



دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد "استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس" مدينة سبها نموذجاً

د. وليد عبد السلام فريوان

قسم التقنيات المدنية والمعمارية، المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس

waledfree79@gmail.com

د. رياض رمضان الشواخ

ديوان المحاسبة/ الخمس

riadelshuk@hotmail.com

ملخص البحث:

أن التطور الحادث في العمارة المعاصرة وما أثمرته التكنولوجيا الحديثة فيها، وخصوصاً بما يتعلق بأنظمة التحكم البيئي ومنها المنظومات الشمسية فهي من ضمن المفاهيم المرتبطة بتكامل المبنى مع البيئة وذلك من خلال استخدام الطاقة الشمسية، وما وصلة إليه التكنولوجيا الحديثة لاستغلالها وتطبيقها على المباني بدمج المنظومات الشمسية مع المبنى السكنية، حيث إنه من خلال هذا الدمج يتم استغلال الطاقة الشمسية (الإشعاع الشمسي)، وتحويلها مباشرة إلى طاقة كهربائية، وبهذا الشكل يمكن توليد طاقة كهربائية قدر الإمكان لتشغيل المبنى، وبالتالي الوصول إلى تنمية مستدامة واستغلال الموارد المتاحة من البيئة المحيطة، حيث أن من أهداف هذا البحث هو الترشيد في استهلاك الطاقة، والحصول على طاقة نظيفة صديقة للبيئة بأقل تكلفة ممكنة، ونجد أنه من أبرز مشكلات البحث هو توفير مصدر لطاقة بديلة لا تتضرب، وتكون صديقة للبيئة، بشرط لا تؤثر في الشكل العام للمبنى وجماليته، ولغرض الوصول إلى حلول لمشكلة الدراسة تم إجراء دراسة عملية بالاستعانة بتطبيق خاص وتطبيقه على مبنى قائم تم دراسة معدل استهلاكه يدوياً، وتم الخروج بنتيجة انه تم سد احتياج المبنى من الطاقة وتوفير ما قدره 483.955 كيلو وات شهراً.

Abstract: The development of contemporary architecture and the impact of modern technology, especially with regard to environmental control systems, including solar systems, are among the concepts associated with the integration of the building with the environment through the use of solar energy, and what is related to modern technology to exploit and apply to buildings by integrating solar systems with residential building, since through this integration solar energy is exploited (solar radiation) And convert it directly to electric power, and in this way can generate as much electricity as possible to operate the building, and thus to reach sustainable development and exploit the resources available from the surrounding environment, where one of the objectives of this research is to rationalize energy consumption, and to obtain clean, environmentally friendly energy at the lowest possible cost, and we find that one of the most prominent research problems is in providing a source of alternative energy inexhaustible, and environmentally friendly Provided that it does not affect the overall shape of the building and its beauty, and for the purpose of reaching solutions to the problem of the study was conducted a practical study was conducted using a special application and applied to an existing building whose consumption was studied manually, and came out with the result that the need for the building was filled of energy and save the amount of 483.955 k w h of month.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية - الخلايا الشمسية - استهلاك وترشيد الطاقة الكهربائية - المباني السكنية

- مدينة سبها





المقدمة:

أصبح موضوع ترشيد استهلاك الطاقة والمحافظة على نظافة البيئة إحدى سمات المجتمع المتحضر، حيث أن استهلاك الطاقة في تكييف المباني السكنية يشكل نسبة لا بأس بها في مجموع استهلاك الطاقة الكلي. وقد قطعت الدراسات والبحوث شوطاً متقدماً في تحديد المعالم الرئيسية التي تساهم في ترشيد استهلاك الطاقة في المباني، وقد أصبحت مسألة استهلاك الطاقة في مختلف قطاعات الحياة وخاصة القطاع السكني الذي يمثل الجزء الأكبر من هذا الاستهلاك مسألة جوهرية تشغل دول العالم ومن ضمنها ليبيا. حيث أن طبيعة المناخ في ليبيا وخاصة المناطق الصحراوية جعل الاستعانة بالخدمات الميكانيكية يتزايد بشكل كبير، وخاصة في فصل الصيف امر ضروري لضمان بيئة داخلية مريحة، لدى وجب علينا الاستعانة بأساليب حديثة بيئية تضمن لنا توليد دائم للكهرباء، ومن هذه الأساليب استخدام الطاقة الشمسية، حيث ان الطاقة الشمسية لها استخدامات كثيرة أخرى عبر تاريخ الإنسانية وسوف نركز على استخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة الصديقة للبيئة في المباني السكنية للتقليل من استخدام الطاقة و الوصول إلى الراحة الحرارية للمستخدم.

أ- **مشكلة البحث :** يمر العالم بأزمة في الطاقة وارتفاع أسعارها وكذلك التلوث البيئي الحاصل من إنتاج هذه الطاقة وللبحث عن بدائل أفضل توفر القدر المطلوب من الطاقة البديلة التي لا تتضب وتكون صديقة للبيئة ومن هذه الطاقات الطاقة الشمسية والمتمثلة في الأثر الحراري الذي يتجلى عند سقوط الأشعة الشمسية على الغلاف الجوي فهل الطاقة الشمسية يمكن أن تكون بديلة للطاقات الأخرى المنتجة للكهرباء ويمكن الاعتماد عليها في إنتاج الطاقة الكهربائية المطلوبة للمباني السكنية

ب- **أهداف البحث :** تم تلخيص أهداف البحث في النقاط التالية:

- 1- الوصول لوضع حل حقيقي لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام الطاقة البديلة وفق أسلوب علمي متطور.
- 2- وضع الآلية المناسبة لحماية المباني السكنية من الإشعاع الشمسي وأوجه استغلاله الأمثل حسب الحاجة.
- 3- تحديد متطلبات المباني السكنية لطاقة وكيفية الاستفادة منها والتقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية المولدة بالوقود الاحفوري قدر الإمكان.

