Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

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 عبدالله عبدالفتاح أغا
مدرس بقسم العمارة – كلية الهندسه جامعه طنطا
Email: lobna.agha@f-eng.tanta.edu.eg

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.

***Keywords*: Sustainability - Interior Design, Green Architecture, Nanomaterial**

الملخص

اصبح الطلب على التقنيات التي تساعد على الحد من تغير المناخ أكثر من ذي قبل وفي الوقت الحاضر ، ونظرا لتوجه الدولة للحفاظ على البيئة من التلوث واستخدام طاقات طبيعية نظيفة ونحو تدعيم ورؤية مصر 2030 نجد أن الاهتمام بالبيئة والمناخ أصبحا مرتبطين بشكل لاينفصل عن التصميم الداخلى للمبنى، وأصبح الاتجاه نحو التدابيرالوقائية أرخص على المدى الطويل من معالجة الضررالناجم من سوء الاستخدام ، فالبيئة وحماية المناخ نتيجة ارتباطهما الوثيق بالتصميم الداخلى من خلال استخدام مواد صديقة للبيئة، كفاءة 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 الداخلية للمبنى ، لذلك يجب على المهندسين المعماريين دائما التحقق من الفوائد التي يمكن أن تحققها تقنية النانو والخصائص التى يتم استخدامها للحصول على مباني صديقة للبيئة وبيئة داخلية مستدامة.

وبتطبيق تكنولوجيا النانو نتحدث عن القيمة المضافة للبيئة ، مع وظائف إضافية ومايتعلق بتطوير منتجات تتناسب مع المساحات الداخلية وتقليل 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 استرشادية للتصميم الداخلي النانوي الاخضر من خلال ثلاثة محاور: الأول معايير التصميم الداخلي المستدام ، الثاني تقنيات النانو الخضراء ، الثالث عناصر ومواد التصميم الداخلي لتكون معاييراسترشادية يمكن أن تستخدم لتحقيق مساحات داخلية نانو خضراء.

الكلمات الدالة: التصميم الداخلى المستدام ، العمارة الخضراء ، العماره النانوية ، تقنيات النانو الأخضر ، مواد النانو.

1. مقدمة

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 وإنشائية جديدة تقوم على أساس تقنية النانو ، ظهرت عمارة النانو التي تسعى إلى التصميم البيئي. فإنسان اليوم يقضي نحو ما يقارب من ٩٠ في المائة من وقته في داخل المباني , فهو إما في البيت أو المدرسة أو المكتب مرورا بأماكن العبادة والتسوق وغيرها , وهو بذلك يتأثر سلبا أو إيجابا بطبيعة البيئة التي يعيش فيها داخل هذه المباني.

تؤكد منظمة الصحة العالمية أن ٣٠% من المباني الجديدة هي في الحقيقة مبان مريضة وهذه المباني مسؤولة وبشكل مباشر عن الكثير من الأمراض التي تصيب الإنسان ، ومن هنا نجد أن مفهوم المباني الخضراء بدأ ينتشر في العديد من دول العالم لتشييد مبان صديقة للبيئة ودمج أساليب التصميم الخضراء والتقنيات الذكية في المبنى ، وذلك لخلق بيئه صحية داخلية من خلال خفض استهلاك الطاقة والتقليل إلى حد كبير من الخامات والمواد الداخلية المضرة بالبيئة والإنسان، مع خفض تكاليف الإنشاء والصيانة، وذلك لتحسين صحة المستخدمين ورفع معدلات إنتاجيتهم .

مع ارتفاع مستويات الوعي، بأهمية تقنيات النانو الخضراء الصديقة للبيئة واستيعاب الأثر الاقتصادي على المدى الطويل يجب أن تتزايد المشاريع والمبادرات المراعية لهذا الجانب والتي تحكمها الكثير من المعايير والمواصفات والاشتراطات التى أقرتها المنظمة العالمية للمبانى الخضراء. ونحن كمصممى العمارة الداخلية على قناعة بأننا يمكننا تحقيق جزءا من ذلك من خلال طرح كيفية تحويل البيئة الداخلية للمبانى إلى أماكن صحية وأكثر توافقا مع البيئة.

1.1. الإشكالية البحثية

أصبح الاتجاه نحوالاهتمام بالبيئة الداخلية من الأساسيات الضرورية فى التصميم الداخلى حيث الفراغات التي نعيش ونمارس أنشطتنا بها لفترات طويلة لما تحويه هذه الفراغات الداخلية من مواد وملوثات. وطبقا لتقريرمنظمة الصحة العالمية فإن حوالي 7 ملايين شخص يموتون كل عام بسبب التعرض لجسيمات دقيقة ملوثة في هواء الفراغات الداخلية تتغلغل عميقا داخل الرئتين ونظام القلب والأوعية الدموية ، مما يتسبب في أمراض كثيرة مختلفة منها أمراض القلب ، التهاب الجهاز التنفسي. لذا من الطبيعي استبدال المواد المستخدمة التقليدية بمواد جديدة وتقنيات حديثة مثل تقنية النانو الخضراء تساعد على ايجاد فراغات داخلية صحية.

2.1. هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى الوصول لمعايير استرشادية لتصميم داخلى مستدام من خلال مواد نانو خضراء لتحقيق بيئة صحية مناسبة للانسان من جودة الهواء والإضاءة داخل المباني.

3.1. أهمية البحث

ترجع أهمية البحث إلى إلقائه الضوء على العلاقة بين المواد النانونية الخضراء للحصول على معايير استرشادية للتصميم الداخلى النانوى الأخضر لتحويل الفراغات الداخلية إلى بيئة صحية باستخدام تقنيات جديدة مثل تقنية النانو الحديثة

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

فى عناصر التصميم الداخلى لتحسين الفراغات الداخلية وتقليل استخدام المواد التى يدخل في صناعتها مركبات كيميائية معروفة بضررها على صحة الإنسا ن.

4.1. فرضيات البحث

- هناك تطبيقات كثيرة فى تدوير النفايات البلاستيك تساعد على تخفيض تكاليف الإنشاءات المختلفة والحد من إستهلاك الطاقة الغير متجددة.
- نفايات البلاستيك تصلح كمادة مستدامة صديقة للبيئة وتساعد على تخفيف العبء على مصادر المواد والموارد غير المتجددة.
- تدوير النفايات البلاستيكية يساعد على تحسين البيئة وزيادة مستوى جودة الحياة للمجتمع.

5.1. مجال البحث

يتناول البحث طرق التعامل المختلفة للتخلص من النفايات البلاستيكية كونها أحد أخطر النفايات الصلبة المؤثرة على صلاحية البيئة للحياة مع تسليط الضوء على تطبيقات التدوير لنفايات البلاستيك فى مجالات العمارة ، البناء ، الأعمال الفنية ، تحسين مواد رصف الطرق بالإضافة إلى توليد الطاقة كأمثلة تطبيقية.

6.1. المنهجية المتبعة

تم اتباع المنهجية الاستقرائية فى الدراسة النظرية للتعرف على مفاهيم تتعلق بـالتصميم الداخلي والنانو نكتولوجى ، والعمارة الخضراء والمبانى صديقة البيئة والمستدامة ، ودراسة معايير التصميم الخاصة بالعمارة الداخلية للحصول على المبانى الصديقة للبيئة ، المنهج التحليلى فى الدراسة لمدى توافق المواد النانو تكنولوجى الخضراء فى تحقيق معايير جودة الهواء والإضاءة الداخلية واختيار نماذج من المباني العالمية والمحلية حققت جودة التصميم الداخلي للفراغات باستخدام مواد نانوية الوصول لمعايير استرشادية لتطبيقها فى العمارة الداخلية.

