Journal of Technology Research (JTR)
Volume 3, Special Issue, (2025), pp 433-443 ISSN 3005-639X
The 7th Conference of Engineering Sciences and Technology
(CEST-2025)

Using Computer Programs to Improve the Energy Consumption in Construction Sector by Using DESIGN BUILDER: Case Study of Single Residential Buildings in the City of Bani Waleed

Hamza M. Alkhazmi[1], Alhadi M. Alahdouri[2*], Fatma A. Elbedi[3]

[1]Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Engineering-Algarabulli, Alkhoms, Libya.

[2]Department of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Engineering Technology, Bani Waleed, Libya.

[3]Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Technical Engineering, Masllata, Libya.

*Corresponding author email: hammtmh@gmail.com

Received: 01-10-2025 | Accepted: 23-11-2025 | Available online: 25-12-2025 | DOI:10.26629/jtr.2025.42

ABSTRACT

Libyan cities are characterized by climatic conditions that vary between coastal, semi-desert and desert, which covers most of the Libyan state. The city of Bani Walid is located in the semi-desert region, where it is represented by high temperatures in summer, extreme cold in winter with a shortage of Water Resources and high rates of solar radiation. These climatic characteristics have played a key role in shaping the local urban environment, of which the housing sector constitutes the largest part, by following up the issued data showing that the highest rates of energy consumption in Libya in general and the city of Bani Walid in particular is consumed for cooling and heating.it has been noted that these rates have increased significantly in recent years, especially in modern detached housing. this study aims to analyze the impact of local building materials and building design on the thermal performance of detached housing in the semi-desert cities of Libya, focusing on the city of Bani Walid as a model for the study. The DesignBuilder program was used to simulate the thermal performance of the internal voids of the study samples according to the difference in the quality of building materials, the design style, and the analysis of their thermal performance rates. The results shown by the program show the effectiveness of each building in terms of thermal performance and the preparation of appropriate solutions to increase the efficiency of the study samples without the use of air conditioning and heating devices, thereby reducing the hours of energy consumption and thereby increasing the levels of sustainability in this type of buildings.

Keywords: semi-desert climate, thermal performance, DesignBuilder, architectural spaces, residential buildings.

استخدام برامج الحاسوب لتحسين استهلاك الطاقة في المباني باستخدام برنامج DESIGN BUILDER (حالة دراسة المباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد)

حمزة محمد الخازمي[1]، الهادي محمد الخضوري[2]، فاطمة علي البيدي[3]

[1]قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني، كلية الهندسة–القربوللي، جامعة المرقب ، الخمس، ليبيا.

[2]قسم الهندسة المعمارية والمدنية ، كلية التقنية الهندسية ، بني وليد، ليبيا.

[3] قسم الهندسة المعمارية والمدنية، كلية التقنية الهندسية، مسلاتة، ليبيا.

"Articles published in *J Technol Res* are licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License."

ملخـــــص البحـــــث

تتسم المدن الليبية بظروف مناخية تتنوع ما بين الساحلية والشبه صحراوية والصحراوية والتي تغطي الجزء الأكبر من الدولة الليبية وتقع مدينة بني وليد في الإقليم الشبه صحراوي حيث تتمثل في درجات الحرارة العالية صيفا، والبرد الشديد شتاء مع شحّ في الموارد المائية وارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي. وقد لعبت هذه الخصائص المناخية دورًا أساسيًا في تشكيل البيئة العمرانية المحلية والتي يشكل قطاع الإسكان الجزء الأكبر منها، من خلال متابعة البيانات الصادرة تبين ان اعلى معدلات استهلاك للطاقة في ليبيا عموما ومدينة بني وليد خصوصا تستهلك للتبريد والتدفئة وقد لوحظ بان هذه المعدلات زادت وبشكل كبير خلال السنوات الأخيرة خاصة في المساكن الحديثة المنفصلة، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير مواد البناء المحلية وتصميم المباني على الأداء الحراري للمساكن المنفصلة في المدن الشبه الصحراوية الليبية، مع التركيز على مدينة بني وليد كنموذج للدراسة. تم استخدام برنامج **DesignBuilder** لمحاكاة الأداء الحراري للفراغات الداخلية لعينات الدراسة وفقًا لاختلاف نوعية مواد البناء، ونمط التصميم، وتحليل معدلات الأداء الحراري لها. ان النتائج التي يظهرها البرنامج تبين مدى فعالية كل مبنى من حيث الاداء الحراري واعداد الحلول المناسبة للرفع من كفاءة عينات الدراسة بدون استخدام أجهزة التكييف والتدفئة وبالتالي التقليل من ساعات استهلاك الطاقة وبذلك ترتفع مستويات الاستدامة في هذا النوع من المباني.

الكلمات المفتاحية: المناخ الشبه الصحراوي، الأداء الحراري، **DesignBuilder**، الفراغات المعمارية، المباني السكنية.