ت- **فرضيات البحث**

يمكن عن طريق الألواح الشمسية توليد طاقة كهربائية صديقة للبيئة واستبدالها بالطاقة الكهربائية التقليدية في تزويد المباني السكنية بالطاقة الكهربائية اللازمة، وذلك لارتفاع معدل الإشعاع الشمسي بالمنطقة الجنوبية.

ث- **حدود البحث**

تم التركيز في هذا البحث على مدينة سبها بالجنوب الليبي بشكل عام وعلى المباني التعليمية بشكل خاص.

ج- **المنهجية المتبعة**

تم اتباع المنهج الوصفي، و التحليلي الميداني، واستنتاج الحقائق العلمية والعملية لمواجهة المشكلة المدروسة.

ح- **المستهدفون من البحث**

المعماريون بوجه عام، مراكز بحوث الطاقة المتجددة ، الجهات الأكاديمية المعنية بالطاقات المتجددة والطاقة الشمسية.

خ- **الكلمات المفتاحية**

الطاقة الشمسية - المنظومة الشمسية - مدينة سبها بليبيا.





الجزء النظري:-

1.1. الطاقة الشمسية في ليبيا :

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة بليبيا و تسعى الدولة جاهدة لتطوير مجالها و إنشاء بعض المراكز للأبحاث العلمية الخاصة بها وبحكم الموقع الجغرافي أو الفلكي فأن كمية الأشعة الشمسية تصل إلى 8 كيلو وات / الساعة للمتر المربع الواحد، وساعات السطوع 4000-3200 ساعة في السنة وتبلغ كمية الطاقة الشمسية الساقطة على مساحة ليبيا خلال سنة واحدة (5.3) 103×350 مليارات) كيلة وات / ساعة وهو ما يفوق 100000 مرة للاحتياج الكلي للكهرباء المتوقعة في ليبيا لعام 2040 (قيلة)، و أحد الأقسام الرئيسية بإدارة بحوث الطاقة المتجددة هو قسم الطاقة الشمسية ويقوم بتقديم المشورة العلمية والفنية في مجال الخلايا الشمسية ومنظوماتها ومتابعة تنفيذ المشاريع الريادية التجريبية وتقييم أدائها تحت الظروف المناخية والتشغيلية المحلية وإعداد الدراسات لمواكبة التطور في تقنيات الخلايا الشمسية ومنظوماتها وتدريب العناصر خارج الفرع في المجال ومساعدة الطلبة في تنفيذ مشاريع التخرج من خلال وضع برامج تنفيذ تجارب وقياسات في مجال الخلايا الشمسية ومكوناتها ومنظوماتها واقتراح وتنفيذ البحوث والدراسات في المجالات التخصصية والتطبيقية ونشر الوعي بين المواطنين بغية إدخال وإدماج تقنياتها في منظومة الإمداد الطاقوي بليبيا (احمد و لعيرج، 2009).

1.2. دراسة استهلاك الطاقة بليبيا :-

تقع ليبيا وسط ساحل أفريقيا الشمالي على البحر المتوسط، وتم تقسيمها مناخيا إلى : مناخ حار جاف صحراوي- مناخ شبه صحراوي - مناخ معتدل دافئ (مناخ البحر المتوسط)، حيث يسود المناخ الحار الجاف في ليبيا للجزء الصحراوي للبلاد، ويتميز بدرجة الحرارة العالية ومعدل إشعاع شمسي عالي (فريوان، دراسة مادة الطين لإعادة استخدامها في بناء المدن الصحراوية، 2009)، و يعتبر الهدر في الطاقة بليبيا من أهم القضايا التي يجب على متخذي القرار في العديد من المواقع أن يتم دراستها بعناية، حيث يعتبر المسكن والمرافق العامة التابعة له وبيئة الحي السكني مقياسا لتقدم الشعوب وتطورها، لذلك فإن الحديث عن السكن غالبا ما يجرنا إلي الحديث عن البيت الجميل واللائق والاقتصادي والبيئي (بالخير، 2009).

1.3. استهلاك الطاقة في ليبيا :-

في دراسة ميدانية لتصنيف استهلاك الكهرباء في القطاع السكني بليبيا وجد أن نسبة استهلاكه للكهرباء فيها 36% من إجمالي الطاقة المباعة، حيث تم توزيع استبيان على عدة مناطق بليبيا، كما هو موضح في الجدول (1) وتم ذلك لمعرفة وحصر المعدات المنزلية الأساسية وكذلك عدد ساعات تشغيلها وقدرتها الكهربائية لحساب الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية.

وقد تم حساب الاستهلاك السنوي لكل عنصر من عناصر العينة، حيث بلغ أقصى استهلاك ما قيمته 39307 كيلووات- ساعة/سنة، في حين انه وصل أدنى استهلاك إلى قيمة 984 كيلو وات-ساعة/سنة كما موضح في جدول(1).





جدول (1) يبين أقصى و أدنى ومتوسط الاستهلاك السنوي لأكبر مدن (ك.و.س) (ابو قراض، قشوط، علي، خلاط، و منصور، 2003)

سبها	بنغازي	طرابلس	
29649	24802	39307	اقصى استهلاك
2371	1765	984	ادنى استهلاك
10697	6647	6899	متوسط الاستهلاك

تم تقسيم المستهلكين إلى ثلاث شرائح على المناطق حسب الانتماء، والمقصود به عامل الموقع الجغرافي الذي ينتمي إليه المستهلك، والذي ساعد على تحديد كمية الاستهلاك للطاقة، والنتيجة كان أن مدينة سبها أتت بعد مدينة طرابلس في كمية استهلاك الطاقة وذلك لوقوعها في منطقة صحراوية عكس مدينة طرابلس وبنغازي الواقعتين على البحر، رغم أن عدد السكان في طرابلس هو الأكبر وتأتي مدينة بنغازي ثانياً وسبها ثالثاً في عدد السكان.

