئات الفضة النانوية المستخدمه على التركيبات الصحية الخزفية تعطى خصائص مضادة للجراثيم. و طلاء الخشب مضاد للبكتيريا الذى يحتوي على nano silver ، يتم تطبيقها على سطح الكراسي. تستخدم الطلاءات المضادة للبكتيريا على أسطح الأثاث ، لتقلل من كمية الوقت اللازم للتنظيف ، وتكون قادرة على تحمل المواد المطهرات من خلال أسطح مضادة للبكتيريا أساسها الفضة بتقنه النانو شكل ١٣ (Veith, 2008).



شكل١٣ (Veith, 2008) بعض عناصر قطع الاثاث المستخدم بها تقنيه النانو

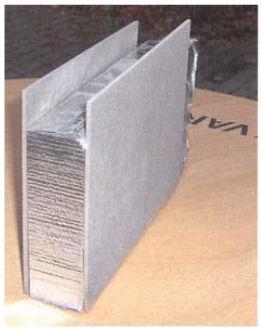
١/٥/٧ المواد النانوية في مجال العزل

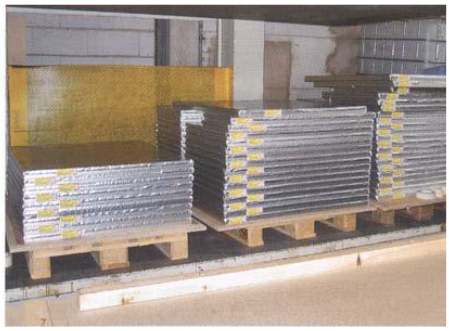
يعتبر مبدأ كفاءة الطاقة من أهم مبادئ العمارة الخضراء والذي يمكن تحقيقه من خلال مواد النانو العازلة للحرارة والتي تتميز عن العوازل التقليدية بالعديد من المميزات مثل الأداء العالي في العزل وسهولة الأستخدام وقلة السمك والشفافية وقلة تكلفتها على المدى البعيد , يمكن تطبيق هذه المواد العازلة على الحوائط الخارجية بالدهان أو الرش أو الرسم مما يسهل إستخدامها في المبانى القائمة أوالجديدة , ومن هذه المواد مادة النانو Aerogel ومادة.VIPs

- **عزل الحراري(Thermal insulation (Aerogel :** تتميز Aerogel بأنها من مواد النانو الصلبة التى لايسهل إختراقها كما أنها خفيفة الوزن جدا لأن الهواء يمثل ٩٥٪ منها، مما يجعلها مادة عازلة ذات فعالية أكبر من المواد العازلة التقليدية بحوالي ٢٣ ضعف تقريبا كما أنها تتميز بنسبة شفافية ٧٥٪ مما يسهل إستخدامها في عزل الجدران الشفافة والنوافذ شكل ١٤

- **العزل الحراري Thermal insulation (VIPs) :** مادة Vacuum insulation panels (VIPs) هي مادة عازلة مناسبة بشكل كبير لتوفير عزل حراري جيد مع سمك عزل أرق بكثير من المعتاد بالمقارنة مع مواد العزل التقليدية مثل البوليسترين، ويميز هذه المادة المعتمدة على تكنولوجيا النانو أمكانية تحقيق أقصى قدر من المقاومة الحرارية مع الحد الأدنى من سمك العزل .

ذحيث تتكون طبقات VIPs العازلة من الغلاف الخارجي من رقائق بلاستيكية وتغلف بالألومنيوم أوالغلاف المقاوم للصدأشكل ١٥، والمادة الداخلية على هيئة ألياف او مسحوق زجاجي وهي مادة مسامية يمكن إجلاؤها بسهولة. ويمكن إستخدام VIPs في تجديد المباني القائمة أو المباني الجديدة.

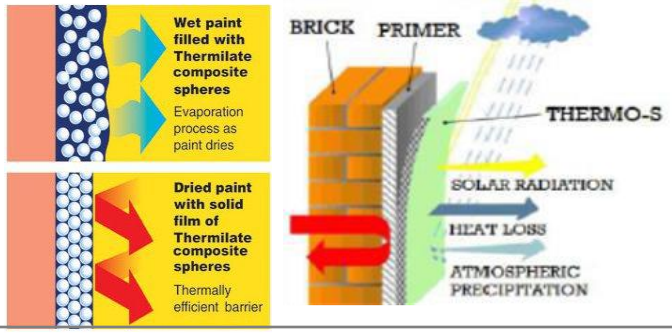




شكل١٤ طبقات VIPs العازلة من الغلاف الخارجي من رقائق بلاستيكية وتغلف بالألومنيوم أوالغلاف المقاوم للصدأ، والمادة الداخلية على هيئة ألياف او مسحوق زجاجي وهي مادة مسامية يمكن إجلاؤها بسهولة

شكل١٥ إظهار حبيبات nanogel الشفافة ، واستخدام الهلام الهوائي في النوافذ والواح الزجاج (Veith,

- **دهانات عازله Insulated Paints :** يتركب من كرات مفرغة صغيرة جدا من السراميك شكل ، بحيث تعمل كرات السراميك على توفير الطاقة بالعزل الحراري، يستخدم الطلاء العازل على الجدران الخارجية والداخلية شكل ١٦، وتزداد فاعليته على الجدران الخارجية حيث يمنع انتقال واكتساب حرارة الشمس الزائدة (E A Alhilo, 2021) .



