Solar Energy
And Sustainable Development
Refereed, biannual scientific journal issued by
Center for Solar Energy Research and Studies

تحليل استهلاك الطاقة لمبنى الشؤون الهندسية بالمركز الليبي لبحوث ودراسات الطاقة الشمسية

فائزة محمد القنين[1]، إخلاص برناز[2]، و عبد المجيد القريو[3]

المركز الليبي لبحوث ودراسات الطاقة الشمسية- تاجوراء- طرابلس- ليبيا

Email: Gfaiza993@gmail.com[1], eklasbournaz@gmail.com[2], grew20092000@Yahoo.co.uk[3]

ملخص: تعتبر الطاقة المفقودة او الضائعة من أهم مشاكل العالم في عصرنا الحالي ويسعى العالم بجميع مجالاته من التقليل منها والعمل على الاستغلال الأمثل للطاقات المتاحة، كما أن توفير الظروف الحرارية الآمنة والمريحة للإنسان داخل المبنى هدف أساسي من أهداف عملية التصميم المعماري، والتي يمكن تحقيقها بالتصميم المناخي السليم للمباني. ورغم معرفة معظم المعماريين بأهمية الجوانب المناخية في التصميم لحد كبير والذى تجسد في عشرات الدراسات الأكاديمية إلا أن معظم المباني غير مصممة مناخيًا في ليبيا، ولا تتوفر بها الظروف المناخية المطلوبة. وهذا يتطلب النظر في سبل التقليل من معدلات الطاقة المفقودة أو الضائعة.

في هذا البحث تم استخدام برنامج المحاكاة EnergyPlus والذي يعمل باستخدام طريقة EnergyPlusmethod لحساب استهلاك الطاقة بمبنى الشؤون الهندسية التابع للمركز الليبي لبحوث ودراسات الطاقة الشمسية والأحمال الحرارية الناتجة عن المكونات الموجودة بالمبنى، مثل الأشخاص والمعدات الكهربائية والإضاءة وساعات عمل الموظفين و المكونات الإنشائية للمبنى.

اظهرت النتائج أن أكبر استهلاك للطاقة متمثل في التبريد حيث بلغت أجمالي قيمة الاستهلاك 1,775 ك.و.س وتكون أحمال التبريد في أشهر يونيو ويوليو وأغسطس أكبر ما يمكن، يليها الإنارة الداخلية بلغت إجمالي الاستهلاك 1,611 ك.و.س خلال كل اشهر السنة ، ثم يليها منظومة تسخين المياه حيث بلغت إجمالي قيمة الاستهلاك 1,569 ك.و.س، يليها المعدات الكهربائية بإجمالي 895.7 ك.و.س وأخيرا أقل استهلاك للطاقة ناتج من التدفئة بإجمالي 396 ك.و.س واكثر استهلاك للتدفئة فى أشهر ديسمبر و يناير وفبراير. واظهرت النتائج ان اكبر ذروة احمال التبريد مثمتلة فى الحوائط الخارجية والسقف بنسبة 68 % لذلك يوصى باستخدام العوازل الحرارية للاسقف والحوائط الخارجية.

power consumption analyze of the engineering affairs building of the Libyan Center for Solar Energy Research and Studies

* *Corresponding author*

DOI: 10.51646/jsesd.v11i1.123

This is an open access article under the CC BY-NC license (http://Attribution-NonCommercial 4.0 (CC BY-NC 4.0)).

Faeeza M. Alghnain, Ikhlas A. Bernaz and Abdulmaged O. S. Algareu

Libyan Authority for Scientific Research. Tripoli-Libya

Abstract: Wasted or dissipated energy is one of the biggest problems that different fields seeking to eliminate and work on the optimal exploitation for the available energy. The provision of safe and comfortable conditions for people inside buildings is a primary goal of the architectural design process, which can be achieved by good climatic design for buildings.

Although most architects are aware of the importance of the climatic aspects in building design, that reflected various academic studies, most of the designed buildings in Libya are not based on climatic analysis, as well as the required conditions are missed or ignored.

In this research, the EnergyPlus simulation program was used, to calculate the energy consumption in the Engineering building located in the Libyan Centre for Solar Energy Research and Studies (CSERS), as well as the thermal loads resulting from the components in the building; such as electrical equipment, lighting, occupied working hours and the building structural components.

Results showed that the largest consumption of energy is the air-conditioning, with a total consumption of 1,775 kW.h, which is mainly in the months of June, July and August, then the indoor lighting, with a total consumption of 1,611 kW.h distributed almost equally around the year months. Water heating system comes in the third highest consumption in the building, with a total of 1,569 kW.h, followed by electrical equipment with a total of 895.7 kW.h, while the lowest energy consumption is the heating with a total of 396 kW.h in the months of December, January and February.

كلمات الاستدلالية: – Energy Plus، استهلاك الطاقة، الاداء الحراري، الأحمال الحرارية.

Keywords: EnergyPlus, Energy consumption, Thermal Performance, Thermal Loads.

1. المقدمة

أن تحسين كفاءة الطاقة في المباني هو أحد أهم الوسائل التي يتعين اتخاذها من أجل الحد من المشاكل البيئية الكبرى وإستدامة الموارد الطبيعية، كما أن تحقيق الراحة الحرارية في البيئة الداخلية المعاصرة يعتمد على إستخدام وسائل التبريد والتدفئة بشكل كبير. ويؤدي التصميم الحراري الصحيح إلى خفض الأحمال الحرارية التي يتحدد بموجبها استخدام أجهزة تدفئة وتبريد ذات كلفة تشغيلية منخفضة تحقق الهدف في توفير الجو الصحي المريح داخل المبنى. كما أن استعمال الوسائل والأساليب التصميمية الأخرى كالتصميم السلبي أو ما يعرف بالتصميم المناخي هي إجراءات مهمة لتحسين الأداء الحراري للمبنى وتوفير الطاقة ورفع مستوى الارتياح الحراري. و بالنظر الى الوضع الحالي لاستهلاك الطاقة الكهربائية فى ليبيا فإن القطاع السكنى (المنزلي) هو أكثر القطاعات المستهلكة للطاقة الكهربائية على المستوى المحلي، حيث يقدر ما يستهلكه هذا القطاع بحوالي 4651063 kwh وهو أكثر من ثلث المنتج من الطاقة الكهربائية في ليبيا. كما يتركز استهلاك الطاقة في تسخين المياه و التكييف والإضاءة[1]. و لعل من أهم إجراءات رفع كفاءة الطاقة في القطاع السكني هي العزل الحراري للمباني و التوسع في استخدام المصابيح الموفرة للطاقة بدلا من المصابيح المتوهجة و تسخين المياه بالطاقة الشمسية، [1] .واستخدام الأجهزة المنزلية عالية الكفاءة التي تحمل لصاقات كفاءة الطاقة، وبالأخص أجهزة تكييف الهواء التي بدأ تأثيرها ملحوظاً في ارتفاع الطلب على الطاقة الكهربائية وخاصة في فصل الصيف [1].

