



ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: <http://www.jtuh.tu.edu.iq>
JTUH
 مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية
 Journal of Tikrit University for Humanities

Prof. Dr. Ahmed Taha Shehab
Al-Jubouri

Nuha Turkey Hamad Al-Taay

* Corresponding author: E-mail :
nuhaturkygeo2019@gmail.com

Keywords:

In
fi
C
M
F

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 Mar. 2021

Accepted 12 Apr 2021

Available online 13 Oct 2021

E-mail

journal.of.tikrit.university.of.humanities@tu.edu.iq

E-mail : adxxxx@tu.edu.iq

Modeling the Solar Radiation in Baghdad Climate Station and Its Effect on the Production of Electrical Energy

ABSTRACT

The research is concerned with the study of applied climatic geography, which aims to understand and analyze solar radiation models in Baghdad climate station and its impact on the production of electrical energy because of its great impact on human life and the possibility of producing electric energy by environmentally friendly means that reduce the size of environmental pollution and contribute to providing electrical energy by adopting the expected scenario through models of actual short, moderate and long solar brightness with a standard deviation of the station amounted to (6.8) degrees. The values of total solar irradiance are calculated according to the actual brightness models for Baghdad Climate Station during the study period (1989-2018) with a low, moderate and high model for total solar radiation according to the display circle on which the station is located and the actual hours of solar brightness based on the law of total solar radiation calculation of the Food and Agriculture Organization Converting the year values of the total solar radiation models to the production of electrical energy using a monocrystalline pv silicon solar panel with an efficiency of 12.5% according to the standard specifications for the production of the panel from electrical energy.

© 2021 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: <http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.28.2021.6>

نمذجة الإشعاع الشمسي في محطة بغداد المناخية وأثره على إنتاج الطاقة الكهربائية

أ.د. احمد طه شهاب الجبوري / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية

نهى تركي حمد الطائي

الخلاصة:

اهتم البحث بدراسة الجغرافية المناخية التطبيقية التي تهدف في موضوعها لفهم نماذج الاشعاع الشمس وتحليلها في محطة بغداد المناخية واثره على انتاج الطاقة الكهربائية لما لها من مساس كبير بالحياة البشرية وامكانية انتاج طاقة كهربائية بوسائل صديقة للبيئة تقلل من حجم التلوث البيئي وتساهم بتوفير طاقة كهربائية باعتماد السيناريو المتوقع من خلال نماذج السطوع الشمسي الفعلي القصير والمعتدل والطويل بدرجة انحراف معياري للمحطة بلغت (٦.٨) درجة، واحتساب قيم الاشعاع الشمسي

الكلية حسب نماذج السطوع الفعلي لمحطة بغداد المناخية خلال مدة الدراسة (١٩٨٨-٢٠١٨) بنموذج منخفض ومعتدل وعالي للإشعاع الشمسي الكلية بحسب دائر العرض التي تقع عليها المحطة وساعات السطوع الشمسي الفعلي بالاعتماد على قانون احتساب الإشعاع الشمسي الكلية لمنظمة الاغذية والزراعة F.A.O، من ثم تحويل قيم سنوات نماذج الإشعاع الشمسي الكلية الى انتاج طاقة كهربائية باستخدام لوح شمسي سليكوني pv احادي البلورة بكفاءة ١٢.٥% حسب المواصفات القياسية لإنتاج اللوح من الطاقة الكهربائية.

المقدمة:

البحث مستل من رسالة الماجستير الموسومة "تغير الإشعاع الشمسي في محطتي بغداد والموصل المناخيتين واثره على انتاج الطاقة الكهربائية".

تعد الطاقة الشمسية من الطاقات المتجددة التي نحصل عليها بشكل تلقائي ودوري وهي تختلف عن الطاقات غير المتجددة التي تتواجد تحت سطح الارض ولا يتحقق اي فائدة منها الا بعد تدخل الانسان لاستخراجها منه، إن الطاقة الشمسية هي ضوء وحرارة منبعثان عن الشمس دعت الانسان لتسخيرها لخدمته منذ العصور القديمة باستخدام وسائل تكنولوجية تطورت عبر الزمن بزيادة حاجته للاستخدام بشكل اوسع واكثر كفاءة في سد احتياجاته لاستهلاكه اليومي من الطاقة الكهربائية تمثلت باستخدام تقنيات التوليد كألواح الخلايا الضوئية الجهدية الشمسية والتي تعد مساهمتها في الانتاج هي الحل الجذري لمشكلة انتاج الطاقة الكهربائية لتعويض النقص من الطاقة الكهربائية في الاستهلاك اليومي، حيث يبدأ انتاج طاقة الإشعاع الشمسي بالسطوع الشمسي منذ شروق الشمس على الكرة الأرضية لتكسبها مقدار هائل من الطاقة تقابل استهلاك الانسان حالياً بـ ٢٠ الف مرة من كافة مصادر الطاقة الاخرى حتى وقت الغروب، فالشمس هي الضابط الأساس للمناخ فهي تحدد شدة وكمية الإشعاع والتوزيع العام للحرارة فوق سطح الارض وإن أية منطقة على سطح الارض تحدد فيها شدة الإشعاع وكميته بالاعتماد على :

١- زاوية سقوط الإشعاع

٢- فترة الإشعاع او طول ساعات النهار

٣- صفاء السماء

وهذا يعتمد على دائرة العرض التي تقع عليها اية منطقة في العالم.

تعد الدراسات في الجغرافية المناخية بمجال انتاج الطاقة الكهربائية من اهم الدراسات التي تعمل على تحديد المناطق المخصصة لاستغلال الإشعاع الشمسي لإنتاجها، ذلك بموجب البيانات المسجلة في المحطة المناخية ودراسة الموقع والعوامل المؤثرة على الإشعاع الشمسي حيث تختلف قيم الإشعاع الشمسي فيها من فصل لآخر ومن شهر لآخر وتختلف خلال ساعات اليوم الواحد.

تعد دراسة تغير الاشعاع الشمسي في محطة بغداد المناخية واثره على انتاج الطاقة الكهربائية هو للتعرف على التغير الحاصل خلال المدة (١٩٨٨-٢٠١٨) لبيان امكانية التوجه باستغلال طاقة الاشعاع الشمسي في انتاج الطاقة الكهربائية ومطابقة مواصفات التقنيات المستخدمة من الألواح الشمسية لتحويله لطاقة الكهربائية لأغراض الاستهلاك اليومي كما وتساهم هذه التقنيات في تقليل اثار التلوث البيئي نتيجة توليد الطاقة الكهربائية من الوقود الاحفوري وتكاليف توفيره خدمة لتقدم وازدهار بلدنا في تشجيع استخدام التقنيات الصديقة للبيئة.

مشكلة الدراسة:

تحدد مشكلة الدراسة التي هي (هل يمكن انتاج طاقة كهربائية من سنوات الاشعاع الشمسي الكلي لنماذج السطوع الفعلي كتقدير نظري في محطة بغداد؟) لتكون هذه المشكلة اساس لتقصي الحقائق العلمية في امكانية استغلال طاقة الاشعاع الشمسي كبديل لتوليد الطاقة الكهربائية ترتبط طرديا بكفاءة الألواح الشمسية المنصوبة واعادها التي تغطي المساحة الارضية المهيئة لإنتاج الطاقة الكهربائية.

