العوازل الحرارية ودورها في تحسين البيئة الداخلية لمباني المناطق الصحراوية

*رواد احمد كريم[1]، عزالدين حسن الشبوكي[2]، نزار أبوبكر غميض[3]

[3,1] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة رقدالين، جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا

[2] قسم الهندسة الصناعية، كلية الهندسة رقدالين، جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا

Rawad.krayem@sabu.edu.ly*

ملخص البحث

تشير الدراسات إلى أن نسبة الحرارة المنتقلة من الحوائط وأسقف المباني الواقعة في المناخ الصحراوي الجاف بحوالي 60-70% بينما تأتي البقية عن طريق فتحات النوافذ والأبواب ، وبالتالي فأن الحرارة المتسربة من الحوائط والأسقف تمثل الجزء الأكبر المراد التخلص منه عن طريق أجهزة التكييف ، ولذا فإن العزل الحراري يمثل أهمية كبيرة في تخفيض الحرارة المتسربة إلى داخل المبنى وبالتالي التقليل في استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في تبريده ، حيث إن الحصول علي الكمية المطلوبة من الطاقة الكهربائية تعتبر من أهم المشاكل التي يعاني منها سكان مناطق الجنوب هذه السنوات.

وتهدف هذه الورقة إلى توضيح أهمية العزل الحراري في المباني التي انشأت في المناخ الصحراوي ودوره في تخفيض الطاقة الحرارية المستخدمة في أغراض التكييف من حيث معرفة العزل الحراري وفوائده والتعرف على مواد العزل الحراري الشائعة الاستعمال وخصائصها ثم معرفة كيفية استخدامها في المباني بطريقة سليمة بحيث تؤدي إلى ترشيد الطاقة . حيث استنتجنا من خلال هذا البحث إلى أن مواد العزل الحراري تمثل أهمية كبيرة في المنشات الواقعة في المناخ الصحراوي الجاف لأنها تؤدي إلى خفض استهلاك الطاقة إذا استعملت في المكان المناسب من المبنى وبالكمية المناسبة.

Studies show that the heat transferred from the walls and roofs of buildings in the desert climate is about 60-70%, while the rest comes from window and door openings. Thermal insulation is the most effective technique used in reducing the heat transferred into the building and thus reducing the consumption of electric energy used in cooling, where the required amount of electricity is the most important problem experienced the residents of the southern regions of Libya.

This paper aims to identify the importance of thermal insulation of the concrete structures in desert areas and its role in reducing electricity consumption. In this research, we concluded that application of thermal insulation in residential buildings is an important technique in reducing the heat transferred into the building and reducing the consumption of electric energy if used in the appropriate place of the building and appropriate quantity.

الكلمات الدالة:

المناخ الصحراوي ، العزل الحراري ، التوصيل الحراري ، الامتصاص.

1.المقدمة:

إن العزل الحراري هو عبارة عن استخدام مواد لها خواص عازلة للحرارة ، بحيث تساعد في الحد من تسرب وإنتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله صيفاً ومن داخله إلى خارجه شتاءً ، وتنقسم الحرارة التي تخترق المبنى والتي من المفترض التخلص منها باستعمال أجهزة التكييف للحفاظ على درجة الحرارة الملائمة إلى ثلاثة أنواع وهي الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف والحرارة التي تخترق النوافذ والتي تنتقل كذلك عبر فتحات التهوية الطبيعية، وتكمن فوائد العزل في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية حيث أثبتت التجارب العلمية أن تطبيق استخدام العزل الحراري في المباني السكنية والمنشآت الحكومية والتجارية والصناعية يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية ويحتفظ بدرجة الحرارة المناسبة للمبنى لمدة أطول دون الحاجة إلى تشغيل أجهزة التكييف لفترات زمنية طويلة ويرفع مستوى الراحة لمستخدمي المبنى، وإن من أهم العوامل التي تؤثر على اختيار مواد العزل الحراري المناسبة أن تكون المادة العازلة ذات مقاومة توصيل

حراري منخفض وعلى درجة عالية لمقاومة لنفاذ الماء والإشعاع وأن تكون على درجة عالية في مقاومتها لامتصاص بخار الماء،

وكذلك يجب أن تكون ذات درجة عالية في مقاومتها للإجهادات الناتجة عن الفروقات الكبيرة في درجات الحرارة، وأن تكون ذات خواص ميكانيكية جيدة كارتفاع معامل المقاومة الإنضغاطية.