1.4. أنماط استهلاك الطاقة في القطاع السكني :-

يتأثر استهلاك الطاقة في القطاع السكني بعدة عوامل أهمها:

- المناخ المسيطر على موقع البناء، ويعتمد ذلك من كون فصل الشتاء بارداً أم دافئاً، وفصل الصيف حاراً أم معتدلاً، وارتباط ذلك بتصميم البناء وتحديد نظم استثماره أو إشغاله .
- الوضع الطبوغرافي ومدى ارتفاع مكان البناء عن سطح البحر، والذي بدوره يؤثر على تصميم البناء.
- الظروف البيئية المحيطة بالبناء، وما يجاوره من أبنية، أو أشجار تظله أو طرقات أو شوارع ومدى تعرضه للأشعة الشمسية وتأثير ذلك على استهلاك الطاقة اللازمة أثناء استخدام البناء وإشغاله.
- العوامل الاجتماعية والاقتصادية: ومنها متوسط حجم الأسرة، ومعدل نمو عدد السكان، و يتأثر استهلاك الطاقة بمتوسط دخل الأسرة، وقدرتها على تحمل أعباء الاستهلاك الناتج من الأدوات الكهربائية المنزلية المختلفة.

1.5. العناصر المساهمة في استهلاك الطاقة في المباني السكنية :-

أ- التصميم المعماري :-

إن لموقع البناء الجغرافي و محيطه أهمية كبيرة في التحكم بالحرارة والإضاءة. فالمسطحات الخضراء والأشجار والتلال تلعب دوراً هاماً في صد التيارات الهوائية و تكوين الظلال، ويمكن أن يوفر ما بين 25 و 50% من استهلاك الطاقة.

(http://www.nerc.gov.sy/index.php?option=com_content&view=article&id=90)

ولكي يكون التصميم المعماري ملائم للبيئة لابد من توفر ثلاثة مبادئ رئيسية وهي كالآتي:

- حماية المسكن من الطقس الحار والرياح وذلك بالتوجيه الجيد واختيار الشكل المناسب مع العزل الجيد للحوائط.

- استغلال الشمس في الشتاء والحماية منها في الصيف.

- التخزين الجيد للحرارة حيث يتم تخزين حرارة الشمس واستعادتها حسب الحاجة إليها.

ب- الميكنة



دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس" مدينة سبها نموذجاً

د. وليد فريوان، المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس، د. رياض الشواخ، ديوان المحاسبة - الخمس



من الأجهزة أو المعدات أو الماكينات التي تعتبر مصدراً لاستهلاك الطاقة في المباني هي المصابيح الكهربائية، والتلفاز، وسخانات المياه التي تعمل بالكهرباء والثلاجات ومكيفات الهواء وغسالات الملابس.

ت- السلوك الإنساني

يساهم السلوك الإنساني بشكل كبير في زيادة استهلاك الطاقة، فمنذ هجر البيئة الطبيعية وبحث عن الصناعات لتأدية خدماته وهو يضر بالبيئة. (المنصوري، 2005)، حيث عامل الموقع الجغرافي الذي ينتمي إليه المستهلك قد يساعد على تحديد ضرورة أو عدم ضرورة اقتناء بعض الأنواع من المعدات الكهرو منزلية.

1.6. تحسين كفاءة استخدام الطاقة :-

ويقصد بها مجموعة الوسائل والتقنيات والتكنولوجيا المتعلقة بالمعدات والتجهيزات المستهلكة للطاقة بحيث تؤدي إلى تخفيض استهلاك المعدات من الطاقة والاستفادة العظمى من الطاقة التي يتم تزويد هذه المعدات بها كما تشمل بعض الأساليب التي تؤدي إلى تحسين الكفاءة الكلية للنظام المستهلك للطاقة وتتنوع الوسائل والأساليب التي يمكن تحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلالها:

- تحسين كفاءة الاحتراق.
- الاستفادة من الحرارة الضائعة.
- تحسين عامل الاستطاعة.

أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة يتعلق بالمعدة المستهلكة للطاقة نفسها وليس بالشخص المستخدم لهذه المعدة (http://www.nerc.gov.sy/index.php?option=com_content&view=article&id=90).

1.7. ترشيد استهلاك الطاقة في القطاع السكني وكفاءة استخدامها :-

التوجه العالمي نحو ترشيد استهلاك الطاقة التقليدية وتطوير استخدام مصادر الطاقة المتجددة ، أصبح هدفاً يجب تحقيقه كلما كان ذلك ممكناً بهدف تحقيق كفاءة استخدام الطاقة في العمران وعليه يجب على المصممين أن يتبنوا منذ بداية التخطيط للمشروعات العمرانية أفكار وتوجهات تصميمية تسمح بتوفير البيئة الداخلية والمحلية الملائمة لراحة مستخدمي هذا العمران باستخدام أقل قدر ممكن من الطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية ، ويمكن تحقيق ذلك التوجه بتبني مفاهيم الطاقة البديلة "المتجددة" التي تستخدم لتوليد الكهرباء للمساعدة في توفير البيئة الداخلية الجيدة من حيث التهوية الطبيعية والراحة الحرارية لجسم الإنسان ، ويرتبط ترشيد استهلاك الطاقة بعدة عوامل وهيا كالاتي:

- ترشيد استهلاك الطاقة بالتصميم المعماري
- ترشيد استهلاك الطاقة بالأجهزة والنظم والمعدات.
- ترشيد الطاقة في القطاع السكني بالإنسان الذي يستثمر أو يسكن.