فرضية الدراسة:

يمكن صياغتها بالشكل التالي (امكانية استغلال طاقة الاشعاع الشمسي كطاقة بديلة في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن ظروف محطة بغداد المناخية من خلال قيم سنوات الاشعاع الشمسي الكلي لنماذج السطوع الشمسي الفعلي) حيث تتأثر كمية الطاقة الكهربائية المنتجة بكمية الاشعاع الشمسي الكلي الذي يتزامن طبيعيا مع السطوع الشمسي الفعلي للمحطة.

اهمية الدراسة:

اهتم البحث بدراسة وتحليل قيم سنوات الاشعاع الشمسي الكلي حسب نماذج السطوع الشمسي الفعلي في انتاج الطاقة الكهربائية لمحطة بغداد خلال مدة الدراسة (١٩٨٨-٢٠١٨) بنماذجه كما ان قلة الدراسات في جانب حقل الدراسات المناخية دعت الحاجة للبحث والتقصي العلمي في هذا المجال.

حدود منطقة الدراسة:

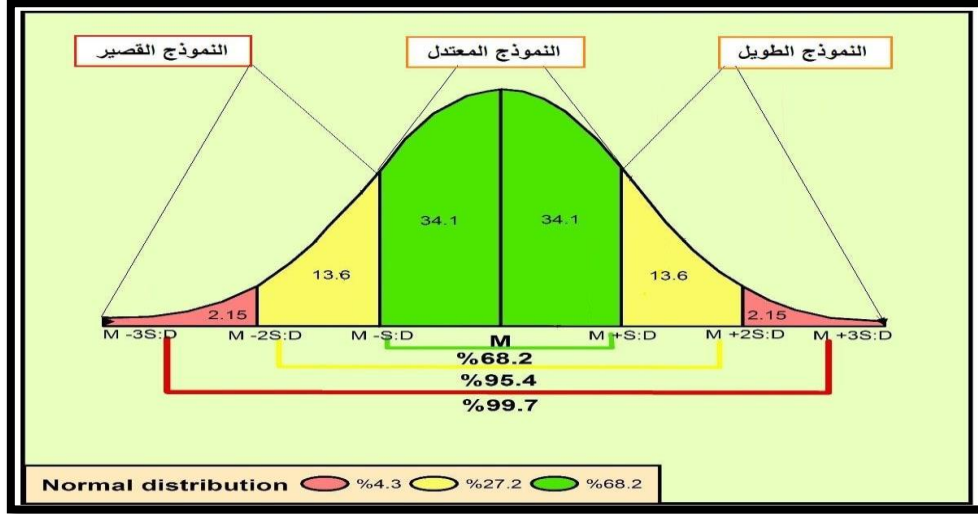
تمتد حدود منطقة الدراسة زمانيا للمدة (١٩٨٨-٢٠١٨) تمثلت بالبيانات المسجلة لعناصر المناخ لمحطة بغداد الواقعة احداثيا على خط طول (٤٤.٢٤°) شرقا ودائرة عرض (٣٣.١٨°) شمالا وعلى ارتفاع (٣١.٧)م عن مستوى سطح البحر.

اولا:التوزيع الطبيعي

يعد التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) هو تماثل بتوزيع قيمه حول معدلها ليأخذ شكل توزيع القيم التكرارات على المحور الافقي بالتماثل لطرفي التوزيع الأيمن والأيسر الذين تتوسطهما مركز القيم ممثلة التكرارات أو القيم الأكثر حدوثا لاحظ الشكل (١)، إن القيم أو التكرارات الموزعة طبيعيا تتناقص نحو الطرفين تدريجيا ابتعادا عن المعدل (اعلى من المعدل او اقل منه) تشكل نسب التوزيع الافقي (٦٨.٢٧%) من القيم ما بين (-١ الى +١) انحراف المعياري ونسبة (٩٥.٤٥%) تقع بين (-٢

الى (٢+) انحراف المعياري ونسبة (٩٩.٩٣%) تقع بين (٣+ الى ٣-) انحراف معياري، يوضح الشكل (١٣) تكرار القيم الموزعة على المحور الافقي.

الشكل (١) التوزيع الطبيعي Normal Distribution للبيانات المعلمية



المصدر/ بالاعتماد على: فتحي محمد ابو عيانة، مدخل الى التحليل الاحصائي في الجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، مصر، ١٩٨٧، ص ١١٥-١١٦.

ثانيا: نمذجة الاشعاع الشمسي

الأنموذج هو تمثيل عددي لنظام مناخي بتأثير خصائص تكوينه الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية وتفاعلاته معها وتحليل لخصائصه المعروفة والنموذج المناخي هو دراسة ومحاكاة المناخ تأتي مرحلة التوزيع الاحتمالي الطبيعي للبيانات ليتم فرزها وتصنيفها وفق العلاقات الرياضية ما بين المتوسط والانحراف المعياري عن طريق إخضاع البيانات للمراحل التالية^(١):

- ١- استخراج المتوسط لبيانات السطوع الشمسي الفعلي لمحطة الدراسة المناخية.
- ٢- استخراج الانحراف المعياري لبيانات السطوع الشمسي الفعلي.
- ٣- تصنيف البيانات المناخية الى ثلاث نماذج مناخية لعنصر السطوع الشمسي الفعلي (القصير والمعتدل والطويل).

من الضروري الفصل بين السطوع الشمسي النظري والفعلي لأهمية ذلك في تحديد كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض^(٢)، تم الاعتماد في نمذجة عنصر السطوع الشمسي الفعلي على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية بأنحراف معياري مقداره (٦.٨) درجة بثلاث نماذج (القصير والمعتدل والطويل) على اساس سنوات كل نموذج تم تحديد قيم الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب من خلال اعتماد معادلات منظمة الاغذية والزراعة F.A.O الاتية^(٣):

$$R_s = \left(as + bs \frac{n}{N} \right) R_a$$

حيث ان: R_s = قيم الاشعاع الشمسي الكلي ($\text{MJm}^{-2}.\text{day}^{-1}$) ، n = ساعات السطوع الفعلي ، N = ساعات السطوع النظري ، as = قيمة ثابتة مقدارها (٠.٢٥) ، bs = قيمة ثابتة مقدارها (٠.٥٠) ، Ra قيم الاشعاع الشمسي الخارجي الواصل الى سطح الغلاف الجوي وهي مقاسة بوحدة $\text{MJm}^{-2}.\text{day}^{-1}$ (١) وقد استخرجت النتائج بواسطة المعادلة الاتية :

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)]$$

حيث ان: π = النسبة الثابتة ($7/22$ أو 3.14) ، G_{sc} = الثابت الشمسي ($\text{MJm}^{-2}.\text{day}^{-1}$) (٠.٠٨٢٠) ، d_r = معامل تصحيح المسافة بين الارض والشمس وقد تم استخراجها من المعادلة الاتية:

$$d_r = 1 + 0.33 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right)$$

حيث ان: J = ترتيب اليوم من السنة ، ω_s = قيم الاشعاع الشمسي عند الغروب وقد تم استخراجها من المعادلة الاتية:

