SCREENED BY iThenticate Professional Plagiarism Prevention

Efficient Use of Sun Energy in Plant Production in One and Half Million Feddan Regions(Case Study of the Frafra Oases)

كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمناطق المليون ونصف المليون فدان (دراسة حالة واحة الفرافرة)

Gamal Al-dein Ahmed Mahmoud Ibrahim
Economics studies Department – Desert Research Center

DOI: 10.21608/JALEXU.2022.146296.1068

Article Information

Received:June 22nd 2022

Revised:June 26th 2022

Accepted: June 28th 2022

Published: June 31st 2022

ABSTRACT: The study aimed at the efficiency of using sun energy in plant production in the regions of one and a half million feddans in the Farafra Oasis, facing the problem of the high costs of using diesel-powered irrigation in production and switching to the use of solar energy, By studying the current situation of electricity production from new and renewable energy sources in Egypt, studying the economic efficiency of using solar energy in plant production, estimating the environmental cost of using irrigation systems in plant production, and identifying the most important problems of using solar energy in the Farafra Oasis.

The study reached a set of results, the most important of which is a decrease in the costs of irrigation using solar energy on the crops of the study sample compared to irrigation with diesel energy, an increase in the net return in the case of solar irrigation compared to the diesel energy in the study sample for crops wheat, barley, sugar beet, alfalfa, potatoes, peanuts, date palm by about 40.5%, 28.2%, 12.7%, 44.9%, 7.4%, 11.4%, 13.9% respectively, and the use of solar energy in plant production in the Farafra region led to a decrease in the amount of carbon dioxide emissions compared to the case of using diesel energy by about 94.37 thousand tons. Which led to a decrease in the environmental cost of treating these pollutants by about 1.09 billion EGP.

The most important recommendations were to increase the facilities granted to investors to obtain loans for the use of solar energy for plant production, implement a series of indicative seminars on solar energy to increase the awareness and knowledge space among investors, and the most important problems of using solar energy in plant production in Farafra In the decrease in the efficiency of operation and water flow in the winter by about 20-30%, with a relative importance of about 73.8%, the costs of establishing a solar energy unit for owners of small and medium spaces increased with a relative importance of about 54.1%.

Keywords: Sun energy - Economic Efficiency -Renewable energy - Plant production - Frafra Oases

الملخص: إستهدف بحث كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمناطق المليون ونصف المليون فدان بواحة الفرافرة، مواجهة مشكلة إرتفاع تكاليف إستخدام الرى بطاقة الديزل فى الإنتاج النباتى والتحول إلى إستخدام الطاقة الشمسية، من خلال دراسة الوضع الراهن لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر، دراسة الكفاءة الإقتصادية لإستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى، تقدير التكلفة البيئية لإستخدام أنظمة الرى فى الإنتاج النباتى، والتعرف على أهم مشاكل إستخدام الطاقة الشمسية بواحة الفرافرة.

وتوصل البحث إلى مجموعة من النتائج أهمها إنخفاض تكاليف الرى بإستخدام الطاقة الشمسية بمحاصيل عينة الدراسة مقارنةً بالرى بطاقة الديزل، إرتفاع صافى العائد فى حالة الرى بالطاقة الشمسية مقارنةً بطاقة الديزل بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح بنحو 40.5%، 28.2%، 12.7%، 44.9%، 7.4%، 11.4%، 13.9% على الترتيب، كما أدى إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمنطقة الفرافرة إلى إنخفاض كمية إنبعاث ثانى أكسيد الكربون عن حالة إستخدام طاقة الديزل بنحو 94.37 ألف طن، مما أدى إلى إنخفاض التكلفة البيئية لمعالجة هذه الملوثات بنحو 1.09 مليار جنيه.

وتمثلت أهم التوصيات التي تم الحصول عليها بناءاً علي نتائج البحث فى زيادة التسهيلات الممنوحة للمستثمرين للحصول على قروض إستخدام الطاقة الشمسية للإنتاج النباتى، تنفيذ مجموعة من الندوات الإرشادية عن الطاقة الشمسية لزيادة مساحة الوعى والمعرفة بين المستثمرين، وتمثلت أهم مشاكل

Journal Article © 2021 by (JAAR) is licensed under CC BY-NC 4.0

إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بالفرافرة فى إنخفاض كفاءة تشغيل وتدفق المياه فى فصل الشتاء بنحو 20–30% بأهمية نسبية تبلغ نحو 73.8%، إرتفاع تكاليف إنشاء وحدة الطاقة الشمسية لأصحاب المساحات الصغيرة والمتوسطة بأهمية نسبية تبلغ نحو 54.1%.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية – الكفاءة الإقتصادية – الطاقة المتجددة – الإنتاج النباتي – واحة الفرافرة

مقدمة:

فى إطار إستراتيجية التنمية الزراعية فى مصر (2020– 2030) للتوسع الأفقى لتحقيق الأمن الغذائى، قامت الدولة بتبنى العديد من المشروعات القومية بالمناطق الصحراوية، والتى من بينها إستصلاح وإستزراع نحو 1.5 مليون فدان، يقع من بينها نحو 230 ألف فدان بواحة الفرافرة تمثل نحو 82.1% من المساحة المستهدف إستزراعها بالصحراء الغربية البالغة نحو 280 ألف فدان، مصمصم لها نحو 970 بئر جوفى للرى بمنطقة الفرافرة[9]. وتعد الطاقة أحد أهم متطلبات الإنتاج الزراعى اللازمة لإستخدام الآلات والمعدات فى العمليات الزراعية المختلفة، وتواجه مصر صعوبات كبيرة فى توفير الطاقة بصورتها التقليدية بالأراضى الصحراوية نظراً لإرتفاع تكاليف إنشاء شبكات النقل والتوزيع، وإرتفاع أسعار السولار والزيوت لنقلها عبر مسافات شاسعة.

وتعتمد مصر على الطاقة التقليدية من حيث الإنتاج والإستخدام بنحو 90%، إلا أن محدودية الإحتياطات المتوفرة من هذه المصادر لا تتناسب مع الزيادة فى الإستهلاك مما يهدد إستدامة إمدادات الطاقة اللازمة لبرامج التنمية فى كافة القطاعات الإنتاجية ومنها التوسع فى إستغلال الموارد الأرضية الصالحة للزراعة والإستثمار بالأراضى الصحراوية.

وفى ضوء الزيادة المستمرة للطلب الداخلي على الطاقة التقليدية وما تواجهه من تناقص فى مصادرها الطبيعية تبرز أهمية الطاقة الجديدة والمتجددة وما تتصف به من إستمرارية فى توفير الطاقة، وإرتفاع فى مستوى الإتاحة على مدار العام، وإنخفاض أضرارها البيئية وتنوع مصادرها الطبيعية بما يحقق أمن وإستدامة الطاقة فى مصر.

وتعد الطاقة الشمسية أحدى صور الطاقة الجديدة والمتجددة ومن أهم بدائل الطاقة التقليدية اللازمة للإنتاج النباتى فى الأراضى الصحراوية حيث يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر بين 2000–3200 ك و س/م^2/سنة، ويتراوح معدل سطوع الشمس اليومى بين 9–11 ساعة/يوم، بمعدل تحويل للإشعاع الشمسى يبلغ نحو 250 ك و س/م^2/سنة على أساس كفاءة تحويل تبلغ نحو 10% من إجمالى الإشعاع السنوى[2]، لذلك يعتبر التوجه نحو إستخدام الطاقة الشمسية خيار إستراتيجى للدولة والمستثمرين فى مجال الإستثمار الزراعى بالأراضى الصحراوية، فى ظل توقع إرتفاع أسعار الطاقة التقليدية فى المدى القصير وإنخفاض المتاح منها فى المدى الطويل، مما يحفز المستثمرين على التوسع فى إستخدام الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة الداعمة للتنمية الزراعية بالمناطق الصحراوية.

الأمر الذى يستلزم معة دراسة الوضع الراهن لإستخدامات الطاقة الشمسية كأحد صور الطاقة الجديدة والمتجددة والتعرف على أهم المعوقات والمشاكل التى تؤثر فى إستخداماتها فى الإنتاج النباتى بمنطقة الفرافرة.

مشكلة البحث:

يواجه الإستثمار الزراعى فى واحة الفرافرة بعض المعوقات التى تحد من كفاءة إستغلال الموارد الأرضية الصالحة للزراعة والبالغة نحو 700 ألف فدان مزروع منها نحو 171.9 ألف فدان تمثل نحو 24.6%، وذلك رغم توافر الموارد المائية وخصوبة التربة[4]، من بين هذه المعوقات إرتفاع أسعار الطاقة التقليدية اللازمة لتشغيل آلات وماكينات الرى المستخدمة فى الإنتاج النباتى والتى إرتفعت تكاليفها بعد زيادة أعماق الأبار وخفض الدعم المقدم من الدولة للمنتجات البترولية مما رفع تكاليف الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة، ولمواجهة هذه المشكلة قام العديد من المستثمرين بإستخدم الرى بالطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى مع إستخدام الطاقة التقليدية كرى تكميلى أو أساسى بالعديد من المزارع الأخرى بمنطقة الفرافرة.

أهداف البحث: يستهدف البحث دراسة كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتي بواحة الفرافرة من خلال دراسة مجموعة الأهداف الفرعية التالية:

أولاً: دراسة الوضع الراهن لكمية إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر.

ثانياً: دراسة الكفاءة الإقتصادية لإستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة.

ثالثاً: تقدير التكلفة البيئية لإستخدام أنظمة الطاقة فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة.

رابعاً: التعرف على أهم مشاكل إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة.

الطريقة البحثية ومصادر البيانات: إعتمد البحث على بعض أساليب التحليل الوصفي والكمي لتوصيف البيانات وقياسها والحصول على النتائج، من خلال تحليل بيانات السلاسل الزمنية والمقطعية، كمعادلات الإتجاه الزمنى العام لتقدير معدل النمو السنوي وكذلك تقدير العلاقات الإنحدارية لمتغيرات الدراسة، كما تم إستخدام مقاييس الكفاءة الإقتصادية البسيطة والجزئية فى صورتها الكمية والنسبية لتقدير كفاءة أنظمة الرى المستخدمة فى الإنتاج النباتى، والإضاءة المنزلية كأحد خدمات البنية الأساسية

المساعدة للإنتاج النباتى بمنطقة الفرافرة، وكذلك تقدير أثر إستخدام الطاقة الشمسية فى الحد من إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون كأحد الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الإحتباس الحرارى، ودورها فى تقليل التكلفة البيئية للتخلص من هذه الإنبعاثات، وتناول البحث الأهمية النسبية لمشاكل إستخدام الطاقة الشمسية من الناحيتين الفنية والمادية بواحة الفرافرة.

