Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul

The Effect Of Temperature On The Electrical Production Efficiency Of Solar Panels In Baghdad, Al-Jadriya Area.

Nuha Turky Hamad [1] **Ahmed Abdul ghafoor Kattab omar** [2]

Tikrit University / College of Education for Human Science / Tikrit , Iraq [1]

Tikrit University / College of Arts-Department / Geography and GIS / Tikrit , Iraq [2]

Article information

Received : 15/12/2024

Accepted: 15/2/2025

Published 10/7/2025

Keywords

Temperature, Thermal Gain, Thermal Excess, Solar Radiation, Electrical Conversion Efficiency.

Correspondence:

Nuha Turky Hamad

nuhaturkygeo2019@gmail.com

Abstract

Solar energy is considered a promising option for generating electrical power, which has led to studies on the factors that reduce the efficiency of electrical production from clean energy. This research aims to study the effect of temperature on the electrical production efficiency of solar panels in Baghdad - Al-Jadriya, through field testing and measurements at the study site during 2024. The study used a monocrystalline solar panel (Crystalline-Mono) with 12.5% efficiency, along with an efficiency measurement device and a solar panel characteristic tester (SPI-ARRAY TESTER 5000), a solar radiation measurement device (Solar Power Meter), and a temperature measurement device (Channel Temperature Meter-4).

The field study revealed that increased temperature causes a loss in the maximum electrical conversion capacity, affected by the maximum voltage value, which decreases due to the thermal coefficient change of 0.45 per degree Celsius above 25°C and solar radiation of 1000 W/m² within the standard specifications of the solar panel. The highest efficiency for maximum electrical conversion of the solar panel was recorded in March, with solar radiation of 990 W/m², a panel temperature of 23.5°C, and a maximum

electrical power of 237.5 W. In July, the highest solar radiation value during the summer was recorded at 856 W/m², with a panel temperature of 62°C, and the maximum electrical conversion efficiency was 188.68 W, which is lower than in March due to the impact of increased panel temperature, resulting in a loss of 48.82 W

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تأثير درجة الحرارة على كفاءة الإنتاج الكهربائي للالواح الشمسية في مدينة بغداد موقع الجادرية

نهى تركي حمد [١] **احمد عبد الغفور خطاب عمر** [٢]

كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة تكريت / تكريت ، العراق [١]

كلية الاداب/ جامعة تكريت / تكريت ، العراق [٢]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : ٢٠٢٤/١٢/١٥

تاريخ القبول : ٢٠٢٥/٢/١٥

تاريخ النشر : ٢٠٢٥/٧/١٠

الكلمات المفتاحية :

درجة الحرارة، الاكتساب الحراري، الفائض الحراري، الإشعاع الشمسي، كفاءة قدرة التحويل الكهربائي.

معلومات الاتصال

نهى تركي حمد

nuhaturkygeo2019@gmail.com

الملخص

تعتبر الطاقة الشمسية خيارا واعدا لتوليد الطاقة الكهربائية، مما دعى لدراسة العوامل التي تقلل من كفاءة الإنتاج الكهربائي من الطاقة النظيفة، اذ يهدف البحث لدراسة تأثير درجة الحرارة على كفاءة الإنتاج الكهربائي للوح الشمسي في مدينة بغداد – الجادرية من خلال الفحص والقياس الحقلي في موقع الدراسة بالتطبيق العملي خلال عام ٢٠٢٤ باستخدام لوح شمسي أحادي البلورة (Mono-Crystalline) بكفاءة ١٢.٥٪ وجهاز قياس الكفاءة وفحص الخصائص الكهربائية للألواح الشمسية (SPI-ARRAY TESTER 5000) وجهاز قياس الإشعاع الشمسي (Solar Power Meter) وجهاز قياس درجة الحرارة(Channel Temperature Meter- ٤).

اظهرت الدراسة الحقلية ان ارتفاع درجة الحرارة يسبب فقدان في قيمة القدرة الكهربائية القصوى للتحويل الكهربائي متأثرة بقيمة الفولتية الكهربائية القصوى التي تنخفض بتأثير تغير المعامل الحراري البالغ (٠.٤٥ درجة) لكل درجة مئوية واحدة اعلى من (٢٥°م) واشعاع شمسي(١٠٠٠واط/م^{٢}) ضمن المواصفات اللوح الشمسي القياسية، كانت أعلى كفاءة قدرة قصوى للتحويل الكهربائي للوح الشمسي في شهر آذار بلغ الإشعاع الشمسي (٩٩٠ واط/م^{٢}) بدرجة حرارة لوح شمسي (٢٣.٥°م) وقيمة قدرة كهربائية قصوى (٢٣٧.٥ واط). وسجل شهر تموز أعلى قيمة للإشعاع الشمسي خلال فصل الصيف بلغت (٨٥٦ واط/م^{٢}) عند درجة حرارة لوح بلغت (٦٢°م) وكفاءة قدرة قصوى للتحويل الكهربائي بلغت (١٨٨.٦٨ واط)، وهي أدنى من قيمة شهر آذار بسبب تأثير ارتفاع درجة حرارة اللوح الشمسي، ليكون مقدار المفقود بـ(٤٨.٨٢ واط).

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة:

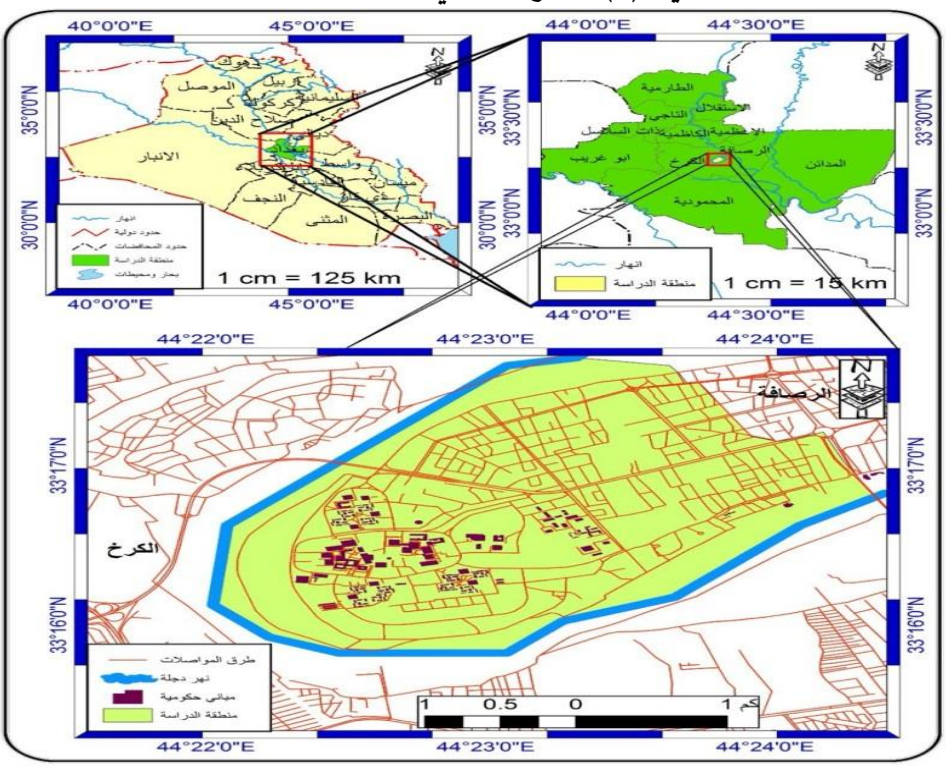
ان للطاقة المتجددة اهمية كبيرة في تعويض نقص الطاقة الناتجة عن الوقود الاحفوري كونها مصدر لاينضب وان الاشعة الصادرة عن الشمس بما تحمله من حرارة وضوء تعتبر مصدرا للطاقة النظيفة التي يمكن استغلالها للتقليل من التلوث البيئي الذي يعاني منه العالم اليوم، اذ يبلغ حجم مايصل الى سطح الارض بـ(١٧٤تيرا واط/ثا) ينعكس منها ٣٠٪ الى الفضاء ليتمكن الانسان من استغلال هذه الطاقة وتسخيرها لخدمته في مجالات متعددة رغم ان نجاح هذا الاستغلال اقترن بقوة الاشعاع الشمسي وجودة وكفاءة التقنية المستخدمة في استثمار طاقة الاشعاع الشمسي من توليد وانتاج للطاقة الكهربائية والحرارية التي ترتبط بملائمتها للغرض الذي استخدمت لاجله فضلا عن اهمية اختيار الموقع الملائم في استثمار الطاقة المتجددة، فالاستثمار للطاقة الشمسية كطاقة متجددة لاقت الكثير من المعوقات والمشاكل ارتبطت بالطبيعة كالعناصر والظواهر المناخية التي تعمل على تقليل كفاءة انتاج التقنيات من خلال حجب جزء من الاشعاع الشمسي الواصل الى اسطحها كالغبار والاتربة او من خلال ما يؤثر على الخصائص التصميمية للتقنيات كأرتفاع درجة الحرارة او تراكم الاملاح و تكون الصدأ على اسطحها (الدليمي، ٢٠١٨، الصفحات ٤٩-٥٠).