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\varphi) \tan(\delta)]$$

حيث ان: $\arccos$ = مقدار الزاوية ، φ = دائرة العرض ، δ = زاوية الميل وقد تم استخراجها من المعادلة الاتية:

$$\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1.39\right)$$

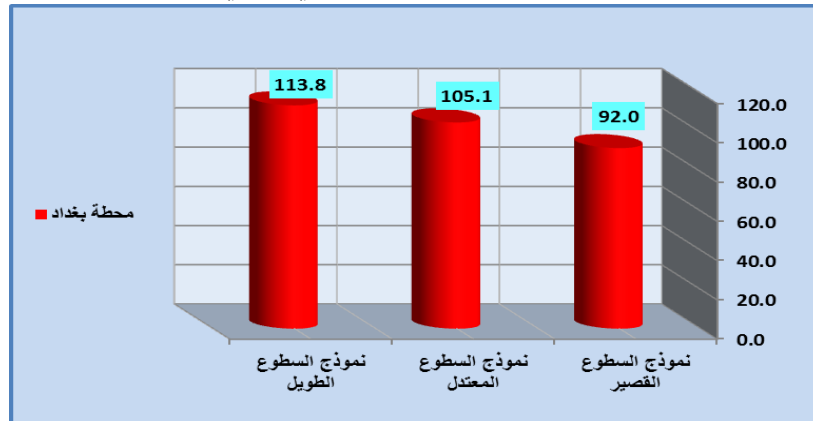
من خلال النتائج المثبتة في الجدول (١) والمخطط (٢) لعملية نمذجة السطوع الشمسي الفعلي لمحطة بغداد المناخية تبين ان المعدل العام لساعات السطوع الشمسي الفعلي لمحطة بغداد بلغ (١٠٤.٥) ساعة/يوم خلال مدة الدراسة (١٩٨٨-٢٠١٨).

الجدول (١) معدلات نماذج السطوع الشمسي الفعلي (ساعة/يوم) في محطة بغداد المناخية للمدة (١٩٨٨-٢٠١٨)

104.5			المعدل العام
6.8			درجة الانحراف المعياري
طويل	معتدل	قصير	النماذج
111.4	(بين النموذجين القصير والطويل)	97.69	حدود النموذج الاشهر
6.3	6.0	5.6	كانتون الثاني
7.6	7.3	5.8	شباط
8.0	7.8	6.6	اذار
9.7	8.6	7.5	نيسان
11.2	9.8	8.9	ايار
12.8	11.8	9.8	حزيران
12.5	11.6	9.9	تموز
12.0	11.5	10.1	اب
10.7	10.1	8.6	ايلول
9.3	7.9	7.3	تشرين الاول
7.8	6.8	6.4	تشرين الثاني
6.1	5.9	5.5	كانتون الاول
113.8	105.1	92.0	المجموع السنوي
4	23	4	التكرار
%12.9	%74.2	%12.9	النسبة %

المصدر/ بالاعتماد على نماذج السطوع الشمسي الفعلي لمحطة بغداد المناخية للمدة (١٩٨٨-٢٠١٨)

المخطط (٢) المجموع السنوي لنماذج السطوع الشمسي الفعلي لمحطة بغداد المناخية



المصدر/ بالاعتماد على مجاميع معدلات النماذج.

من خلال الجدول (١) اعلاه اتضح ان هناك تباين في قيم السطوع الشمسي الفعلي بين النماذج، حيث كان النموذج القصير (٩٢) ساعة/يوم، والنموذج السطوع الطويل بلغ (١١٣.٨) ساعة/يوم وكان الفرق بين النموذجين (٢١.٨) ساعة/يوم ، اما النموذج المعتدل قد بلغ (١٠٥.١) ساعة/يوم.

ثالثاً/ انتاج الطاقة الكهربائية

١- انتاج طاقة كهربائية من الطاقة الشمسية بطريقة التحويل المباشر:

هي طريقة تحويل الطاقة الشمسية المباشر الى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الفولتائية الضوئية (Photo Voltaic) التي يتولد فيها التيار الكهربائي نتيجة لامتصاص جزء من الاشعاع الشمسي المرتبط بالخلية الشمسية^(٤)، ويمكن ان تكون منظومة توليد الكهروضوئية المستقلة عن الشبكة (on-grid) او المتصلة بالشبكة (of-grid)، لاحظ الشكل (٦) يمثل كمنظومة مستقلة (of-graid) عن الشبكة والتي تتكون من^(٥):

١- الألواح الشمسية (Solar Panels)

٢- منظمات شحن (Charge Controllers)

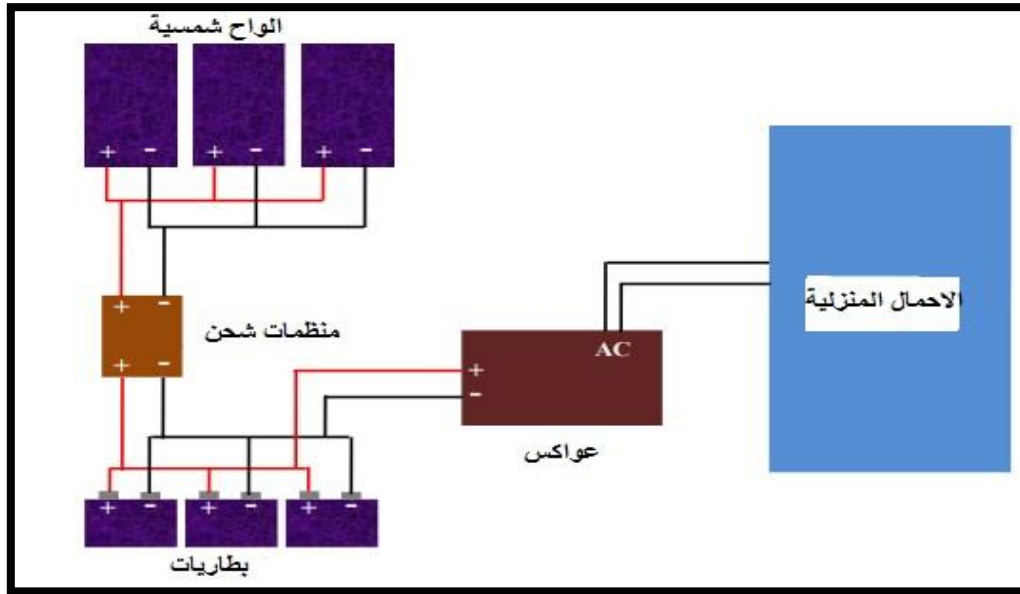
٣- البطاريات (Batteries)

٤- عواكس (Inverters)

٥- اسلاك توصيل وقواطع دورة وصناديق جمع وتوزيع وهيكل حديدي

وتعرف اللوح الشمسي (PV) بأنه مجموعة من الخلايا الكهروضوئية منظمة في لوح واحد موصلة بعضها ببعض بربط مشترك (التوالي والتوازي)، وان اسمها مشتق من الية عمل الخلية المرتبطة بتحويل ضوء الشمس الى كهرباء^(٦)، بصورة تيار مستمر (D.C)، الشكل (٢).

الشكل (٢) رسم تخطيطي لمنظومة الألواح المستقلة (of-grid)



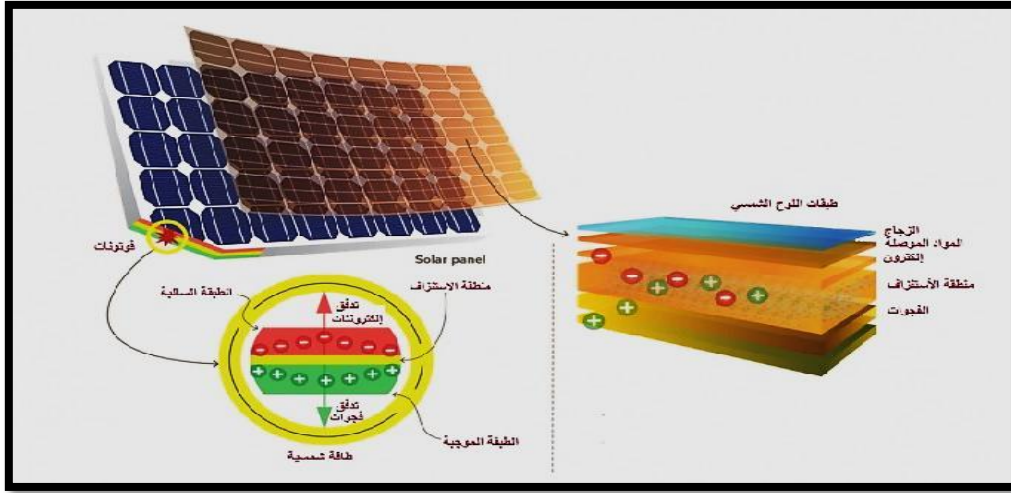
المصدر/ عمر عبد الستار عبد الرزاق، عبد الكريم عبد الله احمد، تصميم منظومة كهروضوئية لبيت عراقي افتراضي، دراسة موثقة، مركز بحوث الطاقة والبيئة، هيئة البحث والتطوير الصناعي، وزارة الصناعة والمعادن، ٢٠١٨، ص ٣.

تتكون الخلية من (مواد شبه موصلة للكهربائية) كالسيليكون بالدرجة الاولى التي يستفاد من خصائصها كأشباه موصلات* (Semi-Conductors)^(٧) في تحويل ضوء الشمس الى

فوتونات* (Photons) التي تمتصها هذه المواد ثم تحويلها الى طاقة كهربائية بصورة مباشرة بفعل التأثير الضوئي (PV Effect) الشكل (١٥). وتتفرد الخلايا الشمسية بخاصية عدم التلف بالرغم السلبات المأخوذة عليها بسبب تكاليفها العالية، الشكل (٣).

ان الخلايا الشمسية تعد من اهم التكنولوجيات الخاصة بتحويل الطاقة للحصول على طاقة كهربائية نظيفة، تتراوح نسبة كفاءة التحويل فيها ما بين (١٠-٢٠)% وبلغ انتاجها (١-٢) كيلوواط.ساعة/م^٢.يوم^(٨).

الشكل (٣) مكونات الخلية الشمسية وآلية امتصاصها للاشعاع الشمسي



المصدر / <https://www.voltiat.com/wp-content/uploads/2019/12/2-780x470.jpg>

٢- انواع الخلية الشمسية

هناك اجيال متعددة من الخلايا الشمسية بحسب المواد التي تم اعتمادها في تصنيع الخلية الشمسية وتطورها العلمي التقني عبر الزمن، فقد تم تصنيع الخلايا من مواد مختلفة واغلبها مواد نادرة الوجود او انها ذات خواص سمية او ملوثة للبيئة او ذات تصنيع معقد وبتكاليف عالية، وتعددت ايضا الشركات التصنيعية للخلايا الشمسية، ولا زال الاكثر شيوعا هو استعمال الخلايا السليكونية في توليد الطاقة الكهربائية لوفرة تواجد مادة السليكون في الطبيعة وامكانيات تصنيعه بمختلف الكلف وكفاءات التوليد، كما انها من الخلايا الصديقة للبيئة لهذا ستتطرق الباحثة الى توضيح الخلايا السليكونية على النحو الاتي:

أ. **الخلية الشمسية الاحادية البلورة (Monocrystalline Silicon)** / هي خلية مصنوعة من السليكون احادي البلورة ذات اتجاه واحد عالي النقاوة^(٩)، بأبعاد مختلفة (عادة بين ٤-١٢سم) واعلى كفاءة يمكن ان تصلها الخلية الاحادية البلورة^(١٠) هي ٢٤.٧% وتكون اعلى كلفة من انواع الخلايا الشمسية السليكونية الاخرى بسبب تكلفة تصنيعها العالية.

ب. **الخلية الشمسية متعددة البلورة (Polycrystalline Silicon)** / وهي الخلية التي تكون فيها ذرات السليكون باتجاهات مختلفة كفاءتها ١٥%، وتكون كلفتها اقل من الخلية الاحادية البلورة^(١١).

ج. الخلية الشمسية عشوائية التبلور (Amorphous Silicon Cells) وهي خلية مصنوعة من مادة السليكون عشوائي التبلور كفاءتها ٧% تمتاز برخص تكاليفها عن النوعين السابقين لسهولة التصنيع^(١٢). تتحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية في الخلية الشمسية من خلال مفرق pn في الخلية الشمسية حيث تتولد فيه حاملات الشحنة بعد امتصاص الفوتونات الضوئية ويتم فصلها بواسطة جهد البناء الداخلي للمفرق. ان التيار الكلي المار في الخلية الشمسية عند سقوط الضوء عليها يتكون من التيار الضوئي وتيار الظلام عند حد الإشباع ويحتسب حسب قانون الانتشار لشوكلي بموجب المعادلة الآتية:

$$I_T = I_{ph} - I_s \left[\exp \left\{ \frac{q(V+r_s I)}{nKT_C} - 1 \right\} \right] - \frac{V+r_s I}{r_{sh}} \quad (١٣)$$

حيث إن:

I_T = التيار الكلي المتولد، I_{ph} = التيار الضوئي المتولد، q^* = شحنة الإلكترون، k^* = ثابت بولتزمان، T_C = درجة حرارة التشغيل للخلية الشمسية بوحدة كلفن، n = عامل مثالي، V = الفولتية، r_s = مقاومة التوالي للخلية، r_{sh} = مقاومة التوازي للخلية.

ويمكن حساب التيار الضوئي من المعادلة التجريبية الآتية:

$$I_{PH} = [I_{SC} + K_1(T_C - T_{Ref})] \lambda \quad (14)$$

حيث إن:

I_{sc} = قيمة تيار الدائرة القصير للخلية الشمسية عند درجة حرارة ٢٥م، K_1 = المعامل الحراري عند تيار الدائرة القصير للخلية الشمسية، T_{Ref} = درجة الحرارة المرجعية، λ = التعرض الشمسي اما تيار الظلام عند حد الإشباع فيحسب من المعادلة الآتية:

$$I_s = I_{rs} (T_C/T_{Ref})^3 \exp[qE_G(1/T_C)/kn] \quad (15)$$

حيث إن:

I_s = تيار الظلام عند حد الإشباع للخلية الشمسية، I_{rs} = تيار الإشباع العكسي عند درجة حرارة المرجعية للخلية الشمسية، $\exp$ = دالة اسية، E_G = فجوة الطاقة.