شكل١٦ شرح عمل الدهان العازل على الحوائط (E A Alhilo, 2021) .

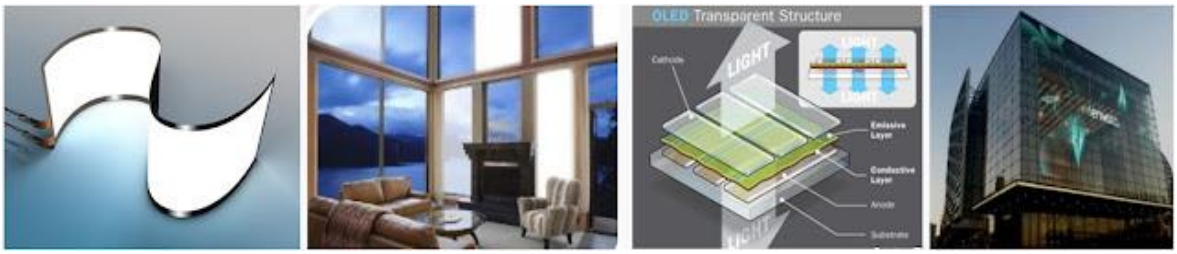
٨/٥/١تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الإضاءة .Nanotechnology in Lighting

تعتبر الإضاءة التقليدية إحدي أكبر المصادر المستهلكة للطاقة بالمباني، كما أنها تبعث الحرارة مما يزيد من الطاقة المستخدمة لتبريد المبنى. بظهور تكنولوجيا النانو تم تقديم حلول لهذه المشكلات بإستخدام إضاءات النانوLED ، OLED.

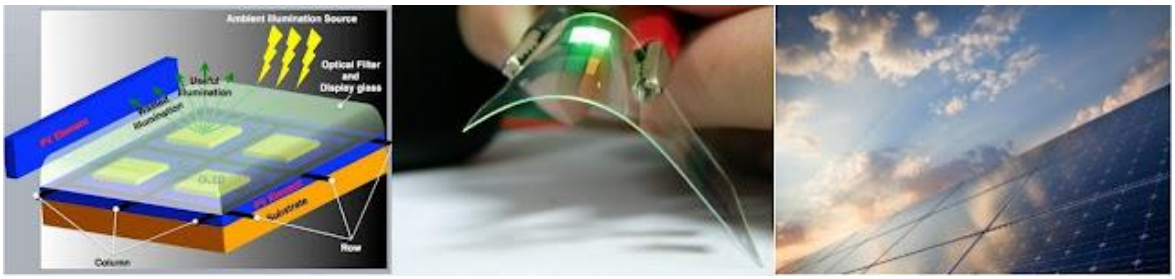
- **أضاءة النانوOLED :** تستخدم OLED (Organic Light-Emitting Diodes) فكرة الانبعاث العضوى الثنائى الصمام للضوء الأكثر تطوراًوالمتعدد الاستخدامات. وهي إحدى صور تكنولوجيا النانو التي تحقق وفرا كبيرا في إستهلاك الطاقة وتساعد على التعامل مع الإضاءة على أنها أداة تصميمية .

تصنع OLED على هيئة طبقات من أفلام من المركبات العضوية الباعثة للضوء على مقياس النانو وبالتالي يمكن تطبيقها على أي سطح لجعله مصدرا ضوئيا كما يمكن أن يكون شفافا , مثل إستخدامها في النوافذ لتعمل كمصدر ضوء يحاكي ضوء النهار ليلاً كما بالشكل ١٧ كما يمكن استخدمها في تطبيقات عديدة لدعم مبادئ العمارة الخضراء في الغلاف الخارجي للمبنى ومن أهمها توليد الطاقة الشمسية شكل ١٨.

- **إضاءة النانوLED :** يستخدام (Light-Emitting Diodes) LED إسلوب الإضاءة القائم على فكرة الإنبعاث الثنائى الصمام للضوء, والتي تعتمد فكرتها علي مصدر ضوئي مصنوع من مواد نانوية تبعث الضوء حينما يمر خلاله تيار كهربائي، ويصل مقياسها إلى ٥مم.



شكل ١٧استخدام OLED في واجهات المباني (العدوي، ديوانيه العماره، ٢٠٢٢)

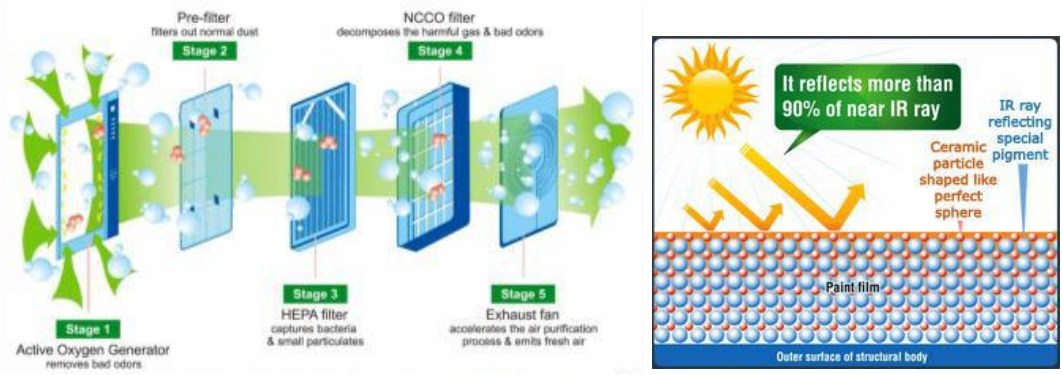


شكل١٨ استخدام OLED في الأغشية الرقيقة لتوليد الطاقة الشمسية
https://www.archdiwanya.com/2022/03/Nonlight-energy-sensor.html