وتعتبر اللالواح الشمسية هي احد التقنيات لاستغلال الطاقة الشمسية، فهي تتكون من خلايا تعرف بالنبائط الكترونية تقوم بتحويل طاقة الاشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية بطريقة مباشرة عبر خلايا تسمى بالخلايا الفولتائية الضوئية (Photo Voltaic) (اسماعيل و الشكيل، ١٩٨٨، صفحة ٥٨)، وهي عبارة عن مكون يسمح بمرور التيار بأتجاه واحد يسمى(دايود- diode) يتكون من مواد شبه موصلة للكهربائية (Sime-Conductors) بمساحات كبيرة او صغيرة تتكون من وصلات سالبة وموجبة (p-n junctions) صُنعت بأضافة مواد شائبة (Doping) لبلوَرَة الموصل الكهربائي (كراوتر، ٢٠١١، صفحة ٥٩)، تتولد القدرة الكهربائي لهذه الخلايا من خلال حركة الالكترونات الحرة في المجال الكهربائي المتولد في منطقة المفرق (p-n) وتحويلها ضوء الشمس الممتص كفوتونات (Photons) لتوليد طاقة كهربائية بصورة مباشرة. اذ تتكون الخلية الشمسية داخليا من مواد اشباه موصلة (كالسيليكونSi او الجيرمانيومGe) تسمح بأمتصاص الاشعاع الشمسي(الفوتون) الساقط على الخلايا الفوتوفولتائية(Photo Voltaic) دون استخدام عوازل للسماح بتحرير الالكترونات للمواد المكونة لها من خلال عملية تساهمية بين الكترونات العناصر من(الفسفورP والبورون B) التي تسمح من خلال طبقات تكوينها بإضافة تلك العناصر الى السيليكون لإشابته في صناعة رقائق الخلية الشمسية وتوليدها الالكترونات الحرة التي تسري عبر الموصلات واستمرارية العملية طيلة فترة امتصاصها للاشعاع الشمسي (al., 2013, p. 670)، اذ يتم ترسيب الطبقات السليكونية على اسطح زجاجية او سيراميكية تسمح بسريان التيار الكهربائي والتي يتأثر ترسيبها بدرجة الحرارة التي تحدد سمك وكفاءة الطبقة السليكونية المترسبة على تلك الاسطح (C.S., Solanki; Bilyalov, R.R; Poortmans, J.; Nijsa, j;, 2022).

ومن خلال ذلك يمكن طرح التساؤول الأساسي هل تتأثر الالواح الشمسية بدرجة الحرارة؟ لتتدرج عنها تساؤولات متعددة هل تتأثر قيم الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح اللوح الشمسي بدرجة الحرارة؟ وهل هناك تأثير لدرجة الحرارة على كمية ما يمتصه اللوح من اشعاع شمسي وكمية ما ينتجه من طاقة كهربائية؟ وهل يمكن تحديد الفرق؟، بأفتراض ان هناك تأثيرا لدرجة الحرارة على كمية مايصل الى سطح اللوح الشمسي وكمية ما يمتصه التي تنعكس على كفاءة قدرته بالتحويل الكهربائي؛ هادفا الى التحقق من تأثير درجة الحرارة على رفع درجة حرارة اللوح الشمسي واختبار ذلك التأثير من خلال كفاءة قدرته للتحويل الكهربائي وتحديد الفرق من خلال نتائج الفحوصات الحقلية خلال مدة الدراسة وادراجها في جدول يبرز في نتائجه أهمية استغلال الطاقة الشمسية وبيان الظروف المؤثرة على كفاءة الاستغلال وجودة ما ينتج من طاقة كهربائية من الالواح الشمسية للعمل على تطوير الجانب التصنيعي بما يتلائم مع الظروف البيئية قدر الإمكان.

اذ امتدت الحدود الزمانية لمدة سنة من الدراسة الحقلية لعام ٢٠٢٤ كدراسة عملية تمثلت بالبيانات المسجلة حقليا لعنصر درجة الحرارة جويا مع قياس درجة حرارة اللوح الشمسي والاشعاع الشمسي الواصل افقيا على زاوية صفر درجة والزاوية (٤٥درجة) المثبت عليها اللوح الشمسي في منطقة الدراسة المحدد من موقع الجادرية في بغداد مركز بحوث الطاقات المتجددة والبيئة، عند منتصف النهار ومن خلال اختيار يوم فحص يكون ذو طقس صافي مشمس. وامتدت الحدود المكانية لموقع الدراسة لمدينة بغداد موقع الجادرية التي تقع على دائرتي عرض (ً٤٠`.١٧.٣٣°) و(ً٤٩`.١٥.٣٣°) شمالا، وخطي طول (ً٢٣`.٢٤.٤٤°) و(ً٠١`.٢٢.٤٤°) شرقا، وعلى ارتفاع (٣١.٧) م فوق مستوى سطح البحر، لاحظ الخريطة (١).

خريطة(١) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



مصدر الخريطة/ بالاعتماد على موقع الاحداثيات لمنطقة الدراسة من وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية لسنة٢٠١٥، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠.

قدم العديد من الباحثين في العالم بدراسات عديدة لتحديد وبيان العوامل التي تؤثر على كفاءة استغلال الاشعاع الشمسي والتقنيات التي تسهل هذا الاستغلال وكذلك بيان اهم المشكلات التي تواجه الإنتاج الكهربائي بواسطة هذه التقنيات بأختلاف المناخات وكان التأثير الحراري كبير جدا على كفاءة انتاج الالواح الشمسية من الطاقة الكهربائية.

-دراسة لـ الشاعر (الشاعر، ٢٠٠٩)، التي عرضت فيها علاقة الإشعاعين الشمسي والأرضي بدرجات الحرارة في العراق. وتوصلت من خلالها إلى حساب قيم الإشعاع الشمسي والأرضي في منطقة الدراسة، وأظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباط قوية بين قيم الإشعاعين الشمسي والأرضي ودرجة الحرارة في العراق، وأوضحت كذلك وجود علاقة ارتباط قوية بين الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي وبين زوايا سقوط الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي والنظري والظواهر الغبارية في منطقة الدراسة وتوصلت إلى وجود علاقة ارتباط قوية بين درجات الحرارة في العراق وزوايا سقوط أشعة الشمس وعدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي والنظري والظواهر الغبارية.

-دراسة لـ العبيدي (العبيدي، ٢٠١٥)، تناولت الإشعاع الشمسي والرياح في العراق ودورهما في إنتاج الطاقة البديلة بينت الدراسة تحليلا كميا لخصائص التوزيع الزماني والمكاني للإشعاع الشمسي وسرعة الرياح وكمية الطاقة المتوقعة منهما التي خلصت إلى تباين في مقدار الطاقة الشمسية في العراق، إذ تزداد كلما اتجهنا من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي حيث تحظى جميع محافظات العراق بمعدلات طاقة مرتفعة فلم ينخفض معدل الطاقة الشمسية عن (٤.٣) كيلوواط/م^{٢}/يوم في أي من المحطات المناخية المختلفة وادنى معدلات طاقة سجلت في شهور الشتاء لاسيما كانون الأول الذي بلغ معدل كمية الطاقة فيه نحو (٢.٣٣) كيلوواط/م^{٢}/يوم، وفيما يخص الرياح تزداد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الشرقي، كما بينت الدراسة ان القيمة الفعلية لكلا المصدرين من الطاقة تكون في فصل الحرارة أكثر من فصل البرودة، إذ تزداد في فصل الصيف وتقل في فصل الشتاء.

-دراسة لـ(الجبوري) (الجبوري، ٢٠١٦)، اوضحت تقديم مؤشرات تخطيطية لضبط التوقيع المكاني لمحطات توليد الطاقة الكهربائية ودراسة المؤثرات الناتجة عن توقيعها في مدينة بغداد من المخططات الهيكلية للمدن للتخفيف من الاثار السلبية الناتجة عن وجود محطات التوليد للطاقة الكهربائية في مواقع غير خاضعة لضوابط المؤشرات والعوامل التخطيطية.