2. مفهوم التصميم الداخلى

يعرف التصميم الداخلى بأنه دراسة الفراغات والحيزات ووضع الحلول المناسبة للعناصر المكونة لها وتهيئتها لتأدية وظيفتها بكفاءة باستخدام مواد مختلفة ، واختيار ألوان مناسبة بتكلفة مناسبة. كما 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 .
أيضا يمكن تعريفه بأنه فن معالجة الفراغ أو المساحة وكافة أبعادها بطريقة تستغل جميع عناصر التصميم على نحو جمالي يساعد على العمل داخل المبنى (خلف، 2005). ويهدف لتسخير الاحتياجات المادية والروحية والإجتماعية للناس، والتي بدورها تضمن سلامة المبنى .
ويتكون التصميم الداخلي من جوانب تقنية وتخطيطية ، كما يهتم بالنواحى الجمالية والفنية كذلك، كما عرف بأنه تهيئة المكان ليؤدى وظائفه بأقل جهد ويشمل هنا الأرضيات والحوائط والاسقف والتجهيزات (الدليمى، 2014) .

1.2 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 واستخدام 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، 2022). ويهدف التصميم الداخلي الصديق للبيئة أو المستدام إلى وقف الآثار السلبية الضاره للبيئة ، كما أنه يساعد على 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 واستخدام عناصر بيئية بطرق صديقة للبيئة (الله، 2015). تصميم الفراغات الداخلية بحيث يكون ذو تأثير أقل 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 مجموعة من النقاط الأساسية للتصميم الداخلى المستدام ، فيما يلي أهم خمسة جوانب للتصميم الداخلي المستدام (Cooper، 2020):

- **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 الحديثة في التصميم الداخلي ، لتعمل على تقليل استهلاك الطاقة. وتساعد العناصر الداخلية مثل الستائر في تنظيم الإضاءة حيث تعمل الستائر كعوازل تحافظ على الهواء البارد وحرارة الشمس بالخارج. من ناحية أخرى ، يمكن أن يحتفظ السجاد بما يصل إلى 10٪ من حرارة الغرفة (العدوى، 2019).
- **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**: نتيجة العديد من التقنيات وعمليات التصنيع الجديدة أصبح العنصر الجمالى من أساسيات الاستدامة فى التصميم الداخلي ، وجود الكثير من المواد المختلفة والمتنوعة استخدام الأصباغ والمواد غير السامة. مع تطوير المواد المعاد تدويرها والصديقة للبيئة ، والتي تتميز بالشكل الجميل ، مثل منتجات Paper Stone المصنوعة من الورق المعاد تدويره بعد الاستهلاك بنسبة 100٪ والراتنج غير البترولي ، والتى 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 واستخدام المواد العضوية مثل الخشب والحجر ، مع مراعاة ندرتها ومعدلات تجديدها مع اختيار المواد والموارد بشكل مسؤول ومعالجتها ، وكيفية 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، 2022) يجب استخدام الأثاث المصنوع من الخشب الطبيعي أو غيره من المواد العضوية أو المستدامة حيث يمكن تصنيعها باستخدام مواد تم استخدامها سابقا ، أو يتم إعادة تدويرها أو إعادة تصميمها لإنشاء أثاث جديد مثل الخيزران فهى مادة سريعة النمو ومن أفضل المواد لأثاث مستدام ، والمعادن والبلاستيك المعاد تدويرهما (محمد م.، 2021).

2.2 عناصر التصميم الداخلي للعماره الخضراء

عناصر توظيف ومقومات التصميم الداخلى في البيئة الداخلية للأبنية لخلق فضاءات داخلية مستحبة لاحتياجات مستخدميها ، لتشمل مجموعة من العناصر المادية والغير مادية كما يوضح الجدول التالى :

جدول 1 يوضح تقسيم عناصر التصميم الداخلية إلى عناصر مادية وعناصر غير مادية (سحاحيري، 2012)

عناصر مادية	عناصر غير مادية
الحوائط	الألوان
الفتحات المعماري	الإضاءة (الطبيعية – الصناعية)
الاسقف	الصوت
الارضيات والسلالم	التهوية(الطبيعية –الصناعية)
الاثاث	الملمس
عناصر التأثيث	الايقاع الحركى

3.2 معايير استرشادية للتصميم الداخلي للعماره الخضراء

تعمل مجموعة المعايير الاسترشادية التى يمكن الاستعانة وتطبيقها للوصول إلى فراغات داخلية صديقه للبيئة على تلافى عيوب الفراغات المريضة. هذه المبادئ

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

والمعايير الاسترشادية تتمحور حول النقاط الآتية (شكل 1).

شكل 1 معايير تصميم الفراغات الداخلية للمبانى الصديقة للبيئة
المصدر: ttps://kenanaonline.com/users/kamar/posts/112669

1/3/2 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 وفي الصيف يحتاج المبنى للتبريد فيتم العمل على تجنب الإشعاع الشمسي وتقليل الاكتساب الحراري والعمل على فقد الحرارة من داخل المبنى وتبريد فراغاته الداخلية بالوسائل المعمارية المختلفة (قاسم، 2022).

2/3/2 مواد البناء والتشطيبات الصديقة للبيئة: يجب 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 مثل (الخشب السائل) وهو بديل بيئي يصنع من النشارة ويطوع لصبه كبديل خال من المواد الضارة بالبيئة (horizon, 2021) .

3/3/2 الحفاظ على الماء داخل الفراغ: يستخدم الماء من عناصر التصميم الداخلى للفراغات وأيضا في ري الحدائق المنزلية وعمليات تجميل المبنى وترطيبه عن طريق النوافير وأحواض المياه والشلالات وحمامات السباحة , فالماء له استخدامات جمالية وبيئية حيث يساعد على ضبط الرطوبة النسبية كما يؤدي إلى تنقية وتبريد الهواء المار عليه.

4/3/2 جودة الهواء داخل المباني: مشكلة تلوث الهواء داخل المباني وكيماويات البناء مع استعمال مواد البناء والتشطيبات المخلقة غيرالطبيعية تساهم في تركيز الملوثات في الهواء وخلق بيئة داخلية غير صحية , المباني سيئة التهوية يقل معدل تغيير الهواء مما يساعد على زيادة تركيز الملوثات داخل هذه النوعية من المباني.

5/3/2 الإضاءة داخل المباني: تعتبر الشمس هي المصدر الأساسي للضوء الطبيعي , يذكر الدكتور شيرد أن عملية الرؤية تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم في حالة الإضاءة الصحية والنظر السليم وأن أي نقص في هذه الإضاءة معناه استنزاف الطاقة من الجسم لتعويض هذا النقص (العدوي، العمارة الخضراء ، 2020)، ويمكن توفير الإضاءة داخل المباني بطريقتين أساسيتين: الأولى عن طريق الإضاءة الطبيعية القادمة من الشمس والثانية عن طريق الإضاءة الصناعية. ويراعى في اختيار وحدات الإضاءة الصناعية التي توفر في استهلاك الطاقة الكهربائية.

6/3/2 فلسفة استعمال الألوان: تحتل الألوان مكانة هامة فى التصميم الداخلى وجميع الأنشطة الحياتية المختلفة للإنسان وكيفية استخدامها فى الفراغ والتأثيرات الجمالية للألوان يتم استخدامها بتناسق وتكامل مدروس حيث إن للألوان تأثيرات بيئية وسيكولوجية وفسيولوجية على الجسم البشري. وللألوان داخل الفراغ إحساس سيكولوجي بالحرارة أو البرودة ، فالألوان تقسم إلى ألوان ساخنة كالحمراء والبرتقالية والصفراء ، وألوان باردة كالزرقاء والخضراء والقريبة منها، كما يدخل في التأثير السيكولوجي للألوان خداع النظر بالنسبة للمسطحات والأحـــجام (علي، 2021)

7/3/2 التصميم الصوتي و تجنب الضوضاء : الصوت له تأثيرات ملموسة على الصحة النفسية والجسدية للإنسان , فالأصوات المقبولة أو الجميلة لها تأثيرات نفسية جيدة وعلى العكس فإن الأصوات العالية أو الضوضاء يكون لها تأثيرات ضارة ، وعلى ذلك فإن كفاءة الحوائط والأرضيات والأسقف في منع انتقال الأصوات أو الضوضاء يعتمد على نوعية المواد المستخدمة وطرق معالجة تلك الأسطح ودرجة امتصاصها.

