مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

استخدام الوحدات الشمسية الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري في مركز الخارجة: دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د /ياسر محمد عبد الموجود حسن

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية ونظم المعلومات الجغرافية المساعد

كلية الآداب– جامعة الوادي الجديد

د/ أحمد عبد القوي أحمد أحمد عثمان

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية المساعد

كلية الآداب– جامعة السويس

DOI: 10.21608/QARTS.2025.378697.2206

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – المجلد (٣٤) العدد (٦٧) إبريل ٢٠٢٥

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

موقع المجلة الإلكتروني: https://qarts.journals.ekb.eg

استخدام الوحدات الشمسية الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري في مركز الخارجة: دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

▪ الملخص:

يهدف البحث إلى دراسة استخدام الوحدات الشمسية الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري في مركز الخارجة بمحافظة الوادي الجديد، من خلال دراسة إمكانات الطاقة الشمسية، وإنتاجها في مركز الخارجة، وكذلك تطور القدرات المركبة للوحدات الكهروضوئية، وتوزيعها في نواحي المركز، إضافة إلى تطور حجم الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية، وتوزيعها الجغرافي، وكذلك توزيع أعداد الآبار المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية، وقدراتها التصميمة، وتوزيع مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية، وتقييم آثار استخدام الوحدات الكهروضوئية في أغراض الري، ورصد أهم مشكلات الوحدات الكهروضوئية في المركز.

اعتمد البحث المنهج الوصفي التحليلي، إضافة إلى المدخل الأصولي، وكذلك المدخل التاريخي لرصد البعد الزمني لاستخدام الوحدات الكهروضوئية، وتطور أعدادها وقدرتها الاسمية المركبة، وحجم الكهرباء المولدة منها، كما أفاد البحث أسلوب الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٤، إذ يعد المصدر الرئيس لتوفير بيانات الوحدات الكهروضوئية؛ نظراً لعدم توفرها في أي جهةٍ حكومية لكونها تخضع لملكية القطاع الخاص، وانتهى البحث إلى نتائج وتوصياتٍ عدة أهمها:

- ارتفاع المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مركز الخارجة، إذ يبلغ ١٠.٩؛ وترتب ذلك على زيادة الإشعاع المباشر البالغ ٢٣.٦ ميجا جول/ م٢/ يوم، وتعطي هذه القيم إنتاجاً للطاقة الكهربائية يبلغ ٦.٦ كيلووات/ م٢/ يوم.
- زيادة الاعتماد على الوحدات الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري في مركز الخارجة، إذ ارتفعت أعدادها من ١٤ وحدة إلى ٧٩٩ وحدة خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)، بنسبة تغير بلغت ٥٧٠٧.١%، في حين بلغت نسبة التغير في قدراتها المركبة ٥١٧٧.٦% خلال الفترة نفسها.
- زيادة كفاءة الوحدات الكهروضوئية في إنتاج الكهرباء لأغراض الري بمنطقة الدراسة، حيث بلغت نسبة التغير في كمية الكهرباء المولدة ٦٢٠٣.٥% خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)؛ وهي بذلك تزيد عن نسبة التغير في القدرات الاسمية المركبة.
- ترتفع تكلفة إنشاء الوحدات الكهروضوئية بما يقترب من أربعة أضعاف نظيرتها بالماكينات الكهربائية وماكينات الديزل؛ في حين تنخفض تكلفة تشغيلها بما يمكن من استرداد تكلفة إنشائها خلال الخمس سنوات الأولى من التشغيل.
- ضرورة خفض قيمة الجمارك المفروضة على مكونات الوحدات الكهروضوئية، إضافة إلى الاستفادة من الخبراء بهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في تصنيع الألواح الشمسية محلياً؛ مما يؤدي إلى حفض تكلفة إنشائها.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المقدرة، الوحدات الكهروضوئية، القدرة المركبة، الطاقة التصميمية.

- **المقدمة:**

يتميز استخدام الوحدات الشمسية الكهروضوئية في ضخ مياه الآبار لأغراض الري في مركز الخارجة بعدد من المميزات أهمها: تُجنب القيود المرتبطة بالشبكة الكهربائية الموحدة، وتكلفة السولار المرتفعة، إضافة إلى قلة حاجتها للصيانة الدورية مقارنة بماكينات الري التي تعتمد على الوقود الأحفوري، وكذلك إمكانية تحديد قدراتها الاسمية المركبة وفقًا لكميات المياه اللازمة لري الأراضي الزراعية، إضافة إلى إمكانية التوسع المستقبلي بزيادة قدراتها المركبة حال زيادة المساحة المروية.

هذا ويقع مركز الخارجة جنوب الصحراء الغربية؛ ولذلك اعتمدت الأنشطة الاقتصادية فيه بشكلٍ رئيسٍ على المياه الجوفية، التي توجد على أعماق بعيدة، ويتطلب ذلك رفعها بمضخات تعتمد على الكهرباء في المناطق المتصلة بالشبكة الكهربائية، أمَّا المناطق البعيدة عن شبكات توزيع الكهرباء فإنَّها تعتمد على مصدرين: وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وماكينات الري المعتمدة على الوقود الأحفوري.

وقد أكدت نتائج الدراسة الميدانية بمنطقة الدراسة على زيادة استخدام الوحدات الكهروضوئية في أغراض الري مقارنة بماكينات الديزل، حيث بلغ عدد الوحدات الكهروضوئية التي تم رصدها ٧٩٩ وحدة عام ٢٠٢٤، بلغت قدراتها المركبة ٢٦٨٢٥.٣ كيلووات، وتتميز الوحدات الكهروضوئية بقدرتها على توفير الطاقة الكهربائية عند زيادة الطلب عليها خلال فصل الصيف عندما تزداد حاجة المحاصيل لمياه الري؛ وذلك من خلال زيادة عدد ساعات التشغيل اليومية.

- **حدود منطقة الدراسة:**

يُعَدُّ مركز الخارجة أحد مراكز محافظة الوادي الجديد الخمس شكل (١)، حيث يقع بين دائرتي عرض (ً٥٢ َ٤٤ ٢٤ ْ- ً١٩ َ٥٨ ٢٦ ْ) شمالًا، وبين خطي طول (ً٥٠ َ٥١ ٢٩ ْ- ً٢٣ َ٣٧ ٣٢ ْ) شرقًا، ويحده من الجنوب مركز باريس، ومن الشمال محافظة أسيوط، ومركز الفرافرة، ومن الشرق الظهير الصحراوي لمحافظات (أسوان، والأقصر، وقنا، وسوهاج)، ومن الغرب مراكز (الفرافرة، وبلاط، والداخلة).

تبلغ مساحة مركز الخارجة ٦٨٢٣٣ كم٢ تمثل ١٥.٥% من جملة مساحة محافظة الوادي الجديد البالغة ٤٤٠٠٩٨ كم٢، وتبلغ مساحته المأهولة ١٠١٧ كم٢ تمثل ١.٥% من جملة مساحة المركز، ويقسم المركز إدارياً إلى مدينة الخارجة، وثماني وحدات محلية قروية تضم تسع عشرة قرية، وأربعة توابع. *(محافظة الوادي الجديد، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٢٠٢٤)*

وقد بلغ عدد سكان المركز ٩٠٠١٤ نسمة وفقًا للنتائج النهائية لتعداد عام ٢٠١٧ بنسبة ٣٧.٣٪ من جملة سكان المحافظة البالغ ٢٤١٢٤٧ نسمة *(الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠١٧: ص ١٩)* ارتفع عدد السكان التقديري للمركز إلى ١٠٠٧١٤ نسمة عام ٢٠٢٣، ويتفاوت عدد السكان في ريف المركز ومدينته، حيث بلغ عدد السكان التقديري لمدينة الخارجة ٧٩٥٣٦ نسمة تمثل ٧٩% من إجمالي سكان المركز، بينما بلغ عدد سكان الريف ٢١١٧٨ نسمة، تمثل ٢١% من جملة سكان المركز عام ٢٠٢٣. *(محافظة الوادي الجديد، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٢٠٢٤)*

ويُعَدُّ مركز الخارجة أهم مراكز المحافظة؛ لأنَّه يضم مدينة الخارجة حاضرة المحافظة، إضافة إلى تحكمه في طرق النقل والمواصلات، التي تربطه بباقي مراكز المحافظة من جهة، والمحافظات المجاورة من جهةٍ أخرى، وكذلك زيادة ثقله السكاني بالنسبة لمراكز المحافظة.

- **مشكلة البحث:**

برزت مشكلة الدراسة في شقين، أولهما: عدم توفر البيانات الإحصائية الخاصة بمواقع الوحدات الشمسية الكهروضوئية، وقدراتها الاسمية، وحجم الكهرباء المولدة منها، وعدد الآبار التي تخدمها، ولذلك أصبح من الصعب حصر جميع أعداد الوحدات الشمسية الكهروضوئية لأغراض الري في مركز الخارجة، والثاني: صعوبة تعميم

استخدام الخلايا الكهروضوئية في ري الأراضي الزراعية بمركز الخارجة؛ نظراً لارتفاع تكلفة إنشائها مقارنة بماكينات الكهرباء، وماكينات الديزل، ويمثل ذلك عائقاً كبيراً أمام كثيرٍ من المزارعين، رغم انخفاض تكلفة تشغيلها لاعتمادها على مصدرٍ متجددٍ للطاقة، إضافة إلى انخفاض تكاليف الصيانة، ولذلك تتلخص المشكلة البحثية في تقييم استخدام الوحدات الشمسية الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري مقارنة بمكينات الري المعتمدة على الشبكة الكهربائية الموحدة، والعاملة بالوقود الأحفوري، لتحديد أكثرها من حيث الجدوى الاقتصادية والبيئية.

- **دراسات سابقة:**

تنقسم الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع البحث قسمين هما:

أولًا: دراسات باللغة العربية:

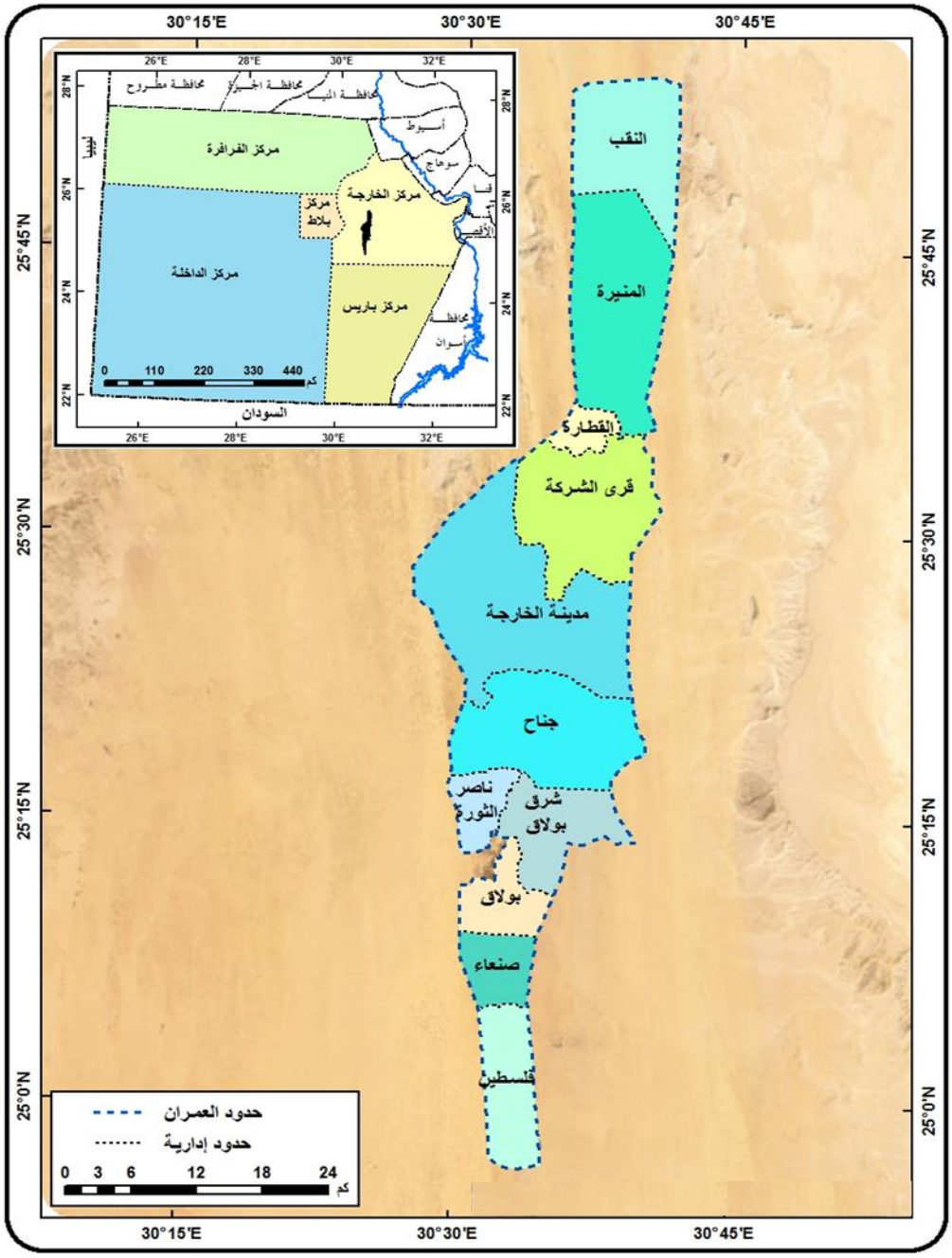
- **دراسة عويضة (٢٠١٧):** وموضوعها التحليل المكاني للإشعاع الشمسي وإمكانات توليد الطاقة في محافظة الوادي الجديد، اهتمت الدراسة بتناول طاقة الإشعاع الشمسي، ومشروعات الطاقة الشمسية وإمكانية تطبيقها، إضافة إلى المقومات الجغرافية للطاقة الشمسية، ومستقبلها في المحافظة[1].
- **دراسة فتحي (٢٠١٧):** وعنوانها استخدام الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة دراسة حالة على مدينة الخارجة، تضمنت الدراسة أهم التجارب العالمية للدول الرائدة في الطاقة الشمسية، إضافة إلى وضع منهجية لتنمية المدينة باستخدام الطاقة الشمسية[2].
- **دراسة الشناوي (٢٠١٩):** تناولت استهلاك الكهرباء في قطاع الزراعة بمحافظة الشرقية، انتهت الدراسة إلى تطور شبكة الكهرباء بقطاع الزراعة، وكذلك تطور استهلاك الكهرباء بقطاع الزراعة، والعوامل المؤثرة فيه، إضافة إلى دراسة الآثار الاقتصادية لاستخدام الكهرباء في قطاع الزراعة [3].

---

[1] محمد علي محمد عويضة: التحليل المكاني للإشعاع الشمسي وإمكانات توليد الطاقة في محافظة الوادي الجديد– دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان، ٢٠١٧.

[2] محمد صلاح فتحي: استخدام الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة– دراسة حالة على مدينة الخارجة، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠١٧.

[3] محمد أحمد محمود الشناوي: استهلاك الكهرباء في قطاع الزراعة بمحافظة الشرقية دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، حولية كلية الآداب، جامعة بني سويف، عدد خاص، مجلد (٨)، العدد (١)، ٢٠١٩.



- المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التقسيم الإداري لمحافظة الوادي الجديد، طبقة رقمية، ٢٠٢٤.

شكل (١) الموقع الجغرافي، والتقسيم الإداري لمركز الخارجة حسب النواحي عام ٢٠٢٤.

- **دراسة عرفات (٢٠٢١):** بعنوان إنتاج الكهرباء من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في محافظة الوادي الجديد، تناولت الدراسة مكونات أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وأنواعها، والتوزيع الجغرافي لأنظمة الطاقة الكهروضوئية، إضافة إلى إنتاج الكهرباء من المحطات الكهروضوئية وآثارها[1].
- **دراسة عبد الموجود (٢٠٢٢):** وموضوعها التحليل المكاني لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الخارجة، رصدت الدراسة تاريخ دخول الكهرباء إلى المدينة، وتطور شبكة نقل الكهرباء وتوزيعها، إضافة إلى التحليل المكاني لبعض مكونات شبكة توزيع الكهرباء، كذلك تطور استهلاك الطاقة الكهربائية وتوزيعها، ودراسة تطور أعداد المشتركين، ومتوسط نصيب الفرد من الكهرباء المستهلكة[2].

ثانيًا: دراسات باللغة الإنجليزية:

- **دراسة Elham Mahmoud & Hoseen el Nather, (2003):** تناولت الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة في مصر، وركزت على ضخ المياه بالخلايا الكهروضوئية في المناطق النائية، وركزت الدراسة على منطقة شرق العوينات، حيث يتم استخدام أنظمة الري بالرش والتنقيط، من خلال ضخ المياه من الخزان الجوفي اعتماداً على الخلايا الكهروضوئية[3].
- **دراسة Tareek-Al-Islam Khan & et al., (2014):** وموضوعها دراسة جدوى الري بالطاقة الشمسية: مقارنة اقتصادية بين أنظمة ضخ المياه بالديزل والطاقة الكهروضوئية للمحاصيل المختلفة في بنجلاديش، من خلال دراسة تكاليف الري لعدد ٢٧ محصولًا بأنظمة الري بالديزل مقارنة بالطاقة الكهروضوئية[4].

---

(1) نورا محمد أحمد عرفات: إنتاج الكهرباء من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتحديد المواقع المثلى لتوطنها في محافظة الوادي الجديد– دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة كلية الآداب، جامعة المنصورة، العدد (٦٩)، ٢٠٢١.

(2) ياسر محمد عبد الموجود: التحليل المكاني لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الخارجة دراسة في جغرافية الطاقة مجلة كلية الآداب، جامعة بورسعيد، العدد العشرون، يوليو ٢٠٢٢.

(3) Elham M., & Hoseen el Nather (2003): Renewable energy and sustainable developments in Egypt: photovoltaic water pumping in remote areas, Applied Energy, Volume 74, Issues 1–2, January–February

(4) Tareek-Al-Islam Khan & et al., (2014): The feasibility study of solar irrigation: Economical comparison between diesel and photovoltaic water pumping systems for different crops, International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT), 13-15 February.

- **دراسة Chandel a, & M. Nagaraju, & Rahul Chandel b, (2015):** خصصت لمراجعة تقنية نظام ضخ المياه بالطاقة الشمسية الكهروضوئية للري، وإمدادات مياه الشرب المجتمعية، من خلال تحديث تقنية ضخ المياه بالطاقة الشمسية، وتحليل الأداء، والحجم الأمثل، إضافة إلى رصد العوامل التي تؤثر على أداء نظام ضخ المياه بالطاقة الكهروضوئية[1].
- **دراسة Saeed Mohammed Wazed & et al., (2018):** اهتمت بمراجعة أنظمة الري بالطاقة الشمسية المستدامة في منطقة جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا، ركزت على توفير أنظمة الري بأسعار مناسبة، مما يُمّكن من استخدام موارد الطاقة المتجددة بدلًا من المحركات التي تعمل بالوقود الأحفوري لتقليل تكلفة تشغيل ماكينات الري[2].
- **دراسة Mostafa A. Merazy & et al., (2022):** وموضوعها تحسين نظام الري باستخدام الطاقة الشمسية: واحة الفرافرة، هدفت الدراسة إلى تحسين نظام الطاقة الكهروضوئية، وكمية المياه اللازمة للري، ونوع النبات، والمناخ المحلي، والتربة، وطريقة الري للحصول على الطاقة المثلى اللازمة لضخ المياه[3].
- **دراسة Ahmed Elnozahy,& Mazen A., Farag K, (2024):** موضوعها التنسيق التقني والاقتصادي الأمثل للطاقة في أنظمة الري بضخ المياه باستخدام الطاقة الكهروضوئية، وتناولت تطوير نظام ضخ المياه المعتمد على الطاقة الكهروضوئية لنظام الري بالتنقيط في واحة الفرافرة في الصحراء الغربية[4].

---

(1) Chandel a, & M. Nagaraju, & Rahul Chandel b, (2015): Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community drinking water supplies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 49, September.

(2) Saeed Mohammed Wazed & et al., (2018): A review of sustainable solar irrigation systems for Sub-Saharan Africa, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 81, Part 1, January

(3) Mostafa A. Merazy & et al., (2022): Optimization of Irrigation System Using Solar Energy: (Farafra Oasis), International Middle East Power Systems Conference (MEPCON), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 14-16 December 2021.

(4) Ahmed Elnozahy,& Mazen A., Farag K.(2024), Optimal techno-economic energy coordination of solar PV water pumping irrigation systems, Journal of Energy, Volume 288.

من خلال عرض الدراسات السابقة يتضح اختلاف الدراسة الحالية في كونها تركز على إنتاج الكهرباء من الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري في مركز الخارجة، وبذلك تعد الدراسة الأولى من نوعها تقريباً، حيث لم يدرس هذا الموضوع في مركز الخارجة من قبل بناءً على حصر الباحثيْن للأبحاث المنشورة بالمجلات العلمية على بنك المعرفة المصري، إضافة إلى الدوريات العلمية بدور النشر العالمية مثل (Elsevier, Springer)، وكذلك قاعدة بيانات (Scopus)، كما تختلف الدراسة الحالية في كونها اعتمدت على أسلوب العمل الميداني بصورةٍ أساسيةٍ في حصر مواقع الوحدات الكهروضوئية، وقدراتها الاسمية، والكهرباء المولدة منها.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق أهداف عدة، أهمها:

- التعرف على إمكانات الطاقة الشمسية في مركز الخارجة، من خلال تحديد كمية الإشعاع الشمسي المباشر، وحجم الطاقة الفوتوفلطية المقدَّرة؛ لتحديد مدى ملاءمتها لإنتاج الكهرباء من الخلايا الكهروضوئية اللازمة لأغراض الري.
- دراسة التوزيع العددي لوحدات الطاقة الكهروضوئية، وتوزيع قدراتها المركبة في منطقة الدراسة؛ للوقوف على أكثر النواحي اعتماداً عليها في ضخ المياه الجوفية لأغراض الري، وتحديد دورها في زيادة كمية الطاقة الكهربائية المولدة.
- تحديد حجم الكهرباء المولدة من الوحدات الشمسية الكهروضوئية لأغراض الري بنواحي المركز؛ وذلك لتحديد أكثرها إنتاجاً للطاقة الكهربائية، إضافة إلى تحديد دورها في زيادة مساحة الأراضي الزراعية.
- رصد أعداد الآبار المعتمدة على الوحدات الشمسية الكهروضوئية لتحديد قدراتها التصميمية، وحساب معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية بالنسبة لكمية المياه المستخدمة في الري.
- دراسة توزيع مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في المركز، لحساب متوسط استهلاك الطاقة الكهربائية بالنسبة للمساحة.
- التعرف على الآثار الناتجة عن استخدام الوحدات الكهروضوئية في أغراض الري؛ لتحديد جدواها الاقتصادية والبيئية مقارنة بالوحدات الكهربائية والديزل.
- الوقوف على المشكلات التي تواجه استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري، لاقتراح الحلول المناسبة لها.

مناهج الدراسة وأساليبها:

اعتمد البحث المنهج الوصفي التحليلي لرصد أعداد الوحدات الكهروضوئية، وتحديد قدراتها الاسمية، وحجم الكهرباء المولدة منها، إضافة إلى المدخل الأصولي للتعرف على العوامل المؤثرة في إنتاج الكهرباء من الوحدات الكهروضوئية، وكذلك المدخل التاريخي لرصد البعد الزمني لاستخدام الوحدات الكهروضوئية، وتطور أعدادها، وقدرتها الاسمية المركبة.

وقد تعددت أساليب الدراسة المستخدمة، وأهمها: الأسلوب الكمي؛ وذلك لمعالجة البيانات الخاصة بأعداد الوحدات الشمسية الكهروضوئية، وقدراتها الاسمية، وتوزيع الكهرباء المولدة منها، وأعداد الآبار العاملة بالطاقة الشمسية، وطاقتها التصميمية، وكذلك مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة، من خلال تحليل تلك البيانات وجدولتها، بالإضافة إلى حساب المعاملات الإحصائية مثل: نسب التغير، والنسب المئوية، فضلًا عن الاستعانة بالأسلوب الكارتوجرافي، واستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map) من خلال إدخال البيانات، وتحليلها؛ لإنتاج مجموعةٍ من الخرائط التي تخدم عناصر البحث المختلفة.

وقد اعتمد البحث أسلوب العمل الميداني؛ نظراً لعدم توفر البيانات الإحصائية للوحدات الشمسية الكهروضوئية المستخدمة في أغراض ري الأراضي الزراعية بالمركز؛ لأنَّها غير مرتبطة بالشبكة الكهربائية الموحدة، بالإضافة إلى صغر قدراتها الاسمية، واتساع انتشارها في المركز، لذلك تم إعداد نموذج استبيان (ملحق ١)، تم توزيعه على عينة من أصحاب الوحدات الكهروضوئية بنواحي المركز ومدينته خلال الفترة (٦ يناير – ١٠ إبريل) عام ٢٠٢٤ بلغت ٧٩٩ مفردة، بواقع مفردة لكل وحدة كهروضوئية، تمثل الهدف منها تحديد قدرات الوحدات الكهروضوئية، وحجم الكهرباء المولدة منها، إضافة إلى رصد تكلفة إنشائها، لإمكانية مقارنتها بمصادر الطاقة الأخرى، والتعرف على أهم مشكلاتها، كذلك أفاد البحث من الدراسة الميدانية في رفع إحداثيات الوحدات الكهروضوئية، تمهيداً لتوقيعها على الخرائط.

وأيضاً أفاد البحث من استخدام بعض الأجهزة مثل:(Calibrated Cell Meter)، لقياس كمية الإشعاع الشمسي الساقط على الألواح الشمسية، وجهاز (TENMARS) للتأكد من تركيب الألواح الشمسية وفقًا لزاوية الميل المثلى، وجهاز قياس درجة حرارة الألواح الشمسية؛ لرصد درجة حرارتها خلال ساعات النهار، لتحديد تأثيرها في كمية الكهرباء المولدة.

ولتحقيق الأهداف سالفة الذكر اشتمل البحث على العناصر الآتية:

- إمكانات الطاقة الشمسية وإنتاجها في مركز الخارجة.
- القدرة الاسمية المركبة للوحدات الكهروضوئية لأغراض الري بمركز الخارجة.
- الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة.
- توزيع الآبار المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة.
- توزيع الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في المركز.
- آثار استخدام الوحدات الكهروضوئية في الري بمركز الخارجة.
- مشكلات استخدام الطاقة الشمسية لأغراض الري في مركز الخارجة ومستقبلها.

أولًا- إمكانات الطاقة الشمسية وإنتاجها في مركز الخارجة:

ترتب على موقع منطقة الدراسة بالنسبة لدوائر العرض زيادة المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس، وترتب على ذلك زيادة كمية الإشعاع الشمسي المباشر، وحجم الطاقة المقدرة منه، ويمكن دراسة إمكانات الطاقة الشمسية وإنتاجها في المركز من الجوانب الآتية:

أ- المتوسط الشهري/ الفصلي لعدد ساعات سطوع الشمس خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣):

تُعَدُّ مدة سطوع الشمس من أهم العوامل المؤثرة في كمية الإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة، وتقسم مدة سطوع الشمس إلى نوعين هما: مدة سطوع الشمس الفعلية، وهي الفترة التي يُشاهد فيها قرص الشمس ساطعًا خلال ساعات النهار، ومدة سطوع الشمس الممكنة، وهي الفترة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها *(عبد الموجود، ياسر محمد، ٢٠١٧: ص ٨)*، ويوضح جدول (١) وشكل (٢) الآتي:

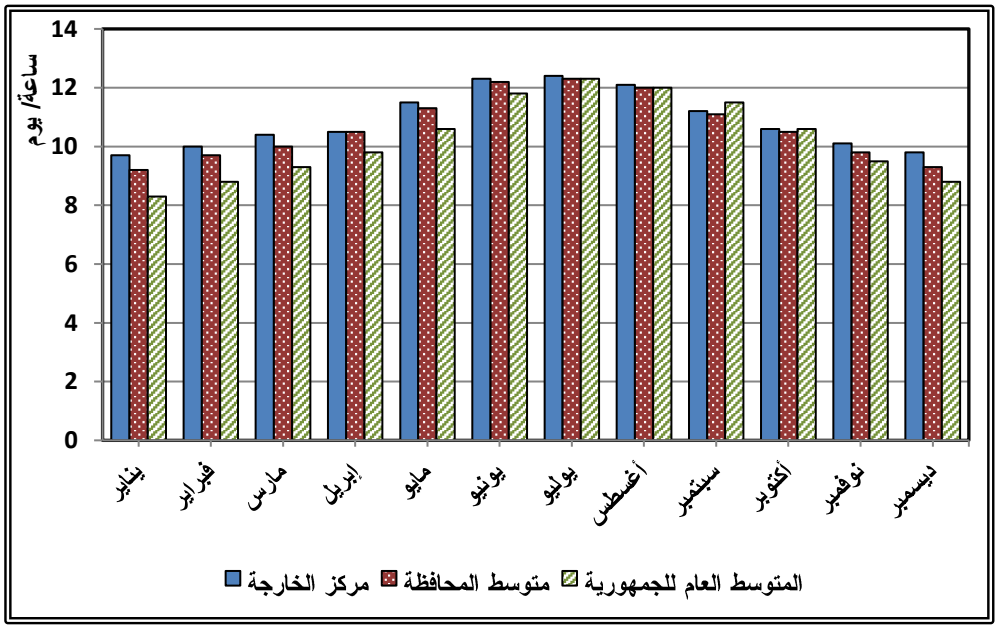
يبلغ المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس بمركز الخارجة ١٠.٩ ساعة/ يوم، ويشير ذلك إلى زيادة المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مركز الخارجة مقارنة بنظيره على مستوى المحافظة، وعلى مستوى الجمهورية البالغ (١٠,٧)، (١٠,٣) ساعة /يوم لكلٍ منهما على الترتيب؛ وبذلك ترتفع الملائمة المكانية لإنتاج الكهرباء من الخلايا الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة، حيث تتراوح ساعات سطوع الشمس في المناطق المثالية لاستخدام الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء ما بين (٦,٣- ١١) ساعة/ يوم، وتعطي هذه المعدلات قيماً للإشعاع الشمسي المباشر تنحصر ما بين (٢٠٠٠-٢٥٠٠) ك.و.س/ م٢/ سنة.

جدول (١) المتوسط الشهري/ الفصلي لعدد ساعات سطوع الشمس في مركز الخارجة مقارنة بمتوسطات المحافظة والجمهورية خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

الشهر	متوسط مركز الخارجة (ساعة/ يوم)	متوسط المحافظة (ساعة/ يوم)	متوسط الجمهورية (ساعة/ يوم)
ديسمبر	٩.٨	٩.٣	٨.٨
يناير	٩.٧	٩.٢	٨.٣
فبراير	١٠	٩.٧	٨.٨
الشتاء	٩.٨	٩.٤	٨.٦
مارس	١٠.٤	١٠	٩.٣
إبريل	١٠.٥	١٠.٥	٩.٨
مايو	١١.٥	١١.٣	١٠.٦
الربيع	١٠.٨	١٠.٦	٩.٩
يونيو	١٢.٣	١٢.٢	١١.٨
يوليو	١٢.٤	١٢.٣	١٢.٣
أغسطس	١٢.١	١٢	١٢
الصيف	١٢.٣	١٢.٢	١٢
سبتمبر	١١.٢	١١.١	١١.٥
أكتوبر	١٠.٦	١٠.٥	١٠.٦
نوفمبر	١٠.١	٩.٨	٩.٥
الخريف	١٠.٦	١٠.٤	١٠.٥
المتوسط السنوي	١٠.٩	١٠.٧	١٠.٣

من إعداد الباحثين اعتماداً على: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

تتباين المعدلات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس، حيث تبلغ معدلات السطوع الفعلية أعلى متوسط لها خلال شهر يوليو ١٢.٤ ساعة/ يوم؛ وذلك لتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان، وزيادة عدد ساعات النهار التي تبلغ أقصاها خلال هذا الشهر على مدار العام، في حين بلغت معدلات سطوع الشمس أدناها ٩.٧ ساعة/ يوم خلال شهر يناير؛ نظراً لتعامد أشعة الشمس على مدار الجدي، وقلة عدد ساعات النهار التي تبلغ أدناها خلال هذا الشهر، كما يلاحظ زيادة متوسط عدد ساعات سطوع الشمس الشهري في مركز الخارجة عن المتوسط السنوي في خمسة أشهر خلال الفترة (مايو- سبتمبر)، مما يشير إلى التباين في توزيع عدد ساعات سطوع الشمس في المركز من شهر إلى آخر خلال العام.



شكل (٢) المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس في مركز الخارجة مقارنة بمتوسطات المحافظة والجمهورية خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

وعلى الرغم من ارتفاع المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مركز الخارجة فإنَّه يتصف بالتفاوت الواضح حسب فصول السنة؛ نظراً لاختلاف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، وفقًا لحركة الشمس الظاهرية شمالًا وجنوبًا خلال فصول السنة، ويمكن رصد هذا التباين على النحو الآتي:

- **فصل الشتاء:** يعد أقل فصول السنة من حيث متوسط عدد ساعات سطوع الشمس البالغة ٩.٨ ساعة/ يوم؛ ويعزى ذلك إلى تعامد أشعة الشمس خلال هذا الفصل على مدار الجدي؛ وقد تَرتَّبَ على ذلك انخفاض عدد ساعات النهار، مما يؤثر على انخفاض معدلات السطوع الفعلية مقارنة بباقي فصول السنة.
- **فصل الخريف:** يبدأ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في الارتفاع خلال هذا الفصل ليبلغ ١٠.٦ ساعة/ يوم؛ نظراً لحركة الشمس الظاهرية وتعامدها على خط الاستواء، ويترتب على ذلك زيادة عدد ساعات النهار، وزيادة معدلات سطوع الشمس الفعلية مقارنة بفصل الشتاء.
- **فصل الربيع:** بلغ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس خلال هذا الفصل ١٠.٨ ساعة/ يوم؛ وبذلك ترتفع معدلات سطوع الشمس بفصل الربيع مقارنة بفصل الشتاء؛ نظراً لحركة الشمس الظاهرية نحو الشمال، حيث تتعامد أشعة الشمس على دائرة الاستواء، ويترتب على ذلك زيادة عدد ساعات النهار.
- **فصل الصيف:** ترتفع عدد ساعات سطوع الشمس لتبلغ أقصاها خلال فصل الصيف، إذا بلغت ١٢.٣ ساعة/ يوم؛ ويرجع ذلك إلى تعامد أشعة الشمس على مدار السرطان جنوب منطقة الدراسة، وزيادة طول النهار، وانعدام تكون السحب، وانخفاض نسبة بخار الماء في الجو؛ ويؤدي ذلك إلى زيادة معدلات سطوع الشمس الفعلية في المركز.