1. المقدمـة

يشـهد قطاع الإنشـاء حول العالم تحوّلاً متسـارعاً نحو ممارسـات أكثر اسـتدامة، نتيجة لتزايد التحديات البيئية والمناخية، وارتفاع معدلات اسـتهلاك الطاقة في المباني السـكنية والتجارية. ويُعد تحسـين الأداء الحراري للمباني أحد أهم المحاور التي تسـهم في تحقيق الاسـتدامة، حيث يؤدي إلى تقليل اسـتهلاك الطاقة المسـتخدمة في التدفئة والتبريد، وبالتالي الحد من الانبعاثات الكربونية وخفض التكاليف التشـغيلية[1] . في هذا السـياق، برزت برامج المحاكاة الحرارية كأدوات فعّالة لدراسة سلوك المباني في ظروف منـاخيـة مختلفـة، وتقييم تـأثير مواد البنـاء والتصميمات المعمارية على كفاءة الطاقة. ويُعتبر برنامج DesignBuilder من أبرز هذه البرامج، إذ يوفّر بيئة تحليل متكاملة تعتمد على تقنيات النمذجة والمحاكاة الحرارية والإنشـائية، بما يسـمح للباحثين والمصـممين باختبار السـيناريوهات المختلفة للوصـول إلى الحلول الأمثل[2] . تتسـم مدينة بني وليد بمناخ متوسـطي صـحراوي يتصـف بارتفاع درجات الحرارة في فصـل الصـيف وبرودة نسـبية في الشـتاء، وهو ما يجعل من دراسة الأداء الحراري للمباني السكنية المنفصلة ضرورة ملحّة للحد من اسـتهلاك الطاقة وتحقيق الراحة الحرارية للسكان[3] . ومن هنا تنبع أهمية هذه الدراسة التي تسعى إلى توظيف التقنيات الرقمية لرفع كفاءة المباني السـكنية وتحقيق معايير الاستدامة في قطاع الإنشاء.

2. الجانب العملي والمنهجية:

تعتمد هذه الدراسة على منهجية بحثية تجمع بين المنهج التحليلي والمنهج الوصفي وفق الخطوات التالية:

2.1 جمع البيانات الميدانية:

مسح ميداني للمباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد لتحديد أنماط التصميم الشائعة (مساحات، اتجاهات، مواد بناء).

2.2. جمع البيانات المناخية المحلية

وتشـمل (درجات الحرارة، الرطوبة، سـرعة الرياح، الإشعاع الشمسي) من محطات الأرصاد الجوية أو قواعد بيانات مناخية موثوقة.

2.3 إعداد النموذج الرقمي:

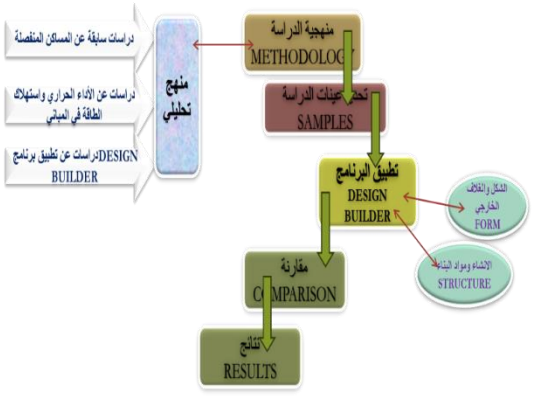
بناء نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني المختارة باستخدام برنامج DesignBuilder.

إدخال الخصائص الفيزيائية للمبنى (سماكة الجدران، نوع الزجاج، مواد التشطيب) والبيانات المناخية.

2.4 إجراء المحاكاة الحرارية:

تنفيذ سلسلة من الاختبارات والمحاكاة الحرارية لتقييم الأداء الطاقة للمباني تحت ظروف مناخية مختلفة.

تحليل تأثير عناصر التصميم مثل العزل الحراري، نسب الفتحات، وتوجيه المبنى.



شكل1: مخطط مراحل البحث المصدر (الباحث).

3. استهلاك الطاقة في قطاع البناء

من المعروف ان البناء تطور عبر التاريخ من المباني التقليدية التي تعتمد على المواد الطبيعية كالحجارة والاخشاب والطين الى المباني الخرسانية والمعدنية الحديثة، هذا التطور أدى الى ظهور أنماط معمارية جديدة ومباني بتصاميم مختلفة، الا ان صناعة البناء الحديثة وحسب العديد من الدراسات أدت الى استهلاك كميات كبيرة من المواد الخام الطبيعية بالإضافة الى استهلاك كميات كبيرة من الطاقة التي يشغلها الوقود الاحفوري الذي اثر سلبا على المناخ في العالم [4].

يعزو الكثير من الباحثين التأثير السلبي لصناعة قطاع الانشاء على البيئة الى ان صناعة البناء تستهلك الطاقة في عدة مراحل أهمها:

3.1 مرحلة التصميم والهندسة:

هذه المرحلة تعتبر حجر الأساس لانتاج مبنى ذو كفاء عالية من حيث استهلاك الطاقة حيث يجب:

- تحديد أساليب التصميم التي تقلل من استهلاك الطاقة في المبنى.
- ان تشمل دراسة اتجاه المبنى، ودرجة الحرارة، والرطوبة، واختيار أنظمة تكييف وتدفئة فعالة، وتصميم المبنى لتقليل الحاجة إلى طاقة إضافية.

3.2 مرحلة انتاج واختيارالمواد الإنشائية:

في هذه المرحلة يجب اختيار مواد البناء المناسبة بحيث تحقق اعلى مستويات الاستدامة وتقلل استهلاك الطاقة بأكبر قدر ممكن[5].

