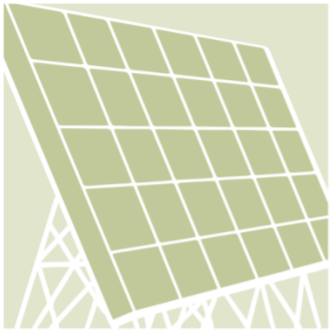
POWERING AGRICULTURE:

AN ENERGY GRAND CHALLENGE FOR DEVELOPMENT

TOOLBOX ON SOLAR POWERED IRRIGATION SYSTEMS (SPIS)



الوحدة الثالثة: حماية المياه

Food and Agriculture Organization of the United Nations

USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE

SWEDEN

german cooperation DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

DUKE ENERGY

OPIC

BGR

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

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

we4f@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.

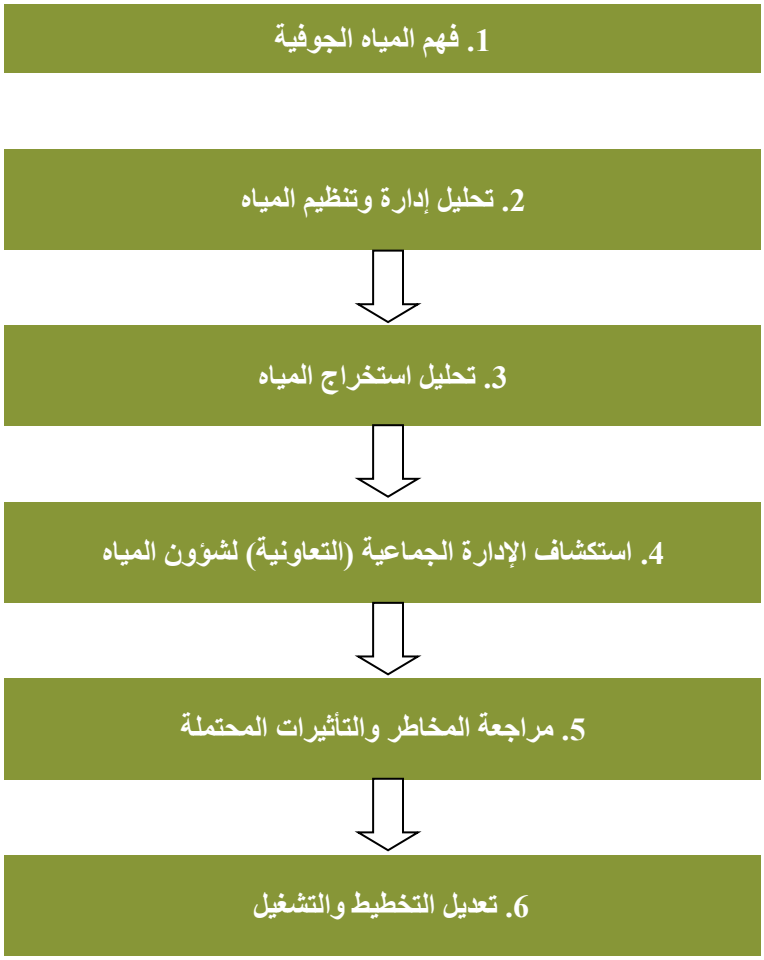
© GIZ and FAO, 2020

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	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
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


1. فهم المياه الجوفية
2. تحليل إدارة وتنظيم المياه
3. تحليل استخراج المياه
4. استكشاف الإدارة الجماعية (التعاونية) لشؤون المياه
5. مراجعة المخاطر والتأثيرات المحتملة
6. تعديل التخطيط والتشغيل

الهدف من الوحدة - **توجيه**

تهدف وحدة **حماية المياه** إلى إعطاء مقدمة لإدارة المياه الجوفية ومبادئ الإدارة المستدامة للمياه. بالاضافة لذلك ، تستعرض الوحدة المخاطر والآثار المتعلقة بالسحب المفرط لمصادر المياه الجوفية .

يجب أن يؤدي هذا إلى توعية المخطّط والمستخدم المستقبلي لنظام الـ SPIS وذلك من أجل الاستخدام المسؤول والمستدام لمصادر المياه في معظم الحالات لكي يتم مشاركتها مع المزارعين المجاورين أو المستخدمين الآخرين. أخيرًا ، توفّر هذه الوحدة إرشادات عملية لإدماج إدارة المياه في مرحلتي تخطيط وتشغيل نظام الـ SPIS.

إن النمو السكاني وارتفاع مستويات المعيشة، والتوسع في الإنتاج الزراعي تجاه الأراضي الجافة أو الأراضي الهامشية، وآثار تغيّر المناخ يؤدي إلى زيادة إضافية في الحاجة إلى الغذاء والطاقة والمياه. وجود خطة سليمة للاستمرارية (قدرة) المالية لأنظمة الريّ بالطاقة الشمسية (SPIS) قد تستبدل الطُرق التقليدية لسحب المياه وضخها وبهذا يتم توفير الطاقة وزيادة الإنتاج الزراعي. الحكومات والوكالات الدولية العاملة في التنمية تدعم تنفيذ مشاريع الـ SPIS بسبب مزايا عديدة:

- يعتبر استخدام الطاقة الخضراء المتجدّدة محايدًا (معادلًا) لإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ولا يساهم في انبعاث الغازات الدفيئة وبالتالي تغيّر المناخ؛
- يمكن بيع شهادات لثاني أكسيد الكربون (CO2-Certificates) لمستخدمي الطاقة الأحفورية؛ (ملاحظة: الشهادة تمثل كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون التي يمكن تقليلها او اجتنابها)
- الطاقة اللامركزية العاملة بالطاقة الشمسية لا تعتمد على البنية التحتية لشبكات الطاقة وإمدادات دورية من الوقود و هي مثيرة للاهتمام خاصة في المناطق الريفية الأقل تطوراً؛
- الريّ بالطاقة الشمسية تجعل بالإمكان الزراعة في المناطق التي تعتبر غير مناسبة لها أو غير مربحة وبالتالي ستحصل زيادة في إنتاج الغذاء والأمن الغذائي

ومع ذلك، فإن العائق المالي الكبير السابق للزراعة المروّية بالطاقة الشمسية بالنظر الى انخفاض تكلفة الطاقة بالديزل أو الكهرباء آخذ في التراجع. نظام الـ SPIS يوفّر في التكاليف المتغيّرة لإنتاج الطاقة وبالتالي يتم تقويض الحافز في تكنولوجيات استخدام المياه بكفاءة والتركيب المحصولي الموفّر للمياه. استخدام تكنولوجيا الـ SPIS آخذ في التصاعد بينما يزداد حول العالم سحب المياه السطحية والجوفية للاستخدام الزراعي وغالبًا ما يتجاوز هذا السحب الكمية المتاحة من مصادر المياه الجوفية المتجدّدة.

في الهند، على سبيل المثال، حوالي 30 في المائة من الخزّان الجوفي يعتبر في حالة حرجة [1] .

على الصعيد العالمي ، يساهم سحب المياه الجوفية غير المتجددة بحوالى 20٪ من إجمالي احتياجات الريّ للمياه .[2]

في بعض الحالات ، تُمارس الزراعة المروية حتى من خلال استهلاك المياه الجوفية الأحفورية وهي غير متجددة على الإطلاق.

وعليه، فقد يتسبب نظام الـ SPIS أو يؤدي إلى تفاقم الافراط في استخراج مصادر المياه المحدودة مع حدوث عدّة آثار جانبية للبيئة والاقتصاد والمجتمع، مثل:

- عدم توفّر المياه بشكل آمن من خلال تجفيف الآبار والينابيع يؤدي إلى زيادة مخاطر فشل المحصول؛
- تملّح الخزّان الجوفي وتسرّب مياه البحر مع آثار بعيدة المدى على الإنتاجية الزراعية؛
- زيادة مخاطر النزاعات بين مختلف المستخدمين (مثل المزارعين وموردي مياه الشرب للمنازل والمستخدمين في قطاع الصناعة) ؛
- التأثيرات البيئية على النظم البيئية التي تعتمد على المياه الجوفية، مثل تجفيف الأراضي الرطبة والجريان المائي للأنهار من المياه الجوفية خلال فترة الجفاف.

يتطلب الريّ دمج مبادئ الإدارة المستدامة للمياه. خاصة إذا كان تنظيم استخدام المياه الجوفية وحمايتها في البلدان المستهدفة ضعيفًا أو حتى منعدم. لذلك، تهدف هذه الوحدة إلى توعية مطورّي نظام الـ SPIS بالعمليات الأساسية لاستخدام المياه الجوفية وتنظيمها.

ممارسة الاستخدام المستدام للمياه الجوفية تعتبر في المصلحة الذاتية للمزارعين وأصحاب المصلحة العاملين في مجال تنمية قطاع الزراعة بواسطة الطاقة الشمسية. حيث يتضمن ذلك الامتثال الصارم لآليات تنظيم المياه ومراقبتها، كما هو مفصّل في الفصول التالية.

تعد المياه من أهم المصادر الطبيعية لقطاع الزراعة. حيث يمثل الحفاظ على المياه وحمايتها واستخدامها المستدام وإدارتها تحديًا عالميًا في القرن الحادي والعشرين.

[1] Source: Central Ground Water Board of India 2014. Dynamic ground water resources of India as of 2011. Faridabad.

[2] Values for 2000, according to Wada et al. 2012. Nonsustainable groundwater sustaining irrigation: A global assessment. In: Water Resources Research 48, W00L06.