-دراسة لـ (خاطر) (خاطر، ٢٠٢٠)، تناول فيها استخدام الالواح الشمسية بديلا عن المولدات الكهربائية الحكومية والاهلية في احياء (القاهرة- الربيع- تونس)من مدينة بغداد انموذجا في انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بأستخدام الالواح الشمسية في المساكن بدلا من استخدام الوقود الاحفوري في انتاجها وبيان اثر ذلك في حياة الانسان متطرقا الى التطور عبر التاريخ في استخدامات الطاقة الشمسية والامكانيات الطبيعية والبشرية المتاح استثمارها في مدينة بغداد، وآلت الدراسة الى التوصل الى معدلات الاستهلاك من الطاقة الكهربائية في مدينة بغداد والاثار البيئية المترتبة في سد الاحتياج من الطاقة الكهربائية.

-دراسة لـ (الطائي) (الطائي، ٢٠٢١)، تناولت فيها تغير الاشعاع الشمسي واثره على انتاج الطاقة الكهربائية في محطتي بغداد والموصل المناخيتين، بينت فيها احتساب قيم الاشعاع الشمسي الكلي رياضيا وتحديد اتجاه تغير الاشعاع الشمسي الكلي للمحطتين والسطوع الشمسي الفعلي لهما والتي نتج عنها بيان انخفاض قيم الاشعاع الشمسي الكلي والسطوع الفعلي بتأثير العناصر والظواهر المناخية التي تم نمذجتها حسب نماذج السطوع الشمسي الفعلي والاشعاع الشمسي الكلي الى ثلاث نماذج(عالي، متوسط، منخفض) تبين من خلال النمذجة امكانية الانتاج الكهربائي في المحطتين مع اخفض النماذج ومن ثم اجريت العلاقات الاحصائية لبيان اكثر العناصر والظواهر تأثيرا على قيم الاشعاع والتي بينت اثر الغطاء الغيمي اشدها اثرا في حجب قيم السطوع والاشعاع الشمسيين في المحطتين.

الأدوات وطريقة العمل:

ان مبدأ العمل الكهروضوئي في الخلايا الشمسية هو الذي يحدد على أساس قيمه كفاءة اداء الخلية الشمسية في **التحويل الفولتوضوئي** التي يمكن تعريفها بأنها النسبة مابين القدرة الكهربائية المتولدة من اللوح الشمسي ونسبة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح اللوح الشمسي مع الاخذ بنظر الاعتبار درجة الحرارة واتجاه زاوية سقوط الاشعاع الشمسي (كراوتر، ٢٠١١، صفحة ٦٤). إن الخلية الشمسية تتصف بخاصية الاظلام التي توافق مع الخاصية المميزة للدايود دون ان تتعرض لاي اشعاع شمسي لتتحول من خاصية الاظلام الى خاصية اضاءة بعد سقوط الضوء عليها تتولد طاقة كهربائية تمرر تلك الطاقة كتيار كهربائي بأسلاك التوصيل الكهربائية الموزعة على الاحمال.

اذ تم استخدام الأجهزة الحقلية التابعة لموقع العمل في الجادرية والتابعة لوزراة الصناعة والمعادن/ مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة لاتمام عملية الفحوصات التي تمثلت بأستخدام لوح شمسي سليكوني احادية البلورة (Mono-crystalline) بالمواصفات المثبتة في الجدول رقم (١)، المثبت على زاوية (٤٥ درجة) بأتجاه جنوب شرقي في مبنى مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة في هيأة البحث والتطوير الصناعي في مدينة بغداد موقع الجادرية وربطه على جهاز قياس الكفاءة وفحص الخصائص الكهربائية للالواح الشمسية(SPI-ARRAY TESTER 5000)، لاحظ الشكل(١). وكذلك جهازي قياس شدة الاشعاع الشمسي(Solar Power Meter) من نوع (SPM-1116SD) لاحظ الشكل(٢)، وجهاز قياس درجة الحرارة(4 Channel Temperature Mater) نوع(TM-949)، لاحظ الشكل(٣). من خلال تحديد افضل طقس صافي للقياس الحقلي لكل شهر مابين الساعة(١٢:٣٠-١:٣٠)بعد الظهر الوقت الأكثر ملائمة لقياس اعلى شدة للاشعاع الشمسي والأفضل لقياس اعلى قيم لدرجة الحرارة وتغذية برنامج الخاص بفحص قياس الكفاة بالبيانات وربط الاسلاك باللوح الشمسي وتسجيل مخرجاته كما مثبت في الجدول رقم(٢).

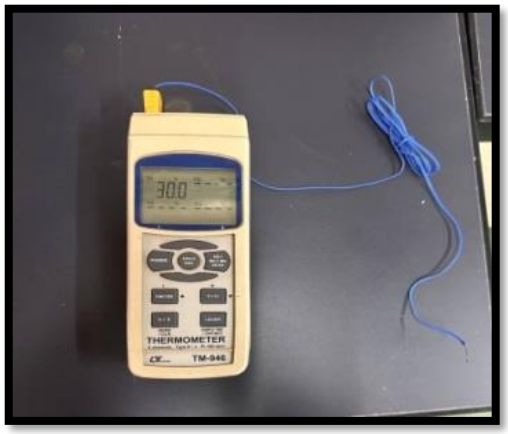
الشكل رقم(١) جهاز(SPI-ARRAY TESTER 5000)

المصدر/عمل الباحثة بالاعتماد على مختبر تطوير الخلايا الشمسية في مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة

الشكل (٢) القياسات الحقلية لشدة الاشعاع الشمسي في موقع الدراسة

المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: موقع العمل في مركز بحوث الطاقات المتجددة والبيئة (بغداد– الجادرية)، تم الالتقاط بتاريخ٢٢/١/٢٠٢٤.

الشكل رقم(٣) جهاز قياس درجة الحرارة(4 Channel Temperature Mater)



المصدر/عمل الباحثة بالاعتماد على: مختبر المعلومات المناخية في مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة.

الجدول رقم(١) مواصفات اللوح الشمسي القياسية (standard test condition- stc)

انتاج شركة الزوراء العامة	/
موديل(MCM)	27C
مساحة اللوح	$2m^2$
كفاة اللوح	٪١٢,٥
عدد الخلايا	٩٦خلية
نوع الخلية	احادي البلورة

	Mono-crystalline
الطاقة القصوى (Maximum Power (Pmp))	٢٨٨.٤٨ (W)
جهد الدائرة المفتوح(Open Circuit Voltage (Voc))	٤٦.٠٤ (V)
تيار الدائرة القصير(Short Circuit Current (Isc))	٨.٥٢ (A)
اقصى جهد عند اقصى طاقة(Voltage at Maximum Power(Vmp))	٣٦.٠٣ (V)
اقصى تيار عند اقصى طاقة(Current at Maximum Power(Imp))	٨.٠١ (A)
اقصى جهد للنظام(Maximum System Voltage)	١٠٠٠ (V)

المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: اللوح التعريفي المثبت خلف اللوح الشمسي في موقع الدراسة.

النتائج والمناقشة:

أ.القياس الحقلي لدرجة الحرارة في موقع الدراسة(الجادرية) لعام ٢٠٢٤:-

تعد منطقة الدراسة موقع الجادرية انموذجا عن مدينة بغداد التي تتمتع بنفس الصفات المناخية والحالة الطقسية لمحطة بغداد المناخية عموما، تم العمل الحقلي لاخذ القياسات الخاصة بدرجة الحرارة الجوية ودرجة حرارة اللوح الشمسي بأستخدام الأجهزة الحقلية بأختيار ايام صافية للقياس وتحليل نتائج الفحوصات المثبتة بالجدول رقم(٢) لمدة الدراسة الحقلية :-

الجدول رقم (٢) القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الالواح الشمسية بتأثير درجة الحرارة في موقع الدراسة

الشهر	الاشعاع الشمسي بزاوية ٤٥درجة (واط/م^{٢})	درجة الحرارة الجوية (م°)	درجة حرارة اللوح الشمسي (م°)	اقصى تيار كهربائي مار في اللوح الشمسي(امبير) Imp (A)	اقصى فولتية كهربائية للوح الشمسي(فولت) Vmp (V)	اقصى قدرة كهربائية للوح الشمسي(واط) Pmax(W)
كانون الثاني	٩٩٠	١٧.٢	٣٥	٧.٤٦	٣١.١٣	٢٣٢.٢١
شباط	٩٩٠	١٩.٢	٢٨	٧.٠٨	٣١.٣٦	٢٢٢.١٤
اذار	٩٩٠	٢٠	٢٣.٥	٧.٨٠	٣٠.٥	٢٣٧.٥
نيسان	٧٤٥	٣٢	٣٨	٣.٩٠	٣١.٣	١٢٣.٦
ايار	٨٧٥	٣٤.٥	٤٤	٦.٥٠	٣٠.٤	١٩٦.٢