1.8. تحديد أولويات ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين استخدامها في القطاع السكني :-

- 1 العزل الحراري للغلاف الخارجي للمسكن.
- 2 استخدام أجهزة إضاءة ذات كفاءة عالية.
- 3 الإدارة الكفوة لاستهلاك الطاقة في القطاع السكني. (بالخير، 2009)

2.9 الخلايا الكهروضوئية (الخلايا الشمسية):





الخلايا الشمسية هي نبائط الإلكترونية قادرة على تحويل الإشعاع الشمسي إلى تيار مستمر، معتمدة في عملها على ظاهرة الفولت ضوئي وأول من لاحظ هذه الظاهرة هو العالم الفرنسي هنري بيكرل سنة، كما لاحظ أيضا إن الزيادة في التيار الكهربائي يعتمد على طول الموجي للضوء إلا أن اكتشاف هذه الظاهرة في الجوامد كان سنة 1876م بواسطة العالمين ادمز وديي، والذي تبعه تصنيع أول خلية شمسية من عنصر السيلينيوم وأكسيد النحاس، وفي سنة 1941م تم تصنيع أول خلية شمسية من السيليكون، وكانت هذه الخلية أول تركيبية قادرة على تحويل الإشعاع الشمسي إلى تيار كهربائي (خليفة، 1994).

2.9.1 تعريف الخلية الشمسية

الخلايا الشمسية (solar cell)، وتسمى كذلك الخلايا الضوئية (photovoltaic PV) أو الكهروضوئية (photoelectric) وهي جهاز يقوم بتحويل الطاقة الضوئية مباشرة إلى طاقة كهربائية. بواسطة التأثير الضوئي (http://ar.wikipedia.org/wiki/الخلايا_الشمسية، 2020)، الخلية الشمسية الأكثر استخداما تتكون من بلوره رقيقه من السليكون مساحة سطحها كبيره نسبيا قد تصل إلى 1000 ملم 2 أو أكثر و يبلغ سمكها حوالي 5 ملم. وإحدى جانبي الخلية يحتوي على شوائب من ذرات خماسية التكافؤ ولذلك يعتبر من النوع السالب N من أشباه الموصلات، أما الجانب الآخر فيحتوي على ذرات ثلاثية التكافؤ ويعتبر لذلك من النوع الموجب. فالجانب ذو السطح المعرض للأشعة الشمسية يكون عادة رقيق السمك جدا ويحتوي سطحه على أشرطه معدنية رقيقه متصلة ببعضها لعمل اتصال كهربائي جيد تكوّن أحد أقطاب الخلية. أما الجانب الآخر فيحتوي قاعدة من طبقه معدنية رقيقه واحدة تكوّن القطب الآخر للخلية (عبد الرزاق و عنفوص).

2.9.2 مكونات نظام الخلايا الشمسية:

وحدة الخلية الشمسية (فوتوفولفية) - الوحدة (موديول) - التجمع (بانل) - المصفوفة - وحدات الشحن - البطاريات - المحول. (النجار، 2000)

2.9.3 أنواع الخلايا الشمسية المستخدمة

تم تصنيع خلايا شمسية من مواد مختلفة إلا أن أغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أو لها خواص سامة ملوثة للبيئة أو معقدة التصنيع وباهظة التكاليف وبعضها لا يزال تحت الدراسة والبحث وعليه فقد تركّز الاهتمام على تصنيع الخلايا الشمسية السيليكونية وذلك لتوفر عنصر السيليكون في الطبيعة علاوة على أن العلماء والباحثين تمكنوا من دراسة هذا العنصر دراسة مستفيضة وتعرفوا على خواصه المختلفة ومن أهم أنواعها :

1 - الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلرة Almhbrp silicon solar cells :

تصنع هذه الخلايا من السيليكون عبر إنماء قضبان من السيليكون أحادي (mono crystalline) أو عديد التبلر (multy crystalline) ثم يؤرب إلى رقائق و تعالج كيميائياً وفيزيائياً عبر مراحل مختلفة لتصل إلى خلايا شمسية.

كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين 9 - 17 % والخلايا السيليكونية أحادية التبلر غالبية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلاك الطاقة بينما الخلايا السيليكونية عديدة التبلر تعتبر أقل تكلفة من أحادية التبلر وأقل كفاءة أيضاً

2 - الخلايا الشمسية السيليكونية الأمورفية (متصدعة التبلر):

Silicon solar cells Alomorvip (cracked crystallization) (عبد الرزاق و عنفوص)

3- خلايا الأفلام الرقيقة

4- الخلايا عديدة الطبقات (خليفة، 1994)



دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس" مدينة سبها نموذجاً

د. وليد فريوان، المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس، د. رياض الشواخ، ديوان المحاسبة - الخمس

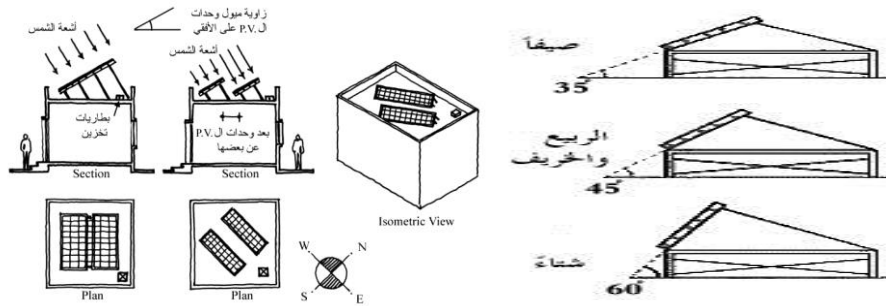


2.9.4 أشكال الخلايا الشمسية وتكاملها مع أجزاء المبنى

يتم تركيب وتكامل الخلايا الفوتوفولتية بالمبنى عن طريق اثنين من أجزاءه والذي يتضح من خلالهما التشكيل الناتج من الخلايا على المبنى والمتمثلان في الأسقف والواجهات (فكري، فكري، و عبد الحافظ، 2007) في حالة استغلال الأسقف لابد من مراعاة الاتي:

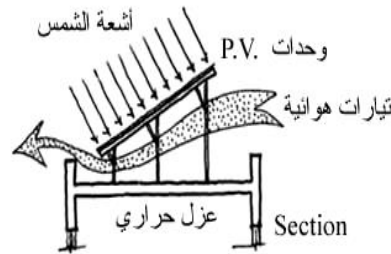
- في حالة توزيع الوحدات على أكثر من مجموعة يراعى دراسة الظلال حتى لا تلقى بالظلال على نفسها
- يراعى أن يكون السقف سهل الوصول إليه لسهولة عمليات الصيانة الدورية .
- يراعى توفير أماكن للبطاريات وحفظها من العوامل الجوية المختلفة .
- يراعى تلافى سقوط ظلال على الوحدات الفوتوفولتية من أي مبنى مجاور أو عناصر عالية كالأبراج أو الأشجار (ALsaeed، 2020).