8/3/2 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 .

4.2 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 الآن تمثل ركنا أساسيا من أركان تكنولوجيا القرن الحادي والعشري (رشوان، 2014). كلمة "نانو" هي كلمة مشتقة من الكلمة الأغريقية (نانوس Nanos) 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، 2022) .
تقنية النانو هي فهم المادة والتحكم فيها بالمقياس النانوي ، بأبعاد تتراوح بين 1 و 100 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، 2022) تكنولوجيا النانو المتقدمة القائمة علي فهم ودارسة علم النانو والعلوم الأساسية الأخرى ، مع توفير القدرة التكنولوجية 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 أو إضافة مواد أخرى تضاعف من كفاءة أداء تلك المواد للحصول علي منتجات متميزة و فريدة يتم توظيفها في تطبيقات متنوعة (الاسكندرانى، 2010). يعتبر فن استخدام المعرفة لأغراض الهياكل التي تمتلك وظائف مفيدة في نطاق الحجم بين 1 و 100 نانومتر (هشام، 2014)

1/4/2 العمارة و التصميم الداخلى النانو Nano interior design

عمارة النانو هى عبارة 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 ، 2017). تقوم Nanoarchitecture بدمج تقنية النانو في جميع المجالات المعمارية ، من خلال استخدام المواد والمنتجات والأشكال النانوية. سيساعد المصممين على تطوير مفاهيمهم وأفكارهم التصميمية (بلال، 2016). من هنا يمكن استخدام تقنية النانو فى العناصر للحصول على تصميم داخلى نانوى.

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

2/4/2 العمارة النانوية الخضراء Green Nanoarchitecture

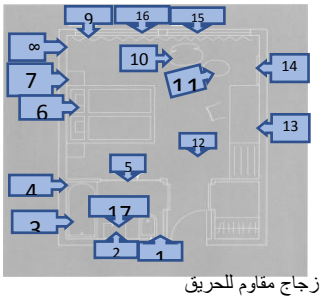
عمارة النانو الخضراء هى عبارة عن إندماج تكنولوجيا النانو الخضراء مع

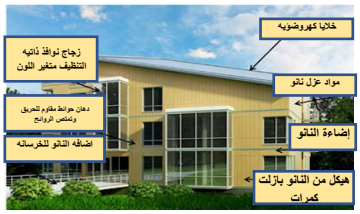
Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

العمارة ، 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، 2018) .

3/4/2 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، 2013). كما 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. يوضح شكل 2 العناصر المستخدمة من تقنية النانو فى المبنى .





1- مرحاض بتقنيه التنظيف الذاتى
2- مرايا بتقنية مضادة للضباب
3- البانيو بتقنية التنظيف الذاتى ومضاد البصمات
4- سيراميك بتقنية النانو
5- زجاج مضاد للتطبع والبصمات
6- وحدات الفرش مضادة للبكتريا
7- وحدات فتح الإضاءة مضادة للبكتريا والجراثيم
8- دهانات الحوائط لتنقية الهواء
9- ستائر لتنقية الهواء
10- فرش مقاوم للبكتريا وتنقية الهواء
11- زجاج مقاوم للحريق
12- زجاج مقاوم للحريق
13- سجاد لتنقية الهواء
14- دهانات الحوائط لتنقية الهواء
15- جهاز التلفاز زجاج مقاوم للانعكاس
16- فتحات شبابيك من الزجاج ذاتى التنظيف الهواء
17- فتحات شبابيك من الزجاج ذاتى التنظيف الهواء
18- حوض بتقنيه مضاد للبصمات

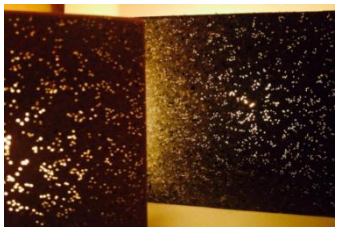
شكل 2 مكونات وعناصر فى المبنى والمسقط الافقى لفراغ داخلى والتى يتم استخدام تقنيات النانو بها
المصدر: https://aecom.com/blog/for-future-cities-think-small-as-in-/nano-

5/2 تقنية النانو والمواد النانوية الداخلية

من أهم تطبيقات تكنولوجيا النانو (Nanotechnology Applications) فى مجال التصميم الداخلى والعمارة هى إعادة هيكلة البنية الذرية 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 الداخلية الى مواد انشائية وغير انشائية تخدم التصميم الداخلى .

1/5/1المواد النانوية في الخرسانة

تقنية النانو تهدف إلى إضافة الجسيمات النانوية لتحسين متانة الخرسانة من خلال التفاعلات الفيزيائية والكيميائية (محمد احمد علي بسيوني، 2019) .مثال ذلك الخرسانه الشفافة (شكل 3) أو التى تسمح بمرور الضوء Concrete passing of light ، كمواد بناء جديدة مكونة من مزيج من الألياف الضوئية والجزيئات الخرسانية ويمكن استخدامها كوحدات بناء أو ألواح مسبقة الصنع (شكل 4) ، انشاء معرض (Imbrighi, 2010) الجناح الإيطالي ، معرض إكسبو شنغهاي في عام 2010. تم استخدام أكثر من 3700 لوحة من الخرسانة في المشروع ، وتغطي مساحة 1887 مترا مربعا (20311 قدما مربعا). مع تغير الإضاءة الخارجية على مدار اليوم ، يتخذ المبنى نغمات وأشكال مختلفة لتأثير دراماتيكي. (DESIGNING, 2022)



شكل 3 الخرسانة الشفافة أو التى تسمح بمرور الضوء Concrete passing of light
المصدر: http://cdn.home-designing.com/wp-content/uploads/2015/03/light-emitting-concrete.png

شكل 4 استخدام الخرسانة الشفافة فى معرض الجناح الإيطالي ، تم إنشاء معرض إكسبو شنغهاي في عام 2010.
المصدر:
https://www.heidelbergmaterials.com/sites/default/files/styles/gallery_image_full_xl/public/assets/images/bd/33/in302yy8.jpg?itok=oqxy-Ufu

2/5/2 المواد النانوية في المعدن

يستخدم أنواع 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 المختلفة مثل الألومنيوم والتى تدخل فى صناعة كثير من العناصر الخاصة بالتصميم الداخلى مثل صناعة النوافذ والأبواب ، يتميزالالومنيوم بخفة الوزن من خلال استخدام أنابيب الكربون النانوية الأسطوانات النانوية الحجم والمكونة من ذرات الكربون المترابطة، تعتبر أكثرصلابة وقوة من الفولاذ، بالإضافة إلى كونها (عيسوي، 2022).

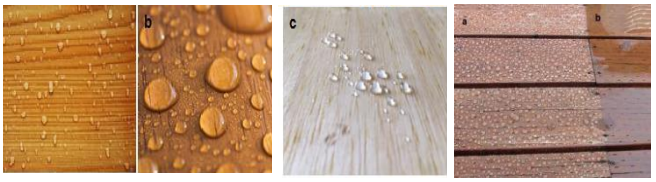
3 /5/2 المواد النانوية في الخشب

يعتبر النانو خشب Nano wood نظام متعدد الوظائف يعتمد على استخدام الماء المالح وهو خاص بالأسطح الخشبية الغير مدهونة والمدهون بالورنيش يضيف خاصيتى مقاومة الماء والدهون حيث تكون طبقة كيميائية عالية الكثافة ترتبط ارتباط تام بألياف الخشب مما يوفر حماية قوية ضد الظروف المناخية والبكتيريا والرطوبة. ويمكن للدهان أن يطلى على الخشب أو يرش. أما فى حالة الأشياء الصغيرة يمكن وضعها فى حمام به الدهان. الدهان عديم اللون لذلك يبقى الخشب على لونه الطبيعى ، كما أنه يصبح سهل التنظيف ومقاوم للتغير فى درجة الحرارة (شكل 5) (Veith, 2008). عند تطبيقها في مجال التصميم الداخلي والأثاث يتم عمل معالجة الخشب لجعله مقاوم وطارد للماء وحماية ضد الرطوبة

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

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، 2022) .
وفى سكن خاص بمدينة إرلينباخ (شكل 6) سويسرا تم معالجة الخشب المضاد للماء عام 2005 بمساحة أرضية صافية 415 م^2. يقع المنزل في موقع يطل على بحيرة زيورخ. حيث تم استخدام الشرائح الرفيعة من الأخشاب بعد أن تم علاج الخشب ودهانه بمواد طاردة للماء. بدلا من استخدام الورنيش يتم دهان الخشب بمواد شفافة بتقنية النانو طلاء مقاوم للماء لا يحجب التفاصيل الطبيعية للخشب (Veith, 2008).



