تطبيقات تكنولوجيا النانو الخضراء لتحسين جودة البيئة الداخلية لوحدات الاقامة في المدن الجامعية

ا.م.د. داليا محمد عزت
استاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث
بكلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان
ا.د. مها محمد امام الحلبي
استاذ التصميم الداخلي والاثاث ورئيس قسم
التصميم الداخلي والاثاث سابقا بكلية الفنون
التطبيقية جامعة حلوان
الدارسة / ريهام رضا دسوقي علام
مصمم حر
riham_allam79@yahoo.com ,
eng.rihamallam@gmail.com

المستخلص:

تعد المدن الجامعية بمثابة دور بديلة تضم العديد من الطلاب المغتربين، فتعد وحدات الاقامة في المدن الجامعية أحد الركائز الأساسية المساهمة فى تكوين الطلاب وسلامتهم، وبجانب أنها توفر المأوى اليومى لهم، فإنها تؤثر إيجابياً فى سكينتهم النفسية واستقرارهم، لوحظ وجود قصور تصميمي في هذه المنشآت بمشتملاتها، وكذلك قصور في الاستفادة من تطبيقات تكنولوجيا النانو في التصميم الداخلي لها في ظل عصر العلوم والتكنولوجيا. ولهذا السبب تم دراسة استخدام بعض تطبيقات النانو تكنولوجي الخضراءالتي تساعدعلي خلق تصميم داخلي يتلائم مع متطلبات الطلاب ومفردات حيز الفراغ الداخلي لوحدات الاقامة بالمدن الجامعية. فالعزل الذي يستخدم في الأبنية هو أحد التقنيات الحديثة التي تعمل على جودة الأبنية وتحافظ على درجة الحرارة داخل البناء وحمياته من الرطوبة أو الحرارة المرتفعة في فصل الصيف والبرودة والأمطار في فصل الشتاء والعوامل الجوية المختلفة ولهذا سوف نقوم في هذا البحث

تاريخ استلام البحث: 3/11 /2022 تاريخ إجازة البحث: 3/27 /2022

بدراسة اهمية تطبيق أحدث طرق العزل، وتنظيم درجات الحرارة، وكذلك الطلاءات المقاومة للرطوبة والحرارة والتنظيف الذاتي وهذا باستخدم تقنية تكنولوجيا النانو بهدف خلق بيئة داخلية جيدة.

الكلمات المفتاحية:

المدن الجامعية؛ تكنولوجيا النانو؛ التطبيقات في النانو تكنولوجي والعمارة؛ العمارة المستدامة؛ جودة البيئة الداخية للمبني؛ الغلاف الجوي والعمارة؛ النانو والتصميم الداخلي

تمهيد:

أحدثت تكنولوجيا النانو ثورة في مجال العمارة والتصميم الداخلي ولمعرفة مدى التطور ومقدار التحولات الحادثة كان لابد لنا من معرفة الدور الذي تلعبه "النانوتكنولوجي" في تطوير تكنولوجيا المواد والذي أدى بدورة إلى تطوير أسلوب الإنشاء ومواد النهو وشكل البناء خارجيا وداخليا مما منح المصمم حلول وتأثيرات لم تكن مطروحة قبلا. وهذا بالطبع هو بمثابة بداية سيظهر أثرها الضخم خلال العقدين القادمين. وتعتبر المواد الخام والمصنعة وخصائصها من أهم العناصر المؤثرة علي العملية التصميمية البنائية والتي اهتم بها المصمم الداخلي لترجمة إحتياجات التصميم ، ومن أحدث العلوم التي تهتم بالمواد " تقنية النانو"التي تعمل علي دراسة جزئيات المواد علي مستوي 100نانو متراوأقل ، من أجل التحكم في تفاعل خصائص هذه المادة او إضافة خاصية جديدة او إنتاج مادة جديدة .ولان توفير بيئة جيدة مريحة للطلاب داخل وحدات الاقامة بالدن الجامعية هدف اساسى لعملية التصميم المعمارى و الداخلي ، كان لابد من دراسة استخدام تكنولوجيا النانو خضراء فى معالجة مباني وحدات الاقامة في الدن الجامعية لتحسين جودة البيئة الداخلية ، من خلال دراسة المؤثرات الخارجية على الغلاف الخارجى والتعرف على متطلبات الجودة فى البيئة الداخلية واستكشاف خصائص مواد النانوالمستخدمة فى معالجة الغلاف ، و بعض الطلاءات النانونية.

"الايروجل " على سبيل المثال ، وهى مادة عازلة للحرارة تستخدم فى النوافذ بدلا من الزجاج التقليدى وذات نفاذية كبيرة للضوء المرئى ، وبذلك يمكن استخدام الزجاج بشكل أكثر حرية. هناك ايضا الطلاء العاكس للحرارة ،الذى باستخدامه يصبح السقف عنصرا للتبريد في المبنى وليس مصدرا للكسب الحراري غير المرغوب فيه . وهناك العديد من الإمكانيات الهائلة لمواد وتقنيات النانو التي يمكن استخدامها و تسخيرها في العديد من التطبيقات التي ترتبط مباشرة بجودة حياة الإنسان . وبذلك يمكن توفير بيئة داخلية جيدة داخل مبانى المدن الجامعية وخصوصا وحدات الاقامة من خلال الاعتماد على المصادر الطبيعية مثل تحسين جودة الهواء الداخل للمبنى ، والاضاءة الطبيعية ، وحماية المبنى من العوامل الخارجية ، دون الحاجة لاستهلاك الطاقة ، مع الاهتمام بتطبيق استراتيجيات التهوية الطبيعية فى مباني وحدات الاقامة للمدن الجامعية. (احمد،SECTOR3)

هدف البحث:

توظيف تكنولوجيا النانو خضراء في الفراغ الداخلي والغلاف الخارجي لمباني لوحدات الاقامة في المدن الجامعية لتحقيق العزل الحراري وتنظيم درجات الحرارة وطلاءات الاسطح من اجل تحقيق جودة للبيئة الداخلية لوحات الاقامة في المدن الجامعية.

أهمية البحث:

تطبيق تكنولوجيا النانوخضراء في التصميم الداخلي لوحدات الاقامة في المدن الجامعية بهدف الوصول إلى بيئة تصميمية تحقق الغرض المطلوب منها.

مجال البحث:

تفعيل تكنولوجيا النانو خضراء لتحقيق جودة البيئة الداخلية لوحدات الاقامة في المدن الجامعية.

منهج البحث:

منهج استقرائي: وذلك من خلال الدراسات السابقة والمراجع العلمية.

منهج تحليلي ووصفي: وذلك من خلال الدراسة الوصفية والتحليلية لبعض تطبيقات تكنواوجيا النانو خضراء للحصول علي بيئة داخلية تلبي الاحتياجات التصميمية لوحدات الاقامة بالمدن الجامعية.

الدراسات السابقة:

- **عطوة، محمد سعد. (2018). "أثر استخدام مواد و تقنيات النانو في الغلاف الخارجي على جودة البيئة الداخلية في المباني". المجلة العلمية الدولية :(فى العمارة الهنسة والتكنولوجيا).**

ما تناوله المرجع: توفير بيئة داخلية جيدة داخل المبانى من خلال الاعتماد على المصادر الطبيعية باستخدام مواد النانو. أصبح بالامكان الحصول على بيئة داخلية جيدة دون

الحاجة للتعقيدات الميكانيكية والالكترونية، ودون الحاجة لاستهلاك الطاقة. استخدام مواد النانو فى الغلاف الخارجى للمبانى لا يحل محل التهوية الطبيعية.

- **Hosny, Inas. Nano materials and their applications in interior design. American International Journal of Research: (in Humanities Arts and Social Sciences).**

  ما تناوله المرجع: استخدام تقنية النانو الخضراء لانتاج مواد ومنتجات متناهية الصغر دون الإضرار بالبيئة أو بصحة الإنسان. كما تستخدم العمارة النانوية الخضراء لضمان الاستفادة من تقنية النانو والمواد النانوية في التصميم الداخلي مع تجنب آثارها الجانبية على المجتمع والبيئة.

- **عرفة، رنا إبراهيم محمد صالح. (يونيو، 2021). "دور التصميم الداخلى المستدام فى علاج متلازمة المبانى السكنية المريضة". مجلة التراث والتصميم :1(3).**

ما تناوله المرجع: الوصول الى رؤية بيئية متكاملة تعتمد على رصد وتوظيف الخامات صديقة البيئة بعناصر التصميم الداخلى لتحقق جودة البيئة الداخلية للمباني السكنية.

- **لا يوجد دراسة سابقة لتطبيقات النانو خضراء في وحدات الاقامة في المدن الجامعية.**

1 -مفهوم كلمة النانو: مصطلح "نانو" مشتق من الكلمة الإغريقية نانوسNanos وتعني القزم Dwarfوتعرف على أنها وحدة قياس مترية دقيقة ومتناهية الصغر وتعادل واحدا من ألف مليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم وهي لا ترى إلا تحت المجهر الكتروني وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذارت وجزيئات المواد المركبة والجسيمات المجهرية مثل البكتريا والفيروسات. (شاهين،2021).

