Misr J. Ag. Eng., 24(1): 122-141 IRRIGATION AND DRAINAGE

استخدام الطاقة غير التقليدية لتجهيزات الزراعة المائية للمناطق النائية

***م. فرحات دياب توفيق ،ا. د محمد نبيل العوضي ،**
ا. د محمود محمد حجازي ، د. مصطفي فهيم محمد عبدالسلام

الملخص

تهدف الدراسة إلي إنشاء نظام طاقة متجددة مغلق يحقق التنمية المستدامة. حيث يستخدم النظام ماءا جوفيا مالحا يرفع ويدار بطاقة الرياح و يقطر بالطاقة الشمسية ثم يضاف إلية عناصر غذائية ، ويتم تدويره لتستخدمه نباتات اقتصادية من خلال أسلوب الزراعة المائية وذلك في نظام متكامل. استخدمت طاحونة رياح محلية الصنع ترفع الماء من بئر بعمق ٨ م إلي وحدة تقطير شمسي. يتحرك الماء المقطر تحت تأثير الجاذبية الأرضية إلى خزان على عمق ١م أسفل مستوي الأرض (حيث تضاف إليه عناصر غذائية) ويتم رفعة بواسطة طاحونة الرياح إلى خزان فوق مستوى الأرض بارتفاع ١م ، لينساب إلي الخزان السفلي مرة أخرى مارا بمواسير (خطوط) للزراعة بنظام تقنية الغشاء المغذي. وهكذا تكون حركة المحلول المغذي في دائرة مغلقة . تم إدخال تعديلات على تصميم الطاحونة عن طريق إضافة تعديلات آلية لتغيير طول المشوار، وذلك لرفع الكفاءة وزيادة معدل التصرف والتي يترتب عليها زيادة عدد خطوط الزراعة لوحدة الغشاء المغذي . تمت زراعة نبات الكوسة ثم نبات النعناع . أجريت التجارب على النظام بمنطقة الساحل الشمالي، حيث أشارت النتائج إلى زيادة معدل تصرف الطاحونة مقارنة بالحالة القياسية بمقدار ١٠٠ و١٥٠% عند سرعات رياح ٢,٥ و٧ م / ث على الترتيب. بلغ المتوسط اليومي لإنتاجية المقطر الشمسي لأشهر الصيف ٣,١ لتر/ م٢/ يوم ، كفاءة استخدام المياه لنبات الكوسة حوالي ٥٥ ج / لتر . كفاءة استخدام المياه لنبات النعناع حوالي ١٩ ج / لتر. يمكن تطبيق النظام في منطقة الدراسة مباشرة والمناطق المشابهة حيث العائد الاقتصادي جيد، لكن يحتاج الأمر إلي درجة عالية من الإدارة .

المقدمة

نمند منطقة الساحل الشمالي من مدينة الإسكندرية شرقا وحتى مدينة السلوم غربا بطول ٥٥٠ كم . و يعتمد النشاط الزراعي فيها أساسا على مياه الأمطار، و يعتبر المصدر الوحيد لموارد المياه حيث يستخدم في الري في مثلما زراعة الشعير وأشجار التين والزيتون ونباتات المراعي .

- أهم معوقات التوسع الزراعي في الساحل الشمالي :-

مع الإمكانات الطيبة التي يتميز بها الساحل الشمالي فان هناك مشاكل أهمها :

١- ندرة المياه حيث يكون الوضع صعبا جدا في مواسم الأمطار الشحيحة لدرجة يفقد المزارعون ما بذروة من حبوب دون أي عائد يذكر. بينما في مواسم الأمطار الجيدة يتغير شكل الحياة ويظهر التأثير الإيجابي على كل من الإنسان والحيوان ولون الأرض.

* على الترتيب: طالب دراسات عليا، أستاذ متفرغ، أستاذ ورئيس قسم و أستاذ مساعد الهندسة الزراعية ، ك. الزراعة ، ج. عين شمس.

٢- عدم توافر مصادر للطاقة التقليدية بصورة اقتصادية .

أهمية الدراسة :

نظرا لظروف الساحل الشمالي من حيث ندرة المياه والطاقة والتي تحد من التوسع الزراعي ، بينما في المقابل تتوفر مصادر طاقة غير التقليدية (الشمس والرياح) بصورة يمكن من خلالها رفع وتحلية المياه الجوفية المالحة والمتوفرة على أعماق قريبة مع إمكانية تدوير المحلول المغذي ، تبرز

أهمية إنشاء المزارع المائية في الساحل الشمالي ، بالإضافة إلى أن قلة الاحتياج المائي باستخدام هذه التقنية يتوافق مع التصرفات الحرجة للآبار القريبة من شاطئ البحر والتي توجد بها المياه العذبة طافية فوق المياه المالحة علما بأن استنزاف هذه المياه نتيجة للسحب الزائد قد أدي إلى ملوحة مياه الآبار وهذا من أحد أهم أسباب توقف انتشار طواحين الرياح بالساحل الشمالي. بالإضافة إلى هذا فانه يمكن تنفيذ هذه التقنية باستخدام مياه الأمطار المخزنة في الخزانات الأسمنتية الحديثة والآبار الرومانية المنتشرة في المنطقة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى إنشاء نظام طاقة متجددة مغلق يحقق التنمية المستدامة المنشودة ، حيث يستخدم النظام ماءا جوفيا مالحا يرفع بطاقة الرياح ويقطر بالطاقة الشمسية ثم تضاف إليه عناصر غذائية ، ثم يدار بطاقة الرياح، لتستخدمه نباتات اقتصادية من خلال تقنية الزراعة المائية وذلك في نظام مغلق متكامل. لذا كانت خطوات البحث ما يلي:

١- تنفيذ نظام يستخدم تقنية الغشاء المغذي (NFT) على أساس انسياب المحلول المغذي من خزان فوق مستوى سطح الأرض (الخزان العلوي) مارا بخطوط للزراعة إلي خزان تحت مستوى سطح الأرض (الخزان السفلي) تحت تأثير الجاذبية الأرضية والذي يعاد تدويره بطاقة الرياح ويتم تعويض الاستهلاك المائي عن طريق وحدة تقطير شمسي تستخدم مياه مالحة .

٢- تركيب طاحونة رياح محلية الصنع تستخدم بمنطقة الدراسة لرفع مياه جوفية من بئر عمق ٨م ولضخ المحلول المغذي من الخزان السفلي إلى الخزان العلوي .

٣- قياس أداء طاحونة الرياح .

٤- إدخال تطوير على الطاحونة ثم إجراء تجارب لقياس الأداء بعد التطوير.