شكل 5 أنواع مختلفة من القشرة واختلاف خاصية مقاومة المياه عند استخدام تقنية النانو فى الخشب
المصدر : (Veith, 2008)

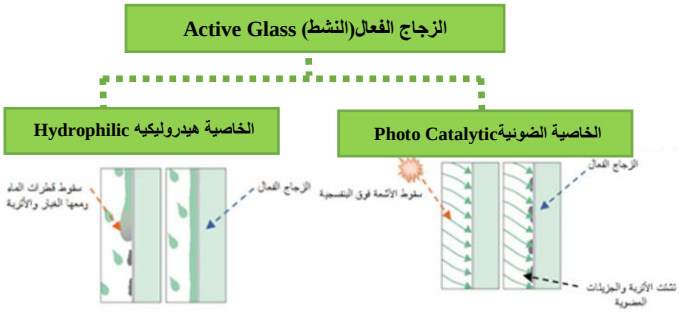
شكل 6 نموذج لمنزل باستخدام الخشب المعالج بتقنية النانو
المصدر: (Veith, 2008)

4/5/2 المواد النانوية في ماده الزجاج

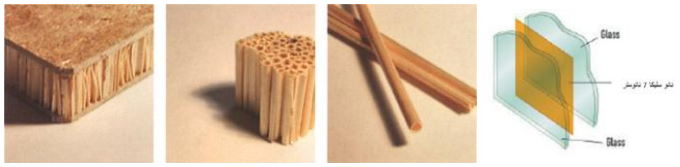
تطبيقات النانو فى مجال خامة الزجاج ، لأهمية الزجاج فى التحكم فى البيئة الداخلية للمبنى ، وبالتالي تحقيق الراحة الحرارية ، وتحقيق الكفاءة في الطاقة ، والتقليل اقتصاديا أمن تكاليف معدات التحكم في المناخ وأجهزة التكييف للحصول على فراغات داخلية مستدامة وفيما يلي نستعرض أشهر هذه التطبيقات ومميزاتها.

▪ **زجاج النانو النشط Active glass :** هو عبارة عن ألواح زجاجية مغطاة 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 1970 حيث لاحظ عالم النبات Wilhelm 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 TiO2على تحليل المواد المترسبة على السطح والملوثات وتحويلها إلى مركبات هيدروكربونية صديقة للبيئة ، معتمدة في ذلك على خاصيتين أساسيتين :
- الخاصية الضوئية : وتعمل عندما تسقط الاشعة فوق البنفسجية على سطح الزجاج، فتصبح الجزيئات النانو نشطة وتبدأ في كسر وتفتيت الجزيئات العضوية والأتربة من على الزجاج،
-خاصية هيدروليكية : تعتمد على إنتشار مياه الأمطار عند سقوطها على الزجاج لتنظفه بسهولة وتسقط شكل 7.

▪ **الزجاج المقاوم للحريق Fire-proof glass :** يعتمدهذا النوع من الزجاج على مادة ثانى اكسيد السيليكا SiO2 التى تستخدم كطبقة 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 Aerosilمن المادة الخام Pyrogenic Silicic Acid وهي تستخدم كمادة مالئة ، تتميز المادة بانها خفيفة الوزن وسمكها صغير وتظل بنفس الشكل طول فترة مقاومتها للحريق (شكل 8).



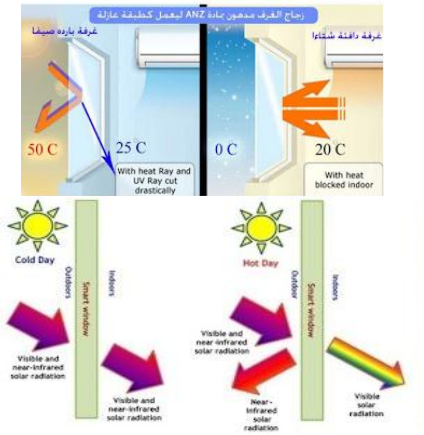
شكل 7 دور الخاصية الضوئية في التخلص من الأتربة في الزجاج الفعال طريقة الاستفادة من المياه الأمطار بالزجاج الفعال
المصدر: https://www.nanovations.com.au/Site/images/Self-cleaning-effect1.jpg



شكل 8 طبقات الزجاج المقاوم للحريق - يوضح مادة Aerosil كمادة مالئة لمقاومة الحريق
المصدر: (Veith, 2008)

▪ **الزجاج الحراري Temperature regulation glass:** تقنية يمكن بها تغييرلون الزجاج بالضوء والحرارة. عبارة عن طبقات رقيقة تحتوى على ذرات نانونية تتحول للون الداكن عند تعرضها للشمس. وهو زجاج شفاف يمنع دخول حرارة الشمس وبالتالى يوفر الكهرباء (العدوي، ديوانيه العمارة، 2022).

▪ **معالج بمادة النانو ANZ**: التي تعمل كطبقة عازلة في التقليل من درجات الحرارة في الصيف بمقدار 20 درجة ومعادلة درجة الحرارة شتاءا ، كما يوضح شكل 9 ، وبالتالي يعمل على تقليل استهلاك الكهرباء اللازمة لعمليات التبريد والتكييف ، وبالتالي تتم عملية ترشيد استهلاك الطاقة من مصادر توليدها ، و يتم تشتيت أكثر من 80 % من أشعة الشمس فوق الحمراء قريبة المدى.

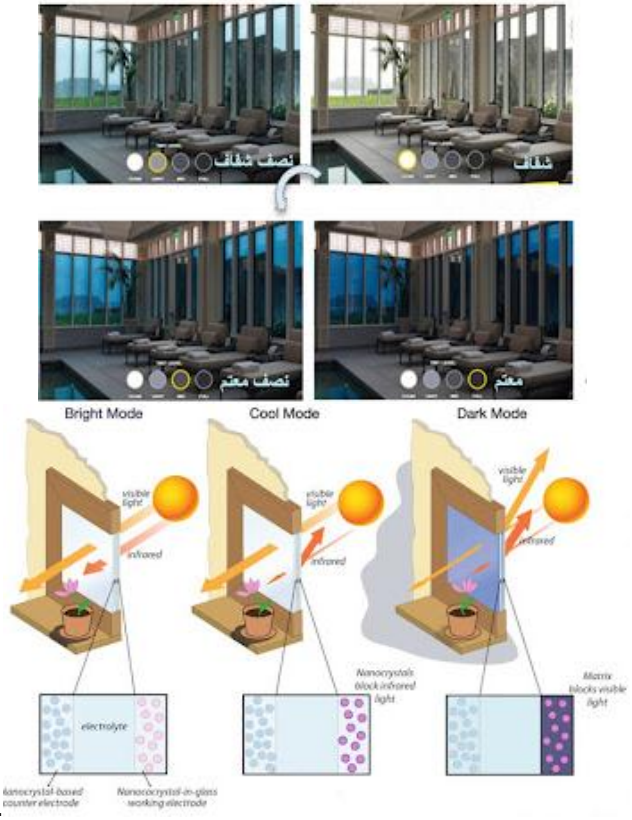


شكل 9 دور الزجاج المعالج بمادة ANZ في معادلة درجة الحرارة
المصدر: https://www.archdiwanya.com/

▪ **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

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

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.



شكل 10 التحكم في شدة إضاءة وتغير شفافية الزجاج باستخدام زجاج النانو
المصدر: (العدوي، العمارة الخضراء، 2020)

▪ **مضادة للانعكاس Anti-Reflective:** يستخدم الزجاج المضاد للانعكاس لحل مشاكل الانعكاس، وتتركب من جزيئات أصغر من الطول الموجي للضوء المرئي، لذلك هي شفافة 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 10).

▪ **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 مظهرا يدل على إنها قليلة النظافة (عرفه، 2016) يمكن للطلاء بتقنية النانو المضاد للبصمات معالجة آثارالبصمات (شكل 11) .(Veith, 2008)

شكل 11 تأثير الطلاء المضاد لبصمات الأصابع على الزجاج وعلى صفيحة من الفولاذ المقاوم للصدأ واضحة - المصدر: (Veith, 2008)

5/5/2 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. كذلك الستائر ذات خصائص مضادة للبكتيريا. وفى أسطح التلامس مثل مفاتيح الإضاءة والأبواب المقابض والمقابض يتم استخدام مادة مضادة للبكتيريا لمنع انتشار الجراثيم. يستخدم أيضا صناعة المطاط المعدنى وهو ماد مرنة كالمطاط ومتينة كالمعدن (شكل 12) تجمع بين خصائص اللدائن والمعادن معا فى وقت واحد. يمكن استخدامها فى صناعة أشياء لا تنكسر بل وتمتص الصدمات (الحبشي، 2011).

شكل 12 المطاط المعدنى ذو المرونة العالية
المصدر: https://www.al-jazirah.com/digimag/23052004/por36.htm

6/5/2 المواد النانوية في مجال الأقمشة والمنسوجات

إنتاج نسيج ذكي يعتمد في تصنيعه على النانو تكنولوجي أطلق عليه – Elec " Tex " ويتميز بإنه يمكن طيه ، غسله أو خياطته يتكون النسيج من خمس طبقات رقيقة ، فالطبقتان الخارجيتان من مادة شبيهة بالنايلون لحماية النسيج والإبقاء عليه فترة أطول. الطبقتان الداخليتان تحتويان 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 .

7/5/2 المواد النانوية في مجال الاثاث

جزيئات الفضة النانوية المستخدمة على التركيبات الصحية الخزفية تعطى خصائص مضادة للجراثيم. وطلاء 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 المطهرات من خلال أسطح مضادة للبكتيريا أساسها الفضة بتقنية النانو (شكل 13) (Veith, 2008).

شكل 13 بعض عناصر قطع الاثاث المستخدم بها تقنية النانو - المصدر: (Veith, 2008)

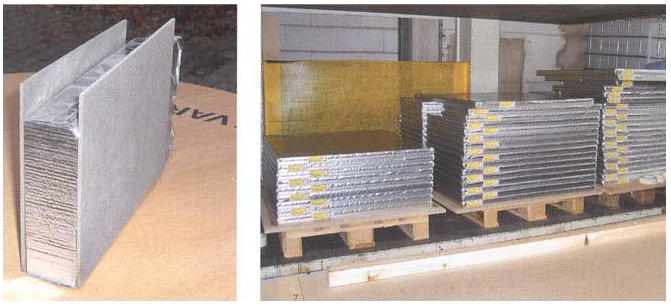
DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

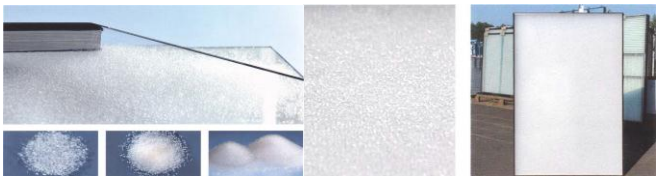
8/5/2 المواد النانوية في مجال العزل

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.

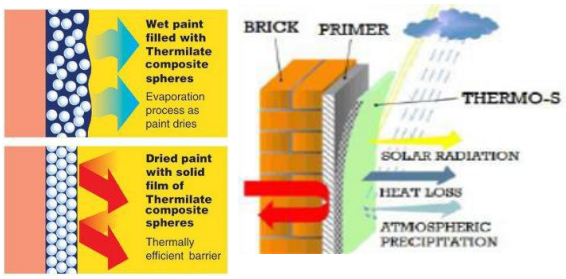
- **العزل الحراري Thermal insulation (Aerogel):** تتميز Aerogel بأنها من مواد النانو الصلبة التى لايسهل إختراقها كما أنها خفيفة الوزن جدا لأن الهواء يمثل 95% منها ، مما يجعلها مادة عازلة ذات فعالية أكبر من المواد العازلة التقليدية بحوالي 23 ضعف تقريبا كما أنها تتميز بنسبة شفافية 75% مما يسهل إستخدامها في عزل الجدران الشفافة والنوافذ (شكل 14).
- **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. حيث تتكون طبقات VIPs العازلة من الغلاف الخارجي من رقائق بلاستيكية وتغلف بالألومنيوم أوالغلاف المقاوم للصدأ (شكل 15) ، والمادة الداخلية على هيئة ألياف او مسحوق زجاجي وهي مادة مسامية يمكن إجلاؤها بسهولة. ويمكن إستخدام VIPs في تجديد المباني القائمة أو المباني الجديدة.



شكل 14 طبقات VIPs العازلة من الغلاف الخارجي من رقائق بلاستيكية وتغلف بالألومنيوم أوالغلاف المقاوم للصدأ، والمادة الداخلية على هيئة ألياف أو مسحوق زجاجي وهي مادة مسامية يمكن إجلاؤها بسهولة المصدر: (Veith, 2008)



شكل 15 إظهار حبيبات nanogel الشفافة ، واستخدام الهلام الهوائي في النوافذ وألواح الزجاج المصدر: (Veith, 2008)



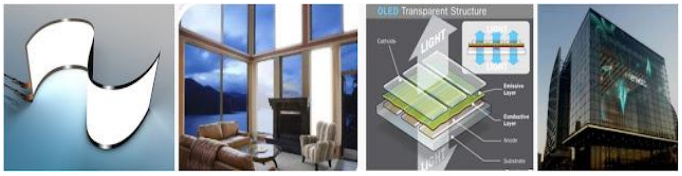
شكل 16 شرح عمل الدهان العازل على الحوائط - المصدر: (E A Alhilo, 2021) .

- **دهانات عازلة Insulated Paints :** يتركب من كرات مفرغة صغيرة جدا من السراميك ، بحيث تعمل كرات السراميك على توفير الطاقة بالعزل الحراري. ويستخدم الطلاء العازل على الجدران الخارجية والداخلية (شكل 16) وتزداد فاعليته على الجدران الخارجية حيث يمنع انتقال واكتساب حرارة الشمس الزائدة (E A Alhilo, 2021) .

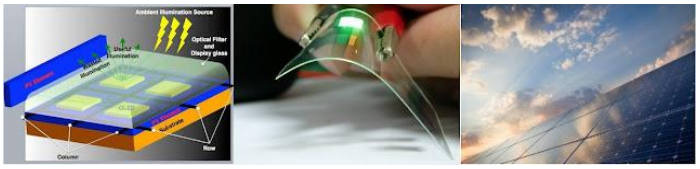
9/5/2 تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الإضاءة Nanotechnology in Lighting

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.

- **إضاءة النانو OLED:** تستخدم OLED (Organic Light Emitting Diodes) فكرة الانبعاث العضوى الثنائى الصمام للضوء الأكثر تطوراً والمتعدد 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 17 كما يمكن استخدمها في تطبيقات عديدة لدعم مبادئ العمارة الخضراء في الغلاف الخارجي للمبنى ومن أهمها توليد الطاقة الشمسية (شكل 18).
- **إضاءة النانو LED:** يستخدام (Light-Emitting Diodes) LED أسلوب 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 5مم.



