International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 38 العدد
Part 2 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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 DESIG BUILDER

(حالة دراسة المباني السكنية المنفصلة في مدينة بني وليد)

د. حمزة محمد الخازمي[1]، ا. فاطمة علي اللبيدي[2]، علي محمد مسعود[3]

1- قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني، كلية الهندسة-القربوللي، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا

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

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

ملخـص البحث

تتميز الاقاليم الليبية بظروف مناخية تتنوع ما بين الساحلية والشبه صحراوية والصحراوية والاخيرة 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 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 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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

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 Alkhazmi[1], Fatma A. Elbedi[2], Ali Mahmoud Masoud[3]**

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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

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 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 تحوّلاً 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 يوفّر 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 ملحّة 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 اعلى معايير الاستدامة في قطاع الإنشاء**[3]** .

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

2. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى:

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 مدي 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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

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

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

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 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 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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

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]** .

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.

ت	المواد البنائية	الطاقة المجسدة	
		MJ/kg[14]	MJ/m³ [13]
.1	حجر (محلي)	0.79	2030
.2	كتلة خرسانية (كونكريتية)	0.94	2350
.3	خرسانية (كونكريت)	1.30	3180
.4	خرسانة(كونكريت) مسبق الصنع	2.00	2780
.5	طابوق	2.50	5170
.6	فولاذ معاد	8.90	37210
.7	فولاذ	32.00	251200
.8	الخشب المعلكس	10.40	5720
.9	عازل	117.00	3770
.10	المنيوم معاد	8.10	21870
.11	المنيوم	227.00	515700

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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

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.

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 استهلاكا 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، وفاعلية 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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

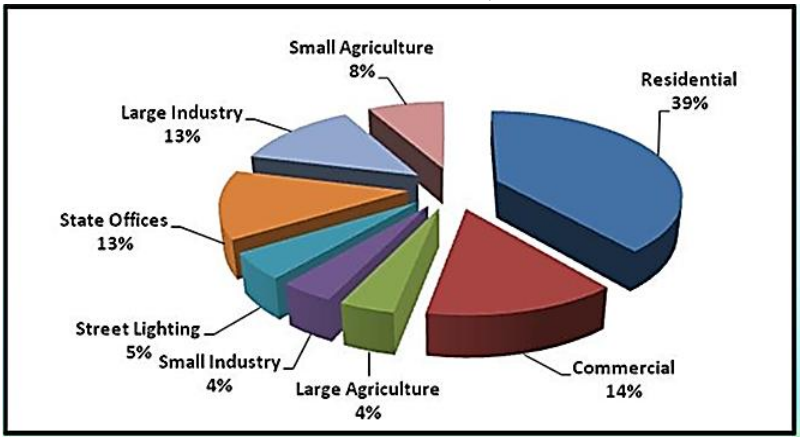
The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

الطاقة وانبعاثات الغازات الدفيئة. كما عرف 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[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 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 غالبا ما تكون في فصل الصيف. من خلال البيانات التي تصدر عن الشركة العامة للكهرباء يتبين ان القطاع السكني يمثل النسبة الأكثر استهلاكا للطاقة في السنوات الأخيرة والشكل التالي يوضح اهم القطاعات المستهلكة للطاقة في ليبيا [9].



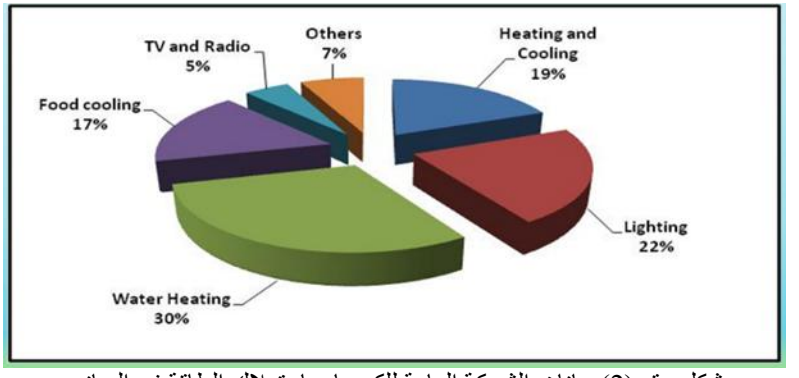
شكل رقم (1) بيانات الشركة العامة للكهرباء باستهلاك