وإعتمد البحث فى تحقيق أهدافه على البيانات الثانوية المنشورة وغير المنشورة لوزارة الكهرباء والطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضى، وزارة الموارد المائية والرى، مديرية الزراعة بالوادى الجديد، كذلك البحوث والدراسات وثيقة الصلة بموضوع البحث، كما تم الإستعانة ببعض مواقع الإنترنت المتخصصة فى مجال الطاقة الجديدة والمتجددة، بالإضافة إلى بيانات عينة الدراسة التى تم تجميعها من خلال إستبيان ميدانى بالمقابلة الشخصية مع المستثمرين بمناطق وقرى واحة الفرافرة، وتم تدقيق البيانات الفنية للطاقة الشمسية من الباحثين المتخصصين بمركز بحوث الصحراء، وبعض المتخصصين فى مجال الطاقة الشمسية بمنطقة الفرافرة.

مفاهيم بحثية:

1- الطاقة المتجددة Renewable Energy : الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التى تتجدد أو التى لا تنفذ، أى أن معدل إنتاجها أكبر من معدل إستخدامها ومن أبرز صورها الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المساقط المائية، طاقة الكتلة (البيوجاز)، طاقة حرارة باطن الأرض، طاقة حركة أمواج المد والجزر، وتتميز هذه المصادر عن الوقود الأحفورى بأنه لا ينشاء عنها تلوث للبيئة[17].

2- الطاقة الجديدة New Energy : المصادر الأخرى للطاقة التى لم يسبق إستخدامها وهو مفهوم يختلف معناه من منطقة إلى أخرى ومن فترة زمنية إلى أخرى، كما أنه أوسع نطاقاً من مفهوم الطاقة المتجددة حيث يشمل الطاقة المتجددة وغير المتجددة[6].

3- فقر الطاقة Energy Poverty : حرمان قاعدة عريضة من السكان فى الدول من خدمات الطاقة الحديثة، حيث يوجد نحو 3.1 مليار فرد فى العالم لا يحصلون على خدمات الكهرباء وفقاً لإحصائيات هيئة الطاقة الدولية[16].

4- كفاءة الطاقة Energy Efficiency : تخفيض إستهلاك الطاقة فى العملية الإنتاجية دون الإخلال بمستوى المخرجات من السلع والخدمات من حيث الكمية المنتجة والتكلفة أو الجودة، أو رفع مستوى المخرجات بإستهلاك نفس القدر من الطاقة[19].

5- إستدامة الطاقة Sustainable Energy : توفير الدول لمصادر الطاقة للأجيال الحالية دون المساس بحق الأجيال القادمة، من خلال تقليل معدل نفاذ المخزون فى باطن الأرض، وتفعيل الإستخدام الأمثل للطاقات المتجددة بتطوير تكنولوجياتها ونشر ثقافة إستخدامها[15].

6- أمن الطاقة Energy Security : توفير الطاقة بكافة صورها شريطة توافر ثلاثة شروط أساسية وهى أن تكون بكميات تناسب الطلب عليها، وأن تكون بتكلفة يتحملها المستهلك والمنتج، وأن تكون آمنة وموثوق فى إستدامتها[15].

7- الكفاءة Efficiency : مقياس جزئى من مقاييس الفعالية، والتى تعبر عن درجة تحقيق الوحدة الإقتصادية نفس المستوى من المخرجات ولكن بتكلفة أقل، أو تحقيق مستوى أكبر من المخرجات بنفس التكلفة.

النتائج البحثية ومناقشتها:

أولاً: الوضع الراهن لكمية إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر:

يبين جدول رقم (3) بالملحق الوضع الراهن لتطور إنتاج الكهرباء من المصادر الجديدة والمتجددة فى مصر والتى بلغ إنتاجها نحو 16996.79 مليون ك. و. س سنوياً كمتوسط للفترة (2009-2021)، بحد أدنى بلغ نحو 13996 مليون ك. و. س عام 2010، وحد أقصى بلغ نحو 24732 مليون ك.و.س عام 2020. وتشير معادلة الإتجاه الزمني العام بجدول رقم (1) إلى وجود إتجاهاً عاماً متزايداً معنوي إحصائياً يبلغ نحو 883.61 مليون ك.و.س سنوياً وبمعدل نمو سنوي بلغ نحو 5.20% من إجمالى إنتاج الكهرباء خلال الفترة، ويفسر عامل الزمن نحو 68% من التغيرات الإجمالية فى الزيادة فى إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر خلال فترة الدراسة.

جدول رقم (1): المعالم الإحصائية لمعادلات الإتجاه الزمني العام لتطور إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر الجديدة والمتجددة فى مصر خلال الفترة (2009-2021)

البيان	الوحدة	حد أدنى	حد أقصي	المتوسط	مقدار التغير السنوي (β)	المعنوية (t)	R^2	F	معدل النمو السنوى (%)
طاقة مائية	القيمة	12850	15119	13642.62	141.34	**3.25	0.51	10.57	1.04
(مليون ك. و. س)	السنة	2018	2020						
طاقة رياح	القيمة	931	5443	2218.08	335.72	**5.21	0.73	27.13	15.14
(مليون ك. و. س)	السنة	2009	2021						
طاقة شمسية	القيمة	114	4920	1466.90	402.83	**3.77	0.59	14.23	27.46
(مليون ك. و. س)	السنة	2014	2021						
إجمالى إنتاج الطاقة الجديدة والمتجددة (مليون ك. و. س)	القيمة	13996	24732	16996.79	883.61	**4.60	0.68	21.14	5.20
	السنة	2010	2020						

$\hat{Y}$= القيمة المقدرة للمتغير التابع ويمثل متغيرات إجمالي إنتاج الطاقة الجديدة والمتجددة، الطاقة المائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية.

X = المتغير المستقل ويمثل متغير الزمن خلال فترة الدراسة (2009-2021).

- مستوى المعنوية: (*) تمثل مستوى المعنوية عند 0.05، (**) تمثل مستوى المعنوية عند 0.01.

المصدر: حسبت من جدول رقم (3) بالملحق.

كما بين الجدول السابق ذكره أن إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية يبلغ نحو 13642.62 مليون ك.و. س سنوياً كمتوسط للفترة (2009-2021) تمثل نحو 82.6% من متوسط إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة خلال الفترة (2009-2021)، بحد أدنى بلغ نحو 12850 مليون ك. و. س عام 2018، وبحد أقصى بلغ نحو 15119 مليون ك. و. س عام 2020. وتوضح معادلة الإتجاه الزمني العام بجدول رقم (1) وجود إتجاهاً عاماً متزايداً معنوي إحصائياً بلغ نحو 141.34 مليون ك. و. س سنوياً بمعدل نمو سنوي بلغ نحو 1.04% من إجمالى إنتاج الكهرباء خلال الفترة، ويفسر عامل الزمن نحو 51% من التغيرات الإجمالية فى الزيادة فى إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية فى مصر خلال الفترة.

ويظهر جدول رقم (3) بالملحق أن إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح تبلغ نحو 2218.08 مليون ك.و.س سنوياً كمتوسط للفترة (2009-2021) تمثل نحو 12.2% من متوسط إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر خلال الفترة المذكورة، بحد أدنى بلغ نحو 931 مليون ك. و. س عام 2009، وبحد أقصى بلغ نحو 5443 مليون ك.و.س عام 2021، وتبين معادلة الإتجاه الزمني العام بجدول رقم (1) وجود إتجاهاً عاماً متزايداً معنوي إحصائياً يبلغ نحو 335.72 مليون ك.و.س سنوياً بمعدل نمو سنوي بلغ نحو 15.14% من إجمالى إنتاج الكهرباء خلال الفترة، ويفسر عامل الزمن نحو 73% من التغيرات الإجمالية فى الزيادة فى إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح فى مصر خلال الفترة.

ويظهر جدول رقم (3) بالملحق أن إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بلغ نحو 1466.90 مليون ك.و.س سنوياً كمتوسط للفترة المذكورة تمثل نحو 6.68% من متوسط إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة خلال الفترة المذكورة، بحد أدنى بلغ نحو 114 مليون ك.و.س عام 2014، وبحد أقصى بلغ نحو 4920 مليون ك.و.س عام 2021، وتشير معادلة الإتجاه الزمني العام بجدول رقم (1) إلى وجود إتجاهاً عاماً متزايداً معنوي إحصائياً يبلغ نحو 402.83 مليون ك.و.س سنوياً بمعدل نمو سنوي بلغ نحو 27.46% من إجمالى إنتاج الكهرباء خلال الفترة، ويفسر عامل الزمن نحو 59% من التغيرات الإجمالية فى الزيادة فى إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية فى مصر خلال فترة الدراسة.

ويشير جدول رقم (3) بالملحق إلى أن إنتاج الكهرباء من طاقة الكتلة (البيوجاز) تبلغ نحو 33.4 مليون ك.و.س سنوياً كمتوسط للفترة المذكورة تمثل نحو 0.14% من متوسط إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة خلال الفترة المذكورة، بحد أدنى يبلغ نحو 12.00 مليون ك.و.س عام 2020، وبحد أقصى بلغ نحو 84.00 مليون ك.و.س عام 2021. بينما لم تثبت المعنوية الإحصائية لتأثير متغير الزمن خلال الفترة وذلك بسبب عدم إستقرار بينات السلسلة الزمنية للمتغير التابع خلال فترة الدراسة.