يرتبط التيار الضوئي الكلي في الخلية الشمسية مع الاشعاع الشمسي بالعلاقة الآتية:

$$I_{L(T1)} = G^* I_{SC(T1,nom)} G_{nom} \quad (16)$$

حيث إن:

$I_{L(T1)}$ = التيار الكلي المتولد ضوئياً بدرجة الحرارة الاولى، G = الفيض الشمسي أو الطاقة الشمسية، $(T_1 \text{ nom})$ = درجة الحرارة الاعتيادية، $G(\text{nom})$ = الطاقة الشمسية الاعتيادية. اما العلاقة بين تيار الظلام عند حد الاشعاع في الخلية الشمسية ودرجة الحرارة فهي:

$$I_o = I_{o(T1)} * \left(\frac{T}{T_1} \right)^{\frac{3}{n}} * \frac{e^{-qvg}}{nk * (\frac{1}{T} - 1/T_1)} \quad (17)$$

وكذلك العلاقة بين تيار الظلام عند حد الاشعاع وتيار الدائرة القصير وفولتية الدائرة المفتوحة هي:

$$I_o(T_1) = \frac{I_{sc}(T_1)}{e^{qV_{oc}(T_1)/nkT-1}} \quad (18)$$

حيث إن:

I_o = درجة الحرارة الاعتيادية، $I_{o(T1)}$ = درجة الحرارة في الحالة الاولى، T = درجة الحرارة، $I_{sc(T1)}$ = تيار الدائرة القصيرة للخلايا الشمسية في درجة الحرارة الاولى، V_{oc} = فولتية الدائرة المفتوحة. أما في حالة الربط المشترك للخلايا الشمسية (ربط التوازي وربط التوالي)، فإن التيار الكلي للمنظومة يحسب كما يأتي:

$$I_T = N_p I_{ph} - N_p I_s \left[\exp\left(\frac{V/N_s + I R_s / N_p}{k T e n}\right) - 1 \right] - \frac{N_p V}{(N_s + I R_s)} / r_{sh} \quad (19)$$

حيث إن:

I_T = التيار الكلي المتولد، N_p = عدد خلايا الربط المتوازي، I_s = تيار الإشباع للخلية الشمسية، V = الفولتية، N_s = عدد خلايا الربط المتوالي، $I R_s$ = حاصل ضرب التيار في المقاومة عند الإشباع، r_{sh} = مقاومة التوازي.

٣- انتاج الطاقة الكهربائية حسب نماذج الاشعاع الشمسي في محطة بغداد المناخية

تم اعتماد انتاج الطاقة الكهربائية بأستخدام اللوح الشمسي (PV) سيليكوني احادي البلورة (Monocrystalline) من انتاج شركة المنصور العامة التابعة لوزارة الصناعة والمعادن العراقية، ضمن الظروف القياسية للفحص لانتاج (١٠٠٠) واط/م^٢، وهو قياس حسابي معتمد على قيم سنوات نماذج الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب لمحطة بغداد المناخية من كفاءة اللوح الشمسي البالغة ١٢.٥ %، ومن خلال الجدول (٢) الذي يوضح المواصفات القياسية للوح الشمسي STC-Standard Testing (Condition) والشكل (٤) الذي يوضح فيه شكل اللوح.

الشكل (٤) اللوح الشمسي (Monocrystalline) PV بكفاءة (١٢ %)



المصدر/ بناية مركز بحوث الطاقات المتجددة والبيئة/ هيئة البحث والتطوير الصناعي / وزارة الصناعة

والمعادن

الجدول (٢) المواصفات القياسية للوح شمسي بكفاءة (١٢.٥%) ضمن ظروف الفحص القياسية STC

المواصفة القياسية (STC)	القيمة
مساحة اللوح	2 m ²
الكفاءة	12.5%
عدد الخلايا	96
نوع الخلية	احادية التبلور (Monocrystalline)
القدرة العظمى (Pm)	250W
تيار دائرة القصر (Isc)	A٨
جهد الدائرة المفتوحة (Voc)	V٤٣
التيار الاعظم المقابل للقدرة العظمى (Im)	7.5A
الجهد الاعظم المقابل للقدرة العظمى (Vm)	36V

المصدر/ بالاعتماد على مركز بحوث الطاقات المتجددة والبيئة/ هيئة البحث والتطوير الصناعي / وزارة الصناعة والمعادن

الشكل (٥) المنظومة الكهروضوئية لانتاج الطاقة الكهربائية من الألواح الشمسية المتصلة بالشبكة الوطنية



المصدر/ بناية مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة/ هيئة البحث والتطوير الصناعي/ وزارة الصناعة والمعادن.

اتضح مسبقا مخطط منظومة التوليد المستقلة (of-grid)، وفي الشكل (٥) يوضح المنظومة الكهروضوئية بنظام المتصل (on-grid) تعمل على انتاج الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي خلال فترة السطوع الى وقت الزوال وغروب الشمس، تعتبر بنظام عملها كمنظومة متصلة بالشبكة الوطنية (on-grid) الحل المثالي في توفير الطاقة الكهربائية اثناء النهار ودعم شبكة الكهرباء الوطنية بالانتاج الفائض من الطاقة الكهربائية، كما انها تساهم في تقليل انبعاث الملوثات الناتجة لتوليد الطاقة الكهربائية من الوقود الاحفوري وخصوصا انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكربون CO₂ كونها طاقة نظيفة ويمكن استخدامها بشكل واسع خصوصا في الدوائر الحكومية فهي تعمل بنظامها المتصل على خفض تكاليف شراء البطاريات، وتقليل خسائر تحويل الجهد الكهربائي من DC الى AC لايزيد عن (٣%)، كما لها الاثر في التقليل من قيمة فاتورة الكهرباء.

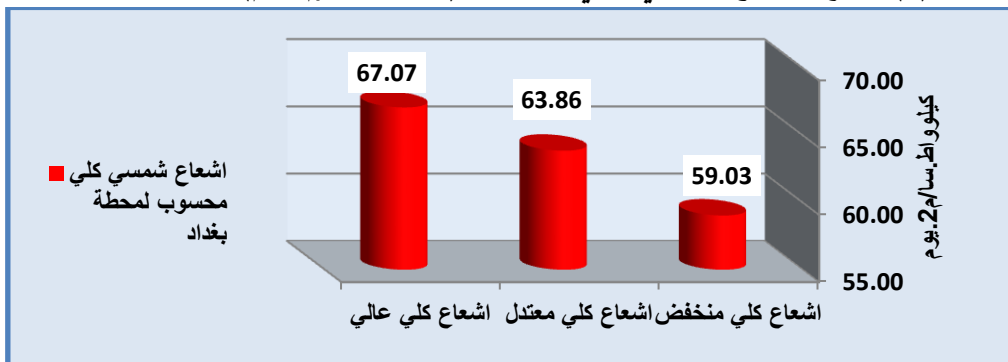
يمكن الان اجراء نمذجة لسنوات نماذج السطوع الشمسي الفعلي لانتاج الطاقة الكهربائية وبيان كمية ماينتج منها من خلال اختيار واحد الانوع الاكثر شيوعا في التطبيقات الشمسية من الألواح السليكونية هو لوح شمسي احادي البلورة كفاءة (١٢.٥%) حسب ظروف الفحص القياسية (STC-Standard Testing Condition) بتسليط كمية الاشعاع المحسوب الذي تم التوصل اليه سابقا، حيث ان المعدل العام لقيم الطاقة الكهربائية الناتجة من اللوح لمحطة بغداد المناخية كان بمقدار (٧.٩٥٦) كيلو واط.سا/م^٢.يوم، ليندرج بثلاث نماذج (المنخفض والمعتدل والعالي)، الجدول (٣) ومخطط معدلات النماذج (٢) و(٣) والمخطط الشهري للنماذج (٤) و(٥).