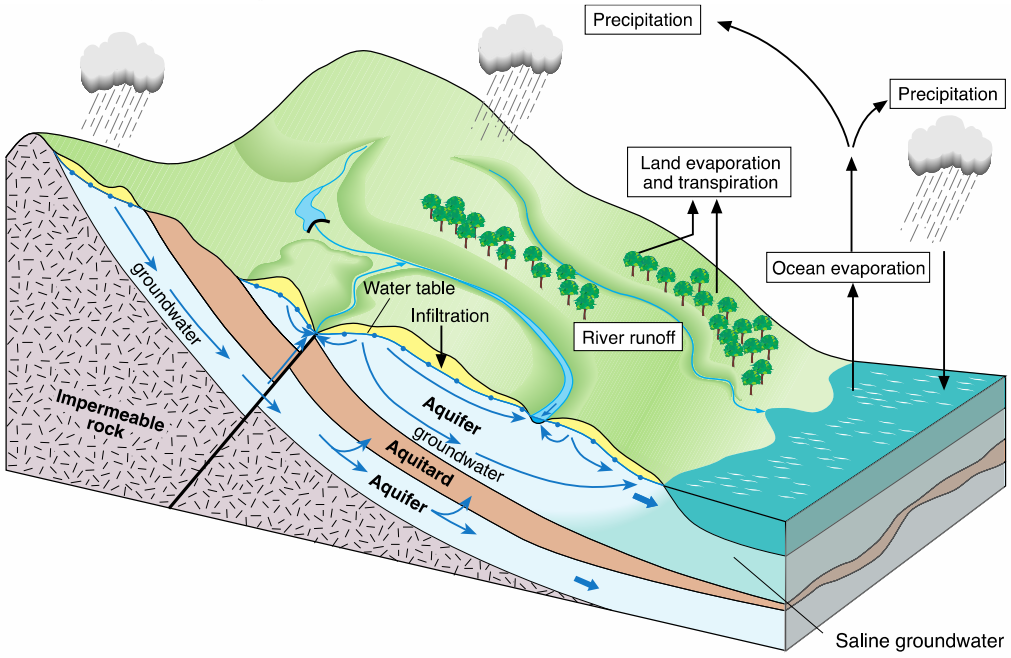
المياه الجوفية ضمن الدورة الهيدرولوجية

يعتمد نظام الـ SPIS على استخراج المياه الجوفية من الآبار المفتوحة أو الآبار الأنبوبية. لذلك ، من الضروري فهم أنظمة المياه الجوفية لإدارتها بطريقة مستدامة.

المياه الجوفية هي المياه الموجودة تحت الأرض في الشقوق والمسامات في التربة والرمال والصخور، وتسمى طبقة المياه الجوفية (الخزّان الجوفي). يقوم الخزّان الجوفي بتخزين كميات كبيرة من المياه الجوفية ، وبالتالي فهي تعتبر خزّان مهم وحاجز (واق) ضمن الدورة الهيدرولوجية (انظر الشكل).

والأراضي الرطبة والمناطق الساحلية تسمى بتدفق (جريان) المياه الجوفية.

يحدث التدفق (الجريان) الطبيعي للمياه الجوفية ، بشكل عام بسرعات منخفضة ، من خلال المسام والشروخ (الكسور) في المواد الصخرية. اعتمادًا على التركيب الجيولوجي للخزّان الجوفي ، تتراوح سرعة تدفق (جريان) المياه من متر واحد يوميًا إلى متر واحد سنويًا أو في كل عقد. في المقابل، سرعات تدفق (جريان) النهر تكون أسرع بكثير ويتم التعبير عنها بالمتر في الثانية. قد تختلف مستويات المياه الجوفية موسمياً وسنوياً. حيث ترتفع بعد موسم الأمطار وتنخفض في نهاية موسم الجفاف.



الدورة الهيدرولوجية

(المصدر:BGR)

توازن المياه الجوفية

في ظل الظروف الطبيعية ، يكون مخزون المياه الجوفية داخل الخزّان الجوفي متوازنًا. بحيث يتغذى في المواسم الرطبة (الأمطار) ويوفّر المياه للتدفق (الجريان) الأساسي الخاص بالأنهار والبحيرات والأراضي الرطبة على مدار العام. يمكن أن يضطرب هذا التوازن من خلال التدخلات البشرية التي قد تؤثر على كميات إعادة الشحن (recharge) والتصريف (التفريغ) (discharge).

يتم إعادة شحن المياه الجوفية بشكل طبيعي عن طريق التساقطات أو بالترسيب من الأنهار والبحيرات. إن حركة المياه الجوفية من مناطق التغذية إلى مناطق تصريف الخزّان الجوفي من خلال الينابيع وجريان المياه في التربة (seepage) إلى الأنهار والبحيرات

أنشطة زراعية مهمة ذات تأثير على توازن المياه الجوفية

إعادة شحن (تغذية)		
النشاط الزرّاعي	عملية	أمثلة للتدابير التنظيمية
استخدامات الأراضي	تعمل الطبقة المانعة للتسرب في التربة على تسريع الجريان السطحي وذلك على حساب ترشيح مياه الأمطار والمياه السطحية ، في حين تزايد الغطاء النباتي يقوم بتأخير الجريان السطحي ويزيد من عملية الترشيح .	تخطيط استخدام الأراضي الذي يؤدي إلى تسرّب مياه الأمطار المحلية
اختيار المحاصيل	نظرًا لأن المحاصيل الزراعية لها تأثيرات مختلفة على رطوبة التربة والجريان السطحي ، فإن اختيار المحاصيل يؤثر على كمية تسرّب مياه الأمطار وبالتالي التغذية ، خاصة المياه الجوفية الضحلة.	ترتيبات محددة و مسبقة من المحاصيل وأنماط الغرس الزراعي.
دمك (رصّ) التربة	| بسبب الظروف الطبيعية للجفاف والترطيب ، تقوم الآلات الثقيلة والحرث غير المناسب بدمك (برص و ضغط) ما فوق التربة وباطنها ويقلّل إعادة تغذية المياه الجوفية.	لوائح و قوانين خاصة بممارسات الحراثة واستخدام الآلات.
الريّ الزائد (المفرط)	يمكن أن يكون الريّ نفسه عاملاً مهمًا ، حيث تتسرب مياه الريّ الزائدة إلى المياه الجوفية وتعيد تغذيتها	جدولة الريّ واستخدام التقنيات المناسبة
التصريف (التفريغ)		
استخراج (سحب) المياه الجوفية	**يؤدي ضخ المياه الجوفية من الآبار إلى خفض منسوب المياه الجوفية.**	**تقدير حصص استخراج (سحب) المياه الجوفية ، ترخيص الآبار المحفورة.**

من أجل الحفاظ على ظروف التوازن و التخطيطية للمياه الجوفية، يجب أن تستند الإدارة المستدامة للمياه الجوفية على سعة تغذية الحوض المائي (قدرة إعادة الشحن الخاصة بالحوض المائي).

تسمى هذه السعة (القدرة) بالإنتاجية المستدامة (أو السحب الآمن) لنظام المياه الجوفية وتعني الكمية التي يمكن استخراجها (سحبها) دون الإضرار بالنظم الإيكولوجية (البيئي) والمجتمعات التي تعتمد عليها. لتحديد السحب المستدام ، من المهم تحديد الكمية الخاصة بإعادة تغذية (شحن) المياه الجوفية.

نظرًا لأن عمليات إعادة التغذية (الشحن) معقدة وتعتمد على العديد من العمليات الهيدروجيولوجية ، فإن سلطات المياه المسؤولة والمدراء بحاجة للحصول على بيانات دقيقة قدر الإمكان حول الجوانب التالية:

- الاستخراج (السحب) الكلي للمياه الجوفية بواسطة الأنشطة البشرية (ضخّ المياه الجوفية) والينابيع الطبيعية.

- كلما كان ممكنًا، تقدير كمية التصريف (التفريغ) يجب أن تعتمد على كل من قراءات قياسات الضخ وتصريف الينابيع المقاسّة
- لتقدير كمية الشحن (التغذية) ، هناك حاجة إلى بيانات عالية الدقة عن التساقطات والتبخر النتحي والجريان السطحي. بالإضافة إلى ذلك ، يجب أخذ في الاعتبار البيانات الهيدروجيولوجية حول تدفق (جريان) المياه الجوفية وخصائص التخزين تحت الأرض (على سبيل المثال المشتقة من اختبارات الضخ).
- إن رسم خرائط استخدامات الأراضي والغطاء النباتي/الزراعي الخاصة بحوض المياه الجوفية يساعد على تقدير متغيرات التبخر والجريان السطحي بدقة أكبر.
- اعتمادًا على البيانات والموارد المتاحة ، يمكن تقدير كمية الشحن (التغذية) من خلال المعادلات القياسية ومعرفة الخبراء ، ولكن أيضًا من خلال نماذج متطورة هيدرولوجيا (حاسوبيا).

في بعض الحالات ، قد تخضع المياه الجوفية أيضًا للشحن الاصطناعي (للتغذية الاصطناعية) ، مما يعني الترشيح التقني و المخطط له للمياه إلى خزّانات المياه الجوفية. تمارس حاليا بعض المجتمعات التقدّمية عملية الشحن الاصطناعي (التغذية الاصطناعية) لخزّانات المياه الجوفية من أجل الحفاظ على مصدر المياه الجوفية.