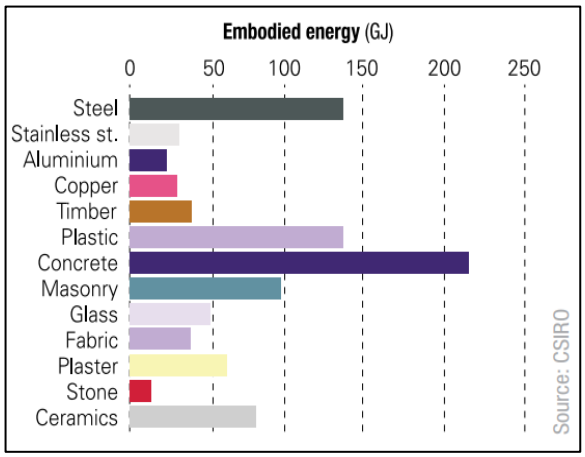
- ما يجعل استهلاك الطاقة في قطاع البناء كبيرا هو استخدام مواد ذات طاقة مجسدة EMBODIED ENERGY عالية كما هو موضح في الجدول[1]:

جدول 1. الطاقة المتجسدة التي تحتاجها مواد البناء الرئيسية المصدر [6].

ت	المواد البنائية	MJ/kg	MJ/m³
1	(حجر (محلي	0.79	2030
2	(كتلة خرسانية (غير مُسلّحة	0.94	2350
3	(خرسانة (غير مُسلّحة	1.30	3180
4	(خرسانة (مُسلّحة	2.00	2780
5	(جير (مسحوق السطح	2.50	5170
6	فولاذ	30.80	37120
7	فولاذ مُعاد	32.00	251200
8	خشب طبيعي	9.50	5720
9	عزل	117.00	3770
10	مواد مقاومة	80.00	21870
11	الألومنيوم	227.00	515700

تنقسم الطاقة المجسدة إلى مجالين رئيسيين، وهما المجسدة الأولية الطاقة والطاقة المتجسدة المكررة .الطاقة المجسدة الأولية هي طاقة غير متجددة تستهلك اثناء عملية الحصول على المواد الخام raw materials production الى بناء

المبنى construction stage .على سبيل المثال، ستكون الطاقة المجسدة الأولية لقضيب الصلب حديد التسليح مشتقة من تعدين الخام وتذويبه والتجهيز ، ونقل الصلب إلى مرحلة التصنيع ، وهكذا هو الحال لمختلف مواد البناء .تتأثر الطاقة المجسدة الأولية بمصدر ونوع المبنى المواد وطبيعة المبنى الطاقة المتجسدة المتكررة هي طاقة غير متجددة يتم استهلاكها للصيانة أو الإصلاح أو الاستعادة أو التجديد أو الاستبدال الشكل رقم (2) يوضح القيم التقديرية لكميات الطاقة المتجسدة اللازمة لانتاج مختلف مواد البناء الأكثر شيوعا [7].



شكل 2. الطاقة المتجسدة التي تحتاجها مواد البناء الرئيسية المصدر[4].

من خلال الجدول السابق يتبين ان الألومنيوم والحديد والخرسانة هي اكثر المواد ذات الطاقة المجسدة embodied energy لذا يجب اختيار مواد ذات كفاءة عالية في الإنتاج، والتركيز على المواد المحلية لتقليل مسافات النقل، مما يقلل انبعاثات الوقود ويدعم الاقتصاد المحلي.

3.3.مرحلة البناء والتشييد:

في هذه المرحلة يتم الاعتماد على الات بشكل كبير حيث ان عملية التشييد في مختلف مراحلها تعتمد على الالات الكهربائية او الميكانيكية لإنجازها مما يجعلها مرحلة مهمة في استهلاك الطاقة.

3.4.مرحلة التشغيل والصيانة (المبنى بعد الإنشاء):

وهي الرحلة الأهم لانها الأطول عمرا وفيها يكون استهلاك الطاقة اكبر لذا يجب:

- تقليل استهلاك الطاقة في المبنى النهائي.

الإضاءة :استخدام مصابيح موفرة للطاقة، مثل مصابيح LED.

التكييف والتدفئة :تصميم المبنى بشكل يسمح بتهوية جيدة وحرارة معتدلة، واستخدام أنظمة تبريد وتدفئة فعالة.

الأجهزة :اختيار أجهزة كهربائية ذات بطاقات كفاءة عالية.

الاستخدام العام :تنظيم استخدام الأجهزة التي تستهلك طاقة عالية خلال فترات معينة.

ان هذه الدراسة تركز على تحسين استهلاك الطاقة في المرحلة (الاستعمال والصيانة)، وقد تم اختيار هذه المرحلة لكونها الأطول زمنيا والأكثر استهلاكا للطاقة.

