العزل الحراري في المباني المعدة للإخلاء في حالة الكوارث الطبيعية في منطقة الجبل الاخضر

محمد صالح رفعت سعد[1*]، عبدالرازق محمد موسى الميهوب[2]، سمير سعيد ابراهيم امدورد[3] , فائزة راف الله الناجي اعبدالرحيم[4]

[1]الهندسة المعمارية ،كلية التقنيات الهندسية ، القبة، ليبيا
[2]الهندسة المدنية، كلية التقنيات الهندسية ، القبة، ليبيا
[3] الهندسة المدنية ، كلية التقنيات الهندسية ، القبة، ليبيا
[4] الهندسة المدنية ، جامعة درنة ، ليبيا

Thermal insulation in the buildings intended for evacuation in the event of natural disasters in the green mountain

Mohamed Saleh R Saad [1], Abdulrazag M Mousa Elmahoub [2], Samer S Ibrahim [3], Faeza R Elnji [4]

[1] Design, Architecture Engineering, Engineering Technologies , Alqubbah , Libya

[2]Construction, Civil Engineering, Engineering Technologies , Alqubbah , Libya

[3] Construction, Civil Engineering, Engineering Technologies , Alqubbah , Libya

[4] Civil Engineering, Derna university, Libya

الملخص:

تشكل الكوارث الطبيعية تحديات كبيرة للبنية التحتية للإسكان، مما يؤدي إلى خسائر في الأرواح، وأضرار في الممتلكات، وتشريد المجتمعات. يلعب العزل الحراري دورًا حاسمًا في التخفيف من تأثير الكوارث الطبيعية على السكن من خلال تعزيز كفاءة استخدام الطاقة، وتقليل تكاليف التدفئة والتبريد، وتحسين راحة السكان وسلامتهم. تقدم هذه الورقة لمحة عامة عن أهمية العزل الحراري في هندسة البناء للمساكن المستخدمة في حالات الكوارث الطبيعية. ويستكشف الحلول والتقنيات الحالية للعزل الحراري، بما في ذلك مواد العزل المختلفة ومدى ملاءمتها للمناطق المعرضة للكوارث. وتناقش التحديات والقيود المرتبطة بدمج العزل الحراري في المساكن المقاومة للكوارث، إلى جانب الأساليب المبتكرة والمبادرات البحثية التي تهدف إلى تحسين القدرة على التحمل. يتم تحليل دراسات الحالة وأفضل الممارسات من مشاريع الإسكان الناجحة لاستخلاص رؤى حول اعتبارات التصميم واختيار المواد والمشاركة المجتمعية. يتم تسليط الضوء على دور أطر السياسات وقوانين البناء والمبادرات الحكومية في تعزيز حلول الإسكان المرنة، مع توصيات بشأن اتجاهات البحث المستقبلية والاستراتيجيات العملية لتعزيز العزل الحراري في المساكن المقاومة للكوارث. تؤكد هذه الورقة على أهمية التعاون متعدد التخصصات، وإشراك أصحاب المصلحة، ومشاركة المجتمع في معالجة تحديات الإسكان في المناطق المعرضة للكوارث الطبيعية، وتؤكد على الحاجة إلى حلول إسكان مرنة لبناء مجتمعات أكثر استدامة ومرونة.

الكلمات المفتاحية: العزل الحراري، هندسة البناء، المواد العازلة، المرونة الهيكلية

Abstract

Natural disasters pose significant challenges to housing infrastructure, resulting in loss of life, property damage, and displacement of communities. Thermal insulation plays a critical role in mitigating the impact of natural disasters on housing by enhancing energy efficiency, reducing heating and cooling costs, and improving occupant comfort and safety. This paper provides an overview of the importance of thermal insulation in building engineering for housing used in natural disaster situations.

It explores current thermal insulation solutions and technologies, including different insulation materials and their suitability for disaster-prone areas. The challenges and limitations associated with incorporating thermal insulation into disaster-resistant housing are discussed, along with innovative approaches and research initiatives aimed at improving resilience. Case studies and best practices from successful housing projects are analyzed to derive insights into design considerations, material selection and community engagement. The role of policy frameworks, building codes and government initiatives in promoting resilient housing solutions is highlighted, , with recommendations on future research directions and practical strategies for enhancing thermal insulation in disaster-resistant housing. This paper emphasizes the importance of multidisciplinary collaboration, stakeholder engagement, and community participation in addressing housing challenges in areas prone to natural disasters, and underscores the need for resilient housing solutions to build more sustainable and resilient communities

Keywords: Thermal insulation, Building engineering, Insulation materials, Structural resilience

1 - مقدمة:

تشكل الكوارث الطبيعية، التي تتراوح ما بين الأعاصير والزلازل إلى الفيضانات وحرائق الغابات، تهديدات كبيرة للبنية التحتية للإسكان في جميع أنحاء العالم. ولا تؤدي هذه الأحداث الكارثية إلى خسائر في الأرواح وأضرار في الممتلكات فحسب، بل تؤدي أيضًا إلى تعطيل المجتمعات والاقتصادات. وفي أعقاب مثل هذه الكوارث، يصبح ضمان مرونة الهياكل السكنية أمرًا بالغ الأهمية للتخفيف من الآثار السلبية على الأفراد والمجتمعات.