1.1 أهمية البحث

تكمن اهمية البحث في توفير مناخ يبعث الشعور بالراحة الحرارية داخل المباني وتحسين جودة البيئة الداخلية بواسطة زيادة كفاءة العزل الحراري والتي تساهم في خفض استهلاك الطاقة الكهربائية ، بالإضافة إلى حماية المسكن من التصدعات والتلف نتيجة الاجهاد المتبادل لارتفاع وانخفاض درجات حرارة عناصره.

2.1 مشكلة البحث

يشعر سكان المناطق الصحراوية إلى عدم الارتياح الحراري داخل المباني وذلك نتيجة لارتفاع الحرارة صيفا او انخفاضها شتاء ويرجع السبب في ذلك إلى سهولة انتقال الحرارة من خلال الغلاف الخارجي المكون للمبني والذي ادي إلى استهلاك الطاقة الكهربائية بشكل كبير لاستعمالها في وسائل التكييف والتدفئة ، مما جعلنا في هذه الدراسة ان نبحث علي اهم تقنيات العزل الحراري للمباني في المناطق الصحراوية من اجل توفير الراحة الحرارية داخل المبني والتقليل من معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية.

3.1 المساهمة العلمية المتوقعة.

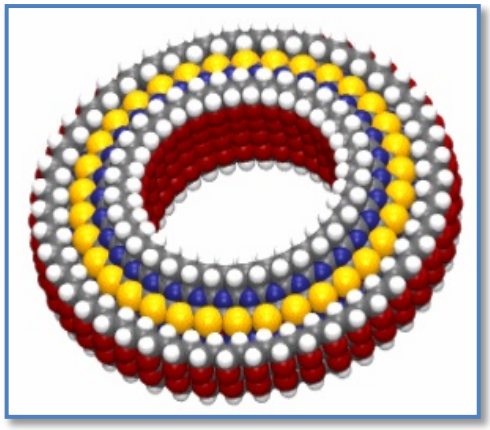
نساهم من خلال هذا البحث في التعريف بتقنيات العزل الحراري والتي لا نستخدمها كثيرا في بلادنا الحبيبة وطرق استخدامها علي اسطح المباني والتي ترجع بالنفع علي الترشيد في استهلاك الطاقة الكهربائية والتي نعاني منها كثيرا هذه السنوات ، بالإضافة إلى التقليل من التصدعات والتلف الموجود علي اسطح المباني نتيجة الاجهاد المتبادل لارتفاع وانخفاض درجات حرارة العناصر الانشائية.

2. مواد العزل الحراري

1.2استخدام تقنية النانو في عزل المباني وحمايتها من المؤثرات الخارجية

تكنولوجيا النانو من أهم التقنيات الحديثة التي تعتبر من نتاج الثورة الرقمية وخاصة في مجال البناء والتشييد ، وهو العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة علي المقياس الذري والجزيئي الذي ساهم في ابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من المليمتر ، وعادة تتعامل تقنية النانو مع قياسات بين 0.1 إلى 100 نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلي ألف ذرة كما مبين فى شكل (1) ، وهي أبعاد أقل كثيرا من أبعاد البكتريا والخلية الحية [1].