4. الأداء الحراري واستهلاك الطاقة في المباني

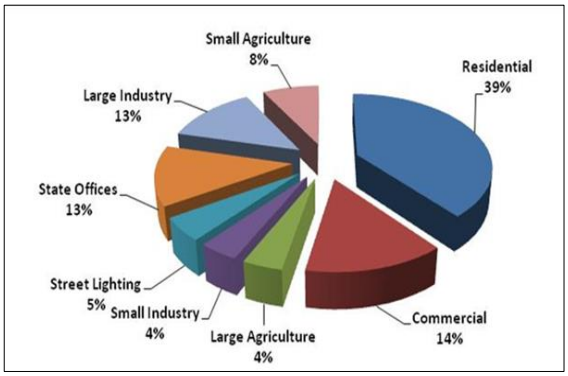
الأداء الحراري للمباني (Building Thermal Performance) هو قدرة المبنى على توفير درجة حرارة داخلية مريحة للسكان والحفاظ عليها مع تقليل استهلاك الطاقة للتدفئة والتبريد [8]. يتأثر هذا الأداء بالخصائص الفيزيائية والحرارية لمواد بناء المبنى، و مدى فاعلية استراتيجيات التصميم السلبي (Passive Design)، وقدرة المبنى على التعامل مع الظروف المناخية المحلية. تحسين الأداء الحراري يعد عنصرًا أساسيًا لتحقيق الاستدامة في قطاع الإنشاء وخفض استهلاك الطاقة وانبعاثات الغازات الدفيئة.

دراسات أخرى عرفت الأداء الحراري بانه هو قدرة المبنى على تقليل الفقد أو الكسب الحراري غير المرغوب فيه من خلال عناصره الخارجية والداخلية، بما يحقق توازنًا بين درجة الحرارة الداخلية والظروف المناخية المحيطة. يُعتبر الأداء الحراري للمباني أحد الخصائص الأساسية المؤثرة على كفاءة الطاقة والاستدامة البيئية في قطاع الإنشاء. إذ أن هذا القطاع يُستهلك ما يقارب 30–40% من إجمالي الطاقة في معظم الدول، ويُخصص الجزء

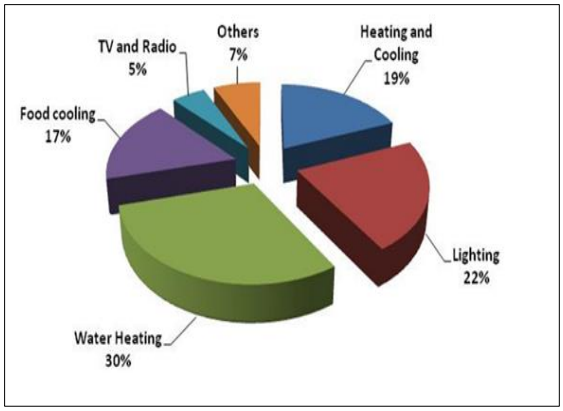
الأكبر منها لأغراض التبريد والتدفئة. لذا فإن تحسين الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي (الجدران، الأسقف،النوافذ) بالإضافة إلى أنظمة العزل والتهوية، يُسهم بشكل

مباشر في خفض استهلاك الطاقة، تحسين الراحة الحرارية للمستخدمين، وتقليل الأثر البيئي [9]. شهدت ليبيا خاصة في العشر سنوات الأخيرة انقطاعات

كبيرة للكهرباء وفي بعض الأحيان وصلت الى مرحلة العجز في تلبية الاحتياجات اللازمة من الطاقة الكهربائية، حيث تفيد العديد من الدراسات ان أكثر فترات العجز غالبا ما تكون في فصل الصيف. من خلال البيانات التي تصدر عن الشركة العامة للكهرباء يتبين ان القطاع السكني يمثل المستهلك الأكبر للطاقة في السنوات الأخيرة والشكل التالي يوضح اهم القطاعات المستهلكة للطاقة في ليبيا [10].



شكل3.استهلاك الكهرباء في ليبيا–المصدر (الشركة العامة للكهرباء) ليبيا.



شكل 4. استهلاك الكهرباء في ليبيا–المصدر (الشركة العامة لل كهرباء) ليبيا.

من خلال الشكل السابق يتبين ان أكبر استهلاك للطاقة الكهربائية في المباني يذهب للتسخين والتبريد وهذا راجع الى الأداء الحراري للمباني بالدرجة الأولى والى تصميم ومواد بناء غلاف المبنى الخارجي BUILDING ENVELOPE وخصائصها الحرارية حيث يمثل غلاف المبنى جدار الحماية الأهم من تأثير العوامل المناخية ومستويات الراحة الحراريةTHERMAL COMFORT في المباني، حيث ان استخدام مواد ذات كفاءة حرارية عالية يزيد من مستوى الراحة الحرارية للمستعملين خاصة في المناخات الصحراوية والشبه صحراوية الصعبة. لمعرفة تأثير غلاف المبنى على الأداء الحراري واستهلاك الطاقة في المباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد وجب اختيار عينات لتطبيق برنامج Design Builder عليها.

4.1 العوامل المؤثرة على الأداء الحراري للمباني:

تتأثر كفاءة الاداء الحراري للمباني بعدة عوامل أهمها:

- الخصائص الفيزيائية لمواد بناء غلاف المبنى مثل (الموصلية الحرارية thermal conductivity– الكثافة density– السعة الحرارية thermal capacity).
- العوامل المناخية (الحرارة الخارجية outdoor temperature، سرعة الهواء air speed، الرطوبة النسبية (humidity)
- الفتحات (الأبواب والشبابيك) ابعادها وتوجيهها.
- التهوية الطبيعية Ventilation [10].