على سبيل المثال ، في منطقة تيراي في شمال البنغال (الهند) ، قامت لجان المزارعين المحلية ببناء مصائد وسدود (حواجز) للاحتفاظ بمياه الأمطار ولزيادة شحن (تغذية) المياه الجوفية. أدى هذا إلى استقرار منسوب المياه الجوفية وتقليل تأثير فترات الجفاف على زراعة المحاصيل (الارز) البعلية.

و نتيجة لذلك ، يمكن مضاعفة كثافة المحاصيل الزراعية و الغلّات وكذلك تحسين الدخل المالي للمزارعين.[3]

الاستخدام المفرط (استنزاف) للمياه الجوفية

إذا كان سحب (استخراج) المياه الجوفية أعلى من كمية الشحن (التغذية) طويلة الأجل، فإن المياه الجوفية تنخفض إقليمياً. هذه العملية تسمى الاستخدام المفرط (استنزاف) للمياه الجوفية. ولكن عملياً، فإن الإفراط في السحب (الاستنزاف) يكون دائمًا معنيا بالعواقب الناتجة من السحب المكثّف للمياه الجوفية أكثر من مستوى المياه الجوفية.

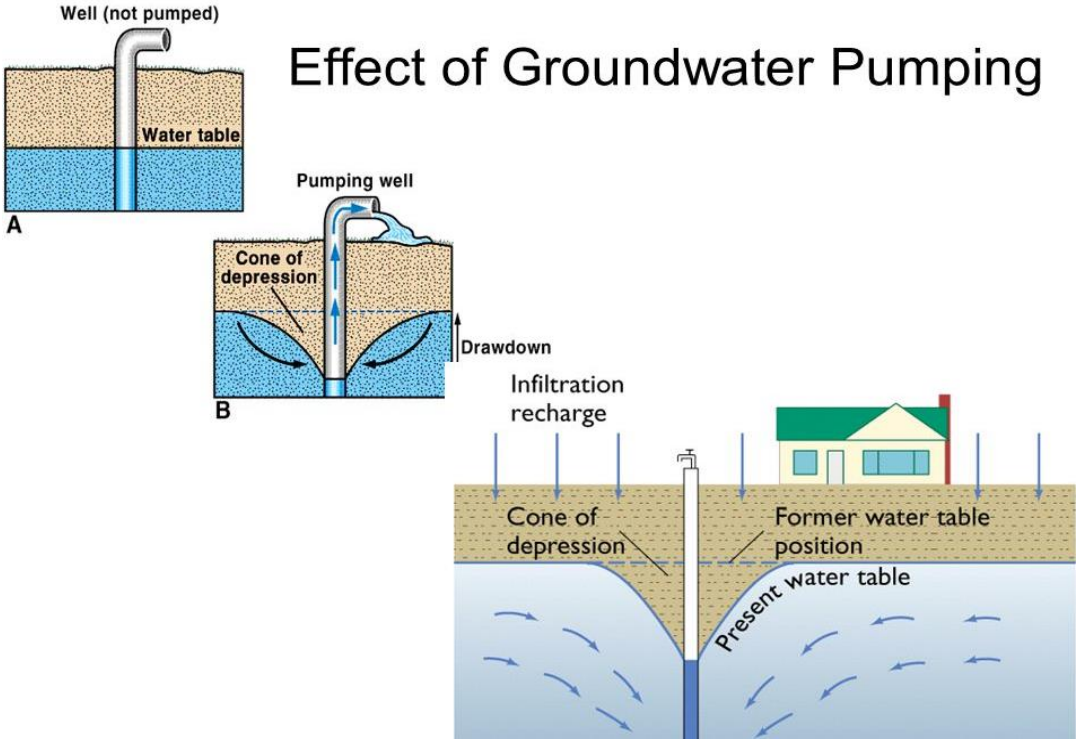
وبالتالي، فإن التعريف الأكثر ملاءمة الاستخدام المفرط (استنزاف) على الأرجح يتم الوصول إليه عندما تتجاوز التكاليف الكلية للتأثيرات السلبية للاستخدام المفرط (لاستنزاف) المياه الجوفية الفوائد الصافية من استخدام المياه الجوفية ، على الرغم من أن هذه التأثيرات ليس من السهل دائمًا التنبؤ بها و / أو تقديرها من الناحية المالية. من المهم أيضًا التأكيد على أن بعض هذه التأثيرات السلبية يمكن أن تظهر قبل أن يتجاوز معدّل سحب المياه الجوفية متوسط الشحن (التغذية) طويل الأجل.

هام: الضخ المفرط يمكن أن يؤدي إلى نضوب المياه الجوفية. هذا يعني أن المياه الجوفية تُستخرج بمعدل أسرع مما يمكن إعادة ملئها (اعادة شحنها). يمكن أن يؤدي نضوب الخزّان الجوفي إلى فقدان النظم البيئية والأراضي الرطبة ، وزيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ، وهبوط (تغوّر) الأراضي ، النزاعات الاجتماعية مع مستخدمي المياه الآخرين.

[3] Tuinhof et al. 2012.Profit from storage. The cost and benefits of water buffering. Wageningen: 3R Water Secretariat.

ضخ المياه الجوفية يؤدي إلى انخفاض مستوى سطح المياه الجوفية . مستوى سطح المياه الجوفية هو سطح المنطقة المشبعة بالمياه الجوفية. عندما يتم ضخ المياه الجوفية، ينخفض مستوى سطح المياه الجوفية في محيط البئر. الانخفاضات المخروطية تظهر في الخزّانات الجوفية غير المحصورة مع انخفاض في مستويات المياه (انظر الشكل أدناه).

أما في الخزّانات الجوفية المحصورة ، الخزّانات الجوفية المغطاة بطبقة جيولوجية ذات نفاذية منخفضة (طبقة غير منفذة أو طبقة حابسة - كتيمة) ، فإن الضغط الموجود في محيط البئر الذي يتم الضّخ منه ينخفض عند سحب (استخراج) المياه.



تأثير ضخّ المياه الجوفية

(المصدر:Thomas V. Cech)

تداخل الآبار

إذا تداخل اثنان من الانخفاضات المخروطية، فهذا يعني هناك تداخل بين الآبار وبالتالي تدفق المياه المتاح يقل لكل بئر. يمكن أن يكون تداخل الآبار مشكلة عندما تكون الآبار قريبة جدًا من بعضها البعض حيث تتنافس على المياه من نفس الخزّان الجوفي ، خاصة إذا كانت على نفس العمق.

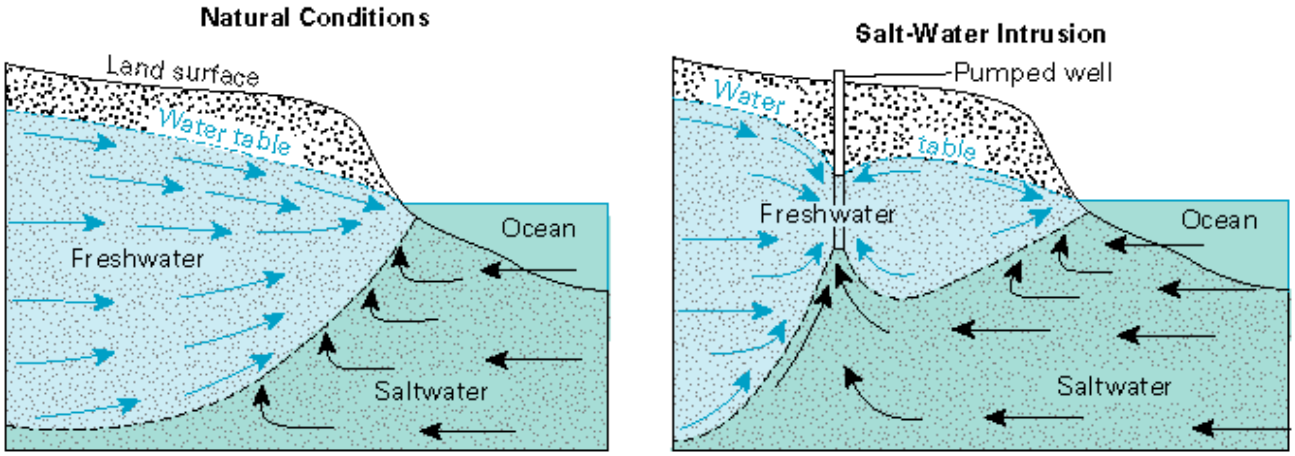
فصل جريان (تدفق) المياه الجوفية عن المياه السطحية

غالبًا ما تتفاعل أنظمة المياه الجوفية والسطحية عن كثب. توفر المياه الجوفية التدفق الأساسي (الانسيابي) للأنهار حتى في فترات الجفاف وتزود النظم البيئية الإيكولوجية بالمياه العذبة. عندما يتم ضخ المياه الجوفية بشكل مفرط، فإن التصريفات مثل الينابيع والتدفقات الأساسية (الانسيابي) وجريان المياه في التربة تميل إلى الجفاف ، أحيانًا بشكل دائم. كما تتعرض النظم البيئية المعتمدة على المياه الجوفية للضرر ويقل توافر المياه الجوفية لمجتمعات المستخدمين.

تملّح (ملوحة) المياه الجوفية

هناك تسلسل خطير مصحوب بالضخ المفرط ألا وهو تملّح المياه الجوفية. يحدث هذا عن طريق الانزياح المخروطي بشكل علوي للمياه المالحة واختلاطها بالمياه العذبة، مما يؤدي إلى تملّح الخزّان الجوفي بشكل نهائي غير رجعي. هذه المياه المالحة ممكن تعبئتها من المياه المالحة القديمة أو المياه الكامنة (connate water) في العمق.