أحد الجوانب الحاسمة لبناء القدرة على الصمود في مواجهة الكوارث الطبيعية هو دمج العزل الحراري في هندسة البناء. يعتبر العزل الحراري عنصرًا أساسيًا في تصميم المباني، حيث يساهم في كفاءة الطاقة وراحة السكان والسلامة الهيكلية. ومع ذلك، تصبح أهميتها أكثر وضوحًا في المناطق المعرضة للكوارث، حيث يمكن أن تؤدي الظروف الجوية القاسية إلى تفاقم التحديات الحرارية وتعريض سلامة ورفاهية السكان للخطر.

منهجية الدراسة:

سيتم الاعتماد على المنهج الاستقرائي، حيث يتم استقراء أهم الدراسات السابقة في مجال الدراسة وسوف يتم الاستعانة بعدد من المناهج العلمية بحسب طبيعة المعلومات البحثية منها، المنهج الاستنباطي لتحديد محاور البحث وصياغة الفرضيات.

2- مشكلة الدراسة:

في المناطق المعرضة للكوارث الطبيعية، يعد ضمان العزل الحراري المناسب في السكن أمرًا بالغ الأهمية لعدة أسباب:

1.تنظيم درجة الحرارة: يساعد العزل المناسب في الحفاظ على درجات حرارة داخلية مريحة بغض النظر عن الظروف الخارجية، مما يضمن رفاهية السكان وسلامتهم.

2.كفاءة الطاقة: تتطلب المباني المعزولة جيداً طاقة أقل للتدفئة والتبريد، مما يقلل الاعتماد على مصادر الطاقة الخارجية ويقلل تكاليف المرافق. وهذا مهم بشكل خاص في المناطق المعرضة للكوارث حيث قد ينقطع الوصول إلى الطاقة.
3.المرونة: أثناء الكوارث الطبيعية مثل الزلازل أو الأعاصير أو الفيضانات، تكون المباني المعزولة جيدًا مجهزة بشكل أفضل للحفاظ على درجات حرارة داخلية مستقرة، مما يوفر ملاذًا أكثر أمانًا للساكنين.
4.التحكم في الرطوبة: يساعد العزل على منع تراكم الرطوبة، مما قد يؤدي إلى نمو العفن والعفن الفطري، مما يضر بجودة الهواء الداخلي وصحة السكان.
5.المتانة: الهياكل المعزولة بشكل صحيح تكون أكثر متانة بمرور الوقت، وتتحمل التآكل الناتج عن الكوارث الطبيعية بشكل أكثر فعالية من الهياكل سيئة العزل.

3- اهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف دور العزل الحراري في هندسة البناء للمساكن المستخدمة في حالات الكوارث الطبيعية في المنطقة محل الدراسة. وسوف تتعمق في أهمية العزل الحراري في تعزيز مرونة الهياكل السكنية، وخاصة في التخفيف من تأثير درجات الحرارة القصوى والأحداث الجوية. ومن خلال دراسة الحلول الحالية والتقنيات المبتكرة وأفضل الممارسات، نسعى في دراستنا هذه إلى تقديم نظرة ثاقبة حول كيفية دمج العزل الحراري بشكل فعال في تصاميم المساكن المقاومة للكوارث.
علاوة على ذلك، ستتناول هذه الدراسة التحديات والقيود المرتبطة بتنفيذ العزل الحراري في المناطق محل الدراسة ما في ذلك القضايا المتعلقة باختيار المواد وفعالية التكلفة والاعتبارات الثقافية. وسيناقش أيضًا دور أطر السياسات وقوانين البناء والمبادرات الحكومية في تعزيز حلول الإسكان المرنة وتعزيز مرونة المجتمع في مواجهة الكوارث الطبيعية.

4- الفرضيات:

1. اعتماد ممارسات البناء المرنة يعزز فعالية العزل:
إن دمج تقنيات البناء المرنة، مثل الخرسانة المسلحة أو النوافذ المقاومة للصدمات، جنبًا إلى جنب مع العزل المناسب سيؤدي إلى فوائد قصوي ، مما يزيد من تعزيز مرونة البناء في مواجهة الكوارث الطبيعية.
2. إن التوفير في التكاليف من خلال العزل الحراري يفوق الاستثمار الأولي:
على الرغم من احتمال ارتفاع التكاليف الأولية، فإن الاستثمارات في مواد العزل عالية الجودة وممارسات التركيب ستؤدي إلى التوفير في التكاليف على المدى الطويل من خلال خفض فواتير الطاقة، ونفقات الصيانة، والإصلاحات المرتبطة بالكوارث.

