Journal of Scientific and Human Dimensions
مجلة الأبعاد العلمية والإنسانية
Volume 2, Issue 1, 2026 Pages: 763-772
Journal homepage: https://jshd.com.ly/index.php/jshd/en

The Impact of Using Red Clay Bricks on Air Conditioning Efficiency in Buildings Located in Desert Regions: A Case Study of Ghat, Libya

Mustafa Mithali Muhammad Sidi Ali *
Department of Electrical and Communications Engineering, Higher Institute of Science and Technology, Al-Barakat, Ghat, Libya

أثر استخدام الياجور الأحمر على كفاءة التكييف في المباني الواقعة في المناطق الصحراوية: دراسة حالة من مدينة غات، ليبيا

أ.م / مصطفى مثالي محمد سيدي علي*
قسم هندسة الكهرباء والاتصالات، المعهد العالي للعلوم والتقنية البركت، غات، ليبيا

*Corresponding author: astaif20@gmail.com

Received: January 31, 2026	Accepted: February 28, 2026	Published: March 28, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
This study aims to evaluate the impact of using red bricks on the efficiency of air conditioning systems in buildings located in desert areas, with a case study in Ghat, Libya. Data were collected through a field survey involving 32 participants from the local population, alongside an analysis of climatic indicators for the summer of 2024. The research focused on the relationship between the type of building material (red bricks) and the cooling performance inside buildings, as well as user perceptions regarding the feasibility of using this material under harsh climatic conditions.
The results revealed that a significant proportion of participants observed a relative improvement in the thermal performance of buildings constructed with red bricks, although awareness of the material's actual impact varied. The data also showed that split air conditioners are the most commonly used in the region and that electricity consumption during summer is generally high, indicating a need for more energy-efficient building solutions.
The study concludes that there is a growing societal willingness to adopt traditional and sustainable building materials such as red bricks, provided that sufficient awareness and technical support are available. It recommends integrating such materials into desert building strategies and promoting awareness of their benefits at both individual and institutional levels.

Keywords: Red Clay Bricks, Air Conditioning Efficiency, Desert Buildings, Thermal Comfort, Energy Consumption, Ghat Libya**.**

الملخص
تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر استخدام الياجور الأحمر على كفاءة التكييف في المباني الواقعة في المناطق الصحراوية، من خلال دراسة حالة في مدينة غات، ليبيا. تم جمع البيانات باستخدام استبيان ميداني شمل 32 مشاركًا من السكان المحليين، إلى جانب تحليل المؤشرات المناخية لفصل الصيف لعام 2024. ركزت الدراسة على العلاقة بين نوع مادة البناء (الياجور الأحمر) ودرجة كفاءة التبريد داخل المباني، كما تناولت آراء المستخدمين حول جدوى استخدام هذه المادة في ظروف مناخية قاسية.

أظهرت النتائج أن نسبة كبيرة من المشاركين يلمسون تحسنًا نسبيًا في الأداء الحراري للمباني المبنية بالياجور الأحمر، رغم وجود تفاوت في إدراك التأثير الفعلي للمادة. كما بيّنت البيانات أن مكيفات السبلت هي الأكثر استخدامًا في المنطقة، وأنّ استهلاك الكهرباء خلال الصيف مرتفع عمومًا، ما يعكس الحاجة إلى حلول بنائية أكثر كفاءة.
خلصت الدراسة إلى أن هناك قابلية مجتمعية متنامية لاعتماد مواد تقليدية مستدامة مثل الياجور الأحمر، شريطة توفر الوعي والدعم الفني. وتوصي الدراسة بضرورة دمج هذه المواد ضمن استراتيجيات البناء في المناطق الصحراوية، وتعزيز التوعية بفوائدها على مستوى الأفراد والمؤسسات.

الكلمات المفتاحية: الياجور الأحمر، كفاءة التكييف، المباني الصحراوية، الراحة الحرارية، استهلاك الطاقة، غات، ليبيا.

1. المقدمة

تُعد المناطق الصحراوية من أكثر البيئات تطلبًا فيما يتعلق بتوفير الراحة الحرارية داخل المباني، بسبب الارتفاع الشديد في درجات الحرارة صيفًا. ويُشكل استهلاك الطاقة لأغراض التبريد تحديًا بيئيًا واقتصاديًا في هذه المناطق، ما يدفع للبحث عن حلول معمارية تساهم في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

من بين هذه الحلول، يبرز استخدام مواد بناء ذات خصائص عازلة، مثل الياجور الأحمر، الذي يُعرف بقدرته على تقليل انتقال الحرارة إلى داخل المبنى. ومع ذلك، فإن مدى انتشار هذا النوع من المواد ومدى إدراك السكان لفعاليته لا يزال غير واضح في بعض المناطق الصحراوية، مثل مدينة غات جنوب ليبيا.

تهدف هذه الدراسة إلى استقصاء آراء السكان حول أثر استخدام الياجور الأحمر على كفاءة التكييف في المباني السكنية، وذلك من خلال استبيان ميداني يعكس واقع الممارسة المعمارية ومدى الوعي المجتمعي بأهمية المواد البنائية في تعزيز الأداء الحراري للمباني.

2. منطقة الدراسة وجمع البيانات:

تم اختيار مدينة غات، الواقعة جنوب غرب ليبيا، كموقع للدراسة نظرًا لطبيعتها الصحراوية واعتماد سكانها على مواد بناء متنوعة. تم إعداد استبيان إلكتروني موجه لسكان المدينة بهدف جمع بيانات كمية تتعلق بنوع مادة البناء، أداء أجهزة التكييف، ومستوى الراحة الحرارية داخل المنازل. بلغ عدد المشاركين في الاستبيان 32 مشاركًا.

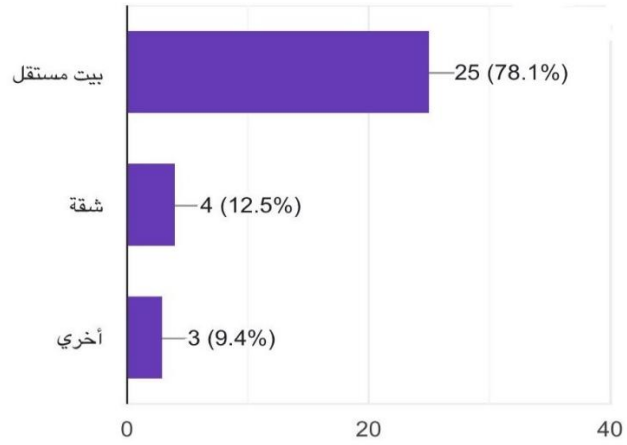
3. الاختبارات والمواد المستخدمة:

تضمنت الدراسة تحليل خصائص مادة الياجور الأحمر من خلال مراجعة الأدبيات العلمية، واستعراض خصائصها الفيزيائية مثل الكتلة الحرارية، الموصلية الحرارية، وامتصاص الرطوبة. لم يتم إجراء اختبارات مخبرية مباشرة، بل اعتمد التحليل على بيانات المشاركين في الاستبيان وأظهرت ما يلي:

1.3. نوع السكن

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان، كما هو موضح في (شكل 1)، أن 77.4% من المشاركين يقيمون في بيوت مستقلة، بينما أشار 12.9% إلى أنهم يسكنون في شقق، في حين أفاد 9.7% بأنهم يعيشون في أنواع أخرى من المساكن.

المناقشة: تعكس هذه النتائج النمط العمراني والاجتماعي السائد في مدينة غات، حيث تميل الغالبية إلى اختيار البيوت المستقلة نظرًا لما توفره من خصوصية ومساحة أكبر، وهو ما يتماشى مع العادات المحلية والظروف المناخية الصحراوية. فالبيوت المستقلة تتيح إمكانيات أفضل للعزل الحراري والتكييف مقارنة بالشقق أو المساكن المشتركة، مما يُعزز من أهمية مراعاة نوع السكن عند تقييم كفاءة أنظمة التبريد في مثل هذه البيئات.

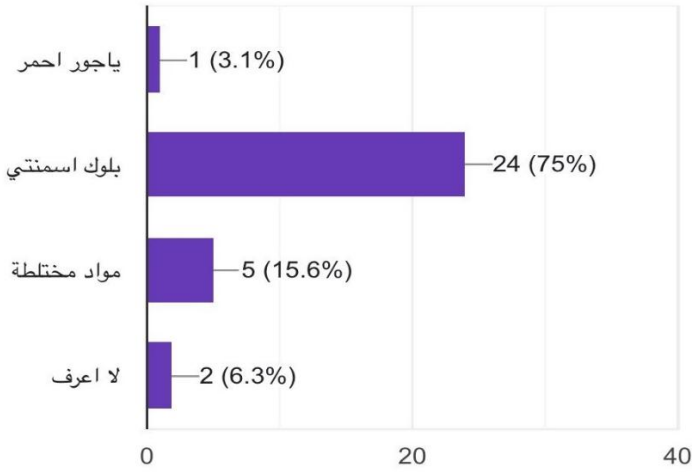


شكل 1. نوع السكن

2.3. نوع مواد البناء الخارجية (الواجهات والجدران)

النتائج: أظهرت بيانات الاستبيان كما هو موضح في (شكل 2) أن 75% من المشاركين أشاروا إلى أن منازلهم مبنية باستخدام البلوك الإسمنتي، بينما أفاد 15.6% باستخدام مواد مختلطة، وأشار 3.1% فقط إلى استخدام الياجور الأحمر، في حين لم يتمكن 6.3% من تحديد نوع المادة المستخدمة في بناء منازلهم.

المناقشة: تشير هذه النتائج إلى أن البلوك الإسمنتي يُعد المادة الأكثر شيوعًا في البناء بمدينة غات، مما يعكس تفضيلات حديثة في السوق المحلي قد تعود إلى عوامل مثل التكلفة أو سهولة التوريد. في المقابل، يُلاحظ أن استخدام الياجور الأحمر لا يزال محدودًا رغم مزاياه في العزل الحراري. كما أن نسبة من المشاركين لم يتمكنوا من تحديد نوع المادة، ما يدل على وجود نقص في الوعي أو المشاركة في اختيار المواد أثناء البناء، وهو ما قد يؤثر على تقييم الأداء الحراري للمباني. تؤكد هذه المعطيات الحاجة إلى تعزيز الوعي المجتمعي بخصائص مواد البناء وأثرها على الراحة الطاقية في البيئة الصحراوية.

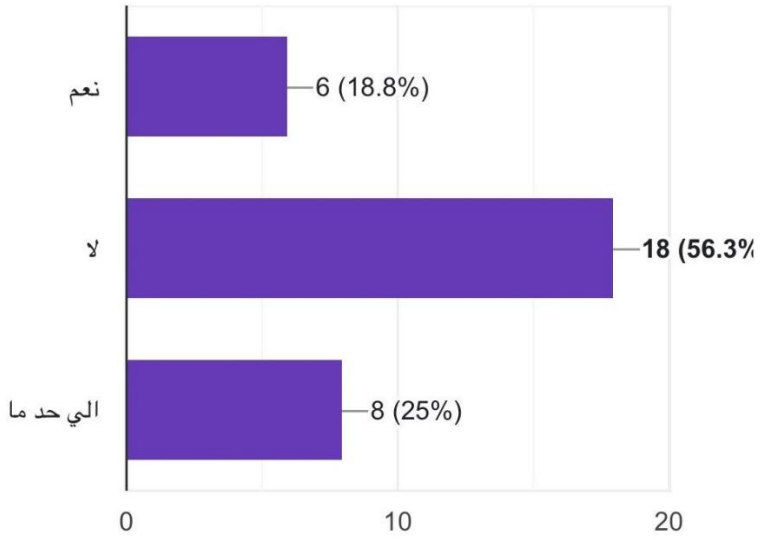


شكل 2. نوع مواد البناء

3.3. هل تشعر أن منزلك يحتفظ بالبرودة وقت النهار في الصيف؟

النتائج: أظهرت بيانات الاستبيان، كما هو موضح في (شكل 3)، أن 56.3% من المشاركين أفادوا بأن منازلهم لا تحتفظ بالبرودة خلال ساعات النهار في فصل الصيف، بينما ذكر 25% أن منازلهم تحتفظ بالبرودة إلى حدٍ ما، وصرّح 18.8% فقط بأن منازلهم تبقى باردة بالفعل خلال هذه الفترة.

المناقشة: تعكس هذه النتائج وجود خلل في كفاءة العزل الحراري في عدد كبير من المساكن بمدينة غات، مما يؤدي إلى فقدان البرودة الداخلية خلال ساعات النهار في فصل الصيف، حيث تكون درجات الحرارة في ذروتها. هذا الوضع قد يضطر السكان إلى الاعتماد المفرط على أجهزة التكييف، وبالتالي ارتفاع استهلاك الطاقة. من هنا تبرز أهمية دراسة خصائص مواد البناء، خصوصًا الياجور الأحمر، الذي يُعتقد أن له خصائص عزل حراري طبيعية تساهم في تحسين الراحة الحرارية داخل المباني الصحراوية. تؤكد النتائج الحاجة إلى إعادة النظر في سياسات اختيار المواد المستخدمة في البناء، بما يتماشى مع متطلبات البيئة الصحراوية القاسية.

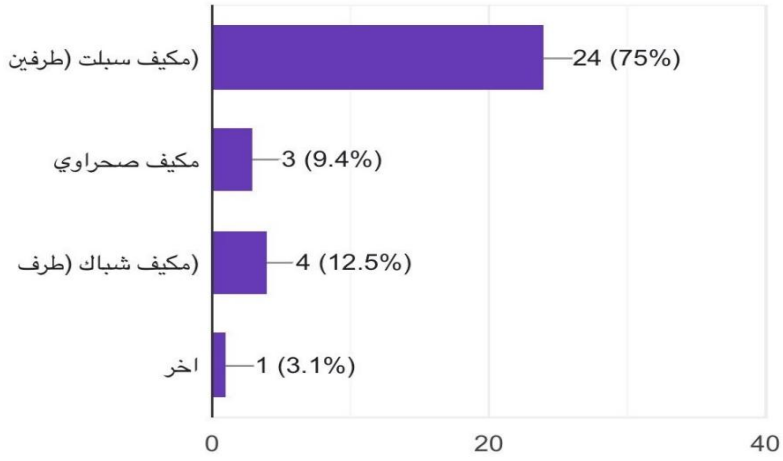


شكل 3. الاحتفاظ بالبرودة وقت النهار

4.3. نوع نظام التكييف المستخدم في المنزل

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان، كما هو موضح في (شكل 4)، أن 75% من المشاركين يستخدمون مكيف سبلت (طرفين)، وهو النوع الأكثر شيوعًا بين السكان. كما أفاد 12.5% باستخدام مكيف الشباك (طرف واحد)، و9.4% يستخدمون المكيف الصحراوي، في حين أشار 3.1% إلى استخدام أنظمة تكييف أخرى.

المناقشة: تعكس هذه النتائج توجه السكان في مدينة غات نحو استخدام أنظمة التكييف الحديثة، لا سيما مكيف السبلت، لما يتمتع به من كفاءة تشغيلية نسبية وقدرة على التبريد الفعّال في البيئات الحارة. في المقابل، تواصل نسبة محدودة من السكان الاعتماد على أنظمة تقليدية مثل مكيف الشباك والمكيف الصحراوي، والتي غالبًا ما تكون أقل كفاءة من حيث أداء الطاقة والراحة الحرارية. يشير هذا التنوع في استخدام أنظمة التكييف إلى تفاوت في الإمكانيات الاقتصادية ومستوى الوعي للطاقة لدى السكان، ويؤكد أهمية دراسة مدى توافق هذه الأنظمة مع خصائص المباني والمواد المستخدمة في تشييدها، مثل الياجور الأحمر، لتحقيق أقصى كفاءة ممكنة في استهلاك الطاقة.



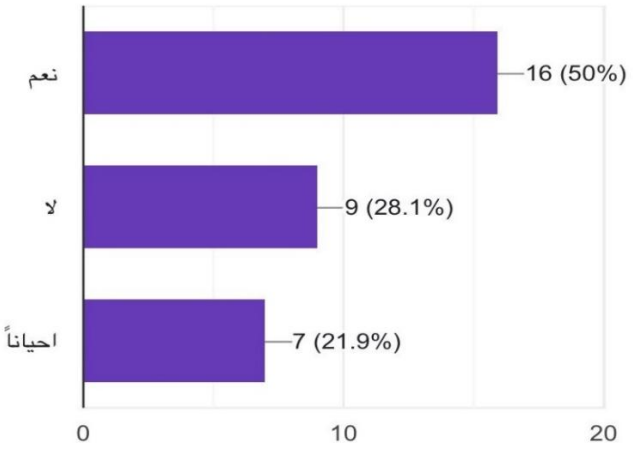
شكل 4. نوع نظام التكييف المستخدم في المنزل

5.3. هل تلاحظ أن التكييف يعمل لساعات أطول بسبب حرارة الجدران؟

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان أن 50% من المشاركين أكدوا أن أجهزة التكييف في منازلهم تعمل لفترات أطول نتيجة لارتفاع حرارة الجدران الخارجية. في المقابل، أشار 28.1% من المشاركين إلى عدم ملاحظتهم لهذا التأثير، بينما أجاب 21.9% بأنهم يلاحظون ذلك أحيانًا، حيث تشير هذه البيانات إلى وجود اختلاف في إدراك المستخدمين لتأثير حرارة الجدران على مدة تشغيل أجهزة التكييف كما هو موضح في (شكل 5).

المناقشة: تشير النتائج إلى وجود علاقة بين نوع مادة البناء الخارجية ومدة تشغيل نظام التكييف. إذ تمثل حرارة الجدران الخارجية عبئًا حراريًا إضافيًا على أجهزة التكييف، مما يؤدي إلى زيادة زمن تشغيلها وتعزيز استهلاك الطاقة الكهربائية.

لذلك، فإن تحسين خصائص مواد البناء أو تطبيق تقنيات العزل الحراري قد يسهم في تقليل هذه الأحمال، مما يؤدي إلى تقليل زمن تشغيل التكييف وتحسين كفاءته، وهذا أمر مهم خاصة في المناطق الصحراوية ذات درجات الحرارة المرتفعة مثل مدينة غات.