٩/٥/١ المواد النانوية في مجال الدهانات Nano Coating

دهانات النانو Nano Coating من تقنيات تكنولوجيا النانو، بهدف اضافة خصائص ومميزات للمود للحد من تراكم وإلتصاق الغبار والملوثات على الأسطح الخارجية للمباني، والعمل كمواد مضادة للرطوبة والحرارة والتأكسد والتشقق والأشعة فوق البنفسجية، والحفاظ على درجات الألوان من التغير المستمر، التقليل من نسبة الترسبات أو التكلسات,حيث يتكيف المبنى مع الظروف المناخية المتغيرة، مما يطيل عمرالمباني والأسطح الخارجية ، (العدوي، العمارة الخضراء، ٢٠٢٠) .

- **مقاومة الرسوم على الجدرانAnti-Graffiti :** الهدف هو حماية المباني من الرسومات الغير مرغوب فيها ، عن طريق الطلاء المقاوم للرسم عليه. وهي مادة فعاله لها خواص مضادة للمياه، حيث يمكن إزالة الرسومات بسهولة (عرفه، ٢٠١٦).
- **مضادة للبكتريا (Nano-Confined Catalytic Anti-Bacterial):** تكنولوجيا (NCCO) Oxidation هي افضل حل لتنقية الهواء من الملوثات من فيروسات وبكتريا دون انبعاث أي نوع من الاكسدة. كذلك تتميز أسطح لها تأثير مضاد للبكتريا لقدرتها على تحليل الموادالعضوية إلى مهملات وأتربة، ويتحقق ذلك بمساعدة جزيئات الفضة Silver Nanoparticles في مقياس النانولديها خواص مقاومة للميكروبات شكل١٩. **(عرفه، ٢٠١٦)**



شكل١٩ يوضح طريقة عمل طلاء المضاد للبكتريا (عرفه، ٢٠١٦)

- **دهانات خامة الخشب :** تضيف خواص لماده الخشب التقليدية وتحسن من خواصه مثل التنظيف الذاتى أوخاصية مقاومة الحريق أومقاومة الماء والدهون. باستخدام أنظمة دهان الحماية لخامة الخشب (Paint Protection Systems) PPs يعطى القدرة على التحمل والبقاء ومقاومة الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة البكتيريا والفيروسات، كما أنه طارد للمياه ومقاوم للنمل الأبيض ومقاوم للخدوش والإحتكاكات ومقاوم للتآكل, مقاومة الحريق ومن يصبح جزءا لا يتجزأ من الخشب , يختلف زمن الجفاف تبعا لدرجات الحرارة ومعدل الرطوبة فى الجو **(العدوي، ديوانيه العماره، ٢٠٢٢).**
- **دهانات النانو حجر** : تعتبر الأحجار من الخامات الطبيعية التى تحتاج إلى معالجات خاصة للحفاظ عليها من العوامل الجوية وقد أتاحت تكنولوجيا النانو أساليب حماية للأحجار تعطى خواصاً جديدة منها دهانات النانو حجر Nano stone. يعمل هذا النوع من الدهانات على حماية الأحجار التى تكسو الواجهة من البقع والأملاح والإصابة بأملاح الكبريتات، كما يحمى الحجر من التفتت نتيجة ذوبان الجليد المتراكم عليه، ويجعله مقاوم للامطار والدهون والكثيرمن العيوب التى تدمر الحجر . يضيف طلاء النانو للحجر خصائص مثل المقاومه للأشعة فوق البنفسجية والمقاومه للتغيرات فى درجات الحرارة والمقاومه للرطوبة العالية وللخدوش والكيماويات والمقاومه للمركبات العضوية ,كما يوضح شكل٢٠ و لكل نوع من الاحجار الطلاء المناسب له **(العدوي، ديوانيه العماره، ٢٠٢٢).**

شكل٢٠ استخدام أثر دهان النانو على الحجر بالواجهات (على اليمين الحجر بدون معالجة و على اليسار الحجر المعالج) https://www.archdiwanya.com/2022/03/Nano-Coating.html

١٠ /٥/١ المواد النانوية في مجال تنقية الهواء Filtration, Air purification

منقي الهواء Air-Purifying تحلل الملوثات والروائح كيميائيا إلى مكوناتها الأساسية غير الضارة، ولكن لا تحل محل التهوية، بل تحسن نوعية الهواء وتستخدم تكنولوجيا تنقية الهواء على نحو متزايد في المنسوجات والدهانات.