الجدول (٣) انتاج الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي الكلي (كيلوواط.سا/م^٢.يوم) حسب نماذج السطوع الشمسي الفعلي لمحطة بغداد المناخية للمدة (١٩٨٨-٢٠١٨)

المحطة			الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب لنماذج السطوع الشمسي الفعلي			انتاج الطاقة الكهربائية من سنوات الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب
المعدل العام			٦٣.٦٥			٧.٩٥٦
الاشهر النماذج	منخفض	معتدل	عالي	منخفض	معتدل	عالي
كانون الثاني	2.93	3.03	3.09	0.366	0.379	0.387
شباط	3.54	4.03	4.11	0.442	0.503	0.514
اذار	4.51	4.95	5.03	0.564	0.619	0.629
نيسان	5.52	5.94	6.37	0.690	0.742	0.796
ايار	6.43	6.77	7.34	0.804	0.846	0.918
حزيران	6.86	7.67	8.09	0.857	0.959	1.012
تموز	6.83	7.56	7.91	0.854	0.945	0.989
اب	6.65	7.21	7.41	0.831	0.901	0.926
ايلول	5.50	6.04	6.27	0.687	0.755	0.784
تشرين الاول	4.26	4.45	4.91	0.532	0.556	0.613
تشرين الثاني	3.29	3.40	3.68	0.411	0.425	0.461
كانون الاول	2.72	2.81	2.85	0.339	0.351	0.357
المجموع السنوي	59.03	63.86	67.07	7.379	7.982	8.384

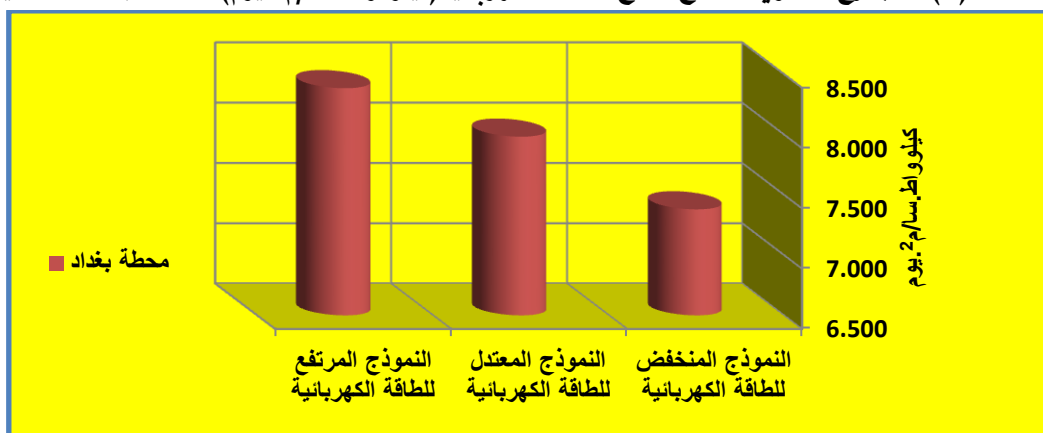
المصدر/ بالاعتماد على نماذج سنوات الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب و انتاج الطاقة الكهربائية.

المخطط (٢) نماذج الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب (كيلو واط.سا/م^٢.يوم) لمحطة بغداد المناخية



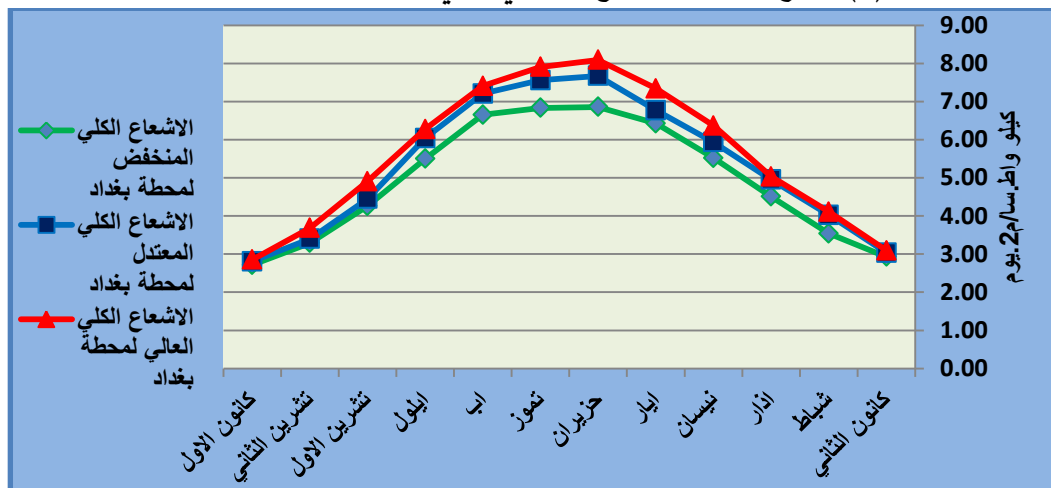
المصدر/ بالاعتماد على جدول (٢)

المخطط (٣) المجموع السنوي لنماذج انتاج الطاقة الكهربائية (كيلو واط.سا/م^٢.يوم) لمحطة بغداد المناخية



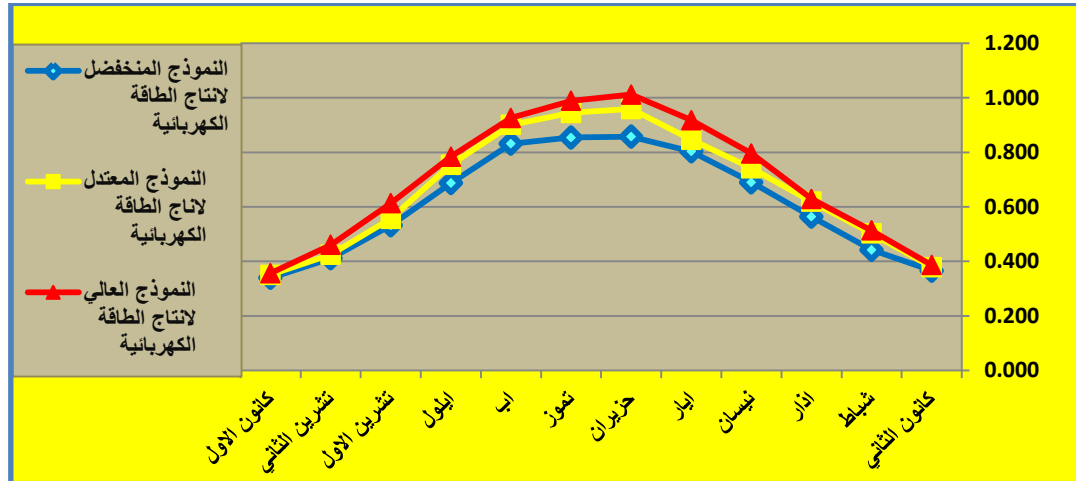
المصدر/ بالاعتماد على الجدول (٣).