أجريت العديد من التطبيقات والدراسات النظرية لتقييم الاداء الحرارى ودراسة الأداء الطاقي للمبانى باستخدام برامج محاكاة مختلفة. أوضحت دراسة أجراها سامح الغول وأخرين التي استخدم فيها EnergyPlus أن استهلاك الطاقة لكل من المباني السكنية والتجارية في البلدان المتقدمة يمثل 20٪ إلى 40٪ من إجمالي الطاقة المستخدمة، أما في بعض البلدان النامية فيتجاوز 40٪ ، ويتم استهلاك الطاقة في المباني السكنية بشكل أساسي للتدفئة والتبريد، أما بالنسبة للمباني التجارية فيتم الاستهلاك بشكل أساسي في الإضاءة [2].

كذلك أوضحت دراسة فتحي قراض وآخرون لتصنيف استهلاك الكهرباء في ليبيا أن نسبة استهلاك الكهرباء في القطاع السكنى بلغت حوالى 36 % من أجمالي الطاقة المباعة حيث بلغ اقصى استهلاك للمعدات الكهربائية وعدد ساعات تشغيلها وقدرتها الكهربائية ما قيمته 39,307 ك.و.س /سنة واقل استهلاك 984 ك.و.س /سنة لمدينة طرابلس [3].

كما اوضحت دراسة شذى قواسمه التي استخدمت فيها برنامج Design Builder للمحاكاة أن الاختيار السليم للشكل الهندسي للمبنى يكون له تأثير كبير على الأداء الحرارى للبناء واستهلاك الطاقة، بالإضافة إلى أن مكونات غلاف المبنى لها تأثير كبير أيضاً على الارتياح الحراري [4]. كذلك في دراسة لمراد عبدالقادر وآخرون استخدم فيها برنامج Design Builder لمحاكاة بعض الطرق لخفض استهلاك الطاقة بالمباني السكنية كالمعالجات السلبية كالبروز والعوازل مثل الفوم والنظم الذكية، والمادة متغيرة الأطوار (PCM) والزجاج المزدوج، ومقارنتها بالحالة المرجعية (التقليدية)، نتج عنها أن قيم الحمل الحراري كانت 3.59 ك.و.س ، 3.39 ك.و.س ، و2.99 ك.و.س للحالات التحسينية الثلاث، على التوالي. وهذه قيم تشير إلى تحسن ملحوظ مقارنة بالحالة المرجعية التي كان استهلاك الطاقة فيها حوالي 3.84 ك.و.س [5].

كما أشارت دراسة أحمد عبد المطلب التي أجريت على نموذج لمبنى سكنى بمدينة أسيوط الجديدة لتقييم الاداء الحرارى لفراغات المبنى وعمل مقارنة لنتائج برنامج المحاكاة TAS مع القياسات الميدانية لنفس مناخ منطقة الدراسة ذات المناخ الحار الجاف وأظهرت النتائج أن نسبة فترات الحرارة الزائدة و البرودة والفترات معتدلة هي 43 % و 31 % و26%، على التوالي من الشروق حتى الغروب لطول العام. وقد تراوحت الفروق بين نتائج المحاكاة والقياسات الميدانية ما قيمته 1 % إلى 5 % [6].

في هذه الدراسة سيتم استخدم برنامج المحاكاة EnergyPlus لحساب استهلاك الطاقة لمبنى الشؤون الهندسية الإداري التابع للمركز الليبي لبحوث ودراسات الطاقة الشمسية بغرض الوصول إلى تقييم الأداء والسلوك الحرارى ومستويات استهلاك الطاقة بين الاجهزة والمعدات والمنظومات المستخدمة بالمبنى

2. منهجية البحث

يوضح شكل 1 سير عمل برنامج المحاكاة المستخدم في هذه الدراسة حيث تم استخدام برنامج EnergyPlus مع برنامج Sketch Up وبرنامج OpenStudio لتحليل استهلاك الطاقة السنوى للمبنى. أولا تم استخدام SketchUp لرسم المبنى المراد دراسته وتحويله إلى ثلاثي الأبعاد. ثانيا تم استخدام Open Studio هو خاص بالمدخلات والمخرجات وادخال خصائص مكونات المبنى المختلفة. ثالثا تم استخدام EnergyPlus لإجراء محاكاة سنوية للطاقة وعرض النتائج التي تم الحصول عليها في OpenStudio.

شكل (1) مخطط سيرعمل النمذجة والمحاكاة

1.2 - بيانات النموذج

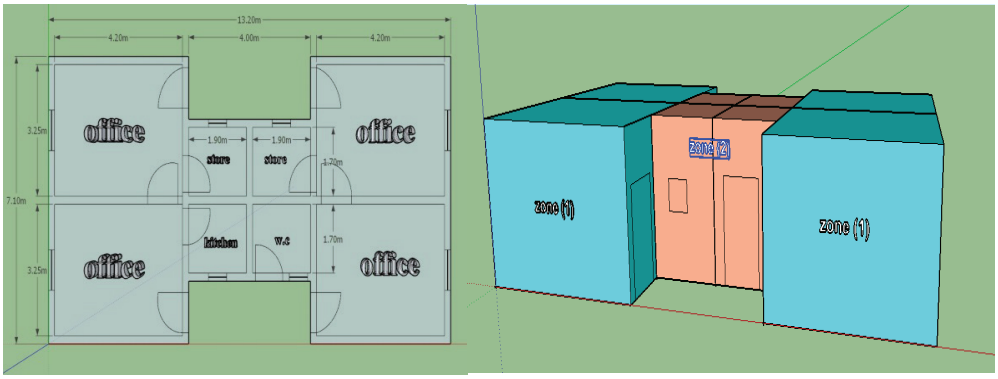
تم ادخال جميع بيانات النموذج والمتمثلة في البيانات المناخية للمنطقة وساعات إشغال المبنى بالموظفين والعناصر الانشائية المكونة للمبنى والاحمال الحرارية الناتجة من العناصر الموجودة بالمبنى، مثل الاشخاص والمعدات الكهربائية ووحدات الانارة وأنظمة التبريد والتكييف والسخانات. ومن أهم جوانب دراسة الطاقة لأداء المبنى هو الارتياح الحراري والبصري بالإضافة الي جودة الهواء الداخلي ومستويات الرطوبة داخل المبنى.