(المصدر الشركة العامة للكهرباء)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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 والى 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 PERFORMANCEللمباني بعدة عوامل أهمها:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

- 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]

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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

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 كالاتي:

السبائيع، والمجاملة، والسعادات، والفلادنة، 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 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]**.

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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

شكل رقم (4) توزيع الاحياء السكنية في مدينة بني وليد

المصدر (WWW.GOOGLEMAPS.COM)

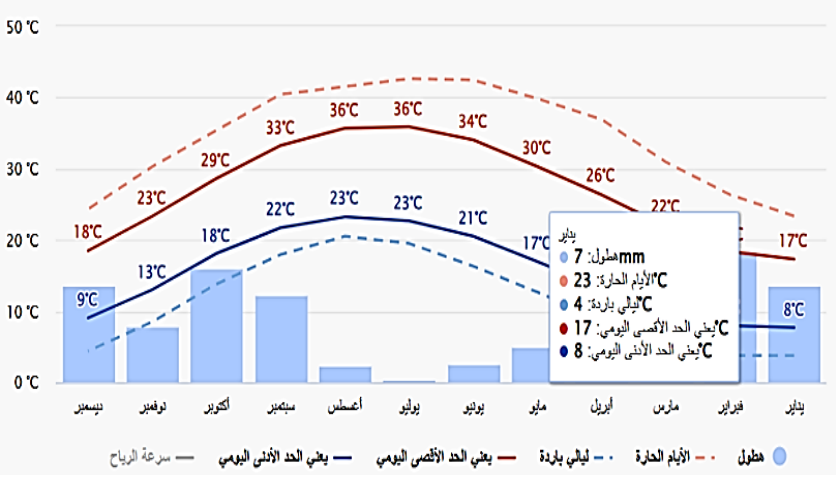
2.5. الخصائص المناخية لمدينة بني وليد

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 الشديدة شتاء والتي تنخفض الى 8 درجات شتاء.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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 يبدا 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 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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

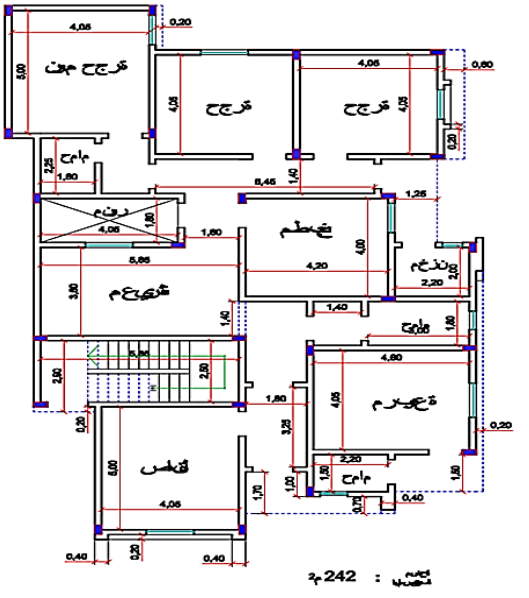
The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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 S1وهي الأكثر انتشارا في الاحياء الجديدة



