Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي
E-ISSN: 2959-6505
Volume 4, Issue 1, 2026
Page No: 429-436
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2025: 0.915 معامل التأثير العربي (AIF) 2025: 0.76

Evaluation of the Performance of Residential Air Conditioning Units in Ghat City During the Summer of 2024 Based on Climate Indicators and User Satisfaction

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

تقييم أداء أجهزة التكييف المنزلية في مدينة غات خلال فصل الصيف 2024 بالاعتماد على المؤشرات المناخية ورضا المستخدمين

مصطفى مثالي محمد سيدي علي*
قسم الهندسة الكهربائية والاتصالات، المعهد العالي للعلوم والتقنية البركت، غات، ليبيا

*Corresponding author: Astaif20@gmail.com

Received: January 09, 2026 | Accepted: February 13, 2026 | Published: February 24, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication 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 analyze the performance of cooling and air conditioning systems during the summer months in Ghat, located in southern of Libya, under extreme climatic conditions characterized by high temperatures and low humidity levels. Climate data for the summer of 2024 were collected and analyzed using Excel software, along with a questionnaire designed to measure residents' satisfaction with the performance of air conditioning units and the effectiveness of thermal insulation. The results revealed significant temperature variations between the months, along with challenges related to system efficiency and energy consumption. The study concludes with a set of recommendations to improve cooling efficiency and reduce electricity consumption in a way that suits the desert environment of Ghat.

Keywords: Ghat, Air Conditioning, Desert Climate, Energy Efficiency, Thermal Insulation, Questionnaire, Summer 2024.

الملخص:
تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أداء أنظمة التبريد والتكييف خلال أشهر الصيف في مدينة غات الواقعة جنوب ليبيا، في ظل الظروف المناخية القاسية التي تتسم بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض نسبة الرطوبة. تم جمع البيانات المناخية لصيف عام 2024 وتحليلها باستخدام برنامج Excel، بالإضافة إلى تصميم استبيان لقياس مدى رضا السكان عن أداء أجهزة التكييف وكفاءة العزل الحراري. أظهرت النتائج تفاوتًا ملحوظًا في درجة الحرارة بين الأشهر، مع وجود تحديات تتعلق بكفاءة الأجهزة واستهلاك الطاقة. خلصت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات لتحسين كفاءة التبريد وتخفيض الاستهلاك الكهربائي، بما يتناسب مع البيئة الصحراوية لمدينة غات.

الكلمات المفتاحية: غات، التكييف، المناخ الصحراوي، كفاءة الطاقة، العزل الحراري، الاستبيان، صيف 2024.

المقدمة:

تُعد أنظمة التبريد من الركائز الأساسية في تحسين جودة الحياة، لا سيّما في المناطق ذات المناخ الصحراوي الجاف، مثل مدينة غات الواقعة في أقصى جنوب غرب ليبيا. ومع ارتفاع درجات الحرارة خلال أشهر الصيف بشكل ملحوظ، تصبح الحاجة إلى نظم تبريد فعالة واقتصادية أكثر إلحاحًا، سواء في المنازل أو المرافق العامة أو المباني التجارية.

تشهد مدينة غات خلال أشهر الصيف درجات حرارة مرتفعة، تتجاوز في بعض الأيام 45 درجة مئوية، في ظل انخفاض ملحوظ في معدلات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح، مما يفرض تحديات كبيرة أمام أنظمة التبريد والتكييف التقليدية، سواء من حيث كفاءتها أو استهلاكها للطاقة. وعلى الرغم من توفر بعض الحلول التقنية، إلا أن أغلبها غير مُصمم ليتواءم مع الظروف المناخية المحلية القاسية.

في هذا السياق، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل البيانات المناخية اليومية لمدينة غات خلال أشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس)، للوقوف على مدى تأثير الظروف المناخية في أداء أنظمة التبريد، وتحديد المؤشرات الحرارية الأكثر تأثيرًا مثل درجة الحرارة الجافة والرطبة، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح.