- **توصيف منطقة الدراسة:**

تبلغ مساحة واحة الفرافرة نحو 132.6 ألف كم^2 تمثل نحو 30.1% من مساحة محافظة الوادى الجديد البالغة نحو 440 ألف كم^2، منها

مساحة مزروعة تبلغ نحو 171.9 ألف فدان تمثل نحو 24.6% من المساحة الصالحة للزراعة بالفرافرة البالغة نحو 700 ألف فدان، بينما تمثل نحو 39.7% من إجمالى المساحة المزروعة بالمحافظة البالغة نحو 432.8 ألف فدان، وتبلغ المساحة المحصولية بالفرافرة نحو 257.00 ألف فدان بمعامل تكثيف زراعى يبلغ نحو 1.5، وتقع الأراضى الزراعية بواحة الفرافرة من حيث الجدارة الإنتاجية بين أراضى الدرجة الثالثة والدرجة الرابعة وهى أراضى يمكن إستصلاحها وإستزراعها مع ضرورة مراعاة مجموعة من العوامل المحددة للإنتاج ونوعية النباتات قبل الزراعة، وترجع الأهمية الإقتصادية للتعرف على تصنيف الأراضى إلى دورها فى تحديد درجة الصلاحية لكل نوع من أنواع هذه الأراضى وما يترتب على ذلك من تحديد لإستخداماتها المختلفة التى تحقق أفضل عائد إقتصادى للمزارعين، ويبلغ عدد الحائزين للأراضى الزراعية بواحة الفرافرة نحو 7617 حائز بمتوسط مساحة حيازية تبلغ نحو 22.16 فدان لكل حائز[4].

وتعتبر واحة الفرارة أحد المنخفضات الوسطى ضمن مجموعة منخفضات الصحراء الغربية والتى تتكون من أحجار طباشيرية، وحجر جيرى، وطفلة رخوة، وهى أراضى شديدة الجفاف حيث لا يتعدى معدل سقوط الأمطار بها نحو 10مم/سنة، ومعدل البخر نحو 15مم/يوم ومصدر المياه الوحيد بالواحة المياه الجوفية التى تنخفض بها نسبة الملوحة حيث تبلغ ببعض المناطق بين 122- 310 مم/لتر ودرجة حرارتها بين 24- 40 درجة مئوية، فى حين يبلغ سمك طبقة المياه الحاملة بالخزان نحو 2000م نظراً لوقوع الفرافرة فى قاع المنخفض مما يفسر وجود بعض الأبار بالدفع الذاتى للمياه دون إستخدام ألات رى، عرفت الفرافرة فى عهد الفراعنة بأرض البقر لكثرة المراعى الطبيعية، وفى عهد الرومان بأرض الحبوب.

وتعتمد الزراعة بمحافظة الوادى الجديد على المياه الجوفية من الخزان الرملى النوبى الذى يغطى إجمالى مساحة الوادى الجديد ويبلغ إجمالى الموارد المائية المستخدمة فى الزراعة بالمحافظة نحو 1.94 مليار م3 سنوياً، وينخفض المقنن المائى للفدان بالفرافرة بنحو 20% عن أراضى المحافظة مما يجعلها أهم مناطق الإستثمار الزراعى بالمشروع القومى لزراعة المليون ونصف المليون فدان، ويبلغ عدد سكان واحة الفرافرة نحو 38.01 ألف نسمة تمثل نحو 14.8% من عدد السكان بالمحافظة البالغ نحو 257.25 ألف نسمة، منهم نحو 2561 نسمة تعمل بالجهاز الإدارى للدولة تمثل 6.8% من إجمالى عدد العاملين بالجهاز الإدارى بمحافظة الوادى الجديد البالغين نحو 37.47 ألف عامل[4].

ويبين جدول رقم (4) بالملحق الوضع الراهن لخدمات البنية الأساسية الزراعية وغير الزراعية الداعمة للإستثمار والتنمية بواحة الفرافرة والتى تظهر توافر جانب كبير من هذه الخدمات بمدينة الفرافرة بينما تفتقر القرى وتوابعها إلى هذه الخدمات، مما يؤثر على معدلات تحقيق التنمية المستدامة، ويجب إعادة النظر فى توفيرها بباقى قرى وتوابع واحة الفرافرة.

- عينة الدراسة:

تضم منطقة الفرافرة 10 مناطق بإجمالي عدد حائزين يبلغ نحو 7617 حائز وجملة مساحة مزروعة تبلغ نحو 171.9 ألف فدان، وتم أختيار العينة بكسر معاينة 5% تمثل نحو 381 مزارعاً، وقد تم توزيعهم علي قرى المنطقة عن طريق إستخدام المتوسط الهندسي والمتوسط الهندسي المعدل لكلاً من أعداد المزارعين والمساحات المزروعة بقرى تلك المناطق، وحساب حجم العينة بكل منطقة، وجاءت نتائج الحصر الميدانى للعينة كما يبينها جدول رقم (2) على النحو التالى.

جدول رقم (2): توزيع عينة الدراسة لمزارعى الإنتاج النباتى بمناطق واحة الفرافرة (2021/2020)

البيان	المناطق	المساحة (ألف فدان)			عدد الحائزين (حائز)		الوسط الهندسى	الوسط الهندسى المعدل	عدد مفردات العينة (مفردة)
		الكلية	المزروعة	%	الحائزين	%			
عينة الدراسة	أبو منقار	90	25.47	14.84	793	10.41	12.4	14.3	54
	أبو هريرة	17.75	15.88	9.25	877	11.51	10.3	11.8	45
	الخير والنماء	15.7	13.86	8.07	700	9.19	8.6	9.9	38
	الكفاح	24.49	19.09	11.12	2114	27.75	17.6	20.2	77
	الفرافرة الأم	13.23	11.41	6.65	938	12.31	9.1	10.4	40
	اللواء صبيح	16.61	14.49	8.44	1051	13.80	10.8	12.4	47
	النهضة	12.67	8.53	4.97	848	11.13	7.4	8.5	32
	سهل قرين	65.55	18.57	10.82	31	0.41	2.1	2.4	9
	سهل بركة	78.45	20.32	11.84	30	0.39	2.2	2.5	10
	الريف المصرى	140.46	24.04	14.00	235	3.09	6.6	7.6	29
	الأجمالى	**475**	**171.67**	**100.0**	**7617**	**100**	**87.1**	**100**	**381**

(*) المساحة الكلية شاملة مناطق الزراعة بالإضافة إلى الأراضى البور والمناطق الخدمية والسكنية (المنافع).

المصدر: (1) وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضى، مديرية الزراعة بالوادى الجديد، وحدة الشئون الزراعية (2021/2020).

(2) جمعت وحسبت من إستمارات الإستبيان بواحة الفرافرة (2021/2020).

– أهمية إختيار منطقة الدراسة:

تعمل الدولة جاهدتاً على زيادة الرقعة المزروعة بالمناطق الصحراوية لمواجهة العجز المتنامى فى إنتاج بعض السلع الزراعية وتحقيق الأمن الغذائى بإستصلاح وإستزراع نحو 1.5 مليون فدان تمثل منطقة الفرافرة منها نحو 82.1% من المساحة المستهدف إستصلاحها وإستزراعها بالصحراء الغربية البالغة نحو 280 ألف فدان، بينما تمثل نحو 15.3% من إجمالى مساحة المشروع. كما تقع منطقة الفرافرة فى المرتبة الثانية بالمراكز الإدارية بمحافظة الوادى الجديد بمساحة كلية تمثل نحو 30.1%، بينما تمثل نحو 13.2% من مساحة مصر، وتعد واحة الفرافرة أحد مناطق التركز البحثى والعلمى لمركز بحوث الصحراء كأحد المراكز العلمية المتخصصة فى زراعات المناطق الجافة والصحراوية، لذا كلفت إدارة المركز الهيئة البحثية بالشعب والأقسام بتوسيع دراساتهم وأبحاثهم فى دراسة أهمية إستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة فى رفع كفاءة إستغلال الموارد المائية والأرضية بالمناطق الصحراوية طبقاً للخطة البحثية للمركز والمنبثقة من الخطة القومية للقطاع الزراعى فى مصر بالتوجه نحو تحقيق التنمية المستدامة بالمناطق الصحراوية، لذا تم إختيار منطقة الفرافرة كأحد أكبر المساحات المستهدف زراعتها بالمشروع بالصحراء الغربية.

ثانياً: الكفاءة الإقتصادية لإستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة:

تعتبر الكفاءة مقياس يمكن من خلاله معرفة مدى فاعلية عامل من العوامل فى حالة إستخدامه مع عوامل أخرى، ويعد تحقيق الكفاءة فى الإنتاج الزراعى من متطلبات الرفاهية الإقتصادية حيث أن زيادة كفاءة إستخدام الطاقة القائمة يؤدى إلى زيادة الأرباح وبالتالى زيادة القدرة على الإستثمار وزيادة الدخل القومى، كما أن تحسين كفاءة الإنتاج تؤدى إلى تخفيض التكاليف وزيادة الإنتاجية وبالتالى قدرة أكبر للمنتجات على المنافسة والنفاذ للأسواق الخارجية[13].

وتعرف الكفاءة الإقتصادية بأنها مقياس لأفضلية الإختيار بين مختلف السلع الإنتاجية وبين الأساليب المستخدمة فى إنتاجها، حيث يتم تقيم هذا الإختيار بمعيارى تكلفة إنتاج هذه السلع وقيمتها، وبالتالى تصبح الكفاءة الإقتصادية ذو أهمية كبيرة فى حالة ندرة الموارد الإنتاجية المستخدمة، وعندما يمكن توليفها بطرق مختلفة للحصول على نفس الناتج بتكلفة أقل أو تحقيق قدر أكبر من الإنتاج بنفس التكلفة[10].