ب- المتوسط الشهري/ الفصلي للإشعاع الشمسي المباشر خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣):

يُعرّف الإشعاع الشمسي بأنَّه كمية الطاقة الشمسية التي تسقط على نقطة من سطح الأرض، وتتأثر قيمه بمجموعة من العوامل أهمها: الموقع بالنسبة لدوائر العرض، والرطوبة النسبية، ودرجة الحرارة، وزاوية الإشعاع الشمسي *(Bahaa Elboshy, &et al., 2022, p. 4)* وتتمثل أهمية دراسة الإشعاع الشمسي في أنَّها تمثل مدخلات أساسية لتطبيقات الطاقة الشمسية الكهروضوئية، بالإضافة إلى دورها في تقييم تقنيات الطاقة الشمسية، وتحسين كفاءتها، *(El Sebaii, 2010, p. 568)* وتختلف

قِيم الإشعاع الشمسي في مصر مكانيًّا، حيث تزيد قِيم الإشعاع الشمسي بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب طوال العام *(عبد المقصود، أمل عبد العظيم، ٢٠١٥، ص: ٧٩)* حتى تبلغ أقصاها في محافظتي أسوان والوادي الجديد؛ وقد انعكس ذلك على زيادة ملائمة المركز لإنتاج الكهرباء من الوحدات الشمسية الكهروضوئية، وبدراسة جدول (٢) وشكل (٣) يتَّضح الآتي:

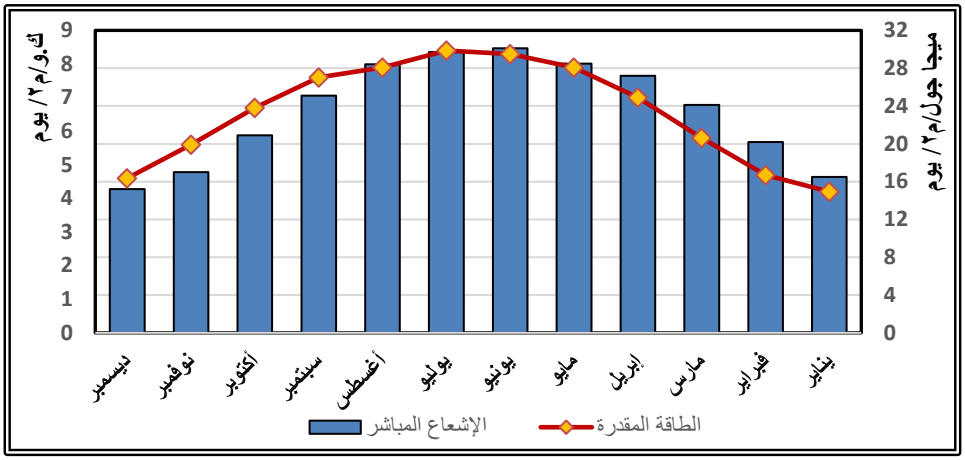
- بلغ المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر في مركز الخارجة ٢٣.٦ ميجا جول/ م٢/ يوم خلال الفترة (١٩٩٠- ٢٠٢٣)، ويبلغ حجم الطاقة الكهربائية المقدرة منه ٦.٦ كيلووات/ م٢/ يوم خلال الفترة نفسها؛ وبذلك ترتفع معدلات الإشعاع الشمسي وحجم الكهرباء المقدرة منه في مركز الخارجة مقارنة بنظيره على مستوى المحافظة، وعلى مستوى الجمهورية.
- تتفاوت المتوسطات الشهرية للإشعاع الشمسي المباشر، وحجم الطاقة المقدرة منه في مركز الخارجة من شهر إلى آخر، حيث بلغ متوسط كمية الإشعاع الشمسي المباشر أقصاه ٣٠.١ ميجا جول/م٢/ يوم خلال شهر يونيو، وبلغ حجم الطاقة الكهربائية المقدرة منه ٨.٤ كيلووات/م٢/ يوم، في حين بلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر أدناه ١٥.٢ ميجا جول/م٢/ يوم خلال شهر ديسمبر، وبلغ حجم الطاقة الكهربائية المقدر إنتاجها ٤.٢ كيلووات/ م٢/ يوم.
- تختلف كمية الإشعاع الشمسي المباشر، وحجم الطاقة الكهربائية المقدرة منه في مركز الخارجة باختلاف فصول السنة، حيث بلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر أدناه خلال فصل الشتاء ١٧.٣ ميجا جول/ م٢/ يوم، وبلغ حجم الكهرباء المقدرة منه ٤.٨ كيلووات/ م٢/ يوم؛ ويعزى انخفاض كمية الإشعاع الشمسي المباشر وحجم الطاقة الكهربائية المقدرة منه في منطقة الدراسة خلال هذا الفصل إلى تعامد أشعة الشمس على مدار الجدي؛ مما تَرتَّبَ على انخفاض زاوية سقوط الإشعاع الشمسي خاصةً الأجزاء الشمالية من المركز.

جدول (٢) المتوسط الشهري/ الفصلي للإشعاع الشمسي المباشر والطاقة المقدرة في مركز الخارجة مقارنة بمتوسطات المحافظة والجمهورية خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

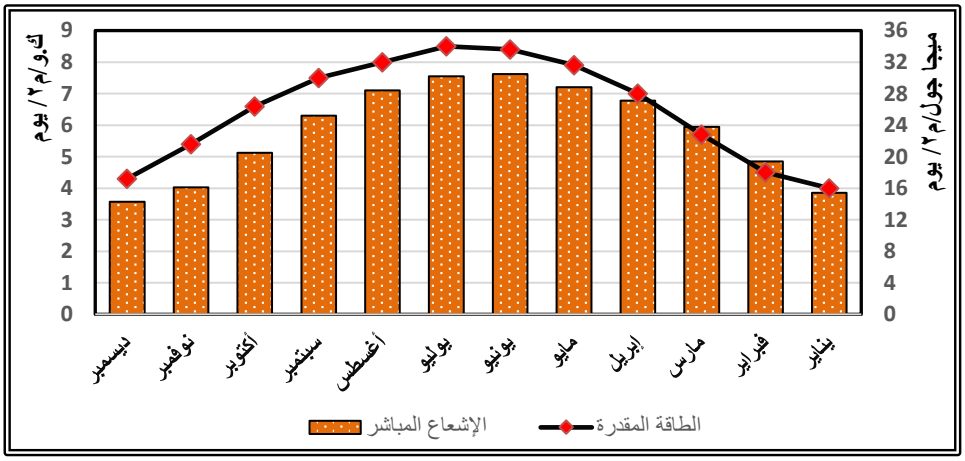
الشهر	متوسط مركز الخارجة		المتوسط العام للمحافظة		المتوسط العام للجمهورية	
	الإشعاع المباشر م جول/م٢/ يوم	الطاقة المقدرة ك.و/م٢/ يوم	الإشعاع المباشر م جول/م٢/ يوم	الطاقة المقدرة ك.و/م٢/ يوم	الإشعاع المباشر م جول/م٢/ يوم	الطاقة المقدرة ك.و/م٢/ يوم
ديسمبر	١٥.٢	٤.٢	١٤.٣	٤	١٢.٣	٣.٤
يناير	١٦.٥	٤.٦	١٥.٤	٤,٣	١٣.١	٣.٦
فبراير	٢٠.٢	٥.٦	١٩.٤	٥,٤	١٦.٥	٤.٦
الشتاء	١٧.٣	٤.٨	١٦.٤	٤,٦	١٤	٣.٩
مارس	٢٤.١	٦.٧	٢٣.٨	٦,٦	٢٠.٦	٥.٧
إبريل	٢٧.٢	٧.٦	٢٧.١	٧,٥	٢٤.٩	٦.٩
مايو	٢٨.٥	٧.٩	٢٨.٨	٨	٢٧.٣	٧.٦
الربيع	٢٦.٦	٧.٤	٢٦.٤	٧,٣	٢٤.٣	٦.٨
يونيو	٣٠.١	٨.٤	٣٠.٥	٨,٥	٢٩.١	٨
يوليو	٢٩.٧	٨.٣	٣٠.٢	٨,٤	٢٨.٤	٧.٩
أغسطس	٢٨.٤	٧.٩	٢٨.٤	٧,٩	٢٦.٦	٧.٤
الصيف	٢٩.٤	٨.٢	٢٩.٧	٨,٣	٢٨	٧.٨
سبتمبر	٢٥.١	٧	٢٥.٢	٧	٢٣	٦.٤
أكتوبر	٢٠.٩	٥.٨	٢٠.٥	٥,٧	١٨.٥	٥.١
نوفمبر	١٧	٤.٧	١٦.١	٤,٥	١٤.٣	٤
الخريف	٢١	٥.٨	٢٠.٦	٥,٧	١٨.٦	٥.٢
المتوسط	٢٣.٦	٦.٦	٢٣.١	٦,٤	٢١.٢	٥.٩

من إعداد الباحثيْن اعتماداً على:

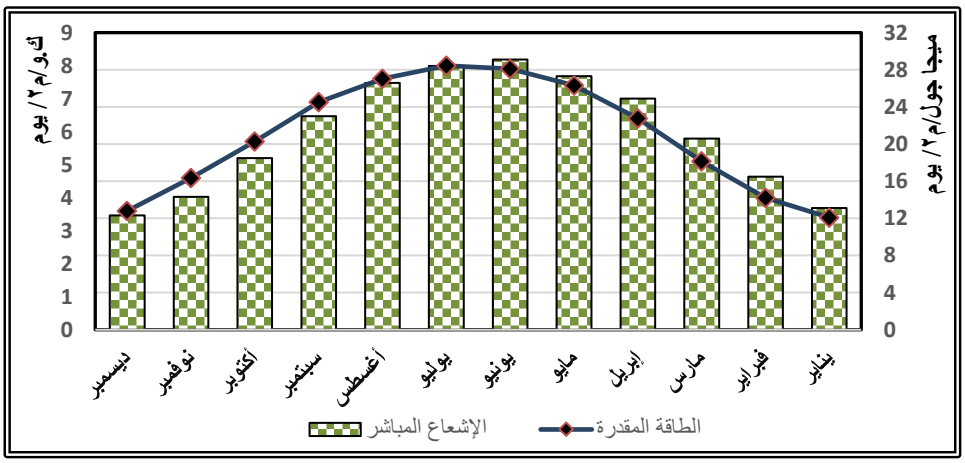
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).
- تَمَّ حساب حجم الكهرباء المقدر إنتاجها من الإشعاع الشمسي على أساس أنَّ (ك.و.س) = ٣.٦ ميجا جول/ م٢/ يوم.



شكل (٣ – أ) المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي المباشر وحجم الطاقة المقدرة في مركز الخارجة



شكل (٣ – ب) المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي المباشر وحجم الطاقة المقدرة على مستوى المحافظة



شكل (٣ – ج) المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي المباشر وحجم الطاقة المقدرة على مستوى الجمهورية

- في حين بلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر أقصاه خلال فصل الصيف ٢٩.٤ ميجا جول/ م٢/ يوم، وبلغ حجم الكهرباء المقدر إنتاجها منه ٨.٢ كيلووات/ م٢/ يوم؛ ويرجع ذلك إلى تعامد أشعة الشمس على مدار السرطان جنوب منطقة الدراسة؛ وقد تَرتَّبَ على ذلك سقوط أشعة الشمس عمودية في مركز الخارجة، وانعكس ذلك على تقليل كمية الفقد في الإشعاع الشمسي المباشر، وزيادة حجم الطاقة المقدرة منه.
- أمَّا في الاعتداليين (الربيع، والخريف) تزاد معدلات الإشعاع الشمسي المباشر وحجم الطاقة الكهربائية المقدرة منه مقارنة بفصل الشتاء؛ نظراً لزيادة عدد ساعات النهار الناتج عن حركة الشمس الظاهرية، وتعامدها على خط الاستواء، في حين تقل معدلات الإشعاع الشمسي المباشر وحجم الكهرباء المقدرة في الاعتداليين مقارنة بفصل الصيف، الذي تتعامد خلاله أشعة الشمس على مدار السرطان الواقع جنوب منطقة الدراسة.

ومما تجدر الإشارة إليه أنَّه رغم تباين معدلات الإشعاع الشمسي في مركز الخارجة من شهر إلى آخر ومن فصل إلى آخر، فإنَّ أقل قيم للإشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء لا تعوق إنتاج الكهرباء من الوحدات الشمسية الكهروضوئية؛ لكونها تمثل معدلات مثالية لإنتاج الطاقة الكهربائية، ويشير ذلك إلى زيادة الجدوى الاقتصادية من إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة بمعدلات مرتفعة طوال العام.

ج- إنتاج الطاقة الكهربائية من الوحدات الكهروضوئية عام ٢٠٢٤:

تعد دراسة كمية الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الشمسية الكهروضوئية في الأغراض المختلفة عامةً، وأغراض الري خاصةً من الأمور المهمة؛ وذلك للتعرف على مدى الاستفادة الفعلية من معدلات الإشعاع الشمسي المباشر في منطقة الدراسة، ومن جدول (٣) وشكل (٤) يتضح الآتي:

١- تبلغ كمية الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة ٩٤٣ ميجاوات عام ٢٠٢٤ تشكل ١٢.٢% من جملة نظيرتها على مستوى المحافظة البالغة ٧٧٢٤.٥ ميجاوات خلال العام نفسه.

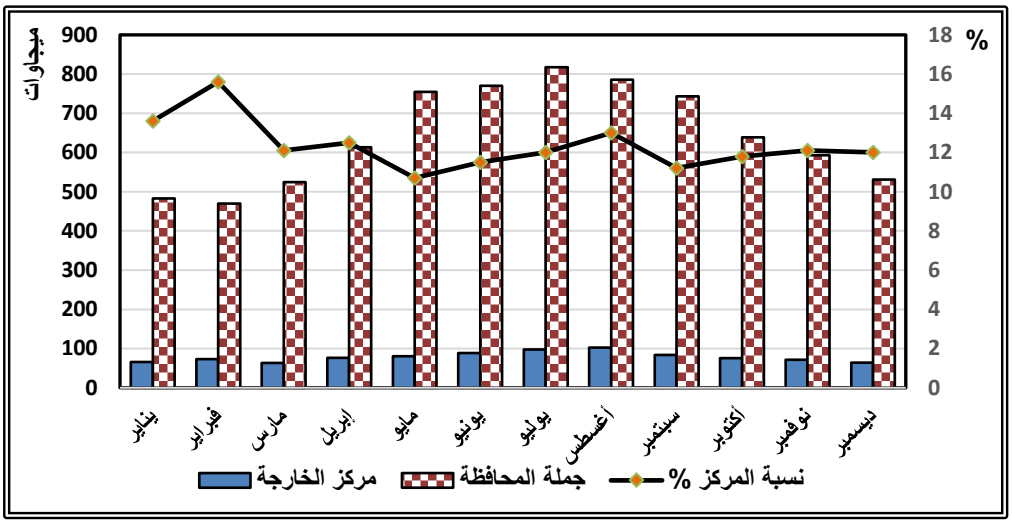
٢- تختلف كمية الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة من شهر إلى آخر، حيث تصدر شهر أغسطس باقي شهور السنة بجملة إنتاج ١٠٢.٣ ميجاوات بنسبة ١٠.٨%؛ وذلك لزيادة قيم الإشعاع الشمسي المباشر، وزيادة حجم الطاقة المقدرة منه، وفي المقابل رُتِبَ شهر ديسمبر أخيراً بجملة إنتاج بلغت ٦٤ ميجاوات بنسبة ٦.٨%؛ ويرجع ذلك إلى انخفاض قيم الإشعاع المباشر وحجم الطاقة المقدرة، إضافة إلى انخفاض الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية التي تبلغ أدناها خلال هذا الشهر.

جدول (٣) الكهرباء المولدة من المحطات الكهروضوئية في مركز الخارجة مقارنة بنظيرها على مستوى المحافظة عام ٢٠٢٤.

الشهر	مركز الخارجة (ميجاوات)	% من جملة المركز	جملة المحافظة (ميجاوات)	% من الكهرباء المولدة	نسبة المركز إلى المحافظة %
ديسمبر	٦٤	٦.٨	٥٣١	٦.٩	١٢
يناير	٦٥.٥	٦.٩	٤٨٢.٧	٦.٢	١٣.٦
فبراير	٧٣.٥	٧.٨	٤٧٠.١	٦.١	١٥.٦
الشتاء	٢٠٣	٢١.٥	١٤٨٣.٨	١٩.٢	١٣.٧
مارس	٦٣.٦	٦.٧	٥٢٤.٣	٦.٨	١٢.١
إبريل	٧٦.٧	٨.١	٦١٣.٦	٧.٩	١٢.٥
مايو	٨٠.٨	٨.٦	٧٥٤.٦	٩.٨	١٠.٧
الربيع	٢٢١.١	٢٣.٤	١٨٩٢.٥	٢٤.٥	١١.٧
يونيو	٨٨.٣	٩.٤	٧٦٩.٨	١٠	١١.٥
يوليو	٩٧.٧	١٠.٤	٨١٧.٤	١٠.٦	١٢
أغسطس	١٠٢.٣	١٠.٨	٧٨٦	١٠.١	١٣
الصيف	٢٨٨.٣	٣٠.٦	٢٣٧٣.٢	٣٠.٧	١٢.١
سبتمبر	٨٣.٥	٨.٩	٧٤٣.١	٩.٦	١١.٢
أكتوبر	٧٥.٤	٨	٦٣٨.٦	٨.٣	١١.٨
نوفمبر	٧١.٧	٧.٦	٥٩٣.٣	٧.٧	١٢.١
الخريف	٢٣٠.٦	٢٤.٥	١٩٧٥	٢٥.٦	١١.٧
الجملة	٩٤٣	١٠٠	٧٧٢٤.٥	١٠٠	١٢.٢

الجدول من إعداد الباحثين اعتماداً على:

-شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، قطاع كهرباء الوادي الجديد، الشئون التجارية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.



شكل (٤) الكهرباء المولدة من المحطات الكهروضوئية في مركز الخارجة مقارنة بنظيرها على مستوى المحافظة عام ٢٠٢٤

٣- تتفاوت كمية الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في المركز حسب فصول السنة، حيث سجل فصل الصيف الترتيب الأول بكميةٍ بلغت ٢٨٨.٣ ميجاوات بنسبة ٣٠.٦%؛ وذلك لتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان، وزيادة قيم الإشعاع الشمسي، إضافة إلى زيادة حاجة المحاصيل لمياه الري، نظراً لارتفاع درجات الحرارة، مما ترتب على زيادة عدد ساعات التشغيل للوحدات الكهروضوئية، وفي المقابل بلغت كمية الكهرباء المولدة أدناها خلال فصل الشتاء بنسبة ٢١.٥%؛ وذلك لتدني كمية الإشعاع الشمسي المباشر خلال هذا الفصل لتعامد أشعة الشمس على مدار الجدي، إضافة إلى انخفاض درجات الحرارة، وقلة حاجة المحاصيل الشتوية لمياه الري؛ وترتب على ذلك انخفاض عدد ساعات تشغيل الوحدات الكهروضوئية.

٤- بلغت نسبة المتوسط السنوي لكمية الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة بالنسبة لإجمالي المحافظة ١٢.٢%، ويلاحظ تذبذب هذه النسبة من شهر إلى آخر، حيث بلغت أقصاها خلال شهر فبراير (١٥.٦%)، وأدناها خلال شهر مايو (١٠.٧%)، أي بفارق (٤.٩%) بين النسبتين؛ ويشير ذلك إلى التباين الواضح في نسبة الكهرباء المولدة بمركز الخارجة إلى جملة المحافظة حسب معدلات الطلب عليها.

ثانيًا- القدرة الاسمية المركبة للوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة:

يقصد بها القدرة التصميمية للوحدات الكهروضوئية، وتتمثل أهميتها في أنَّ زيادة حجم الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية يرتبط بزيادة القدرات الاسمية المركبة، فغالبًا ما يصاحب زيادة القدرات الاسمية المركبة للوحدات الكهروضوئية زيادة مماثلة في حجم الطاقة الكهربائية المولدة منها، والعكس صحيح، ويمكن دراسة القدرات الاسمية للوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة من ثلاثة جوانب هي:

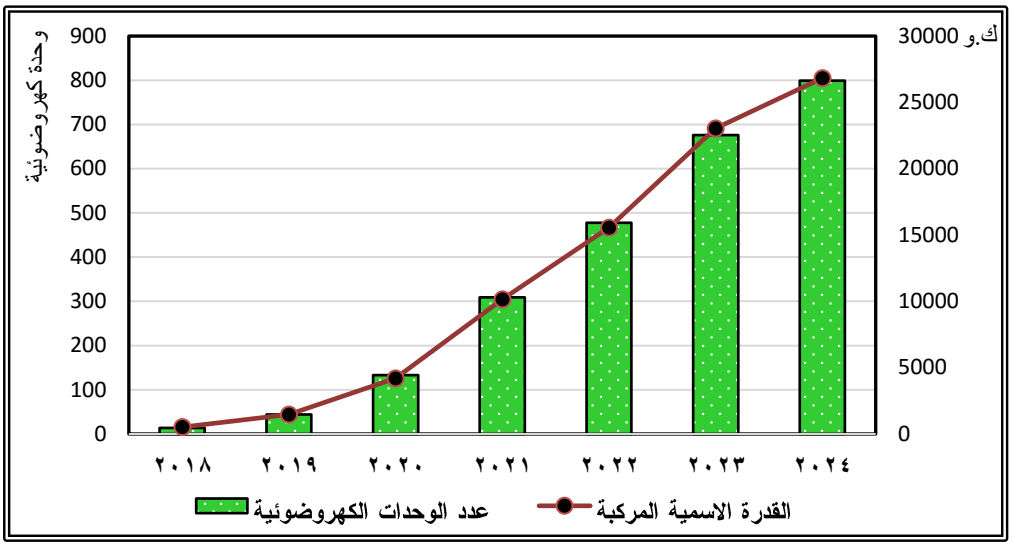
أ- تطور أعداد الوحدات الكهروضوئية وقدراتها خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)

أكدت نتائج الدراسة الميدانية أنَّ عام ٢٠١٨ يمثل البدايات الأولى لاستخدام الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري في مركز الخارجة، وأكد ٩٨.٩% من عينة الدراسة تبعية الوحدات الكهروضوئية المستخدمة بأغراض الري للقطاع الخاص، ويستدل من جدول (٤)، وشكل (٥) على زيادة أعداد الوحدات الكهروضوئية المستخدمة بأغراض الري في المركز من ١٤ وحدة عام ٢٠١٨ إلى ٧٩٩ وحدة عام ٢٠٢٤ بنسبة تغير ٥٧٠٧.١%، وبمعدل نمو سنوي ٨١٥.٣%؛ ويشير ذلك إلى زيادة جدواها في ضخ المياه لأغراض الري؛ مقارنة بماكينات الري المعتمدة على الطاقة الكهربائية، والمعتمدة على الوقود الأحفوري (الديزل).

جدول (٤) تطور أعداد الوحدات الكهروضوئية وقدرتها المركبة لأغراض الري في مركز الخارجة خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)

السنة	عدد الوحدات الشمسية (وحدة)	نسبة التغير %	القدرة الاسمية المركبة (ك.و)	نسبة التغير %
٢٠١٨	١٤	-	٥١٨.١	-
٢٠١٩	٤٤	٣١٤.٣	١٤٨٠.١	٢٨٥.٧
٢٠٢٠	١٣٣	٩٥٠	٤١٩٥	٨٠٩.٧
٢٠٢١	٣٠٩	٢٢٠٧.١	١٠١٤٩.٩	١٩٥٩.٧
٢٠٢٢	٤٧٨	٣٤١٤.٣	١٥٥٥١.٥	٣٠٠١.٦
٢٠٢٣	٦٧٦	٤٨٢٨.٦	٢٣٠٤١.٦	٤٤٤٧.٣
٢٠٢٤	٧٩٩	٥٧٠٧.١	٢٦٨٢٥.٣	٥١٧٧.٦

- المصدر: الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير- ١٠ إبريل)، ٢٠٢٤.



شكل (٥) تطور أعداد الوحدات الكهروضوئية وقدرتها المركبة لأغراض الري في مركز الخارجة خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)

تختلف أعداد الوحدات الكهروضوئية المضافة سنوياً من عام إلى آخر خلال فترة الدراسة؛ حيث بلغت أقصاها ١٩٨ وحدة عام ٢٠٢٣ بنسبة تغير ٤٨٢٨.٦%، وأدناها ٣٠ وحدة عام ٢٠١٩ بنسبة تغير ٣١٤.٣%.

ارتفعت القدرات الاسمية المركبة للوحدات الكهروضوئية من ٥١٨.١ كيلووات عام ٢٠١٨ إلى ٢٦٨٢٥.٣ كيلووات عام ٢٠٢٤ بنسبة تغير بلغت ٥١٧٧.٦%، وبمعدل نمو سنوي ٧٣٩.٧%، ويشير ذلك إلى انخفاض نسبة التغير في القدرات الاسمية المركبة مقارنة بتطور أعدادها خلال فترة الدراسة، كما يتضح تفاوت القدرات الاسمية المضافة سنوياً خلال فترة الدراسة؛ إذ بلغت أقصاها عام ٢٠٢٣ بمعدل ٧٤٩٠.١ كيلووات، وأدناها عام ٢٠١٩ بواقع ٩٦٢ كيلووات.

ب- التوزيع العددي للوحدات الكهروضوئية وقدراتها المركبة عام ٢٠٢٤:

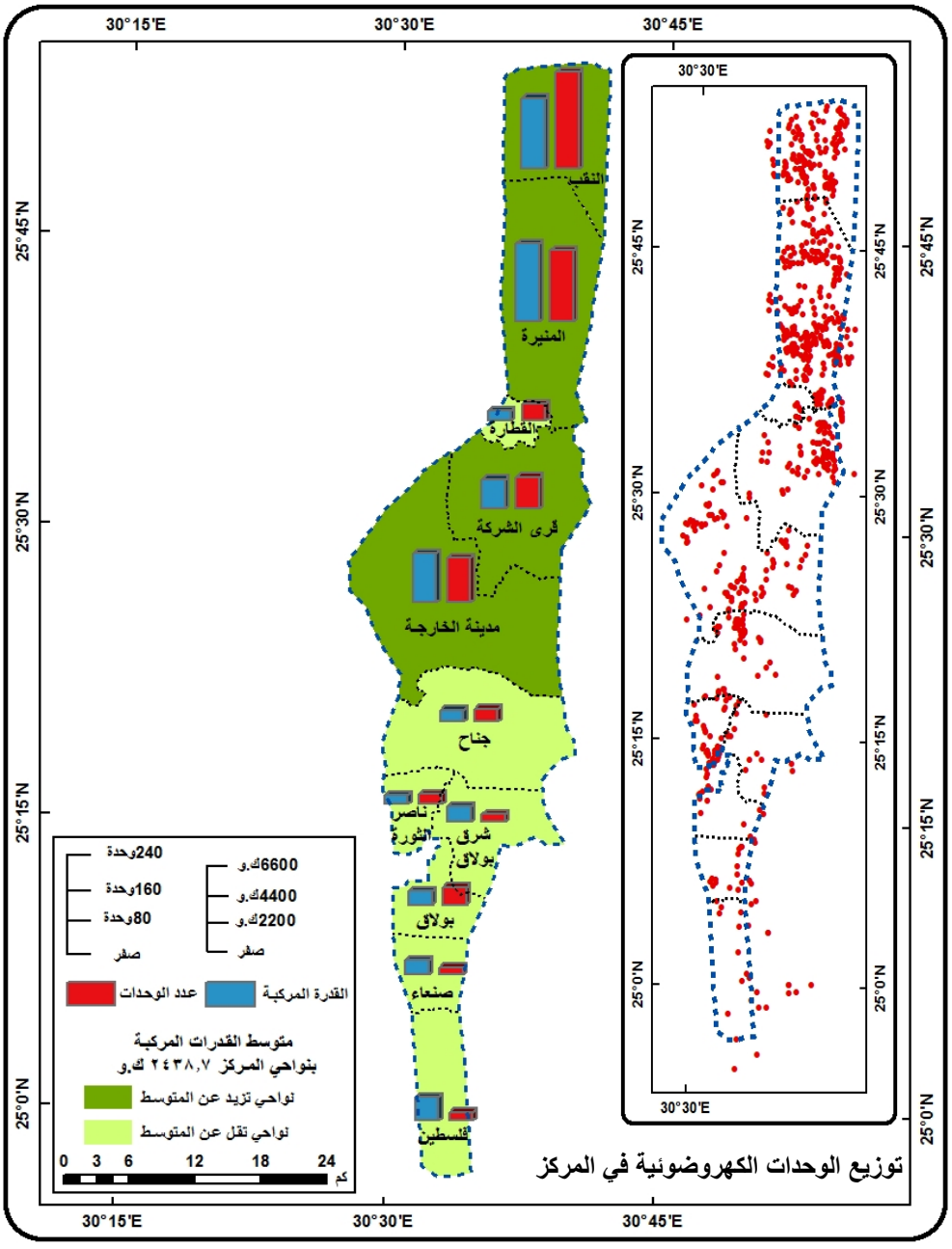
تتمثل أهمية دراسة التوزيع العددي للوحدات الكهروضوئية في نواحي المركز ومدينته في تحديد أكثرها من حيث أعداد الوحدات الكهروضوئية، إضافة إلى تحديد مناطق العجز للوقوف على معوقات الاعتماد على الوحدات الكهروضوئية في أغراض الري، حيث بين ٦٧.٤% من عينة الدراسة أنَّه من أكثر العوامل المؤثرة في زيادة أعداد الوحدات الكهروضوئية بعد المناطق المعتمدة عليها عن شبكات توزيع الكهرباء القائمة.

تشير بيانات جدول (٥) وشكل (٦) إلى اختلاف توزيع أعداد الوحدات الكهروضوئية وقدراتها المركبة في نواحي المركز ومدينته، حيث استحوذت منطقة النقب بشمال المركز على الترتيب الأول بعدد ٢٣٨ وحدة كهروضوئية تشكل ٢٩.٨% من جملة أعدادها في المركز عام ٢٠٢٤، وبلغت قدراتها المركبة ٥٨٤٧.٣ كيلووات بنسبة ٢١.٨% من جملتها في المركز خلال العام نفسه؛ ويرجع ذلك إلى بعد منطقة النقب عن شبكات توزيع الكهرباء القائمة، لكونها من المناطق التي تم استصلاحها حديثًا، إضافة إلى ارتفاع تكاليف التشغيل لماكينات الري المعتمدة على الوقود الأحفوري؛ نظراً لزيادة تكلفة التشغيل والصيانة، وارتفاع أسعار الوقود، وزيادة تكلفة نقله.

جدول (٥) توزيع أعداد الوحدات الكهروضوئية وقدراتها المركبة لأغراض الري في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

النواحي	عدد الوحدات الكهروضوئية (وحدة)	% من عدد الوحدات	القدرة الاسمية المركبة (ك.و)	% من جملة القدرة الاسمية
النقب	٢٣٨	٢٩.٨	٥٨٤٧.٣	٢١.٨
المنيرة	١٧٤	٢١.٨	٦٣٩٦.٧	٢٣.٨
مدينة الخارجة	١٠٩	١٣.٦	٤٠٤٨.٦	١٥.١
قرى الشركة	٧٩	٩.٩	٢٤٧٣.٦	٩.٢
بولاق	٤٤	٥.٥	١١٢٦	٤.٢
القطارة	٤١	٥.١	٨٢٨.٩	٣.١
جناح	٣٢	٤	٩٦٩.٨	٣.٦
ناصر الثورة	٢٣	٢.٩	٦٧٧.١	٢.٥
فلسطين	٢١	٢.٦	١٩٣٠.٥	٧.٢
شرق بولاق	٢٠	٢.٥	١٢٩٣.٧	٤.٨
صنعاء	١٨	٢.٣	١٢٣٣.١	٤.٦
جملة المركز	٧٩٩	١٠٠	٢٦٨٢٥.٣	١٠٠

- المصدر: الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير– ١٠ إبريل)، ٢٠٢٤.



شكل (٦) توزيع أعداد الوحدات الكهروضوئية وقدراتها المركبة في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

تشغل قرية المنيرة الترتيب الثاني بعدد ١٧٤ وحدة كهروضوئية بنسبة ٢١.٨%، وفي المقابل تأتي في الترتيب الأول من حيث حجم القدرات المركبة البالغة ٦٣٩٦.٧ كيلووات تمثل ٢٣.٨% من إجمالي القدرات الاسمية المركبة في المركز؛ وذلك لعدم كفاية الآبار الحكومية المعتمدة على الطاقة الكهربائية لعمليات التوسع الزراعي الأفقي.

وقد سجلت مدينة الخارجة الترتيب الثالث بعدد ١٠٩ وحدة كهروضوئية تعادل ١٣.٦% من جملة أعدادها بالمركز، وبلغت جملة قدراتها الاسمية المركبة ٤٠٤٨.٦ كيلووات بنسبة ١٥.١% من جملتها بالمركز؛ نظراً لتغطية شبكات توزيع الكهرباء لمعظم الأراضي الزراعية بالمدينة؛ بينما اقتصر الاعتماد على الوحدات الكهروضوئية للمناطق البعيدة عنها.