تعتمد الدراسة على بيانات مناخية موثوقة لعام (2024م)، وتحليلها باستخدام برنامج Excel لإظهار الأنماط الحرارية اليومية والمتوسطات الشهرية، ومن ثم تقديم توصيات عملية لتحسين أداء أنظمة التبريد وفقًا للمعطيات المناخية الحقيقية.

منطقة الدراسة وجمع البيانات:

أُجريت هذه الدراسة في مدينة غات الواقعة في أقصى الجنوب الغربي من ليبيا، ضمن نطاق المناخ الصحراوي الحار. تشهد المدينة خلال فصل الصيف ارتفاعًا شديدًا في درجات الحرارة، حيث تتجاوز غالبًا 45 درجة مئوية، مع مستويات رطوبة منخفضة، مما يفرض تحديات كبيرة على الراحة الحرارية داخل المساكن.

تم جمع البيانات من خلال استبيان ميداني تم توزيعه على عينة من سكان المدينة خلال صيف عام 2024، بلغ عدد المشاركين فيه 62 فردًا من مختلف الفئات العمرية. تضمن الاستبيان مجموعة من الأسئلة المتعلقة بأداء أجهزة التكييف في المباني السكنية والتجارية والحكومية ومدى رضا المستخدمين، ونمط استخدام الأجهزة، ومدى توافقها مع الظروف المناخية المحلية.

المواد المستخدمة والاختبارات:

اعتمدت الدراسة على أدوات بحثية كمية ونوعية لتقييم أداء أجهزة التكييف. تمثلت الأداة الأساسية في استبيان ميداني مصمم خصيصًا لهذا الغرض، واحتوى على أسئلة مغلقة ومفتوحة غطت الجوانب الفنية والتشغيلية للأجهزة، بالإضافة إلى آراء المستخدمين حول الكفاءة والفعالية.

كما تم تحليل البيانات المناخية المسجلة خلال أشهر الصيف لعام 2024 (يونيو، يوليو، أغسطس) في مدينة غات، مع التركيز على معدلات الحرارة والرطوبة. تم تحليل البيانات باستخدام أساليب إحصائية بسيطة للوصول إلى مؤشرات واضحة حول أداء التكييف ومدى الرضا العام لدى المستخدمين.

البيانات المناخية:

تم الحصول على البيانات المناخية اليومية لعام 2024 من مصادر أرصاد جوية موثوقة، وشملت المتغيرات التالية:

1. درجة الحرارة الجافة (T2M).
2. درجة الحرارة العظمى والصغرى (T2M_MAX، T2M_MIN).
3. درجة حرارة الندى (T2MDEW).
4. درجة الحرارة الرطبة (T2MWET).
5. الرطوبة النسبية (RH2M).
6. سرعة الرياح (WS10M).

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج Excel لاستخلاص المتوسطات لكل شهر، ودراسة الفروقات اليومية، والعلاقات بين المتغيرات المختلفة.

الاستبيان:

تم إعداد استبيان إلكتروني موجه لعينة من سكان مدينة غات، واحتوى على مجموعة من الأسئلة المتعلقة بمشاكل التبريد، فترات الاستخدام، الانقطاعات الكهربائية، ودرجة الرضا عن أداء الأجهزة، وتم تحليل الردود بشكل كمي ونوعي.

أدوات التحليل:

1. برنامج Microsoft Excel لتحليل البيانات المناخية.
2. التمثيل البياني للعلاقات بين المتغيرات.
3. التحليل الوصفي لتفسير نتائج الاستبيان وربطها بالبيانات المناخية.