وبالتالي تسهم هذه التقنية في انتاج مواد بناء ذات مميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة ، فسوف تتمكن مباني النانو من مقاومة درجات الحرارة العالية والإشعاعات الضارة والحماية من الحرائق وأيضا ستتمكن هذه المباني من صيانة ومعالجة أى تشققات وتصدعات بها مبكرا ،حيث ستدخل هذه التكنولوجيا في إنتاج مواد البناء لتحسين خصائصها ووظائفها مثل المواد المستخدمة في طلاء المباني والمواد المضافة للخلطة الإسمنتية والجبسية والبلاط وتحسين صناعة الزجاج والأخشاب وصناعات حديد الصلب ورفع كفاءة الطاقة في المباني لتجعلها خفيفة الوزن وأكثر قوة ومتانة وحماية للأسطح والجدران من الحرارة العالية والرطوبة والأشعة فوق البنفسجية بالإضافة ان هذه التقنية تعتبر صديقة للبيئة حيث ستساعد مواد البناء في التقليل من انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون في البيئة [1].



الشكل رقم (1) يوضح جزيئات النانو[1]

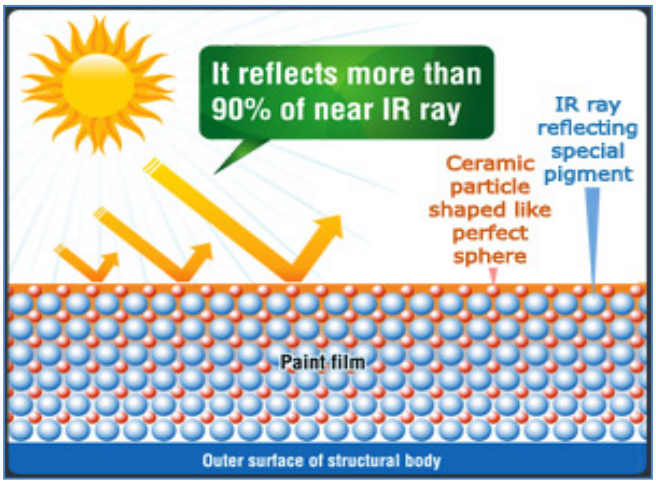
1.1.2 دور دهان النانو في العزل الحراري لأسطح المباني

دهانات النانو تتكون من جسيمات متناهية الصغر جدا لها خصائص لامثيل لها مثل المرونة علي الاسطح والالتصاق السهل وله تقنية عالية بالتنظيف الذاتي بمجرد تعرضه للشمس ، حيث تشمل فكرة تطبيق النانو تكنولوجى فى الطلاء على تكثيف الأبخرة الكيميائية من اجل إنتاج طبقة تكون مرتبطة بالمادة الأساسية من اجل إنتاج سطح يحتوى على الحماية المطلوبة أو الخواص الوظيفية المحددة [2].

ولقد تم ابتكار نوع من الدهان يتكون من مزيج من مركبات حبيبات السيراميك الكروية الدقيقة الجوفاء والتى تعمل عمل العازل الحراري ، و هذا الدهان يستخدم على الجدران الداخلية و الخارجية على حد سواء و لكنه اكثر فاعلية على الاسطح الخارجية حيث انه يعكس اشعة الشمس و يشتتها ، 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 الأسطح الداخلية بها ، و من امثلة دهانات السيراميك ما يلى [2] :

1.1.1.2 دهانات ANZ السيراميك :

تعمل دهانات " ANZ " كدهان خارجي وداخلي للأسطح عامة سواء كانت حوائط داخلية أو خارجية المعرضة لأشعة الشمس المباشرة و غير المباشرة (شكل رقم2) 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 وانعكاس أشعة الشمس وحرارتها عن السطح المدهون ، وبالتالي تنخفض درجة الحرارة الداخلية للسطح المدهون عن الدرجة الطبيعية بفارق يزيد عن (20 درجة مئوية)، حيث لا يتطلب أي دهانات خارجية أو داخلية بطانة عند استخدام دهان السيراميك ANZ ، كما أنه في حالة استخدام دهان السيراميك ANZ كعازل للحرارة والرطوبة والأملاح فإنه يغنى عن استخدام دهان خارجي عليه كما في حالة الدهان العازل للحرارة العادي ، لأن دهان ANZ يتميز بتنوع ألوانه وتغطيته السريعة [2].