ويتضح مما سبق أن النواحي سالفة الذكر (النقب، والمنيرة)، ومدينة الخارجة بلغت أعداد الوحدات الكهروضوئية بها ٥٢١ وحدة تشكل ٦٥.٢% من جملة أعدادها بالمركز، كما بلغت قدراتها المركبة ١٦٢٩٢.٦ كيلووات تمثل ٦٠.٧%، أمَّا باقي نواحي المركز فقد بلغت أعداد الوحدات الكهروضوئية بها ٢٧٨ وحدة بنسبة ٣٤.٨%، وبنسب بلغت أقصاها بقرى الشركة (٩.٩%)، وأدناها بقرية صنعاء (٢.٣%).

ويلاحظ زيادة أعداد الوحدات الكهروضوئية بنواحي شمال المركز، إذ بلغت ٥٣٢ وحدة بنسبة ٦٦.٦%، وكذلك زيادة قدراتها المركبة البالغة ١٥٥٤٦.٥ كيلووات بنسبة ٥٧.٩%، في حين بلغت أعداد الوحدات الكهروضوئية في نواحي جنوب المركز ١٥٨ وحدة بنسبة ١٩.٨% من جملة أعدادها بالمركز، وبقدراتٍ مركبةٍ بلغت ٧٢٣٠.٢ كيلووات تشكل ٢٦.٩% من جملة القدرات الاسمية في المركز؛ وذلك لانخفاض مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في نواحي جنوب المركز مقارنة بشماله.

ج- التركيب الحجمي لقدرات الوحدات الكهروضوئية المركبة عام ٢٠٢٤:

يختلف التركيب الحجمي للوحدات الكهروضوئية بالمركز وفقًا لمجموعةٍ من العوامل أهمها: مساحة الأراضي الزراعية التي تخدمها، وإمكانية التوسعات

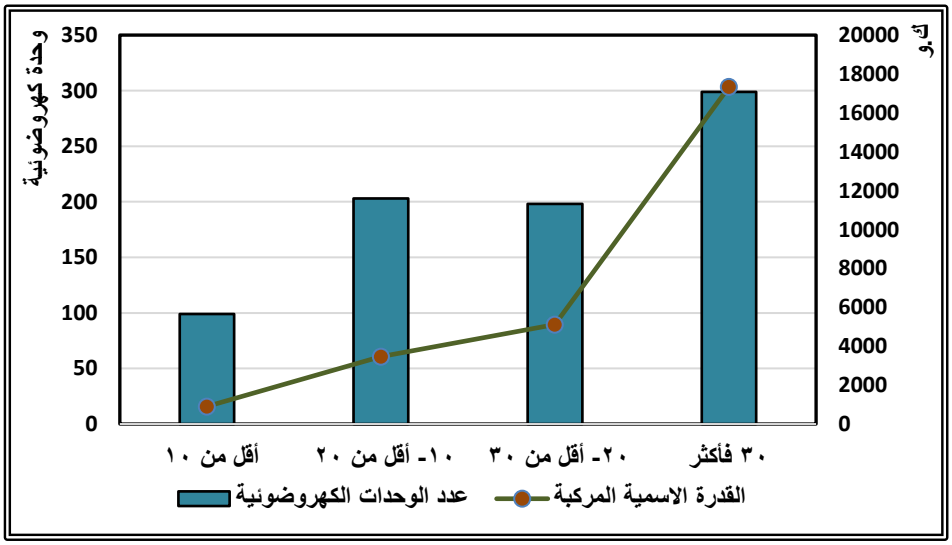
المستقبلية باستصلاح مساحات جديدة من الأراضي الزراعية، ومدى قدرة المزارع على تحمل التكلفة الرأسمالية لإنشائها، ويوضح جدول (٦)، وشكل (٧) الآتي:

- زيادة عدد الوحدات الكهروضوئية التي تزيد قدراتها المركبة عن ٣٠ كيلو وات *(صورة ١)*، إذ بلغت ٢٩٩ وحدة تمثل ٣٧.٤% من جملة أعدادها بالمركز، وبلغت قدراتها المركبة ١٧٣٣٧.٣ كيلووات بنسبة ٦٤.٦% من جملة القدرات المركبة بالمركز؛ وذلك لوقوعها في المناطق البعيدة عن شبكة توزيع الكهرباء القائمة، إضافة إلى الأخذ في الاعتبار عند تركيب الوحدات الكهروضوئية التوسعات المستقبلية التي قد تطرأ على المساحة المنزرعة.

جدول (٦) التركيب الحجمي لقدرات الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤

التركيب الحجمي للقدرة المركبة (ك.و)	عدد الوحدات الكهروضوئية	% من عدد الوحدات	القدرة الاسمية المركبة (ك.و)	% من القدرة الاسمية المركبة
أقل من ١٠	٩٩	١٢.٤	٩٠٤.٩	٣.٤
١٠- أقل من ٢٠	٢٠٣	٢٥.٤	٣٤٧٣.٩	١٣
٢٠- أقل من ٣٠	١٩٨	٢٤.٨	٥١٠٩.٢	١٩
٣٠ فأكثر	٢٩٩	٣٧.٤	١٧٣٣٧.٣	٦٤.٦
الجملة	٧٩٩	١٠٠	٢٦٨٢٥.٣	١٠٠

- المصدر: الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير- ١٠ إبريل)، ٢٠٢٤.



شكل (٧) التركيب الحجمي للوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤

- سجلت الوحدات الكهروضوئية التي تتراوح قدراتها الاسمية ما بين (١٠- أقل من ٢٠) كيلووات *(صورة ٢)* الترتيب الثاني بجملة ٢٠٣ وحدة بنسبة ٢٥.٤%، وفي المقابل بلغت قدراتها المركبة ٣٤٧٣.٩ كيلووات تمثل ١٣٪ من جملة القدرات المركبة بالمركز، وتتركز هذه الفئة في منطقة النقب بواقع ٩٨ وحدة.
- تشغل الوحدات الكهروضوئية التي تتراوح قدراتها الاسمية ما بين (٢٠- أقل من ٣٠) كيلووات *(صورة ٣)* الترتيب الثالث بعدد ١٩٨ وحدة كهروضوئية تشكل ٢٤.٨% من جملة أعدادها في المركز، في حين بلغت جملة قدراتها المركبة ٥١٠٩.٢ كيلووات بنسبة ١٩% من جملة قدراتها بالمركز؛ وتتركز هذه الفئة في منطقة النقب بشمال المركز بواقع ١٢٥ وحدة كهروضوئية؛ وذلك لكونها تمثل المصدر الرئيس لضخ المياه لأغراض الري؛ إضافة إلى زيادة مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة عليها.
- رُتِبَت الوحدات الكهروضوئية أقل من ١٠ كيلووات *(صورة ٤)* أخيراً بعدد ٩٩ وحدة تشكل ١٢.٤% من جملة أعدادها بالمركز، وبلغت قدراتها المركبة ٩٠٤.٩ كيلووات بنسبة ٣.٤%؛ ويلاحظ تركزها في قرية المنيرة بعدد ٣٣ وحدة؛ نظراً لصغر مساحة الأراضي الزراعية التي تخدمها، إضافة إلى توفر الآبار الحكومية المعتمدة على الطاقة الكهربائية من شبكات توزيع الكهرباء.

ثالثًا- الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة:

تختلف الوحدات الكهروضوئية المركبة لأغراض الري في منطقة الدراسة من حيث حجم الكهرباء المولدة منها؛ نظراً لتباين كفاءة الألواح الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث أكدت نتائج الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٤ أنَّ الألواح الشمسية السائدة بمنطقة الدراسة تبلغ قدرتها ٥٥٠ وات، ويمكن تناول الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري في المركز من ثلاثة جوانب هي:

أ- تطور الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية (٢٠١٨- ٢٠٢٤)

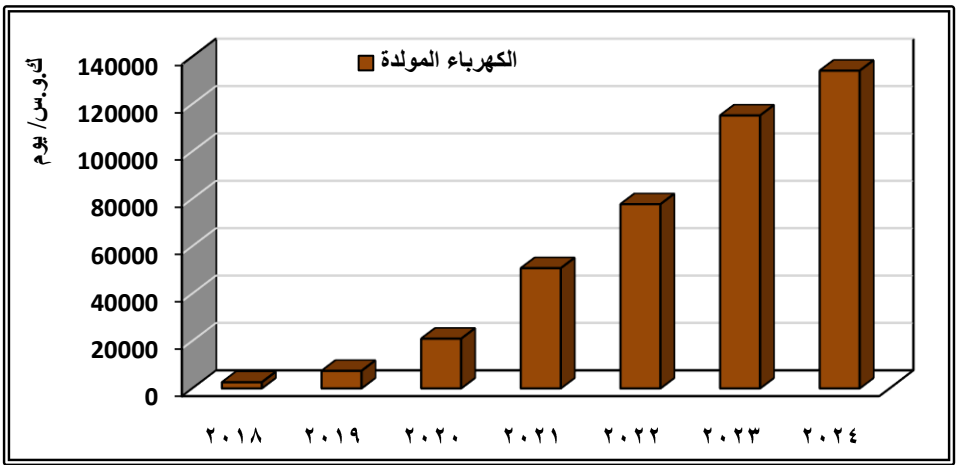
ترجع زيادة حجم الكهرباء المولدة من الوحدات الشمسية الكهروضوئية في المركز إلى زيادة قدراتها الاسمية، إضافة إلى زيادة عدد ساعات التشغيل للوصول بقدرتها الفعلية إلى الطاقة التصميمية، ويوضح جدول (٧)، وشكل (٨) الآتي:

- زيادة حجم الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية المستخدمة بأغراض الري من ٢٥٩٠.٥ ك.و.س عام ٢٠١٨ إلى ١٦٠٧٠١.٥ ك.و.س عام ٢٠٢٤ بنسبة تغير بلغت ٦٢٠٣.٥%، وبمتوسط زيادة سنوية قدرها ٨٨٦.٢%.

جدول (٧) تطور الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)

السنة	الكهربائية المولدة ك.و.س	نسبة التغير %
٢٠١٨	٢٥٩٠.٥	-
٢٠١٩	٧٤٠٠.٥	٢٨٥.٧
٢٠٢٠	٢٠٩٧٥	٨٠٩.٧
٢٠٢١	٥٠٧٤٩.٥	١٩٥٩.١
٢٠٢٢	٧٧٧٥٧.٥	٣٠٠١.٦
٢٠٢٣	١١٥٢٠٨	٤٤٤٧.٣
٢٠٢٤	١٦٠٧٠١.٥	٦٢٠٣.٥

- المصدر: الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير- ١٠ إبريل)، ٢٠٢٤.



شكل (٨) تطور الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)

- ترتفع نسبة التغير في حجم الكهرباء المولدة، مقارنة بالقدرات الاسمية المركبة للوحدات الكهروضوئية المستخدمة في أغراض الري خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)؛ وذلك لأنَّ إنتاج الكهرباء يتوقف بالدرجة الأولى على عدد ساعات التشغيل، إضافة إلى ثبات حجم الطاقة الكهربائية المولدة من الألواح الشمسية بخلاف محطات الرياح التي تعتمد على حركة التوربينات،

والمحطات الحرارية التي ترتبط بمعدل الطلب على الكهرباء، التي يحددها مركز التحكم القومي.

- تختلف نسبة التغير السنوي في حجم الكهرباء المولدة خلال فترة الدراسة، حيث بلغت الكمية المضافة سنوياً أقصى قيمها ٣٧٤٥٠.٥ كيلووات عام ٢٠٢٣؛ ويعزى ذلك إلى زيادة مساحة الأراضي التي تعتمد على الوحدات الكهروضوئية البالغة ٣٧١٦.٦ فدان خلال العام نفسه، وأدناها ٤٨١٠ كيلووات عام ٢٠١٩؛ نظراً لانخفاض مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية البالغة ٥٠٤.٧ فدان.

ب- توزيع الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية عام ٢٠٢٤:

تهدف دراسة توزيع الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري في مركز الخارجة إلى تحديد النواحي التي تتميز بزيادة إنتاج الكهرباء؛ لأنَّ زيادة الكهرباء المولدة ترتبط بمجموعة من العوامل أهمها: حجم القدرات الاسمية المركبة، وعدد ساعات التشغيل اليومية؛ إضافة إلى بعض العوامل التقنية مثل كفاءة الألواح الشمسية، ومدى تأثرها بارتفاع درجات الحرارة، يؤكد جدول (٨)، وشكل (٩) على الآتي:

- بلغت كمية الكهرباء المولدة لأغراض الري ١٦٠٧٠١.٥ ك.و.س عام ٢٠٢٤، ويلاحظ زيادة الكهرباء المولدة من الوحدات غير المرتبطة بالشبكة ١٣٤١٢٦.٥ ك.و.س بنسبة ٨٣.٥%؛ وذلك لعدم تغطية شبكة توزيع الكهرباء بالمركز لمناطق استصلاح الأراضي الزراعية مثل منطقة النقب بشمال المركز، إضافة إلى ذلك أكد (٤٧.٤%) من عينة الدراسة على أن ساعات التشغيل اليومية للوحدات الكهروضوئية تتراوح ما بين (٥- ٧) ساعات/ يوم.
- تختلف نواحي المركز من حيث كمية الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية حيث تصدرت قرية المنيرة نواحي المركز بكمية بلغت ٣٧٨٢٣.٥ ك.و.س عام ٢٠٢٤ بنسبة ٢٣.٥% من جملة الكهرباء المولدة؛ وذلك لأنَّها تأتي في الترتيب الأول بين نواحي المركز من حيث القدرات الاسمية المركبة، إضافة إلى زيادة مساحة الأراضي المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية البالغة ٣٦٩٧.٨ فدان بنسبة ٢٨%.

- تستحوذ مدينة الخارجة على الترتيب الثاني بجملة إنتاج بلغت ٢٩٨٥٩ ك.و.س تشكل ١٨.٦%؛ وذلك لارتفاع حجم القدرات الاسمية، وزيادة مساحة الأراضي المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية؛ مما انعكس على زيادة ساعات التشغيل.
- تشغل منطقة النقب الترتيب الثالث بجملة ٢٩٢٣٦.٥ ك.و.س تعادل ١٨.٢% من جملة الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية؛ وذلك لكونها تشغل الترتيب الثاني من حيث مساحة الأراضي الزراعية التي تعتمد على الوحدات الكهروضوئية البالغة ٣٤٠٣.١ فدان بنسبة ٢٥.٧% من جملتها بالمركز.

جدول (٨) توزيع الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

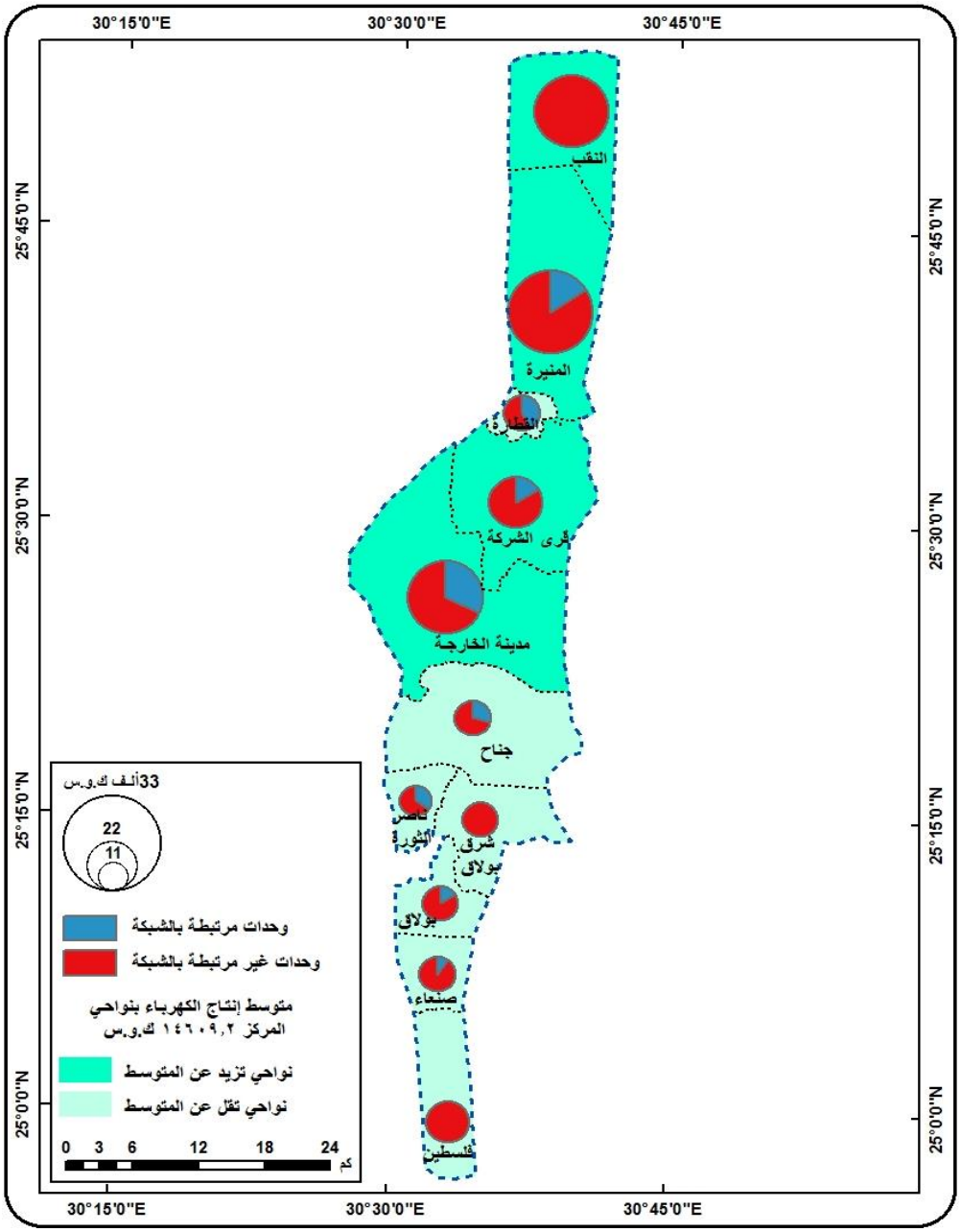
النواحي	الوحدات المرتبطة بالشبكة (ك.و.س)(*)	الوحدات غير المرتبطة بالشبكة (ك.و.س)(**)	جملة المركز (ك.و.س)	% من الكهرباء المولدة
المنيرة	٥٨٤٠	٣١٩٨٣.٥	٣٧٨٢٣.٥	٢٣.٥
مدينة الخارجة	٩٦١٦	٢٠٢٤٣	٢٩٨٥٩	١٨.٦
النقب	–	٢٩٢٣٦.٥	٢٩٢٣٦.٥	١٨.٢
قرى الشركة	٢٤٥٠	١٢٣٦٨	١٤٨١٨	٩.٢
فلسطين	–	٩٦٥٢.٥	٩٦٥٢.٥	٦
القطارة	٣١٥٠	٤١٤٤.٥	٧٢٩٤.٥	٤.٥
صنعاء	٦٨٥	٦١٦٥.٥	٦٨٥٠.٥	٤.٣
جناح	١٩٤٥	٤٨٤٩	٦٧٩٤	٤.٢
بولاق	١٠٧٥	٥٦٣٠	٦٧٠٥	٤.٢
شرق بولاق	–	٦٤٦٨.٥	٦٤٦٨.٥	٤
ناصر الثورة	١٨١٤	٣٣٨٥.٥	٥١٩٩.٥	٣.٣
جملة المركز	**٢٦٥٧٥**	**١٣٤١٢٦.٥**	**١٦٠٧٠١.٥**	**١٠٠**

الجدول من إعداد الباحثيْن اعتماداً على:

(*) شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، قطاع الوادي الجديد، الشئون التجارية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

(**) تم حساب الكهرباء المولدة للوحدات غير المرتبطة بالشبكة بالمعادلة الآتية: $E=P\times H\times \eta$

- ***E*** is the electricity generated (kilowatt-hours, kWh)
- ***P*** is the installed nominal capacity of the PV (kW)
- ***H*** is the actual operating hours of the PV (hours)
- ***η*** is the overall system efficiency (%). *(Rajesh and Carolin Mabel, 2015, PP. 231-248)& (Dhimish, 2020, pp. 2201–2216)*



شكل (٩) توزيع الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

- تأتي قرى الشركة في الترتيب الرابع بكمية إنتاج بلغت ١٤٨١٨ ك.و.س بنسبة ٩.٢% من جملة الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية؛ ويرجع ذلك إلى زيادة حجم القدرات الاسمية المركبة البالغة ٢٤٧٣.٦ كيلووات، إضافة إلى زيادة عدد ساعات التشغيل.
- يتضح مما سبق أنَّ حجم الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية بمدينة الخارجة والنواحي سالفة الذكر (المنيرة، والنقب، وقرى الشركة) بلغت ١١١٧٣٧ ك.و.س تعادل ٦٩.٥% من جملة الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بالمركز، وفي المقابل بلغت نسبة الكهرباء المولدة منها بباقي نواحي المركز ٣٠.٥%، بنسب بلغت أعلاها بقرية فلسطين (٦%)، وأقلها بقرية ناصر الثورة جنوب المركز (٣.٢%).
- كما يلاحظ زيادة حجم الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بنواحي شمال المركز البالغة ٨٩١٧٢.٥ ك.و.س بنسبة ٥٥.٥% من جملة الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بالمركز؛ في حين بلغت جملة الكهرباء المولدة بنواحي جنوب المركز ٤١٦٧٠ ك.و.س تشكل ٢٥.٩%؛ وذلك لانخفاض مساحة الأراضي المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية البالغة ٣٧٦٩.٣ فدان تمثل ٢٨.٥%.

ج- الإنتاج الشهري للكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية عام ٢٠٢٤:

يشير جدول (٩)، وشكل (١٠) إلى زيادة كمية الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية غير المرتبطة بالشبكة الكهربائية الموحدة البالغة ١٣٤١٢٦.٥ ك.و.س بنسبة ٨٣.٥% من جملة الكهرباء المولدة لأغراض الري بمركز الخارجة؛ وذلك لزيادة أعدادها، وقدراتها الاسمية المركبة، إضافة إلى زيادة ساعات التشغيل لتغطية زيادة الطلب على مياه الري.

تبلغ كمية الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بالمركز ١٦٠٧٠١.٥ ك.و.س، وبمتوسط شهري بلغ ١٣٣٩١.٨ ك.و.س تمثل ٨.٣%، ويلاحظ زيادة حجم الكهرباء المولدة عن المتوسط خلال خمسة أشهر خلال الفترة (مايو– سبتمبر)؛ نظراً لارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي، التي تبلغ أقصاها خلال هذه الفترة، إضافة إلى ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة حاجة النباتات لمياه الري، وانعكس ذلك على زيادة ساعات التشغيل للوصول بالوحدات لأقصى قدرة فعلية ممكنة.

جدول (٩) الإنتاج الشهري للكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بأغراض الري ٢٠٢٤.

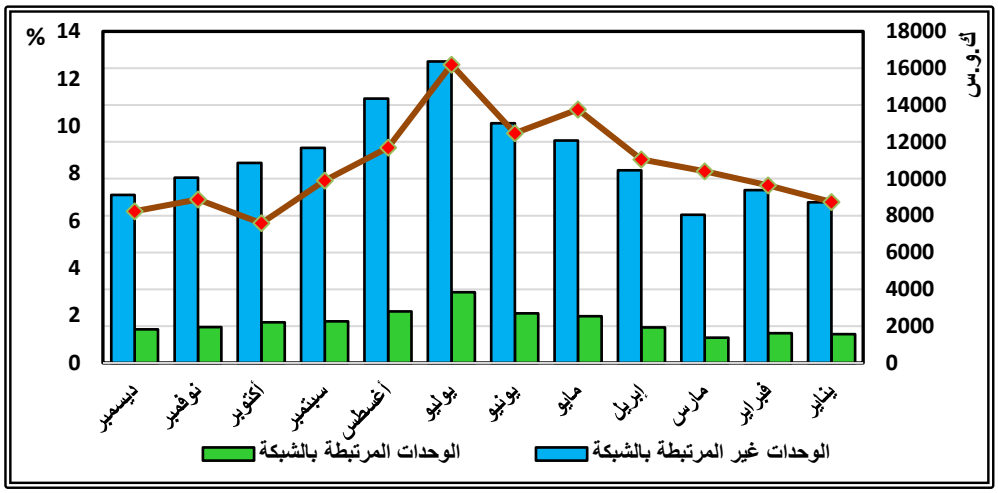
الشهر	الوحدات المرتبطة بالشبكة (*)	الوحدات غير المرتبطة بالشبكة (**)	جملة الكهرباء المولدة (ك.و.س)	% من جملة الكهرباء المولدة
ديسمبر	١٨٢٠	٩١٢٠.٦	١٠٩٤٠.٦	٦.٨
يناير	١٥٦٠	٨٧١٨.٢	١٠٢٧٨.٢	٦.٤
فبراير	١٦٢٠	٩٣٨٨.٩	١١٠٠٨.٩	٦.٩
الشتاء	٥٠٠٠	٢٧٢٢٧.٧	٣٢٢٢٧.٧	٢٠.١
مارس	١٣٨٠	٨٠٤٧.٦	٩٤٢٧.٦	٥.٩
إبريل	١٩٣٠	١٠٤٦١.٩	١٢٣٩١.٩	٧.٧
مايو	٢٥٣٠	١٢٠٧١.٤	١٤٦٠١.٤	٩.١
الربيع	٥٨٤٠	٣٠٥٨٠.٩	٣٦٤٢٠.٩	٢٢.٧
يونيو	٢٦٨٥	١٣٠١٠.٢	١٥٦٩٥.٢	٩.٧
يوليو	٣٨٤٥	١٦٣٦٣.٤	٢٠٢٠٨.٤	١٢.٦
أغسطس	٢٧٩٠	١٤٣٥١.٥	١٧١٤١.٥	١٠.٧
الصيف	٩٣٢٠	٤٣٧٢٥.١	٥٣٠٤٥.١	٣٣
سبتمبر	٢٢٦٠	١١٦٦٩	١٣٩٢٩	٨.٦
أكتوبر	٢٢٠٥	١٠٨٦٤.٣	١٣٠٦٩.٣	٨.١
نوفمبر	١٩٥٠	١٠٠٥٩.٥	١٢٠٠٩.٥	٧.٥
الخريف	٦٤١٥	٣٢٥٩٢.٨	٣٩٠٠٧.٨	٢٤.٢
الجملة	٢٦٥٧٥	١٣٤١٢٦.٥	١٦٠٧٠١.٥	١٠٠

الجدول من إعداد الباحثيْن اعتماداً على:

(*) شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، قطاع الوادي الجديد، الشئون التجارية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

(**) تم حساب الكهرباء المولدة بالمعادلة الآتية: $E=P\times H\times \eta$، كما سبقت الإشارة.

بلغت كميات الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري أدنى قيمها خلال فصل الشتاء بنسبة ٢٠.١% من جملة الكهرباء المولدة، ويلاحظ تفاوت حجم الكهرباء المولدة خلال شهور الشتاء، حيث بلغت أقصاها خلال شهر فبراير (٦.٩%)، وأدناها خلال شهر ديسمبر بنسبة (٦.٤%)؛ ويعزى ذلك انخفاض قيم الإشعاع الشمسي وحجم الطاقة المتوقعة التي بلغت أدناها خلال هذا الفصل، وانخفاض عدد ساعات التشغيل للوحدات الكهروضوئية؛ مما انعكس على انخفاض قدرتها الفعلية.



شكل (١٠) الإنتاج الشهري للكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بأغراض الري ٢٠٢٤.

رابعًا- توزيع الآبار المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠١٤:

توفر أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية حلولًا مستدامة لتلبية احتياجات الطاقة في المناطق الزراعية النائية، خاصة غير المتصلة بشبكة الكهرباء، لأنَّ الزراعة تمثل النشاط الاقتصادي الرئيس في تلك المناطق *(Abdel fattah Belaid, et al., 2024, p. 3)*؛ ويساعد ذلك على تحسين جودة التربة؛ واستمرارية الإنتاج الزراعي طوال العام، وتوصلت الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٤ إلى أنَّ كل بئرٍ واحدٍ يعتمد على وحدة كهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري؛ لارتفاع تكلفة حفر الآبار التي تزيد أعماقها عن ٣٠٠ مترٍ في كثيرٍ من الأحيان؛ لضمان الوصول إلى الطبقات دائمة التشبع بالمياه.

يوضح جدول (١٠) وشكل (١١) أنَّ عدد الآبار المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة بلغت ٧٩٩ بئرًا بنسبة ٣١.١% من جملة أعداد الآبار بمركز الخارجة البالغة ٢٥٦٩ بئرًا عام ٢٠٢٤، وبنسبة ٩.٦% من جملة أعداد الآبار بمحافظة الوادي الجديد خلال العام نفسه، ويلاحظ اختلاف أعدادها بنواحي المركز، حيث سجلت منطقة النقب الترتيب الأول بجملة ٢٣٨ بئر بنسبة ٢٩.٨% من جملة عدد الآبار بالمركز، في حين تشغل الترتيب الثاني من حيث الطاقة التصميمية البالغة ١٦٥٨٨.٦ م٣/ ساعة بنسبة ٢٢.٦% من جملة الطاقة التصميمية للآبار؛ نظرًا لزيادة المساحات المزروعة بأشجار النخيل التي تقل حاجتها للمياه مقارنة بالحبوب

الغذائية (القمح، والشعير، والفول)، ومحاصيل الخضراوات (الطماطم، والفلفل، والبسلة)؛ ولذلك بلغ متوسط الطاقة التصميمة بمنطقة النقب ٦٩.٧ م٣/ بئر/ ساعة.

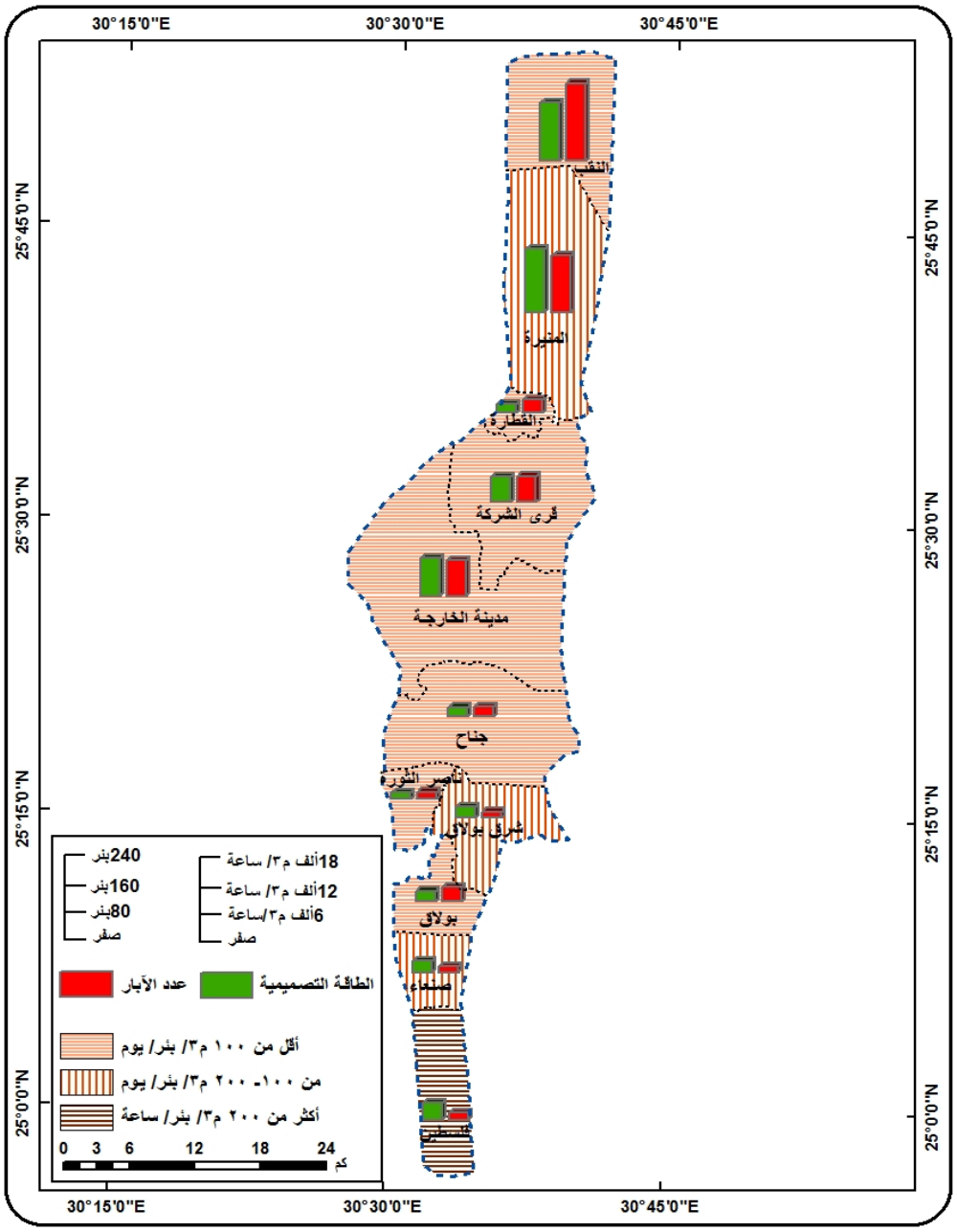
جدول (١٠) توزيع أعداد الآبار العاملة بالوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

النواحي	عدد الآبار (بئر)	% من جملة عدد الآبار	الطاقة التصميمية (م٣/ساعة)	% من جملة الطاقة التصميمية	متوسط الطاقة التصميمية (م٣/ بئر/ساعة)
النقب	٢٣٨	٢٩.٨	١٦٥٨٨.٦	٢٢.٦	٦٩.٧
المنيرة	١٧٤	٢١.٨	١٧٩٥٦.٨	٢٤.٤	١٠٣.٢
مدينة الخارجة	١٠٩	١٣.٦	١٠٧٠٣.٨	١٤.٦	٩٨.٢
قرى الشركة	٧٩	٩.٩	٧٠٣٨.٩	٩.٦	٨٩.١
بولاق	٤٤	٥.٥	٣٠٥٨	٤.٢	٦٩.٥
القطارة	٤١	٥.١	٢٤٠٦.٧	٣.٢	٥٨.٧
جناح	٣٢	٤	٢٧٢٩.٦	٣.٧	٨٥.٣
ناصر الثورة	٢٣	٢.٩	١٨٦٣	٢.٥	٨١
فلسطين	٢١	٢.٦	٤٧٤١.٨	٦.٥	٢٢٥.٨
شرق بولاق	٢٠	٢.٥	٣١٧٠.٤	٤.٣	١٥٨.٥
صنعاء	١٨	٢.٣	٣٢١١.٢	٤.٤	١٧٨.٤
جملة المركز	٧٩٩	١٠٠	٧٣٤٦٨.٨	١٠٠	٩٢

- المصدر: الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير– ١٠ إبريل)، ٢٠٢٤.