٦/١ تقنيه النانو فى مصر

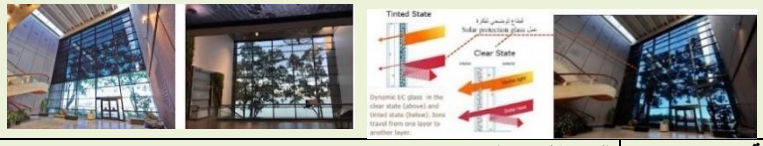
نجد تطور ملحوظ في هذا المجال داخل مصر, تقنيات النانو بالنسبة لمصر تعتبر هامه لما لها من تحقيق قدر من الاستقلالية في التقنية الصناعية، حيث أنها لاتزال في طور بدايات التطبيقات العملية والتطوير العلمي والتقني لتقنيات النانو، ومن المتوقع أن يستمر هذا التطوير على مدى الأربع عقود القادمة . وهذا يتطلب أن الاهتمام بتقنيات النانو وأن يخصص له كل الأساسيات البشرية وبنية تحتية وميزانيات تكافيء التحديات والخطط الوطنية الاستراتيجية اهميه التعرف على دور النانو في التنمية الاقتصادية والأهداف الاجتماعية، (رضا، ٢٠٢٠)

حيث يوجد العديد من الجهات التى تتبني الاهتمام بهذه التقنيه ومنها أكاديمية البحث العلمي لأنشطه النانو تكنولوجي في المجالات المختلفة ورعاية جميع الأبحاث والدراسات المتعلقة بها، وتبادل البعثات العلمية مع الدول المختلفة لمعرفة كل ما هو جديد عن تقنيات النانو ، وإنشاء كلية للدراسات العليا في علومها النانو تكنولوجي فى الصناعة والإنتاج تعمل العديد من الشركات في مجال النانو تكنولوجي في مصر والوطن العربي باستيرادها حيث اصبحت منتجات النانو تكنولوجي بالفعل في السوق المصرية والعربية، فهى لم تصل لمرحلة التصنيع بعد، إيتم استيرادها من ألمانيا , أميركا والصين . حيث تتوفرمواد الخام المصنعه لهذه التقنيه تحديدا مادة السيليكا التي تستخرج من الرمال من صحراء سيناء في مصر، وصحراء الربع الخالي في الوطن العربي، وتعتبر أكبر مصدر لها لاستخراجها (السيد، ٢٠١٩).

٧/١ تطبيقات باستخدام تقنيات النانو فى التصميم الداخلي للمبانى الخضراء

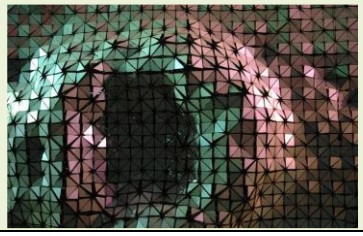
يوضح الجدول ٣ تحليل لنماذج معماريه تم تطبيق تقنيه النانو لعناصر التصميم الداخلى للمبنى .

عناصر التصميم	تطبيقات لعناصر التصميم الداخلي بتقنيه النانو الخضراء	مبداء تحقيق المعايير
الحوائط		

عناصر مادية	الحوائط الخارجيه	زجاج النانو الحراري LATENT HEAT	الموقع	Domat -Ems- ZURICH سويسرا
			الوظيفه	مبنى دار المسنين- مبنى اداري "Sur Falveng" housing
			المبنى	SUR FALVENG Housing for eldering people
			استخدم الزجاج الحراري في غلاف مبنى الخارجى لدار المسنين. فكرة عمل الزجاج الحراري بمبنى دار المسنين"Sur Falveng" housing	• تحقيق الراحه الحراريه داخل الفراغ • الاعتراف بالضوضاء المرورية من قبل منظمة الصحة العالمية كمساهم رئيسي في التلوث البيئي .فهي لا تسبب الانزعاج فقط ، بل لها أيضا آثار صحية سلبية كبيرة على المجتمعات التي تعيش بالقرب من البنى التحتية للطرق.
	الحوائط الداخليه	تقنيه معالجه الحوائط ضد	الصين -شنغهاى Shanghai, China ألواح من الحجر النانوي مع معالجة ضد للماء فى الحوائط وفى السلالم	• اختارت MoHen دهان الجدران بموادخاصه مضاده البكتيريا . • سهلة التنظيف كما تم استخدام سلالم من الحجر الطبيعي طارده للماء • المتانه باستخدام الطلاء • العنصر الجمالي والتنظيف الذاتي .
الفتحات المعماري				
عناصر مادية	الفتحات المعماري	التحكم بضوء الشمس	الموقع	بوسطن USA Boston
			الوظيفه	مبنى ترفيهى
			المبنى	متحف العلوم Museum of Science , Boston
			استخدم زجاج للتحكم بضوء الشمس (Sage Glass) في غلاف المبنى فكره عمل وإستخدام الزجاج النانو للتحكم بالضوء في بهو متحف العلوم، بوسطن 	
			الموقع	باكو -اذربيجان
			الوظيفه	مبنى ادرى
			المبنى	Socar Companyالمبنى الرئيسى لشركه سوكار
			استخدم الزجاج الفعال بالمبنى الرئيسي لشركة , SOCAR https://images.skyscrapercenter.com/building/socar-tower_heerim-architects-planners13.jpg https://blogger.googleusercontent.com/img/a/AVvXsEiShJ7QzWSQvF1V9UkfXREd4DlQR1EFTCfHY5b46edSHQdzOViBh1-clVIJW9sVgo8V4ChXnuumk4qVkBhvWtfpNkOEtQWV_MiDtG5KAoM5-0NdyJDA_P7-TFommamK72NyVOWLeLjvSYWktsxgsx-zCmqNFsoxw7Ow7yp38oxONFwo1gdkCDoMuFLW7Q=w668-h212	• الاستفاده من الطاقات الطبيعيه فى الاضاءه
الاسقف				