5- الدراسات السابقة

توجد الكثير من الدراسات التي ركزت على دراسة السلوك الحراري للجدران الخارجية للمبنى من خلال خصائص مواد الانشاء ومواد الانهاء ومن خلال وجود الفجوة الهوائية ضمن الجدران الخارجية(الجدران المزدوجة) فيما يلي استعراض بعض منها لغرض الاستفادة.

دراسة Khalifa (2000) بعنوان "استراتيجيات تصميم المساكن للمناطق القاحلة الساخنة"
والذي ركز على تأثير كل من مواد البناء والفجوة الهوائية ومواد العزل الحراري المختلفة وانواع واتجاهات النوافذ واسلوب حجب اشعة الشمس والالوان الخارجية للجدران على الأداء الحراري لغرفة غير مبردة بواسطة اجراء محاكاة على الحاسب الالكتروني ,توصلت الدراسة الى ان ترتيب طبقات الجدران له تأثير قليل على السلوك الحراري للغرفة (Khalifa , Ph.D. Thesis 2000).

دراسة عيدان ,فاطمة جمعة (2015) بعنوان: ".تأثير الجدران المزدوجة ذات الفجوة الحرارية على البيئة الداخلية للمبنى في مدينة بغداد"
التي قدمت دراسة نظرية وعملية حول الجدران الخارجية و تأثيرها المباشر على الاداء الحراري للمبنى .اظهرت نتائج الدراسة ان مادة الاكساء الخارجي للجدران الطابوق الفني– المثقب بسمك 120mm حققت اعلى نسبة اقتصاد في كمية الطاقة الكهربائية وهي الافضل حراريا ,ومادة الاكساء الخارجي المرمر الاسود ومواد الاكساء قليلة الكتلة مثل الاليكوبون ,تمثل أسوء اداء حراري حيث انها حققت اقل نسبة اقتصاد في كمية الطاقة الكهربائية . كما ان مادة الثرمستون كمادة انشاء للجدران حققت نسبة اقتصاد في الطاقة الكهربائية اعلى من النسبة المتحققة من مادة الطابوق الفني المثقب بسمك , 240mm – كما توصل البحث الى ان زيادة سمك الفجوة الهوائية من

25mmالى 100mm يقلل من كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة بنسبة 6.6% عندما تكون مادة الانشاء للجدران الطابوق الفني المثقب بسمك 240mm – وبنسبة 4.3% عندما تكون مادة الانشاء للجدران الثرمستون. Iraqi) Journal of Architecture and Planning ,Nov 2018)

دراسة (Sisman, et al, 2007) بعنوان " Determination of optimum insulation thicknesses of the external walls and roof "

التي اختصت بعمل حسابات لقيمة سمك الطبقة العازلة لأربع مناطق مختلفة في تركيا , ووجد بأن زيادة سمك الجدار الخارجي سيؤدي الى تقليل كمية الطاقة المستهلكة (N. Sisman et al , 2007, Energy Policy 35)

دراسة (Dylewski and Adamczyk, 2011) بعنوان " Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls "

والذي درس تاثير سمك العازل الحراري للجدار الخارجي لبناية في بورتلاند لتقليل كلفة التدفئة . وقام الباحث باستخدام عدة انواع من العوازل الحرارية وهي البوليورثان , البوليسترين , الصوف المعدني , والالياف الايكولوجية .وكانت افضل النتائج هي باستخدام البوليسترين والالياف الايكولوجية. (Dylewski & Adamczyk ,2011,Vol46, No.12).

دراسة (Akyuz and Sogut, 2017) بعنوان " Economic and environmental optimization of an airport terminal building's wall and roof insulation "

فقد وجد ان استخدام العازل الحراري للجدران والسقوف يقلل من الانتقال الحراري خلالهما بنسبة % 48 و 56 %على التوالي(Akyuz & Sogut ,2017, Vol. 9, No.10, 1-18.)

دراسة (Fadzi, et al, 2017) بعنوان" Energy consumption of insulated material using thermal effect analysis "

الذي قام بدراسة تأثير استخدام الياف الزجاج كمادة عازلة للحرارة في ماليزيا .ووجد بان انتقال الحرارة يقل انخفض بنسبة % 13.7 عند استخدام العزل الحراري ولاحظ ايضاً بأن الكلفة السنوية لكل وحدة مساحة من الجدران تقل بنسبة % 50 بعد استخدام العزل الحراري وبسمك (Fadzi, et al, 2017, Vol. 103, 1- 11) mm11

منطقة الجبل الاخضر في ليبيا

هو منطقة جبال مرتفعة مغطاة بالغابات في شمال شرق ليبيا، تمتاز بارتفاعها عن أغلب مناطق ليبيا و يتميز بارتفاع عدلات هطول الامطار به ،إضافة إلى توفر الأراضي الخصبة الصالحة للزراعة.

من أبرز مدن وبلدات الجبل الأخضر البيضاء، المرج، درنة ،القبة إضافة إلي مدينتي شحات وسوسة الأثرية.