تستحوذ قرية المنيرة على الترتيب الثاني بعدد ١٧٤ بئراً تشكل ٢١.٨% من جملة عدد الآبار، وفي المقابل تأتي في الترتيب الأول من حيث الطاقة التصميمية البالغة ١٧٩٥٦.٨ م٣/ ساعة بنسبة ٢٤.٤% من جملة الطاقة التصميمية بالمركز، ويبلغ متوسط الطاقة التصميمية للآبار بقرية المنيرة ١٠٣.٢ م٣/ بئر/ ساعة؛ وذلك لزيادة المساحات المزروعة بالحبوب الغذائية، ومحاصيل الخضراوات التي تتميز بزيادة حاجتها من المياه مقارنة بأشجار النخيل.

تشغل مدينة الخارجة المكانة الثالثة بعدد ١٠٩ بئراً تشكل ١٣.٦% من جملة عدد الآبار، في حين بلغت الطاقة التصميمية لتلك الآبار ١٠٧٠٣.٨ م٣/ ساعة؛ وبذلك يبلغ متوسط الطاقة التصميمية للآبار بمدينة الخارجة ٩٨.٢ م٣/ بئر/ ساعة.



شكل (١١) توزيع أعداد الآبار العاملة بالوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

يبلغ عدد الآبار بباقي نواحي المركز ٢٧٨ بئراً بنسبة ٣٤.٨% من جملة عدد الآبار، بينما بلغت الطاقة التصميمية لهذه الآبار ٢٨٢١٩.٦ م٣/ ساعة تعادل ٣٨.٤% من جملة الطاقة التصميمية للآبار، حيث بلغت نسبة الطاقة التصميمية للآبار أقصاها بقرى الشركة (٩.٦%)، وأدناها بقرية ناصر الثورة (٢.٥%).

ويلاحظ زيادة الطاقة التصميمية للآبار بنواحي شمال المركز (المنيرة، والنقب، وقرى الشركة، والقطارة) البالغة ٤٣٩٩١ م٣/ ساعة بنسبة ٥٩.٨% من جملة الطاقة التصميمية للآبار بالمركز، وبمتوسط طاقة تصميمية بلغت ٨٢.٧ م٣/ بئر/ ساعة، في حين بلغت الطاقة التصميمية بنواحي جنوب المركز ١٨٧٧٤ م٣/ ساعة بنسبة ٢٥.٦% من جملة الطاقة التصميمية؛ ومرد ذلك إلى قلة مساحة الأراضي المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية جنوب المركز مقارنة بشماله.

خامساً- توزيع مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة:

تختلف مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية؛ نظراً لتباين قدراتها الاسمية المركبة، وكذلك اختلاف حجم الطاقة الكهربائية المولدة منها، ويتضح من جدول (١١)، وشكل (١٢) أنَّ جملة مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية بلغت ١٣٢١٨ فدان تمثل ٢٣.٨% من جملة مساحة الأراضي الزراعية في مركز الخارجة البالغة ٥٥٥٠٨ فدان عام ٢٠٢٤، ويلاحظ تصدر قرية المنيرة نواحي المركز ومدينته بمساحة بلغت ٣٦٩٧.٨ فدان تمثل ٢٨%.

تشغل منطقة النقب الترتيب الثاني بجملة مساحة ٣٤٠٣.١ فدان تمثل ٢٥.٧%؛ ويعزى ذلك إلى أنَّ الوحدات الكهروضوئية تمثل المصدر الرئيس لضخ المياه في هذه المنطقة؛ نظراً لحداثة استصلاحها، وبعدها عن شبكات توزيع الكهرباء القائمة في المركز لكونها تقع في الأطراف الشمالية لمركز الخارجة.

وتستأثر مدينة الخارجة بالترتيب الثالث بمساحة بلغت ٣٦٩٧.٨ فدان تشكل ٨.٦% من جملة مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية بالمركز؛ ويرجع ذلك إلى ارتفاع تكلفة التشغيل الخاصة بماكينات الري التي تعتمد على الطاقة الكهربائية؛ نظراً لزيادة أسعار شرائح الكهرباء بصفة مستمرة؛ لتبني الدولة سياسية رفع الدعم عن الكهرباء بصورة تدريجية للوصول بها إلى الأسعار العالمية؛ وترتب على ذلك زيادة الاعتماد على الوحدات الكهروضوئية رغم ارتفاع تكلفة إنشائها.

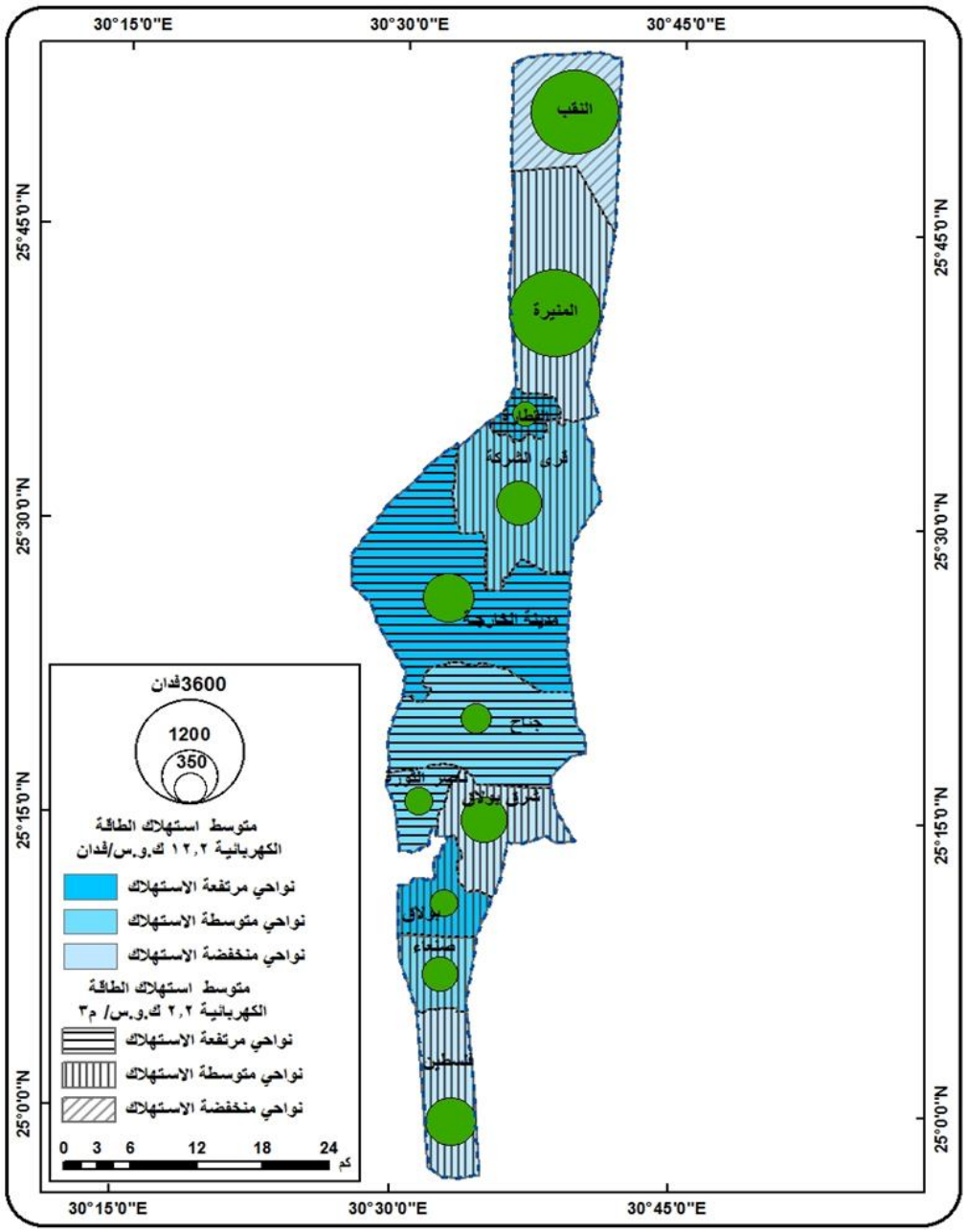
جدول (١١) توزيع مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الخلايا الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

النواحي	المساحة (فدان)	% من جملة المساحة	الكهرباء المولدة ك.و.س/ يوم	متوسط استهلاك الكهرباء	
				ك.و.س/ فدان	ك.و.س/ م٣
المنيرة	٣٦٩٧.٨	٢٨	٣٧٨٢٣.٥	١٠.٢	٢.١
النقب	٣٤٠٣.١	٢٥.٧	٢٩٢٣٦.٥	٨.٦	١.٨
مدينة الخارجة	١١٣٨.٤	٨.٦	٢٩٨٥٩	٢٦.٢	٢.٨
فلسطين	١١٢٤.٣	٨.٥	٩٦٥٢.٥	٨.٦	٢
شرق بولاق	٩٧١.١	٧.٣	٦٤٦٨.٥	٦.٧	٢
قرى الشركة	٨٩٩.٤	٦.٨	١٤٨١٨	١٦.٥	٢.١
صنعاء	٥٧٥.٥	٤.٤	٦٨٥٠.٥	١١.٩	٢.١
جناح	٤١١.٨	٣.١	٦٧٩٤	١٦.٥	٢.٥
ناصر الثورة	٣٤٣.٦	٢.٦	٥١٩٩.٥	١٥.١	٢.٨
بولاق	٣٤٣	٢.٦	٦٧٠٥	١٩.٥	٢.٢
القطارة	٣١٠	٢.٣	٧٢٩٤.٥	٢٣.٥	٣
جملة المركز	**١٣٢١٨**	**١٠٠**	**١٦٠٧٠١.٥**	**١٢.٢**	**٢.٢**

- المصدر: الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير– ١٠ إبريل)، ٢٠٢٤، جدول (٧).

سجلت قرية فلسطين الترتيب الرابع بمساحة بلغت ١١٢٤.٣ فدان بنسبة ٨.٥%؛ وذلك لعدم كفاية الآبار الحكومية المعتمدة على الطاقة الكهربائية تغطية احتياجات الأراضي المستصلحة حديثًا من مياه الري؛ إضافة إلى توزيع الطاقة التصميمية للآبار على مجموعة من صغار المزارعين، حيث يتم تحديدها وفقًا لمساحة الحيازة الزراعية المملوكة لكل مزارع.

ويبلغ متوسط استهلاك الكهرباء بالنسبة لمساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية بالمركز ١٢.٢ ك.و.س/ فدان/ يوم، ويلاحظ اختلاف هذا المتوسط بالنسبة للمساحة في نواحي المركز، إذ تصدرت مدينة الخارجة نواحي المركز بمتوسط ٢٦.٢ ك.و.س/ فدان/ يوم؛ وذلك لاتباع نظام الري بالغمر، مما ترتب على زيادة استهلاك الفدان من الطاقة الكهربائية، بينما بلغ متوسط الاستهلاك أدناه بقرى شرق بولاق بمتوسط ٦.٧ ك.و.س/ فدان/ يوم؛ وذلك لزيادة مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الوحدات الكهروضوئية، إضافة إلى انخفاض حجم الكهرباء المولدة.



شكل (١٢) توزيع مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الخلايا الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

بلغت مساحة الأراضي الزراعية المعتمدة على الخلايا الكهروضوئية بباقي نواحي المركز ٣٨٥٤.٤ فدان تشكل ٢٩.٢%، وبنسب بلغت أقصاها بقرى الشركة (٦.٨%)، وأدناها بقرية القطارة بنسبة (٢.٣%) لكل منهما.

يبلغ متوسط استهلاك الطاقة الكهربائية بالنسبة لكميات المياه المستخدمة في عمليات الري ٢.٢ ك.و.س/ م٣، ويلاحظ تقارب هذا المتوسط في نواحي المركز ومدينته، إذ بلغ أقصاه بقرية القطارة (٣ ك.و.س/م٣)، وأدناه بمنطقة النقب (١.٨ ك.و.س/ م٣)؛ وذلك بسبب استخدام نظم الري الحديثة مثل الري بالرش، والتنقيط.

سادساً- الآثار الناتجة عن استخدام الوحدات الكهروضوئية في الري بمركز الخارجة:

يمكن التعرف على آثار استخدام الوحدات الكهروضوئية في أغراض الري بمنطقة الدراسة من جانبين هما:

أ- الآثار الاقتصادية:

يتم قياس الآثار الاقتصادية لاستخدام الوحدات الكهروضوئية في أغراض الري من خلال مجموعة من المؤشرات أهمها: تكلفة إنشائها، وتكلفة التشغيل والصيانة، والقيمة المادية لكمية الكهرباء المولدة، والوفر في كمية الوقود، والوفر في تكلفة التأثيرات البيئية لثاني أكسيد الكربون، ولإبراز هذه المؤشرات يمكن تناول الآثار الاقتصادية من جانبين هما:

١- تكلفة تشغيل الوحدات الكهروضوئية مقارنة بماكينات الري الكهربائية والديزل:

ترتفع التكلفة الرأسمالية لنظام ضخ المياه بالوحدات الشمسية مقارنة بمحركات الديزل التقليدية، ويعد ارتفاع التكلفة الرأسمالية للوحدات الكهروضوئية من العوائق الرئيسة أمام تطبيقه خاصة في الدولة النامية *(Misrak Girma, et al., 2015, p. 699)*، ويتضح من جدول (١٢) أنَّ تكلفة إنشاء الوحدات الكهروضوئية المزودة بمضخة قدرتها ٤٠ حصان لتغطي احتياجات ٣٥ فداناً من مياه الري بلغت ٦٣٠ ألف جنيه، في حين بلغت التكلفة نفسها لماكينات الري المعتمدة على الطاقة الكهربائية، وماكينات الديزل ١٦٠ ألف جنيه لكل منهما؛ ويشير ذلك إلى ارتفاع التكلفة الأولية لتركيب الوحدات الكهروضوئية مقارنةً بماكينات الري العاملة بالطاقة الكهربائية، وماكينات الديزل بمعدل يقترب من أربعة أضعاف التكلفة.

جدول (١٢) تقييم تكلفة الوحدات الكهروضوئية مقارنة بالماكينات(الكهربائية/الديزل) عام ٢٠٢٤

	عناصر التكلفة	خلايا كهروضوئية (*)	ماكينات كهربائية (**)	ماكينات ديزل (***)
البيانات الفنية	القدرة (حصان)	٤٠	٤٠	٤٠
	القدرة الاسمية المركبة (ك.و)	٤٠	–	–
	العمر الافتراضي (سنة)	٢٥	١٠	١٠
	القدرة التصميمية (م٣/ يوم)	٧٥	٧٥	٧٥
	المساحة المروية (فدان)	٣٥	٣٥	٣٥
	عدد ساعات التشغيل/ يوم	٧	٧	٧
تكاليف التشغيل	جملة التكلفة الرأسمالية (جنيه)	٦٣٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠
	السولار المستهلك (لتر/ سنة)	–	–	٢١٩٠٠
	تكلفة السولار (جنيه/ سنة)	–	–	٢٩٥٦٥٠
	استهلاك الكهرباء (ك.و.س/	–	٧٥٦٠٠	–
	استهلاك الكهرباء (جنيه/ سنة)	–	١٥٨٧٦٠	–
	تكلفة العمرة (جنيه/سنة)	–	٢٥٠٠	٣٥٠٠
	الزيوت والشحوم (جنيه/ سنة)	–	–	٢٥٠٠٠
	تكلفة الصيانة (جنيه/ سنة)	٣٠٠٠	٣٢٠٠	١٢٠٠٠
	تكلفة قطع الغيار (جنيه/ سنة)	٤٠٠٠	٥٠٠٠	١٣٠٠٠
	تكلفة الإنشاء/ العمر الافتراضي	٢٥٢٠٠	١٦٠٠٠	١٦٠٠٠
	جملة تكلفة التشغيل السنوية	٣٢٢٠٠	٢٦١٠٦٠	٣٧٥٠٥٠
	متوسط التكلفة (جنيه/ فدان/	٩٢٠	٧٤٥٨.٩	١٠٧١٥.٧

- **إعتمد الباحثان في حساب عناصر التكلفة على:**

(*) الدراسة الميدانية (٦ يناير – ١٠ إبريل)، عام ٢٠٢٤، شركة الأخوة لأنظمة الطاقة الشمسية، مدينة الخارجة.

(**) قطاع كهرباء الوادي الجديد، الشئون الفنية، بيانات غير منشورة، عام ٢٠٢٤.

(***) محافظة الوادي الجديد، مديرية الري، بيانات غير منشورة، عام ٢٠٢٤.

وعلى الرغم من زيادة تكلفة إنشاء الوحدات الكهروضوئية فإنَّها تتميز بانخفاض تكلفة تشغيلها البالغة ٣٢٢٠٠ جنيه/ سنة، وبذلك يبلغ متوسط تكلفة ري الفدان ٩٢٠ جنيهاً سنوياً؛ وذلك لانخفاض تكلفة صيانتها، حيث بَيَّنَ ٨٠.٩% من عينة الدراسة أنَّ عمليات الصيانة تتم بمعدل مرة/ ستة أشهر إضافة إلى أنَّ تكلفة الصيانة السنوية لا تزيد عن ٣٠٠٠ جنيه.

على الرغم من أن دولة الصين تعد المصدر الوحيد للألواح الشمسية في منطقة الدراسة فإنَّ تكلفة الوحدات الكهروضوئية تختلف باختلاف الشركة المصنعة، حيث بينت الدراسة الميدانية استحواذ أربعة أنواع من الألواح الشمسية يمكن عرضها تنازلياً من حيث التكلفة: لونجي سولار **(Longi Solar)** تبلغ كفاءته ٢٤.٨%، وجينكو سولار **(Jinko Solar)** بكفاءة ٢٤.٨%، وجا سولار **(JA Solar)** بكفاءة ٢٣.٤%، وترينا سولار **(Trina Solar)** بكفاءة ٢٣.٣%.

وترتفع تكلفة التشغيل والصيانة السنوية بماكينات الديزل المعتمدة على الوقود الأحفوري البالغة ٣٧٥٠٥٠ جنيه، وفي المقابل بلغت تكلفة التشغيل والصيانة السنوية بماكينات الري المعتمدة على الطاقة الكهربائية ٢٦١٠٦٠ جنيه، ويبلغ متوسط تكلفة الري السنوية للفدان بماكينات الديزل والماكينات الكهربائية (١٠٧١٥.٧)، (٧٤٥٨.٩) جنيه على الترتيب؛ وبذلك يبلغ متوسط تكلفة ري الفدان السنوية بهذين المصدرين (٩٠٨٧.٣) جنيه، أي بما يقرب من عشرة أضعاف نظيرها بالوحدات الكهروضوئية؛ نظراً لارتفاع تكلفة الوقود، حيث أكد ما يزيد عن خمسي عينة الدراسة اعتمادهم على الوحدات الكهروضوئية بسبب الارتفاع المستمر في أسعار شرائح الكهرباء لأغراض الري.

وفقًا لمتوسط تكلفة التشغيل والصيانة السنوية لماكينات الري المعتمدة على الطاقة الكهربائية، وماكينات الديزل (متوسط تكلفة التشغيل والصيانة لهذين المصدرين ٩٠٨٧.٣ جنيه/ فدان/ سنة) يمكن استرداد تكلفة إنشاء الوحدات الكهروضوئية خلال الخمس سنوات الأولى من التشغيل، حيث بيَّن ٦٦% من عينة الدراسة على ارتفاع كفاءة الوحدات الكهروضوئية بأغراض الري في مركز الخارجة من الناحية الاقتصادية مقارنة بماكينات الري المعتمدة على الشبكة الكهربائية الموحدة، وماكينات الديزل.

٢- الوفر في كميات الوقود:

يتضح من جدول (١٣) أنَّ جملة الوفر في كمية الوقود بلغت ٢٨٣٣٦.٥ طن مازوت معادل عام ٢٠٢٤، وبلغت قيمتها ٢٦٩.٢ مليون جنيه (سعر طن المازوت ٩٥٠٠ جنيه)، ويلاحظ اختلاف كمية الوفر في الوقود بنواحي المركز، حيث سجلت قرية المنيرة الترتيب الأول بجملة ٦٦٦٩.٤ طن مازوت معادل تشكل

٢٣.٥% من جملة الوفر في كميات الوقود، بينما رُتِبت قرية ناصر الثورة أخيراً بجملة ٩١٦.٨ طن مازوت معادل تمثل ٣.٢% من جملة الوفر في كميات الوقود.

جدول (١٣) الوفر في الوقود الناتج عن استخدام الوحدات في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

النواحي	الكهرباء المولدة ك.و.س/ يوم	الوفر في الوقود (طن مازوت معادل)	الوفر في تكلفة تأثيرات CO2 ألف دولار
المنيرة	٣٧٨٢٣.٥	٦٦٦٩.٤	٥٣٣.٦
مدينة الخارجة	٢٩٨٥٩	٥٢٦٥	٤٢١.٢
النقب	٢٩٢٣٦.٥	٥١٥٥.٣	٤١٢.٤
قرى الشركة	١٤٨١٨	٢٦١٢.٩	٢٠٩
فلسطين	٩٦٥٢.٥	١٧٠٢	١٣٦.٢
القطارة	٧٢٩٤.٥	١٢٨٦.٢	١٠٢.٩
صنعاء	٦٨٥٠.٥	١٢٠٧.٩	٩٦.٦
جناح	٦٧٩٤	١١٩٨	٩٥.٨
بولاق	٦٧٠٥	١١٨٢.٣	٩٤.٦
شرق بولاق	٦٤٦٨.٥	١١٤٠.٧	٩١.٣
ناصر الثورة	٥١٩٩.٥	٩١٦.٨	٧٣.٣
جملة المركز	**١٦٠٧٠١.٥**	**٢٨٣٣٦.٥**	**٢٢٦٦.٩**

- **الجدول من إعداد الباحثيْن اعتماداً على بيانات جدول (٧)**
- **تم حساب معاملات الوفر في الوقود، والوفر في تكلفة تأثيرات الانبعاثات الغازية بالمعادلات الآتية:**
  - كمية الوفر في الوقود = الكهرباء المولدة x معدل استهلاك الوقود (١٧٦.٣٣ جم/ ك.و.س)[*] ÷ ١٠٠٠
  - الوفر في تكلفة تأثيرات CO2 = كمية الوقود (طن مازوت معادل) × ٨٠ دولار/ طن [**].

بلغ الوفر في تكلفة التأثيرات البيئية لغاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استخدام الوحدات الكهروضوئية بمنطقة الدراسة ٢٢٦٦.٩ ألف دولار عام ٢٠٢٤، ويلاحظ تفاوت الوفر في تكلفة التأثيرات البيئية بنواحي المركز، التي بلغت أقصاها بقرية المنيرة (٥٣٣.٦) ألف دولار، في حين بلغت أدناها في قرية ناصر الثورة (٧٣.٣) ألف دولار؛ نظراً لكونها أقل نواحي المركز من حيث حجم الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية بأغراض الري.

---

[*] وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الإحصائي السنوي، القاهرة، ٢٠٢٣، ص ٢٥.

[**] الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مصر في أرقام، القاهرة، ٢٠١٤، ص ١٧٠.

ب- الآثار البيئية:

تتمثل الآثار البيئية لاستخدام الوحدات الكهروضوئية بأغراض الري بمنطقة الدراسة في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، الذي يعد من أخطر غازات الاحتباس الحراري، إضافة إلى غاز ثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، ويؤكد جدول (١٤) أنَّ جملة الوفر في الانبعاثات الغازية الناتج عن الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة بلغت ٩٦٦٢٧.٣ طن عام ٢٠٢٤، ويشير ذلك إلى أنَّ معدلات الحد من الانبعاثات الغازية بلغت ٣.٤١ طن/ طن مازوت معادل.

جدول (١٤) الوفر في الانبعاثات الغازية الناتج عن الوحدات الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

النواحي	وفر الوقود (طن مازوت)	الحد من الانبعاثات الغازية (طن)(*)		
		ثاني أكسيد الكربون	ثاني أكسيد الكبريت	أكاسيد النتروجين
المنيرة	٦٦٦٩.٤	٢٠٦٧٥.١	١٢٠٠.٥	٨٦٧
مدينة الخارجة	٥٢٦٥	١٦٣٢١.٥	٩٤٧.٧	٦٨٤.٥
النقب	٥١٥٥.٣	١٥٩٨١.٤	٩٢٨	٦٧٠.٢
قرى الشركة	٢٦١٢.٩	٨١٠٠	٤٧٠.٣	٣٣٩.٧
فلسطين	١٧٠٢	٥٢٧٦.٢	٣٠٦.٤	٢٢١.٢
القطارة	١٢٨٦.٢	٣٩٨٧.٢	٢٣١.٥	١٦٧.٢
صنعاء	١٢٠٧.٩	٣٧٤٤.٥	٢١٧.٤	١٥٧
جناح	١١٩٨	٣٧١٣.٨	٢١٥.٦	١٥٥.٧
بولاق	١١٨٢.٣	٣٦٦٥.١	٢١٢.٨	١٥٣.٧
شرق بولاق	١١٤٠.٧	٣٥٣٦.٢	٢٠٥.٣	١٤٨.٣
ناصر الثورة	٩١٦.٨	٢٨٤٢.١	١٦٥	١١٩.٢
جملة المركز	**٢٨٣٣٦.٥**	**٨٧٨٤٣.١**	**٥١٠٠.٥**	**٣٦٨٣.٧**

الجدول من إعداد الباحثيْن اعتماداً على:

- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، الإدارة العامة للخلايا الفوتوفلطية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.
- وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير الإحصائي، القاهرة، ٢٠٢٣، ص ١٩.

(*) تم حساب الوفر في الانبعاثات الغازية باعتبار أنَّ حرق طن مازوت معادل ينتج عنه ٣.١ طن من غاز ثاني أكسيد الكربون، ١٨٠ كيلو جرام من غاز ثاني أكسيد الكبريت، ١٣٠ كيلو جرام من غاز أكسيد النتروجين.

تصدرت كمية الوفر في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بجملة ٨٧٨٤٣.١ طن بنسبة ٩٠.٩% من جملة الانبعاثات الغازية، في حين بلغت كمية الانبعاثات الغازية أدناها بأكاسيد النيتروجين (٣.٨%).

كما يلاحظ تباين نسبة الوفر في الانبعاثات الغازية في نواحي المركز، إذ تصدرت قرية المنيرة بكمية ٢٢٧٤٢.٧ طن تمثل ٢٣.٥% من جملة الوفر في الانبعاثات الغازية؛ وذلك لكونها تأتي في الترتيب الأول من حيث القدرات المركبة، والطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الكهروضوئية، في حين بلغت كمية الوفر في الانبعاثات الغازية أدناها بقرية ناصر الثورة جنوب المركز ٣١٢٦.٣ طن بنسبة ٣.٢% من جملة الانبعاثات الغازية.

سابعًا- مشكلات استخدام الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري ومستقبلها في مركز الخارجة:

رصدت الدراسة الميدانية مجموعة من المشكلات تقلل من كفاءة الوحدات الكهروضوئية في إنتاج الطاقة الكهربائية بمنطقة الدراسة، أهمها:

- بيَّن ما يقرب من ثلثي عينة الدراسة (٦٤.٦%) ارتفاع التكلفة الرأسمالية لإنشاء الوحدات الكهروضوئية، حيث بلغ متوسط التكلفة ١٥٧٥٠ جنيه/ كيلووات من القدرة المركبة عام ٢٠٢٤؛ وبناءً على أنَّ متوسط القدرة الاسمية للوحدات الكهروضوئية في منطقة الدراسة بلغت ٣٣.٦ كيلووات فإنَّ متوسط تكلفة إنشائها تبلغ ٥٢٩.٢ ألف جنيه؛ وهذه التكلفة مرتفعة، خاصة بالنسبة لصغار المزارعين.
- تتباين كفاءة الألواح الشمسية في منطقة الدراسة على الرغم من استيرادها من دولة الصين، إذ تتراوح ما بين (١٨.٥- ٢٢.٥%)، حيث تؤدي كفاءة الألواح الشمسية دورًا مهمًا في زيادة إنتاج الطاقة الكهربائية؛ ولذلك تواجه الخلايا الشمسية منخفضة الكفاءة كثيرًا من المشكلات أهمها: انخفاض حجم الكهرباء المولدة منها بصورةٍ مستمرةٍ مع مرور الوقت، بما لا يسمح بكفايتها لضخ المياه بالكميات المطلوبة في بعض الأحيان؛ مما يؤدي إلى زيادة الوقت اللازم لعمليات الري، وكذلك نقص إنتاجية بعض المحاصيل خاصة محاصيل الخضر.
- التأثير السلبي لدرجات الحرارة المرتفعة على كفاءة الألواح الشمسية، حيث يتم اختبار الألواح الشمسية معمليًا في درجة حرارة (٢٥° مئوية)؛ ويؤدي ارتفاع درجة حرارة

الألواح الشمسية عن هذا المعدل إلى تقليل حجم الكهرباء المولَّدة، وخفض جهد التيار الكهربائي، حيث تنخفض كفاءة الألواح الشمسية عن المعدلات التصميمية طوال شهور السنة؛ إذ تبلغ أقصاها خلال شهر يوليو بمعدل (١٥.٧%)، في حين بلغت أدناها خلال شهر يناير بمعدل (٥.١%).

- بينت الدراسة الميدانية انخفاض جودة التوصيلات الكهربائية وتلفها في بعض الوحدات الكهروضوئية، وكذلك وجود خلل في الدوائر الكهربائية؛ مما يؤدي إلى زيادة الفاقد من الكهرباء المولدة وتقليل كفاءة الألواح الشمسية، كما تم رصد بعض المشكلات في التوصيلات بين الألواح الشمسية والمحولات الكهربائية، مما يترتب عليه ارتفاع الفاقد في نقل الكهرباء المولدة إلى النظام الشمسي.
- أكدت الدراسة الميدانية على أنَّ الوحدات الكهروضوئية بمنطقة الدراسة من النوع الثابت، ولما كانت زاوية ميل الألواح الشمسية تختلف باختلاف موقع المكان بالنسبة لدوائر العرض، بل وتختلف في المكان الواحد باختلاف فصول السنة، فقد أثر ذلك على كفاءة الوحدات الكهروضوئية في إنتاج الكهرباء لكونها غير مزود بأجهزة التتبع التي تتصف بارتفاع تكلفتها؛ ولذلك يتم ضبط زاوية ميل الألواح الشمسية بدرجة لا تتوافق مع وضعها الأمثل في جميع فصول السنة؛ مما يترتب عليه عدم الاستفادة الكاملة من طاقة الإشعاع الشمسي المباشر؛ وبالتالي انخفاض كمية الكهرباء المولدة منها مقارنة بطاقتها التصميمية.
- تنخفض كفاءة الألواح الشمسية في إنتاج الكهرباء بصورةٍ مستمرةٍ، حيث يتراوح هذا الانخفاض ما بين (١– ١.٥%) سنوياً؛ ولذلك توفر معظم الشركات المصنعة ضمان أداء "للإخراج الخطي خلال العشر أعوام الأولى بأنَّ كفاءة الألواح الشمسية في إنتاج الكهرباء لن تقل عن ٨٥% من جملة كفاءتها الكلية، وتزداد صعوبة هذه المشكلة في منطقة الدراسة لكونها تتصف بارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي إلى زيادة نسبة الفقد في الكهرباء المولدة.
- تتعرض الألواح الشمسية في بعض المناطق للظل الناتج عن الأشجار المرتفعة خاصة في مزارع النخيل؛ وعلى الرغم من تأثير الظل على جزء من الألواح الشمسية فإنَّها تؤثر على أداء الوحدات الكهروضوئية بأكملها؛ نظراً لارتباط الألواح الشمسية

ببعضها في دورةٍ واحدةٍ فإذا انخفضت قدرة لوح شمسي فإنَّه يؤثر في الإنتاج الكلي للوحدات الكهروضوئية.

- تراكم الأتربة والغبار على عددٍ كبيرٍ من الوحدات الكهروضوئية في منطقة الدراسة، لكونها تؤثر على كفاءة الألواح الشمسية، حيث يعكس كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي المباشر؛ ويترتب على ذلك انخفاض حجم الطاقة الكهربائية المولدة منها.
- زحف التكوينات الرملية على كثيرٍ من الوحدات الكهروضوئية في منطقة الدراسة؛ إذ تمكن خطورتها في تغطية الوحدات الكهروضوئية في بعض الأحيان، إضافة إلى تأثيرها على زحزحة الهياكل المعدنية وتحريك الألواح الشمسية والإخلال بزاوية ميل الألواح؛ وينعكس ذلك على تقليل كفاءة الألواح الشمسية في إنتاج الكهرباء.

تضمن مستقبل استخدام الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري في مركز الخارجة الآتي:

- تضمنت الخطة المستقبلية لمحافظة الوادي الجديد حفر ٦٠٠ بئر لري الأراضي الزراعية اعتماداً على الوحدات الشمسية الكهروضوئية في مراكز المحافظة، تبلغ التكلفة الإجمالية للمشروع ١٧٥ مليون جنيه، تم تشغيل ١٤٥ بئراً منها عام ٢٠٢٤ تمثل ٢٤.٢% من جملة أعدادها، وسيتم استكمال باقي الآبار البالغة ٤٥٥ بئر بحلول عام ٢٠٢٧.
- دراسة تحويل ٨٥ بئراً لضخ المياه باستخدام الوحدات الشمسية الكهروضوئية بدلًا من اعتمادها على الطاقة الكهربائية من الشبكة الموحدة، وذلك ضمن توجهات الحكومة لاستبدال مصادر الطاقة التقليدية بمصادر الطاقة المتجددة؛ وذلك لتوفير قيمة استهلاكها من الطاقة الكهربائية البالغة ٢٠٠ مليون جنيه سنويًا.
- سيتم إنشاء ١٠ أبار تعتمد في ضخ المياه على الوحدات الشمسية الكهروضوئية بقرية المنيرة شمال مدينة الخارجة، على أن يتم تشغيلها بنهاية عام ٢٠٢٥، وتبلغ تكلفة المشروع الإجمالية ٧.٢ مليون جنيه يوفرها صندوق استصلاح الأراضي بالمحافظة على أن يتم توزيع التكلفة على المواطنين المستفيدين من المشروع، إضافة إلى وضع صندوق استصلاح الأراضي خطة لتعميم التجربة للاستفادة من الوحدات الكهروضوئية في تحقيق التنمية الزراعية في باقي مراكز المحافظة.