ويعد رفع كفاءة إستخدام بعض العناصر الإنتاجية ذات التكلفة المرتفعة فى الإنتاج النباتى بالأراضى الصحراوية من أهداف السياسة الزراعية، ويأتى فى مقدمة هذه العناصر إستخدام الطاقة الشمسية فى رى محاصيل الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة كخيار إستراتيجى وذلك لعدة أسباب أهمها إرتفاع أعماق آبار الرى والتى تصل بين 300– 700 متراً كمتوسط لأعماق الآبار حالياً، حيث كانت أعماق الآبار بالفرافرة حتى عام 1993 تصل إلى نحو 22 متراً لوقوع الفرافرة فى أعمق نقطة فى المنخفض الأوسط للصحراء الغربية، ثم تزايدت أعماق الآبار تدريجياً نتيجة

التوسع فى الإستصلاح والإستزراع النباتى نظراً لإرتفاع خصوبة التربة وتوافر المياه من الخزان الرملى النوبى، وقد أدى إرتفاع عمق الأبار إلى إرتفاع تكاليف الإنتاج النباتى بإستخدام ماكينات الرى بالديزل لإرتفاع أسعار السولار والزيوت وتكاليف النقل، لذلك بدأ التحول التدريجى لإستخدام الطاقة الشمسية فى الرى وإستخدامات البنية الأساسية المساعدة للإنتاج النباتى كأضاءة المنازل الريفية، تشغيل بعض الآلات التى تعمل بالكهرباء كبطاريات شحن محشات الأعلاف الآلية، وآلات العمليات الزراعية الصغيرة.

ويعمل البحث على دراسة كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة من خلال دراسة إستخداماتها الحالية كطاقة جديدة ومقارنتها بإستخدامات الطاقة التقليدية من منظور إقتصادى وبيئى.

أ- آثر إستخدام أنظمة الطاقة على تكاليف الرى لأهم محاصيل الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة:

بدأ التحول التدريجى لإستخدام الطاقة الشمسية فى رى المحاصيل الزراعية كبديل لطاقة الديزل بواحة الفرافرة رغم إرتفاع تكاليف البنية الأساسية لإنشاء وحدة الطاقة الشمسية إلا أن طول العمر الإنتاجى لها جعل تكاليف التشغيل إقتصادية مقارنةً بتكاليف الرى بإستخدام طاقة الديزل، ومما يزيد من إقتصاديات إستخدام الطاقة الشمسية بمنطقة الدراسة إرتفاع أسعار السولار والزيوت فى الفترة الأخيرة حيث بلغ متوسط سعر برميل البترول عالمياً نحو 130 دولار وفى ذات الوقت إنخفاض قيمة العملة الوطنية الجنيه مقابل الدولار بنحو 15-20% مما يزيد من تكاليف الرى بطاقة الديزل حيث ترتفع معها تكاليف قطع الغيار وعمرة الماتور والتى تحدث على فترات قصيرة مقارنةً بتكاليف الصيانة والتشغيل لوحدة الطاقة الشمسية.

ويبين جدول رقم (3) آثر إستخدام أنظمة الطاقة على تكاليف الرى لمحاصيل عينة الدراسة بالفرافرة للسنة الزراعية (2021/2020) حيث بلغت التكاليف الكلية بالعينة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 6819، 6154، 7668، 8763، 24494، 9578، 18271 جنيه/فدان فى حين بلغت فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 8491.4، 7293.2، 12910.6، 26177.8، 11519.3، 22145.9 جنيه/فدان على الترتيب لجميع ماسبق. ويعزى السبب الأول إلى التغير فى التكاليف الكلية بين النظامين إلى إختلاف التكاليف الثابتة والإستثمارية بين محاصيل عينة الدراسة كما يبين الجدول السابق وجدول رقم (2) بالملحق ومنها طول فترة الإنتاج لمحصولى نخيل البلح والبرسيم الحجازى فيرتفع نصيبهما من تكاليف البنية الأساسية مقارنةً بالمحاصيل موسمية الإنتاج، كذلك إختلاف نظام الرى المتبع فى رى المحاصيل حيث ترتفع تكاليف الرى بالرش عن الرى بالتنقيط ، بينما ترتفع تكاليف الرى بالتنقيط مقارنةً بالرى بالغمر نظراً لإرتفاع تكاليف مكونات الشبكة من نظام إلى أخر.

جدول رقم (3): آثر إستخدام أنظمة الطاقة على تكاليف الرى لمحاصيل عينة الدراسة للإنتاج النباتى بالفرافرة (2021/2020)

الإنتاج النباتى (فدان)		قمح	شعير	بنجر سكر	برسيم حجازى	بطاطس	فول سودانى	نخيل البلح
أسلوب الرى (*)		غمر	غمر	رش	غمر	بيفوت	رش	تنقيط
بنود التكاليف والإيرادات	الوحدة							
جملة التكاليف الإستثمارية والثابتة (**)	جنيه	**676**	**676**	**1026**	**1352**	**1292**	**1026**	**2362**
تكاليف إعداد الأرض والزراعة	جنيه	1525	1275	900	2225	15400	2900	8500
تكاليف الري بالطاقة الشمسية	جنيه	276	276	242	552	242	242	484
تكاليف الري بطاقة الديزل (سولار)	جنيه	1948.4	1415.2	1961.4	4699.6	1925.8	2183.3	4358.9
تكاليف التسميد والمبيدات والمغذيات	جنيه	2025	1610	1850	1700	3100	1760	1550
أجور عمال (عمليات- حراسة- حصاد)	جنيه	900	900	1650	1350	2160	1750	1400
عمل آلي (رش مبيدات- مغذيات- نقل)	جنيه	150	150	250	0	350	200	500
قسط الإهلاك السنوى	جنيه	217	217	250	434	250	250	225
تكاليف الحصاد والنقل	جنيه	800	800	1250	800	1200	950	2500
عبوات جمع وتعبئة	جنيه	0	0	0	0	250	250	250
الإشراف والمتابعة	جنيه	250	250	250	350	250	250	500
جملة التكاليف المتغيرة :-	-							
حالة إستخدام الطاقة الشمسية	جنيه	**6143**	**5478**	**6642**	**7411**	**23202**	**8552**	**15909**
حالة إستخدام طاقة الديزل	جنيه	**7815.4**	**6617.2**	**8361.4**	**11558.6**	**24885.8**	**10493.3**	**19783.9**
إجمالي التكاليف الكلية :-	-							
حالة إستخدام الطاقة الشمسية	جنيه	**6819**	**6154**	**7668**	**8763**	**24494**	**9578**	**18271**
حالة إستخدام طاقة الديزل	جنيه	**8491.4**	**7293.2**	**9387.4**	**12910.6**	**26177.8**	**11519.3**	**22145.9**
متوسط الإنتاج للمنتج الرئيسى	طن	1.95	1.8	29	12	21	1.3	3
متوسط الإنتاج للمنتج الثانوى	حمل/ فسيلة	4	4	-	0	0	-	180
عائد بيع المنتج الرئيسى	جنيه	9750	9000	20880	18000	47250	26000	30000
عائد بيع المنتج الثانوى	جنيه	1200	1200	300	0	0	600	16200
إجمالى الإيرادات	جنيه	**10950**	**10200**	**21180**	**18000**	**47250**	**26600**	**46200**
صافى العائد المزرعى :-	-							
حالة إستخدام الطاقة الشمسية	جنيه	**4131.0**	**4046.0**	**13512.0**	**9237.0**	**22765.0**	**17022.0**	**27929.0**
حالة إستخدام طاقة الديزل	جنيه	**2458.6**	**2906.8**	**11792.6**	**5089.4**	**21072.2**	**15080.7**	**24054.1**
معدل التغير	%	40.5	28.2	12.7	44.9	7.4	11.4	13.9

العائد الكلى = كمية الإنتاج × سعر الطن ، التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة، صافى العائد = إجمالى العائد – إجمالى التكاليف

(*) بعض المحاصيل يستخدم فيها نظام الرى بالغمر، ومزارع أخرى الرى بالرش لنفس المحصول وتم تناول النظام الأكثر إستخداماً بالعينة.

(**) تم حساب التكاليف الإستثمارية والثابتة لمحاصيل الدراسة والتى يرجع إختلاف قيمتها حسب نظام الرى ومدة المحصول كما بجدول (1) بالملحق.

- محصول نخيل البلح أصناف بلدية، البطاطس والفول السودانى تصدير، البرسيم الحجازى سنة زراعية كاملة، البنجر يوجد دعم من المصنع فى الإنتاج

المصدر: جمعت وحسبت من إستمارات الإستبيان بواحة الفرافرة (2021/2020).

بينما يرجع السبب الثانى لإختلاف التكاليف الكلية إلى إختلاف التكاليف المتغيرة حيث يستخدم بعض المزارعين الرى بالطاقة الشمسية بينما يستخدم البعض الأخر نظام الرى بطاقة الديزل، وبلغت التكاليف المتغيرة بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 276، 276، 242، 552، 242، 242، 484 جنيه/فدان، بينما بلغت فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 1948.4، 1415.2، 1961.4، 4699.6، 1925.8، 2183.3، 4358.9 جنيه/فدان على الترتيب لجميع ما سبق.

كما أظهر الجدول السابق إجمالى الإيرادات لكل من المنتج الرئيسى والثانوى بالعينة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح والبالغة نحو 10950، 10200، 21180، 18000، 47250، 26600، 46200 جنيه/فدان على الترتيب.

وفى ضوء كل من التكاليف والإيرادات الكلية بلغ صافى العائد المزرعى بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 4131، 4046، 13512، 9237، 22765، 17022، 27929 جنيه/فدان، فى حين بلغ فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 2458.6، 2906.8، 5089.4، 21072.2، 15080.7، 24054.1 جنيه/فدان بمعدل تغير بلغ نحو 40.5%، 28.2%، 12.7%، 44.9%، 7.4%، 11.4%، 13.9% على الترتيب لجميع ماسبق.

وبناء على ما سبق يتبين إرتفاع كفاءة إستخدام الرى بالطاقة الشمسية مقارنةً بالرى بطاقة الديزل لمحاصيل الإنتاج النباتى بعينة الدراسة بالفرافرة، والذى يرجع إلى تحقيق نفس القدر من الإيرادات بتكاليف أقل وصافى عائد أعلى فى حالة الرى بإستخدام الطاقة الشمسية مقارنةً بالرى بطاقة الديزل نظراً لإرتفاع تكاليف السولار والزيوت لإنخفاض الدعم المقدم من الدولة للمنتجات البترولية، فى الوقت الذى تمنح فيه الدولة قروض لمستخدمى الطاقة الشمسية بفائدة تبلغ نحو 5% لتقليل ما تتحملة الموازنة العامة للدولة من تكاليف توفير النقد الأجنبى لإستيراد المنتجات البترولية.