هناك العديد من الطرق لتركيب الخلايا على الأسقف المستوية أو المنحدرة أو الواجهات بأنواعها. وتنقسم طرق التركيب في كل نوع من أنواع الأسقف والواجهات حسب زاوية التركيب والإنشاء إلى طبقات مغلقة وطبقات مفتوحة باتجاه واحد وطبقات مفتوحة باتجاهين وذلك بالنسبة للأسقف المستوية.



الشكل (1) إمكانية استخدام الخلايا الشمسية على أسطح المبنى المائلة (ALsaeed، 2020)

أما بالنسبة للأسقف المائلة أو المنحدرة فتقسم طرق التركيب للخلايا فيها إلى خلايا مركبة على الأسقف الازدوجية وخلايا مركبة على أسقف قرميدية وأسقف مفرودة باتساع وخلايا مركبة فوق طبقات (فكري، فكري، و عبد الحافظ، 2007) .



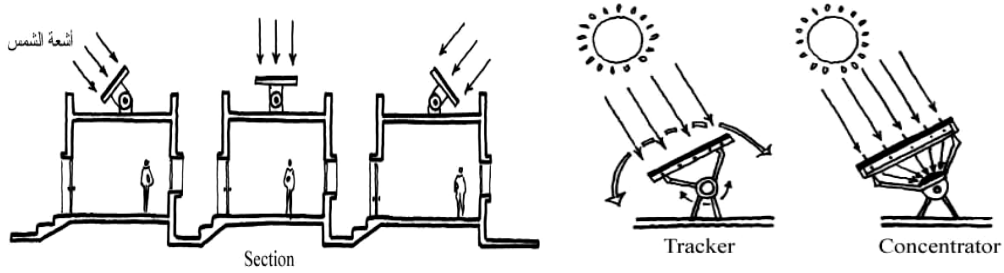
الشكل (2) إمكانية استخدام الخلايا الشمسية على أسطح المبنى المائلة (ALsaeed، 2020)

في الحلول المتاحة في السقف المائل يمكن استغلال السقف بتوجيه ميوله ناحية الجنوب وبزاوية ميل على الافقي تساوى الزاوية المطلوبة لوحدات الخلايا الفوتوفولتية . ويمكن تقسيم السقف إلى عدة وحدات مائلة لتوزيع اكبر كمية من وحدات الخلايا الفوتوفولتية عليه .

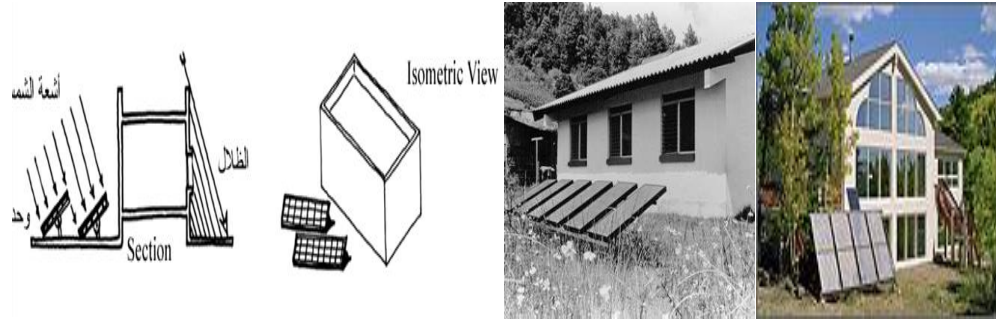


دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس" مدينة سبها نموذجاً

د. وليد فريوان، المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس، د. رياض الشواخ، ديوان المحاسبة - الخمس



الشكل (5) توضح استخدام وحدات الطاقة من الخلايا الفوتوفولتية على شكل قطع مكافئ (Alsaeed, 2020) في حالات تعذر وضع الخلايا الفوتوفولتية على الأسطح أو على المنشأ يمكن الاعتماد على الفراغات المحيطة بالمنشأ مع عدم تعرضه للظلال المباشرة وذلك يفضل وضع الخلايا الفوتوفولتية في الاتجاه الجنوبي الشرقي، الجنوبي، الجنوبي الغربي للمبنى وتلافى الظلال من المباني المجاورة (Alsaeed, 2020)



الشكل (6) توضح امكانية استخدام الخلايا الشمسية بالقرب من المبنى (Alsaeed, 2020)

1 - مصفوفات الأسطح الفوتوفولتية المستقلة	2 - أسطح فوتوفولتية مستقلة	3 - الإضاءة الشمسية بالخلايا الفوتوفولتية	4 - تجمعات فوتوفولتية سطحية	5 - الأبراج الفوتوفولتية	6 - خلايا فوتوفولتية نصف مستقيمة كائنه / معين	7 - الحوائط الستارية الرأسية	8 - الحوائط الستارية الرأسية المستقلة
ط - نظام مظلات الخلايا الفوتوفولتية المهيمنة	ب - مظلات فوتوفولتية مهيمنة / نظام أرفع منارة	ك - الخلايا الفوتوفولتية وفقاً للحوائط الستارية	د - الخلايا الفوتوفولتية وفقاً للحوائط الستارية	هـ - الحوائط الستارية الفوتوفولتية المستقلة	و - الحوائط الستارية الفوتوفولتية المنحرفة	ز - الحوائط الستارية المنحرفة	ح - الإضاءة الزجاجية الفوتوفولتية

الشكل (7) يوضح الأشكال التي تظهر بها الخلايا الفوتوفولتية على أغلفة المباني (فكري، فكري، و عبد الحافظ، 2007)





ثانياً: الجزء العملي:-

3.1 مدينة سبها:-

تقع مدينة سبها بين دائرتي عرض $27,7^\circ$ و $27,00^\circ$ شمالاً وبين خطي طول $14,29^\circ$ و $14,23^\circ$ شرقاً، وترتفع 420م عن مستوى سطح البحر. تقع مدينة سبها في جنوب ليبيا علي بعد 750كم عن العاصمة طرابلس ذات الموقع الجغرافي علي خط الساحل الغربي تحدها سلسلة من التلال الصغيرة في الجهتين الشمالية الشرقية والجنوبية كما تحيط بها الكثبان المتحركة من الجهة الشمالية والشمالية الغربية وتعتبر عاصمة الجنوب.