الشكل رقم (2) دهان ANZ يعمل علي تشتيت الأشعة الشمسية[2]

2.1.1.2 دهان السيراميك سوبر ثيرم Super Therm:[2]

دهان بسمك 250 ميكرون (ربع ميللمتر) يعمل كعازل حراري لجميع الاسطح وتم استخدامه لما فيه من مواصفات وخصائص فريدة من نوعها وهى :

1. مادة خزفية مصممة للعمل كغطاء عازل وعكس الحرارة وتخفيض تكلفة الطاقة.
2. تعكس 95% من أشعة الشمس فتعمل علي توفير الطاقة من 20 % إلى 70% .
3. الدهان الخزفي الوحيد الحاصل علي شهادة الجودة لكود البناء الامريكي كمادة عازلة.
4. مادة صمغية متعددة تحتوي علي مادة مطاطية لتأكيد المتانة وطول العمر.
5. مقاومة الحريق من الدرجة الاولي وفي حالة اندلاع حريق تعمل علي عدم انتشاره.
6. تعمل علي عزل 68% من الموجات الصوتية.
7. لا تتأثر بتمدد وانكماش الاسطح المعدنية مع تغيير درجات الحرا رة كما مبين فى شكل (3).
8. تستخدم علي الاسطح المعدنية والخرسانية.
9. صديقة للبيئة مختبرة ومصرح بها من وزارة الزراعة والصحة الامريكية USDA كمادة آمنة.
10. عمرها الافتراضي من 15 إلى 20 سنة علي الأسطح والوجهات الخارجية في الظروف العادية [2].

الشكل رقم (3) يوضح مدي تماسك جزيئات الدهان المعالج بتقنية النانو[2]

2.1.2 استخدام تقنية النانو في تقليل كمية الحرارة الداخلة من زجاج النوافذ

إن أغلبية الزجاج المستخدم في الإنشاءات يستخدم علي السطح الخارجي من المباني ولذلك فان التحكم بكمية الحرارة والضوء النافذين إلى المبني الزجاجي يعتبر من الأمور الهامة الواجب مراعاتها، وبالتالي فإن هناك العديد من تطبيقات النانو فى مجال خامة الزجاج وذلك بهدف مشـــاركة هذه المادة فى التحكم فى البيئة الداخلية للمبنى وتعتبر مادة ثانى أكسيد السيليكا (SiO_2) من أهم المواد التي تستخدم كطبقة طلاء بين طبقات الزجاج وتعمل على [3]

1. منع التسرب الحرارى لأشعة الشمس عبر النوافذ و ذلك باستخدام تكنولوجيا " الثروموكروماتيك " و هى عبارة عن طلاء طبقة رفيعة جدا تعمل على العزل الحرارى مع توفير الاضـــاءة المناســـبة مما يترتب على ذلك من توفير فى استهلاك الطاقة كما مبين فى شكل (4).
2. اختزان قدر من الحرارة ثم بثها مرة اخرى الى داخل الفراغ الداخلى فى حالة انخفاض درجة الحرارة فيعمل كجهاز تدفئة.
3. عاكس لأشعة الشمس الضارة فوق البنفسجية .
4. خاصية التنظيف الذاتى بتحليل الإتساخات العضوية و مقاومة الضباب .
5. تقنية التحكم فى تغيرات شدة الاضاءة .