- تخطط محافظة الوادي الجديد لإعداد آلية مناسبة لدعم المنتفعين بمشروعات الاستصلاح الزراعي بالظهير الزراعي في مراكز المحافظة بحوالي ٥٠% من جملة التكاليف اللازمة لتركيب شبكات الري الحديث المعتمدة على الوحدات الشمسية الكهروضوئية، على أن يتم اتخاذ كل الضمانات اللازمة لتحصيل المبالغ المستحقة للدولة من المنتفعين بهذه الأراضي.

النتائج والتوصيات:

توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

- زيادة المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس بمركز الخارجة؛ إذ بلغ ١٠.٩ ساعة/ يوم، وهو بذلك يرتفع عن نظيره على مستوى محافظة الوادي الجديد، وعلى مستوى الجمهورية البالغ (١٠.٧)، (١٠.٣) ساعة/ يوم على الترتيب.
- يبلغ المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر في منطقة الدراسة ٢٣.٦ ميجا جول/ م٢/ يوم، ويبلغ حجم الطاقة الكهربائية المقدرة منه ٦.٦ كيلووات/ م٢/ يوم؛ وبذلك تزيد كمية الكهرباء المقدرة في المركز مقارنة بنظيرها على مستوى المحافظة، والجمهورية البالغ (٦.٤)، (٥.٩) كيلووات/ م٢/ يوم على الترتيب.
- تحظى الوحدات الكهروضوئية المركبة بأغراض الري في مركز الخارجة بزيادة معدلات انتشارها؛ حيث ارتفعت قدراتها المركبة بنسبة ٥١٧٧.٦% خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)؛ ويشير ذلك إلى ارتفاع كفاءتها وزيادة الطلب عليها لضخ المياه لأغراض الري، إضافة إلى زيادة كفاءتها مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى.
- تزيد معدلات التطور في كمية الطاقة الكهربائية المولدة مقارنة بحجم القدرات المركبة خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٤)؛ وذلك لزيادة عدد ساعات التشغيل اليومية للوحدات الكهروضوئية، نظراً لزيادة الطلب على الكهرباء المولدة التي ترتبط بزيادة حاجة الحاصلات الزراعية من مياه الري خاصةً خلال شهور الصيف.
- يرتفع إنتاج الكهرباء من الوحدات الكهروضوئية بنواحي شمال المركز، حيث بلغت ٨٩١٧٢.٥ ك.و.س تشكل ٥٥.٥%؛ في حين بلغت جملة الإنتاج بنواحي جنوب المركز ٤١٦٧٠ ك.و.س تمثل ٢٥.٩%.
- تتفاوت الطاقة التصميمية للآبار المعتمدة على الخلايا الكهروضوئية في نواحي المركز؛ إذ استحوذت قرية المنيرة على ما يقرب من ربع الطاقة التصميمية؛ وذلك

لزيادة مساحة الأراضي المعتمدة على الخلايا الكهروضوئية، إضافة إلى زراعة مساحات كبيرة من الحاصلات الزراعية التي تزيد نسبة استهلاكها من المياه مقارنة بأشجار النخيل، في حين بلغت أدناها بقرية ناصر الثورة بنسبة (٢.٥%).

- يبلغ متوسط استهلاك الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية بالمركز ١٢.٢ ك.و.س/ فدان/ يوم، ويختلف هذا المتوسط في نواحي المركز، حيث سجلت مدينة الخارجة الترتيب الأول بمتوسط ٢٦.٢ ك.و.س/ فدان/ يوم؛ وذلك لزيادة مساحات الأراضي المزروعة بمحاصيل الخضراوات التي تتصف بزيادة استهلاكها للمياه، مما انعكس على زيادة عدد ساعات تشغيل الوحدات الكهروضوئية، بينما بلغ متوسط الاستهلاك أدناه بقرية الخرطوم ٣.٨ ك.و.س/ فدان/ يوم.
- يقترب متوسط استهلاك الكهرباء بالنسبة لكميات المياه المستهلكة في عمليات الري في نواحي المركز ومدينته، إذ بلغ أقصاه بقرية القطارة (٣ ك.و.س/م٣)، وأدناه بمنطقة النقب (١.٨ ك.و.س/ م٣)؛ لاعتمادها على أنظمة الري بالرش، والتنقيط.
- على الرغم من ارتفاع التكلفة الأولية لتركيب الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري مقارنةً بماكينات الري العاملة بالطاقة الكهربائية، وماكينات الديزل المعتمدة على الوقود الأحفوري فإنَّها تتميز بانخفاض تكلفة تشغيلها؛ وذلك لاعتمادها على مصدر متجدد، وكذلك انخفاض تكلفة صيانتها السنوية.
- حقق الاعتماد على الوحدات الكهروضوئية في أغراض ري الأراضي الزراعية في المركز وفراً في كميات الوقود بلغ ٢٨٣٣٦.٥ طن مازوت معادل عام ٢٠٢٤، وتختلف هذه الكمية باختلاف حجم الكهرباء المولدة في نواحي المركز؛ حيث بلغت أقصاها في قرية المنيرة (٢٣.٥%)، وأدناها بقرية ناصر الثورة (٣.٢%).
- اختلاف خصائص عينة الدراسة من أصحاب المزارع بمركز الخارجة، حيث ترتفع نسبة الفئة العمرية (٣١- ٤٥) سنة، إذ تمثل ٣٩.٧% من جملة عينة الدراسة، تلتها فئة (٤٦- ٦٠) سنة بنسبة ٣٢.٩%، وبذلك تبلغ نسبة هاتين الفئتين مجتمعة ٧٢.٦٪ من جملة عينة الدراسة، لكونهما تمثل النصيب الأكبر من السكان في سن العمل، مع تصدر فئة المتزوجين بما يزيد عن ثلاثة أرباع عينة الدراسة (٧٥.١%)، كما استحوذت أعداد الأسر التي يبلغ عدد أفرادها أربعة بما يزيد عن ثلثي عينة الدراسة (٤١.٩%)، تلتها فئة خمسة أفراد فأكثر بنسبة ٢٨.٩%.

- ترتفع فئتا الأميين والمؤهلات المتوسطة بشكل واضح، حيث بلغت ٦٢.٤% من جملة عينة الدراسة، كذلك تختلف عينة الدراسة من حيث الحالة المهنية، حيث تصدرت فئة لا يعمل بما يزيد عن ثلاثة أخماس عينة الدراسة (٦٠.٦%)، وذلك لاعتمادهم على الدخل الناتج من مشروعات الاستصلاح الزراعي.
- اقتصر العمل بمزارع عينة الدراسة على فئة الذكور، نظراً لصعوبة الأعمال الحقلية، وبعد المزارع عن مناطق العمران، مع ملاحظة قلة عدد العاملين في مزارع عينة الدراسة حيث برز بوضوح اقتصار العمل بالمزارع على عاملين بنسبة ٦٨.٢% من جملة عينة الدراسة.
- رصدت الدراسة الميدانية مجموعة من المشكلات المرتبطة باستخدام الخلايا الكهروضوئية في أغراض الري بمنطقة الدراسة أهمها ارتفاع تكلفة تركيبها بما يقترب من ثلثي عينة الدراسة، إضافة إلى تأثير درجات الحرارة على تقليل كفاءة الوحدات الكهروضوئية التي بلغت أقصاها خلال شهر يوليو بمعدل ١٥.٧%، وكذلك تأثير الأتربة والغبار في إنتاج الكهرباء.

وتوصي الدراسة بالآتي:

- ضرورة إصدار الجهات المختصة بعض القرارات التي تساعد على تقليل تكلفة إنشاء الوحدات الكهروضوئية، من خلال خفض قيمة الجمارك المفروضة على مكوناتها المختلفة، إضافة إلى الاستفادة من الخبراء والمتخصصين بهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في تصنيع الألواح الشمسية محلياً؛ مما يؤدي إلى حفض التكلفة الكلية للوحدات الكهروضوئية.
- زيادة الوعي لدى مستخدمي الوحدات الكهروضوئية بأهمية الاعتماد على الألواح الشمسية التي تتميز بارتفاع كفاءتها، للتغلب على المشكلات الفنية التي تتعلق بانخفاض إنتاج الطاقة الكهربائية المولدة منها، إضافة إلى زيادة القدرات المركبة للوحدات الكهروضوئية بما يضمن توفر الكهرباء المولدة منها بالقدر المطلوب، مما يعوض انخفاض كفاءتها.
- ضرورة تركيب الألواح الشمسية التي تتميز بمعامل حرارة منخفض يقترب من الصفر، بالإضافة إلى اختيار الألواح الشمسية التي تحتوي على زجاج من نوع

السيكوريت المقوى ذات الأسطح الخشنة؛ مما يؤدي إلى قلة تأثر الألواح الشمسية بارتفاع درجات الحرارة، وتقليل الفاقد من الكهرباء المولَّدة.

- الاعتماد على تقنيات التبريد المائي للوحدات الكهروضوئية القائمة، من خلال تثبيت أنبوب أعلى الألواح الشمسية يعمل على رش رذاذ المياه بصورة منتظمة على أسطح الألواح الشمسية، إضافة إلى الاعتماد على التبريد الهوائي لأسطح الألواح الشمسية، ويؤدي ذلك إلى خفض درجة حرارة الألواح الشمسية، مما يساعد على رفع كفاءتها، وتقليل كمية الفقد في الطاقة الكهربائية المولدة منها.
- الاهتمام بتكثيف عمليات الصيانة الدورية للوحدات الكهروضوئية، لرفع جودة التوصيلات، والدوائر الكهربائية بين الألواح الشمسية والمحولات الكهربائية، ويساعد ذلك على تقليل الفقد في الطاقة الكهربائية المولدة.
- الاستفادة من خبرات المتخصصين بالإدارة العامة للخلايا الفوتوفلطية بهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في ضبط زاوية الميل المناسبة لموقع الوحدات الكهروضوئية بمنطقة الدراسة؛ مما يترتب عليه الاستفادة الكاملة من طاقة الإشعاع الشمسي المباشر في إنتاج الطاقة الكهربائية.
- ضرورة اختيار الألواح الشمسية التي تتميز بانخفاض معدلات تراجعها في إنتاج الكهرباء مع مرور الوقت، خاصة مع توفر أنواع من الألواح الشمسية تتميز بانخفاض معدلات تراجعها (٠.٥%) سنوياً؛ إضافة إلى زيادة القدرات المركبة من الوحدات الضوئية بما يعوض التناقص في كفاءتها خلال العمر الافتراضي لتلك الوحدات البالغ (٢٥ عاماً).
- تكثيف عمليات الغسيل الجاف، والرطب باستخدام المياه؛ للتغلب على مشكلة تراكم الأتربة على الألواح الشمسية؛ مما يؤدي إلى رفع كفاءتها في تحويل الإشعاع الشمسي المباشر الساقط عليها، وزيادة حجم الطاقة الكهربائية المولدة منها.
- ضرورة اختيار مواقع الوحدات الكهروضوئية بعيداً عن التكوينات الرملية، من خلال دراسة اتجاهاتها، ومعدلات تحركها، لتجنب الآثار السلبية الناتجة عنها التي تؤثر على كفاءتها في إنتاج الطاقة الكهربائية جزئياً من خلال تغير زاوية ميل الألواح الشمسية عن الوضع الأمثل، أو كلياً من خلال الإضرار بالألواح الشمسية، وتوصيلات الدوائر الكهربائية.

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

ملحق (١) نموذج استبيان استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية في ضخ المياه لأغراض الري بمركز الخارجة

بيانات الاستمارة سرية ولا تستخدم إلاَّ في أغراض البحث العلمي

أولًا- البيانات السكانية لمستخدمي الخلايا الكهروضوئية:

١- محل الإقامة: .....

٢- السن: أقل من ٣٠ سنة ( ) ٣١- ٤٥ سنة ( ) ٤٦ - ٦٠ سنة ( ) ٦٠ سنة فأكثر ( ).

٣- الحالة الاجتماعية: أعزب ( ) متزوج ( ) مطلق ( ) أرمل ( ).

٤- ما عدد أفراد الأسرة: اثنان ( )، ثلاثة ( ) أربعة ( ) خمسة فأكثر ( )

٥- الحالة التعليمية: أمي ( ) يقرأ ويكتب ( ) مؤهل متوسط ( ) مؤهل جامعي ( ) فوق جامعي( )

٦- التركيب النوعي للعاملين بالمزرعة: ذكر ( )، أنثى ( )

٧- ما عدد العاملين بالمزرعة: اثنان ( )، ثلاثة ( ) أربعة ( ) خمسة فأكثر ( )

ثانيًا- بيانات القدرة الاسمية للوحدات الشمسية:

١- موقع الوحدة الشمسية: .....

٢- سنة التشغيل: .....

٣- ما ملكية الوحدة الشمسية: خاص ( ) حكومي ( ) مشترك ( )

٤- ما عدد الألواح الشمسية المستخدمة في المحطة: ..... لوح

٥- ما طرق تنظيف الألواح الشمسية: .....، .....، .....

٦- ما الدولة التي تم استيراد الألواح الشمسية منها: .....

٧- كم تبلغ القدرة الاسمية للوحدة الشمسية: أقل من ١٠ كيلووات ( ) ١٠- أقل من ٢٠ كيلووات ( )، ٢١- أقل من ٣٠ كيلووات ( )، ٣٠ كيلووات فأكثر ( ).

٨- ما تكلفة إنشاء الوحدة الشمسية (ألف جنيه): أقل من ١٦٠( ) ١٦٠- ٣٥٠( ) ٣٥١ - ٤٧٥ ( ) أكثر من ٤٧٥ ( ).

٩- هل تضمنت تكلفة الإنشاء عمليات الصيانة الدورية لفترة معينة: نعم ( )، لا ( )

١٠-في حالة الإجابة بنعم كم تبلغ هذه الفترة: .....، وما معدل إجراء الصيانة .....

١١-ما تقييمك لتكلفة إنشاء الوحدة الشمسية: مرتفعة جداً ( )، مرتفعة( )، متوسطة ( )، منخفضة ( )

١٢-ما الغرض من تركيب الوحدة الشمسية: ضخ المياه لأغراض الري ( )، الإنارة ( )، مزارع الثروة الداجنة ( )، مزارع الثروة الحيوانية ( )، أخرى: تذكر .....

١٣-ما أسباب تركيب الوحدة الشمسية: البعد عن شبكة الكهرباء ( )، زيادة كفاءتها ( )، زيادة معامل الإتاحة ( )، أخرى ( ): تذكر .....

١٤-كم تبلغ تكلفة الصيانة السنوية للوحدة الشمسية: ..... جنيه/ سنوياً

١٥-ما تقييمك لتكلفة الصيانة السنوية: مرتفعة جداً ( )، مرتفعة ( )، متوسطة ( )، منخفضة ( ).

ثالثًا- بيانات الكهرباء المولدة من الوحدات الشمسية:

١- ما عدد ساعات التشغيل اليومية: أقل من ٥ ساعات ( )، ٥- ٧ ساعات ( )، ٧ ساعات فأكثر( )

٢- هل تعمل الوحدة الشمسية طوال العام: نعم ( )، لا ( )

٣- في حال الإجابة (لا) كم عدد أيام التوقف: .....، وما أسبابه: .....

٤- كم تبلغ القدرة التصميمية للغاطس في الوحدة الشمسية: ..... حصان

٥-ما حجم الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدة الشمسية: .....

٦-هل تكفي الطاقة الكهربائية المولدة حاجة الاستهلاك اليومي: نعم ( )، لا ( )

٧-في حالة الإجابة (لا) ما مقدار العجز: ..... كيلووات/ ساعة

٨-هل تستخدم البطاريات لتخزين الطاقة الشمسية: نعم ( )، لا ( )

٩-في حالة الإجابة بنعم كم يبلغ عددها: .....، وما حجم الطاقة التي تختزنها ..... ك.و.س، وكم تكفي هذه الطاقة من الوقت: ..... ساعة

١٠-كم تبلغ تكلفة إنتاج الكيلووات المولد من الوحدة الشمسية: ..... جنيه/ كيلووات/ ساعة

١١-ما تقييمك لتكلفة إنتاج الكيلووات/ ساعة من الوحدة الشمسية: مرتفعة جداً ( )، مرتفعة ( )، متوسطة ( )، منخفضة ( ).

رابعًا- بيانات الآبار المخصصة لري الأراضي الزراعية:

١- ما ملكية البئر: خاص ( ) حكومي ( ) مشترك ( )

٢- ما عدد الآبار المخصصة للري: .....

٣- كم تبلغ طاقة البئر التصميمية: ..... م٣/ ساعة

٤- ما متوسط منسوب مياه البئر: ..... متر

٥- ما متوسط عدد ري المحاصيل بالمزرعة: ..... مرة/ أسبوع

٦- ما المساحة التي يرويها البئر الواحد من الأراضي الزراعية: ..... بئر/ فدان

١٢-هل استخدمت ماكينات الديزل في ضخ المياه لأغراض الري: نعم ( )، لا ( )

٧- في حالة الإجابة بنعم ما تكلفة تركيبها: ..... جنيه

٨- كم تبلغ الطاقة التصميمية لوحدة الديزل: ..... حصان

٩- كم تبلغ تكلفة التشغيل الشهرية لماكينات الديزل: ..... جنيه/ شهر

١٠-كم تبلغ تكلفة الصيانة الشهرية لماكينات الديزل: ..... جنيه/ شهر

١١-ما تكلفة ضخ المياه لري الفدان الواحد لماكينات الديزل ..... جنيه/ فدان

١٢-كم يبلغ معدل استهلاك الوقود: ..... لتر/ م٣ من المياه

١٣-ما الوقت اللازم لري الفدان الواحد بماكينات الديزل: ..... ساعة/ فدان

١٤-ما الوقت اللازم لري الفدان بالوحدات الشمسية: ..... ساعة/ فدان

١٥-ما معدل استهلاك الطاقة الكهربائية: ..... كيلووات/ م٣ من المياه.

١٦-ما تقييمك لاستخدام الوحدات الشمسية في ضخ مياه الآبار لأغراض الري مقارنة بماكينات الديزل: ذات كفاءة مرتفعة ( )، ذات كفاءة متوسطة ( )، ذات كفاءة منخفضة ( )

١٧-هل تفكر في تكرار تجربة الوحدات الشمسية في ضخ المياه لأغراض الري: نعم ( )، لا ( )

١٨-في حالة الإجابة بنعم ما الأسباب: .....، .....، .....

خامسًا- بيانات الأراضي المستصلحة:

١- ما نظام الري المتبع: ري بالغمر ( )، ري بالتنقيط( )، ري بالرش ( )

٢- كم تبلغ تكلفة مد شبكات الري بالتنقيط/ الرش: ..... جنيه/ فدان

٣- كم عدد مواسم الزراعة: موسم ( )، اثنان ( )، ثلاثة ( )

٤- ما المحاصيل الحقلية التي يتم زراعتها: القمح ( )، الشعير( )، البرسيم( ) الفول( ) الحمص( ) الترمس( ) العدس( ) الفول السوداني( ) الذرة( ) الحلبة( ) أخرى ( ) تذكر .....

٥- ما أكثر المحاصيل الحقلية استهلاكًا للمياه: .....

٦- ما الأشجار المثمرة التي يتم زراعتها: النخيل ( ) الزيتون ( ) الليمون ( ) البرتقال ( ) اليوسفي ( )، أخرى( )، تذكر .....

٧- هل ساعد استخدام الخلايا الشمسية على زيادة مساحة الأراضي المستصلحة: نعم ( )، لا ( )

٨- في حال الإجابة بنعم ما الأسباب: .....، .....، .....

سادسًا- مشكلات استخدام الوحدات الشمسية ومستقبلها:

١- ما المشكلات التي تواجه استخدام الوحدات الشمسية في ضخ المياه لأغراض الري:

..... ، ..... ، ..... ، .....

٢- ما مقترحاتك لحل هذه المشكلات:

..... ، ..... ، ..... ، .....

الباحثان

ملحق (٢) الصور الفوتوغرافية

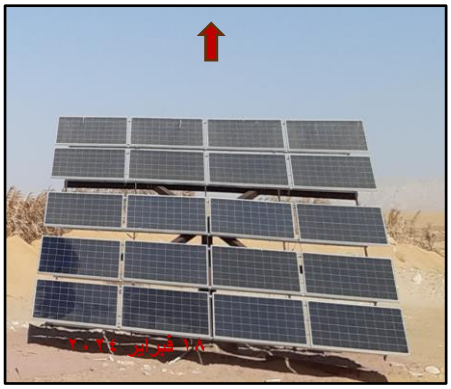
صورة (١) نموذج للوحدات الكهروضوئية التي تزيد قدرتها المركبة عن ٣٠ ك.و بقرية فلسطين

صورة (٢) نموذج للوحدات الكهروضوئية التي تتراوح قدرتها المركبة ما بين (١٠- ٢٠) ك.و بالشركة ١٧

صورة (٣) نموذج للوحدات الكهروضوئية التي تتراوح قدرتها المركبة ما بين (٢٠- ٣٠) ك.و بمدينة الخارجة

صورة (٤) نموذج للوحدات الكهروضوئية التي تقل قدرتها المركبة عن ١٠ ك.و بقرية المنيرة

صورة (٥) تعرض أجزاء من الألواح الشمسية للظل بقرية فلسطين



صورة (٦) تراكم الأتربة على الألواح الشمسية بقرية جناح

- المصدر: الدراسة الميدانية، خلال الفترة (٦ يناير- ١٠ إبريل) ٢٠٢٤.

ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
١	٢٥,٥٠٦٥°	٣٠,٦١٢٨٣٨	١٦٨٠	٨٤١,٥	٥٣	٢٥,٤٣٩٦٧٣°	٣٠,٦٣٦١٦٩°	٤٨,٤	٢٤٢
٢	٢٥,٥٠٤٩٩	٣٠,٦٠٦٠٠٠°	٢٠٩	١٠٤٥	٥٤	٢٥,٤٣٣٨٣٦°	٣٠,٦٣١٠٣٣°	٤١,٨	٢٠٩
٣	٢٥,٥٠١٣٣	٣٠,٦٠٧٠٧٦	٢٢٠	١١٠٠	٥٥	٢٥,٤٢٦٩١٨°	٣٠,٦٢٩٢٦٨°	٣٣	١٦٥
٤	٢٥,٥٠١١٧	٣٠,٥٦٤٩٦١	٢٩,٧	١٤٨,٥	٥٦	٢٥,٤٢٩٣٦١°	٣٠,٦١٢٥٣٩°	٢٢	١١٠
٥	٢٥,٤٩٦٥٦	٣٠,٥٦٥٥٥٧	٣٣	١٦٥	٥٧	٢٥,٤٣٠٢٩٩°	٣٠,٥٩٦٣٠٧°	٨٥,٨	٤٢٩
٦	٢٥,٥٢٣٤٤	٣٠,٥٢٥٢١٢	٤٨,٤	٢٤٢	٥٨	٢٥,٤٢٦٣٣٥°	٣٠,٥٩٥٨٨٢°	٣٩,٦	١٩٨
٧	٢٥,٥٢١٦٨	٣٠,٥٢٤٧٢٠	٢٦,٤	١٣٢	٥٩	٢٥,٤٢٢٨١٧°	٣٠,٥٨٧٨٦٥°	٣٨	١٩٠
٨	٢٥,٥١٩٥٩	٣٠,٥٢١٦٢٧	١٩,٨	٩٩	٦٠	٢٥,٤١٣٤٤٧°	٣٠,٥٨٧٦٢٤°	٣٩,٦	١٩٨
٩	٢٥,٥١٢٢٨	٣٠,٥٣٢٦١٩	٢٩,٧	١٤٨,٥	٦١	٢٥,٤٠٤٧٣٠°	٣٠,٥٨٢٦١١°	٥٦,١	٢٨٠,٥
١٠	٢٥,٥١١٩٧	٣٠,٥٣٠٢٣١	١٩,٨	٩٩	٦٢	٢٥,٤٠٠٢١٣°	٣٠,٥٨٤٨٢٦°	٢٦,٤	١٣٢
١١	٢٥,٥٠٤٠٦	٣٠,٥٢٠٣٥٠	٣٩,٦	١٩٨	٦٣	٢٥,٣٩٦٤٥٥°	٣٠,٥٨٢٠٤٦°	٣٥,٢	١٧٦
١٢	٢٥,٤٨٩٦٨	٣٠,٥١٥٩١٩	٣١,٤	١٥٧	٦٤	٢٥,٣٩٩٠٠٦°	٣٠,٥٧٤٧٠٢°	٤٠,٧	٢٠٣,٥
١٣	٢٥,٤٨٨٧٩	٣٠,٥١٥٧٤٥	٢٩,٧	١٤٨,٥	٦٥	٢٥,٣٩٢٢٩٩°	٣٠,٥٧٥٢٥٥°	٣٧,٤	١٨٧
١٤	٢٥,٤٨٧٣٧	٣٠,٥١٥٣٥٤	٣٦,٣	١٨١,٥	٦٦	٢٥,٤٠٦٣٣٥°	٣٠,٦١٥٧٤٥°	٣١,٩	١٥٩,٥
١٥	٢٥,٤٨٩١٥	٣٠,٥١٢١٨٨	٣٣	١٦٥	٦٧	٢٥,٤٠٥٤٧٠°	٣٠,٦١٩٢٨٧°	١٨,٧	٩٣,٥
١٦	٢٥,٤٨١٣٤	٣٠,٥٣١٥٠٦	٣٥,٢	١٧٦	٦٨	٢٥,٤٠٢٧٠٣°	٣٠,٦٢٥٣٠٠°	١٩,٨	٩٩
١٧	٢٥,٤٧٨٨٨	٣٠,٥٣٤٦٧٦	٢٣,١	١١٥,٥	٦٩	٢٥,٤٠١٨٧٥°	٣٠,٦٢٣٨٣١°	٢٦,٤	١٣٢
١٨	٢٥,٤٧٧٠٥	٣٠,٥٣٣٤٢٨	١٧,٦	٨٨	٧٠	٢٥,٣٩٨٠٢٣°	٣٠,٦٢١٧٨٦°	٢٠,٩	١٠٤,٥
١٩	٢٥,٤٧٨٢٢	٣٠,٥١٩٧٣٧	١٦,٥	٨٢,٥	٧١	٢٥,٤٤٠٣٥٩°	٣٠,٥٣٥٣١٥°	٤٩,٥	٢٤٧,٥
٢٠	٢٥,٤٧٨٢٦	٣٠,٥١٨٨١٩	٢٣,١	١١٥,٥	٧٢	٢٥,٤٢٥٢٢٩°	٣٠,٥٦٠١٧٣°	١١	٥٥
٢١	٢٥,٤٧٨٠٣	٣٠,٥١٦٤٣١	٢٧,٥	١٣٧,٥	٧٣	٢٥,٤٢٧١٨٣°	٣٠,٥٢٩٩٩١°	٣٩,٦	١٩٨
٢٢	٢٥,٤٧٥٨٨	٣٠,٥٢٦٨٨٩	٢٦,٤	١٣٢	٧٤	٢٥,٤١٨٠٥٧°	٣٠,٥٥٩٠٩٩°	٢٩,٧	١٤٨,٥
٢٣	٢٥,٤٧٤٧٩	٣٠,٥٢٣٠٢٠	٢٣,١	١١٥,٥	٧٥	٢٥,٤١٦٨٤٢°	٣٠,٥٥٩٥٣٠°	٣٥,٢	١٧٦
٢٤	٢٥,٤٦٦٨٦	٣٠,٥٣٨٩٥٥	٤٩,٥	٢٤٧,٥	٧٦	٢٥,٤١٥٣٤٧°	٣٠,٥٥٩٢٤٣°	٢٧,٥	١٣٧,٥
٢٥	٢٥,٤٦٩٠٥	٣٠,٥١٢٤٣٨	٣٩,٦	١٩٨	٧٧	٢٥,٤١٤٧١٣°	٣٠,٥٥٦٧٩٧°	٢٩,٧	١٤٨,٥
٢٦	٢٥,٤٦٨٣٢	٣٠,٥٠٧٤٩٣	١٧,٦	٨٨	٧٨	٢٥,٤١٢٠٨١°	٣٠,٥٥٩٨٦٠°	٩,٩	٤٩,٥
٢٧	٢٥,٤٦٦٤٣	٣٠,٥٠٧٨٢٣	٢٨,٦	١٤٣	٧٩	٢٥,٤١٠٧٠٧°	٣٠,٥٥٢٣١٣°	٢٩,٧	١٤٨,٥
٢٨	٢٥,٤٧٢١٧	٣٠,٤٩٧٣٣٠	١٨,١	٩٠,٥	٨٠	٢٥,٤٢٠٥٨٤°	٣٠,٥٢٦٣٨١°	٢٤,٢	١٢١
٢٩	٢٥,٤٧٢٩٩	٣٠,٤٩٣٠٨٥	١٨,٧	٩٣,٥	٨١	٢٥,٤٠٦٨٠٨°	٣٠,٥٤٤٧٥٩°	١٩,٨	٩٩
٣٠	٢٥,٤٧١٢٤	٣٠,٤٩٣٧٥٨	٢٥,٣	١٢٦,٥	٨٢	٢٥,٤٠٥٥٦٩°	٣٠,٥٤٥٢٩٣°	١٩,٨	٩٩
٣١	٢٥,٤٦٩٢٢	٣٠,٥٠١٠٧٩	٣٠,٨	١٥٤	٨٣	٢٥,٤٠٤٤٦٤°	٣٠,٥٤٩٠٣٨°	٢٤,٢	١٢١
٣٢	٢٥,٤٦٧٥٦	٣٠,٤٩٧٨٦٣	٢٣,١	١١٥,٥	٨٤	٢٥,٤٠٤٤٧٩°	٣٠,٥٥٨٥٨٣°	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣٣	٢٥,٤٦٦٠٨	٣٠,٤٩٧٨٦٠	٩,٩	٤٩,٥	٨٥	٢٥,٤٠٤٠٠٧°	٣٠,٥٦١٥١٤°	٢٦,٤	١٣٢
٣٤	٢٥,٤٦٦٠٩	٣٠,٤٩٦٦٠٧	٢٧,٥	١٣٧,٥	٨٦	٢٥,٤٠١٦٧٩°	٣٠,٥٦٣٤٩٩°	٩,٩	٤٩,٥
٣٥	٢٥,٤٦٩٧٩	٣٠,٤٨٨٠٨٩	٥٩,٤	٢٩٧	٨٧	٢٥,٣٩٩٠٨٣°	٣٠,٥٥٤٩٨٠°	٣٦,٣	١٨١,٥
٣٦	٢٥,٤٦٨٣٢	٣٠,٤٨٩٧٤٩	٧٩,٢	٣٩٦	٨٨	٢٥,٣٩٩٧٢٨°	٣٠,٥٣٩٦٤٤°	٣٣	١٦٥
٣٧	٢٥,٤٦٢٣٦	٣٠,٤٩٨٨٧٥	٣٧,٤	١٨٧	٨٩	٢٥,٣٩٨٤٩٦°	٣٠,٥٣٩٦٨٤°	٣٠,٨	١٥٤
٣٨	٢٥,٤٥٦٦١	٣٠,٤٨٣٩٦٨	٢٥,٣	١٢٦,٥	٩٠	٢٥,٣٩٩١٠٤°	٣٠,٥٣٧١٥٨°	٣٠,٨	١٥٤
٣٩	٢٥,٤٥٤٤٨	٣٠,٤٨٨٨٠١	٢٦,٤	١٣٢	٩١	٢٥,٣٩٦٠٧٤°	٣٠,٥٤١١٣٠°	٣٣	١٦٥
٤٠	٢٥,٤٥١١٢	٣٠,٤٩٠٤٠٢	٤١,٨	٢٠٩	٩٢	٢٥,٣٩٣٦٦٨°	٣٠,٥٤٥٠٩٣°	٦٦	٣٣٠
٤١	٢٥,٤٤٩٨٨	٣٠,٤٨٩٤٦٧	٢٩,٧	١٤٨,٥	٩٣	٢٥,٤٠٣٢٩٣°	٣٠,٥١١٨١٢°	٤١,٨	٢٠٩
٤٢	٢٥,٤٧٥٨٤	٣٠,٥٦٢٨٢٢	٢٦,٤	١٣٢	٩٤	٢٥,٣٨٤٢٧٢°	٣٠,٥١٨٩٩٢°	٦٠,٥	٣٠٢,٥
٤٣	٢٥,٤٦٤١٥	٣٠,٦١٤٤٦٤	١٩,٨	٩٩	٩٥	٢٥,٣٩١٢٤٤°	٣٠,٥٤٦٢٠٢°	٢٥,٣	١٢٦,٥
٤٤	٢٥,٤٥٣٣٨	٣٠,٦١٠٦٩٧	٢٥,٣	١٢٦,٥	٩٦	٢٥,٣٨٩٢٥٣°	٣٠,٥٦١٣٠٩°	٣١,٩	١٥٩,٥
٤٥	٢٥,٤٥٣٦٥	٣٠,٦٠٥٨٢٩	٢٥,٣	١٢٦,٥	٩٧	٢٥,٣٨٨٤٣٠°	٣٠,٥٥٨٦٢٤°	٤٩,٥	٢٤٧,٥
٤٦	٢٥,٤٥٢٠٦	٣٠,٦٠٨٣٧٠	١٩,٨	٩٩	٩٨	٢٥,٣٨٤٧٩٦°	٣٠,٥٥٨١٤٣°	٢٣,١	١١٥,٥
٤٧	٢٥,٤٤٨٨٠	٣٠,٦١٢٨٣٧	٣٣	١٦٥	٩٩	٢٥,٣٨٤٤٣٠°	٣٠,٥٥٧٦٠٣°	٣٣	١٦٥
٤٨	٢٥,٤٤٨٦٨	٣٠,٦١١٦١٠	١٩,٨	٩٩	١٠٠	٢٥,٣٧٨٠١٨°	٣٠,٥٦٠٤٠٩°	٤٦,٢	٢٣١
٤٩	٢٥,٤٤٧٠٢	٢٥,٤٤٧٠٢٥	٣٣	١٦٥	١٠١	٢٥,٣٨٣٠١٠°	٣٠,٥٤٢٨٠١°	٣٥,٢	١٧٦
٥٠	٢٥,٤٤٠٨٠	٣٠,٥٨٧٩٨٥	١٩,٨	٩٩	١٠٢	٢٥,٣٨١٩٣٩°	٣٠,٥٤٢٨٢٩°	٢٩,٧	١٤٨,٥
٥١	٢٥,٤٣٤١٥	٣٠,٥٩٥٠٦٥	٣٣	١٦٥	١٠٣	٢٥,٣٨٠١٠٠°	٣٠,٥٤٢٦٠٣°	٢٤,٢	١٢١
٥٢	٢٥,٤٤٨٧١	٣٠,٦٣٧٦٣٩	٣٤,١	١٧٠,٥	١٠٤	٢٥,٣٧٢٨٨٢°	٣٠,٥٥٩٩٨٩°	٩٢,٤	٤٦٢