يجب اعطاء اهتمام خاص في المناطق الساحلية ، حيث قد تتسلل مياه البحر المالحة إلى مناطق المياه العذبة في الخزّان الجوفي. يوضح الشكل أدناه نظرة مبسطة لعملية تسرّب مياه البحر، والتي تستطيع أن تعيق استخدام المياه الجوفية للزراعة لعقود قادمة



تملّح المياه الجوفية

(المصدر: https://pubs.usgs.gov/gip/gw/images/Intrusion.gif – USGS)

أهمية الإدارة المستدامة

على الرغم من المخاطر المذكورة، فإن المياه الجوفية المدارة بشكل مستدام هي المصدر الضروري للزراعة والأمن الغذائي وسبل العيش في الريف. في العديد من المناطق، من السهل نسبيًا الوصول إلي المياه الجوفية واستخراجها، و تزداد إذا توفر مصدر طاقة شمسية لامركزي. المياه الجوفية لديها القدرة على مواجهة موجات الجفاف وزيادة الإنتاج الزراعي في المناطق التي تعاني من شحّ (ندرة) المياه، لأنها (المياه الجوفية) أقل حساسية تجاه تقلب و تغير المناخ من تلك المياه السطحية.

و لكن، فإن مستخدمي المياه الجوفية - وبالتالي المزارع الذي يقوم بتشغيل الـ SPIS - يتقاسمون المسؤولية في الإدارة المستدامة للمصادر (للموارد). أبعد من ذلك، من أجل الاستفادة على المدى الطويل من المياه الجوفية، فمن المصلحة الذاتية للمزارع (الذي يستخدم نظام الـ SPIS) تجنب الاستخدام المفرط (استنزاف) للخزّان الجوفي وما يترتب على ذلك من نزاعات اجتماعية - اقتصادية وقانونية. بالنسبة للمزارع، هذا يستلزم بعض المسؤوليات والواجبات الضرورية:

- الامتثال للإطار القانوني والتنظيمي في الحصول على حقوق المستخدمين وتصاريحهم والشروط والكميات التي يتم تحديدها؛
- في حالة عدم وجود لوائح تنظيمية للمياه ، يجب على المزارعين التجمّع للضغط من أجل وضع إطار تنظيمي وذلك للتخطيط والأمن الإنتاجي (انظر الخطوة 4) ؛
- مراقبة وتوثيق استخدام المياه بناء على الحقوق والتصاريح.

هام: أي تطوير للـ SPIS يجب أن يكون مدرجاً في الأطر القانونية والتنظيمية السائدة وفي إدارة تخطيط ومراقبة المياه المحلية / المياه الجوفية.

إن الإدارة المستدامة للمياه الجوفية وحوكمتها تستند على مفهوم الإدارة المتكاملة لمصادر المياه (IWRM). الركائز الأساسية الثلاثة للـ IWRM والاستدامة بشكل عام هي:

- **الاستدامة البيئية** - يجب تجنب الآثار السلبية مثل تدهور المياه في الخزّانات الجوفية والنظم البيئية المعتمدة على المياه الجوفية؛
- **الكفاءة (الفعالية) الاقتصادية** - الماء سلعة أساسية مطلوبة للاستهلاك البشري والإنتاج الزراعي والصناعي؛
- **العدالة الاجتماعية** – يعتبر الوصول إلى مصادر المياه الآمنة أمر ضروري لجميع البشر وحق من حقوق الإنسان. تسمح الأنظمة الشفافة ذات الحقوق المتساوية في المياه بالوصول العادل.

يعتبر الاستخدام المستدام طويل الأجل لمصادر المياه هو في مصلحة جميع المستخدمين، وكذلك فيما يتعلق بتوافر المصادر للاستثمارات طويلة الأمد في القطاع الزراعي.

لهذا السبب، يجب أن يكون لدى جميع المستخدمين مصلحة في إنشاء بيئة مؤسساتية وظيفية تحمي مصادر المياه وتضمن الأمن المائي لأغراض الريّ الزراعي. إن المكونات الأساسية للإدارة العامة لمصادر المياه هي كل من تخطيط إدارة المياه وتنظيم المياه.

تخطيط إدارة المياه (Water management planning) يتم اعتماده بشكل عام على مستوى الحوض المائي من قبل وزارات المياه أو منظمات إدارة الأحواض. في أفضل الأحوال، تقوم خطة إدارة المياه بدمج الاحتياجات من جميع القطاعات ذات الصلة (مياه الشرب والصرف الصحي والزراعة المروية والصناعة والبيئة) ، وتطابق المصادر المتاحة مع الطلبات الفعلية والمستقبلية.

بصرف النظر عن تخطيط المياه ، قد تقوم السلطات الزراعية (مثل الوزارات) أيضًا بصياغة خطط تطوير الريّ الزراعي والتي تحدّد مجالات الأولوية والأهداف لتطوير الريّ.

إدارة مصدر الماء (Water resource management) عبارة عن عمل تخطيط وتطوير وتوزيع وإدارة استخدام المصادر المائية. تراعي الإدارة المستدامة لمصادر المياه جميع الطلبات المتنافسة على المياه وتسعى إلى تخصيص المياه على أساس متساوي وعادل لتلبية جميع الاستخدامات والطلبات (الاحتياجات). إن الالتزام بمبدأ السحب المستدام للخزانات الجوفية هو أساس الاستدامة طويلة الأجل لتطوير واستخدام مصادر المياه.

تنظيم موارد المياه يعتمد بشكل عام على القانون الوطني وعلى مجموعة من القواعد المضبوطة والمؤسسات التي تحكم مراقبة حالتها الكميّة والنوعية، واستخدام المصدر، ومنع الاستخدام المفرط في المصدر وتلويثه، فضلاً عن ضمان التوزيع العادل بين مختلف المستخدمين والمصالح. في العديد من الأماكن، تتولى سلطات المياه العامة و على مستويات حكومية مختلفة بالإشراف على مصادر المياه.

بناءً على قوانين المياه والبيئة، تنظّم هذه السلطات استخدام المياه، على سبيل المثال إصدار الحقوق في المياه والتراخيص المائية للآبار وللبنية التحتية للمياه. في العديد من البلدان، تقوم أيضًا المؤسسات غير الحكومية بالتنظيم الذاتي لاستخدام المياه، مثل جمعيات مستخدمي المياه. قد تستند هذه إلى العادات المحلية والتقاليد الموجودة حول الاستخدام والتوزيع بين مالك المصدر ومستخدميه.

ستكون المعلومات المجمّعة في هذه الخطوة (الفصل) هي الأساس للتصميم والتخطيط التقني والزرّاعي في الوحدات اللاحقة. إذا تم تطبيقها بشكل صحيح، فإن هذه الخطوة ستكشف أيضًا عن فرص وقيود التطوير المنشود للريّ في وقت مبكر من مرحلة تطوّر الـ SPIS.

إن خطوة "تحليل إدارة وتنظيم المياه" مربوطة بالخطوات العملية التالية "تحليل استخراج المياه" و "استكشاف الإدارة الجماعية (التعاونية) لشؤون المياه" – حيث تحدد جميع هذه الخطوات العملية الثلاث الإطار و الذي يمكن من خلاله تطوير نظام الـ SPIS بالاستناد لوجهة النظر المستدامة لإدارة مصادر المياه.

يعتمد "تحليل إدارة وتنظيم المياه" على جمع المعلومات والبيانات والسمات البارزة للمصدر وفترة امتلاك المياه (مدة ملكية المياه) والوضع القانوني فيما يتعلق بتصاريح المياه وتراخيصها. الهدف من هذا التمرين هو الحصول على تصور واضح وآمن قانونيًا فيما يتعلق بمصدر المياه الذي يمكن استخدامه، وحقوق ملكية المياه التي سيتم الحصول عليها، وايضاً عن الحدود (القيود) المتعلقة بسحب المياه.

توفر حماية المياه - قائمة الفحص (المراجعة) الخاصة بإدارة المصادر المائية في صندوق الأدوات توجيهًا للمعلومات والبيانات التي سيتم جمعها ومراجعتها في قسم 1. هذا القسم من الأداة يتطلب تجميع المعلومات من السلطات العامة وهيئات إدارة المياه ومجموعات المستخدمين.

لتحديد حجم البنية التحتية لنظام الـ SPIS ، يجب على المزارع أو الاستشاري مراعاة العديد من **الحدود والقيود**:

- **نوع (سِمة) مصدر المياه**: نوع المصدر (بئر مفتوح أو أنبوبي، بركة/خزان ، بحيرة أو نهر) وأبعاده (الحجم، العمق، منسوب المياه تحت السطح) هي محدّدات للمتطلبات الفنّية في النهاية لتحديد كميات سحب المياه - تُؤخذ هذه المعلومات أيضًا في الاعتبار في وحدة التصميم؛
- **إدارة المياه وتخطيط الريّ**: إن الخطط المعنية تقوم بتوجيه (بارشاد) قرار منظمي المياه بشأن تصاريح وحقوق المياه. لذلك، من المهم للمزارع / الاستشاري أن يضع تصور المشروع جنبا الى جنب مع هذه الخطط؛
- **حقوق المياه والالتزامات**: تعتبر ملكية مصدر المياه (سواء كان خاص، عام أو مشاع، على أساس استخدام الملكية أو على أساس حصة الملكية) محدداً لوصول المزارع إلى مصدر المياه؛
- **بيانات تصريح المياه والتراخيص**: يجب أن يستند الحق في سحب المياه من مصدر مائي معين إلى تصريح مياه قانوني أو رخصة لسحب مياه. إن وجود مثل هذا النص القانوني لسحب المياه هو المحدّد الرئيسي لأي عملية تطوير للريّ. كما تحدّد أيضا الكميات (الكميات السنوية أو الحصص الشهرية) والشروط والقيود التي تصدرها هيئات المياه.