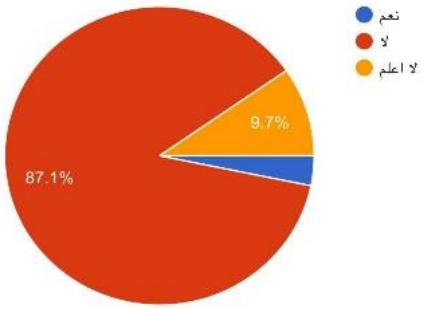
نتائج الاستبيان وتحليلها:

في إطار الدراسة، تم إجراء استبيان إلكتروني شمل 62 مشاركًا من سكان مدينة غات، بهدف تقييم العلاقة بين كفاءة التبريد وظروف المباني وأنظمة التكييف وخلص الي الاتي:

العزل الحراري للمباني:

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان كما هو موضح في (شكل 1.) أن 87.1% من المشاركين لا يملكون عزلًا حراريًا في منازلهم، ما يشير إلى غياب هذه الثقافة في البناء المحلي بمدينة غات. هذا النقص يُسهم في زيادة الحمل الحراري داخل المباني، ويؤدي إلى استهلاك أكبر للطاقة لتشغيل أجهزة التكييف. كما أن 9.7% غير متأكدين من وجود العزل، مما يعكس ضعف الوعي بأهميته، ونسبة 3.2% اجابوا بنعم.

المناقشة: تؤكد هذه النتائج الحاجة إلى تعزيز التوعية بأهمية العزل الحراري، وضرورة إدراجه ضمن معايير البناء لتحسين كفاءة الطاقة والراحة الحرارية في المناطق الصحراوية.



شكل رقم (1): العزل الحراري للمباني

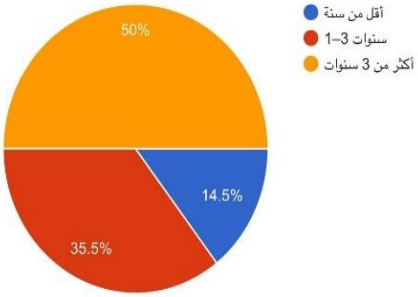
عمر جهاز التكييف:

النتائج: تشير البيانات الموضحة في (شكل 2.) إلى أن نصف المشاركين (50%) يستخدمون أجهزة تكييف عمرها أكثر من ثلاث سنوات، بينما 35.5% بين سنة و3 سنوات، و14.5% فقط أقل من سنة.

تدل هذه النتائج على أن معظم الأجهزة قديمة نسبيًا، مما قد يؤثر سلبًا على كفاءتها، خاصة خلال فترات الحرارة الشديدة. فكلما زاد عمر الجهاز، زادت احتمالية تراجع أدائه وارتفاع استهلاكه للطاقة، خصوصًا إذا لم يخضع لصيانة دورية.

توصي الدراسة بضرورة الاهتمام بتجديد الأجهزة أو صيانتها بشكل منتظم لضمان أدائها الفعّال في ظل الظروف المناخية القاسية.

المناقشة: تؤكد النتائج أن غالبية الأجهزة قديمة نسبيًا، مما قد ينعكس على كفاءتها التشغيلية خصوصًا في فترات الذروة الصيفية.

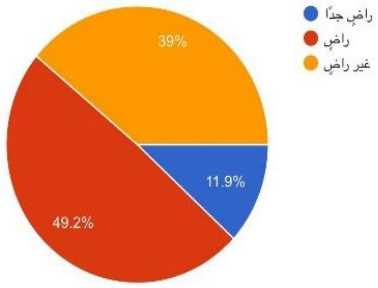


شكل رقم (2): عمر جهاز التكييف

الرضا عن أداء التكييف:

النتائج: كشف الاستبيان كما هو في (شكل 3.) أن 49.2% راضون فقط عن الأداء، في حين أن 39% غير راضين، و11.9% فقط راضون جدًا.

المناقشة: هذا التوزيع يُظهر بوضوح وجود فجوة في الرضا العام، وهو ما يمكن ربطه بقدم الأجهزة وسوء العزل، كما تدعمه البيانات المناخية المحللة سابقًا.