3.2 سطوع الشمس و الإشعاع الشمسي لمدينة سبها:

تصل نسبة سطوع الشمس إلي أنداها في شهر ديسمبر ونسبة 70% كما تبلغ أقصاها في باقي أشهر الصيف بنسبة 80-90% وتعتبر مدة السطوع وشفاء السماء عن توافر كمية كبيرة من الطاقة الحرارية التي يمكن استغلالها في تدفئة ليالي الشتاء الباردة.

3.3 النسبة المئوية لساعات سطوع الشمس:

هي النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية إلى عدد ساعات النهار ويتضح من البيانات والخرائط الجوية أن نسبة سطوع الشمس في مدينة سبها تمتد طوال اليوم (نهاراً) معظم أيام السنة لقلة السحب ، ويبين الجدول (2) أن سطوع الشمس يشمل معظم النهار (80-90%) في تسعة أشهر من العام ويتراوح بين (70-75%) في ثلاثة أشهر من العام وهذا يعطي مؤشراً واضحاً على قوة السطوع الشمسي على مدار العام .

الجدول (2) يوضح النسبة المئوية لساعات سطوع الشمس لمدينة سبها لسنة 2012 (والتوثيق، 2016)

السنة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
2012	73%	79%	81%	84%	85%	87%	91%	90%	83%	80%	74%	70%

3.4 المبنى المختار:

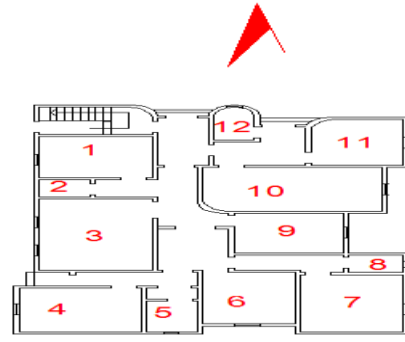
في هذا الجزء سوف يتم تطبيق دمج الخلايا الشمسية في المباني السكنية، و لقد تم اختيار مبنى سكني بمدین سبها.

3.4.1 معلومات عن المبنى : هو مبنى سكني من طابقين ، يقع جنوب غرب مركز المدينة ويبعد عنها حوالي 3 كم، كما موضح في الشكل (98)، وهو يعتبر ذو مسقوف أو مساحة مغطاة أفقية الشكل كبيرة نسبياً تقدر بـ 340 م² تقريباً، والشكل (11) يوضح مكونات فراغاته، وفي الجدول (3) توضيح لمساحة الواجهات ونسبة الفتحات في كل واجهة.



دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس " مدينة سبها نموذجاً

د. وليد فريوان، المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس، د. رياض الشواخ، ديوان المحاسبة - الخمس



الشكل (9) شكل المسقط الأفقي للطابق الأرضي (الباحث)

الشكل (8) موقع المبنى في المدينة



الشكل (10) الواجهات الأمامية " الشمالية " والجانبية " الشرقية "، والمعالجات الموضوععة بيها (الباحث)

الجدول (3) يوضح نسبة الفتحات لكل واجهة (فريوان، أسس تصميم الغلاف الخارجي للمباني السكنية لترشيد استهلاك الطاقة " دراسة حالة لمنطقة سبها بليبيا "، 2018)

الواجهة الغربية	الواجهة الجنوبية	الواجهة الشرقية	الواجهة الشمالية	
147.56م ²	114.24م ²	165.92م ²	122.88م ²	مساحة الواجهة
13م ²	2.72م ²	8.52م ²	8.08م ²	نسبة الفتحات فيها

بما ان من الاشتراطات الخاصة بكود التصميم البيئي بالنسبة للفتحات ،فأنه يشترط ان لا تقل نسبة مساحة النوافذ الكلية إلى مساحة الجدار الخارجي (10) % للفراغات الخدمية وذلك في المباني السكنية، و15% للفراغات المعيشية . فنلاحظ من الجدول ان نسبة الفتحات لجميع الواجهات لم تصل الى 10% ، وكانت اقل من النسبة الموصي بها.

3.4.2 استهلاك المبنطاطة الكهربائية:

يحتاج المبنى لكمية معينة من الطاقة الكهربائية للاستهلاك حسب كمية الأدوات المستعملة التي تشتغل بالطاقة الكهربائية، ولذي وجب معرفة كمية الخلايا الشمسية التي يمكن ان تولد نفس كمية الطاقة التي يستهلكها المبنى، وهل هي ذا جدوى اقتصادية وبيئية ، وهذا سوف نجد الإجابة عليه في الجزء التالي.



3.4.2.1 كمية استهلاك المبنى من الطاقة الكهربائية:

في الجدول الأتي يتم توضيح اغلب الأجهزة و الأدوات التي تستهلك الطاقة الكهربائية في المبنى:

الجدول(4) عدد الأجهزة لكل شقة حسب احتياجها وعدد فراغاتها.

عدد الأجهزة في الشقة (2)	عدد الأجهزة في الشقة (1)	نوع الجهاز
9	9	مصابيح موفرة لطاقة
1	1	تلفاز عادي
2	2	مكيف
1	1	غسالة+ مجفف
1	1	ثلاجة
1	1	حداد
1	1	شاحن هاتف
2	2	سخانة(80لتر)
1	1	مكنسة كهربائية
1	1	مجفف شعر
1	1	رسيفر

الجدول(5) مقدار الاستهلاك اليومي والشهري للأجهزة.