عناصر غير مادية	زجاج مقاوم للحريق	**الموقع**	ألمانيا – بون	السقف :مميزات استخدام بلاطات الأسطح الكهروضوئية • الإنتاجية العالية استغلال المساحة السقف حيث يمكن الاستخدام الكامل لسطح السقف. • سهوله التركيب: يوضع مثل السقف العادي. • العنصر الجمالي للسقف تتوفر ألوان وتشطيبات متعددة. • القوه والمتانه: عمر التشغيل يزيد عن ٣٥ عاما. • صديقة للبيئة: التخلص من الموارد. • الجودة المعتمدة: تلبية معايير الجودة.
		الوظيفه	مبنى اداري (شركه البريد السريع)	
		المبنى	Post tower Deutsche Post AG, Bonn, Germany	
		زجاج بتقنيه النانو مقاوم للحريق تم تطبيقه على سقف الفراغات الداخليه للمبنى, (Rawn، ٢٠١٤)استخدام الزجاج Fire-proof		
		https://www.archdaily.com/564959/deutsche-post-towers-wins-ctbuh-10-year-award/545b445ce58ece51b9000053-deutsche-post-towers-wins-ctbuh-10-year-award-photo		
	الاثاث			
	لتنقيه الفراغات الداخليه			• استخدامه لتقليل مستويات التلوث . • تنقيه الهواء من الملوثات العالقه به
		(Veith, 2008)		
عناصر غير مادية	**العزل**			
	استخدم العزل الحراري VIPs	**الموقع**	Freiburg- Germany	• يحقق كفاءة عالية للطاقة من خلال إستخدام الطاقات المتجددة • بالأضافة إلى المعالجات السالبة التى من أهمها العزل الحراري بإستخدام VIPs • تم إستخدام تقنيات النانو في عزل الجدران الخارجية والنوافذ وكذلك لوحات التهوية على الواجهة الرئيسية.
		الوظيفه	مجمع تجاري سكني مختلط	
		المبنى	مجمع Sonnenschiff Center	
		مركز Sonnenschiff باستخدام العزل VIPs الذي ينتج طاقة ٤ أضعاف أستهلاكه		
	عزل النانو الحراري Aerogel	**الموقع**	فرنسا - ZAC du Souchais France	
		الوظيفه	مبنى رياضى	
		المبنى	Sports hall	
		وقد استخدم في غلاف مبنى صالة الرياضات بفرنسا		
		شكل العزل Aerogel لمركز sports hall الرياضي بفرنسا		

الاضاءه (الطبيعيه – الصناعيه) والالوان				
	التقنيه	**الموقع**	سنغافورا	
		الوظيفه	مجمع سكنى تجارى	
		المبنى	Tanjong Pagar Centre	
		استخدمت إضاءة النانو وحدات توليد الطاقة في غلاف المبنى استخدام تقنية النانو(BIPV) Building Integrated Photovoltaics		• تعمل تقنيه النانو على توليد الطاقة فى غلاف المبنى
	تقنيه النانو(BIPV) Building Integrated Photovoltaics	**الموقع**	الصين -بكين Beijing China	
		الوظيفه	مبنى ادارى	
		المبنى	Urban Tiles Sky scrape	
		استخدمت في غلاف المبنى ,المبنى يعمل بإستخدام تقنية جديدة من تكنولوجيا النانو وهي تقنية Marzan's Tiles ، وهي عبارة عن بلاطات ذات جانبين الأول منها يعمل كلوحة ضوئية تجمع الطاقة الشمسية خلال النهار، والثاني ضوءOLED شرح استخدام تقنية النانو OLED بمبنى Urban Tiles		
الصوت				
	تقنيه العزل الصوتي	**الموقع**	ألمانيا - كوتبوس	• العزل الصوتى وتنقيه الهواء التي تقضي على الملوثات المحمولة جوا.
		الوظيفه	مبنى تمارين وموسيقى	
		المبنى	في مركز "داي فابريك".	
		حوائط واسقف من الواح الجبس الداخليه لتنقية الهواء في تعمل الأسطح على تنقيه الهواء وعزل الصوت.		
التهويه(الطبيعيه –الصناعيه)				
	تقنيه	**الموقع**	Tokyo, Japan طوكيو -اليابان	• استخدام الخشب غير مصقول وألواح بناء لتنقية الهواء التي
		الوظيفه	مسكن و مشغل (اتيليه) ٢٠٠٤ -٦٢متر مربع	
		المبنى	The Atelier	

عناصر غير مادية			ecker, 2008 Interior of the Atelier (Leyd **الموقع** بإيطاليا- روما **الوظيفه** مبنى دينى **المبنى** كنيسه جبيل- Richard ،Jubilee Church تقنية النانوفى تنقية الهواء والملوثات والروائح الكريهة وتحويلها إلى الاجزاء المكونة لها	• تقضي على الملوثات المحمولة جوا. • الألواح نفاذة تمتص وتطلق الرطوبة من الهواء والعودة إليه ، في هذه العملية تنظيف الملوثات والروائح من الهواء عن طريق التكسير • يمكن اعاده تدوير ألواح البناء بعد الانتهاء من المبنى . • استخدام اللوح الجبسي لتنقيه الهواء و الألواح الصوتية للعزل • استخدام nanomaterials nriakes تعمل على تحسين الجودة الهواء. • التخلص من الروائح الكريهة وملوثات الهواء للحصول على بيئه صحيه أساسيه و دائمه • فإن تقنية النانو تعمل على تحلل الروائح كيميائيا الى مكوناتها غير المؤذية الجزيئات تتشقق مما ينبعث منها البخار وثاني أكسيد الكربون .
			الموقع اوربا -المانيا اوفنباخ **الوظيفه** لشركة تصنيع السيارات **المبنى** المقر الأوروبي لشركة هيونداي موتورز شكل استخدم ألواح الجبس لتنقية الهواء - شكل مواد تنقية الهواء اللوح الجبسي و الألواح الصوتية للعزل	
الايقاع الحركى والملمس				
	تقنيه		السطح المعدني القادر على التحرك فيزيائيا عند تعرضه الى المؤثرات مثل الصوت والحركة و الضوء وهو من العمارة المتبادلة AEGLIS HYPERSURFACE 	• تغيير الألوان والشكل ديناميكيه الفراغ • عماره تفاعليه .