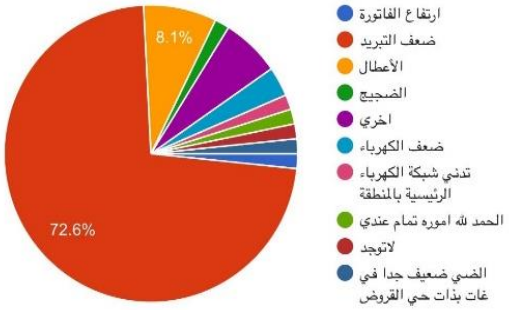


شكل رقم (3): الرضي عن أداء التكييف

ما أهم مشكلتك مع التكييف؟

النتائج: حيث هنا يوضح (شكل 4.) أكثر المشكلات شيوعًا هي: ضعف التبريد (72.6%)، وهو ما يعكس إما قِدم الأجهزة أو عدم توافقها مع الظروف المناخية، الأعطال تحتل المرتبة الثانية بنسبة 8.1%، وهي مرتبطة غالبًا بسوء الاستخدام أو غياب الصيانة، وتأتي مشكلة الكهرباء (تدني الشبكة وضعف الكهرباء) حيث ظهرت أيضًا ولكن بنسبة أقل، ما يؤثر على الأداء العام، ونسبة صغيرة جدًّا من المشاركين عبّرت عن عدم وجود مشكلات، ما يعكس وجود حالات مستقرة محدودة فقط، ونسبة 19.3% موزعه علي اراء مختلفة شملت مشاكل مثل الضجيج، ارتفاع الفاتورة، وضعف الكهرباء ظهرت بنسب ضئيلة، لكنها تبرز مشكلات مرتبطة بالبنية التحتية والبيئة المحيطة.

المناقشة: تشير هذه النتيجة إلى الحاجة العاجلة إلى أنظمة تكييف أكثر ملاءمة للمناخ الصحراوي، سواء من حيث التصميم الحراري أو كفاءة التشغيل.

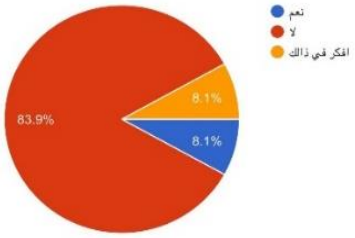


شكل رقم (4): اهم مشاكل التكييف

هل تستخدم أي مصدر طاقة بديل؟

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان كما هو موضح في (شكل 5.) أن 83.9% من المشاركين لا يستخدمون أي مصدر بديل للطاقة، في حين أفاد 8.1% باستخدامهم مصادر بديلة مثل الطاقة الشمسية أو المولدات، بينما أشار 8.1% آخرون إلى أنهم يفكرون في استخدام هذه المصادر في المستقبل.

المناقشة: يُعبر هذا التوزيع عن انخفاض ملحوظ في تبني الطاقة البديلة في مدينة غات، على الرغم من وفرة الإشعاع الشمسي وملاءمة المناخ لتقنيات الطاقة المتجددة. ويرجع هذا التدني إلى عدة أسباب محتملة، منها ضعف الوعي المجتمعي، وارتفاع تكاليف الاستثمار الأولي، وغياب البرامج التحفيزية أو الدعم المؤسسي لتشجيع استخدامها. ويُسهم هذا في زيادة الضغط على شبكة الكهرباء التقليدية، والتي تعاني أصلًا من ضعف في الأداء، مما يؤثر مباشرة على استقرار تشغيل أجهزة التكييف وفعالية استخدامها، خاصة خلال أشهر الصيف شديدة الحرارة.

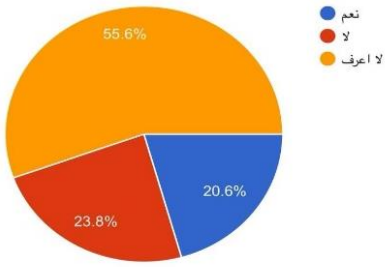


شكل رقم (5): استخدام مصادر طاقة بديل

هل لاحظت ارتفاعاً في فاتورة الكهرباء بسبب التكييف؟

النتائج: 21% فقط لاحظوا ارتفاعًا، بينما قال 24.2% لا، و54.8% لا يعرفون، كما هو موضح في الشكل (6)

المناقشة: هذه النتيجة توضح غياب الوعي الاستهلاكي أو وجود عوامل أخرى تؤثر على قراءة الفاتورة مثل تقلبات التيار أو الانقطاعات المتكررة، وقد تشير أيضًا إلى أن ضعف التبريد يدفع المستخدمين لتشغيل الأجهزة لفترات أطول دون إدراك مدى تأثير ذلك على الفاتورة.