نوع الجهاز	عدد الاجهزة لشقتين	ساعات العمل	الاستهلاك ب كيلو وات	الاستهلاك ب واط	الاستهلاك الشهري ب كيلو وات	الاستهلاك اليومي بالساعة ب كيلو وات
مصابيح موفرة لطاقة	18	12	0.02	20	129.6	4.32
تلفاز عادي	2	8	0.35	350	16	5.6
مكيف	4	12	1.5	1500	2160	72
غسالة	2	1	1.5	1500	90	6
مجفف	2	1	2.5	2500	150	10
ثلاجة	2	15	0.35	350	315	10.5
حداد	2	1	1.4	1400	84	2.8
شاحن هاتف	2	2	0.02	20	2.4	0.08
سخانة(80لتر)	4	4	1.5	1500	720	24
مكنسة كهربائية	2	1	1.6	1600	96	3.2
مجفف شعر	2	1	1.3	1300	78	2.6
رسيفر	2	8	0.04	40	19.2	0.64
					3993.825	132.74



دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس" مدينة سيها نموذجاً

د. وليد فريوان، المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس، د. رياض الشواخ، ديوان المحاسبة - الخمس



من الجدول نستنتج ان المنزل يستهل ما قيمته **3993.825 كيلو وات** شهرياً، و 132.74 كيلو وات في الساعة، أي 132740 وات يومياً.

3.4.2.2 حساب عدد الألواح الشمسية التي تنتج طاقة تسد احتياج المبنى من الطاقة الكهربائية:

قاعدة بيانات الإشعاع الشمسي المستخدمة PVGIS-CMSAF :

الطاقة الاسمية للنظام الكهروضوئي: 3.4 كيلو واط (السيليكون البلوري).

الخسائر المقدرة بسبب الحرارة وانخفاض الإشعاع: 13.8% (باستخدام درجة الحرارة المحيطة المحلية)

الخسارة المقدرة بسبب تأثيرات الانعكاس الزاوي: 2.6%

خسائر أخرى (الكابلات ، العاكس إلخ): 14.0% من

خسائر النظام الكهروضوئي المشترك: 27.8%



الشكل (13) الموقع العام

، <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=africa&lang=en> للمنزل.

(2020

مخرجات البرنامج:- E_d متوسط إنتاج الكهرباء اليومي من نظام
الجدول (6) متوسط $E_d - E_m - H_d$ (كيلوواط ساعة)

E_m متوسط إنتاج الكهرباء الشهرية من نظام
معين (كيلوواط ساعة)

H_d متوسط المجموع اليومي من الإشعاع
العالمي للمتر المربع الواحد من قبل وحدات
من نظام (كيلو واط /متر مربع

H_m متوسط مجموع الإشعاع العالمي للمتر
المربع الواحد من قبل وحدات من نظام
(كيلو واط /متر مربع)

(2020 ، <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=africa>) H_m





نظام ثابت: الميل = 26 درجة، والتوجه = 2-

H _m	H _d	E _m	E _d	Month
170	5.49	445	14.30	Jan
174	6.23	448	16.00	Feb
221	7.15	551	17.80	Mar
198	6.61	480	16.00	Apr
205	6.62	486	15.70	May
205	6.85	482	16.10	Jun
221	7.13	519	16.70	Jul
224	7.23	526	17.00	Aug
209	6.98	494	16.50	Sep
199	6.43	486	15.70	Oct
174	5.80	440	14.70	Nov
163	5.25	428	13.80	Dec
197	6.48	482	15.8	المتوسط السنوي
2370		5780		إجمالي لمدة عام

نجد ان المتوسط الانتاج الشهري = 482 كيلو وات ساعة، ومن الجدول (6) نجد ان مساحة الواجهة الجنوبية صافية بدون فتحات 111.48 م^2 عليه نحسب الاتي:

$53733.36 = 482 * 111.48$ كيلو وات ساعة سنوياً ، ويقسمته على عدد الشهور نحصل على الانتاج الشهر $4477.78 = 12 / 53733.36$ كيلو وات / ساعة شهرياً

مما سبق نستنتج الاتي:

- ✓ الإنتاج السنوي من الكهرباء بالكيلو وات/ السنة: 5780 (kWh)
- ✓ متوسط أقل إنتاج من الكهرباء اليومي بالكيلو وات في الساعة في شهر (Dec) 13.80 kwh
- ✓ متوسط اكبر إنتاج من الكهرباء اليومي بالكيلو وات في الساعة في شهر مارس (Mar) 17.80 kwh
- ✓ متوسط اقصى إنتاج شهري من الكهرباء بالكيلو وات / الشهر: 551 (kWh) (Mar)
- ✓ متوسط اقل إنتاج شهر من الكهرباء بالكيلو وات / الشهر: 428 (kWh) (Dec)
- ✓ متوسط الاشعاع الشمسي السنوي كيلو وات / المتر المربع: $6.52 \text{ (kWh/m}^2)$





4. النتائج و التوصيات:

4.1 النتائج

- الزاوية المثلى لميلان الالواح = 26 درجة افقي، والتوجه = -2 شمالاً
- الإنتاج الشهري من الكهرباء بالكيلو وات/ السنة: 4477.78 كيلو وات ساعة شهرياً
- الاستهلاك الشهري من الكهرباء بالكيلو وات/ السنة: 3993.825 كيلو وات ساعة شهرياً
- تم سد احتياج المبنى من الطاقة وتوفير ما قدره 4477.78 - 3993.825 = 483.955 كيلو وات شهراً.
- وبذلك قد ساهم الباحث في سد احتياج المبنى من الطاقة الكهربائية، والحصول على فائض كهربائي يمكنه استغلاله في الشبكة العامة، وكذلك حماية الواجهة الجنوبية من شاعة الشمس القوية التي هي مصدر لرفع الحرارة الداخلية لفرغات الجنوبية في المبنى.

