POWERING AGRICULTURE:

AN ENERGY GRAND CHALLENGE FOR DEVELOPMENT

TOOLBOX ON SOLAR POWERED IRRIGATION SYSTEMS (SPIS)

الوحدة التاسعة: الريّ

USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE

SWEDEN

german cooperation

DUKE ENERGY.

OPIC

يعتبر صندوق الأدوات الخاص بأنظمة الريّ بالطاقة الشمسية (SPIS) مشروعًا موروثا (قديمًا) للمبادرة العالمية "دعم و تقوية الزراعة: التحدٍ 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 (فعّالة) للمياه و الطاقة.

لقراءة المزيد

نشرت من قبل

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of BMZ as a funding partner of the global initiative Powering Agriculture: An Energy Grand Challenge for Development (PAEGC) and
The Food and Agriculture Organization of the United Nations (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 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

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

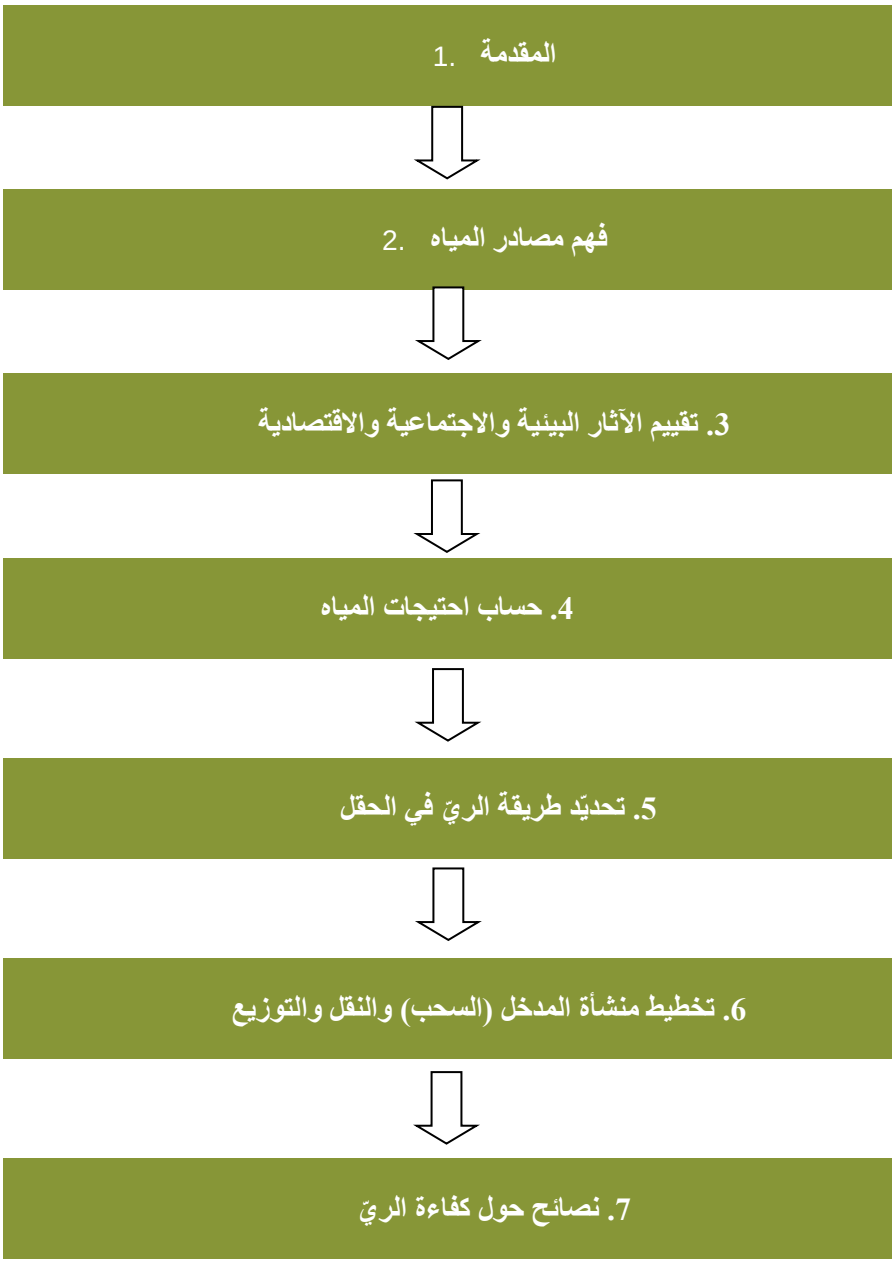
DEFINITIONS

Aquifer	Underground geological formation(s), containing usable amounts of groundwater that can supply wells or springs for domestic, industrial, and irrigation uses.
Chemigation	The process of applying chemicals (fertilizers, insecticides, herbicides, etc...) to crops or soil through an irrigation system with the water.
Conveyance loss	Loss of water from a channel or pipe during transport, including losses due to seepage, leakage, evaporation, and other losses.
Crop coefficient	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.
Crop Water Requirement (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.
Current (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].
Drainage	The natural or artificial removal of surplus ground and surface water and dissolved salt from the land in order to enhance agriculture production. In the case of natural drainage, the excess waters flow from the fields to lakes, swamps, streams and rivers. In an artificial system surplus ground or surface water is removed by means of sub surface or surface conduits.
Deep percolation	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, where 1 mm = 10 m3/ha)]
Drawdown	Lowering of level of water in a well due to pumping.
Drip irrigation	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.
Emitter	Small micro-irrigation dispensing device designed to dissipate pressure and discharge a small uniform flow or trickle of water at a constant rate which does not vary significantly because of minor differences in pressure head. Also called a "dripper" or "trickler".
Evaporation (E)	Where liquid water is converted into water vapour and removed from the evaporating surface. This loss of water as vapor occurs from the surface of the soil or wet vegetation, [mm, where 1 mm = 10 m3/ha)]
Evapotranspiration (ET)	Combined water lost from evaporation and transpiration; evaporation and transpiration occur simultaneously and there is no easy way of distinguishing between the two processes. The crop ET (ETc) can be estimated by calculating the reference ET for a 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, where 1 mm = 10 m3/ha)]
GIWR	The Gross Irrigation Water Requirement (GIWR) is used to express the quantity of water that is required in the irrigation system [mm, where 1 mm = 10 m3/ha)].
Infiltration	The act of water entering the soil profile.
Fertigation	Application of fertilizers through the irrigation system. A form of chemigation.
Financial viability	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).
Friction loss	The loss of pressure due to flow of water in a pipe. It depends on the pipe size (inside diameter), pipe roughness, fittings, 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]
Full Control Irrigation	A term referring to surface irrigation, sprinkler irrigation, and / or localized irrigation
Global solar radiation (G)	The energy carried by radiation on a surface over a certain time period. The global solar radiation is location 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/m^2].
Gravity flow	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.
Head	Value of atmospheric pressure at a specific location and condition. [m]: Head, total (dynamic) = Sum of static, pressure, friction, and velocity heads that a pump works against while pumping at a specific flow rate. [m]; Head loss = Energy loss in fluid flow. [m]
Insolation	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.
Irradiation	The integration or summation of insolation (=solar irradiance) over a time period expressed in Joules per square meter (J/m2) or watt-hours per square meter [Wh/m^2].
Irrigation	Irrigation is the controlled application of water to respond to crop needs.

Irrigation efficiency	Proportion of the irrigation water that is beneficially used to the irrigation water that is applied. [%]
Irrigation head	Header tank of water at an elevation above ground level to regulate water quantity, quality and pressure in an irrigation system. Usually accompanied and regulated by different types of valves, pressure regulators, filters and possibly a chemigation system.
Land Tenure	The relationship, whether legally or customarily defined between people, as individuals or groups, with respect to land (VGGT 2012).
Lateral	Pipe(s) that go from the control valves to the sprinklers or drip emitter tubes.
Latitude	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.
Leaching	Moving soluble materials down through the soil profile with the water.
Maximum Power Point Tracking (MPPT)	This allows solar panels to rotate automatically about a pivot to remain at the optimum angle to the solar irradiance. 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.
Net Irrigation Water Requirements (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, where 1 mm = 10 m3/ha)]
Power (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 [W]
Photosynthesis	Photosynthesis is a process used by plants and other organisms to convert light energy into chemical energy.
Pressure	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]
Priming	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.
Pump	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 - A pump that is not submersible and placed not higher than about 7 meters above the surface of the water.

Root Zone	The depth or volume of soil from which plants effectively extract water from. [m]
Salinity (Saline)	Salinity refers to the amount of salts dissolved in soil water.
Salinization	Occurs when surface water or groundwater containing mineral salts is used for irrigating crops, carrying salts out into the root zone. In the process of evapotranspiration, the salt is left behind in the soil, increasing its salt content.
Solar panel efficiency	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.
Suction lift	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.
Surface irrigation	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.
Transpiration (T)	Liquid water taken up by the plant's roots, contained in plant tissues, and vaporized or transpired into the atmosphere through small openings in the plant leaf, called stomata. [mm, where 1 mm = 10 m3/ha)]]
Voltage (U or V)	Voltage is the electric potential between two points, or the difference in charge between two points, expressed in Volts [V].
Waterlogging	Results primarily from inadequate drainage and over-irrigation and, to a lesser extent, from seepage from canals and ditches. Waterlogging concentrates salts, drawn up from lower in the soil profile, in the plants' rooting zone.
Water Tenure	Refers to the formal and informal arrangements that determine how people, communities and organizations gain access to, and use, water resources (FAO 2016b).


1. المقدمة
2. فهم مصادر المياه
3. تقييم الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية
4. حساب احتيجات المياه
5. تحديّد طريقة الريّ في الحقل
6. تخطيط منشأة المدخل (السحب) والنقل والتوزيع
7. نصائح حول كفاءة الريّ

الهدف من الوحدة - توجيه

يعتبر الريّ وسيلة مهمة لتحسين الإنتاجية الزراعية، ولكن في العديد من البلدان النامية، احتمالية استخدام الزراعة المروية لم تتحقّق بعد. بينما يقدّم الريّ فوائد واضحة، فإنه لا يخلو من تأثير كبير على البيئة (وامتدادا المجتمعات والاقتصادات المعتمدة على هذه البيئة). لذلك تم تطوير العديد من التكنولوجيات والمقاربات لتقليل الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية السلبية. تعطي وحدة **الريّ** مقدمة عن التعقيدات المحيطة بالريّ. وهذه الوحدة هي جزء من مجموعة الأدوات الخاصة بأنظمة الريّ بالطاقة الشمسية (SPIS) (GIZ FAO, 2017)، والتي تشتمل على وحدات إضافية وأدوات تكميلية ذات صلة باتخاذ قرارات مستنيرة حول نظام معلومات SPIS.

إضافة على ذلك، يتم استكمال هذه الوحدة بأداتين تُستخدمان بواسطة برنامج الـ Excel:

- **الري - أداة التربة** لتحديد جدول الريّ المناسب لمحاصيل مختارة ولحساب حجم تخزين المياه
- **الترويج (التشجيع) والمبادرة - أداة تقييم الأثر** لمراجعة وموازنة الآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لمشروع الـ SPIS

الريّ ضروري للأمن الغذائي والتنمية الريفية

على الصعيد العالمي، تمثل الزراعة المروّية حوالي 70 في المائة من عمليات سحب المياه، مما يجعل هذا القطاع أكبر مستخدم للمياه. توفّر الزراعة المروّية ما يقرب من 40 في المائة من غذاء العالم، بما في ذلك معظم إنتاجه البستاني ، والذي يشكل 20 في المائة من الأراضي الزراعية، أو حوالي 300 مليون هكتار في جميع أنحاء العالم (منظمة الأغذية والزراعة FAO(2011).

معظم النمو المستقبلي في إنتاج المحاصيل في البلدان النامية من المرجح أن يحدث عن طريق تكثيف الريّ والذي سيصبح له دور استراتيجي بشكل متزايد (AQUSTAT.)

في العديد من البلدان حول العالم، الريّ له فوائد مباشرة على الإنتاجية والأمن الغذائي، وعادة ما يتم انتاج الغذاء بكثافة زراعية أعلى وعلى الأقل ضعف غلة المحاصيل البعلية في الأماكن المجاورة (Faurès et al. 2007.)

و بهذا يمكن التقليل من الاعتماد على الزراعة البعلية في المناطق المعرضة للجفاف وزيادة كثافة المحاصيل في المناطق الرطبة والمدارية من خلال "تمديد" موسم الأمطار وإدخال وسائل فعالة للتحكّم في المياه. لهذا، غالبًا ما يُنظر إلى الريّ على أنه المحرّك الذي يقود التنمية الريفية وإنتاج الغذاء وتوفير فرص العمل المدرة للدخل.

ومع ذلك، فلقد تعرّض الريّ أيضًا للتأثيرات البيئية السلبية، والتي تشمل على انخفاض جريان المياه، والتغيّرات في الحصول على المياه في سافلة الأنهار، وزيادة ملوحة التربة أو تقليل الأراضي الرطبة التي توفر وظائف بيئية مهمّة للتنوع البيولوجي، واحتجاز المغذيات، والتحكم في الفيضانات. إن التغييرات في استخدام الأراضي وإدارة الموارد بشكل غير مستدام يمكن أن تؤدي إلى تدهور جودة ونضوب مصادر المياه والنظم البيئية المرتبطة بها، والتي تعتمد عليها سُبل العيش.

صورة: التحليل التخطيطي لنظام إمدادات المياه للزراعة، مقتبس (منظمة الأغذية من "تقنيات الريّ لصغار المزارعين" والزراعة FAO.(2014)

علاوة على ذلك، تؤثر جودة المياه المستخدمة في الريّ على الغلّة الزراعية وكمية انتاج المحاصيل وكذلك على نفاذية وإنتاجية التربة وصحة النظام البيئي بشكل عام. على الرغم من ذلك، فإن شُح المياه ومستويات التلوث لهما أهمية كبرى في أجزاء كثيرة من العالم لدرجة أن الملايين من المزارعين اضطروا إلى الريّ باستخدام مياه ذات جودة بالكاد مقبولة، مثل مياه الصرف الصحي الحضرية (من المدن) أو مياه الصرف المالحة من المناطق الزراعية.

ان لتأثيرات التغيّر المناخي وقع فعلي على الزراعة المروية حيث ازداد الطلب على المياه، وتناقصت إنتاجية المحاصيل، وكمية المياه المتوفرة أصبحت أكثر محدودية خاصة في تلك الأجزاء من العالم التي تشتد فيها الحاجة إلى الريّ أو التي تتمتع بميزة نسبية واضحة.

ما الذي يجعل نظام الري الجيد يعمل بالطاقة الشمسية؟

الريّ بالطاقة الشمسية بالعادة يتم تقديمه كنظام جديد، أو عندما يتم تطوير نظام موجود بالفعل. في الحالة الأخيرة، تستبدل الطاقة الشمسية كافة الأشكال التقليدية للطاقة بالخلايا الكهروضوئية (PV). و بالتالي يمكن استخدام المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية للسحب من مصادر المياه السطحية أو الجوفية.

عند تصميم نظام الريّ بالطاقة الشمسية (SPIS)، من المهم أن يؤخذ في الاعتبار الدورة الكاملة لشبكة امدادات المياه (الشكل 1). ويشمل ذلك كل من مصادر المياه، وأماكن سحب المياه، والنقل والتوزيع، وطرق الريّ الحقلية، وإمدادات المحاصيل بالمياه، وشبكة الصرف. الطاقة الموجودة في شبكة امدادات المياه تنبع من أقسام السحب والنقل والتوزيع عن طريق الضخ والرفع والتوصيل.

عند فحص هذه العناصر، توفر هذه الوحدة إرشادات حول بعض القضايا الرئيسية حول تخطيط وإدارة نظام الري الذي يعمل بالطاقة الشمسية للزراعة.

النتيجة (الحصيلة)

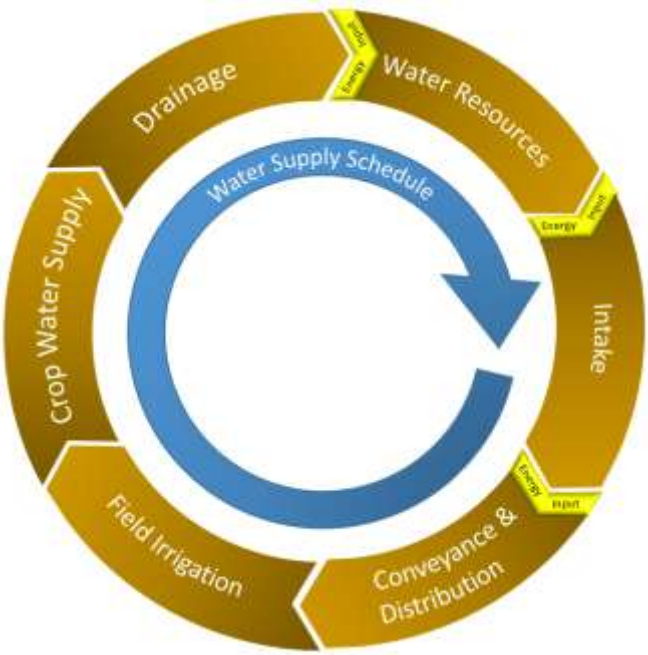
- مقدمة عامة عن دور الريّ في الزراعة والآثار البيئية المحتملة؛
- نظرة عامة على شبكة إمدادات المياه للزراعة ومدخلات الطاقة.

متطلبات البيانات

- بيانات الموقع، بما في ذلك التوقعات المناخية، وموقع المزرعة، والتضاريس، وتدوير (تناوب) المحاصيل المرغوبه، ومساحة الأرض المراد ريّها، ونوع التربة؛
- بيانات المياه، بما في ذلك نوعية المياه وكمّيتها وتدفّقها وعمقها وتغيّراتها ؛
- معلومات عن التصميم والتخطيط الخاص بالنظام الزراعي.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- مصمّمي ومديري أنظمة الريّ وجمعيات مستخدمي المياه أو منظمّة المزارعين؛
- مدراء المشروع؛
- صانعي القرارات السياسية



موضوعات هامة

- فهم الترابط بين دورتي إمداد المياه والطاقة؛
- تقيّيم مخاطر المناخ وفهم القيود الموجودة في شبكة إمدادات المياه.

2 فهم مصادر المياه

يعتبر كل من نوع مصدر الماء، والارتفاع أو العمق، وكمية المياه، ومسؤولية استخدام المصادر، وجودة المياه جميعها لها تأثير كبير على وضع حدود والتي من خلالها يمكن اتخاذ قرارات بشأن اختيار المحاصيل وطريقة الريّ. فهم هذه الجوانب يجب أن يكون الخطوة الأولى في أي تخطيط أو تنفيذ مشروع نظام الـ SPIS.

المصادر المائية يمكن أن تكون مياه سطحية وجوفية ومياه غير التقليدية. عادة، يتم استخراج مياه الريّ من الأنهار والبحيرات والخزانات الجوفية. حوالي 61 في المائة من المساحة الزراعية المرويّة في أنحاء العالم تستخدم المياه السطحية، و 38 في المائة من المياه الجوفية. في آسيا وشمال إفريقيا والشرق الأوسط، تنامى استخدام المياه الجوفية بشكل سريع في السنوات الأخيرة بعد إدخال تكنولوجيا الآبار الأنبوبية، مصحوبة بتحسّن الوصول إلى الطاقة وانخفاض أسعارها (بيانات من 2013، AQUASTAT 2016.)

المصادر غير التقليدية، مثل مياه الصرف الصحي المعالجة والمياه المحلّاة، توفّر مصدرًا ثانويًا لمياه الريّ على مستوى العالم (حوالي 1 في المائة). يتركز استخدام هذه المياه للريّ في مناطق البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط والأندنيز.

فرق **الارتفاع** بين المصدر المائي والحقل يحدّد ما إذا كان يمكن توصيل المياه بالضغط. وهذا له صلة خاصّة بالمياه السطحية حيث من المهم فهم ما إذا كانت الجاذبية الأرضية وحدها يمكنها دعم أنظمة الريّ المضغوطة أو إذا كانت بحاجة إلى الدعم من خلال المضخّات. بالنسبة للمياه الجوفية، مستوى سطح المياه الجوفية أمرًا حاسمًا بالنسبة لحجم المضخة والتكاليف المرتبطة بها. في الوقت الحاضر، يمكن للمضخات العاملة بالطاقة الشمسية رفع المياه حتى 200 متر أغلى (و في ازدياد). ومع ذلك، فإن هذه المضخات تعتبر ثمناً وأقل شيوعًا.

التصريف المتاح من المصدر (**كمية المياه**) والتغيّر في توفّرها مهم أيضًا. حيث فهم أي من مصادر المياه المتاحة ، وتحت أي ظروف، يساعد في تحديد أنسب طريقة للريّ داخل السّياق البيئي (المناخ، والتربة، والطبيعة) والزراعي. متى تُمطر وكم تبلغ كمية المطر خلال العام؟ ما هي المصادر المتاحة من المياه السطحية والجوفية؟

ما هو التغيّر في هذه المصادر المائية على مدار العام من حيث التدفق والكمية والنوعية ؟ ما مدى تغيّر توافر المياه في سياق تغيّر المناخ؟ ما هي متطلبات المستخدمين الآخرين؟ ما هي متطلبات التدفّق البيئي؟

حماية المياه - قائمة الفحص (المراجعة) الخاصة بإدارة المصادر المائية تساعد أداة في الحصول على فكرة تقريبية عن توافر مصادر المياه. في المناطق الحالية التي تعاني من ندرة المياه والمناطق التي ستُعاني من ندرة المياه على مدار العشرين سنة القادمة (انظر WRI)، يُنصح بإجراء تنبؤات تحليل تفصيلي للتوازن المائي ودراسة جدوى بوجود بيانات ملموسة قبل تركيب نظام الـ SPIS.

يجب إجراء دراسة على الخزان الجوفي لتحديد معدلات سحب للمياه بشكل مستدام. إن **مسؤولية** إجراء هذا التحليل تعتمد على تخصيص ملكية المصدر داخل مستجمعات المياه. في معظم الحالات، من الحكمة إنشاء لجنة للحوض المائي حيث تُشرك أصحاب المصلحة المعنيّين وتتولى مسؤولية تحليل الخزان الجوفي، بالإضافة إلى ترخيص استخدامه ومراقبته وتطبيق حدود السحب.

إذا تمت إدارة المصادر بطريقة مشتتة، فيجب على سلطات إدارة التراخيص النظر في تأثيرات أعمالهم على الحوض المائي، وأصحاب المصلحة الآخرين، والنظام البيئي. في كلتا الحالتين، تعتبر المرونة والجاهزية في مواجهة سيناريوهات المناخ المستقبلية أمرًا أساسيًا لاستمرارية الإنتاج الزراعي.

إن **نوعية (جودة) المياه** يجب أيضًا مراعاتها لأنها تؤثّر على اختيار طريقة الريّ وأنواع المحاصيل التي يمكن زراعتها. كل من التركيب الكيميائي للماء وكمّية الرواسب يمكن أن يؤثر على هذا الاختيار. إن وجود بعض العناصر مثل البورون (B)) والكلور (Cl) الصوديوم (Na) ، فوق عتبة معينة يمكن أن يؤدي إلى حرق الأوراق وتساقطها عند استخدام طريقة الريّ بالرش.

وبالمثل ، يؤثر التركيز الكلي للأملاح في الماء على متطلبات الغسل (الترشيح)، مما يجعل المياه المالحة غير مناسبة للريّ بالأثلام (الأخدود). تحدّد كمّية الرواسب في الماء مدى متطلبات الترشيح لطريقة الريّ بالتنقيط وعلى اختيار المنقطات وبرنامج صيانتها، ومن ثم قابليته للتطبيق في ظل ظروف معينة. وبالمثل، فإن الرواسب تزيد من تآكل المضخات ومكونات نظام الرش الأخرى.

النتيجة (الحصيلة)

- تحديد العوامل الرئيسية التي تحدد طريقة الريّ؛
- نظرة عامة عن كمّية و جودة و تغيّرات المياه؛
- الوعي بالمخاطر البيئية و التي تحتاج إلى إيلاء اهتمام خاص؛
- إنشاء لجنة للحوض المائي أو وسائل منظّمة لتقيّيم و تقدير سحب المياه بشكل مستدام؛
- فهم الحاجة إلى حوكمة مصادر المياه؛
- الوعي بالمخاطر التي يشكّلها تغيّر المناخ والحاجة إلى المرونة .

متطلبات البيانات

- معلومات عن مصدر الماء (سواء كانت السطحية، الجوفية ، المياه غير التقليدية) وسلوكه (معدّلات إعادة الشحن، معدّلات السحب، إلخ.)؛
- معلومات عن الارتفاع بين مصدر الماء والحقل؛
- معلومات عن توفّر وجودة وتدفق المياه؛
- معلومات عن السيناريوهات المستقبلية لتوافر المياه؛
- معلومات عن متطلبات المستخدم الأخرى في المنبع (عالية النهر) والمصب (سافلة النهر).

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- سلطة إدارة وترخيص مصادر المياه؛
- الخدمات الهيدرولوجية؛
- مديرو الريّ ، جماعات مستخدمي المياه أو منظمة المزارعين؛
- المزارعون؛
- مستخدمو المياه عند سافلة النهر
- وكالات حماية البيئة أو ما شابهها، المنظمات البيئية غير الحكومية

موضوعات هامة

- لا يمكن أن تتم أي عملية تنمية للريّ بدون وجود تصريح قانوني لسحب المياه أو ما شابه.
- تعتبر الحِصص الخاصة بسحب المياه مُلزمة وتشكّل الحد الأقصى لكمية المياه المتاحة في أوقات ذروة الطلب.
- تقيّيم مخاطر المناخ وفهم القيود الموجودة لنظام إمدادات المياه.
- تعتبر المراجعة الدورية للتصاريح ضرورية لضمان المرونة والتخصيص العادل لمصادر المياه تماشيًا مع التغيّر في المناخ وتوفّر المياه.
- تحليل الخزان الجوفي ومستجمعات المياه ضروري لفهم النظام الهيدرولوجي، ولتوقّع الآثار الناتجة من نظام الـSPIS، والحدّ من النتائج السلبية.

3 تقييم الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية

تؤدي مشاريع الريّ والصرف دائما الى لعديد من التغيّرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية واسعة النطاق. قد يفيد بعض هذه التغييرات السكان، بينما يهدّد البعض الآخر الإنتاجية طويلة الأجل لمشاريع الريّ والصرف وكذلك قاعدة الموارد الطبيعية. لا تقتصِر التغييرات السلبية على زيادة التلوث أو فقدان المواطن البيئية للنباتات والحيوانات المحلّية ؛ لأنها تغطي مجموعة كاملة من المكوّنات البيئية، مثل التربة والمياه والهواء والطاقة، والنظام الاجتماعي والاقتصادي.

الريّ والبيئة

الريّ يجعل من الممكن توسيع وتكثيف قطاع الزراعة. ومع ذلك، بدون الإدارة المناسبة ، يمكن أن تكون لعملية تطوير الريّ آثار بيئية سلبية كبيرة.

على مستوى الحوض المائي، يمكن أن تؤثر خُطط الريّ سلبًا على الهيدرولوجيا . مشاريع الريّ الكبيرة التي تخزّن أو تحوّل مياه الأنهار لديها القدرة على إحداث اضطرابات بيئية كبيرة، ناتجة عن التغيّرات في الهيدرولوجيا والليمنولوجيا في أحواض الأنهار. يؤدي الحدّ من تدفق مياه النهر إلى تغيير استخدام أماكن السهل الفيضاني و تغيّر البيئة ويمكن أن يتسبب في تسرّب المياه المالحة في النهر والى المياه الجوفية للأراضي المجاورة.

يؤدي تحويل المياه من خلال الريّ إلى تقليل إمدادات المياه لمستخدمي المصب (سافلة النهر)، و يشمل البلديات والصناعات والزراعة. إن انخفاض تدفق المياه الأساسي للأنهار أيضًا يقلّل من تخفيف تركيز النفايات البلدية والصناعية المضافة في مجرى النهر، مما يشكل تلوثًا و مخاطر على الصحة.

يمكن أن يؤدي الريّ باستخدام المياه الجوفية إلى مخاطر كزيادة السحب المفرط ، مما يؤدي إلى نضوب المياه الجوفية، وهبوط (تغوّر) الأراضي، وانخفاض في جودة المياه، وتسرّب المياه المالحة في المناطق الساحلية.

علاوة على ذلك، من المهم فهم كيف تتأثر جودة المياه بسبب تطوير الريّ. إن جودة المياه الداخلة منطقة الريّ تتأثر باستخدامات الأراضي في المنبع (عالية النهر)، لا سيما عندما يتعلق الأمر بمحتوى الرواسب (على سبيل المثال، الناتجة من تآكل التربة الناجم عن أعمال الزراعة) وتركيبها الكيميائي (على سبيل المثال، من الملوثات الزراعية والصناعية). قد يؤدي استخدام مياه النهر ذات حمولة كبيرة من الرواسب إلى انسداد القناة.

تؤدّي التدفقات الراجعة الملوثة من المناطق الزراعية، والتي تحتوي على تركيزات ضارّة من الأملاح أو النفايات العضوية أو المخلفات الكيميائية-الزراعية أو غيرها من المواد، إلى تدهور النُظم البيئيّة في المصب (سافلة النهر). يمكن أن تؤدي مستويات المواد المغذّية المتزايدة في مياه الريّ والصرف إلى تكاثر الطحالب، وانتشار الحشائش المائية ، وحالة التخثث (الإفراط آالغذائي) في قنوات الريّ والممّرات المائية في المصب (سافلة النهر).

على المستوى الميداني، هناك خطر كبير من تغدّق التربة بالمياه (التشبع بالمياه) والتملّح. التملّح الناتج عن أعمال الريّ يمكن أن ينشأ نتيجة استخدام المياه المالحة، وريّ التربة المالحة، وارتفاع مستويات المياه الجوفية المالحة مصحوبة بعدم كفاية الارتشاح (غسل التربة). تقلل الملوحة من نمو النباتات وإنتاجية التربة. أما التربة المتأثرة بالاملاح (الأراضي السبخة) فتعتبر أكثر هشاشة وعُرضة للتعرية. في حالة التربة الصودية (عالية التركيزبالصوديوم) ، يؤدي فقدان المادة العضوية إلى إضعاف هياكل التربة وزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتقليل ترشّح المياه بسبب وجود أسطح مانعة للتسرب. ويؤثر هذا حتمًا على الإنتاجية الزراعية والغلّات والدخل المالي للمزارعين.

الأراضي المروّية، خاصة في المناطق ذات منسوب مياه جوفية مرتفع، عادة ما تتطلب تصريفًا لتجنب تغدّق التربة بالمياه (التشبع بالمياه). نظرًا لأن تصريف المياه الجوفية يعتبر عملية معقّدة ومُكلفة (غالبًا ما تكون أكثر تكلفة من عملية التطوير الأولّي للريّ نفسه)، فهناك رغبة لبدء مشاريع الريّ الجديدة مع تجاهل الحاجة إلى التصريف أو تأخير أعمال تركيبه حتى تصبح هناك حاجة ماسة إليه. ومع ذلك، في الوقت الذي تصبح الحاجة إلى التصريف أمرًا لا مفر منه، قد تكون تكاليف تنفيذه باهظة.

إن مراقبة منسوب المياه الجوفية بواسطة آبار المراقبة (الرصد) وكذلك مراقبة جودة المياه الجوفية هو أمر بالغ ((البيزومتر الأهمية. يمكن أن يعطي هذا إنذارًا مبكرًا لخطر التملّح ونضوب المياه الجوفية.

الجدول 1: الآثار السلبية المحتملة خُطط الريّ

هل يمكن أن يساعد الريّ بالطاقة الشمسية في تحسين كفاءة استخدام المياه؟

إن تقديم تكنولوجيا الطاقة الشمسية يمكن أن يُقترن بطرق ريّ أكثر كفاءة في استخدام المياه والتي تساعد في تحسين كفاءة تطبيق المياه في المزرعة. ومع ذلك، هناك خطر بأنه بدلاً من توفير المياه، قد يؤدي ذلك في الواقع إلى زيادة استهلاك المياه في الحالات التي لا يوجد فيها أيّ عائق لتشجيع أو تحفيز استخدام المياه بكفاءة.

) استخدام المزيد من المياه في الحقل بشكل iيمكن للمزارعين (عام (على سبيل المثال، عند التحوّل من النقص في مجال الريّ) iii) توسيع مساحة الأرض المروّية ، (iiإلى الحالة المثلى) ، (التحوّل إلى قيمة مالية أعلى، ولكن غالبًا ما تكون بواسطة) بيع المياه للمزارعين ivالمحاصيل كثيفة الاستهلاك للمياه، (والمجتمعات المجاورة. تعتبر هذه مشكلة خاصة في المناطق التي تتعرض فيها مصادر المياه الجوفية بالفعل للاستنزاف المفرط ولها معدّلات إعادة الشحن (التغذية) بطيئة.

قد يكون من المهم التمييّز بين المفاهيم التالية:

كفاءة استخدام المياه تمثل النسبة بين الاستخدام الفعّال للمياه والسحب الفعلّي للمياه. هذا المفهوم يميّز، بواسطة عملية خاصّة، عن مدى فعالية استخدام المياه. والكفاءة تعتمد على الحجم (النطاق) والعملية.

كفاءة الريّ: هي النسبة أو النسبة المئوية لاحتيجات المحاصيل لمياه الريّ في مزرعة أو حقل أو مشروع للمياه المحوّلة من مصدر الإمداد.

كفاءة شبكة الريّ: كفاءة شبكة الريّ (كنسبة مئوية) تشير إلى المياه التي يتم ضخها أو تحويلها عبر مدخل الشبكة ، و تستهلكها النباتات بشكل فعلي.

يمكن تقسيم كفاءة شبكة الريّ إلى:

- **كفاءة النقل (التوصيل)** وهي تمثل كفاءة نقل المياه في القنوات (الترع). حيث تعتمد بشكل أساسي على طول مسافة القنوات ونوع التربة أو على نفاذية المياه في ضفاف القناة وحالة القنوات.

- **كفاءة التطبيق (الحقلي) الميداني** والتي تمثل كفاءة أعمال تطبيق المياه في الحقل (المزرعة)

العواقب غير المقصودة للكفاءة

مع ادماج طريقة الريّ SPISغالبًا ما يُثار إن استخدام نظام الـ بالتنقيط سيضمن استخدام المياه بشكل فعّال على مستوى الحقل. أنظمة الريّ بالتنقيط والرش تسمح للمزارعين بتحسين توقيت وانتظام توزيع الريّ، مما يمكن أن يحسّن من غلّة المحاصيل، لكن بالمثل هناك زيادة في النتح (التعرّق) لكل هكتار.

زيادة التبخر في شبكة (خطة) الريّ
تدهور الأراضي المروّية
• التملّح
• القلوية
• زيادة شحن (تغذية) المياه الجوفية، وتغدّق التربة بالمياه، ومشاكل التصريف
• تحمّض (حامضية) التربة
• رصّ (التدميج) التربة
• تآكل التربة
سوء نوعية المياه (رداءة جودة المياه)
• انخفاض في جودة مياه الريّ وكمية الترشيح
• مشاكل في جودة المياه لمستخدمي المصب (سافلة النهر) بسبب جودة التدفق الراجع لمياه الريّ
نضوب المياه الجوفية
• تجفيف آبار الشرب والريّ
• تسرب المياه المالحة على طول المناطق الساحلية
• انخفاض تدفق المياه (الجريان) الأساسي للأنهار
انخفاض تصريف المياه عند مصبّ (سافلة) النهر
التدهور البيئي (الأيكولوجي)
• انخفاض التنوع البيولوجي في المناطق المروّية و المحيطة
• أضرار بالنُظم البيئية في مصب (سافلة) النهر بسبب تناقص كمية المياه وجودتها
التأثيرات السلبية على صحة الإنسان
• زيادة حدوث (حالات الإصابة) الأمراض المتصلة بالمياه

ومع ذلك، فإن احتمال تحقيق عوائد مالية أعلى لكل هكتار سيشجّع بعض المزارعين على توسيع المناطق المزروعة أو التحوّل إلى زراعة المحاصيل ذات القيمة الأعلى والأكثر). و افتراض Berbel and Mateos, 2014استهلاكًا للمياه (أن الريّ بالتنقيط سيؤدي بشكل تلقائي إلى توفير المياه على مستوى المزرعة فيه مغالطة.

كفاءة المياه على مستوى الحقل أو المزرعة يمكن أن يكون لها آثار على مستوى الحوض المائي. تعتبر أنظمة مصادر المياه متكاملة بدرجة عالية ، ولهذا فإن المكاسب الظاهرة (من ناحية كفاءة استخدام المياه) في جزء واحد من النظام يمكن ان يلغيها بالموازاة ضياع فعلي في أجزاء أخرى من النظام. إن هطول الأمطار والمياه السطحية والمياه الجوفية ورطوبة التربة ومعدلاتها وعمليات التبّخر من الاستخدامات المختلفة للأراضي يعتبركلها جزء من نفس الدورة الهيدرولوجية ولا يمكن اعتبارها منفصلة (مستقلّة). ان التغيّيرات في استخدام المياه في أحد المجالات قد تؤدي إلى عواقب غير مقصودة أو غير مرغوب بها محليًا أو في منطقة مصبّ (سافلة) النهر.

الآثار الاجتماعية والاقتصادية

الهدف الرئيسي للزّراعة المروّية هو زيادة الإنتاج الزراعي وبالتالي تحسين الرفاه الاقتصادي والاجتماعي للأشخاص الذين يستخدمونها. ومع ذلك، فإن تغييرأنماط استخدام الأراضي بسبب الريّ قد يكون له تأثيرات اجتماعية واقتصادية أخرى أيضًا مثل ملكية (حيازة) الأراضي، و ملكية المياه، والتغيّرات في استقدام اليد العاملة في البناء والتشغيل والصيانة.

مساحات الأراضي الصغيرة، وحقوق استخدام الأراضي المشاع (المجتمعية)، والعادات االمتعارضة وحقوق الأرض القانونية جميعها تخلق صعوبات عندما يتم تحويل الأرض لزراعتها بالريّ. الترتيبات التقليدية لملكية (حيازة) الأراضي من المحتمل أن تتعرض للاضطراب بسبب أعمال التطوير و الإصلاح الرئيسية (مثل بناء السدود والخزانات والقنوات). سيكون التأثير الأكثر أهمية هو إعادة توطين الأشخاص.

يمكن أن يسبب هذا بشكل خاص ضررًا للمجتمعات ويتطلب تطوير مشروع يُراعي ذلك وتعويض مناسب. إن تغيير استخدام الأراضي كما هو في تطوير نظام الريّ الجديد يمكن أن يؤثّر سلبًا على أولئك الذين يستخدمون الأرض لأغراض أخرى وعلى التنوّع البيولوجي المحلّي أيضًا.

الاستخدامات الأخرى للأرض مثل القنص أو الرّعي أو جمع حطب الوقود أو صُنع الفحم أو زراعة الخضروات تتأثر جميعها بشكل سلبي إذا تم استخدام نفس الأرض بعد ذلك للزراعة المروّية ذات المحصول الواحد. غالبًا ما تفقد النساء ومجموعات المهاجرين والطبقات الاجتماعية الفقيرة إمكانية الوصول إلى الموارد و يُسبب ازدياد في أعباء العمل. وعلى العكس من هذا، فإن زيادة الدخل وتحسين التغذية من الزراعة المروّية قد يفيد النساء والأطفال على وجه الخصوص.

مشاكل مماثلة يمكن أن تنشأ نتيجة للتغيّرات في الوصول إلى المياه والبنية التحتية. هذه التطويرات غالبًا ما تزيد من عدم المساواة في الفرص. على سبيل المثال، يستفيد ملّاك الأراضي بنسبة أكبر من المستأجرين أو أولئك الذين لديهم حقوق مجتمعية (مشاعية) في تلك الأراضي.

يجب تقيّيم هذه الآثار الاجتماعية والاقتصادية وأخذها في الاعتبار في عمليات التخطيط لشبكات الريّ أو تحديثها. ربما لا يهم هذا وحدات الضخ أو المشاريع التي تستخدم عمليات التصميم والتخطيط والإدارة بقيادة الجماعة. يجب أن يضمن التقيّيم الوفاء باحتياجات المجتمعات المحلية والمستخدمين وتوقّع التحديات المحتملة مع اتخاذ تدابير للحد منها حال ظهورها.

الآثار الصّحية المحتملة للريّ

إن مخاطر الأمراض المنقولة عن طريق المياه أو الأمراض المرتبطة بالمياه تزداد في المناطق التي تفتقر إلى التصريف الكافي للقنوات والتربة، أو في المناطق حيث القنوات غير المُبطّنة بالخرسانة و النباتات تنمو بدون مراقبة، أو المتروكة وفيها مياه راكدة (مثل الحُفر، ولكن أيضًا في حقول الأرز أو قصب السكر). بالنسبة للأمراض، مثل الملاريا والبلهارسيا والعمى النهري (داء كلابية الذنب)، فالجراثيم الناقلة لها تتكاثر في مياه الريّ.

المخاطر الصّحية الأخرى المتعلقة بالريّ تشمل تلك المرتبطة بزيادة استخدام المواد الكيماوية المستخدمة في الزرّاعة (المواد الكيميائية-الزراعية)، وتدهور جودة المياه، وزيادة الضغط السكاني في المنطقة. إن إعادة استخدام المياه العادمة للريّ لديها احتمالية على نقل الأمراض المُعدية اعتمادًا على مدى المعالجة. تشمل الفئات السكانية المعرّضة للخطر كل من العاملين الزّراعيين ومستهلكي المحاصيل الزراعية واللحوم من الحقول المروّية بمياه الصرف الصحي والأشخاص الذين يعيشون في الجوار.

أدوات التقيّيم البيئي

الإدارة الحكيمة للبيئة تتطلّب القدرة على التنبؤ بالتوجاهات البيئية ومراقبتها وقياسها وتحليلها وأيضًا تقيّيم إمكانيات الأراضي والمياه على عدّة مستويات، بدءًا من قطعة أرض صغيرة مروّية إلى حدود أحواض تجميع المياه. إن اعتماد تقيّيمات الأثر البيئي EIAs من التخطيط سيمكّن البلدان ( ) لاستخدام المياه والأراضي بطريقة متكاملة، وتجنب الأضرار البيئية الدائمة .

أداة الترويج (التشجيع) والمبادرة ـ أداة تقييم الأثر، المستندة لتحديد الآثار البيئية ICID إلى قائمة المراجعة البيئية للـ Mock and لمشاريع الريّ والصرف والتحكم في الفيضانات ( ) يمكن أن تكون بمثابة نقطة بداية للتقيّيم.Bolton, 1993

المحاسبة المائية

من المهم إجراء دراسة بصورة منهجية للوضع الحالي والاتجاهات في إمدادات المياه والطلب عليها وإمكانية الوصول إليها واستخدامها (منظمة الأغذية والزراعة FAO( ). 2012) هذا الاجراء يسمى محاسبة المياه. من خلال تقيّيم تدفقات المياه الراجعة، وقياس كفاءات استخدام الحوض والحقل، والتفريق بين المدخرات الاستهلاكية وغير الاستهلاكية، تساعد محاسبة المياه على تناول مسائل مثل: ما هي الأسباب الكامنة وراء اختلال التوازن في إمدادات المياه (الكمّية والنوعّية) والطلب على المياه من مختلف مستخدمي المياه واستعمالاتها؟

هل المستوى الحالي لاستخدام المياه الاستهلاكي يتم على نحو مستدام؟ ما هي الفرص المتاحة لجعل استخدام المياه أكثر إنصافًا (2016)؟ هذا FAO واستدامة (منظمة الأغذية والزراعة ، لإنشاء خط مرجعي، SPIS التقيّيم يجب إجراءه قبل البدء بالـ وكذلك يتم بشكل دوري بعد التنفيذ لقياس التغيّرات الحاصلة في استخدام المياه بسبب أعمال الريّ.

عند تقيّيم تأثيرات نظام الريّ بالطاقة الشمسية على كفاءة استخدام المياه، من المهم التفريق بين هذه المستويات المختلفة عند التحليل (الحقل / المزرعة / الشبكة / الحوض) وإجراء محاسبة للمياه بشكل مُنظّم لفهم الخيارات المتاحة لاستخدام المياه بأفضل قدر ممكن.

هذه الجهود يجب استكمالها بأنظمة (لوائح) وسياسات مناسبة. الإعانات المالية قد تتّبع معايير محددة (على سبيل المثال، فقط في المناطق التي لا يتم فيها استنزاف المياه الجوفية بشكل مفرط) أو توفّر حوافز لاستخدام المياه، وقد تضع المناقصات مقاييس (على سبيل المثال، سيتم دمج نظام قياس المياه الجوفية مع المضخة الشمسية)، وقد تُقيّد الأنظمة (اللوائح) استخدام الـ في أوقات أو أماكن معيّنة.SPIS

لديه القدرة SPIS إذا تم أخذ كل هذا في الاعتبار، فإن نظام الـ بشكل جذري على تحسين حياة الكثير من الأشخاص. لمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع، يرجى الرجوع إلى تقرير (لعام 2017: **فوائد ومخاطر** FAO منظمة الأغذية والزراعة **الري بالطاقة الشمسية ـ نظرة عامة عالمية**.

أدوات الإدارة البيئية

العديد من هذه الآثار البيئية السلبية يمكن معالجتها من خلال التخطيط الفعّال وتنفيذ تدابير لحماية البيئة وللحفاظ عليها.

ليس فقط يمكن عكس الآثار السلبية فحسب، بل من خلال اتباع أسلوب إداري متكامل يمكن جني المزيد من الفوائد للريّ، على سبيل المثال، يمكن أن يلعب دورًا إيجابيًا في إدارة استخدام الأراضي. من خلال تكثيف إنتاج الغذاء والأعلاف في أكثر الأراضي الملاءمة لهما، على سبيل المثال، يمكن تقليل الضغط على الأراضي الهامشية، واستخدامها في الإنتاج الزراعي البعلي (المعتمد على الأمطار) أو في الرّعي.

السدود والخزانات تُتيح طرقًا للتخفيف من الآثار السلبية المحتملة للتغيّرات في تدفق مياه الفيضانات ولكنها تتطلب المراعاة في مرحلة التخطيط وذلك لعدم إخلال التدفق إلى المستخدمين والبيئات في المصب (سافلة النهر). إن تخطيط أنظمة الريّ بوجود أماكن محدّدة للسهول الفيضانية ومخصّصات تتعلّق بالبنية التحتية الطبيعية، مثل الأراضي الرطبة، يمكن أن يؤدي إلى تحسين إعادة شحن (تغذية) المياه الجوفية وتقليل كمية تدفق (مياه) التصريف وقت الذروة.

يمكن العثور على مزيد من المعلومات حول ممارسات الإدارة المستدامة للأراضي والتربة والمياه هنا:

http://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/slm-practices/en/

تقييم ملوحة التربة

تقييم ملوحة التربة. ورقة منظمة الأغذية والزراعة (FAO للريّ والصرف 57.
www.fao.org/docrep/019/x2002e/x2002e.pdf

دليل للتقييم البصري للتربة في الميدان من منظمة الأغذية والزراعة (FAO) http://www.fao.org/3/a-i0007e.pdf

تقييم تدهور الأرض

تقييم تدهور الأراضي في الأراضي الجافة بواسطة منظمة الأغذية والزراعة FAO
www.fao.org/fileadmin/templates/nr/kagera/Documents/LADA_manuals/MANUAL2_final_draft.pdf

جودة المياه

تقييم جودة المياه USGS) المسح الجيولوجي للولايات المتحدة - الأساليب والتقنيات الميدانية:
https://water.usgs.gov/owq/methods.html

قائمة المراجعة الاقتصادية الاجتماعية

أداة الترويج (التشجيع) والمبادرة - أداة تقييم الأثر

النتيجة (الحصيلة)

- فهم الروابط بين الريّ والبيئة والمجتمع
- فهم SPIS على الـ المخاطر التي يشكلها نظام التدفقات البيئية والخيارات للتخفيف من المخاطر
- الوعي بكفاءات أنظمة الريّ بالطاقة الشمسية
- الوعي بتأثيرات ودور كل من حقوق المياه وحقوق الأراضي والمساواة بين الجنسين في النظام البيئي الاجتماعي والاقتصادي
- الوعي بالآثار الصحية والتكاليف المتأخرة التي تسببها شبكات (مخططات) الريّ ذات التخطيط السيئ والافتقار إلى التصريف الكافي
- فهم محاسبة المياه والسياسات المحتملة، والإعانات المالية، وأنظمة الحكم التي يمكن أن تُنتج أنظمة ريّ يعتمد عليها
- الوعي بالأدوات المتاحة للإدارة البيئية

متطلبات البيانات

- البيانات اللازمة لأدوات الإدارة البيئية
- بيانات عن الخطوط المرجعية لمراقبة (رصد) الآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للريّ (بيانات النوع الاجتماعي ، بيانات الدخل، بيانات التنوع البيولوجي، بيانات التوظيف (العمالة)، استخدام المياه، جودة المياه، البيانات الصّحية، البيانات السلوكية من التدخلات الحكومية، تغيير استخدام الأراضي، بيانات التربة، إلخ. .)

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- مخططو أنظمة الريّ / مدراء النظام
- متخذو القرارات السياسية (صانعي السياسات)
- سلطة إدارة وترخيص مصادر المياه
- مديرو الري ، جماعات مستخدمي المياه أو منظمة المزارعين
- وكالات حماية البيئة أو ما شابهها، المنظمات البيئية غير الحكومية

موضوعات هامة

- الآثار بعيدة المدى، الإيجابية منها والسلبية ، لشبكات الريّ بالطاقة الشمسية
- أهمية التخطيط المُسبق للصرف والصّحة العامة والتنمية الشاملة للحوض المائي
- الحاجة إلى المشاركة في جمع بيانات عن الخطوط المرجعية

- والتعرف SPISفهم الكفاءات المختلفة في نظام الـ على العواقب السلبية المحتملة
- استخدام الحلول القائمة على الطبيعة كتدبير لفهم تأثير الريّ على كل من استخدام الأراضي والتنوّع البيولوجي والتخفيف لتغيّر المناخ المحتمل والتكيّف والمرونة
- فهم أن حقوق الأرض، وحقوق المياه، وقضايا النوع الاجتماعي تتفاعل جميعها مع استخدام الأراضي والإنتاجية الزراعية

إن فهم متى وأين وكمية المياه المطلوبة للإنتاج الزراعي والاستخدامات الأخرى يعد أمرًا بالغ الأهمية لإدارة المياه بكفاءة.

الاحتياجات المائية للمحاصيل

يتم تعريف الاحتياج المائي للمحاصيل (CWR) على أنها الكمية الإجمالية للمياه المطلوبة لمواجهة فقدان الماء من خلال عملية التبخّرالنتحي (ET). بمعنى آخر، إنها كمية المياه التي تحتاجها المحاصيل المختلفة لتنمو على النحو الأمثل.

يشير الاحتياج المائي للمحاصيل دائمًا إلى المحصول الذي ينمو في ظل ظروف مثلى، أي بما معناه محصول متطابق، ينمو بنشاط، ويظلّل الأرض تمامًا، وخالي من الأمراض، وظروف التربة الملائمة (بما في ذلك خصوبة التربة والمياه). وبالتالي يصل المحصول إلى قدرته الإنتاجية الكاملة في ظل تلك البيئة.

متطلبات المحصول من المياه تعتمد بشكل أساسي على:

- المناخ: في المناخ المُشمس والحار، تحتاج المحاصيل إلى المزيد من المياه في اليوم أكثر من المناخ البارد والغائم
- نوع المحاصيل: تحتاج المحاصيل مثل الذرة أو قصب السكر إلى مياه أكثر من المحاصيل مثل الدُخن (الجاورس) أو الذرة الرفيعة (السرغوم)
- مرحلة نمو المحصول: تحتاج المحاصيل كاملة النمّو إلى مياه أكثر من المحاصيل التي تم زراعتها للتو.

الجدول 2: تأثير الظروف المناخية على متطلبات المحاصيل من المياه (المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (FAO) 1989)

متطلبات المحصول من المياه		عامل المناخ
منخفض	**مرتفع**	
بارد	حار	درجة الحرارة
مرتفع (رطب)	منخفض (جاف)	الرطوبة
ريح قليلة	عاصف	سرعة الرياح
غائم (بدون شمس)	مُشمس (بدون غيوم)	الشروق (أشعة الشمس)

ومع ذلك، نادرًا ما تكون ظروف الواقعية مثالية وهناك أيضًا العديد من العوامل الأخرى التي تؤثر على معدلات التبخّرالنتحي (ET). هذه العوامل مثل ملوحة التربة، وسوء خصوبة الأرض، والاستخدام المحدود للأسمدة والمواد الكيميائية، وانعدام مكافحة الآفات والأمراض، وسوء إدارة التربة، وقلّة توافر المياه في منطقة جذور النباتات والتي تحدّ من نمّو المحاصيل وخفض التبخّرالنتحي.

هناك عوامل أخرى تؤثر على التبخّرالنتحي مثل الغطاء الأرضي وكثافة النبات. يمكن أن تؤدي ممارسات الزراعة (الفلاحة) ونوع نظام الريّ إلى تغيير المناخ المحلّي، والتأثير على خصائص المحاصيل، والتأثير على كمية المياه في التربة (رطوبة) وسطح المحاصيل.

الاحتياجات المائية للريّ (IWR)

تشير الاحتياجات المائيه للريّ (IWR) إلى المياه التي يجب امدادها من خلال نظام الريّ لضمان حصول المحصول الزراعي على احتياجاته الكاملة من المياه. إذا كان الريّ هو المصدر الوحيد لإمدادات المياه للنبات، فستكون احتياجات الريّ للمياه دائمًا أكبر من احتياجات المحصول للمياه وهذا بعدم الكفاءة في نظام الريّ. أمّا إذا كان المحصول يتلقى بعض المياه من مصادر أخرى (هطول الأمطار، المياه المخزّنة في الأرض، جريان المياه تحت الأرض، إلخ) ، فإن احتياج الريّ للمياه يمكن أن يكون أقل بكثير من احتياج المحصول للمياه.

في المناطق ذات المناخ الرطب، يمكن أن تكون التساقطات ورطوبة التربة كافيين لضمان نمو المحصول في الزراعة البعلية. ومع ذلك ، في المناخات الجافة أو خلال مواسم الجفاف لفترات طويلة، يكون الريّ ضروريًا للتعويض عن العجز الحاصل للتبخّرالنتحي (نتح المحاصيل وتبخّر التربة) بسبب عدم كفاية أو تذبذب التساقطات.

لفهم ما هي كمية مياه الريّ المطلوبة، يلزم إجراء تحليل للتوازن المائي. حيث هناك ثلاثة مستويات لهذا التحليل.

الأول هو التوازن بين المطالب الزراعية وغيرها داخل احواض تجمع المياه (watershed). هذا التوزان يساعد في تحديد حجم السحب الآمن للمياه من مصادر مختلفة وبالتالي تقدير كمية الريّ الممكنة ضمن حدود مستدامة (انظر وحدة **حماية المياه**).

هناك منظور آخر لتوازن المياه موجود على مستوى المزرعة (أو المنطقة التي يمكن سقايتها). إن عملية ريّ الحقول غالبًا لا تتم بشكل فردي، ولكنها تشترك جميعها في المياه التي يتم تزويدها عبر قناة أو بئر. وغالبًا ما يتشاركون أيضًا في قنوات التصريف. تحليل التوازن المائي في المزرعة يراقب كل من الوصول إلى المياه، والاستخدامات ذات الأولوية، وتوقيت الريّ ومدّته. هذا التحليل هو الأساس لتصميم نظام ذو كفاءة ولتقديم الخدمات.

المنظور الثالث ينظر إلى الاحتياجات المائية للمحاصيل في الحقل. إن تزويد المحصول بمياه الريّ في الوقت المناسب وبالكمية المناسبة يتطلب خبرة وسيعتمد على المناخ وسقوط الأمطار والتربة ومرحلة نمو المحاصيل وكذلك نظام الريّ الموجود في الحقل وتكنولوجيا الريّ المستخدمة.

يمكن استخدام برامج محوسبة (تعمل بالكمبيوتر) خاصة التابع لمنظمة الأغذية CROPWAT للريّ، مثل برنامج)، حيث يستطيع هذا البرنامج تقديم FAOوالزراعة (المشورة للمزارعين بشأن جداول تزويد المياه وأعمال الريّ بناء على الظروف المناخية والمحصول والتربة وطريقة الريّ في الحقل.

قد يكون كل من **حماية المياه - أداة احتياجات المياه** و **الريّ - أداة التربة** مفيدة في تقييم إمدادات المياه المطلوبة للمحاصيل بشكل تقريبي.

جدولة الريّ

بمجرّد حساب احتياجات المحصول والريّ للمياه، فإن الخطوة التالية هي إعداد جداول الريّ في الحقل. يجب مراعاة ثلاثة معايير عند إعداد جدول الريّ الزمني:

- الاحتياجات اليومية المائية للمحاصيل؛
- التربة، ولا سيما كمية الرطوبة المتاحة أو قدرتها على الاحتفاظ بالماء؛
- العمق الفعّال لمنطقة الجذر.

استجابة النبات للريّ تتأثر بالحالة الفيزيائية، والخصوبة والحالة البيولوجية للتربة. حالة التربة، ونسيجها، وتركيبها، وعمقها، والمواد العضوية، والكثافة الظاهرية، والملوحة، وتركيز الصوديوم في التربة، والحموضة، والصرف، والتضاريس، والخصوبة، والخصائص الكيميائية يؤثر جميعها على مدى اختراق نظام جذر النبات ومدى استفاده من الرطوبة والعناصر المغذّية المتاحة في التربة.

العديد من هذه العوامل تؤثر على حركة الماء في التربة، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وقدرة النباتات من الاستفادة من الماء. لذا يجب أن يكون نظام الريّ المستخدم قادرًا على العمل في ظل كل أو معظم هذه الظروف.

على مستوى الحقل، قد تختلف القيمة الفعلية للتأثير من موقع إلى آخر، ومن موسم إلى موسم وحتى أثناء الموسم. خلال الموسم، يختلف التأثير حسب نوع المزرعة ومعدات الحراثة، وعدد عمليات الحراثة، وإدارة مخلفات السّماد، ونوع المحاصيل، وجودة المياه.

يجب أن تحتوي التربة المراد ريها أيضًا على تصريف سطحي وتحت سطحي مناسب ، خاصة في حالة الري السطحي. يمكن أن يكون الصرف الداخلي داخل منطقة جذر المحاصيل إما طبيعيًا أو من نظام تصريف تحت سطح الأرض.

ما هي المحاصيل الأنسب للريّ بالطاقة الشمسية؟

لا توجد محاصيل تعتبر مناسبة بشكل خاص (أو غير مناسبة) للريّ بالطاقة الشمسية طالما أن طريقة الريّ تستطيع تلبية احتياجات للمحاصيل للمياه وتتوافق مع الممارسات الزراعية والمناخ ومصادر المياه وجوانب البيئة الزراعية الأخرى.

نمط حصاد المحاصيل يجب أن يكون مُتبعًا بحيث يمكن زراعة المحصول المختار بنجاح في ظل الظروف المناخية والتربة السائدة، ويجب أن يكون نظام الريّ متوافقًا مع المحاصيل والممارسات الزراعية. علاوة على ذلك، ينبغي إيلاء الاهتمام الكافي عند اختيار المحاصيل والتقويم الزمني (الجدول) للحصاد. يجب أن تكون المحاصيل الزراعية قابلة للتسويق بأسعار اقتصادية.

اختيار المحاصيل المناسبة للريّ

الجوانب الخاصة للبيئة الزراعية والتي يجب مراعاتها تشمل على ما يلي:

- التقويم الزمني (الجدول) للحصاد وذلك للمحاصيل الشائعة الحالية المزروعة في المنطقة خلال المواسم الرطبة والجافة، مع الإشارة إلى المخاطر الموسمية (كالجفاف والفيضانات والآفات والأمراض)؛
- إدخال محاصيل جديدة ذات قدرة على الانتاج تحت نظام الريّ؛
- المحاصيل التي تحقق الاكتفاء الذاتي والأمن الغذائي (على المستوى الأسري / الوطني)؛
- المحاصيل الموجّهة للسوق؛
- الخبرة والدافع والأولويات التي يعطيها المزارعون عند اختيار المحاصيل.

يفضّل استخدام المحاصيل أو الأصناف التي تتمتع بقدر أكبر من المرونة في التعامل مع موجات الجفاف. هذا يساعد أيضًا المزارعين على التكيّف مع تغيّر درجات الحرارة وأنماط هطول الأمطار. زيادة التنويع الزراعي بما في ذلك الدمج الأفضل للأشجار والمحاصيل والأسماك والماشية يستطيع التقليل من المخاطر ويزيد من مرونة الأنظمة الزراعية.

بعض المحاصيل حسّاسة للطريقة التي تستخدم فيها الماء. الأنظمة التي تسقي المحصول بأكمله، مثل الريّ بالرّش، قد يكون لها عواقب غير مرغوب فيها كحرق الأوراق ، وتبقّع (تنقّط) الثمار وتشوّهها، وتعفن تاج الشجرة، وغيرها. لذا هذه الاعتبارات ستؤثر على اختيار طريقة الري (Savva and Frenken 2004.)

كقاعدة عامة، تتمتع معظم محاصيل الخضروات (وغيرها من نفس النباتات) بعمق سطحي وفعّال لمنطقة الجذر حيث تستجيب بشكل أفضل عند مستويات منخفضة للرطوبة. لذلك فهي مناسبة تمامًا للريّ بالتنقيط الموضعي، والذي يرتبط غالبًا بالمضخات التي تعمل بالطاقة الكهروضوئية.

من المهم ملاحظة أن تربية النباتات والتكنولوجيا الحيوية (البيوتكنولوجيا) تساعد في زيادة الأجزاء القابلة للحصد من الكتلة الحيوية الزراعية، وتقليل خسائر الكتلة الحيوية من خلال زيادة مقاومتها للآفات والأمراض، وتقليل نسبة التبخر من التربة من خلال النّمو المبكّر النّشط للغطاء الأرضي، وتقليل قابلية تعرضها للجفاف (منظمة الأغذية والزراعة (FAO.(2012)

عند اختيار المحاصيل المناسبة، المزارعون يحتاجون إلى أن يضمنوا حصولهم على المدخلات الزراعية مثل جودة البذور، والأسمدة، والمبيدات الحشرية والأدوات الأخرى، فضلاً عن وجود ائتمان مالي لشراء المدخلات اللازمة.

الممارسات والمدخلات الزراعية المناسبة

- الممارسات الزراعية الحالية للمحاصيل الزراعية الشائعة من حيث المدخلات والعمالة والأدوات؛
- إدخال ممارسات زراعية جديدة أو محسّنة للمحاصيل المروّية وذلك لضمان مستويات مُثلى من الإنتاج؛
- تقييم المدخلات المطلوبة للإنتاج الأمثل من حيث جودة البذور والأسمدة العضوية وغير العضوية والأدوات وتوافر المدخلات والحصول على الائتمان المالي.

النتيجة (الحصيلة)

- فهم ما يؤثر على احتياجات للمحاصيل للمياه؛
- التعرّف على الفرق بين الاحتياجات المائية للمحاصيل والاحتياجات المائية للريّ؛
- الأخذ بالاعتبار وجهات النظر المختلفة للاحتياجات المائية في خطة الريّ؛
- الأخذ بالاعتبار العوامل الضرورية أثناء جدولة الريّ وتصميم التصريف.

متطلبات البيانات

- مخطط التناوب بين المحاصيل (دوران المحاصيل)
- الجدول الزمني للزراعة والحصاد
- متطلبات الاستهلاك لمستخدمي المياه الآخرين في الحوض المائي
- سيناريوهات المناخ المستقبلية للمنطقة

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- SPISاستشاريّو نظام الـ
- المزارعون
- مديرو الري ، جماعات مستخدمي المياه أو منظمة المزارعين

موضوعات هامة

- ذو مرونةIWR و CWRيجب أن يكون كل من الـ لسيناريوهات المناخ المستقبلية؛
- شبكات الريّ تتطلب التخطيط على مستويات متعددة، بدءًا من الحوض المائي إلى المزرعة إلى المحصول الفردي؛
- القدرة الصحية للتربة ونوعها هما عاملين رئيسين لحساب الاحتياجات المائية؛
- حدود توافر المياه الموسمية يجب أن تؤثر على اختيار المحصول الذي يوازن بين كل من الـ ، ومتطلبات المستخدمين الأخرى، وتوافر CWR المياه المتاح؛
- تصريف التربة للمياه يجب أن يتم الاهتمام به و أخذه في الاعتبار مسبقا؛
- اختيار المحاصيل يجب أن يأخذ أيضًا في الحسبان مدى توافر المدخلات الأخرى مثل العمالة، والأسمدة، والأدوات، ومبيدات الحشائش، وما إلى ذلك.

5 تحديد طريقة الريّ في الحقل

الغالبية العظمى من إجمالي المساحة المروّية في العالم مجهّزة للتحكم الكامل في الريّ. طرق الريّ ذات التحكم الكامل تختلف في طريقة توزيعها للمياه (المصدر AQUASTAT.)

بمجرد فهم كل من احتياجات المحاصيل ومصادر المياه ، يمكن حينها اختيار طُرق SPISوتأثيرات تطبيق نظام الـ الريّ المناسبة.

ما هي طرق الريّ الموجودة؟

الريّ السطحي يستخدم الجاذبية الأرضية لنقل المياه فوق الأرض. هذه الطريقة يمكن تقسيمها إلى قنوات صغيرة (أثلام - أخاديد) وشرائح الأرض (حدود) وريّ الأحواض (بما في ذلك الريّ بالغمر للأرز).

الريّ السطحي يتم استخدامه على نطاق واسع وبالتالي فهو نظام معروف جيدًا حيث يمكن تشغيله دون الحاجة إلى أي تطبيقات عالية التقنية . بشكل عام، الطريقة تتطلّب أيدي عاملة أكثر من طرق الريّ الأخرى. عند تصميم نظام الريّ السطحي، يجب أن يؤخذ في الاعتبار نوع التربة (النسيج ومعدل الترشح) ، وانحدار واستواء الحقل، وحجم الجدول المائي وطول الجري (الحقل).

من الصعب عمومًا الحصول على توزيع منتظم عالٍ للمياه في الحقول الطويلة ذات تربة نسيجها خشن (الحصى والرمل) مقارنة بالتربة ذات النسيج الناعم (الصلصال إلى الطين). قد تكون عملية تسوية الحقول وبناء قنوات المياه (الأخاديد) والخزّانات باهظة الثمن، ولكن بمجرد القيام بذلك، تكون تكاليف التشغيل منخفضة ويتمتع المزارع بقدرة أكبر على الاستجابة لتغيّر الطلب على الريّ.

الريّ بالرّش يتكون من شبكة أنابيب يتحرك من خلالها الماء بواسطة الضغط قبل نقله إلى المحصول عبر فتحات (فوّهات) الرّش. هذا النظام يحاكي بشكل أساسي هطول الأمطار حيث أن المياه يتم تطبيقها من خلال البخّ (الرذاذ) من الأعلى.

عادة ما تكون المضخة عبارة عن مضخة طرد مركزي تأخذ الماء من المصدر وتوفر ضغطًا مناسبًا للتزويد في نظام الأنابيب (الشبكة). تقوم أنابيب الخط الرئيسي والخطوط الرئيسية-الفرعية (شبه الرئيسية) بتوصيل المياه من المضخة إلى الأنابيب الجانبية (الأطراف). ثم تقوم الأنابيب الجانبية (الأطراف) بتوصيل المياه إلى الرّشاشات. هذه الأنابيب قد تكون دائمة، ولكنها غالبًا ما تكون متحرّكة (يمكن نقلها) ومصنوعة من مادة خفيفة (مثل الألومنيوم) ليسهل حَملها.

تعمل الرشاشات الدوّارة عن طريق تدوير تيارات (تدفقات) المياه فوق منطقة من الأرض. هذا النوع يتضمن رشّاشات تُدار بالدفع و الضغط لإنتاج تيارات (تدفقات) من المياه، حيث تقوم فتحات (فوّهات) البخّ (الرذاذ) بتصريف المياه على مراحل.

نظرًا لارتفاع تكاليف استثمارات رأس المال، فإن الأنظمة الأكثر توسعًا (مثل المحاور المركزية وأنظمة الدّف الجانبية وما إلى ذلك) تُستخدم عادةً للمحاصيل ذات القيمة العالية، مثل الخضروات. هناك حاجة إلى مستوى أعلى من المعرفة الخبيرة لتشغيل الأنظمة، على الرغم من انخفاض متطلبات العمالة بشكل إجمالي إلا أن ذلك بسبب المستوى العالي للتشغيل الذاتي (للأتمتة). جميع المحركات (المواتير) والأنابيب والمكونات الميكانيكية الأخرى تحتاج إلى الصيانة بشكل منهجي (منتظم) لتجنب الضّرر وتكاليف الإصلاح أو الاستبدال المرتفعة.

يعتبر الريّ بالرّش مناسبًا لمعظم المحاصيل التي تُزرع في صفوف والحقول والأشجار، ويمكن بخّ (رشّ) المياه فوق أو تحت مظلّة المحاصيل. ومع ذلك، لا ينصح بالرّشاشات الكبيرة للمحاصيل الرقيقة، مثل الخس، لأن قطرات الماء الكبيرة الناتجة من الرّشاشات قد تُتلف المحصول.

نظام الريّ الموضعي يتكون من "توزيع المياه تحت ضغط منخفض من خلال شبكة أنابيب، و في نمط تم تحديّده مسبقًا، ويتم تطبيقه على شكل تصريف صغير لكل نبات أو بجواره" AQUASTAT 2016.)(

نظام الري بالتنقيط النموذجي يحتوي على وحدة ضخّ، ووحدة تحكّم، وخطوط رئيسية وخطوط شبه رئيسية، وخطوط جانبية والنقّاطات أو القطّارات. قد تحتوي أيضًا على صهاريج للتخزين والمرشحات وأجهزة تسميد الرّي (الريّ المسمّد).

مع الريّ بالتنقيط، يتم استخدام الماء بشكل متكرر أكثر (عادة من 1-3 مرّات في اليوم) مقارنة بالطرق الأخرى، مما يوفر مستوى رطوبة عالٍ في التربة. طالما أن معدل تطبيق رشّ المياه أقل من قدرة التربة على الترشيح ، بالتالي تظل التربة غير مشبعة ولا يوجد ماء زائد يقف أو يجري فوق السطح. بهذه الطريقة يمكن استخدام مصادر المياه بكفاءة عالية و تقليل فاقد المياه إلى الحد الأدنى.

بالإضافة، يمكن الاستفادة من الأسمدة والمواد المغذّية بكفاءة عالية حيث أن المياه يتم تنقيطها محليًا وبالتالي تُقلل من كمية الترشيح. يتم أيضًا تقليل نمو الحشائش (الأعشاب الضارة) حيث يتم تزويد المياه والمواد المغذّية للنباتات المزروعة فقط.

ومع ذلك ، فإن الريّ بالتنقيط له تكلفة أولّية استثمارية كبيرة، كما أنه يتطلب مستوى خبرة فنية عاليَة وتكاليف دورية لاستبدال المعدات، والتي ما تكون عادة عُرضة للانسداد والخلل الوظيفي، خاصة عندما تكون جودة المياه غير مثالية (متناسبة). هناك أيضًا خطر من ارتفاع ملوحة التربة.

بشكل عام هذه الطريقة مناسبة لمعظم أنواع التربة. في حالة التربة الطينية، يجب استخدام الماء ببطء لتجنب تراكم المياه السطحية وجريانها. أمّا في التربة الرملية، ستكون هناك

حاجة إلى معدلات تصريف أعلى للنقّاطات لضمان وجود كمية مياه مناسبة للتربة.

يعتبر الريّ بالتنقيط أكثر ملاءمة للمحاصيل التي تُزرع في صفوف، مثل الخضروات والفواكه ومحاصيل الأشجار والكروم. بالنظر إلى الاستثمار المرتفع، يميل استخدام الريّ بالتنقيط في المحاصيل ذات القيمة العالية.

أنواع أخري من طُرق الريّ تشمل على:

مناطق السهول (الأراضي المنخفضة) المجهزة للريّ، مثل i( ) الأراضي الرطبة المزروعة و أسفل الأودية الداخلية و التي تم تجهيزها بمنشآت تحكّم في المياه للريّ والتصريف؛ ii( ) المناطق الواقعة على طول الأنهار حيث تتم فيها الزراعة باستخدام منشآت بُنيت لحجز مياه الفيضانات iii( ) تطوير مناطق القرامات المتراجعة (المنحسرة)؛ ((المانغروف) و الدلتا المُجهزة.

الريّ الفيضي (بالغمر)، يتم باستخدام مياه الفيضانات الموجودة في جداول المياه الموسمية الجارية و توجيهها عبر قنوات قصيرة شديدة الانحدار إلى حيث يتم زراعة المحاصيل. السدود غالبًا ما تُبنى في تلك الجداول لتتمكن من تخزين المياه متى وصلت.

ما هي طرق الريّ المناسبة للأنظمة التي تعمل بالطاقة الشمسية؟

أظهرت أنظمة ضخّ المياه بالطاقة الكهروضوئية تقدّم كبير في العقد الأخير. حيث تم التغلب على القيود (المحدوديات) في تصميم المضخّات الشمسية منذ السبعينيات - مثل أطراف البطارية (الرؤوس) التي لم توفّر توصيلًا كهربائيًا جيدًا أو الدوائر الإلكترونية التي ترتفع حرارتها – و الآن أصبحت المضخّات الشمسية أكثر كفاءة وموثوقة (يُعتمد عليها).

في الوقت الحاضر، يمكن لتلك المضخّات دعم تكنولوجيات الريّ المختلفة سواء بالتنقيط أو بالرش أو الري المحوري أو بالريّ الفيضي (بالغمر). تتراوح الأنظمة من تجهيزات متطورة يتم التحكم فيها بواسطة الكمبيوتر ذات تكاليف بداية تشغيل مرتفعة إلى أنظمة متوسطة التكلفة والتي تشمل الفقّاعات (الفوّارات) والرشاشات الصغيرة والريّ بالتنقيط.

بشكل عام، يتم تحديد حجم - وتكلفة - نظام الضخّ الشمسي من خلال معرفة احتياجات المياه و متطلبات الضغط لنظام الريّ. طرق الريّ التي تعمل تحت ضغوط تشغيلية منخفضة نسبيًا غالبًا ما تكون هي الخيار المفضل للمضخات الكهروضوئية.

الريّ بالرّش يتطلب ضغط مياه مرتفع نسبيًا للتشغيل، الأمر يتكون من SPISالذي يتطلب وجود نظام خاص من الـ وحدات شمسية ذات سعة عالية و قدرة تخزين للطاقة الكهربائية (بطارية). في المقابل، يتطلب الريّ بالتنقيط ضغطًا منخفضًا ولديه القدرة على استخدام المياه بكفاءة أكبر.

يستخدم الري بالتنقيط - المعروف أيضًا باسم الريّ الصغير جدا أو الموضعي أو الريّ النضيض - شبكات من الأنابيب والخراطيم لتطبيق المياه مباشرة على سطح التربة أو على منطقة جذر النباتات. هذه الطريقة لديها القدرة على تقليل "قطرة لكل زرع (محصول)" من استهلاك المياه من خلال Narayanamoorthyتقليل الفاقد المتبخّرالغير مُنتج ( ). ميزة أخرى هي أن المياه 2004; Rijsberman 2006 ذات الملوحة المتوسطة يمكن استخدامها في الريّ بهذه الطريقة. يمكن استخدام أماكن هامشية من الأراضي بشكل مُثمر لأن تقنيات الريّ بالتنقيط يمكن أن تزوّد المياه والعناصر المغذّية المطلوبة إلى النباتات مباشرة.

يعتبر الريّ بالتنقيط مثاليًا لإنتاج المحاصيل ذات القيمة العالية مثل الخضروات والفواكه ومحاصيل الأشجار والكروم، وبسبب كفاءته العالية يكون حجم المضخّة الشمسية مُصمّم بصورة معتدلة (بقدر من التحفظ). ومع ذلك، فإن الري بالتنقيط يأتي بتكلفة أولّية رأسمالية كبيرة ويتطلب مياه ذات جودة جيدة بما فيه الكفاية (لتجنب انسداد النقّاطات) أو الى نظام معالجة أولّي قبل الاستخدام. إضافة لذلك، هناك حاجة إلى إدارة جيدة لطريقة الريّ وذلك لتشغيل النظام بشكل فعّال ولاستخدام التسميد ولصيانة المعدات.

الجدول 3: مدى ملاءمة طرق الريّ للمضخّات الشمسية، - تقرير عملية SPISمقتبس من "الدليل والأدوات لتعزيز الجَرد والتحليل" (2015).

طريقة الريّ	الكفاءة | النموذجية للتطبيق	ملاءم للاستخدام مع المضخّة الشمسية
الفيض (الغمر)	%50-40	يعتمد على الظروف المحلية
القنوات المفتوحة	%60-50	يعتمد على الظروف المحلية
الرّش	%80-70	نعم
التنقيط	%95-85	نعم

إلى جانب هذه الاعتبارات الفنية، هناك عوامل أخرى تحدد مدى ملاءمة طرق الريّ بغض النظر عن مصدر الطاقة التي تُشغّل المضخّات. وتشمل هذه على ظروف طبيعية مثل:

- نوع التربة مع تحديد سعة تخزين المياه ومعدل الترشيح لها؛
- انحدار الأرض، مما يؤثر على تصريف المياه وما إذا كانت الأرض بحاجة إلى تسوية؛

- المناخ، بما في ذلك الرياح (التي قد تعيق عملية البخّ (الرذاذ) من الرشاشات)، والأشعاع الشمسي وأنماط التساقطات و درجة الحرارة؛
- توافر المياه، انظر **القسم 2**
- جودة المياه، انظر **القسم 2**
- متطلبات المرونة، انظر **القسم 2**

من المهم أيضًا النّظر في نوع المحصول المزروع من وجهتي نظر اقتصادية وزراعية. بسبب ارتفاع تكلفة الاستثمار الرأسمالي لكل هكتار، تعتبر طرق الريّ بالرّش والتقطير شائعة الاستعمال في المحاصيل ذات القيمة النقدية العالية، مثل الخضروات وأشجار الفاكهة والتوابل. يعتبر الريّ بالتنقيط أكثر ملاءمة للنباتات الفردية أو للأشجار أو للمحاصيل التي تُزرع في صفوف.

هناك أيضًا جوانب اجتماعية واقتصادية أخرى يجب مراعاتها عند اختيار طريقة الريّ. استقدام الأيدي العاملة هي أحد هذه العوامل. غالبًا ما يتطلب إنشاء وتشغيل وصيانة طريقة الري السطحي استخدامات عمّالية أعلى من تلك في الرّش أو بالتنقيط. حيث تتطلب طريقة الريّ السطحي أعمال تسوية دقيقة للأرض، وصيانة دورية ومستوى عالٍ من تنظيم المزارعين لتشغيل النظام. هناك جانب آخر يجب مراعاته وهي التعقيدات الغير متوقعة عند إدخال طرق ريّ جديدة. حيث أن إجبار المزارعين على تغيير الممارسات وصيانة المعدات يُعد أمرًا صعبًا.

عند اختيار طريقة الريّ، يجب حساب درجة ترجيح هذه الجوانب وإجراء تحليل التكلفة / العائد (الفائدة) للخيارات المتاحة. التكاليف تشمل الاستثمار الرأسمالي والبناء والتركيب وكذلك التّشغيل والصّيانة بما في ذلك الطاقة. هذه التكاليف يجب مقارنتها بالعوائد (الفوائد) المتوقعة، بما في ذلك كميات الانتاج وأسعار السوق وتجنب التكاليف التشغيلية وتوفير العمالة. إن تحليل التكلفة / العائد (الفائدة) يتم شرحه بمزيد من التفصيل في قسم صندوق الأدوات لنظام الـ SPIS الخاص بوحدة **التمويل**.

النتيجة (الحصيلة)

- فهم طرق الريّ المختلفة ومزاياها / عيوبها (مساوئها)
- القدرة على دمج الظروف الطبيعية التي تؤثر على الريّ في عملية اختيار طريقة الريّ
- التطبيق الملائم لتحليل التكلفة والعائد
- فهم الحلول التوفيقية التي تنطوي عليها طرق الريّ المختلفة فيما يتعلق بتكاليف رأس المال والتشغيل، وكفاءة استخدام المياه، وزيادة الإنتاج الزراعي والدخل المالي.

متطلبات البيانات

- قياسات ضغط الماء
- توافر المياه الموسمية (السحب المستدام و المسموح به)
- جودة المياه
- نوع التربة
- انحدار الأرض
- رأس المال وتكاليف التشغيل و الصيانة
- كفاءة الطاقة الكهروضوئية والطاقة المتاحة
- احتياجات طرق الريّ المختلفة للطاقة

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- متخذو القرارات السياسية (صانعي السياسات)
- مخطّطو / استشارّيو الريّ
- مديرو الري ، جماعات مستخدمي المياه أو منظمة المزارعين
- المزارعون

موضوعات هامة

- هناك طرق ريّ مختلفة ذات مزايا وعيوب (مساوئ) مختلفة
- القرار النهائي بشأن طريقة الريّ التي ستُستخدم يجب أن تكون متوازنًا ما بين التكاليف / المنافع المالية والبيئية على مدى عمر المنشأة (النظام)

6 تخطيط منشأة المدخل (السحب) والنقل والتوزيع

التحدّي الهندسي الرئيسي لأي نظام ريّ يتمثل في سحب المياه من المصدر، وتوصيلها للأرض في الوقت المناسب وبالكمية المطلوبة، وتوزيعها على المزارع الفردية (ذات المحصول الواحد) والحقول التي تتناوب فيها المحاصيل (ذات دورة زراعية)، وتوفير مستوى من رطوبة التربة اللازم للنباتات في الحقول. كل هذا يتطلّب طاقة لنقل المياه وللحفاظ على ضغطها ولضمان جودتها.

إن تشغيل النظام يجب أن يقدّم مرونة كافية لتزويد المحصول بالمياه بكميات وجداول زمنية متغيّرة بحيث تسمح للساقّي (المسؤول عن عملية الريّ) ببعض المجال للتحكم في مستوى رطوبة التربة وذلك لتحقيق أقصى قدر من المردودية الزراعية بالإضافة إلى توفير المياه والعمالة والطاقة.

يتم تزويد المياه إمّا على أساس مستمر أو دوّري (تَناوبي) بحيث يكون معدّل التدفق والفترة ثابتة نسبيًا. في هذه الحالات، تقتصر المرونة في تحديد جدولة الريّ على ما يتفق عليه كل مزارع أو جماعة من المزارعين بشكل متبادل داخل مناطق سيطرتهم. في مرحلة التصميم الأولّي، و لتحقيق جدول الريّ الأمثل يجب تقيّيم مدى حدود التزوّد المياه (انظر القسم 1).

منشأة المدخل (السحب)

تُستخدم "منشأة المدخل" لسحب المياه من المصدر وتوصيلها إلى شبكة الريّ. يمكن أن تكون بواسطة الجاذبية و عن طريق رفع الماء.

المضخّات بالطاقة الشمسية يمكن استخدامها لسحب المياه السطحية والجوفية. هناك نوعان رئيسيّان من المضخات: مضخات الطرد المركزي ومضخات الإزاحة الموجبة. حيث يمكن استخدامهما للـ SPIS.

المضخّات بالطاقة الشمسية يجب أن يكون حجمها أكبر من المطلوب لتلبية ذروة الطلب (الطلب العالي)، مما يجعلها غير مُستغلّة خلال فترة توقف الزراعة (خارج الموسم). إلى حدّ معين، هذا التباين الموسمي في الطلب على المياه يمكن موازنته من خلال تدوير المحاصيل (بما في ذلك المحاصيل الدائمة) و عن طريق إدارة الريّ.

يعتمد أداء المضخات بالطاقة الشمسية على كل من احتياجات المحاصيل للمياه، وحجم تخزين المياه، والارتفاع (بالمتر- م) الذي يجب رفع المياه، وحجم المياه التي سيتم ضخها (متر م^3)، والطاقة الافتراضية (العملية) لمصفوفة -مكعب كهروضوئية (كيلوواط/ساعة)، والطاقة عند المضخة (كيلوواط/ساعة)، والطاقة الكهروضوئية غير المستخدمة (كيلوواط/ساعة)، وكفاءة المضخة (نسبة مئوية)، وكفاءة النظام (نسبة مئوية)، والاختلاف النهاري في ضغط المضخة التشغيلي بسبب التغيّر في الإشعاع ولتعويض الضغط المفقود. يجب أخذ كل هذا جميعًا في عين الاعتبار عند تصميم ومن الأفضل القيام به بواسطة خبير مُختص.SPISالـ

إن التقلبات في الإشعاع الشمسي وتراكم الغبار على الوحدات الكهروضوئية ودرجات حرارة الهواء المرتفعة تؤثر على أداء الأنظمة الكهروضوئية وبالتالي على المضخة. لذا يؤدي رشّ الماء النظيف على الوحدات الكهروضوئية إلى إزالة الغبار وكذلك تبريد الوحدات مما يحسّن من كفاءة الوحدة وبالتالي من معدل تدفّق المياه. لذلك، يجب الوصول إلى الوحدات الكهروضوئية بسهولة لأغراض الصيانة.

إن **التصميم – أداة تحديد حجم المضخّة** تعتبر أداة مفيدة لضمان أن نظام الضخّ مصمم للغرض المطلوب ولتجنب أي فقدان غير ضروري في ضغط المياه.

النقل والتوزيع

بمجرد دخول المياه من خلال منشأة المدخل (السحب)، يجب توصيلها من خلال أنظمة النقل والتوزيع. أنظمة النقل والتوزيع التقليدية (النموذجية) هي عبارة عن سدود التحويل والقنوات المبطّنة بالخرسانة أو المبطنة جزئيًا والخنادق (الأخاديد) وخطوط الأنابيب والصنابير (الحنفيات) والوسائل الأخرى.

يمكن التميّيز بين توفير المياه للأراضي في مزرعة واحدة (نظام الريّ في المزرعة) أو عدة مزارع (نظام الريّ المشترك بين المزارع)، و بين جمعيات المَزارع والمؤسسات الزراعية، وحتى العديد من المراكز الإدارية.

إن نظام النقل والتوزيع المُخطّط بشكل سيئ يمكن أن يؤدي إلى فاقد كبير في المياه وضعف كفاءة الريّ ومساحات مروّية أصغر بكثير مما هو مخطط له.

هناك برنامج التصميم متاح لتخطيط نظام الريّ. على سبيل المثال، جِستار (GESTAR) هو برنامج تم تطويره بواسطة كلية ميكانيكا الموائع (السوائل) في جامعة سرقسطة ويمكن استخدامه لتحديد حجم شبكات الريّ المتوسطة إلى كبيرة المدى. إن أدوات وطرق برنامج جِستار (GESTAR) مصمّمة خصيصًا للريّ المضغوط (مثل الريّ بالرّش و بالتنقيط). توجد هناك أيضًا أدوات تخطيط خاصة بطريقة الريّ.

ما هي انعكاسات الريّ بالطاقة الشمسيّة على الطاقة؟

مصدرًا للطاقة يعتمد عليها يمكن أن يوفّر SPISنظام الـ وبتكلفة ميسورة في المناطق الريفية، مما يُحتمل أن يقلل من

تكاليف الطاقة للريّ ويقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتبطة بأنظمة الضخّ بالوقود الأحفوري.

أنظمة الريّ تستخدم الطاقة لرفع المياه من البئر أو الخزان، و في ضغط المياه للتغلب على الفقد الاحتكاكي في الأنابيب ولتوزيع المياه بالتساوي على التربة. يتم تشغيل المضخّات عادةً بواسطة الديزل أو الطاقة الكهربائية، مع أن الأخير يتم توفيره من الشبكة الكهربائية، أو عن طريق مصادر الطاقة اللامركزية.

- **كفاءة (استهلاك) الطاقة**: يتم تحديد مدى كفاءة استخدام أنظمة الريّ للمياه والطاقة بشكل أساسي من خلال نوع النظام وطريقة تشغيله وصيانته وإدارته. عند تحديد حجم المضخة وتصميم أنظمة توزيع المياه، يأخذ المهندسون في الاعتبار المسافة التي يجب فيها رفع المياه ونقلها، والعمق الذي يجب توصيل المياه منه، والاحتكاك الناجم داخل الأنابيب والقنوات حسب ما تم تحديده في التخطيط والأقطار وضغوط التشغيل . يجب عليهم أيضًا النظر في مرونة النظام لسيناريوهات المناخ المستقبلية والتغيّرات في مستويات سطح المياه الجوفية التي قد تحدث نتيجة تنفيذ واسع النطاق لنظام الـSPIS.

يمكن تحقيق اقتصاد في استهلاك الطاقة من خلال التصميم ذو مستوى عالٍ من الكفاءة (مثل تصميم مخطّط الأنابيب)، والمضخات ذات الحجم المناسب، والمعدات ذات فعالية عالية (مثل محركات ذات السرعة المتغيرة). ولمزيد من الاعتبار يُنظر إلى المفاضلة بين كفاءة تطبيق المياه وكفاءة استهلاك الطاقة. على سبيل المثال، دفع المياه عبر شبكة الريّ بالتنقيط سيستهلك طاقة أكثر من عملها بواسطة القنوات والأخاديد، ولكن هذا النوع من النظام سيُطبّق المياه بكفاءة أكبر من نظام الريّ المحوري المركزي ذو الأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة.

- **تكاليف الطاقة:** أنظمة الريّ المضغوطة تميل إلى أن تكون أكثر كفاءة، لكنها تتطلب طاقة أعلى وبالتالي تكاليف طاقة مرتفعة. هذه التكاليف تعتمد على مصدر الطاقة وسعر الطاقة لكل وحدة بالإضافة إلى عوامل أخرى، مثل عمق الخزان الجوفي الذي يتم ضخ المياه منه. وبذلك، فإن تكاليف الطاقة قد تؤدي إلى خسارة أي توفير في التكلفة كان متوقعًا عند الاستثمار في جعل أنظمة الريّ أكثر كفاءة. هذا يترك مجالًا للتدخلات على المستوى الفنّي والإداري لتحسين كفاءة استخدام المياه واستهلاك الطاقة على حد سواء ولتقليل تكلفة التشغيل.

يمكن للأنظمة الكهروضوئية بالطاقة الشمسية أن تقدّم مصدرًا بديلاً اقتصاديًا صالحًا للتطبيق للطاقة دون أية انبعاثات لغازات الاحتباس الحراري. لدى هذه الأنظمة أيضًا ميزة عدم الاعتماد على توافر وتكاليف الوقود الأحفوري.

ومع ذلك، فإنه يتطلب بعض الخبرة المسبقة حول كيفية إعداد واستخدام المضخّات الشمسية على النحو الأمثل. على عكس المضخّات التي تعمل بمحرّك، يُعد تحديد أبعاد أنظمة الريّ الكهروضوئية قرارًا استراتيجيًا و حاسمًا للمزارعين، نظرًا لتكاليف الاستثمار المرتفعة في البداية والتعقيدات في تصميم النظام وتشغيله وصيانته. عادة يتم ذلك التحديد من قبل خبراء فنيّين. إن تدريب المزارعين على تشغيل النظام الكهروضوئي أمر ضروري لتحقيق أقصى قدر من الفوائد .

على الرغم من انخفاض التكاليف بشكل كبير في السنوات الأخيرة، إلا أن الجدوى الاقتصادية لأنظمة الطاقة الكهروضوئية متفاوتة، خاصة بالنسبة لصغار المزارعين الذين تمثل لهم المضخة الشمسية استثمارًا هامًا. وبالتالي، يجب تقييم الجدوى الاقتصادية لمثل هذا الاستثمار لفهم ما إذا كان إدخال المضخات الكهروضوئية مجديًا اقتصاديًا.

إن الاستثمار - أداة الاسترداد (استرجاع الاستثمار) يعتبر أداة مفيدة في تقييم تكاليف أنظمة الطاقة الشمسية مقابل الأنواع الأخرى من أنظمة الطاقة للريّ.

النتيجة (الحصيلة)

- فهم الجوانب المختلفة لنظام الريّ؛
- نظرة عامة حول كيفية تحديد حجم المضخات والأجزاء الأخرى لنظام الـ SPIS؛
- القدرة على التعرّف على مقدار التوفير طويل الأمد للتكاليف الناتجة من تركيب الـ SPIS؛
- فهم أن تصميم النظام يحتاج إلى المرونة والقدرة على التكيّف.

متطلبات البيانات

- حجم وضغط الماء المطلوبان؛
- حجم المضخة وتكلفة المضخة واحتياجاتها من الكهرباء؛
- متطلبات حجم وتكلفة النظام الكهروضوئي ؛
- المنشآت والأنظمة الاضافية وأحجامهم وتكاليفهم.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- المسؤولون عن تخطيط نظام الريّ؛
- مديرو الري ، جماعات مستخدمي المياه أو منظمة المزارعين؛
- المزارعون؛
- المموّلون

موضوعات هامة

- ينبغي إجراء تحليل دقيق لتحديد التكلفة والعائد لدورة الحياة
- المرونة والقدرة على التكيّف يجب أن يُدمجا في النظام من خلال التصميم
- النظام ذو التصميم السيئ قد يضرّ بالبيئة ومستخدمي المستجمع المائي الآخرين
- الخبرة الفنية (التقنية) مطلوبة لتصميم حجم هذه الأنظمة وتركيبها وصيانتها

7 نصائح حول كفاءة الريّ

تُعتبر مياه الريّ مصدر ثمين. هذا لا ينطبق فقط بشكل مباشر على الإنتاج الزراعي، ولكن أيضًا بشكل غير مباشر على النظام البيئي ككل. وبالتالي فإن الاستخدام الحكيم لمياه الريّ والمحافظة عليها أمر ضروري. هناك عدد من الممارسات الفضلى والنصائح التي تستطيع أن تقلل من الاستهلاك الكلي للمياه، وتحسين نمّو النبات وتؤدي إلى مردودية أعلى.

أرسم الخطة

راجع مخطّط الأرض وحدّد الموقع الأمثل لأنابيب الريّ، مع الانتباه إلى تقليل عدد التركيبات -التوصيلات المستخدمة (التي قد تكون مصدرا للتسربات). ضع في اعتبارك أن المنحدرات ستتسبب توزيعًا غير متساوٍ للمياه ويمكن أن تؤدي إلى تصريفها . ولذلك يُنصح بأعمال التسوية والتسطيب (التسطيح) عند استخدام الريّ الفيضي (بالغمر) أو بالرّش (خطوط التنقيط يجب أن تعمل بشكل أفقي مع المنحدر).

تقوم طريقة الريّ بالرّش على توزيع الماء في دائرة حول الفوهة المركزية. لذا حدّد نصف القطر و قمّ بوضع الرشّاشات في أماكن بحيث تجعل التداخلات بينها في حدها الأدنى، مع ضمان أن يتم تغطية أكبر مساحة (أي بحيث يبقى القليل من المناطق الجافّة).

حافظ على الأشجار

من الناحية المثالية، الأشجار الكبيرة يجب أن تبقى في المنطقة الزراعية. فهي لا توفر الظلّ المتحرك فقط، ولكن بعض الأنواع (مثل شجر السنط - الأكاسيا) تدعم وجود البكتيريا المثبتة للنيتروجين والتي تعزّز من خصوبة التربة.

نهج الزراعة الإيكولوجية

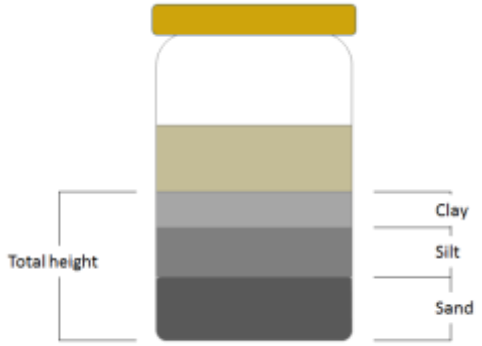
تُسلط مبادئ الزراعة الإيكولوجية العشرة التي حدّدتها منظمة الأغذية والزراعة FAO) الضوء على الجوانب المتعلقة بمصادر المياه، واستخدامها، وإعادة استعمالها، وحوكمتها، وحقوقها. هذه المبادئ تقدّم أيضًا وسيلة للنظر إلى ما هو أبعد من التدخل على مستوى المزرعة وإنّما على التأثيرات في المجتمع على نطاق أوسع و على نظام الغذاء.

تتضمّن **الترويج (التشجيع) والمبادرة - أداة تقييم الأثر** ، إلى حد ما، هذه المبادئ.

اختبار التربة

إن مستوى رُطوبة التربة المتاح لجذور النبات يعتمد على نوع التربة. حيث يمكن تحديد نوع التربة في المختبر من خلال استخدام تحليل حجم الجسيمات. الرمل والطمي والطين لها أقطار مختلفة، ومن خلال عملية تنخيلهم (غربلتهم)، فإن تصنيفاتهم تقدّم معلومات حول نوع التربة. هناك طريقة أخرى لتحديد نوع التربة وهو "اختبار الارتجاج (الجرّة) – Jar Test:"

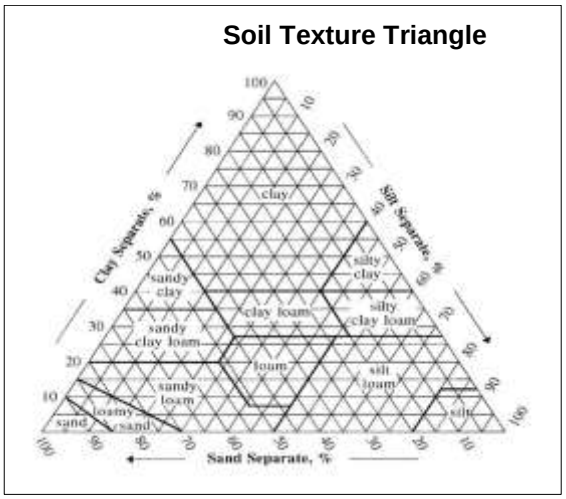
1. قم بأخذ التربة من المنطقة المراد سقيها.
2. ضع عينة التربة في الجرّة (في منتصفها) واملأها بالماء (حتى يمتلئ ثُلثي حجمها).
3. رُجّ الجرة واتركها لمدة ساعتين، وسوف تستقر الجزيئات في القاع وإلى طبقاتها المختلفة .
4. قم بقياس الارتفاع الكلي لجميع الطبقات، ثم ارتفاع كل طبقة.
5. قم بتقسيم ارتفاع كل طبقة على الارتفاع الكلي مما يعطيك النسبة المئوية للطين والطمي والرّمل.



الصورة 1: طبقات الترسيب في الاختبار الارتجاجي (Jar Test) للتربة

(المصدر: K Blumenthal)

بإدخال النسب المئوية التي تم الحصول عليها من الطين والطمي والرمل، فإن مثلث نسيج التربة، كما هو موضح في الشكل أدناه، يُظهر ما هو نوع التربة الموجودة.



الصورة 2: مثلث نسيج التربة

(المصدر: United States Department of Agriculture)

إن الريّ - أداة التربة تصِف خصائص أنواع التربة المختلفة وتسمح بإنشاء جدول زمني للريّ يعتمد على نوع التربة وفقًا للمحاصيل المختلفة.

جدولة للريّ

جدولة الريّ بناءً على التربة والنباتات أو قياسات الغلاف الجوي يمكن أن يقلل من استخدام المياه مع تحسين الانتاج الزراعي. البرامج المحوسبة تستطيع جَمع بيانات عن الطقس بما في ذلك درجة الحرارة المحلية، والأمطار، والرطوبة، والتبخر النتحي للمحاصيل وذلك لتقديم توصيات للحصول على أفضل جدولة الريّ (انظر ورقة الري والصرف رقم 56 الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة (FAO - الريّ **أداة التربة** إنشاء جدول زمني للري يعتمد على التربة وفقًا للمحاصيل المختلفة.

غطيّ التربة (الغطاء – الفرش - المهاد)

عملية تغطية (فرش - المهاد) التربة هي تقنيّة فعالة لتقليل من تبخّر رطوبة التربة، وللعزل ضد الطقس البارد ولتعزيز التركيب العضوي للتربة تدريجيًا. فهي تساعد على منع انضغاط (تراصّ) التربة، وتعمل كمحسّن لظروف التربة، ويشجع على وجود مواد تهوية طبيعية، مثل ديدان الأرض. و التغطية تقوم بإضافة العناصر المغذّية من خلال المساهمة في توافر البوتاسيوم وتستطيع إضافة عناصر النيتروجين والفوسفور وأخري نادرة إلى التربة. علاوة على ذلك، فهي طريقة مثالية للاستفادة من مخلفات المحاصيل المعاد تدويرها.

تتكون عملية التغطية من وضع طبقات من المواد العضوية (القش، لحاء الخشب، أوراق الشجر الساقطة، سيقان الذرة) أو المواد غير العضوية (كالألواح المصنوعة من مادة ال PVC البلاستيكية الصلبة) فوق المنطقة الزراعية، والتي من خلالها تنمو المحاصيل. يمكن أيضًا تحقيق التغطية من خلال الزراعة البَينية (زراعة أكثر من محصول في الحقل الواحد)، على سبيل المثال زراعة النباتات الزاحفة الأرضية (كالبطيخ واليقطين) بين صفوف نباتات الذرة. هناك اعتبارات مهمة تتعلق بالتغطية و تشمل ما يلي:

- بمجرد أن تبدأ في عملية التغطية (الفرش – المهاد)، استمر فيها. حيث ستؤدي إزالة أي طبقة من التغطية إلى تجفيف التربة وإصابة الجذور الموجودة تحتها.
- إن وضع التغطية على جذع الشجرة يمكن أن يؤدي إلى مشاكل مثل تعفن اللّحاء وحدوث الأمراض والحشرات. ولهذا اترك مسافة عدة سنتيمترات بين قاعدة الشجرة وطبقة التغطية (الفرش – المهاد).
- تجنب الإفراط في وضع النشارة. يمكن أن يؤدي نشر النشارة بكثافة إلى جعل الجذور تنمو ضحلة وتجعلها أكثر عرضة للموت خلال فترات الجفاف الطويلة. كقاعدة عامة ، يجب ألا تتجاوز طبقة المهاد 5 سم.
- استخدم التغطية (الفرش - المهاد) الخشبي أو اللحاء في المناطق التي تتطلب القليل من الحفر، على سبيل المثال، حول الأشجار وفي أحواض الزهور. تُعتبر مواد التغطية (الفرش - المهاد) الأخف مثل القش، والتي يسهل استعمالها في التربة، مناسبة بشكل أفضل للمحاصيل الموسمية وحدائق الخضروات وذلك حيث تتم إعادة الزراعة بشكل منتظم.
- قبل وضع طبقة جديدة من التغطية (الفرش - المهاد)، مهّد (مشّط) الطبقة القديمة واخلطها. طبقة التغطية، وخاصة من المواد الخشبية، يمكن أن تنضغط بمرور الوقت .وبالتالي تمنع تهوية التربة وتغلغل المياه

الزراعة البينية

الزراعة البَينية هي ممارسة الزراعة المتعددة والتي تتضمن زراعة محصولين أو أكثر على مقربة. الهدف الأكثر شيوعًا للزراعة البَينية هو إنتاج أكبر غلّة من قطعة أرض معينة من خلال الاستفادة من الموارد أو العمليات البيئية التي قد لا يستخدمها محصول واحد (Ouma, George; Jeruto, P). تشمل عناصر الزراعة البَينية على ما يلي (2010) (Wikipedia, "Intercropping", January 2018:

- **تقسيم الموارد:** التخطيط الدقيق مطلوب، بحيث يُراعي التربة والمناخ والمحاصيل والأصناف. من المهم بشكل خاص عدم وجود محاصيل تتنافس مع بعضها البعض على المساحة أو المواد المغذّية أو الماء أو ضوء الشمس. من أمثلة استراتيجيات الزراعة البينية هو زراعة محصول ذو جذور عميقة مع محصول ذو جذور ضحلة، أو زراعة محصول طويل القامة بمحصول أقصر يحتاج لظل جزئي.

- **التبادلية (تبادل المنفعة)**: يمكن أن تكون زراعة محصولين على مقربة بشكل خاص مفيدة وذلك عندما يتفاعل النباتان بطريقة تزيد من جهوزية أحدهما أو كلاهما (وبالتالي زيادة الانتاج). على سبيل المثال، النباتات المعرّضة للانقلاب في ظل الرياح أو الأمطار الغزيرة (النباتات المعرضة للرقاد – للكسر) يمكن دعمها هيكليًا من قبل المحاصيل المصاحبة لها في الحقل. يمكن أن تستفيد النباتات المتسلّقة أيضًا من الدعم الهيكلي. بعض النباتات تُستخدم لوقف الحشائش (الأعشاب الضارة) أو لتوفير العناصر المغذّية.

النباتات الرقيقة (الناعمة) أو الحسّاسة للضوء المزروعة قد يتم توفير الظل أو الحماية لها، وإلا يمكن استخدام المساحة المتبقية الغير مستغلّة في شئ آخر. مثال على ذلك هو النظام الزراعي الاستوائي متعدد الطبقات حيث يحتل جوز الهند الطبقة العليا، والموز في الطبقة الوسطى، و كل من الأناناس والزنجبيل أو الأعلاف البقولية (القرنية)، والنباتات الطبّية أو العُطرية تحتل الطبقة الدنيا. التداخل بين النباتات المتوافقة (المكمّلة لبعضها) يمكن أن يشجع أيضًا على التنوع البيولوجي، وذلك من خلال توفير موطن لمجموعة متنوّعة من الحشرات وكائنات عضوية في التربة و التي لن تكون موجودة في بيئة ذات المحصول الواحد. هذه الكائنات العضوية تزوّد المحاصيل بالعناصر المغذّية القيّمة، مثلا عن طريق تثبيت النيتروجين.

- **إدارة مكافحة الآفات**: هناك عدّة طرق حيث زيادة تنّوع المحاصيل يساعد في تحسين إدارة مكافحة الآفات. على سبيل المثال، هذه الممارسات قد تحدّ من تفشّي آفات

المحاصيل بواسطة زيادة التنوع البيولوجي للحيوانات المفترسة. إضافة، فإن تقليل مدى تجانس المحصول يزيد من الحواجز ضد الانتشار البيولوجي للآفات في المحصول.

هناك عدة طرق يمكن من خلالها مكافحة الآفات بواسطة الزراعة البَينية:

- الزراعة بالمصيدة (الجاذبة)، وتشمل زراعة محصول بالجوار يكون أكثر جاذبية للآفات مقارنة بالمحصول المُنتج الرئيسي، و هكذا سوف تستهدف الآفات هذا المحصول وليس المحصول المُنتِج.
- الزراعة البينية الطاردة، حيث لها تأثير طارد لبعض الآفات. في هذا النظام يقوم المحصول الطارد بإخفاء رائحة المحصول المُنتج (الرئيسي) من أجل إبعاد الآفات عنه.
- الزراعة بنظام الطرد والجذب، وهو مزيج من الزراعة بالمصيدة (الجاذبة) والزراعة البَينية الطاردة. حيث يجذب المحصول الجاذب الآفة ويُستخدم المحصول الطارد أيضًا لطرد الآفة بعيدًا.

يجب أن يكون مرشدو واستشاريو الإرشاد الزراعي قادرين على إعطاء التوجيه بشأن الزراعة البَينية والزراعة المصاحبة.

تجمع مياه الأمطار

إن ضمان عدم الجريان السطحي لمياه الأمطار، بل يجب أن تتسرّب إلى طبقات التربة العميقة، يؤدي إلى تجنب تآكل طبقة التربة العلوية و يحسّن من تغذية (إعادة شحن) المياه الجوفية، مع حدوث تحسّن في حالة رطوبة التربة في الأعماق. يمكن للأخاديد (الأتلام) الموضوعة بشكل استراتيجي أن تحبس مياه الأمطار وتحولها إلى المناطق الزراعية (أو إلى بئر المضخة)، في حين أن مزاريب السقف المؤدية إلى صهاريج تخزين المياه تستطيع تكوين مخزون مائي لموسم الجفاف.

المراقبة

إن مراقبة استهلاك المياه ومستويات رطوبة التربة بانتظام، يضمن فهمًا أعمق لمصادر المياه اللازمة لمحاصيل سليمة . عدّادات قياس تدفق المياه وعدادات قياس رطوبة التربة المحمولة باليد تعتبر من الأجهزة المهمة التي يتم من خلالها جمع البيانات وتسجيلها لأجل تحليلها.

تحسين الأخاديد (الأتلام)

توجد تقنيات عديدة لتحسين تدفق المياه من خلال الأخاديد (الأتلام). قد تشمل هذه التقنيات على تغطية الأخاديد بالألواح أو بلاطات البلاستيكية الصلبةPVCالمصنوعة من مادة ال (أسقف) صخرية لتقليل التبخر، أو بواسطة تبطين (بمادة الخرسانة) أو تثبيت الأخاديد الرئيسية لتقليل معدل ترشّح المياه في نهاية الحقل (وبالتالي سيكون هناك ماء إضافي للوصول إلى أسفل الأخدود، و نتيجة لذلك يتم زيادة الوقت لتقدّم المياه حتى نهاية الحقل وتحسّن توزيع المياه) أو تحسين زوايا المنحدرات لضمان تدفق المياه بكفاءة.

تجنب التبخّر

إن التبخّر الناتج من خزّانات وأنظمة نقل المياه الغير المغطاة يعني فقدان مباشر لمصادر المياه باتجاه الغلاف الجوي. هذا الفاقد له آثار مالية حيث تم تكبّد تكاليف إضافية لضخّ المياه من البئر أو لشرائها من مزود خدمة. لذلك فإن إيقاف التبخّر هو مسألة حصر الطاقة الشمسية المتاحة للمياه (لتنشيط جزيئات الماء) وتقليل تعرضها للهواء الجاف. عندما يتبخّر الماء، فإنه يشكل طبقة رطبة من الهواء على السطح، مما يقلل من قدرة الهواء على قبول المزيد من جزيئات الماء من السائل.

إن الهواء المتحرك يعمل على سحب بخار الماء بعيدًا عن المنطقة الموجودة فوق سطح الماء ويستبدله بهواء أكثر جفافاً، مما يؤدي إلى زيادة التبخّر. لذا يُنصح باستخدام خزانات محكمة الغلق أو بتغطية صهاريج التخزين وقنوات التخزين المفتوحة. بالنسبة لخزّانات الريّ الكبيرة أو السدود، يمكن اعتبار الأغطية العائمة، جنبًا إلى جنب مع فواصل الرياح (مثل السياج والأشجار) حول المحيط. قد تساهم النصيحة الأخيرة أيضًا في تظليل سطح الماء، وبالتالي تقليل الطاقة الحركية المتاحة لجزيئات الماء.

توقيت الريّ

من حيث المبدأ، من الأفضل القيام بأعمال الريّ خلال ساعات الصباح قبل شروق الشمس. حيث أن الهواء البارد وسرعة الرياح المنخفضة يقللان من فاقد التبخّر، بينما تضمن المحاصيل الحصول على إمدادات مياه كافية في منطقة الجذور استعدادًا لارتفاع درجات الحرارة في النهار. لا يُنصح بالسّقي في أواخر فترات بعد الظهر والمساء، حيث لا تستطيع المحاصيل امتصاص المياه المتاحة، والمياه الراكدة تصبح أرضًا خصبة لتكاثر الآفات والفطريات.

النتيجة (الحصيلة)

- فهم بعض الأساليب العملية لتقليل متطلبات الريّ للمياه

متطلبات البيانات

- معلومات عن الزراعة البَينية والزراعة المصاحبة
- خصائص التربة في مناطق الزراعة

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- المرشدوون والاستشاريون الزراعيين
- مخططو الريّ ومقدمو الخدمة

- أخصائيو البستنة والزراعة المستدامة

موضوعات هامة

- كفاءة الريّ يمكن ضمانها فقط من خلال المراقبة النشطة والمنتظمة. لذا فإن أي إجراء للتحسين يجب فحصه بعناية قبل التنفيذ والحصول على معلومات مرجعية (مثل كمية المياه المستهلكة وكمية السماد المضافة). تسمح مقارنة المعلومات المرجعية ببيانات جديدة مقاسة لاحقا بتقييّم نجاح أو فشل هذا التحسين. هذا يعمق فهم كفاءة الريّ.

FURTHER READING, LINKS AND TOOLS

Allen, R. 1998. “Crop Evapotranspiration”. *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO. 2016. *AQUASTAT website*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Website accessed on 27/03/2018.

Berbel, J. & Mateos, L., 2014. "Does investment in irrigation technology necessarily generate rebound effects? A simulation analysis based on an agro-economic model," *Agricultural Systems*, Elsevier, Vol. 128, pg 25-34.

FAO. 2016. *Water accounting and auditing: A sourcebook*. Rome: Food and Agriculture Organization.

FAO. 2016b. *Exploring the Concept of Water Tenure*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO. 2013. *Multiple uses of water services in large irrigation systems*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO. 2012. *Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the context of national food security*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO. 2011. *The state of the world’s land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and London, Earthscan.

FAO. 2007. *Modernizing irrigation management – the MASSCOTE approach.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO. 2006. *Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management*. Rome: Fertiliser and Plant Nutrition Bulletin Nr. 16.

Faurès, J.-M., Svendsen, M. & Turral, H. 2007. Re-inventing irrigation. In: D. Molden (editor). *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Earthscan, London, UK, and International Water

Management Institute, Colombo, Sri Lanka.HR. Hudson. 2005. *Sustainable Drainage Management.* New Zealand Water Environment Research Foundation. http://www.wet.org.nz/wp-content/uploads/2012/03/fieldguide_final.pdf

Moriarty, P. et al. 2007. The EMPOWERS Approach to Water Governance: Guidelines, Methods and Tools. http://waterwiki.net/images/d/d2/EMPOWERS_Guidelines%2C_Methods_and_Tools.pdf

Narayanamoorthy, A. 2004. “Impact Assessment of Drip Irrigation in India: The Case of Sugarcane”, *Development Policy Review,* Vol. 22, No.4, pp. 443-462.

Rijsberman, Frank. 2006. “Water Scarcity: Fact or Ficiton?” *Agricultural Water Management*, Vol 80, No. 1-3, pg. 5-22.

Salinity Management Handbook 2011. Queensland Government, Australia. https://publications.qld.gov.au/storage/f/2013-12-19T04%3A10%3A23.754Z/salinity-management-handbook.pdf

Savv AP, Frenken K. 2002. *Irrigation manual planning, development, monitoring and evaluation of irrigated agriculture with farmer participation*. Vol. I, Modules 1-6.

Sustainable Agriculture Information Initiative. 2010. *Technical Manual – Soil and Water Conservation*. https://wocatpedia.net/images/1/18/Technical_Manual-_Soil_and_Water_Conservation.pdf

Sustainable Agriculture Information Initiative. 2010. *Technical Manual – Conservation Agriculture*. http://www.fao.org/ag/ca/CA-Publications/Technical_Manual_Conservation_Agriculture.pdf

Walker, W.R. 2003. Surface irrigation simulation evaluation and design. Guide and technical documentation. Logan: Utah State University. http://ocw.usu.edu/biological_and_irrigation_engineering/surface_irrigation_design/sirmod_iii_manual.pdf

Water Accounting: http://wateraccounting.org/

WOCAT *Global Database on Sustainable Land Management*: https://qcat.wocat.net/en/wocat/

SPIS tools

IRRIGATE – Impact Assessment

IRRIGATE – Soil Tool

DESIGN – Pump Sizing Tool

The following tools that are assigned to other Modules are also relevant:

SAFEGUARD WATER – Water Requirement Tool

INVEST – Payback Tool

INVEST – Farm Analysis Tool

Tool

DESIGN – Site Data Collection Tool