٨/١ معايير تصميم الفراغات الداخليه بتقنيه النانو الخضراء

جدول يوضح تحليل العلاقات بين المعايير تصميم الفراغتت الداخليه وتقنيات النانو تكنولوجى الخضراء لتحقيق التكامل فى تصميم الفراغات الداخليه المستدامه وذلك من خلال تكوين علاقات بين المعايير الاسترشاديه لتصميم الفراغات الداخليه وبين تطبيقات النانو الخضراء من حيث ثلاث محاور :(التقنيه -المواد المنفذه لها -العناصر المستخدمه فى التنفيذ) للوصول الى معايير تصميم فراغات داخليه بتقنيه النانو الخضراء .

النانو تكنولوجى الاخضر + عناصر التصميم الداخلى المستدام +المواد المنفذه = معايير تصميم داخلى نانو اخضر

شكل ٢٧العلاقه بين المحاور الثلاثه لايجاد معايير تصميم داخليه نانويه خضراء

		تطبيقات المواد باستخدام تقنيه النانوالخضراء تبعا لمعايير التصميم الداخليه لتحقيق فراغات داخليه مستدامه		
معايير استرشاديه لتصميم الفراغات الداخلية للمباني الصديقة للبيئة		التقنيه	التطبيق فى المواد	التطبيق على العناصر
	استخدام الطاقات الطبيعية	• تقنيه توليد الطاقه • تقنيه طلاء الطاقة Energy Coating	• الخلايا الشمسيه المرنه	• الحوائط • الاسقف • الارضيات
	ترشيد استهلاك الطاقه	• تقنيه انتاج الطاقه • تقنيه المواد النانوية في مجال العزل Nanomaterials for Insulation • تقنيه دهانات النانو Nano Coating	• الخلايا الشمسيه النانويه • الزجاج • المعادن	• الاسقف • الحوائطالخارجيه والداخليه • الفتحات • الارضيات
	مواد البناء والتشطيبات الصديقة للبيئة	• تقنيه دهانات النانو (مضاد البكتريا -مضاد للبصمات -ضد الخدش ومقاومه التاكل • تقنيه تنقيه الهواء من الملوثات	• دهانات خارجية وداخلية (للحوائط والأسطح والزجاج والمعادن و الخشب و الحجر) .	• الاسقف • الحوائط الخارجيه الداخليه • الاضيات • الاثاث
	أساليب الحفاظ على الماء داخل المباني	تقنيه ضد الضباب تنقيه المياه بتقنيه النانو	• الزجاج • الدهانات • الاسطح الصحيه	• الفتحات (الابواب -الشبابيك الزجاج)
	جودة الهواء داخل المباني	• تقنية التنظيف الذاتي Active glass • الاسطح الطارده والجاذبه • تنقيه تنقيه الهواء من الملوثات والتربه • المواد النانوية في مجال الاثاث	• الزجاج • الدهانات • الاسطح الصحيه • الخشب والجلد	• الفتحات (الابواب - الشبابيك) • الاسقف • الحوائط
	الإضاءة داخل المباني	• تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الإضاءة Nanotechnology in Lighting	• الزجاج • الخرسانه	• الفتحات • الاسقف • الحوائط

				• وحدات الاضاءه(الحوائط الاسقف -الارضيات)
	فلسفة استعمال الألوان	• المواد النانوية في مجال الاقمشة والمنسوجات • تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الإضاءة Nanotechnology in Lighting •	• الخشب • المعادن • الاضاءه	• المعادن • الخشب • الزجاج • الخرسانه • البلاستيك
	التصميم الصوتي و تجنب الضوضاء	• تقنيه العازل الصوتى والخصوصيه	• الزجاج	• الحوائط
	التصميم الآمن للمبنى	• تطبيقات الحساسات ومستشعرات النانو Nano Sensor • المواد الذكيه Smart Material • المواد ذاتيه الالتئام Self- Healing	• الخرسانه • المعدن • البلاستيك • الزجاج	• عناصر الانشاء الجديده الاجهزه

جدول٤ استرشادى لتقييم العلاقه بين معايير تصميم الفراغات الداخليه وعناصر التصميم الداخلى بتطبيقات مواد النانو تكنولوجى الخضراء

من الجدول ٤ السابق نتيجه تحليل معايير التصميم الداخلى المستدام وتقنيات النانو نجد ان العلاقه بينهم علاقه متداخله وقويه حيث ان مواد النانو تكنولوجى وعناصر التطبيق تشترك مع المعايير تصميم الداخليه لتحقق معايير التصميم الداخلى نانويه خضراء ومن هنا نجد ان المعاييرالاسترشاديه للتصميم الداخلى بتقنيات النانو تحقق معايير التصميم داخلى مستدام داخل الفراغ .