المخطط (٤) نماذج لسنوات الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب لمحطة بغداد المناخية



المصدر/ بالاعتماد على الجدول (٣).

المخطط (٥) المعدلات الشهرية لنماذج انتاج الطاقة الكهربائية (كيلو واط.سا/م^٢.يوم) لمحطة بغداد المناخية



المصدر/ بالاعتماد على الجدول (٣).

١ - انتاج طاقة الكهربائية من طاقة الاشعاع الكلي المحسوب لنموذج السطوع الشمسي الفعلي القصير:

من خلال الجدول (٣) تبين ان سنوات النموذج المنخفض لانتاج الطاقة الكهربائية في محطة بغداد خلال مدة الدراسة بحسب نموذج السطوع الشمسي الفعلي القصير البالغ (٩٢) ساعة/يوم، حيث سجلت فيها محطة بغداد المناخية اقل مجموع سنوي لانتاج الطاقة الكهربائية للنموذج القصير للسطوع الشمسي الفعلي بمقدار (7.379) كيلو واط.سا/م^٢.يوم المخطط (٣) متأثراً بقيمة معدل الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب البالغ (٥٩.٣) كيلو واط.سا/م^٢.يوم، المخططين (٢) و(٤)، ومن خلال المخطط (٥) يتبين ان معدلات انتاج الطاقة الكهربائية بدأت تأخذ بالارتفاع التدريجي مع الانقلابات الفصلية لتسجل المعدلات الشهرية في المحطة لسنوات النموذج القصير لتبدأ القيم بالارتفاع ابتداء من فصل الربيع لتكون قيمة معدل شهر اذار بمقدار (٠.٥٦٤) كيلوواط.سا/م^٢، لتأخذ بعدها بالارتفاع التدريجي اكثر في فصل الصيف لتسجل اعلى القيم في شهر حزيران بمعدل مقداره (٠.٤٥٧) كيلوواط.سا/م^٢، ثم تبدأ بالتراجع التدريجي لمعدلات القيم الشهرية لسنوات النموذج في فصل الخريف ليصل مقدار معدل شهر تشرين الاول (٠.٥٣٢) كيلوواط.سا/م^٢، تنخفض بعدها قيم معدلات الاشعاع الشمسي الكلي للنموذج في انتاجها للطاقة لكهربائية لتسجل ادنى معدلاتها في فصل الشتاء في شهر كانون الاول بمعدل مقداره (٠.٤١١) كيلوواط.سا/م^٢.

٢ - انتاج طاقة الكهربائية من طاقة الاشعاع الكلي المحسوب لنموذج السطوع الشمسي الفعلي المعتدل:

سجلت سنوات النموذج المعتدل لإنتاج الطاقة الكهربائية حسب ما تم تشبيته في الجدول (٣) لنموذج السطوع الشمسي الفعلي المعتدل البالغ (١٠٥.١) ساعة /يوم خلال مدة الدراسة، ليكون المجموع السنوي للنموذج لانتاج الطاقة الكهربائية بمقدار (٧.٩٨٢) كيلوواط.سا/م^٢، لاحظ المخطط (٣) لقيم معدل

الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب للنموذج المعتدل بمقدار (٦٣.٨٦) كيلوواط.ساعة/م^٢.يوم المخططين (٢) و(٤)، يتبين من خلال المخطط (٥) ان قيم انتاج الطاقة الكهربائية بدأت تأخذ بالارتفاع التدريجي في محطة بغداد ضمن المعدلات الشهرية ابتداء من فصل الربيع حيث سجل شهر اذار معدلا مقداره (0.619) كيلوواط.ساعة/م^٢، فتأخذ بعدها القيم بالارتفاع تدريجيا في فصل الصيف لتسجل اعلى القيم لمعدلات النموذج في شهر حزيران بمعدل (0.959) كيلوواط.ساعة/م^٢، تبدأ عند دخول فصل الخريف القيم بالتناقص تدريجيا لتصل في تشرين الاول (0.556) كيلوواط.ساعة/م^٢، ثم تنخفض اكثر في فصل الشتاء لتسجل ادنى قيم معدلات الاشعاع الشمسي الكلي انتاجها للطاقة الكهربائية في شهر كانون الاول للنموذج بمعدل (0.351) كيلوواط.ساعة/م^٢.

٣- انتاج طاقة الكهربائية من طاقة الاشعاع الكلي المحسوب لنماذج السطوع الشمسي الفعلي الطويل:

من خلال الجدول (٣) تبين أن نموذج السطوع الطويل البالغ (١١٣.٨) ساعة/يوم أعلى قيم سجلتها محطة بغداد في قيم سنوات نموذج انتاج الطاقة الكهربائية من قيم الاشعاع الكلي المحسوب خلال مدة الدراسة، حيث سجلت المحطة اعلى قيم للإنتاج الكهربائي للنموذج المرتفع بمقدار (٨.٣٨٤) كيلوواط.ساعة/م^٢، لاحظ المخطط (٣)، الناتج عن قيم سنوات نموذج الشعاع الشمسي الكلي المحسوب العالي البالغ (٦٧.٧) كيلوواط.ساعة/م^٢.يوم لاحظ المخططين (٢) و(٤) يمثل اعلى قيم سجلتها المحطة خلال مدة الدراسة فمن خلال المخطط (٥) تظهر ذروة ارتفاع معدلات قيم انتاج الطاقة الكهربائية لنموذج السطوع الطويل في فصل الصيف في شهر حزيران بمعدل مقداره (١.٠١٢) كيلوواط.ساعة/م^٢، فتأخذ معدلات القيم بالتراجع التدريجي في فصل الخريف فيسجل شهر تشرين الاول معدلا بمقدار (٠.٦١٣) كيلوواط.ساعة/م^٢، ثم تأخذ المعدلات بالانخفاض تدريجيا عند دخول فصل الشتاء لتصل ادنى قيمها في النموذج في شهر كانون الاول بمعدل مقداره (٠.٣٥٧) كيلوواط.ساعة/م^٢، لتعاود مجددا معدلات القيم بالارتفاع التدريجي في فصل الربيع ليسجل شهر اذار معدل مقداره (٠.٦٢٩) كيلوواط.ساعة/م^٢.

الاستنتاجات:

١- توصلت الدراسة الى نمذجة السطوع الشمسي الفعلي لمحطة بغداد كمؤثر فعال في قيم الاشعاع الشمسي الكلي المحسوب للمحطة وانتاجها للطاقة للكهربائية بانحراف معياري بلغ (٦.٨) درجة للمعدل العام في المحطة لمدة الدراسة (١٩٨٨-٢٠١٨) بلغ (104.5) ساعة/يوم على ثلاث نماذج (قصير السطوع ومعتدل السطوع، وطويل السطوع).

٢- توصلت الدراسة الى حساب قيم الاشعاع الشمسي الكلي في محطتي الدراسة بمعدل عام بلغ (٦٣.٦٥) كيلو.واط.ساعة/م^٢.يوم اجمالي لمدة الدراسة اذ سجلت اعلى القيم لسنوات النماذج في فصل الصيف (حزيران، تموز، اب) وادنى قيمها في فصل الشتاء (كانون الاول، كانون الثاني، شباط) بتأثير ساعات السطوع الشمسي الفعلي وزاوية سقوط الاشعاع الشمسي.