يمكن الحصول على هذه المعلومات من السلطات / المنظمات التي تدير تراخيص وتصاريح المياه.

هام: يجب الحصول على المعلومات والبيانات المطلوبة لهذه الخطوة من مصادر معتمدة ومعترف بها قانونًيا. لا تعتمد في اتخاذ القرار على معلومات تم الحصول عليها من مصادر ثانوية دون وجود دليل.

بالاضافة، يجب أن تتضمن الاتفاقات غيرالرسمية جميع المعلومات المهمة مثل ما نصّت عليها من قبل السلطات العامة، وأهمها حقوق الوصول وحصص الاستخراج والقيود / الشروط.

إن الحصول على رخصة سحب المياه إلزامي (اجباري)! لا يجب أن يتم تصميم وتخطيط الـ SPIS قبل الحصول على تراخيص السحب! لذلك يجب أن يعتمد أي تصميم أو تخطيط لنظام الـ SPIS فقط على الكميات المسموح بها والشروط المنصوص عليها في تراخيص سحب المياه المعترف به قانونًيا!

النتيجة (الحصيلة)

- تجميع البيانات والمعلومات عن مصادر المياه وملكيتها وتراخيص سحب المياه؛
- تقييم أولي لإمكانية تطوير الـ SPIS بناءً على مصدر مياه محدّد.

متطلبات البيانات

- معلومات عن السمات البارزة لمصدر المياه؛
- معلومات عن استحقاقات المياه ونوع الحقوق المائية؛
- معلومات عن نوع وتفاصيل رخصة سحب المياه.

موضوعات هامة

- لا يمكن تطوير نظام الريّ إلا على أساس تراخيص سحب المياه المعترف به قانونًيا؛
- إن كميات و حصص السحب والقيود المنصوص عليها في تراخيص السحب ملزمة؛
- يجب تسجيل الاتفاقات غير الرسمية والاعتراف بها قانونًيا.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- مزارع ومستشار زراعي؛
- سلطات إدارة المصادر (الموارد) المائية واصدار التراخيص؛
- منظمة المزارعين / مجموعة مستخدمي المياه.

ضخّ المياه الجوفية والتخزين قصير الأجل

(المصدر:BGR)

استخراج المياه يجب أن يعتمد بالتطابق مع رخصة سحب المياه و التي توفّر أيضًا معلومات عن الكميات / الحصص السنوية أو الشهرية المسموح بها وبناء على شروط أو قيود معينة مثل الحدود - القيود الموسمية.

تتعامل هذه الخطوة (الفصل) مع جمع المعلومات حول الطريقة الحالية أو المخطط لها لاستخراج المياه (سواء الجاذبية أو الرفع اليدوي أو المضخة الآلية) وعن مضخة المياه. علاوة على ذلك ، يجب تقدير توفّر المياه الفعلّي. كلا الجانبين ضرورّي لتحديد ما إذا كان نظام الريّ الحالي أو المخطط له يمكن تشغيله بطريقة مستدامة.

تزود حماية المياه - قائمة الفحص (المراجعة) الخاصة بإدارة المصادر المائية في صندوق الأدوات توجيهًا للمعلومات والبيانات التي سيتم جمعها ومراجعتها في قسم 2. إن تحليل الاستخراج المتاح للمياه من بئر يتطلب معلومات فنّية والتي يتم توفيرها بشكل عام من قبل مقدمي الخدمات الفنية (مثل مقاول الحفر ومصنّعي المضخات ومقاولي أنظمة الريّ ومركبّي المضخات).

إن الجانب الرئيسي في هذه الخطوة (الفصل) هو في تقيّيم توفّر المياه في مصدر المياه الذي تم اختياره. فبالنسبة لمصادر المياه السطحية (البركة / الخزان ، البحيرة والنهر ذو التدفق الدائم طوال السنة) يتم إجراء تقييم عام لمعرفة ما إذا كان يمكن توفير كميات المياه المطلوبة في كل شهر من العام. أما بالنسبة للآبار و أثقاب الآبار التي تعتمد على مصادر المياه الجوفية، فإن إجراء اختبار لتقدير (لاستنتاج) الخصائص الهيدروليكية لنظام الخزّان الجوفي ضروري من أجل الوصول إلى معدّل سحب مستدام.

يتم ذلك عن طريق اختبار الضخ (ويسمى أيضًا: اختبار الخزّان الجوفي) ، والذي يجب إجراؤه بعد تركيب المضخة. اختبار الضخ هو عبارة عن تجربة ميدانية يتم فيها ضخ المياه من البئر بمعدّل موجّه (مراقب) ويتم قياس استجابة مستوى الماء (السحب) في واحد أو أكثر من آبار المراقبة المحيطة واختيارياً في البئر نفسه الذي يتم ضخه (البئر المراقب)؛ بيانات الاستجابة من اختبارات الضخ تُستخدم لتقدير الخصائص الهيدروليكية للخزّانات الجوفية ، ولتقييم أداء البئر وتمييّز حدود الخزّان الجوفي.

إجمالاً، يتم تقدير خصائص الخزّان الجوفي من خلال اختبار الضخّ بمعدّل ثابت باستخدام نماذج حسابية (أنواع المنحنيات) لاستنتاج البيانات عن طريق إجراء يُعرف باسم مطابقة المنحنى مع الأخذ في الاعتبار التكوين الجيولوجي للخزّان الجوفي.

بناءً على البيانات التي تم الحصول عليها، يمكننا مقارنة القيّم الأساسية المتعلقة بسحب المياه (و المشار إليها بمعدلات التدفق بالمتر المكعب (م^3) / الساعة أو بالمتر المكعب (م^3) / اليوم):

- **سعة (حجم) سحب المياه**: وهي فنيّا كميات المياه التي يمكن استخلاصها من مصدر مياه موصول بجهاز سحب / ضخ؛
- **رخصة سحب المياه**: وهي الكمية القصوى من المياه التي يحق لحامل التصريح بالحصول عليها قانونًيا في فترة زمنية معينة (سواء في السنة أو الشهر أو اليوم)؛
- **السحب المتوقع للمياه**: وهو كمية المياه المتوقّع الاحتياج إليها حسب التخطيط المسبق لنظام الريّ.

الهدف من هذا التمرين هو التأكد من أن قدرة الضخّ:

- لا تتجاوز السّعة المحددة في تصريح / رخصة سحب المياه؛
- تلبّي احتياجات المحاصيل من المياه بالإضافة إلى متطلبات التخزين الفنية.

توصية: ينصح بأن تطلب من مقاول البئر وعامل تركيب المضخة إجراء ذلك التحليل (الاختبار) وتقديم البيانات الخاصة بالتحليل قبل اتخاذ أي تخطيط إضافي لنظام الـ SPIS.

هام: إذا كان هناك واحد أو أكثر من المبادئ المذكورة أعلاه فيما يتعلق بمعدلات تدفق المياه المختلفة غير قابل للتطبيق في مقارنة البيانات، فلا يمكن اذن من تشغيل النظّام بشكل مستدام وقد يؤدي تشغيله إلى آثار بيئية سلبية شديدة (جفاف البئر، توازن سلبي للمياه في الخزّان الجوفي ، وانخفاض مستوى سطح المياه الجوفية) وتبعات مالية (زيادة في قياسات أبعاد النظام ، وعدم كفاية المياه المتوفرة للإنتاج الزرّاعي). و بالتالي فإن هناك حاجة إمّا لإدخال تعديلات على تصميم نظام الريّ أو حتى التخلي عن المشروع.

النتيجة (الحصيلة)

- تجميع البيانات والمعلومات عن معدلات تدفق المياه الخاصة بمصدر المياه والمضخة والنظام؛
- مقارنة معدّلات التدفق للتصريف الآمن لمصدر المياه ورخصة سحب المياه والمضخة ونظام الريّ.

متطلبات البيانات

- معدّل تدفق المياه من مصدر المياه؛
- حصّة ترخيص سحب المياه؛
- منحنى معدّل تدفق مياه المضخة؛
- الطلب المتوقّع على المياه لنظام الريّ.

موضوعات هامة

- إن التصريف الآمن (السحب المستدام) لمصدر المياه هو العامل المحدّد للتشغيل المستدام؛
- يجب إجراء اختبار الضخّ أو اختبار الخزّان الجوفي ويتطلب هذه خبرة فنية خاصة؛
- منظمة المزارعين / مجموعة مستخدمي المياه؛
- مقدمو الخدمات الفنية.

- المعلومات حول مصادر المياه القائمة وتركيب المضخّات متوفرة لدى مزوّدي الخدمات الفنية.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- المزارع والمستشار زراعي؛
- السلطات إدارة المصادر المائية واصدار التراخيص؛

4. استكشاف الإدارة الجماعية (التعاونية) لشؤون المياه

يتواجد كل نظام ريّ في بيئة هيدرولوجية واجتماعية اقتصادية وثقافية. وتطوير نظام الريّ بالطاقة الشمسية قد يؤثر على مصالح مستخدمي المياه الآخرين. ومع ذلك، فإن وجود العلاقات الجيدة مع مستخدمي المياه المجاورين للمصدر المائي المشترك لن يمنع من حدوث النزاعات والمنافسة فحسب، بل سيوفر أيضًا فرصًا للتعاون و الفوائد المتبادلة.

بغض النظر عن الوضع المؤسّساتي للمسؤول عن تنظيم الوصول إلى المياه، فإن التشغيل المستدام لأنظمة الريّ يتطلب درجة عالية من المسؤولية والامتثال للقواعد والتشريعات من قبل المزارع. في هذا السياق، فإن المراقبة الذاتية والتنظيم الذاتّي في المزرعة وبين مستخدمي المياه لمصدر مائي مشترك قد تساعدان على تطبيق تشريعات استخدام المصادر بفعالية من قبل السلطات العامة المسؤولة.

لذلك، فإن العمل الجماعي لمستخدمي المياه يجب مراعاته في تصميم النظام لتمكين تشغيله بشكل مستدام. يجب أن نفهم بأن معرفة ووعي المزارع بنظام الحكم المحلي والحدود والقيود التي تفرضها على مشروع الريّ الخاص به/بها أمرًا أساسيًا لاستدامته.

تقترح هذه الخطوة (الفصل) "استكشاف الإدارة الجماعية لشؤون المياه" النظر في ثلاثة مستويات من إدارة شؤون مياه الريّ ذات الصلة بتخطيط المشروع:

- **مستوى المزرعة الفردي**: سحب المياه من مصادر المياه واستخداماتها يجب أن يستند على الإطار المنصوص عليه في ترخيص سحب المياه ومبادئ التصريف الآمن (انظر أعلاه). يتطلب ذلك قياسًا دقيقًا لتدفق المياه عند منفذ المضخّة وعند مدخل النظام ومراقبة ذاتية منضبطة.
- **مستوى الجوار**: بما أن ضخ المياه الجوفية يخلق منخفضًا مخروطيًا الشكل في مستوى سطح المياه الجوفية المحلية (انظر أعلاه) ، فقد يتأثر سحب المياه لمستخدمي البئر الموجود في "**منطقة التأثير**" لنظام الريّ المتوقع. وبالمثل، يؤثر سحب المياه من قبل هؤلاء المستخدمين على توفّر المياه للمشروع المتوقع. لهذا ومن أجل الحفاظ على سحب المياه بشكل مستدام من مصدر المياه المحدّد، لا بد من وجود اتفاقية مستخدم (user agreement) ومراقبة ذاتية لسحب المياه.

قياس تدفق المياه لمصدر مياه باستخدام عدّاد مياه متناسب ذو تكلفة منخفضة

(المصدر: M. Eichholz/ BGR)

- **مستوى مستخدمي المياه أو المنظمة الزراعّية**: مستخدمو مياه الريّ غالبًا يتم تنظيمهم في مجموعات عمل من المستخدمين أو في منظمات تكون مسؤولة عن وضع و الحفاظ على القواعد والتشريعات الخاصة بسحب المياه والتشغيل الجماعي للبنية التحتية للريّ. تقدّم هذه المنظّمة التزامات ومتطلبات خاصة بالمراقبة يجب اتباعها، وأيضًا فرص المشاركة في المخاطر في حالة ندرة المياه.
- إن المستخدم الذي قد يتأثر (أو يؤثّرعلى) بالسحب المتوقع للمياه الجوفية يمكن تحديده من خلال تحليل اختبار الضخّ الذي تم إجراؤه في الخطوة السابقة (الفصل السابق).
- بناءً على رسم التحديد (التخطيط) المكاني، يجب إجراء تقيّيم للجوانب التالية:

1. هل توجد آليات تنسيق أو اتفاقيات مؤسساتية أخرى بين المستخدمين؟
2. هل تعكس الاتفاقية المبادئ الأساسية للإدارة المستدامة لمصادرالمياه؟ هل يمكن إدراج هذه المبادئ؟
3. هل جميع المزارع المجاورة/المستخدمين المجاورين يمارسون المراقبة الذاتية ويقيسون سحبهم للمياه واستخداماتها؟ هل مستخدمو المياه الجوفية الموجودون في مدى التأثير يتصرفون بالوسائل التقنية للتعامل مع ذلك الوضع؟ هل يتم التعامل مع بيانات المراقبة بشفافية وخلال من؟ (على سبيل المثال، الجمعية أو السلطة أو للجمهور العام)
4. هل تتضمن اتفاقيات المستخدم شرطًا لتعديل سحب المياه بشكل منتظم وواضح في فترات محدودية المياه أو في مواقف أخرى (على سبيل المثال، القيود الناجمة عن حوادث تلوث المياه، وإنشاء أماكن إضافية لسحب المياه، وما إلى ذلك) أو هل يمكن الاتفاق على ذلك؟ هل توجد آليات للتعاون في حالات الجفاف؟

توصية: العمل الجماعي بين مستخدمي المياه هو مقاربة ناجحة للغاية لمساعدة المزارعين/المنتجين المشتركين في المصدر في الوصول إلى حماية مشتركة لمصدر المياه والالتزام بمبادئ الإدارة المستدامة لمصادر المياه.

هام: قد يساهم نظام الريّ بالطاقة الشمسية في الإدارة الجيدة لشؤون المياه فقط في حالة تم تصميم نظام الريّ بشكل مستدام وتشغيله بشكل مسؤول. وهذا يشمل: تصميم النظام وكُلفته بناء على كميات المياه المسموحة وإدراج عدادات للمياه على طول عملية الإنتاج. علاوة على ذلك، يجب أن يكون العمل الجماعي للمستخدم مدعوماً بالاستشارة العلمية والتي تعمل على توعية المستخدمين بجوانب الإدارة المستدامة لمصادر المياه وتزويدهم بمعلومات عن المحاصيل الموفّرة للمياه وتكنولوجيا الريّ وطُرق زراعة المحاصيل.

النتيجة (الحصيلة)

- تقيّيم المزارعين/المستخدمين الإضافيين في منطقة التأثير؛

- تقيّيم القواعد ذات العلاقة والمؤسسات القائمة الخاصة بالمياه الجوفية، مثل اتفاقيات المستخدم وأنظمة المراقبة الذاتية؛
- تقيّيم آليات التنسيق والتعاون بين مستخدمي المياه الجوفية المجاورين؛
- توعية المزارعين / المستخدمين.

متطلبات البيانات

- مدى التأثير (ارجع الى "تحليل استخراج المياه")؛
- تفاصيل اتفاقيات المستخدم.

موضوعات هامة

- يجب إدراج الشروط الفنية لمراقبة سحب المياه واستخداماتها في تصميم النظام؛
- يجب الإعلان بشكل فعّال و مسبق عن اتفاقيات المستخدم من قبل الخدمات الاستشارية.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- المزارع والمستشار زراعي؛
- سلطات إدارة المصادر المائية واصدار التراخيص؛
- منظمة المزارعين / مجموعة مستخدمي المياه.

5. مراجعة المخاطر والتأثيرات المحتملة

من خلال المراجعة الشاملة للمخاطر والآثار المتعلقة بسحب المياه من مصادر المياه المتاحة، سيتمكن الاستشاري الزرّاعي أو ممارس عملية التطوير (المرّوج) من تحديد حدود وقيود تطوير الريّ المتصور.

تهدف الخطوات (الفصول) السابقة إلى جمع معلومات عن كميات المياه المتاحة وحقوق الاستخدام. في الكثير من البلدان، يتم عادة الاحتفاظ بالمعلومات من قبل سلطات مختلفة وغالبًا ما تكون مجزّأة أو غير كاملة. وبالتالي، من المهم أن يقوم المرّوج بتثليث (التحقّق) المعلومات من مصادر مختلفة ذات صلة. قد تكون هذه سلطات عامة وجمعيات مستخدمي المياه والمتخصصين في قطاع المياه وكذلك المؤسسات العلمية التي تتعامل مع إدارة المحلّية للمياه.

- خصوصاً عندما يتعلق الأمر بالبيانات الهيدرولوجية وتقديرات الكميات المتاحة، من المهم ملاحظة أن الظروف المستقرة داخل دورة المياه (water cycle) نادرًا ما توجد. حيث إن تقلبات المناخ وتغيّيراته وكذلك أي تطوير لمشاريع المياه في المنبع (عالية الحوض) قد تؤدي إلى تغيّر كميات المياه التي تم تنبؤها والمستخدمة في تصميم نظام الريّ. وقد يتعلق هذا بالكميات الإجمالية للتذبذات الموسمية.
- التغيّرات في توفّر المياه قد تشكّل خطرًا على إنتاجية المَزارع وبالتالي على الجدوى المالية للمشروع.
- إن حقوق المياه وتصاريح سحب المياه إلزامية لإعداد مشروع الريّ. إن عدم الامتثال للوائح المياه قد يؤدي إلى عقوبات وملاحقة قانونية وينتهي بتعليق المشروع.
- من المهم التحقّق اذا كان سحب المياه يخضع للتنظيم (التقنين) وكيف يتم ذلك بالتفصيل ضمن هذه التصاريح. علاوة على ذلك، يمكن لمنظمات المزارعين أو مجموعات مستخدمي المياه أن تقدّم معلومات عن كميات المياه المتاحة وربما الجداول الزمنية وقيود الاستخدام.
- قد يكون لهيئات الدعم أو التمويل التزامات/قيود خاصة بتطوير الريّ. إذا تم توفير الدّعم المالي - قد يتعلق ذلك بنوع اسلوب الريّ، وحجم النظام، والاستخدام الانتاجي وأيضًا الالتزام بمبادئ الاستدامة في سحب واستخدام المياه

توصية: إن مراجعة المخاطر والآثار المحتملة على مشاريع تطوير الريّ يجب أن تستند إلى معلومات رسمية وموثوقة تم جمعها في الخطوات (الفصول) السابقة. وعملية تخطيط وتصميم نظام الرّي يجب أن تستمر فقط بوجود تراخيص أو تصاريح سارية المفعول لسحب المياه.