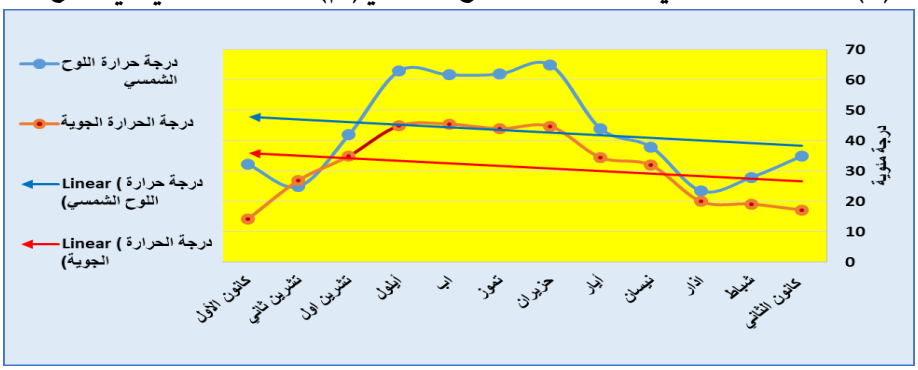
حزيران	٨٣٠	٤٤.٨	٦٥	٦.٤٠	٢٨.٦١	١٨٣.٠٦
تموز	٨٥٦	٤٤	٦٢	٦.٦٤	٢٨.٤٣	١٨٨.٦٨
اب	٩٢٠	٤٥.٥	٦١.٧	٦.٦٧	٢٨.٠٨	١٨٧.٢٧
ايلول	٩٠٠	٤٥	٦٣	٦.٥٥	٢٧.٩٢	١٨٢.٩٦
تشرين الاول	٨٥٠	٣٥	٤٢	٦.١٠	٣٠.٢٠	١٨٠.٩١
تشرين الثاني	830	27	25	5.78	30.43	175.91
كانون الاول	١٠٠٠	١٤.٣	٣٢.٢	٧.٣٨	٣١.٧٠	٢٣٣.٨٠

المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: قياسات الأجهزة للعمل الحقلي في موقع الدراسة خلال مدة الدراسة لمنتصف الشهر.

أ. تحليل قياس درجة الحرارة الجوية ودرجة حرارة اللوح في منطقة الدراسة:-

بعد ان تم تثبيت القراءات الحقلية لدرجة الحرارة الجوية ودرجة حرارة اللوح الشمسي في موقع الدراسة(بغداد-الجادرية) بواسطة جهاز قياس درجة الحرارة(4 Channel Temperature Mater).المثبتة في الجدول رقم(٢) خلال مدة الدراسة لعام ٢٠٢٤، والممثلة بالشكل رقم(٤)، حيث سجلت درجات الحرارة الجوية خلال فصل الشتاء لشهري (كانون الثاني، شباط) درجة قياس حقلي عند منتصف النهار بلغت على التوالي(١٧.٢°، ١٩.٢°)مئوية، ودرجة حرارة اللوح الشمسي للشهرين على التوالي(٣٥°، ٢٨°)مئوية وهذا ما يحدد ان اعلى درجة حرارة سجلت كدرجة حرارة جوية في شهر شباط بقيمة(١٩.٢°م) والتي حددت بالمقابل درجة اكتساب اللوح من الحرارة بنفس الوقت بلغت(٢٨°م)، فمن خلال الملاحظة للقيم المسجلة تبين ان هناك قدرة للوح الشمسي على اكتساب درجة الحرارة حتى في ظل الانخفاض لدرجة الحرارة الجوية خلال فصل الشتاء؛ وذلك بتأثير صفاء السماء خلال ساعات السطوع الشمسي الفعلي التي تزيد من شدة الاشعاع الشمسي الواصل الى السطح والمثبت على الزاوية المارة الذكر بالتفصيل سابقا وهذا مايمكن ملاحظته من خلال درجة الحرارة الجوية المسجلة خلال شهر كانون الثاني البالغة(١٧.٢°م) في حين درجة حرارة اللوح الشمسي بلغت(٣٥°م) وهي اعلى مما سجلته قيمة شهر شباط بتأثير شدة الاكتساب الحراري للاجسام تترتفع فيه قيم درجة حرارة اللوح الشمسي عن درجة حرارة اللوح بفارق بلغ للشهرين على التوالي(١٧.٨°، ٨.٨°)مئوية.

الشكل(٤) درجة الحرارة الجوية ودرجة حرارة اللوح الشمسي(°م) بالقياس الحقلي في موقع الدراسة



المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: بيانات القياسات الحقلية في الجدول رقم (٢)

ويبدأ تأثير زيادة ساعات السطوع الشمسي الفعلي وصفاء السماء في رفع درجة الحرارة الجوية خلال فصل الربيع بأشهره الثلاثة(اذار، نيسان، ايار) لتبلغ درجة الحرارة الجوية على التوالي(٢٠°، ٣٢°، ٣٤,٥°)مئوية التي اثرت في رفع درجة حرارة اللوح الشمسي لتبلغ على التوالي(٢٣.٥°، ٣٨°، ٤٤°)مئوية وهذا الارتفاع سجل فارق اخذ بالارتفاع اكبر بين القياسين بلغ على التوالي(٣.٥°، ٦°، ١١,٥°) مئوية، وتستمر درجة الحرارة الجوية بالارتفاع التدريجي من شهر أيار في فصل الربيع لتصل خلال فصل الصيف بتزايد تأثير الفائض الحراري الذي يحتفظ به الغلاف الجوي والتي تعمل على تسخينه ليسجل الفصل بأشهره الثلاثة(حزيران، تموز، اب) على التوالي(٤٤.٨°، ٤٤°، ٤٥,٥°) مئوية لتسجل بالمقابل درجات حرارة عالية جدا للوح الشمسي بلغت على التوالي(٦٥°، ٦٢°، ٦١,٧°) مئوية وبفوارق كبيرة بلغت على التوالي (٢٠.٢°، ١٨°، ١٦.٢°)مئوية ارتفعت فيه قيم درجة حرارة اللوح الشمسي الى ذروة الاكتساب بفعل ارتفاع درجة الحرارة الجوية وجفاف الهواء وسكونه خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة، اما فصل الخريف بأشهره الثلاثة(أيلول، تشرين الاول، تشرين الثاني) فقد سجلت القياسات الحقلية درجات حرارة جوية بلغت على التوالي(٤٥°، ٣٥°، ٢٧°)مئوية ودرجة حرارة اللوح الشمسي المكتسبة بلغت للاشهر الثلاثة على التوالي(٦٣°، ٤٢°، 25°) مئوية لتسجل الفرق بين القياسين خلال الأشهر الثلاثة على التوالي(١٨°، ٧°، 2°) مئوية وهو فرق بدأ بالتراجع عن ذروته التي سجلها في فصل الصيف من الاكتساب الحراري بفعل ميلان الشمس عن تعامدها على مدار السرطان واتجاه ميلانها نحو مدار الجدي الذي يساهم في ميلان اشعة الاشعاع الشمسي وانخفاض درجة الحرارة الجوية وتشكيل الغطاء الغيمي يلاحظ ان درجة الحرارة انخفضت الى ادنى قيمها في شهر كانون الأول والتي بلغت جويا(١٤.٣°م) من خلال مقارنتها بقيم فصل الشتاء عند بداية السنة؛ اكتسب خلال اللوح الشمسي درجة حرارة بلغت (٣٢.٢°م) وهي قيمة مقاربة لدرجة حرارة الشهرين في بداية العام.

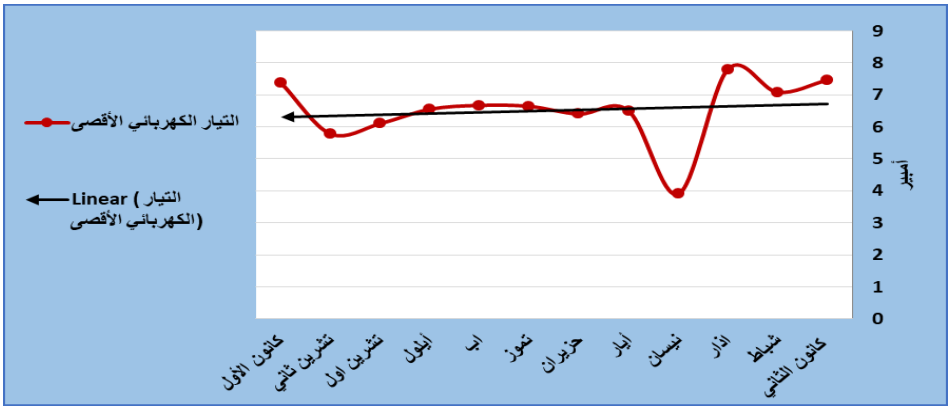
ب . تحليل كفاءة التحويل الكهربائي للالواح الشمسية في منطقة الدراسة بتأثير درجة الحرارة: –