4.2 طرق تقييم الأداء الحراري

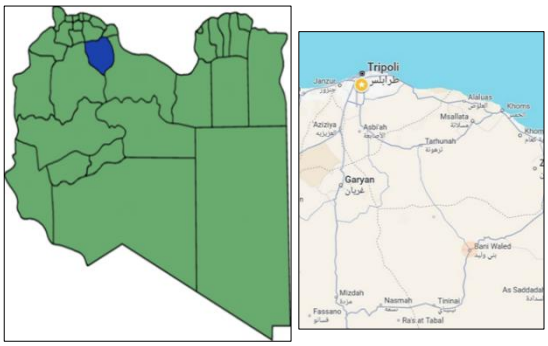
- المعاملات الحرارية :مثل معامل الانتقال الحراري (U–value) ومعامل الكسب الشمسي.(SHGC)
- المحاكاة الحرارية بالحاسوب :باستخدام برامج مثل *EnergyPlus*، *DesignBuilder*.
- القياسات الميدانية :عبر أجهزة تسجيل درجات الحرارة والرطوبة والطاقة المستهلكة [11].

من خلال ما سبق فان هذه الدراسة تعتمد برنامج Design Builder كأداة لتقييم وتطوير الأداء الحراري للمباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد.

5. الدراسة العملية

5.1 منطقة الدراسة-مدينة بني وليد

تقع مدينة بني وليد في الجزء الشمالي الغربي من دولة ليبيا، وتبعد عن العاصمة طرابلس بمسافة حوالي 180 كم باتجاه الجنوب الشرقي وتبلغ مساحتها 19,710كم وعدد سكانها في حدود 150الف وكانت في السابق أرض صحراوية يعمل أهلها في تربية المواشي.



شكل 5. موقع مدينة بني وليد بالنسبة لليبيا (المصدر–اطلس ليبيا).

يتكون النسيج الاجتماعي لمدينة بني وليد من مجموعة من القبائل الرئيسية وهي كما تشير بعض الدراسات انها خمسة أقسام كبرى ينقسم كلّ منها إلى قبائل وبيوت وعائلات وظهرت هذه التقسيمات في العهد العثماني وهي كالأتي:

السبائيع ، والجمامله ، والسعادات ، والفلادنة، والأوطيين، و الجدير بالذكر ان كل قبيلة تتوزع في مجموعة من الاحياء السكنية ذات المكون القبلي الواحد ولا يوجد امتزاج اجتماعي الا في منطقة مركز المدينة او ما يعرف (بالسوق) الذي يقع عند منتصف الجانب الجنوبي للمدينة. كما تتميز هده الأودية بكثرة المنحنيات خاصة بالقرب من منابعها ويعتبر وادي بني وليد أهم هذه الأودية على الإطلاق لما يتميز به من وفرة في المياه الجوفية وخضرة مستمرة مرجعها إلى جودة التربة وحصوله سنويا على كميات من الأمطار في منبعه بجبل نفوسة تكفي لجريان السيول به بشكل سنوي تقريبا [12].

ان اهم المكونات الجغرافية للمدينة تتمثل في وادي بني وليد الذي يقسم المدينة الى قسمين شمالي وجنوبي ولان الوادي مثل المصدر الرئيسي للغذاء لسكان المدينة فان الاحياء السكنية توزعت على ضفتي هذا الوادي.

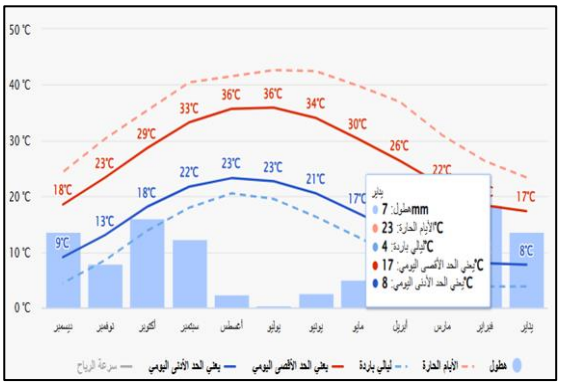
شكل6. توزيع النسيج العمراني حول الوادي في مدينة بني وليد.

شكل . توزيع الاحياء السكنية في مدينة بني وليد.

5.2 الخصائص المناخية لمدينة بني وليد

بناء على البيانات المناخية الصادرة عن مركز الأرصاد يتبين ان المدينة تقع ضمن المنطقة الشبه الصحراوية ذات المناخ الصعب والذي يتميز بالحرارة الشديدة صيفا

والتي تتجاوز 40 درجة والبرودة الشـــديدة شـــتاء والتي تنخفض الى 8 درجات شتاء والشكل التالي (8) يوضح اهم البيانات المناخية للمدينة .



شكل 8: البيانات المناخية لمدينة بني وليد–المصدر مكتب ارصاد بني وليد.