ويبلغ عدد سكان الجبل الأخضر بدون تقسيمات كمحافظات حوالي 601,112 نسمة عام حسب احصائيات 2006. يتميز الجبل الأخضر بتعدد أشكال الحياة البرية به، كما توجد به العديد من المحميات والمنتزهات الطبيعية منها منتزه وادي الكوف ، كما تهطل الثلوج على مرتفعاته شتاء.

يشار إلى أن منطقة الجبل الأخضر تعتبر من أجمل مناطق الطبيعة في ليبيا، الا أن الغطاء النباتي والغابات انحسرت من 500 ألف هكتار قبل عشرين عاما إلى 180 الف هكتار في الوقت الحالي بسبب حرائق الغابات والبناء العشوائي.

وتعرض الجبل الأخضر بعد ثورة 17 فبراير لحملة إزالة لغاباته بسبب تعطل القوانين التي تحميه، وغياب السلطة الفعالة للشرطة الزراعية. (عبير احمد -آخر تحديث 24 :أبريل 2024)

يقع إقليم الجبل الأخضر فلكياً بين دائرتي عرض 31 الي 49, 32 شمالاً وبين خطي طول 54,20 الي 23 شرقاً .

شكل (1) الموقع الجغرافي لإقليم الجبل الاخضر المصدر: خرائط جوجل

وحسب تصنيف لوهور ومن الاستعراض السابق يمكن وضع تصنيف مناخي حيوي للجبل الأخضر علي النحو التالي :

أولا :الإقليم المناخي الحيوي المتوسطي شبه الجاف:تتراوح أمطاره بين 400-600 ملم وحسب لوهورو فان هذا الإقليم يتناسب مع الأنواع النباتية الاتية:

الزيتون Olea europaea، الخروبCeratoniasiliqua، بلوط اخضرQuercusilex،البلوط Quercuscoccifera،البلوط الفليني Quercussuber ، الصنوبر الحلبيPinushalepensius وصنوبر بروتيا Pinusbrutiaوالسنديان Quercuscalliprinos يمتد هذا الإقليم علي مساحه تقدر بحوالي 1722كم^2 ويرتفع الجبل على نقطتين حادتين، إذ يصل ارتفاع النقطة الأولى إلى نحو 300 م، بينما يصل ارتفاع النقطة الثانية لِنحو 500 م . ويمتد علي إلى غرب مدينة القبه، كما يشمل المناطق الداخلية المرتفعة من هذه المصطبة متمثلا في بلدتي سلنطه و الفائديه.تختلف أجزاء هذا الإقليم من حيث متوسط درجة الحرارة الدنيا لأبرد الشهور حسب عامل الارتفاع، فخط الحرارة المتساوي°7م يفصل الجزء الشمالي الغربي من هذا الإقليم، فتظهر منطقه صغيره علي المصطبة الأولي ، تتميز بشتاء حار لا تزيد مساحتها عن 171كم .في حين أن بقيه الإقليم يوصف حسب هذا التصنيف بأنه دافئ ومن ناحية نباتيه يعتبر من اغني المناطق من حيث تعدد الأنواع النباتية و كثافتها، لاسيما في المناطق الأقل تعرضا لفعل عوامل التدهور.

ملخص عن الموقع :يتميز الموقع بتضاريسه الجبلية التي تشكل تضاريس متغيرة ومتنوعة، مما يؤثر على الظروف المناخية والبيئية.

المناخ :يتميز المناخ بالحرارة العالية في فصل الصيف والبرودة في فصل الشتاء، مع هطول أمطار معتدل في الشتاء وجفاف نسبي في الصيف. هذا يؤثر على توزيع النباتات والحيوانات ونمط الحياة في المنطقة.

التربة والنباتات :تتأثر التربة بالتضاريس الجبلية والمناخ، مما يؤدي إلى وجود تنوع في أنواع النباتات المتواجدة، حيث تنمو النباتات المتكيفة مع الظروف الجافة والحارة وتعتمد على القدرة على تخزين الماء.

الحياة البرية :توفر المساحات الجبلية المتنوعة بيئة مثالية للعديد من الكائنات الحية، بما في ذلك الحيوانات والنباتات، وقد تجد هناك تنوعًا كبيرًا في الحياة البرية مثل الغزلان والطيور المختلفة والزواحف.

الاستخدامات البشرية :يعتمد السكان على الموارد الطبيعية في هذه المنطقة لسبل عيشهم، مثل الزراعة ورعي الماشية واستخدام الموارد الطبيعية كمصادر للطاقة.

التحديات البيئية :تواجه المنطقة تحديات بيئية مثل التصحر وانخفاض مستويات المياه وفقدان التنوع البيولوجي نتيجة للتغيرات المناخية والأنشطة البشرية مثل التعدين والصناعة.

باختصار، الموقع الجبلي ذو المناخ الحيوي المتوسطي شبه الجاف يعتبر بيئة معقدة ومتنوعة تتأثر بعدة عوامل مناخية وجغرافية وبيئية، ويوفر بيئة مثالية للحياة البرية وتعدد الاستخدامات البشرية، ولكنه يواجه تحديات بيئية تتطلب اتخاذ إجراءات للحفاظ على توازنه البيئي واستدامته.