من خلال ما تقدم بيانه في تفصيل درجة الحرارة ومن خلال الجدول رقم(٢)، يمكن تحليل قياسات كفاءة التحويل الكهربائي في اللوح الشمسي المثبت على زاوية(٤٥) درجة بتأثير درجة الحرارة وحسب مايلي:

١- تحليل التيار الكهربائي الاقصى للقدرة الكهربائية القصوى(Imp)(أمبير) في اللوح شمسي خلال مدة الدراسة:

من خلال القيم المثبتة في الجدول(٢) نلاحظ قيمة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح اللوح الشمسي على زاوية(٤٥ درجة) المثبتة طيلة مدة الدراسة وقيمة التيار الكهربائي الاقصى او الأعظم للقدرة الكهربائية(Imp) المتولد داخل الخلية الشمسية في الشكل(٥)، تبين ان فصل الشتاء قد سجل في شهر (كانون الثاني) اعلى قيمة للتيار الاقصى بلغت(٧.٤٦ امبير)؛ بتأثير شدة الاشعاع الشمسي التي سجلت(٩٩٠ واط/م^{٢}) الواصلة الى سطح اللوح الشمسي، في حين سجل التيار الاقصى لشهر شباط من الفصل نفسه قيمة بلغت(٧.٠٨ امبير)بقيمة اشعاع شمسي بلغت (٩٩٠ واط/م^{٢})، اما قيمة التيار الكهربائي الأقصى خلال فصل الربيع لاشهره الثلاثة على التوالي(آذار، نيسان، آيار) فقد سجلت قيما بلغت على التوالي(٧.٨٠، ٣.٩٠، ٦.٥٠) أمبير بواقع اشعاع شمسي بلغ على التوالي(٩٩٠، ٧٤٥، ٨٧٥) واط/م^{٢}، اذ يلاحظ مع زيادة شدة الاشعاع الشمسي تزداد قيمة التيار الاقصى فتسجل اعلى قيم الفصل في شهر(آذار) عن قيمة شهر(آيار)، وسجلت ادنى قيمة للتيار الاقصى في شهر(نيسان) من الفصل ويعزى سبب الانخفاض في قيم الاشعاع الشمسي بسبب الحجب الغيمي المتفرق اثناء الفحص والقياس الحقلي لتُحدث بين الشهرين المذكورين من الفصل فرقا ما بين القيمة المسجلة للإشعاع والاسلاك المتحسسة كهربائيا المرتبطة باللوح الشمسي في تفعيل احتساب القيمة القصوى للتيار (Imp).

الشكل(٥) التيار الكهربائي عند القيمة القصوى للقدرة الكهربائية (Imp) (أمبير) في الوح شمسي بزاوية(٤٥)



المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: بيانات القياسات الحقلية في الجدول رقم (٢)

وعند دخول فصل الصيف بأشهره الثلاثة(حزيران، تموز، آب) وزيادة ساعات السطوعين الشمسيين(الفعلي والنظري) وصفاء السماء وتركز شدة الاشعاع الشمسي نتيجة الى تعامد الشمس على مدار السرطان خلال الانقلاب الصيفي، اذ سجلت قيم التيار الأقصى خلال اشهر الفصل الثلاثة على التوالي(٦.٤٠، ٦.٦٤، ٦.٦٧) امبير، واشعاع شمسي على التوالي(٨٣٠، ٨٥٦، ٩٢٠) واط/م^{٢}، اذ ان قيم شهر(آب) من الفصل سجلت اعلى قيم لمؤشري(التيار الأقصى، الاشعاع الشمسي) البالغين على التوالي(٦.٦٧ أمبير، ٩٢٠واط/م^{٢})، اما ادنى مؤشرين حددا في شهر(حزيران) من الفصل الصيفي(التيار الأقصى، اشعاع شمسي) بلغا على التوالي(٦٠.٤٠ أمبير، ٨٣٠واط/م^{٢}).

اما فصل الخريف بأشهره الثلاثة(أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) فقد سجل قيما للتيار الأقصى بلغ على التوالي(٦.٥٥، ٦.١٠، ٥.٨٧)أمبير، اذ يلاحظ ان اعلى قيمة للتيار الأقصى متأثرة بشدة الاشعاع الشمسي كانت في شهر أيلول من الفصل وادنى قيمها في شهر تشرين الثاني وذلك بتأثير تشكيل الغطاءات الغيمية التي تقلل من صفاء السماء في فصل الخريف كفصل انتقالي وفصل الشتاء المقبل عليه.

أما شهر كانون الأول الذي امتاز بأنخفاض درجة حرارته وارتفاع شدة الاشعاع الشمسي التي بلغت(١٠٠٠واط/م^{٢}) نتج عنها قيمة تيار كهربائي اقصى بلغت(٧.٣٨)وهي قيمة مرتفعة وبضمن مستوى أشهر فصل الشتاء في بداية العام٢٠٢٤.

ومن الملاحظ لقيم التيار الأقصى(Imp) خلال مدة الدراسة الحقلية تبين ان الفرق في شدة الاشعاع الشمسي واضحا من خلال تحديد اعلى قيم للتيار الأقصى التي حُددت في شهري(آذار و آب) اللذين سجلا اعلى قيما على التوالي بلغت(٧.٨٠، ٦.٦٧) أمبير أي بفارق سجله شهر آذار بلغ(١.١٣ امبير)، اذا استلم اللوح الشمسي

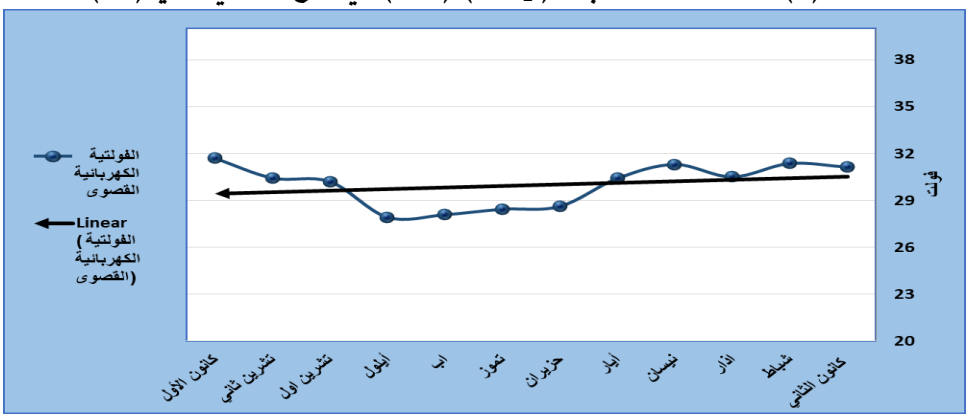
على زاوية(٤٥ درجة) خلال للشهرين بالقياسي الحقلي شدة اشعاع شمسي بلغت على التوالي بلغت(٩٩٩، ٩٢٠)واط/م^{٢} أي بفرق بلغ(٧٩ واط/م^{٢}) وهو فرق بسيط لكنه اثر على قيمة التيار الأقصى المتولد من اللوح الشمسي بكفاءة اعلى، ولكن يبدو الفرق واضح مع قياس شدة الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح اللوح على نفس الزاوية بالقياس الحقلي لشهر نيسان من فصل الربيع اذ بلغت(٧٤٥واط/م^{٢}) بقيمة تيار اقصى بلغ(٣.٩٠أمبير) وهو فرق كبير بَينَ أهمية ارتفاع شدة الاشعاع الشمسي في توليد قيمة اكبر للتيار الاقصى.

ومما تقدم يمكن التوصل الى ان هناك تأثير بعلاقة طردي لقيمة الاشعاع الشمسي الواصل الى اللوح الشمسي مع قيمة التيار الأقصى المتولد منه؛ اذ كلما ارتفعت قيمة شدة الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح اللوح الشمسي ارتفعت قيمة التيار الأقصى المتولد فيه والعكس وهذا ما يفسره الاتجاه العام لقيم التيار الأقصى خلال مدة الدراسة.

٢-تحليل الفولتية القصوى للقدرة الكهربائية القصوى (Vmp)(فولت) في اللوح شمسي خلال مدة الدراسة:

من خلال الجدول رقم(٢) والشكل(٦) تبين ان فصل الشتاء قد استمتع بشدة اشعاع شمسي عالي في جميع اشهره مما ساعدت على ارتفاع قيمة الفولتية الكهربائية القصوى المسجلة خلال هذا الفصل لشهري(كانون الثاني، شباط) على التوالي (٣١.١٣، ٣١.٣٦)فولت، وبدرجة حرارة لوح شمسي(مثبت على زاوية ٤٥ درجة) بلغت للشهرين على التوالي(٣٥°، ٢٨°) مئوية، وهذا ما يفسر تأثير درجة حرارة اللوح الشمسي التي عكسيا مع قيمة الفولتية الكهربائية القصوى المتولدة في اللوح الشمسي التي سجلت اعلى قيم الفولتية الكهربائية القصوى خلال هذا الفصل من القياسات الحقلية.