- ٣- من خلال قيم انتاج الطاقة الكهربائية من طاقة الاشعاع الكلي المحسوب لنماذج السطوع الفعلي في محطة بغداد تبين ان قيم سنوات الانتاج الكهربائي للنموذجين المنخفض والعالي كانت على التوالي (٧.٣٧٩، ٨.٣٨٤) كيلو واط.سا/م^٢. يوم ليكون الفرق بين النموذجين (١.٠٠٥) كيلو واط.سا/م^٢. يوم متأثراً بقيم الاشعاع الشمسي الكلي وقيم السطوع الشمسي الفعلي في المحطة.
- ٤- تبين ان الاشعاع الشمسي في محطة بغداد ملائم جداً في انتاج الطاقة الكهربائية سواء كان للسنوات ذات الاشعاع المنخفض او الاشعاع المعتدل او المرتفع بالرغم من ان الاشعاع المنخفض هو الاقل انتاجاً للطاقة الكهربائية.

التوصيات:

- ١- تشجيع العمل البحثي في مجالات الطاقة الشمسية كطاقة بديلة.
- ٢- استغلال المساحات المتروكة لنصب منظومات خاصة لاستثمار طاقة الاشعاع الشمسي في انتاج الطاقة الكهربائية.
- ٣- تطوير الملاكات العاملة في الجانب الجغرافي وتفعيل دورها ومشاركتها للعلوم الاخرى كلاً حسب اختصاصه للسعي على استثمار طاقة الاشعاع الشمسي.
- ٤- توجيه المختصين بالاستفادة من نتائج الدراسات السابقة وتطويرها مع الدراسات الحالية للتوصل الى وضع خطط مستقبلية تدعم ترشيد استخدام الطاقة الكهربائية من الوقود الاحفوري واعتماد التوازن مع انتاجها من الطاقة البديلة للتقليل من حجم الملوثات الجوية وتفاقم مشكلة ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ٥- دعم حكومي للنشاطات الصغيرة في نصب منظومات التوليد للطاقة الكهربائية بنظام المتصل (on-grid) في دوائر الدولة لمساهمة بتقليل الطلب على استهلاك الطاقة الكهربائية من الشبكة وتحويل الفائض من انتاج الكهرباء عبر المنظومة الكهروضوئية الى الشبكة الوطنية مما يعود بالوفرة من الطاقة للمستهلك.

(١) احمد طه شهاب الجبوري، عمر ابراهيم حسين، المطر الفعال حسب النماذج المناخية المركبة في محطتي السليمانية والخالص، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد ٢٦، العدد ١٢، ص ٢٨٦.

(٢) أحمد طه شهاب الجبوري وآخرون، مؤشرات التغير المناخي واثرها على الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء في محافظتي بغداد وبابل للمدة نت (١٩٨١-٢٠١٣)، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد ٢٣، العدد ١، كانون الثاني، ٢٠١٦، ص ٢٨٩-٢٩٠.

(٣) Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith, Crop Evapotranspiration, F.A.O. Irrigation and Drainage paper, No.56, Rome, 1998, p. 46-50.

(٤) محمد رأفت اسماعيل، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق للطباعة والنشر، ط٢، القاهرة، ١٩٨٨، ص ٥٨.

(٥) عمر عبد الستار عبد الرزاق، عبد الكريم عبد الله احمد، تصميم منظومة كهروضوئية لبيت عراقي افتراضي، دراسة موثقة، مركز بحوث الطاقة والبيئة، المجلد السنوي هيئة البحث والتطوير الصناعي، وزارة الصناعة والمعادن، ٢٠١٨، ص ٢.

(٦) ميسون طه محمود السعدي، مناخ العراق واستعمالاته المستقبلية واثره في تحديد الاقاليم الكفوة لانتاج مصادر الطاقة المتجددة، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية تربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠١٢، ص ٢١٢.

(٧) مارتن أ. كرين، الخلايا الشمسية، ترجمة يوسف مولود حسن، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٩، ص ٩.

(٨) عبد العزيز حبيب العبادي، الطاقة الشمسية في العراق، دراسة في جغرافية الطاقة، مصدر سابق، ص ٥٣.

(٩) محمد رأفت اسماعيل، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، مصدر سابق، ص ٦٨-٦٩.

(10) Mikio Taguchi, Ayumu Yano, Satoshi Tohoda, Kenta Matsuyama, IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, 24.7% Record Efficiency HIT Solar Cell on Thin Silicon Wafer, VOL.4, NO.1 JANUARY 2014, P96.

(11) A.F.B. Braga, S.P. Moreira, P.R. Zampieri, J.M.G. Bacchin, P.R. Mei, Science Direct, Solar Energy Materials and Solar Cells 92(2008)418-424, New Processes for the production of solar-grade polycrystalline silicon, p418.

(12) A.E. Dixon, Photovoltaic Energy Conversion: Theory, Present And Future Solar Cells, Department of physics, University of Waterloo, Waterloom Ontario N2L 3G1, Canada, 1981, P.258.

(13) Huan- Liang Tsai, Ci- siang Tu, and Yi-Jie Su, Development of Generalized photovoltaic Model using matlab/ simulink, san Francisco, U.S.A, 2008, p.7.

$$(*) q = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$(**) k = (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$$

(14) Huan- Liang Tsai, Ci- siang Tu, and Yi-Jie Su, Development of Generalized photovoltaic Model using matlab/ simulink, san Francisco, U.S.A, 2008, p.7.

(15) Huan- Liang Tsai, Ci- siang Tu, and Yi-Jie Su, Development of Generalized photovoltaic Model using matlab/ simulink, san Francisco, U.S.A, 2008, p.8

(16) Geof Walker, Evaluting MPPT converter Topologies using a matlab PV.Model, department of computer science and electronic engineering, university of queen sland, Australia, 2009, p.10.

(17) Opcit, p.10.

⁽¹⁸⁾ Opcit, p.10

⁽¹⁹⁾ Huan- Liang Tsai, ,op cit ,p.5.

Sources:

- (1) A.E. Dixon, Photovoltaic Energy Conversion (Theoretical, Current and Future Solar Cells), Department of Physics, University of Waterloo, Waterlon, Ontario N2L 3G1, Canada, 1981.
- (2) A.F.B. Braga, S.P. Moreia, P.R. Zampieri, J.M.G. Bacchin, P.R. Mei, Science Direct, Public Relations, Direct Sciences, Solar Energy Materials and Solar Cells, New Processes for Solar Grade Polycrystalline Silicon Production, New Processes for Solar Grade Polycrystalline Silicon Production, Issue (9), (2008)..
- (3) Geof Walker, Evaluting MPPT converter Topologies using a matlab PV. Model, department of computer science and electronic engineering, university of queen sland, Australia,,2009.
- (4) Huan- Liang Tsai, Ci- siang Tu, and Yi-Jie Su, Development of Generalized photovoltaic Model using matlab/ simulink, san Francisco, U.S.A, 2008.
- (5) Mikio Taguchi, Ayumu Yano, Satoshi Tohoda, Kenta Matsuyama, IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, 24.7% Record Efficiency HIT Solar Cell on Thin Silicon Wafer, VOL.4, NO.1 JANUARY 2014.
- (6) Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith, Crop Evapotranspiration, F.A.O. Irrigation and Drainage paper, No.56, Rome, 1998.