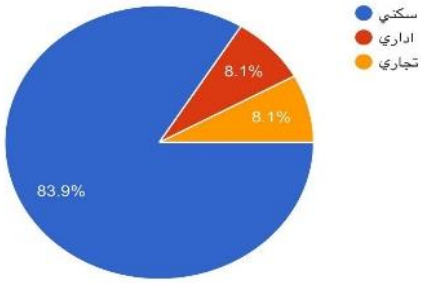


شكل رقم (6): ارتفاعاً في فاتورة الكهرباء بسبب التكييف

نوع المبنى المستخدم فيه التكييف:

النتائج: أوضحت البيانات كما هو موضح في (شكل 7.) أن غالبية المكيّفات تعمل في مبانٍ سكنية بنسبة 83.9%، بينما توزعت النسبة الباقية بالتساوي على المباني الإدارية والتجارية (8.1% لكل منهما).

المناقشة: تعكس هذه النتائج الاستخدام الأكبر للتكييف في المنازل مقارنة بالمرافق الأخرى، وهو أمر منطقي نظرًا لارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف، مما يدفع السكان للاعتماد على التكييف المنزلي بشكل أساسي. ومع ذلك، فإن هذا يشير أيضًا إلى ضرورة تحسين كفاءة استخدام الطاقة في البيوت السكنية، من خلال العزل الحراري أو استخدام أنظمة تبريد أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة.

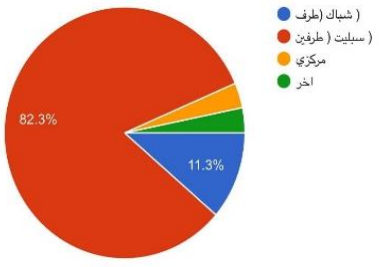


شكل رقم (7): نوع المبنى المستخدم فيه التكييف

نوع المكيّف المستخدم:

النتائج: تبين أن النسبة الأعلى من المشاركين (82.3%) يستخدمون مكيفات "سبليت" (طرفين)، في حين يستخدم 11.3% مكيفات "شباك"، ونسب أقل يستخدمون أنظمة تكييف مركزية أو أنواعًا أخرى كما هو موضح في (شكل 8.).

المناقشة: يُظهر الانتشار الكبير لمكيفات "السبليت" اعتماد السكان على هذه التقنية بسبب كفاءتها في التبريد وقلة استهلاكها للطاقة مقارنة بالشباك. إلا أن استخدام المكيفات المركزية لا يزال محدودًا، ربما لارتفاع كلفتها أو لعدم الحاجة إليها في المباني الصغيرة. وهذا يعزز الحاجة لتوجيه المستهلكين نحو أنواع المكيفات الأعلى كفاءة والأقل استهلاكًا للطاقة، خصوصًا في ظل التحديات المناخية والانقطاعات المتكررة للكهرباء.

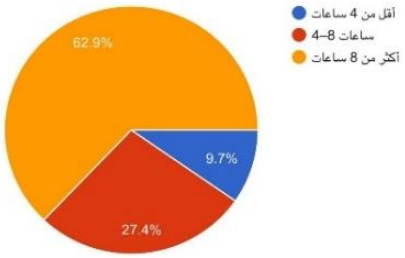


شكل رقم (8): نوع المكيّف المستخدم

وقت استخدام المكيّف يوميًا:

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان كما هو موضح في الشكل (9) أن غالبية المشاركين (62.4%) يستخدمون المكيّف لأكثر من 8 ساعات يوميًا، في حين يستخدمه 27.9% لمدة تتراوح بين 4 إلى 8 ساعات، بينما تقتصر فترة الاستخدام على أقل من 4 ساعات يوميًا لدى 9.7% فقط من المشاركين.

المناقشة: تشير هذه النتائج إلى اعتمادٍ مرتفع على أجهزة التكييف خلال اليوم، وهو أمر متوقع في مناخ حار وجاف مثل مناخ مدينة غات، خاصة خلال فصل الصيف الذي يشهد درجات حرارة مرتفعة للغاية. إن الاستخدام المكثف للمكيّف لساعات طويلة يعكس حاجة السكان إلى تحسين مستوى الراحة الحرارية، ولكنه في الوقت ذاته قد يساهم في زيادة الأحمال الكهربائية، وارتفاع استهلاك الطاقة، خاصة في ظل ضعف كفاءة بعض المكيفات المستخدمة. وهذا يبرز أهمية التوجه نحو ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة المباني من خلال العزل الحراري، بالإضافة إلى نشر ثقافة الاستخدام الأمثل لأجهزة التكييف.

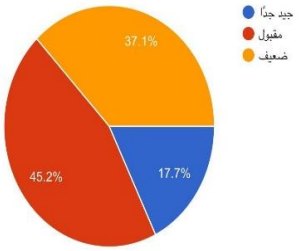


شكل رقم (9): وقت استخدام المكيّف يوميًا

مستوى تبريد المكيّف في أشد الأيام حرارة:

النتائج: أظهرت نتائج الاستبيان كما هو موضح في الشكل (10) أن 45.2% من المشاركين قيّموا مستوى تبريد المكيّف في أشد أيام الصيف حرارة بأنه "مقبول"، بينما رأى 17.7% أن الأداء كان "جيد جدًا"، في حين عبّر 17.7% آخرون عن ضعف مستوى التبريد لديهم، واعتبروه ضعيفًا، وهناك فئة رابعة يرون ان كفاءة التبريد سيئة جدًا، أولا يستخدم تكييف والتي تمثل 19.4% من العينة.

المناقشة: تعكس هذه النتائج تفاوتًا واضحًا في فعالية أجهزة التكييف أثناء فترات الذروة الحرارية، إذ أن ما يقرب من نصف العينة يعانون من أداء غير مثالي. وقد يُعزى ذلك إلى عدة عوامل منها قدم أجهزة التكييف، أو عدم صيانتها الدورية، أو ضعف عزل المباني، أو حتى الضغط الزائد على الشبكة الكهربائية خلال ساعات الذروة. إن نسبة من وصفوا أداء التبريد بالضعيف تُعد مؤشرًا مهمًا يدعو إلى تحسين تصميم البيوت ورفع كفاءة أنظمة التبريد، خاصة في المدن الصحراوية التي تواجه فصول صيف قاسية وطويلة.

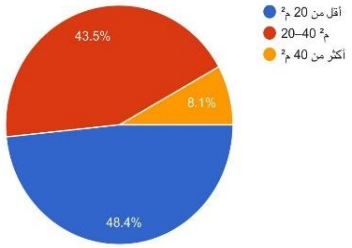


شكل رقم (10): مستوى تبريد المكيّف في أشد الأيام حرارة

مساحة الغرفة أو الوحدة المكيّفة:

النتائج: أظهرت البيانات أن 48.4% من المشاركين يستخدمون التكييف في غرف أو وحدات ذات مساحة تقل عن 20 مترًا مربعًا، في حين أن 43.5% يستخدمونه في وحدات تتراوح مساحتها بين 20 إلى 40 مترًا مربعًا، أما نسبة 8.1% فقط من المشاركين فأفادوا بأن مساحة وحداتهم المكيفة تتجاوز 40 مترًا مربعًا كما هو موضح بالشكل رقم (11).