اهم التقنيات المستخدمة في عزل الحرارة:

توجد العديد من التقنيات المستخدمة في عزل الحرارة في مباني اليوم، وتتطور هذه التقنيات باستمرار لتحسين كفاءة الطاقة وراحة السكان.

ستركز هذه الدراسة على وصف المواد الأكثر استخدامًا في العزل الحراري وتطبيقاته في أبسط أنواعه مثل العزل الداخلي أو الخارجي أو البينية.

المواد العازلة الأكثر استخدامًا في البناء والتشييد

. الصوف الصخري

الصوف الصخري عبارة عن مادة معدنية ذات امتصاص حراري وصوتي عالي لا يمتص الماء أو الرطوبة وهو مادة مقاومة للحريق تمامًا.

الإنتاج صناعي بالكامل، على الرغم من أنه ينشأ من الرواسب البركانية وتتضمن عملية إنتاج المواد العازلة من الصوف الصخري خليط من الصخور (قاعدة ضياء، البازلت، الدولوميت) واعتبرت هذه المادة في البداية مادة مسرطنة لأنها مصنوعة من الصخور ،ولكن تم دحض هذه الفرضية لأن الصوف الصخري يلبي متطلبات السلامة تضمن أحكام اللائحة (EC) رقم 2008/1272 وعمليات الإنتاج الجديدة تصنيع ألياف معدنية نقية قابلة للذوبان بيولوجيا. يخلق الهيكل الخلوي حاجز لمرور الحرارة والبرودة كما أنه قادر على امتصاص الموجات الصوتية وعزل المساحات الداخلية عن الضوضاء. نظرًا لتعدد استخداماته ، يتم استخدام الصوف الصخري في جميع مجالات الانشاء باستثناء الإغلاقات الأفقية، سواء تلك التي تكون على اتصال مع الأرض وفي الأسطح المقلوبة.

2. ألياف الخشب

يتم الحصول على ألياف الخشب من بقايا المواد الخشبية (شجرة التنوب، والصنوبر) منزوعة الألياف ميكانيكيا أو بالبخار. إنها نوع من المواد المتاحة في مختلف السماكات والكثافات، ودائما جدا يمكن التحكم فيها بالأدوات اليدوية (A. Ferreira (2000) forest science, 187-193 Portugal).

لا يبدو أن ألواح ألياف الخشب مشتعلة مثبطات، ولكن لديها القدرة على الراحة على مستوى الرطوبة والتهوية.
ألياف الخشب، كونها مادة طبيعية، غير ضارة بالصحة وقابلة لإعادة الاستخدام قدر الإمكان يمكن استعادتها وإعادة تدويرها. في السنوات الأخيرة، أصبحت الألواح الخشبية المعدنية يتم إنتاجها باستخدام هذه المادة، ولكن على عكس ألياف الخشب، لا يمكن إعادة تدويرها بالكامل ويتم خلط الخشب مع المساحيق المعدنية ويضاف مع الإسمنت.

3 .ألياف القنب

القنب هو أحد المواد الطبيعية ذات الأداء الأعلى من حيث الاستدامة اليوم، المنتجات القائمة على القنب موجودة فقط على نطاق محدود في سوق البناء، حيث أن قيم كفاءتها أقل من غيرها من أنواع المواد العازلة.
(H.R Kymäläinan (2008), no. 7, 1261-1269)

يتم إنتاج المادة العازلة عن طريق حصاد نباتات القنب، والتي يتم تحويلها إلى ألياف ومن ثم معالجتها بألياف البوليستر حيث يمثل عامل مانع لتسرب المياه ومنتجات طبيعية تعمل كمثبطات للهب. كما أن عملية التصنيع هذه الالياف منخفضة التكلفة، لأنها لا تتطلب الماء أو المواد الكيميائية ويتطلب القليل من الطاقة. وتستخدم هذه المادة أيضًا في مجالات مختلفة، كمنتجات المطبخ والبناء ووقود الكتلة الحيوية.

4. الفلين

الفلين المستخدم للعزل الحراري يأتي من Quercus suber وهو نبات دائم الخضرة ينمو في جميع أنحاء منطقة البحر الأبيض المتوسط.
جذع البلوط تتكون الشجرة من طبقة مزدوجة من الفلين، تُغطى الطبقة الأولى، وتسمى الطبقة الأم مع الفلوجين ويتميز بكونه ناعمًا ومرنًا وإسفنجيًا (APCOR. Anuario del corcho. Portugal, 2013). وتتميز عملية الإنتاج بالحصول على الفلين بالتقشير ثم يتم تجفيفها وطحنها إلى جزيئات يتراوح حجمها بين 4 و11 ملم، بحيث إذا كان حجم الجسيمات أكبر يمكن الاحتفاظ بها تطول الرطوبة بين شقوق الحبيبات، وإذا كانت أكثر خشونة تقل قيمة العزل. (H. Pereira. 2007 Chapter 4).