٥- تصميم وتنفيذ وحدة التقطير الشمسي لتحلية مياه مالحة مرفوعة بطاقة الرياح مستخدما مواد متوفرة في البيئة ما أمكن ثم قياس أداء المقطر.

٦- زراعة نبات الكوسة والنعناع وقياس الاستهلاك المائي وتحديد كفاءة استخدام المياه.

.

الاستعراض المرجعي لأهم الدراسات السابقة

يبلغ متوسط سرعة الرياح بالساحل الشمالي حوالي ٥ م/ث ومتوسط الإشعاع الشمسي الشهـــري (شعاع القبة السماوية) يتراوح ما بين ١٠ إلي ٢٨ ميجاجول / م٢/ يوم (أطلس هيئة الأرصاد الجوية، ١٩٩٦).البخر نتح المرجعي يتراوح ما بين ٢,٧ إلى ٥,٩ مم / يوم (المعمل المركزي للمناخ ، ٢٠٠٦)

أعلن (أبو زيد ، ٢٠٠٥) أن الموارد المائية في الساحل الشمالي محدودة فالمصدر الأساسي هو الأمطار كما أضاف بأن المنطقة بها إمكانات وفيرة للتنمية.. والموارد المائية المتاحة فيها لم تستغل الاستغلال المفروض والكامل . كما توجد مياه جوفية سطحية تغذيها الأمطار بمعدل ١٢٤ مليون م٣/ سنة (Ismail et al.,1990) غير أن (بلبع والجبلى، ١٩٦٥) بينوا بأن هذه المياه معظمهما مالح، حيث قاموا بتحليل مياه ٢٠٠ بئر على مستوى الساحل الشمالي و كان تركيز الأملاح يتراوح ما بين ٣ –١٢ج/لتر. ذكر(سالم، ٢٠٠٦) بأن ملوحة مياه الآبار في منطقة العميد ٣٠ ج/ لتر. برع الرومان منذ القدم في إنشاء خزانات أرضية على طول الساحل وحتى إقليم برقة بليبيا ولا تزال تستخدم الآبار الرومانية كخزانات لمياه الأمطار حتى اليوم (سليم، ١٩٩٢).

ذكر (Balba,1992) أنه في كثير من مناطق الساحل الشمالي توجد المياه الجوفية السطحية على أعماق قريبة تتراوح من٥ – 30 م، لكن نسبة تركيز الأملاح في معظمها عالية مما يحد من استغلالها .

أشار التقرير النهائي لوزارة التعمير والإسكان واستصلاح الأراضي (١٩٨٣) بأن الدولة قامت في أوائل الستينيات بتصنيع حوالي ١٠٠٠ طاحونة رياح لرفع المياه الجوفية بالمصانع الحربية (مصنع ٩٩ الحربي) وقامت بتوزيعها على أهالي الساحل الشمالي . توقف استخدام وانتشار هذه الطواحين نتيجة للأسباب التالية :١- ملوحة مياه الآبار بعد فترة من التشغيل وذلك لاستنزاف المياه العذبة نتيجة لرفع مياه الآبار بمعدلات كبيرة أعلى من التصرف الحرج للمياه العذبة ٢- عدم توفر قطع الغيار وضعف الصيانة وعدم ملائمة بعض أجزاء الآلة للظروف الجوية للساحل الشمالي(Ministry of Electricity and Energy ,1982).٣- بعد استخدام الطواحين لعدة سنوات فإن شجيرات التين والزيتون تستقر وتمد جذورها لتحصل على ما يكفيها من المياه الأرضية ، وبذلك يتم الاستغناء عن الطواحين الهوائية التي استخدمت في بداية زراعة تلك الأشجار(العوضي، ٢٠٠٧). قام(Tawfik et al., 1999) بعمل مسح ميداني على هذه الطواحين ووجد أن أكثر من مائة طاحونة لا تزال تستخدم ، حوالي ٢٥ % منها فقط بحالة جيدة .

ذكر في تقرير منظمة الفاو (١٩٧٠) بأن الزراعات المطرية بالساحل الشمالي متناثرة ومحفوفة بالمخاطر، حيث أنه في عديد من السنوات يفقد المزارعون ما بذروة دون أي عائد يذكر.

تبنت (أخبار اليوم، ٢٠٠٦) الدعوة لضرورة الاستفادة من مياه الأمطار المحدودة في منطقة الساحل الشمالي لزراعة نباتات غير تقليدية ذات عائد كبير ولها فرص كبيرة للتصدير مثل النباتات الطبية والعطرية.

بينت الدراسات المعملية على أداء دوار طاحونة الرياح الميكانيكية متعددة الريش أن أقصى معامل قدرة يصل إلى حوالي ٠,٣ ، وذلك عند نسبة سرعة دوار الطاحونة إلى سرعة الرياح تساوي واحد تقريبا (Gouriers ,1982).

قارن(Hassan et al.,1994) بين أداء الطاحونة مع كل من مضخة ترددية وأخرى طاردة مركزية، حيث بين أنه في مدى سرعات الرياح المنخفضة فأن المضخة الترددية تعمل بكفاءة

أعلى، بينما عند سرعات الرياح العالية تعمل المضخة الطاردة المركزية بكفاءة أعلى. كما وضح كذلك أن الطاحونة يجب أن يوفق أدائها مع المضخة الترددية بحيث يمر خط أدائها عند أو أقرب ما يمكن من القيمة القصوى لمعامل القدرة، وذلك عند سرعة الرياح السائدة (الأكثر تكرارا) وأشارا إلى أن هذا كان السبب في ضعف كفاءة عمل بعض آلات الرياح المستوردة عند استخدامها في مصر، حيث أن عملية التوافق بين الحمل والقدرة المولدة مصمم على أساس حالة رياح مختلفة عن حالة الرياح في مصر.

شرح (Meel et al.,1986) ، (شرف و آخرون، 1998) كيفية الوصول لنقطة التوافق بين أداء المضخة مع أداء دوار الطاحونة، وذلك عند سرعة الرياح المصممة (الأكثر تكرارا في موقع التشغيل)، وهي سرعة الرياح التي يكون عندها معامل القدرة الكلي (القدرة المطلوبة للمضخة / قدرة الرياح المتاحة) أقصى ما يمكن . حيث يمكن تحديد هذه السرعة التي تعطى أقصى كفاءة بمساواة القدرة المولدة على محور دوار طاحونة الرياح مع القدرة الهيدورليه للمضخة على نفس المحور .