1-1 مفهوم علم النانو: هو علم يهتم بالمواد في مستواها الجزيئي والذري بمقياس لايتعدي 100نانومتر ويهتم ايضا باكتشاف الخصائص المميزة لمواد النانو .

2-1 تقنية النانو: تقنية النانو هى تكنولوجيا تتعامل مع قياسات ما بين 10 الى 100 نانومتر اى تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات الى الف ذرة و هى تكنولوجيا تهتم بخواص المواد و تتلخص فكرة استخدام تقنيات النانو فى اعادة ترتيب ذرات المواد و بالطبع كلما تغير الترتيب الذرى للمادة كلما تغيرت خصائصها الناتجة الى حد كبير و من هنا امكن للعلماء تلافى بعض الخصائص الغير مرغوب فيها فى بعض المواد او اضافة مواد اخرى تضاعف من كفاءة اداء تلك المواد و من مميزات النانو تكنولوجى انها ذات تكلفة منخفضة إذ انها من خصائصها تصنيع النسخ المتطابقة ذاتياً و هذا عن طريق وضع انظمة تقوم بعمل نسخ من نفسها و تصنع منتج مفيد .(حربة، 2017).

ما هي تكنولوجيا النانو؟ على حد قول اللجنة الفرعية للعلوم والتكنولوجيا النانوية الأمريكية NSETالتابع للمجلس الوطني للعلوم والتكنولوجيا في الولايات المتحدة – WHITE HOUSE NSTCالذي ينسق المبادرة الوطنية (للتكنولوجيا النانوية) " هى: "البحث والتطوير التكنولوجي على المستويات الذرية والجزيئية أو الجزيئية، في نطاق مايقرب من طول 100-1 نانومتر، لتوفير فهم أساسي للظواهر والمواد في نطاق النانو وخلق واستخدام الهياكل والأجهزة والنظم التي لديها خصائص ووظائف جديدة بسبب حجمها الصغير و / أوالمتوسط".

3-1 تقنية النانو الخضراء (Green Nano Technology) :تشير تقنية النانو الخضراء الى إستخدام تقنية النانو لتعزيز الاستدامة البيئية لعمليات تنتج حالياً آثاراً سلبية على البيئة .

4-1 عمارة النانو: عمارة النانو هى عباره عن أندماج تكنولوجيا النانو مع العماره وتأثيرها على هذا المجال..

5-1 مبادئ تكنولوجيا النانو: من أهم المبادئ الأساسية لتكنولوجيا النانو :

- إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة بدقة وإعادة ترتيبها.
- الخصائص الفزيائية والكميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن خصائص نفس المادة عند مقياسها الطبيعى .
- إمكانية التحكم بالذرات فى صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوابب وتخليصها من العيوب والتي تؤدي الي:
- إمكانية بناء أى مادة لأن الذرة هى وحدة البناء لكل المواد. (احمد، 2017).

- كتشاف خصائص جديدة للمواد.
- خصائص أفضل للمواد، أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهلاكا للطاقة.
- تطبيقات النانو تكنولوجي للحد من ملوثات البيئة .

2 -العزل بالنانو: إن أصباغ النانو العازلة هي أحدث تقنية تستخدم النانو في القيام بعملية العزل لأن هذا النوع من الأصباغ يتلائم الظروف البيئية ويتمتع بخواص العزل الحراري كما أن هذه الأصباغ تعتبر مضادة للرطوبة وتستخدم للطلاء عبر طبقات رقيقة غير سميكة وهذا التصبغ له مقاومة لأنواع التعفن المختلفة والفطريات. وقد أخذ هذا النوع من العزل رواج كبير في الفترة الأخيرة وذلك لأن هذا المنتج حقق نجاح كبير في الأسواق التجارية. ولذلك فهو يعد طلاءا مناسبا للاستخدام على الاسطح الداخلية للفراغات المعمارية وكذلك كقطع الاثاث المستخدمة داخل وحات الاقامة والمباني السكنية في المدن الجامعية لتحقيق بيئة داخلية مستدامة.

2-1 مجالات استعمال تقنية النانو: تستخدم في عزل الآتي:

- عزل الأماكن من الأبنية التي تتواجد بالقرب من التربة .
- عزل الجدران.
- طلاء المسابح وحمامات البخار والساونا .
- عزل الرطوبة في الأسقف الغير مستوية .

2-2 مميزات العزل بتقنية النانو :

- من المواد المقاومة جدًا للحرارة.
- يتلاءم مع التغيرات والظروف المناخية.
- أحد أنواع التقنية الملائم للأشعة الفوق بنفسجية والتي تولد طاقة عالية وليس لها أضرار كثيرة على الجسم وعلى باقي الكائنات الحية. (حربة،2017)
- يستخدم دون الحاجة إلى مذيب أيًا كان نوع المذيب لأن هذا يميزه عن سائر الانواع الأخرى من العزل.
- يستخدم في كافة أنواع العزل فهو يستخدم في تغطية المسابح وتغليف واجهات المباني والجدران وطلاء السطوح المصنوعة من الإسمنت وتغطية ستون السايلوهات وتغطية صالات إسكان الحيوانات والدجاج. (greendimensions.wikidot.com)

3-2 خصائص العزل عن طريق تقنية النانو: تتميز العزل بالنانو بعدة خصائص مثل:

1. خالي من المواد الكيميائية وهو صديق للبيئة.
2. من المواد المقاومة للحرارة والبرودة في مدى واسع.
3. تحول دون دخول البرودة والحرارة إلى البناء.
4. تميز بالمرونة العالية.
5. تتميز أن عمرها طويل فيما لا يقل عن 20 عام.
6. مقاومة للرطوبة بمختلف المستويات كما أنها تعمل على الحماية من أشعة الشمس الضارة.
7. لديها القدرة على مقاومة الظروف المناخية المتغيرة
8. غير مرتفعة التكاليف مقارنة بأنواع أخرى من العزل.
9. تستخدم عن طريق عدة طرق فمن المكن أن يكون عن طريق الرش بواسطة علبة أسبراي أو عن طريق التغليف للصفائح ذات المساحات المنخفضة أو عن طريق استخدام الفرشاة وهي الطريقة المعهودة .

4-2 أهمية العزل الحراري بتقنية النانو لمباني وحدات الاقامة بالمدن الجامعية: خلال فصل الصيف تصل درجات الحرارة في بعض الدول ومنها جمهورية مصر العربية، إلى 50 درجة مئوية وتكون أشعة الشمس عامودية على المباني، وهذه الحرارة العالية تتسلل إلى داخل مبنى السكن الجامعي وتجعل الطلاب المقيمين داخل وحدات الاقامة يشعرون بدرجة حرارة عالية وتكون المعيشة داخل وحدات الاقامة بالمدن الجامعية الغير خاضعة للعزل غير مريحة. وكذلك فان الجدران الرفيعة التي تستخدم في معظم المباني الحديثة تسمح بنفاذ لدرجة الحرارة الداخلة من خارج المبنى إلى داخله وبالتالي يؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة في الصيف وانخفاضها في الشتاء. ولكل هذه الأسباب أصبح لابد من عزل المبنى السكن الجامعي عن طريق بعض مواد العزل الملائمة بما يسمح بالحياة المريحة داخل المبنى بدون التأثر بالعوامل الخارجية كما أن ذلك يعمل على توفير الطاقة التي أصبحت أكبر مشكلة تواجه البلدان في هذا العصر.

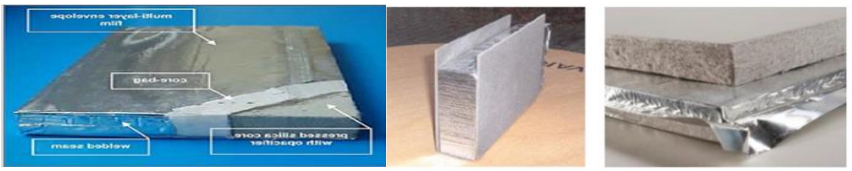
3 -تطبيقات تكنولوجيا النانو فى معالجة الغلاف الخارجى لمبانى وحدات الاقامة بالمدن الجامعية:

يمكن تصنيف المواد المستخدمة فى معالجة غلاف المبنى الى ست فئات رئيسية هى مواد وتقنيات النانو للعزل الحراري، مواد النانو لتنظيم درجة الحرارة؛ النوافذ الماصة للحرارة، تقنيات النانو الذكية للتحكم فى الضوء والحرارة؛ طلاءات تنقية الهواء؛ طلاءات التنظيف الذاتى.

1-3 تطبيقات النانو للعزل الحراري: العزل هو وسيلة فعالة جدا لتقليل الاحمال الحراية على غلاف المبنى. تستخدم مواد عزل ذات كفاءة عالية فى المبانى لخفض نسبة انبعاثات ثانى أكسيد الكربون ، وما يقارب 70 % من الانبعاثات ناتجة من التدفئة، وبعض الدول الأوروبية سارعت فى حل هذه الأزمة عن طريق عزل المبانى بمواد تعمل على تلبية الاحتياجات للفرد ولا تزيد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون ، وتستخدم المواد العازلة للحفاظ على درجة حرارة ثابتة في مكان مغلق لحماية البيئة من خلال الحد من الغازات (CO_2 ، NO_2)والمسببة للإحتباس الحراري، وتقدم تقنية النانو أفضل المواد باستخدام الهواء والسائل (gitam.edu, nanomaterial) ، وقدمت تقنية النانو مواد عزل ذات كفاءة عالية وأقل اعتمادا على المواد غير المتجددة ، وقد صنعت مواد النانو الأكثر كفاءة من العوازل التقليدية بنسبة 30 % ، كما أنها تطبق بشكل ألواح صلبة أو أفلام رقيقة أو دهانات . (George,2007).

1-1-3 ألواح العزل الحراري للفراغات الداخلية VIPs (Vacuum insulation panels) : سمك الواح العزل VIPs يتراوح بين 2ملم إلى 40ملم، الغلاف من رقائق بلاستيكية (مغلفة في كثير من الأحيان بالألومنيوم) أو من الفولاذ المقاوم للصدأ يحيط بالمادة المالئة للفراغ. المواد المالئة تأخذ شكل رغوة، اومسحوق أو ألياف زجاجية وهى دائما مسامية ومقاومة للضغط، كما يتضح فى شكل (1). (Jelle,2010) . تعد (VIPs) هي أغلى من مواد العزل التقليدية لكنها توفرعزل أفضل وبذلك فهى تساهم بشكل أكبر فى تحقيق الكفاءة فى الطاقة وخفض كمية انبعاثات CO_2 ثانى اكسيد الكربون. يمكن تطبيقها على الجدران والاسقف والأرضيات، كما يتضح فى الشكلين (2 ، 3). ويمكن وصف مادة VIP بأنها مادة مسامية وضعت داخل غلاف متعدد الطبقات إما ان يكون ورق من المعدن السميك أو حاجز من البوليمر المعدني متعدد الطبقات لتوفير الحماية ضد الضغوط البيئية كما بالشكل (1) ويتم إدخال مادة مجففة داخل القلب لكثف الغازات والأبخرة

المائية التي قد تخترق الواح العزل المفرغة من خلال الحاجز المغلف وتحتوي على فراغات داخلية تمنع انتقال الحرارة.



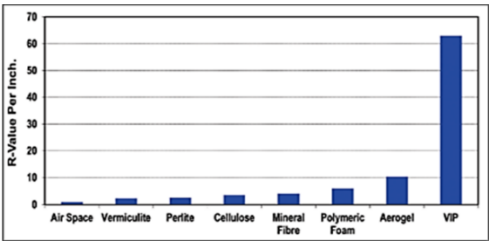
شكل(1) لوح عازل منVIP مغطى بطبقة حماية مخطط توضيحي لمكونات مادة VIP

شكل (2) العزل الحرارى الداخلى للحوائط ب ألواحVIPs

شكل (3) العزل الحرارى الخارجى للاسقف والحوائط ب ألواح VIPs

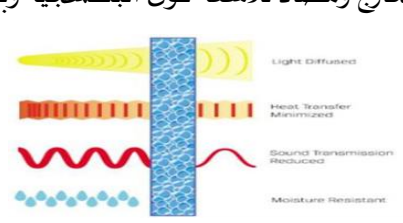
<u>مميزات الواح العزل المفرغة بالآتي:</u>

- توفر الواح العزل المفرغة العزل الحرارى بشكل كبير أكثر من غيرها ما يصل الى عشر مرات أكثر كفاءة حراريا من مواد العزل الحرارى التقليدية كما بالشكل (4) وذلك لمقاومتها الحرارية المرتفعة و بسمك رقيق جدا.
- مثالية لرفع مستوى العزل أثناء أعمال التجديد في المباني القائمة دون زيادة سمك الجد ارن او التأثير علي كمية الإضاءه الطبيعية لطبيعة سماكتها الرقيقة (10ملم إلى 25ملم) .
- تحقق أداء جيد على المدى الطويل على مدى عمر المبنى.
- يمكن إعادة تدويرها بعد نهاية عمرها الافتراضي .



شكل(4) مقارنة بين المقاومة الحرارية (R-Value) لمواد العزل المختلفة.

2-1-3 الهلام الهوائى (العزل الحرارى بالايروجل) : (Aerogel- Nanoge) مادة هلامية منخفضة الكثافة تم فيها استبدال السائل بالغاز، وتتكون من 5% مادة صلبة ،95% هواء، وكانت النتيجة ظهور مادة ذات كثافة منخفضة جدا وخواص متعددة .ومن أهم تلك الخصائص قدرتها العالية على العزل الحراري وتوفير الإضاءة الطبيعية ، كما أنها خفيفة الوزن، ويطلق عليها اسم الدخان المجمد أو الدخان السائل أو الرغوة وذلك لطبيعتها شبه الشفافة ، كما أن لها ملمس يشبة الرغوة، وتعتبر أقل مادة صلبة من حيث الوزن، وعلى الرغم من خفة وزنها تستطيع أن تحمل مواد أثقل منها ب 2000 مرة فى وزنها، وهى مادة تشبة أيضا الزجاج والسيليكا. (oloommagazine.com). وتعد مادة الايروجيل هى التى تمنع انتقال الحرارة وفى نفس الوقت تجعله حساس للرطوبة ، لذا غالبا ما يتم تسويقه ساندوتش بين الواح مقاومة للرطوبة كما فى شكل (5) . و تتوفر الواح Aerogel مع شفافية تصل إلى 75. %. وفي تعريف اخرالايروجل هو مادة فريدة من نوعها يتميز بالانتقالية العالية للضوء ، ويتميز ايضا بالموصلية المنخفضة للحرارة، يعمل على تقليل الكسب الحرارى من الشمس ، التقليل من الضوضاء المرسلة من الخارج ومضاد للاشعة فوق البنفسجية وبالتالى مقاوم للتغير فى اللون .(Kieran, S,2008) .



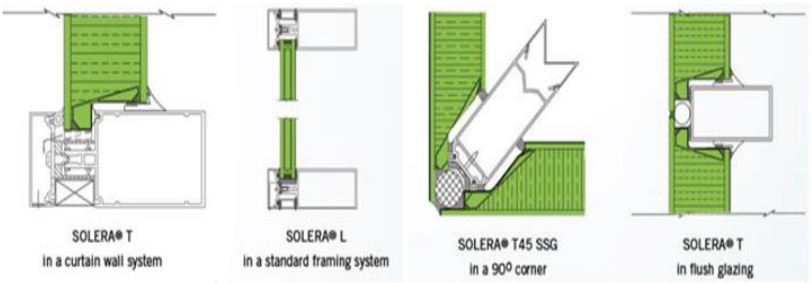
شكل (5) توضيحي لخصائص الايروجيل

شكل (6) الايروجيل المسامي يشبه الدخان المجمد فى العزل الصوتى والضوئى والحرارى وعزل الرطوبة

أنواع تطبيقات الايروجل فى عزل غلاف المبنى:

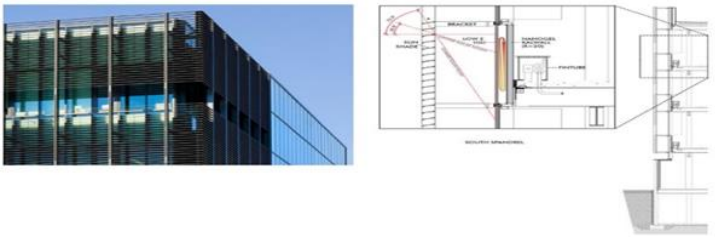
1- وحدات الايروجل للنوافذ والفتحات :تقدم **SOLERA** العديد من منتجات الايروجل لتوفير الاضاءة الطبيعية للفراغات مع مدى واسع من العزل الحرارى.

2-الوحدات الزجاجية المعزولة والغير معزولة التقليدية الشائعة: من حيث قيمة الانتقالية الحرارية **U-Value** تم تصميم وحدات **SOLERA** لتوفير الاضاءة الطبيعية للفراغات مع مدى واسع من العزل الحرارى مع التحكم فى نفاذية وانتشار الضوء ، السيطرة على الكسب الحرارى ، تقليل نفاذية الصوت ، تحقيق الجانب الجمالى ، الامان ، والعزل الحرارى . وهى مصممة لتناسب انظمة التأطير القياسية المختلفة مثل الحوائط الستائرية والنوافذ والوحدات الزجاجية فى الاسقف شكل (7) و الايروجل مضاد للاشعة فوق البنفسجية وبالتالى مقاوم للتغير فى اللون .

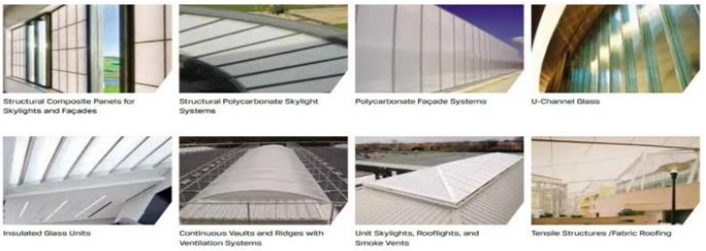


شكل (7) **SOLERA** مصممة لتناسب انظمة التأطير القياسية المختلفة مثل الحوائط الستائرية والنوافذ

إن استخدام الايروجل فى التزجيج يسمح بفتح النوافذ والواجهات الزجاجية فى اى اتجاه دون القلق من حدوث التباين او الهربعد ان كان الاتجاه المفضل للفتحات والنوافذ هو الشمال . ايضا استخدام الايروجل فى الفتحات والنوافذ يلغى المفاضلة التاريخية بين العزل الحرارى مقابل الضوء الطبيعى . يوضح شكل (8) قطاع راسى فى نوافذ الايروجل العازلة فى مبنى النحت بجامعة ييل (Yale University) أيضا يوضح شكل (9) أنظمة الاضاءة الطبيعية باستخدام الايروجل.



شكل (8) قطاع راسى يوضح نوافذ الايروجيل الشفافة العازلة، توفر الاضاءة Yale University Sculpture Building



شكل (9) أنظمة الاضاءة الطبيعية باستخدام الايروجل

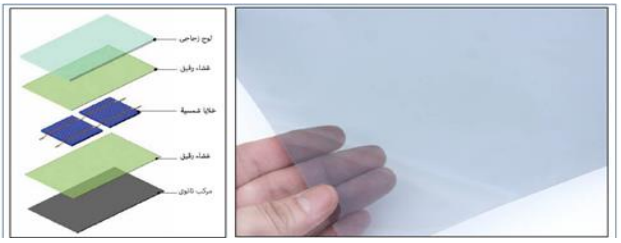
ومما سبق يمكن القول بان الايروجل افضل من النوافذ التقليدية فى العزل الصوتى والحرارى ونفاذية الضوء بجودة عالية.(Hosny , Inas. PP577) .

3-1-3 العزل الداخلي(Aerogel Blankets) : باستخدام Aerogel Blankets يمكن الحصول على مستوى عال من العزل باستخدام سمك صغير من المواد. Aerogel Blankets تمسامية ولذلك فهى جيدة لمنع الرطوبة من التراكم ومنع تكون العفن داخل الجدار .العزل الداخلي للحوائط بالايروجل يقلل من قيم Uبنسبة ٪44 ، ويقلل من استخدام الطاقة وبالتالى يقلل من انبعاثات الكربون. يتضح فى شكل (10) العزل الداخلى لحائط مصمت بالايروجل .

شكل (10) العزل الداخلى لحائط مصم بالايروجل

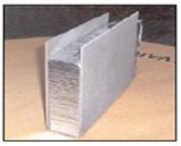
4-1-3 الأغشية الرقيقة:

تستخدم أغشية النانو الرقيقة فى العزل الحرارى للزجاج ، وهى عبارة عن ورقة من ألياف الفولاذ النانوى المقاوم للصدأ، وتساعد على امتصاص الأشعة تحت الحمراء ، كما أنها قادرة على حجب أشعة الشمس مما يساعد على تخفيض درجة حرارة الفراغ الداخلى بنسبة) 2 - 3 درجة(مقارنة مع المواد التقليدية، مما يساعد على ترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى ، ويوضح شكل (11) أغشية النانو الرقيقة العازلة فى الزجاج.(Jelle,2010).



شكل (11) يوضح أغشية النانو الرقيقة العازلة فى الزجاج

وفي الجدول التالي جدول رقم (1) سنقوم بتوضيح خصائص و مواصفات مواد النانو في العزل الحراري:

نوع العزل	الخصائص والمواصفات	النموذج
ألواح العزل الفراغية Vacuum Insulation Pannels (VIPs)	– معامل التوصيل الحرارى عند درجة ٢٥ درجة تصل إلى (٠,٠٠٣٥ واط/م٢كلفن) واط لكل مترمربع كلفن. – سمك الألواح (٨:٣٥مم). – الكثافة(٢٤٠–٢٨٠كجم/م٣). – توفر ١٠% من المساحات الإجمالية للمبنى نظراً لقلة سمكها. – زمن التشغيل من (٣٠:٥٠سنة).	
الهلام الهوائى NanoGel) Aerogel	– انخفاض فى التوصيل الحرارى: قيمة"U-Value" تصل إلى (٠,٢٨ واط/م٢كلفن) واط لكل مترمربع كلفن. – عازل صوتى يقلل من الضوضاء المنقولة. – انخفاض الوزن (٦٠:٨٠ كجم/م٣) – مقاومة الأشعة فوق البنفسجية. – نفاذية الضوء الطبيعى إلى ٧٥%. – طارد للماء والرطوبة – مقاومة الحرارة العالية.	
الأغشية الرقيقة Thin-Film Insulation	– الضوء المرئى المنقول ٦١%. – يمنع٩٧% من الأشعة تحت الحمراء. – يمنع ٩٩%من الأشعة فوق البنفسجية. – يخفض درجة الحرارة النافذة إلى الفراغ الداخلى بنسبة(٢–٣درجة) مقارنة بالمواد التقليدية.	

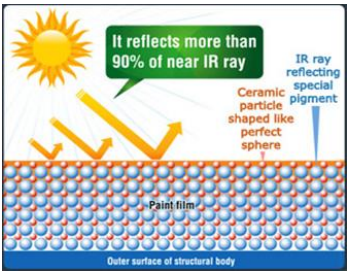
جدول رقم (1) يوضح خصائص ومواصفات مواد النانو في العزل

4- تكنولوجيا النانو والطلاءات المستخدمة في العزل الحراري للأسطح الداخلية والخارجية في مباني وحدات الاقامة في المدن الجامعية:

دهانات النانو تتكون من جسيمات متناهية الصغر جدا لها خصائص لا مثيل لها مثل المرونة على الاسطح والالتصاق السهل وله تقنية عالية بالتنظيف الذاتي بمجرد تعرضه للشمس، حيث تشمل فكرة تطبيق النانو تكنولوجى فى الطلاء على تكثيف الابخرة الكيميائية من اجل انتاج طبقة تكون مرتبطة بالمادة الاساسية من اجل انتاج سطح يحتوي على الحماية المطلوبة او الخواص الوظيفية المحددة .ولقد تم ابتكار نوع من الدهان يتكون من مزيج من مركبات حبيبات السيراميك الكروية الدقيقة الجوفاء والتى تعمل عمل العازل الحراري، وهذا الدهان يستخدم على الجدران الداخلية والخارجية على حد سواء ولكنه اكثر فاعلية على الاسطح الخارجية حيث انه يعكس اشعة الشمس ويشتتها، لذلك فإن دهان السيراميك يعتبر مادة فريدة لتوفير الطاقة الحرارية حيث انها ذات تأثير مزدوج فهى تعكس و تشتت الحرارة بدهانها على الاسطح الخارجية كما انها تحتفظ بحرارة الفراغ الداخلى فى ذات الوقت عند طلاء الاسطح الداخلية بها.

4-1 انواع دهانات السيراميك:

4-1-1 دهاناتANZ السيراميك :تعمل دهانات " ANZ " كدهان خارجي وداخلي للأسطح عامة سواء كانت حوائط داخلية أو خارجية ويستخدم في دهان الخزانات عموما ومواسير شبكات المياه وخطوط الوقود والغاز وغيرها المعرضة لأشعة الشمس المباشرة وغير المباشرة. كما في شكل رقم (12) ، فيعمل الدهان على تكوين طبقة ذات مواصفات مصممة و مطورة بتكنولوجيا النانو تتكون من بلورات وجزيئات بالغة في الدقة كروية الشكل بدون فراغات مرتبة بشكل هندسي دقيق تعمل على تشتيت و انعكاس أشعة الشمس وحرارتها عن السطح المدهون ، وبالتالي تنخفض درجة الحرارة الداخلية للسطح المدهون عن الدرجة الطبيعية بفارق يزيد عن (20) درجة مئوية.و لا يتطلب أي دهانات خارجية أو داخلية بطانة عند استخدام دهان السيرامسك ANZ ، كما أنه في حالة استخدام دهان السيراميك ANZ كعازل للحرارة والرطوبة والأملاح فإنه يغني عن استخدام اى مادة مانعة للصدأ قبله ، و أيضاً يغنى عن استخدام دهان خارجي عليه كما في حالة الدهان العازل للحرارة العادي ، لأن دهان ANZ يتميز بتنوع ألوانه وتغطيته السريعة.

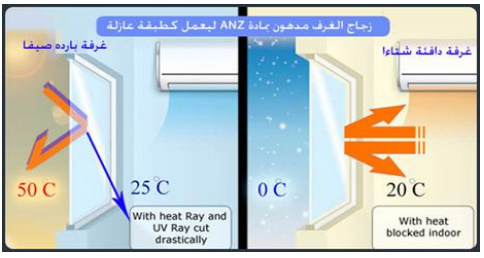


شكل رقم (12) دهان ANZ يعمل على تشتيت الاشعة الشمسية

❖ **استخدامات دهان السيراميك ANZ-G للزجاج والأسطح المصقولة لتخفيض تكلفة استهلاك الكهرباء:**

يساهم دهان السيراميك ANZ فى تحقيق التصميم الداخلى المستدام لتميزه بالمميزات الآتية:

1. توفير أكثر من 20% من الطاقة المستخدمة فى الفراغات الداخلية فى حالة استخدامه فى دهان زجاج النوافذ او الحوائط الزجاجية الساترة، حيث يعمل كطبقة عازلة حرارياً، ويظهر الأثر الاقتصادي الكبير في الأماكن التي تعتمد اعتمادا كليا على الطاقة – علماً بان انخفاض درجة التبريد أو التدفئة درجة واحدة فقط يؤدي إلى انخفاض 10% من استهلاك الطاقة الكهربائية كما في شكل رقم.(onlinelibrary.wiley.com)
2. باستخدام دهانات ANZ يتم تشتيت أكثر من 80% من أشعة الشمس فوق الحمراء قريبة المدى (NIR) .



شكل رقم (13) يعمل دهان السيراميك ANZ كطبقة عازلة للحرارة عند دهانه على الاسطح الزجاجية فيعمل على خفض درجة حرارة الفراغ الداخلى مما يقلل من استهلاك الطاقة

❖ **استخدام دهان السيراميك ANZ فى الحو ائط**

تتميز الحوائط المدهونة بدهان السيراميك ANZ بأنها اقتصادية فى التكلفة والوقت حيث يمكن بأقل عدد من الطبقات الحصول على سطح عازل للحرارة والرطوبة والأملاح وبألوان مختلفة وفى أقل وقت ممكن .فعندما تكون درجة حرارة الجو في الخارج (35) تكون درجة حرارة السطح أو الجدران حوالي (61)، أما بعد طلاء الجدار أو السطح بدهان ANZ وعند درجة حرارة (35) ، تكون درجة حرارة السطح أو الجدار (40) ، وبالتالي فإن لهذا النوع كم الدهانات قدرة ملحوظة وفريدة على خفض درجة الحرارة الداخلية حوالي (21) درجة مئوية . حيث تغنى ثلاث طبقات فقط للقيام بعملية العزل والدهان منها طبقة عازلة للماء وطبقتين من ANZ وليس سبع طبقات كباقي الدهانات العازلة الأخرى وبتكلفة أقل بكثير تصل إلى النصف ووقت أقل بكثير ويبقى ويثبت لمدة أكبر بكثير جداً تتعدى العشر سنوات. وبذلك يقلل من استهلاك الكهرباء اللازمة لعمليات التبريد والتكييف، وبالتالي تقليل التكاليف والنفقات اللازمة لأعمال الحماية ضد ارتفاع درجات الحرارة أو انقطاعها، وبالتالي تتم عملية ترشيد استهلاك الطاقة من مصادر توليدها. وتوفير الكهرباء وسيلة من وسائل ترشيد استهلاك الطاقة وتقليص النفقات وأيضا المساهمة الفعالة في حماية البيئة لتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 من المصادر المنتجة للطاقة استخدامات.

أما بالنسبة للمعادن بصفة عامة فإن لها قدرة فائقة على امتصاص الحرارة وتخزينها لفترات طويلة حتى بعد زوال المؤثر سواء كان أشعة الشمس أو أي مصدر حراري آخر، أما مع استخدام ANZ مع المعادن فإن له تأثير فعال على خفض وعزل الحرارة عنها بصفة خاصة .

2-1-4 دهان السيراميك سوبر ثيرم : (Super Therma) دهان بسمك 250 ميكرون(ربع ميللمتر) يعمل كعازل حراري لجميع الاسطح وتم استخدامه لما فيه من مواصفات وخصائص فريدة من نوعها و هى:

1. مادة خزفية مصممة للعمل كغطاء عازل وعكس الحرارة وتخفيض تكلفة الطاقة.
2. استخدام طبقة من سوبر ثيرم بسمك 250 ميكرون تعادل طبقة بسمك 15 الي 20 سم من الصوف الزجاجي.

3. تعكس 95% من أشعة الشمس فتعمل علي توفير الطاقة من 20 % الي 70.%
4. الدهان الخزفي الوحيد الحاصل علي شهادة الجودة لكود البناء الامريكي كمادة عازلة.
5. مادة صمغية متعددة تحتوي علي مادة مطاطية لتأكيد المتانة وطول العمر.
6. مقاومة الحريق من الدرجة الاولي وفي حالة اندلاع حريق تعمل علي عدم انتشاره.
7. مضادة للتعفن ونمو العفن الفطري.
8. عمل على عزل 68% من الموجات الصوتية.
9. لا تتأثر بتمدد وانكماش الاسطح المعدنية مع تغيير درجات الحرارة.
10. يستخدم على الاسطح المعدنية والخرسانية.
11. صديقة للبيئة مختبرة ومصرح بها من وزارة الزراعة والصحة الامريكية USDA كمادة آمنة فيمكن دهانها حول أماكن إعداد الطعام بالفرشاة أو بالرش أو بالرول
12. عمرها الافتراضى من 15 الي 20 سنة علي الاسطح والوجهات الخارجية في الظروف العادية لحمايتها من الصدأ وتسرب المياه وجميع العوامل الجويه والشمس.

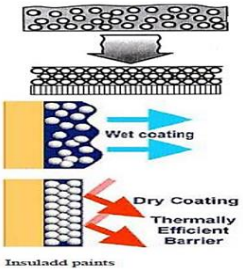
2-4 طلاء النانو حجر: (Nano Stone) يعمل هذا النوع من الدهانات على حماية الاحجار التى تكسو الواجهة من البقع و الاملاح واصابة الحجر باملاح الكبريتات ، و يحمى الحجر من التفتت نتيجة ذوبان الجليد المتراكم عليه كما يجعله مقاوم للامطار و الدهون و غيرها من العيوب التى تدمر الحجر. و من الجدير بالذكر ان لكل نوع من الاحجار الطلاء المناسب له كما في شكل (14) يضيف طلاء النانو للحجر خصائص اضافية مثل المقاومة للاشعة فوق البنفسجية و المقاومة للتغير فى درجات الحرارة و المقاومة للرطوبة العالية و للخدوش و الكيماويات و المقاومة للمركبات العضوية .(nanoprotect.com) .

يعتمد تركيب طلاء النانو ستون على الماء لذلك فإنه سهل الرش على الواجهات و آمن فى الاستخدام و لا يحتاج الى ظروف خاصة لتنفيذه كما انه صديق للبيئة و سهل التنظيف و طارد للمياه .

شكل رقم (14) توضح الحجر بدون معالجة

شكل رقم (15) توضح دهان النانو على الحجر بالرش

3-4 طلاءات العزل الحراري : (INSULADD) المزيج المعقد من كريات السيراميك المجهرية المجوفة و التي تشكل إنسولادكما يتضح فى شكل (16) لها فراغ داخلى مثل زجاجات الترمس الصغيرة ، تم تصميمها لتخلط مع أي نوع من الطلاء ، وعند خلطها مع الطلاء وتطبيقها على الجدران الداخلية والخارجية ، والسقوف ، فإنها تكون بمثابة حاجز للإشعاع الحراري ، وتقلل من استخدام الطاقة بنسبة تصل إلى 20%. وبالمقارنة مع مواد العزل التقليدية مثل الألياف الزجاجية والسليلوز والصوف الصخري، يفوز إنسولاد لأن هذه المواد لا يمكن أن تعكس الطاقة المشعة، التي تمثل ما يصل إلى 93%من الحرارة المكتسبة في الصيف وتصل إلى 75% من الحرارة المفقودة في فصل الشتاء. فى الوقت الذي تسمح فيه هذه المواد للجدران والسقوف والأسقف لامتصاص الحرارة بدلا من انعكاسها.



شكل (16) يوضح دهانات INSULLAD

5 -النو افذ الماصة للحرارة لنو افذ وحدات الاقامة في المدن الجامعية:

(Heat absorbing films) : يحتوي زجاج النوافذ الماصة للحرارة على مواد كيميائية تتفاعل مع الحرارة. ويؤدي هذا التفاعل إلى امتصاص الطاقة بدلا من نقلها من خلال الزجاج ويقلل السطوع والوهج . والألوان الأكثر شيوعا للنوافذ تشمل البرونز والرمادي والأخضر أو الأزرق . وتشمل الفوائد القدرة على الحد بشكل انتقائي من نفاذية الطاقة الشمسية بالنسبة للضوء المرئي ومنع الحرارة الشمسية بالاضافة الى 99 % من الأشعة فوق البنفسجية في حين يسمح بمرور الضوء المرئي من خلاله وهذا ما يجعلها تناسب للاستخدام في مباني وحدات الاقامة في المدن الجامعية.

شكل (17) نانوفيلم للسيطرة على الحرارة والطاقة الأحمال في المبنى

6- تطبيقات النانو لتنظيم درجة الحرارة داخل وحدات الاقامة في المدن الجامعية:

Phase change materials with temperature regulation :(PCMs) يمكن استخدامها كوسيلة فعالة لمعالجة تذبذب درجات الحرارة في المساء وخفض درجات الحرارة العالية نهارا. اى يمكن استخدامهاعلى حد سواء للتدفئة وكذلك التبريد. يتم صنع PCMs من البارافين Paraffin وهيدرات الملح، Salt hydrates حيث يتم جمع كريات البارافين الدقيقة التي يبلغ قطرها بين 2 و20 نانومتر في كبسولات بلاستيكية محكمة. ويمكن دمج هذه المواد في مواد البناء، حيث يسع سنتيمتر واحد مربع حوالي 3 ملايين كبسولة. يمكن أن تمتص PCM درجات الحرارة العالية، مما يسمح ببقاء الفراغات الداخلية أكثر برودة لفترة أطول، مع الاحتفاظ باالحرارة في PCMلتستخدم فى تسييل البارافين. فعندما ترتفع درجة الحرارة، تذوب المحتويات الشمعية للكبسولات، ويتغير البارافين من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. ونفس المبدأ يعمل في الاتجاه الآخر. PCM متاح في شكل مواد مضافة (كبسولات) يمكن دمجها في مواد البناء التقليدية مثل اللصقات والواح الجبس لإضافة وظيفة تنظيم درجة الحرارة إلى الداخل ، (شكل 18) وايضا

يمكن استخدام الواح الزجاج او كتل الخرسانة المعبأة ب PCMs مع خصائص احتفاظ محددة لتجهيز المبنى بخاصية التخزين الكامن للحرارة من البداية يحتاجPCM إلى التعرض للدفء لتقوم بوظيفتها. لذا لن يكون من المنطقي عمل عزل داخلى للجداراو السقف المعالج ب PCM لأن العزل سيعيق فعاليةPCM . ايضا المواد التي تحتوي علىPCM يجب أن تكون ذات موصلية حرارية جيدة لضمان النقل الحرارى السريع من وإلى PCM .

شكل (18) تطبيق PCM plasterعلي الجدران الداخلية يوفر العزل الحراري

من بين المشاريع التي استخدم فيها PCMهو :(Housing Sur Falveng)

شكل (19) وهو مبنى يضم 20 شقة معزولة حراريا لذوي الاحتياجات الخاصة في جبال الألب السويسرية. جميع الشقق لديها مساحات واسعة من الزجاج تواجه الجنوب ، اعتمادا على الموسم ، يتم تسخين الشقق عن طريق الاكتساب الشمسي السلبي . يحتوي مركز الزجاج المركب بسمك 8سم على مادة تعبئة عبارة عن هيدرات الملح التي تعمل كمخزن حراري كامن للحرارة الشمسية وتحمي الغرف من السخونة الزائدة. يمتلك مخزن الحرارة الكامن قدرة امتصاص حرارية تعادل جدار خرساني سمكه 15سم الواح الزجاج تكون شفافة عند ذوبان مواد التعبئة وتصبح بيضاء عند التجمد. وبالتالي فإن التغير فى حالة المواد ينعكس على الفور في مظهر المبنى.

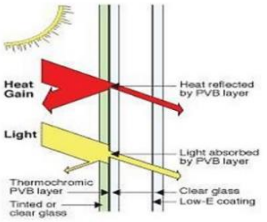
شكل (19) مبنى " housing Sur Falveng " للمسنين في جبال الألب السويسرية

7- استخدام التقنيات " الذكية " فى النو افذ للتحكم فى الضوء والحرارة لوحدات الاقامة في المدن الجامعية: يعد التحكم في الضوء، والحد من الفقد والاكتساب الحراري من خلال النوافذ أمر بالغ الأهمية للحد من استهلاك الطاقة في مباني المدن الجامعية. تقلل تقنيات النانو من الفقد والاكتساب الحراري عن طريق الزجاج، بفضل عدة تقنيات وهى:

أ- Thin film coating: هى أسطح حساسة للضوء يتم تطبيقها على زجاج النوافذ لها القدرة على فلترة الأشعة تحت الحمراء الغير مرغوب في للحد من الكسب الحراري في المباني.

ب-Thermo chromic technology: نفاذيه الضوء الطبيعى 54% -8% - معامل الكسب الحراري.

التقنيات الحرارية تتفاعل مع اى تغير فى درجات الحرارة وتوفر العزل الحراري اللازم للحماية من الحرارة وفى نفس الوقت توفر اضاءة كافية. شكل (20) عبارة عن رسم تخطيطى يوضح انعكاس الحرارة وامتصاص الضوء من خلال. Thermo chromic glass شكل (21) يوضح اثر تفاعل الزجاج مع التغير فى الحرارة المحيطة. قيمة U-valueللزجاج، Thermo Chromic متغيرة و يمكن الحصول على U-value محددة عن طريق تحديد الصبغة الزجاجية المستخدمة ، ونوع الطلاء منخفض الانبعاثية Low-e coating المستخدم و مقدار الفراغ الهوائى فالنوافذ ببساطة تتلون حسب المستوى المطلوب على أساس التعرض لأشعة الشمس فى كل يوم من أيام السنة ، في أي وقت من اليوم، ولأي اتجاه على المبانى . (Waked,2011)



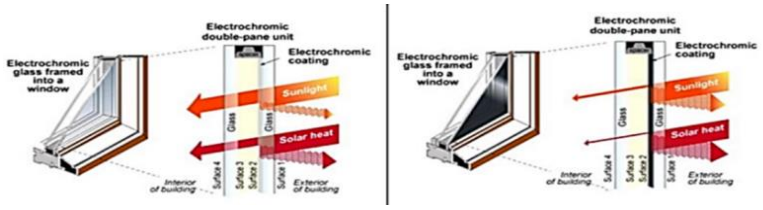
شكل (20) رسم تخطيطى يوضح انعكاس الحرارة وامتصاص الضوء من خلال طبقة الحرارة (Thermo chromic)

شكل (21) Thermo chromic glass يوضح كيفية تفاعله مع اى تغير فى درجات

ج- Photochromic Technology : التقنيات اللونية الضوئية تتفاعل مع اى تغيرات فى شدة الضوءعن طريق زيادة وتقليل امتصاص الضوء. فهنا يسبب ضوء الشمس نفسه اظلام الزجاج تلقائيا دون تبديل. فهى تسمح بدخول ضوء النهار بما يكفي لأغراض الإضاءة، وتقلل من دخول ضوء الشمس الزائد الذي يسبب الوهج والتحميل الزائد على نظام التبريد.

د- Technology Electrochromic: يصل معدل نفاذية الضوء الطبيعى ل (50%-70%) فى حالة الشفافية و (2% -50%) فى حالة التلون. أما **u- value** فهى حوالي (0.29). (sciencedirect.com, 2017).

تتفاعل الطلاءات الكهرومغناطيسية مع التغيرات في الجهد المستخدم باستخدام طبقة من اكسيد التنجستين ليصبح الزجاج مظلم بلمسة زر واحدة للحد من التاثيرات الغير مرغوب فيها مثل الوهج ، والحرارة الزائدة دون فقد الاتصال بالطبيعة المحيطة، مفتاح واحد هو كل ما هو مطلوب لتغيير درجة نفاذية الضوء من حالة إلى اخرى أي للتغير من الشفافية للاظلام ومفتاح اخر للتغيير مرة أخرى وتعد الطاقة الكهربائية المطلوبة لتلوين طبقة الطلاء الرقيقة جدا هى الاقل، وعملية التحول نفسها تستغرق بضع دقائق تتفاعل الطلاءات الكهرومغناطيسية مع التغيرات في الجهد المستخدم باستخدام طبقة من اكسيد التنجستين ليصبح الزجاج مظلم بلمسة زر واحدة للحد من التاثيرات الغير مرغوب فيها مثل الوهج ، والحرارة الزائدة دون فقد الاتصال بالطبيعة المحيطة، مفتاح واحد هو كل ما هو مطلوب لتغيير درجة نفاذية الضوء من حالة إلى أخرى، أي للتغير من الشفافية للاظلام ومفتاح اخر للتغيير مرة أخرى كما في شكل (22) وتعد الطاقة الكهربائية المطلوبة لتلوين طبقة الطلاء الرقيقة جدا هى الاقل، وعملية التحول نفسها تستغرق بضع دقائق .



شكل (22) glass Electro chromic فى حالة الشفافية والتلون

8- تنظيم درجة حرارة الهواء الداخلى للفراغ الداخلي لوحدات الاقامة في المدن الجامعية:

أ- تقنية تنظيم الحرارة :(Temperature Regulation) تعنى التحكم بالحرارة عن طريق تغيير خواص واشكال المواد وتقليل او زيادة الحرارة والبرودة وحماية الفراغ الداخلى من اشعة الشمس الضارة تستخدم في جميع عناصر التصميم الداخلى.

ب- تقنية الحماية من الاشعة فوق البنفسجية :(UV Protection) وهي تقنية تعمل على توفير الحماية والشفافية العالية. تستخدم فى بعض مواد البناء وخاصة فى الاسطح الزجاجية.

ج- ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو :ساهمت تكنولوجيا النانو في طرح العديد من التطبيقات لترشيد استهلاك الطاقة من خلال تقديم مواد عزل متطورة واضاءات موفرة للطاقه لحل مشاكل زيادة استهلاك الطاقة في المباني.

د- ترشيد استهلاك الطاقة باستخدام مواد العزل المعالجة بتقنية النانو: العزل الحراري هو أحد الجوانب الرئيسية لتحقيق ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني حيث يوفر من إستهلاك المكيفات وغيرها من وسائل الطاقة التي يتم إستهلاكها لأغراض التدفئة والتبريد لتوفير راحة حرارية داخل الفراغات المختلفة، فتكنولوجيا النانو ساعدت على ظهور مواد عزل حراري متقدمة وقوية ومستدامة ورقيقة السماكة. فتطبيق مواد العزل الح اررى التقليدية مثل الصوف الزجاجي يتطلب زيادة سمك الحوائط لتحقيق متطلبات كفاءة الطاقة، وتعتبر مادة الهلام الهوائي والواح العزل المفرغة أفضل حلول للعزل في المباني. (رانا-2021).

9- عناصر الغلاف الخارجي للمبنى: حتى يتمكن المصمم والمهندس من الوصول إلى تحقيق بيئة مناخية صالحة داخل الفراغات المعمارية لوحدات الاقامة بالمدن الجامعية التي يقوم بتصميمها، يجب أن يكون إهتمامه أكبر بتحليل الخصائص المناخية علاوة على دراسة العناصر المعمارية المختلفة لمبني السكن الجامعي من حوائط وأسقف وفتحات خارجية والتأثير المتبادل بين العوامل المناخية وعناصر الغلاف الخارجي للفراغ حيث أنها تعتبر المنفذ الرئيسي لإنتقال الحرارة داخل المبنى وبالتالي حالة المناخ بالفراغ. (W. shearer,2001).

يتكون الغلاف الخارجي للمبنى يتكون من (3) عناصر رئيسية وهي:

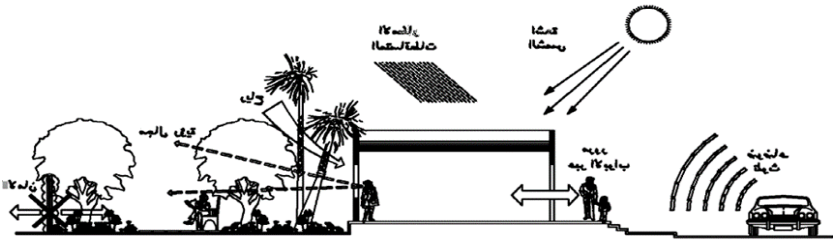
أسقف الحائط الخارجي الرأسي. الفتحات الخارجية (أبواب وشبابيك).

المؤثرات الخارجية على غلاف المبنى:

1. العوامل المناخية: العوامل المناخة تشتمل على الشمس واشعتها ودرجة الحرارة والرطوبه النسبية، حركة الهواء والرياح. وتختلف هذه العوامل طبقا للمناخ المحلى، ولكل منها حدوده المريحة، اما إذا تجاوزت العوامل تلك الحدود فانها تحتاج الى المعالجات لتدخلها فى مجال الراحة.
2. الاشعاع الشمسى :عبارة عن الموجات الكهرومغناطيسية التى تبثها الشمس الى سطح الارض وتتراوح الاطوال الموجية للانواع المختلفة للاشعاع الشمسى من 0.28الى 3.00ميكرون (1ميكرون = 1/1000من المليمتر) .

أنواع الاشعاع الشمسي

1. الاشعة فوق البنفسجية : Ultra-Violet : هى تمثل الاشعاع ذو الطول الموجى الاقل من 0.4 ميكرون وهى المسبب الاساسى لتدمير الاصباغ والالوان فى الخشب والمنسوجات والأسطح الملونة، كما ان المواد الاساسية نفسها تتأثر أيضا. وبالتالي فإن الحماية الدائمة ضد الاشعة فوق البنفسجية أمر مرغوب فيه .
2. الاشعة تحت الحمراء : Infra-red: هى تمثل الاشعاع ذوالطول الموجى الاكبر من 0.76ميكرون. (عطوه-ص3)
3. الضوءالمرئى: Visible light : يمثل الضوء المرئى جزء صغير من الاشعاع الشمسى . وبالرغم من ان ذروة الكثافة للاشعاع الشمسى تقع فى القطاع المرئى إلا ان أكثر الطاقة المنبعثة من الشمس مصدرها الاشعة تحت الحمراء.



شكل (23) اهم المؤثرات ما بين داخل وخارج المبنى خلال غلافه الخارجى

10 -استخدام تكنولوجيا النانو فى الغلاف الخارجى للمبانى للاستفادة في تحقيق جودة البيئة الداخلية IEQ لوحدات الإقامة في المدن الجامعية:

تؤثر تكنولوجيا النانو تأثيرا واضحا علي جودة البيئة الداخلية للمباني مما نجد انه يحدث تاثيرا مباشرا ايضا عند استخدامها في مباني وحدات الاقامة في المدن الجامعية وهي تنقسم الي: (عطوه، 2018)

أ- جودة البيئة الداخلية (IEQ) : طبقا لما يُعرف بعلم بيئة المباني فإن جودة البيئة الداخلية تشير إلى مدى كفاءة إقامة وراحة الناس بالمساحات الداخلية وفقا لما يتم تفسيره بمجموع ردود افعالهم النفسية والعضوية لعوامل التصميم المعماري . وهناك أربعة عناصررئيسية تشكل ما يسمى جودة البيئة الداخلية الجيدة وهي؛ التهوية وجودة الهواء الداخلى، والراحة الحرارية، وضجيج الصوت، ومستويات الإضاءة.

ب- التهوية وجودة الهواء الداخلى (IAQ) : تعتبر التهوية الطبيعية مكون اساسى من مكونات جودة البيئة الداخلية فالتهوية الجيدة تعمل على تحسين الصحة و من ثم الانتاجية في حين ان معدلات التهوية السيئة قد تتسبب في مجموعة من الاثار الصحية و الحسية .

ويمكن توضيح اهمية التهوية الطبيعية فى المبنى فى النقاط التالية:

- تبريد عناصر ومكونات المبنى من الاثاث والحوائط الداخلية والارضيات والاسقف والتى تتاثر بالحرارة المحيطة وتحتفظ بها فى اوقات الظهيرة.

- تحقيق الراحة الفسيولوجية للسكان والتى تعتمد على درجة الحرارة والرطوبة وحركة الهواء.
- الحفاظ على جودة الهواء الداخلى: جودة الهواء الداخلى هو مصطلح يشير الى نوعية الهواء داخل وحول المبنى. فالهواء يتلوث بالغازات مثل اول وثانى اكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة، VOCsوالملوثات الجرثومية مثل العفن والبكتيريا. وللتخفيف من تلك الملوثات يجب التحكم فى مصادرها.
- التخلص من نسبة ثانى اكسيد الكربون الناتج عن تنفس مستعملى الفراغ واحلال الاكسجين بدلا منه.
- التخلص من الروائح الكريهة والضارة داخل الفراغ.
- التخلص من الرطوبة فى المبنى.

ويختلف معدل التهوية من فراغ لاخر حسب النشاط داخل الفراغ فعلى سبيل المثال فى غرفة المعيشة وغرف الاقامة (النوم) يكون معدل تجديد الهواء المناسب من 1الى 1.5مرة فى الساعة بعكس المطبخ مثلا حيث يصل معدل تجديد الهواء من 4الى 5 مرات فى الساعة نظرا لارتفاع نسبة الروائح وثانى اكسيد الكربون.

ج- الراحة الحرارية: الراحة الحرارية من اهم العوامل الفسيولوجية التى تؤثر بشدة على حالة الانسان وخصوصا الطلاب المغتربين المقيمين بالمدن الجامعية، ويشعر الانسان بالراحة الحرارية عندما يمكن للجو المحيط إزالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل انتاجهما. وتعد العوامل المناخية المتمثلة فى الاشعاع الشمسى ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وحركة الهواء، هى العوامل ذات التاثير المباشر على احساس الانسان بالراحة من عدمه.

د- الضوضاء :تسبب الضوضاء الازعاج والتوتر العصبى وإذا زادت الضوضاء عن 90ديسيبل قد يفقد الانسان السمع ويمكن معالجة الضوضاء داخل المبانى باستخدام مواد عازلة للصوت .

هـ- الاضاءة الطبيعية :هي الاضاءة التي يكون مصدرها الشمس، وللضوء الطبيعى اهمية كبيرة فى التصميم الداخلى حيث يساعد فى توفير الراحة النفسية لشاغلى فراغات مباني وحدات

الاقامة في المدن الجامعية حيث يربط شاغلى المبنى بصريا بالبيئة الخارجية، كذلك يربط الطلاب بالوقت وبظروف الطقس. فبدون دخول ضوء النهار يفقد الانسان الاحساس والارتباط بالطبيعة بالاضافة الى فوائده فى تنظيم الوظائف البيولوجية فى جسم الانسان.

وهناك عدة عوامل تحدد كمية الاضاءة داخل الطبيعية النافذة الى الفراغ وهي؛ اتجاه الفتحات وعلاقتها باتجاه الشمس، وتوجيه المبنى، والمساحة المزججة كالنوفذ والفتحات السقفية، والخصائص الضوئية لمادة الزجاج.(Waked,2001)

جدول (2) ملخص أثر استخدام تكنولوجيا النانو فى الغلاف الخارجى للمبانى على جودة البيئة الداخلية:)

عناصر جودة البيئة الداخلية	اثر استخدام تكنولوجيا النانو فى الغلاف الخارجى	استخدام مواد وتقنيات النانو فى الغلاف الخارجى للمبنى + الاهتمام باستراتيجيات التهوية الطبيعية = بيئة داخلية جيدة
الراحة الحرارية	توفر تقنيات النانو مواد عزل جديدة للحماية من الحرارة الناتجة عن الاشعاع الشمسى مثل ال VIPs فى الحوائط والارضيات وAerogel فى الحوائط والنوافذ والفتحات الزجاجية فى الحوائط والاسقف و Thin-film insulation وHeat absorbing films ، التقنيات " الذكية "فى النوافذ والفتحات الزجاجية فى الاسقف والواجهات ، بالاضافة الى طلاءات INSULADD للعزل الحرارى فى الحوائط الداخلية والخارجية والاسقف . اما درجة حرارة او برودة الفراغات الداخلية فنجد PCMs لتنظيم درجة الحرارة لتلك الفراغات . وبذلك تكون تكنولوجيا النانو قد وفرت التحكم و الحماية من تاثير الاشعاع الشمسى وتنظيم ارتفاع او انخفاض درجة الحرارة الفراغات الداخلية . أما تحقيق بقية العوامل اللازمة لاحساس الانسان بالراحة الحرارية والمتمثلة فى حركة الهواء والرطوبة النسبية يستدعى حدوث التهوية الطبيعية .	
الاضاءة الطبيعية	يحتاج الانسان لدخول الاضاءة عبر النوافذ وبما ان النوافذ التقليدية هى اكبر عناصر دخول البرودة والحرارة لقلة سماكتها وقلة مقاومتها لانتقال الحرارة ، لذلك كان المصممين يلجأون لتقليل الفتحات والنوافذ والنتيجة هى محدودية الاستفادة من الاضاءة الطبيعية . توفر تكنولوجيا النانو ، تقنية Thermo chromicالتى تستجيب لاى تغير فى درجات الحرارة وتوفر العزل الحرارى اللازم للحماية من الحرارة وفى نفس الوقت توفر اضاءة كافية . وعند دمج النانو جل في الواجهات الزجاجية والوحدات الزجاجية فى الاسقف و النوافذ و المناور ، فإنه يحقق الكفاءة الحرارية وفى نفس الوقت يسمح بنفاذية ضوء النهاردون حدوث التباين او البهر. وبزيادة خصائص العزل للزجاج مع الاحتفاظ بخاصية النفاذية للضوء الطبيعى يمكن استخدام الزجاج بحرية دون التقيد بعدد الفتحات اومساحة التزجيج ، والنتيجة هى تحقيق اقصى استفادة من الاضاءة الطبيعية .	
	استخدام طلاءات التنظيف الذاتى على الزجاج يمنع تراكم الاوساخ والاتربة التى قد تعوق نفاذية الضوء الطبيعى .	
جودة الهواء الداخلى	الهواء المستخدم فى التهوية الطبيعية فى المبنى قد يكون محملا بالملوثات مثل المركبات العضوية المتطايرة . استخدام تقنيات النانو لتنقية الهواء فى الغلاف الخارجى للمبنى يقلل تلك الملوثات و يحسن نوعية الهواء .	
العزل الصوتى	النوافذ التقليدية هى اكثر عناصر المبنى نفاذية للضوضاء ، استخدام الايروجل فى النوافذ والفتحات الزجاجية يحقق كفاءة فى العزل الصوتى .	

النتائج:

- تعمل تقنية النانو على تعديل خواص المواد الطبيعية والصناعية عن طريق تغيير الترتيب الذرى للمادة مما يؤدى الى التخلص من الخصائص السلبية او إضافة خصائص اخرى لم تكن موجودة من قبل.
- تعمل تقنية النانو الخضراء على تحقيق التصميم الداخلى المستدام لوحدات الاقامة في المدن الجامعية من خلال اتجاهين:

الاول: تحسين كفاءة اداء المبانى القائمة بالفعل.

الثانى: تطوير وتحسين خواص الخامات التى تستخدم فى تنفيذ التصميم الداخلى.

يعتبر استخدام منتجات النانو العازلة من اهم الحلول التى تعمل على تحسين كفاءة المبانى القائمة بالفعل فهى عبارة عن طبقة رقيقة جداً غير مرئية وغير سامة يمكن رشها على أى خامة فتوفر مستوى عالى من العزل الحراري او العزل المائى كما تعمل على توفير بيئة داخلية مريحة.

-بفضل تقنية النانو امكن الوصول الى تحقيق ما يُعرف بالاسطح الصحية و ذلك بدهان اى سطح بدهان يحتوى على مبيد حيوى Biocide ذاتى التنظيف و يعمل على تحلل البكتيريا و الميكروبات و الاوساخ.

التوصيات:

- استخدام خامات النانو العازلة فى معالجة المبانى القائمة للمدن الجامعية عامة ومباني وحدات الاقامة بها على وجهه الخصوص لحمايتها والعمل على ترشيد استهلاك الطاقة بها.
- استبدال الخامات التقليدية المستخدمة فى التصميم الداخلى المستدام بخامات النانو الخضراء لما تتمتع به من خواص فريدة تعمل على تحقيق الاستدامة داخل وحدات الاقامة بالمدن الجامعية فى أفضل صورها.

المراجع

- **المراجع العربية:**

1. أحمد، محمد سيف النصر. (2017). "دور تطبيقات النانو في تحقيق العمارة المستدامة".

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector.VOL.12. No.42.

2. شاهين، محمد محمد على. (اغسطس ،2021). "الخامات المعالجة بتقنية النانوتكنولوجى و استخدامها في أعمال النحت المعاصر" . مجلة التراث والتصميم: 1(4) .
3. حربة، علا. (2017) . "العمارة في ظل تقنية النانو". مجلة جامعة البعث :39 (18).
4. سيد، لميس محمدي. (2011) . "دور التقنية فى تطوير العناصر المعمارية التقليدية" . رسالة ماجيستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة الاسكندرية. جمهورية مصر العربية.
5. عرفة، رنا إبراهيم محمد صالح. (يونيو، 2021) . "دور التصميم الداخلى المستدام فى علاج متلازمة المبانى السكنية المريضة". مجلة التراث والتصميم :1(3).
6. عطوة ، محمد سعد . (2018) . "أثر استخدام مواد و تقنيات النانو في الغلاف الخارجي على جودة البيئة الداخلية في المباني" . المجلة العلمية الدولية :(فى العمارة الهنسة والتكنولوجيا) .

- **المراجع الاجنبية :**

1- B.P. Jelle, A. Gustaavsen, R. Baetens and S. Grynning . (January, 2010) . Nano Insulation Material Applied in The Building of Tomorrow. Proceedings of COIN Workshop on Concrete Idea for Passive House . Oslo. Norway . pp 26-27.

2- Elvin , Dr. George . (2007) . NanoTechnology for Green Building . Green Technology Forum . pp11-12.

3- Hosny, Inas . Nano materials and their applications in interior design . American International Journal of Research: (in Humanities Arts and Social Sciences) . pp577.

4- Waked , Anaheed . (2011) . Nano materials applications for conservation of cultural heritage . Department of Architecture . Modern Academy for Engineering &Technology . Cairo . Egypt . WIT Transactions on The Built Environment . WIT Press . Vol. 118 .

5- Leydecker, Sylvia. (2008) . Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Desig . Birkhauser . Basel . Bosto. Berlin .

6- Mukhopadhyaya, P. , Molleti, S. . Vacuum insulation panels (VIPS): An historical opportunity for the building construction industry . National Research Council of Canada . Ottawa . Canada . pp11-18 .

7- W. shearer, A. (2001) . Principles and examples with references to hot arid climates . Sultan natural energy and vernacular architecture. pp152.

- شبكة المعارف الدولية:

1- Kieran, S. , Timberlake, J. 2008. https://www.academia.edu/7765249/Yale_Sculpture_Building_and_Gallery_-_Kieran_Timberlake.

2- http://greendimensions.wikidot.com/printer--friendly//advanced-hvac.

3- http://kierantimberlake.com/posts/view/137/.

4- http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ad.853/pdf

5- http://www.oloommagazine.com/Articles/ArticleDetails.aspx.

6- Electrochromic dynamic windows for office buildings . International Journal of Sustainable Built Environment . Gulf Organisation for Research and Developmen .2017 . https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212609012000118?token=F309843EAEA08D5758CA27D86484EEF7C5C0A516C09030F6871E7B6E93299472D1FAA0032F5713BB21704C1BDE85C39D&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220302144050

7- Souad A. M. Al-Bat'hi . Electrodeposition of Nanostructure Materials . . December 2nd. 2015. https://www.intechopen.com/chapters/49413

8- Nanotechnology In Architecture site . http://greendimensions.wikidot.com/nanotechnology-in-architecture.

9- https://nano-protection.co.uk/.

10- www.ibm.com.