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
١٠٥	٢٥°,٣٧٢٠٥٠	٣٠°,٥٥٤١١٣	٤٨,٤	٢٤٢	١٥٦	٢٥°,١٥٠٤٣٩	٣٠°,٥٧٣٤٤٧	٥٨,٣	٢٩١,٥
١٠٦	٢٥°,٥٠٨٠٨٧	٣٠°,٥٠٦١٢٢	٥٥	٢٧٥	١٥٧	٢٥°,١٦٢٨٩٦	٣٠°,٥٦٥٦٩٥	٧٠,٤	٣٥٢
١٠٧	٢٥°,٣٧٢٧٣٨	٣٠°,٥٥٢٣١٤	١٦,٥	٨٢,٥	١٥٨	٢٥°,١٧٣٦٧٤	٣٠°,٥١١٦٠٨	٢٣,١	١١٥,٥
١٠٨	٢٥°,٣٧٣٧٦٦	٣٠°,٥٤٢٩٠٣	٢٦,٤	١٣٢	١٥٩	٢٥°,١٧٣٧٢٥	٣٠°,٥٨٩٣٨١	٢٤,٨	١٢٤
١٠٩	٢٥°,٣٦٩٨٧٣	٣٠°,٥٥٨٧٧٣	٥٨,٣	٢٩١,٥	١٦٠	٢٥°,١٧٨٦٢٧	٣٠°,٥٨٣٩٣٦	٥٢,٨	٢٦٤
جملة مدينة الخارجة			٤٠٤٨,٦	٢٠٢٤٣	١٦١	٢٥°,١٨٨٦٩٣	٣٠°,٥١١٢٤٤	٣٩,٦	١٩٨
١١٠	٢٤°,٩١٣٥٨٦	٣٠°,٥٥٨٨٣٣	١٩٤,٧	٩٧٣,٥	١٦٢	٢٥°,١٨٦٣٣٥	٣٠°,٥١٩٤٣٦	٣٩,٦	١٩٨
١١١	٢٤°,٩٢٨١٩٦	٣٠°,٥٨٦٠٦٩	١١٢,٢	٥٦١	١٦٣	٢٥°,١٩٤٨٠٣	٣٠°,٥٨٩٣٧٢	٨٣,٦	٤١٨
١١٢	٢٤°,٩٤٤١٤٩	٣٠°,٥٦٠٢٢٨	١٢١	٦٠٥	١٦٤	٢٥°,٢٠١٤٥٢	٣٠°,٥٨٩٣٧٢	٨٦,٤	٤٣٢
١١٣	٢٤°,٩٧٠٠٦٢	٣٠°,٥٤٩٤٨٦	١٣٢	٦٦٠	١٦٥	٢٥°,١٩٢٧٢١	٣٠°,٥١٠٠٠٠	١٨,٢	٩١
١١٤	٢٤°,٩٧٦٣١٠	٣٠°,٥٨٧٢١٥	١١٠	٥٥٠	١٦٦	٢٥°,١٩٤١٣٦	٣٠°,٥١٠٠٤١	٢٣,١	١١٥,٥
١١٥	٢٤°,٩٧٦٣٠٠	٣٠°,٥٩٦٣٨٣	٧٧	٣٨٥	١٦٧	٢٥°,١٩٦٣١٧	٣٠°,٥١٤٥٥٢	٢٢	١١٠
١١٦	٢٤°,٩٨٤٠٤٧	٣٠°,٥٧٧٩٩١	١٢٧,٦	٦٣٨	١٦٨	٢٥°,١٩٨٠٢٣	٣٠°,٥٢٣٧٦٣	١٨,٧	٩٣,٥
١١٧	٢٤°,٩٩٢٣٨٢	٣٠°,٥٨٤٤٨٥	٤١,٨	٢٠٩	١٦٩	٢٥°,٢٠٠٨٩٦	٣٠°,٥٢٠٥٤٩	٢٠,٩	١٠٤,٥
١١٨	٢٤°,٩٩٢٠٢٣	٣٠°,٦٢٣٩٥٥	٤٤	٢٢٠	١٧٠	٢٥°,٢١٠٥٦٦	٣٠°,٥١٨٧٤٧	١٦,٥	٨٢,٥
١١٩	٢٤°,٩٩٢٧٦٧	٣٠°,٦٣٢٩٣٣	٧٤,٨	٣٧٤	١٧١	٢٥°,٢١٣٦٥٤	٣٠°,٥١٩٢٨٤	١٧,٦	٨٨
١٢٠	٢٥°,٠٠٠٥٨٤	٣٠°,٦٥٠٨٢١	١٢٧,٦	٦٣٨	١٧٢	٢٥°,٢١٩١٢٢	٣٠°,٥١٨٢٩٦	١٩,٣	٩٦,٥
١٢١	٢٤°,٩٩٩٧٨٩	٣٠°,٦٢٣٨٥٤	٤٢,٩	٢١٤,٥	١٧٣	٢٥°,٢١٨٧٩٤	٣٠°,٦٢٣٧٤٢	٤٨,٤	٢٤٢
١٢٢	٢٥°,٠٠٠٢٢٢	٣٠°,٦٢٣٩٠٣	٣,٣	١٦,٥	١٧٤	٢٥°,٢٢٥٦٢٠	٣٠°,٦٢٢٠٤٤	٨٤,٧	٤٢٣,٥
١٢٣	٢٥°,٠٠٣٠٨١	٣٠°,٥٦٥٦٩٨	٨٩,١	٤٤٥,٥	١٧٥	٢٥°,٢٢٣٦٥٨	٣٠°,٥٢٢٥٣٤	١٨,٧	٩٣,٥
١٢٤	٢٥°,٠٠٦٥٩٥	٣٠°,٥٧٤٦٨٠	٨٥,٨	٤٢٩	١٧٦	٢٥°,٢٢٤٨٧٠	٣٠°,٥٢٠٩٠٥	٢٦,٤	١٣٢
١٢٥	٢٥°,٠١١٠٥٢	٣٠°,٥٧١٢٢٦	٦٣,٨	٣١٩	١٧٧	٢٥°,٢٢٦٦٥١	٣٠°,٥٢٨٥١٣	٢٦,٤	١٣٢
١٢٦	٢٥°,٠٣٢٩٤٦	٣٠°,٥٦٠٦٨٤	١٦١,٧	٨٠٨,٥	١٧٨	٢٥°,٢٢٨٤١٤	٣٠°,٥٢٥٩٧٨	٢٢	١١٠
١٢٧	٢٥°,٠٥٨٨٣٨	٣٠°,٥٦٢٠٨١	١٠٦,٧	٥٣٣,٥	١٧٩	٢٥°,٢٢٢٩٢٨	٣٠°,٥٢٦٩٦٨	٢٩,٧	١٤٨,٥
١٢٨	٢٥°,٠٥٩٥٤١	٣٠°,٥٧٣٣٣٤	٩٧,٩	٤٨٩,٥	١٨٠	٢٥°,٢٢٣١١٩	٣٠°,٥٢٦٤٣٠	١٩,٨	٩٩
١٢٩	٢٥°,٠٥٣٤٠١	٣٠°,٥٩٦٧١٨	٧٠,٤	٣٥٢	١٨١	٢٥°,٢٢٩١٧٣	٣٠°,٥٣١٦٠٣	٢٤,٨	١٢٤
١٣٠	٢٥°,٠٥٣٣٨٦	٣٠°,٥٩٧١٧٧	٤٦,٢	٢٣١	١٨٢	٢٥°,٢٣٢٠٢٩	٣٠°,٥٣٢٣٦١	٣٣	١٦٥
١٣١	٢٥°,٠٧١٤٤١	٣٠°,٥٣٦٦١٩	٦١,٦	٣٠٨	١٨٣	٢٥°,٢٣٤٧٥١	٣٠°,٥٣٣٨١٦	٢٩,٧	١٤٨,٥
١٣٢	٢٥°,٠٧٣٨٤١	٣٠°,٥٦٣٧٢٨	٤٦,٢	٢٣١	١٨٤	٢٥°,٢٣٥٠٩٨	٣٠°,٥٢٨٣٧٩	٢٦,٤	١٣٢
١٣٣	٢٥°,٠٨١٤٦٠	٣٠°,٥٧٥٥٠٧	٨٠,٣	٤٠١,٥	١٨٥	٢٥°,٢٣٥٦٥٩	٣٠°,٥٣١٥٨٧	٣٩,٦	١٩٨
١٣٤	٢٥°,٠٨٤٨٦١	٣٠°,٥٨١٢٩٠	٩١,٣	٤٥٦,٥	١٨٦	٢٥°,٢٣٧٤٥٣	٣٠°,٥٣١١٨٤	٢٦,٤	١٣٢
١٣٥	٢٥°,٠٧٨٦٢٦	٣٠°,٥٣٩٢٧١	٥٧,٢	٢٨٦	١٨٧	٢٥°,٢٣٨٠٨٣	٣٠°,٥٢٧٩٦٥	٢٨	١٤٠
١٣٦	٢٥°,٠٨٤٨٤٢	٣٠°,٥٣٣٠٣٤	٦٢,٧	٣١٣,٥	١٨٨	٢٥°,٢٣٨٦٩٦	٣٠°,٥٣٠٣٣٦	٣٩,٦	١٩٨
١٣٧	٢٥°,٠٩٩٧٩٥	٣٠°,٥٢٨٣٩٤	٥٢,٨	٢٦٤	١٨٩	٢٥°,٢٤١٣٣٨	٣٠°,٥٣٤٣٩٢	٢٤,٨	١٢٤
١٣٨	٢٥°,٠٩٨١٤٧	٣٠°,٥٤٩٣٧٤	١٣٨,٦	٦٩٣	١٩٠	٢٥°,٢٤٢٠٢٠	٣٠°,٥٣١٧٥٠	٢٢	١١٠
١٣٩	٢٥°,٠٩٥٩٢٢	٣٠°,٥٦٠٢٢٢	١٣٢	٦٦٠	١٩١	٢٥°,٢٥٠٦٨٤	٣٠°,٥٣٥٩٩٩	٢٢	١١٠
١٤٠	٢٥°,١٠٤٦٤٥	٣٠°,٥٢٥٥٣٢	٣٨,٥	١٩٢,٥	١٩٢	٢٥°,٢٣٠٠٥٢	٣٠°,٥٢٥٣٨٧	٢٤,٢	١٢١
١٤١	٢٥°,١٠٢٧٧٧	٣٠°,٥٣٢٢٥٥	١٠٥,٦	٥٢٨	١٩٣	٢٥°,٢٣٣١٩٧	٣٠°,٥٢٠٣٧٣	٢٨,٦	١٤٣
١٤٢	٢٥°,١٠٧٢٠٠	٣٠°,٥٢٧٧٧٣	٣٣	١٦٥	١٩٤	٢٥°,٢٣٥٢٧٤	٢٥°,٢٣٥٢٧٤	١٦,٥	٨٢,٥
١٤٣	٢٥°,١٠٥٩٤٣	٣٠°,٥٣٢٤٤٦	٦٢,٧	٣١٣,٥	١٩٥	٢٥°,٢٣٠١٠٦	٣٠°,٥٨٦١١١	٦٠,٥	٣٠٢,٥
١٤٤	٢٥°,١٠٣٨٤٥	٣٠°,٥٦٤٣٤٦	١٠٨,٩	٥٤٤,٥	١٩٦	٢٥°,٢٣٦٢٥٣	٣٠°,٥٧٩٨٠٨	٩٦,٨	٤٨٤
١٤٥	٢٥°,١٠٢٤٥٤	٣٠°,٥٧٥٨١٣	٧٩,٢	٣٩٦	١٩٧	٢٥°,٢٢٩٦٤٦	٣٠°,٥٧٠٤٠١	٩٧,٩	٤٨٩,٥
١٤٦	٢٥°,١٠٥٩٩٧	٣٠°,٥٧٣٠٦٨	٣٧,٤	١٨٧	١٩٨	٢٥°,٢٣٥٨٨٨	٣٠°,٥١٧٥٢٤	١٧,٦	٨٨
١٤٧	٢٥°,١١١٧٣٥	٣٠°,٥٥٨٥٨٧	٢٣,١	١١٥,٥	١٩٩	٢٥°,٢٣٨١٣٤	٣٠°,٥١٩٠١٨	١٧,٦	٨٨
١٤٨	٢٥°,١٢٠٧٤٢	٣٠°,٥٥٨٣٨٠	٢٢	١١٠	٢٠٠	٢٥°,٢٣٩٨٠١	٣٠°,٥١٢٦٧٢	٣٣	١٦٥
١٤٩	٢٥°,١٣٢٥٠٣	٣٠°,٥٥٨٥٣٢	١٢١	٦٠٥	٢٠١	٢٥°,٢١٨٦١٠	٣٠°,٥٦٦١٢٤	٤٨,٤	٢٤٢
١٥٠	٢٥°,١٣٨٤٣٢	٣٠°,٥٦٠٤٨٧	٥٢,٨	٢٦٤	٢٠٢	٢٥°,٢٤٢٦١٨	٣٠°,٥١٤٣٩٤	١١	٥٥
١٥١	٢٥°,١٤٠٢١٧	٣٠°,٥٦٢١٢٨	٣٩,٦	١٩٨	٢٠٣	٢٥°,٢٥٢٤٦٣	٣٠°,٥٢٢١٣٤	٢٩,٧	١٤٨,٥
١٥٢	٢٥°,١٤٠٤٥٥	٣٠°,٥٦٣٩١٨	٤٦,٢	٢٣١	٢٠٤	٢٥°,٢٥٢٤٣٧	٣٠°,٥٤٣٤٤١	١٧,٦	٨٨
١٥٣	٢٥°,١٤٥٣٨٠	٣٠°,٥٧٧٨٨٣	٥٢,٨	٢٦٤	٢٠٥	٢٥°,٢٥٢٩٧٠	٣٠°,٥٤٧٢٠٥	٣٣	١٦٥
١٥٤	٢٥°,١٤٥٢١٤	٣٠°,٥٧٩٩٢٣	٥٢,٨	٢٦٤	٢٠٦	٢٥°,٢٥٥٥٨١	٣٠°,٥٤٢١٤١	١٦,٥	٨٢,٥
١٥٥	٢٥°,١٤٧٤٦٠	٣٠°,٥٧٨٥٠٦	٤٧,٣	٢٣٦,٥	٢٠٧	٢٥°,٢٥٦٧٠١	٣٠°,٥١٥٧٨٦	٣٩,٦	١٩٨

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
٢٠٨	٢٥,٢٥٧٩٩٢	٣٠,٥١٦٤٦٣	٥٩,٤	٢٩٧	٢٦٠	٢٥,٣٥٣٤٢٨	٣٠,٥٧٩٨٥٢	٨٩,١	٤٤٥,٥
٢٠٩	٢٥,٢٥٩٥٣٩	٣٠,٥١٤٨٣٤	٢٩,٧	١٤٨,٥	٢٦١	٢٥,٣٥١٥١٤	٣٠,٥٨١٩٣١	٨,٣	٤١,٥
٢١٠	٢٥,٢٦٢٥٨٩	٣٠,٥١٤٣٣٣	١٦,٥	٨٢,٥	٢٦٢	٢٥,٣٤٩٧١٣	٣٠,٥٨٢١٨٨	٦٨,٢	٣٤١
٢١١	٢٥,٢٦٠٧١٧	٣٠,٥٥١٨٥٢	١٧,٦	٨٨	٢٦٣	٢٥,٣٦٩٥٠٧	٣٠,٥٥٠١٨١	٣٧,٤	١٨٧
٢١٢	٢٥,٢٦٧٨٧٢	٣٠,٥٠٣٥٢٥	٢٢	١١٠	٢٦٤	٢٥,٣٦٤٢٩٨	٣٠,٥٤٩١٦٧	٣٩,٦	١٩٨
٢١٣	٢٥,٢٦٧٤٩٣	٣٠,٥٠٥٣١٢	١٢,١	٦٠,٥	٢٦٥	٢٥,٣٦٣٨٩٧	٣٠,٥٥٢٣٠١	٩,٩	٤٩,٥
٢١٤	٢٥,٢٦٨٠٧١	٣٠,٥٠٥٢١٢	١١	٥٥	٢٦٦	٢٥,٣٦٧٣٢٦	٣٠,٥٥٤٩١٨	٩,٩	٤٩,٥
٢١٥	٢٥,٢٦٩٤٨٤	٣٠,٥٠٤٥٨٦	١٧,٦	٨٨	٢٦٧	٢٥,٣٦٧٥٢٤	٣٠,٥٥٩٨٩٨	٣٣	١٦٥
٢١٦	٢٥,٢٦٨٠٥٣	٢٥,٢٦٨٠٥٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	جملة قرى جنوب المركز			٧٢٣٠,٢	٣٦١٥١
٢١٧	٢٥,٢٧٣٣٥٢	٣٠,٥٠٤٣٠٦	١٩,٨	٩٩	٢٦٨	٢٥,٨٩٥٨٩٣	٣٠,٦٦٩١٤٦	٢٣,١	١١٥,٥
٢١٨	٢٥,٢٨٠٢٨٩	٣٠,٥٣٨٢٥٣	١٥,٤	٧٧	٢٦٩	٢٥,٨٩٣٤٤٦	٣٠,٦٦٦٩٨٤	٢٦,٤	١٣٢
٢١٩	٢٥,٢٨٢٤٥٧	٣٠,٥٣٩٦٣٣	٤٥,١	٢٢٥,٥	٢٧٠	٢٥,٨٩٧٣٤٦	٣٠,٦٥٢٨٨٤	٢٧,٥	١٣٧,٥
٢٢٠	٢٥,٢٧٥٧٨٥	٣٠,٥٥٣٢٧٤	١٨,٧	٩٣,٥	٢٧١	٢٥,٨٩٣٤٠٤	٣٠,٦٥١٧٤١	١٩,٨	٩٩
٢٢١	٢٥,٢٧٥٢٦١	٣٠,٥٩٠٣٤٦	٦٨,٢	٣٤١	٢٧٢	٢٥,٨٩١٢٠٨	٣٠,٦٧٠٤١٢	٢٤,٢	١٢١
٢٢٢	٢٥,٢٨٤٢٧٧	٣٠,٥٠٢١٠٦	٢٣,١	١١٥,٥	٢٧٣	٢٥,٨٨٨٤٦٣	٣٠,٦٧٤٣٣٤	٣٣	١٦٥
٢٢٣	٢٥,٢٩٢٥٠٠	٣٠,٥١٤٠٩٤	٢٣,١	١١٥,٥	٢٧٤	٢٥,٨٨٤٢٢٢	٣٠,٦٧٨١١٥	٥٢,٨	٢٦٤
٢٢٤	٢٥,٢٩٢٧٣٨	٣٠,٥١٥٥٢٨	١١	٥٥	٢٧٥	٢٥,٨٨١٧١٠	٣٠,٦٧٧٦٠٧	١٨,٧	٩٣,٥
٢٢٥	٢٥,٢٩١١٦٩	٣٠,٥٢٩٠٧٣	٢٣,١	١١٥,٥	٢٧٦	٢٥,٨٨٦٤٩٢	٣٠,٦١٥١٩٨	٩,٩	٤٩,٥
٢٢٦	٢٥,٢٨٩٦٩١	٣٠,٥٤١٢٨٨	٩٧,٩	٤٨٩,٥	٢٧٧	٢٥,٨٨٢٧٤٨	٣٠,٦٧٠٩٠٩	٣٣	١٦٥
٢٢٧	٢٥,٢٨٤٩٤٩	٣٠,٥٥٣٦٨٢	٢٣,١	١١٥,٥	٢٧٨	٢٥,٨٧٨١٦٠	٣٠,٦٧٥٣٣٠	٤٤	٢٢٠
٢٢٨	٢٥,٢٨٨٨٥٢	٣٠,٥٥٧١٠٨	٢٢	١١٠	٢٧٩	٢٥,٨٨٠٤٠٣	٣٠,٦٧٠٦٤٨	٩,٩	٤٩,٥
٢٢٩	٢٥,٢٩٢٩٩٥	٣٠,٥٤٥٩١٧	٣٣	١٦٥	٢٨٠	٢٥,٨٨٠٢٣٠	٣٠,٦٦٩٦٦٠	٢٦,٤	١٣٢
٢٣٠	٢٥,٢٩٦٧٦٥	٣٠,٥٣١٨٦٠	١٩,٨	٩٩	٢٨١	٢٥,٨٧٦٠٩٢	٣٠,٦٦٨٩٥٢	٣٥,٢	١٧٦
٢٣١	٢٥,٢٩٥٤٣٧	٣٠,٥٣٩٧٤٠	٢٤,٨	١٢٤	٢٨٢	٢٥,٨٧٥٨١٦	٣٠,٦٦٥٥٤١	١٩,٨	٩٩
٢٣٢	٢٥,٢٩٨٩٣٧	٣٠,٥٣١٠٩٢	٢٦,٤	١٣٢	٢٨٣	٢٥,٨٧٥٩١٨	٣٠,٦٦٥٣١٩	١٩,٨	٩٩
٢٣٣	٢٥,٣٠٠٦٥٢	٣٠,٥٣٦٩٤٩	٣٥,٢	١٧٦	٢٨٤	٢٥,٨٨٩١٤١	٣٠,٦٤٠٠٢٤	٥٩,٤	٢٩٧
٢٣٤	٢٥,٣٠١٢٧٦	٣٠,٥٣٨٧٩٢	٣٥,٢	١٧٦	٢٨٥	٢٥,٨٩٠٣٥١	٣٠,٦٣٦٣١٣	٣٤,١	١٧٠,٥
٢٣٥	٢٥,٣١٣٢٤٩	٣٠,٥٣٠٥٣٨	٨٨	٤٤٠	٢٨٦	٢٥,٨٨٢٥٩٠	٣٠,٦٤٩١٢٩	٢٤,٢	١٢١
٢٣٦	٢٥,٣١٥٦٨٦	٣٠,٥٧٩٦٧٩	٥١,٧	٢٥٨,٥	٢٨٧	٢٥,٨٨٢٦٥٢	٣٠,٦٤٢٥٥٧	٧٩,٢	٣٩٦
٢٣٧	٢٥,٣١٦٢٨٣	٣٠,٦٠١٢٤٢	٣٣	١٦٥	٢٨٨	٢٥,٨٨٠٤٢٣	٣٠,٦٣٤١٢٩	٧٧	٣٨٥
٢٣٨	٢٥,٣٢٣٤٩٦	٣٠,٥٨٩١٩١	١١٠	٥٥٠	٢٨٩	٢٥,٨٧٥٩٠٩	٣٠,٦٣٦٠٥٥	٤٩,٥	٢٤٧,٥
٢٣٩	٢٥,٣٢٨٩٠٠	٣٠,٥٩٤٢٥٥	٦٦	٣٣٠	٢٩٠	٢٥,٨٨٣٣٩٠	٣٠,٦٠٩١٨٦	٢٥,٣	١٢٦,٥
٢٤٠	٢٥,٣٣٣١١٨	٣٠,٥٦٢١٤٥	١١	٥٥	٢٩١	٢٥,٨٦٩٥٨٨	٣٠,٦٦٩٤٩٢	١٩,٨	٩٩
٢٤١	٢٥,٣٤٢٣٣١	٣٠,٥٥١١٢٣	٢٤,٢	١٢١	٢٩٢	٢٥,٨٦٩٨٥١	٣٠,٦٦٦٢٨٨	١٦,٥	٨٢,٥
٢٤٢	٢٥,٣٤٦٦٦٤	٣٠,٥٥٠٤٥٤	٩,٩	٤٩,٥	٢٩٣	٢٥,٨٦٦٠٥٤	٣٠,٦٦٢٥٦٠	٥٢,٨	٢٦٤
٢٤٣	٢٥,٣٤٧٩٢٦	٣٠,٥٦٢٢٩٧	٨,٨	٤٤	٢٩٤	٢٥,٨٦٨٤٥٧	٣٠,٦٤٠٩٩٩	٤٨,٤	٢٤٢
٢٤٤	٢٥,٣٥١٤١٥	٣٠,٥٥٦٧٦١	١٨,٧	٩٣,٥	٢٩٥	٢٥,٨٧٦٦٢٤	٣٠,٦١٦٧٨٣	١٤,٣	٧١,٥
٢٤٥	٢٥,٣٥٨٨٣٧	٣٠,٥٢٩٠٣٩	٢٤,٢	١٢١	٢٩٦	٢٥,٨٧٧٩٥٢	٣٠,٦٠٧١٧٥	٧,٧	٣٨,٥
٢٤٦	٢٥,٣٦٢٣٥٩	٣٠,٥٢٥١٤٥	٥٢,٨	٢٦٤	٢٩٧	٢٥,٨٧٥١٤٥	٣٠,٦٠٦٤٨٠	٧,٧	٣٨,٥
٢٤٧	٢٥,٣٦٤٣٩٤	٣٠,٥٢٩٠٣٩	٢٨,٦	١٤٣	٢٩٨	٢٥,٨٧٣٦٤٣	٣٠,٦١٨٩٩٣	١٤,٣	٧١,٥
٢٤٨	٢٥,٣٦٤٢٤٦	٣٠,٥٣٠٦١٠	٢٦,٤	١٣٢	٢٩٩	٢٥,٨٧١٢٧٦	٣٠,٦١٢١٢٢	١٩,٨	٩٩
٢٤٩	٢٥,٣٦٤٨٣٤	٣٠,٥٣٠٨٩٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٠٠	٢٥,٨٦٩٥٦١	٣٠,٦١٧٤٣٩	٩,٩	٤٩,٥
٢٥٠	٢٥,٣٧١٠١٧	٣٠,٤٩٠٩٩٤	٥٢,٨	٢٦٤	٣٠١	٢٥,٨٦٨٠٩٩	٣٠,٦٢٢٥٣٥	٦,٦	٣٣
٢٥١	٢٥,٣٧٥٧٤٨	٣٠,٥٠٦٩١٣	٣٣	١٦٥	٣٠٢	٢٥,٨٦٤١٤٩	٣٠,٦٧٢٠٢٠	٣٥,٢	١٧٦
٢٥٢	٢٥,٣٥٦٥٨٥	٣٠,٥٥٧٨٢٥	١٧,٦	٨٨	٣٠٣	٢٥,٨٦٥٠٣٨	٣٠,٦٧٠٧٦٢	٣١,٩	١٥٩,٥
٢٥٣	٢٥,٣٥٨٥٩	٣٠,٥٦٠٧٢١	٨,٨	٤٤	٣٠٤	٢٥,٨٦٢٣٦١	٣٠,٦٦٨٦٩٤	٢٢	١١٠
٢٥٤	٢٥,٣٥٧٨٧٩	٣٠,٥٦٠٧٩٢	١٧,٦	٨٨	٣٠٥	٢٥,٨٥٩٨٧٤	٣٠,٦٦٥٢٥٥	٢٣,١	١١٥,٥
٢٥٥	٢٥,٣٦٠٣٤٧	٣٠,٥٥٦٥٥٥	١٣,٢	٦٦	٣٠٦	٢٥,٨٦٠٢٦٨	٣٠,٦٦٠٣٥١	٤١,٨	٢٠٩
٢٥٦	٢٥,٣٥٩٣٨٩	٣٠,٥٦٢٨٦٧	١١,٦	٥٨	٣٠٧	٢٥,٨٥٧٦٣٧	٣٠,٦٦٤٧١٣	٦٦	٣٣٠
٢٥٧	٢٥,٣٦٠٤٠٢	٣٠,٥٦٢٨٩٦	٦,٦	٣٣	٣٠٨	٢٥,٨٦٢٨٩٢	٣٠,٦٥١٥٨٦	٣١,٩	١٥٩,٥
٢٥٨	٢٥,٣٦٠٦٨٣	٣٠,٥٦٢٣٤٨	٨,٣	٤١,٥	٣٠٩	٢٥,٨٦٢٧٠١	٣٠,٦٤١٤٦١	٥٧,٢	٢٨٦
٢٥٩	٢٥,٣٦٢٠٦٩	٣٠,٥٦١٠٠٦	٩,٩	٤٩,٥	٣١٠	٢٥,٨٦٢٣٢٠	٣٠,٦٢١٥٨٣	١١	٥٥