4.2 التوصيات

- دراسة امكانية إدخال اساليب جديدة في البناء وذلك من خلال إدخال اساليب العمارة الشمسية و التركيز على الانظمة السالبة في تصميم المباني بشكل عام والمباني السكنية على وجه الخصوص.
- وضع مقترحات لتطوير أساليب البناء بما يؤدي الى سهولة ادماج منظومات الخلايا الشمسية في المباني التعليمية و الذي يعتبر خطوة أولى لحيل جديد من المباني بجعل منظومات الخلايا الشمسية من ضمن مواد البناء الداخلة في تصميم الاسقف والواجهات.
- دراسة القوانين والنشريات القائمة الخاصة بالتخطيط العمراني والبناء والتشييد ووضع الحلول والمقترحات بشأن تعديلها بما يمكن من ادخال منظومات الخلايا الشمسية ضمن مكون المباني السكنية.
- يجب ان يتم العمل على عزل المباني السكنية بشكل جيد وان تكون المواد المستعملة ملائمة و مناسبة للبيئة والمناخ الصحراوي وان تكون تحتفظ بمعامل حراري ثابت نسبياً و اختيار المكان المناسب في المبنى ويفضل ان تكون في السطوح الخارجية للحوائط والاسقف للمساهمة في ترشيد استهلاك الطاقة.
- يجب وضع حلول جيدة للمعالجات المعمارية في الواجهات الخارجية لتخدم توجيه وحدات الخلايا الفوتوفولتية، وذلك مع استغلال الفرغات اسفل هذه الوحدات كأماكن للبطاريات وكفرغات عازلة للحرارة، وايضاً استغلال الخلايا كمظلات او كاسرات شمسية.
- استغلال الواجهات الجنوبية والجنوبية الشرقية في وضع الالواح الشمسية لحمايتها من اشعة الشمس القوية وكأفضل توجيه للالواح الشمسية، مع مراعات الجانب الجمالي اثناء وضع الالواح.
- ضرورة زيادة التوعية نحو التصنيع المحلي لمعدات الخلايا الفوتوفولتية لتخفيض سعرها في الاسواق المحلية.

المراجع:

(بلا تاريخ). تم الاسترداد من

http://www.nerc.gov.sy/index.php?option=com_content&view=article&id=90

upinar.up.edu.ps/moodledata/150/solar_energy.ppt . (بلا تاريخ). تم الاسترداد من تكنولوجيا

الطاقة المتجدد.

http://ar.wikipedia.org/wiki/الخلايا_الشمسية . (27 6، 2020). تاريخ الاسترداد 25 7، 2020، من

ويكيبيديا الموسوعة الحرة.





تاريخ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=africa>. lang=en& (2020). تاريخ

الاسترداد 22 8، 2020، من <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

<http://dc183.4shared.com/doc/rkqU2Na3/preview.html> / الطاقة الشمسية وتاريخها. (بلا

تاريخ). تم الاسترداد من مهندسو صناعة الحياة.

Safa Monamed ALSaeed. (2020).

تاريخ <https://www.slideshare.net/safaamohammed5496/ss=48217746>

الاسترداد 22 8، 2020، من أنواع الخلايا الشمسية وطرق دمجها في المباني.

احمد احمد فكري، محمود محمود فكري، و نشوي يوسف عبد الحافظ. (2007). العلاقة التكاملية بين المباني

والخلايا الفوتوفولتية. هندسة البيئة. القاهرة: المؤتمر الدولي لجامعة عين شمس.

الهام ابراهيم عبد الرزاق، و اقدام سعيد عنفوص. (بلا تاريخ). استخدام الطاقة الشمسية في المباني. العراق:

وزارة الاعمار ولإسكان -الدائرة الفنية- قسم الدراسات.

حسن عياد خليفة. (6، 1994). الخلايا الشمسية. مجلة الطاقة والحياة.

رحاب حمدي النجار. (بلا تاريخ). دراسة إدماج البعد البيئي في الخطط الإنمائية للمناطق الصحراوية.

صباح ابو بكر بالخير. (2009). العلاقة بين مصادر الطاقة الطبيعية والبيئة المبنية. جنزور ، ليبيا: اكااديمية

الدراسات العليا.

عائشة عمار المنصوري. (9، 2005). ترشيد استهلاك الطاقة للمباني السكنية. الطاقة و الحياة.

فتحي محمد ابو قراض، فوزي عامر قشوط، مادي علي علي، محمد علي خلاط، و يونس بشير منصور. (3،

2003). دراسة ميدانية لتصنيف الاستهلاك الكهربائي بالقطاع المنزلي. مجلة الطاقة والحياة.

قسم المعلومات والتوثيق. (2016). النسبة المئوية لساعات سطوع الشمس لمدينة سبها لسنة 2012. طرابلس:

هيئة الارصاد الجوي.

محمد مخيمر عبد الجواد. (2004). المباني السكنية ذاتية الإمداد بالطاقة. القاهرة.

منصور علي قيلة. (بلا تاريخ). <https://zu.edu.ly/uploadfiles/file-1557932118394.pdf>. تاريخ

الاسترداد 22 8، 2020، من امكانية استخدام الطاقة الشمسية في ليبيا.

هبة الرحمن احمد، و جبريل لعيرج. (2009). دراسة وتحليل مشروع الطاقة الشمسية في ليبيا. مؤتمر اتحاد

المهندسين العرب-طرابلس . طرابلس: المركز القومي لبحوث الاسكان والبناء.

وليد عبد السلام فريوان. (2009). دراسة مادة الطين لإعادة استخدامها في بناء المدن الصحراوية. جنزور -

ليبيا: اكااديمية الدراسات العليا.

وليد عبد السلام فريوان. (2018). أسس تصميم الغلاف الخارجي للمباني السكنية لترشيد استهلاك الطاقة "

دراسة حالة لمنطقة سبها بليبيا ". المنيا، مصر: جامعة المنيا كلية الهندسة.