يقع مبنى الشؤون الهندسية التابع للمركز الليبي لبحوث ودراسات في منطقة طرابلس (خط عرض ' 32, 815 °، خط طول ' 13, 438 ° درجة شرقا). والارتفاع 200 م عن مستوى سطح البحر.

تم الحصول على البيانات المناخية لمدينة طرابلس – ليبيا المستخدمة في المحاكاة من برنامج EnergyPlus، وهي من اهم البيانات المستخدمة في البرنامج وأهمها 2: الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الهواء ودرجة الحرارة الجافة واتجاه الرياح والايام التصميمية، كما توجد هذه البيانات بملف الطقس LBY_Tripoli.620100_IWEC في البرنامج.

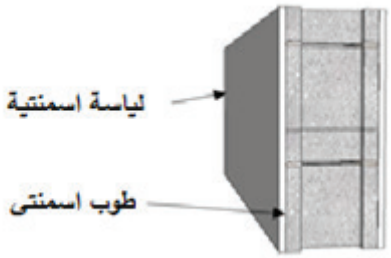
2.2 - خصائص المبنى

يوضح الشكل 2 الرسم التخطيطي للمبنى والذي يتكون من دور أرضي واحد تبلغ مساحته 81 م ^{2} وارتفاع المبنى 3 م ،ويتجه المدخل الرئيسي للمبنى إلى الشمال، كما يتكون من أربعة مكاتب وأربع حجرات خدمية ومساحة كل مكتب 16.33م ^{2}. تم رسم المسقط الأفقي للمبنى وتحويله إلى ثلاثي الأبعاد بواسطة Sketchup بينما يتم ادخال المدخلات بواسطة OpenStudio.



شكل (2) نافذة البرنامج لنموذج المبنى الإداري المطلوب محاكاته

إن أحد العوامل الأساسية التي تؤثر على كمية الطاقة المستهلكة في المباني، هو تصميم غلاف المبنى، والذي يشكل الحاجز بين البيئة الداخلية والخارجية. ويتكون غلاف المبنى من الحوائط الداخلية والخارجية والأسقف والنوافذ، حيث يتم معظم كسب الحرارة و فقدانها عن طريقها. ويؤدي سوء تصميم غلاف المبنى إلى ارتفاع في درجات الحرارة الداخلية، وزيادة أحمال التبريد الذي ينتج عنه استهلاك الطاقة صيفاً، وكذلك يتم فقدان الحرارة من خلال وتسريبات في غلاف المبنى شتاء وذلك لان المبنى يعتبر تقليدي وغير معزول حراريا. يوضح شكل 3 رسم تخطيطي لحوائط المبنى الداخلية والخارجية في البرنامج اعتماداً على معيار ASHRAE 90.1.2007، وتتكون التركيبة البنائية من مونة إسمنتية (Cement plaster)، الطوب الإسمنتي (Concrete block)، ولا توجد عوازل في الحوائط. جدول 1 يوضح مواصفات الحوائط والاسقف والنوافذ والأبواب المستخدمة بالمبنى. كما يستخدم هذا النوع من إنشاءات الجدران عادة في المباني الإدارية في ليبيا [2].



شكل (3) التركيبة الجدارية للحوائط الداخلية والخارجية

يتكون السقف من اربعة طبقات متمثلة في تيرازو (Terrazzo) والاسمنت/الجير (Cement/Lime) والحصي والرمل (Sand &Gravel) وحجر الكلس (Lime Stone)، بناء على معيار التركيبة البنائية ASHRAE 90.1.2007، ولا يحتوى السقف على عوازل حرارية، اما التركيبة البنائية للأرضية فهي عبارة عن بساط (Carpet Pad) وأرضية إسمنتية (Hw Concrete). و تعتبر النوافذ مفتاح كفاءة الطاقة في غلاف المبنى، ومسئولة عن 60 % من استهلاك الطاقة في المباني[7]. وذلك على حسب نوعية النوافذ اذا كانت ذات نوعية جيدة من عدمه لأنها تسبب تسرب في الطاقة من داخل المبنى الى خارجه والعكس ايضا صيفا وشتاء وهذا يسبب عدم راحة شاغلي المبنى ومن هنا يزيد الاعتماد على استخدام الاجهزة الميكانيكية. وقد تم اختيار نوع نوافذ قابلة للفتح (operable window) بمقاس نوافذ للمكاتب 1.07*1.0 م^2 ونوع زجاج النوافذ المفرد بسمك 6 ملى وتوصيله الحرارى 6.121 وات/ م^2 كلفن ومعامل الاكتساب الشمسي 0.819 والنفاذية البصرية 0.881. أما الأبواب فهي خشبية (wood material) ومقاسها 1.0*2.6 م^2 [7].

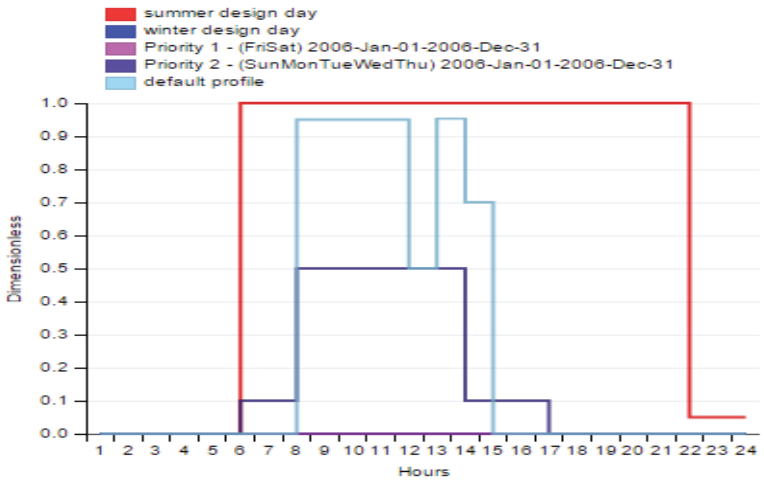
جدول (1) مواصفات الحوائط والأسقف والنوافذ والابواب [8]

طبقات	الوصف	السمك (مم)	الموصليه (وات/متر كلفن)	الكثافة (كيلوجرام/ متر^3)	حرارة نوعية (كيلوجول/كيلو جرام كلفن)
الحوائط الخارجية والداخلية					
مواد التجصيص Plastering material)	مونة إسمنتية ، رمل 20 مم	20	0.72	1856	0.84
كتلة خرسانية	الكتلة الطبيعيه للطب الإسمنتي (الرمل و الحصى) 200 مم 2-3 خشن	200	1.11	800	0.92
مواد التجصيص Plastering material	مونة إسمنتية ، رمل 20 مم	20	0.72	1856	0.84
السقف					
مواد التشطيب الأرضية	تيرازو (5 2مم) Terrazzo))	25	1.8	2560	0.79
مواد البناء	اسمنت / جير (30 ملم)	30	1.4	1920	0.88

منحدر الخرساني	خرسانة الركام الرملية والحصى (100 مم)	100	1.3	2240	0.84
الخرسانة	خرسانة الحجر الجيري (200 مم)	200	1.1	1920	0.84
النوافذ					
مواد التزجيج	نافذة واحدة قابلة للتشغيل بسمك 6 مم SGHC = 0.819 ، VLT = 0.881	6	–	–	–
الابواب					
أبواب بلاطة (Slab doors)	لوح خشبي في إطار خشبي	50	0.131	600	1.63

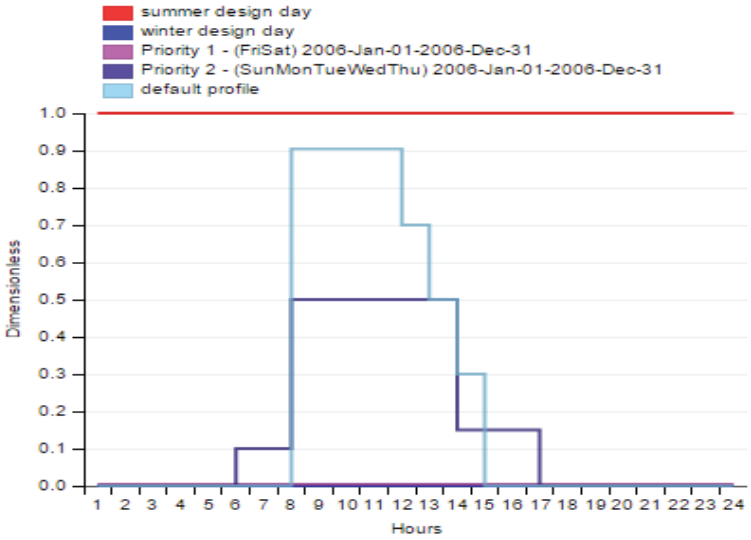
1.2 شاغلي المبنى والإنارة والمعدات الكهربائية

يحتوي المبنى عدد ثمانية موظفين بأربعة مكاتب، حيث يؤثر عدد الاشخاص في كل متر مسطح على الأحمال الحرارية الداخلية. ويتواجد الموظفون بالمبنى من الساعة 8.00 صباحا إلى 3.00 مساءاً، كما يقدر نشاط الأشخاص داخل المكاتب 120 وات لكل شخص، وتدخل ساعات العمل و أيام الإجازات للموظفين في حسابات استهلاك الطاقة حسب توزيعها بشكل 4 ويعتبر من ضمن المدخلات بواسطه OpenStudio.



شكل (4) تحديد ساعات تواجد العاملين بالمبنى خلال ايام العمل من عدمه.

أما الاضاءة عبارة عن مصابيح فلورسنت بطول (1.2 م) وقدرة 36 وات وعدد 24 مصباح بالمبنى موزعة على المكاتب بواقع أربعة مصابيح لكل مكتب والذي مساحته 16.33م ^{2}، واثنان لكل حجرة خدمية، والمجموع الكلى للإنارة 864 وات أي ما يعادل 10.66وات /م ^{2} وتعمل الانارة من الساعة 8.00 ص-3.00 م طيلة أيام الدوام وذلك حسب التوزيع المبين بشكل 5. وهو ايضا من ضمن المدخلات بواسطه OpenStudio.



شكل (5) تحديد الساعات التي تستخدم فيها الإنارة الداخلية بالمبنى خلال ايام العمل.

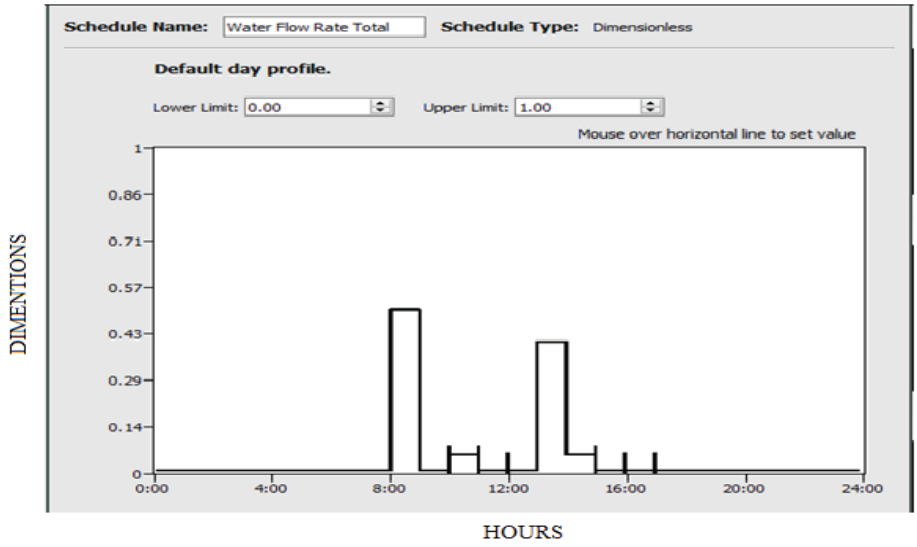
2.2 التدفئة والتبريد

يوجد جهاز تكييف واحد بكل مكتب للتبريد صيفاً بسبب ارتفاع درجات الحرارة وقد تم تحديده بالبرنامج من نوع Package Terminal Heat Pump ، بمعامل أداء تبريد (COP=3) ومعامل أداء تدفئة (COP=5). تم ضبط نقطة التبريد للمكاتب على 24 درجة مئوية من 8:00 صباحاً إلى 3:00 مساءاً، و 27 درجة مئوية بقية اليوم في حالة عدم وجود موظفين بالمكاتب وكامل اليوم بالحجرات الخدمية صيفاً. أما نقطة ضبط التدفئة للمكاتب فهي 21 درجة مئوية من 8:00 صباحاً إلى 3:00 مساءاً، و 16 درجة مئوية بقية اليوم في حالة عدم وجود موظفين وكامل اليوم بالحجرات الخدمية شتاء، مع افتراض تغير الهواء في المبنى لكل ساعة.

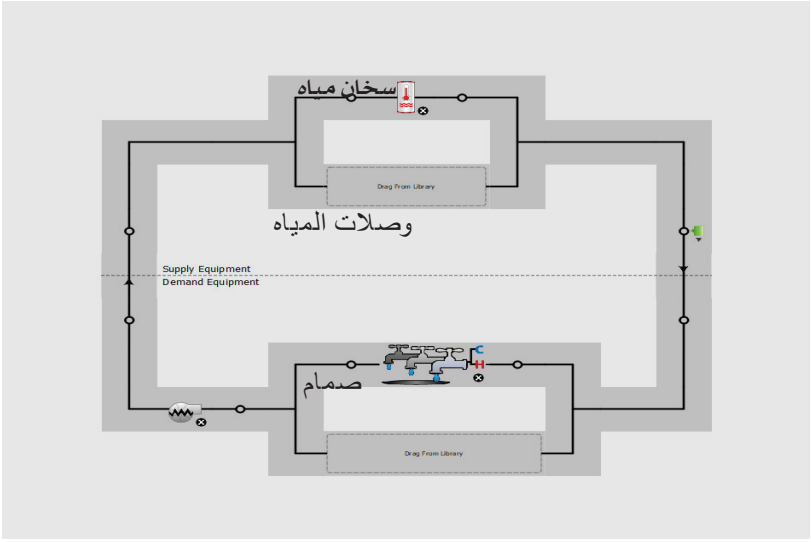
منظومة تسخين المياه للنموذج Service Hot Water

تم تقسيم المبنى الى عدد اثنان فراغات حرارية وتمييز حدود ومعالم كل فراغ حسب الالوان الموجودة كما فى شكل 2 والذي يوضح لون كل فراغ في المبنى، وهو من ضمن المدخلات بواسطة OpenStudio تم اضافة وصلة مياه في المبنى وموجودة في الفراغ 2 (Zone 2) في الحجرة الخدمية (Space106) وضبط درجة حرارة المياه المطلوبة إلى 43 درجة مئوية، وأقصى معدل التدفق للمياه (Peak flow rate) الذي تم حسابه اعتماداً على معدل استهلاك الفرد اليومي للعاملين بالمكاتب والمقدر ب 0.005 م3 [9] .والاخذ بعين الاعتبار عدد ساعات العمل الفعلية (7 ساعات) وبذلك يكون معدل تدفق المياه الاقصى خلال فترة العمل 6-10 3.041 x م^3/ث. كذلك تم تحديد إجمالي معدل تدفق المياه (Total water flow rate) من 8.00 ص إلى3.00 م موزعة كما بالشكل 6 وهي من ضمن المدخلات بواسطة OpenStudio.

كما يوضح شكل منظومة تسخين المياه والتي تتكون من مصدر للمياه وسخان كهربائي بسعة 80 لتر وقدرة 2200 وات. حيث تم تحديد درجة حرارة المياه المطلوبة طبقا للمواصفات اللازمة لتسخين المياه المنزلية إلى 60 oم. ولتحديد درجة حراة مصادر المياه تم في البرنامج تحديد متوسط درجة حرارة المحيط (Tamb,avg) عند 20.3 °م، وكذلك اقصى فرق (Tamb,maxdiff) حسب ASHARE عند 15.5 °م [10].



شكل (6) إجمالي معدل تدفق المياه للنموذج بالساعات



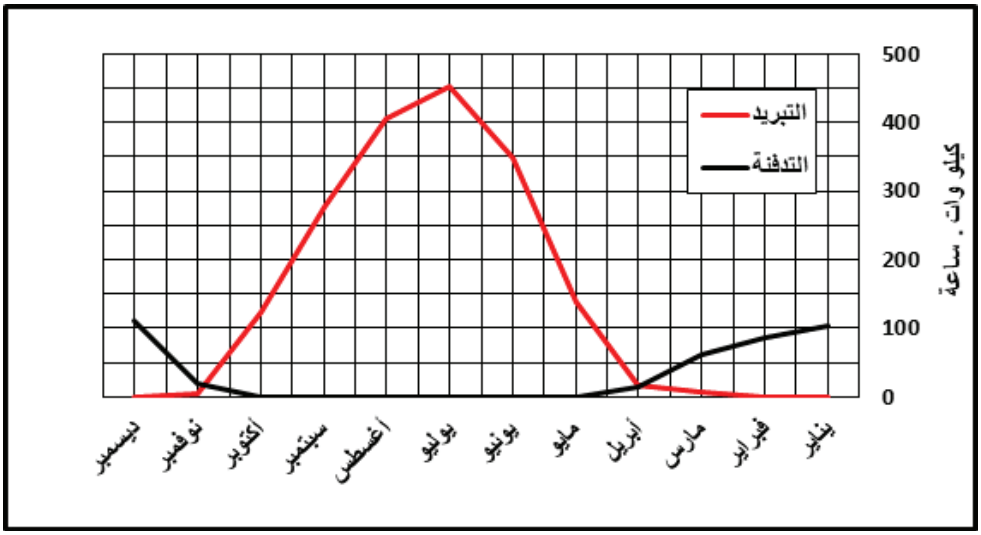
شكل (7). منظومة تسخين المياه

3ـ النتائج

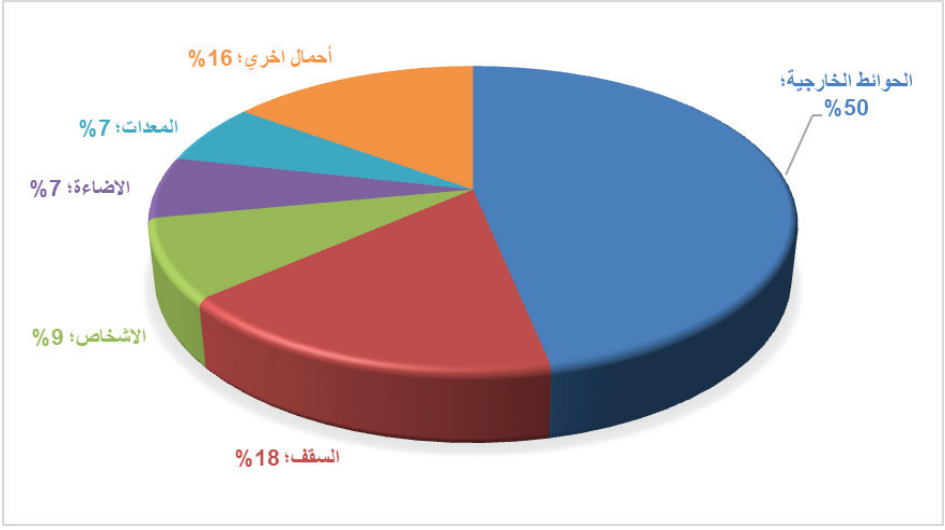
1.3 الاستهلاك الشهري للتدفئة والتبريد

يظهر الشكل 8 منحنى الاستهلاك الشهري للطاقة من خلال منظومتي التدفئة والتبريد بالمبنى. حيث أن استهلاك التدفئة يبدأ من شهر أكتوبر بقيمة صغيرة جداً ثم تزداد تدريجياً لتصل إلى أعلى قيم للاستهلاك بديسمبر ويناير بقيم 111 و 103 ك.و.س على التوالي، ثم تتناقص تدريجياً إلى أن تنتهي خلال شهر مايو. كما يظهر شكل 8 أن استهلاك التبريد للطاقة يبدأ من مارس بقيم صغيرة نسبياً ويزداد حتى يصل إلى أعلى قيم خلال الأشهر يونيو ويوليو وأغسطس بحوالي 350 و 452 و 406 ك.و.س ، على التوالي. ثم يتناقص الاستهلاك تدريجياً خلال أشهر سبتمبر وأكتوبر إلى أن

ينتهي استهلاك التبريد للطاقة خلال نوفمبر وديسمبر. كما يوضح الشكل 9 ان اكبر احمال التبريد يذهب الى الحوائط الخارجية وهو ما يمثل حوالى 50 % من احمال الذروة، يليها 18 % للسقف ،ثم 9 % للأشخاص ،7 % لكل من الاضاءة والمعدات بالإضافة الى 16 % موزعة على احمال اخري .



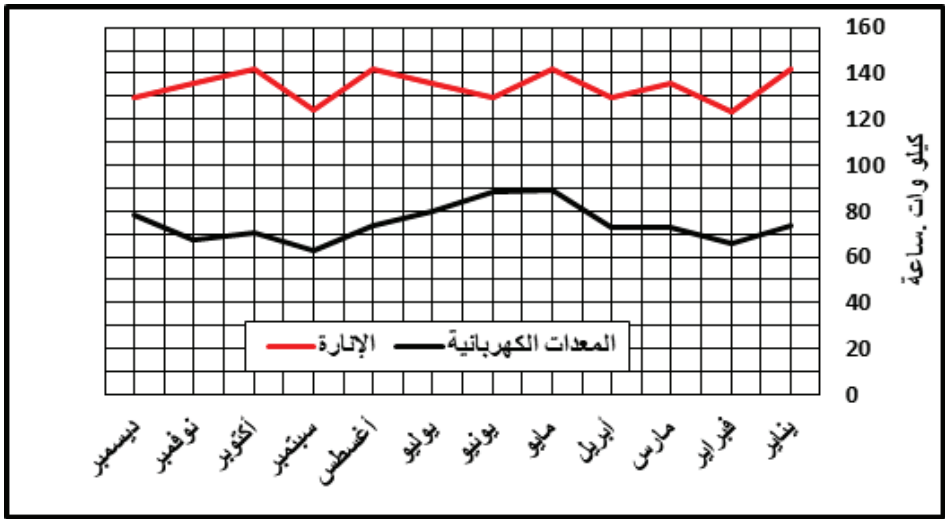
شكل (8) الاستهلاك الشهري للتدفئة والتبريد



شكل (9) توزيع نسب دروة أحمال التبريد

2.3 الاستهلاك الشهري للإنارة والمعدات الكهربائية

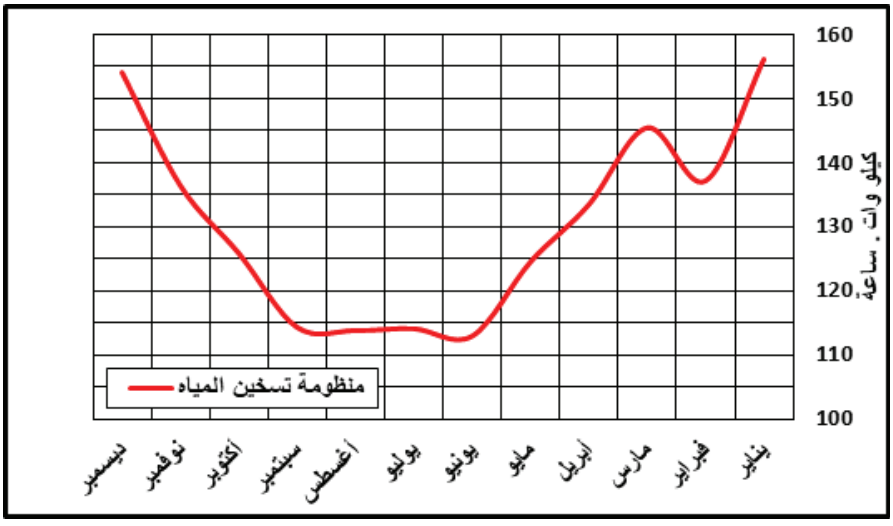
يظهر شكل 10 منحنى الاستهلاك الشهري للطاقة من خلال الإنارة والمعدات الكهربائية. حيث أن الاستهلاك يكون متقارب خلال كل أشهر السنة بقيم تبدأ من 123 إلى 141 ك.و.س للإنارة، ومن حوالي 63 إلى 89 ك.و.س للمعدات الكهربائية. كما يظهر الشكل 10 أن استهلاك الإنارة أعلى من استهلاك باقي المعدات الكهربائية بالمبنى. كذلك يتناسب ازدياد ونقصان الاستهلاك تناسباً طردياً بين الإنارة والمعدات الكهربائية خلال كل أشهر السنة تقريباً.



شكل (10) الاستهلاك الشهري للإنارة والمعدات الكهربائية

3.3 الاستهلاك الشهري لمنظومة تسخين المياه

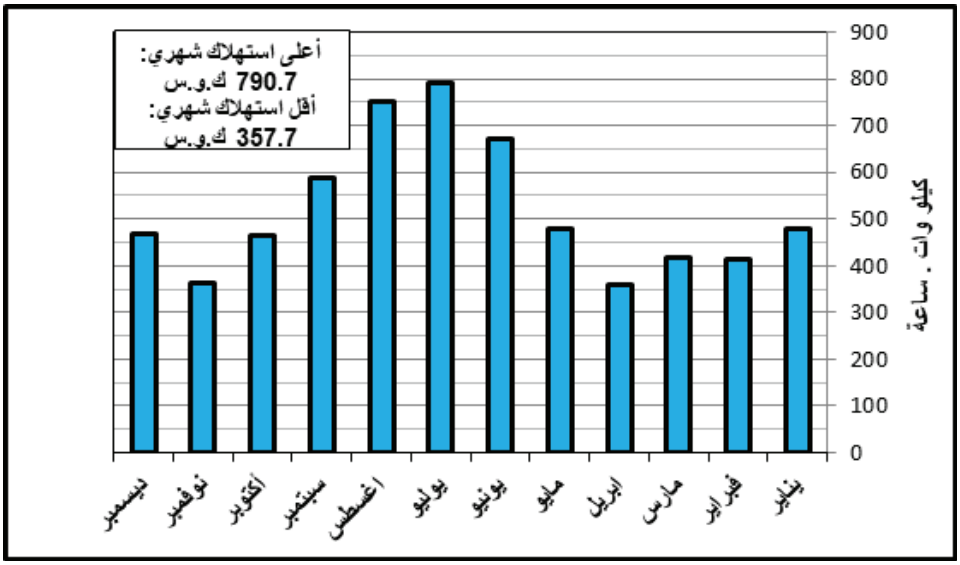
يوضح شكل 11 أن استهلاك الطاقة من خلال منظومة تسخين المياه هو على مدار السنة يبدأ من شهر أكتوبر بحوالي 125 ك.و.س ويزداد تدريجياً إلى أن يصل لأعلى قيمة له بديسمبر ويناير بحوالي 154 و 156 ك.و.س على التوالي، ثم يتناقص الاستهلاك إلى أن يصل إلى حوالي 113 ك.و.س خلال أشهر يونيو ويوليو وأغسطس، وهي أشهر الصيف. ومن الملاحظ أن استهلاك الطاقة خلال أشهر الصيف مستمر بالرغم من عدم وجود استهلاك يذكر للمياه الساخنة، إلا أن منظومة استهلاك المياه تستهلك الطاقة طيلة أشهر السنة ولكن بمعدلات أقل من أشهر الصيف نظراً لعدم الحاجة للمياه الساخنة ويرجع دلك لعدم فصل معدات التسخين الكهربائية واستخدامها في فصل الصيف وهدا يؤثر على زيادة الاستهلاك.



شكل (11) الاستهلاك الشهري لمنظومة تسخين المياه

4.3 الاستهلاك الشهري للمبنى

يوضح شكل 12 أن أعلى استهلاك شهري للمبنى من الطاقة يكون خلال شهري يوليو وأغسطس حيث بلغ حوالي 791 و751 ك.و.س ما نسبته 12.66 % و12 % من الاستهلاك الاجمالي للمبنى، على التوالي. في حين كان أقل استهلاك شهري خلال شهري أبريل ونوفمبر بحوالي 358 و 362 ك.و.س ، وبنسب 5.7 % و5.8 % من الاستهلاك الاجمالي للمبنى على التوالي.

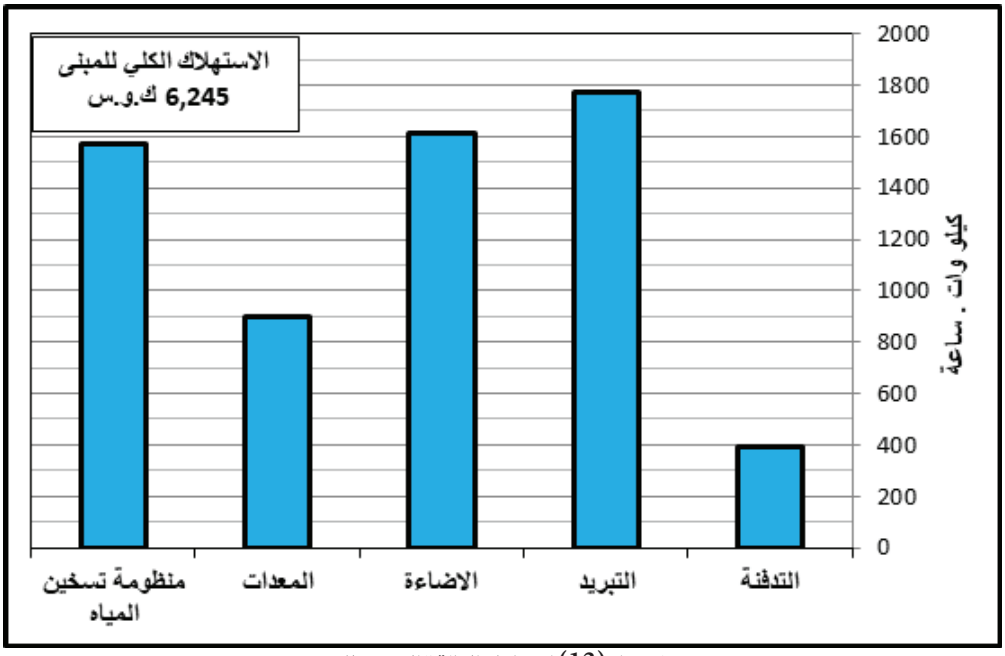


شكل (12) استهلاك الطاقة الشهري للمبنى

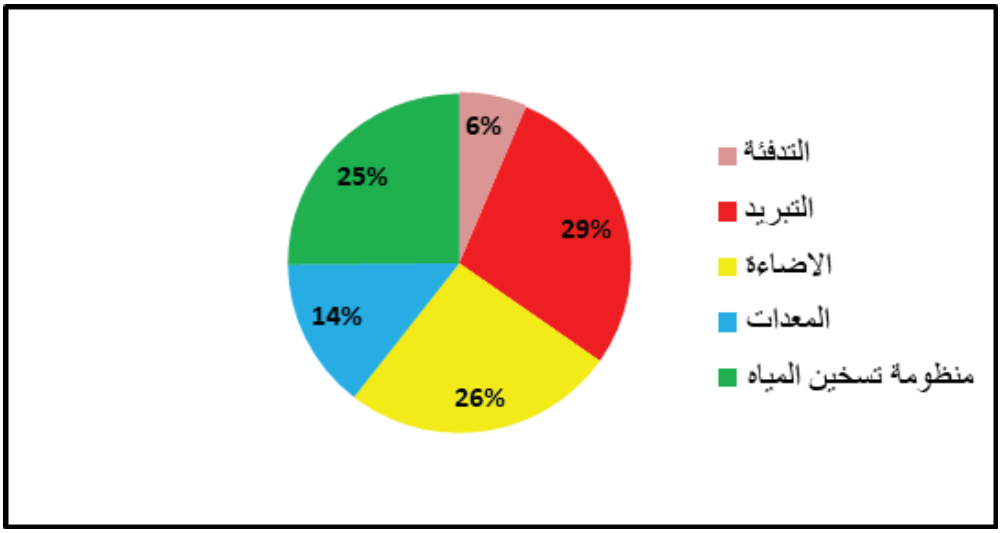
5.3 الاستهلاك السنوي للمبنى

ويوضح شكل 13 أن استهلاك الطاقة الإجمالي للمبنى خلال السنة بلغ حوالي6,245 ك.و.س وهذا الاستهلاك ناتج عن التدفئة والتبريد والإضاءة والمعدات الكهربائية وتسخين المياه. إن أكبر استهلاك للطاقة متمثل في التبريد حيث يبلغ أجمالي قيمته حوالي 1,775 ك.و.س وبنسبة 29 % من الاستهلاك السنوي الكلي للمبنى. يليه الانارة الداخلية والتي بلغ إجمالي الاستهلاك من خلالها 1,611 ك.و.س خلال كل اشهر السنة وبنسبة 26 %. ثم منظومة تسخين المياه بإجمالي استهلاك حوالي 1,569 ك.و.س وبنسبة 25 %. ثم استهلاك المعدات الكهربائية للطاقة بحوالي 896 ك.و.س . ونسبة 14 %. وأقل استهلاك للطاقة ناتج من التدفئة بإجمالي 396 ك.و.س وبنسبة 6 %, كما هو موضح بشكل 14.