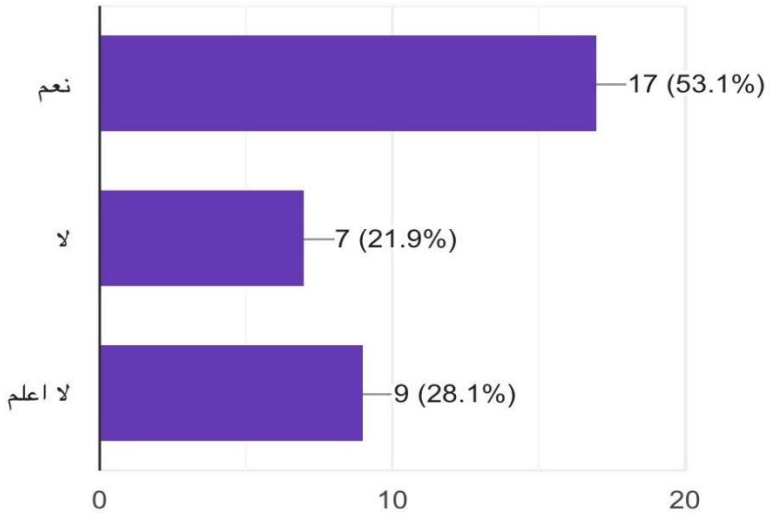
شكل 5. التكييف يعمل لساعات أطول بسبب حرارة الجدران

6.3. في رأيك، هل نوع الجدران (الياجور أو غيره) يؤثر على أداء التكييف؟

النتائج: أجاب 53.1% من المشاركين بـ "نعم"، مؤكدين اعتقادهم بأن نوع الجدران يؤثر فعليًا على أداء التكييف داخل المنزل. بالمقابل، رأى 21.9% منهم أن لا تأثير يُذكر للجدران على أداء التكييف، فيما أفاد 28.1% من المشاركين بعدم معرفتهم أو عدم التأكد من مدى تأثير نوع الجدران كما هو موضح في (شكل 6)، حيث تعكس هذه النتائج وجود وعي نسبي بين السكان حول العلاقة بين خصائص الجدران وكفاءة أنظمة التكييف.

المناقشة: تشير النتائج إلى أن أكثر من نصف المشاركين يدركون تأثير نوع الجدران على أداء أجهزة التكييف، مما يعكس وعيًا مهمًا لدى المستخدمين حول دور المواد الإنشائية في تقليل الأحمال الحرارية على المبنى. يُعد هذا الوعي مدعوماً بالحاجة الملحة لتحسين كفاءة التبريد في المناطق الصحراوية الحارة.

يشير هذا الإدراك إلى أهمية تعزيز التوعية حول مزايا استخدام مواد بناء ذات خصائص عزل حراري متقدمة، مثل الياجور الأحمر، الذي أثبت فعاليته في تقليل انتقال الحرارة إلى داخل المباني في البيئة الصحراوية. اعتماد مثل هذه المواد لا يسهم فقط في تحسين راحة السكان، بل يقلل أيضًا من استهلاك الطاقة الكهربائية ويحسن استدامة أنظمة التكييف.



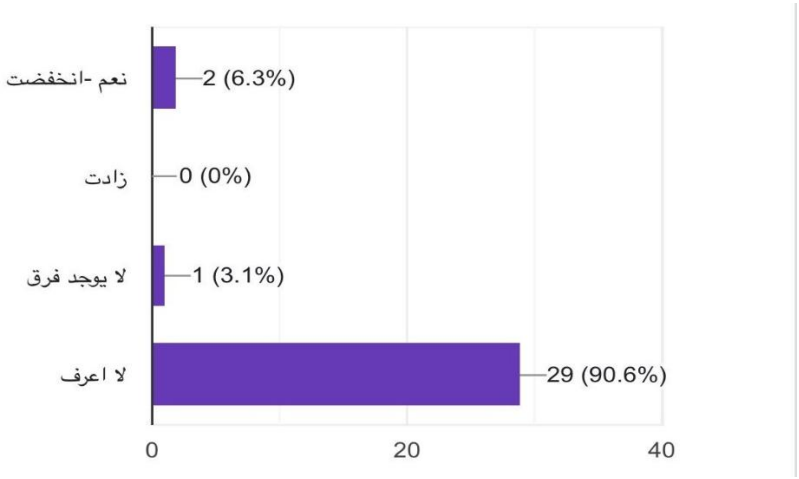
شكل 6. نوع الجدران

7.3. هل لاحظت فرقًا في فاتورة الكهرباء بعد الانتقال إلى منزل مبني بالياجور الأحمر؟

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان أن الغالبية العظمى من المشاركين بنسبة 90.6% أجابوا بـ "لا أعرف" عند سؤالهم عن الفرق في فاتورة الكهرباء بعد الانتقال إلى منزل مبني بالياجور الأحمر، مما يعكس قلة من خاضوا تجربة الانتقال إلى هذا النوع من المنازل. في المقابل، أشار 6.3% منهم إلى أنهم لاحظوا انخفاضًا في فاتورة الكهرباء، بينما أفاد 3.1% بعدم وجود فرق، ولم يُسجل أي مشارك زيادة في الفاتورة كما هو موضح في (شكل 7).