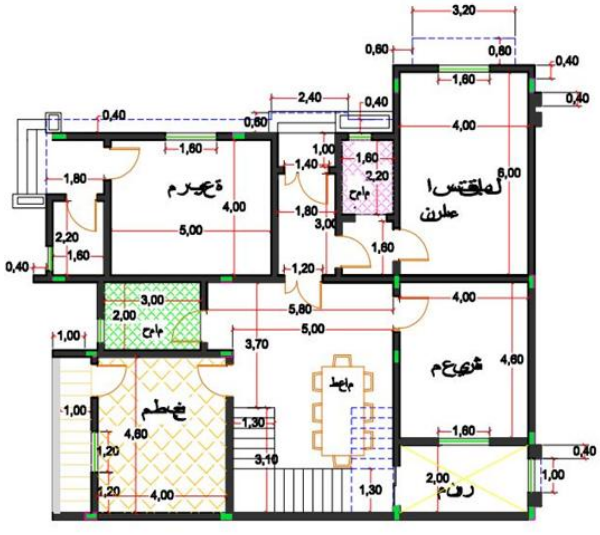
شكل رقم (8) العينة الأولى– المصدر (الباحث)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

مبنى بلوك الاجر S2 وهي اقل انتشارا



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

4.5. برنامج Design Builder تطبيقاته واستخداماته:

هو واحد من أهم برامج **محاكاة الطاقة للمباني**، ويُستخدم بشكل واسع من قِبل المهندسين والمصممين لتقييم الأداء الحراري
وكفاءة الطاقة للمباني والبيئة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

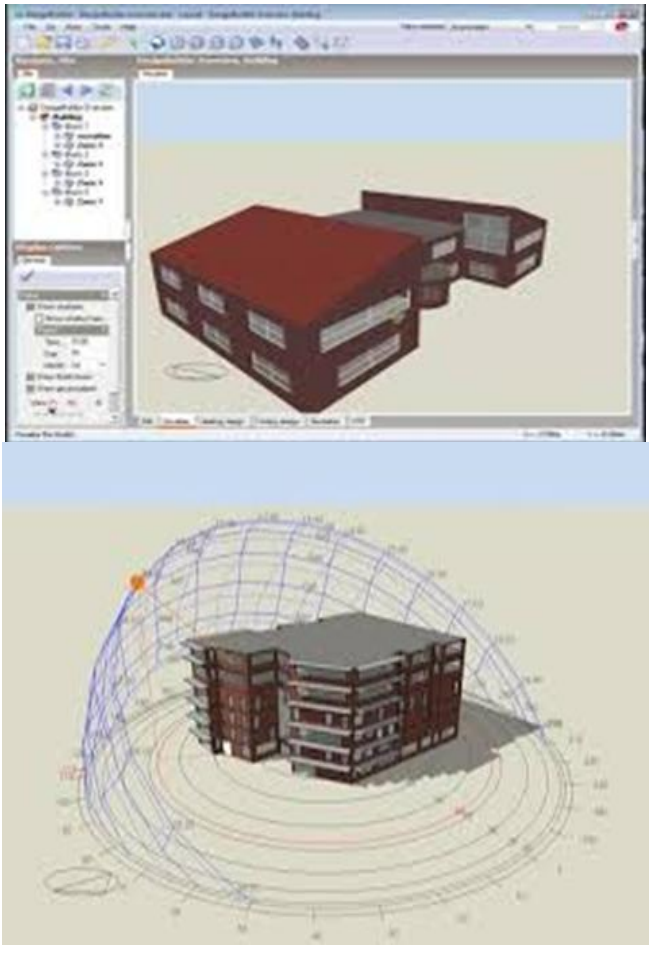
The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

ويمكن تعريفه أيضا بانه

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

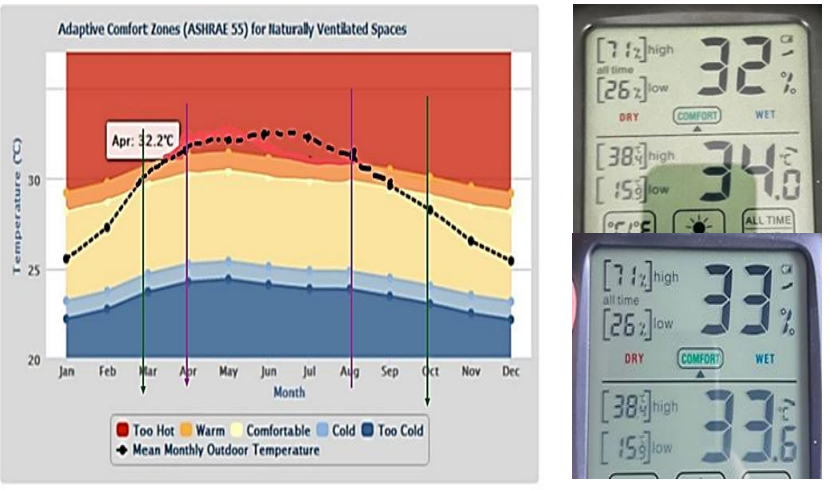
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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 الكهربية	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 الكهربية	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:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

- **الجدران** :خرسانة + طوب.
- **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.

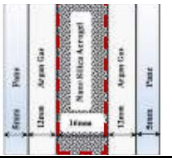
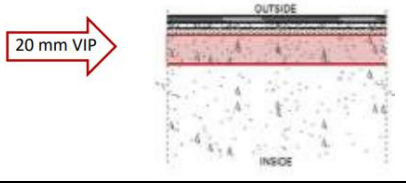
التطبيق الثاني (إضافة العزل الحراري)

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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

	الكفاءة بين طبقتين الزجاج المزدوج	استهلاك الطاقة للإضاءة الصناعية ويتميز بصلابة عالية، وموصلية حرارية ضعيفة 0.026 –0.028 وات/م. س (Papaioannou Kalliopi , 2018). 
تعديلات الحوائط	1. زيادة سمك الحائط	تغيير سمك الحائط 25 سم
	2. تغيير مادة التشطيب	استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90%
	3. إضافة عازل حراري	استخدام ألواح العزل الفراغية Vacuum Insulation Panels بسمك 2 سم وتم اختيارها لقلة 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).
	4. تغيير مادة البناء	استخدام الطوب الرملي الخفيف بموصلية حرارية 0.878 وات/م.س
تعديلات الأسقف	1. إضافة عازل حراري	استخدام ألواح العزل الفراغية Vacuum Insulation Panels بسمك 2سم 
	2. تغيير مادة التشطيب	استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90%

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

	3. إضافة عنصر تظليل	إضافة مظلة مرتفعة عن السقف 2.5 متر مكونة من ألواح صاج خفيفة مزدوجة ومحقونة بعازل حراري من البولي يوريثان بكثافة 40 كجم/م3 وسمك 10 سم.

في هذه المرحلة يتم إضافة تعديلات وتحسينات على غلاف المبنى من حيث مواد البناء ومعالجة الفتحات واضافة 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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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 يقرا البيانات الحالية لعينات الدراسة وان يجد حلولا 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 صيفًا وانخفاضها شتاءً إلى زيادة الاعتماد على أنظمة التبريد والتدفئة، مما يرفع من معدلات استهلاك الطاقة ويؤثر سلبًا على الاستدامة البيئية والاقتصادية.

وانطلاقًا 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

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

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 بيّنت الدراسة أن استخدام تقنيات التصميم المحسن، مثل إضافة العزل الحراري، وتحسين نوعية النوافذ، وتقليل الفتحات، واستخدام مواد ذات كفاءة حرارية عالية، يمكن أن يحقق انخفاضًا ملحوظًا في استهلاك الطاقة يصل إلى نحو 40%، مع تحسين مستويات الراحة الحرارية داخل المباني.

وبناءً على ما سبق فان الدراسة تبين أن برامج المحاكاة الحرارية يمثل أداة فعّالة 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 STANDARDS 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، 2022، 3(2

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

[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 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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The Use of Computer Software to Enhance Sustainability in the Construction Sector: Improving Energy Efficiency in Buildings Using Design Builder

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

[11] معاوية إبراهيم عيد عساف، أثر العزل الحراري في البناء، المجلة العربية للنشر العلمي، العدد 45، 2 يوليو 2022.

[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.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية