POWERING AGRICULTURE:

AN ENERGY GRAND CHALLENGE FOR DEVELOPMENT

TOOLBOX ON SOLAR POWERED IRRIGATION SYSTEMS (SPIS)

الوحدة الأولى:
كن على إطلاع (كن مطلعاً)

Food and Agriculture Organization of the United Nations

USAID

SWEDEN

german cooperation

DUKE ENERGY.

OPIC

يعتبر صندوق الأدوات الخاص بأنظمة الريّ بالطاقة الشمسية (SPIS) مشروعًا موروثا (قديمًا) للمبادرة العالمية "دعم و تقوية الزراعة: التحدي الكبير للطاقة من أجل التنمية" (PAEGC). في عام 2012 ، قامت كل من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID) ، والوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي (Sida) ، والوزارة الاتحادية الألمانية للتعاون الاقتصادي والتنمية (BMZ) ، و دووك للطاقة (Duke Energy) ، ومؤسسة الاستثمار الخاص الخارجي (OPIC) بتجميع موارد لدعم المناهج الجديدة والمستدامة لتسريع تطوير و توظيف (نشر) حلول الطاقة النظيفة لزيادة الإنتاجية الزراعية

إن صندوق الأدوات الخاص بـال SPIS قد تم اعتماده الآن لمزيد من التطوير من خلال برنامج PAEGC خليفة (عقب) برنامج المياه والطاقة من أجل الغذاء WE4F. (WE4F) هي مبادرة دولية مشتركة بين الوزارة الاتحادية الألمانية للتعاون الاقتصادي والتنمية (BMZ) ، ووزارة الشؤون الخارجية بوزارة الخارجية الهولندية ، والسويد من خلال الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي (Sida) ، والولايات المتحدة وكالة التنمية الدولية (USAID). يهدف WE4F إلى زيادة إنتاج الغذاء على طول سلسلة الامدادت (القيمة) من خلال استخدام أكثر استدامة وكفاءة للمياه و الطاقة.

نشرت من قبل

المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ) نيابة عن BMZ كشريك مؤسس للمبادرة العالمية لدعم و تقوية الزراعة: برنامج التحدي الكبير للطاقة من أجل التنمية (PAEGC) و المياه والطاقة من أجل الغذاء (WE4F) و منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO)

المسؤول

GIZ Project Water and Energy for Food (WE4F)

للتواصل

Powering.Agriculture@giz.de

للتحميل

https://energypedia.info/wiki/Toolbox_on_SPIS/ar

عن

GIZ Project Water and Energy for Food (WE4F): https://we4f.org/

الإصدار

1.0 (November 2020)

إخلاء المسؤولية

إن التعيينات (الرموز) المستخدمة و تقديم (عرض) المواد في هذا المنتج الإعلامي لا تتضمن (تلمح – تعني) على الإطلاق التعبير عن أي رأي من جانب المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) أو أي من الشركاء المؤسسون لـ PAEGC أو WE4F فيما يتعلق بالوضع القانوني أو التنموي لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سلطاتها ، أو فيما يتعلق بتخصيص (بتعيين) جبهاتها أو حدودها. إن ذكر شركات معينة أو منتجات من شركات صناعية ، سواء تم تسجيل براءات الاختراع لها أم لا ، لا يتضمن (يلمح – يعني) على الإطلاق أن هذه الشركات قد تم رعايتها (اعتمادها) أو التوصية بها من قبل GIZ أو FAO أو أي من الشركاء المؤسسين لـ PAEGC أو WE4F لتفضيلها على الآخرين من نظرائهم الغير مذكورين. إن الآراء الواردة في هذا المنتج الإعلامي ما هي إلا آراء المؤلف ولا تعكس بالضرورة آراء أو سياسات GIZ أو FAO أو أي من الشركاء المؤسسين لـ PAEGC أو WE4F .

يشجع كل من GIZ و FAO و الشركاء المؤسسون لـ PAEGC و WE4F على استخدام و أعادة اصدار (نسخ) ونشر المواد في هذا المنتج الإعلامي. باستثناء ما هو مذكور بخلاف ذلك ، يمكن نسخ المواد و تحميلها من الانترنت وطباعتها لأغراض الدراسة الشخصية أو البحث أو التدريس ، أو لاستخدامها في المنتجات أو الخدمات الغير التجارية ، شريطة وجود الإقرار (الاثبات) المناسب لـ GIZ و FAO بأنهم المصدر وممتلكي حقوق النشر و الطباعة و التأليف

© GIZ and FAO, 2020

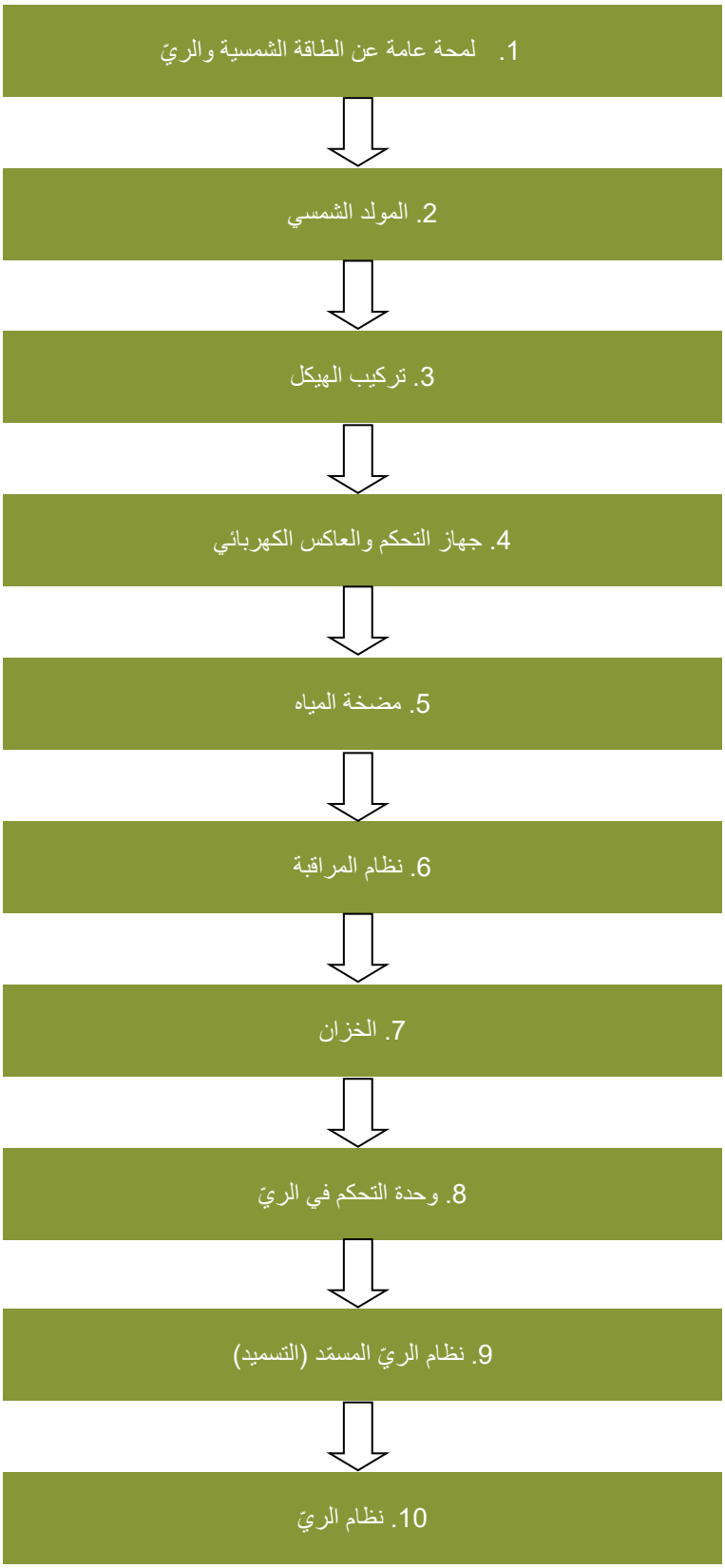
Implemented by

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ABBREVIATIONS

Ah	Ampere hour
CWR	Crop Water Requirement
DC/AC	Direct Current / Alternating Current
ET	Evapotranspiration
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Gd	Daily Global Irradiation
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GIWR	Gross Irrigation Water Requirement
GPFI	Global Partnership for Financial Inclusion
HERA	GIZ Program Poverty-oriented Basic Energy Services
H_T	Total Head
IEC	International Electrotechnical Commission
IFC	International Finance Corporation
IRR	Internal Rate of Return
IWR	Irrigation Water Requirement
MPPT	Maximum Power Point Tracking
NGO	Non-Governmental Organization
NIWR	Net Irrigation Water Requirement
NPV	Net Present Value
m^2	square meter
PV	photovoltaic
PVP	Photovoltaic Pump
SAT	Side Acceptance Test
SPIS	Solar Powered Irrigation System
STC	Standard Test Conditions
TC	Temperature Coefficient
UV	Ultraviolet
Vd	Daily crop water requirement
W	Watt
Wp	Watt peak

كن على إطلاع (كن مطلعاً)



الهدف من الوحدة - توجيه

نظرًا للتقدم الكبير في التكنولوجيا وانخفاض أسعار الألواح الشمسية، أصبحت المضخات العاملة بالطاقة الشمسية بديلاً اقتصاديًا وفنيًا وبيئيًا لأنظمة الضخّ التقليدية.

على الرغم من ذلك، قلّة من الناس على دراية بالإمكانيات والمخاطر المرتبطة بالضخ بواسطة الطاقة الشمسية للريّ. غالبًا لا يتم دمج المضخة الشمسية بشكل مثالي في نظام الريّ، مما يؤدّي إلى عدم كفاءتها. وبالتالي، فإن الطلب على هذه المضخات بين المنتجين منخفض و تردد المؤسسات المالية بشكل كبير في تمويله.

وحدة كن على اطلاع (كن مطلعًا) تحتوي على معلومات أساسية للاستشاريين الزراعيين ومقدمي الخدمات المالية من أجل فهم مبدأ تشغيل نظام الـ SPIS وتمييز (تَفريق) المكونات الفردية للنظام. إضافة لذلك، تبدأ الوحدة في وصف كيف يمكن للترتيبات المختلفة لتلك المكونات بأن تؤثر على أداء النظام بأكمله.

وحدة كن على اطلاع (كن مطلعًا) ستسمح لمقدّمي الخدمات الزراعية والمالية بدعم المستخدمين المحتملين لاستخدام نظام الـ SPIS بمعلومات حديثة عن إيجابيات وسلبيات التكنولوجيا ومكوناته الفردية.

وصف موجز للوحدة

بالمقارنة مع أنظمة الطاقة التقليدية، فإن استخدام الطاقة الشمسية له بعض الخصائص المعيّنة، والتي يجب أخذها في الاعتبار عند عملية التخطيط لنظام الريّ بالطاقة الشمسية (انظر وحدة التصميم).

الخطوات التالية تصف بالتفصيل الترتيبات المتاحة والمكونات الفردية لنظام الـ SPIS و الذي يعمل باستمرار في ظل ظروف متغيّرة بسبب التقلبات اليومية والموسمية.

إن وصف المكونات الفردية لنظام SPIS والعلاقات بينها تسبقها معلومات عن أساسيات الطاقة الشمسية والريّ. عندما يتم الجمع بين الطاقة الشمسية والريّ في نظام إنتاجي واحد فإننا نسميه نظام الريّ بالطاقة الشمسية.
(Solar Powered Irrigation System - SPIS).
يتم تقديم التكوينات النموذجية لنظام SPIS في هذه الوحدة وفي وحدة التصميم.

1. لمحة عامة عن الطاقة الشمسية والريّ

البديل-الطاقة الشمسية (كبديل)

إذا وصلت تكنولوجيا الضخ التقليدية، مثل المضخات اليدوية أو التي تعمل بالطاقة الحيوانية، إلى حدودها التقنية، فإن الوسائل المعتادة لضخ مياه الريّ هي المضخات التي تعمل إما بالديزل أو الغاز أو البنزين .ومع ذلك ، فإن هذه المضخات التقليدية لها عيب مزدوج حيث تتطلب الكثير من الصيانة بالإضافة إلى ضرورة الإمدادات المنتظمة من الوقود و التواجد الشخصي من اجل أعمال التشغيل. خاصة في المناطق النائية من البلدان النامية، حيث أن الوصول المحدود إلى قطع الغيار أو هياكل الصيانة أو الوقود، يؤدي إلى انقطاع متكرر لعدة أيام أو أكثر.

إن النقص الناجم عن المياه يمكن أن يؤدي إلى تقليل المحصول الزراعي أو فشله، و يشكل خطرًا كبيرًا على المشروع الزراعي.

في المناطق غير الموصولة بالكهرباء من العالم، يمكن للطاقة الشمسية أن تساعد في توفير الوصول إلى إمدادات من الطاقة السليمة بيئيًا والموثوق بها -المعول عليها-. ولا سيما في البلدان النامية، حيث لا يزال منظور توسيع الشبكة وإنشاء إمدادات موثوقة فعالة يعتمد عليها وغير منقطعة من التيار الكهربائي في المناطق الريفية بعيد المنال

ستعتمد إمدادات الكهرباء في المناطق الريفية والتي تعاني اقتصاديًا كما في إفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية إلى حد كبير على الاستثمارات في حلول محلية خارج الشبكة الكهربائية فقط من أجل الاستهلاك المنزلي، مع القليل من الاستخدامات المثمرة للطاقة.

صورة 1: الحصول على الطاقة الكهربائية حيثما تشرق الشمس

(المصدر: Lennart Woltering)

مع المعرفة الصحيحة بأعمال التشغيل والصيانة للمضخات الكهروضوئية الشمسية، تكون احتمالية الاخفاق أو الفشل أقل من تلك في أنظمة الضخ التقليدية.

اكتسبت مضخات الريّ التي تعمل بالطاقة الشمسية (المضخة الشمسية) أهمية منذ عام 2010. الهند، على سبيل المثال، لديها سوق كبير في تكنولوجيا نظام الري بالطاقة الشمسية (SPIS). هناك ما مجموعه أكثر من 12 مليون مضخة كهربائية و9 ملايين مضخة تعمل بالديزل للريّ يوفرون المياه لحوالي 39 مليون هكتار من الأراضي المروية - السقوية-. إذا تم استبدال فقط 50٪ من المضخات العاملة بالديزل بمضخات كهروضوئية شمسية، يمكن تخفيض استهلاك الديزل في هذه المنطقة إلى حوالي 225 مليار لتر في السنة.

ولكن هناك مزايا أكثر للبيئة. إن نظام الطاقة الشمسي الذي يستبدل مولد كهربائي يعمل بالديزل سيقلل حوالي 1 كغم من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوواط ساعة من الإنتاج. مع الأخذ بعين الاعتبار الانبعاثات خلال دورة حياة النظام الكهروضوئي. إضافة لذلك، يساعد ضخ المياه بالطاقة الكهروضوئية أيضًا على تجنب خطر تلوث التربة والمياه الجوفية بالوقود ومواد التشحيم. ينتج محرك الديزل حوالي 300 كغم من نفايات الزيت على مدار فترة عمره التشغيلي.

لا يمكن ضمان التخلص من هذه النفايات بشكل بيئي سليم في كل مكان. من ناحية أخرى، بسبب التزويد غير المحدود من الشمس من أجل الضخ ، هناك خطر الإفراط في عملية ضخ موارد المياه السطحية والجوفية إذا لم تكن الأنظمة مصممة و مخططة بشكل مناسب (انظر وحدة حماية المياه).

صورة 2: مضخة قديمة تعمل بالديزل
(المصدر: Andreas Hahn, 2015)

صورة 3: عامل زراعي من ذوي الخبرة في مجال الطاقة الكهروضوئية (الشمسية)

(المصدر: Andreas Hahn, 2015)

الأشعة الشمسية

للطاقة الشمسية بعض الخصائص المحددة التي يجب مراعاتها عند تخطيط نظم الريّ بالطاقة الشمسية. إن الإشعاع الشمسي الذي يلتقطه اللوح الشمسي لا يكون ثابتًا أبدًا بسبب التغيرات اليومية والموسمية للإشعاع الشمسي. تسمى كثافة الإشعاع الشمسي على السطح بالشدة الإشعاعية (S). يتم قياس الشدة الإشعاعية بالواط لكل متر مربع [W / m²].

يختلف الإشعاع الشمسي على مدار اليوم، مع قيم قصوى تبلغ حوالي 1000 واط / متر مربع على سطح أفقي عند مستوى سطح البحر في حوالي فترة الظهر ليوم صاف. الطاقة التي يحملها الإشعاع على السطح خلال فترة زمنية معينة تسمى الإشعاع الشمسي الكلي (G).

خاصية الإشعاع الشمسي الكلي مرتبطة بالمكان حيث تتأثر بالسحب ورطوبة الهواء والمناخ والارتفاع وخط العرض، إلخ. يتم قياس الإشعاع الشمسي الكلي على سطح أفقي بواسطة شبكة من محطات الأرصاد الجوية الموجودة في جميع أنحاء العالم ويتم التعبير عنها في كيلوواط ساعة لكل متر مربع [kWh / m²].

زاوية الإمالة

يتم تثبيت معظم الألواح الشمسية بزاوية إمالة ثابتة "**α**" لزيادة المردودية للطاقة. إن خاصية زاوية الإمالة (الميلان) مرتبطة بالمكان ويجب حسابها. يمكن القيام بذلك بسهولة بمساعدة وسائل برمجية مثل قاعدة بيانات الأرصاد الجوية (METEONORM) ، والتي توفر بيانات مناخية لكل موقع تقريبًا في العالم.

يمكن أن يتم تقدير زاوية الإمالة اليمنى α بشكل سريع عند النظر إلى خط العرض الذي تم فيه تثبيت محطة الضخ.

يمكن تقدير القيم النموذجية لزاوية الإمالة على النحو التالي: α تساوي القيمة المطلقة لخط العرض الجغرافي مع +/- 10 درجة.

للسماح لمياه الأمطار وللغبار المتراكم بالتصريف من سطح اللوحة ، يجب أن تكون زاوية الإمالة 15 درجة على الأقل، حتى لو تم تثبيت النظام بالقرب من خط الاستواء.

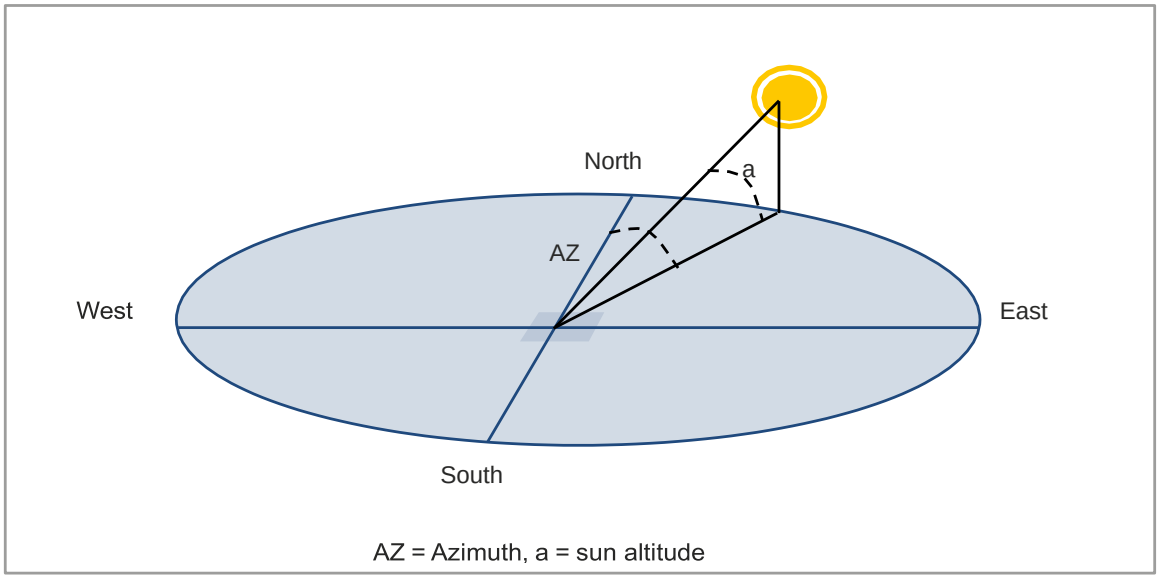
يمكن زيادة زاوية الإمالة في أشهر الشتاء حتى + 10 درجة لتركيز اشعة الشمس، وبالنسبة لأشهر الصيف، يمكن تقليل زاوية الإمالة حتى -10 درجة.

اتجاه المولد الشمسي

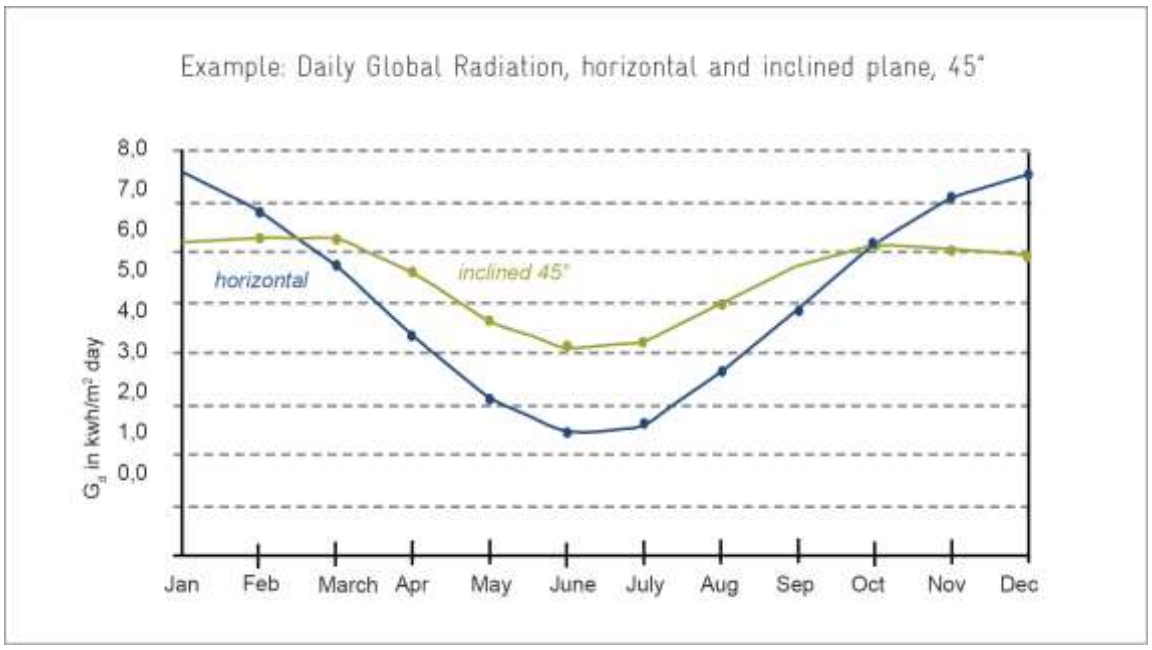
في نصف الكرة الأرضية الشمالي، يجب أن توجه الألواح باتجاه الجنوب لزيادة المردودية للطاقة، بينما في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية ، يجب أن تواجه الألواح الشمال. من الممكن حدوث انحرافات عن الشمال أو الجنوب الحقيقيان والتي ستؤدي إلى انخفاض الطاقة المولدة بالمجمل.

طريقة أخرى لزيادة في مردودية الطاقة من المولدات الشمسية هي التتبع الشمسي (انظر الفصل 2)

.



صورة 1: حركة الشمس اليومية في نصف الكرة الأرضية الجنوبي
(المصدر: Reinhold Schmidt 2012)



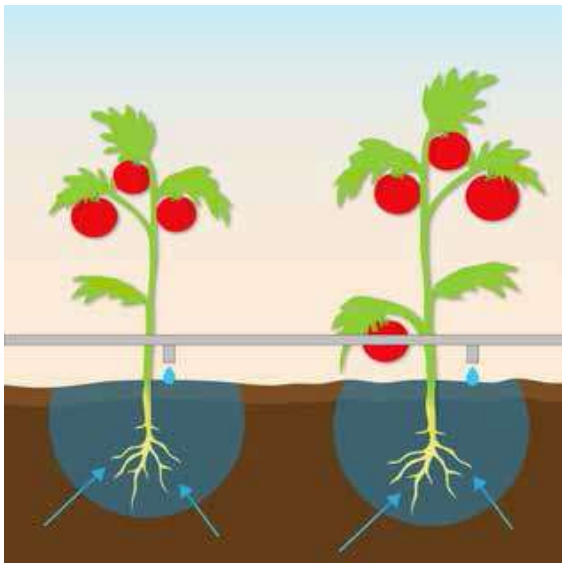
صورة 2: تغيير الإشعاع الكلي على مدار العام على سطح أفقي

(المصدر: Reinhold Schmidt, June 2012)

مباديء الريّ

الريّ هو التحكم في استخدام المياه لتلبية احتياجات المحاصيل. يمكن الحصول على المياه المستخدمة للريّ من البحيرات أو الخزانات أو الأنهار أو الآبار (المياه الجوفية) القريبة ، ولكن أيضًا من مصادر غير تقليدية مثل مياه الصرف الصحي المعالجة أو مياه التحلية أو مياه تصريف الأمطار). يتم جلب مياه الريّ إلى الأراضي المزروعة عن طريق الأنابيب أو الخراطيم أو الخنادق (القنوات).

المنتجون الذين يروون بالمياه هم أقل اعتمادًا على الأمطار غير المنتظمة في إنتاجهم. يمكن للمنتجين تكملة مياه الأمطار بالريّ للاستجابة لكمية المياه التي يتطلبها المحصول الزراعي. علاوة على ذلك، فإن التحكم في كمية المياه يحسن من كفاءة المدخلات الأخرى المحسنة للغلة مثل الأسمدة والمنتجات الخاصة بوقاية النبات. وبالتالي هذا يعزز من قدرة المنتج على التحكم في مردودية الانتاج. وهو مهم لاستقرارية الإنتاج والاندماج في الأسواق.

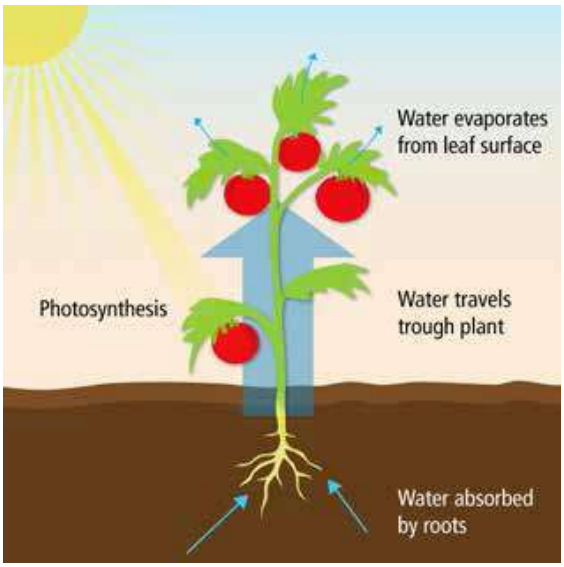


في نظام الري بالتنقيط، يتم توصيل المياه مباشرة إلى المنطقة المستهدفة، وهي منطقة الجذر

(المصدر:GFA)

عن طريق الريّ، يتم تجديد مخزون مياه التربة في منطقة جذور النبات. بتحفيز من الشمس وعملية التمثيل الضوئي، تستخلص النباتات رطوبة التربة عن طريق جذورها. يؤدي هذا إلى تدفق المواد الغذائية عبر ساق النبات إلى الأوراق، ومن هناك يترشح الماء إلى الغلاف الجوي مرة أخرى. وبالتالي، فإن الماء الذي يتم امتصاصه من خلال نظام الجذر هو وحده الذي يساهم في نمو النباتات والثمر.

هام: يجب أن تتركز معظم مياه الريّ في الحقل حول منطقة جذر النبات ويجب ألا يتجاوز حجم المياه المروية من قدرة النباتات علي امتصاصها.



التمثيل الضوئي يحول طاقة ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية تؤدي إلى تدفق المواد الغذائية في النبات

(المصدر:GFA)

الإحتياجات المائية

يتم التعبير عن كمية المياه التي يتطلبها النبات بالاحتياج المائي للمحاصيل (CWR). و هو يعتمد على المناخ ونوعية المحصول، وكذلك على الإدارة و الظروف والبيئية. في الأماكن المشمسة والساخنة والجافة والرياح يكون CWR في أعلى مستوياته. أنواع المحاصيل وأصنافها وفترة نموها تحدد كمية المياه التي تحتاج الجذور إلى امتصاصها لتمكين النبات من النمو على النحو الأمثل.

يمكن للمنتجين تقليل الاحتياجات المائية للمحاصيل على سبيل المثال من خلال تغطية التربة (عملية التجليل) ، وتغيير كثافة النباتات وتطبيق تقنيات الريّ المختلفة.

إن الـ CWR لمحصول معين مرتبط بشكل خاص بالموقع ويختلف يومًا بعد يوم. حيث يتطلب جمع معلومات عن الموقع و بيانات إقليمية بدعم من خدمات الإرشاد المحلية على سبيل المثال. لحساب الـ CWR (انظر وحدة التصميم). يتم التعبير عن الـ CWR في الأغلب بالملليمتر (مم) ، أو بالمتر المكعب للهكتار (m^3 / ha). عادة ما تتطلب المحاصيل ما بين 2 إلى 10 متر مكعب لكل هكتار يوميًا. تفاصيل هذا التقييم في موجودة في وحدة التصميم.

من المهم ملاحظة أن الماء سلعة ذات ثمن (رسوم المياه وتكاليف الضخ) ومورد محدود حيث يتنافس المستخدمون الآخرون عليه (الصناعة والطاقة والاستهلاك الآدمي، وما إلى ذلك). يجب مراعاة هذا في تقييمات الجدوى المالية والبيئية.

كفاءة الريّ

عند الريّ، من المهم توفير الكمية المناسبة من الماء في الوقت المناسب. قلة المياه ستؤدي إلى الذبول وتقليل الغلة الزراعية. الإفراط في الريّ يمكن أن يؤدي إلى هدر المياه والجريان السطحي وتعرية التربة بالإضافة إلى تسرب المغذيات الموجودة في التربة والتملح، مما يؤدي في النهاية إلى انخفاض المحاصيل الزراعية.

سيوفر نظام الري الذي يعمل بكفاءة 100٪ كمية متساوية من المياه لجميع النباتات في الحقل. ومع ذلك، فإن النباتات القريبة من مصدر المياه تحصل على المزيد من المياه أكثر من النباتات الموجودة في الطرف البعيد من الحقل.

ونتيجة لذلك ، تتعرض مردودية محصول المزرعة للخطر لأن بعض النباتات تحصل على الكثير من الماء والبعض الآخر لا يحصل على ما يكفيها. في المزارع الكبيرة، يمكن أن يكون لهذا عواقب وخيمة على نفقات التشغيل وإدارة مصادر المياه.إن انتظام توزيع المياه على الحقل يتم تحديده باختيار تكنولوجيا الريّ. طرق الريّ الثلاثة شائعة الاستخدام هي:

- الريّ السطحي
- الريّ بالرش
- الريّ بالتنقيط

ا تحقق طرق الريّ السطحي مثل الحوض والريّ بالأثلام (furrow) و ريّ الحواشي (border irrigation) كفاءة أكثر من 60 ٪ للتطبيق الميداني حيث تصل كمية محدودة من الماء إلى منطقة الجذر.

أنظمة الريّ بالرش والتنقيط تعتمد على شبكة من الأنابيب لتوزيع المياه على الحقل، وبالتالي يتم تقليل فقدان المياه عن تلك في طرق النقل للري السطحي. تحقق أنظمة الريّ بالرش كفاءة تطبيق ميدانية تبلغ 75٪ ، بينما يمكن أن تصل في أنظمة الريّ بالتنقيط إلى 95٪.

يسمح الري بالتنقيط بإطلاق بطيء للمياه في منطقة جذر النبات. ونتيجة لذلك ، تكون رطوبة التربة ذات طبيعة جيدة، ولا يتم "فقدان" الماء بين النباتات، أو على النباتات. هكذا يمكن مضاعفة غلة المحاصيل، و إمكانية كبيرة من التوفير في المياه والطاقة والعمالة.

إن استخدام الطاقة الشمسية في الريّ أمر منطقي للغاية. أولاً، غالبًا ما يتم تنفيذ الريّ في مناطق ريفية ذات وصول محدود إلى مصدر كهربائي موثوق أو إمدادات من الوقود الأحفوري. ثانيًا، يعد الإشعاع الشمسي موردًا وفيرًا، خاصة في المناطق حيث ندرة مياه الأمطار فيها تجعل من استخدام الريّ ضروريًا للأمن الغذائي والتجارة الدولية.

وآخرا، فإن أنظمة الريّ التي تعمل بالطاقة الشمسية (SPIS) تعتبر ذاتية التنظيم لأن كمية المياه التي يتم ضخها يزداد في الأيام الحارة التي تحتاج فيها النباتات إلى المزيد من الماء، والعكس صحيح. لذلك من المهم ملاحظة أن الـ SPIS هو أكثر من مجرد مضخة شمسية تستخدم للريّ.

يتم تصميم الألواح والمضخات وأنظمة الريّ على أساس كميات المياه المتاحة وعلى الاحتياجات المائيه للمحاصيل (CWR) المحلية. الـ SPIS هو نظام يتم فيه دمج وتنسيق مكونات مختلفة، من المضخة إلى النبتة.

مبدأ التشغيل

إن مبدأ تشغيل الـ SPIS أمر بسيط. يعمل المولد بالطاقة الشمسية على توفير الكهرباء لمحرك المضخة الكهربائي، والتي تنقل المياه إما مباشرة إلى نظام ريّ أو إلى خزان مرتفع. تشمل معايير التصميم الأساسية لنظام الـ SPIS الحد الأدنى من الصيانة والحد الأقصى من الموثوقية و الثبات وكفاءة الموارد.

الخاصية المحددة لـ SPIS هي أن البطارية الاحتياطية غير مطلوبة بشكل عام. هذه ميزة ايجابية لأن البطاريات تحتاج لكثير من الصيانة ومكلفة وتتطلب استبدالًا بشكل دوري.

مكونات SPIS

المكونات الفردية لنظام SPIS مطروحة في الأقسام التالية. يوضح الجدول أدناه، وفقًا للظروف المحيطة بالموقع والقدرات الخاصة بالمزارع، عن توفر خيارات تقنية مختلفة. يمكن دمج المكونات وبدائل للتقنيات مع بعضها البعض بطرق شتى، ولكن بعض التشكيلات تكون أفضل حسب الوضع في الميدان.

التقنيات البديلة الرئيسية لأهم مكونات الـ SPIS

المكون	التقنيات البديلة		خاضعة لـ (تعتمد على)
النظام الشمسي	ثابت	تتبع	التكاليف وكثافة أعمال الصيانة
المضخة	السطح	مغمورة	التكاليف والهيدرولوجيا (الجغرافية)
الخزان	الخزان	بدون خزان	التكاليف ونظام الريّ
نظام الريّ	السطحي	بالتنقيط أو الرش	التكاليف ونظام الضخ

تشكيلات SPIS

التشكيل الأكثر شيوعًا لـ SPIS هو عندما يكون المولد بالطاقة الشمسية مثبت بشكل مرتفع على هيكل و يوفر الكهرباء لمضخة غاطسة مركبة في بئر - ثقب -. ثم يتم ضخ المياه إلى خزان علوي – مرتفع- على ارتفاع بضعة أمتار فوق الحقل حيث يتم تخزين المياه عند ضغط ثابت.

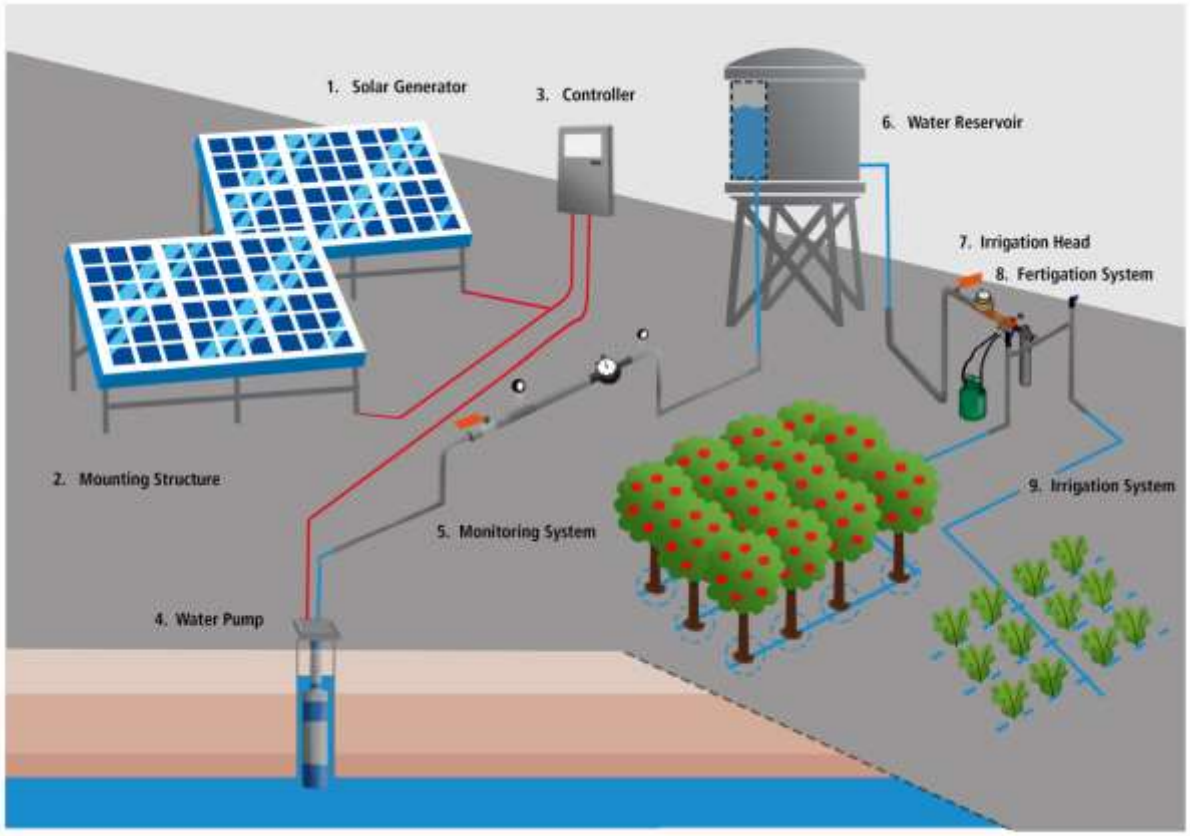
عند إطلاق المياه من الخزان، تتدفق إلى نظام الريّ بالتنقيط بضغط منخفض حيث يتم ترشيح الماء وخلطه بالأسمدة قبل الوصول إلى النباتات. يظهر هذا التكوين في الشكل أدناه.

ومع ذلك ، يمكن أن يكون تركيب مرشح المياه (الفلتر) على جانب الخروج/منفذ الخزان أمرًا حرجًا/إشكاليًا، حيث يمكن أن يصل فقدان الضغط في المرشح بسهولة الى عدة أمتار، وبعدها عند وجود خزان ذو ارتفاع قليل، لا يوجد ماء متدفق على الاطلاق. لذلك يوصى بتثبيت الفلتر على جانب المدخل للحفاظ على نظافة المياه في الخزان.

سيكون هذا التشكيل ممكنًا أيضًا بوجود نظام التتبع، ولكنه يتطلب استثمارًا أعلى وصيانة أكثر من نظام الألواح الشمسية المثبتة. يوفر الخزان ضغطًا ثابتًا وإمداد من المياه لنظام الريّ بالتنقيط من أجل جعل توزيع المياه موحدا ومتجانسًا قدر الإمكان.

ينخفض أداء نظام الريّ بالتنقيط عند انسداد المنقطات بواسطة جسيمات صغيرة في الماء. تمنع المرشحات (الفلاتر) ذلك اذا ما تم تصميمها بشكل صحيح لنوعية جودة المياه ونظام الريّ المخصص، وعندما يتم تنظيفها بانتظام.

لذلك ، يوصى بشدة باستخدام نظام الريّ بالتنقيط فقط مع مصادر المياه الجوفية حيث أن المياه الجوفية أنظف بشكل عام من مياه الأنهار أو بحيرات السدود. علاوة على ذلك، يوصى بتركيب نظام مراقبة بين المضخة والخزان لقياس تدفق الماء والضغط.



التشكيل الأفضل للمكونات المختلفة لنظام الـ SPIS

(المصدر:GFA)

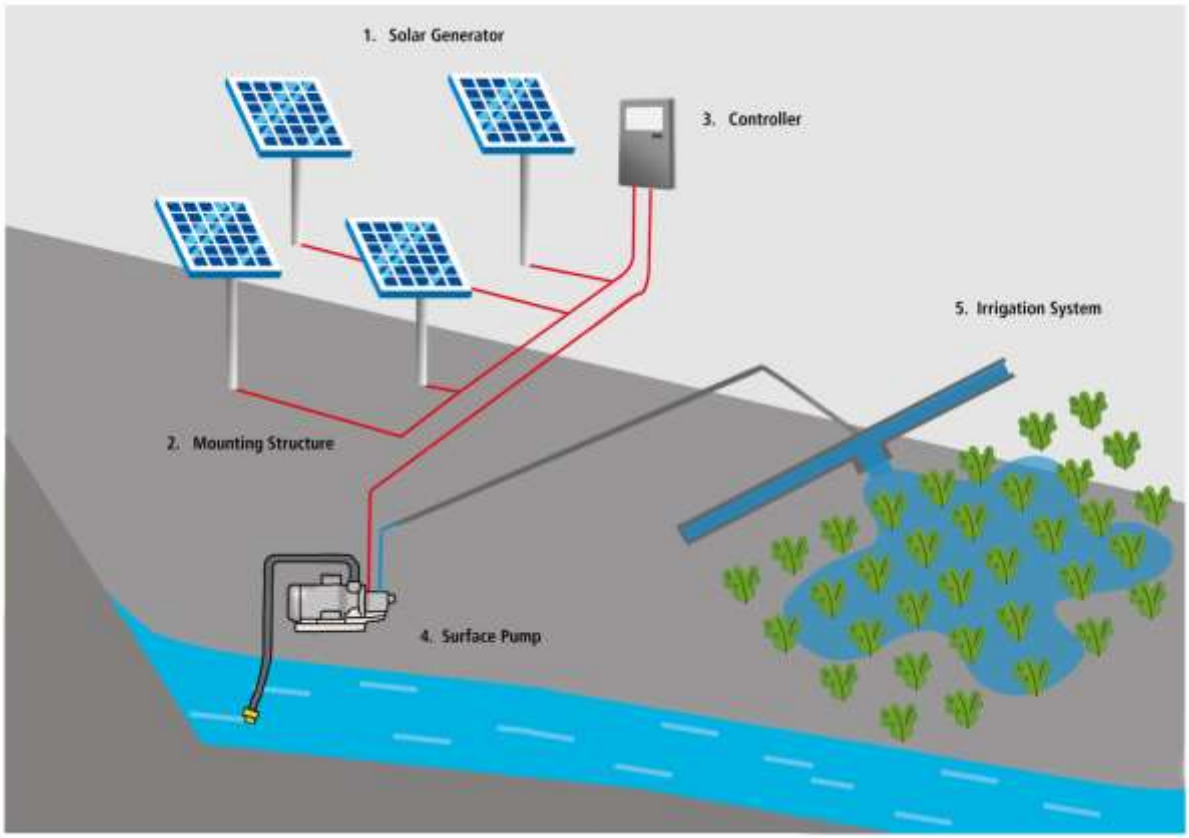
أبسط تشكيل للـ SPIS هو عندما يوفر مولد للطاقة الشمسية المثبت على هيكل (مرتفع) الطاقة الكهربائية لمضخة سطحية مثبتة عند الخزان أو النهر. ثم يتم ضخ المياه مباشرة إلى نظام الريّ السطحي، على سبيل المثال من خلال شبكة من القنوات المفتوحة -السواقي-.

في هذا التشكيل لا يمر الماء الذي يتم ضخه عبر خزان علوي. يتوافق كل من الضغط و مياه ضخ لنظام الريّ مع الإشعاع الشمسي الفعلي، والذي يختلف على مدار اليوم ، خاصة مع وجود مولد الطاقة الشمسية المثبت على ارتفاع.

الميزة الرئيسية لهذا التشكيل هي التركيب البسيط والتكاليف المنخفضة نسبيًا. ومع ذلك، فإن العيب الرئيسي هو أن المنتج (المزارع) ليس لديه تحكم في توزيع المياه في الحقل على مدار اليوم حيث لا يوجد خزان ينظم كمية التدفق والضغط.

سيتعين على المنتج (المزارع) استخدام الصمامات الحجمية (راجع وحدة التحكم في الريّ) أو تقسيم الحقل إلى عدة أقسام فرعية يمكن إدارتها للتحكم في ريّ المحاصيل بأفضل ما يمكن.

هناك تشكيل آخر يمكن العثور عليه في الميدان هو الحل الهجين، حيث يتم استخدام كل من مضخة تعمل بالطاقة الشمسية ومضخة أخرى تعمل بالديزل لريّ المياه.



تشكيل بسيط ـ مع نظام تتبع ـ للمكونات المختلفة لنظام الـ SPIS

(المصدر:GFA)

يوفر المولد الشمسي (مولد يعمل بالطاقة الشمسية) الطاقة اللازمة لتشغيل محرك المضخة . يتكون المولد من مجموعة من الألواح الشمسية والتي تتكون من خلايا شمسية فردية. تستفيد الخلايا الشمسية الفردية مما يعرف بالتأثير الكهروضوئي (الفولطية الضوئية)، الذي يحول الضوء مباشرة إلى كهرباء. تصنع الخلايا الشمسية من مواد شبه موصّلة معدّة خصيصًا مثل السيليكون البلوري. عندما يسقط الضوء على سطح أشباه الموصّلات، يتولد حينها المجال الكهربائي.

يعمل هذا بشكل أفضل عندما تسطع الشمس مباشرة على الخلايا، ولكنه يعمل أيضًا مع الإشعاع الشمسي غير المباشر. في يوم غائم، يمكن أن تنتج الألواح الشمسية عادة من 10 إلى 25 ٪ من قدرتها. من خلال توصيل سلك بالجزء الخلفي من الخلية الشمسية ، يتسبب جهد (فلطية) المجال الكهربائي في تدفق التيار الكهربائي.

الخلية الشمسية

لحماية الخلايا من الإجهاد الميكانيكي والرطوبة، يتم تضمين سلاسل الخلايا بواسطة مادة ربط شفافة (مثل: الاثيلين فينيل اسيتات EVA)، والتي تعزل أيضًا الخلايا كهربائيًا. لتحقيق الاستقرار الهيكلي والعزل الكهربائي، يتم وضعهم عادة بين غطاء بلاستيكي موجود على الجانب الخلفي وغطاء زجاجي على الجانب الأمامي. ثم يتم حماية الصفائح بإطار من الألومنيوم، مما يسمح بتركيب الألواح على الهيكل.

عادة ما يتم اعتماد الألواح الشمسية من قبل اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC - المعايير الدولية وتقييم المطابقة لجميع التقنيات الكهربائية والإلكترونية والتقنيات ذات الصلة) وأصبحت شهادة الموافقة هذه مقبولة بشكل عام في جميع أنحاء العالم كواحدة من علامات جودة الألواح الشمسية.

ومع ذلك، لا يقيّم اختبار IEC المعياري قوة تحمل الوحدات الشمسية على مدار 25 عامًا. عادة ما تأتي الألواح المعيارية مع منتج لمدة 10 سنوات وضمان أداء خطي (سنة بسنة) لمدة 25 عامًا، وهذا الأخير يضمن ما لا يقل عن 80 ٪ من إنتاج الطاقة المنشودة بحلول نهاية السنة الخامسة والعشرين.

لاحظ: يتم تصنيف الألواح الشمسية حسب مخرجاتها بوحدة واط الذروة (Wp) وذلك وفقًا لشروط الاختبار القياسية المحددة دوليًا (STC):
(الإشعاع = 1000 واط / م²، درجة حرارة الخلية = 25 درجة مئوية، كتلة الهواء (AM) = 1.5)

تعتمد الطاقة الكهربائية للألواح بشكل أساسي على الإشعاع الشمسي الذي تلتقطه اللوحة وعلى درجة حرارة الخلية الشمسية. تزداد درجات حرارة الخلايا الشمسية بشكل كبير في ظل التشغيل الاعتيادي وقد تصل بسهولة من 40 إلى 65 درجة مئوية، اعتمادًا على الظروف الخاصة بالموقع.

هذا يؤدي إلى انخفاض انتاج الطاقة الكهربائية مقارنة بشروط الاختبار القياسية (STC). يصف معامل درجة الحرارة (TC) انخفاض الطاقة لكل وحدة زيادة في درجة الحرارة (ºC)، وبالنسبة لخلايا السيليكون البلورية يكون بحوالي ناقص 0.5٪ لكل درجة مئوية.

يتم توصيل مجموعة من الألواح الشمسية ببعضها البعض بالتوالي، بالتوازي أو بمزيج منهما، وذلك اعتمادًا على الناتج الكهربائي المطلوب (الجهد والتيار والطاقة).

إن دمج الألواح الشمسية في بشكل متوالي يعني توصيل الطرف الموجب للوحة واحدة بالطرف السالب للوحة التالية. حيث يسمح لك ببناء الجهد (الفولت) إلى المستوى الذي تحتاجه (عكس الربط المتوازي، والذي يسمح لك بزيادة التيار الكهربائي / و شدة التيار بالأمبير).

بالإضافة إلى الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الخلية ، يعتمد الناتج من الألواح الشمسية أيضًا على زاوية الإمالة و التوجيه لسطح اللوحة. لزيادة الناتج، يجب العثور على التوجيه المثالي والخاص بالموقع.

خيارات التركيب:

بالأساس هناك طريقتان لتركيب الألواح الشمسية على هيكل معدني:

- التركيب بزاوية إمالة ثابتة؛
- التركيب على جهاز يتعقب الشمس (متتبع شمسي) ذو توجيهات (انحرافات) مختلفة.