المناقشة: تعكس هذه النتائج أن الياجور الأحمر لا يزال غير مستخدم على نطاق واسع بين سكان المنطقة، مما يحد من إمكانية تقييم تأثيره المباشر على استهلاك الطاقة من خلال التجارب الشخصية للمستخدمين. ومن هنا، تبرز الحاجة لإجراء المزيد من الدراسات التطبيقية والميدانية التي تقيس فعالية الياجور الأحمر في تحسين كفاءة التكييف وتقليل استهلاك الكهرباء بشكل موضوعي.

كما يشير ذلك إلى أهمية نشر الوعي والتشجيع على تجربة استخدام مواد البناء التقليدية ذات الخصائص العازلة مثل الياجور الأحمر، لما له من أثر محتمل في تقليل الأحمال الحرارية وخفض التكاليف الطاقية في المنازل الصحراوية.



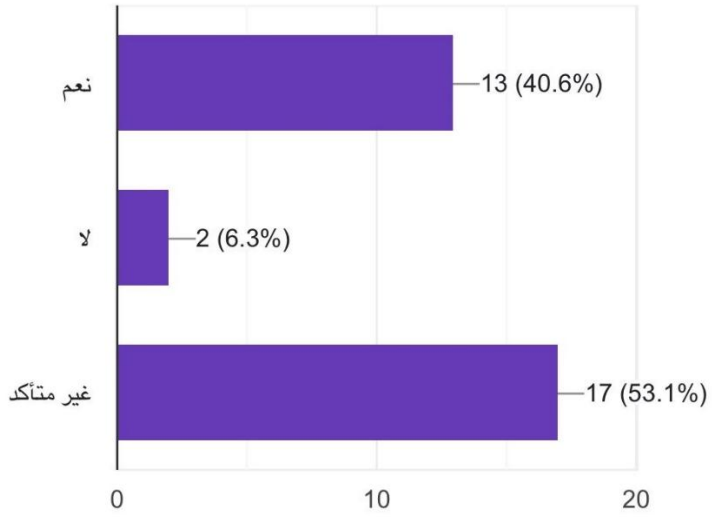
شكل 7. الفرق في فاتورة الكهرباء بعد الانتقال إلى منزل مبني بالياجور الأحمر

8.3. هل تعتقد أن الياجور الأحمر يساعد على تقليل استهلاك الطاقة؟

النتائج: أفاد 13% من المشاركين بأنهم يعتقدون أن الياجور الأحمر يساعد على تقليل استهلاك الطاقة، في حين رأى 6.3% أنه لا يساعد. وأعربت النسبة الأكبر، والتي بلغت 53.1%، عن عدم تأكدهم من ذلك كما هو موضح في (شكل 8).

المناقشة: تشير هذه النتائج إلى وجود ضعف نسبي في وعي السكان بالفوائد الحرارية والطاقية للياجور الأحمر، رغم وجود نسبة صغيرة تدرك أثره الإيجابي في تقليل استهلاك الطاقة. يعكس ذلك الحاجة الملحة لتعزيز التوعية المجتمعية حول خصائص المواد البنائية وتأثيرها على كفاءة الطاقة في المنازل، خصوصًا في البيئات الصحراوية التي تعاني من ارتفاع درجات الحرارة.

تعزيز المعرفة والفهم لدى السكان قد يسهم في زيادة قبول وتبني استخدام الياجور الأحمر والمواد العازلة الأخرى، مما يساعد في تحسين استدامة استخدام الطاقة وتقليل التكاليف التشغيلية لأنظمة التكييف



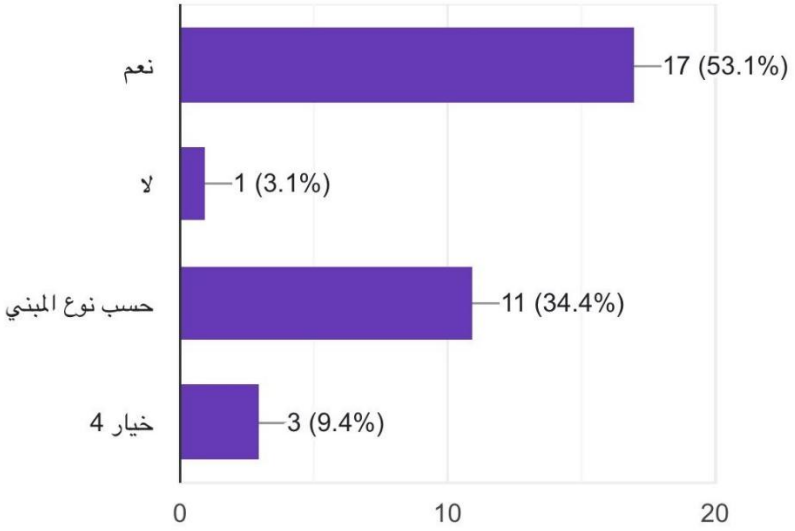
شكل 8. الياجور الأحمر يساعد على تقليل استهلاك الطاقة

9.3. هل توصي الآخرين باستخدام الياجور الأحمر في البناء بالمناطق الصحراوية؟

النتائج: أوضح 62.5% من المشاركين أنهم يوصون باستخدام الياجور الأحمر في البناء بالمناطق الصحراوية. في المقابل، أجاب 34.4% بأن التوصية تعتمد على نوع المبنى، بينما عبر 3.1% فقط عن عدم تأييدهم لاستخدامه كما هو موضح في (شكل.9).

المناقشة: تعكس هذه النتائج نظرة إيجابية عامة تجاه الياجور الأحمر، سواء من خلال القناعة المباشرة أو المشروطة، مما يشير إلى وجود قابلية مجتمعية لاعتماده بشكل أوسع. هذه القابلية تعتمد على توفر المعلومات الكافية والدعم الفني المناسب، مما يسهل تبني استخدام هذه المادة في البناء الصحراوي.

يدل ذلك على أهمية تعزيز البرامج التوعوية وتوفير الاستشارات الفنية للمشروعات المعمارية، لتشجيع استخدام الياجور الأحمر وتحقيق الفوائد البيئية والاقتصادية المتوقعة في المناطق ذات الظروف المناخية القاسية.

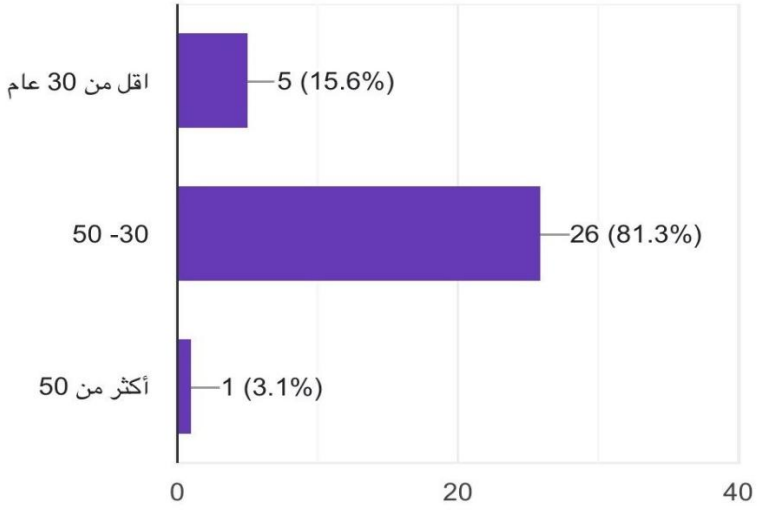


شكل 9. استخدام الياجور الأحمر في البناء بالمناطق الصحراوية

10.3. الفئة العمرية للمشاركين

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان أن الغالبية العظمى من المشاركين، بنسبة 81.3%، تتراوح أعمارهم بين 30 و50 عامًا، وهي الفئة الأكثر انخراطًا في قرارات البناء والسكن. في حين مثلت فئة أقل من 30 عامًا نحو 15.6%، وبلغت نسبة المشاركين فوق 50 عامًا 3.1% فقط كما هو مبين في (شكل.10)

المناقشة: تعزز هذه التركيبة العمرية من مصداقية البيانات، إذ إن الغالبية العظمى من المشاركين تنتمي إلى فئة عمرية نشطة وذات تأثير مباشر على قرارات البناء والسكن في المجتمع. وجود هذه الفئة يضمن أن الآراء والملاحظات التي تم جمعها تعكس توجهات حقيقية وقابلة للتطبيق في سوق البناء المحلي، مما يضيف قوة للنتائج ويساعد في توجيه التوصيات بشكل أكثر دقة.



شكل 10. الفئة العمرية للمشاركين

4. النتائج العامة

أظهرت نتائج الاستبيان أن غالبية المشاركين (77.4%) يقيمون في بيوت مستقلة، والتي تعتبر الأنسب من حيث العزل الحراري في البيئة الصحراوية. كما تبين أن 75% من المنازل مبنية بالبلوك الإسمنتي، مع قلة استخدام مواد تقليدية مثل الياجور الأحمر (3.1%). أشارت معظم الردود إلى ضعف الاحتفاظ بالبرودة في المنازل خلال الصيف، مما ينعكس على زيادة تشغيل أجهزة التكييف التي يفضل معظم السكان نظام السبلت (75%).

نصف المشاركين لاحظوا أن حرارة الجدران تؤدي إلى تشغيل أطول للتكييف، و53.1% يؤمنون بأن نوع الجدران يؤثر فعليًا على أداء التكييف. رغم ذلك، فإن الوعي بفوائد الياجور الأحمر في تقليل استهلاك الطاقة ما زال ضعيفًا، حيث أن 90.6% لم يختبروا تأثيره المباشر على فواتير الكهرباء، و53.1% غير متأكدين من دوره في تقليل استهلاك الطاقة. مع ذلك، 62.5% يوصون باستخدام الياجور الأحمر في البناء الصحراوي، مع تأكيد أهمية نوع المبنى في القرار حيث ان الفئة العمرية للمشاركين كانت في الغالب بين 30 و50 سنة، وهي فئة مؤثرة في قرارات البناء، ما يعزز مصداقية البيانات.

الخاتمة

أظهرت نتائج الدراسة أن استخدام الياجور الأحمر في المباني الواقعة في المناطق الصحراوية قد يُسهم في تحسين كفاءة التبريد وتقليل الضغط على أجهزة التكييف، رغم أن الوعي المجتمعي بهذه الفوائد لا يزال محدودًا. وقد أبدى غالبية المشاركين استعدادًا لاستخدام هذه المادة، مما يعكس وجود أرضية إيجابية لاعتمادها على نطاق أوسع. توصي الدراسة بزيادة التوعية حول خصائص المواد البنائية المستدامة، وتعزيز البحث في دمج التقنيات التقليدية مع ممارسات البناء الحديثة لرفع كفاءة الطاقة في البيئة الصحراوية.

المراجع

1. السيّد، م. وآخرون. (2018). السلوك الحراري للمباني في المناخات الحارة الجافة. مجلة أداء المباني.
2. شعبان، س.، & سعيد، م. (2020). كفاءة الطاقة في البيئات الصحراوية: حالة ليبيا. مراجعة الطاقة المتجددة.
3. بسّود، أ. (2021). تقييم الراحة الحرارية الصيفية في المناطق الصحراوية الجافة.
4. أحمد، س. وآخرون. (2016). استراتيجيات التبريد السلبي في المناخات الحارة الجافة: دراسة حالة من الإمارات العربية المتحدة. مجلة العمارة المستدامة، 22(4)، 410-422.
5. كومار، ر.، & كومار، س. (2014). الأداء الحراري للطوب الطيني في المناخ الحار. المجلة الدولية لعلوم البناء، 8(1)، 10-18.

6. لي، د. هـ.، & لام، ج. س. (2001). الراحة الحرارية والآثار الطاقوية لمواد البناء. مجلة البناء والبيئة، 36(7)، 867-875.
7. عمر، أ. م. (2008). الطاقة والبيئة والتنمية المستدامة. مراجعات الطاقة المتجددة والمستدامة، 12(9)، 2265-2300.
8. شريستا، س. وآخرون. (2017). أثر مواد البناء على الراحة الحرارية الداخلية وطلب طاقة التبريد. إجراءات الطاقة، 142، 2137-2142.
9. الحمود، م. س. (2005). الخصائص الأدائية والتطبيقات العملية لمواد العزل الحراري الشائعة في المباني. مجلة البناء والبيئة، 40(3)، 353-366.
10. فاثي، ح. (1986). الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية: المبادئ والأمثلة مع الإشارة إلى المناخات الحارة الجافة. مطبعة جامعة شيكاغو.
11. جيفوني، ب. (1998). اعتبارات المناخ في تصميم المباني والعمران. جون وايلي وأولاده.
12. كوسيسكا، إ.، & كوسني، ج. (2002). تأثير تكوين العزل على أحمال التدفئة والتبريد في المباني. مجلة الطاقة والمباني، 34(4)، 321-331.
13. عوف، م. م.، & الواقف، ر. (2007). أثر مواد البناء التقليدية على البيئة الداخلية للمباني السكنية في المناخات الحارة. مجلة الطاقة والمباني، 39(4)، 529-536.
14. سانتاموريس، م. (2013). استخدام المواد الباردة لتحسين البيئة الحضرية. الطاقة الشمسية، 93، 135-143.
15. زولفغاري، أ.، & لشقري، هـ. (2012). أثر مواد البناء على الراحة الحرارية الداخلية واستهلاك الطاقة في المباني. المجلة الدولية للطاقة المستدامة، 31(2)، 93-102.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JSHD** and/or the editor(s). **JSHD** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.