يبين جدول رقم (4) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.01) بين متوسطي تكاليف أنظمة الطاقة المستخدمة فى الإنتاج النباتى بمنطقة الفرافرة لكل من تكاليف طاقة الري بالديزل وتكاليف طاقة الري بالطاقة الشمسية لجميع المحاصيل محل الدراسة بالعينة، ويرجع ذلك إلى إنخفاض تكاليف الري بالطاقة الشمسية مقارنةً بطاقة الرى بالديزل.

جدول رقم (4): تحليل الفرق بين متوسطى تكاليف أنظمة الطاقة المستخدمة فى رى محاصيل العينة بالفرافرة (2021/2020)

المحصول	طاقة الري	العدد	المتوسط	الإنحراف المعياري	قيمة (t)	مستوى المعنوية
القمح	طاقة الديزل	50	1948.4	153.5	78.9	(**)
	طاقة شمسية	50	276	9.2		
الشعير	طاقة الديزل	50	1415.2	34.8	221.4	(**)
	طاقة شمسية	50	276	10.7		
بنجر السكر	طاقة الديزل	50	1961.4	133.9	90.5	(**)
	طاقة شمسية	50	242	10.2		
برسيم حجازي	طاقة الديزل	50	4699.6	342.6	84.9	(**)
	طاقة شمسية	50	552	41.2		
بطاطس	طاقة الديزل	50	1925.8	60.8	194.3	(**)
	طاقة شمسية	50	242	7.2		
فول سوداني	طاقة الديزل	50	2183.3	89.1	153.4	(**)
	طاقة شمسية	50	242	8.6		
نخيل البلح	طاقة الديزل	50	4358.9	205.6	131.03	(**)
	طاقة شمسية	50	484	37.8		

المصدر: جمعت وحسبت من إستمارة الإستبيان بواحة الفرافرة (2021/2020).

ب- معايير الكفاءة الإقتصادية لإستخدام الطاقة الشمسية لمحاصيل الإنتاج النباتى بعينة الدراسة بواحة الفرافرة :

يوجد عدة مقاييس لتقييم الكفاءة الإقتصادية كل منها يحقق هدفاً معيناً على نحو يختلف عن المقياس الأخر، حيث لا يوجد مقياس يغطى كل جوانب الكفاءة الإقتصادية، ويتم تقيم الكفاءة فى هذا الجزء بأسلوب المؤشرات البسيطة والمقاييس الجزئية والتى تعبر عن كفاءة الإنتاج لعنصر واحد، والذى يمثل تكاليف الرى بإستخدام أنظمة الطاقة الجديدة والتقليدية:

1- مقاييس الكفاءة الإقتصادية الجزئية (النقدية):

ويعبر هذا النوع من المقاييس عن كفاءة الإنتاج لعنصر واحد فقط من عناصر الإنتاج بقسمة المخرجات على المدخلات فى وحدة زمنية معينة، ويمكن إستخدام النقود أو النسبة المئوية كمعيار لقيمة المخرجات والمدخلات. ويوضح جدول رقم (5) مقاييس الكفاءة الإقتصادية لأنظمة الطاقة المستخدمة فى رى الإنتاج النباتى بعينة الدراسة بواحة الفرافرة للسنة الزراعية (2021/2020)، وذلك على النحو التالى:

أ- **عائد الجنيه من تكاليف الرى:** يبلغ عائد الجنيه من تكاليف الرى بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 39.7، 37.00، 87.50، 32.6، 195.2، 109.9، 95.5 جنيه، بينما يبلغ فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 5.6، 7.2، 10.8، 3.8، 24.5، 12.2، 10.6 جنيه على الترتيب لما سبق.

ب- **صافى أربحية الجنيه من تكاليف الرى:** يبلغ صافى عائد أربحية الجنيه من تكاليف الرى بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس،

الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 15.00، 14.7، 55.8، 16.7،94، 94.1، 70.3، 57.7 جنيه، فى حين يبلغ فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 1.3، 2.1، 6.0، 1.1، 10.9، 6.9، 5.5 جنيه على الترتيب لجميع ما سبق.

ج- تكلفة وحدة مياه الرى: تبلغ تكلفة وحدة مياه الرى بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بأستخدام الطاقة الشمسية نحو 0.08، 0.09، 0.07، 0.05، 0.07، 0.06، 0.06 جنيه/م3، بينما تبلغ فى حالة الرى بإستخدام طاقة الديزل نحو 0.59، 0.45، 0.56، 0.45، 0.58، 0.52، 0.54 جنيه/م3 على الترتيب.

د- تكاليف رى الطن من المحصول: يبلغ تكاليف رى الطن بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بإستخدام الطاقة الشمسية نحو 141.5، 153.3، 8.3، 46.0، 11.5، 186.2، 161.3 جنيه/طن، وتبلغ تكاليف رى الطن لمحاصيل العينة بإستخدام طاقة الديزل نحو 999.2، 786.2، 67.6، 391.6، 291.7، 1689.5، 1453،0 جنيه/طن على الترتيب.

هـ- صافى العائد لوحدة مياه الرى: يبلغ صافى العائد لوحدة مياه الرى بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 1.3، 1.3، 3.9، 0.9، 6.8، 4.1، 3.5 جنيه/م3، فى حين تبلغ فى حالة الرى بإستخدام طاقة الديزل نحو 0.7، 0.9، 3.4، 0.5، 6.3، 3.6، 3.0 جنيه/م3 على الترتيب لجميع ماسبق.

2- مقاييس الكفاءة الإقتصادية الجزئية (النسبية):

أ- **معدل الكفاءة الإقتصادية:** يبلغ معدل الكفاءة الإقتصادية بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو161%، 166%، 276%، 205%، 193%، 278%، 253%، بينما تبلغ فى حالة الرى بإستخدام طاقة الديزل نحو 129%، 140%، 226%، 139%، 180%، 231%، 209% على الترتيب لجميع ماسبق.

ب–جدول رقم (5): مقاييس الكفاءة الإقتصادية لأنظمة الطاقة المستخدمة فى رى الإنتاج النباتى بالفرافرة (2021/2020)

درجة التقييم	المؤشرات	أنظمة الطاقة	الوحدة	قمح	شعير	بنجر سكر	برسيم حجازى	بطاطس	فول سودانى	نخيل البلح
مقاييس جزئية (نقدية)	كمية مياه الرى	-	م3/فدان	3298	3115	3508	10344	3341	4162	8038
	الإيراد الكلى	-	جنيه/فدان	10950	10200	21180	18000	47250	26600	46200
	التكاليف الكلية	طاقة شمسية	جنيه/فدان	6819	6154	7668	8763	24494	9578	18271
		طاقة ديزل	جنيه/فدان	8491.4	7293.2	9387.4	12910.6	26177.8	11519.3	22145.9
		معدل التغير	%	24.5	18.5	22.4	47.3	06.9	20.3	21.2
	صافى العائد المزرعى	طاقة شمسية	جنيه/فدان	4131	4046	13512	9237	22765	17022	27929
		طاقة ديزل	جنيه/فدان	2458.6	2906.8	11792.6	5089.4	21072.2	15080.7	24054.1
		معدل التغير	%	40.5	28.2	12.7	44.9	7.4	11.4	13.9
	تكاليف الرى	طاقة شمسية	جنيه/فدان	276	276	242	552	242	242	484
		طاقة ديزل	جنيه/فدان	1948.4	1415.2	1961.4	4699.6	1925.8	2183.3	4358.9
		معدل التغير	%	705.9	512.8	810.5	851.4	795.8	902.2	900.6
	عائد الجنيه من تكاليف الرى	طاقة شمسية	جنيه	39.7	37.0	87.5	32.6	195.2	109.9	95.5
		طاقة ديزل	جنيه	5.6	7.2	10.8	3.8	24.5	12.2	10.6
	صافى أربحية الجنيه من تكاليف الرى	طاقة شمسية	جنيه	15.0	14.7	55.8	16.7	94.1	70.3	57.7
		طاقة ديزل	جنيه	1.3	2.1	6.0	1.1	10.9	6.9	5.5
	تكلفة وحدة مياه الرى	طاقة شمسية	جنيه/ م3	0.08	0.09	0.07	0.05	0.07	0.06	0.06
		طاقة ديزل	جنيه/ م3	0.59	0.45	0.56	0.45	0.58	0.52	0.54
	تكلفة رى الطن للمحصول	طاقة شمسية	جنيه/ طن	141.5	153.3	8.3	46.0	11.5	186.2	161.3
		طاقة ديزل	جنيه/ طن	999.2	786.2	67.6	391.6	91.7	1679.5	1453.0
	صافى العائد لوحدة مياه الرى	طاقة شمسية	جنيه/ م3	1.3	1.3	3.9	0.9	6.8	4.1	3.5
		طاقة ديزل	جنيه/ م3	0.7	0.9	3.4	0.5	6.3	3.6	3.0
مقاييس جزئية (نسبية)	معدل الكفاءة الإقتصادية	طاقة شمسية	%	161.0	166.0	276.0	205.0	193.0	278.0	253.0
		طاقة ديزل	%	129.0	140.0	226.0	139.0	180.0	231.0	209.0
	نسبة الإيرادات إلى التكاليف	طاقة شمسية	%	1.61	1.66	2.76	2.05	1.93	2.78	2.53
		طاقة ديزل	%	1.29	1.40	2.26	1.39	1.80	2.31	2.09
	نسبة هامش ربح المنتج	طاقة شمسية	%	37.7	39.7	63.8	51.3	48.2	64.0	60.5
		طاقة ديزل	%	22.5	28.5	55.7	28.3	44.6	56.7	52.1

– عائد الجنيه من تكاليف الرى = الإيراد الكلى ÷ تكاليف الرى – صافى العائد لوحدة مياه الرى= صافى العائد ÷ كمية المياه المستخدمة فى الرى

– صافى أربحية الجنيه من تكاليف الرى= صافى العائد ÷ تكاليف الرى – معدل كفاءة نظام الرى= (تكاليف الرى ÷ إجمالى العائد) X 100

– متوسط تكاليف رى الطن = تكاليف الرى ÷ كمية الإنتاج بالطن – تكلفة وحدة مياه الرى = تكاليف الرى ÷ كمية المياه المستخدمة فى الرى

– نسبة العائد إلى التكاليف = إجمالى العائد ÷ إجمالى التكاليف – نسبة هامش ربح المنتج = (صافى العائد ÷ إجمالى العائد) X 100

المصدر: (1) جمعت وحسبت من إستمارات الإستبيان بواحة الفرافرة (2021/2020).

(2) بيانات جدول رقم (2) بالبحث. (3) بيانات جدول رقم (5) بالملحق.

ب- نسبة الإيرادات إلى التكاليف: تبلغ نسبة الإيرادات بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح بعينة الدراسة فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 1.6، 1.7، 2.8، 2.1، 1.9، 2.8، 2.5 فى حين تبلغ فى حالة الرى بإستخدام طاقة الديزل نحو 1.29، 1.40، 2.26، 1.39، 1.8، 2.31، 2.09 على الترتيب لجميع ما سبق.

ج- نسبة هامش ربح المنتج: تبلغ نسبة هامش ربح المنتج بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 37.7%، 39.7%، 63.8%، 51.3%، 48.2%، 64.00%، 60.5%، بينما تبلغ فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 22.5%، 28.5%، 55.7%، 28.3%، 44.6%، 56.7%، 52.1% على الترتيب لما سبق.

تبين مما سبق إرتفاع جميع مؤشرات الكفاءة الإقتصادية لنظام الرى بالطاقة الشمسية (الطاقة الجديدة والمتجددة) مقارنةً بنظام الرى بطاقة الديزل (الطاقة التقليدية)، مما يبرهن على إرتفاع كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة، والتى تشجع على الإستثمار الزراعى بالمنطقة نظراً لتوجيه المستثمرين الزيادة فى صافى العائد والتى تمثل الفرق بين تكاليف أنظمة الرى إلى إستخدام التطبيقات الزراعية الحديثة الداعمة لزيادة حجم الإنتاج والمساهمة فى تقليل الفجوة الغذائية بالتوسع فى أنشطة الإنتاج الزراعى المدرة للدخل كالثروة الحيوانية والزراعات المحمية والتصنيع الزراعى بما يولد قيم مضافة ترفع من كفاءة إستغلال الموارد الإنتاجية وتعمل على تنمية النشاط الزراعى ككل بمنطقة الفرافرة.

3- كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى خدمات البنية الأساسية المساعدة للإنتاج النباتى بواحة الفرافرة:

يرجع إستخدام الطاقة الشمسية فى خدمات البنية الأساسية المساعدة للإنتاج النباتى كأضاءة المنازل وإستخدامات بعض الآلات الزراعية إلى أن معظم مزارع الإنتاج النباتى تبعد عن مدينة الفرافرة الأم لمسافات كبيرة لذلك قام المستثمرين والمزارعين ببناء منازل ريفية صغيرة بجوار مزارعهم لمتابعة أنشتطهم الزراعية المختلفة والتى تحتاج إلى توافر بعض الأجهزة الكهربائية لتذليل سبل العيش، ونظراً لإرتفاع تكاليف الكهرباء من مولد البنزين أصبح من الضرورى توفير بديل إقتصادى وأمن لتوفير الطاقة الكهربائية المنزلية، حيث يعتبر المنزل أحد مكونات البنية الأساسية التى يحتاجها المستثمر الزراعى بواحة الفرافرة للإستقرار، لذلك لا يمكن دراسة كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية للإنتاج النباتى بمعزل عن دورها فى الإستخدام المنزلى كأحد مكونات البنية الأساسية المساعدة للإنتاج النباتى فى ظل وجود فقر فى الطاقة بالمناطق الصحراوية.

جدول رقم (6): كفاءة إستخدام أنظمة الطاقة الكهربائية فى خدمات البنية الأساسية المساعدة للإنتاج النباتى بالفرافرة 2021

أغراض التشغيل	نظام توليد الكهرباء	القدرة (ك.ف)	التكاليف الإستثمارية والثابتة (جنيه)	التكاليف المتغيرة (للتشغيل والإضاءة)						
				يوم				شهر	سنة	
				بنود	مدة التشغيل (ساعة/يوم)	كمية (لتر)	سعر (جنيه/لتر)	إجمالى (جنيه)	جنيه	جنيه
- **الإضاءة المنزلية.** (ثلاجة، غسالة، تليفزيون)	**مولد بنزين**	**5**	**5000**	بنزين(80)	5	5	6.5	32.5	**1086.6**	**13039.2**
				غيارزيت	5	0	0	1.25		
				صيانة				2.47		
				إجمالى				**36.22**		
2- **شحن بطارية محشة تقطيع الأعلاف وبعض الآلات الزراعية البسيطة.**	**طاقة شمسية**	**5**	**36500**	تشغيل	24			4.00	**189.9**	**2278.8**
				صيانة				2.33		
				إجمالى				**6.33**		
				%					**17.5**	
فترة الإسترداد لوحدة الطاقة الشمسية مقارنةً بتكاليف تشغيل المولد									**2.8 سنة**	

- العمر الإفتراضى لألواح الطاقة الشمسية من 20- 25 سنة. - العمر الإفتراضى للإنفيرتير من 10- 15 سنة.
- العمر الإفتراضى لمولد البنزين من 15- 20 سنة. - العمر الإفتراضى لبطاريات تخزين الطاقة االشمسية من 7 - 10 سنوات.
- غيار الزيت للمولد 0.5 كجم كل ثلاثة شهور (حسب كفاءة المولد).

المصدر: (1) جمعت وحسبت من بيانات إستمارة الإستبيان بواحة الفرافرة (2021/2020)، (2) بيانات جدول رقم (2) بالبحث.

يبين جدول رقم (6) كفاءة إستخدام أنظمة الطاقة الكهربائية فى خدمات البنية الأساسية المساعدة للإنتاج النباتى بواحة الفرافرة للسنة الزراعية (2021/2020)، حيث تبلغ التكاليف الإستثمارية والثابتة لوحدات الطاقة للإضاءة المنزلية فى حالة إستخدام الطاقة

الشمسية نحو 36500 جنيه، وتبلغ التكاليف المتغيرة نحو 2.33 جنيه يومياً خلال عمر المحطة بإجمالى تكاليف يومية تبلغ نحو 6.33 جنيه/يوم تعادل شهرياً نحو 189.9 جنيه. بينما تبلغ التكاليف الإستثمارية والثابتة فى حالة إستخدام طاقة مولد الكهرباء بالبنزين للإضاءة المنزلية نحو 5000 جنيه، وتبلغ التكاليف المتغير اليومية نحو 36.22 جنيه/يوم تعادل نحو 1086.6 جنيه شهرياً.

وبناء على ما سبق تبين إرتفاع كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإضاءة المنزلية مقارنةً بإستخدام طاقة مولد البنزين حيث تحقق قدر أكبر من الطاقة الكهربائية بنحو 24 ساعة تشغيل يومياً فى مقابل 5 ساعات يومياً فقط لمولد البنزين وبتكاليف أقل، حيث تمثل تكاليف الطاقة الشمسية نحو 17.5% من تكاليف طاقة مولد البنزين اليومية، علماً بأنه فى حالة توفير إضاءة منزلية لمدة 24 ساعة بمولد البنزين تحتاج نحو 20 لتر بنزين (80) يومياً تقدر تكلفتها بنحو 130 جنيه/يوم بتكلفة شهرية تقدر بنحو 3900 جنيه بأسعار سنة 2021، وهذا المبلغ لا يتوافق وطبيعة الدخل الزراعى للحائزين لـ 10 أفدنة فأقل بمنطقة الفرافرة.

وأظهر جدول رقم (6) معيار فترة الإسترداد لتكاليف إنشاء وحدة الطاقة الشمسية للإضاءة المنزلية مقارنةً بتكاليف الإضاءة المنزلية لمولد البنزين والبالغة نحو 2.8 سنة (تعادل 34 شهر)، وتعد فترة قصيرة مقارنةً بالتكاليف المرتفعة اللازمة لإضاءة منزل ريفى بالمناطق الصحراوية التى يصعب توفير الطاقة الكهربائية لها عن طريق الدولة.

ثالثاً: التكلفة البيئية لإستخدام أنظمة الطاقة فى الإنتاج النباتى بمنطقة الفرافرة:

تتعدد الآثار البيئية الضارة من الأنشطة البشرية المختلفة على البيئة المحيطة والتى تؤدى فى مجملها إلى تغيرات بيئية تهدد الحياة على كوكب الأرض، وتعد ظاهرة الإحتباس الحرارى أحد الإنعكاسات السلبية لهذة الأنشطة والتى تحتاج إلى العديد من الإجراءات الإحترازية للحد من هذه الظاهرة الناتجة فى معظمها من الإستخدام المفرط للوقود الأحفورى (البترول).

وتحدث الغازات المسببة للإحتباس الحرارى بشكل طبيعى وهى ضرورية لبقاء الأنسان والملايين من الكائنات الحية الأخرى على قيد الحياة عن طريق الحفاظ على جزء من دفىء الشمس وعكسها مرة أخرى إلى الفضاء لتجعل الحياة صالحة للعيش على كوكب الأرض، ولكن بعد قرن ونصف القرن من الثورة الصناعية وإزالة الغابات وإنخفاض مساحات العديد من الأراضى الزراعية، إرتفعت كمية الغازات الدفيئة فى الغلاف الجوى لمستويات قياسية مسببةً الإحتباس الحرارى.

ويعد غاز ثانى أكسيد الكربون أكثر الإنبعاثات الحرارية تأثيراً رغم أنه أقلها ضراراً ولكنه أكثرها إنبعاثاً من حيث الكمية، حيث تبلغ كمية الغاز المنبعث منه نحو 20 مليار طن سنوياً، تعادل نحو 0.7% من كميتة الموجودة فى الهواء، وقد إرتفع تركيزه من 280 جزء فى المليون عام 1750 إلى نحو 415 جزء فى المليون عام 2019، ونظراً لقدرته على أمتصاص الأشعة تحت الحمراء وبعثها عند أطوال موجية تتراواح بين 4.26- 14.99 ميكرو متر لذلك فهو غاز دافىء يساهم بدرجة كبير فى حدوث ظاهرة الإحتباس الحرارى مما يؤدى إلى تغيرات بيئية كبيرة أهمها فى الجانب الزراعى خفض نسب البروتين لمحاصيل الأرز والقمح والشعير والبطاطس وغيرها من المحاصل نتيجة زيادة مستويات الكربوهيدرات، بالإضافة إلى خفض إنتاجية العديد من المحاصيل الزراعية نتيجة إرتفاع درجات الحرارة عن إحتياجاتها فى أوقات التزهير والعقد وغيرها من العمليات الزراعية أثناء دورة حياة النبات[12].

وتبلغ نسبة مشاركة القطاعات الإنتاجية فى نسب إنبعاث ثانى أكسيد الكربون فى الدول العربية نحو 17% لقطاع الطاقة، 17% لقطاع الزراعة، 7% لقطاع الصناعة، 6% للأحراج، ونحو 3% للمخلفات[1].

التكلفة البيئية لإستخدام طاقة الرى بالديزل للتركيب المحصولى للإنتاج النباتى بواحة الفرافرة :

تبلغ التكلفة العالمية لتلوث الهواء الناجمة عن إستخدام الوقود الأحفورى نحو 2.9 تريليون دولار عام 2018 بما يعادل نحو 8.0 مليار دولار يومياً تمثل نحو 3.3% من الناتج الإقتصادى العالمى، وتقدر إجمالى الكوارث البيئية خلال الـ 40 عاماً المنصرمة بنحو 4.2 تريليون دولار، وأدت إلى وفاة نحو 4.5 مليون نسمة سنوياً، كما بلغت خسائر الإقتصاد العالمى من إنبعاث ثانى أكسيد الكربون بمفرده نحو 350 مليار دولار ناتج من إحتراق الوقود الإحفورى، ونحو 380 مليار دولار أضرار أخرى بطبقة الأوزون، وتعد الوسيلة الفعالة لحل هذه المشكلة هو التحول عن الوقود الأحفورى إلى إستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة والتى لا ينتج عن إستخدامها الإنبعاثات الحرارية للغازات الدفيئة بما يحد بدرجة كبيرة من المشاكل البيئية المتصاعدة التى تهدد كوكب الأرض[5].

وتقدر تكلفة الأضرار البيئية التى تحملتها مصر عام 2017 بنحو 47 مليار جنيه تمثل نحو 1.35% من الناتج المحلى الإجمالى، كما تسبب التلوث البيئى الناتج عن إرتفاع جزئيات PM2.5 فى وفاة نحو 12.5 ألف نسمة سنوياً، والتى ترجع إلى إرتفاع نسبتها إلى نحو 117 مرة عن المعدل الطبيعى المقدر بنحو 10 ميكرو جرام/م3 حيث بلغت نسبتها بالقاهرة

وحدها خلال الفترة (1999– 2016) بين 66– 84 ميكرو جرام/م3 سنوياً[18].

ويظهر جدول رقم (7) التكلفة البيئية التى تتحملها منطقة الدراسة عند إستخدام الرى بطاقة الديزل (الوقود الأحفورى) للتركيب المحصولى للإنتاج النباتى قبل التحول إلى إستخدام الطاقة الشمسية بسبب إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون والذى يعد من أكبر الملوثات البيئية المسببة لظاهرة الإحتباس الحرارى والمؤدية إلى إرتفاع درجات الحرارة وما تسببه من زيادة موجات التصحر والجفاف بالمناطق الصحراوية والتى يقع من بينها واحة الفرافرة، حيث ينتج عن كل لتر سولار أو زيوت تستخدم فى الرى نحو 2.7 كجم من ثانى أكسيد الكربون[14]، ويتكلف معالجة الطن الواحد من غاز ثانى أكسيد الكربون نحو 600 فرنك سويسرى كما أظهره تقرير المعهد التقنى الفيدرالى العالى بزيورخ عام2021 [11].

جدول رقم (7): التكلفة البيئية لإستخدام نظام طاقة الرى بالديزل فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة قبل (2021/2020)

الإنتاج النباتى	إجمالى المساحة المزروعة (ألف فدان)	الإحتياجات المائية (مليون م3)	عدد ساعات الرى (مليون ساعة)	إجمالى تكاليف الرى (مليون جنيه)	كمية الوقود المستخدمة		كمية الإنبعاثات من غاز CO2 (ألف طن)			تكاليف المعالجة (مليون جنيه)
					سولار (مليون لتر)	زيوت (ألف لتر)	من السولار	من الزيوت	الإجمالى	
جملة الشتوى	171.9	877.28	5.85	398.60	58.50	409.40	156.20	1.09	157.29	1828.00
جملة الصيفى	80.5	678.93	4.53	308.50	45.30	316.80	120.95	0.85	121.80	1415.50
جملة النيلى	4.6	21.92	0.14	10.00	1.50	10.20	4.01	0.03	4.03	46.90
الإجمالى	**.00257**	**1578.13**	**10.52**	**717.00**	**105.30**	**736.40**	**281.15**	**1.97**	**283.12**	**3290.40**

- كمية غاز ثانى أكسيد الكربون المنبعث من لتر سولار أوزيوت يزن 0.85 كجم يبلغ نحو 2.67 كجم من CO2 + 2.00 H2O.
- معامل تحويل 1جم من السولار أو الزيت ينتج نحو 3.16 جم من ثانى أكسيد الكربون. (3.16 × 0.85 كجم = 2.67 كجم من CO2).
- تبلغ تكلفة معالجة الطن من ثانى أكسيد الكربون نحو 600 فرنك سويسرى (الفرنك السويسرى يعادل 19.37 جنيه مصرى).

المصدر: جمعت وحسبت من جدول رقم (6) بالملحق.

أوضح الجدول السابق أن إجمالى المساحة المحصولية المزروعة بواحة الفرافرة تبلغ نحو 257.00 ألف فدان تستخدم نحو 10.52 مليون ساعة رى تستهلك نحو 105.4 مليون لتر سولار، ونحو 736.4 ألف لتر زيوت بتكلفة إجمالية لعملية الرى بطاقة الديزل تقدر بنحو 717.0 مليون جنيه، وأدى إستخدام هذه الكمية من الوقود الأحفورى إلى حدوث إنبعاثات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون تقدر بنحو 283.12 ألف طن تبلغ تكلفة معالجة أضرارها نحو 3290.4 مليون جنيه.

1- أثر إستخدام الطاقة الشمسية على التكلفة البيئية للتركيب المحصولى للإنتاج النباتى بواحة الفرافرة:

يوضح جدول رقم (8) أثر إستخدام الطاقة الشمسية فى رى محاصيل الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة على إنخفاض كمية إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون، حيث تبلغ المساحة المحصولية المستخدمة للطاقة الشمسية نحو 85.6 ألف فدان تمثل نحو 33.3% من إجمالى المساحة المحصولية للإنتاج النباتى بالفرافرة، والتى لا ينتج عن إستخدامها إنبعاثات غازية أثناء عملية الرى، مما أدى إلى إنخفاض عدد ساعات الرى للمساحات المزروعة التى مازلت تستخدم الوقود الأحفورى إلى نحو 7.01 مليون ساعة رى تستهلك نحو 70.2 مليون لتر سولار، ونحو 490.93 ألف لتر زيوت وبالتالى إنخفاض كمية إنبعاث ثانى أكسيد الكربون إلى نحو 188.75 ألف طن، تحتاج إلى تكاليف معالجة تقدر بنحو 2193.6 مليون جنيه.

مما سبق يتبين إرتفاع كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى فى الحد من إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون، والمساهمة فى تقليل ظاهرة الإحتباس الحرارى بمنطقة الفرافرة، حيث أدى إستخدام الطاقة الشمسية فى الرى إلى إنخفاض كمية الإنبعاثات الحرارية الناتجة عن إستخدام الوقود الأحفورى فى الرى بنحو 94.37 ألف طن، وإنخفاض تكاليف معالجة أضرار هذه الملوثات بنحو 1096.80 مليون جنيه، بما يمثل نحو 33.3% لكل منهما.

جدول رقم (8): أثر إستخدام الطاقة الشمسية على التكلفة البيئية للتركيب المحصولى للإنتاج النباتى بواحة الفرافرة (2021/2020)

الإنتاج النباتى		إجمالى المساحة المزروعة (ألف فدان)	الإحتياجات المائية (مليون م3)	عدد ساعات الرى (مليون ساعة)	إجمالى تكاليف الرى (مليون جنيه)	كمية الوقود المستخدمة		كمية الإنبعاثات من غاز CO2 (ألف طن)			تكاليف المعالجة (مليون جنيه)
						سولار (مليون لتر)	زيت (ألف لتر)	من السولار	من الزيت	الإجمالى	
مساحات الرى باستخدام طاقة الديزل	جملة الشتوى	114.6	584.85	3.90	265.73	39.00	272.93	104.13	0.73	104.86	1218.67
	جملة الصيفى	53.7	452.62	3.02	205.67	30.20	211.20	80.63	0.57	81.20	943.67
	جملة النيلى	3.1	14.61	0.10	6.67	1.00	6.80	2.67	0.02	2.69	31.27
	الإجمالى	**171.4**	**1052.09**	7.01	**478.07**	**70.20**	**490.93**	**187.44**	**1.31**	**188.75**	**2193.60**
مساحات الرى باستخدام الطاقة الشمسية	جملة الشتوى	57.3	292.43	1.95	257.7	0	0	0	0	0	0
	جملة الصيفى	26.8	226.31	1.51	34.23	0	0	0	0	0	0
	جملة النيلى	1.5	7.31	0.05	1.20	0	0	0	0	0	0
	الإجمالى	85.6	526.04	3.51	93.15	0	0	0	0	0	0
قبل إستخدام الطاقة الشمسية		257.00	1578.13	10.52	10.52	105.30	736.40	281.15	1.97	**283.12**	**3290.40**
بعد إستخدام الطاقة الشمسية		257.00	1578.13	10.52	571.22	70.20	490.93	187.44	1.31	188.75	2193.60
مقدار التغير		-	-	-	**145.78**	**35.10**	**245.47**	**93.71**	**0.66**	**94.37**	**1096.80**
%		-	-	-				**33.3**			

المصدر: (1) جمعت وحسبت من جدول رقم (8) بالبحث . (2) جدول رقم (7) بالملحق.

وتتمثل التكلفة البيئية التى تتحملها الدولة لمواجهة ظاهرة الإحتباس الحرارى كأحد تداعيات الإنبعاثات الغازية لإستخدام الوقود الأحفورى (طاقة الرى بالديزل) فى دعم مستلزمات الإنتاج الزراعى وأهمها الأسمدة لمواجهة إنخفاض إنتاجية بعض المحاصيل، زيادة تكلفة توفير مياه الرى نتيجة إرتفاع درجات الحرارة وإرتفاع الإحتياجات المائية، الإنفاق على البحوث والدراسات لإستنباط سلالات جديدة لمواجهة التغيرات المناخية، كذلك دعم أنظمة الطاقة لتوفير الكهرباء المنزلية والتجارية لمواجهة التغيرات الجوية، دعم القطاع الطبى لعلاج التأثيرات المختلفة لهذه الملوثات على صحة المواطنين، وغيرها من صور التكلفة البيئية التى تتحملها الدولة سواء بصورة مباشرة أوغير مباشرة، ويمثل ذلك ضغطاً كبيراً على الموازنة العامة للدولة.

رابعاً: أهم مشاكل إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة:

تواجه منطقة الفرافرة العديد من المشاكل عند إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى، بعضها يرجع لأسباب فنية تخص طبيعة الخلايا الشمسية، وبعضها يرجع إلى أسباب مادية تمس ظروف الحائزين بمنطقة الدراسة، وتحاول الدولة تذليل بعضها كتوفير القروض بفائدة ميسرة لإستخدام الطاقة الشمسية وتشجيع الإستثمار الزراعى بالمنطقة:

ويبين جدول رقم (9) وجود نوعين من المشاكل بصورتها الفنية والمادية التى تواجه مستخدمى الطاقة الشمسية بمنطقة الفرافرة، ويأتى فى مقدمة المشاكل الفنية تأثير الطقس على تدفق المياه بطلمبات الطاقة الشمسية بنسبة 20-30% فى فصل الشتاء بأهمية نسبية تبلغ نحو 73.8%، بينما تأتى فى المرتبة الثانية وجود بعض العيوب عند الضخ المباشر من المحطة لذلك لابد من وجود أحواض تخزين بأهمية نسبية تبلغ نحو 54.1%، ويأتى فى المرتبة الثالثة من حيث المشاكل الفنية وجود أنواع مختلفة من الطاقة الشمسية من حيث الجودة والسعر لا يكتشف عيوبها إلا بعد الشراء بأهمية نسبية تبلغ نحو 34.6%، بينما يأتى فى المرتبة الأخيرة غياب المعرفة والعلم للمزارعين بأهمية إستخدام الطاقة الشمسية بأهمية نسبية تبلغ نحو 25.2%.

وتأتى فى المرتبة الأولى من حيث المشاكل المادية للطاقة الشمسية بواحة الفرافرة إرتفاع تكاليف إنشاء وحدة الطاقة الشمسية لأصحاب المساحات الصغيرة والمتوسطة بأهمية نسبية تبلغ نحو 54.1%، بينما تأتى فى المرتبة الثانية عدم القدرة على الإستفادة من قرض الطاقة الشمسية لعدم إتمام دفع أقساط الأرض للدولة بأهمية نسبية تبلغ نحو 38.6%، ويأتى فى المرتبة الأخيرة من حيث المشاكل المادية عدم توافر الفنين المتخصصين فى أعمال الصيانة بالفرافرة مما يحملهم تكاليف إضافية بأهمية نسبية تبلغ نحو 34.4%.

جدول رقم (9): الأهمية النسبية لمشاكل إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بواحة الفرافرة (2021/2020)

طبيعة المشكلة	المشكلة	التكرارت	الأهمية النسبية %
فنية	1- تأثير الطقس على تدفق المياه بطلمبات الطاقة الشمسية بنسبة 20- 30% فى فصل الشتاء.	281	73.8
	2- وجود بعض العيوب عند الضخ المباشر من الشبكة لذلك لابد من وجود أحواض تخزين.	206	54.1
	3- وجود أنواع مختلفة من حيث الجودة والسعر لا يكتشف عيوبها إلا بعد الشراء.	132	34.6
	4- غياب المعرفة والعلم للمزارعين بأهمية إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى.	96	25.2
مادية	1- إرتفاع تكاليف إنشاء وحدة الطاقة الشمسية لأصحاب المساحات الصغيرة والمتوسطة.	206	54.1
	2- عدم توافر الفنين المتخصصين فى أعمال الصيانة بالفرافرة، مما يحملهم تكاليف إضافية.	131	34.4
	3- عدم القدرة على الإستفادة من قرض الطاقة الشمسية لعدم إتمام دفع أقساط الأرض للدولة.	147	38.6
	الأجمالى	**381**	**100**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات إستمارة الإستبيان بواحة الفرافرة (2021/2020).

ونستخلص مما سبق دراسة مجموعة من النتائج أهمها مايلى:

1. إنخفاض تكاليف الرى بالطاقة الشمسية بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح مقارنة بتكاليف الرى بطاقة الديزل بمنطقة الفرافرة.
2. إرتفاع صافى العائد فى حالة إستخدام الطاقة الشمسية فى الرى لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، نخيل البلح بنحو 40.5%، 28.2%، 12.7%، 44.9%، 7.4%، 11.4%، 13.9% على الترتيب مقارنةً بإستخدام طاقة الديزل بعينة الدراسة بمنطقة الفرافرة.
3. بلغ عائد الجنيه من تكاليف الرى بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 39.7، 37.00، 87.50، 32.6، 195.2، 109.9، 95.5 جنيه، بينما بلغ فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 5.6، 7.2، 10.8، 3.8، 24.5، 12.2، 10.6 جنيه على الترتيب.
4. بلغ هامش ربح المنتج بعينة الدراسة لمحاصيل القمح، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازى، البطاطس، الفول السودانى، فى حالة الرى بالطاقة الشمسية نحو 37.7%، 39.7%، 63.8%، 51.3%، 48.2%، 64.00%، 60.5%، فى حين بلغ فى حالة الرى بطاقة الديزل نحو 22.5%، 28.5%، 55.7%، 28.3%، 44.6%، 56.7%، 52.1% على الترتيب لجميع ماسبق.
5. أدى إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمنطقة الفرافرة إلى إنخفاض كمية إنبعاث ثانى أكسيد الكربون فى حالة الرى بالديزل بنحو 94.37 ألف طن، وإنخفاض التكلفة البيئية لمعالجة هذه الملوثات بنحو 1.09 مليار جنيه.

وتمثلت أهم التوصيات فى :

1- زيادة التسهيلات الممنوحة للمستثمرين للحصول على قروض إنشاء وحدات الطاقة الشمسية للإنتاج النباتى لضمان التوسع فى إستخدامها وزيادة الإستثمار الزراعى بمنطقة الفرافرة.
2- عقد مجموعة من المعارض بمعرفة وزارة الزراعة ومحافظة الوادى الجديد عن إستخدامات الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى والإضاءة المنزلية لتشجيع المستثمرين على إستخدامها والتعرف على أجود الأنواع وأفضل الأسعار.
3- تنفيذ مجموعة من الندوات الإرشادية عن إستخدام الطاقة الشمسية لزيادة مساحة الوعى والمعرفة بين المستثمرين عن أهمية إستخدامها فى الإنتاج الزراعى وخفض تكاليف الإنتاج بمنطقة الفرافرة.
4- إنشاء رابطة أو جمعية مستخدمى الطاقة الشمسية بالفرافرة تكون بيت خبرة للمنتجين الزراعيين عند إتخاذ قرار إستخدام الطاقة الشمسية للإنتاج النباتى والمنزلى، مع تدريبهم على طرق الصيانة والتشغيل وتوفير الإستشارات الفنية.

المراجع:

1- الأمم المتحدة، اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغرب أسيا (الإسكوا) **تغير المناخ وتقنيات إمتصاص وإحتجاز الكربون وتخزينه**، 2020.
2- الموقع الرسمي لوزارة الكهرباء والطاقة الجديدة والمتجددة، 2016.
3- سامية محمود المرصفاوى (دكتور): معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة، قسم بحوث الإحتياجات المائية والرى الحقلى، موقع المياه والمناخ فى الزراعة، فبراير 2019.

4- محافظة الوادى الجديد، **مركز المعلومات ودعم إتخاذ القرار**، النوتة المعلوماتية، 2020.

5- مركز أبحاث الطاقة والهواء النقى، "منظمة جرين بيس" جنوب شرق أسيا، الهواء الساخن الثمن الحقيقى للوقود الأحفورى، 2020.

6- نيفين كمال (دكتور) وأخرون، **إطار لرؤيا مستقبلية لإستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر**، معهد التخطيط القومى، أغسطس 2015.

7- وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضى، مديرية الزراعة بالوادى الجديد، وحدة الشئون الزراعية (2021/2020).

8- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق، **مؤشرات إستهلاك الطاقة الكهربائية في الأنشطة الإقتصادية**، التقرير السنوي أعداد مختلفة.

9- وزارة الموارد المائية والرى، بيانات غير منشورة، 2015.

10- Anne Martine, Economics & Agriculture, Rouledge Kegan Poul, London, 1968.

11- Annual report of Swiss Federal Institute of Technology in Zurich,2021. (www.swissinfo)

12- Climate Change, The Physical Science Basic: Cambridge. Cambridge University Press, 978-1-107-41532-4ISBN, 1028-953 Page, 21 Apr. 2020.

13- Eart O. Heady, Economics of Agriculture Production & Resource Use" Prentice- Hall Inc., Englewood Giffs, M.J. 1960.

14- Econologie, http:// www.ar.econologie.com

15- International Energy Agency "contribution of Renewable to Energy Security, 2007, p.13.

16- Energy Poverty, International Energy Agency, www.iea.org , 2014.

17- Renewable Energy" http:// www.iea.org/obout us/Fogs/renewable energy.

18- World Bank, Arab Public of Egypt: Cost of environmental degradation, 2019.

19- Wikipedia, "Efficient Energy use".