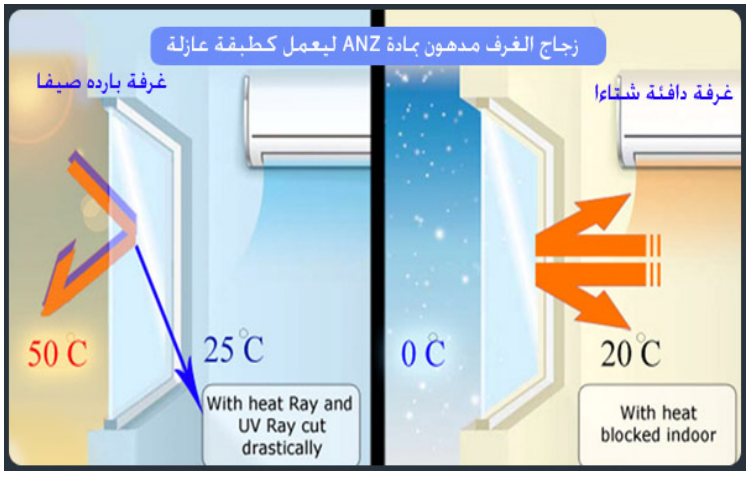
الشكل رقم (4) يوضح الفرق بين زجاج استخدم فيه تقنية النانو وزجاج لم تستخدم فيه تقنية النانو[3]

1.2.1.2استخدامات دهان السيراميك ANZ -G للزجاج لتخفيض تكلفة استهلاك الكهرباء [2]:

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 مبين فى شكل (5) .

2. باستخدام دهانات ANZ يتم تشتيت أكثر من 80% من أشعة الشمس فوق الحمراء قريبة المدى (NIR) .



الشكل رقم (5) دهان السيراميك ANZ يعمل كطبقة عازلة للحرارة عند دهانه على الاسطح الزجاجية

2.2 استخدام نظام مركب العزل الحراري الخارجي External Thermal Insulation Composite System (ETICS) باستخدام لوح الفلين العازل (ICB) Insulation Cork Board أو البوليسترين المدد Extender Poly Styrene (EPS)

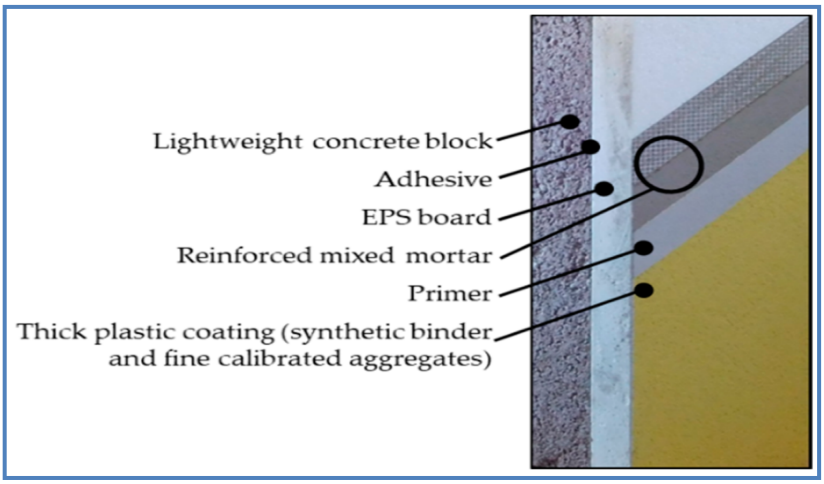
يوجد العديد من المواد التي يتم استخدامها في العزل الحراري ومن أهمها مادة الفلين (ICB) وهي مادة متجددة وطبيعية 100 ٪ و قابلة لإعادة التدوير بالكامل مصنوعة من الفلين الطبيعي دون مواد لاصقة كيميائية أو إضافات يمكن تطبيقها على غلاف المباني الجديدة والمجددة لتحسين كفاءتها في استخدام الطاقة، ويمتاز الفلين (ICB) بالمرونة والتوصيل الحراري المنخفض وتتراوح بين (0.040 - 0.045 واط / مترمربع لكل درجة مئوية) أي انه يمتاز بخصائص العزل حراري والصوتي، أما مادة البوليسترين (Polystyrene) فهي تصنف من البوليمرات وهي من أهم التقنيات المتداولة عالميا في أعمال التغليف و التعبئة و العزل الحراري للمباني ويتم إنتاج هذه المادة من بلمرة الستايرين الخام و