وضح (Clark et al.,1990) ، و (Kamand and Clark, 1990) أن المضخات المكبسية أحادية المفعول (Single acting piston pump) المستخدمة مع طواحين الهواء متعددة الريش لها مشوار ضخ ثابت وبالتالي تحتاج إلى عزم ثابت من دوار طاحونة الرياح. فعند زيادة عزم دوران دوار طاحونة الرياح عن المطلوب للمضخة تتزايد سرعة الدوار بمستوى أعلى يتناسب مع زيادة سرعة الرياح دون الاستفادة من القدرة الزائدة. وإذا أمكن زيادة حمل الضخ مع زيادة سرعة الرياح، فأن الطاحونة سوف تعمل بكفاءة عالية فترة أكبر وبالتالي تضخ كميات مياه أكثر . بما أن القدرة الهيدرولية للمضخة هي :

- $Pw = Q\ W\ H$
- $= K\ N\ q\ \eta\ H\ W$
- $= K\ N\ S\ L\ \eta\ H\ W$
- Where:
- Pw = Hydraulic power (watt).
- K = Gear ratio.
- N =Rotor speed (rps).
- q = Stroke volume (m^3).
- S = Surface area of pump- piston. (m^2).
- L = Stroke length (m).
- η = Volumetric efficiency.
- H = Pumping lift (m).
- W = Specific weight of water (N/m^3).

لذا يمكن زيادة حمل الضخ عن طريق :

١- تقليل نسبة التخفيض في صندوق التروس . ولكن هذا الخيار لا يمكن تطبيقه، حيث ذكر (Clark et al., 1990) أنة لا ينصح بزيادة عدد دورات الضخ عن ٣٥ دورة / دقيقة خاصة عند ارتفاع الضخ الكبير .

٢- زيادة قطر المضخة ، وهذا أيضا لا يمكن تطبيقه حيث لا يمكن زيادة قطر المضخة مع زيادة سرعة الرياح.

٣- الحل هو زيادة طول المشوار .

ولذلك قام (Clark et al.,1990). بتطوير آلية تعمل مع طاحونة الهواء متعددة الريش لتغيير طول المشوار مع زيادة سرعة الرياح(آليا) بأسلوبين أحدهما هيدرولي والآخر باستخدام ياي، وكانت النتائج مقارنه بالحالة القياسية كالأتي :

- السرعة البادئة أصغر - أعطى معدل ضخ الضعف تقريبا عند سرعات الرياح العالية .
- لكن كان معدل الضخ أصغر عند سرعات الرياح الصغيرة. معامل القدرة الكلي للطاحونة أكبر من النوع القياسي عند أكثر من سرعة رياح.
- هناك صعوبة في تصنيعه لاستخدامه تجاريا (Vick, 2006).

قام (Tawfik et al., 1999) بدراسة لتحسين أداء طواحين الهواء محلية الصنع العاملة في منطقة الساحل الشمالي، حيث تم تقليل السرعة اللازمة لبدء الحركة من ٢,٨ م/ث إلى ١,٨٩ م/ث بواسطة استخدام كتلة موازنة (counter weight device) . كما تم تقليل السرعة اللازمة لبدء الحركة من ٢,٨ إلي ٢,٢٥ م/ ث و زيادة معدل التصرف بنسبة ٧٠% عند سرعات الرياح العالية عن طريق استخدام تركيب آلي ذي مضختين.

درس (فهيم وآخرون ، ١٩٨٩) الجوانب الهندسية لتطوير نظام الزراعة بتقنية الغشاء المغذي (NFT) و تناولوا الاستهلاك المائي لنبات الكوسة والخس حيث وجدوا أن الزراعة بالـ(NFT) يمكن أن توفر ٥٩ % و٩١ % من المياه المستخدمة في الري بطريقة الري بالتنقيط والري بالخطوط على الترتيب وذلك لنبات الكوسة . وتوفير من ٢٢% إلى ٤٠ % لنفس الطرق السابقة على الترتيب وذلك لنبات الخس .

لا توجد في الزراعة المائية مشاكل تربة كالأمراض أو الملوحة أو بناء التربة والصرف ومشاكل التعقيم ومقاومة الحشائش (Jensen, 1999). ذكر (ITO,1999) أن هذه التقنية تعمل على توفير الأيدي العاملة حيث توفر كثيرا من عمليات الخدمة الزراعية كذلك النمو أسرع والكفاءة أعلى وجودة الإنتاج أفضل من الزراعة التقليدية .

كتب (Pardossi et al.,1999) يتزايد الاهتمام بالزراعة المائية حيث تعتبر أداة لزيادة الإنتاج وتحسين الجودة وتوفير الطاقة والمياه وكذلك تقليل العمالة والكيماويات ...ويعتبر توفير عنصر المياه الأهم، نظرا لأن العالم أصبح مقبلا على مشكلة نقص المياه وأصبحت كثير من الدول تقع تحت خط الفقر المائي

ذكر(Furlani, 1999)، و (Gul et al., 2001) أن من أفضل مميزات الزراعة المائية هي عدم وجود تعقيم لقتل مسببات الأمراض الأرضية والتي يترتب عليها تلوث التربة والماء وبالتالي يتعرض المستهلك للتلوث ويصاب بالأضرار البالغة نتيجة لزيادة نسبة تركيز المبيدات في المنتجات الزراعية.كذلك أشاروا إلي أن هذه التقنية تمنح عدم التقيد بالدورة الزراعية .

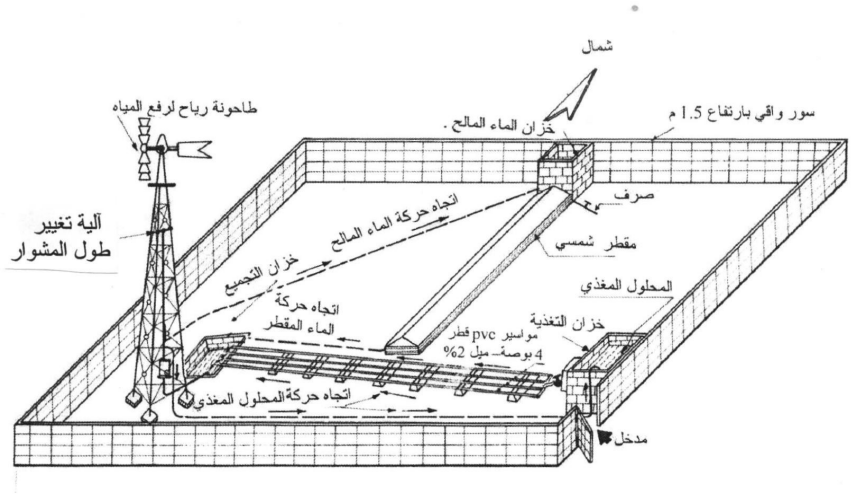
حيث أن نبات النعناع غالبا ما يزرع في الأراضي الرملية غير الخصبة ، لذا فإن زراعته بطريقة الزراعة المائية تكون مهمة جدا، حيث تعطي حرية أكثر لنمو الجذور وكذلك توفر العناصر الضرورية وبصورة متكاملة، والذي يترتب عليه إعطاء محصول وفير جدا مقارنة بالزراعة التقليدية كما ذكر (Maia et al., 2004).