النتائج :

استخدام مواد النانو تكنولوجى الخضراء فى التصميم الداخلى يحقق المعايير الخاصه بالتصميم الداخلى المستدام ويوفرعناصر ومواد أخف وأصغر وأكثر قوة ويوفر مكانا ملائم للأجيال الجديدة.

تحسين كفاءه الفراغات الداخليه الخضراء باستخدام مواد التصميم الداخلى بتقنيه النانو حيث تساعد على تنقيه الهواء الداخلى جوده الاضاءه , حمايه من البكتريا والجراثيم ,مقاومه الحريق .

لزياده كفاءة الطاقة والاستدامة فى الفراغات الداخليه يتم الاستفاده من تقنية النانو وتوفيرها داخل الفراغات فى مما سيساعد في تحسن المناخ واستدامه البيئه .

المواد النانوية تعمل على ايجاد وظائف متعدده للعناصر في مساحة أقل. وتزيد من الكفاءة والحصول على المطلوب بتكلفة أقل ذلك يعتبر هام وضرورى للاستدامة والحفاظ على البيئه الداخليه والفراغات .

تنتج تقنية النانو الخضراء مواد نانوية ليس لها تأثير سلبي على البيئة الطبيعية ولا تضر بصحة الإنسان وتنتج منتجات نانوية توفر حلول مبتكرة لحل المشكلات البيئية.

توصيات :

محاوله مواكبه التطور العالمى وخاصه فى مجال التصميم الداخلى لتقنيه النانو بالمزيد من الدعم على مختلف الأصعدة خصوصا الدعم المالي للمراكز البحثية في مصر التي تعمل على تطوير هذه التقنيات ليخرجوا لنا جيلا جديدا من علماء النانو تكنولوجي واعتبارالنانو تكنولوجي مشروعا قوميا لمصر، لقدرته على حل العديد من الأزمات .

الاهتمام بتطوير تقنيه عمارة النانو الخضراء فينبغي ان تلاقي اهتماما من المعماريين لما لها من الأثر البيئي الإيجابي على السكان وعلى البيئة وجوب دعم هذه التقنيه لأنها تمثل ضرورة ملحه لنا كدولة نامية وليس مجرد رفاهية.

الاهتمام المعماري بهذا النوع من العمارة يعد من الاولويات الهامه وتحديا جديدا لاستعمال هذه التقنية بالشكل الذي يجعل المصمم يخلق نسق لبيئه داخليه من خلال استخدام مواد جديدة قادرة على أداء الوظيفة وتحمل الاحمال دون الاضرار بالبيئة الداخلية والخارجية للمبنى الواحد.

بالرغم من وجود جهات متعدده داخل مصر تدعم تقنيه النانو الا ان الصناعه فى هذا المجال يجب ان يتم تدعيمها والاهتمام به وتمويلها بالقدر الكافى .

- تلعب التشريعات دورا هاما فى اصدار القوانين للحد من مستوى تلوث الهواء في الهواء الطلق و الحاجة إلى تحسين جودة الهواء الداخلي من خلال تطبيق تقنيات النانو والتى تلعب دورا مهما فى التصميم الداخلي و للبيئات الخارجية.فهى تؤثر تبعا على الصحه العامه للافراد وعلى الحاله النفسيه التى يشعر بها الافراد .

- الاهتمام بالعماله والتدريب والتشجيع على الانتشار الواسع لاستخدام التكنولوجيا النانوية والمواد النانوية.

References **المراجع**

(١) نمير قاسم خلف , الف باء التصميم الداخلى ,جامعه ديالى,(2005) .

(٢) الدليمى, مروة جبار اسس التصميم الداخلى والديكور .شركه دار الاكاديميون للنشر والتوزيع ,عمان , الاردن (2014) .

(3) Cooper, A. Five principles of sustainable interior design. Retrieved from https://www.constructionweekonline.in/people/16195-five-principles-of-sustainable-interior-design, (2020).

(٤) العدوي. منى سعيد ,دور التكنولوجيا في تطبيق مبادئ العمارة الخضراء"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة بشبرا، جامعة بنها، مصر, (٢٠١٩).

(5) green home solutions, Retrieved from Paper Stone – The Unique Countertop That's Both Sustainable and Affordable: https://www.ghsproducts.com/news/paperstone-recycled-paper-countertops/,. (2018).

(٦) هشام قاسم ,العماره الخضراء والمبانى صديقه للبيئه,(2022) . https://www.hqassim.com/green-buildings/

(7) horizon. (2021). Biodegradable wood-based material helps solve plastics pollution. Retrieved from Microplastic-free Sulapac-material challenges plastic: https://cordis.europa.eu/article/id/429458-biodegradable-wood-based-material-helps-solve-plastics-pollution

(٨) منى العدوي, العمارة الخضراء. تم الاسترداد من مبادئ العمارة الخضراء والمستدامه :Green Building Principles https://www.archdiwanya.com/2022/02/green%20building%20principles.html ,(٢٠٢٠).

(٩) رشوان. محمد عبد الكريم، "دور تكنولوجيا النانو نحو صياغة تصميم مستدام لعمارة المستقبل"، رسالة ماجستير غير منشورة في الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة المنصورة، مصر. (٢٠١٤).

(١٠) منى العدوي , تطبيقات النانو تكنولوجي في المباني الخضراء , ديوانيه العماره ,(2022 فبراير ٢١) .