الشكل(٦) اقصى فولتية كهربائية(Vmp) (فولت) في الوح شمسي بزاوية(٤٥)



المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: بيانات القياسات الحقلية في الجدول رقم (٢)

ويبدأ الانخفاض التدريجي بتأثير ارتفاع درجات الحرارة الجوية في فصل الربيع بأشهره الثلاثة (آذار، نيسان، آيار) التي سجلت على التوالي(٣٠.٥، ٣١.٣، ٣٠.٤) فولت بدرجة حرارة لوح شمسي بلغت على التوالي(٢٣.٥°، ٣٨°، ٤٤°) مئوية، ويستمر الانخفاض بقيم الفولتية الكهربائية القصوى بتأثير ارتفاع درجة الحرارة مع تعامد

اشعة الشمس خلال فصل الصيف بأشهره الثلاثة(حزيران، تموز، اب) واكتساب اللوح الشمسي درجات حرارة اعلى بلغت على التوالي (٦٥°، ٦٢°، ٦١.٧°) مئوية وهي اعلى درجات حرارة اكتسبها اللوح الشمسي خلال مدة الدراسة أدت الى انخفاض قيم الفولتية الكهربائية القصوى لاشهر الفصل الثلاثة التي تراجعت عن قيمها مقارنة بالقياسات الحقلية لفصل الشتاء والفصلين الانتقاليين لتبلغ على التوالي(٢٨.٦١، ٢٨.٤٣، ٢٨.٠٨) فولت.

واثر ميلان الاشعة الشمسية عن محورها على مدار السرطان بأتجاه مدار الجدي في فصل الخريف على انخفاض شدة الاشعاع الشمسي وانخفاض درجة الحرارة الجوية وانخفاض درجة حرارة اللوح الشمسي الى الارتفاع التدريجي لقيمة الفولتية الكهربائية القصوى لاشهر الفصل الثلاثة(أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) لتسجل على التوالي(٢٧.٩٢، ٣٠.٢، ٣٠.٤٣) فولت، وبدرجة حرارة لوح شمسي بلغت على التوالي(٦٣°، ٤٢°، ٢٥°) مئوية حيث سجلت انخفاضا ملحوظا في درجة حرارة اللوح الشمسي المكتسبة في تشرين الأول يستمر حتى فصل الشتاء الثاني من العام٢٠٢٤ عند شهر كانون الأول ليسجل درجة حرارة لوح شمسي بلغت(٣٢.٣°م) وبقيمة فولتية كهربائية قصوى بلغت(٣١.٧٠فولت)وهي اعلى قيمة سجلت خلال انخفاض درجة الحرارة الجوية في فصل الشتاءخلال فترة الدراسة الحقلية بتأثير الاكتساب الحراري الضعيف نتيجة انخفاض درجة حرارة الجوية الى ادنى قيمها خلال الشهر التي سجلت (١٤.٣°م)مقارنة مع درجة الحرارة الجوية عند شهري كانون الثاني وشباط في بداية عام٢٠٢٤.

ومن الملاحظ لقيم الفولتية القصوى(Vmp) خلال مدة الدراسة الحقلية تبين ان الفرق بتأثير درجة الحرارة واضحا من خلال تحديد اعلى قيم للفولتية القصوى التي حُددت في شهر كانون الاول البالغة(٣١.٧٠فولت) وبدرجة حرارة لوح شمسي بلغت(٣٢.٣°م) وبشدة اشعاع شمسي واصل الى سطح اللوح الشمسي المثبت على زاوية (٤٥ درجة) بلغت(١٠٠٠واط/م^{٢})، وفي شهر أيلول من فصل الخريف بتأثير ارتفاع درجة حرارة اللوح الشمسي البالغة(٦٣°م) وبقيمة شدة الاشعاع الشمسي الواصلة لسطح اللوح الشمسي بلغت (٩٩٠واط/م^{٢}) يلاحظ ان قيمة الفولتية الكهربائية القصوى بلغت(٢٧.٩٢فولت) وهي أدنى قيمة لها خلال مدة الدراسة.

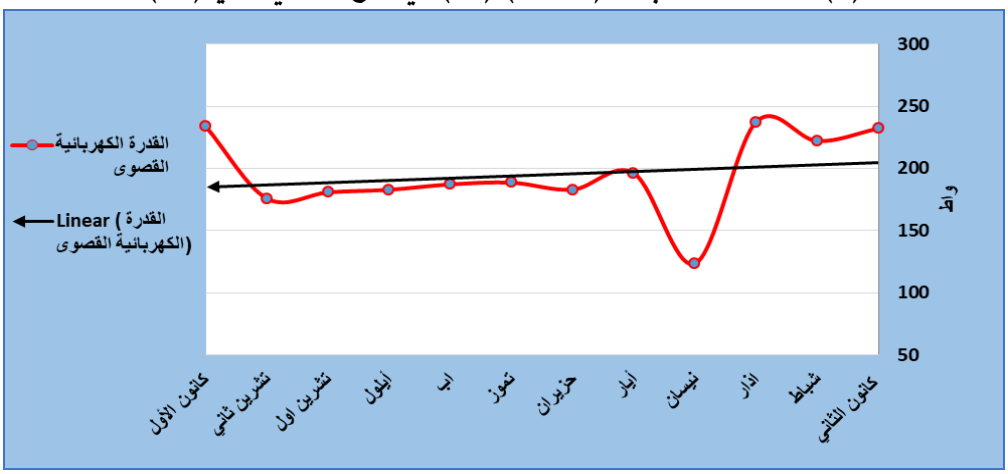
ومما تقدم يمكن التوصل الى ان هناك تأثير عكسي لدرجة حرارة اللوح الشمسي على قيمة الفولتية القصوى؛ اذ كلما انخفضت درجة حرارة اللوح الشمسي كانت قيمة الفولتية القصوى اكبر.

٣-تحليل القدرة الكهربائية القصوى(Pmax)(واط) لكفاة اللوح شمسي للتحويل الكهربائي خلال مدة الدراسة:

من خلال الجدول رقم(٢) والشكل(٧) يمكن تحديد كفاءة القدرة القصوى للتحويل الكهربائي في اللوح الشمسي المثبت على الزاوية(٤٥ درجة) في منطقة الدراسة، اذ تبين ان فصل الشتاء لشهري(كانون الثاني، شباط) قد سجلت قراءة القياسات الحقلية لهما على التوالي(٢٣٢.٢١، ٢٢٢.١٤)واط، التي بينت قدرة كهربائية قصوى عالية للتحويل الكهربائي في شهر كانون الثاني بتأثير صفاء االسماء في إيصال شدة الاشعاع الشمسي الى سطح اللوح وانخفاض درجة حرارة اللوح الشمسي بتأثير انخفاض درجة الحرارة الجوية خلال الفصل. وتتقدم عليها قيمة شهر فصل الشتاء

الثاني في نهاية عام ٢٠٢٤ المتمثلة في شهر كانون الأول لتسجل قيمة اشعاع شمسي بلغ(٢٣٣.٨٠واط) وهي اعلى قيمة سجلت خلال فترة البحث حقليا لفصل الشتاء بتأثير انخفاض الحرارة الجوية التي اثرت في خفض قيمة ما يكتسبه اللوح منها وشدة الاشعاع نتيجة صفاء السماء.

الشكل(٧) اقصى قدرة كهربائية (Pmax) (واط) في الوح شمسي بزاوية(٤٥) درجة



المصدر/ من عمل الباحثة بالاعتماد على: بيانات القياسات الحقلية في الجدول رقم (٢)