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
٣١١	٢٥°٨٦٤٦٤٥	٣٠°٦١٤٨٦٢	١١	٥٥	٣٦٣	٢٥°٨٣٠٢٩٨	٣٠°٦٢٤١٣٤	١٨,٧	٩٣,٥
٣١٢	٢٥°٨٧١٨٨٠	٣٠°٥٨٣١١٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٦٤	٢٥°٨٢٧٣٧٦	٣٠°٦٢٥٧٠١	١٤,٣	٧١,٥
٣١٣	٢٥°٨٥٤٤٠٤	٣٠°٦٧٥٦٢٤	٦١,٦	٣٠٨	٣٦٥	٢٥°٨٢٧٨٧٦	٣٠°٦٢٣٧٨٥	٨,٨	٤٤
٣١٤	٢٥°٨٥٠٦٦٣	٣٠°٦٦٦٥٥٣	٥٧,٢	٢٨٦	٣٦٦	٢٥°٨٢٧٩٤٠	٣٠°٦٢٣٣٣٦	٨,٨	٤٤
٣١٥	٢٥°٨٥٣٠٧٨	٣٠°٦٦٤١٩٩	٣٩,٦	١٩٨	٣٦٧	٢٥°٨٢٦٢٦٤	٣٠°٦٢٦٧٨٧	٩,٩	٤٩,٥
٣١٦	٢٥°٨٥٤٦٣٢	٣٠°٦٥٣٣٧٥	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٦٨	٢٥°٨٢٥٤٣٥	٣٠°٦٢٩٤٠٣	١٩,٨	٩٩
٣١٧	٢٥°٨٥١٤٨١	٣٠°٦٥١٨٦٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٦٩	٢٥°٨٢٤٦٢٦	٣٠°٦٢٧٠٢٦	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣١٨	٢٥°٨٥٥٣٨٢	٣٠°٦٤٣٦٢٥	١٩,٨	٩٩	٣٧٠	٢٥°٨٢٥٣٨٩	٣٠°٦٢٤٢٩٨	٩,٩	٤٩,٥
٣١٩	٢٥°٨٤٥٨٢٨	٣٠°٦٦٣٣٣٧	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٧١	٢٥°٨٢٣٢١٤	٣٠°٦٢٨٦٤٤	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣٢٠	٢٥°٨٥١٠١٦	٣٠°٦٤٦٤٠١	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٧٢	٢٥°٨٢٠٢٩٧	٣٠°٦٢٩٧٤٣	٩,٩	٤٩,٥
٣٢١	٢٥°٨٤٧٣٦٣	٣٠°٦٣٤٨١٥	١١	٥٥	٣٧٣	٢٥°٨١٨٥٤٩	٣٠°٦٢٨٧٥١	١٩,٨	٩٩
٣٢٢	٢٥°٨٤٨٨١٣	٣٠°٦٣٤٧٨٧	٩,٩	٤٩,٥	٣٧٤	٢٥°٨٢٠٣٤٢	٣٠°٦١٨٨٨٩	١٩,٨	٩٩
٣٢٣	٢٥°٨٤٩٢٥٥	٣٠°٦٣٥١٩٤	١٧,٦	٨٨	٣٧٥	٢٥°٨٢٨٤١٠	٣٠°٦٠٥٣٨٦	١١	٥٥
٣٢٤	٢٥°٨٤٩٢٢٩	٣٠°٦٣١٢٤١	١٨,٧	٩٣,٥	٣٧٦	٢٥°٨٣٠٠٧٣	٣٠°٦٠١٠٥٥	٩,٩	٤٩,٥
٣٢٥	٢٥°٨٥١٦٨١	٣٠°٦٣٢٥٩١	١١	٥٥	٣٧٧	٢٥°٨٢٧٠٤٤	٣٠°٦٠٦٤٩٤	١٩,٨	٩٩
٣٢٦	٢٥°٨٥١٦٢٧	٣٠°٦٢٩٩٦٢	٩,٩	٤٩,٥	٣٧٨	٢٥°٨٢٧٣٧٣	٣٠°٦٠٠٠٦٤	٩,٩	٤٩,٥
٣٢٧	٢٥°٨٥١٤٦٧	٣٠°٦٢٧١٧٦	٧,٧	٣٨,٥	٣٧٩	٢٥°٨٢٢٨٩٣	٣٠°٦٠٩٩٤٣	٦٩,٣	٣٤٦,٥
٣٢٨	٢٥°٨٥٦٠٧٠	٣٠°٦٢٤٠٦٩	٦,٦	٣٣	٣٨٠	٢٥°٨٢٣٩٩٧	٣٠°٦٠٦٩٨٩	١٩,٨	٩٩
٣٢٩	٢٥°٨٥٨٠٩٤	٣٠°٦١٠٦٢٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٨١	٢٥°٨٢١٤٢٢	٣٠°٦٠٧٣٥٥	٣٩,٦	١٩٨
٣٣٠	٢٥°٨٦١٤٩١	٣٠°٥٧٩٦٥٨	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٨٢	٢٥°٨٢١٣٤٨	٣٠°٦٠٦٦١٥	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣٣١	٢٥°٨٥٨٧٤٩	٣٠°٥٨٣٧٦٥	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٨٣	٢٥°٨٢٨٠٧٩	٣٠°٥٨٨٩٩٣	١٩,٨	٩٩
٣٣٢	٢٥°٨٥٨٧٤٩	٣٠°٥٨٣٧٦٥	١٩,٨	٩٩	٣٨٤	٢٥°٨٢٥٦٢٧	٣٠°٥٩٠٠٨٦	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣٣٣	٢٥°٨٥٥٧٦١	٣٠°٥٨١٢٧١	٣٩,٦	١٩٨	٣٨٥	٢٥°٨٣٠٦٩٨	٣٠°٦٥٢٦٩٨	٣٥,٢	١٧٦
٣٣٤	٢٥°٨٣٧٧٩١	٣٠°٦٤٤٩٩٠	١٩,٨	٩٩	٣٨٦	٢٥°٨٢٨١٠١	٣٠°٦٦٠٦٠٦	٣٧,٤	١٨٧
٣٣٥	٢٥°٨٣٨٠٥٥	٣٠°٦٣٨٧٩٠	٢٩,٧	١٤٨,٥	٣٨٧	٢٥°٨٢٥٨٩٦	٣٠°٦٥٣٥٤٨	٢٦,٤	١٣٢
٣٣٦	٢٥°٨٤٠٣٣٨	٣٠°٦٣٢٥٥٣	٩,٩	٤٩,٥	٣٨٨	٢٥°٨٢٧١٤٩	٣٠°٦٥١٩٥٠	١٢,١	٦٠,٥
٣٣٧	٢٥°٨٣٩٣١٤	٣٠°٦٣١٣٤٠	٨,٨	٤٤	٣٨٩	٢٥°٨٢٤٤٨١	٣٠°٦٥٨٤٣١	٣١,٩	١٥٩,٥
٣٣٨	٢٥°٨٤٦٧٨٩	٣٠°٦٢٠٠٤٤	٦,٦	٣٣	٣٩٠	٢٥°٨٢٣٣١٩	٣٠°٦٥٨٣٢٦	٩,٩	٤٩,٥
٣٣٩	٢٥°٨٤٥٧٩٢	٣٠°٦٢٢٦١٦	٩,٩	٤٩,٥	٣٩١	٢٥°٨٢٠٧٥٩	٣٠°٦٦٥٥٨٩	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣٤٠	٢٥°٨٤٤١٤٩	٣٠°٦٢٤٥٧٥	٨,٨	٤٤	٣٩٢	٢٥°٨٢١٢٠٧	٣٠°٦٦٢٦٩٠	١٩,٨	٩٩
٣٤١	٢٥°٨٤٢٤٣٨	٣٠°٦٢٦١٥٩	٢٧,٥	١٣٧,٥	٣٩٣	٢٥°٨١٩١٠٢	٣٠°٦٦٠٦٦١	١٩,٨	٩٩
٣٤٢	٢٥°٨٤٠٦٣٠	٣٠°٦٢٦٤٦٣	٢٢	١١٠	٣٩٤	٢٥°٨١٩٩٢٨	٣٠°٦٦٠٠٦٢	١٩,٨	٩٩
٣٤٣	٢٥°٨٣٨٩٩٠	٣٠°٦٢٦٨٧٥	١٦,٥	٨٢,٥	٣٩٥	٢٥°٨١٨٨٠١	٣٠°٦٥٤٦٨٢	١١	٥٥
٣٤٤	٢٥°٨٣٧٨٧٧	٣٠°٦٢٧٠٧١	٢٢	١١٠	٣٩٦	٢٥°٨١٦٩٧٩	٣٠°٦٦١٨١٩	١٩,٨	٩٩
٣٤٥	٢٥°٨٤١٩١٧	٣٠°٦٢٠٤٤٨	٩,٩	٤٩,٥	٣٩٧	٢٥°٨١٧٢٢٩	٣٠°٦٥٢٨٥٦	١١	٥٥
٣٤٦	٢٥°٨٤٧٨١٨	٣٠°٦١٣٠٩٩	١٦,٥	٨٢,٥	٣٩٨	٢٥°٨١٥٤١٩	٢٥°٨١٥٤١٩	١٥,٤	٧٧
٣٤٧	٢٥°٨٤٥١١٨	٣٠°٦١٢٢٧٦	١٧,٦	٨٨	٣٩٩	٢٥°٨١٤٤٨٠	٣٠°٦٥٦٨٧٤	٧,٧	٣٨,٥
٣٤٨	٢٥°٨٤٣٦٧٢	٣٠°٦١١٩٦٩	١٢,١	٦٠,٥	٤٠٠	٢٥°٨١٢٣٢٠	٣٠°٦٦٢٨٣٢	١٧,٦	٨٨
٣٤٩	٢٥°٨٤١٩٢١	٣٠°٦١٦٣١٦	٩,٩	٤٩,٥	٤٠١	٢٥°٨٠٧٥٢٨	٣٠°٦٦١٩٢٠	٢٦,٤	١٣٢
٣٥٠	٢٥°٨٤٠٦٠٨	٣٠°٦١٧١١٥	٨,٨	٤٤	٤٠٢	٢٥°٨٠٢٣٠٣	٣٠°٦٥٤٠٩٥	١٩,٨	٩٩
٣٥١	٢٥°٨٤٠٥٥٦	٣٠°٦٠٢٠٢٦	١٩,٨	٩٩	٤٠٣	٢٥°٨٠٠٠٢٨	٣٠°٦٥٤٣٨٢	٩,٩	٤٩,٥
٣٥٢	٢٥°٨٣٨٥١٠	٣٠°٦٠٣٢٩٠	١٩,٨	٩٩	٤٠٤	٢٥°٨١٧٢٠٧	٣٠°٦٣٧٥٦٠	١٩,٨	٩٩
٣٥٣	٢٥°٨٣٥٢٥٥	٣٠°٦٠٣٥٢٤	٩,٩	٤٩,٥	٤٠٥	٢٥°٨١٣٥٢٦	٣٠°٦٣٨٨٢٨	٣١,٩	١٥٩,٥
٣٥٤	٢٥°٨٣٥٦٧٠	٣٠°٦٠١٩٨٣	٩,٩	٤٩,٥	٤٠٦	٢٥°٨١٢٦١٢	٣٠°٦٣١٤١٠	٣١,٩	١٥٩,٥
٣٥٥	٢٥°٨٤٢٧٢٠	٣٠°٥٨٧١١٥	١٩,٨	٩٩	٤٠٧	٢٥°٨٠٥٦٦٤	٣٠°٦٤٠١٠٠	١٩,٨	٩٩
٣٥٦	٢٥°٨٣٦٧٣٩	٣٠°٥٨٨٣٨٢	١٧,٦	٨٨	٤٠٨	٢٥°٨٠٦٤٨١	٣٠°٦٣٠٤٩٥	١٩,٨	٩٩
٣٥٧	٢٥°٨٣٥٣٨٧	٣٠°٦٣٥١٥٨	٩,٩	٤٩,٥	٤٠٩	٢٥°٨٠٣٢٦٧	٣٠°٦٣٩٨٥٨	٣٩,٦	١٩٨
٣٥٨	٢٥°٨٣٤٦٧٨	٣٠°٦٣٤٦٦٩	٩,٩	٤٩,٥	٤١٠	٢٥°٨٠٤٣٦٢	٣٠°٦٣١٣١٥	٩,٩	٤٩,٥
٣٥٩	٢٥°٨٣٣٦٥٠	٣٠°٦٢٣٨٣٩	٨,٨	٤٤	٤١١	٢٥°٨٠٢٨٣٥	٣٠°٦٢٩٢٩٤	٢٩,٧	١٤٨,٥
٣٦٠	٢٥°٨٣٣٤٠٠	٣٠°٦٢٢٣٥٦	٩,٩	٤٩,٥	٤١٢	٢٥°٧٩٩٤٩١	٣٠°٦٣٠٦٦٢	٩,٩	٤٩,٥
٣٦١	٢٥°٨٣٣٩١٣	٣٠°٦١٩٨٢١	٨,٨	٤٤	٤١٣	٢٥°٨٠٠٥٢٠	٣٠°٦١٧٩٦٨	١٩,٨	٩٩
٣٦٢	٢٥°٨٣٣٦١٠	٣٠°٦١٤٨٣١	٩,٩	٤٩,٥	٤١٤	٢٥°٧٩٤٦٨٤	٣٠°٦٣٠٤٤٢	٥٢,٨	٢٦٤

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
٤١٥	٢٥°,٧٩٣٥٥٤	٣٠°,٦٣٥١٩٠	٣٩,٦	١٩٨	٤٦٧	٢٥°,٧٤٩٣٩٢	٣٠°,٦٢٨٢٨٤	٣٥,٨	١٧٩
٤١٦	٢٥°,٧٩٢٧٧١	٣٠°,٦٣١٨٩٩	٢٩,٧	١٤٨,٥	٤٦٨	٢٥°,٧٤٩١٢٠	٣٠°,٦٢٤٦١٩	٩,٩	٤٩,٥
٤١٧	٢٥°,٧٩٣٧٠٤	٣٠°,٦٠١٠٩٤	١٩,٨	٩٩	٤٦٩	٢٥°,٧٤٥٨١٤	٣٠°,٦٣١٥٩٧	١٦,٥	٨٢,٥
٤١٨	٢٥°,٧٩١٢٠٧	٣٠°,٦١٠٧٣٨	٧٤,٣	٣٧١,٥	٤٧٠	٢٥°,٧٤٢٧٨٠	٣٠°,٦٣٤٠٦٣	٢١,٥	١٠٧,٥
٤١٩	٢٥°,٧٨٩٤٨٢	٣٠°,٦١١٨٨٤	٤١,٣	٢٠٦,٥	٤٧١	٢٥°,٧٤٣٤٩٢	٣٠°,٦٢٧٣٩٧	٣٣	١٦٥
٤٢٠	٢٥°,٧٨٧٣٢٠	٣٠°,٦٠٨٦٤٥	١٧,٦	٨٨	٤٧٢	٢٥°,٧٤٠٥٠٦	٣٠°,٦٣٥١٧٣	٩,٩	٤٩,٥
٤٢١	٢٥°,٧٧٨٨٣٠	٣٠°,٦١٣٣٦٧	١١	٥٥	٤٧٣	٢٥°,٧٣٧٣٥٤	٣٠°,٦٢٥٠٦٨	٨,٨	٤٤
٤٢٢	٢٥°,٧٨٨٥٣٢	٣٠°,٦٥١٥٢١	٢٦,٤	١٣٢	٤٧٤	٢٥°,٧٣٧٨٤١	٣٠°,٦٢٠٩٩٤	٩,٩	٤٩,٥
٤٢٣	٢٥°,٧٨٢٢٥٩	٣٠°,٦٣٧٩٧٧	٤٤	٢٢٠	٤٧٥	٢٥°,٧٥٣٠١٦	٣٠°,٦١٣٠٨٣	١٧,٦	٨٨
٤٢٤	٢٥°,٧٧٥٧٨٠	٣٠°,٦٣٤٠٣٥	٣٩,٦	١٩٨	٤٧٦	٢٥°,٧٤٨١٨٥	٣٠°,٦١٦١١٥	١٨,٧	٩٣,٥
٤٢٥	٢٥°,٧٧٧٣٩٧	٣٠°,٦٢٨٤٧٢	٢٢	١١٠	٤٧٧	٢٥°,٧٥٣١٠٥	٣٠°,٦٠٧٤٢٢	١٦,٥	٨٢,٥
٤٢٦	٢٥°,٧٧٧٧٤٤	٣٠°,٦٢٦٩٩٢	٢٣,١	١١٥,٥	٤٧٨	٢٥°,٧٤٨١٢٩	٣٠°,٦٠٢٦٠٦	١٦,٥	٨٢,٥
٤٢٧	٢٥°,٧٧٤٥٤٣	٣٠°,٦٥٥٥١٤	٢٤,٢	١٢١	٤٧٩	٢٥°,٧٤٤٠٤٨	٣٠°,٦١١٥٣٠	٢٢	١١٠
٤٢٨	٢٥°,٧٧٠٨٤٣	٣٠°,٦٥٨١٧٥	١٩,٨	٩٩	٤٨٠	٢٥°,٧٤٢٥٥٧	٣٠°,٦٠٠٨٧٦	١٤,٣	٧١,٥
٤٢٩	٢٥°,٧٦٧٨٧٥	٣٠°,٦٦٠٢١٠	١٩,٨	٩٩	٤٨١	٢٥°,٧٣٩٣٤٣	٣٠°,٦٠٦٦٢٤	١٩,٨	٩٩
٤٣٠	٢٥°,٧٧٠٥١٧	٣٠°,٦٥٠٢٢٢	١٦,٥	٨٢,٥	٤٨٢	٢٥°,٧٣٨٦٦٦	٣٠°,٦٠٣٨٢٢	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٣١	٢٥°,٧٦٩٢٦٥	٣٠°,٦٥٢١٩٣	٩,٩	٤٩,٥	٤٨٣	٢٥°,٧٣٧١٠٧	٣٠°,٦١٤٣٧٥	١٧,٦	٨٨
٤٣٢	٢٥°,٧٦٨٦٤٣	٣٠°,٦٤٨٦٠٧	١٩,٨	٩٩	٤٨٤	٢٥°,٧٣٧٢٥٢	٣٠°,٦١٠٨١٥	٣٣	١٦٥
٤٣٣	٢٥°,٧٦٧٨٥٠	٣٠°,٦٤٥٥٨٠	١٩,٨	٩٩	٤٨٥	٢٥°,٧٣٣٦٤٦	٣٠°,٦١٠٥٩٧	٣٤,١	١٧٠,٥
٤٣٤	٢٥°,٧٧١٤٢٤	٣٠°,٦٣٨٠٥٠	٢٩,٧	١٤٨,٥	٤٨٦	٢٥°,٧٣٢٨٥٤	٣٠°,٦٠٤٥٢٨	٢٤,٢	١٢١
٤٣٥	٢٥°,٧٦٨٢١٤	٣٠°,٦٣٨٨٩٢	١٦,٥	٨٢,٥	٤٨٧	٢٥°,٧٣٨١٩٧	٣٠°,٦٥٦٤٠٩	٥٣,٩	٢٦٩,٥
٤٣٦	٢٥°,٧٦٤٧٧٧	٣٠°,٦٤٢٦٥٥	٢٥,٣	١٢٦,٥	٤٨٨	٢٥°,٧٣٣١٨٨	٣٠°,٦٦٥٢٥٧	١٣,٢	٦٦
٤٣٧	٢٥°,٧٥٩٨٤١	٣٠°,٦٣٨٣٥١	١٩,٨	٩٩	٤٨٩	٢٥°,٧٣٣٢٨٨	٣٠°,٦٦٩٣٧١	١٩,٨	٩٩
٤٣٨	٢٥°,٧٥٨٧١٨	٣٠°,٦٣٠٨٤٥	١٩,٨	٩٩	٤٩٠	٢٥°,٧٣٣٤٥٢	٣٠°,٦٧٤٠٧٢	٢٣,١	١١٥,٥
٤٣٩	٢٥°,٧٦٠٩٥٠	٣٠°,٦٥٢٢٠٨	١٩,٨	٩٩	٤٩١	٢٥°,٧٣٢٠٠٠	٣٠°,٦٦٩٢٣٩	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٤٠	٢٥°,٧٥٥٠٠٧	٣٠°,٦٦٩٣٦٨	٣٣	١٦٥	٤٩٢	٢٥°,٧٣١٨٧٢	٣٠°,٦٧٣٠٠٩	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٤١	٢٥°,٧٥٥٧٧٤	٣٠°,٦٦٠٩٢٢	١٩,٨	٩٩	٤٩٣	٢٥°,٧٣٠٤٦٨	٣٠°,٦٧١٠١٢	٣٣	١٦٥
٤٤٢	٢٥°,٧٥٨٢٥٦	٣٠°,٦٤٧٠٣٦	١٩,٨	٩٩	٤٩٤	٢٥°,٧٢٨١٤٤	٣٠°,٦٧٢٠٦١	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٤٣	٢٥°,٧٥٤٨٤١	٣٠°,٦٢٤٩٩٦	٥٣,٩	٢٦٩,٥	٤٩٥	٢٥°,٧٢٦١٠١	٣٠°,٦٦٧٣٤٠	١٩,٨	٩٩
٤٤٤	٢٥°,٧٤٤٨٠٦	٣٠°,٦٦٣٧١٨	١٧,٦	٨٨	٤٩٦	٢٥°,٧٢٦٤٤٤	٣٠°,٦٨١١١٩	٢٥,٣	١٢٦,٥
٤٤٥	٢٥°,٧٤٣٨٩٦	٣٠°,٦٦٥٥٣٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	٤٩٧	٢٥°,٧٢١٥٩٨	٣٠°,٦٧١٢٧٢	٢٢	١١٠
٤٤٦	٢٥°,٧٤٣٤٨٣	٣٠°,٦٧١٣٤٠	٣٣	١٦٥	٤٩٨	٢٥°,٧٢٠٩٠٥	٣٠°,٦٦٦٤٢٢	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٥٧	٢٥°,٧٤١٣٢٦	٣٠°,٦٧٢٣٩٨	١٩,٨	٩٩	٤٩٩	٢٥°,٧١٩٣٨٥	٣٠°,٦٦٥٦٠١	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٤٨	٢٥°,٧٤٠٤٣٨	٣٠°,٦٧٣٠٧٠	٢٢	١١٠	٥٠٠	٢٥°,٧١٦٦٤٩	٣٠°,٦٦٤٣٦٨	٢٣,١	١١٥,٥
٤٤٩	٢٥°,٧٣٩٦١٩	٣٠°,٦٧٢٦١١	١٩,٨	٩٩	٥٠١	٢٥°,٧١٤٩٠٠	٣٠°,٦٦٤٦٩٨	١٧,٦	٨٨
٤٥٠	٢٥°,٧٣٩٣٣٨	٣٠°,٦٧٢٦٥٠	٩,٩	٤٩,٥	٥٠٢	٢٥°,٧١٢٤٢٩	٣٠°,٦٤٨٧٦٨	١٠٥,٦	٥٢٨
٤٥١	٢٥°,٧٥٠٠٤٣	٣٠°,٦٥٥٦٠٢	٩,٩	٤٩,٥	٥٠٣	٢٥°,٧٠٨٦٣٠	٣٠°,٦٤٨١٣٦	١٦٦,٧	٨٣٣,٥
٤٥٢	٢٥°,٧٤٥٩٣٠	٣٠°,٦٥٤٧٦٥	٣٧,٤	١٨٧	٥٠٤	٢٥°,٧٠٤٤٥٥	٣٠°,٦٥٨٩١٨	٦٦	٣٣٠
٤٥٣	٢٥°,٧٤٢٢٤٦	٣٠°,٦٥١٤١١	١٩,٨	٩٩	٥٠٥	٢٥°,٧٠٣٠٥٨	٣٠°,٦٤٨٥٨٣	٨٩,١	٤٤٥,٥
٤٥٤	٢٥°,٧٤١٤٠٠	٣٠°,٦٤٧٤٧٦	٥٦,١	٢٨٠,٥	٥٠٦	٢٥°,٦٩٨٨٦٣	٣٠°,٦٣٨٦٩٠	٣٥,٢	١٧٦
٤٥٥	٢٥°,٧٤٩٢٤٧	٣٠°,٦٤٥٤١٧	١٩,٨	٩٩	٥٠٧	٢٥°,٦٩٣٥٧٤	٣٠°,٦٥٥٨٢٣	٤٨,٤	٢٤٢
٤٥٦	٢٥°,٧٤٨٩٩٨	٣٠°,٦٤٣٥٥٧	١٦,٥	٨٢,٥	٥٠٨	٢٥°,٦٩٣٤٩٨	٣٠°,٦٦٤٥٠٧	٦٩,٣	٣٤٦,٥
٤٥٧	٢٥°,٧٤٨٧٧١	٣٠°,٦٤٣٥٧١	٩,٩	٤٩,٥	٥٠٩	٢٥°,٦٩١٨٥٥	٣٠°,٦٤١٥٦٣	٣٣	١٦٥
٤٥٨	٢٥°,٧٤٩١٠٧	٣٠°,٦٤٠٩٤٣	٩,٩	٤٩,٥	٥١٠	٢٥°,٦٨٥٣٧٢	٣٠°,٦٤٢١٦٠	٣٣	١٦٥
٤٥٩	٢٥°,٧٤٩٨٢٦	٣٠°,٦٣٧٣١٠	٩,٩	٤٩,٥	٥١١	٢٥°,٦٨٣٦٤٢	٣٠°,٦٥٤٠٤٩	٣١,٩	١٥٩,٥
٤٦٠	٢٥°,٧٤٩١٤٠	٣٠°,٦٣٨٦٨٨	١٩,٨	٩٩	٥١٢	٢٥°,٦٨٦٥٩٤	٣٠°,٦٦٨٦٦٧	٣٨,٥	١٩٢,٥
٤٦١	٢٥°,٧٤٦٦٥٤	٣٠°,٦٤٨٩٠١	٢٤,٢	١٢١	٥١٣	٢٥°,٦٨٥٢٢٠	٣٠°,٦٧٦٤٦٥	٢٩,٧	١٤٨,٥
٤٦٢	٢٥°,٧٤٣٣٥٢	٣٠°,٦٤٢٤٢٧	٢٩,٧	١٤٨,٥	٥١٤	٢٥°,٦٨١٤٣٤	٣٠°,٦٧٨١٥٠	٣٠,٨	١٥٤
٤٦٣	٢٥°,٧٤١٠٨٩	٣٠°,٦٤٤٤٤٥	١٩,٨	٩٩	٥١٥	٢٥°,٦٨١٤٥١	٣٠°,٦٧١٢٩٣	٥٧,٢	٢٨٦
٤٦٤	٢٥°,٧٣٨٦٥٧	٣٠°,٦٤٣٠١٣	١٩,٨	٩٩	٥١٦	٢٥°,٦٨١٨٦١	٣٠°,٦٦٢٧٥٣	٣٤,١	١٧٠,٥
٤٦٥	٢٥°,٧٤٢١٠٩	٣٠°,٦٤٠٥٧٤	١٨,٧	٩٣,٥	٥١٧	٢٥°,٦٧٨١٦٦	٣٠°,٦٧٢٦٣١	٨٥,٨	٤٢٩
٤٦٦	٢٥°,٧٤٢٧٧٦	٣٠°,٦٣٦٢٨٩	١٧,٦	٨٨	٥١٨	٢٥°,٦٧٨٨٥٢	٣٠°,٦٧٢٤٤٦	٩,٩	٤٩,٥

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
٥١٩	°٢٥,٦٧٧٢٧٦	°٣٠,٦٦٧٣١٥	٣٩,٦	١٩٨	٥٧١	°٢٥,٦٤١٧١٤	°٣٠,٦٨٢٢٩٥	٦٩,٣	٣٤٦,٥
٥٢٠	°٢٥,٦٨٠١٠٣	°٣٠,٦٥٩٧٥٧	٣٧,٤	١٨٧	٥٧٢	°٢٥,٦٧٠٣٢٤	°٣٠,٦٩٢٣٨١	١٢٨,٧	٦٤٣,٥
٥٢١	°٢٥,٦٧٦٨٤٥	°٣٠,٦٥٦٩٩٠	٣٧,٤	١٨٧	٥٧٣	°٢٥,٦٦٢٧٠٩	°٣٠,٦٨٢٥٦٣	١٢٨,٧	٦٤٣,٥
٥٢٢	°٢٥,٦٧٠٨٢٢	°٣٠,٦٨٣٠٠٧	٢٠٩	١٠٤٥	٥٧٤	°٢٥,٦٥٥٦٤٠	°٣٠,٦٨٦٧٧١	٣٥,٢	١٧٦
٥٢٣	°٢٥,٦٧١٢٧٥	°٣٠,٦٧٣٧٢٨	١٢٤,٣	٦٢١,٥	٥٧٥	°٢٥,٦٥٥٦٧٨	°٣٠,٦٦٩٠٣٩	٢٢	١١٠
٥٢٤	°٢٥,٦٧٢٥٦٤	°٣٠,٦٥٥٧٣٨	٣٣	١٦٥	٥٧٦	°٢٥,٦٥٤٣٨٨	°٣٠,٦٧٤٥٦٢	١٠٣,٤	٥١٧
٥٢٥	°٢٥,٦٧١١٢٦	°٣٠,٦٥٦٩٧٠	٦٦	٣٣٠	٥٧٧	°٢٥,٦٥٢٩٨٥	°٣٠,٦٧٠٩٠٨	٢٤,٢	١٢١
٥٢٦	°٢٥,٦٧٢٨٦٧	°٣٠,٦٥٠٨٧٧	٢٨,٦	١٤٣	٥٧٨	°٢٥,٦٥٢٤٠٧	°٣٠,٦٧٥٤٢٦	١٢,١	٦٠,٥
٥٢٧	°٢٥,٦٦٩٨٧٦	°٣٠,٦٥٢١٨٣	٢٢	١١٠	٥٧٩	°٢٥,٦٥٢٢١٤	°٣٠,٦٧٥٣٧٦	١٢,١	٦٠,٥
٥٢٨	°٢٥,٦٨٤٨٣٩	°٣٠,٦٢٧٣٤٠	٢٤,٨	١٢٤	٥٨٠	°٢٥,٦٥١٦٤٨	°٣٠,٦٦٩٦٣٨	١٣,٢	٦٦
٥٢٩	°٢٥,٦٩٨٩٠٦	°٣٠,٦٢٤٥٥٦	٤٤,٦	٢٢٣	٥٨١	°٢٥,٦٥٥٦٦٤	°٣٠,٦٥٩٨٢٨	٢٠,٩	١٠٤,٥
٥٣٠	°٢٥,٦٩٣٩٢٢	°٣٠,٦٢١٣٤٩	١٦,٥	٨٢,٥	٥٨٢	°٢٥,٦٥٢٨٢٣	°٣٠,٦٦٠٨٤١	٣٣	١٦٥
٥٣١	°٢٥,٦٩١٠٥١	°٣٠,٦١٧٣٤٤	٤٢,٩	٢١٤,٥	٥٨٣	°٢٥,٦٥٥٠٠٩	°٣٠,٦٥٧٨٤٤	٢٢	١١٠
٥٣٢	°٢٥,٦٩٠٧٧٨	°٣٠,٦١٧٣٠٨	١٩,٨	٩٩	٥٨٤	°٢٥,٦٥٣٥٧٠	°٣٠,٦٥٤١٣٨	٤١,٨	٢٠٩
٥٣٣	°٢٥,٦٨٨١١٧	°٣٠,٦١٩٢٤٣	٢٦,٤	١٣٢	٥٨٥	°٢٥,٦٤٥٦٤٥	°٣٠,٦٧٠٤٢٦	٤٧,٩	٢٣٩,٥
٥٣٤	°٢٥,٦٨٦٤٥٦	°٣٠,٦١٥٠٢٧	٣٣	١٦٥	٥٨٦	°٢٥,٦٤٦٦٢٦	°٣٠,٦٦٧٥٧٣	٢٦,٤	١٣٢
٥٣٥	°٢٥,٦٨٦٢٧٥	°٣٠,٦١٣٤٧٨	٤٠,٧	٢٠٣,٥	٥٨٧	°٢٥,٦٤٥٢٧٩	°٣٠,٦٦٤٤٥٩	١٩,٨	٩٩
٥٣٦	°٢٥,٦٨٩٦٢٠	°٣٠,٦١٠٦٠١	٢٠,٩	١٠٤,٥	٥٨٨	°٢٥,٦٤٣٧١٩	°٣٠,٦٦٨٦٧٠	٧,١	٣٥,٥
٥٣٧	°٢٥,٦٨٩٦٤٧	°٣٠,٦٠٩٦٣٤	٢٨	١٤٠	٥٨٩	°٢٥,٦٤٣٩٢٤	°٣٠,٦٦٠٨١٦	٢٢	١١٠
٥٣٨	°٢٥,٦٩٢٩٧٧	°٣٠,٦٠٥٢٧٣	٣٠,٨	١٥٤	٥٩٠	°٢٥,٦٤٢٢٩٠	°٣٠,٦٧٣٧٨١	٦,٦	٣٣
٥٣٩	°٢٥,٧١٣٥٢٠	°٣٠,٦٢٨٧٥٢	١٦٢,٨	٨١٤	٥٩١	°٢٥,٦٤١٨٧٤	°٣٠,٦٧١٣٩٧	٧٩,٢	٣٩٦
٥٤٠	°٢٥,٧١٤٠٢١	°٣٠,٦٢١٧٠١	١٦٢,٨	٨١٤	٥٩٢	°٢٥,٦٣٩٣٣٧	°٣٠,٦٧٣٠٨٤	٢٢	١١٠
٥٤١	°٢٥,٧٠١٩٤٧	°٣٠,٥٩٩٢١٢	٤٢,٩	٢١٤,٥	٥٩٣	°٢٥,٦٤١٨٩١	°٣٠,٦٨٨٢١٠	٦٩,٣	٣٤٦,٥
٥٤٢	°٢٥,٧٠٤٨٢٤	°٣٠,٥٨٧١١٢	٢٨	١٤٠	٥٩٤	°٢٥,٦٣٨١٠٩	°٣٠,٦٨٥٣٢٣	٢٣,١	١١٥,٥
٥٤٣	°٢٥,٦٩٩١٨٨	°٣٠,٥٨٥٧٢٣	٣٠,٨	١٥٤	٥٩٥	°٢٥,٦٣٦١٥١	°٣٠,٦٨٤٨١٤	٢٩,٧	١٤٨,٥
٥٤٤	°٢٥,٦٩٧٥٢٨	°٣٠,٥٨٨٥٢٥	١٦,٥	٨٢,٥	٥٩٦	°٢٥,٦٣٨٩١٠	°٣٠,٦٦٦٩٩٥	١٢,١	٦٠,٥
٥٤٥	°٢٥,٦٨٧٨٢٥	°٣٠,٥٩٦٠٤٩	١٧,٦	٨٨	٥٩٧	°٢٥,٦٣٧٩٧٩	°٣٠,٦٦٧٩٩٧	٢٠,٩	١٠٤,٥
٥٤٦	°٢٥,٦٨٨٢٣٩	°٣٠,٥٨٦٠٤٣	٣١,٩	١٥٩,٥	٥٩٨	°٢٥,٦٣٥٧٨٥	°٣٠,٦٦٨٣٢٩	٢٣,١	١١٥,٥
٥٤٧	°٢٥,٦٧٤٢٦٩	°٣٠,٦٤٧٣٣٩	٢٠,٣	١٠١,٥	٥٩٩	°٢٥,٦٣٤٦٨٣	°٣٠,٦٧٤٢٩٣	٢٠,٩	١٠٤,٥
٥٤٨	°٢٥,٦٧٥٥٦٤	°٣٠,٦٤١٢٤٥	٩,٩	٤٩,٥	٦٠٠	°٢٥,٦٣٤٢٩١	°٣٠,٦٦٨١١٩	١٦,٥	٨٢,٥
٥٤٩	°٢٥,٦٧٢٧٣٣	°٣٠,٦٤٧٠٧٩	١٧,٦	٨٨	٦٠١	°٢٥,٦٣٥٤٨٩	°٣٠,٦٥٤٣٣٦	١١	٥٥
٥٥٠	°٢٥,٦٧٢١٦٩	°٣٠,٦٤٤٦٨٤	٩,٩	٤٩,٥	٦٠٢	°٢٥,٦٢٩٩٨٨	°٣٠,٦٥٥٤٨٨	١٩,٨	٩٩
٥٥١	°٢٥,٦٧٣١٩١	°٣٠,٦٤٣٢٣٢	١٧,٦	٨٨	٦٠٣	°٢٥,٦٢٣٤٩٨	°٣٠,٦٥٣١٦٨	٣٩,٦	١٩٨
٥٥٢	°٢٥,٦٦٧٣٣٦	°٣٠,٦٤٥٠٩٨	١٨,٧	٩٣,٥	٦٠٤	°٢٥,٦٥٩٠٦٨	°٣٠,٦٣٣٣٤٥	١٩,٨	٩٩
٥٥٣	°٢٥,٦٦٤٩٥٨	°٣٠,٦٣٩١٧٤	١٩,٨	٩٩	٦٠٥	°٢٥,٦٦٠٣١٥	°٣٠,٦٢٥٧٠٧	١٤٨,٥	٧٤٢,٥
٥٥٤	°٢٥,٦٦٣٦٦٩	°٣٠,٦٤٠٦٥٨	٥٦,١	٢٨٠,٥	٦٠٦	°٢٥,٦٥٦٦١٤	°٣٠,٦٣٣١٥١	١٨,٧	٩٣,٥
٥٥٥	°٢٥,٦٧٣٩٧٣	°٣٠,٦٠٠٢٣٢	٣٥,٢	١٧٦	٦٠٧	°٢٥,٦٥٣٨٣٤	°٣٠,٦٣٨٩٦٤	٢٤,٢	١٢١
٥٥٦	°٢٥,٦٦٦١٢٠	°٣٠,٦٣٢١٧٨	٢٠,٤	١٠٢	٦٠٨	°٢٥,٦٥٤٤٤٨	°٣٠,٦٣٥٧٢٠	١٧,٦	٨٨
٥٥٧	°٢٥,٦٦٦٢٣٦	°٣٠,٦٣١١٩٣	٢٦,٤	١٣٢	٦٠٩	°٢٥,٦٥٤١٨٩	°٣٠,٦٣٤٦٢٣	١٩,٨	٩٩
٥٥٨	°٢٥,٦٦٢٧٨٨	°٣٠,٦٣٥٧٤٨	١٥,٤	٧٧	٦١٠	°٢٥,٦٥٢٤٦٣	°٣٠,٦٣٢٨١٤	١٨,٧	٩٣,٥
٥٥٩	°٢٥,٦٦٣٣٦٦	°٣٠,٦٣٣٣٤٢	١١	٥٥	٦١١	°٢٥,٦٥١٧٨٢	°٣٠,٦٢٩٩٧٠	٢٩,٧	١٤٨,٥
٥٦٠	°٢٥,٦٦٣٣٢٧	°٣٠,٦٣٠٨٨١	٣٣	١٦٥	٦١٢	°٢٥,٦٥٢٩٤٢	°٣٠,٦٢٧٨٢٨	١٨,٧	٩٣,٥
٥٦١	°٢٥,٦٦٢٦١٩	°٣٠,٦٢٨٨١٩	٤٢,٩	٢١٤,٥	٦١٣	°٢٥,٦٥٠١٩٧	°٣٠,٦٣٣٢٦٧	٢٨,٦	١٤٣
٥٦٢	°٢٥,٦٦٠٨٤٦	°٣٠,٦٤٢٤٩٢	٣٥,٢	١٧٦	٦١٤	°٢٥,٦٤٩١٦١	°٣٠,٦٣٦٣٦٧	٢٦,٤	١٣٢
٥٦٣	°٢٥,٦٥٩٩٢٦	°٣٠,٦٤٢٦٦١	٢٣,١	١١٥,٥	٦١٥	°٢٥,٦٤٤٩١٩	°٣٠,٦٣١١٣٥	٢٣,١	١١٥,٥
٥٦٤	°٢٥,٦٥٨٦٣٢	°٣٠,٦٤١٣٧١	١٩,٨	٩٩	٦١٦	°٢٥,٦٤٢٢٥٧	°٣٠,٦٣٧١٤٤	٢٤,٢	١٢١
٥٦٥	°٢٥,٦٥٧٠١٥	°٣٠,٦٤٣٨٧٢	١٧,٦	٨٨	٦١٧	°٢٥,٦٤٢٢٥٧	°٣٠,٦٣٧١٤٤	٢٤,٨	١٢٤
٥٦٦	°٢٥,٦٥٧٢٧٥	°٣٠,٦٤٠٣٦٩	٢٧,٥	١٣٧,٥	٦١٨	°٢٥,٦٤٠٥٠٩	°٣٠,٦٣٥٣٣٩	٢٥,٣	١٢٦,٥
٥٦٧	°٢٥,٦٥٥٠٦٩	°٣٠,٦٤٣٨٨٢	١١	٥٥	٦١٩	°٢٥,٦٧٢٢٥٢	°٣٠,٦١٧٣٢٨	٢٨,٦	١٤٣
٥٦٨	°٢٥,٦٦٤٠٣٣	°٣٠,٦٥٠١٣٧	٢٤,٢	١٢١	٦٢٠	°٢٥,٦٧١٦١٤	°٣٠,٦١٤٦٣٢	٣٣	١٦٥
٥٦٩	°٢٥,٦٦١٥٠٣	°٣٠,٦٥٠٣١٢	٢٩,٧	١٤٨,٥	٦٢١	°٢٥,٦٦٩٢٠٠	°٣٠,٦١٧٢١٩	١٦,٥	٨٢,٥
٥٧٠	°٢٥,٦٥٧٠٠٣	°٣٠,٦٥٢٩٥٢	٤٩,٥	٢٤٧,٥	٦٢٢	°٢٥,٦٣٧٩٨٦	°٣٠,٦٣٥٦٤٩	١٩,٨	٩٩