هو مركب عضوي من فصيلة البتروكيماويات و تصنف مادة البوليسترين من عوازل الدرجة الأولي عالميا ، ومن أهم خصائص مادة البوليسترين أنه عازل جيد للحرارة نسبة لتكوينها الخلوي الذي يعمل علي طرد الحرارة وذلك حسب كثافته ، ويعتبر البوليسترين مادة خفيفة الوزن و سهلة الحمل و النقل كما أنها مادة تتحمل قوة الانضغاط و قد أثبتت الدراسات انه كلما زادت الكثافة زادت قوتها وزادت قوة انضغاطها ،أما عن العزل في المباني فهي تصون المبني من عدة ظواهر طبيعية و كيميائية، ويتم تصنيع مادة البوليسترين الحبيبي الممدد بع على ثلاثة مراحل وهي [4]:

1. مرحلة التمدد الأولى للحبيبات.
2. مرحلة إنضاج الحبيبات الممددة (إحلال جزئي للهواء بدلاً من الغاز).
3. مرحلة القولبة والتي يجري فيها تعبئة قوالب الإنتاج النهائي بالحبيبات الممددة، ثم يتم حقن القوالب المغلقة ببخار الماء والذي يعمل على تمدد الحبيبات وتمييع سطوحها مما يؤدي إلى التحامها.

ويعد نظام العزل الحراري الخارجي المركب (ETICS) أحد حلول العزل الحراري الخارجي المستمر لجدران المباني، حيث يقوم بتقليل الجسور الحرارية للمبنى من خلال تحسين معامل النقل الحراري في جميع أنحاء الواجهة الذي يعمل علي تحسين الراحة الحرارية الداخلية في الشتاء والصيف على حد سواء وكذلك يرفع من كفاءة المباني في استهلاك الطاقة، ويشتمل نظام ETICS على لوح عزل مطبق على الركيزة (مثبت ميكانيكيًا) ، حيث يتم تطبيق طبقة رقيقة واحدة أو طبقتين من التقوية المسلحة كما مبين في شكل (6) ، ويمتاز هذا النظام بخفض وزن الجدران والأحمال الميتة على المبنى وتحسن نفاذية الواجهات وله أيضا مقاومة عالية للتشقق والتثقيب ، بالإضافة إلى وجود سماكات وتركيبات وألوان مختلفة [4].

الشكل رقم (6) نظام العزل الحراري الخارجي المركب (ETICS)[4]



الشكل رقم (7) كيفية تثبيت مادة العزل الحراري البوليسترين المقوي بالشبكة المعدنية علي الحائط [5]

3. الاستنتاجات والتوصيات

1.3 الاستنتاجات

1. يجب أن تكون المادة العازلة المستخدمة ذات مقاومة توصيل حراري منخفض وعلى درجة عالية لمقاومة لنفاذ الماء والإشعاع وأن تكون على درجة عالية في مقاومتها لامتصاص بخار الماء.
2. إن تطبيق استخدام العزل الحراري في المباني السكنية والمنشآت الحكومية والتجارية والصناعية يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية .
3. تعمل تقنية النانو على تعديل خواص المواد الطبيعية و الصناعية عن طريق تغيير الترتيب الذرى للمادة مما يؤدى الى التخلص من الخصائص السلبية او إضافة خصائص اخرى لم تكن موجودة من قبل.
4. تعمل تقنية النانو على تحقيق التصميم الداخلى المستدام من خلال تحسين كفاءة اداء المبانى القائمة وتطوير و تحسين خواص الخامات التى تستخدم فى تنفيذ التصميم الداخلى.
5. يعتبر استخدام منتجات النانو العازلة من أهم الحلول التى تعمل على تحسين كفاءة المبانى القائمة بالفعل فهى عبارة عن طبقة رقيقة جداً غير مرئية و غير سامة يمكن رشها على أى خامة فتوفر مستوى عالى من العزل الحرارى او العزل المائى كما تعمل على توفير بيئة داخلية مريحة .
6. تقنية النانو تساهم بشكل كبير في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربية .
7. منع التسرب الحرارى لأشعة الشمس عبر النوافذ و ذلك باستخدام تكنولوجيا " الثروموكروماتيك " و هى عبارة عن طلاء طبقة رفيعة جدا تعمل على العزل الحرارى مع توفير الاضاءة المناسبة .
8. نظام العزل الحراري الخارجي المركب (ETICS) أحد حلول العزل الحراري الخارجي المستمر لجدران المباني ويرفع من كفاءة المباني في استهلاك الطاقة.