شكل 17 استخدام OLED في واجهات المباني - المصدر: (العدوي، ديوانية العمارة، 2022)



شكل 18 استخدام OLED في الأغشية الرقيقة لتوليد الطاقة الشمسية المصدر: https://www.archdiwanya.com/2022/03/Nonlight-energy-sensor.html

10/5/2 المواد النانوية في مجال الدهانات Nano Coating

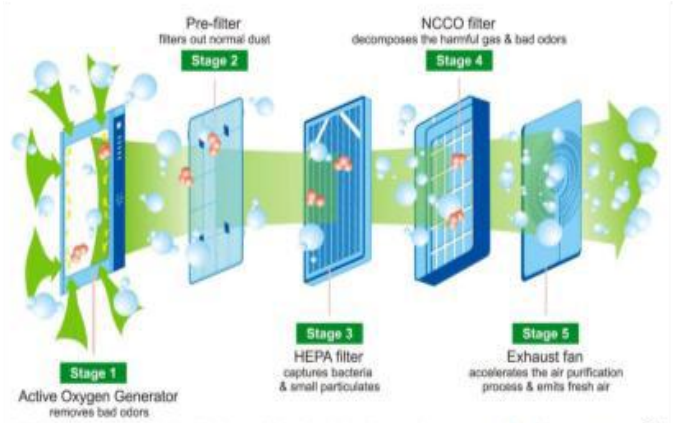
دهانات النانو Nano Coating من تقنيات تكنولوجيا النانو بهدف إضافة خصائص ومميزات للمود للحد من تراكم وإلتصاق الغبار والملوثات على الأسطح الخارجية للمباني ، والعمل كمواد مضادة للرطوبة والحرارة والتأكسد والتشقق والأشعة فوق البنفسجية ، والحفاظ على درجات الألوان من التغير المستمر ، التقليل من نسبة الترسبات أو التكلسات ، حيث يتكيف المبنى مع الظروف المناخية المتغيرة ، مما يطيل عمر المباني والأسطح الخارجية ، (العدوي، العمارة الخضراء، 2020) .

- **مضادة للبكتريا Anti-Bacterial (Nano-Confined Catalytic Oxidation):** تكنولوجيا (NCCO) هي افضل حل لتنقية الهواء من الملوثات من فيروسات وبكتريا دون انبعاث أي نوع من الاكسدة. كذلك

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

تـتميز أسطح لها تأثير مضاد للبكتريا لقدرتها على تحليل الموادالعضوية إلى مهملات وأتربة ، ويتحقق ذلك بمساعدة جزيئات الفضة Silver Nanoparticles في مقياس النانو لديها خواص مقاومة (شكل 19). (عرفه، 2016)



شكل 19 يوضح طريقة عمل طلاء المضاد للبكتريا - المصدر: (عرفه، 2016)

▪ **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، 2016).

▪ **دهانات خامة الخشب :** تضيف خواص لمادة الخشب التقليدية وتحسن من خواصه مثل التنظيف الذاتى أو خاصية مقاومة الحريق أو مقاومة 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 ، ديوانية العمارة ، 2022).

▪ **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 للأمطار والدهون والكثيرمن العيوب التى تدمر الحجر . يضيف طلاء النانو للحجر خصائص مثل المقاومة للأشعة فوق البنفسجية والمقاومة للتغيرات فى درجات الحرارة والمقاومة للرطوبة العالية وللخدوش والكيماويات والمقاومة للمركبات العضوية كما يوضح شكل 20 ولكل نوع من الأحجار الطلاء المناسب له (العدوي، ديوانية العمارة، 2022).

شكل 20 استخدام النانو حجر (يوضح على اليسار الحجر المعالج) المصدر:
https://www.archdiwanya.com/2022/03/Nano-Coating.html

11/5/2 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.

6/2 تقنية النانو فى مصر

نجد تطور ملحوظ في هذا المجال داخل مصر حيث تعتبر تقنيات النانو هامة بالنسبة لمصر 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 أهمية التعرف على دور النانو في التنمية الاقتصادية والأهداف الاجتماعية (رضا، 2020).
حيث يوجد العديد من الجهات التى تتبني الاهتمام بهذه التقنية ومنها أكاديمية البحث العلمي لأنشطة 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 أصبحت منتجات النانو تكنولوجي بالفعل في السوق المصرية والعربية ، فهى لم تصل لمرحلة التصنيع بعد ، يتم استيرادها من ألمانيا وأميركا والصين. حيث تتوفر مواد الخام المصنعة لهذه التقنية تحديدا مادة السيليكا التي تستخرج من الرمال من صحراء سيناء في مصر ، وصحراء الربع الخالي في الوطن العربي ، وتعتبر أكبر مصدر لها لاستخراجها (السيد، 2019).

7/2 تطبيقات باستخدام تقنيات النانو فى التصميم الداخلي للمبانى الخضراء

يوضح جدول 3 تحليلا لنماذج معمارية تم تطبيق تقنية النانو لعناصر التصميم الداخلى للمبنى .

8/2 معايير تصميم الفراغات الداخلية بتقنية النانو الخضراء

جدول يوضح تحليل العلاقات بين المعايير تصميم الفراغات الداخلية وتقنيات النانو تكنولوجى الخضراء لتحقيق التكامل فى تصميم الفراغات الداخلية المستدامة وذلك من خلال تكوين علاقات بين المعايير الاسترشادية لتصميم الفراغات الداخلية وبين تطبيقات النانو الخضراء من حيث ثلاث محاور: (التقنية - المواد المنفذه لها - العناصر المستخدمة فى التنفيذ) للوصول إلى معايير تصميم فراغات داخلية بتقنية النانو الخضراء .
من الجدول 4 السابق نتيجه تحليل معايير التصميم الداخلى المستدام وتقنيات النانو نجد أن العلاقة بينهم علاقه متداخلة وقوية حيث أن مواد النانو تكنولوجى وعناصر التطبيق تشترك مع المعايير تصميم الداخلية لتحقق معايير التصميم الداخلى نانوية خضراء ومن هنا نجد أن المعايير الاسترشادية 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 كفاءة الفراغات الداخلية الخضراء باستخدام مواد التصميم الداخلى بتقنية النانو حيث تساعد على تنقية الهواء الداخلى جوده الاضاءة ، حماية من البكتريا والجراثيم ، مقاومه الحريق.
لزياده كفاءة الطاقة والاستدامة فى الفراغات الداخلية يتم الاستفادة من تقنية النانو وتوفيرها داخل الفراغات فى مما سيساعد في تحسن المناخ واستدامة البيئة.
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 البيئة الداخلية والفراغات.

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

تطبيقات لعناصر التصميم الداخلي بتقنية النانو الخضراء

الحوائط

عناصر مادية	الحوائط الخارجية	التقنية	الموقع: • Domat -Ems- ZURICH سويسرا
			الوظيفة: مبنى دار المسنين- مبنى اداري "Sur Falveng" housing
		زجاج النانو الحراري LATENT HEAT STORING GLASS.	المبنى: SUR FALVENG Housing for eldering people
			استخدم الزجاج الحراري في غلاف مبنى الخارجي لدار المسنين. فكرة عمل الزجاج الحراري بمبنى دار المسنين"Sur Falveng" housing

• مبداء تحقيق المعايير

• تحقيق الراحة الحرارية 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.

عناصر مادية	الحوائط الداخلية	تقنية معالجة الحوائط ضد الماء	الصين -شنغهاى Shanghai, China ألواح من الحجر النانوي مع معالجة ضد للماء فى الحوائط وفى السلالم .