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
٦٢٣	٢٥°٦٦٨٢١٥	٣٠°٦١٦٠٥٦	٣٤,٧	١٧٣,٥	٦٧٥	٢٥°٦٠٧٩٧٥	٣٠°٦٥٢٠٢٦	٤٨,٤	٢٤٢
٦٢٤	٢٥°٦٦٦٨٥٨	٣٠°٦١٤٧٦٩	٣٤,٧	١٧٣,٥	٦٧٦	٢٥°٦٠٧٠٧٠	٣٠°٦٥٢٩٤٢	٦٦	٣٣٠
٦٢٥	٢٥°٦٦٤٣١٨	٣٠°٦٢٠٨٧٨	٢٧,٥	١٣٧,٥	٦٧٧	٢٥°٦٠٦٩٢٩	٣٠°٦٥٤٢٨٦	٢٠,٩	١٠٤,٥
٦٢٦	٢٥°٦٦٤٨٨٨	٣٠°٦١٦٩٧٧	٣٤,٧	١٧٣,٥	٦٧٨	٢٥°٦٠٦١٠٠	٣٠°٦٥٢٥٧٩	١٩,٨	٩٩
٦٢٧	٢٥°٦٦٣٥٥٩	٣٠°٦١٣١٨٧	٢٨,٦	١٤٣	٦٧٩	٢٥°٦٠٥٣٥٠	٣٠°٦٤٨٣٠٢	٩,٩	٤٩,٥
٦٢٨	٢٥°٦٦٨٤٨٨	٣٠°٦٠٧٧٤٠	٢٩,٧	١٤٨,٥	٦٨٠	٢٥°٦٠٣٧٢٦	٣٠°٦٤٨٨٠١	٨,٨	٤٤
٦٢٩	٢٥°٦٧٠٦٥٥	٣٠°٦٠٢٠٠٦	٣٩,٦	١٩٨	٦٨١	٢٥°٦٠٣٩١٧	٣٠°٦٤٩٥٨٤	٨,٨	٤٤
٦٣٠	٢٥°٦٦٨٠٨٦	٣٠°٦٠٤٩٤٧	٤٨,٤	٢٤٢	٦٨٢	٢٥°٦٠٣٨٥٣	٣٠°٦٥٠١٦٤	١٦,٥	٨٢,٥
٦٣١	٢٥°٦٦٥٢٩٥	٣٠°٦٠٨٣٢٩	٢٦,٤	١٣٢	٦٨٣	٢٥°٦٠٢٣٧٤	٣٠°٦٥٢٥٢٠	٥٦,١	٢٨٠,٥
٦٣٢	٢٥°٦٦١٤٣٣	٣٠°٦٠٨٥٧٨	٢٣,١	١١٥,٥	٦٨٤	٢٥°٦٠٢٧٤٤	٣٠°٦٤٩٠٠١	٥,٥	٢٧,٥
٦٣٣	٢٥°٦٦٣٠٥٣	٣٠°٦٠٥٠٦٣	٣٠,٨	١٥٤	٦٨٥	٢٥°٦٠٢٣٨٧	٣٠°٦٤٧١٨٩	٣٨,٥	١٩٢,٥
٦٣٤	٢٥°٦٥٧٩٧١	٢٥°٦٥٧٩٧١	٢٤,٨	١٢٤	٦٨٦	٢٥°٦٠٣٠٤٢	٣٠°٦٤٤٢٨٥	١١	٥٥
٦٣٥	٢٥°٦٥٨٤٢٣	٣٠°٦٠٤٨٢٤	١٦,٥	٨٢,٥	٦٨٧	٢٥°٦٠١٠٨١	٣٠°٦٤٥٤١٨	٨,٨	٤٤
٦٣٦	٢٥°٦٥٤٩١٢	٣٠°٦١٧٩٥٠	٣٥,٢	١٧٦	٦٨٨	٢٥°٥٩٩٥٩٧	٣٠°٦٥٢٠٣٥	٣٥,٢	١٧٦
٦٣٧	٢٥°٦٥٤٤٨٠	٣٠°٦١٥٤٦٢	٣٠,٨	١٥٤	٦٨٩	٢٥°٥٩٩٤٢٦	٣٠°٦٥١١٣٩	٩,٩	٤٩,٥
٦٣٨	٢٥°٦٥٣٣٢٩	٣٠°٦١٧٩٧٥	٢٤,٢	١٢١	٦٩٠	٢٥°٥٩٨٧٩٧	٣٠°٦٤٥٣٥٤	٩,٩	٤٩,٥
٦٣٩	٢٥°٦٥٢٨٥٦	٣٠°٦١٤٣٣١	٢٥,٣	١٢٦,٥	٦٩١	٢٥°٥٩٨٢٤٣	٣٠°٦٤٥٨٥٦	٨,٨	٤٤
٦٤٠	٢٥°٦٥٠٥٥٦	٣٠°٦٢١٢٤٢	٣٧,٤	١٨٧	٦٩٢	٢٥°٥٩٤٢٤٠	٣٠°٦٤٧٧٠٥	٨,٨	٤٤
٦٤١	٢٥°٦٥٠٠٤٢	٣٠°٦١٩٨٨٩	٤٩,٥	٢٤٧,٥	٦٩٣	٢٥°٥٩٣٢٥٩	٣٠°٦٤٦٨٠٨	١١	٥٥
٦٤٢	٢٥°٦٤٩٩٥٠	٣٠°٦١٧٠٩٩	٦١	٣٠٥	٦٩٤	٢٥°٥٩٣٢٠٥	٣٠°٦٥٠٨٢٣	١٦,٥	٨٢,٥
٦٤٣	٢٥°٦٤٩٢٣١	٣٠°٦١٥٠٦٦	٢٥,٣	١٢٦,٥	٦٩٥	٢٥°٥٩٨٩٥٥	٣٠°٦٦٤٣٧٤	٢٥,٣	١٢٦,٥
٦٤٤	٢٥°٦٤٩٨٠٨	٣٠°٦١٤٦١٤	٢٤,٢	١٢١	٦٩٦	٢٥°٥٩٧١٣٨	٣٠°٦٦٣١٠٠	٦٩,٣	٣٤٦,٥
٦٤٥	٢٥°٦٤٧٨٤٠	٣٠°٦١٥٩١٧	٢٤,٢	١٢١	٦٩٧	٢٥°٥٩٦٨٣٥	٣٠°٦٦٤٣٧٣	٢٠,٩	١٠٤,٥
٦٤٦	٢٥°٦٤٧٣٩١	٣٠°٦١٤١٥٥	٢١,٤	١٣٢	٦٩٨	٢٥°٥٩٣٥٩٥	٣٠°٦٦٠٦٥١	٢٤,٢	١٢١
٦٤٧	٢٥°٦٥٠١٩٠	٣٠°٦٠٩٣٥٧	٣١,٩	١٥٩,٥	٦٩٩	٢٥°٥٩١٥٣٨	٣٠°٦٦١٣٥٨	٤١,٨	٢٠٩
٦٤٨	٢٥°٦٤٩٣٥٦	٣٠°٦٠٧٥٥١	٣٩,٦	١٩٨	٧٠٠	٢٥°٦٠٠٤٠٥	٣٠°٦٧٤٠٦٧	١٦,٥	٨٢,٥
٦٤٩	٢٥°٦٤٧٤١٢	٣٠°٦٠٨٥٣٣	٢٩,٧	١٤٨,٥	٧٠١	٢٥°٥٩٥٧٠٧	٣٠°٦٧٨١١٦	١٧,٦	٨٨
٦٥٠	٢٥°٦٤٦٣٤٤	٣٠°٦٠٨٠٥٨	٣٩,٦	١٩٨	٧٠٢	٢٥°٥٨٩١١٩	٣٠°٦٧٦٦١١	١٨,٧	٩٣,٥
٦٥١	٢٥°٦٤٤٨٣٠	٣٠°٦٢١٥٠٦	٣٥,٢	١٧٦	٧٠٣	٢٥°٥٨٧٠١٩	٣٠°٦٧٦٨٤١	٩,٩	٤٩,٥
٦٥٢	٢٥°٦٤٣٨١٩	٣٠°٦٢٦٠٦٧	٢٥,٣	١٢٦,٥	٧٠٤	٢٥°٥٨٥٥٣٢	٣٠°٦٧٧٦٧٤	١٢,١	٦٠,٥
٦٥٣	٢٥°٦٤٢٧٧٧	٣٠°٦١٦٤٧٩	٢٢	١١٠	٧٠٥	٢٥°٥٨٤٠١٨	٣٠°٦٧٦٩٠٢	١٩,٨	٩٩
٦٥٤	٢٥°٦٣٨٩٦٢	٣٠°٦٢٩٤١١	٢٥,٣	١٢٦,٥	٧٠٦	٢٥°٥٨٢٠٧٨	٣٠°٦٧٧٠٨١	٩,٩	٤٩,٥
٦٥٥	٢٥°٦٣٢٠٤٥	٣٠°٦٣٤١٨٣	٢٥,٣	١٢٦,٥	٧٠٧	٢٥°٥٨١١٥٩	٣٠°٦٧٧٤٩٤	٢٤,٢	١٢١
٦٥٦	٢٥°٦٢٨٣٤٠	٣٠°٦٣٢٠٨٠	٣٩,٦	١٩٨	٧٠٨	٢٥°٥٧٩٤٥٠	٣٠°٦٧٧٩٢٥	١٧,٦	٨٨
٦٥٧	٢٥°٦٢٧٥٤٤	٣٠°٦٣٧٧٠٧	٢٩,٧	١٤٨,٥	٧٠٩	٢٥°٥٧٧٤٧٦	٣٠°٦٧٨٢٩١	١١	٥٥
٦٥٨	٢٥°٦٢٥٣٦٦	٣٠°٦٣٦٥٨٠	٣٩,٦	١٩٨	٧١٠	٢٥°٥٧٤٧٥٦	٣٠°٦٥٦٦٧٤	٨,٨	٤٤
٦٥٩	٢٥°٦٢٢٠٣٧	٣٠°٦٣٠٠٦٤	٢٦,٤	١٣٢	٧١١	٢٥°٥٧٤٨٨٧	٣٠°٦٥٣٧٧٥	١٩,٨	٩٩
٦٦٠	٢٥°٦٢٠٨٣٨	٣٠°٦٣١٦١٦	٢٧,٥	١٣٧,٥	٧١٢	٢٥°٥٧٤٩٠٩	٣٠°٦٥٠٨٧٥	٥,٥	٢٧,٥
٦٦١	٢٥°٦١٨٣٧١	٣٠°٦٣٣٧٧٧	٢٦,٤	١٣٢	٧١٣	٢٥°٥٧٣٩٤٦	٣٠°٦٥٧٢٤٩	١٦,٥	٨٢,٥
٦٦٢	٢٥°٦١٨١٦٩	٣٠°٦٣٠٦٣١	٤٦,٢	٢٣١	٧١٤	٢٥°٥٧٣٠٨٥	٣٠°٦٤٨٣٧٨	٢٩,٧	١٤٨,٥
٦٦٣	٢٥°٦٢٧٢٣٥	٣٠°٦٢٠٧٥٨	٣٩,٦	١٩٨	٧١٥	٢٥°٥٧١٧٠١	٣٠°٦٥٣٥٥٦	٩,٩	٤٩,٥
٦٦٤	٢٥°٦٤٠٦٨٩	٣٠°٥٩٠٩٦٩	٣٦,٣	١٨١,٥	٧١٦	٢٥°٥٧٠٥١٨	٣٠°٦٦١٦١٤	١٩,٨	٩٩
٦٦٥	٢٥°٦٣٢٠٢٠	٣٠°٦٠١٩٦٠	٣٩,٦	١٩٨	٧١٧	٢٥°٥٧٠١٧٨	٣٠°٦٥٧٣٣٠	١٨,٧	٩٣,٥
٦٦٦	٢٥°٦٣١٣٧٤	٣٠°٥٩١٤٩٣	١١٤,٤	٥٧٢	٧١٨	٢٥°٥٦٨٩٥١	٣٠°٦٥١٧١١	٩,٩	٤٩,٥
٦٦٧	٢٥°٦٣٣١٠٠	٣٠°٥٨٦٤٦٣	٦٢,٧	٣١٣,٥	٧١٩	٢٥°٥٦٦٥٠٨	٣٠°٦٤٨٩٠٦	٣٩,٦	١٩٨
٦٦٨	٢٥°٦٢٧٠٣١	٣٠°٦٠٥٨٥٤	٤٦,٢	٢٣١	٧٢٠	٢٥°٥٧٨٨١٤	٣٠°٦٣٧٩٧٤	١٨,٧	٩٣,٥
٦٦٩	٢٥°٦٢٦١٢٠	٣٠°٦٠٠٣٧٥	٣٥,٢	١٧٦	٧٢١	٢٥°٥٦٥٦٤٥	٣٠°٦٥٧٠٩٠	٥,٥	٢٧,٥
٦٧٠	٢٥°٦٢٢٤٠٩	٣٠°٥٨٦١٧٢	١١٠	٥٥٠	٧٢٢	٢٥°٥٦٤٧١٢	٣٠°٦٦٣٤٧٣	٤١,٨	٢٠٩
٩٧١	٢٥°٦٢٣٦٩٤	٣٠°٥٨٣٣١٩	٨٨	٤٤٠	٧٢٣	٢٥°٥٦٤٠٥٥	٣٠°٦٥٦١٣٨	٨,٣	٤١,٥
٦٧٢	٢٥°٦١٩٢٩٣	٣٠°٦٢٠١٨٩	٣٣	١٦٥	٧٢٤	٢٥°٥٥٩٨٦٧	٣٠°٦٦٧١٩٦	١١	٥٥
٦٧٣	٢٥°٦١٥٦٣٤	٣٠°٦١٢٠٦٦	٣١,٩	١٥٩,٥	٧٢٥	٢٥°٥٥٤٤٤٢	٣٠°٦٦٠٧١٩	١٣,٢	٦٦
٦٧٤	٢٥°٦١٣٣٠٣	٣٠°٦١٦٦١١	٢٥,٣	١٢٦,٥	٧٢٦	٢٥°٥٥٥٨٥٦	٣٠°٦٥٦٢٩٥	١٦,٥	٨٢,٥

تابع ملحق (٣) وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مركز الخارجة عام ٢٠٢٤.

م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و	م	Y	X	القدرة ك.و	الإنتاج ك.و
٧٢٧	٢٥°٥٥٣٣٢٩	٣٠°٦٥١٣١٤	٤٠,٧	٢٠٣,٥	٧٦٤	٢٥°٥١٤١٤٨	٣٠°٦٦٩٧٧٩	١١	٥٥
٧٢٨	٢٥°٥٥٣٢٠١	٣٠°٦٤٧٥٨٠	٣٩,٦	١٩٨	٧٦٥	٢٥°٥٣٧٧٤٧	٣٠°٦٤٨٠٤٢	٣٠,٨	١٥٤
٧٢٩	٢٥°٥٥٤٢٩٨	٣٠°٦٤٣٠٦٣	٦٦	٣٣٠	٧٦٦	٢٥°٥٣٧٣٦٥	٣٠°٦٤٨٦٦٣	٩,٩	٤٩,٥
٧٣٠	٢٥°٥٥١٥٦٤	٣٠°٦٧٤٨٥١	١١	٥٥	٧٦٧	٢٥°٥٣٦٢٩٠	٣٠°٦٥٠٤١٠	٣٩,٦	١٩٨
٧٣١	٢٥°٥٥٠٩٢٥	٣٠°٦٧٥١٣٣	١٩,٨	٩٩	٧٦٨	٢٥°٥٣٥١٥٣	٣٠°٦٤٤٧٥٨	٤٩,٥	٢٤٧,٥
٧٣٢	٢٥°٥٤٧٦٣٧	٣٠°٦٥٥٣١٣	٢٠,٩	١٠٤,٥	٧٦٩	٢٥°٥٣٢٩٢٠	٣٠°٦٤٥٩٩٤	٦٦	٣٣٠
٧٣٣	٢٥°٥٤٥٧٢٣	٣٠°٦٦١٧٣٠	١٦,٥	٨٢,٥	٧٧٠	٢٥°٥٢٥٦١٧	٣٠°٦٣٦٦٩١	٦٤,٩	٣٢٤,٥
٧٣٤	٢٥°٥٤٤٠١٢	٣٠°٦٦٦٦٤٩	١٩,٨	٩٩	٧٧١	٢٥°٥٢٨٢٠٣	٣٠°٦٢٥٢٩٩	٤٢,٩	٢١٤,٥
٧٣٥	٢٥°٥٤٣٩٩٨	٣٠°٦٦١٤٥٤	١١	٥٥	٧٧٢	٢٥°٥٢٤٨٤٠	٣٠°٦١٧٩٠٨	١٧,٦	٨٨
٧٣٦	٢٥°٥٤٣٩٦٤	٣٠°٦٥٦١٩٠	٩,٩	٤٩,٥	٧٧٣	٢٥°٥٢٢٦٨١	٣٠°٦٢٣٣٨٣	١٩,٨	٩٩
٧٣٧	٢٥°٥٤٣٧٧٦	٣٠°٦٥٦٢١٢	٩,٩	٤٩,٥	٧٧٤	٢٥°٥٢١٨٢٩	٣٠°٦٢٥٢٣٩	٨,٨	٤٤
٧٣٨	٢٥°٥٤٤٢٧٠	٣٠°٦٤٤٢٣١	٥٤,٥	٢٧٢,٥	٧٧٥	٢٥°٥١٨٩٦٩	٣٠°٦٣٣٢٦٣	٦٣,٨	٣١٩
٧٣٩	٢٥°٥٤٢٦٧٣	٣٠°٦٦٠٨٢٢	١٩,٨	٩٩	٧٧٦	٢٥°٥٩٣٦٨٧	٣٠°٦٢١٩٥٤	٥٩,٤	٢٩٧
٧٤٠	٢٥°٥٤٠٧٤٠	٣٠°٦٦٢٣٩٠	١٣,٢	٦٦	٧٧٧	٢٥°٥٩٣٤٠٦	٣٠°٦٢٢١٩٠	٤١,٣	٢٠٦,٥
٧٤١	٢٥°٥٤٠٦٤٣	٣٠°٦٦٠٢٨٧	١٩,٨	٩٩	٧٧٨	٢٥°٥٩١٩٧٨	٣٠°٦٢٠٠٨٧	٤١,٣	٢٠٦,٥
٧٤٢	٢٥°٥٤٠٠١٨	٣٠°٦٦٦٧٢٦	٩,٩	٤٩,٥	٧٧٩	٢٥°٥٨٩٨٥٢	٣٠°٦٢٥٠٥١	٤١,٣	٢٠٦,٥
٧٤٣	٢٥°٥٤٠٢٢٥	٣٠°٦٦٠٧٧٥	٢٢	١١٠	٧٨٠	٢٥°٥٨٧٤١٣	٣٠°٦٢٥٩٢٩	٧٢,٦	٣٦٣
٧٤٤	٢٥°٥٣٩٦٨١	٣٠°٦٦٠٥٤٨	٩,٩	٤٩,٥	٧٨١	٢٥°٥٨٧٠٥٧	٣٠°٦٢٧٣٢٧	٧٢,٦	٣٦٣
٧٤٥	٢٥°٥٤٠٠٢١	٣٠°٦٥٥٣٣٥	٩,٩	٤٩,٥	٧٨٢	٢٥°٥٨٠٩٠٦	٣٠°٦٢١٤٦٦	٩,٩	٤٩,٥
٧٤٦	٢٥°٥٣٨٧٧٧	٣٠°٦٦٠٧٣٥	٢٥,٣	١٢٦,٥	٧٨٣	٢٥°٥٨٠٢٥١	٣٠°٦٢١٤٣٤	١٩,٨	٩٩
٧٤٧	٢٥°٥٣٧٩٩٤	٣٠°٦٦٧٦٠٤	٩,٩	٤٩,٥	٧٨٤	٢٥°٥٨٠٠١٢	٣٠°٦٢١١٤٣	٩,٩	٤٩,٥
٧٤٨	٢٥°٥٣٦١٥٩	٣٠°٦٦٩٣٣٩	٩,٩	٤٩,٥	٧٨٥	٢٥°٥٧٩٩٣٣	٣٠°٦٢٤٥٧٤	٨,٣	٤١,٥
٧٤٩	٢٥°٥٣٧٨٢٨	٣٠°٦٥٤٢٩٢	١١	٥٥	٧٨٦	٢٥°٥٧٢٤٠٣	٣٠°٦٢٠٥٧٦	٣٥,٢	١٧٦
٧٥٠	٢٥°٥٣٦٨٥٠	٣٠°٦٥٤٦١١	٢٩,٧	١٤٨,٥	٧٨٧	٢٥°٥٦٩٥٣٠	٣٠°٦٢٤٥٠٦	٢٢	١١٠
٧٥١	٢٥°٥٣٦٥٦٩	٣٠°٦٥٥١٢٢	٤٥,١	٢٢٥,٥	٧٨٨	٢٥°٥٦٠٧١٠	٣٠°٥٨٢٨٣١	٨١,٤	٤٠٧
٧٥٢	٢٥°٥٣٥٠١٠	٣٠°٦٥٤٧٧١	١٩,٨	٩٩	٧٨٩	٢٥°٥٥٣٥٤٣	٣٠°٥٨٧١٦٠	١٠٥,٦	٥٢٨
٧٥٣	٢٥°٥٣٣٥٥٣	٣٠°٦٦٢٢٣٤	٢٩,٧	١٤٨,٥	٧٩٠	٢٥°٥٤٣٢٧٠	٣٠°٥٨٠٤٦٩	٢٠٩	١٠٤٥
٧٥٤	٢٥°٥٣١٣٩٩	٣٠°٦٦٩٨٤٦	٩,٩	٤٩,٥	٧٩١	٢٥°٥٤٣٢٩٤	٣٠°٥٨٨٨٦٤	٢٥,٣	١٢٦,٥
٧٥٥	٢٥°٥٣١٩٥٤	٣٠°٦٥٩٢٧٦	١١	٥٥	٧٩٢	٢٥°٥٣٤٤٠٩	٣٠°٥٧٩٨٩١	٦٦	٣٣٠
٧٥٦	٢٥°٥٣٠٧١٧	٣٠°٦٥٧٢٩٦	٢٩,٧	١٤٨,٥	٧٩٣	٢٥°٥٣٤٣٣٦	٣٠°٥٨٦٥١٤	٦٦	٣٣٠
٧٥٧	٢٥°٥٢٩٦١١	٣٠°٦٥٧٢٣٢	١٩,٨	٩٩	٧٩٤	٢٥°٥٤٩٩١٧	٣٠°٦٢٧١٠٥	٧,٧	٣٨,٥
٧٥٨	٢٥°٥٢٨٤٢٦	٣٠°٦٧٠٨٢٠	٩,٩	٤٩,٥	٧٩٥	٢٥°٥٤٣٥١٨	٣٠°٦٢٧٤٧٤	١٦,٥	٨٢,٥
٧٥٩	٢٥°٥٢٨٤٧٩	٣٠°٦٥٨٩٤١	١١	٥٥	٧٩٦	٢٥°٥٤١٦٧١	٣٠°٦٢٧٧٨٤	٣٣	١٦٥
٧٦٠	٢٥°٥٢٧١٥١	٣٠°٦٦١٦٨٢	١١	٥٥	٧٩٧	٢٥°٥٣٢٠١٧	٣٠°٦١٤٣٦٩	٦٦	٣٣٠
٧٦١	٢٥°٥٢٥٩٧٦	٣٠°٦٦٨٧٨٩	٩,٩	٤٩,٥	٧٩٨	٢٥°٥٢٩٢٢٧	٣٠°٦١٢٤١٢	٩٦,٨	٤٨٤
٧٦٢	٢٥°٥٢٢٧٧١	٣٠°٦٥٠١٦٣	١٦,٥	٨٢,٥	٧٩٩	٢٥°٥٢٢٩١٣	٣٠°٦٩٤٢٢١	٣١,٩	١٥٩,٥
٧٦٣	٢٥°٥١٩٨٥٧	٣٠°٦٦٧٤٤٠	١٩,٨	٩٩	جملة قرى شمال المركز			١٥٥٤٦,٥	٧٧٧٣٢,٥

- الدراسة الميدانية خلال الفترة (٦ يناير– ١٠ إبريل) عام ٢٠٢٤.

المصادر والمراجع

أولًا- باللغة العربية:

١- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مصر في أرقام، القاهرة، ٢٠١٤.

٢- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، متوسط عدد ساعات سطوع الشمس، بيانات غير منشورة، خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

٣- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، متوسط الإشعاع الشمسي المباشر، بيانات غير منشورة، خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

٤- أمل عبد العظيم عبد المقصود: المناخ والنشاط البشري في صحراء مصر الشرقية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ٢٠١٥.

٥- شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، قطاع كهرباء الوادي الجديد، الشئون التجارية، إحصاء الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية في المحافظة، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

٦- ----------، الشئون التجارية، إحصاء الكهرباء المولدة من الوحدات الكهروضوئية لأغراض الري في مركز الخارجة، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

٧- ----------، الشئون الفنية، تكاليف تشغيل ماكينات الري، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

٨- محمد أحمد محمود الشناوي: استهلاك الكهرباء في قطاع الزراعة بمحافظة الشرقية، حولية كلية الآداب، جامعة بني سويف، عدد خاص، مجلد (٨)، العدد (١)، ٢٠١٩.

٩- محمد صلاح فتحي: استخدام الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة- دراسة حالة على مدينة الخارجة، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠١٧.

١٠-محمد علي محمد عويضة: التحليل المكاني للإشعاع الشمسي وإمكانات توليد الطاقة في محافظة الوادي الجديد- دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان، ٢٠١٧.

١١-محافظة الوادي الجديد، مديرية الري، تكاليف تشغيل ماكينات الديزل، بيانات غير منشورة، عام ٢٠٢٤.

١٢-نورا محمد أحمد عرفات: إنتاج الكهرباء من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتحديد المواقع المثلى لتوطنها في محافظة الوادي الجديد- دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة كلية الآداب، جامعة المنصورة، العدد (٦٩)، ٢٠٢١.

١٣- وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الإحصائي، القاهرة، ٢٠٢٣.

١٤- وزارة الكهرباء والطاقة هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، الإدارة العامة للخلايا الفوتوفلطية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

١٥- وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير الإحصائي، القاهرة، ٢٠٢٣.

١٦-ياسر محمد عبد الموجود: إمكانات الطاقة الشمسية في مصر مع التطبيق على محطة الكريمات الشمسية– دراسة في جغرافية الطاقة، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب بالوادي الجديد، جامعة أسيوط، ٢٠١٧.

١٧-----------: التحليل المكاني لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الخارجة دراسة في جغرافية الطاقة مجلة كلية الآداب، جامعة بورسعيد، العدد العشرون، يوليو ٢٠٢٢.

ثانيًا– باللغة الإنجليزية:

1- Abdelfattah Belaid& et.al, (2024): Assessing Suitable Areas for PV Power Installation in Remote Agricultural Regions, Energies, Volume (17), Issue (22).
2- Ahmed Elnozahy,& Mazen A., Farag K.(2024), Optimal techno-economic energy coordination of solar PV water pumping irrigation systems, Journal of Energy, Volume 288.
3- Bahaa Elboshy& et.al, (2022): A suitability mapping for the PV solar farms in Egypt based on GIS-AHP to optimize multi-criteria feasibility, Ain Shams Engineering Journal, Volume 13, Issue 3
4- Chandel a, & M. Nagaraju, & Rahul Chandel b, (2015): Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community drinking water supplies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 49, September.
5- Elham M.,& Hoseen el Nather (2003): Renewable energy and sustainable developments in Egypt: photovoltaic water pumping in remote areas, Applied Energy, Volume 74, Issues 1–2, January–February.
6- El- Sebaii A.A., (2010): Global, direct and diffuse solar radiation on horizontal and tilted surfaces in Jeddah, Saudi Arabia, *Elsevier*, Applied Energy (87).
7- Misrak Girma, Abebayehu Assefa, Marta Molinas (2015): Feasibility study of a solar photovoltaic water pumping system for rural Ethiopia, Environmental Science, Volume 2, Issue 3.
8- Mostafa A. Merazy & et.al, (2022): Optimization of Irrigation System Using Solar Energy: (Farafra Oasis), International Middle East Power Systems Conference (MEPCON), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 14-16 December.
9- M. Dhimish and G. Badran, (2020): "Current limiter circuit to avoid photovoltaic mismatch conditions including hot-spots and shading," Renewable Energy, vol. 145. Elsevier BV.
10- R. Rajesh and M. Carolin Mabel, (2015): "A comprehensive review of photovoltaic systems," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 51. Elsevier BV.
11- Saeed Mohammed Wazed & et.al, (2018): A review of sustainable solar irrigation systems for Sub-Saharan Africa, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 81, Part 1, January.
12- Tareek-Al-Islam Khan & et.al,, (2014): The feasibility study of solar irrigation: Economical comparison between diesel and photovoltaic water pumping systems for different crops, International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT), 13-15 February .

Using Photovoltaic Solar Units for Water Pumping for Irrigation Purposes in Al-Kharga district: A Study in Economic Geography Using Geographic Information Systems

Abstract

This study aims to examine the use of photovoltaic solar units for pumping water for irrigation purposes in Al-Kharga district, located in the New Valley Governorate. It investigates solar energy potential and production in Al-Kharga, the development of installed capacities of photovoltaic units, and their distribution across the center's districts. It also explores the evolution of the amount of electricity generated by these units and their geographic distribution, in addition to the distribution of wells that depend on photovoltaic units, their design capacities, the agricultural land areas relying on these units, and the assessment of the impacts of using photovoltaic units for irrigation purposes, alongside identifying the main issues facing these units in the district.

The research adopts a descriptive-analytical approach, in addition to the fundamental and historical approaches, to monitor the temporal dimension of the use of photovoltaic units, the development of their numbers, their installed nominal capacity, and the volume of electricity generated. The study also benefited from field research conducted in 2024, which served as the primary source of data on photovoltaic units, as this information is not available from any governmental entity due to the private sector ownership of these units.The research concluded with several key findings and recommendations, including:

- The annual average of sunshine hours in Al-Kharga district is high, reaching 10.9 hours, resulting in a high level of direct solar radiation of 23.6 megajoules/m²/day, which produces an estimated 6.6 kilowatt-hours/m²/day of electrical energy.
- There has been a significant increase in reliance on photovoltaic units for water pumping for irrigation purposes in Al-Kharga district. The number of units rose from 14 to 799 during the period 2018–2024, with a percentage change of 5707.1%, while the installed capacity saw a change of 5177.6% over the same period.
- The efficiency of photovoltaic units in electricity production for irrigation purposes has notably improved, with a 6203.5% increase in the amount of generated electricity during the period 2018–2024, surpassing the percentage change in installed nominal capacities.
- The cost of establishing photovoltaic units is nearly four times higher than that of electric or diesel-powered machines; however, their low operating costs allow for the recovery of the initial investment within the first five years of operation.
- It is necessary to reduce customs duties on the components of photovoltaic units and to utilize experts from the New and Renewable Energy Authority to manufacture solar panels locally, which would help lower installation costs.

Keywords: Estimated Energy, Photovoltaic Units, Installed Capacity, Design Capacity.