المواد والطرق

يتكون نظام استخدام الطاقة غير التقليدية في الزراعة المائية من ثلاث وحدات : وحدة طاقة الرياح ، وحدة التقطير الشمسي و وحدة الزراعة المائية كما هو واضح بالشكل (١ ، ٢) . تستخدم طاقة الرياح لضخ مياه جوفية مالحة من بئر بعمق ٨ م إلى خزان وحدة التقطير الشمسي، حيث يتم تقطير المياه المالحة والتي تتحرك بعد تقطيرها تحت تأثير الجاذبية الأرضية إلي الخزان السفلي المحتوي على المحلول المغذي لوحدة الزراعة المائية، وذلك لتعويض النقص في خزان المحلول المغذي نتيجة للاستهلاك المائي للنباتات. يضخ المحلول المغذي من الخزان السفلي إلي الخزان العلوي بواسطة وحدة الرياح ثم ينساب إلى الخزان السفلي مرة أخرى تحت تأثير الجاذبية الأرضية بعد مروره بأنابيب الزراعة على شكل انسياب ضحل... وبعد أن يصل المحلول المغذي إلي الخزان السفلي مرة أخرى، يعاد ضخة ثانية إلي الخزان العلوي وهكذا مستمرا في دائرة مغلقة.

١- وحدة طاقة الرياح :

هي عبارة عن طاحونة رياح لرفع المياه ، محلية الصنع (تصنيع المصانع الحربية) ومستخدمة في منطقة الساحل الشمالي(قطر الدوار=٢,٤٣ م، عدد الريش =١٥ ، ارتفاع البرج = ١٠ م) . تم تجهيز الطاحونة قبل إجراء التجارب ، حيث تم تجديد التالف منها وتغيير زيت صندوق التروس وتشحيم الأجزاء المتحركة التي تحتاج لذلك وأصبحت في حالة جيدة. تستخدم الطاحونة لمهمتين : الأولى ، رفع مياه مالحة من بئر بعمق ٨ م إلى خزان وحدة التقطير الشمسي سعة ١م٣ بواسطة مجموعة مضخة مستقلة(مضخة قياسية ذات قطر ٧,٦سم – قضيب رفع – مواسير(٤ سم) من الحديد المجلفن تضخ فيها المياه من مستوي السحب إلى مستوى الطرد) . يتم تشغيل هذه المجموعة بتوصيلها مع قضيب الرفع للطاحونة عند ملء الخزان فقط وفي حالة عدم التشغيل يتم فصلها يدويا (تعمل الطاحونة بهذه الحالة على فترات متباعدة كلما تم تفريغ الخزان من المياه).المهمة الثانية: ترفع المحلول المغذي من الخزان السفلي إلي الخزان العلوي باستخدام مضخة آخرى (ذات قطر ٩,٥ سم). الطاحونة في هذه الحالة تعمل بشكل مستمر بلا توقف معتمدة على توفر شدة الرياح أعلى من مستوى سرعة الرياح البادئة للحركة . شكل (٣) يوضح المضختين المستخدمتين مع الطاحونة .



شكل ١ ، ٢: نظام استخدام الطاقة غير التقليدية في الزراعة المائية بالساحل الشمالي.

٢- آلية تغيير طول المشوار.

أداء طاحونة الرياح مع المضخة الترددية يكون بكفاءة عالية عند سرعة رياح واحدة، وذلك لأنها معتمدة على ثبات حمل الضخ المعتمد على ثبات طول المشوار. و في حالة تشغيل الطاحونة بأكثر من طول مشوار يمكن أن تعمل الطاحونة بكفاءة عالية عند أكثر من سرعة رياح، وبالتالي يمكن الحصول على مياه أكثر من نفس الطاحونة يترتب عليها زيادة عدد خطوط الزراعة وبالتالي زيادة عدد النباتات المنزرعة للنظام الواحد . تم تصميم وتجميع آلية تغيير طول المشوار كما هو موضح في شكل (٤). يتم تحديد طول المشوار يوميا بحيث تعطي المضخة أقصى تصرف ممكن بمراقبة معدل التصرف ولا يترتب عليه تعدد توقف

الطاحونة عن العمل . نظرا لان المضخة المستخدمة مع الطاحونة طولها ٣٠ سم فقط، مصممة على طول مشوار لا يزيد عن ١٤ سم، لذا تم تجميع مضخة بقطر ٩,٥ سم وطول ٦٠ سم تسمح بزيادة طول المشوار حتى ٤٠ سم مع مراعاة أن السطح الداخلي مصنوع من مادة(صلب غير قابل للصدأ SS) لا تؤثر على تركيب المحلول المغذي كما بالشكل (٣).

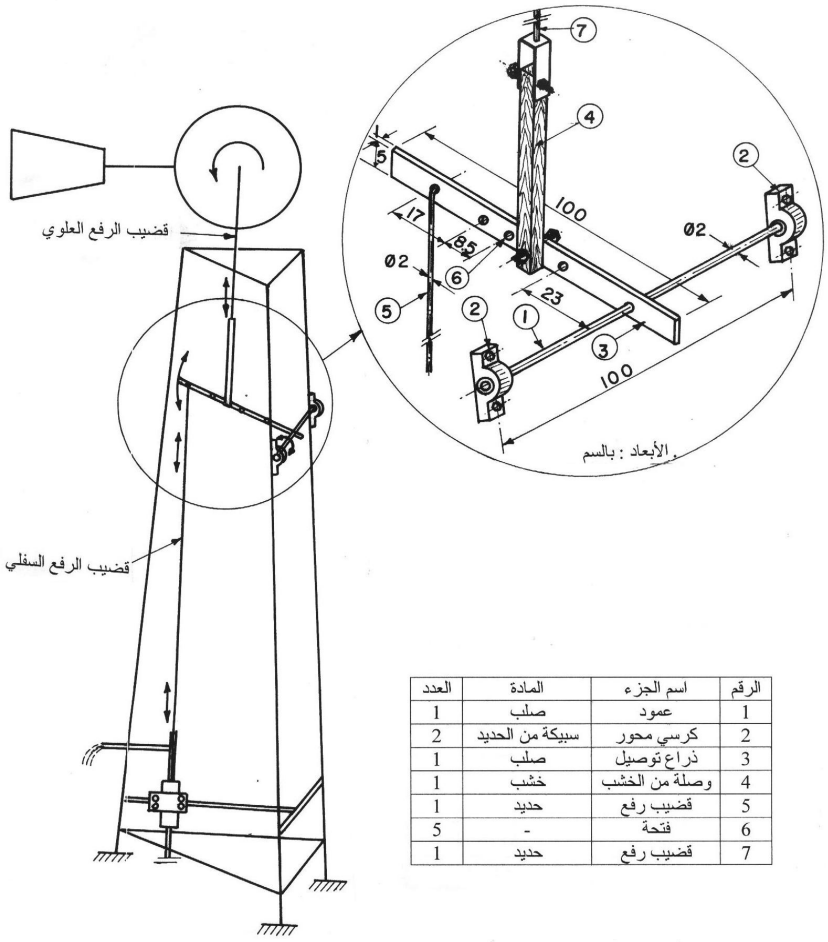
شكل ٣: المضخة المعتادة والمضخة الأخرى المطورة.