مبداء تحقيق المعايير

- اختارت MoHen دهان الجدران بموادخاصه مضاده البكتيريا . ● سهلة التنظيف ● كما تم استخدام سلالم من الحجر الطبيعي طاردة للماء
- المتانة باستخدام الطلاء ● العنصر الجمالي والتنظيف الذاتي

الفتحات المعماري

عناصر مادية	الفتحات المعماري	التحكم بضوء الشمس	الموقع: بوسطن USA Boston
			الوظيفة: مبنى ترفيهى
			المبنى: متحف العلوم Museum of Science , Boston
			استخدم زجاج للتحكم بضوء الشمس (Sage Glass) في غلاف المبنى فكرة عمل وإستخدام الزجاج النانو للتحكم بالضوء في بهو متحف العلوم ، بوسطن

مبداء تحقيق المعايير

الاستفاده من الطاقات الطبيعية فى الإضاءة

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

		الموقع	باكو -اذربيجان
		الوظيفة	مبنى ادرى
		المبنى	Socar Companyالمبنى الرئيسى لشركة سوكار

استخدم الزجاج الفعال بالمبنى الرئيسي لشركة *SOCAR*

https://images.skyscrapercenter.com/building/socar-tower_heerim- rchitects-planners13.jpg
https://blogger.googleusercontent.com/img/a/AVvXsEiShJ7QzWSQvF1V9UkfXREd4DlQR1EFTCfHY5b46edSHQdzOViBh1-clVIJW9sVgo8V4ChXnuumk4qVkBhvWtfpNkOEtQWV_MiDtG5KAoM5-0NdyJDA_P7-TFommamK72NyVOWLeLjvSYWktsxgsx-zCmqNFsoxw7Ow7yp38oxONFwo1gdkCDoMuFLW7Q=w668-h212

,

		الموقع	ألمانيا – بون
		الوظيفة	مبنى ادارى (شركة البريد السريع)
		المبنى	Post tower Deutsche Post AG, Bonn, Germany

زجاج مقاوم للحريق

زجاج بتقنية النانو مقاوم للحريق تم تطبيقه على سقف الفراغات الداخلية للمبنى، (Rawn، 2014)استخدام الزجاجFire-proof
https://www.archdaily.com/564959/deutsche-post-towers-wins-ctbuh-10-year-award/545b445ce58ece51b9000053-deutsche-

post-towers-wins-ctbuh-10-year-award-photo

مبداء تحقيق المعايير

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 35 عاما.
- صديقة للبيئة: التخلص من الموارد.

الجودة المعتمدة: تلبية معايير الجودة.

تنقية الفراغات الداخلية من الملوثات

مبداء تحقيق المعايير

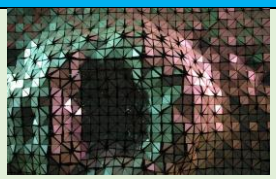
استخدمت في غلاف المبنى , المبنى يعمل بإستخدام تقنية جديدة من تكنولوجيا النانو وهي تقنية Marzan's Tiles ، وهي عبارة عن بلاطات ذات جانبين الأول منها يعمل كلوحة ضوئية تجمع الطاقة الشمسية خلال النهار، والثاني ضوءOLED

الصوت

تقنية العزل الصوتي	**الموقع**	ألمانيا - كوتبوس
	الوظيفة	مبنى تمارين وموسيقى
	المبنى	في مركز "داي فابريك".

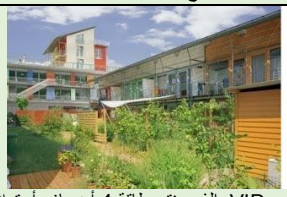
DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

عناصر غير مادية	تقنية تنقية الهواء	حوائط واسقف من الواح الجبس الداخلية لتنقية الهواء في تعمل الأسطح على تنقية الهواء وعزل الصوت. العزل الصوتى وتنقية الهواء التي تقضي على الملوثات المحمولة جوا.
		التهوية(الطبيعية –الصناعية)
		الموقع Tokyo, Japan طوكيو -اليابان **الوظيفة** مسكن و مشغل (اتيليه) 2004 -62متر مربع **المبنى** The Atelier • ecker, 2008 Interior of the Atelier (Leyd)
		الموقع بإيطاليا- روما **الوظيفة** مبنى دينى **المبنى** كنيسه جبيل- Richard ،Jubilee Church • تقنية النانوفى تنقية الهواء والملوثات والروائح الكريهة وتحويلها إلى الاجزاء المكونة لها
		الموقع اوربا -المانيا اوفنباخ **الوظيفة** 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
		مبداء تحقيق المعايير
		• استخدام الخشب غير مصقول وألواح بناء لتنقية الهواء التي 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 لتنقية الهواء و الألواح الصوتية للعزل • استخدام nanomaterials nriakes تعمل على تحسين الجودة الهواء. • التخلص من الروائح الكريهة وملوثات الهواء للحصول على بيئه صحية أساسية و دائمه • فإن تقنية النانو تعمل على تحلل الروائح كيميائيا الى مكوناتها غير المؤذية الجزيئات تتشقق مما ينبعث منها البخار وثاني أكسيد الكربون .
		الايقاع الحركى والملمس
	تقنية	 • السطح المعدني القادر على التحرك فيزيائيا عند تعرضه الى المؤثرات مثل الصوت والحركة و الضوء وهو من العمارة المتبادلة AEGLIS HYPERSURFACE
		مبداء تحقيق المعايير
		• تغيير الألوان والشكل ديناميكية الفراغ • عماره تفاعلية .

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

عناصر غير مادية	العزل		
استخدم العزل الحراري VIPs	الموقع	Freiburg- Germany	
	الوظيفة	مجمع تجاري سكني مختلط	
	المبنى	مجمعSonnenschiff Center	
	 مركز Sonnenschiff باستخدام العزل VIPs الذي ينتج طاقة 4 أضعاف أستهلاكه		
	مبداء تحقيق المعايير		
	• يحقق كفاءة عالية للطاقة من خلال إستخدام الطاقات المتجددة • بالأضافة إلى المعالجات السالبة التى من أهمها العزل الحراري بإستخدامVIPs تم إستخدام تقنيات النانو في عزل الجدران الخارجية والنوافذ وكذلك لوحات التهوية على الواجهة الرئيسية.		
عزل النانو الحراري Aerogel	الموقع	ZAC du Souchais France- فرنسا	
	الوظيفة	مبنى رياضى	
	المبنى	Sports hall	
	شكل العزل Aerogel لمركز sports hall الرياضي بفرنسا-		
	قد استخدم في غلاف مبنى صالة الرياضات بفرنسا		
التقنية	الموقع	سنغافورا	
	الوظيفة	مجمع سكنى تجارى	
	المبنى	Tanjong Pagar Centre	
	استخدمت إضاءة النانو وحدات توليد الطاقة في غلاف المبنى استخدام تقنية النانو(BIPV) Building Integrated Photovoltaics 		
	• تعمل تقنية النانو على توليد الطاقة فى غلاف المبنى		
تقنية النانو(BIPV) Building Integrated Photovoltaics	الموقع	الصين -بكين Beijing China	
	الوظيفة	مبنى ادارى	
	المبنى	Urban Tiles Sky scrape	
	استخدام تقنية النانو OLED بمبنى Urban Tiles 		

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.179868.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
https://erjeng.journals.ekb.eg/
ISSN: 2356-9441
e ISSN: 2735-4873

جدول 4 استرشادى لتقييم العلاقة بين معايير تصميم الفراغات الداخلية وعناصر التصميم الداخلى بتطبيقات مواد النانو تكنولوجى الخضراء