2.3 التوصيات

1. يجب الاهتمام بالعزل الحراري في المباني فهي تصون المبني من عدة ظواهر طبيعية و كيميائية .
2. يجب اختيار مواد العزل الحراري المناسبة بحيث تكون المادة العازلة ذات مقاومة توصيل حراري منخفض وعلى درجة عالية لمقاومة لنفاذ الماء والإشعاع.
3. استبدال العديد من تقنيات المبانى المستدامة و التى يتم استخدامها حالياً بتقنيات النانو لما توفره من امكانيات وتطبيقات خاصة و انه فى المستقبل القريب سوف تصبح خامات النانو اقتصادية فى التكاليف .
4. استخدام خامات النانو العازلة فى معالجة المبانى القائمة بالفعل لحمايتها و العمل على ترشيد استهلاك الطاقة بها.
5. تطوير هذا البحث في الدراسات القادمة التي تختص بهذا النوع من المواضيع , وإجراء الاختبارات المعملية في ليبيا ومقارنتها بنتائج الأبحاث العالمية.

4.الخلاصة

إن استخدام العزل الحراري في المباني يعتبر من أهم الإجراءات التي ينبغي الأخذ بها لضمان تحقيق الراحة الحرارية للساكنين والاستخدام الأمثل للطاقة الكهربائية في المباني التي تتطلب التكييف وذلك لتفادي استهلاك الطاقة، و من أهم مزايا هذا استخدام العزل الحراري الاثار الإيجابية التي تنعكس على مختلف قطاعات المجتمع والدولة، حيث توفر علي الدولة تكاليف الاستثمار الباهظة في قطاع الكهرباء والمتمثل في بناء محطات توليد الطاقة وزيادة سعات شبكات نقل وتوزيع الكهرباء .هذا بالإضافة إلى تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الأولية التي تزداد الصعوبة في توفيرها مع مرور الوقت .كما يساهم البرنامج بوضوح في تقليل الانبعاثات الغازية الملوثة ، كما ان برنامج العزل الحراري في المباني يعمل علي خلق فرص عمل جديدة وتشجيع السوق المحلية في مجال المواد والأنظمة العازلة للحرارة مما يساهم في دفع عجلة الاقتصاد بشكل إيجابي.

5. المراجع

[1] رزين فهد الفوزان . تقنية البناء بالنانو . *كلية الهندسة –جامعة القصيم-المملكة العربية السعودية* . 2012 , 2.

[2] عـــلا محمد سمير إسماعيل . استخدام تكنولوجيا النانو الخضراء فى تحقيق التصميم الداخلى المستدام .*المؤتمر الدولي الثاني لكلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان* (لبنان). 2012 , (11, 13).

[3] Will Soutter, "Nanotechnology in Green Construction," Stevens Institute of Technology, Manchester, UK, Article 2012.

[4] José D. Silvestre, André M. P. Castelo, José J. B. C. Silva, Jorge M. C. L. de Brito, and Manuel D. Pinheiro "Retrofitting a Building's Envelope: Sustainability," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 7, p. 1285, March 2019.

[5] Ministry of Housing and Urban Poverty, "Manual for Expanded Polystyrene," CSIR – Central Building Research Institute, Roorkee , Articale S.E(G)/ 0605, 2017.