كما كان أقل استهلاك للطاقة ناتج عن تدفئة المبنى بإجمالي حوالي 396 ك.و.س حيث بلغت أعلى قيمة للاستهلاك في شهر ديسمبر 111 ك.و.س ومعدومة خلال أشهر الصيف وسبتمبر، وبمتوسط شهري حوالي 33 ك.و.س وبنسبة 6 % من الاستهلاك الكلى. كذلك أعلى استهلاك شهري للمبنى من الطاقة يكون خلال شهري يوليو وأغسطس بقيم حوالي 791 و751 ك.و.س وبنسب 12.66 % و12 % من الاستهلاك الاجمالي للمبنى، على التوالي. في حين أن أقل استهلاك شهري يكون خلال شهري أبريل ونوفمبر بحوالي 358 و 362 ك.و.س ، وبنسب 5.7 % و5.8 % من الاستهلاك الاجمالي للمبنى، على التوالي.



شكل (13) استهلاك الطاقة السنوي للمبنى



شكل (14) توزيع نسب استهلاك الطاقة السنوي للمبنى

4 – الخلاصة

من خلال استخدم برنامج المحاكاة لقياس او تقدير استهلاك الطاقة في المبنى الإداري من حيث الانارة والتدفئة والتبريد والمعدات الكهربائية ومنظومة تسخين المياه. أظهرت نتائج الدراسة أن أقصى استهلاك للكهرباء كان من خلال التبريد حيث بلغ أجمالي الاستهلاك حوالي 1,775 ك.و.س ، وكانت أعلى قيمة للاستهلاك حوالي 452 ك.و.س وكانت معدومة خلال أشهر الشتاء (ديسمبر، ويناير، وفبراير). كما بلغ المتوسط الشهري و نسبة استهلاك التبريد من الاستهلاك الكلى للمبنى حوالي 197 ك.و.س و29 % على التوالي. يليها الإنارة الداخلية والتي بلغت نسبة الاستهلاك فيها1,611

ك.و.س خلال كل أشهر السنة ،و بلغت أعلى قيمة للاستهلاك حوالي 142 ك.و.س خلال أشهر مايو وأغسطس وأكتوبر واقل قيمة حوالي 123 ك.و.س خلال شهر فبراير، وبمتوسط شهري 134 ك.و.س وبنسبة 26 % من الاستهلاك الكلى للمبنى. يليها منظومة تسخين المياه، حيث بلغ إجمالي الاستهلاك 1,569 ك.و.س ، كما كانت أعلى قيمة للاستهلاك حوالي 156 ك.و.س خلال شهر يناير وأقل استهلاك حوالي 113 ك.و.س خلال شهر يونيو، وبمتوسط شهري حوالي 131 ك.و.س وبنسبة 25 % من الاستهلاك الكلى. يليها المعدات الكهربائية بإجمالي استهلاك 750 ك.و.س وبقيم متقاربة خلال أشهر السنة، حيث بلغ متوسط الاستهلاك حوالي 62 ك.و.س وبنسبة 14 % من الاستهلاك الكلى.

5ـ التوصيات

- ☐ يوصى باستخدام كاسرات الشمس في الواجهات وفى النوافذ للحد من اشعة الشمس ولما لها من اهمية في انخفاض درجات الحرارة الداخلية في فصل الصيف. كما يوصى باستخدام زجاج نوافذ دو معامل نفاديه للشمس صغير حيث انه يعمل على تقليل نفاد اشعة الشمس داخل المبنى.
- ☐ استخدام مواد العزل الحرارى للحوائط والأسقف لزيادة كفاءة الطاقة.
- ☐ استخدام عناصر نباتية او مائية محيطة بالمبنى.
- ☐ استخدام مصابيح led موفرة للطاقة وكذلك المعدات الكهربائية بحيث تحمل لاصقات كهربائية وتكون اكثر كفاءة.

المراجع

[1]. *N. M. Etaib and F. M. Elgnain, "Towards energy labels to rationalize consumption and saving resources in Libya," Solar Energy and Sustainable Development journal, vol. 5, no. 1, 2016.*

[2]. *S. K. Alghoul, H. G. Rijabo, and M. E. Mashena, "Energy consumption in buildings: A correlation for the influence of window to wall ratio and window orientation in Tripoli, Libya," Journal of Building Engineering, vol. 11, pp. 82–86, 2017.*

[3] ف. قراض، ف. قشوط ، م. خلاط ، ي. منصور، "دراسة ميدانية لتصنيف الاستهلاك الكهربائي بالقطاع السكنى" مجلة الطاقة والحياة، vol. 15، 2003.

[4] ش. ن. أ. قواسمه، "الارتياح والاداء الحرارى فى العمارات السكنية :العلاقة ما بين الشكل المعماري ومكونات الغلاف الخارجي" جامعة النجاح الوطنية، 2017.

[5] م. عبدالقادر، أ.شمس الدين، ب. توفيق ، "تحسين الأداء في البيئة الداخلية السكنية في مصر باستخدام الواجهات الذكية" Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, vol. 12, no. 44, pp. 1225–1241, 2018.

[6] A. Abd Elmonteleb, "Using simulation to evaluate and improve the thermal performance of residential buildings," Center for Planning and Architectural Studies (CPAS), 2011.

[7] "م/ هـ. مرسي ، أ .د/ أ. عقبه ، أ.م.د/ م. العيسوى ، (رفع كفاءة استهلاك الطاقة في تصميم نوافذ مبنى الخدمات الطلابية بجامعه الفيوم)."

[8] "م. إعلوه ، ق.الزين، تأثير بعض أنواع مواد البناء على الاحمال الحرارية لمبنى سكني في منطقة سبها كلية الهندسة جامعة سبها" vol. 6, pp. 39–47.

[9]. NREL, "Saving Energy in Commercial Buildings: Domestic Hot Water Assessment Guidelines," 2011.

[10].Climatemps.com, "Tripoli Climate & Temperature," limatemps.com, 2017.