

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

Received	2026/04/01	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/04/24	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/04/25	تم نشر الورقة العلمية في

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في المباني باستخدام برنامج DesignBuilder (حالة دراسة المباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد)

د. حمزة محمد الخازمي¹، ا. فاطمة علي الليبي²، علي محمد مسعود³

1- قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني، كلية الهندسة-القربولي، جامعة المرقب،

الخمس، ليبيا

2- قسم الهندسة المعمارية، كلية التقنية الهندسية، مسلاتة، ليبيا

3- قسم المشروعات - وزارة الشباب والرياضة، طرابلس، ليبيا.

ملخص البحث

تتميز الاقاليم الليبية بظروف مناخية تتنوع ما بين الساحلية والشبه صحراوية والصحراوية والاحيرة تغطي الجزء الأكبر من الدولة الليبية وتقع مدينة بني وليد في الإقليم الشبه صحراوي الذي يتوزع في المنطقة الفاصلة ما بين السواحل والمنطقة الصحراوية القاحلة التي تكون فيها درجات الحرارة مرتفعة جدا صيفا، والبرد الشديد شتاء مع شح في الموارد المائية وارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي. وقد لعبت هذه الخصائص المناخية دورا أساسيا في تشكيل البيئة العمرانية المحلية والتي يشكل قطاع الإسكان الجزء الأكبر منها، من خلال متابعة البيانات الصادرة تبين ان اعلى عدلات استهلاك للطاقة في ليبيا عموما ومدينة بني وليد خصوصا تبين ان معدلات استهلاك الطاقة المستخدمة للتبريد والتدفئة زادت وبشكل كبير خلال السنوات الأخيرة، حيث 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.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

تم استخدام برنامج DesignBuilder لمحاكاة الأداء الحراري للفراغات الداخلية لعينات
الدراسة وفقاً 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 التكيف
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.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector to Improve Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder (A Case Study of Detached Residential Buildings in Bani Walid City)

***Hamza Alkhazmi¹, Fatma A. Elbedi², Ali Mahmoud Masoud³**

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

2-Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Technical
Engineering, Masllata, Libya

3-Projects Department – Ministry of Youth and Sports, Tripoli, Libya
hammtmh@gmail.com, fatmtalbyd53@gmail.com,
ali215yhoo@gmail.com

ABSTRACT

The Libyan regions are characterized by climatic conditions that vary between coastal, semi-desert and desert, and the latter covers most of the Libyan state. The city of Bani Walid is located in the semi-desert region, which is distributed in the area between the coasts and the arid desert area, where temperatures are very high in summer, and 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 is 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 show that the rates of energy consumption used for cooling and heating have increased significantly in recent years, as 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

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الإنشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

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 raise 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, Design Builder, architectural spaces, residential buildings.

1. المقدمة

يشهد قطاع الإنشاء حول العالم تحولاً متسارعاً نحو ممارسات أكثر استدامة، نتيجة لتزايد التحديات البيئية والمناخية، وارتفاع معدلات استهلاك الطاقة في المباني السكنية والتجارية. ويُعد تحسين الأداء الحراري للمباني أحد أهم المحاور التي تسهم في تحقيق الاستدامة، حيث يؤدي إلى تقليل استهلاك الطاقة المستخدمة في التدفئة والتبريد، وبالتالي الحد من الانبعاثات الكربونية وخفض التكاليف التشغيلية [1].

في هذا السياق، برزت برامج المحاكاة الحرارية كأدوات فعّالة لدراسة سلوك المباني في ظروف مناخية مختلفة، وتقييم تأثير مواد البناء والتصميمات المعمارية على كفاءة الطاقة. ويُعتبر برنامج DesignBuilder من أبرز هذه البرامج، إذ يوفر بيئة تحليل متكاملة تعتمد على تقنيات النمذجة والمحاكاة الحرارية والإنشائية، بما يسمح للباحثين والمصممين باختبار السيناريوهات المختلفة للوصول إلى الحلول الأمثل [2].

تتسم مدينة بني وليد بمناخ متوسطي صحراوي يتصف بارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وبرودة نسبية في الشتاء، وهو ما يجعل من دراسة الأداء الحراري للمباني السكنية المنفصلة ضرورة ملحة للحد من استهلاك الطاقة وتحقيق الراحة الحرارية للسكان. ومن هنا تنبع أهمية هذه الدراسة التي تسعى إلى توظيف التقنيات الرقمية لرفع كفاءة المباني السكنية وتحقيق أعلى معايير الاستدامة في قطاع الإنشاء [3].

2. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى:

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

1. تقييم الأداء الحراري للمباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد من خلال النمذجة باستخدام برنامج DesignBuilder.
2. تحليل تأثير المواد والتصميم (مواد العزل، سمك الجدران، نوع النوافذ، اتجاهات المبنى) على استهلاك الطاقة وتحقيق الراحة الحرارية.
3. معرفة الى أي مدى يمكن لبرامج الحاسوب ان تسهم في خفض استهلاك الطاقة ورفع مستويات الاستدامة في قطاع الانشاء.
4. اقتراح استراتيجيات تصميمية تساهم في رفع كفاءة الطاقة وتقليل الاعتماد على التبريد والتدفئة الاصطناعية.
5. تعزيز الاستدامة في قطاع الإنشاء من خلال تقديم حلول تقنية قابلة للتطبيق في المشاريع السكنية المستقبلية.

3. منهجية الدراسة

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

A. جمع البيانات الميدانية:

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

جمع البيانات المناخية المحلية (درجات الحرارة، الرطوبة، سرعة الرياح، الإشعاع الشمسي) من محطات الأرصاد الجوية أو قواعد بيانات مناخية موثوقة.

B. إعداد النموذج الرقمي:

بناء نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني المختارة باستخدام برنامج DesignBuilder. إدخال الخصائص الفيزيائية للمبنى (سماكة الجدران، نوع الزجاج، مواد التشطيب) والبيانات المناخية.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

C. 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.

4. استهلاك الطاقة في قطاع البناء

من المعروف ان البناء تطور عبر التاريخ من المباني التقليدية التي تعتمد على المواد الطبيعية كالحجارة والاشخاب 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 أثر 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:

A. مرحلة التصميم والهندسة:

هذه المرحلة تعتبر حجر الأساس لإنتاج 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.

B. مرحلة انتاج المواد الإنشائية:

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

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

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

جدول رقم (1) الطاقة المتجسدة التي تحتاجها مواد البناء الرئيسية.

الطاقة المجسدة			ت
MJ/m ³ ¹³	MJ/kg ¹⁴	المواد البنائية	
2030	0.79	حجر (محلي)	1.
2350	0.94	كتلة خرسانية (كونكريتية)	2.
3180	1.30	خرسانية (كونكريت)	3.
2780	2.00	خرسانية (كونكريت) مسبقة الصنع	4.
5170	2.50	طابوق	5.
37210	8.90	فولاذ معاد	6.
251200	32.00	فولاذ	7.
5720	10.40	الخشب المعكس	8.
3770	117.00	عازل	9.
21870	8.10	المنيوم معاد	10.
515700	227.00	المنيوم	11.

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.

C. مرحلة البناء والتشييد:

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

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الإنشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

D . مرحلة التشغيل والصيانة (مرحلة الاستعمال):

وهي المرحلة الأهم لأنها الأطول عمرا وفيها يكون استهلاك الطاقة أكبر لذا يجب:

1. 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 استهلاكاً للطاقة.

5. الأداء الحراري واستهلاك الطاقة في المباني

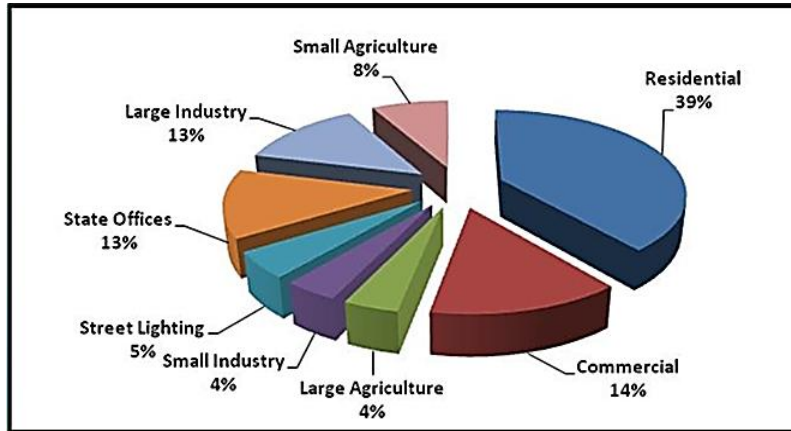
الأداء الحراري للمباني (Building Thermal Performance) هو قدرة المبنى على الحفاظ على درجة حرارة داخلية مريحة للسكان مع تقليل استهلاك الطاقة للتدفئة والتبريد. يرتبط هذا الأداء بمقاومة مكونات المبنى للحرارة، وفعالية استراتيجيات التصميم السلبي (Passive Design)، وقدرة المبنى على التعامل مع الظروف المناخية المحلية. تحسين الأداء الحراري يعد عنصراً أساسياً لتحقيق الاستدامة في قطاع الإنشاء وخفض استهلاك الطاقة وانبعثات الغازات الدفيئة. كما عرف بأنه هو قدرة المبنى على تقليل الفقد أو الكسب الحراري غير المرغوب فيه من خلال عناصره الخارجية والداخلية، بما يحقق توازناً بين درجة الحرارة الداخلية والظروف المناخية المحيطة [7] .

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

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

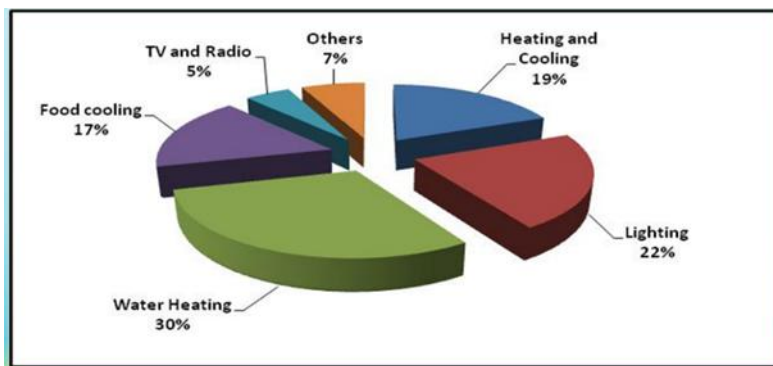
والتدفئة. لذا فإن تحسين الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي (الجدران، الأسقف، النوافذ) بالإضافة إلى أنظمة العزل والتهوية، يُسهم بشكل مباشر في خفض استهلاك الطاقة، تحسين الراحة الحرارية للمستخدمين، وتقليل الأثر البيئي [8]. شهدت ليبيا خاصة في العشر سنوات الأخيرة انقطاعات كبيرة للكهرباء وفي بعض الأحيان وصلت الى مرحلة العجز في تلبية الاحتياجات اللازمة من الطاقة الكهربائية، حيث تفيد العديد من الدراسات ان أكثر فترات العجز غالباً ما تكون في فصل الصيف. من خلال البيانات التي تصدر عن الشركة العامة للكهرباء يتبين ان القطاع السكني يمثل النسبة الأكثر استهلاكاً للطاقة في السنوات الأخيرة والشكل التالي يوضح اهم القطاعات المستهلكة للطاقة في ليبيا [9].



شكل رقم (1) بيانات الشركة العامة للكهرباء باستهلاك
(المصدر الشركة العامة للكهرباء)

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>



شكل رقم (2) بيانات الشركة العامة للكهرباء باستهلاك الطاقة في المباني
(المصدر الشركة العامة للكهرباء)

من خلال الشكل السابق يتبين ان أكبر استهلاك للطاقة الكهربائية في المباني يذهب للتسخين والتبريد وهذا راجع الى الأداء الحراري للمباني بالدرجة الأولى وإلى تصميم ومواد بناء غلاف المبنى الخارجي BUILDING ENVELOPE وخصائصها الحرارية حيث يمثل غلاف المبنى جدار الحماية الأهم من تأثير العوامل المناخية ومستويات الراحة الحرارية

THERMAL 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.

1.4. العوامل المؤثرة على الأداء الحراري للمباني:

تتأثر كفاءة الاداء الحراري THERMAL PERFORMANCE للمباني بعدة عوامل أهمها:

- الخصائص الفيزيائية لمواد بناء غلاف المبنى مثل (الموصلية الحرارية thermal conductivity – الكثافة density – السعة الحرارية thermal capacity).

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

- العوامل المناخية (الحرارة الخارجية outdoor temperature، سرعة الهواء air speed، الرطوبة النسبية (humidity)
- الفتحات (الأبواب والشبابيك) ابعادها وتوجيهها.
- التهوية الطبيعية Ventilation [10]

2.4. طرق تقييم الأداء الحراري

- المعاملات الحرارية: مثل معامل الانتقال الحراري (U-value) ومعامل الكسب الشمسي (SHGC).
- المحاكاة الحرارية بالحاسوب: باستخدام برامج مثل Energy Plus، 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

1.5. 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 19,710 كم وعدد سكانها في حدود 150 ألف وكانت في
السابق أرض صحراوية يعمل أهلها
في تربية المواشي.

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

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

السبائيع، والمجاملة، والسعادات، والفلاذنة، والأوطيين، والجدير 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 هذه 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].



شكل رقم (3) موقع مدينة بني وليد (المصدر (WWW.GOOGLEMAPS.COM))
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.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>



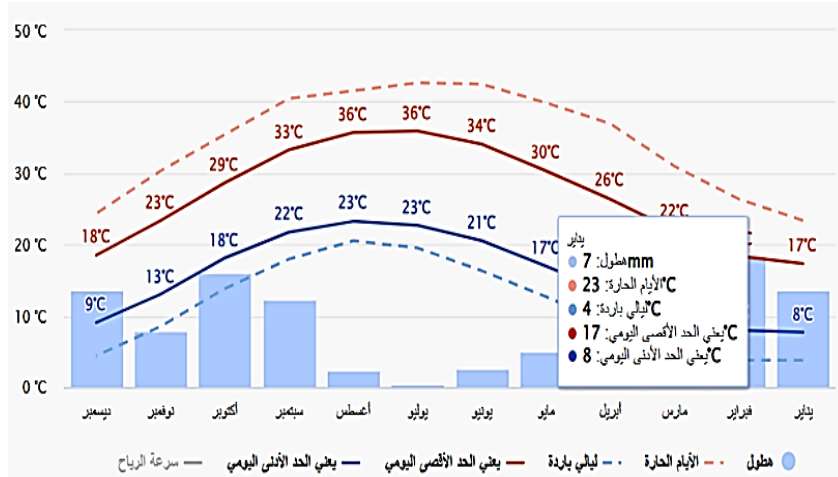
شكل رقم (4) توزيع الاحياء السكنية في مدينة بني وليد
المصدر (WWW.GOOGLEMAPS.COM)

2.5. الخصائص المناخية لمدينة بنى وليد

بناءً على البيانات المناخية الصادرة عن مركز الأرصاد يتبين أن المدينة تقع ضمن المنطقة شبه الصحراوية ذات المناخ الصعب والذي يتميز بالحرارة الشديدة صيفا والتي تتجاوز 40 درجة والبرودة الشديدة شتاء والتي تنخفض إلى 8 درجات شتاء.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>



شكل رقم (5) توزيع الاحياء السكنية في مدينة بني وليد- المصدر metuolu

من خلال البيانات السابقة يتبين ان الراحة الحرارية تقل في فصل الصيف حيث يبدأ هذا التأثير من شهر ابريل الى شهر سبتمبر اما في فصل الشتاء فتتأثر 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 في فصول الانتقال.

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 نهائياً بمتوسط عظمى بين 15 - 20 °C، وبارد ليلاً قد يقترب من 5 °C أو أقل في بعض الليالي. فصلا الربيع والخريف انتقالان؛ الربيع قد يشهد عواصف رملية ورياح الخماسين.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

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 [13].

الشمس

معدلات سطوع شمسي مرتفعة جداً، مما يجعل المنطقة مناسبة للطاقة الشمسية.
من خلال البيانات السابقة يتبين بان ما يقارب تسعة أشهر 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 بني وليد:

تكونت المباني السكنية على هيئة احياء سكنية نمت وتطورت على ضفاف وادي البلاد،
وكانت هذه المساكن قد بنيت بالحجار الطبيعية لبناء الجدران واستخدام اغصان أشجار
الزيتون والسدر لبناء السقف، وبعد ظهور الطفرة العمرانية ظهرت المباني



شكل رقم (6) الاحياء السكنية ونسيجها العمراني في مدينة بني وليد

المصدر (WWW.GOOGLEMAPS.COM)

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

- 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).

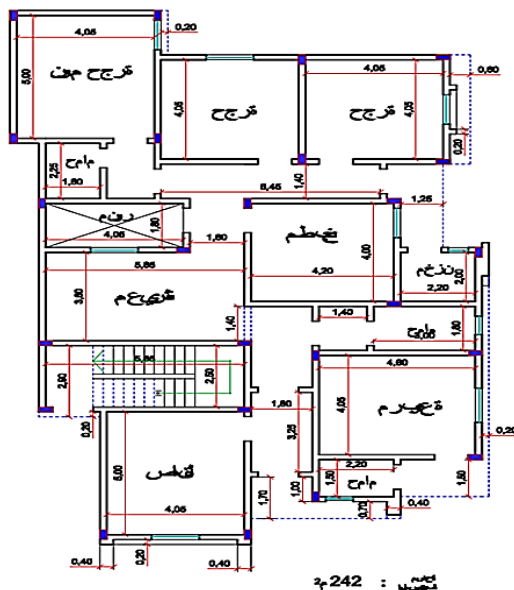


شكل رقم (7) الاحياء السكنية القديمة والحديثة في مدينة بني وليد - المصدر (الباحث)

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

هذه الدراسة ستركز على القطاع الأكبر من المساكن وهي المساكن الحديثة المبنية من
البلوك الاسمنتي والخرسانة.
وقد تم اختيار العينات التالية:
مبنى البلوك الاسمنتي المفرغ S1 وهي الأكثر انتشارا في الاحياء الجديدة

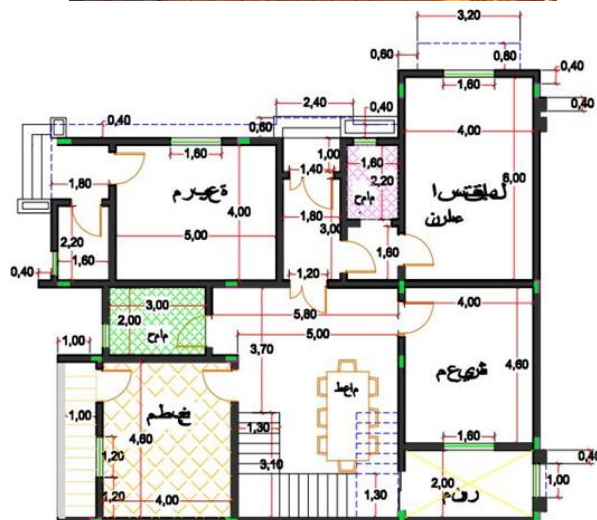


شكل رقم (8) العينة الأولى - المصدر (الباحث)

مبنى بلوك الاجر S2 وهي اقل انتشارا

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>



شكل رقم (9) العينة الثانية - المصدر (الباحث)

4.5. برنامه Design Builder تطبیقاته و استخدماتاته:

هو واحد من أهم برامج محاكاة الطاقة للمباني، ويستخدم بشكل واسع من قبل المهندسين والمصممين لتقييم الأداء الحراري وكفاءة الطاقة للمباني والبيئة.

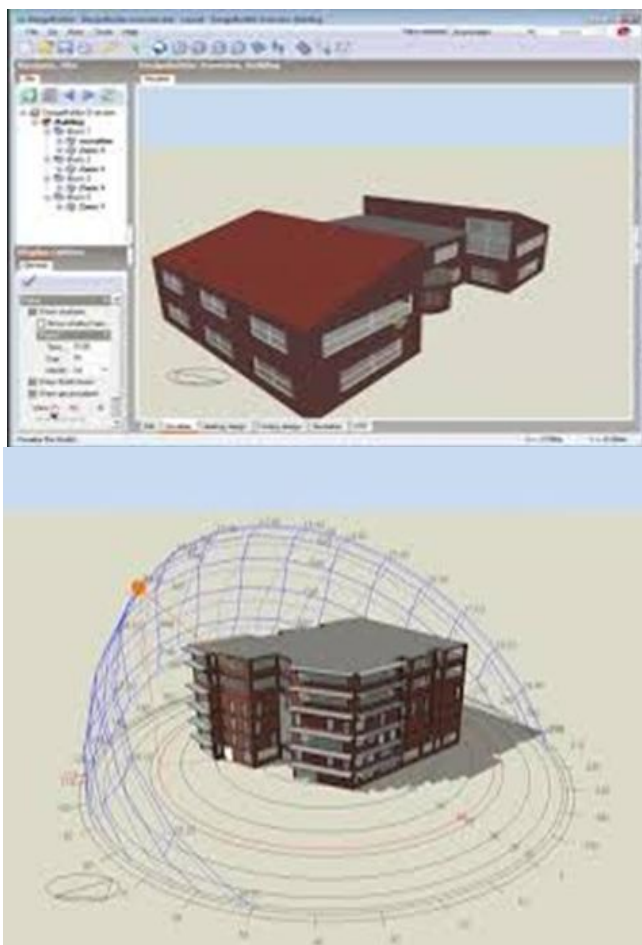
ويمكن تعريفه أيضا بأنه

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

هو واجهة رسومية متقدمة مبنية على محرك المحاكاة **Energy Plus**، 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].



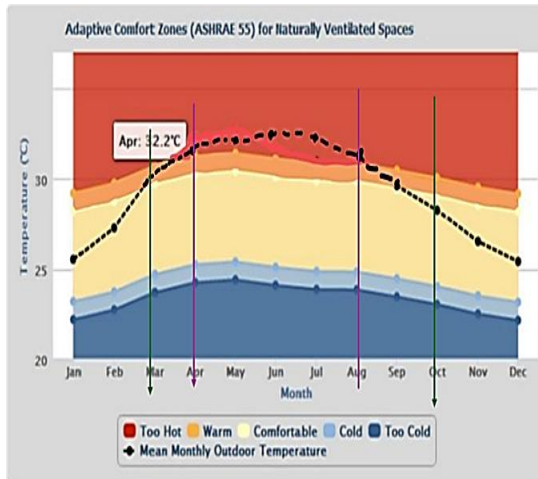
شكل رقم (10) برنامج DESIGN BUILDER

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

5.5. 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 رقم (11) قياسات درجات الحرارة للعينات 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 الجدول التالي:

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

جدول رقم (2) بيانات استهلاك الطاقة للعينة الأولى - المصدر (الباحث).

عناصر استهلاك الطاقة في الوحدة الاولى	الاستهلاك الشهري بالكيلو وات.س
1. أجهزة التكييف والتهوية	431.64 كيلو وات/ شهر 2 تكييف + 2 مروحة
2. الأجهزة الكهربائية	149.58 كيلو وات/ شهر
3. الإضاءة الصناعية	33.21 كيلو وات/ شهر
4. سخان المياه	120 كيلو وات/ شهر
المجموع	734.43 كيلو وات/ شهر

جدول رقم (3) بيانات استهلاك الطاقة للعينة الثانية - المصدر (الباحث)

عناصر استهلاك الطاقة في الوحدة الثانية	الاستهلاك الشهري بالكيلو وات.س
1. أجهزة التكييف والتهوية	387.48 كيلو وات/ شهر 2 تكييف + 2 مروحة
2. الأجهزة الكهربائية	149.58 كيلو وات/ شهر
3. الإضاءة الصناعية	33.21 كيلو وات/ شهر
4. سخان المياه	120 كيلو وات/ شهر
المجموع	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.

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.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

- النوافذ :زجاج عادي.
- السقف :بلاطة خرسانية.
- التطبيق الأول (بدون عزل حراري)
- جدران وسقف بدون أي عزل.
- النوافذ زجاج أحادي شفاف.
- التهوية ميكانيكية فقط (مكيفات هواء).

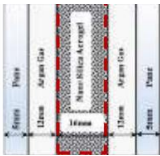
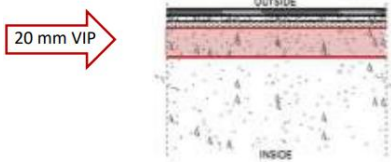
ان برنامج DESIGN BUILDER بإمكانه حساب كميات احمال التبريد التي يحتاجها كل مبنى ليصل الى مستوى الراحة الحرارية لمستعمليه لذا فان احمال التبريد ستكون المقياس اللازم لأجراء عملية المقارنة (ما قبل التطوير وما بعده) وبالتالي تحديد مدى كفاءة عملية التحسين عن طريق حساب الفارق ما بين المرحلتين.

التطبيق الثاني (إضافة العزل الحراري)

الإستراتيجية التصميمية				نوع التعديل	تعديلات الفتحات
تقليل نسبة الفتحة بفرغ المعيشة من 42% إلى 20%				1. تغيير نسبة الفتحة للحوائط	
VLT معامل النفذية	معامل الاكتساب SHGC الحراري الشمسي	الموصلية الحرارية وات/م ² س ⁵	نوع الزجاج	2. تغيير نوع الزجاج	
42	0.23	0.25	الزجاج العاكس ذو التحكم الشمسي		
28	0.48	1.80	الزجاج المزدوج		
سم بسمك 1.6 Aerogel إضافة عازل للزجاج من مادة وتم اختيارها لأنها تحافظ على نفاذية الضوء الطبيعي بنسبة 75 % فلا تزيد من استهلاك الطاقة للإضاءة الصناعية ويتميز بصلاية عالية، وموصلية				3. إضافة عازل حراري عالي الكفاءة بين	

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

حرارية ضعيفة 0.026 - 0.028 وات/م.س (Papaioannou) (Kalliopi , 2018). 	طبقتين الزجاج المزدوج	
تغيير سمك الحائط 25 سم	1. زيادة سمك الحائط	تعديلات الحوائط
استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90%	2. تغيير مادة التشطيب	
Vacuum Insulation Panels استخدام ألواح العزل الفراغية بسمك 2 سم وتم اختيارها لقلّة سمكها فلا تؤثر علي المساحات الداخلية وموصلية حرارية ضعيفة 0.004 - 0.008 وات/م.س زمن التشغيل 30-50 سنة وكفاءة عالية (Papaioannou Kalliopi , 2018). 	3. إضافة عازل حراري	
استخدام الطوب الرملي الخفيف بموصلية حرارية 0.878 وات/م.س	4. تغيير مادة البناء	
Vacuum Insulation Panels استخدام ألواح العزل الفراغية بسمك 2 سم 	1. إضافة عازل حراري	تعديلات الأسقف
استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90%	2. تغيير مادة التشطيب	

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

إضافة مظلة مرتفعة عن السقف 2.5 متر مكونة من ألواح صاج خفيفة مزدوجة ومحقونة بعازل حراري من البولي يوريثان بكثافة 40 كجم/م ³ وسمك 10 سم.	3. إضافة عنصر تظليل	
---	------------------------	--

في هذه المرحلة يتم إضافة تعديلات وتحسينات على غلاف المبنى من حيث مواد البناء
ومعالجة الفتحات وإضافة المواد العازلة لتعزيز الأداء الحراري للمبنى وبالتالي التقليل
من استهلاك الطاقة اللازمة لتوفير الراحة الحرارية وذلك من خلال إمكانية حساب احمال
التبريد داخل المبنى.



شكل رقم (12) احمال التبريد السنوية قبل وبعد إعادة تطبيق البرنامج

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

النتائج والتوصيات

- 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 الحرارية اللازمة.
- استطاع برنامج Design Builder ان يقرأ البيانات الحالية لعينات الدراسة وان يجد حلولاً لها.
- ان عملية تطبيق البرنامج نجحت في خفض استهلاك الطاقة بنسبة تصل الى 40% في بعض الأحيان.
- ان مثل هذه البرنامج تسهم في تطوير الأداء الحراري للمباني وتقليل استهلاك الطاقة وبالتالي رفع مستوى الاستدامة في قطاع الانشاء وخاصة السكن.

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة مشكلة ارتفاع استهلاك الطاقة في المباني السكنية في ليبيا، خاصة في المناطق ذات المناخ شبه الصحراوي مثل مدينة بني وليد، حيث تؤدي الظروف المناخية القاسية من ارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانخفاضها شتاءً إلى زيادة الاعتماد على أنظمة التبريد والتدفئة، مما يرفع من معدلات استهلاك الطاقة ويؤثر سلباً على الاستدامة البيئية والاقتصادية.

وانطلاقاً من هذه الإشكالية، هدفت الدراسة إلى تقييم الأداء الحراري للمباني السكنية المنفصلة، وتحليل تأثير عناصر التصميم المعماري ومواد البناء (مثل العزل الحراري، نوع النوافذ، وتوجيه المبنى) على كفاءة استهلاك الطاقة، بالإضافة إلى توظيف برنامج DesignBuilder، لدراسة سلوك المباني تحت ظروف مناخية مختلفة واقتراح حلول

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

فعالة و اعتمدت الدراسة على منهجية تجمع بين التحليل والوصف، من خلال إجراء مسح ميداني وجمع بيانات مناخية، ثم إنشاء نماذج رقمية للمباني وإجراء محاكاة حرارية لها قبل وبعد إدخال تحسينات على غلاف المبنى. وقد أظهرت النتائج أن المباني السكنية الحديثة تعاني من ضعف في الأداء الحراري، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة، خاصة في عمليات التبريد والتدفئة التي تمثل النسبة الأكبر من الاستهلاك. كما بينت الدراسة أن استخدام تقنيات التصميم المحسن، مثل إضافة العزل الحراري، وتحسين نوعية النوافذ، وتقليل الفتحات، واستخدام مواد ذات كفاءة حرارية عالية، يمكن أن يحقق انخفاضاً ملحوظاً في استهلاك الطاقة يصل إلى نحو 40%، مع تحسين مستويات الراحة الحرارية داخل المباني. وبناءً على ما سبق فإن الدراسة تبين أن برامج المحاكاة الحرارية يمثل أداة فعالة في دعم قرارات التصميم المعماري، ويساهم بشكل مباشر في رفع كفاءة الطاقة وتحقيق الاستدامة في قطاع الإنشاء، خاصة في البيئات ذات الظروف المناخية القاسية، مع التأكيد على أهمية دمج هذه الحلول في مراحل التصميم المبكر للمباني السكنية المستقبلية.

المراجع:

[1] ASHRAE STANDARS AND GUIDELINES

<https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines>

[2] بلال رافع عبد العاطي، إيمان عطية ساسي، نضال فتحي أغفير، دور برامج محاكاة المبنى في تعزيز استراتيجيات الاستدامة في العملية التصميمية (متطلبات ومعوقات التطبيق في ليبيا ومقترحات الحلول)، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية (HNSJ)،

3(2، 2022

[3] Craig I. Jones, Geoffrey Hammond, Embodied energy and Carbon in construction materials, ICE - Energy, January 2008.

[4] Dr. Hani Wdeh, Dr. Roula Ntefeh, Khadejah Tanjour, The role of building materials in achieving sustainability of buildings

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

according to global sustainability systems (Case study administrative buildings), Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series, Vol. 41, No. 3, 2019

[5] عبد الله، م. ع. (2019). العزل الحراري في المباني وأثره على استهلاك الطاقة.

مجلة الهندسة والعلوم التطبيقية، 12(2)، 77-90.

[6] أسماء موسى زايد، المساجد الأثرية بمدينة بني وليد (دراسة في نمط العمارة المحلية)،

المؤتمر الرابع حول تراث غدامس، 2022.

[7] حمزة ميلاد عطية، دراسة بعض المظاهر الجيومرفولوجية لحوض وادي دينار في

منطقة بني وليد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الجغرافي الخامس،

جامعة طرابلس، 2023.

[8] الشركة العامة للكهرباء.

[9] فاطمة نسيم أحمد عبد الفتاح، أثر كل من استهلاك طاقة الوقود الأحفوري والانفتاح

التجاري على الجودة البيئية: دراسة قياسية على قطاع الصناعة التحويلية في مصر،

المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، 2023.

DOI: 10.21608/cfdj.2023.29049

[10] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، استدامة الطاقة في قطاع

المباني في المنطقة العربية، E/ESCWA/SDPD/2018/TP.5، 6 August

2018.

[11] معاوية إبراهيم عيد عساف، أثر العزل الحراري في البناء، المجلة العربية للنشر

العلمي، العدد 45، 2 يوليو 2022.

استخدام برامج الحاسوب للرفع من الاستدامة في قطاع الانشاء لتحسين استهلاك الطاقة في
المباني باستخدام برنامج DesignBuilder

<http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-dh10>

- [12] م/ أيمن سمير محمود وآخرون، دور أدوات نمذجة طاقة المباني (BEM) في رفع كفاءة الغلاف الخارجي دراسة حالة مبنى تعليمي قائم، Engineering Research Journal، (September 2023)، 179، AA13–AA36.
- [13] محمود عطية محمد، سماح صبحي منصور، العزل الحراري كأداة لترشيد استهلاك الطاقة - دراسة لترشيد استهلاك الطاقة بالمباني السكنية للمناطق الحارة الجافة، Journal of Urban Research، Vol. 30، October 2018.
- [14] نضال فتحي إبراهيم أغفير وآخرون، مقارنة بين أهم أدوات محاكاة أداء المباني، المجلة الدولية للعلوم والتقنية، العدد 37، الجزء الأول، 13-3-2024.
- [15] الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة، الكود السعودي لكفاءة الطاقة في المباني، الرياض، 2018.