المناقشة: تشير هذه النتائج إلى أن غالبية أجهزة التكييف تُستخدم في مساحات صغيرة إلى متوسطة، وهو ما يعكس النمط السكني المحلي في مدينة غات، حيث تهيمن البيوت ذات المساحات المحدودة. من الناحية الفنية، فإن مساحة الغرفة تلعب دورًا أساسيًا في تحديد كفاءة التبريد ونوع المكيف المناسب، حيث إن استخدام مكيّف غير مناسب لمساحة الغرفة قد يؤدي إلى استهلاك زائد للطاقة أو ضعف في الأداء. وتؤكد هذه المعطيات الحاجة إلى توجيه المستهلكين نحو اختيار أجهزة تكييف تتناسب مع حجم الفراغ الداخلي، من أجل تحقيق كفاءة الطاقة والراحة الحرارية الأفضل.

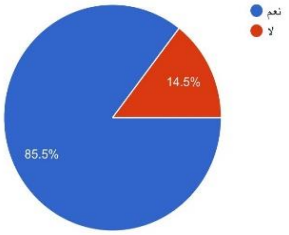


شكل رقم (11): مساحة الغرفة أو الوحدة المكيّفة

صيانة وتنظيف المكيف:

النتائج: كما هو موضح في (شكل 12.) أظهرت نتائج الاستبيان أن الغالبية العظمى من المشاركين (85.5%) يقومون بصيانة أجهزة التكييف لديهم بشكل منتظم، بينما فقط 14.5% لا يلتزمون بذلك.

المناقشة: تشير هذه النسبة المرتفعة إلى وجود وعي جيد بين السكان المستهدفين بأهمية الصيانة الدورية للمكيفات، والتي تُعد من العوامل الأساسية في الحفاظ على كفاءة التشغيل، وتحقيق مستوى راحة حرارية مرضٍ، إلى جانب تقليل استهلاك الطاقة وتقليل احتمالية الأعطال. ويمكن ربط هذه النتيجة بمستوى الأداء العام لأنظمة التكييف في المنطقة، حيث أن الصيانة المنتظمة تساهم بشكل مباشر في تحسين كفاءة التبريد خاصة في المناخات الحارة كمنطقة غات، مما يعزز من فعالية أنظمة التكييف في مواجهة درجات الحرارة المرتفعة.



شكل رقم (12): صيانة وتنظيف المكيف

الخاتمة:

توصلت هذه الدراسة إلى أن كفاءة أنظمة التكييف في مدينة غات خلال صيف 2024 لا تزال دون المستوى المطلوب، في ظل الظروف المناخية القاسية التي تتسم بها المنطقة، وغياب العزل الحراري في معظم المباني. وقد أظهرت البيانات أن غالبية السكان يعتمدون على مكيفات قديمة نسبيًا، تعمل لفترات طويلة، مما يؤثر سلبًا على كفاءتها ويزيد من استهلاك الطاقة، خاصة في ظل بنية تحتية كهربائية ضعيفة.

كما تبين وجود درجة وعي مقبولة بأهمية الصيانة الدورية، في مقابل تدنٍ واضح في الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة، رغم الإمكانات الطبيعية المتاحة في المنطقة مثل الإشعاع الشمسي المرتفع. وعليه، تُبرز هذه الدراسة الحاجة إلى تدخلات على مستوى التصميم العمراني، ونمط الاستهلاك، وسياسات الطاقة لتحسين الراحة الحرارية وجودة الحياة في المناطق الصحراوية.

المصادر والمـــراجـع:

1. السيد، م. وآخرون. (2018). السلوك الحراري للمباني في المناخات الجافة الحارة. مجلة أداء المباني.
2. شعبان، س.، وسعيد، م. (2020). كفاءة الطاقة في البيئات الصحراوية: حالة ليبيا. مجلة الطاقة المتجددة.
3. بَسّود، أ. (2021). تقييم الراحة الحرارية الصيفية في المناطق الصحراوية الجافة: دراسة ميدانية من الجزائر.
4. وناس، س. (2024). تصميم غلاف المبنى في السياق الحضري الصحراوي الحار: تحليل لتأثير الواجهات على المناخ.
5. رزيلانتي وآخرون. (2025). الراحة الحرارية في الفضاءات الداخلية والخارجية: منهجية باستخدام الاستبيانات والمقاييس البيئية.
6. النبوي، م. ح. وآخرون. (2024). إجراءات تحسين غلاف المبنى لتقليل استهلاك الطاقة التبريدية في المناخات الجافة. دراسة حالة من الإمارات.
7. خشيبة، أ. (2023). الموازنة بين الراحة الحرارية واستهلاك الطاقة في المباني السكنية – حالة الجزائر باستخدام نماذج TRNSYS.

8. بنشيخ، د. (2020). مقارنة الأداء الحراري بين المساكن التقليدية والحديثة منخفضة الدخل من حيث الراحة والفعالية.
9. عبد الرحمن، ع. وآخرون. (2025). الأداء الحراري للأسقف المدمجة بمواد تغيير الطور في المناطق الجافة الحارة.
10. كارّوبي، أ. (2021). الرصد والمحاكاة الحرارية للمباني الطينية: مراجعة للسلوك الحراري في المناخات الصحراوية.
11. عبد الرحمن، م.، والمهدي، ي. (2021). استراتيجيات تكييف الهواء الموفرة للطاقة في المناطق الجافة الحارة: مراجعة. مجلة الطاقة المتجددة والمستدامة، 143، 110931. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110931
12. بنيونس، أ. م.، رسول، م. ج.، وخان، م. م. ك. (2020). تحسين أداء أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف في المناخات القاسية. تقارير الطاقة، 6، 521–528. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.03.008
13. عبد الرحمن، ح.، والشرقاوي، إ. إ. (2018). تقييم أداء أنظمة التبريد بالانضغاط البخاري تحت درجات الحرارة المحيطة المرتفعة. المجلة الدولية للتبريد، 86، 168–177. https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2017.12.004
14. فرحات، س.، وزكي، م. (2019). تكييف أنظمة الهواء لظروف المناخ الصحراوي: دراسة حالة من شمال أفريقيا. الهندسة الحرارية التطبيقية، 154، 266–275. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.02.067
15. علي، أ. ح.، والمهدي، أ. (2022). التحديات في تصميم المباني الموفرة للطاقة في المناطق الجافة الحارة بليبيا. مجلة هندسة المباني، 46، 103754. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.103754
16. الشاهد، ح. أ. (2020). أثر درجة الحرارة المحيطة على كفاءة أنظمة التبريد في مناطق الصحراء. المجلة الدولية لأبحاث الطاقة، 44(7)، 5890–5902. https://doi.org/10.1002/er.5302
17. المركز الوطني للأرصاد الجوية – ليبيا. (2023). التقرير المناخي لمنطقة غات – صيف 2023. طرابلس، ليبيا.
18. أحمد، م.، بن يحيى، ت.، وتومي، ر. (2022). أداء التبريد في مدن الجنوب الجزائري. مجلة أنظمة الطاقة الصحراوية، 12(3)، 214-227.
19. المصري، ع.، خالد، س.، وعبدين، ز. (2020). الراحة الحرارية واستراتيجيات التبريد التكيفية في المناخات الجافة. مجلة الطاقة والمباني، 223، 110082.
20. سالم، أ. (2019). استهلاك الطاقة واحتياجات التبريد في سبها، ليبيا. المجلة الليبية للدراسات البيئية، 7(1)، 35-45.
21. بيل، م. س.، فينلايسون، ب. ل.، وماكماهون، ت. أ. (2007). خريطة عالمية محدّثة لتصنيف مناخ كوبن-جيجر. مجلة علوم المياه والأرض، 11(5)، 1633–1644.
22. تشو، ي.، تشانغ، ح.، وشو، ج. (2021). التبريد التبخيري غير المباشر للمباني الصحراوية: مراجعة. مجلة الطاقة المتجددة، 179، 1342–1354.
23. حسن، س.، ولطيف، م. (2023). أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف المدعومة بالطاقة الشمسية في البيئات خارج الشبكة. مجلة التبريد المستدام، 5(2)، 89–101.