يتمتع الفلين بخصائص عازلة وقابلة للتهوية (J. Rives, 2012, P. 132-142) وهو قادر على امتصاص الرطوبة وإعادتها إلى المنطقة المحيطة وتوفير الأكسجين وإطلاق الرطوبة إلى الخارج وعدم إثارة عملية التكثيف. يستخدم الفلين في مجال البناء والتشييد لأنه يتحمل الأحمال الثقيلة ومقاومة للتآكل البيولوجي ولا تتعرض لهجوم الحشرات (R. Santiago, 2009).

5. البوليسترين الموسع الملبد (EPS)

كان البوليسترين الممدد أول بوليمر معروف وأول بلمرة له حيث تم اكتشاف العملية بواسطة بليتش وهوفمان في عام 1875. وهي عملية صلبة وخاملة ومادة خفيفة الوزن. ويقدم على شكل خرزات قابلة للتوسيع حيث تتم إضافة عامل يسمى البنتان، ثم عند ملامسته للبخار يزداد حجم الخرز ويزيد حتى 40/20 مرة من حجمها. ما يميز هذه المادة هو أنها يتمتع بأداء فني عالي وينافس السوق التقليدية في الواقع، إنها مادة صديقة للبيئة، وسهلة الاستخدام ومتوفرة بسهولة.

إحدى المواد الضارة الموجودة في EPS هي الستايرين، الذي يتميز بتفاعلية عالية وتقلبات عالية وهو ما يشكل خطرا على الهواء والتربة والماء. عند قطع وتركيب هذه المادة العازلة، يجب الحرص على عدم كسر اللوحة .

6. الهلام الهوائي

واحدة من أكثر المواد الفريدة والمبتكرة في القرن الماضي تم إنشاؤه عن طريق الخطأ بواسطة ستيفن كيستلر وتشارلز ليرند في عام 1931. وهو عبارة عن مركب يجمع غازًا مع مادة صلبة. والنتيجة هي رغوة صلبة ذات خصائص عالية وأهمها تأثيرها العازل. إنه ضوء مادة تتكون من 99,8% هواء و 0,2% سيليكون.

اليوم، يتم استخدام هذه المادة في البناء القطاع على شكل حصير بسماكة من 5 إلى 10 ملم مما يضمن الأداء الحراري والصوتي الممتاز.

جدول (1) المواد الأكثر استخداما للعزل الحراري

مواد العزل الحراري	
الصوف الصخري	
الياف الخشب	
الياف القنب	
الفلين	
البوليسترين الموسع الملبد	
الهلام الهوائي	

6- مناقشة:

إن تحقيق العزل في المنزل هو تصميم يجب التفكير فيه بحذر شديد، لأن المبنى، أو الجدار، غير معزول بشكل جيد يقلل من أداء البناء بأكمله والغرض من العزل هو منع التكثيف والعفن في الهياكل.

يجب النظر في أن يكون العزل الحراري في المبنى بأكمله، مع الأخذ في الاعتبار السقف والأساس ,الجدران المحيطة والفواصل والأساسات وفي حالة المباني الجديدة يكون العزل أمر بسيط للغاية، لأن المبنى قيد لإنشاء، ومن الممكن اختيار نوع العزل الذي يناسب احتياجات العميل (A. Beck Journal of Thermal Envelope and Building Science, 2004) .المشكلة عند عزل مبنى قائم, لعزل هذا النوع من الهيكل يكون من اللازم إجراء تشخيص وتحديد الحلول التقنية الممكنة لتحسين كفاءة المبنى من ناحية العزل على وجه التحديد.

وفي هذه المناقشة سوف نسلط الضوء على أنواع مختلفة من العزل التي سيتم استخدامها الجدران الداخلية والخارجية وبين الجدران (الطبقات البينية)، وتحليل الإيجابيات والسلبيات من كل حل قابل للتطبيق.
(M. Koivula(2005), no. 6, 803-814)

أنواع التكامل المعماري:

1. العزل الداخلي

تكون الجدران والأسقف الداخلية مبطنة بمادة عازلة، لكن هذه الطبقة العازلة تقلل من منطقة المعيشة، وبالإضافة إلى ذلك، فإنه من الصعب القضاء على العديد من الجسور الحرارية ويستخدم هذا النوع من العزل عندما يكون هناك مشروع لإعادة تأهيل الطاقة ولا يمكن استخدام نوع آخر من العزل (خارجي أو تجويفي).
من الممكن تحسين الضرر الحراري والرطوبة مثل الضرر الخلالي التكثف (في الشتاء يمر بخار الماء إلى الخارج وعند مروره من خلال طبقة العزل في اتصال مع درجة حرارة الجدار الخارجي وهو ما يسبب التكثيف) عن طريق تطبيق حاجز بخار قبل طبقة العزل.
واحد من القيود المفروضة على استخدام العزل في الداخل هي أن الجدار لا يكون سبب في يتراكم الحرارة، مما يؤدي الي سخونة الغرفة بسرعة، ولكن في نفس الوقت تبرد بسرعة وقد يكون التطبيق صعبًا في بعض مناطق المنزل، مثل خلف الأثاث الكبير، المطبخ.

2. العزل الخارجي

من بين حلول العزل الخارجي، شهرةً هو العزل الحراري النظام المعروف أيضًا باسم ETICS (النظام المركب للعزل الحراري الخارجي) حيث تم تصميمه ونشره منذ حوالي 40 عامًا في شمال أوروبا، وهي موجودة الي الآن.
(R.J. Murphy 2008,p.79) ويعمل يعمل نظام العزل على تحسين الأداء الحراري في كلي الفصلين الصيف والشتاء، فضلاً عن ضمان الصفات الصوتية الممتازة، وهو أمر ضروري لإزالة الجسور الحرارية، كما يمكن تطبيقه بشكل مستمر على عناصر الهياكل الإنشائية. وبهذه الطريقة من الممكن إنشاء حماية حقيقية، وذلك بفضل تقليل الضغوط المستمدة من الفرق في التذبذبات الحرارية.
إنه من المهم القضاء على الجسور الحرارية، لأنها تولد قطرات درجة الحرارة المفاجئة مع ما يترتب على ذلك من التكثيف بالإضافة إلى الجسور الحرارية، العزل الخارجي يمنع تكون العفن، لأنه من الصعب عليه الوصول إلى نقطة الندى، لأن الهيكل بأكمله دافئ بشكل موحد وبغرض تحقيق عزل حراري جيد، فمن لضروري استخدام مادة عازلة جيدة مع خصائص أداء ممتازة لتقليل قيمة نفاذية صخور الصوف أو الفلين أو البوليسترين الممدد أو EPS أو ألياف الخشب.(Vienne, Autriche, 2009, p7)

يرجع الاختلاف في النفاذية الحرارية أيضًا إلى سماكة نوع العزل الحراري, في الواقع، السمك الأكبر يتوافق مع عزل أكبر, وعند تركيب العزل الحراري يجب الاهتمام بعدة عناصر:

- درجة حرارة الركيزة والهواء: يجب ألا تقل عن 5 درجات مئوية ولا تزيد عن 35 درجة مئوية.
- يجب ألا يتعرض السطح لأشعة الشمس المباشرة.
- في حالة حدوث ضرر بسبب تأثيرات كبيرة، فمن المستحسن استخدام طلاء به شبكة تقوية مزدوجة أو لإنشاء تنورة عند قاعدة العزل.

3.عزل التجويف

لتحسين الكفاءة الحرارية، يمكن استخدام ملء التجويف و يمكن تنفيذ عزل التجو بطريقتين:

- عزل التجويف بمادة سائلة فضفاضة.
- عزل التجويف بألواح صلبة

يعد عزل التجويف باستخدام المواد السائبة أو المنفوخة طريقة سريعة واقتصادية لحماية المبنى من البرد والحرارة، مع تقليل التكاليف مقارنة بغيره من أنواع تركيب العزل وللحصول على العزل المنفوخ، يتم حفر الثقوب ويتم نفخ الجزء العلوي من الجدار والمواد السائبة في التجويف لملء فراغات الجدار وبالتالي لن يتأثر سمك الجدار.
قبل النفخ من الضروري التأكد من أن الجدار الحالي يمكنه تحمل القوة والضغط بسبب ضغط المواد العازلة المحقونة كما يتم عزل التجويف باستخدام: السليلوز والفلين والصوف الزجاجي وراتنج اليوريا والبولي يوريثان.
(R. Webb 2002, p. 83) ويجب الاخذ بعين الاعتبار انه لا يمكن تطبيق عزل التجويف بالرقائق الصلبة إلا على المباني قيد الإنشاء أو لتجديد المباني القائمة ففي الواقع، يتم وضع العزل في واحد على الأقل من طبقتي الجلد المزدوج عن طريق إدخال رقائق صلبة مثل: الألياف المعدنية ،البولي يوريثين و البوليسترين. لضمان الأداء

المناسب، ويفضل إضافة حاجز بخار، ليتم وضعه على سطح المادة العازلة، لمنع حدوث مرور البخار إلى الطبقة العازلة مع ما يترتب على ذلك من تكثيف (R. Wimmer 2000Vienne, Autriche, p. 1)

4. كتل العزل

في السنوات الأخيرة، تم إنتاج كتل البناء (الطوب أو الخرسانة) مع العزل وتم تطوير المواد الداخلية بشكل خاص حيث تعمل هذه العملية على تسريع بناء المغلف العمودي ويضمن الأداء العالي من حيث العزل الحراري. وفي الكتل الخرسانية يتم إدخال المادة العازلة فيها بطريقة تضمن استمرارية الطبقة العازلة حتى يتم صب الخرسانة داخل الكتلة التي تم وضع المادة العازلة فيها ومعالجتها مسبقًا (R. Webb, 2002, p. 83).

تم تصميم الكتل مع الأخذ بعين الاعتبار:

- تجاويف الكتلة بحيث يمكن تحسين السلوك الحراري.
- النفاذية الحرارية للجدار والنفاذية وسهولة تركيب الكتلة .
- استخدام مواد عازلة مناسبة، وهي البوليسترين الممدد المركب بشكل عام (EPS) أو الفلين

جدول (2) أنواع مختلفة من العزل الحراري

أنواع العزل الحراري	
العزل الداخلي	
عزل التجويف	
العزل الخارجي	
الكتل العازلة	

8- التوصيات:

العزل الحراري في المباني المعدة للإخلاء في حالات الكوارث الطبيعية يعد أمرًا بالغ الأهمية لضمان سلامة وراحة السكان. ومن خلال ما تم استعراضه نسرد بعض التوصيات المهمة:

1. يجب استخدام مواد عازلة مثل البوليسترين الموسَّع أو الألياف الخشبية ومواد العزل التي تم الإشارة اليها لتوفير عزل فعّال ضد الحرارة والبرودة.
2. ينبغي تأمين العزل الحراري في الجدران والأسقف والأرضيات لمنع اختراق الحرارة أو البرودة من الخارج.
3. يجب تصميم نظام تهوية فعّال لتوفير تدفق هواء جيد وتحسين جودة الهواء داخل المبنى دون التضحية بالعزل الحراري.
4. كما نوصي توفير واستخدام العزل الحراري المناسب حيث ان ذلك يمكن من تقليل استهلاك الطاقة، ويحسن راحة المستخدمين، ويقلل من تأثيرات الكوارث الطبيعية على المباني والسكان.

7- المراجع

1- A. Beck, U. Heinemann, M. Reidinger, et al. (2004), Thermal Transport in Straw Insulation, *Journal of Thermal Envelope and Building Science*, **27**, no. 3, 227-234. https://doi.org/10.1177/1097196304039831

2- A. Ferreira, F. Lopes & H. Pereira, (2000) Caractérisation *De La Croissance Et De La Qualité Du Liège Dans Une Région De Production*, Annals of forest science, Lisbonne, Portugal, 187-193.

3- Akyuz M.K., Altuntas O. and Sogut M.Z. (2017)."Economic and environmental optimization of an airport terminal building's wall and roof insulation" Sustainability, Vol. 9, No.10, 1-18.

4- APCOR. Anuario del corcho. Portugal, 2013.

5- Dylewski R. and Adamczyk J. (2011). "Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls", Building and Environment, Vol. 46, No. 12, 2615-2623.

6- Fadzil M.A., Norliyati M.A., Hilmi M.A., Wan Ibrahim M.H. and Assrul R.Z. (2017). "Energy consumption of insulated material using thermal effect analysis" International Symposium on Civil and Environmental Engineering, Vol. 103, 1- 11

7- H.R. Kymäläinan & A.M. Sjöberg (2008), Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations, *Building and Environment*, **43**, no. 7, 1261-1269. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.03.006

8- H. Pereira (2007) Chapter 4 - *The Cork Oak*. In Cork, Amsterdam: Elsevier Science B.V. https://doi.org/10.1016/b978-044452967-1/50006-6

9- Iraqi Journal of Architecture and Planning (2018) 12(1) DOI:10.36041/iqjap. v12i1.136 November.

10- Khalifa, Abdul HadiNema, (2000)."Housing design strategies for hot arid zones" Ph.D. thesis, department of Mechanical Engineering, University of Technology, Iraq.

11- J. Rives, X. Fernández-Rodriguez & J. Gabarrella, Rieradevall, (2012). Análisis ambiental de la producción de granulado de corcho en Cataluña - Norte de España. Resources, *Conservation and Recycling*, **58**, 132-142.

12- J. Unger. Tagungsband Strohbau Symposium (2001) Stroh als Baustoff Zuschade zum Verheizen! GrAT – Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien, Vienne, Autriche, p. 147.

13- M. Koivula, H.R. Kymäläinan, J. Virta et al. (2005), Emissions from Thermal Insulations--Part 2: Evaluation of Emissions from Organic and Inorganic Insulations, *Building and Environment*, **40**, no. 6, 803-814.

14- N. Sisman et al. (2007) / Energy Policy 35,5151–5155

15- R. Santiago, M. A. Martínez, F. de Miguel & A. Alvarado, (2009) IPROCOR. El mercado del corcho crudo. In Máster Superior de Subericultura. Consejería de Medio Ambiente.

16- R. Carabaño & C. Bedoya, (2012) *Characterization of The Environmental Performance of The Insulating Materials in The Enveloping of The Building*, Green Lines Institute for Sustainable Development.

17- R.J. Murphy & A. Norton, (2008) *Life Cycle Assessments of Natural Fibre Insulation Materials, National Non-Food Crops Centre - NNFCC*, Londres, Angleterre, p. 79.

18- PHI, Certification (2009).as "Quality Approved Passive House" - Criteria for residential use Passive Houses Passive House Institute, Vienne, Autriche, p.7.

19- R. Webb. (2002). Insulation for Sustainability - a Guide, XCO2, Londres, Angleterre, p. 83.