تلخيصًا للقضايا المتعلقة بالمياه التي طُرحت في هذه الوحدة، أنه من الأهمية - بصرف النظر عن اللوائح التنظيمية العامّة - أن يكون كل مزارع يستخدم الريّ على دراية بدوره وبالمخاطر المحيطة بمصادر المياه المشتركة. أثناء عملية التخطيط للريّ بالطاقة الشمسية، يجب أن تتم معالجة مع هذه **القضايا الحرجة** والمتعلّقة بالمخاطر المحتملة وتأثيرها على المشروع:

منطقة السؤال الرئيسي	القضايا الحرجة	العواقب (النتائج) المحتملة
توافر المياه والترخيص	• عدم توفر الترخيص/التصريح	• لا يوجد أسس لتطوير النظام • تحتاج إلى تحديد موقع بديل
	• النقص (عدم كفاية) في المياه المتاحة كمّاً ونوعاً	• تحتاج إلى تعديل حجم و تصميم النظام • قيود التشغيل الموسمية **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية**
	• القيود/التحديدات على الاستخدام	• الحاجة إلى تعديل الإنتاج الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
	• ارتفاع تكاليف المياه (الاشتراكات وتقدير الاستهلاك على أساس الكمية)	• الحاجة إلى تعديل عمليات الإنتاج الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
إدارة حماية المياه	• المستخدمون الآخرون يتأثرون بسحب المياه	• تعديل سحب المياه بالتوافق مع الجدول الزمني • تحتاج إلى تعديل التشغيل والإنتاج
	• القيود/التحديدات المنصوصة في التشريعات / اللوائح التنظيمية	• تعديل سحب المياه بالتوافق مع الجدول الزمني • تحتاج إلى تعديل التشغيل والإنتاج
	وصف مبادئ التشغيل ومواصفات التصميم الفنّي	• تحتاج إلى تعديل تصميم النظام • تحتاج إلى تعديل التشغيل والإنتاج • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
	• الحاجة إلى الاستثمار في المراقبة الاضافية وإقامة تجهيزات مشتركة	• تحتاج إلى تكييف تصميم النظام • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
تخطيط مصادر (موارد) المياه	• محدودية التصريف المستدام لمصدر المياه	• الحاجة إلى إعادة تأهيل/ توسعة المصدر • تحتاج إلى تعديل تصميم النظام • قيود التشغيل الموسمية • **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية**
	• بحاجة للمشاركة مع مستخدمين آخرين	• الحاجة إلى إعادة تأهيل/ توسعة المصدر • الحاجة إلى الاتفاقيات والإدارة المشتركة • قيود التشغيل الموسمية • **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية**
	• تخطيط مصدر المياه يتم بشكل مستقل عن تصميم/تخطيط نظام الريّ	• الخطر المحتمل نتيجة الزيادة أو النقصان في أبعاد تركيب المصدر • **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية** • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
	• تخطيط مصدر المياه بدون دراسة هيدرولوجية	• الخطر المحتمل نتيجة الزيادة أو النقصان في أبعاد تركيب المصدر • **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية** • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
التصميم التقني (الفني) والتخطيط	• تصميم وتخطيط نظام الريّ يتم بشكل مستقل عن تخطيط مصدر المياه	• افتقار التعديل لتصميم النظام ليتناسب مع توافر المياه • الخطر المحتمل نتيجة الزيادة أو النقصان في أبعاد نظام الريّ

		• **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية** • الحاجة إلى تعديل الإنتاج • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
	• تصميم وتخطيط نظام الريّ يتم بدون تخطيط زرّاعي	• الخطر المحتمل نتيجة الزيادة أو النقصان في أبعاد نظام الريّ • الحاجة إلى تعديل الإنتاج • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
	• تصميم وتخطيط نظام الريّ بناء على المخطوطات الأولية للنموذج	• افتقار التعديل لتصميم النظام ليتناسب مع توافر المياه • الخطر المحتمل نتيجة الزيادة أو النقصان في أبعاد نظام الريّ • **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية** • الحاجة إلى تعديل الإنتاج • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية
	• تصميم وتخطيط نظام الريّ محدود النطاق نظراً لاشتراطات من سلطة الدعم/التمويل	• افتقار التعديل لتصميم النظام ليتناسب مع توافر المياه • الخطر المحتمل نتيجة الزيادة أو النقصان في أبعاد تركيب المصدر • **خطر الإفراط في استخدام مصادر المياه، يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية** • الحاجة إلى تعديل الإنتاج • الخطر المحتمل نتيجة الافتقار إلى المقوّمات المالية

يتمثل أحد الجوانب الرئيسية في التقييم في أنه لا يمكن مراجعة أي من مجالات الأسئلة بشكل مستقل ، لأنها مترابطة بشدة.

في نقاط مختلفة ، قد يحدد التقييم مخاطر الإفراط في استخدام مصادر المياه ، مما يؤدي إلى آثار بيئية واقتصادية سلبية. كما هو موضح في خطوات العملية السابقة ، يتعلق هذا الخطر بمجموعة واسعة من الآثار السلبية:

الآثار البيئية للاستغلال المفرط (استنزاف) للمصادر المائية

- نزح المياه / تجفيف المواطن الحيوّية وموت الغطاء النباتي؛
- تدهّور التربة؛
- انخفاض مناسيب/تدفق المياه في المياه السطحية؛
- تلوث وتملّح المصادر المائية.

الآثار الاقتصادية للإفراط في استخدام المصادر (الموارد) المائية

- زيادة تكلفة الضخّ بسبب الاستغلال بشكل عميق (الحاجة إلى طاقة أعلى و مضخات أكبر)؛
- زيادة التكلفة بسبب متطلبات معالجة المياه الملوّثة/المالحة؛
- القيود على الري بسبب دورة التجفيف/ انخفاض التدفق من مصادر المياه.

الآثار الاجتماعية للإفراط في استخدام المصادر المائية

- تنازع المستخدمين بسبب التناقص (انخفاض) توافر المياه؛
- التميّيز/ التهّميش للمستخدمين ذوي الموارد المالية المحدودة بسبب جفاف الآبار المفتوحة/الضحّلة (وعدم القدرة على الاستثمار في عمل المزيد لاستغلال المياه)؛

- تعرّض إمدادات مياه الشرب للخطر بسبب التنافس بين الريّ و تزويد المياه للبشر.

النتيجة (الحصيلة)

- تحليل عام لمخاطر وتأثيرات مشروع الـ SPIS؛
- تحديد المخاطر المحتملة والتي تهدّد نجاح مشروع الـ SPIS؛
- التحقق إذا تم النظر في العوامل المترابطة و المعتمدة على بعضها.

متطلبات البيانات

- معلومات عن توافر المياه ولوائح وتشريعات سحب المياه؛
- معلومات عن إدارة المياه و إطار/منظمات الحوكمة؛
- طريقة التثليث (باستخدام مصادر معلومات مختلفة) مطلوبة للحصول على نظرة واقعية وشمولية؛
- يجب دمج أنظمة الريّ في السياق الهيدرولوجي والاجتماعي والاقتصادي للمنطقة. بحيث يجب تجنب المخططات الأولية للأنظمة.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- المزارع والاستشاري الزراعي؛
- معلومات عن اشتراطات/التزامات خاصة بتصميم النظام من قبل هيئات الدّعم/التمويل؛
- بيانات عن خصائص مصادر المياه و سعتها (قدرتها)؛
- بيانات عن المتطلبات المائية لمكونات نظام الريّ.

موضوعات هامة

- لا يمكن إن يتم تطوير أي نظام ريّ بدون وجود ترخيص قانوني لسحب المياه/حقوق المياه؛
- تعتبر حصص سحب المياه ملّزمة وهي تشّكل الحد الأقصى للمياه المتاحة لتلبية الطلب في وقت الذروة؛
- التنسيق بين أصحاب المصلحة في التصميم والتخطيط ليس بالأمر المؤكّد، ولكن يجب العمل على تشجيعه و ترويجه بشكل واسع؛
- سلطات إدارة المصادر المائية واصدار التراخيص؛
- مقدمي الخدمات الهيدرولوجية؛
- منظمة المزارعين / مجموعة مستخدمي المياه؛
- مقاول حفر الآبار؛
- الشركة المصنّعة ومزودي التكنولوجيا؛
- هيئة الدعم / التمويل.

6. تعديل التخطيط والتشغيل

تعتمد الخطوة (الفصل) النهائية لهذه الوحدة على نتائج الخطوات السابقة من 2 إلى 5 والتي تم فيها تقيّيم العناصر المهمّة ذات العلاقة بالاستخدام المستدام لمصادر المياه المخصّصة لنظام الريّ. لا ينبغي إهمال أيٍّ من هذه الخطوات لأن من المهم جدًا إجراء التحليل الأساسي بالتوازي مع منطق تسلسل هذه الخطوات قبل أن يتم تصميم وتخطيط نظام الـ SPIS المتوقع بشكل نهائي.

إن نتائج الخطوات (الفصول) من 2 إلى 5 تنتهي بشكل شبه أكيد إلى تحديدات وقيود فيما يتعلق بتصميم وكُلفة جميع مكونات النظام بالاضافة لخيارات الإنتاج الزراعي. نظرًا لأن مصادر المياه محدودة ومقيّدة بشكل متزايد، يجب أن تسود دائمًا معايير الاستدامة بخصوص استغلال المصادر المائية.

وبالتالي فإن العنصر المحدّد لتطوير نظام الريّ هو توفّر المياه بشكل مستدام - **يتم تصميم و تخطيط النظام والإنتاج وفقًا للتصريف الآمن (السحب الآمن) لمصدر المياه المستهدف!**

إن الاحتياج الهام للتكيّف والتعديل في الأنظمة التي تم تصميمها سابقا أو في المخططات الأولية للنماذج بناءً على المبدأ أعلاه قد يظهر بسبب مما يلي:

- **عدم وجود رخصة لسحب للمياه او عدم كفاية المياه المرخصّة للسحب**: في أسوأ الأحوال، لن يكون تطوير الريّ ممكنًا بسبب عدم توفر حقوق لسحب المياه أو وجود حصص سحب للمياه قليلة جدًا بحيث لا تسمح بإنتاج مُجدي اقتصادياً. في كثير من الأحيان، تتطلب التحديدات والشروط المنصوصة في تراخيص السحب إلى تخفيض حجم تصميم النظام (بسبب محدودية توافر المياه) أو للتكيّف مع تناوب المحاصيل الدورية (بسبب محدودية توافر المياه ، والقيود على المحاصيل التي يمكن زراعتها موسمياً، وتقيّيد استخدام المدخلات الزراعية بسبب حماية التربة والمياه). وهذا قد يؤثر أيضًا على إدارة وتشغيل النظام.
- **قلة توافر المياه والتغيرات الموسمية**: إن تقيّيم التصريف الآمن (السحب الآمن) لمصدر المياه قد يؤدي إلى الحدّ من خيارات الريّ والإنتاج - غالبًا تكون هناك قيود موسمية (على سبيل المثال خلال مواسم الجفاف). من المهم أن تضع في الاعتبار أن التصريف (المستدام) الآمن لمصادر المياه قد يكون أقل من الحصة المحدّدة في ترخيص السحب.
- **الطلبات المتداخلة على مصدر المياه المشترك**: قد ينتج عن تحليل تأثيرات الجوار في منطقة التأثير لمشروع الريّ مزيد من القيود وبالتالي الحاجة إلى التكيّف / اضافة التعديلات على تصميم/تكلفة النظام والإنتاج والتشغيل. مصالح وحقوق جميع المزارعين/المستخدمين المتأثرين يجب أن تؤخذ في الاعتبار ويجب التوافق معها. يمكن أن يتم ذلك من خلال اتفاقيات المستخدم الثنائية بين المزارعين المتجاورين أو تحت مظلة جمعيات مستخدمي المياه و التي تنتهي بقيود على المحاصيل الموسمية القابلة للزراعة، وتوزيع المياه بالتناوب، وتقليل معدّلات تدفق المياه).
- **متطلبات تصميم من مؤسسة التمويل**: هناك مسألة معيّنة وهي شروط وقيود التمويل/الدعم من المنظمات. غالبًا ما ترتبط هذه الشروط باستخدام تكنولوجيا معيّنة (مثل الريّ على نطاق صغير لتوفير المياه) أو زراعة محاصيل معيّنة (على سبيل المثال ، يجب أن تكون نسبة مئوية من تناوب المحاصيل الدورية عبارة عن بذور زيتية أو من محاصيل أخرى) وقد تحدّ هذه الشروط أيضًا من خيارات تصميم النظام و قدرة الإنتاج على الاستمرار.

توصية: يجب تصميم أي نظام ريّ و وضعه بناءً على تخطيط شامل من البداية يستند على التحليل الدقيق للشروط الخاصة بالإطار ومعايير التصميم كما هو موضح بمزيد من التفصيل في وحدة التصميم.

إن التغييرات في توفّر المياه قد تحدث أيضًا عندما يتم تركيب نظام الريّ وفقًا للتراخيص الممنوحة. نظرًا للزيادة العالمية في تقلبات المناخ، يوصى بتصميم مرن لنظام ريّ يتسم بسرعة الاستجابة تجاه ندرة المياه.

هناك خطوات تجاه الريّ المقاوم للجفاف قد تشمل على سبيل المثال باختيار المحاصيل ذات الطلب المنخفض على المياه وكفاءة استخدام المياه العالية وآليات التكيّف مثل التخزين الانتقالي للمياه أو التأمينات. في هذا السياق ، إن دور العمل الجماعي وتقاسم المخاطر بين مستخدمي المياه يجب أن يؤخذ في الاعتبار.

هام: قد يؤدي تجاهل تعدّد الشروط المحدودة والقيود الخاصة بإطار العمل إلى زيادة أو نقصان في أبعاد قدرة النظام وإلى التشغيل الغير مستدام. بقدر ما يتعلق الأمر بنظام ذو السعة الزائدة، فإن سحب المياه بما ما يزيد عن التصريف الآمن (السحب الآمن) سيؤثر سلبًا على البيئة وقد يؤدي إلى انتهاك ترخيص /تصريح المياه المخصّصة .

إن السحب الضئيل للمياه قد يؤدي إلى انخفاض معدّل استخدام النظام، أو نقص كمية الرّي، وبالتالي يكون له تأثير على الجدوى المالية. الاستدامة من الناحيتين البيئية والمالية لا يمكن تحقيقها إلا إذا توافق كل من توفّر المياه وتصميم/تكلفة النظام وإنتاج المحاصيل وإدارة الريّ وتشغيله بدءاً من مرحلة التصميم.

في حالة ما يعبر عن الإدارة المرنة، من المهم إعادة تقيّيم الظروف الخاصة بإطار العمل على فترات منتظمة حيث من الممكن أن تتغير بعض العوامل، مثل التقيّيد الموسمي لمحاصيل معيّنة (كثيفة استهلاك للمياه) أو الاختلاف في أنماط التوزيع/كميات المياه. قد تتطلب هذه التغيّيرات تعديلات في تشغيل النظام وتخطيط الإنتاج بعد إن يتم إنشاء نظام الريّ.

النتيجة (الحصيلة)

- التكيّف (التأقلم)/التعديل على تصميم/ تكلفة النظام الموجّه نحو الإدارة المرنة؛

- التكيّف (التأقلم)/التعديل على تشغيل النظام مع التركيز على الكفاءة؛
- التكيّف (التأقلم)/التعديل على الانتاج.

متطلبات البيانات

- نتائج الخطوات في فصول 2 - 5

موضوعات هامة

- إن عدم التكيّف (التأقلم)/التعديل على تصميم النظام أو تشغيله أو إنتاجه يؤدي إلى تأثيرات بيئية ومالية ضارّة؛
- لا يتوقف التكيّف (التأقلم)/التعديل بعد إنشاء الـ SPIS بل هو عملية تكرارية.

الأشخاص / الجهات المعنية (أصحاب المصلحة)

- المزارع والمستشار زراعي؛
- سلطات إدارة المصادر المائية واصدار التراخيص؛
- منظمة المزارعين / مجموعة مستخدمي المياه؛
- مزوّدي التكنولوجيا و الخدمات.

FURTHER READING, LINKS AND TOOLS

Further Reading

Cech, T. V. (2010): Principles of Water Resources: History, Development, Management, and Policy. USA: John Wily & Sons.

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

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2010): Sustainable Management of Water Resources in Agriculture. Retrieved from http://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/sustainablemanagementofwaterresourcesinagriculture.htm

Ponce, V.M. (2006): Groundwater Utilization and Sustainability. Retrieved from http://groundwater.sdsu.edu/

Shah, T. (2014): Groundwater Governance and Irrigated Agriculture. In: *Tec Background Series* 19. Stockholm, Sweden: Elanders. Retrieved from http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/gwp_tec_19_web.pdf

Tuinhof, A., Van Steenbergen, F., Vos, P. & Tolk, L. (2012): Profit from Storage. The costs and benefits of water buffering. Wageningen, the Netherlands. Retrieved from https://www.un-igrac.org/file/767/download?token=wMZRuxFp

Websites

Ground Water Governance. A global Framework for Action. Retrieved from http://www.groundwatergovernance.org/home/en/

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffen (BGR): Trainings manual - Integration of Groundwater Management into Transboundary Organizations in Africa. Retrieved from https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Zusammenarbeit/TechnZusammenarbeit/Politikberatung_GW/Produkte/Trainings_Manual.html

Duffield, G. M.: Aquifer Testing 101. Pumping Test. AQTESOLV. Retrieved fromhttp://www.aqtesolv.com/pumping-tests/pump-tests.htm

Illinois Environmental Protection Agency: Groundwater Quality Protection Program. Retrieved from http://www.epa.illinois.gov/topics/water-quality/groundwater/

SPIS Tools

- **SAFEGUARD WATER – Water Requirement Tool**: calculator to determine monthly water of different crops and livestock
- **SAFEGUARD WATER – SPIS Water Resource Management Checklist**: includes guidelines for regular inspection for the sustainable and legitimate abstraction of water
- **IRRIGATE – Soil Tool**: calculator to determine irrigation interval according to geographic location, precipitation, crop type and soil type

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/m^2].
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].