معايير استرشادية لتصميم الفراغات الداخلية للمباني الصديقة للبيئة	تطبيقات المواد باستخدام تقنية النانوالخضراء تبعا لمعايير التصميم الداخلية لتحقيق فراغات داخلية مستدامة			
	التقنية		التطبيق فى المواد	التطبيق على العناصر
	استخدام الطاقات الطبيعية	• تقنية توليد الطاقه • تقنية طلاء الطاقة Energy Coating	• الخلايا الشمسية المرنه	• الحوائط • الاسقف • الارضيات
	ترشيد استهلاك الطاقه	• تقنية انتاج الطاقه • تقنية المواد النانوية في مجال العزل Nanomaterials for Insulation • تقنية دهانات النانو Nano Coating	• الخلايا الشمسية النانوية • الزجاج • المعادن	• الاسقف • الحوائط الخارجية والداخلية • الفتحات • الارضيات
	مواد البناء والتشطيبات الصديقة للبيئة	• تقنية دهانات النانو (مضاد البكتريا -مضاد للبصمات -ضد الخدش ومقاومه التاكل • تقنية تنقية الهواء من الملوثات	• دهانات خارجية وداخلية (للحوائط والأسطح والزجاج والمعادن و الخشب و الحجر).	• الاسقف • الحوائط الخارجية الداخلية • الارضيات • الاثاث
	أساليب الحفاظ على الماء داخل المباني	تقنية ضد الضباب تنقية المياه بتقنية النانو	• الزجاج • الدهانات • الاسطح الصحية	• الفتحات (الابواب -الشبابيك الزجاج)
	جودة الهواء داخل المباني	• تقنية التنظيف الذاتي • Active glass • الاسطح الطارده والجاذبه • تنقية تنقية الهواء من الملوثات والتربه • المواد النانوية في مجال الاثاث	• الزجاج • الدهانات • الاسطح الصحية • 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 الإضاءة(الحوائط الاسقف - الارضيات)
	فلسفة استعمال الألوان	• المواد النانوية في مجال الاقمشة والمنسوجات • تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الإضاءة Nanotechnology in Lighting •	• الخشب • المعادن • الاضاءة	• المعادن • الخشب • الزجاج • الخرسانه • البلاستيك
	التصميم الصوتي و تجنب الضوضاء	• تقنية العازل الصوتى والخصوصية	• الزجاج	• الحوائط
	التصميم الآمن للمبنى	• تطبيقات الحساسات ومستشعرات النانو Nano Sensor • المواد الذكية Smart Material • المواد ذاتية الالتئام Self- Healing	• الخرسانه • المعدن • البلاستيك • الزجاج	• عناصر الانشاء الجديده • الاجهزه

شكل 27 العلاقة بين المحاور الثلاثة لايجاد معايير تصميم داخلية نانوية خضراء

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 مواكبة التطور العالمى وخاصة فى مجال التصميم الداخلى لتقنية 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 واعتبار النانو تكنولوجي مشروعا قوميا لمصر ، لقدرته على حل العديد من الأزمات .

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

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

DOI: 10.21608/ERJENG.2023.183841.1130

Journal of Engineering Research (ERJ)
Vol. 7 – No. 1, 2023
©Tanta University, Faculty of Engineering
ISSN: 2356-9441 https://erjeng.journals.ekb.eg/ e ISSN: 2735-4873

بالرغم من وجود جهات متعددة داخل مصر تدعم تقنية النانو إلا أن الصناعة فى هذا المجال يجب أن 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 الصحة العامة للأفراد وعلى الحاله النفسية التى يشعر بها الأفراد .

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

Funding: This research has not been conducted under any fund.

Conflicts of Interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

المراجع

(1) نمير قاسم خلف ، الف باء التصميم الداخلى ,جامعه ديالى,(2005) .
(2) الدليمى، مروة جبار اسس التصميم الداخلى والديكور .شركة دار الاكاديميون للنشر والتوزيع ،عمان ، الاردن (2014) .
Cooper, A. Five principles of sustainable interior design. Retrieved from https://www.constructionweekonline.in/people/16195-five-principles-of-sustainable-interior-design, (2020).
(3) العدوي. منى سعيد ،دور التكنولوجيا في تطبيق مبادئ العمارة الخضراء"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة بشبرا، جامعة بنها، مصر، (2019).
(4) 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).
(5) هشام قاسم ,العماره الخضراء والمبانى صديقه لبيئة،(2022) . https://www.hqassim.com/green-buildings/
(6) 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
(7) منى العدوي، العمارة الخضراء. تم الاسترداد من مبادئ العمارة الخضراء والمستدامة (2020). Green Building Principles: https://www.archdiwanya.com/2022/02/green%20building%20principles.html،
(8) 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. (2014).
(9) منى العدوي ، تطبيقات النانو تكنولوجي في المباني الخضراء ، ديوانية العماره ,2022 فبراير 21) .
(10) أسماء محمود علي ،العمارة المستدامة واثرها على التصميم المعماري. كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،بحوث في التربية الفنية والفنون، المجلد21 ،العدد2 ، (2021). https://www.archdiwanya.com/
(11) Initiative, N. N. About Nanotechnology. Retrieved from National Nanotechnology Coordination Office: https://www.nano.gov/about-nanotechnology, (2022).
(12) الإسكندراني. محمد شريف، "تكنولوجيا النانو: من أجل غداً أفضل"، كتاب عالم المعرفة عدد إبريل، المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب، الكويت، (2010).
(13) هشام.على مهران،"تقنية النانو"،مجلة العلم - باب عالم البيئة – شهر نوفمبر،العدد 457، أكاديمية البحث العلمي ودار التحرير للطبع والنشر، القاهرة. مصر ، (2014).
(14) المنشاوى، أ. ن ،تقنية النانو كمدخل للعمارة الخضرا .مجلة العلوم البيئية،معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس،المجلد السابع والثالثون، الجزء الثاني،.(2017) .
(15) 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. (2016).
(16) محمد، م. ب، تقنية النانو الخضراء .كلية التخطيط العمراني-القسم البيئي المرحلة الرابعة –جامعة الكوفة,(2018) .
(17) https://aecom.com/blog/for-future-cities-think-small-as-in-nano-/(2013)
(18) دلال يسرالله، استاذ التصميم الداخلى، المعهد العالى للفنون التطبيقية ،6 اكتوبر، استخدام النانو تكنولوجى فى التصميم الداخلى ، مؤتمر الدولى الثانى لكلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان ،(2013).
(19) 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.
(20) Mohamed, H. A. , Applications of Nanomaterials in Architectural Design. Proceedings of Science and Technology, DOI: 10.21625/resource dings. v2i1.740. (2019)..
(21) Imbroglio, G. Logo Heidelberg Cement. Retrieved from Italian Pavilion - Expo Shanghai 2010: https://www.heidelbergmaterials.com/en/italian-pavilion-shanghai, (2010).
(22) 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).
(23) http://cdn.home-designing.com/wp-content/uploads/2015/03 /light-emitting-concrete.png
(24) https://www.heidelbergmaterials.com/sites/default/files/styles/gallery_image_full_xl/public/assets/images/bd/33/in302yy8.jpg?itok=oqxy-Ufu
(25) Clark, D. B, https://www.aiche.org/chenected. Retrieved from Nanotechnology Makes Steel 10 Times Stronger: https://www.aiche.org/chenected, (2015).
(26) آمال عيسوي ،الجامعة الأمريكية بالقاهرة. تم الاسترداد من تكنولوجيا النانو ودعم صلابة المواد. (2022). https://www.aucegypt.edu/ar
(27) Veith, H. K. Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Burkhouse, Basel • Boston • Berlin, (2008).
(28) Youssef, D. A.-B, Green Nano materials -Innovation in interior design, a New Era of Sustainability, (2008).
(29) https://www.nanovations.com.au/
(30) عرفه، ر. العمارة والنانو تكنولوجي . Journal of Al Azhar University Engineering Sector, Vol. 11, No. 39, April 2016, 894-903.
(31) https://www.al-jazirah.com/digimag/23052004/por36.htm
(32) الحبشي، ن. ع ما هي تقنية النانو؟ .وزراة الثقافة والإعلام في المملكة العربية السعودية . . (2011),
(33) 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).
(34) C. Poe, A. P. Highway Renewable Energy: Photovoltaic Noise Barriers. Office of Natural Environment, (2017).
(35) 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).
(36) Mohamed Atwa H, A. A.-K., Towards nano architecture: nanomaterial in architecture - a review of functions and applications, (2015).
(37) 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
(38) حماية، ا. م . ، العمارة المستدامة واثرها على التصميم المعماري .كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،بحوث في التربية الفنية والفنون، المجلد (21)العدد 2,(2021) .