شكل ٥: وحدة الزراعة المائية والمقطر الشمسي.

٣- جهاز قياس سرعة الرياح :

١- النوع : cup anemometer . ٢ - الصناعة : في إنجلترا.

٣ – الدقة : 0.25 م/ث ٤- تمت معياره الجهاز قبل وبعد التجارب في المكتب الفني للأجهزة العلمية بالإسكندرية . تم قياس سرعات الرياح عند نفس ارتفاع محور الدوران لدوار الطاحونة وبمسافة تبعد ١٢م (٥ مرات قطر الدوار، حسب توصيات International Energy Agency).



الرقم	اسم الجزء	المادة	العدد
1	عمود	صلب	1
2	كرسي محور	سبيكة من الحديد	2
3	ذراع توصيل	صلب	1
4	وصلة من الخشب	خشب	1
5	قضيب رفع	حديد	1
6	فتحة	-	5
7	قضيب رفع	حديد	1

شكل ٤: رسم تخطيطي للطاحونة مع آلية تغيير طول المشوار.

٤- وحدة التقطير الشمسي :

تتكون الوحدة من خزان سعة ١م٣ مبني من الحجر الجيري ومبطن بطبقة من الأسمنت، ويخزن فيه ماء جوفي مالح مرفوع بطاحونة الرياح . يتم توصيل المياه من الخزان إلي المقطر الشمسي عن طريق صمام عوامة لضبط منسوب الماء داخل حوض المقطر على إرتفاع ٣ سم تقريبا . المقطر الشمسي عبارة عن حوض بطول ٨ م وبعرض ١م وارتفاع ٢٥سم ، يتكون من الخارج إلي الداخل من بناء من الحجر الجيري ثم مادة عازلة بسمك ٥ سم محاطة

من الجانبين بغشاء من البولي ايثيلين ثم طبقة من الطوب والأسمنت، ثم طلاء " البيتومين " الأسود. يميل قاع الحوض طوليا بمعدل ١ % ليسهل عملية تصريف المياه بواسطة محبس ما بين الحوض والخزان . يوضع غطاء من الزجاج سمك ٥مم على الحوض فوق مجري من الألومنيوم بعرض ٥ سم و يميل بمعدل ١ % بحيث يتجمع الماء المقطرعند حافة واحدة للحوض. يعتبر الحوض معزولا تماما عن الهواء الخارجي حيث يتم لصق بولستر على الحد الفاصل ما بين الحافة السفلية للزجاج وقناة الألومنيوم. عند تسخين ماء الحوض بواسطة الأشعة الشمسية يتصاعد بخار الماء ليتجمع على السطح الداخلي للزجاج (الذي يميل بزاوية٤٥ ° على الأفقي) ثم ينحدر الماء المقطر لأسفل حتى المجرى لينساب بداخلة إلي أقل منسوب ومنه يتحرك عن طريق أنبوب بقطر ١سم (بفعل الجاذبية) إلي الخزان السفلي لوحدة الزراعة المائية لتعويض النقص في المحلول المغذي نتيجة الاستهلاك المائي .

٥- وحدة الزراعة المائية :

وحدة الزراعة المائية – بتقنية الغشاء المغذي (NFT) – كما يتضح من شكل (٢،١) و شكل (٥)، هي عبارة عن خزان أعلى مستوى الأرض سعة ٣ م٣ مبني من الحجر الجيري ومبطن من الأسمنت ثم " بيتومين " لمنع التسريب. يحتوي الخزان على المحلول المغذي الذي ينساب إلي الخزان أسفل مستوى الأرض (الخزان السفلي الذي له نفس مواصفات الخزان العلوي) مارا بأربعة خطوط للزراعة من أنابيب PVC بقطر ١٠ سم. تميل خطوط الزراعة بمعدل ٢ % من جهة الخزان العلوي إلي الخزان السفلي وذلك بتثبيتها فوق حوامل تم بناؤها من الحجر الجيري والأسمنت . تم عمل ثقوب بأنابيب الزراعة بقطر ٨ سم ومسافات بينية ٣٠ سم بحيث أصبح بكل خط ٤٠ فتحة (نبات). يوضع في كل فتحة كيس من البولي ايثيلين الأسود مملوء ببيئة من البيت موس والفرميكوليت بنسبة ٢ : ١، ويتم فيها وضع شتلة نبات الكوسة عمر ٢٠ يوم (منقول من صواني الشتل). أما في حالة نبات النعناع فتزرع عقل بطول (٥ – ٨ سم) مباشرة في أكياس الزراعة بداخل فتحات خطوط الزراعة . استخدم محلول مغذي (El Behairy,1994) الذي يتكون كما بالجدول التالي:

العنصر	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
التركيز((ppm	295.6	35	300	160.2	50	221	5	1	0.3	0.1	0.1	0.1

القياسات:

١- أداء طاحونة الرياح :

تم تنفيذ التجارب لقياس أداء طاحونة الرياح عند ارتفاع ضخ ٢م ومدى سرعات رياح (١- ٨ م/ث) ومع الحالات التالية :

أ- قبل التطوير: الطاحونة في الحالة القياسية (قطر المضخة = ٧,٦ سم – طول المشوار= ١٤سم)

ب- بعد التطوير: الطاحونة مع آلية تغيير طول المشوار والمضخة المطورة: قطر المضخة = ٩,٥ سم وأطوال المشوار التالية :

(١) ١٠,٢ سم، (٢) ١٧,٧ سم، (٣) ٢١,٥ سم، (٤) ٢٩ سم.

وفي كل تجربة كان يتم قياس ما يلي:

١- سرعة الرياح (م / ث) .
٢- معدل دورات الضخ (دورة / دقيقة) .
٣- حجم المياه (لتر) .
٤- زمن التجربة (دقيقة) .

وبناء علي القياسات السابقة يحسب ما يلي :

١- معدل التصرف (لتر / د) .
٢- معامل القدرة الكلي.

٢- أداء المقطر الشمسي :

كان الإنتاج اليومي للمقطر الشمسي (لتر/ يوم) يقاس يوميا الساعة ٨ صباحا ولمدة شهر كامل (أغسطس ٢٠٠٦). ومنها يتم تحديد متوسط الإنتاج اليومي لكل متر مربع خلال فترة إجراء التجارب.

٣- وحدة الزراعة المائية :

- تم المحافظة على قيمة ال pH ما بين ٥,٥ - ٦,٥ . وقيمة ال EC ما بين ١ – ٣ ملليموز/سم

- تم تحديد متوسط الاستهلاك المائي للنبات الواحد (لتر/ يوم) كل عشرة أيام من بداية شتل النبات في خطوط الزراعة بالنسبة للكوسة . ومن بداية بزوغ أوراق نبات النعناع . حيث يحسب الاستهلاك المائي من خلال حساب النقص في حجم محدد من المحلول المغذي في كلا الخزانين .

١- كفاءة استعمال النبات للمياه كما عرفها(Vites,1962) يتم حسابها من خلال المعادلة التالية:

أ- <u>في حالة نبات الكوسة</u> :

$$\text{كفاءة استعمال النبات للمياه} = \frac{\text{كتلة الثمار عند النضج الاستهلاكي}}{\text{الاستهلاك المائي الحجمي طول الموسم}} * ١٠٠$$

ب- <u>في حالة نبات النعناع</u> :

$$\text{كفاءة استعمال النبات للمياه} = \frac{\text{كتلة العشب طازج}}{\text{الاستهلاك المائي الحجمي طول الموسم}} * ١٠٠$$

النتائج والمناقشة

١- أداء طاحونة الرياح :

يوضح شكل (٦) العلاقة بين معدل التصرف للطاحونة مقابل سرعة الرياح قبل وبعد التطوير . ففي حالة الطاحونة قبل التطوير(طول المشوار = ١٤سم ، قطر المضخة = ٧,٦ سم)، يتبين أن سرعة الرياح البادئة للحركة ١(م/ ث) ومعدل التصرف ٢ ، ١٠,٥٨ ، ١٥,٧٥(لتر/ د) مقابل سرعة رياح ٢، ٥ ، ٧ (م/ ث) على الترتيب. أما في حالة الطاحونة بعد التطوير (أطوال المشوار = ١٠,٢ ،١٧,٧ ، ٢١,٥ ، ٢٩ سم ، قطر المضخة = ٩,٥ سم)، فكانت سرعة الرياح البادئة للحركة ١ (م/ ث) ومعدل التصرف ٢,٥ ، ١٤,٧٥ ، ١٩,٨٣ (لتر/ د) مقابل سرعة رياح ٢، ٥، ٧ (م/ ث) على الترتيب وذلك في حالة طول المشوار ١٠,٢ سم. وفي حالة طول المشوار ١٧,٧ سم : سرعة الرياح البادئة للحركة هي ١,٥ (م/ ث) ومعدل التصرف ٣,٥ ، ٢٥ ، ٢٨,٨ (لتر/ د) مقابل سرعة رياح ٢ ، ٥ ، ٧ (م/ ث) على الترتيب. و في حالة طول المشوار ٢١,٥ سم: سرعة الرياح البادئة للحركة هي ٢ (م/ ث) ومعدل التصرف ٢٧ ، ٣٢,٥ (لتر/ د) مقابل سرعة رياح ٥، ٧ على الترتيب. أما في حالة طول المشوار ٢٩ سم: فكانت سرعة الرياح البادئة للحركة ٣ (م/ ث) ومعدل التصرف ٣٧,٥ ، ٤٠(لتر/ د) مقابل سرعة رياح ٥ ، ٧ (م/ ث) على الترتيب. يتبين من النتائج السابقة أن سرعة الرياح البادئة للحركة تزيد مع زيادة طول المشوار ويرجع ذلك لزيادة حجم المشوار الذي يترتب علية زيادة حمل الضخ لذا تحتاج الطاحونة قدرة رياح أعلى وبالتالي سرعة رياح أعلى لكي تبدأ الحركة . لكن على الجانب الآخر نجد زيادة في معدل التصرف مع زيادة طول المشوار ويرجع ذلك للاستفادة من الطاقة التي كانت مهدرة قبل التطوير ، نتيجة لعدم التوافق ما بين أداء دوار الطاحونة و المضخة .

مقارنة معامل القدرة الكلي مع سرعة الرياح :

يتضح من شكل (7) أن معامل القدرة يزيد إلى أعلى قيمة ثم يقل تدريجيا بمعدل كبير جدا حيث يتناسب معامل القدرة عكسيا مع مكعب سرعة الرياح كما ذكر (Kamand et al.,1990). وتعتبر سرعة الرياح عند أقصى قيمة هي سرعة الرياح التي تحقق أفضل توافق بين أداء دوار الطاحونة و أداء المضخة الترددية وذلك على مستوى سرعات الرياح المقاسه. كذلك يتضح من الشكل(٧) أنه كلما زاد حجم المشوار زادت قيمة معامل القدرة الكلي. وهذا يمكن فهمه بتخيل تحريك منحنى أداء المضخة لأعلى نحو أقصى قيمة لمعامل القدرة، وبذلك يتم استغلال جزء من القدرة الضائعة نتيجة لعدم التوافق ما بين أداء المضخة وأداء دوار طاحونة الرياح كما أشار (Hassan et al., 1994).

٢- الزراعة المائية :

كان النمو جيدا لنباتي الكوسة والنعناع كما يتضح من أشكال (٨ إلي ١٣)

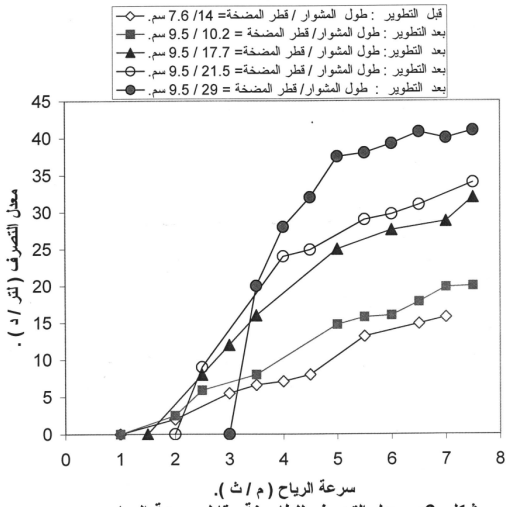
أ- نبات الكوسة :

- الاستهلاك المائي : ١٨ لتر/ نبات/ موسم.
- إنتاجية المحصول : ١٠٠٠ ج / نبات .

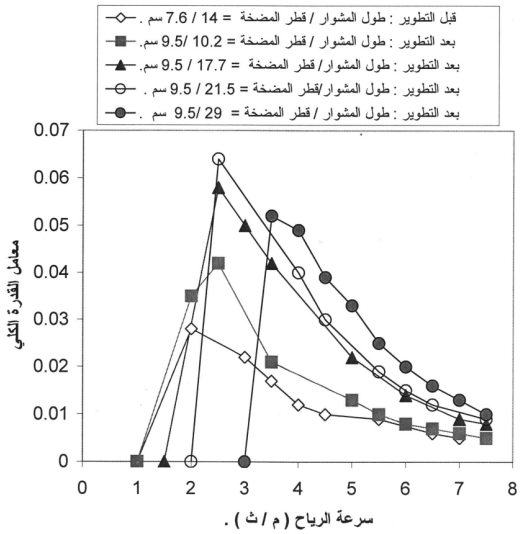
- كفاءة استخدام الماء : ٥٥ ج / لتر .

ب – نبات النعناع :

- الاستهلاك المائي : ٣٧ لتر / نبات/ موسم .
- إنتاجية المحصول : ٧٠٠ ج / نبات .
- كفاءة استخدام الماء : ١٩ ج / لتر.



شكل 6: معدل التصرف للطاحونة مقابل سرعة الرياح .



شكل 7 : معامل القدرة الكلي للطاحونة مقابل سرعة الرياح .

شكل ٨ : الجذور لنبات الكوسة

شكل ٩ : النمو الجيد لنبات االكوسة.

شكل ١٠: الجذور القوية لنبات النعناع في مرحلة مبكرة من النمو.

شكل ١١: النمو الخضري القوي لنبات النعناع (لبداية قنوات الزراعة)

شكل ١٢: النمو الخضري الغزير لنبات النعناع (لنهاية قنوات الزراعة)

شكل ١٣: نبات النعناع قبل وبعد الحش مباشرة.

٣- وحدة المقطر الشمسي :

- متوسط الإنتاج اليومي لشهر أغسطس هو ٣,١ لتر/ م٢/ يوم .

الخلاصة

نستخلص من هذه الدراسة أنه في حالة تشغيل الطاحونة مع آلية تغيير طول المشوار (يدويا) والتي تم تطويرها من خلال هذا البحث ، سوف تعمل الطاحونة عند سرعات رياح منخفضة (١ م / ث) والتي يترتب عليها زيادة عدد ساعات التشغيل اليومية. كذلك تعمل الطاحونة بكفاءة أعلى بمقارنة أداء الطاحونة بعد التطوير بالنسبة للحالة القياسية ، حيث نجد زيادة في معدل التصرف بنسبتي ١٠٠ و ١٥٠ % عند سرعة رياح ٢,٥ ،٧ م/ ث على الترتيب. كذلك إذا تمت مقارنة هذه الآلية مع المطورة بمعرفة (Clark et al.,1990) يتضح أن الآلية المطورة من خلال هذه الدراسة تفوقت بميزتين .. الأولي هي أنها لم تؤدي إلي تخفيض معدل التصرف عند السرعات المنخفضة عن الحالة القياسية، كذلك أنها بسيطة و سهلة التركيب وغير مكلفة إذا ما قورنت بالآلية التي لم يتم استخدامها تجاريا لصعوبة تصنيعها حسب قول (Vick, 2006). و من المميزات الأخرى للآلية المدروسة ، أنها يمكن أن تتيح لطاحونة الرياح أن تعمل على ارتفاع ضخ أكبر من المسموح لها، حيث يتم ذلك عن طريق تقليل طول مشوار الضخ بسهولة . لكن يعيب على هذه الآلية احتياجها إلي إعادة ضبط يومي توافقا مع سرعة الرياح السائدة .

كذلك فان هذه الدراسة تعمل على استثمار وتوظيف إمكانيات وموارد الساحل الشمالي غير المستغلة بصورة سهلة التطبيق ، حيث يمكن أن تنفذ على المستوى القومي أو الفردي. ففي حالة تطبيق الدراسة وانتشار هذا النوع من أسلوب الزراعة سوف، يكون مدخلا لغزو الصحراء بنجاح ، كما سيعمل على توفير فرص عمل جديدة ويساهم في دعم ركائز الاقتصاد القومي بجلب العملة الصعبة عن طريق زراعة نباتات اقتصادية مثل النباتات الطبية والعطرية، والتي لها أسواق كبيرة ورائجة بالخارج، كما أنها ستعمل على توفير الخضراوات الطازجة للمناطق النائية ووحدات المنشآت السياحية (القرى والفنادق السياحية) المنتشرة على طول الساحل الشمالي .

المراجع

المراجع باللغة العربية :

أبو زيد، م. ٢٠٠٥ .الساحل الشمالي الغربي للصيف أم للتنمية المستدامة ؟ الإمكانات موجودة ومهدرة والمشروعات طموحة ومقيدة ! ؟. جريدة الأهرام .عدد ٢٣ سبتمبر: ١٠.

أخبار اليوم .٢٠٠٦ . للاستفادة بمياه الأمطار والمساحات الشاسعة بالصحراء الغربية : التوسع في زراعة النباتات الطبية والعطرية ... ضرورة اقتصادية . عدد ٦ نوفمبر، الطبعة الأولى. صفحة أخبار المحافظات.

الأطلس المناخي لمصر. ١٩٩٦. الهيئة العامة للأرصاد الجوية . جمهورية مصر العربية .القاهرة :١٣٧ -١٥١.

العوضي ، م. ن. ٢٠٠٧ . تفاهم شفوي.

بلبع، ع. و م. الجبلي .١٩٦٥. أراضي الساحل الشمالي الغربي. كلية الزراعة جامعة الإسكندرية .الطبعة الأولي :٥-٢٠.

عبد السلام، م. ف. م. ، م. ن. العوضي و م. م. حجازي .١٩٨٩. رسالة ماجستير. قسم الميكنة الزراعية. كلية الزراعة . جامعة عين شمس:٥٥-٩٤.

سالم، ب. ٢٠٠٦. مرسى مطروح تشهد أول كوب ماء عذب من بئر مالحة . صفحة البيئة والحياة جريدة الأسبوع .عدد ٢٤ يوليو.

سليم، م. ص. ١٩٩٢. صحراء مصر الغربية : دراسة في الجغرافيا الطبيعية. كلية الأداب جامعة القاهرة : ٢٣٣.

شرف،ع. و م. جلال.١٩٩٨. اتصال شخصي.

المعمل المركزي للمناخ.٢٠٠٦. أرصاد محافظة مطروح.الموقع الإلكتروني:www.clac.edu.eg

وزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضي. ١٩٨٣ . التقرير النهائي للعام . التخطيط الهيكلي للساحل الشمالي الغربي :١٣٢ – ١٣٩ .

المراجع باللغة الانجليزية :

Balba,A.M. 1992. Agricultural development activities in western desert of Egypt. Advances in Soil and Water Res. Alex. Univ. No.11:35-75.

El-Behairy,U.A.1994.The effect of levels of phosphorus and zinc in the nutrient uptake and translocation in cucumber (*Cucumis sativus L.)* grown by the nutrient film technique. Ph. D. Th., Univ. London, Wye Col. U.K.

Clark,R.N. and J.W.McCarty.1990.Variable stroke pumping for mechanical windmills .Proc. Windpower Conference. Wash., DC20037.or by (E- mail:bholt@cprl.ars.usda.gov):217-221.

Furlani, P. R., 1999. Hydroponics vegetable production in Brazil. Proc Int.Sym.Growing media and hydroponics Ed. A. P. Papadopoulos. Acta Hort. 481: 777-778.

Gouriers,D. 1982. Wind Power Plants .Theory and Design –1st ed .Fluid Mech., Univ. of Dakar:47-54, 151-160.

Gul,A.; I.H.Tuzel and R.Z.Eltez. 2001.Effect of continuous and intermittent solution circulation on tomato plants grown in NFT. Acta Hort. 554:205- 209.

Hassan,S.D.; M.S.Bayoumi; M.N.Abuelfoutouh and A .A .Hashem .1994. Design and prototype production of small wind turbine for low wind speeds. J. Tec. ,Vol.1,No.1:13-21.

Hemeda,M.A.; S.M.Abd El-Latif; A.M.Helmy.1992. Solar energy influences on nutrient film technique solution in protected planting. Misr J. Ag. Eng., 9 (4): 715-730.

Ismail,H.; F., Abd El Kader .and A .Fathy .1990. Development of soils and water resources in the N. W. Coast . Presented in the Sympo . Integ. Development of the N.W.Coast, March 10,1990.(C.F. Blaba. 199٢): 47.

ITO,T. 1999. The greenhouse and hydroponic industries of Japan. Proc Int.Sym.Growing media and hydroponics. Ed.A.P. Papadopoulos Acta Hort .481:761-763.

Jensen, M. H.,1999. Hydroponics world wide. Proc. Int. Sym. Growing media and hydroponics. Acta. Hortic. 481: 719-729.

Kamand,F.Z. and R.N.Clark.1990. A variable stroke mechanism for mechanical water pumping windmills. Proc.Windpower Conference-Wash.,DC20037:161. (By e-mail : bdvick@cprl.ars.usda.gov.).

Kamand,F.Z., R.N.Clark and R.G.Davis.1990. Peformance evaluation of multibladed water pumping windmills . Proc.Windpower Conference - Wash.,DC20037:281-289.(By e-mail :bholt @ cprl .ars .usda.gov.).

Maia,N.B.; O.A.Bovi; Q.A.Carmello and C.Robaina. 2004. Hadroponic cultivation of mint and vetiver with spirostane analogues of Brassinosteroids. Acta Hort: 55-59.

Meel, J.V.and P.Smulders.1986. Some results from CWD'S Test fields: Are the IEA Recommendations sufficient for windmills driving piston pump.٩Unv. of Tech.,Eindhoven , Netherlands:89-106.

Ministry of Electricity and Energy .1982 .National strategy for development and utilization of new and renewable sources of energy (NRSE) .Cairo, Author:3-10.

Pardossi,A. and F.Tognoni .1999. Greenhouse industry in Italy Proc.Int.Sym. Growing media and hydroponics Ed.A.P.Papadopoulos. Acta Hortic.481:769-770.

Tawfik, F. D.; A.Y. Korayem; S. F.Ahmed and M. M. Abou Al-kheir.1999.Utilization of wind energy for water lifting at the N.W.Coast of Egypt. M.Sc. Thesis, Ag. Eng.Dept. Fac. of Ag. Alex Univ.:4-14, 93- 95.

UNDP/FAO.1970.Pre-Investment survey of the N.W.Coastal region. Project ESE;SF/UAR49.Techinecal Report No.1.(C.F. Balba.1992).

Vick,Brian. 2006.Personal communication (E-mail: bdvick @ cprl .ars .usda.gov.).

Vites,F.G. 1962. Fertilizers and efficiency use of water advanced in Agron. 14:22-264.(C.F. Hemeda et al., 1992).

ENGLISH SUMMARY

UTILIZATION OF NON-TRADITIONAL ENERGY IN WATER-CULTURE FOR REMOTE AREAS

Tawfik, F. D.; M. N. El Awady;
M. M. Hegazy and M. F. M. Abd El-Salam*

The aim of this study is to install a closed renewable energy system to pace with the sustainable development in remote areas. The system uses saline ground water lifted by a windmill, distilled by solar still and added with nutrient solution. The nutrient solution is recycled by the windmill to be used by plants with Nutrient Film Technique (NFT). A locally-made windmill was used to lift the groundwater from 8m depth well to the solar still unit.

* Resp.: Grad. Stud., Prof. Em., Prof. and Head; Assoc. Prof., Ag. Eng. Dep., Col. Ag., A. Shams U., Cairo, Egypt.

The distilled water moves by gravity to underground reservoir (1m depth) which contains nutrient solution, which is lifted to upper ground reservoir (1m height) by the windmill. The solution moves again to the underground reservoir by gravity, after passing through culture pipes (4inch PVC).The nutrient solution is reused in closed cycle. Also, modifications were achieved on the windmill design to improve its discharge rates and efficiency, by using variable stroke length mechanism. According to that extra, planting lines could be added. A squash and mint were planted. The experimental work was carried out at the Northern Coast where the results indicated that, increasing in discharge rate from 100 to 150 % at 5, 7 m/s wind speed respectively as compared with the standard condition. The average daily productivity, of solar still at summer was 3.1 l/m^2 /day. The water use efficiency for squash and mint was about 55 and 19 g/l as fresh weight respectively. Profitability of the system was acceptable and it may be utilized directly in remote areas, but it needs advanced management.