(١١) أسماء محمود علي ,العمارة المستدامة واثرها على التصميم المعماري. كلية التربية الفنية، جامعة حلوان,حوث في التربية الفنية والفنون، المجلد٢١ ،العدد٢ , (٢٠٢١). https://www.archdiwanya.com/

(12) Initiative, N. N. ,About Nanotechnology. Retrieved from National Nanotechnology Coordination Office: https://www.nano.gov/about-nanotechnology, (2022).

(١٣) الإسكندراني. محمد شريف، "تكنولوجيا النانو: من أجل غداً أفضل"، كتاب عالم المعرفة عدد إبريل، المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب، الكويت, (٢٠١٠).

(١٤) هشام.على مهران،"تقنية النانو"،مجلة العلم - باب عالم البيئة – شهر نوفمبر،العدد ٤٥٧، أكاديمية البحث العلمي ودار التحرير للطبع والنشر، القاهرة. مصر , (٢٠١٤).

(١٥) المنشاوى, أ. ن ,تقنية النانو كمدخل للعمارة الخضرا .مجلة العلوم البيئية,معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس,المجلد السابع والثالثون، الجزء الثاني،.(2017) .

(١٦) أبو شوشة. وليد محمد بلال، "استخدام تكنولوجيا النانو لرفع كفاءة المباني السكنية: مرجعية خاصة لكفاءة الطاقة والموارد"، رسالة ماجستير غير منشورة في علوم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة، مصر. (٢٠١٦).

(١٧) محمد, م. ب, تقنية النانو الخضراء .كلية التخطيط العمراني-القسم البيئي المرحلة الرابعة –جامعة الكوفة,(2018) .

(18) **https://aecom.com/blog/for-future-cities-think-small-as-in-nano-/** (2013)

(١٩) دلال يسرالله, استاذ التصميم الداخلى, المعهد العالى للفنون التطبيقيه ,٦ اكتوبر, استخدام النانو تكنولوجى فى التصميم الداخلى , مؤتمر الدولى الثانى لكلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان, (٢٠١٣).

(٢٠) محمد احمد علي بسيوني, ا. ع ,تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة Journal of Al-Azhar University . Engineering Sector, Vol. 14, No. 53, October 2019, 1729-1739.

(21) Mohamed, H. A. , Applications of Nanomaterials in Architectural Design. Proceedings of Science and Technology, DOI: 10.21625/resource dings. v2i1.740. (2019)..

(22) Imbroglio, G. Logo Heidelberg Cement. Retrieved from Italian Pavilion - Expo Shanghai 2010: https://www.heidelbergmaterials.com/en/italian-pavilion-shanghai, (2010).

(23) DESIGNING, H. Interior Design Ideas HOME DESIGNING. Retrieved from Amazing Translucent Concrete Opens a New World of Design Ideas: http://www.home-designing.com/2015/03/amazing-translucent-concrete-opens-a-new-world-of-design-ideas, (2022).

(24)http://cdn.home-designing.com/wp-content/uploads/2015/03/light-emitting-concrete.png
(25) https://www.heidelbergmaterials.com/sites/default/files/styles/gallery_image_full_xl/public/assets/images/bd/33/in302yy8.jpg?itok=oqxy-Ufu
(26) Clark, D. B, https://www.aiche.org/chenected. Retrieved from Nanotechnology Makes Steel 10 Times Stronger: https://www.aiche.org/chenected, (2015).
(٢٧) آمال عيسوي ,الجامعة الأمريكية بالقاهرة. تم الاسترداد من تكنولوجيا النانو ودعم صلابة المواد. (٢٠٢٢). https://www.aucegypt.edu/ar
(28) Veith, H. K. Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Burkhouse, Basel • Boston • Berlin, (2008).
(29) Youssef, D. A.-B, Green Nano materials -Innovation in interior design, a New Era of Sustainability, (2008).
(30) https://www.nanovations.com.au/
(٣١) عرفه, ر. العمارة والنانو تكنولوجي. Journal Of Al Azhar University Engineering Sector, Vol. 11, No. 39, April 2016, 894-903.
(32) **https://www.al-jazirah.com/digimag/23052004/por36.htm**
(٣٣) الحبشي, ن. ع ما هي تقنية النانو؟ .وزراة الثقافة والإعلام في المملكة العربية السعودية, (2011) . .
(34) E A Alhilo, S. A., Nanotechnology is used to preserve the durability of archaeological brick buildings in Al-Najaf city. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. (2011).
(35) C. Poe, A. P. Highway Renewable Energy: Photovoltaic Noise Barriers. Office of Natural Environment, (2017).
(36) E A Alhilo, S. A., Nanotechnology is used to preserve the durability of archaeological brick buildings in Al-Najaf city. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. (2021).
(37) Mohamed Atwa H, A. A.-K. ,TOWARDS NANO ARCHITECTURE: NANOMATERIAL IN ARCHITECTURE - A REVIEWOF FUNCTIONS AND APPLICATIONS, (2015).
(38) Rawan, E. ,Deutsche Post Towers Wins CTBUH 10 Year Award. Retrieved from Arch Daily, (2014). https://www.archdaily.com/564959/deutsche-post-towers-wins-ctbuh-10-year-award/545b4471e58ecebe4200005a-deutsche-post-towers-wins-ctbuh-10-year-award-photo
(٣٩) حماية, ا. م . , العمارة المستدامة واثرها على التصميم المعماري .كلية التربية الفنية، جامعة حلوان,بحوث في التربية الفنية والفنون، المجلد (٢١)العدد ٢,(2021) .