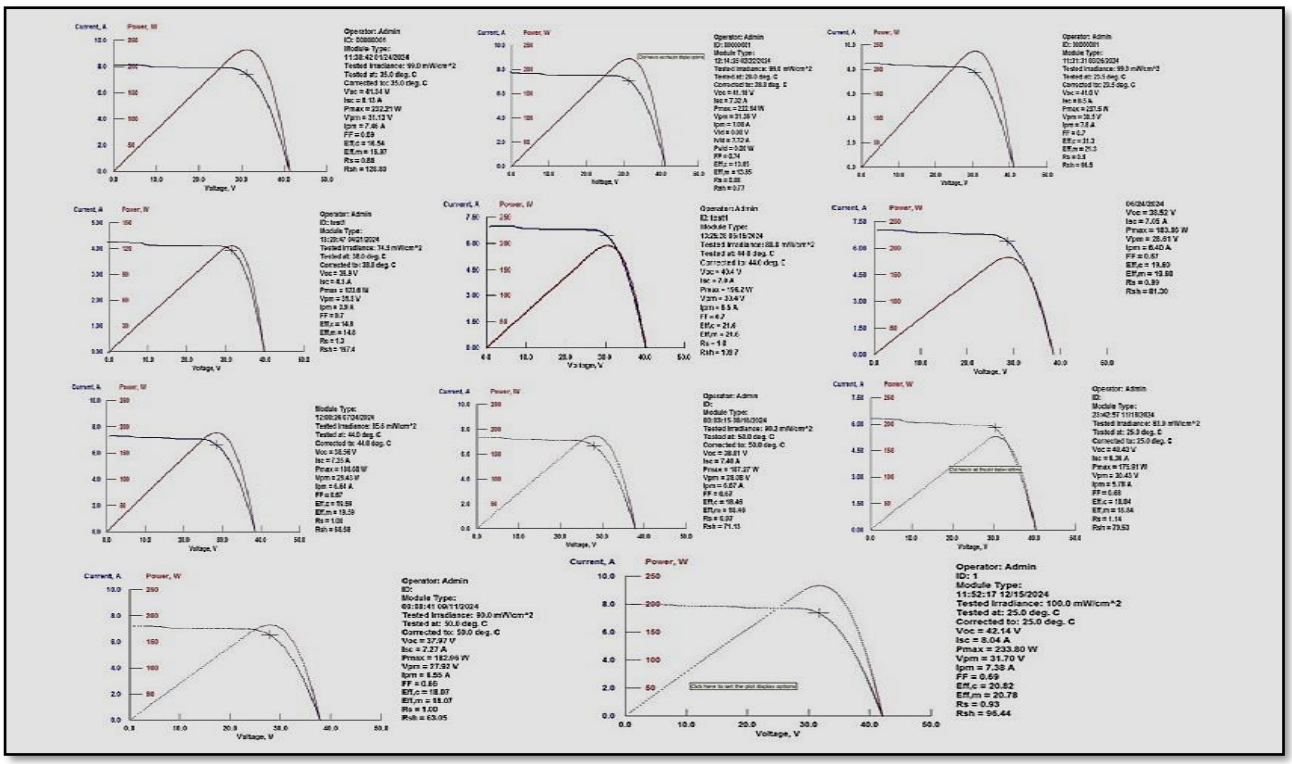
ويستمر هذا المستوى من جودة كفاءة التحويل الكهربائي بالقدرة القصوى حتى شهر آذار من فصل الربيع البالغة(٢٣٧.٥واط) وهي اعلى قدرة سجلت خلال مدة الدراسة، وبعدها يبدأ تأثير ارتفاع درجة الحرارة الجوية التدريجي منذ شهري نيسان وأيار من الفصل والتي عملت على رفع درجة حرارة اللوح الشمسي المكتسبة لتؤثر على قيم الفولتية القصوى كما مر بيانها، والتأثر بقيمة الاشعاع الشمسي بتأثير صفاء السماء خلال الفصل التي تحدد قيم التيار الكهربائي الأقصى وبالتالي يؤثر على قيمة القدرة الكهربائية القصوى التي سجلت للشهرين من فصل الربيع على التوالي(١٢٣.٦، ١٩٦.٢)واط، بفارق بلغ(٧٢.٦واط) وهو فارق كبير تقدم فيه شهر أيار من الفصل متأثرا بالتغيرات في الطقس لاستقبال فصل الصيف.

تبدأ القدرة الكهربائية القصوى بالانخفاض التدريجي مع فصل الصيف بأشهره الثلاثة(حزيران، تموز، آب) بمقارنتها مع قيم الأشهر الباردة؛ وذلك بتأثير التعامد الشمسي وصفاء السماء، اذ تبدأ درجات الحرارة الجوية خلال ساعات السطوع الشمسي الفعلي بالتزايد مما يؤثر على زيادة الاكتساب الحراري للوح الشمسي التي تؤثر على قيمة الفولتية القصوى بالرغم من ارتفاع شدة الاشعاع الشمسي خلال ساعات السطوع الفعلي للاشهر فصل الصيف الثلاثة والتي سجلت قدرة كهربائية قصوى بلغت على التوالي(١٨٣.٠٦، ١٨٨.٦٨، ١٨٧.٢٧) واط، اذ أظهرت القياسات ان اقل قيمة سجلت في شهر حزيران واعلى قيمة سجلت في شهر تموز اذ بالرغم من ارتفاع شدة الاشعاع الشمسي لكن بتأثير الارتفاع في درجة حرارة اللوح الشمسي عملت على خفض قيمة القدرة التحويل الكهربائي القصوى له.

ومن الملاحظ لقيم القدرة الكهربائية القصوى للتحويل الكهربائي في فصل الخريف بأشهره الثلاثة (أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) التي سجلت على التوالي(١٨٢.٩٦، ١٨٠.٩١، ١٧٥.٩١) واط التي أظهرت ارتفاعا تدريجيا بفرق واضحا في القيم بين اعلى قياس في شهر أيلول وادنى قياس في شهر تشرين الثاني والذي يظهر جليا تأثير الفصل الانتقالي الثاني في شدة الاشعاع ودرجة الحرارة اللذين تأثرا بميلان محور الاشعة الشمسي عن تعامد محورها على مدار السرطان وانحرافه بأتجاه مدار الجدي المصاحب لانخفاض درجات الحرارة وتشكيل الغطاءات الجوية الغيمية التي تحجب او تضعف قيمة الاشعاع الشمسي وتقلل من الاكتساب الحراري للاجسام كجسم اللوح الشمسي وهذا مايلاحظ بأختلاف القيم المقاسة بين شهري(أيلول و تشرين الثاني) بفارق بلغ (٧.٠٥فولت) بين قيم الشهرين من نفس الفصل.

ومما تقدم يظهر جليا تأثير درجة الحرارة على قيمة القياسات الحقلية للفولتية القصوى والقدرة القصوى في التحويل الكهربائي متأثرتين بالحرارة الجوية واكتساب الاجسام للحرارة، لاحظ الشكل(٨).

الشكل (٨)القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الالواح الشمسية بتأثير درجة الحرارة في موقع الدراسة لعام ٢٠٢٤



المصدر/ من عمل الباحثة: مخرجات جهاز قياس الكفاءة وفحص الخصائص الكهربائية للالواح الشمسية(SPI-ARRAY TESTER 5000) في الجدول رقم(٢).

الاستنتاجات:

١- ان اختيار زاوية(٤٥)درجة مكنت الالواح الشمسية من استقبال اكبر قدر ممكن من الاشعاع الشمسي خلال ميلانها في فصل الشتاء مع قصر الساعات السطوعين النظري والفعلي بتأثير صفاء السماء، واكتسابها العالي من الاشعاع الشمسي خلال فصل الصيف طيلة النهار واكتسابها الحراري الأكبر.

٢- توصلت الدراسة الى ان هناك تأثير بعلاقة طردية لقيمة الاشعاع الشمسي الواصل الى اللوح الشمسي مع قيمة التيار الأقصى(Imp) المتولد منه؛ اذ كلما ارتفعت قيمة شدة الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح اللوح الشمسي ارتفعت قيمة التيار الأقصى المتولد فيه والعكس، اذ سجلت اعلى قيمه للتيار الاقصى في شهر آذار بقيمة(٧.٨٠أمبير واشعاع شمسي بلغ ٨٥٠واط/م^{٢})، وادنى قيمة للتيار الأقصى في شهر نيسان بقيمة(٣.٩٠أمبير واشعاع شمسي بلغ٧٠١واط/م^{٢}).

٣- توصلت الدراسة الى ان الفولتية القصوى(Vmp) تتأثر بدرجة الحرارة اذ تنخفض من قيمة الفولتية (٠.٤٥) كلما ارتفعت الحرارة درجة واحدة، وتبين الفرق بتأثير درجة الحرارة واضحا من خلال تحديد اعلى قيم للفولتية القصوى التي حُددت في شهر كانون الاول البالغة(٣١.٧٠فولت) وبدرجة حرارة لوح شمسي بلغت(٣٢.٣°م) وبشدة اشعاع شمسي واصل الى سطح اللوح الشمسي المثبت على زاوية (٤٥ درجة) بلغت(١٠٠٠واط/م^{٢})، وفي شهر أيلول من فصل الخريف بتأثير ارتفاع درجة حرارة اللوح الشمسي البالغة(٦٣°م) وبقيمة شدة الاشعاع الشمسي الواصلة لسطح اللوح الشمسي بلغت (٩٩٠واط/م^{٢}) يلاحظ ان قيمة الفولتية الكهربائية القصوى بلغت(٢٧.٩٢فولت) وهي أدنى قيمة لها خلال مدة الدراسة.

٤- توصلت الدراسة الى ان اعلى قدرة كهربائية قصوى(Pmax) قد سجلت في شهر آذار من فصل الربيع البالغة(٢٣٧.٥واط) وادنى قدرة كهربائية قصوى سجلت في شهر نيسان بلغت(١٢٣.٦واط).

٥- توصلت الدراسة من خلال القياسات الحقلية لقيمة القدرة الكهربائية القصوى(Pmax) تحديدا في فصل الصيف، ان اقل قيمة لها سُجلت في شهر حزيران التي بلغت (١٨٣.٠٦واط) واعلى قيمة سجلت في شهر تموز بقيمة(١٨٨.٦٨واط)، اذ بالرغم من ارتفاع شدة الاشعاع الشمسي التي رفعت من قيمة التيار الكهربائي الأقصى(Imp) لكن بتأثير الارتفاع في درجة حرارة اللوح الشمسي عملت على خفض قيمة الفولتية الكهربائية القصوى(Vmp) التي أدت لانخفاض القدرة القصوى للتحويل الكهربائي(Pmax) مقارنة بشدة الاشعاع الشمسي العالية التي استقبلها اللوح الشمسي.

٦- توصلت الدراسة الى تأثير درجة الحرارة على قيمة الفولتية القصوى والقدرة القصوى في التحويل الكهربائي متأثرتين بالحرارة الجوية واكتساب الاجسام للحرارة التي تخفض بقيمة (٠.٤٥)درجة لكل درجة مئوية ترتفع عن(٢٥°م) ضمن المواصفات القياسية للوح الشمسي(STC).

٧- توصلت الدراسة بالنتائج الحقلية لعام٢٠٢٤ الى ان الفرق بين اعلى قيم للقدرة القصوى للتحويل الكهربائي بتأثير درجة الحرارة خلال مدة الدراسة حسب الفصول(الشتاء، الصيف) في شهري(كانون الأول، تموز) بلغت على التوالي (٢٣٣.٨٠، ١٨٨.٦٨)واط بفارق بلغ (٤٥.١٢واط)، اما في الفصلين الانتقاليين (الربيع، الخريف) في شهري(آذار، ايلول) بلغت على التوالي(٢٣٧.٥، ١٨٢.٩٦)واط بفارق بلغ(٥٤.٥٤واط).

٨- توصلت الدراسة الى ان كلما انخفضت درجة حرارة اللوح الشمسي وكانت قيمة الاشعاع الشمسي عالية أصبحت كفاءة القدرة للتحويل الكهربائي(Pmax) اكبر وهذا ما يلاحظ من خلال قيمتي القدرة في شهري (آذار وتموز) التي بلغ الفرق بينهما(٤٨.٨٢واط) لكون شهر اذار سجلت درجة حرارة اللوح الشمسي فيه ادنى درجة خلال فترة العمل الحقلي بلغت(٢٣.٥°م) بالمقارنة مع فصل الشتاء وبقيمة اشعاع شمسي بلغ(٩٩٠واط/م^{٢}) وبقدرة كهربائية قصوى(Pmax) بلغت(٢٣٧.٥واط) وهي اعلى قدرة كهربائية خلال فترة الدراسة التي قورنت بأعلى قدرة كهربائية في فصل الصيف لشهر تموز البالغة(١٨٨.٦٨واط) بقيمة اشعاع شمسي بلغ(١٥٦واط/م^{٢}) وبدرجة حرارة لةح شمسي بلغت(٦٢°م).

المراجع العربية :

- انيس حاتم حسن الجبوري. (٢٠١٦). دراسة تخطيطية لمحطتي كهرباء جنوب بغداد الغازية والحرارية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا–تخطيط بيئي.
- بشار ناهي خاطر. (٢٠٢٠). امكانية استخدام الالواح الشمسية بعيدا عن المولدات الكهربائية الحكومية والاهليةفي احياء(القاهرة– الربيع– تونس) من مدينة بغداد انموذجا. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية الاداب.
- ستيفان ك. و. كراوتر. (٢٠١١). توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية انظمة الطاقة الفولتضوئية. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية.
- صباح حسن سلطان العبيدي. (٢٠١٥). الاشعاع الشمسي والرياح في العراق ودورهما بأنتاج الطاقة البديلة– دراسة في المناخ التطبيقي . اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة تكريت، كلية التربية للعلوم الانسانية.
- صباح محمود الراوي، و عدنان هزاع البياتي. (١٩٩٠). اسس علم المناخ . الموصل: ط٢، دار الكتب والوثائق.
- صبحي احمد الدليمي. (٢٠١٨). جغرافية الطاقة. عمان– الاردن: دار امجد للتوزيع والنشر.

- علي صاحب طالب الموسوي. (٢٠٠٩). جغرافية الطقس والمناخ. النجف الاشرف: ط١، دار الضياء للطباعة والتصميم .
- قصي عبد المجيد السامرائي. (٢٠٠٨). مبادئ الطقس والمناخ. عمان–الاردن: الطبعة العربية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
- قصي عبد المجيد السامرائي. (٢٠١٩). الجغرافية الطبيعية الحديثة. بغداد: ط١، مكتبة دلير للطباعة.
- محمد رأفت اسماعيل، و علي جمعان الشكيل. (١٩٨٨). الطاقة المتجددة. القاهرة: دار الشروق للطباعة والنشر.
- نهى تركي حمد الطائي. (٢٠٢١). تغير الاشعاع الشمسي واثره على انتاج الطاقة الكهربائية في محطتي بغداد والموصل المناخيتين. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة تكريت، كلية التربية للعلوم الانسانية.
- هديل عبد المجيد الشاعر. (٢٠٠٩). علاقة الاشعاع الشمسي والاشعاع الارضي بدرجات الحرارة في العراق للمدة(١٩٧٠–٢٠٠٧). رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الكوفة ، كلية التربية للبنات.
- al., N. e. (2013). Issues for power system operation for future renewable energy penetration. Robust power system securite, wiley periodicals inc, elctrical engineering in jaban, vol182, no1.
- C.S., Solanki; Bilyalov, R.R; Poortmans, J.; Nijsa, j;. (2022). Transfer of a thin silicon film on to a ceramic substrate. Elsevier, Then Solid Film, 404-403, 34.

Bibliography of Arabic References (Translated to English)

- N. e. al. (2013). Issues for power system operation for future renewable energy penetration. Robust power system security, Wiley Periodicals Inc., Electrical Engineering in Japan, Vol. 182, No. 1.
- C.S. Solanki, Bilyalov, R.R., Poortmans, J., Nijsa, J. (2022). Transfer of a thin silicon film onto a ceramic substrate. Elsevier, Thin Solid Film, 404-403, 34.
- Anis Hatem Hassan Al-Jubouri. (2016). A planning study for the South Baghdad gas and thermal power stations. Unpublished Master's thesis, University of Baghdad, Urban and Regional Planning Center for Graduate Studies - Environmental Planning.
- Bashar Nahee Khater. (2020). The possibility of using solar panels away from government and private electrical generators in the neighborhoods of (Cairo,

Al-Rabee, Tunisia) in Baghdad city as a model. Unpublished Master's thesis, University of Baghdad, College of Arts.

- Stefan K.W. Krauter. (2011). Electric power generation from solar energy: Photovoltaic systems. Beirut: Center for Arab Unity Studies.
- Sabah Hassan Sultan Al-Obaidi. (2015). Solar radiation and winds in Iraq and their role in alternative energy production: A study in applied climate. Unpublished Doctoral dissertation, University of Tikrit, College of Education for Human Sciences.
- Sabah Mahmoud Al-Rawi, and Adnan Haza'a Al-Bayati. (1990). Foundations of climatology. Mosul: 2nd ed., Dar Al-Kutub Wal-Watha'iq.
- Sobhi Ahmed Al-Dulaimi. (2018). Geography of energy. Amman, Jordan: Dar Amjad for Distribution and Publishing.
- Ali Sahab Taleb Al-Mousawi. (2009). Geography of weather and climate. Najaf, Iraq: 1st ed., Dar Al-Diya for Printing and Design.
- Qusay Abdul Majid Al-Samarrai. (2008). Principles of weather and climate. Amman, Jordan: Arabic Edition, Dar Al-Yazouri Scientific Publishing and Distribution.
- Qusay Abdul Majid Al-Samarrai. (2019). Modern Physical Geography. Baghdad: 1st ed., Dilir Library for Printing.
- Mohammad Ra'fat Ismail, and Ali Jumaan Al-Shakil. (1988). Renewable energy. Cairo: Dar Al-Shorouk for Printing and Publishing.
- Nuha Turki Hamad Al-Taie. (2021). Changes in solar radiation and its effect on electricity production in Baghdad and Mosul power stations. Unpublished Master's thesis, University of Tikrit, College of Education for Human Sciences.
- Hadeel Abdul Majid Al-Sha'er. (2009). The relationship between solar radiation and ground radiation with temperature in Iraq from 1970 to 2007. Unpublished Master's thesis, University of Kufa, College of Education for Girls.