إن **التركيب الثابت** للألواح الشمسية على هيكل جامد هو أرخص الطرق وأكثرها موثوقية و شيوعًا. عادة ما يوصى بالدعامات المعدنية و هي أوتاد مدفوقة في الأرض للأنظمة الأكبر حجمًا. فهي تقلل من استخدام الأسس الخرسانية وتوفر تكلفة العمالة والمواد.

ومع ذلك، في البلدان النامية، غالبًا ما تستخدم الأسس الخرسانية البسيطة للمنشآت الأصغر وتمثل حلاً مناسبًا، شريطة تلبية متطلبات الثبات. عادة ما يكون التثبيت موجهًا إلى الشمال أو الجنوب للحصول على توزيع جيد نسبيًا للناتج على مدار اليوم.

عندما يكون اتجاه هيكل التركيب متغيرًا على محور واحد أو محورين، يُشار إلى ذلك بالمتتبع الشمسي (انظر الشكل أدناه).

التتبع الشمسي له ميزتان:

- زيادة إضافية في الإشعاع الشمسي: تزيد كمية الإشعاع الشمسي التي تتلقاها الألواح الشمسية ما بين 25 و 35 ٪ (متوسط القيمة السنوية)، اعتمادًا على نوع المتتبع الشمسي وموقع التثبيت.
- التوزيع المتساوي للإشعاع الشمسي على مدار اليوم - يجعل من الكهرباء المولّدة ومعدل تدفق المياه من المضخة ثابت تقريبًا على مدار اليوم. هذا مهم في تشكيل نظام الريّ بالطاقة الشمسية SPIS ليتم ضخ المياه مباشرة إلى الحقل دون المرور عبر الخزان.

عيوب التتبع الشمسي:

- التتبع الشمسي مكلف ويزيد بشكل كبير من التكلفة الإجمالية للنظام;
- تتطلب الأجزاء الميكانيكية والمحرك الكهربائي لنظام التتبع صيانة منتظمة وقطع غيار باستمرار.

يجب أن يؤخذ هذا في عين الاعتبار وعلى وجه الخصوص للمنشآت المخطط وجودها في المناطق النائية أو في المناطق ذات الخدمات التقنية المحدودة.

يمكن أن يكون **التركيب الموجه في الاتجاهين الشرقي والغربي** بديلًا مثيرا للانتباه للتتبع الشمسي، وهو جديد نسبيًا. لكن، هذا يتطلب المزيد من اللوحات للحصول على ناتج مستقر على مدار اليوم. ولكن مع انخفاض أسعار الألواح، قد يكون هذا بديلاً مثيرًا للاهتمام للمناطق النائية والأنظمة الأصغر، لأنها أرخص وتتطلب صيانة أقل بكثير (كحل بديل للتتبع الشمسي).

من المهم تجنب التآكل الجلفاني عند ربط الهياكل المعدنية لكل من خيارات التركيب أعلاه. يمكن القيام بذلك عن طريق اختيار مواد ذات(جهد تآكل مماثلة أو عن طريق قطع الربط الكهربائي بواسطة عزل المعدنين عن بعضهما البعض.

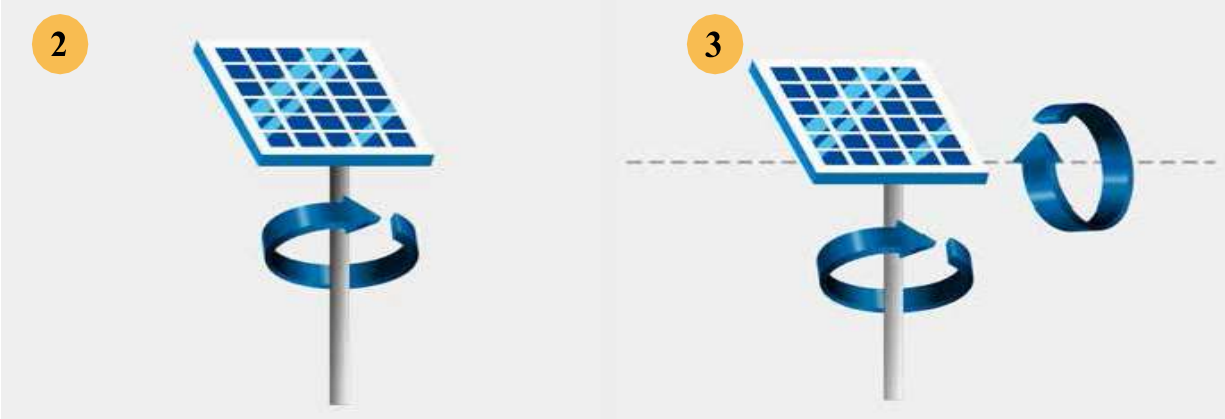
الهيكل والسرقة

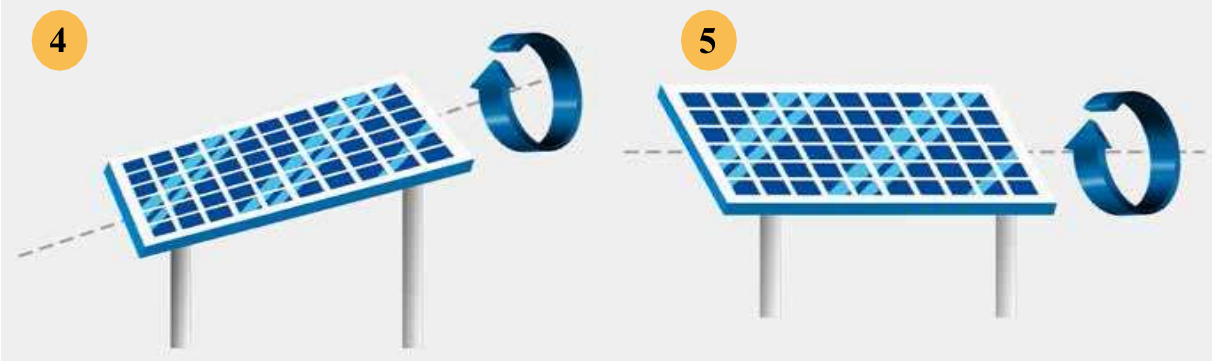
يعتبر نوع وجودة هيكل التركيب عاملاً محددًا فيما يتعلق بخطر سرقة الألواح الكهروضوئية. مع زيادة استخدام المنشآت الكهروضوئية لتوليد الكهرباء، يزداد خطر السرقة. إجراءات منع السرقة الشائعة تشمل ما يلي:

- استخدام أقفال مربوطة بالصواميل;
- رش هوية المالك بطلاء غير قابل للإزالة على الجزء الخلفي من الألواح;
- دمج الألواح الشمسية في هيكل التركيب (غير قابلة للفصل);
- وضع هيكل التركيب بعيدًا عن متناول اليد باستخدام البنية المرتفعة أو الأسوار أو الأنظمة الكهروضوئية العائمة.

الأنظمة الشمسية (المصدر:Reinhold Schmidt, 2015):

1. تثبيت قار
2. جهاز بمحور واحد للتعقب، بزاوية سمتية
3. جهاز بمحورين للتعقب، بزاوية سمتية وزاوية أمالة
4. جهاز تعقب بمحور واحد، مع انحدار محور الجنوب + الشمال
5. جهاز تعقب بمحور أفقي، مع المحور الجنوبي / الشمالي.





جهازالتحكم

جهاز (وحدة) التحكم هو الرابط بين المولد الشمسي والمضخة وهي ضرورية لموثوقية النظام. الجهاز يضبط التذبذب في التردد الخارج من المولد الشمسي والناتج عن مستويات الإشعاع المتغيرة.

تشتمل أجهزة (وحدات) التحكم الحديثة على إلكترونيات ذات طاقة عالية الكفاءة وتستخدم تقنية تتبع الحد الأقصى من نقاط الطاقة (MPPT) لزيادة استخدام الطاقة من المولد الشمسي. يقوم جهاز التحكم بتنظيم عدد دورات المحرك ويحمي المضخة من الجهد الزائد أو المتدني، ومن القطبية العكسية، وأيضا من الحمل الزائد ودرجة الحرارة الزائدة.

العاكس الكهربائي

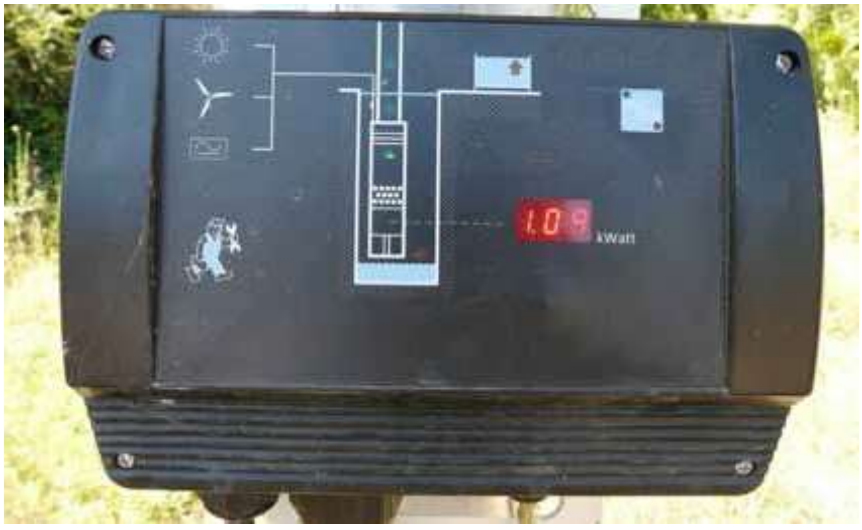
توفر المولدات بالطاقة الشمسية دائمًا التيار المستمر. يتم تشغيل معظم المحركات الكهربائية لمضخات المياه العاملة بالطاقة الشمسية بواسطة التيار المستمر (DC). نظرًا لأن محركات الـ DC تتمتع بكفاءة أعلى من مثيلاتها بالحجم من المحركات الكهربائية ذات التيار المتناوب (AC)، و يتم تفضيلها من قبل الشركات المصنعة للمضخات الشمسية.

تكتسب محركات التيار المستمر عديمة المسفرات أهمية خاصة لأنها لا تحتاج للصيانة ولا تتأثر بـ "التشغيل/التوقيف" المتكرر التي يعتبر جزء من الأنظمة التي تعمل بالطاقة الشمسية.

لا تزال بعض المضخات العاملة بالطاقة الشمسية مزودة بمحركات DC رخيصة الثمن نسبيًا. العيب الرئيسي للمحركات بالمسفرات (Brushed Motors) هو أن المسفرات – الفرش -تخضع للتآكل والتمزق ويجب استبدالها على فترات منتظمة (كل عامين تقريبًا).

تُستخدم محركات التيار المستمر بشكل رئيسي في مشاريع الري الصغيرة إلى المتوسطة، بينما تكتسب محركات التيار المتناوب أهمية في الاستخدامات التي تتطلب ناتج و ضغط عاليين. يجب أن يكون العاكس الكهربائي موجود لدى وحدة التحكم إذا كانت المضخة AC. أدت الابتكارات في تكنولوجيا العاكس الكهربائي لـ DC / AC إلى تطوير عاكسات للمضخات والمصممة خصيصًا لمحركات التيار المتناوب التقليدية.

إن وجود مجموعة غير متوافقة من العاكس و المحرك (ليسا متطابقين) قد يقلل من العمر التشغيلي المتوقع لمحرك التيار المتردد (المتناوب) التقليدي. لذلك، يوصى بمجموعات تحكم / محرك متطابقة ومختبرة جيدًا لزيادة ديمومة النظام.



جهاز التحكم مع شاشة عرض ومؤشر LED للخلل

(المصدر:Andreas Hahn, 2015)

اعتمادًا على مصدر المياه ، هناك احتمالان اثنان مختلفان لتركيب المضخة – مغمورة (غاطسة) أو سطحية. غالبًا ما يتم تثبيت المضخات السطحية بجوار مصدر المياه لامتصاص المياه من الجانب الأول قبل "دفعها" بعيدًا من الجانب الآخر من المضخة. يمكن للمضخات السطحية ضخ المياه من عمق يصل إلى 6 أمتار كحد أقصى. يتم تركيب المضخات المغمورة (الغاطسة) تحت الماء في الآبار وأثقاب الآبار (Boreholes) وذلك "لرفع" المياه.

يتم تركيب المضخات المغمورة (الغاطسة) على أعماق تتراوح من 10 إلى 120 متر. باستخدام مفاتيح التحكم (مثل مفاتيح التبديل الطافية في خزانات المياه والآبار)، يمكن تشغيل المضخات المغمورة (الغاطسة) في الوضع الذاتي. في المقابل، تتطلب المضخات المركبة على السطح عادة حضور مشغل يقوم بفحص سلوك وتهيئة المضخة بانتظام. استخدام الغرف الرئيسية وصمامات عدم العودة يمكن أن يمنع فقدان السائل الموجود في المضخة.

تتمتع المضخات السطحية بالعديد من المزايا إذا ما قورنت بالمضخات المغمورة (الغاطسة): فهي أرخص، يمكن تركيبها وصيانتها بسهولة، ويمكن استخدامها للتسميد البسيط من ناحية جانب الشفط / السحب.

تصنع مضخات المياه والتي تعمل بالطاقة الشمسية بشكل عام من الفولاذ المقاوم للصدأ وغير القابل للتآكل وهي مصممة أيضا لضخ المياه النظيفة من أي مواد صلبة وألياف. يعتمد العمر التشغيلي للمضخة المغمورة (الغاطسة) بشدة على جودة كل من المياه والتركيب. إذا تم تركيب المضخة في بئر محفور مع تغليف-تبطين- مناسب (وبالتالي تقليل تسرب المواد الرسوبية) ، فقد يصل عمر المضخات المغمورة (الغاطسة) ما بين 7-10 سنوات.

في الآبار وأثقاب الآبار (Boreholes) ذات محتوى عالي من الرواسب والتي شيدت (بنيت) بشكل سيئ، قد يلزم استبدال الجزء الهيدروليكي من مضخة المياه بعد 2-3 سنوات. من أجل ضمان تشغيل نظام آمن ، هناك حاجة إلى وسيلتين للسلامة:

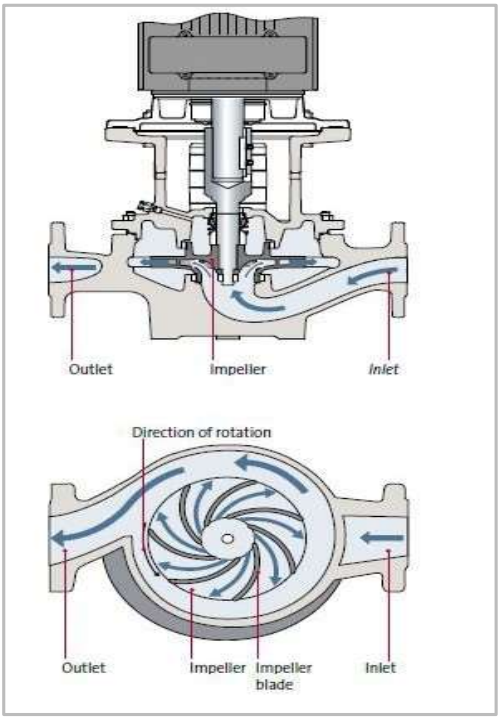
- جهاز استشعار (مستشعر) لمستوى الماء و يكون مركب في صهريج التخزين بحيث يطفئ المضخة لتجنب التدفق الزائد (الفائض)؛
- جهاز استشعار (مستشعر) ثاني لمستوى الماء ومثبت نحو قاعدة البئر لتجنب تشغيل المضخة بدون مياه.

عادة هناك نوعان من المضخات والتي يمكن ايجادهما اليوم في أنظمة المضخات العاملة بالطاقة الشمسية: مضخات الطرد المركزي ومضخات الدوار اللولبي.

مضخة طرد مركزي

تحدث مضخة الطرد المركزي زيادة في الضغط عن طريق نقل الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى السائل من خلال دوران المراوح (الدفّاعات). حيث يتدفق السائل عبر المدخل من مركز المراوح (الدفّاعات) ويخرج على طول سكّتها (نصلها). تزيد قوة الطرد المركزي من سرعة السائل وبالتالي تتحول الطاقة الحركية إلى ضغط.

يمكن زيادة الضغط ببساطة عن طريق إضافة عدة مراحل على التوالي. تستخدم مضخات الطرد المركزي بشكل عام عندما يكون ارتفاع (الضغط) الضخ منخفض والطلب على المياه مرتفع. لهذا السبب تعتبر مضخات الطرد المركزي هي الخيار المفضل للاستخدام في أنظمة الري.



شكل 1: مضخة الطرد المركزي

(المصدر: Grundfos)

مضخة دوارة لولبية

مضخة الدوار اللولبي هي نوع من مضخات لولبية لا مركزية و التي تعمل عن طريق دوران الدوار (الروتر) اللولبي عند إحكام غلقها على جدار اللولب، مما يدفع أجزاء منفصلة من المواد عبر الجهاز.

يوفر هذا الإجراء الشبيه بالبرغي تدفقًا للمياه خالٍ من النبض (التغيرات)، ولا تحتاج للصمامات حيث يقوم الدوار (الروتر) اللولبي بإغلاق الأجزاء المنفصلة من المواد. يتم تحديد معدل التدفق من خلال سرعة الدوار (الروتر) وهو مستقل عن مستوى الضغط عند المخرج.

توجد مضخات الدوار اللولبية عادةً في الاستخدامات التي تتطلب مستويات ضخ عالية ومعدلات منخفضة من تدفق المياه، مثل إمدادات مياه الشرب.

شكل 2: مضخة سطحية على هيكل متحرك

(المصدر: Lennart Woltering)

6. نظام المراقبة

يسمح نظام المراقبة، الذي يتم تشغيله بواسطة المنتج سواء في الموقع أو عبر الإنترنت، بمعرفة قراءات مستويات الضغط وتدفق المياه منسوب المياه ويساعد أيضا على تقييم أداء النظام.

يتم استخدامه:

- لمراقبة وتتبع تشغيل وأداء النظام؛
- التحكم في كميات الضخ لنظام الريّ؛
- توفير بيانات النظام لاختبار القبول بعد التركيب؛ و
- لتجنب الآثار البيئية السلبية (مثل استنزاف المياه الجوفية).

في النهاية ، تعد المراقبة عاملا مهمًا لضمان تشغيل النظام ضمن حدود مستدامة لانتاجية طويلة المدى من المزرعة.

بعض مصنعي المضخات العاملة بالطاقة الشمسية قد أدرجوا أنظمة مراقبة في وثائق (ملفات) منتجاتهم. يجب أن يكون لكل مضخة SPIS نظام مراقبة أساسي يشتمل على أجهزة لقياس الضغط، وقياس تدفق المياه و قياس منسوب المياه. إن جهاز قياس منسوب المياه عن طريق الغمس (dipper) هي أداة بسيطة للتحقق من مستوى الماء في البئر.

بمجرد وصول القطب المعدني إلى منسوب المياه، سيومض ضوء ويمكن قراءة القيمة الدقيقة من شريط أداة الغمس. إن فحص مستوى المياه عدة مرات على مدار اليوم يوفر إشارة عن السلوك الديناميكي للبئر. يعتبر منسوب المياه المتحرك عامل مهم لتحديد الارتفاع الكلي للضخ (راجع وحدة التصميم).

خاصة في الحالات التي يتم فيها ضخ المياه مباشرة إلى نظام الريّ دون المرور عبر خزان مرتفع، من المهم مراقبة تدفق و ضغط المياه في نظام الريّ حيث تختلف كمية المياه المنقولة إلى النباتات بشكل كبير عبر الحقل.

تعرض الصورة أعلاه نظام مراقبة، والذي يتكون من عداد تدفق المياه وأجهزة مقاييس الضغط على كل جانب من المرشح، مما يسمح بمراقبة فقدان الضغط من خلال المرشح.

قد يتضمن نظام المراقبة الأكثر تعقيدًا على أجهزة استشعار لقياس كل من

- الإشعاع الشمسي (على سبيل المثال على السطح الأفقي والمائل)؛
- مياه الأمطار والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ؛ و
- الارتفاع الكلي للضخ.

نظام المراقبة

(المصدر: Reinhold Schmidt, 2015)

بالإضافة إلى ذلك ، يمكن توسيع نظام المراقبة باستخدام أجهزة استشعار في الخزان وفي نظام الري نفسه.

قد تتضمن أجهزة المراقبة الأكثر تعقيدًا (والمكلفة) تسجيل أداء البيانات تلقائيًا. حيث يقوم مسجل أداء البيانات بتسجيل وتخزين جميع معاملات النظام باستمرار على مدى فترة زمنية أطول. يسمح وجود برنامج خاص للتقييم بتحليل سريع للبيانات في الموقع.

في المناطق النائية غير المتصلة بالشبكة العامة للكهرباء، عادةً ما تعمل أجهزة تسجيل أداء البيانات بالطاقة الشمسية وقد تشمل حتى أجهزة الاتصال الحديثة (GSM) مع وجود خيار التحقق من أداء النظام عبر الهواتف الذكية (راجع أيضًا وحدة الصيانة MAINTAIN).

7. الخزان

يمكن أن يحتوي الخزان على عدة وظائف لنظام الريّ: يمكنه تجميع وتخزين المياه التي يتم ضخها على مدار اليوم، يمكن أن يوفر مستوى من الضغط على نظام الريّ لتوزيع المياه على جميع أركان الحقل، وفي أنظمة الريّ بالتنقيط الصغيرة، فإنه يمكن استخدام الخزان لخلط الأسمدة القابلة للذوبان. نظرًا لأن إنتاج المضخات العاملة بالطاقة الشمسية يختلف على مدار اليوم بسبب الإشعاع الشمسي غير المنتظم، يمكن أن يكون الخزان مفيدًا كحاجز(فاصل) لتخزين كمية المياه المتاحة للريّ.

خزان مفتوح مبطن بورق البلاستيك

(المصدر:Jan Sass, 2014)

هناك العديد من الطرق لتخزين المياه ، بدءًا من خزانات مكشوفة محفورة بسيطة والخزانات الخرسانية والبلاستيكية إلى خزانات علوية معدنية باهظة الثمن.

تعتبر **الخزانات المكشوفة** غير مكلفة وسهلة البناء نسبيًا، ولكن العيوب الكبيرة هي معدل التبخر العالي للماء والتراكم السهل للأنقاض والرواسب وكذلك نمو الطحالب. يمكن تقليل هذه الآثار بشكل كبير عن طريق تغطية الخزان، على سبيل المثال بطبقات رقيقة بلاستيكية. يمكن تقليل التبخر ونمو الطحالب عندما يتم تثبيت الألواح الشمسية على هياكل طافية.

خزانات المياه العلوية: هذا هو التكوين النموذجي (الكلاسيكي) لنظام الريّ بالطاقة الشمسية. يتم تخزين المياه التي يتم ضخها في خزان مياه علوي وتتم عملية الريّ بواسطة الجاذبية. يعمل الخزان العلوي كبطارية حيث يتم تخزين الطاقة في هيئة ماء. يعتمد ضغط نظام الريّ على ارتفاع مستوى الماء في خزان التخزين. كما أنه يسمح بالريّ قبل شروق الشمس. توجد خزانات بلاستيكية جاهزة للاستخدام بأحجام مختلفة، وهي سهلة التركيب ولا تتآكل مثل الخزانات المصنوعة من المعادن أو الأسمنت.

من أجل الحصول على تشغيل آمن للنظام، يجب تثبيت جهاز استشعار لمستوي سطح المياه في الخزان لكي يقوم بإيقاف تشغيل (يطفئ) المضخة لتجنب التدفق الزائد. إذا تم تركيب مضخة مغمورة (غاطسة) في بئر، يلزم وجود مستشعر ثان لمستوى مياه وذلك لحماية المضخة من تشغيلها الجاف بدون وجود المياه. غالبًا ما يتم دمج أجهزة الاستشعار في محرك المضخة بشكل اعتيادي. بما أن خزانات المياه عادة ما تخزن كميات كبيرة من الماء، فمن المهم أن تفي الأساسات و البنية الداعمة للخزان بمتطلبات التثبيت.

خزان علوي

(المصدر:Andreas Hahn)

وحدة التحكم في الريّ هو الجزء من نظام الريّ حيث يتم إدارة كل من كمية وجودة وضغط المياه. و لا يمكن الاستغناء عنه في أنظمة الريّ التي تعمل تحت الضغط مثل الري بالرش و بالتنقيط.

تحتوي وحدة تحكم الريّ عادة على:

- **الصمامات (المحابس)** للتحكم في كمية المياه المتدفقة إلى أجزاء نظام الري المختلفة؛
- **مرشحات (فلاتر)- المصفاة-** لإزالة الجسيمات التي يمكن أن تسد النقاطات أو فتحات الرش؛
- **نظام ريّ مسمّد** لخلط الأسمدة القابلة للذوبان في مياه الريّ؛
- **منظمات الضغط** .

في أنظمة الريّ السطحي ، قد تشمل وحدة تحكم الريّ فقط صمامات أما أنظمة الريّ بالتنقيط وبالرش فقد تشمل صمام ومرشح (فلتر) على الأقل.

الصمامات (المحابس)

ينقسم نظام الريّ عادة إلى عدة أجزاء لتحسين التحكم في كمية وضغط المياه في الحقل. يتم التحكم في تدفق المياه لكل جزء بواسطة صمامات (محابس) يدوية أو أوتوماتيكية.

يمكن للصمامات (المحابس) الاوتوماتيكية أن تتحكم بالكمية أو الوقت. حيث يحدد المنتج (المزارع) كمية الريّ المطلوبه لكل جزء، ويتم إغلاق الصمام الأوتوماتيكي بمجرد الوصول إلى القيمة (الكمية) المطلوبة.

يوصى باستخدام الصمامات الحجمية (المحابس التي تتحكم بالكمية) خاصة في الحالات التي يتم فيها ضخ المياه مباشرة إلى نظام الريّ دون المرور عبر الخزان. من عيوب الصمامات (المحابس) الأوتوماتيكية التكلفة العالية والاستبدال بشكل دوري، والحاجة للكهرباء لتشغيل الجهاز.

وحدة التحكم في الريّ مزود بمرشح (فلتر) قرصي وصمامات (محابس) متعددة لتوجيه المياه إلى أجزاء مختلفة من نظام الريّ

(المصدر: Lennart Woltering)

المرشح (الفلتر)

يعد المرشح (الفلتر) ضروريًا في أي نظام ريّ بالرش أو بالتنقيط لأنه يقلل من حدوث انسداد النقاطات و الفتحات. يحدث الانسداد بسبب المواد غير العضوية مثل الرمل والطين، وكذلك المواد العضوية مثل الطحالب والبكتيريا، التي تتراكم و بالتالي تسد النقاطات. بالاعتماد على جودة مياه الريّ (أي الرواسب ونسبة الأملاح الذائبة وما إلى ذلك) يجب تنظيف المرشحات (الفلاتر) عدة مرات يوميًا.

في البداية ، يمكن أن يعطي تحليل المياه معلومات حول حجم وكمية الجسيمات، ومن خلال ذلك التحليل يمكنك تحديد تقنية المرشح (الفلتر) الصحيحة والمطلوبة. ومع ذلك، قد لا يكون هذا حلاً عمليًا لجميع مواقع المزرعة/ المزارع حيث قد لا يتمكن البعض من المزارعين من حصولهم على عدة الفحص (مجموعات الاختبار) أو وجود المختبرات. يجب ترشيح (تصفية) المياه السطحية سواء من الخزان أو النهر بشكل متكرر و أكثر من المياه المستخرجة من البئر أو اثقب البئر (Borehole)، حيث يتم ترشيح (تصفية) هذه المياه بشكل طبيعي في الأرض.

عند اختيار مرشح (فلتر) لـ SPIS ، من المهم أن تدرك أن:

- يجب أن تتوافق المرشحات (الفلاتر) مع معدل تدفق المياه من المضخة؛
- يجب الحد من فقدان الضغط من خلال المرشح (الفلتر) ومراقبته؛
- يجب أن تكون الصيانة سهلة ويجب أن يكون مدى العمر التشغيلي طويل.

هناك ثلاثة أنظمة ترشيح (فلاتر - مصافي) رئيسية:

1. مرشح – فلتر- شبكي: هذا المرشح (الفلتر) يستخدم شبكة من الفولاذ المقاوم للصدأ، أو مصفاة مصنوعة من البوليبروبيلين (مادّة بلاستيكية)، النايلون أو البوليستر لفصل الجسيمات عن الماء. قد يكون ضغط المياه المفقود في هذه المرشحات (الفلاتر) الحاجبة مرتفعًا جدًا؛ و لذلك لا ينصح باستخدامها في SPIS.
2. المرشح (الفلتر) القرصي: يحتوي صلب المرشح القرصي على مجموعة من الأقراص المضغوطة مع سلسلة متداخلة من الحزوز (محزات). يمر الماء غير المصفى من خلال هذه المجموعة من الأقراص المضغوطة بإحكام ويضطر الماء للتدفق عبر الحزوز المتشابكة لحلقات القرص و يتم حجز المخلفات. يتم حجز (التقاط) جزيئات التربة على سطح كبير جدًا، وهذا هو السبب في انخفاض فقدان الضغط نسبيًا. أما بالنسبة للتنظيف اليدوي، يجب إخراج حلقات المرشح (الفلتر) وشطفها بالماء النظيف. عند استخدام المرشحات (الفلاتر) القرصية لـ SPIS ، ينصح بتثبيت النموذج التالي الأكبر لتقليل منحنى انخفاض الضغط، والذي يتناسب طرديا مع معدل التدفق، أو لتثبيت مرشحين (فلترين) اثنين يعملان بالتوازي. يجب أن تكون فترات الصيانة قصيرة لكي تقلل من فقدان الضغط المتراكم بشكل كبير. تعمل أنظمة الشطف العكسي (الارتجاعي) الأوتوماتيكي بوجود ضغط عالي وبالتالي لا تتناسب مع مفهوم تقليل الضغط الخاص بـ SPIS.
3. المرشح (الفلتر) الرملي: هذه المرشحات لديها قدرة كبيرة على إزالة الجسيمات من الماء. يتم توجيه المياه خلال خزان معدني مملوء بالرمل ليقوم الرمل باحتجاز الجزيئات الكبيرة والصغيرة. في النهاية، تتراكم جزيئات التربة (الطين والأوساخ) في الفراغ الموجود بين جزيئات الرمل، مما تتطلب شطف عكسي بالماء النظيف للفلتر. و لهذا فإن المرشح الرملي يتطلب ضغوطًا عالية للتشغيل و للشطف العكسي (التنظيف بالمياه)، مما يجعله أقل توافق مع الـ SPIS.

الريّ المسمّد (التسميد) هو عبارة عن حقن **الأسمدة** في نظام الريّ. وهي عبارة عن مزيج من كلمتي "سماد" و "ريّ". نظام الري المسمّد متصل بوحدة التحكم.

يمارس الريّ المسمّد على نطاق واسع في الزراعة التجارية والبستنة (المشاتل) ويستخدم بشكل رئيسي كطريقة لاضافة المغذيات. وعادة ما يستخدم في ريّ المحاصيل ذات القيمة العالية مثل الخضار وأشجار الفاكهة. إن أنظمة الريّ بالتنقيط على وجه الخصوص مناسبة تمامًا للتسميد نظرًا لوتيرة تشغيلها ولأن المنتج (المزارع) يستطيع التحكم بسهولة في إضافة المياه.

غالباً ما تشكل الأسمدة السائلة خطراً في علية انسداد الشبكة وذلك بسبب الحدوث المتكرر للتفاعل الكيميائي بين المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في مياه الريّ. لتقليل تأثير هذا الانسداد، يُنصح بغسل شبكة الريّ بالماء النقي (نظيف) بعد استخدام السماد السائل. الأسمدة التي يتم توريدها كمحلول يمكن حقنها مباشرة في نظام الريّ، في حين الأسمدة على هيئة حبيبات جافة (مثل اليوريا) أو على شكل بلوري يجب خلطها بالماء لتكوين المحلول.

بالنظر إلى ضغط التشغيل المنخفض نسبيًا (0.2 - 0.5 بار) لـ SPIS ، يمكن الأخذ بخيارات الريّ المسمّد (التسميد) التالية:

1. خزانات الضغط التباينى (التفاوتي) ;
2. فوهات فنتوري (Venturi)؛
3. مضخات معايرة (قياس) كهربائية;
4. مضخات الجرعات (dosing pumps) التي تعمل بالماء.

1. **خزانات الضغط التباينى (التفاوتي)**، والتي يشار إليها غالبًا باسم "خزانات الدَفْعَات - الخلط "، هي عبارة عن أجهزة حقن بسيطة حيث بمرور الوقت تنخفض ببطء كمية السماد المحقون، كما لو أن هناك دلو (السطل) يفرغ مع الوقت. إذا كان المطلوب الحفاظ على نسبة ثابتة من التركيز الكيميائي أثناء الحقن، فإن خيار خزانات الدفعات- الخلط غير مناسب للاستخدام في الـ SPIS.
2. **تستخدم فوهة Venturi "التأثير الهيدروليكي لـ Venturi"**. بسبب الفقدان العالي للضغط لفوهات Venturi والأخذ بعين الاعتبار أن الضغط الذي توفره مضخة المياه الكهروضوئية ليس ثابتًا (قد يتسبب هذا في تقلبات/تغييرات قوية في نسبة تركيز الأسمدة)، لذا لا ينصح باستخدام خيار فوهة Venturi لـ SPIS.
3. **مضخات المعايرة (القياس) / الجرعات الكهربائية** تعتبر من أغلى أجهزة الحقن ولكنها توفر تركيز حقن ثابت ودقيق وهي أنظمة متينة.
4. بالنسبة للاستخدامات خارج الشبكة، فإن **مضخات الجرعات (الحقن)** التي تعمل بالماء و المركبة مباشرة على خط إمداد المياه تعتبر خيارا مناسبا للاستخدام في SPIS. وهي تعمل ضمن أنظمة منخفضة الضغوط نسبيًا وستكون الجرعة متناسبة طرديا بشكل مباشر مع حجم (كمية) المياه التي تدخل مضخة الجرعات (الحقن)، بغض النظر عن التغييرات (تقلبات) في تدفق وضغط المياه في الخط الرئيسي.

بالإضافة إلى ذلك ، فإن أبسط أشكال التسميد هي خلط الأسمدة القابلة للذوبان (مثل اليوريا) في الخزان العلوي (المرتفع) لنظام الريّ بالتنقيط ذو ضغط منخفض.
إن التحدي مع عملية التسميد هو التحكم في نسبة التركيز مع مرور الوقت. الجرعة الزائدة ستضر (ستؤذي) بالبيئة والميزانية الخاصة بتكلفة الإنتاج.
إذا تم استخدام المضخات السطحية للتسميد، فمن المستحسن حقن السماد على جهة منفذ السحب / الشفط ، لأنها طريقة رخيصة وسهلة وموثوقة للتسميد.
يستخدم الحقن الكيماوي (Chemigation) كمصطلح عام لحقن **الأسمدة** وإضافات مخصبة للتربة وغيرها من المنتجات القابلة للذوبان في الماء في نظام الريّ. في نظام الريّ بالتنقيط، يمكن استخدام الـ Chemigation لحقن مواد كيميائية لتخفيف نسبة الحتات (الحطام) ومواد اخرى قد تسد منافذ الشبكة أو الأكواع (الانحناءات) الضيقة.

بعد فترة معينة، يتم غسل كل خط تنقيط من المياه المعالجة بما في ذلك المواد المذابة. إن دعم مهندسي المياه المؤهلين مطلوب لتطوير خطة الـ Chemigation لتتناسب مع احتياجات المنتج (المزارع) وتتوافق مع نوعية جودة المياه في المزرعة.

تعتبر المياه أهم العناصر اللازمة لنمو النبات في الإنتاج الزراعي. الريّ هو تطبيق يتحكم بالمياه من خلال أنظمة من صنع الإنسان لتزويد احتياجات النباتات من المياه المطلوبة والتي لا تلبيها الأمطار وحدها. يمكن استخدام طرق مختلفة للري (تبدأ من سقي النباتات بواسطة وعاء أو دلو).

يعتمد اختيار أي نظام ريّ معين بشكل رئيسي على المحاصيل التي سيتم ريها (سقايتها)، و توفر المياه السفلية ومتطلبات مياه الريّ وإمدادات الطاقة، فضلاً عن القدرة المالية لصاحب المزرعة. تضخ المضخات العاملة بالطاقة الشمسية المياه إلى المزرعة، و من هناك يمكن تجميعها لمزيد من توزيع المياه باليد. و بشكل بديل، يمكن ضخ المياه مباشرة إلى الحقل من خلال نظام القنوات (الريّ السطحي) أو الأنابيب (الريّ بالرش و بالتنقيط).

من حيث المبدأ، يمكن استخدام المضخات العاملة بالطاقة الشمسية لتزويد المياه لأي نوع من أنظمة الريّ. إن حجم (وتكلفة) المولد الكهروضوئي (PV) يتم تحديده بشكل أساسي من خلال معرفة احتياجات الماء ومتطلبات الضغط في مخطط الريّ.

ومع ذلك، من المهم اعتبار أن الـ SPIS مكلف نسبيًا، مما يتطلب من المنتجين (المزارعين) زراعة محاصيل مرتفعة القيمة لضمان قدرتها المالية على البقاء. بالإضافة إلى ذلك، سيكون لتوفير إستخدآم المياه تأثير إيجابي على كلفة الاستثمار لنظام الضخ بالطاقة الشمسية وللبيئة.

أنظمة الريّ السطحي ليست مناسبة دائمًا لإنتاج المحاصيل مرتفعة القيمة وهي ليست فعّالة في استخدام المياه. ومع ذلك، يتم استخدام الـ SPIS مع أنظمة الريّ السطحي على نطاق واسع لأنها لا تتطلب من المنتج (المزارع) اعتماد طريقة ريّ جديدة. في النادر ما يتم الجمع بين الـ SPIS مع نظام الريّ بالرش لأن الريّ بالرش يتطلب ضغوط مياه عالية نسبيا للتشغيل، الأمر الذي يتطلب مولدات كهروضوئية (PV) عالية التكلفة.

تعتبر تكنولوجيات الريّ الموفرة للمياه والتي تعمل بضغوط تشغيل منخفضة نسبيًا هي الخيار المفضل فيما يتعلق بأنظمة المضخات الكهروضوئية..

باعث بالتنقيط الخارجي

(المصدر: Andreas Hahn, 2015)

تعمل أنظمة الريّ بالتنقيط عادة عند ضغط مرتفع من 1-10 بار. لحسن الحظ، تم تعديل التكنولوجيا لتراعي الضغوط المنخفضة ولتشغيل أكثر بساطة. يمكن لأنظمة الريّ بالتنقيط ذات الضغوط المنخفضة أن تعطي 80٪ من تطبيق منتظم للمياه حتى لو كانت هناك ضغوطات لبضعة أمتار قليلة.

يعتمد الأداء إلى حد كبير على ضغط المياه وحجم وشكل الحقل الذي يتم ريه (سقايته). إن الريّ بالتنقيط والذي يعمل بالطاقة الشمسية هو "إقتران" دمج لنظامين يسيران معاً بشكل جيد للغاية. الريّ بالتنقيط مثالي لإنتاج المحاصيل ذات القيمة المرتفعة مثل الخضار والفواكه، وبسبب كفاءتها العالية يمكن تصميم حجم المضخة العاملة بالطاقة الشمسية بشكل متحفظ

.

Suitability of irrigation methods to PV pumping

طريقة التوزيع	الكفاءة النموذجية (المثالية) لتطبيق المياه	ارتفاع المياه النموذجي (المثالي)	مناسبتها للاستخدام مع المضخات الكهروضوئية
الريّ بالغمر السطحي	0.5م	40–50%	بالكاد فعالة من حيث التكلفة
القنوات المفتوحة	0.5–1م	50–60%	يعتمد على الظروف المحلية
الرشاش	10–20م	70–80%	لا
الريّ بالتنقيط ذات الضغط المنخفض	1–10م	80%	نعم
الريّ بالتنقيط ذات الضغط العالي	10–100 م	85–95 %	لا

FURTHER READING, LINKS AND TOOLS

Further reading

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. & Smith M. (1998): Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. In: *FAO Irrigation and drainage paper* 56. Retrieved from https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf

Burney, J., Woltering, L., Burke, M., Naylor, R. & Pasternak, D. (2009): Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano–Sahel. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107 (5), 1848–1853. doi: 10.1073/pnas.0909678107. Retrieved from http://www.pnas.org/content/107/5/1848.abstract

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) (2008): Planning and Installing Photovoltaic Systems: A Guide for Installers, Architects and Engineers: Earthscan (Planning and Installing Series). Retrieved from https://books.google.de/books?id=fMo3jJZDkpUC&printsec=frontcover&hl=de&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Hahn, A., Sass, J. & Fröhlich, C. (2015): Manual and tools for promoting SPIS. Multicountry - Stocktaking and Analysis Report. GFA Consulting Group. Retrieved from http://energypedia-uwe.idea-sketch.com/wiki/File:Stocktaking_and_Analysis_Report_-_Final_Draft.pdf

KPMG (2011): The Rising Sun. A point of View on the Solar Energy Sector in India. India. Retrieved from https://www.kpmg.de/docs/The-Rising-Sun.pdf

NREL National Renewable Energy Laboratory (2012): Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Solar Photovoltaics. Retrieved from https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/56487.pdf

Raghavan, S. V., Bharadwaj, A., Thatte, A. A., Harisch S., Iychettira, K.K., Perumal, R. & Nayak, G. (2010): Harnessing solar energy: Options for India. Center for Study of Science, technology and Policy (CSTEP). High Grounds, Bangalore. Retrieved from https://www.slideshare.net/abyshares24/harnessing-solar-energyoptionsforindiafull-report

Schmidt, R. (2012): Aplicaciones de Energía Solar Fotovoltaica; Diseño, Implementación, Experiencias.

Woltering, L., Pasternak, D. & Ndjeunga, J. (2011): The African Market Garden: The Development of an Integrated Horticultural Production System for Smallholder Producers in West Africa. In: *Irrigation and Drainage* 60 (5), 613-621. doi: 10.1002/ird.610.

Links

European Commission, Joint Research Centre (2012): Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology. Retrieved from http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis.

Irrigation Association (2017): Irrigation Glossary. Retrieved on http://www.irrigation.org/IAGlossary.

Meteonorm: Meteonorm Software. Irradiation data for every place on Earth. Retrieved on http://www.meteonorm.com/en/.

NASA (2016): Surface meteorology and Solar Energy. With the collaboration of Atmospheric Science Data Centre. Retrieved on http://eosweb.larc.nasa.gov/sse.

Some mounting / tracking system manufacturers provide product-specific design tools, which can usually be found on the relevant manufacturer’s website.

SPIS tools

No tools for this module.

TECHNICAL GLOSSARY

طبقة المياه الجوفية (الخزان الجوفي)	Underground geological formation(s), containing usable amounts of groundwater that can supply wells or springs for domestic, industrial, and irrigation uses.
الكيميائيات (التسميد بواسطة مياه الريّ)	The process of applying chemicals (fertilizers, insecticides, herbicides, etc...) to crops or soil through an irrigation system with the water.
فقدان المياه في خطوط النقل ضياع المياه في قنوات الجر	Loss of water from a channel or pipe during transport, including losses due to seepage, leakage, evaporation, and other losses.
معامل المحصول	Ratio of the actual crop evapotranspiration to its potential (or reference) evapotranspiration. It is different for each crop and changes over time with the crop's growth stage.
المتطلبات المائيه للمحاصيل (CWR)	The amount of water needed by a plant. It depends on the climate, the crop as well as management and environmental conditions. It is the same as crop evapotranspiration.
التيار الكهربائي (أمبير- I)	Current is the electrical flow when voltage is present across a conductor, or the rate at which charge is flowing, expressed in amperes [A].
ترشيح عميق	Movement of water downward through the soil profile below the root zone. This water is lost to the plants and eventually ends up in the groundwater. [mm]
التراجع (انخفاض)	Lowering of level of water in a well due to pumping.
الرىّ بالتنقيط	Water is applied to the soil surface at very low flow rates (drops or small streams) through emitters. Also known as trickle or micro-irrigation.
النقاطات (الباعثات)	Small micro-irrigation dispensing device designed to dissipate pressure and discharge a small uniform flow or trickle of water at a constant discharge which does not vary significantly because of minor differences in pressure head. Also called a "dripper" or "trickler".
التبخر	Loss of water as vapor from the surface of the soil or wet leaves. [mm]
التبخر النتحي (ET)	Combined water lost from evaporation and transpiration. The crop ET (ETc) can be estimated by calculating the reference ET for a particular reference crop (ETo for clipped grass) from weather data and multiplying this by a crop coefficient. The ETc, or water lost, equals the CWR, or water needed by plant. [mm]
إجمالي متطلبات مياه الريّ (GIWR)	The Gross Irrigation Water Requirement (GIWR) is used to express the quantity of water that is required in the irrigation system. [mm]
التسميد (الريّ المسمّد)	Application of fertilizers through the irrigation system. A form of chemigation.

الصلاحية المالية (الاسمترارية)	The ability to generate sufficient income to meet operating expenditure, financing needs and, ideally, to allow profit generation. It is usually assessed using the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) approaches together with estimating the sensitivity of the cost and revenue elements (See Module INVEST).
فقدان الضغط بالاحتكاك - مفاقيد الاحتكاك	The loss of pressure due to flow of water in pipe. It depends on the pipe size (inside diameter), flow rate, and length of pipe. It is determined by consulting a friction loss chart available in an engineering reference book or from a pipe supplier. [m]
الإشعاع الشمسي العالمي (G)	The energy carried by radiation on a surface over a certain period of time. The global solar radiation is locations specific as it is influenced by clouds, air humidity, climate, elevation and latitude, etc. The global solar radiation on a horizontal surface is measured by a network of meteorological stations all over the world and is expressed in kilowatt hours per square meter [kWh/m²].
التدفق بالجاذبية (السريان بالجاذبية)	The use of gravity to produce pressure and water flow, for example when a storage tank is elevated above the point of use, so that water will flow with no further pumping required.
رئيس (عنوان)	Value of atmospheric pressure at a specific location and condition. [m]:
	Head, total (dynamic) Sum of static, pressure, friction and velocity head that a pump works against while pumping at a specific flow rate. [m];
	Head loss Energy loss in fluid flow. [m]
الارتشاح (التسرب)	The act of water entering the soil profile.
التشمّس	The rate at which solar energy reaches a unit area at the earth measures in Watts per square meter [W/m^2]. Also called solar irradiance.
الاشعاع	The integration or summation of insolation (equals solar irradiance) over a time period expressed in Joules per square meter (J/m2) or watt-hours per square meter [Wh/m^2].
الريّ	Irrigation is the controlled application of water to respond to crop needs.
كفاءة الريّ	Proportion of the irrigation water that is beneficially used to the irrigation water that is applied. [%]
وحدة التحكم بالريّ	Control unit to regulate water quantity, quality and pressure in an irrigation system using different types of valves, pressure regulators, filters and possibly a chemigation system.
الجانبي (عرضي)	Pipe(s) that go from the control valves to the sprinklers or drip emitter tubes.
خط العرض	Latitude specifies the north–south position of a point on the Earth's surface. It is an angle which ranges from 0° at the Equator to 90° (North or South) at the poles. Lines of constant

	latitude, or parallels, run east–west as circles parallel to the equator. Latitude is used together with longitude to specify the precise location of features on the surface of the Earth.
ترشيح (غسيل التربة)	Moving soluble materials down through the soil profile with the water.
نقطة القدرة القصوى (نقطة القدرة العظمى)	An important feature in many control boxes to draw the right amount of current in order to maintain a high voltage and achieve maximum system efficiency.
صافي متطلبات مياه الريّ (NIWR)	The sum of the individual crop water requirements (CWR) for each plant for a given period of time. The NIWR determines how much water should reach the crop to satisfy its demand for water in the soil. [mm]
القوة (القدرة) (P)	Power is the rate at which energy is transferred by an electrical circuit expressed in watts. Power depends on the amount of current and voltage in the system. Power equals current multiplied by voltage (P=I x V). [W]
البناء الضوئي (التركيب الضوئي)	Photosynthesis is a process used by plants and other organisms to convert light energy into chemical energy that can later be released to fuel the organisms' activities (energy transformation).
الضغط	The measurement of force within a system. This is the force that moves water through pipes, sprinklers and emitters. Static pressure is measured when no water is flowing and dynamic pressure is measured when water is flowing. Pressure and flow are affected by each other. [bars, psi, kPa]
الإعداد و التحضير	The process of hand-filling the suction pipe and intake of a surface pump. Priming is generally necessary when a pump must be located above the water source.
المضخة	Converts mechanical energy into hydraulic energy (pressure and/or flow).
	Submersible pump: a motor/pump combination designed to be placed entirely below the water surface.
	Surface pump: pump that is not submersible and placed not higher than about 7 meters above the surface of the water.
منطقة الجذور	The depth or volume of soil from which plants effectively extract water from. [m]
الملوحة (مالحة)	Salinity refers to the amount of salts dissolved in soil water.
كفاءة الألواح الشمسية	Solar panel efficiency is the ratio of light shining on the panel, versus the amount of electricity produced. It is expressed as a percentage. Most systems are around 16% efficient, meaning 16% of the light energy is converted into electricity.
رافعة شافطة (شفط)	Vertical distance from the surface of the water to the pump. This distance is limited by physics to around 7 meters and should be minimized for best results. This applies only to surface pumps.

الريّ السطحي	Irrigation method where the soil surface is used to transport the water via gravity flow from the source to the plants. Common surface irrigation methods are: Furrow irrigation – water is applied to row crops in small ditches or channels between the rows made by tillage implements; Basin irrigation – water is applied to a completely level area surrounded by dikes, and Flood irrigation – water is applied to the soil surface without flow controls, such as furrows or borders.
النتح	Water taken up by the plant's roots and transpired out of the leaves. [mm]
الجهد (U أو V)	Voltage is the electric potential between two points, or the difference in charge between two points, expressed in Volts [V].