من خلال البيانات السابقة يتبين ان الراحة الحرارية تقل في فصل الصيف حيث يبدا هذا التاثير من شهر ابريل الى شهر سبتمبر اما في فصل الشتاء فتتاثر مستويات الراحة الحرارية بنزول درجات الحرارة دون المستويات المطلوبة خلال نوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير. مناخ مدينة بني وليد (وسط ليبيا) يتصف بخصائص مناخ الصحراء الحار (BWh) وفق تصنيف كوبن–جيغر، مع تأثيرات متوسطة من المناخ المتوسطي وفيما يلي أبرز ملامحه على مدار السنة:

درجات الحرارة

الصيف (يونيو–سبتمبر): شديد الحرارة وجاف، غالباً تتراوح العظمى بين 35 – 42 °C وقد تتجاوز أحياناً 45 °C أثناء موجات الحر.

الشتاء (ديسمبر–فبراير): معتدل نهاراً بمتوسط عظمى بين 15 – 20 °C، وبارد ليلاً قد يقترب من 5 °C أو أقل في بعض الليالي.

فصلا الربيع والخريف انتقاليان؛ الربيع قد يشهد عواصف رملية ورياح الخماسين[13].

الأمطار

هطول الأمطار قليل جداً، غالباً لا يتجاوز 100–150 ملم سنوياً حيث يتركز موسم الأمطار في الخريف والشتاء (أكتوبر – فبراير)، وغالباً تكون الأمطار متقطعة وقليلة.

الرياح والرطوبة

الرطوبة منخفضة معظم السنة (تحت 40٪ غالباً) اما الرياح فتهب رياح جافة حارة (قبلي/خماسين) في الربيع والصيف قد ترفع الحرارة وتزيد العواصف الترابية.

الشمس

معدلات سطوع شمسي مرتفعة جداً، مما يجعل المنطقة مناسبة للطاقة الشمسية. من خلال البيانات السابقة يتبين بان ما يقارب تسعة اشهر تقل فيها مستويات الراحة الحرارية في المباني السكنية الامر الذي يضطر السكان الى اللجوء الى الوسائل الكهربائية او الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية مما يزيد من استهلاك الطاقة والوقود.

3.5. المباني السكنية في مدينة بي وليد:

تكونت المباني السكنية على هيئة احياء سكنية نمت وتطورت على ضفاف وادي البلاد، وكانت هذه المساكن قد بنيت بالأحجار الطبيعية لبناء الجدران واستخدام اغصان أشجار الزيتون والسدر لبناء السقف، وبعد ظهور الطفرة العمرانية ظهرت المباني السكنية الحديثة (الخرسانة والفولاذ والبلوك الاسمنتي) وكانت هذه المساكن هي الجزء الأكبر من المدينة، ومن خلال الزيارة الميدانية تبين ان هناك عدة أنماط سكنية أهمها:

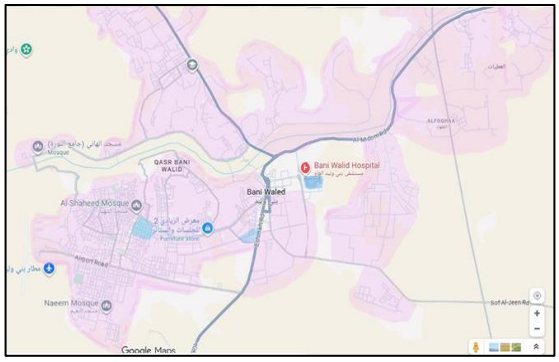
- المساكن المنفصلة التقليدية (الحجرية).

المباني السكنية التي بنيت في بداية الطفرة العمرانية (الستينات والسبعينات) في القرن الماضي.

المباني السكنية الحديثة المبنية من البلوك الاسمنتي وهي تمثل الجزء الأكبر من النسيج العمراني للمدينة.

- المساكن العمودية (العمارات السكنية).

شكل 9. الاحياء السكنية لمدينة بني وليد.

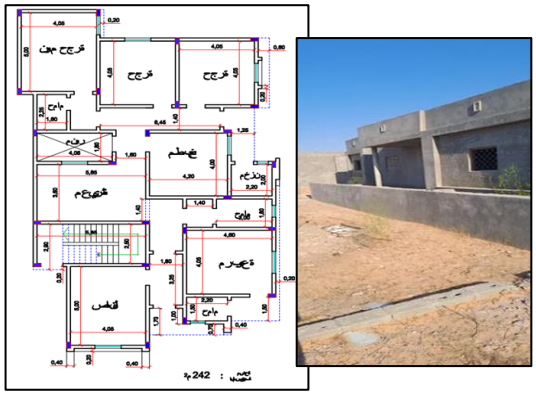


شكل 10. أنواع المساكن المنفصلة في احياء مدينة بني وليد.

هذه الدراسة ستركز على القطاع الأكبر من المساكن وهي المساكن الحديثة المبنية من البلوك الاسمنتي والخرسانة.

4.5. عينات الدراسة

لتحقيق النتائج المرجوة من الدراسة فقد وقع الاختيار على العينات التالية:



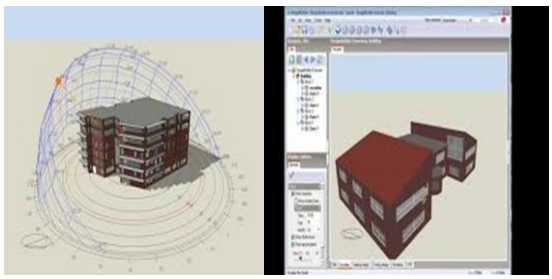
شكل 11. العينة الأولى مساكن البلوك الاسمنتي المفرغ.

مبنى البلوك الاســمنتي المفرغ S1وهي الأكثر انتشــارا في الاحياء الجديدة العينة الثانية مبنى بلوك الاجر S2 وهي الأقل انتشارا.

شكل 12. العينة الثانية مساكن الاجر.

6. برنامج Design Builder تطبيقاته واستخداماته:

يعتبر احد أهم برامج محاكاة الطاقة للمباني، ويُستخدم شكل واسع من قِبل المهندسين والمصممين لتقييم الأداء الحراري وكفاءة الطاقة للمباني والبيئة، ويمكن تعريفه أيضا بانه هو واجهة رسومية متقدمة مبنية على محرك المحاكاة EnergyPlus، والذي طورته وزارة الطاقة الأمريكية. حيث يسمح بإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني، ثم إجراء محاكاة شاملة لاستهلاك الطاقة، الراحة الحرارية، الإضاءة، التهوية، وجودة الهواء الداخلي [14]

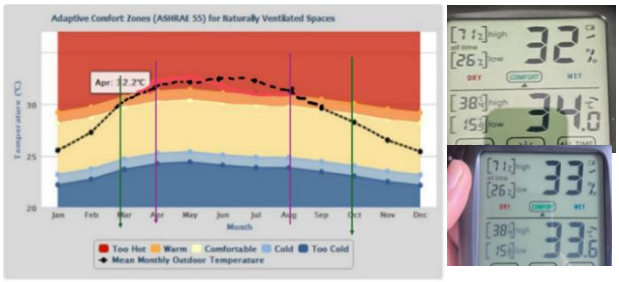


شكل 13. برنامج Design Builder

7. الأداء الحراري في عينات الدراسة

لتقييم الأداء الحراري لعينات الدراسة فقد تم اجراء عمليات قياس ميدانية داخل وخارج كل عينة خلا شهر يوليو الماضي والذي تبلغ فيه ذروة الحرارة السنوية وقد بينت ان مستويات الراحة الحرارية (بدون استخدام أجهزة التكييف

والأجهزة الكهربائية) هي خارج المستوى المطلوب طبقا لمعايير ASHRAE الدولية.



شكل 14. درجات الحرارة لعينات الدراسة ومقارنتها بمعايير ASHRAE.

بناء عليه تم ادخال البيانات السابقة وتطبيق برنامج DesignBuilder عليها علما ان مصادر استهلاك الطاقة في المباني السكنية المنفصلة التي تمت دراستها ميدانيا يمكن تلخيصها في الجدول2:

جدول2. الاستهلاك الشهري للطاقة في العينة الاولى

عناصر استهلاك الطاقة في الوحدة الاولى	الاستهلاك الشهري بالكيلو وات.س
.air condition	431.64 كيلو وات/ شهر 2 تكييف + 2 مروحة
.electrecial tools	149.58 كيلو وات/ شهر
.lightining	33.21 كيلو وات/ شهر
heaters	120 كيلو وات/ شهر
total	734.43 كيلو وات/ شهر

بالإضافة الى ان استهلاك الطاقة في العينة الثانية هو كما موضح في الجدول رقم 3.

جدول 3. الاستهلاك الشهري للطاقة في العينة الثانية.

عناصر استهلاك الطاقة في الوحدة الثانية	الاستهلاك الشهري بالكيلو وات.س
Air conditions	387.48 كيلو وات/ شهر 2 تكييف + 2 مروحة
electecial . tools	149.58 كيلو وات/ شهر
lightining .	33.21 كيلو وات/ شهر
heaters	120 كيلو وات/ شهر
total	734.43 كيلو وات/ شهر

وهذا ما يؤكد ارتفاع معدلات استهلاك الطاقة في القطاع السكني في ليبيا، لذا وجب إيجاد حلول تصميمية لخفض هذا الاستهلاك.

8. نتائج تطبيق برنامج Design Builder

ان اعداد العينة المستخدمة للتطبيق في برنامج Design Builder يتم بالخطوات التالية:

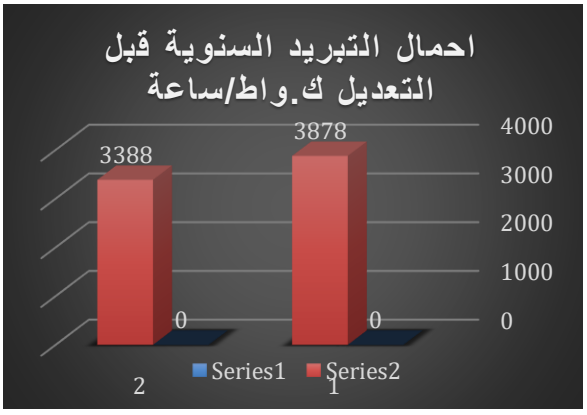
- إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للمبنى السكني.
- تحديد خصائص مواد البناء:
- **الجدران** :خرسانة + طوب.
- **النوافذ** :زجاج عادي.
- **السقف** :بلاطة خرسانية.

1.8. التطبيق الأول (بدون عزل حراري)

- جدران وسقف بدون أي عزل.
- النوافذ زجاج أحادي شفاف
- التهوية ميكانيكية فقط (مكيفات هواء).

2.8. تطبيق Design Builder (التطوير)

في هذه المرحلة يتم ادخال مراحل التطوير المذكورة سابقا، وبعد الادخال يتم استخراج النتائج وحساب احمال التبريد والتي كانت على النحو التالي:



شكل 15. احمال التبريد للعينات قبل التطوير

شكل 16. احمال التبريد للعينات بعد التطوير

نلاحظ هنا ان احمال التبريد السنوية قلت بنسبة تتراوح ما بين 40% الى 45% وهذه نتيجة أكثر من ممتازة.

9. النتائج والمناقشة

- في السنوات الأخيرة شهدت ليبيا تذبذبا وانقطاعات كبيرة في الطاقة الكهربائية وهذا الامر ناتج عن الاستهلاك الكبير وتزايد الطلب على الطاقة خاصة في قطاع الإسكان.
- شكل قطاع البناء جزءا كبيرا من استهلاك الطاقة في ليبيا.
- الجزء الأكبر من الطاقة المستهلكة تذهب لعمليات التبريد والتدفئة.
- اغلب المباني السكنية الحديثة تعاني من انخفاض مستوى الراحة الحرارية فيها خاصة في فصل الصيف مما يضطر ساكني هذه المباني الى اللجوء الى الأجهزة الكهربائية والميكانيكية لتوفير الراحة
- استطاع برنامج Design Builder ان يقرا البيانات الحالية لعينات الدراسة وان يجد حلولا لها.
- ان مثل هذه البرنامج تسهم في تطوير الأداء الحراري للمباني وتقليل استهلاك الطاقة وبالتالي رفع مستوى الاستدامة في قطاع الانشاء وخاصة السكن.

* تشجيع المصممين على استخدام هذه البرامج لانتاج تصاميم ذات أداء حراري عالي.

5. المراجـــــع

[1] محمود عطية محمد د، سماح صبحي منصور د. العزل الحراري كأداة لترشيد استهلاك الطاقة: دراسة لترشيد اســـتهلاك الطاقة بالمباني الســـكنية للمناطق الحارة الجافة. Journal of Urban Research. 2018 Oct;30:.

[2] عبد العاطي ب، ساسي إ، أغفير ن. دور برامج محاكاة المبنى في تعزيز اســـتراتيجيات الاســـتدامة في العملية التصـــميمية: متطلبات ومعوقات التطبيق في ليبيا ومقترحات الحلول. Humanities and Natural Sciences Journal (HNSJ). 2022;3(2).

[3] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا). اســـتدامة الطاقة في قطاع المباني في المنطقة العربية. E/ESCWA/SDPD/2018/TP.5. 6 Aug 2018.

[4] عبد الفتاح ف ن أ. أثر استهلاك طاقة الوقود الأحفوري والانفتاح التجاري على الجودة البيئية: دراســـة قياســـية على قطاع الصناعة التحويلية في مصر .المجلة العلمية للـدراســـات والبحوث المـالـيـة والتجـاريـة .2023. doi:10.21608/CFDJ.2023.29049.

[5] Wdeh H, Ntefeh R, Tanjour K. The role of building materials in achieving sustainability of buildings according to global sustainability systems: Case study of administrative buildings. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies – Engineering Sciences Series. 2019;41(3).

[6] Jones CI, Hammond G. Embodied energy and carbon in construction materials. ICE Energy. 2008 Jan.

[7] Holtzhausen HJ. Embodied energy and its impact on architectural decisions. Journal of Sustainable Development and Planning. 377; III.

[8] عســـاف م إ ع. أثر العزل الحراري في البناء .المجلة العربية للنشر العلمي.45;Jul 2022 .

[9] محمود أ س، وآخرون. دور أدوات نمـذجـة طـاقـة المبـاني (BEM) في رفع كفـاءة الغلاف الخـارجي: دراســـة حـالـة مبنى تعليمي قـائم Engineering Research Journal. 2023 Sep;179:AA13–AA36.

[10] الشـــركة العامة للكهرباء. تقارير ودراســـات الطاقة. تاريخ غير محدد.

[11] عبد الله م ع. العزل الحراري في المباني وأثره على استهلاك الطاقة .مجلة الهندسة والعلوم التطبيقية . 2019;12(2):77–90.
[12] الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة. الكود السعودي لكفاءة الطاقة في المباني. الرياض: الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة؛ 2018.
[13] زايد أ م. المساجد الأثرية بمدينة بني وليد: دراسة في نمط العمارة المحلية. في: المؤتمر الرابع حول تراث غدامس؛ 2022.
[14] عطية ح م. دراسة بعض المظاهر الجيومورفولوجية لحوض وادي دينار في منطقة بني وليد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. في: المؤتمر الجغرافي الخامس، جامعة طرابلس؛ 2023.
[15] أغفير ن ف إ، وآخرون. مقارنة بين أهم أدوات محاكاة أداء المباني .المجلة الدولية للعلوم والتقنية .الجزء الأول؛ العدد 37؛ 13-3-2024.
[16] ASHRAE. ASHRAE Standards and Guidelines. Available from: https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines