Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2015/Module.I
3 November 2015
ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

ACCWaM Adaptation to Climate Change in the Water Sector in the MENA Region

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

التكيُّف مع تغيّر المناخ في مجالات الزراعة والحراجة ومصائد الأسماك عبر تطبيق أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية

إعداد المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، دمشق، سوريا
بالتعاون مع الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، ألمانيا

الأمم المتحدة
بيروت، 2015

15-00445

مسودة للمناقشة (2016-2-11)

المحتويات

الصفحة

الفصل

أولاً- مقدمة 1

1- لمحة عامة 1
2- أهداف التدريب ومنهجيته 2
3- الجهات المعنية المستهدفة 2

ثانياً- تحديد أطر المشاكل 3

1- المشاكل الناجمة بشكل أساسي عن الموارد الطبيعية 3
2- المشاكل الناجمة عن القضايا الاجتماعية والاقتصادية 3
3- المشاكل المرتبطة بالحوكمة والتشريع والإدارة 4
4- مشاكل القطاعات الفرعية للزراعة 5

ثالثاً- آثار تغيّر المناخ وتقييم قابلية التأثر في القطاع استناداً إلى مخرجات المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية 8

1- آثار تغيّر المناخ على القطاع 8
2- تقييم قابلية التأثر 11
3- مؤشرات المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية ومخرجاتها التي يستفاد منها في تحديد إجراءات التكيُّف 14
4- معلومات أخرى متوفرة حول العلاقة بين المياه والمناخ 15

رابعاً- تحديد إجراءات وخيارات التكيُّف (أدوات الإدارة المكتاملة للموارد المائية) في القطاع .. 15

1- ربط التكيُّف مع تغيّر المناخ بالإدارة المتكاملة للموارد المائية 16
2- أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية الواجب تطبيقها من أجل التكيُّف مع تغيّر المناخ 19
3- الأدوات الحديثة للإدارة المتكاملة للموارد المائية 23
4- تدابير الاستجابة: الموارد المائية 29
5- تدابير الاستجابة: تخزين المياه والجوانب المرتبطة بالنوعية 32

المحتويات (تابع)

الصفحة

6- تدابير الاستجابة: تجميع المياه 38
7- تدابير الاستجابة: الزراعات البعلية 41
8- تدابير الاستجابة: الزراعات المروية 50
9- تدابير الاستجابة: الحراجة والزراعة الحراجية 53
10- إدارة الماشية 58
11- إدارة المراعي وإنتاج العلف 60
12- مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية 64
13- التدقيق في تدابير التكيُّف 68

خامساً- مصفوفة تطبيق تدابير التكيُّف 69

1- الجهات المعنية ودورها في إدارة المياه 69
2- تعزيز القدرة على التكيُّف 71

سادساً- مجالات العمل: مقترحات للمتابعة 72

1- على مستوى السياسات الوطنية 72
2- على مستوى السياسات الإقليمية 73

أولاً- مقدمة

1- لمحة عامة

تُعتبر المنطقة العربية من أكثر المناطق التي تعاني من ندرة المياه في العالم، مع ما يرافق ذلك من تنامٍ في عدد السكان وانتشار كبير للزراعات المعرضة للتأثر بتغيّر المناخ. وقد شهدت العقود الأخيرة تغيّرات اقتصادية، وسكانية واجتماعية جمة، وسيستمر الوضع على هذا الحال خلال العقود القادمة. ومن بين هذه التغيّرات الهجرة من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية، والتحول من الأنشطة الزراعية التقليدية إلى قطاع الصناعات التحويلية والخدمات، فضلاً عن التغيّرات في نمط الحياة. وتجدر الإشارة إلى التفاوتات الكبيرة القائمة بين منطقة وأخرى في العالم العربي الذي هو بطبيعته شديد التأثر بتغيّر المناخ. ومن شأن هذه الظاهرة أن تفرض ضغوطات إضافية على النظم البيئية، والاقتصادية والاجتماعية في المنطقة التي تعاني أساساً من ضغوطات مماثلة. وستتفاقم في المستقبل مشاكل تدهور الأراضي، والتصحر وفقدان التنوع الحيوي، وتراجع الأمن الغذائي والمائي في المنطقة، مثلاً انتقال الأحزمة البيئية من الجنوب إلى الشمال مع تغيّر في استخدامات الأراضي.

تغيّر المناخ واقع لا مفر منه، وستتأثر به المنطقة العربية أكثر من أي منطقة أخرى حول العالم. ولدى مقاربة مسألة تغيّر المناخ، ينبغي التمييز ما بين "التقييم" أي تسجيل الآثار، و"التكيُّف" و"التخفيف". فالتكيُّف عبارة عن عملية يسعى من خلالها الأفراد، والمجتمعات والبلدان إلى التعامل مع تداعيات تغيّر المناخ (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ 2014، الشبكة العالمية لبناء القدرات في مجال الإدارة المتكاملة للموارد المائية Cap-Net، 2009). ويتوجب أن تترافق عملية التكيُّف مع بذل الجهود اللازمة للتخفيف من آثار تغيّر المناخ مثل الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة باعتبارها خيارات تكميلية. التكيُّف وحده ليس بالحل الكافي للمشكلة إذ إن للتكيف حدود، لا سيما في الحالات التي يتم فيها تخطي مستويات إنذار معينة.

الإدارة المتكاملة للموارد المائية هي عملية تعزز إدارة موارد الأراضي والمياه وغيرها من الموارد الطبيعية ضمن نهج منسق يهدف إلى رفع الرفاه الاقتصادي والاجتماعي إلى حده الأقصى بطريقة منصفة ومن دون التفريط باستدامة النظم البيئية الحيوية (الشراكة العالمية للمياه 2009). بالتالي، تشكل الإدارة المتكاملة للموارد المائية أداة تخطيط وتطبيق شاملة وتشاركية من أجل إدارة الموارد المائية وتنميتها على نحو يضمن التوازن بين الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية، ويحرص على حماية النظم البيئية للأجيال المستقبلية. وتستوجب الاستخدامات المتعددة للمياه في الزراعة والنظم البيئية الصحية، وعلى صعيد الأفراد وسبل العيش، العمل بطريقة منسقة. وعليه، إن المقاربة المرتبطة بالإدارة المتكاملة للموارد المائية عابرة للقطاعات وتسعى لتكون عملية مفتوحة ومرنة تجمع ما بين الجهات المعنية كافة من أجل وضع السياسات اللازمة واتخاذ القرارات السليمة والمتوازنة لمواجهة التحديات الخاصة بالمياه. من هنا، تبرز الإدارة المتكاملة للموارد المائية كعملية جوهرية يتعين اعتمادها في قطاع المياه في المنطقة العربية لناحية الإجراءات والتدابير المرتبطة بالمياه، وذلك من أجل بلوغ أهداف التكيُّف مع تغيّر المناخ في نهاية المطاف.

التنمية الزراعية ومشاكل الأمن الغذائي، في أبعادها السياسية، والاقتصادية والاجتماعية، هي من القضايا الأبرز التي تستحوذ على اهتمام كبير في المنطقة العربية. في الواقع، إن مشكلة توفر المياه للاستخدامات الزراعية تزداد صعوبة في العديد من بلدان المنطقة، لا سيما في ظل تنامي الطلب على المياه للاستخدامات غير الزراعية، ما يقلص من نسبة المياه المتوفرة لغايات الري (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2007). أما الزراعة البعلية، وتربية الحيوانات الداجنة، والحراجة ومصائد الأسماك فلا تحظى سوى باهتمام محدود في معظم البلدان العربية مقارنة مع الزراعة المروية.

لقد أصبح لدى الحكومات في عدد أكبر من البلدان العربية وعياً متزايداً بشأن الترابط الوثيق بين التكيُّف مع تغيّر المناخ، وإدارة الموارد المائية، والإنتاج الزراعي والتنمية المستدامة، وقد بدأت بإعداد الاستجابات اللازمة لهذا التحدي الجديد.

إن تنمية القدرات حاجة ملحة على المستويين المؤسسي والسياسي كونها تعزز مناعة المجتمعات والمجتمع المدني. وينبغي إعطاء الأولوية القصوى لصانعي القرار من أجل تحسين قدرتهم على اتخاذ قرارات مبنية على أسس علمية فيما يتعلق بالتكيُّف مع تغيّر المناخ و/أو التخفيف من آثاره، وذلك اليوم قبل الغد من أجل تجنب الوقوع في مشاكل أكبر في المستقبل. وتشتمل الركيزة الثالثة من ركائز المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية، والمعنونة "بناء القدرات وتعزيز المؤسسات" على تقوية المؤسسات وبناء القدرات في مجال إدارة المعرفة، ووضع النماذج، وتحليل الآثار، وتقييم قابلية التأثر، مع التركيز على العمل من خلال الشبكات القائمة الخاصة بتغيّر المناخ من أجل تعزيز القدرات على هذا الصعيد. سيتم تطبيق هذه الركيزة من خلال (1) تحسين القدرات والتشبيك ما بين المؤسسات من أجل مراقبة تغيّر المناخ والموارد المائية والتكيُّف مع ذلك. (2) تقديم المساعدة إلى البلدان من خلال برنامج الأمم المتحدة للبيئة/المكتب الإقليمي لغرب آسيا على صعيد التبادلات الوطنية في مجال تغيّر المناخ (بحسب الموقع الإلكتروني الخاص بالمبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية www.escwa.un.org/RICCAR).

2- أهداف التدريب ومنهجيته

فيما يتعلق بقطاع الزراعة، يتمثل الهدف من البرنامج في إذكاء وعي المسؤولين الحكوميين وأصحاب المصلحة الإقليميين بآثار تغيّر المناخ على الموارد المائية فيما يخص إنتاج المحاصيل الزراعية البعلية والمروية، وإدارة المراعي وإنتاج الماشية، وإدارة الغابات ومصائد الأسماك الداخلية.

والهدف من التدريب تعزيز قدرات الحكومات العربية على تضمين أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية في الاستراتيجيات، والسياسات، والخطط والبرامج المعنية بإدارة المياه لتكون مستعدة على نحو أفضل للظروف المناخية المستقبلية، لا سيما فيما يتعلق بإنتاج المواد الغذائية، والمواد الأولية الزراعية للصناعات (مثلاً صناعة المنسوجات) والمنتجات المخصصة للتصدير.

سيتم عرض المواد التدريبية ومناقشتها ضمن ورشة عمل تدريبية، على أن توضع اللمسات الأخيرة عليها مع الأخذ بعين الاعتبار التعليقات والتغذية الراجعة الصادرة عن الشركاء والمشاركين في ورشة العمل. ومن المفترض أن تتضمن المواد التدريبية وقائع أساسية كتلك المتعلقة بحفظ المياه واستخدامها في الزراعة، فضلاً عن أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية، وغيرها من الأدوات الحديثة الضرورية للتكيُّف مع الطلب المستقبلي على المياه، وإرشادات تنير صانعي القرار حول كيفية سد الثغرة المتعلقة بـ "الطلب غير المحقق". ويجب أيضاً إدراج دراسات الحالات ("الممارسات الفضلى" أو "الأفكار المبتكرة") من أجل الاستفادة من التجارب المكتسبة من البرامج والمنفذة على أرض الواقع.

3- الجهات المعنية المستهدفة

بشكل عام، ستتم دعوة المسؤولين الحكوميين في الوزارات المعنية وأعضاء شبكة AWARENET للمشاركة في ورش العمل ووحدات التدريب. في البداية، ستتم مخاطبة وزراء الزراعة في البلدان العربية ليقوموا بإرسال مسؤولين من قطاعات الزراعة، والحراجة ومصائد الأسماك، على أن تتم أيضاً دعوة الوزارات المعنية بالمياه بشكل عام (مثلاً مياه الري، والخطط الخاصة بخزانات المياه) وبالتخطيط المكاني.

ثانياً- تحديد أطر المشاكل

تواجه الزراعة، والحراجة ومصائد الأسماك في المنطقة العربية العديد من المشاكل الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية حتى ولو لم تؤخذ بعين الاعتبار آثار تغيّر المناخ التي تختلف حدتها بين بلد وآخر (مثلاً شمال أفريقيا وبلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية) وداخل البلد الواحد، بين أودية الأنهار والأراضي الجافة النائية مثلاً.

1- المشاكل الناجمة بشكل أساسي عن الموارد الطبيعية

الموارد المائية المحدودة: تُعتبر ندرة المياه العامل الأساسي الذي يحد من التنمية الزراعية في المنطقة العربية ككل. فبغض النظر عن تغيّر المناخ، فإن الوضع الحرج أصلاً لندرة المياه في العالم العربي سيتفاقم أكثر فأكثر خلال هذا القرن، لا سيما على صعيد قطاع الزراعة. ومن المسببات الرئيسية لذلك، النمو السكاني، والأنشطة الاقتصادية ونمط الحياة غير الملائم (أقله في بعض البلدان). إن المنافسة بين القطاعات الاقتصادية (الاستخدامات المنزلية، والصناعية، والزراعية، إلخ.) آخذة في التزايد وستتراجع على الأرجح كمية المياه المتوفرة في المستقبل لأسباب بيئية. وما يزيد مشكلة ندرة المياه تعقيداً التلوث الذي يحد من قابلية استخدام المياه، ناهيك عن أوجه القصور في إدارة المياه والتركيز على تطوير موارد جديدة عوضاً عن إدارة تلك القائمة على نحو أفضل، ما يفاقم أزمة المياه المادية أكثر فأكثر (الشبكة العالمية لبناء القدرات في مجال الإدارة المتكاملة للموارد المائية Cap-Net, 2005a).

تراجع موارد الأراضي: تشكل الأراضي العامل المقوض الثاني الذي يقف في وجه التنمية الزراعية المستدامة في المنطقة العربية. فـ 35 بالمائة فقط من الأراضي في المنطقة العربية تُعتبر صالحة للإنتاج الزراعي، وهذه النسبة آخذة في التراجع جراء توسع المناطق والمستوطنات الحضرية من جهة، والتصحر وغيره من أشكال تدهور الأراضي من جهة أخرى، مثل انجراف التربة بسبب المياه (الفياضانات).

وتفيد التقديرات بأن مساحة الأراضي التي تعاني من التصحر في المنطقة العربية تتخطى 10 ملايين كيلومتر مربع (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2007).

تقلبات المناخ: فترات الجفاف، والفياضانات، والعواصف الرملية، إلخ كلها تركت أثراً على القطاعات "الخضراء" كافة في المنطقة العربية، لا سيما خلال السنوات التي سجلت فيها هذه الكوارث معدلات قياسية.

2- المشاكل الناجمة عن القضايا الاجتماعية والاقتصادية

السكان: ارتفع عدد السكان في المنطقة العربية ثلاثة أضعاف تقريباً بين عاميْ 1970 و2010 إذ ازداد من 128 إلى 359 مليون شخص. وبحسب توقعات الأمم المتحدة، سيبلغ عدد السكان في المنطقة العربية بحلول عام 2050 600 مليون شخص، وهي زيادة تُقدر بالثلثيْن، أي حوالى 240 مليون شخص إضافي مقارنةً مع عام 2010 (Mirkin 2010). وتجدر الإشارة إلى أن معدل الخصوبة الإجمالي تراجع من 6.8 أولاد لكل امرأة بين عاميْ 1970-1975 إلى 3.6 أولاد للمرأة الواحدة في الفترة من 2005 إلى 2010، ومن المتوقع أن يهبط إلى 2.1 بحلول فترة 2045-2050. وفي حين أن بعض البلدان قد بلغت مستوى التعويض أو شارفت على بلوغه، لا تزال معدلات الخصوبة مرتفعة في بلدان أخرى (إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية في الأمم المتحدة 2015).

التحضر: المنطقة العربية هي من أكثر المناطق التي تشهد توسعاً حضرياً حول العالم. فبين عاميْ 1970 و2010، بلغت نسبة النمو الحضري فيها 400 بالمائة؛ ومن المتوقع أن تسجل السنوات الأربعون المقبلة نمواً بنسبة 200 بالمائة: ففي حين كان حوالى 56 بالمائة من العدد الإجمالي للسكان يقيمون في المدن في عام 2010، من المتوقع أن ترتفع هذه النسبة إلى 68 بالمائة بحلول عام 2050. وستبقى القاهرة المدينة الأكبر في المنطقة العربية إذ سيصل عدد سكانها إلى 16 مليون نسمة في عام 2050. وهذا التحضر ناجم عن عوامل عدة مثل التنمية الاقتصادية، والهجرة إلى البلدان الغنية بالنفط، وموجات الجفاف والنزاعات، مع الإشارة إلى أن حجم هذا التحضر يختلف بين منطقة فرعية وأخرى (إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية في الأمم المتحدة 2014). وبما أن الطلب على المياه من قِبل سكان المدن أعلى بشكل عام من ذاك في المناطق الريفية، ارتفع الطلب الإجمالي على المياه.

3- المشاكل المرتبطة بالحوكمة والتشريع والإدارة

تبرز العديد من المشاكل المرتبطة بالحوكمة، والتشريع والإدارة والتي يتوجب على المزارعين والرعاة في البلدان العربية التعامل معها.

الحوكمة

بحسب برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تشتمل الركائز الأساسية للحوكمة الرشيدة على الإنصاف، والشفافية، والمساءلة، والاستدامة البيئية والاقتصادية، ومشاركة الجهات المعنية وتمكينها، والاستجابة للاحتياجات التنموية الاقتصادية والاجتماعية (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2013). إلا أن الواقع لا يتلاقى مع هذا الطرح: فعوامل عدة تعيق التقدم على صعيد حوكمة المياه، بما فيها عدم وضوح المسؤوليات والتداخل فيما بينها، وعدم فعالية المؤسسات، وعدم كفاية التمويل، ومركزية صنع القرار، ومحدودية الوعي العام، وعدم فعالية القوانين وطرائق إنفاذها (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2013، ص 1). وفيما يلي بعض المشاكل الملحة المرتبطة بالزراعة، والحراجة ومصائد الأسماك:

- ضعف التزام الحكومات بدعم المناطق الريفية في معظم الأحيان؛
- التعاون غير المرضي بين الوزارات وغيرها من الأجهزة الحكومية التي تُعنى بالزراعة، والحراجة، وموارد المياه والبيئة؛
- تجزئة المسؤوليات في قطاعات الزراعة، والحراجة والمياه بين وزارات عدة والأجهزة التابعة لها؛
- النقص في التمويل اللازم لدعم الأبحاث التطبيقية الملائمة لحل مشاكل المزارعين، والرعاة وصيادي الأسماك؛
- ضرورة أن تتخذ الحكومات الإجراءات اللازمة لتطبيق الخرائط المتعلقة بقدرة الأراضي وملاءمتها من أجل الحفاظ على الأراضي الزراعية والأحراج والمواقع الطبيعية بهدف ضمان بيئة صحية، والحفاظ على الموائل الطبيعية، والتنوع الحيوي والسياحة البيئية (منظمة الأغذية والزراعة 2012)؛
- الحاجة إلى توفر خطط مرجعية وطنية لإدارة الموارد المائية واستخدام الأراضي (في حال لم تكن متوفرة بعد) وإقامة جهاز مركزي يتولى التخطيط للأنشطة ذات الصلة، وتنسيقها والإشراف عليها.

التشريع

- عدم توفر الإطار القانوني المرتبط بالسياسات الذي يدعم قرارات الحكومة ويجعلها قابلة للتطبيق على أرض الواقع؛
- غياب التشريعات والقوانين كتلك المتعلقة بإيجار الأراضي، وتفتت الملكية، ونقل الإرث وضم الأراضي؛
- الحاجة إلى تسريع البت في القضايا والنزاعات القانونية حول ملكية المياه والأراضي؛
- غياب القوانين والأنظمة المتعلقة بالسجلات العقارية للمناطق الريفية، وهي من أبرز المشاكل التي تعترض حيازة الأراضي، وإدارتها واستثمارها زراعياً.

الإدارة

- تدني كبير في مستويات التعليم والتدريب لدى المزارعين والرعاة في معظم الأحيان؛
- النقص في التمويل اللازم لتحديث الزراعة وتجميع مياه الأمطار؛
- غياب الدعم اللازم لدعم وتعزيز فعالية خدمات الإرشاد الزراعي؛
- الحاجة إلى التخطيط من أجل استخدام الأراضي على نحو أفضل وتطبيق هذه الخطط من أجل تنظيم التوسع الحضري وحماية موارد المياه الجوفية؛
- غياب المحفزات المالية المقدمة للمزارعين، والشركات وسكان المدن من أجل تحسين كفاءة المياه وتطبيق تقنيات حفظ المياه.

4- مشاكل القطاعات الفرعية للزراعة

الزراعة البعلية

- تتأثر الزراعات البعلية بتقلبات نسق سقوط الأمطار، وتُعتبر نوبات الجفاف المتكررة سبباً أساسياً لتدني المحاصيل؛
- إن زيادة المخاطر المرتبطة بالإنتاج تحدد استراتيجية المزارعين لتجنب المخاطر من خلال عدم الاستثمار بشكل كبير في التخصيب والبذور المحسنة العالية الكلفة. وغالباً ما ينجم عن ذلك استنزاف لمغذيات التربة (مقرون عادةً بتدهور التربة) وتدني المحاصيل. فالنقص في تسميد الأراضي يحد من القدرة على حفظ المياه وقدرة النباتات على امتصاص المياه، حيث أنه يخلف أثراً كبيراً على الإنتاجية الزراعية؛
- في معظم البلدان العربية (باستثناء اليمن)، نادراً ما يلجأ المزارعون إلى إقامة المصاطب واتخاذ تدابير أخرى مرتبطة بحفظ التربة، ما يؤدي في معظم الأحيان إلى تدهور التربة وبالتالي وقوع خسائر في الإنتاجية؛
- تستند الزراعة البعلية على عدد محدود من المحاصيل والأصناف الزراعية التقليدية في معظم الأحيان؛

- الأصناف الملائمة والمتطورة متوفرة في العديد من المواقع إلا أن النقص في المعلومات (مشكلة في خدمات الإرشاد الزراعي)، وتفادي المخاطر، والنقص في التمويل هي كلها عوامل تعيق استخدامها؛
- الري التكميلي قد يكون مفيداً، إلا أن معظم المزارعين نادراً ما يدعمون الاستثمارات. ومن الأسباب الأخرى، التراجع المستمر في منسوب المياه الجوفية، ما يؤدي إلى زيادة في كلفة الضخ؛
- تتوفر لتقنيات جمع المياه في الزراعة إمكانات كبيرة، لكن المشورة غائبة في معظم الأحيان؛
- تفتت الملكية جراء قوانين الإرث هي من المشاكل الخطرة الأخرى التي تعترض كسب المعيشة من النشاط الزراعي، ما يؤدي إلى النزوح خارج المناطق الريفية؛
- إن تدني الغلة في الزراعات البعلية يحول دون تحقيق أي تحسن على صعيد الاكتفاء الغذائي الذاتي في معظم البلدان العربية وهو من الأسباب الكامنة وراء الارتفاع المستمر في واردات المواد الغذائية.

الزراعة المروية

- منسوب المياه الجوفية آخذ في التراجع، ما يعيق عملية الضخ ويزيد من كلفة الإنتاج؛
- إن النمو الذي تشهده المدن يزيد من الطلب على المياه للإيفاء باحتياجات المناطق الحضرية من المياه، وذلك على حساب الموارد المائية المخصصة للزراعات المروية؛
- في ظل النقص في المياه المتجددة، بات من الضروري استخدام كمية أكبر من المياه الجوفية القديمة، والمياه المستعملة والمياه العادمة. إلا أن الجودة المتدنية عادةً لمصادر المياه قد تؤدي إلى مشاكل على صعيد الإنتاج الزراعي؛
- يؤدي تملح الأراضي إلى انخفاض كمية المحاصيل، وقد يترك أثراً فتاكاً على النباتات. ويعود التملح في البلدان العربية إلى أسباب مختلفة للغاية يتوجب التعامل معها بشكل ملائم:
    - استخدام المياه العادمة (المالحة) للري من دون غسل التربة؛
    - الري (حتى باستخدام نوعية جيدة) من دون التصريف بشكل كافٍ؛
    - توسيع مساحات الري في الواحات في ظل غياب العدد الكافي من برك المياه المالحة؛
- الإفراط في الري (مثلاً في الواحات من خلال ضخ المياه الجوفية القديمة) يؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية ليلامس السطح (الشكل 1)؛
- إن طريقة الري المعتمدة غالباً ما تحددها الأموال المتوفرة وليس احتياجات المحاصيل أو ندرة المياه. ونادراً ما يتم استغلال القدرة الكاملة لطريقة الري؛
- إن كفاءة استخدام المياه متدنية في معظم الأحيان جراء الإدارة غير الملائمة. وغالباً ما يتم تجاهل مبدأ "المزيد من المحاصيل لكل قطرة مياه"؛
- تكون الخسائر في نقل المياه وتوزيعها كبيرة في أغلب الحالات؛
- حتى في البلدان العربية القاحلة، تتم زراعة المحاصيل التي تحتاج إلى كمية كبيرة من المياه بسبب ارتفاع أسعار هذه المنتجات (مثلاً إنتاج الموز في الأردن والأرز في دلتا النيل). ويصعب تقبل هذا السلوك لدى تطبيق مبادئ الإدارة المتكاملة للموارد المائية.

الشكل 1

تربية الحيوانات الداجنة

- نظراً إلى النمو السكاني في المناطق الريفية، شهدت أعداد الخراف والماعز ارتفاعاً مستمراً يتخطى في معظم الأحيان قدرات المراعي المتوفرة؛
- يؤدي ذلك إلى الرعي الجائر على نطاق واسع، ما يتسبب بدوره بتراجع كمية النباتات وتدهور الأراضي في نهاية المطاف؛
- باتت إمدادات المياه (ذات النوعية الجيدة) مشكلة تعاني منها مناطق عدة بسبب ارتفاع أعداد الحيوانات وتخصيص المياه لاستخدامات أخرى؛
- مستويات التنوع متدنيّة لكن من الضروري تكثيف الإنتاج من الثروة الحيوانية (تربية الدواجن، وإنتاج الحليب، إلخ)؛
- غالباً ما تفتقر مرافق الطب البيطري للتجهيزات وطواقم العمل الكافية، ما يساهم في تفشي الأمراض المعدية بين الحيوانات؛
- اضطلع عدد من المنظمات (مثل المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة) والمعاهد (المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق القاحلة) بأنشطة مرتبطة بتربية المواشي، إلا أن الأثر الذي تركه ذلك على غالبية الأسراب والقطعان كان محدوداً.

الحراجة

- تواجه المناطق الريفية والحضرية نقصاً في كميات الحطب والخشب، ما يؤدي إلى إزالة الغابات؛
- نادراً ما يُفرض على الحكومات حماية المناطق الحرجية، مع استثناء في بعض البلدان (مثلاً لبنان)؛
- تجري حملات إعادة التحريج باستخدام أنواع محدودة للغاية؛
- غالباً ما لا تتم صيانة النباتات المزروعة في إطار حملات التشجير (الري، وإزالة الأعشاب الضارة، والحماية من الأضرار التي تتسبب بها قطعان الماشية، إلخ) على النحو الملائم.

مزارع الأسماك

تؤدي مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية دوراً هامشياً على الرغم من القدرات الكبيرة التي تمتلكها (مثلاً بالنسبة لأصناف الأسماك والربيان الملائمة للمياه العسرة).

- حتى اليوم، نادراً ما تعتمد البلدان العربية الأبحاث التطبيقية في تربية الأحياء المائية؛
- إنتاج الأسماك الصغيرة متطور جداً في مصر، لكنه لا يزال في مراحله الأولية في معظم البلدان العربية الأخرى؛
- الأمر سيان بالنسبة للبنية التحتية للتخزين البارد والصناعة التحويلية في معظم البلدان العربية.

ثالثاً- آثار تغيُّر المناخ وتقييم قابلية التأثُّر في القطاع استناداً إلى مخرجات المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيُّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثُّر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية

الأنشطة الواجب تنفيذها لتقييم تغيّر المناخ وقابلية تأثر القطاع: (1) تعزيز قدرة مرافق الأرصاد الجوية والهيدرولوجية على جمع، وتحليل، وتفسير ونشر المعلومات المتعلقة بالطقس والمناخ لدعم تنفيذ برامج العمل الوطنية للتكيف؛ (2) تعزيز معاهد التدريب والأبحاث الوطنية من أجل ضمان استدامة برامج بناء القدرات؛ (3) تطوير وتعزيز القدرات والمهارات الفنية اللازمة لإجراء تقييمات حول قابلية التأثر والتكيُّف وإدراجها بشكل فعال في برامج التنمية المستدامة، فضلاً عن تطوير برامج عمل وطنية للتكيُّف؛ (4) إذكاء الوعي العام (مستوى الفهم وتنمية القدرة البشرية) بشأن آثار تغيّر المناخ، والتخفيف من حدتها والتكيُّف معها. (5) توفير التمويل اللازم لتطبيق برامج التكيُّف مع تغيّر المناخ (والتخفيف من حدته).

(استناداً إلى التوصيات الصادرة عن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ)

1- آثار تغيّر المناخ على القطاع

سيؤدي تغيّر المناخ إلى تفاقم المشاكل التي يعاني منها أساساً القطاع "الأخضر". فالتحديات المرتبطة بتطوير موارد المياه في المنطقة العربية ستزداد حدة بفعل تغيّر المناخ، إضافة لما يترتب على ذلك من تبعات على التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ويهدد تغيّر المناخ الإنتاج الزراعي جراء ارتفاع درجات الحرارة وازدياد تقلباتها والتغيّر في نسق هطول الأمطار، فضلاً عن ازدياد تواتر الظواهر المتطرفة مثل الفياضانات وموجات الجفاف. ومن شأن تراجع كميات الهطولات وارتفاع درجات الحرارة في الوقت عينه أن يؤديا إلى زيادة الطلب على المياه الذي يتخطى أساساً وبأشواط الكميات المتجددة. وقد تؤدي ظواهر هطول الأمطار المتطرفة إلى الفياضانات، وتغدق الأراضي بالمياه، وتدهور التربة، وتلحق ضرراً مباشراً بالنباتات. وقد تخلّف نوبات الجفاف الطويلة آثاراً ضارة على المحاصيل، والحيوانات الداجنة والنظام البيئي. والجدير بالذكر أن ارتفاع مستوى سطح البحر لن يؤدي إلى إغراق الأراضي الخصبة وأحياء المدن فحسب بل سيؤثر أيضاً على نوعية المياه الجوفية من خلال تسرب مياه البحر (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ 2014). بالتالي، ستتفاقم بحدة المشاكل القائمة أصلاً على صعيد الأمن الغذائي والتعويل على الواردات (Solh and Saxena 2011).

لدى مناقشة آثار تغيّر المناخ على الزراعة، يجب التمييز بين ثلاثة مستويات (الشكل 2). **الآثار من المستوى الأول** (أو الآثار الأولية) هي عبارة عن الآثار المباشرة لتغيّر المناخ الناجم عن الزيادة في انبعاثات الغازات الدفيئة في الجو، مثل ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة كميات الأمطار، وازدياد حدة العواصف، وارتفاع قيمة التبخر النتحي، فضلاً عن امتداد فترات الجفاف وزيادة حدة الفياضانات، إلخ.

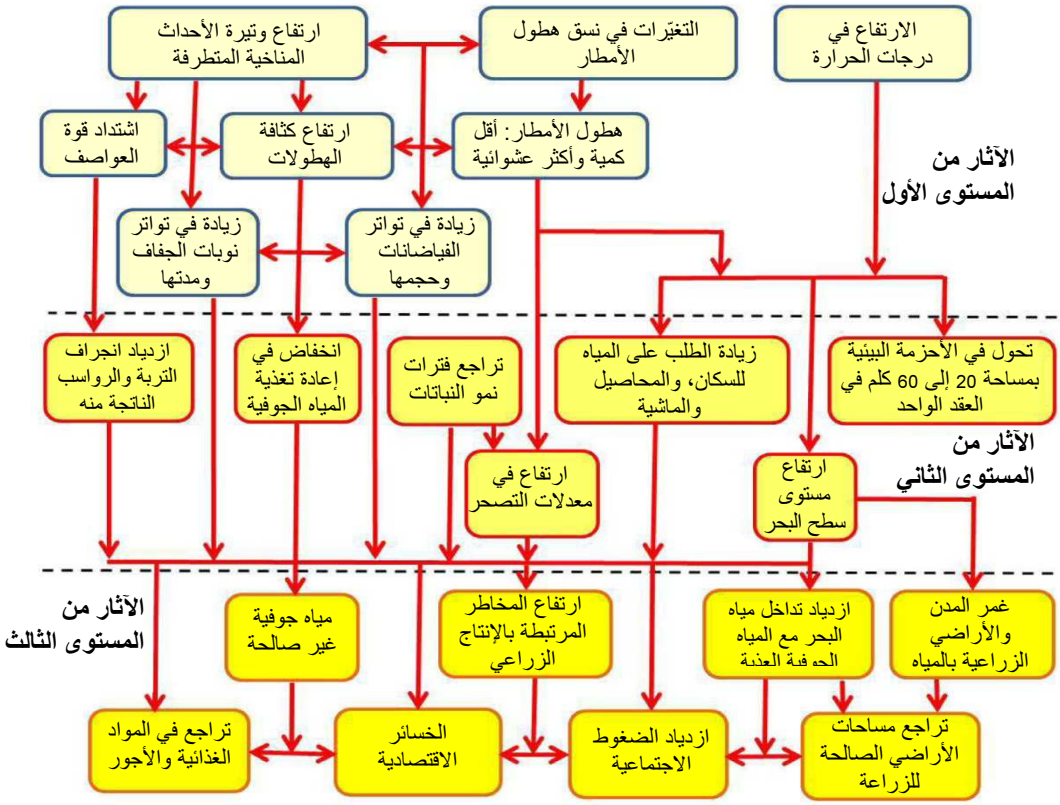
وتشتمل **الآثار من المستوى الثاني** على التغيّرات في النظم البيئية الناجمة عن آثار المستوى الأول لتغيّر المناخ؛ ويتم إيلاء اهتمام خاص للآثار المرتبطة بالزراعة والحراجة (الشكل 3). أما **الآثار من المستوى الثالث** فهي عبارة عن التغيّرات التي تطال الغلاف الحيوي الناشئ أو المتغيّر بفعل أنشطة الإنسان (مع الإشارة بشكل خاص إلى القطاع الزراعي) والناجمة عن آثار المستوى الثاني مثل تراجع مساحة الأراضي الصالحة للزراعة، وارتفاع المخاطر المرتبطة بالإنتاج والخسائر الاقتصادية.

وتميّز **المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية** بين مستويين فقط هما: الآثار الأولية، وهي عبارة عن الآثار المباشرة لتغيّر المناخ على الموارد المائية. وعلى المستوى الإقليمي، عادةً ما تكون هذه الآثار إما هيدرولوجية أو مرتبطة بالأرصاد الجوية. أما الآثار الثانوية فهي الآثار غير المباشرة لتغيّر المناخ الناجمة عن الأنشطة البشرية (العوامل الاقتصادية والاجتماعية) (الأمم المتحدة، الإسكوا 2011، ص 62-64).

ويُظهر الشكل 4 آثار تغيّر المناخ المتوقعة على الهطولات في مختلف أنحاء المنطقة العربية، فيما يبيّن الشكل 5 هذه الآثار بالنسبة لدرجات الحرارة. ويمكن الإطلاع على الآثار الفيزيائية-الحيوية والاقتصادية والاجتماعية لتغيّر المناخ على إنتاج السلع الغذائية في الجدول 1.

يتضمن المرفق الأول وصفاً مفصلاً حول آثار تغيّر المناخ على الزراعة.

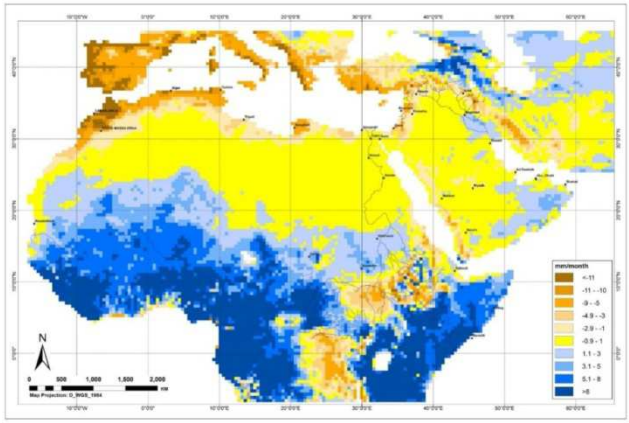
الشكل 2- آثار تغيّر المناخ من المستويات الأول والثاني والثالث على الإنتاج الزراعي في المنطقة العربية



الشكل 3- الموارد الحرجية معرضة للخطر أيضاً جراء تغيّر المناخ، مثل غابات الأرز في لبنان

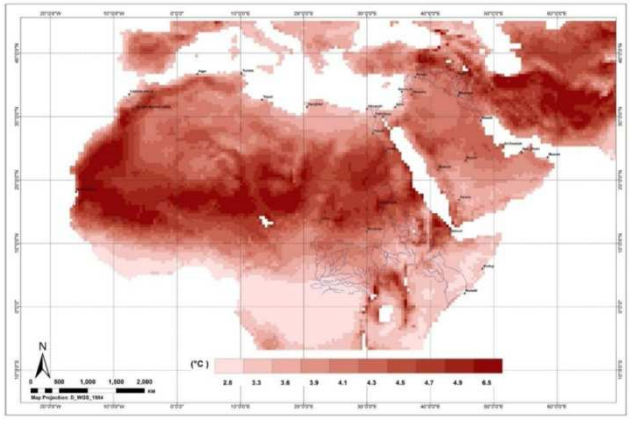
المصدر: Prinz.

الشكل 4- التغيّرات المتوقعة في كمية الهطولات (بالملم في الشهر الواحد) في الفترة من 2081 إلى 2100، مقارنة مع البيانات الخاصة بالهطولات التي تم تسجيلها في الفترة من 1986 إلى 2005



المصدر: المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية.

الشكل 5- التغيّرات المتوقعة في درجات الحرارة (بالدرجة المئوية) في الفترة من 2081 إلى 2100، مقارنة مع البيانات الخاصة بدرجات الحرارة التي تم تسجيلها في الفترة من 1986 إلى 2005



المصدر: المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية.

يظهر الجدول 1 الآثار الفيزيائية-الحيوية والاقتصادية والاجتماعية لتغيّر المناخ على إنتاج السلع الغذائية.

الجدول 1- الآثار الفيزيائية-الحيوية والاقتصادية والاجتماعية لتغيّر المناخ على إنتاج السلع الغذائية

الآثار الفيزيائية-الحيوية	الآثار الاقتصادية والاجتماعية
• الآثار الفيزيولوجية على المحاصيل، والمراعي، والغابات والماشية (كماً ونوعاً)؛ • التغيّرات على صعيد الأراضي، والتربة والموارد المائية (كماً ونوعاً)؛ • ازدياد التحديات المرتبطة بالأعشاب الضارة والآفات؛ • التحولات في التوزع المكاني والزماني للآثار؛ • ارتفاع مستوى سطح البحر والتغيّرات في ملوحة المحيطات وحموضتها؛ • ارتفاع درجة حرارة مياه البحار ما يتسبب في انتقال الأسماك للعيش في نطاقات أخرى.	• تراجع في المحاصيل والإنتاج؛ • انخفاض حصة الزراعة من الناتج المحلي الإجمالي؛ • التقلبات في أسعار الأسواق العالمية؛ • التغيّرات في التوزيع الجغرافي للنظم التجارية؛ • ارتفاع عدد الأشخاص الذين يواجهون خطر الجوع وانعدام الأمن الغذائي؛ • الهجرة والاضطرابات المدنية.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة 2007، بتصرف.

2- تقييم قابلية التأثر

يُقصد بقابلية التأثر مدى تعرض نظام ما إلى آثار تغيّر المناخ، ومدى حساسيته إزاءها، وقدرته على التكيُّف معها (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ 2007؛ الشكل 6).

بحسب تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (IPCC, AR4)، يتم تحديد المصطلحات المبينة أدناه والواردة في الشكل 7 على النحو التالي:

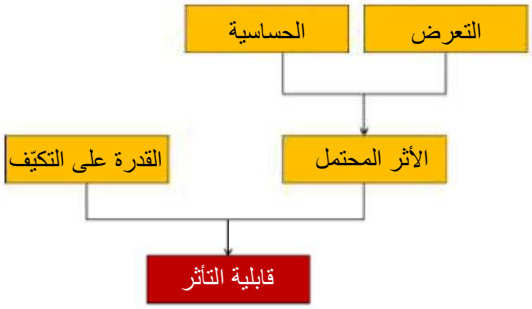
التعرض يعني التغيّرات في المعايير المناخية التي قد تؤثر على النظم الاجتماعية والبيئية. ومن بين هذه المعايير مثلاً درجات الحرارة، والهطولات، وسرعة الرياح التي تتبدل بفعل تغيّر المناخ لجهة الكمية والنوعية والتوزع المكاني والزماني.

الحساسية تعطي فكرة حول واقع البيئة الفيزيائية والطبيعية للنظم المتضررة التي تجعلها عرضة لتغيّر المناخ بشكل خاص. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل عامل الحساسية على التضاريس، وأوجه استعمال الأراضي والغطاء النباتي الطبيعي، وتوزع السكان وكثافتهم، والبيئة المعمورة، والقرب من الساحل، إلخ.

يتم تحديد **الأثر المحتمل** من خلال المزج ما بين تعرض نظام ما لتغيّر المناخ وحساسيته إزاءه.

القدرة على التكيُّف تعني "قدرة نظام ما على التكيُّف مع تغيّر المناخ (بما في ذلك التقلبات المناخية والأحداث المناخية المتطرفة)، والتخفيف من حدة الأضرار المحتملة، والاستفادة من الفرص المتاحة، والتعامل مع النتائج".

الشكل 6- مكونات قابلية التأثر استناداً إلى مقاربة التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ

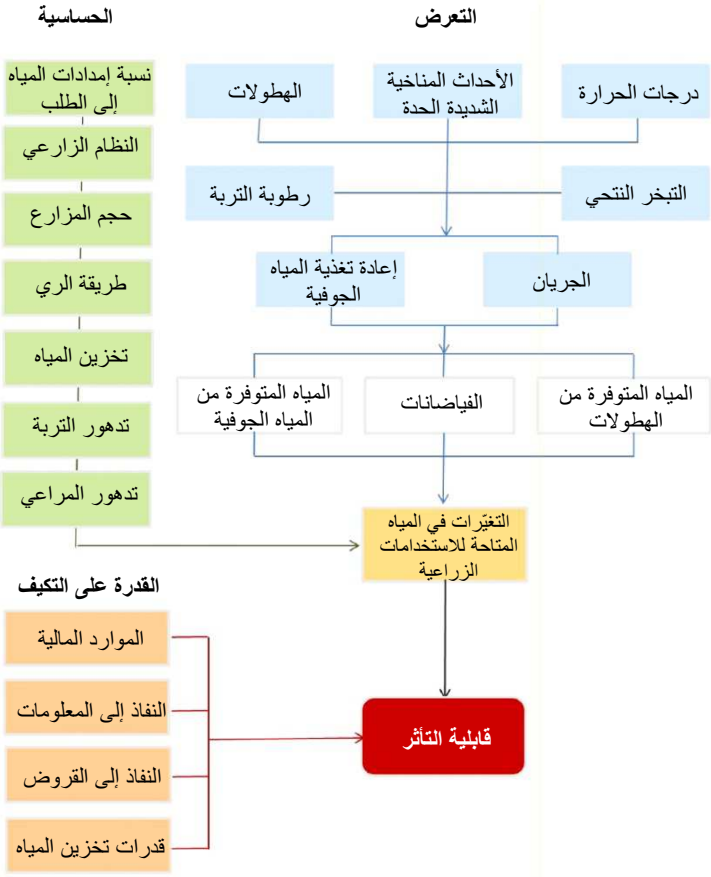


المصدر: الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ 2007.

الشكل 7- الرسم البياني لقابلية تأثر القطاع الزراعي في المنطقة العربية وهذه القابلية تحددها عوامل التعرض، والحساسية والقدرة على التكيُّف

يحاول الشكل 7 تجسيد مقاربة قابلية التأثر. ويظهر القسم الخاص بـ "التعرض" الآثار التي تخلفها المعايير المناخية الأبرز (المتأثرة بتغيّر المناخ) على المعايير المرتبطة بالمياه وذات الأهمية بالنسبة للزراعة. أما القسم الخاص بـ "الحساسية" فيتضمن معايير تحدد ما إذا كان النظام الزراعي صلباً أم هشاً إزاء التعرض لآثار تغيّر المناخ. وتحدد درجات التعرض والحساسية الآثار المحتملة لتغيّر المناخ على النظام الزراعي المعني.

لكن، من أجل تحديد قابلية التأثر، يجب أن تكون القدرة على التكيُّف معروفة، وهي مرتبطة بالمعايير الاقتصادية (والاجتماعية) والمالية.



المصدر: Prinz/European Academy of Bozen/Bolzano (EURAC).

إنتاج المحاصيل

ستترك تغيّرات المناخ المتوقعة آثاراً خاصة بكل منطقة على موارد الأراضي والمياه، ما سيؤثر بشكل كبير على إنتاجية المحاصيل والقطاع الزراعي في العقود القادمة. وقابلية تأثر المحاصيل البعلية هي الأعلى في ظل التدني الكبير لقدرتها على التكيُّف. أما قابلية تأثر الزارعات المروية التي تحظى بإمدادات مائية مضمونة (مثلاً قدرات كافية على تخزين المياه) فهي الأدنى، فيما المحاصيل البعلية التي تتوفر لديها وسائل الري التكميلي فتقع ما بين هذيْن الطرفيْن.

إنتاج الماشية

لطالما اضطر منتجو الماشية في المنطقة العربية إلى التكيُّف مع التغيّرات في البيئة والمناخ. ومن شأن التراجع الإجمالي في كمية الهطولات وازدياد حدة الأحداث المناخية المتطرفة أن يزيد من الضغوطات وقابلية التأثر. والهم الأساسي الذي يساور منتجي الماشية هو مدى توفر الكمية الكافية من العلف. ففي حال كانت الوسائل المادية متاحة لشراء العلف من مصادرأخرى، ستتراجع قابلية تأثر إنتاج الماشية.

مصائد الأسماك الداخلية

تتأثر أيضاً مصائد الأسماك الداخلية بتغيّر المناخ. من الآثار المتوقعة لهذا التغيّر على مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية الضغوطات بسبب ارتفاع درجات الحرارة وازدياد الطلب على الأكسيجين، وتدهور نوعية المياه، وتراجع التدفقات، إلخ، ما يزيد من قابلية التأثر.

يعطي الجدول 2 لمحة حول عوامل التعرض لنظم زراعية مختلفة في المنطقة العربية وحساسيتها، بما في ذلك مستوى قابلية التأثر لديها.

يجب أن يترافق التكيُّف مع الاجراءات الرامية إلى التخفيف من حدة الآثار. إن الزارعة توفر فرصاً واعدة للتخفيف من الانبعاثات عبر حجز الكربون في التربة (مسألة عضوية) والأشجار وغيرها من النباتات الدائمة.

الجدول 2- آثار تغيّر المناخ على النظم الزراعية في المنطقة العربية

النظم الزراعية	التعرض: التغيّرات المتوقعة المرتبطة بتغيّر المناخ	الحساسية: الآثار المحتملة على النظم الزراعية
الزراعات المروية	• ارتفاع درجات الحرارة؛ • تراجع إمدادات مياه الري السطحية؛ • تراجع إعادة تغذية المياه الجوفية؛ • فواقد الإنتاج في المناطق الساحلية على علو منخفض.	• زيادة الإجهاد المائي؛ • ارتفاع الطلب على الري ونقل المياه؛ • تراجع كمية المحاصيل لدى ارتفاع درجات الحرارة إلى حد كبير؛ • تفاقم الصعوبات المرتبطة بالتخطيط الزراعي؛ • التملح الناجم عن تراجع الغسل؛ • تدني كثافة المحاصيل.

الجدول 2 (تابع)

النظم الزراعية	التعرض: التغيّرات المتوقعة المرتبطة بتغيّر المناخ	الحساسية: الآثار المحتملة على النظم الزراعية
مختلطة في المرتفعات	• تفاقم مشكلة القحط؛ • ارتفاع خطر الجفاف؛ • زيادة محتملة في فترة نمو النباتات؛ • تراجع إمدادات مياه الري.	• تراجع كمية المحاصيل؛ • تراجع في كثافة المحاصيل؛ • ارتفاع الطلب على فترات الري.
بعلية مختلطة	• تفاقم مشكلة القحط؛ • ارتفاع خطر الجفاف؛ • تراجع إمدادات مياه الري؛ • تراجع الإنتاج في المناطق الساحلية على علو منخفض.	• تراجع كمية المحاصيل؛ • تراجع في كثافة المحاصيل؛ • ارتفاع الطلب على الري؛ • تفاقم الصعوبات على صعيد التخطيط الزراعي.
مختلطة في الأراضي الجافة	• تفاقم مشكلة القحط؛ • ارتفاع خطر الجفاف في المراعي؛ • تراجع إمدادات مياه الري.	• نظام هش جداً إزاء تراجع هطول الأمطار؛ • زيادة الطلب على الري.
المراعي	• تفاقم مشكلة القحط؛ • ارتفاع خطر الجفاف؛ • تراجع كمية المياه المخصصة للمواشي والعلف.	• نظام هش جداً حيث قد يؤدي التصحر إلى الحد بشكل كبير من قدرة استيعاب الحمولات الرعوية؛ • زيادة الأنشطة غير الزراعية، الابتعاد عن الزراعة والهجرة.

المصدر: Verner 2012.

3- مؤشرات المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية ومخرجاتها التي يُستفاد منها في تحديد إجراءات التكيُّف

المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية عبارة عن منهجية لإجراء تقييم متكامل لقابلية التأثر بتغيّر المناخ في المنطقة العربية، وقد تم تطويرها من قِبل الإسكوا وشركاء المبادرة، وهي تحظى بدعم الوكالة الألمانية للتعاون الدولي من خلال برنامجها الإقليمي "التكيُّف مع آثار تغيّر المناخ في قطاع المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا" (المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية 2011). تم اختيار مجموعات البيانات المتوفرة على نطاق إقليمي وجرى استخدام ثلاثة أنواع من المؤشرات:

(1) **مؤشرات التعرض**، مثل "التغيّر في درجات الحرارة"، و"التغيّر في الهطولات"، و"التغيّر في الجريان".

(2) **مؤشرات الحساسية**، مثل "كثافة السكان"، و"نسبة السكان العاملين في المجال الزراعي"، و"نصيب الفرد من إجمالي المياه المتجددة".

(3) **مؤشرات القدرة على التكيُّف**، مثل "معدل الإلمام بالقراءة والكتابة"، و"عدد خريجي الجامعات"، و"حصة الإنفاق على البحث والتطوير من الناتج المحلي الإجمالي"، و"المناطق المجهزة للري".

تم تصنيف مجموعات البيانات المتوفرة وتوحيدها، من ثم اعتُمدت مقاربة قائمة على التجميع الهندسي من أجل جمع المؤشرات المنفردة ضمن مؤشر مركب واحد. بعدها، جرت مضاعفة البيانات المجمعة الخاصة بـ"التعرض" و"الحساسية" من أجل احتساب "الآثار المحتملة". وتم تحديد مستوى الهشاشة من خلال الربط ما بين العامل المذكور و"القدرة على التكيُّف".

وقد انبثقت عن تقييم الآثار خرائط للمنطقة العربية بدقة تبلغ 50 كلم x 50 كلم (Sadek 2014).

4- معلومات أخرى متوفرة حول العلاقة بين المياه والمناخ

يجري حالياً العمل على تطوير **مركز المعرفة الإقليمي للمياه والمناخ التابع للمبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية**، و**الهدف الأساسي** منه توفير منصة إلكترونية تفاعلية تتيح الحصول على معلومات ومعارف بشأن التحليلات المرتبطة بتغيّر المناخ وأدوات تقييم قابلية تأثر الموارد المائية والقطاعيْن الاقتصادي والاجتماعي من أجل توفير المعلومات اللازمة للخطط والسياسات والمشاريع الرامية إلى التكيُّف مع تغيّر المناخ في المنطقة العربية.

أما **الأهداف الثانوية** فتتمثل في: (1) توفير النفاذ إلى المعلومات التي من شأنها أن تسهل التعاون، والتنسيق، والحوار وتبادل المعلومات بين البلدان العربية؛ (2) دعم التشبيك والتبادل على المستوى الإقليمي؛ (3) دعم حملات إذكاء الوعي لدى الجهات الفاعلة المحلية والوطنية؛ (4) توفير الدعم اللازم لبناء القدرات؛ (5) تطوير نظام للإنذار المبكر من خلال إنشاء مكون سهل للإنذار المبكر من الكوارث (Sadek 2014). للمزيد من المعلومات حول المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاقتصادية والاجتماعية، يمكن زيارة الموقع التالي: www.escwa.un.org/RICCAR.

رابعاً- تحديد إجراءات وخيارات التكيُّف (أدوات الإدارة المكتاملة للموارد المائية) في القطاع

(1) تدعو التوقعات المرتبطة بتغيّر المناخ إلى اتخاذ إجراءات فورية تشتمل على المزج ما بين الإدارة الجيدة للمياه والتكيُّف مع تغيّر المناخ.

(2) تفترض إدارة المياه الحفاظ على التوازن ما بين الكفاءة الاقتصادية، والإنصاف الاجتماعي والاستدامة البيئية من أجل تعزيز المناعة إزاء تغيّر المناخ بشكل عام.

(3) دمج إدارة الموارد المائية ضمن القطاعات المرتبطة بالمياه وغير المرتبطة بها (الزراعة، والسياحة، والتنمية الحضرية) من أجل تكوين صورة عامة حول الموارد مع اعتبار المياه من المدخلات الهامة في العديد من القطاعات المرتبطة بالتنمية.

(4) يستوجب تغيّر المناخ تحديث إدارة مخاطر الكوارث بالنسبة للفياضانات وفترات الجفاف.

(5) يمكن لخيارات الإمداد بالمياه غير التقليدية، والقدرة على تخزينها ونقلها أن تعزز القدرة على مواجهة الجفاف والفياضانات.

(6) تبرز الحاجة إلى إدارة أكثر تطويراً للطلب على المياه من أجل تحقيق الاستدامة وتقليص الحاجة إلى بنية تحتية أعلى كلفة لتوريد المياه.

(7) من شأن تعزيز التكامل الاقتصادي الإقليمي أن يشجع الاستثمارات في مجال المياه في البلدان العربية الأقل نمواً ويسهل التجارة في المنتجات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه من البلدان التي تتمتع بموارد مائية أكبر.

(8) يجب الاستثمار في إعداد قاعدة معلومات وفي التطوير والأبحاث في مجال تغيّر المناخ.

(9) يتوجب على الحكومات سن وإنفاذ القوانين والأنظمة المرتبطة بالمياه من أجل حماية الموارد المائية من التلوث.

(10) تحتاج الحوكمة الإجمالية للمياه لتحسينات على المستويات كافة، بما فيها المشاركة الكاملة للجهات الفاعلة.

1- ربط التكيُّف مع تغيّر المناخ بالإدراة المتكاملة للموارد المائية

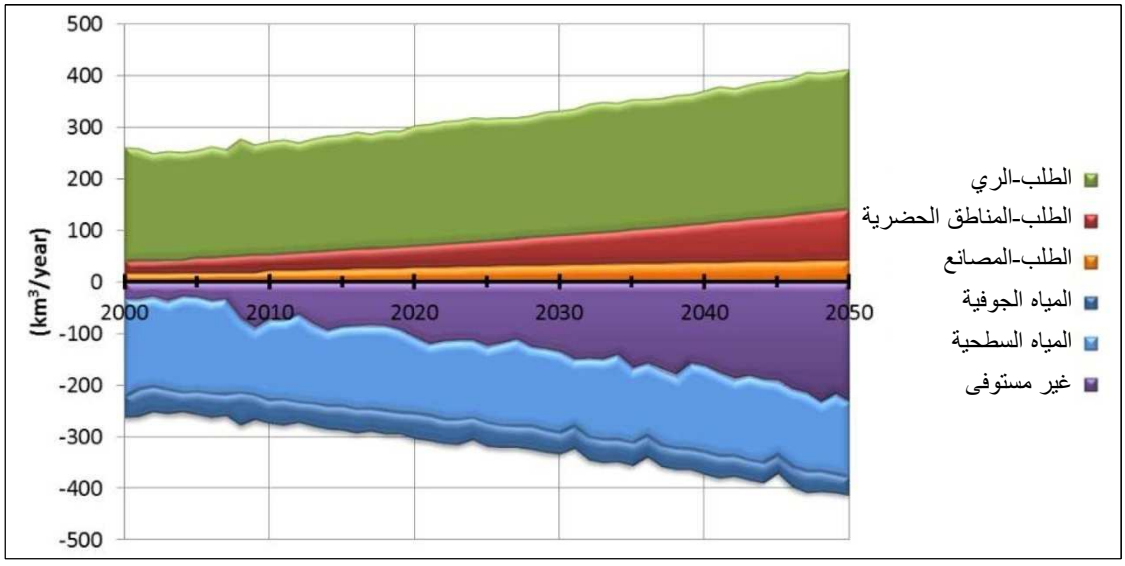
1.1 الطلب المستقبلي على المياه

إن الطلب المستقبلي على المياه المشمولة بالإدارة رهن إلى حد كبير بالزيادة السكانية، والتحضر، ونمط الحياة ومدى تغيّر المناخ. وبحلول عام 2050، من المتوقع أن يزداد الطلب على المياه العذبة في المنطقة العربية بنسبة 50 بالمائة (على الأقل)، على أن يترافق ذلك مع انخفاض نصيب الفرد من المياه إلى النصف (البنك الدولي 2007؛ الإسكوا 2006). حالياً، يتم تخصيص حوالى 75 بالمائة من الموارد المائية في المنطقة العربية إلى الزراعة، و22 بالمائة إلى الاستخدام المنزلي، و3.5 بالمائة إلى المصانع (منظمة الأغذية والزراعة 2012).

ويظهر الشكل 8 الطلب والعرض المفترضين على صعيد المياه في المنطقة العربية حتى عام 2050، استناداً إلى سيناريو تغيّر المناخ AVG.

في حين أن الطلب على المياه آخذ في الازدياد بشكل مستمر، تتراجع شيئاً فشيئاً إمدادات المياه الجوفية والسطحية، الأمر الذي يؤدي إلى اتساع فجوة "الطلب غير المستوفى"، ما يُنذر بتحد مستقبلي حقيقي. ولا يشتمل هذا الرسم البياني على موارد المياه الصالحة للاستخدام (من جهة الإمداد) والمتطلبات البيئية للمياه، والمحاصيل البعلية، والماشية (من جهة الطلب).

الشكل 8- الموارد المائية المتاحة والطلب عليها في المنطقة العربية حتى عام 2050، استناداً إلى سيناريو تغيّر المناخ AVG



المصدر: البنك الدولي 2011.

تبرز أنواع كثيرة ومتنوعة للطلب على المياه، وجزء منها يتنافس بشكل مباشر مع بعضه البعض بحيث تصبح المياه المستخدمة من قِبل قطاع واحد من القطاعات غير متوفرة للاستخدامات الأخرى. وفي حالات أخرى، من الممكن استخدام وإعادة استخدام وحدة معينة من المياه مرات عدة بما أنها تعبر الأحواض النهرية، ما يعود بالمنفعة مثلاً على تربية الأحياء المائية، ومولدات الطاقة الكهرمائية، وعمليات

الري المتتالية. ومن الضروري أن يأخذ التحليل الكامل لآثار تغيّر المناخ على الاستخدامات البشرية للمياه بعين الاعتبار التفاعلات ما بين القطاعات، بما في ذلك نقل المياه من قطاع إلى آخر. وفي الحالات التي تتنافس فيها القطاعات على موارد المياه الشحيحة، غالباً ما يربح القطاع الذي يكون فيه العائد لكل وحدة مياه هو الأعلى. وغالباً ما يكون قطاع الزراعة هو الخاسر في هذه المنافسة على المياه كون العائد الذي يولده لكل وحدة مياه هو الأدنى مقارنةً مع المصانع والبلديات.

2.1 الخيارات المتاحة لتلبية الطلب المستقبلي على المياه

لدى تناول مسألة الإيفاء بالاحتياجات المستقبلية من المياه من منظور أوسع، ينبغي الاهتمام بما يلي:

- الحوكمة الرشيدة؛
- تنمية الموارد البشرية؛
- الهياكل المؤسسية؛
- المالية العامة؛
- إدارة الموارد الطبيعية (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2013).
- تشتمل الحوكمة الرشيدة/السياسة الملائمة على:
  - سياسة مائية تتيح إدارة الطلب على المياه وتطوير موارد المياه الهامشية، وتحديد أسعار (إمدادات) المياه، والتخزين اللامركزي للمياه، إلخ؛
  - تحسين كفاءة استعمال المياه في الزراعة من خلال النقل، والري، واختيار المحاصيل، وتربية الحيوانات الداجنة، إلخ؛
  - الإجراءات الرامية إلى تحسين السلامة من الفياضانات، ونوبات الجفاف، وغيرها من الكوارث؛
  - تسوية السياسة الخاصة بالسلع الأساسية والتجارة ("المياه الافتراضية")؛
  - توفير المزيد من الدعم للحد من الهدر في البذور ما بعد الحصاد وغيرها من السلع الغذائية الأساسية (مثلاً في المخازن الوطنية)؛
  - تعزيز التوسع الزراعي ونظم الاتصالات؛
  - دعم المزارع التجريبية للأبحاث والعروض التطبيقية؛
  - تطوير السجلات العقارية، إلخ؛
- تطوير الموارد البشرية، بما في ذلك بناء القدرات الذي يشتمل على:
  - توفير الدعم للحد من الأمية ورفع مستوى التعليم العام؛
  - توفير الدروس التدريبية للمزارعين والرعاة؛
  - إبقاء الجهات المعنية على اطلاع وإتاحة المجال أمامها للمشاركة في عملية صنع القرار؛

- تنظيم حملات التوعية للحد من استخدام المياه بشكل عام في كل القطاعات، بما في ذلك استهلاك مياه الشرب واستخدام المياه الصناعية، ودعم عمليات التدقيق في المياه في الوزارات، إلخ، من أجل الحد من الضغط على احتياجات الزراعة من المياه؛
- تنظيم حملات التوعية من أجل الحد من فواقد الطعام من خلال تغيير عادات استهلاكه؛

- الهياكل المؤسسية مثل:

- مجالس المياه؛
- المنظمات المعنية بالأحواض النهرية؛
- تعاونيات المزارعين؛
- جمعيات مستخدمي المياه، إلخ.

- المالية العامة، مثلاً:

- إقامة هياكل المنشآت المائية (للخزانات، إلخ)؛
- دعم الجهود الرامية إلى حفظ المياه؛
- توفير قروض ميسرة لتحسين نظم الري، وجمع المياه، إلخ؛
- إقامة نظام إنذار مبكر لموجات الفياضانات، إلخ.

- إدارة الموارد الطبيعية التي تشتمل على ما يلي، على سبيل المثال لا الحصر:

- حماية موارد المياه السطحية؛
- حماية موارد المياه الجوفية (مثلاً عبر التخطيط لاستخدام الأراضي وتطبيق هذه الخطط)؛
- إعادة تغذية المياه الجوفية بشكل اصطناعي؛
- حماية الأراضي الرطبة؛
- حماية التربة لتجنب أي شكل من أشكال تدهور الأراضي (تدهور التربة، والتملح، إلخ)؛
- الحد من الإفراط في سحب المياه الجوفية؛
- الكفاءة في استخدام موارد المياه المتجددة والمياه الجوفية القديمة، إلخ.

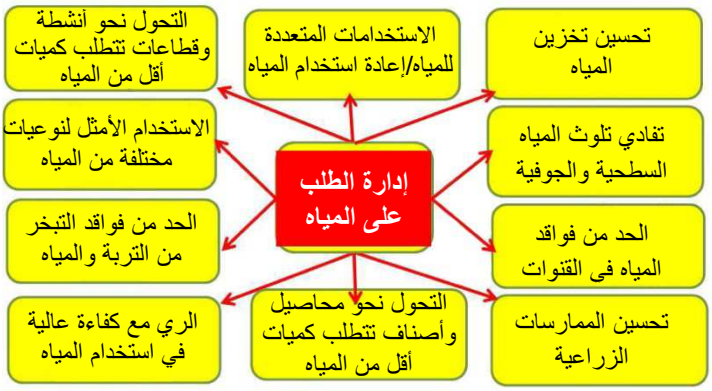
ومن منظور أضيق، إن مجموعة الخيارات العامة المتاحة لسد الفجوة بين الطلب المستقبلي على المياه وإمدادات المياه هي كالتالي:

(أ) **إدارة الطلب**: تتجه نحو الحد من استخدام المياه من خلال (1) التعليم والتدريب، و(2) تسعير المياه وغيره من التدابير الاقتصادية، و(3) الاستفادة من الخيارات الفنية. يتضمن الشكل 9 لمحة حول هذه الخيارات الفنية؛

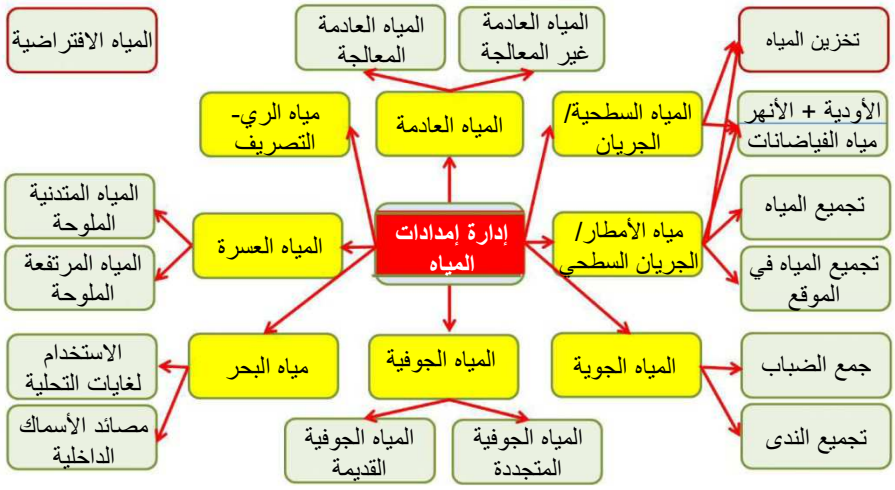
(ب) **إدارة الإمداد**: تسعى إلى زيادة كمية المياه المتاحة من خلال استخدام كافة موارد المياه المتوفرة على النحو الأمثل، أي (1) المياه السطحية للأنهر الدائمة أو التيارات السريعة الزوال (الأودية)، و(2) موارد المياه الجوفية، و(3) مياه الأمطار والجريان السطحي، و(4) المياه الجوية (الضباب والندى)، و(5) المياه غير التقليدية مثل المياه العادمة، ومياه التصريف، والمياه العسرة، ومياه البحر، وأخيراً المياه الافتراضية (الشكل 10)؛

(ج) ويتمثل التحدي الذي تواجهه البلدان العربية في الاستجابة على نحو مستدام عبر سد الثغرة بين إمدادات المياه المتوقعة والطلب المستقبلي على المياه.

الشكل 9- العناصر الأكثر أهمية لإدارة الطلب على المياه في القطاع الزراعي من أجل مكافحة آثار تغيّر المناخ، ومن شأن الحد من الطلب على المياه للاستخدام المنزلي أن يساعد في تغطية الطلب



الشكل 10- من أجل زيادة كمية المياه القابلة للاستخدام، يتوفر العديد من الأدوات لإدارة إمدادات المياه



2- أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية الواجب تطبيقها من أجل التكيُّف مع تغيّر المناخ

يستند مفهوم "الإدارة المتكاملة للموارد المائية" على **ثلاثة مبادئ**:

(1) الإنصاف الاجتماعي: ضمان المساواة في التوزيع على كافة المستخدمين (لا سيما مجموعات المستخدمين من المهمشين والأكثر فقراً) إلى الكمية والنوعية المناسبتيْن من المياه اللازمة لاستدامة الرفاه البشري.

(2) الكفاءة الاقتصادية: تحقيق الاستفادة القصوى بالنسبة لأكبر عدد ممكن من المستخدمين من خلال الموارد المالية والمائية المتاحة.

(3) استدامة النظام البيئي الحيوي: تفترض التعامل مع النظام البيئي المائي وكأنه من المستخدمين، ما يستدعي تخصيص جزء من الموارد لضمان استدامة عمله بشكل طبيعي.

إن أدوات الإدارة الخاصة بالإدارة المتكاملة للموارد المائية هي عبارة عن الوسائل والأدوات التي تساعد صانعي القرار وتمكنهم من القيام بخيارات منطقية ومستنيرة من بين عدد من المقترحات البديلة.

بحسب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ 2007: ص 869)، يمكن تعريف التكيّف مع تغيّر المناخ على أنه "تأقلم النظم الطبيعية أو البشرية استجابةً مع المتغيّرات المناخية الفعلية أو المتوقعة وتأثيراتها، وهي عملية تخفف من الأضرار أو تستغل الفرص المفيدة". ويُستخدم مصطلح **"التكيُّف الذاتي"** للإشارة إلى التدابير التي تحصل بشكل تلقائي، في حين أن التدابير المتخذة في إطار **"التكيُّف المخطط"** عبارة عن النتائج المتأتية من القرارات المتخذة. ومن الطرائق الأخرى المستخدمة في تصنيف خيارات التكيُّف التمييز ما بين **التكيُّف التفاعلي** و**التحسبي**. ويُستخدم المصطلح الأول للإشارة إلى التدابير المتخذة بعد أن تكون آثار تغيّر المناخ قد باتت واضحة، في حين أن المصطلح الثاني يُستخدم قبل ظهور هذه الآثار (الشبكة العالمية لبناء القدرات في مجال الإدارة المتكاملة للموارد المائية Cap-Net، 2009). يظهر الشكل 11 أهداف الإدارة المتكاملة للموارد المائية، وغاياتها، فضلاً عن المقاربة والأدوات المعتمدة في إطار مشروعنا.

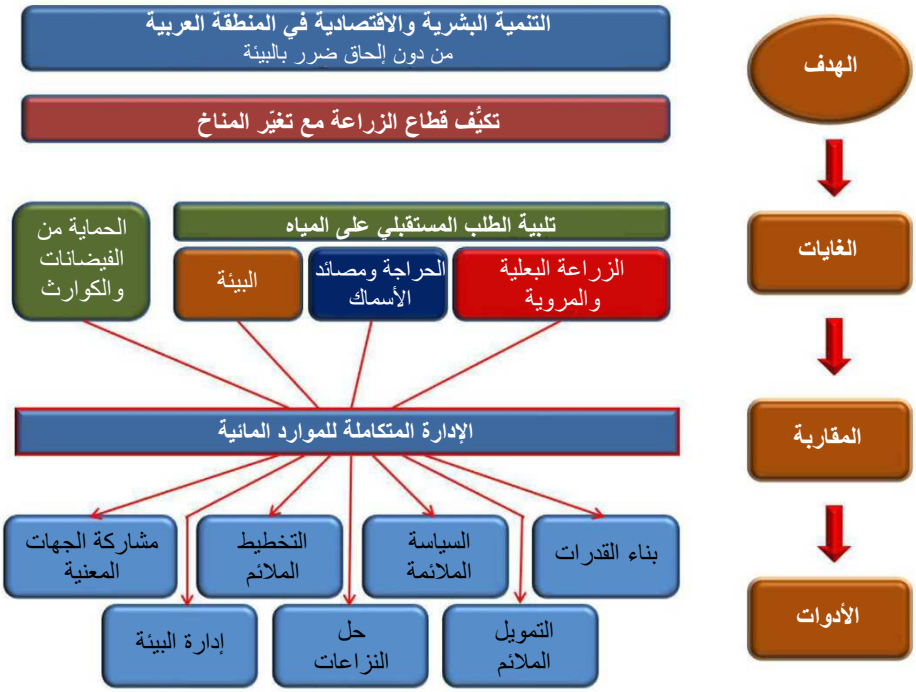
إن أدوات الإدارة الخاصة بالإدارة المتكاملة للموارد المائية هي عبارة عن الوسائل والأدوات التي تساعد صانعي القرار وتمكنهم من القيام بخيارات منطقية ومستنيرة بين عدد من المقترحات البديلة. إن الأداة الأولى والأهم هي بناء القدرات التي تُعتبر حجر الزاوية لهذا المشروع المندرج في إطار خطة الأمم المتحدة للتنمية، تليها السياسات والخطط في مجال المياه التي يجب تكييفها مع الحاجات الوطنية. ومن الأدوات الأخرى مشاركة الجهات المعنية، وحل النزاعات المرتبطة بالمياه والإدارة البيئية.

والهدف من إجراءات التكيُّف هو تحسين إدارة المياه من أجل تحقيق التوازن بين الاستخدامات المختلفة - بما في ذلك المنافع الاجتماعية والاقتصادية والبيئية- لموارد المياه. والجدير بالذكر أن صانعي السياسات الاقتصادية نادراً ما يقرّون بالقيمة الاجتماعية والبيئية للمياه ويتجاهلون إلى حد كبير أهميتها على صعيد الاقتصادات الوطنية.

ويُعتبر التخطيط على النحو الملائم من الأدوات الأساسية في إطار الإدارة المتكاملة للموارد المائية. ويتضمن الجدول 3 مجموعة الاجراءات التي تخدم بشكل مباشر أو غير مباشر أهداف التكيُّف مع تغيّر المناخ في قطاع الزراعة. ولدى مقاربة الإدارة المتكاملة للموارد المائية، يجب أن تبقى الأولوية القصوى للحد من أثر سحب المياه وتلوثها على البيئات الطبيعية والنظم البيئية. والأمر سيان بالنسبة لواجب الحد من قابلية تأثر السكان بالأحداث المناخية المتطرفة مثل نوبات الجفاف، والفياضانات والعواصف.

يبرز رابط وثيق بين المياه، والطاقة وإنتاج السلع الغذائية (الإسكوا 2015). ومن الضروري أن تتقيد كافة تدابير التكيُّف بهذا الرابط لتكون موفرة للموارد.

الشكل 11- تطبيق مفهوم الإدارة المتكاملة للإدارة المائية من أجل التكيُّف مع تغيّر المناخ على القطاع الزراعي



المصدر: Prinz 2014a، بتصرف.

الجدول 3- إجراءات التكيُّف في مجال الزراعات البعلية والمروية (لمحة عامة)

إجراء التكييف	ملاحظات	نوع التكيُّف
زيادة كميات المياه المتاحة: انظر الفصل المعنون "الموارد المائية وإمكاناتها"		
تحسين تخزين المياه: انظر الفصل المعنون"تخزين المياه"		
حماية الموارد المائية		
تجنب تلوث المياه السطحية	من مصدر ثابت (مثل المنشآت الصناعية) والتلوث الزراعي (مبيدات الآفات)	التكيُّف التحسبي
تجنب تلوث المياه الجوفية	منع بناء المستوطنات، ومحطات الوقود، إلخ في مواقع استخراج مياه الشرب؛ حماية الأحواض المائية بشكل عام	التكيُّف التحسبي
تجنب تلوث مياه القنوات (تُستخدم القنوات في معظم الأحيان من أجل دفن النفايات الصلبة)	الحاجة إلى تنظيم حملات توعية وإيجاد أماكن بديلة لجمع النفايات الصلبة.	التكيُّف التفاعلي
الحد من فواقد المياه		
الحد من الفواقد على صعيد النقل وقنوات التوزيع	تبطين القنوات، حسن الصيانة؛ استبدال القنوات بأنابيب؛ رقابة جيدة بحسب الاحتياجات	التكيُّف التحسبي

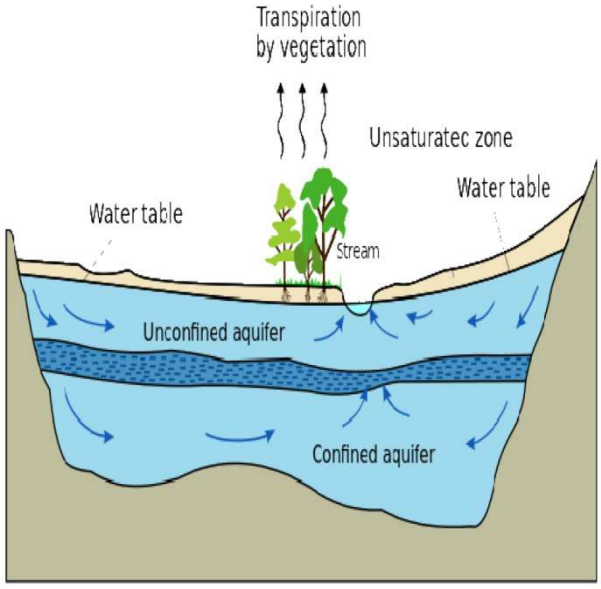
الجدول 3 (تابع)

إجراء التكييف	ملاحظات	نوع التكيُّف
التسربات في القنوات والأنابيب	رقابة دائمة، خدمة التصليح	التكيُّف التحسبي
حفظ الرطوبة في الموقع	تحسين المحتوى العضوي في التربة	التكيُّف التحسبي
تدابير "حفظ التربة والمياه"	الحد من تدهور التربة وتجميع المياه	
"تجميع المياه" (أحواض تجميع المياه المتناهية الصغر، أحواض تجميع المياه الكبيرة، تجميع مياه الفياضانات)	جمع مياه الأمطار والجريان السطحي وتخزينها في مساحات من التربة أو في الأحواض	التكيُّف التفاعلي
فواقد التبخر من سطح التربة	استخدام الفرش (البلاستيكية)، ومصدات الرياح وأحزمة الوقاية	التكيُّف التفاعلي
غرس البذور في "البيئات المحمية"	غرس البذور في البيوت البلاستيكية يحد من التبخر النتحي	التكيُّف التفاعلي
الري مع كفاءة عالية في استخدام المياه		
استخدام طرائق ري موفرة للمياه	مثال: الري بالتنقيط. الحاجة إلى فلاتر ومستوى صيانة جيد، كلفة مرتفعة	التكيُّف التفاعلي
استخدام تقنيات تطبيق كفؤة	أمثلة: الري المتقطع، تقنية تطبيق الطاقة منخفضة الدقة	التكيُّف التفاعلي
استخدام طرائق ري خاصة	مثال: الري العجزي. الشروط المسبقة: مزارعون مدربون على نحو جيد، تخزين المياه	التكيُّف التفاعلي
استخدام الكميات التي تحتاجها النباتات	باستخدام المعدل المرجعي للتبخر النتحي ET_0 أو القيم الإجمالية للتبخر التي تم قياسها لتحديد تطبيقات الري؛ قياس رطوبة التربة بشكل منتظم	التكيُّف التفاعلي
استخدام الري التكميلي	ري المحاصيل البعلية خلال فترات الجفاف	التكيُّف التفاعلي
تحسين الممارسات الزراعية		
تغيير مواعيد غرس البذور والعمق	أبحاث تطبيقة مجدية في مجال الزراعة	التكيُّف التفاعلي
تحسين تغذية النباتات	استخدام الأسمدة العضوي والمعدنية	التكيُّف التفاعلي
استخدام المحاصيل والأصناف الملائمة التي تتطلب كمية أقل من المياه، تنويع المحاصيل	ضرورة تربية المواشي، وتوزيع البذور؛ خدمات الإرشاد الزراعي المحفزة	التكيُّف التحسبي
المزج ما بين زراعة المحاصيل وتربية الحيوانات الداجنة	استخدام بقايا المحاصيل كأعلاف وأسمدة لتغذية المحاصيل	التكيُّف التفاعلي/ التكيُّف التحسبي
"الزراعة الحافظة"	للزراعة الآلية بشكل أساسي	التكيُّف التحسبي
إجراءات إضافية		
وضع نظم الإنذار المبكر		التكيُّف التحسبي
رصد نوبات الجفاف		التكيُّف التحسبي
توفير التعليم في مجال إدارة المياه، وحفظ التربة والمياه، وتجميع المياه، إلخ.		التكيُّف التحسبي

3- الأدوات الحديثة للإدارة المتكاملة للموارد المائية

1.3 لمحة عامة

الشكل 12- النموذج الخاص بالأحواض المائية الذي يُظهر المكونات المستخدمة في النمذجة الهيدرولوجية



تتألف الدورة الهيدرولوجية من مكونات عدة هي: الهطولات، والجريان، والتسرب وكلها تغذي المياه الجوفية، فضلاً عن التبخر من التربة والكتل المائية والتبخر النتحي (الشكل 12).

تُعتبر إدارة المياه الفعالة أساسية وهي تستوجب توفر نظم ملائمة لدعم القرارات، بما فيها الأدوات الخاصة بالنمذجة التي مضى على استخدامها أكثر من 40 عاماً لغايات مختلفة. وتواجه المناطق القاحلة وشبه القاحلة تحديات خاصة لم تحظ سوى باهتمام محدود.

ويتم استخدام نماذج عدة في الإدارة المتكاملة للموارد المائية، بعضها يتناول قضايا المناخ في حين يطال بعضها الآخر المياه السطحية والجوفية. وتُعتبر نمذجة نمو المحاصيل ضرورية أيضاً في إطار الإدارة المتكاملة للموارد المائية.

تتعدد المهام التي تُستخدم لأجلها نماذج الهطولات - الجريان، وتتراوح نطاقات التطبيق ما بين أحواض تجميع المياه الصغيرة التي لا تتخطى مساحتها بضعة هكتارات وتلك الموجودة في النماذج العالمية.

كثيرة هي النماذج المتاحة، ويمكن استعراضها من خلال مجموعة من المقاربات من الأقل إلى الأكثر تعقيداً:

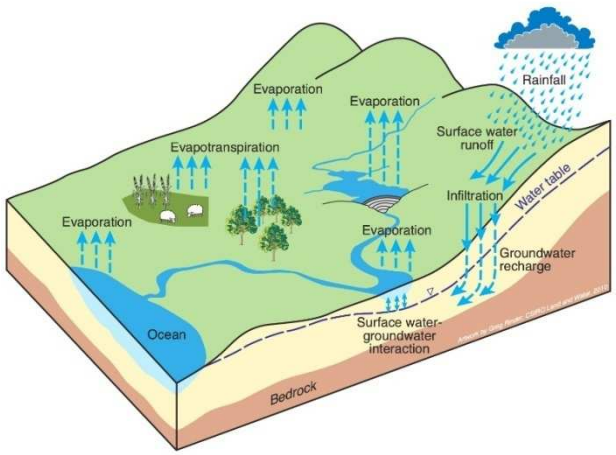
- الطرائق التجريبية البسيطة (مثل رقم المنحنى ومعادلات الارتباط)؛
- معادلات التوازن الواسعة النطاق بين الطاقة والمياه (مثلاً منحنى Budyko)؛
- النماذج المفاهيمية للهطولات – الجريان (مثلاً SIMHYD, Sacramento, AWBM)؛
- النماذج الهيدرولوجية اليومية للأراضي (مثل VIC, WaterDyn)؛
- النماذج الهيدرولوجية الفيزيائية والموزعة بشكل كامل التي تعطي نموذجاً واضحاً عن المنحدرات وعمليات تجميع المياه (مثلاً SHE, TOPOG).

تُستخدم النماذج الهيدرولوجية عادةً لتصميم المنشآت الخاصة بتجميع مياه الأمطار مثل السدود والبحيرات الجبلية.

2.3 نمذجة الموارد المائية ومتطلبات المياه

تُعتبر المياه الجوفية من الموارد الأساسية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة بسبب ارتفاع معدلات التبخر من الكتل المائية السطحية. وتكتسب المياه الجوفية أهمية خاصة في التخطيط للموارد المائية لدورها كخزان ومصدر للمياه على حد سواء. وتُستخرج المياه الجوفية عادةً من الخزانات المائية التي يتم ربطها بالنظام البيئي من خلال عمليات معقدة، بالتالي، تتيح نمذجة خزانات المياه الجوفية الاستخدام المستدام لهذا المورد الثمين.

الشكل 13- مقطع عرضي لوادٍ نهري



المصدر: http://www.centralbasin.org.

ويمكن استخدام نماذج المياه الجوفية لتوقع آثار التغيّرات الهيدرولوجية (مثل التطورات على صعيد سحب المياه الجوفية أو الري) على سلوك الخزان الجوفي (الشكل 13) وغالباً ما تسمى بنماذج المحاكاة الخاصة بالمياه الجوفية. وفي يومنا هذا، يتم استخدام نماذج المياه الجوفية في العديد من خطط إدارة المياه في المناطق الحضرية.

إن المنطقة الفاصلة بين المياه الجوفية والمدخلات الهيدرولوجية هو عبارة عن منطقة غير مشبعة أو طبقة حدية. وتعمل التربة على توزيع المدخلات الهيدرولوجية مثل الهطولات أو المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج إلى جريان سطحي أو رطوبة للتربة أو التبخر النتحي وإعادة تغذية المياه الجوفية. ويمكن للتدفقات العابرة للمنطقة غير المشبعة التي تجمع ما بين المياه السطحية ورطوبة التربة والمياه الجوفية أن تتخذ منحى تصاعدياً أو تنازلياً بحسب درجة الضغط المائي في التربة وأن يتم تضمينها في نماذج محددة باستخدام الحل الرقمي للمعادلة التفاضلية الجزئية الخاصة بمعادلة Richard أو المعادلة التفاضلية الاعتيادية ما بين المياه غير المتجددة وطريقة الحفظ، كما هو متفق عليها لنمذجة العلاقة التفاعلية ما بين المياه الجوفية والمنطقة المعلقة.

إدارة نظام المياه الجوفية يعني اتخاذ قرارات مثل:

- الكمية الإجمالية التي يمكن سحبها سنوياً من الخزان الجوفي؛
- مواقع آبار الضخ وإعادة التغذية الاصطناعية، والمعدلات ذات الصلة؛
- القرارات المرتبطة بنوعية المياه الجوفية؛
- تلوث المياه الجوفية جراء:
  - النفايات الصناعية الخطرة؛
  - السوائل الراشحة من مدافن القمامة؛
  - الأنشطة الزراعية مثل استخدام الأسمدة ومبيدات الآفات.

يتم تحديد حاجة المحاصيل من المياه (التبخر النتحي الفعلي ETcropc) على أنها حجم (أو كمية) المياه الضرورية للتعويض عن فواقد المياه من خلال التبخر النتحي. بتعبير آخر، هي كمية المياه التي تحتاجها مختلف المحاصيل للنمو على النحو الأمثل.

- يشير مصطلح "حاجة المحاصيل من المياه" دائماً إلى المحاصيل التي تنمو في ظروف مثلى أي المحاصيل المتسقة التي تنمو بشكل نشط مغطية كامل المساحة، والخالية من الأمراض وسط تربة ذات خصائص مناسبة (بما في ذلك الخصوبة والمياه). بالتالي، تحقق المحاصيل قدرتها الإنتاجية الكاملة في ظل البيئة المذكورة.

إن حاجة المحاصيل إلى المياه رهن بما يلي:

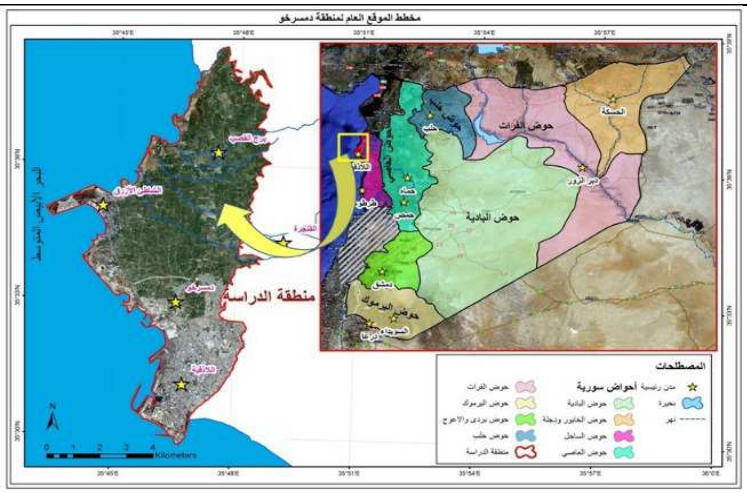
- المناخ: في المناخ المشمس والحار تحتاج المحاصيل إلى كمية مياه أكبر يومياً مقارنة مع المناطق ذات المناخ الغائم والبارد؛
- نوع المحاصيل: إن المحاصيل مثل الذرة أو قصب السكر تحتاج إلى كمية مياه أكبر من تلك التي تحتاجها محاصيل أخرى مثل الدخن والذرة الرفيعة؛
- مرحلة نمو المحاصيل؛ المحاصيل الكاملة النمو تحتاج للمياه أكثر من المحاصيل التي زُرعت للتو (الشكل 14).

يعكس التبخر النتحي (ET_0) تأثير المناخ على احتياجات المحاصيل من المياه. أما عامل المحاصيل (Kc) فيشير إلى تأثير نوع المحصول ومرحلة النمو على حاجة المحاصيل من المياه. بالتالي، من أجل تخمين حاجة محصول معين إلى المياه، يتوجب علينا أولاً قياس معدل التبخر النتحي. إن المعدل المرجعي ET_0 يعبر عن كمية المياه التقديرية التي تحتاجها المساحات العشبية المروية بشكل جيد والتي يتراوح طولها ما بين 8 و15 سم. وما إن يتم تحديد المعدل المرجعي، يمكن احتساب حاجة المحصول من المياه.

CROPWAT عبارة عن برنامج حاسوبي تابع لمنظمة الأغذية والزراعة يستخدم في احتساب حاجة المحاصيل من المياه والري استناداً إلى البيانات الخاصة بالتربة، والمناخ والمحاصيل. ويتيح البرنامج أيضاً إعداد جداول زمنية للري في ظل ظروف مختلفة للإدارة، فضلاً عن احتساب إمدادات المياه للأنماط المختلفة للمحاصيل. كما يمكن استخدام **CROPWAT** لتقييم ممارسات المزارعين في مجال الري وتخمين أداء المحاصيل في حالات الزراعات البعلية والمروية على حد سواء.

AquaCrop هوالنموذج الخاص بالمحاصيل التابع لمنظمة الأغذية والزراعة ويُستخدم لمحاكاة كيفية تفاعل المحاصيل مع المياه (Steduto et al., 2009; Raes et al., 2009). إنه مصمم على نحو يجمع ما بين البساطة والدقة والمرونة ويُعتبر ملائماً بشكل خاص لمعالجة الظروف التي تكون فيها المياه مسبباً أساسياً لتراجع إنتاج المحاصيل. ويشكل **AquaCrop** أداة تُستخدم من قِبل شريحة واسعة من المستخدمين والتطبيقات، بما في ذلك التوقعات المرتبطة بالمحاصيل في ظل سيناريوهات تغيّر المناخ. **AquaCrop** هو النسخة المنقحة من نموذج **CropWat** الذي لاقى نجاحاً كبيراً. ويكمن الفارق الأساسي بين **CropWat** و**AquaCrop** في أن هذا الأخير يشتمل على أنماط أكثر تقدماً لنمو المحاصيل.

يتضمن **AquaCrop** المكونات التالية للنماذج الفرعية: التربة مع ميزانها المائي، والمحاصيل مع تطورها ونموها والغلة التي تعطيها؛ والجو مع نظامه الحراري وهطولاته، وحاجته من التبخر ومدى تركز ثاني أوكسيد الكربون فيه؛ فضلاً عن الخيارات المتاحة على صعيد الإدارة مع ممارسات العلوم الزراعية الأساسية مثل الري والتسميد.



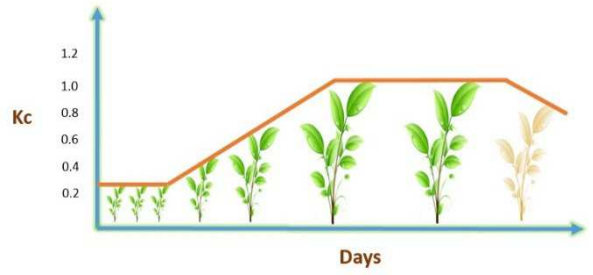
استخدام نموذج المياه الجوفية لدراسة تسرب مياه البحر في موقع دمسرخو/سوريا

دمسرخو منطقة ساحلية في سوريا بدأت تشهد في الآونة الأخيرة تسرباً لمياه البحر على شكل تملح في بعض الآبار. ويقيّم المشروع الوضع الحالي لتسرب مياه البحر من خلال إعداد نموذج هيدروجيولوجي لتخمين التطور المستقبلي لمستويات المياه الجوفية عبر تطبيق سيناريوهات مختلفة أعدتها وزارة الموارد المائية بغية الاستفادة من موارد المياه الجوفية في المنطقة المشمولة بالدراسة.

تم تطبيق النموذج الذي تم إعداده في وزارة الموارد المائية في سوريا كنظام دعم القرارات في مجال التخطيط للاستراتيجيات المائية وبلورة التقديرات بشأن السحب الآمن والمناطق الواعدة.

المصادر: قسم الموارد المائية في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، التقرير النهائي للمشروع في هذا المركز ووزارة الموارد المائية في سوريا، www.acsad.org.

الشكل 14- مراحل النمو الأربع للنباتات السنوية



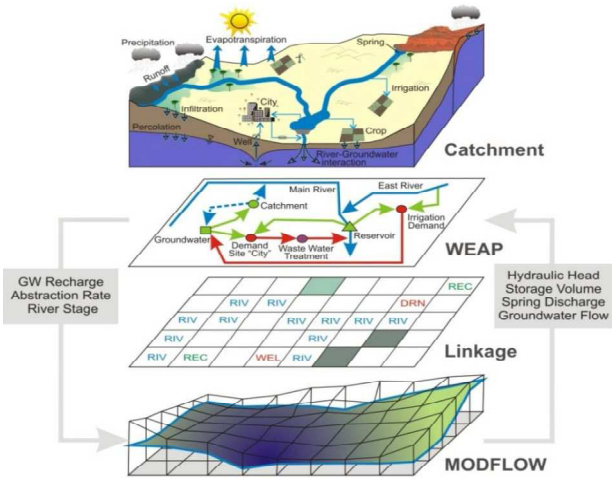
المصدر: http://www.smart-fertilizer.com.

إن الخصائص الفريدة التي تميز AquaCrop عن غيره من نماذج المحاصيل تتمثل في تركيزه على المياه، واستخدام ظل الشجر عوضاً عن دليل كثافة الغطاء النباتي، واستخدام القيم الخاصة بإنتاجية المياه التي تم تكييفها بحسب حاجة الغلاف الجوي من التبخر ومدى تركز ثاني أوكسيد الكربون فيه. ومن شأن ذلك أن يعطي النموذج قدرة على إصدار التوقعات لفصول ومواقع مختلفة، بما في ذلك وضع السيناريوهات المناخية المستقبلية. أضف إلى ذلك أنه على الرغم من بساطة النموذج، فهو يولي أهمية خاصة للمسارات الأساسية التي تؤدي دوراً في إنتاجية المحاصيل وفي الاستجابات للمياه، من منظور فيزيولوجي وزراعي.

يمكن لنظم دعم اتخاذ القرارات مساعدة واضعي الخطط في مجال الموارد المائية على اتخاذ القرارات السليمة من خلال تقييم آثار خيارات التخطيط المختلفة على نظام الموارد المائية.

وبحسب التعريف التقليدي لـ (Sprague & Carlson 1982)، إن نظام دعم القرارات عبارة عن نظام دعم تفاعلي إلكتروني يساعد صانعي القرار على استخدام البيانات والنماذج لحل المشاكل غير المنظمة. بشكل عام، يتألف هذا النظام من ثلاثة مكونات أساسية: واجهة مستخدم لتوليد الحوار وتوفير واجهة تخاطبية بين المستخدم والنظام، ونظام فرعي لإدارة النماذج، ونظام فرعي لإدارة المعلومات (قاعدة بيانات).

الشكل 15- تخطيط ثلاثي الأبعاد للموارد المائية في إطار نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية



المصدر: http://www.bgr.bund.de.

يُعتبر نظام دعم القرارات الأداة المناسبة لحل المشكلة التي تعاني منها البلدان العربية على صعيد إدارة المياه والمتمثلة في غياب الرابط بين المعلومات الأساسية وتطبيقها على القرارات المرتبطة بإدارة المياه. وكمثال حول نظم دعم اتخاذ القرارات، يشكل نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية برنامجاً للتخطيط المتكامل للموارد المائية وهو يوفر إطاراً شاملاً، ومرناً وسهل الاستخدام لتحليل السياسات. ويزداد عدد المتخصصين في مجال المياه الذين يرون في نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية أداة إضافية مفيدة ضمن مجموعة الأدوات التي يستخدمونها من نماذج، وقواعد بيانات وجداول البيانات وبرامج أخرى.

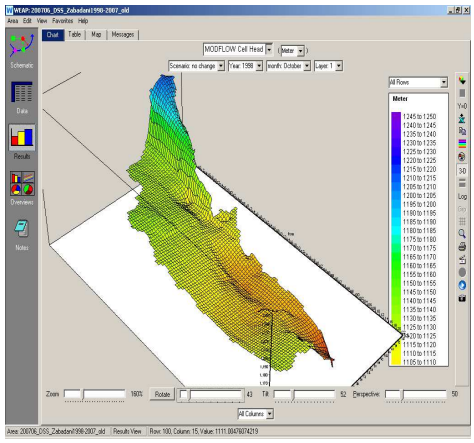
تستند المقاربة المعتمدة في نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية إلى مبدأ التدقيق في الميزان المائي. يُطبق هذا النظام على النظم البلدية، والزراعية، ونظم الأحواض الفرعية البسيطة والمركبة. إضافة إلى ذلك، يمكن لنظام تخطيط وتقييم الموارد المائية أن يعالج مجموعة متنوعة من القضايا مثل تحليل الاحتياجات القطاعية، وحفظ المياه، والحقوق المرتبطة بالمياه، والأولويات في التخصيص، وجريان مياه الأمطار والجريان الأساسي، وسيناريوهات محاكاة المياه الجوفية وتدفق مجاري المياه، وتشغيل الخزانات وتوليد الطاقة الهيدرولوجية فضلاً عن نوعية المياه واحتياجات النظام البيئي، وتحليل كلفة المشاريع وفائدتها (الشكل 15).

تُعتبر قواعد البيانات أداة لا بد منها للتخطيط الفعال والموثوق في مجال المياه: منصة FENIX عبارة عن نظام إلكتروني قابل للقياس، قادر على الإيفاء باحتياجات مستخدمين مختلفين وقابل للتكيُّف من أجل دعم المشاريع والمبادرات العالمية والإقليمية والوطنية. ويتمثل الهدف الأساسي في المساهمة في إنشاء شبكة عالمية لتبادل البيانات في مجال الزراعة والأمن الغذائي من خلال وضع نظام قابل للقياس يجمع ما بين مصادر مختلفة للبيانات.

FENIX من إعداد منظمة الأغذية والزراعة وهو يندرج في إطار مبادرة التبادل المفتوح للبيانات، ومصمم على نحو يتيح لأي شخص الاستفادة من البيانات والتكنولوجيات بصفته "سلعة عامة" تستخدم برنامج مجاني ومفتوح المصدر وتوفر البيانات من دون أي كلفة.

تطبيق نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية (نظام دعم القرارات) في حوض الزبداني في سوريا

تتنافس جهات عدة على المياه في حوض الزبداني، وهي الجهات المحلية المزودة بمياه الشرب، والهيئة المعنية بإمدادات المياه في دمشق، هذا إلى جانب احتياجات القطاعيْن الزراعي والسياحي. وخلال المشروع، تم إشراك كافة الجهات الفاعلة في الوزارات المعنية وكذلك البلدية والجهات المزودة بالمياه في تطوير نظام دعم القرارات، والحصول على البيانات ذات الصلة، والتخطيط للسيناريوهات.



وتم استخدام برنامج نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية من أجل إعداد نموذج للتخطيط والتقييم، وقد تم ربطه لاحقاً بنموذج MODFLOW لتدفق المياه الجوفية كمكون في نظام دعم القرارات.

تم بنجاح ربط نموذج MODFLOW للمياه الجوفية الخاص بالمنطقة المشمولة بالدراسة مع نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية، كما جرى وضع سيناريوهات مختلفة بالتعاون مع الجهات المعنية. وقد أظهرت النتائج أنه يمكن القول أن نظام دعم القرارات المتمثل في الربط ما بين MODFLOW ونظام تخطيط وتقييم الموارد المائية قادر على احتساب الموازين الواقعية للمياه الجوفية، والمياه السطحية، ومياه التربة، فضلاً عن منسوب المياه الجوفية. وتم وضع السيناريوهات في إطار تطرق المشروع إلى فرضيات واقعية بشأن الطلب المنزلي والزراعي، فضلاً عن آثار تغيّر المناخ وسنوات الجفاف المتتالية.

المصدر: http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/laufend/TZ/Acsad/dss_fb_en.html?nn=1546392.

3.3 قدرة الاستشعار عن بُعد (بما في ذلك Google Earth) في التكيُّف مع تغيّر المناخ

يمكن للاستشعار عن بُعد أن يوفر بيانات من شأنها المساعدة في تحديد المحاصيل ومراقبتها. ولدى تنظيم هذه البيانات ضمن نظام للمعلومات الجغرافية إلى جانب أنواع أخرى من البيانات، تصبح أداة هامة تساعد في اتخاذ القرارات بشأن المحاصيل والاستراتيجيات الزراعية.

ويمكن للحكومات الوطنية أن تستخدم البيانات الناتجة عن الاستشعار عن بُعد من أجل اتخاذ قرارات هامة حول السياسات التي ستعتمدها أو كيفية معالجة القضايا الوطنية فيما يخص الزراعة. ويمكن للمزارعين أيضاً أن يحصلوا على معلومات مفيدة من الصور المأخوذة بالاستشعار عن بُعد لدى التعامل مع محاصيلهم، وذلك بشأن حالتها الصحية وكيفية معالجة أي مشكلة.

يمكن استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد والمعلومات الجغرافية في تطبيقات مختلفة في المجال الزراعي:

- **رصد حالة المحاصيل**: للمزروعات طريقة خاصة في عكس الإشعاعات الكهرمغناطيسية. فعندما تكون النباتات في حالة إجهاد، غالباً ما تبرز عليها علامات واضحة وأخرى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة؛
- **تخمين غلة المحاصيل**: يُعتبر الحصول على معلومات حول الغلة المحتملة للمحاصيل في مرحلة مبكرة مفيداً جداً للمزارع، لا بل أيضاً للبلدان التي تعوّل بشكل كبير على الإنتاج الزراعي من أجل الإيفاء باحتياجاتها الوطنية من المحاصيل ولتحقيق مدخول من خلال الصادرات؛

- **تحديد المحاصيل**: يمكن من خلال مراقبة الأنواع المختلفة من المحاصيل رسم الحدود في السهول. ويوفر ترسيم حدود الأراضي معلومات لإعداد خرائط السجل العقاري. وغالباً ما تكون هذه الخرائط موضوعة استناداً إلى طريقة المتجهات، وهو نموذج يمكن استخدامه في نظام المعلومات الجغرافية، إلى جانب أنواع أخرى من البيانات (الملكية، نوع المحاصيل المزروعة، إلخ). ويمكن للسلطات المحلية والوطنية أن تستخدم هذه الخرائط لتخمين مساحة الأراضي المستخدمة في الزراعة بشكل عام والمساحة المستخدمة لزراعة محصول من المحاصيل.

الشكل 16- المناطق المروية الأساسية

المصدر: Google Earth (المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة).

Google Earth أداة هامة لتحديد المحاصيل في ظل النقاوة العالية للصور التي يوفرها وأدوات الرقمنة المشمولة في البرنامج الذي يتيح رقمنة المضلعات والحصول عليها بصيغ مقبولة ضمن نظام المعلومات الجغرافية مثل "klm"، ما يخلق بيئة متكاملة بينه وبين برمجيات نظام المعلومات الجغرافية.

4- تدابير الاستجابة: الموارد المائية

يتمثل التكيُّف مع تغيّر المناخ في إطار الإدارة المتكاملة للموارد المائية في تحقيق الاستفادة القصوى من إمكانات الموارد المائية المتنوعة على نحو متكامل مع إيلاء اهتمام خاص للاحتياجات البيئية (الجدول 4).

الجدول 4- لمحة حول مختلف أنواع الموارد المائية المتاحة للزراعة

المياه الجوفية التدابير التي من شأنها الحد من تدني مستويات المياه الجوفية (المتجددة والقديمة): (1) إعادة تغذية المياه الجوفية من فائض المياه خلال موسم المطر، و(2) إعادة تغذية المياه الجوفية من مياه الفياضانات المجمعة في أحواض كبيرة، و(3) بناء سدود التغذية، و(4) وضع حصص، ورخص، إلخ، للحد من استخراج المياه الجوفية، و(5) إدارة الطلب على المياه. قراءات من: Margane, 2003؛ مصدر الصورة: Al Torbak (2011)	 مياه الفياضانات لإعادة تغذية المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية
المياه السطحية إن معظم الأنهر الدائمة في المنطقة العربية عابرة للحدود، وقد تؤدي أي زيادة في استخراج المياه إلى تفاقم النزاعات بين الدول المشاطئة. بالتالي، تبرز الحاجة إلى كفاءة أعلى في استخدام المياه في الزراعة (وتراجع في طلب المناطق الحضرية على المياه)، ويمكن تحقيق ذلك من خلال: (1) إذكاء الوعي وتوفير التدريب المهني للمزارعين، و(2) تقديم الدعم للمزارعين ليتمكنوا من الحصول على قروض (ميسرة) لاستثماراتهم، و(3) توفر خدمات فعالة في مجال الإرشاد الزراعي، إلخ. قراءات: الصورة: Prinz	 محطة ضخ في نهر النيل

الجدول 4 (تابع)

	المياه الجوية الخيارات المتاحة في حال كانت الظروف الفيزيائية متوفرة هي جمع الضباب (باستخدام شبكات الضباب أو أدوات الجمع الثلاثية الأبعاد)، وتجميع الندى والاستمطار الاصطناعي. والجدير بالذكر أن بلدان مثل المملكة العربية السعودية، واليمن، وعُمان والمغرب قد حققت كلها نتائج جيدة على صعيد جمع الضباب. في عُمان مثلاً، تم جمع كمية تصل إلى 50 ليتراً في المتر المكعب يومياً خلال فترات الرياح الموسمية. إن تكاليف هذه التقنية متدنية نسبياً، إلا أن المشكلة تكمن عادةً في الصيانة. قراءات من: Al-hassan, 2009, Lekouch et al.؛ الصورة: Prinz
	المياه العادمة في حالات نادرة فقط، يُعتبر استخدام المياه العادمة غير المعالجة مأموناً في الزراعة أو الحراجة (الشكل 15). ومن الضروري أن تكون المياه العادمة (التي مصدرها المنازل فقط) قد مرّت أقله عبر حوض واحد للأكسدة من أجل معالجتها. وتجدر الإشارة إلى أن مستويات المعالجة الأكبر تتناسب بشكل أفضل مع المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية، إلا أن معدلات المغذيات تكون أدنى في هذه الحالة. وغالباً ما يواجه استخدام المياه العادمة في الري بالتنقيط مشكلة الانسداد إلا إذا تم اعتماد مستوى عال من الفلترة. قراءات من: منظمة الصحة العالمية 2006، Drechsel et al. 2010, Hamdi, 2011, Abdel-Dayem et al., 2012. صورة: Prinz (الصورة ملتقطة في الضفة الغربية، فلسطين)
	الري باستخدام مياه التصريف قد يكمّل استخدام مياه الصرف الزراعي موارد المياه المتاحة ذات النوعية الجيدة في حال برز نقص في هذه المياه. إلا أنه من الضروري التخفيف إلى أقصى حد من الآثار الضارة على إنتاج المحاصيل وإنتاجية التربة ونوعية المياه. ويجب تجنب تفريغ المجارير في قنوات التصريف لإتاحة إعادة استخدام مياه التصريف. ويتم تحديد أنواع المحاصيل التي يمكن ريها بحسب نوعية هذه المياه. قراءات من: Tanji & Kielen, 2003، انظر دراسة الحالة الخاصة بالدراسة التجريبية التي أعدها برنامج التكيُّف مع التغيّرات المناخية في قطاع المياه في منطقة المشرق العربي وشمال أفريقيا تحت عنوان "تعزيز الكفاءة الإجمالية". الصورة: Dalia Gouda (برنامج التكيُّف مع التغيّرات المناخية في قطاع المياه في منطقة المشرق العربي وشمال أفريقيا)
	المياه العسرة تبرز تفاوتات كبيرة في مستوى الملوحة على صعيد المياه العسرة الجوفية. وفي الحالات التي تكون فيها مستويات الملوحة أعلى من تلك المقبولة بالنسبة للمحاصيل التي سيتم ريها، يتم خلطها بمياه عذبة. وتمر بعض المحاصيل التي تتحمل الملوحة إلى حد ما بمراحل حساسة، فيتم ريها خلال هذه المراحل بمياه ذات نوعية جيدة، على أن تروى بالمياه العسرة في أوقات أخرى. يؤدي الري باستخدام المياه العسرة إلى تراكم الملح في التربة التي يجب غسلها بشكل منتظم. قراءات من: JVA & GTZ, 2003؛ الصورة: Prinz (صورة تظهر حوض تبريد في تونس)

الجدول 4 (تابع)

مياه البحر

يمكن استخدام مياه البحر والمياه العسرة من أجل تحليتها، ويُفضل استعمال الإشعاع الشمسي كمصدر للطاقة لهذه الغاية. ولا يزال التخلص من مخلفات التحلية يشكل خطراً على البيئة، كما لا تزال تكاليف التحلية بالتناضح العكسي مرتفعة جداً بالنسبة لمعظم المحاصيل الزراعية. ويمكن استخدام مياه البحر والمياه العسرة في تربية الأحياء المائية كأصناف معينة من الأسماك والروبيان. وبما أن الأصناف تختلف كثيراً فيما بينها لناحية معدل الملوحة الأنسب لها، يجب الاختيار استناداً إلى معدل ملوحة الموارد المائية المتاحة.

قراءات من: Schäfer and Richards, 2007, Trieb, 2007
الصورة: © Herman Gunawan

دراسة حالة: تعزيز الكفاءة الاجمالية لاستخدام مياه الري من خلال إعادة استخدام مياه التصريف (المشروع التجريبي الخاص بمصر الذي أعده برنامج التكيُّف مع التغيّرات المناخية في قطاع المياه في منطقة المشرق العربي وشمال أفريقيا)

عملت الحكومة المصرية على بلورة **استراتيجية وطنية للتكيُّف مع تغيّر المناخ**. ومن أبرز التدابير المجدية في هذا الإطار إعادة استخدام مياه التصريف للتخفيف من مشكلة النقص في مياه الري. إلا أن إعادة الاستخدام غير المراقبة لمياه التصريف غالباً ما تؤدي إلى تكدس الأملاح والمواد السامة في تربة المناطق المروية.

مضخة نقالة خلال فترة عملها
الصورة: K. Kheireldin.

ويحاول المشروع التجريبي للوكالة الألمانية للتعاون الدولي المعنون **"تعزيز كفاءة المياه من خلال إعادة استخدام مياه التصريف"** في دمنهور في الجزء الشمالي من دلتا النيل تجنب هذه المشاكل. ويغطي هذا المشروع المدعوم من **المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة** مساحة تبلغ حوالى 6000 فدان، يتولى زراعتها 3000 مزارع، وموزعة على ثلاث رابطات لمستخدمي المياه. ويقوم سكان المنطقة باستخدام مضخة نقالة للمزج ما بين مياه التصريف ومياه الري في ظل ظروف خاضعة للرقابة.

إن **الشروط المسبقة الواجب توفرها للتطبيق المأمون** هي (1) التعاون الوثيق بين الهيئات الوطنية والمحلية المعنية بالمياه، والجهات المستفيدة، ووكالة التمويل؛ و(2) نوعية مقبولة لمياه التصريف وكمية وافية من مياه الري؛ و(3) المراقبة الدائمة لنوعية المياه والتربة، ما يستوجب توفر المرافق المخبرية الملائمة؛ و(4) تدريب المزارعين ومشغلي المضخات.

جهات الاتصال: Dr. M. Bartels (matthias.bartels@giz.de) أو Dr. G. Lichtenthaeler (gerhard.lichtenthaeler @giz.de)، برنامج التكيُّف مع التغيّرات المناخية في قطاع المياه في منطقة المشرق العربي وشمال أفريقيا من إعداد الوكالة الألمانية للتعاون الدولي.

المصدر: http://www. water-energy-food.org/documents/giz/factsheet_project_egypt.pdf.

إن البيانات المتعلقة بكميات الموارد المائية المتنوعة المتاحة للفرد الواحد أو للبلد الواحد وغيرها من الخصائص الهامة المرتبطة بالمياة متوفرة على الموقع الإلكتروني الخاص بنظام المعلومات المتعلقة بالمياه والزراعة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة: www.fao.org/nr/water/aquastat/dbases/index.stm.

الشكل 17- استخدام المياه العادمة والحمأة المعالجة في بعض البرامج التجريبية للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة

من تأثيرات تغيّر المناخ اشتداد هطول الأمطار. ومن أجل تجنب رطوبة التربة المفرطة، ينبغي توفير المزيد من مرافق التصريف. والفائض في المياه، في حال لم تتم فلترته (ومن ثم استخدامه في إعادة تغذية المياه الجوفية) يجب جمعه وتخزينه للاستفادة منه في وقت لاحق. والجدير بالذكر أن تدابير حفظ المياه والتربة ستكتسب أهمية أكبر في المستقبل.

سيتراجع على الأرجح الجريان في ظل الآثار التي يخلفها تغيّر المناخ، والأمر سيان بالنسبة إلى إعادة تغذية المياه الجوفية. ومن شأن تدني الجريان التأثير على الملوحة من خلال التقليل من كمية المياه التي تخفف تركيز الأملاح. في الواقع، يؤدي تراجع الجريان وتدني المياه السطحية المتوفرة إلى تدني الغسل للتخلص من الأملاح، وبالتالي ازدياد تراكمها في التربة (منظمة الأغذية والزراعة 2011c).

الإجراء المتعلق بتغيّر المناخ (في حال توفر ما يكفي من المياه ذات النوعية الجيدة): يجب غسل طبقة التربة الزراعية من أجل التخلص من الأملاح واستعادة نوعية التربة مرة كل سنة أو كل سنتين. ويمكن إجراء عملية الغسل من خلال مياه الفياضانات والري بالرش وليس فقط الري بالتنقيط من أجل تغطية المنطقة بأكملها وليس جزء منها.

5- تدابير الاستجابة: تخزين المياه والجوانب المرتبطة بالنوعية

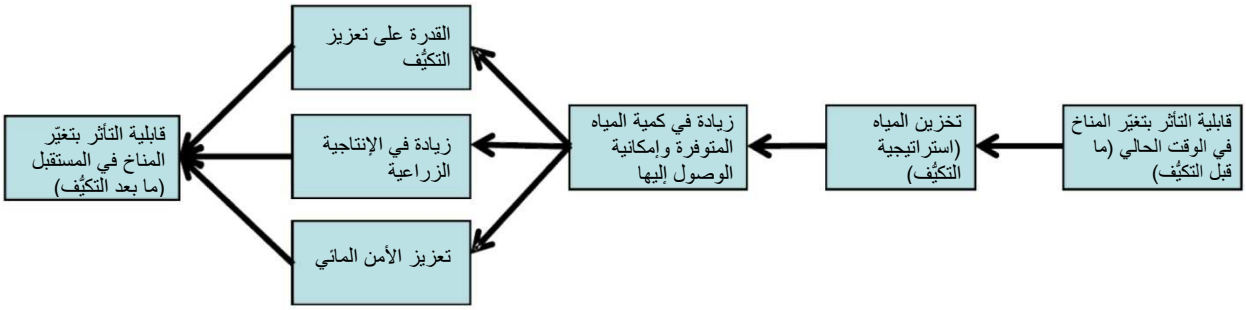
1.5 الجوانب المرتبطة بتخزين المياه

تفترض آثار تغيّر المناخ **المزيد من تخزين المياه** في المناطق الريفية. في الواقع، يتيح تخزين المياه تخطي موجات الجفاف خلال المواسم الممطرة وإطالة فترات زراعة المحاصيل لتشمل المواسم الجافة (Van Steenbergen and Tuinhof, 2009). ومن الخيارات القابلة للتطبيق من أجل تحقيق التوازن بين التباين في هطول الأمطار من سنة إلى أخرى استخدام خزانات أكبر واللجوء إلى التخزين الجوفي (إعادة تغذية المياه الجوفية). إن التخزين الجوفي للمياه يحول دون فواقد التبخر، لكن من الضروري القيام باستكشاف جيولوجي سليم لتجنب الفشل. وهنا تجدر الإشارة إلى أن عدسات الملح الموجودة في طبقة جيولوجية معينة من شأنها أن تلغي فعالية المياه ذات النوعية الجيدة التي تم ضخها (كما حدث في المغرب).

تشتمل إعادة تغذية المياه الجوفية على ضخ المياه السطحية بشكل مباشر إلى خزان جوفي و/أو تعزيز تسرب المياه من خلال تعبئة الأحواض الخاصة بالتسرب بالمياه. ويضطلع تخزين المياه (بكافة أشكاله) بدور أساسي في التنمية المستدامة، والحد من الفقر والتكيُّف مع تغيّر المناخ. ومن خلال توفير مخزن مؤقت، يحد

تخزين المياه من مخاطر وآثار بعض التداعيات السلبية المحتملة لتغيّر المناخ، ما يحد بدوره من قابلية تأثر الأشخاص بذلك. ومن شأن تخزين المياه تعزيز الأمن المائي والإنتاج الزراعي على حد سواء (الشكل 18). إلا أن كافة خيارات تخزين المياه قابلة للتأثر بتداعيات تغيّر المناخ (McCartney & Smakhtin 2010).

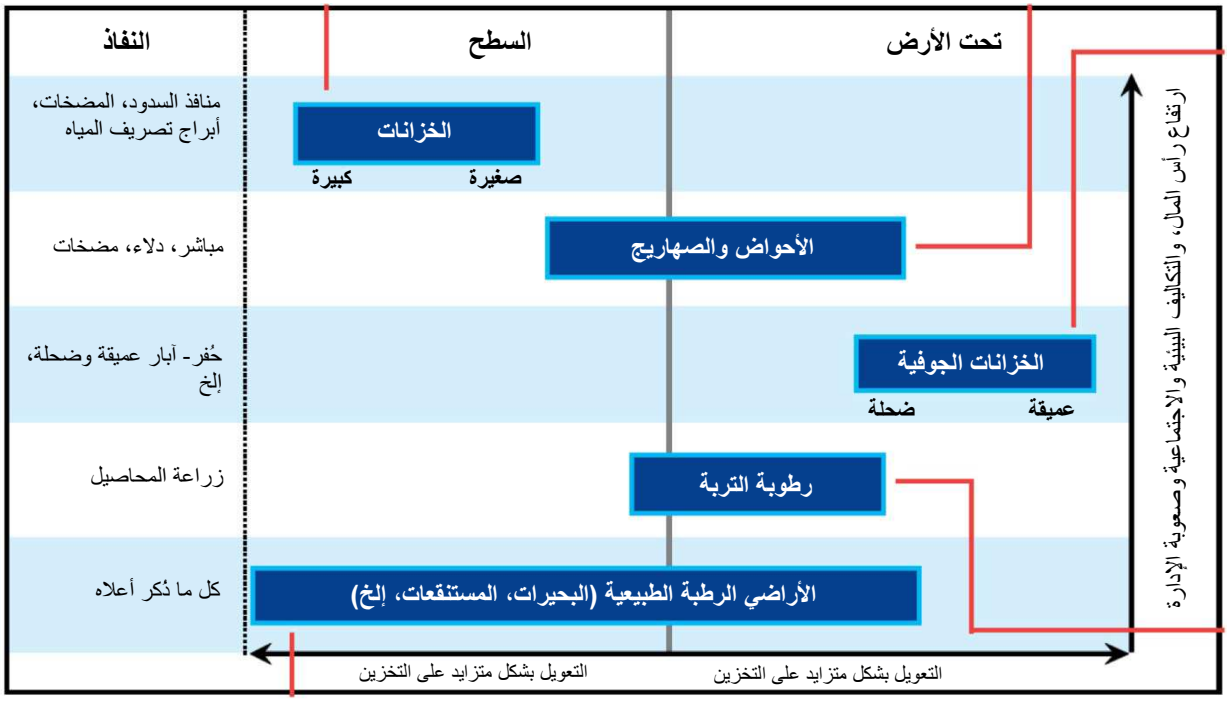
الشكل 18- تخزين المياه كاستراتيجية تكيُّف للحد من تقلبات المناخ



المصدر: McCartney & Smakhtin (2010).

لدى التكيُّف مع تغيّر المناخ، ينبغي إيلاء اهتمام خاص للتواصل الكامل ما بين مختلف عناصر تخزين المياه من الخزانات الجوفية، مروراً برطوبة التربة والخزانات والبرك الصغيرة وصولاً إلى الخزانات الكبيرة (المعهد الدولي لإدارة المياه 2009؛ الشكل 19)

الشكل 19- التواصل ما بين الخيارات المتاحة لتخزين المياه



المصدر: المعهد الدولي لإدارة المياه 2009.

تعطي دراسة الحالة حول "تجميع المياه من على السطوح لتعزيز الإنتاج داخل البيوت البلاستيكية في جبال لبنان" وصفاً لمشروع نفذته منظمة "المشروع الأخضر" بحيث يتم تجميع المياه من على سطوح البيوت البلاستيكية وتخزينها في أحواض كبيرة مبطنة لاستخدامها في وقت لاحق. وتُعرف المنظمة أيضاً ببرنامجها المعنون "بحيرات على التلال" في لبنان.

دراسة حالة: تجميع المياه من على السطوح لتعزيز الإنتاج داخل البيوت البلاستيكية في جبال لبنان

يتم تخزين مياه الأمطار المجمعة من البيوت البلاستيكية في أحواض تمهيداً لاستخدامها في ري بيوت بلاستيكية أخرى.

في المناطق التي تزيد فيها كمية الهطولات عن 250 ملم/الفدان، يشكل **تجميع جريان المياه من على سطوح البيوت البلاستيكية** واستخدامها داخل هذه البيوت خياراً قابلاً للتطبيق ويتم اعتماده في العديد من البلدان العربية.

تتمتع الجبال اللبنانية بإمكانية عالية **لإنتاج الأزهار والخضار في البيوت البلاستيكية**، إلا أن المشكلة تكمن في إمدادات المياه. فقد بدأ المزارعون منذ عقود بتجميع مياه الأمطار، إلا أن الموسم الممطر (في فصل الشتاء) لا يتزامن مع الموسم الذي يرتفع فيه الطلب إلى حده الأقصى. والجدير بالذكر أن تخزين المياه في الأحواض صعب بسبب الطبيعة الكارستية للتربة تحت الأرض.

بالتالي، أطلق "المشروع الأخضر"، وهو عبارة عن هيئة محلية تابعة لوزارة الزراعة اللبنانية (وممولة بشكل جزئي من قِبل الجهات المانحة الدولية)، برنامجاً خاصاً بجبال لبنان لتمكين المزارعين من جمع مياه الأمطار غير الملوثة من البيوت البلاستيكية وتخزينها في الأحواض. وتكون هذه الأحواض مبطنة بألواح من متعدد كلور الفينيل وبأقشمة التكسية الأرضية لتجنب الفواقد الناجمة عن الترشح. تتدفق مياه الأحواض بفعل الجاذبية إلى بيوت بلاستيكية أخرى موجودة تحت موقع الحوض بقليل ويتم استخدامها هناك باعتماد تقنيات الري بالتنقيط. ويبلغ متوسط مساحة البيوت البلاستيكية في كل مزرعة 3500 متر مربع، أما حجم الحوض فيصل إلى 1700 متر مربع، فيما العمر المتوقع للحوض يتراوح بين 7 و10 سنوات.

ويعمل خبراء المشروع الأخضر إلى جانب المزراعين المهتمين على بلورة خطط للتطوير الفني والمالي لمنشآتهم. ويتلقى المزارعون قروضاً ميسرة ومساعدات ويتم توثيق التقدم المحرز. ويساهم المزارعون في 18 إلى 39 بالمائة من إجمالي التكاليف فقط ويستفيدون من قروض ميسرة (بفائدة سنوية تبلغ واحد بالمائة). والعائق الذي يعترض تطبيق هذا البرنامج على نطاق أوسع هو محدودية الأموال التي توفرها الحكومة.

المصدر: الجمهورية اللبنانية (2012). Hilly Areas. Sustainable Agricultural Development (HASAD). Project Design Report. Prepared من إعداد IFAT، بيروت، لبنان.

المصدر: www.greenplan.gov.lb.

يعطي الجدول 5 لمحة حول المخاطر الفيزيائية-الحيوية المحتملة المرتبطة بتغيّر المناخ لجهة أنواع التخزين المختلفة.

الجدول 5- أنواع التخزين والمخاطر الفيزيائية-الحيوية المحتملة المرتبطة بتغيّر المناخ لجهة أنواع التخزين المختلفة

نوع التخزين	المخاطر الفيزيائية-الحيوية المحتملة المرتبطة بتغيّر المناخ
الخزانات	• انخفاض التدفق إلى الداخل، ما يؤدي إلى ازدياد الفترة اللازمة للتعبئة • ازدياد التبخر ما يسرع من وتيرة استنفاد الخزانات • تضرر البنى التحتية نتيجة لارتفاع حدة الفياضانات • توفر بيئة مؤاتية أكثر لناقلات الأمراض (مثلاً: البعوض) • ارتفاع خطر الإثراء الغذائي والتملح • زيادة الإطماء
الأحواض والصهاريج	• انخفاض التدفق إلى الداخل، ما يؤدي إلى ازدياد الفترة اللازمة للتعبئة • ازدياد التبخر ما يسرع من وتيرة استنفاد الأحواض/الصهاريج • تضرر البنى التحتية نتيجة لارتفاع حدة الفياضانات • توفر بيئة مؤاتية أكثر لناقلات الأمراض (مثلاً: البعوض) • ارتفاع خطر الإثراء الغذائي والتملح • زيادة التغرين
رطوبة الأرض	• تراجع التسرب بسبب التغيّرات في كثافة هطول الأمطار • الإشباع بالمياه الناجم عن التغيّر في كثافة ومدة هطول الأمطار • زيادة فترات الجفاف بسبب التغيّرات في التوزع الزمني لهطول الأمطار • تراجع رطوبة التربة جراء زيادة التبخر • تدهور التربة بسبب التغيّر في كثافة ومدة هطول الأمطار • تدهور نوعية التربة (بما في ذلك قدرتها على احتواء المياه وحالة المغذيات) بسبب التغيّرات في هطول الأمطار ودرجات الحرارة
الخزانات الجوفية	• تراجع إعادة التغذية جراء التغيّر في كثافة هطول الأمطار • تراجع إعادة التغذية بسبب التغيّرات على صعيد الغطاء الأرضي وتفاقم أوجه القصور على صعيد رطوبة التربة • تسرب مياه البحر المالحة إلى الخزانات الجوفية القريبة من السواحل • ازدياد الرشح جراء ارتفاع وتيرة الفياضانات

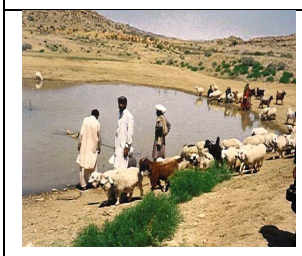
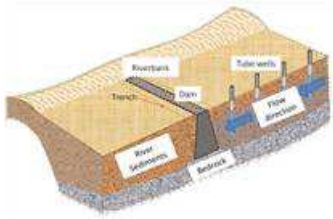
المصدر: المعهد الدولي لإدارة المياه 2009.

يظهر الجدول 6 مختلف أنواع تخزين المياه، ومواصفاتها، وتدابير التكيُّف المحتملة مع تغيّر المناخ.

الجدول 6- أنواع التخزين، ومواصفاتها، وتدابير التكيُّف المحتملة مع تغيّر المناخ

رطوبة التربة إن قدرة التربة على احتواء المياه رهن بنوعية التربة، وبنيتها وعمقها. خلال العقود الأخيرة، استحوذت تقنيات إدارة مياه الأمطار في الموقع التي تعزز التسرب وحجز المياه في التربة على المزيد من الاهتمام. **فتقنيات حفظ التربة والمياه** مثل السواتر والخنادق الكونتورية والأحواض الصغيرة تبقي مياه الأمطار في موقعها. وتُعتبر هذه التقنيات ضرورية للتكيف مع تغيّر المناخ في قطاع الزراعة، مع أهمية التركيز على تقنيات حفظ التربة والمياه في خدمات الإرشاد الزراعي. قراءات من: McCartney & Smakhtin 2010. الصورة: Prinz	

الجدول 6 (تابع)

الصهاريج يتم بناء الصهاريج بشكل كامل أو جزئي تحت الأرض، وتتراوح سعتها ما بين 10 و1000 متر مكعب أو أكثر. غالباً ما يتم بناء الصهاريج الحديثة باستخدام الإسمنت المسلّح (انظر الصورة). وتتمثل المشاكل الأساسية لاستخدام الصهاريج في الصيانة وحقوق استخدام المياه: فيتوجب على المستفيدين توقيع عقد حول الحقوق والواجبات (مثلاً تنظيف خزانات الترسيب) قبل المباشرة بعملية البناء. ومن الضروري توفر تصاميم موحدة لحالات ارتفاع مستويات الجريان في المستقبل، على أن تكون مكيفة مع الاحتياجات المحلية. ويُعتبر ذلك بشكل عام عنصراً أساسياً جداً للتكيُّف مع تغيّر المناخ. قراءات من: Akhtar et al., 2009؛ الصورة: Saher Khouri, ARIJ	
الأحواض تمتلئ الأحواض من الجريان السطحي المتدفق من الأراضي، والطرقات والسطوح (البيوت البلاستيكية)، إلا أن القاسم السلبي المشترك هو أنها ضحلة. ويمكن الحد من الفواقد الناجمة عن التبخر التي من شأنها أن ترتفع في المستقبل عبر بناء أحواض أكثر عمقاً وأصغر من حيث المساحة. ومن الوسائل الأخرى للحد من التبخر تغطية الأحواض (مثلاً بألواح بلاستيكية بيضاء مقاومة للأشعة ما فوق البنفسجية). وفي حال كان ذلك قابلاً للتنفيذ من الناحية التقنية، يجب زيادة أحجام الأحواض لتجميع كميات جريان أعلى. وتجدر الإشارة إلى أن خنادق التغرين يمكنها أن تحد من الترسب. قراءات من: Oweis et al. 2012؛ الصورة: Prinz (حوض في الضفة الغربية، فلسطين)	
<u>Hafairs</u>: هي عبارة إما عن أحواض في منخفضات طبيعية أو خزانات محفورة. تمتلئ بفعل الجريان السطحي من التلال، وعادةً ما تكون مستويات الترسب فيها مرتفعة. ومن أجل تكييفها مع ظروف تغيّر المناخ يجب: (أ) تنظيف منطقة التجميع للحد من الترسبات وزيادة كمية المياه المجمعة؛ (ب) تبطينها من أجل الحد من فواقد الترشح؛ (ج) إنشاء حوض جانبي خاص بالحيوانات يساهم في تحسين ظروفها الصحية. ونظراً للمشكلة التي قد تطرحها الصيانة، من الضروري اتخاذ التدابير اللازمة بالتنسيق مع المستفيدين. قراءات من: Oweis et al. 2012; Keller et al., 2000. الصورة: Oweis/ICARDA	
الخزانات الخزانات عبارة عن كمية من المياه تم احتواؤها خلف سدود صغيرة وكبيرة مبنية على طول الأنهر ومجاري المياه. وعادةً ما تكون ضحلة وتمتد على مساحات واسعة نسبياً ما قد يؤدي، كما هو الحال بالنسبة للعديد من الأحواض، إلى فقدان كمية لا يستهان بها من المياه من خلال التبخر. وتستخدم المياه لغايات عدة. توفر بعض الخزانات الكبيرة المياه لسنوات عدة. وفي المستقبل، من المتوقع أن تكتسب هذه الأخيرة أهمية أكبر مقارنة مع الماضي. قراءات: منظمة الأغذية والزراعة، 2001؛ McCartney & Smakhtin 2010؛ الصورة: S. Wolfer (تونس)	
السدود تحت الأرض إن تدفق المياه الجوفية في الأودية يمكن أن يدوم لأسابيع بعد سقوط الأمطار. يتم بناء السدود تحت الأرض في الأودية لكن يمكن توسيعها لتصل إلى ما فوق مستوى الرواسب من أجل تسهيل التسرب. المزايا: تدني مستوى التبخر بشكل كبير؛ وانعدام التلوث بشكل كامل تقريباً؛ وعدم تكاثر البعوض وغيرها من ناقلات الأمراض؛ وتدني كلفة الصيانة والحفاظ على قدرة تشغيلية لفترة أطول. الشروط المسبقة: توفر الرمال الخشنة بشكل أكبر؛ وتوفر المعارف المتخصصة. هي أيضاً مكيفة بشكل جيد مع شروط التكيُّف مع تغيّر المناخ. قراءات من: Nissen-Petersen 2006; RAIN 2008؛ الرسم: Prinz	

في حين أن احتمال وقوع أحداث مناخية متطرفة وارد جداً، قد لا يكون جمع الكميات الكافية من التدفقات القصوى ممكناً في ظل البنى التحتية المتاحة أو المقبولة الكلفة.

وسيكون من الصعب إيجاد مواقع جديدة للخزانات ومن المكلف جداً تطويرها. ومن أجل التعامل مع العواصف التي تزيد حدتها أكثر فأكثر، تبرز الحاجة إلى مصارف أقوى وأكثر تطوراً (منظمة الأغذية والزراعة 2011c).

2.5 الجوانب المرتبطة بنوعية المياه

كلما كان حجم الكتلة المائية أصغر، كلما بات أثر التلوث الذي يخلفه أكبر. ومن شأن التراجع في إعادة تغذية المياه الجوفية الناجم عن تغيّر المناخ، والانخفاض في تدفقات الأنهار أو امتلاء الخزانات أن يزيد من قابلية التأثر بالتلوث. ويستوجب ذلك التقيد بشكل أكبر بكافة الأنظمة والقوانين المتعلقة بحماية المياه على النحو التالي:

- فصل المخلفات البشرية بشكل تام عن أي موارد مائية، وذلك من خلال تحسين المراحيض مثلاً (تزويدها بخزانات للتخمر، إلخ)؛

- ضرورة عدم ترك المخلفات الحيوانية على مقربة من أي مجارٍ مائية، بل جمعها واستخدامها في تسميد المحاصيل؛

- ضرورة تزويد المستوطنات الريفية الجديدة بنظام لجمع المياه العادمة ومنشآت للمعالجة؛

- ضرورة مراقبة محطات التعبئة في المناطق الريفية بشكل منتظم (لا سيما فيما يتعلق بتسرب الوقود) وعدم السماح بإنشائها في المناطق المخصصة لسحب المياه؛

- منع تشييد المصانع الريفية في الأماكن ذات الحساسية المائية والإشراف عليها كي لا تلوث المياه السطحية أو الجوفية. ويجب معالجة المياه العادمة التي تخلفها قبل التخلص منها وتجنب اختلاطها مع المياه العادمة للتجمعات السكانية (للتمكن من استخدامها لاحقاً في الري). ومن الضروري تعزيز مبدأ إعادة تدوير المياه؛

- يجب التعامل بحذر مع المعادن الثقيلة الموجودة في المياه أو الغازات العادمة، فمن شأن تراكمها أن يلوث التربة والمياه، ويلحق ضرراً بصحة البشر والماشية؛

- في حالات النقص في المياه، لا يجب "هدر" المياه ذات النوعية المشابهة لمياه الشرب في استخدامات تفي فيها المياه ذات الجودة الأدنى بالغرض. وتبرز تفاوتات كبيرة بين المحاصيل الحقلية، ومحاصيل الأشجار المثمرة والحيوانات الداجنة من حيث الحاجة إلى/تقبل المياه ذات النوعية الجيدة (نسبة الملوحة فيها)، ويمكن توفير نوعية المياه التي تحتاج إليها/تتقبلها عبر المزج ما بين الموارد المائية (الشكل 20).

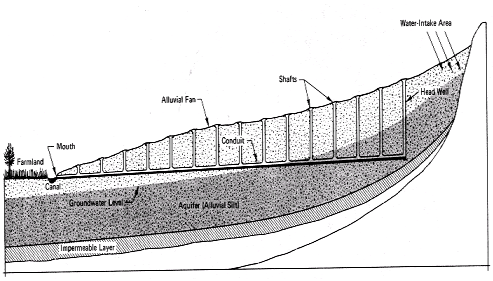
الشكل 20- نوعية الموارد المائية المختلفة (من حيث نسبة الملوحة فيها) واحتياجات الأشخاص، والحيوانات الداجنة والمحاصيل من المياه ذات النوعية الجيدة في البلدان العربية (القيم المتوسطة)

6- تدابير الاستجابة: تجميع المياه

يشتمل مصطلح "تجميع المياه" في هذه الوثيقة على (أ) تجميع المياه الجوفية، أي عبر استخدام المياه الجوفية من دون شفطها؛ (ب) تجميع مياه الأمطار، أي جمع التدفقات فوق الأرض؛ (ج) تجميع مياه الفياضانات. ويتضمن الجدول 7 معلومات حول مختلف تقنيات تجميع المياه و**التدابير المحتملة للتكيُّف مع تغيّر المناخ**. يتم التمييز على صعيد تجميع مياه الأمطار ما بين الأحواض البالغة الصغر والأحواض الكبيرة لجمع المياه، وذلك بحسب حجم الحوض.

يتم تحديد مصطلح "تجميع المياه" في هذه الوثيقة على أنه عملية تجميع وتركيز مياه الأمطار والجريان واستخدامها بشكل منتج في الاستهلاك المنزلي وفي تربية الماشية، وكذلك في ري المحاصيل السنوية والمراعي والأشجار، وفي إعادة تغذية المياه الجوفية. وتستخدم تقنية تجميع مياه الأمطار منذ وقت طويل في البلدان العربية. ويعطي Oweis et al. (2004) لمحة حول النظم الأساسية لتجميع المياه في هذه المنطقة.

الجدول 7- لمحة موجزة حول طرائق تجميع المياه والتدابير ذات الصلة للتكيُّف مع تغيّر المناخ



تجميع المياه الجوفية: وصف لنظم القناة/الفجارة: القناة عبارة عن نفق أفقي يحتجز المياه الجوفية في طبقة رسوبية مجمعة للمياه من دون الحاجة إلى مضخات أو معدات، ومن ثم ترفعها إلى السطح. لدى القنوات انحدار يتراوح ما بين 1 و2 بالمائة ويصل طولها إلى 30 كلم. ويمكن للقنوات أن تدر كميات كبيرة من المياه (5-60 لتراً في الثانية). إلا أن العديد من القنوات قد جفت بسبب انخفاض منسوب المياه الجوفية جراء حفر الآبار الأنبوبية.

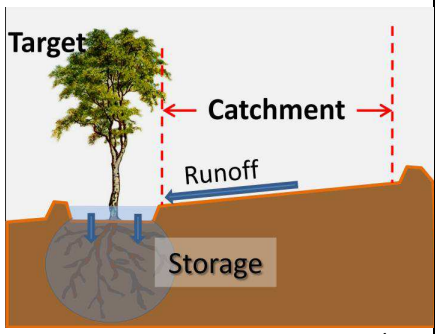
التكيُّف مع تغيّر المناخ: الحد من عدد الآبار الأنبوبية لتجنب انخفاض أكبر في منسوب المياه الجوفية؛ والمباشرة ببناء خنادق وحواجز (عند الجانب الأدنى) في منطقة تجميع المياه لتسهيل التسرب؛ وتوفير الصيانة اللازمة.

تجميع المياه على السطوح وفي الساحات

الوصف: ينطوي تجميع المياه على السطوح وفي الساحات على تشييد منشآت على المباني وفي محيطها لتسهيل تجميع مياه الأمطار. الاستخدامات: مياه للشرب/المياه المخصصة للاستخدام المنزلي، والري (مثلاً في البيوت البلاستيكية)، وإعادة تغذية المياه الجوفية. وعلى نطاق أوسع، تجميع المياه من الطرقات، والجسور، ومواقف السيارات وغيرها من المساحات المغلقة في المناطق الحضرية مشمولة بهذه التقنية أيضاً.

التكيُّف مع تغيّر المناخ: خزانات أكبر لتخزين المياه من أجل التعويض عن نوبات الجفاف. تبرز الحاجة إلى المحفزات لتجهيز أكبر عدد ممكن من المباني في المدن بمعدات لتجميع المياه من أجل ضمان إمدادات المياه الكافية وتجنب الفياضانات الناجمة عن مياه العواصف.

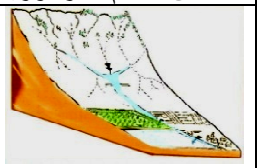
تجميع المياه في الأحواض البالغة الصغر

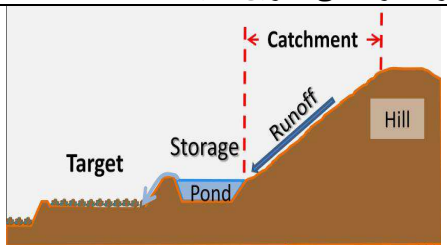


الوصف: هي تقنية تقضي بجمع الجريان السطحي (الجريان الرقيق أو الضحل) من منطقة صغيرة لتجميع المياه وتخزينه في المنطقة الأساسية من حوض التسرب المحاذي. ويتم غرس شجرة واحدة أو نبتة أو محاصيل ثانوية فوق الحوض. وتبلغ سعة الحوض ما بين مترين مربعين و1000 متر مربع فيما يتراوح معدل المساحات الزراعية إلى الأحواض المائية بين 1:1 و25:1.

التكيُّف مع تغيّر المناخ: سيتطلب ارتفاع كثافة الأمطار وزيادة التقلبات في هطول الأمطار: (أ) اتخاذ المزيد من التدابير الرامية إلى حفظ التربة ضمن الأحواض وفي محيطها؛ (ب) تعزيز السواتر؛ (ج) غرس الأشجار بتدرج لتجنب التشبع بالمياه؛ (د) وضع سواتر عمودية ضمن النظم الكونتورية لتجنب تكسر هذه السواتر؛ (ه) زيادة عمق التربة لتعزيز القدرة على تخزين المياه.

تجميع المياه في الأحواض الكبيرة



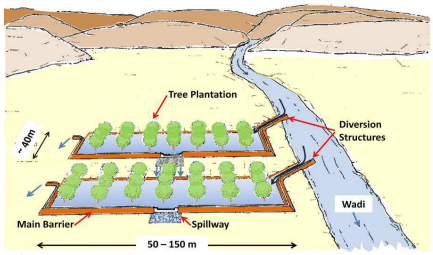


الوصف: تُعرف هذه الطريقة أيضاً بـ "تجميع المياه من المنحدرات الطويلة" أو "التجميع من نظم جمع المياه الخارجية". فيتم تحويل مسار الجريان من التلال إلى المساحات المزروعة الواقعة في أسفل التلة في أرض منبسطة. يتم عادةً تخزين المياه المجمعة في التربة. وكبديل عن ذلك، يمكن حجز الجريان ضمن حوض أو خزان صغير وتخزينها لاستخدامات الري التكميلي في فترات الجفاف الطويلة خلال موسم الأمطار، أو من أجل زيادة فترة موسم النمو. يتراوح حجم الحوض ما بين 1000 متر مربع و200 هكتار، والتدفق المعتمد هو من نوع الجريان السريع؛ ويتراوح معدل المساحات الزراعية إلى الأحواض المائية ما بين 10:1 و100:1.

التكيُّف مع تغيّر المناخ: (أ) هيكليات أقوى لتحويل مسار المياه؛ (ب) تعزيز السواتر؛ (ج) توفير المزيج من المياه المخزنة في الأحواض لاستخدامها في الري التكميلي.

الجدول 7 (تابع)

تجميع مياه الفيضانات (الري بمياه الفيضانات)



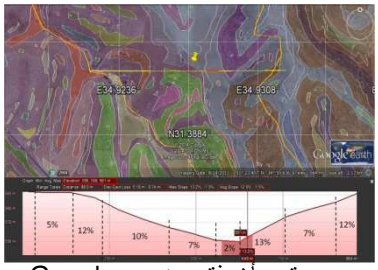
الوصف: تتطلب نظم تجميع مياه الفيضانات توفر هيكليات أكثر تطوراً للسدود وشبكات التوزيع، فضلاً عن مدخلات تقنية أكبر من تلك التي تستوجبها تقنيتي تجميع المياه الأخريين. فحجم حوض التجميع يجب أن يتخطى 200 هكتار ونوع التدفق المعتمد هو التدفق عبر القنوات. وتبرز الحاجة إلى هيكليات أكثر تطوراً وإلى معدل للمساحات الزراعية إلى الأحواض المائية يتراوح ما بين 100:1 و10000:1 (وأكثر)؛ أما الهطولات فمن الضروري أن تبلغ كميتها 100 إلى 400 ملم في العام، ويجب أن تكون الأراضي المزروعة مسطحة أو ضمن مصطبة.

التكيُّف مع تغيّر المناخ: يمكن التكيُّف مع ارتفاع وتيرة الفيضانات أو ازدياد حدتها من خلال تدابير عدة مثل (أ) زيادة حجم الهيكليات الخاصة بتحويل مسار المياه؛ (ب) توسيع الحجز؛ (ج) تصميم أقنية أوسع/أقوى لتصريف الفائض من المياه.

دراسة حالة: استخدام Google Earth لتجميع الكمية القصوى من المياه من أجل الاستخدامات الزراعية

يُجمع خبراء المياه على أن تجميع المياه، أي جمع وتركيز مياه الأمطار والتدفقات/الجريان من على سطح الأرض، سيكتسب أهمية متزايدة مع تفاقم آثار تغيّر المناخ. لكن من الصعب وضع الخطط الخاصة بتجميع المياه في المناطق الريفية في ظل محدودية البيانات الطوبوغرافية وعدم موثوقيتها. وقد يسهّل استخدام خدمات **Google Earth** عملية وضع وتطبيق الخطط الخاصة بتجميع المياه للاستخدامات الزراعية.

مثال حول استخدام المنحدرات لغايات زراعية عبر اعتماد تقنيات مختلفة لتجميع المياه، يكملها تخزين المياه في صهريج وخلف سد في أحد الوديان.



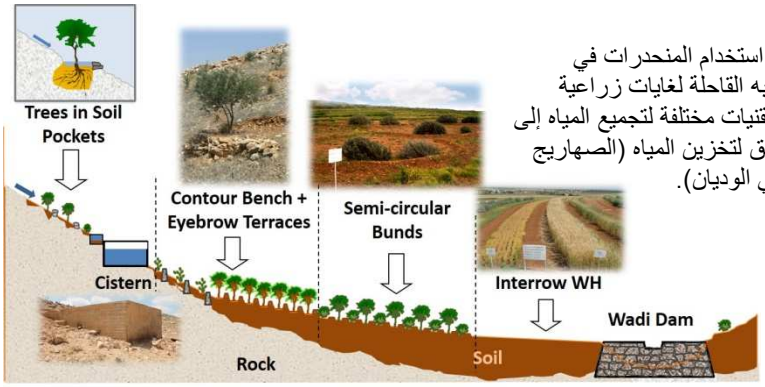
صورة مأخوذة من Google Earth تظهر فيها خارطة للمنحدر مع تحديد الارتفاعات.

ومن الأمثلة الجيدة على ما تقدم، مشروع في الضفة الغربية في فلسطين، في منطقتي طمّون (محافظة طوباس) والظاهرية (محافظة الخليل)، وهو ثمرة تعاون بين "مبادرة المياه وسُبُل العيش في منطقة الشرق الأوسط" المموّلة من وكالة التنمية الدولية التابعة للولايات المتحدة، والمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق القاحلة، بيروت ومعهد الأبحاث التطبيقية – القدس (أريج) في بيت لحم.

ويشكل **تجميع المياه** أحد عناصر المشروع فقط، إلا أنه عنصر مهم من أجل تثبيت غلة المحاصيل، وإنتاج المزيد من العلف للماشية وتخزين كميات مياه إضافية تستخدم لري المحاصيل، وللإيفاء باحتياجات السكان والحيوانات الداجنة.

Google Earth عبارة عن أداة مجانية للاستشعار عن بُعد صالحة لتحديد طول المنحدر ومدى انحنائه، فضلاً عن مواقع الأحواض النهرية والهياكل المفيدة لحفظ المياه والتربة وتجميع المياه.

مثال حول استخدام المنحدرات في المناطق شبه القاحلة لغايات زراعية باستعمال تقنيات مختلفة لتجميع المياه إلى جانب مرافق لتخزين المياه (الصهاريج والسدود في الوديان).



تم تحديد طول المنحدر ومدى انحنائه من خلال Google Earth.

جهات الاتصال: Saher Alkhouri, MSc., Research Associate, (skhouri@arij.org)، مركز الأبحاث التطبيقية - القدس (أريج)، الضفة الغربية، فلسطين، الموقع الإلكتروني: www.ARIJ.org.

يترك تغيّر المناخ آثاراً على تجميع مياه الأمطار من خلال:

(1) تغيير أحزمة التطبيق لتقنيات تجميع مياه الأمطار بالتزامن مع تغيير الأحزمة البيئية،

(2) تعديل تقنيات التطبيق، والهياكل الفيزيائية ونوعية المياه المخزنة وكميتها من أجل التكيُّف مع الظروف المناخية المتغيّرة.

الإضافة 1: في حين تشهد الأحزمة البيئية التي تحددها خصائص هطول الأمطار ودرجات الحرارة تحولاً، ستطرأ تحولات متزامنة أيضاً على الأحزمة التي تتواجد فيها مراعٍ ومحاصيل بعلية. فالمناطق التي كانت صالحة جزئياً للرعي ستتحول إلى صحارى (وهي ظاهرة تحصل منذ عقود جراء الإفراط في الرعي)، كذلك الأمر بالنسبة للمناطق الصالحة جزئياً في الوقت الحالي للزراعات البعلية كونها ستتحول إلى مجرد مراعٍ، وهكذا دواليك. بالتالي، ستتغيّر المناطق التي تطبق فيها تقنيات تجميع مياه الأمطار على اختلافها مع تغيّر الحزام البيئي ذي الصلة.

الإضافة 2: على الصعيد التقني، يجب التكيُّف مع آثار تغيّر المناخ من خلال (أ) الزيادة في أحواض تجميع المياه؛ (ب) رفع معاملات الجريان في مناطق التجميع؛ (ج) تحقيق كفاءة أكبر في استخدام المياه (مثلاً عبر استعمال نظام مقتصد لإمدادات المياه، وزراعة المحاصيل في البيوت البلاستيكية، والحفاظ على شروط النمو الأخرى (مثل خصوبة التربة) في أعلى مستوياتها، فضلاً عن تغطية التربة بالبلاستيك أو بقايا المحاصيل، إلخ)؛ (د) زيادة كمية المياه المخزنة.

أما ارتفاع كثافة الأمطار وهطولها بشكل أكثر تقلباً فيستوجب ما يلي:

- زيادة معدل المساحات الزراعية إلى الأحواض المائية؛
- تعزيز/زيادة هياكل تجميع المياه (السواتر، والسدود والجدران).

للاطلاع على المزيد من الدراسات المعمقة بشأن تجميع المياه، يمكن معاينة الكتاب المعنون "Rainwater Harvesting for Agriculture in the Dry Areas" لـ Oweis et al. (2012). وتركز كتابات Prinz 2014a و2014b بشكل خاص على آثار تغيّر المناخ على تجميع المياه.

وتجدر الإشارة إلى توفر تقنيات عدة ضمن طرائق تجميع المياه لتتلاءم ومختلف درجات انحناء المنحدرات، وعمق التربة وظروف بيئية أخرى (Mekdaschi Studer et al. 2013).

7- تدابير الاستجابة: الزراعات البعلية

1.7 مقدمة

إن معظم الإنتاج الغذائي في البلدان العربية هو عبارة عن زراعات بعلية. فحوالى 83 بالمائة من المحاصيل الموسمية تعتمد على مياه الأمطار (الجدول 8). وقد تخطت مساحة الزراعات البعلية الموسمية الإجمالية 35 مليون هكتار في عام 2011 في حين أن هذه المساحة لم تتعد 7.9 مليون هكتار بالنسبة للمحاصيل الموسمية المروية. أضف إلى ذلك أن مساحة المحاصيل البعلية الدائمة تتجاوز 5 ملايين هكتار فيما تقتصر على حوالى 3 ملايين هكتار بالنسبة للمروية منها. إن معظم المزارعين في المناطق البعلية هم من أصحاب الملكيات الصغيرة بحيث تشكل الزراعة و/أو تربية الماشية المصدرالأساسي لسُبُل عيشهم.

ويمكن تعزيز مساهمة الزراعة البعلية في الأمن الغذائي للبلدان العربية من خلال اعتماد التكنولوجيات المتاحة حالياً على نطاق أوسع، مدعومة بسياسات ومناخات مؤسسية تمكينية (Khouri et al., 2011). ويمكن للزراعات البعلية أن تضطلع بدور أكبر في تحقيق أهداف جديدة من الأمن الغذائي في حال بلوغ مستويات الاستثمار المرجوة. وتظهر النتائج الميدانية الإمكانيات الكبيرة لتحسين إنتاجية الأرض والمياه وريعية الزراعات البعلية العائدة للمزارعين من أصحاب الملكيات الصغيرة.

2.7 التقنيات، والمحاصيل والأصناف

وفي معظم المناطق القاحلة، يتمثل التحدي الأساسي في إدارة المياه على النحو الملائم، والغاية من ذلك الحصول على المياه، وحفظها، واستخدامها على نحو كفؤ وتجنب إلحاق الضرر بالتربة.

في المناطق القاحلة، تفيد التقديرات بأن ارتفاع متوسط درجة الحرارة الموسمية درجة واحدة من شأنه أن يقلل من محصول القمح بنسبة 6 بالمائة. وبما أن إنتاج القمح السنوي في المنطقة العربية يبلغ حوالى 25 مليون طن، تُقدر الخسارة بحوالى 1.5 مليون طن لكل زيادة بمقدار درجة مئوية واحدة.

بالإضافة إلى ذلك، إن الارتفاع في درجات الحرارة وفي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والمناخ الرطب هي كلها عوامل تؤدي إلى تكاثر الأعشاب الضارة، والآفات، والفطريات، والفيروسات والبكتيريا والحشرات، ما يلحق الضرر بالمحاصيل ويزيد في بعض الحالات من ملوحة التربة. ويُعتبر صدأ القمح من الآفات الأخرى التي تهدد الأمن الغذائي، وهو ناجم أيضاً عن تغيّرات المناخ (الشكل 21).

الجدول 8- مساحات المحاصيل السنوية البعلية في البلدان العربية (بالنسبة المئوية)

البلد	2010	2011	النسبة المتوسطة
الأردن	67	69	68
تونس	83	83	83
الجزائر	87	88	87.5
السودان	92	93	92.5
الجمهورية العربية السورية	70	66	68
الصومال	86	86	86
العراق	35	34	34.5
لبنان	34	34	34
ليبيا	89	89	89
المغرب	87	79	83
موريتانيا	94	94	94
اليمن	64	52	58
العدد الإجمالي	**83**	**82**	**82.5**
إحصاءات مفيدة إضافية (بملايين الهكتارات)			
المحاصيل الموسمية في المساحات المروية	6.99	7.89	7.44
المحاصيل الموسمية في المساحات البعلية	35.31	35.63	35.47
المحاصيل الدائمة في المساحات المروية	2.69	2.96	2.82
المحاصيل الدائمة في المساحات البعلية	5.02	5.14	5.08

المصدر: Shdeed et al., 2013.

الشكل 21- ليست القدرة على تحمل الجفاف والملوحة وحدها الأساسية لبعض أصناف المحاصيل المكيّفة بل أيضاً القدرة على مقاومة عدة أنواع من الآفات والأمراض

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

من أجل مواجهة هذه المشاكل، أطلقت منظمات إقليمية ودولية مثل المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة والمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق القاحلة برامج عدة لتطوير أصناف مقاومة لأمراض عدة وقادرة على تحمل الجفاف والملوحة بهدف التكيُّف مع تغيّر المناخ من جهة، وللاقتصاد في المياه من جهة أخرى. وهذه الأصناف الجديدة عبارة عن بذور معدلة وراثياً تعطي مردوداً عالياً، وإنتاجيتها مستقرة، وقادرة على تحمل الملوحة والجفاف ومقاومة للأمراض. وفيما يلي بعض الخطوط العريضة الأساسية لهذا النوع من البرامج:

(1) إنشاء بنك وراثي لكافة الأصناف التي أظهرت إنتاجية مستقرة وهي ملائمة للظروف البيئية السائدة في المنطقة العربية.

(2) تجنب زراعة الأصناف التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه وفترات نمو طويلة.

(3) التركيز على الحصاد المبكر والأصناف سريعة النمو.

(4) تطوير أصناف مقاومة لمرض الصدأ الأصفر؛ فالارتفاع في درجات الحرارة يؤدي إلى بروز هذا المرض حتى في الأصناف المقاومة للحشرات.

(5) تطبيق الدورات المحصولية الملائمة التي ترمي إلى (أ) غرس البذور في الوقت المناسب إذ البذور تتنافس على المغذيات؛ (ب) الحفاظ على خصوبة التربة بما في ذلك المغذيات الدقيقة؛ (ج) حماية المحاصيل أي الحؤول دون انتشار الحشرات فيها مثلاً؛ (د) الحد من الحاجة إلى النيتروجين أي زراعة المحاصيل البقولية مثلاً.

تحسين إنتاج القمح في العالم العربي

قام المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة بتطبيق مشروع في العديد من البلدان العربية يرمي إلى تحسين إنتاج القمح في إطار الزراعات البعلية والمروية، وذلك لضمان الأمن الغذائي. فقد غُرست بذور القمح المحسنة من الأصناف المقدمة من المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة في البلدان المشاركة (المملكة العربية السعودية، والجزائر، وليبيا، والمغرب، والأردن، والعراق، واليمن، والسودان، وسوريا ولبنان) بالتعاون مع البنك الإسلامي للتنمية. وخلال هذا المشروع، تم تطوير 22 صنفاً من القمح الطري والقاسي، مع الإشارة إلى أن 120 طناً من هذه البذور كانت موجودة في مركز الأبحاث التابع للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة في دير الزور وجرى اختبارها في البلدان المشاركة. بلغت المساحة الإجمالية المزروعة 3461 هكتاراً، وكان المشروع مرفقاً ببرنامج لبناء القدرات خاص بالموظفين الفنيين والعلميين المعنيين بالمشروع.

وفيما يلي بعض من الأصناف المختلفة التي اختارتها البلدان العربية واستخدمتها لزراعة القمح: أصناف القمح المقاومة للصدأ الأصفر: قمح طري أكساد 885، ودوما 2 (سوريا)، وArmad (الجزائر)؛ والقمح الطري أكساد 901، ودوما 4 (سوريا)، وتل عمارة 2 (لبنان)، وMonah (الجزائر)، وأكساد 901 (ليبيا والمملكة العربية السعودية)؛ والقمح الطري أكساد 1133، ودوما 6 (سوريا).

الأصناف التي يتم حصادها في وقت مبكر: القمح القاسي أكساد 65 (سوريا، والأردن، والمغرب، والعراق، وتل عمارة 1 لبنان)؛ والقمح القاسي أكساد 357 بحوث 107 (ليبيا وموريتانيا)؛ والقمح القاسي أكساد 1105 دوما (سوريا)، تل عمارة 3 (لبنان).

الأصناف التي تتقبل الملوحة: القمح الطري أكساد 899، 59، 901، 1069؛ القمح القاسي أكساد 65، 357؛ والشعير أكساد 176.

المصدر: قسم الموارد النباتية في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، التقرير النهائي للمشروع، www.acsad.org.

3.7 زراعة وإنتاج أصناف الأشجار المثمرة القادرة على التكيُّف مع الجفاف

يمتاز العالم العربي بأنواع مختلفة من الأشجار المثمرة المعروفة بقدرتها على النمو والتكيُّف في معظم أنحاء المنطقة. وهذه الأشجار تتقبل الجفاف ويمكن اعتمادها كبدائل للأصناف الأقل تقبلاً. والجدير بالذكر بأن أشجار الزيتون، والفستق، واللوز والتين تكتسب أهمية اقتصادية، واجتماعية وبيئية كبيرة وهي تتميز بقدرتها على التكيُّف لناحية النمو والإنتاج في ظل ظروف مناخية سيئة، وأراض كلسية ورملية من حيث قدرتها على المساهمة في تحسين البيئة، وزيادة الغطاء النباتي ومكافحة التصحر. وتجدر الإشارة إلى التفاوتات الكبيرة في الظروف البيئية في المنطقة العربية، بالتالي من المهم جداً دراسة ظروف الموقع لا سيما ظروف الأرصاد الجوية قبل اختيار أصناف وأنواع الأشجار.

وتختلف أصناف الأشجار فيما بينها لجهة تقبلها للجفاف وقدرتها على تحمّله (مثلاً):

- إن تقبل أشجار اللوز للجفاف هو نتيجة تمدد جذورها في عمق التربة بحثاً عن الرطوبة، فضلاً عن قدرتها على النمو بشكل كبير وتحقيق التوازن المائي بفضل تساقط قسم من أوراقها خلال موجات الحر الشديد؛
- يستطيع الفستق تحمل الجفاف بفضل الطبيعة الشمعية لأوراقه، وسماكة قشرته وقدرته على إنتاج جذور مقاومة لضحالة التربة فضلاً عن قصر جذعه؛
- تُعتبر أشجار التين أكثر قدرة على تحمل الجفاف والنقص في المياه مقارنة مع الأشجار الأخرى كونها قادرة على امتصاص الرطوبة من التربة حتى ولو كانت هذه الأخيرة تحتوي على كمية متدنية جداً من المياه، وذلك بفضل أغصانها وجذورها العميقة. وتظهر هذه الأشجار تفاعلاً إيجابياً مع الري غير المنتظم من خلال نموها السريع، وثمارها المبكرة، والنوعية والكمية الجيدتين لمحاصيلها؛
- تتميز أشجار الزيتون بأوراقها الصغيرة والقاسية والدائمة الخضرة التي تحتوي على أشواك صغيرة، هذا إلى جانب التشققات التي تعتري جذعها وتساعد في التكيُّف مع التقلبات الكبيرة في درجات الحرارة بين الصيف والشتاء. وتساهم جذورها العميقة في سحب المزيد من الرطوبة من التربة (الشكل 22).

ولهذه الأشجار الكثير من المنافع الاقتصادية، والبيئية والاجتماعية التي يمكن تلخيصها على النحو التالي:

(1) قابليتها الكبيرة للزراعة في المناطق الجافة في العالم العربي.

(2) القدرة على زراعتها في الأراضي الهشة، والهامشية، والكلسية والتربة المالحة.

(3) ارتفاع الطلب على الفاكهة في الأسواق العربية والدولية.

(4) استخدام البقايا الناجمة عن طحن الفستق والزيتون كأسمدة أو علف للحيوانات وكمصدر للطاقة الحيوية.

(5) توفير فرص عمل في مجاليْ الزراعة والتصنيع.

(6) المساهمة في ضمان الأمن الغذائي في المنطقة العربية.

الشكل 22- اللوز، والفستق والزيتون (من الأعلى)

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

4.7 الزراعة الحافظة للموارد

أدت الممارسات الزراعية التقليدية مثل الحراثة المكثفة وحرق البقايا إلى تدهور موارد التربة والاستخدام غير الكفؤ للموارد. من جهتها، تهدف الزراعة الحافظة للموارد إلى تحقيق الزراعة المستدامة والمربحة، وهي بالتالي ترمي إلى تحسين سبل عيش المزارعين من خلال تطبيق المبادئ الثلاثة لهذا النوع من الزراعة (منظمة الأغذية والزراعة، 2011a):

- **تعريض التربة إلى الحد الأدنى من الخلخلة**: لا تشتمل الزراعة الحافظة للموارد على ممارسة عمليات الحراثة. ويتم كذلك تجنب خسارة الرطوبة وإعادة رص التربة بعد الحراثة، ما يزيد من تسرب المياه وترشحها داخل التربة، الأمر الذي يحسّن بدوره من تطور الجذور ونمو المحاصيل؛

- **توفر غطاء دائم للتربة**: أي السماد المؤلف من بقايا المحاصيل والمخلفات العضوية أو من المحاصيل الحية بما في ذلك محاصيل التغطية. ويبلغ المستوى المثالي من غطاء التربة 100 بالمائة من سطحها، لكنه لا يجب بأي شكل من الأشكال أن يقلّ عن 30 بالمائة. ويتم البذر المباشر من خلال غطاء التربة؛

- **الدورة المحصولية**: تُعطى الأفضلية في هذا الإطار إلى تناوب الحبوب والخضروات ذات الجذور العميقة. وترتبط القدرة على التكيُّف مع المناخ بشكل مباشر بالزراعة الحافظة للموارد بسبب ما تخلفه من أثر على الميزان المائي للمحاصيل في المديين القصير والطويل. ففي المدى القصير، يمكن تعديل الميزان المائي عبر زيادة التسرب والحد من تبخر مياه التربة جراء بقاء مخلفات المحاصيل. أما على المدى الطويل، فيمكن تعديل معدل التسرب وتعزيز النشاط الحيوي للتربة ورفع المواد العضوية فيها، وتحسين القدرة على حبس المياه. ويضمن الحفاظ على رطوبة التربة إجهاداً مائياً أقل حدة وأقصر مدة على صعيد المحاصيل، كما يزيد من توافر مغذيات النباتات ويحد من آثار تقلبات درجات الحرارة وكميات الأمطار المتساقطة الناجمة عن تغيّر المناخ على التربة وداخلها (أكساد ومنظمة الأغذية والزراعة 2001، Ekboir et al. 2002).

في شمال أفريقيا، يجري الترويج للأنظمة القائمة على عدم الحراثة لا سيما في المغرب وتونس. وتشير التقارير إلى أن مساحة الأراضي غير الخاضعة للحراثة وصلت إلى 4000 هكتار في المغرب و8000 هكتار في تونس في عام 2008 (منظمة الأغذية والزراعة، 2011b). أما في غرب آسيا، فلم يتم حتى الآن اعتماد هذه التقنية إلا في سوريا على مساحة تبلغ 18000 هكتار في حين أن لبنان والأردن يكتفيان حالياً بدعم الأنشطة التجريبية في مجال الزراعة الحافظة للموارد (منظمة الأغذية والزراعة 2011b).

ويتناول واضعو الدراسة المفصلة المعنونة "الزراعة الحافظة للموارد في ظل المناخ المتوسطي الجاف" (Kassam et al. 2012) "Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate" قدرات الزراعة الحافظة للموارد والعوائق التي تعترضها. وفيما يتعلق بتعميم استخدام هذا النوع من الزراعة في البلدان العربية، يذكرون ما يلي:

الشكل 23- جرّار مزوّد ببذارة تقوم بالبذر المباشر للقمح في حقل مغطى ببقايا محصول الرز في مصر

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2008.

- إن تدني إنتاج الكتلة الإحيائية في الأراضي الجافة يقلل من غطاء التربة؛
- التنافس شديد بين الاحتياجات العلفية للحيوانات من بقايا المحاصيل واستخدامها كغطاء للتربة في موسم الجفاف؛
- بما أن الزراعة الحافظة للموارد تقوم عادةً على استخدام الآلات (الشكل 23)، يتوجب على المزارعين الصغار استئجار هذه الآلات (المسؤولة عن البذر المباشر) من أصحابها. ومن العوامل الأخرى التي تعيق توسع استخدام هذا النوع من الزراعة عدم توفر المعدات اللازمة بكلفة متدنية. وتجدر الإشارة إلى أنه يتم تصنيع الآلات المستعملة في البذر المباشر والتي تجرها الحيوانات في الهند والبرازيل؛
- تتطلب مكافحة الأعشاب الضارة بذل جهود أكبر، ويمكن القيام بذلك يدوياً أو باستخدام مبيدات الآفات؛
- لم يتم اعتماد الزراعة الحافظة للموارد في الزراعات المروية بأي شكل من الأشكال في البلدان العربية، وقد أجريت في مصر تجارب في دلتا النيل على محاصيل الأرز والبرسيم والقمح المروية (منظمة الأغذية والزراعة 2008).

5.7 حفظ التربة والمياه

تبرز دوماً صلات وثيقة ما بين التدابير الخاصة بحفظ التربة وتلك المعنية بحفظ المياه، وفي معظم الحالات، تشتمل هذه التدابير على عنصر مشترك بين هاتين التقنيتين. ولدى التطرق إلى الاستخدام المحسن لمياه الأمطار في موقعها، غالباً ما يستعمل مصطلح "حفظ الرطوبة في الموقع". والهدف الأساسي من ذلك هو خفض فواقد الجريان إلى حدها الأدنى وتعزيز رطوبة التربة المتاحة لنمو المحاصيل، ما يكتسب أهمية قصوى على صعيد التكيُّف مع تغيّر المناخ في الزراعة من خلال زيادة الاستفادة من مياه الأمطار إلى حدها الأقصى.

ويجب التمييز ما بين التدابير الزراعية/الحيوية والتدابير الآلية.

وتشتمل الطرائق **الزراعية/الحيوية** على ما يلي:

- **تحسين إنتاج المحاصيل**: أي على سبيل المثال عبر اختيار التوقيت المناسب للبذر والحصاد؛

- **تحسين اختيار المحاصيل**: يُفضل اختيار المحاصيل ذات الدورة القصيرة (مثل الدخن)، والمحاصيل ذات الجذور العميقة كونها لا تحتاج لكميات مياه كبيرة والمحاصيل المقاومة للجفاف (مثل الذرة)؛

- **زراعة المحاصيل/الزراعة على خطوط تساوي المنسوب**: تقوم الزراعة على خطوط تساوي المنسوب على توجيه نمو المحاصيل بحسب مستوى المنسوب في المنطقة المزروعة. وعندما تنبت المحاصيل مستوى المنسوب، يتراجع الجريان تلقائياً. كان الفينيقيون يستخدمون قديماً هذه التقنية، وهي فعالة في المنحدرات التي يتراوح انحناؤها بين 2 و10 بالمائة. ويمكن لهذه الزراعة أن تزيد من غلة المحاصيل بنسبة تتراوح بين 10 و50 بالمائة نتيجة احتفاظ التربة بالمياه على نحو أكبر؛

- **تحسين التسرب وقدرة التربة على تخزين المياه**: كما هو مذكور في الفقرة الخاصة بالزراعة الحافظة للموارد، من شأن استخدام السماد العضوي، والسماد والمخصبات المعدنية في المزارع، والحراثة الحافظة للموارد أو عدم الحراثة (أو جرف المواد العضوية)، وإزالة حبيبابات التربة من التربة واعتماد دورة محصولية غنية بالخضروات أن تساهم في زيادة محتوى التربة من المواد العضوية. بالتالي، سيتحسن تسرب مياه الأمطار وحفظ المياه في التربة؛

- **الحد من التبخر من على سطح التربة**: يسمح التسميد العضوي للتربة بـ (أ) توفير غطاء حماية لهذا السطح؛ (ب) الحد من التبخر؛ (ج) منع نمو الأعشاب الضارة؛ (د) تحسين التسرب. كما يمكنه أيضاً أن يخفض من درجة حرارة التربة. أما بالنسبة إلى السلبيات التي قد تنجم عن الأسمدة العضوية فنذكر على سبيل المثال لا الحصر (أ) مشاكل تفشي الآفات والأمراض أو احتجاز النيتروجين؛ (ب) النقص في الأدوات التي يمكن استخدامها للزراعة أو الحفر في السماد؛ (ج) احتمال تآكل الأسمدة العضوية بشكل سريع في درجات الحرارة المرتفعة. وتحد التغطية البلاستيكية أيضاً من التبخر وتحمي من تساقط الأمطار الكثيف؛

- **الحد من فواقد التبخر النتحي للنباتات**: يمكن تحقيق ذلك عبر (أ) تظليل المحاصيل من خلال الأشجار المظللة (الزراعة الحراجية)؛ (ب) زرع المحاصيل في البيوت البلاستيكية؛ (ج) تخفيف سرعة الرياح. ويمكن تحقيق ذلك من خلال مصدات الرياح (أي خطوط من الأشجار المزروعة بشكل عمودي مقارنة مع الاتجاه السائد للرياح) وغيرها من أنواع مصدات الرياح. وقد تلحق الرياح أيضاً أضراراً تعيق نمو المحاصيل. ومن أصناف الأشجار المفيدة على هذا الصعيد كازارينا كنباثية الأوراق والكافور. السلبيات: قد تؤدي مصدات الرياح إلى منع وصول الضوء والمياه والمغذيات إلى المحاصيل. أضف إلى ذلك أن للكازارينا الكنباثية الأوراق والكافور خصائص المضادات الحيوية. بالتالي يجب مقارنة منافع مصدات الرياح وسلبياتها في بيئة معينة. كما يمكن أن تكون هذه المصدات مبنية من مخلفات نباتية أو بلاستيكية (الشكل 24). يجب أخذ إمكانية ارتفاع سرعة الرياح بعين الاعتبار لدى تصميم المصدات.

الشكل 24- أ-و- الطرائق الزراعية/الحيوية لحفظ التربة والمياه: (أ) الزراعة على خطوط تساوي المنسوب (الزراعة الحراجية)؛ (ب) تغطية التربة بالمخلفات العضوية؛ (ج) تغطية أراضي المزارع بالسماد؛ (د) الحراثة الحافظة للموارد (في تونس)؛ (هـ) إنتاج الطماطم في البيوت البلاستيكية (تونس)؛ (و) مصدات الرياح المصنوعة من أوراق النخيل الجافة

المصدر: Prinz.

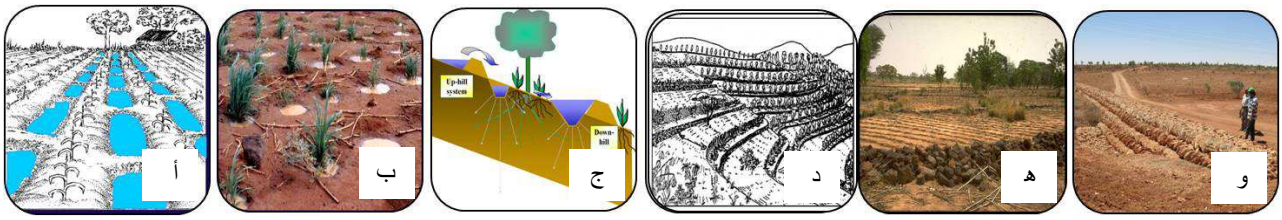
تشتمل **الطرائق الآلية/الهندسية** على ما يلي:

- الحد من فواقد الجريان عبر بناء:
  - الحواف المترابطة: يمكن لنظام الحواف المترابطة أن يضاعف من غلة المحاصيل في المناطق الجافة مع الحؤول في الوقت عينه دون تدهور التربة. وتصل القدرة على تخزين المياه في هذا النظام إلى 40-70 ملم؛
  - الحفر، والأثلام والأحواض: تتيح زراعة المحاصيل في الحفر الصغيرة (المغطاة بالسماد) (نظام Zay)، وفي الأثلام والأحواض و"Sunken Beds" تحقيق الاستخدام الأمثل لمياه الأمطار من خلال منع الجريان السطحي. وفي ظل ازدياد كمية الأمطار المتساقطة (والأتربة الغنية بالطين)، قد تحصل حالات من التشبع بالمياه؛
  - **الحواجز، والحواف والأنظمة المشتركة ما بين الحواف والخنادق** مثل 'Fanya Juu': تعيق هذه التقنيات تدفق الجريان وتعزز من حبس المياه في السهول؛
  - **المصاطب**: إن بناء المصاطب عبارة عن إنشاء طبقات متدرجة أو منحنية بشكل طفيف في منحدرات التلال. وتختلف أنواع المصاطب (المصاطب المنبسطة، والمصاطب الحافظة للموارد، والمصاطب المتدرجة، إلخ) بحسب الغاية منها؛
- الحد من الجريان السطحي أو خفض وتيرتها في الوديان والسهول:
  - رصف الحجارة عند الحدود على أن تكون باتجاه عمودي مقارنةً مع تدفق المياه في السهول الواسعة؛
  - السدود الصغيرة التي تحول دون اتساع الوديان الضيقة وازدياد عمقها وتساعد في ملئها بالترسبات، كما أنها تخفف من سرعة الجريان في الأودية (الشكل 25).
- التعامل مع فائض المياه: "مجاري المياه المعشبة" توجه الجريان وتخفف من سرعته من خلال الاحتكاك مع السطح، ما يعيق الجريان السطحي ويسهّل تسرب المياه السطحية التي تراجعت سرعتها. ويجب تجميع فائض المياه الذي لا يتسرب في أحواض لاستخدامه لاحقاً أو لإعادة تغذية المياه الجوفية.

تُعتبر الطرائق والتقنيات المبنية أعلاه من العناصر الأساسية للإدارة المتكاملة للموارد المائية، وعلى الإدارة المستقبلية للمياه أن تعير اهتماماً أكبر لهذه العوامل كونها من التدابير الفعالة للتكيف مع تغيّر المناخ.

ومن المعروف منذ وقت طويل أن إجراءات الحفظ يجب أن تكون لها فوائد واضحة على المدى القصير بالنسبة للمزارع من أجل القبول بها/تطبيقها (Hudson, 1987).

الشكل 25- أ-و- الطرائق الهندسية لحفظ التربة والمياه: (أ) الحواف المترابطة؛ (ب) نظام Zay (حفر)؛ (ج) نظام Fanya Juu/Fanya Chini (نظام مزدوج بين الحواف والخنادق)؛ (د) المصاطب الحافظة للموارد؛ (هـ) رصف الحجارة في السهول الواسعة؛ تُطبق تقنية Zay ما بين الخطوط؛ (و) السدود الصغيرة في الأودية (NE ليبيا)



المصادر: بالنسبة إلى (أ-ج) و(هـ-و): Prinz؛ وبالنسبة إلى (د) Hurni 1986.

6.7 الري التكميلي

غالباً ما تعاني المناطق البعلية الجافة من النقص في رطوبة التربة خلال فترات النمو الأكثر حساسية للمحاصيل. ويؤدي ذلك إلى تراجع في نمو المحاصيل البعلية وفي غلتها. ويمكن تحديد الري التكميلي على أنه "إضافة كميات صغيرة من المياه إلى المحاصيل البعلية أصلاً خلال الفترات التي لا تكفي فيها الأمطار لتوفير الرطوبة اللازمة للنمو الطبيعي للنباتات، وذلك من أجل تحسين المحاصيل وتثبيتها" (Oweis and Hachum, 2012). وإلى جانب الزيادة في الغلة، يساهم الري التكميلي أيضاً في تثبيت إنتاج المحاصيل البعلية من عام إلى آخر (Oweis and Hachum, 2012). إن حجم الري التكميلي وتوقيته لا يهدفان إلى تأمين ظروف لا تتعرض فيها الرطوبة للإجهاد طيلة موسم النمو بل إلى ضمان توفر الحد الأدنى من المياه، لا سيما خلال المراحل الدقيقة من نمو المحاصيل (انظر "الري العجزي")، ما يتيح الحصول على كمية المحاصيل المثلى عوضاً عن القصوى.

لقد أظهرت نتائج الحصاد في حقول المزارعين زيادة مطردة في غلة هذه المحاصيل نتيجة تطبيق تقنية الري التكميلي. فقد ازدادت المساحة الخاصة بمحاصيل القمح لدى اعتماد هذه التقنية في شمال وغرب سوريا (حيث تتخطى كمية الهطولات السنوية 300 ملم) من 74000 هكتار (في عام 1980) إلى 418000 هكتار (في عام 2000)، وهي زيادة تصل إلى 470 بالمائة. وسمحت تقنية الري التكميلي برفع إنتاجية مياه الأمطار في شمال غرب سوريا من 0.84 كغ من الحبوب لكل متر مكعب إلى 2.14 كغ لكل متر مكعب. والأمر سيان بالنسبة إلى إنتاجية المياه للكتلة الإحيائية إذ بلغ متوسط القيمة التي تم الحصول عليها 3.9 كغ لكل متر مكعب لدى اعتماد الري التكميلي في ظل شح المياه. في سوريا، لا يبلغ متوسط محاصيل القمح البعلية سوى 1.5 طن لكل هكتار علماً أن هذه الكمية هي الأعلى في المنطقة. لكن، لدى استخدام تقنية الري التكميلي، ارتفع متوسط محصول الحبوب إلى 3 طن لكل هكتار. وفي عام 1996، كانت تقنية الري التكميلي تُستخدم في أكثر من 40 بالمائة من المناطق البعلية، مع الإشارة إلى أن أكثر من نصف الإنتاج الوطني البالغ 4 ملايين طن هو نتيجة هذه الممارسة. إذاً، لا يساهم الري التكميلي في زيادة كمية المحاصيل فحسب بل أيضاً في تثبيت إنتاج المزارعين.

والجدير بالذكر أن نوع الري المعتمد في معظم الحالات هو الري بالرش. بالتالي، إن الشروط الواجب توافرها للري التكميلي هي: (أ) إما حيازة نظام ري بالرش أو توفر فرصة لاستئجار نظام متنقل للري بالرش؛ (ب) توفر مصدر مائي جوفي أو سطحي.

8- تدابير الاستجابة: الزراعات المروية

1.8 إنتاجية المياه والكفاءة في استخدام المياه

في الوقت الحالي، وحتى مع تغيّر المناخ أكثر فأكثر في المستقبل، ستبقى ندرة المياه واقع مقرون بالزراعات المروية. والنقص في إمدادات المياه المستخدمة في الري سيكون القاعدة وليس الاستثناء، أما إدارة الري فستتحول من قياس الإنتاج بحسب المساحة إلى رفع الإنتاج إلى حده الأقصى بحسب كمية المياه المستهلكة، أي ما يُعرف بإنتاجية المياه.

إن مصطلح "إنتاجية المياه" في الري يشير إلى كفاءة الأداء على صعيد نظام الري. وهو يقوم على أربع ركائز هي كفاءة التخزين، وكفاءة النقل، وكفاءة التوزيع وكفاءة التطبيق (الكفاءة في المزارع). ويتيح الإطلاع على أوجه الكفاءة هذه تحديد مصادر فقدان المياه ومقارنة نظم الري المختلفة والاستراتيجية الفضلى لتحديد برنامج زمني للري، فضلاً عن تحليل أداء نظم الري من حيث التوفير في المياه والإدارة المتبعة على هذا الصعيد.

ويُمكن تحديد مصطلح "كفاءة استخدام المياه" على أنه معدل الكتلة الإحيائية التي تنتجها نبتة ما إلى حجم المياه المتوفرة لهذه النبتة (من خلال الأمطار أو مياه الري)، والتي تقاس بالكيلوغرام في المتر المكعب. وفي علم الزراعة، غالباً ما يتم تطبيق تحديدات أوسع نطاقاً تُعتبر بموجبها الكفاءة في استخدام المياه على أنها غلة الكتلة الإحيائية المفيدة (مثل الحبوب) التي ينتجها محصول معين إلى حجم المياه المتوفرة لري جذور هذه المحاصيل خلال دورتها الحياتية.

ويتمتع المؤشران المرتبطان باستخدام المياه المذكوران أعلاه بالقدرة على أن يكونا مفيدين جداً للتخطيط والإدارة على صعيد الموارد المائية على مستوى الخطط والزراعة. وفيما يتعلق بري المزارع، لا تزال المؤشرات الخاصة بانتظام توزيع المياه ذات فائدة كبيرة. بالتالي، من الضروري إجراء تحليل معمق لممارسات إدارة المياه في المزارع وكيفية إدخال التحسينات عليها من أجل بلورة زراعة مروية مستدامة وكفؤة ترمي إلى الحفاظ على البيئة من خلال ترشيد استخدام موارد المياه الشحيحة (Karam et al., 2007).

2.8 طرائق الري وإدارته

إن تقنية الري السطحي التقليدية هي الأكثر استخداماً في الزراعة المروية كونها متدنية الكلفة، ويمكن تطبيقها بسهولة، ولا تحتاج إلى يد عاملة ماهرة أو تقنيات متقدمة. وتشتمل نظم الري الحديثة على تقنيات الري الحديثة (بالتنقيط وبالرش) إلى جانب تحسين تقنيات الري السطحي. أما النظام الحدودي (الري الحوضي و/أو الري بالغمر على نطاق محدد) فيشتمل على ترطيب مساحة الأرض كلها تقريباً، وهو عادةً من طرائق الري غير الكفؤة. إن الري بالأثلام لا يرطب سطح التربة كاملاً، إلا أنه لا يُعتبر أيضاً من طرائق الري الكفؤة. لكن من الممكن تحسين كفاءة النظام في الحالات التي يكون فيها نظام نقل المياه مؤلفاً من أنابيب بدلاً من القنوات المفتوحة على نحو يسمح بإيصال المياه إلى الأثلام عبر أنابيب مزودة بفتحات أو سيفونات.

تُعتبر تقنية الري بالتنقيط من التقنيات الأكثر كفاءة كونها تقتصد كميات كبيرة من المياه على صعيد التطبيق وتضمن انتظام التوزيع، وتسمح بري مساحات أكبر من الأراضي باستخدام كمية أقل من المياه مقارنة مع تقنيات الري الأخرى. ولدى استخدام تقنية الري بالتنقيط تصل المياه بشكل مباشر إلى الجذور ولا تتأثر بالعوامل المناخية التي تزيد من تبخر المياه من التربة، كما هو الحال في الري السطحي والري بالرش. أضف إلى ذلك أن تقنية الري بالتنقيط تسمح بالحد من نمو الأعشاب الضارة ومكافحتها من خلال حصر مساحة

المنطقة المبللة. كما يحتاج ضخ المياه في إطار الري بالتنقيط إلى ضغط أقل وتكون كلفته أدنى مقارنة مع تقنيات الري السطحي والري بالرش. بالتالي، في حال كانت الاستثمارات الأولية متاحة، يبدو أن الري بالتنقيط أكثر ريعية بالنسبة للمزراعين والنظام الزراعي ككل (الشكل 26).

الشكل 26- طرائق الري: (أ) الرش المتناهي الصغر لري الأشجار؛ (ب) الري بالأثلام؛ (ج) الري بالتنقيط

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

بالنسبة للري التقليدي، لا يتعدى إجمالي كفاءة استخدامات المياه التي تعكس العلاقة بين استهلاك النبتة للمياه لغايات فيزيولوجية وسحب المياه من المصدر، 50 بالمائة. على مستوى الخطط، لا تتعدى الكفاءة الإجمالية (أي كفاءة التخزين والنقل) 40 بالمائة. أما على مستوى الزراعة، فقد تتراوح كفاءة استخدام المياه التي تشتمل على كفاءة انتظام التوزيع وكفاءة تطبيق تقنية الري ما بين 50 بالمائة باعتماد الري السطحي و70 بالمائة باعتماد الري بالرش وصولاً إلى 85 بالمائة باعتماد الري بالتنقيط. وكما هو مبين أعلاه، ترتبط كفاءة الري بالركائز التي تقوم عليها، فإذا كان من الممكن نقل المياه وإيصالها عبر القنوات بكفاءة تصل إلى ما بين 80 و95 بالمائة، إلا أن هذا الرقم يتدنى إلى ما بين 40 و50 بالمائة أو أقل في ظل اعتماد تقنية الري السطحي التي تعتريها شوائب عدة (Kaisi et al., 2007).

- فقدان كمية كبيرة من مياه الري في قنوات النقل والإيصال؛
- فقدان مياه الري في الحقول بسبب تدني كفاءة التقنيات المطبقة في ري الحقول؛
- في بعض الحالات (في الواحات مثلاً)، ارتفاع منسوب المياه الجوفية وملوحة التربة.

الشكل 27- الترسبات في أنبوب المياه

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

قد يوصى باعتماد تقنية الري بالتنقيط بشكل عام لريّ المناطق القاحلة وشبه القاحلة كما هي الحال في البلدان العربية، لا سيما في ظل تغيّر المناخ. لدى استخدام الري بالرش، تُفقد كمية كبيرة من المياه بسبب الضياع الذي تتسبب به الرياح في المناطق العاصفة، بالتالي تتبلل مساحات غير مرغوب بها من الأراضي، ما يؤدي إلى ارتفاع فواقد المياه. أما لدى اعتماد الري بالتنقيط، فلا تُهدر كمية المياه هذه بما أن المياه يتم توفيرها بالقرب من جذور النباتات. في الواقع، تكتسب نوعية المياه أهمية كبرى في تصميم، وتشغيل وصيانة نظم الري بالرش وبالتنقيط؛ ذلك أن الانسداد يؤدي إلى ظهور الأوحال والبكتيريا في مقدمة المرشات أو الفتحات التي تنبعث منها المياه أو خطوط الإمداد، وهذا ما يحصل أيضاً بسبب تكاثر الطحالب والمواد الصلبة العالقة. والجدير بالذكر أن أبرز مشاكل الإنسداد تظهر في نظم الري بالتنقيط. لهذا السبب، يجب إزالة المواد الصلبة العالقة بقدر الإمكان قبل وصول المياه إلى المنقط، وذلك باستخدام مرشحات الرمل والحجب (الشكل 27). تحتاج النباتات كافة إلى المياه كي تنمو وتعطي محاصيل جيدة. حين تعاني النباتات من الإجهاد المائي تغلق مسامها ولا تتمكن من إجراء التمثيل الضوئي على نحو فعال. بالتالي، يمكن تحقيق النمو الأمثل للنباتات فقط في حال توفر التوازن المناسب ما بين المياه والهواء على مستوى الجذور. وتجدر الإشارة إلى أن بعض مراحل نمو المحاصيل تتأثر بشكل خاص بإجهاد الرطوبة.

الشكل 28- قياس رطوبة التربة بمقياس الجهد الرطوبي

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

إن الأصناف العالية الإنتاج تتأثر بالإجهاد المائي أكثر من الأصناف المتدنية الإنتاج، فعلى سبيل المثال، يترك الري العجزي أثراً سلبياً أسوأ على محاصيل أصناف الذرة الجديدة مقارنةً مع الأصناف التقليدية. ومن أجل ضمان الري الناجح، من الضروري أخذ قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بعين الاعتبار. في التربة الرملية، قد تعاني النباتات من الإجهاد المائي بشكل أسرع مقارنةً مع النباتات في التربة العميقة ذات القوام الناعم كونها لا تتأثر بشكل آني بتغيّرات الجهد الرطوبي في التربة، وقد لا تتأثر بتدني كمية المياه في التربة. وفي ظل ندرة المياه، قد تحتاج الممارسات الزراعية لبعض التعديلات مثل تقليص كثافة النباتات، والحد من استخدام المخصبات، واعتماد تواريخ مرنة للزراعة، واختيار الأصناف ذات المواسم الأقصر. الهدف من وضع برنامج زمني فعال هو تزويد النباتات بالكمية الكافية من المياه مع تقليص الفواقد إلى أقصى حد ممكن لتقتصر على الترشح العميق أو الجريان. ويختلف البرنامج الزمني للري بحسب التربة، والمحصول، والظروف الجوية، ونظام الري والعوامل التشغيلية. ويتطلب وضع برامج الري الملائمة توفر أساس سليم لاتخاذ القرارات المرتبطة بالري. وتتراوح المعايير المعتمدة في اتخاذ القرارات ما بين الخبرة الشخصية واتباع الممارسات والتقنيات نفسها كتلك التي يعتمدها البعض استناداً إلى أدوات باهظة الثمن مدعمة بالحواسيب يمكنها تقييم معايير التربة والمياه والجو. ويمكن لتقنيات جدولة الري أن تستند إلى قياس كمية المياه في التربة أو بيانات الأرصاد الجوية أو رصد مدى الإجهاد لدى النباتات. وتقيس طرائق الجدولة التقليدية محتوى التربة من المياه أو تقيس معدلات التبخر النتحي. إلا أن الأبحاث في مجال فيزيولوجيا النباتات أدت إلى اعتماد طرائق جدولة تعتمد على معايير فيزيولوجية مثل رصد الجهد الرطوبي لسطح الأوراق، ومحيط الجذع وتدفق النسغ.

وتشتمل الطرائق المتنوعة المعتمدة في قياس رطوبة التربة على استخدام جهاز التشتت النتروني، وجهاز الانعكاسية الموجي، وجهاز قياس الجاذبية، وجهاز قياس الجهد الرطوبي، وجهاز قياس المقاومة الكهربائية، وإمكانية تقدير الرطوبة بالتحسس باليد (الشكل 28).

3.8 الري العجزي

من أجل تحقيق مستوى عالٍ من الكفاءة في استخدام المياه في ظل ندرة المياه، يتم تطبيق استراتيجية ري تُعرف بـ "الري العجزي". وتستند هذه الاستراتيجية إلى الإطلاع على مدى تأثر المحاصيل في مراحل نموها المختلفة بالإجهاد المائي وأثر هذا الإجهاد على الغلة. ولدى اعتماد استراتيجية الري العجزي، يتم ري النباتات بشكل كامل خلال مراحل النمو القابلة للتأثر بالجفاف، أما في الفترات الأخرى التي غالباً ما تتمثل في المراحل الإنباتية ومراحل البلوغ المتقدمة فتوفر كميات مياه أقل من العادة. ويتيح الري العجزي الحد من كمية المياه المستخدمة في الري من دون أن يؤدي ذلك إلى تراجع كبير في الغلال. بالتالي، تُعتبر هذه التقنية من الأدوات الهامة لتحقيق هدف الاستخدام الكفؤ لمياه الري.

وفيما يلي الشروط المسبقة الواجب توفرها: (أ) إطلاع المزارعين على المراحل الحساسة لنمو كل صنف من المحاصيل المزروعة، مع المطالبة بنظام فعال لخدمات الإرشاد الزراعي (Kirda and Kanber, 1999)؛ (ب) الوسائل التقنية لتشغيل نظام الري بحسب احتياجات المحاصيل.

دراسة حالة: تطوير الزراعة العضوية في المملكة العربية السعودية

يبدي المستهلكون حول العالم، وفي البلدان العربية ضمناً، اهتماماً متزايداً بشراء سلع غذائية صحية وعضوية. وبناءً على طلب وزارة الزراعة في المملكة العربية السعودية، باشرت الوكالة الألمانية للتعاون الدولي بدعم تطوير الزراعة العضوية في نيسان/أبريل 2005. ويتمثل الهدف الإجمالي من مشروع الزراعة العضوية في إنشاء قطاع فعال ومستدام للزراعة العضوية في المملكة العربية السعودية، وتعزيز سوق المنتجات العضوية، فضلاً عن دعم كافة الجهات الفاعلة في هذا القطاع وزيادة الوعي بالسلع الغذائية العضوية. وفي فترة لا تتعدى الثماني سنوات، حوّل المشروع الزراعة العضوية في المملكة العربية السعودية إلى قصة نجاح. وفيما يلي الغايات الأربع من هذا المشروع: (أ) تعزيز الإنتاجية الزراعية وزيادة عدد المزارع العضوية الصغيرة؛ (ب) إنتاج السلع الغذائية الصحية؛ (ج) حفظ الموارد الطبيعية؛ (د) الحد من استخدام مياه الري في الزراعة وهو أمر أساسي ضمن تدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ.

وقد اتُخذت في هذا الإطار تدابير عدة متعلقة بإذكاء الوعي لدى المزارعين والسكان، وبإنتاج السلع العضوية وإجراء الأبحاث والتدريبات بشأنها، والتسويق لها وإصدار الشهادات والتشريعات اللازمة وتطوير السياسات ذات الصلة، إلخ. كما جرت بلورة خطة عمل وطنية للزراعة العضوية. وتُعتبر المملكة العربية السعودية البلد الأول في الخليج ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا الذي تتوفر فيها سياسة دعم وطنية للزراعة العضوية. ولغاية أواسط عام 2014، كانت أكثر من 100 مزرعة عضوية سعودية قد حصلت على الشهادات اللازمة، ويعمل مزارعون جدد على تحويل نظم الإنتاج التي يتبعونها إلى نظم عضوية. وتنتشر هذه المزارع في كافة أنحاء المملكة، إلا أن معظمها يتركز في محيط جدة، والرياض والدمام حيث تُسجل المعدلات الأعلى للطلب.

وحدها البلدان الأخرى الغنية بالنفط (مثل دول الخليج) قادرة على استنساخ التجربة السعودية الناجحة (بكافة أبعادها). لكن من الممكن تطبيق الزراعة العضوية المحدودة النطاق حتى من دون الاستفادة من أي دعم من قِبل الدولة؛ مع الإشارة إلى أن توفر شريحة مقتدرة مالياً في المجتمع ومستعدة لدفع المزيد مقابل الحصول على غذاء صحي هو شرط أساسي للإنتاج في الأسواق.

المصدر: http://www.saudi-organic.org.sa/.

المصدر: الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2014): مشروع تطوير الزراعة العضوية. الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، الخدمات الدولية. Eschborn، المانيا، بالتعاون مع وزارة الزراعة، الرياض، المملكة العربية السعودية.

9- تدابير الاستجابة: الحراجة والزراعة الحراجية

1.9 الحراجة

تمتد النظم البيئية الحرجية على حوالى 89.64 مليون هكتار من الأراضي في البلدان العربية (منظمة الأغذية والزراعة، 2007؛ و2010a؛ و Abido, 2010). وتكتسب الغابات أهمية كبرى بالنسبة لرفاه الإنسان ولديها وظائف بيئية متعددة لا سيما حفظ التربة والمياه، والأثر الإيجابي الذي تتركه على المناخ المحلي، والتخفيف من تغيّر المناخ العالمي (تخزين كميات كبيرة من الكربون؛ انظر أيضاً دراسة الحالة المتعلقة بزراعة الأشجار)، فضلاً عن تحسين ظروف العيش في المناطق الحضرية ومحيطها، وتأمين مصادر الطاقة للعديد من المجتمعات الريفية والأصلية، واستحداث فرص العمل، وتوفير الأنشطة الترفيهية (Zomer et al., 2006). أضف إلى ذلك أن الغابات تؤدي دوراً أساسياً في حفظ التنوع الحيوي الذي يعتبر أساسياً من أجل ضمان صحة هذه النظم وحسن سيرها. فتقوم الأشجار بتثبيت منسوب المياه (الصرف الحيوي)، وتؤمن الظل للناس والمحاصيل والحيوانات، فضلاً عن ضمان استقرار المناطق الساحلية (مثلاً من خلال أشجار المانغروف) (الشكل 29). وتجدر الإشارة إلى أن الغابات بحد ذاتها تتأثر بتغيّر المناخ وغيره من التغيّرات التي قد تطرأ على البيئة المحيطة بها.

دراسة حالة: بناء القدرات من أجل التكيُّف مع تغيّر المناخ استناداً إلى نظام بيئي حرجي

بفضل التنوع الحيوي الكبير والغنى بالأنواع المستوطنة، تعتبر النظم البيئية في حوض المتوسط من ضمن المناطق ذات التنوع الحيوي الشديد في العالم. تؤمن الغابات المتوسطية مجموعة واسعة من السلع والخدمات، إلا أن الإفراط في استغلالها، والرعي الجائر، والحرائق التي تنشب فيها، والتوسّع العمراني السريع، إلخ هي كلها عوامل تؤثر سلباً على مهام هذه الغابات. هذا يعني إذاً تعريض عملية توفير السلع والخدمات للخطر وزيادة هشاشة النظم البيئية والمجتمع. ويبقى السؤال الأساسي: ما هي المقاربة الأفضل من أجل حماية الموارد الحرجية التي تعاني من تداعيات النمو السكاني وتغيّر المناخ؟

إن مشروع الوكالة الألمانية للتعاون الدولي المعنون "تكييف شروط السياسة الحرجية مع تغيّر المناخ في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا" يحاول الإجابة على السؤال الآنف ذكره: بناء القدرات من أجل بلورة مقاربات عابرة للقطاعات بهدف التكيُّف، أي تأمين صلة وصل بين الجهات المعنيّة بإدارة الغابات والجهات الفاعلة على الصعيد المحلي، وكذلك الجهات غير المعنية بالغابات في القطاعات الأخرى.

ومن أجل تضمين مقاربة الوكالة الألمانية للتعاون الدولي في الاستراتيجيات والسياسات في قطاع إدارة الغابات والقطاعات الشريكة، ومن أجل تعزيز التعاون ما بين القطاعات يجري تقديم الدعم لمسار بناء القدرات وهو يشتمل على ما يلي: (أ) تنفيذ مهام ميدانية وورش عمل تدريبية؛ (ب) نشر الكتيبات من أجل إذكاء الوعي؛ (ج) تطبيق الإجراءات ذات الصلة؛ (د) إنشاء "شبكات تواصل" على صعيد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من أجل تبادل الدروس المستفادة. والجدير بالذكر أن الدول المشاركة هي الجزائر، ولبنان، والمغرب، وتونس، وتركيا (وسوريا).

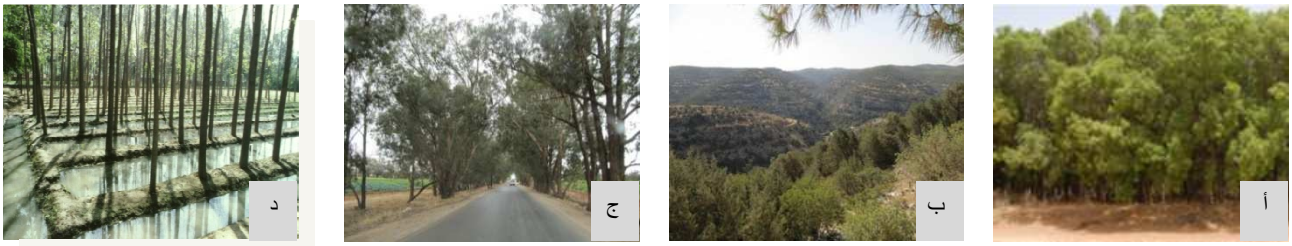
أرز الباروك، لبنان

جهة الاتصال: R. Alexander Kastl، الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، المغرب، Reinhard.Kastl@giz.de، http://www.giz-cpmf.org.

المصدر: http://www.giz-cpmf.org/thematic-issues/climate-change-adaptation/forest-ecosystem-based-adaptation/.

بالتالي، يتوجب على سياسات التكيُّف مع تغيّر المناخ (أ) تشجيع حماية الغابات (انظر دراسة الحالة حول "بناء القدرات")؛ (ب) تعزيز أنشطة التحريج بما في ذلك تأمين الصيانة اللازمة (باستخدام أصناف متعددة من الأشجار)؛ (ج) وضع نظم لإدارة حرائق الغابات؛ (د) تعزيز خدمات الإرشاد والتوعية في مجال الغابات والمشاكل المتعلقة بتغيّر المناخ؛ (هـ) تعديل الهياكل المؤسسية والقانونية من أجل تسهيل أنشطة التكيُّف والحد من الآثار (منظمة الأغذية والزراعة 2011d؛ و2013b).

الشكل 29- أمثلة حول وظائف الغابات: (أ) غابة منتجة؛ (ب) الجبل الأخضر في ليبيا الغني بالتنوع الحيوي؛ (ج) ممر تظلله الأشجار (شمال غرب ليبيا)؛ (د) أشجار مزروعة من أجل إنتاج الكتلة الإحيائية تنمو على مياه عادمة غير معالجة



المصادر: (أ) برنامج الأمم المتحدة للبيئة؛ (ب) + (ج): Prinz، (د) منظمة الأغذية والزراعة.

يجب أخذ آثار تغيّر المناخ بعين الاعتبار لدى تطوير استراتيجيات وخطط إدارة خاصة بالغابات. فعلى صعيد الوحدة الخاصة بإدارة الغابات تتطلب عمليتيْ التكيُّف والحد من الآثار ما يلي:

- الحفاظ على مخزون الكربون في الغابات، والإدارة المستدامة للغابات المنتجة من خلال التحريج وإعادة التحريج وإعادة الغابات إلى هيئتها الأصلية؛ وتحقيق إنتاج أكثر استدامة للوقود الخشبي؛
- السعي إلى تحقيق التناغم ما بين احتياجات السكان المحليين وحفظ الغابات؛
- حماية التنوع الحيوي للغابات القائمة وزراعة أصناف النباتات المقاومة لآثار تغيّر المناخ؛
- تعزيز قدرة الغابات على التكيُّف من خلال وضع البنية والتركيبة الملائمتين للغابات؛
- تطبيق ممارسات مرتبطة بإدارة الغابات من شأنها الحد من قابلية التأثر بالأحداث المتطرفة مثل العواصف والحرائق وإنشاء وحدات متخصصة بإطفاء الحرائق وممرات لمساعدة الأصناف على الهجرة.

دراسة حالة: زراعة الأشجار في المناطق القاحلة من أجل التخفيف من حدة آثار تغيّر المناخ والتكيُّف معها

لطاما لعبت الأشجار دوراً أساسياً في الزراعة في المنطقة العربية، هذا إذا ما توقفنا فقط عند أشجار الزيتون والنخيل. فمنذ وقت طويل، تم اختيار أصناف مختلفة من الأشجار للإيفاء بالاحتياجات المحلية.

وفي ظل تغيّر المناخ أصبح حجز الكربون من المعايير الأساسية، والهدف من ذلك هو تحقيق معدلات نمو مرتفعة (زيادة في الكتلة الإحيائية) من خلال استخدام المياه المحدودة الكمية والنوعية. لقد أظهرت تجارب عدة أن أصناف الكافور (مثل E. camaldulensis, E. gomphocephala, E. grandis, E. occidentalis) تتمتع بإمكانات كبيرة حين تتراوح كميات المياه ما بين 50 و80 بالمائة من المعدل المرجعي للتبخر النتحي ET_0 وتصل نوعيتها إلى 5.0 ديسي سيمنز للمتر. ويمكن زراعة هذه الأشجار في الأراضي الهامشية (من أجل الحصول على شهادات لخفض الانبعاثات) أو استعمالها كمصدات للرياح في الأحزمة الخضراء حول المدن، إلخ.

وفي تونس، أجرى معهد المناطق القاحلة بالتعاون مع الوكالة الألمانية للتعاون الدولي أبحاثاً حول استخدام المياه الهامشية (لا سيما مياه الصرف من الواحات) من أجل زراعة الأشجار والنباتات في محيط منطقة قبلي في وسط تونس. وكانت الغايات الأساسية من ذلك: (أ) استخدام المياه الهامشية على نحو منتج؛ (ب) تطبيق الصرف الحيوي؛ (ج) حماية القرى والبنى التحتية من عواصف الغبار.

تبرز الحاجة إلى المياه ذات النوعية الجيدة من أجل نمو النباتات، على أن تستخدم المياه الهامشية لمدة سنتين إلى ثلاث سنوات. وما إن تصل الأشجار إلى مرحلة البلوغ، يمكن لجذورها أن تصل إلى المياه الجوفية القريبة من السطح.

إن إعادة الغطاء النباتي للمناطق القاحلة إلى هيئته الأصلية باستخدام المياه الهامشية يساهم في الحد من آثار تغيّر المناخ والتكيُّف معها.

يجب تجنب زراعة الأشجار الأحادية الصنف على مساحة واسعة بل يفضل زراعة أنواع مختلفة من الغطاء النباتي (بما في ذلك المحاصيل الزراعية والمراعي) متى أمكن.

في منطقة قبلي، تونس، تتوفر كميات كبيرة من مياه الصرف في الواحات لاستخدامها في أعمال التحريج

المصدر: http://www.ira.agrinet.tn.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (2010). Forests and Climate Change in the Near East Region، ورقة العمل 9، روما، إيطاليا.

2.9 الزراعة الحراجية

تجمع الزراعة الحراجية ما بين الأنشطة الزراعية، والحيوانات والأشجار أو النباتات في المكان نفسه، ما يؤدي بشكل عام إلى تحسن الإنتاج ورفع مستويات العيش. وقد أظهرت التحقيقات التي أجراها المركز الدولي للأبحاث في مجال الزراعة الحراجية أن الزراعة الحراجية تُعتبر من طرائق الإنتاج الأفضل في ظل آثار تغيّر المناخ. (المركز الدولي للأبحاث في مجال الزراعة الحراجية، 2012؛ ومنظمة الأغذية والزراعة، 2013a). ويتضمن الجدول 9 أمثلة بهذا الشأن. ويمكن للأشجار في المزارع أن يكون لها آثار جمة على سبل عيش أصحاب الملكيات الصغيرة من خلال تحسين خدمات أو وظائف النظام البيئي من جهة وزيادة مدخول المزارع وتنويعه فضلاً عن تعزيز الأمن الغذائي. ومن شأن هذه الخصائص تحسين قدرة المزارعين على التعامل مع الصدمات المناخية (وصدمات أخرى) مع توفير منافع إضافية هامة لجهة التخفيف من حدة الآثار من خلال حجز الكربون الموجود في الجو في كتلة الأشجار الإحيائية. بالتالي، يمكن اعتبار الزراعة الحراجية "ذكية مناخياً" كونها تجمع ما بين تحسين سُبُل العيش والتخفيف من آثار تغيّر المناخ والتكيُّف معها (بتصرف، الموقع الإلكتروني للمركز الدولي للأبحاث في مجال الزراعة الحراجية http://worldagroforestry.org/).

الجدول 9- أنواع مختلفة من نظم الزراعة الحراجية والتكيُّف مع تغيّر المناخ في البلدان العربية

الزراعة الحرجية غير المروية، المزج ما بين المحاصيل الحقلية والأشجار غالباً ما تتم زراعة أشجار الغابات ضمن أحزمة عمودية حول الحقول الزراعية باستثناء أشجار الكافور. ولهذه الأشجار وظائف مختلفة مثل صد الرياح، وحفظ التربة والتظليل. وتشتمل المحاصيل الحقلية الزراعية على القمح، والشعير، والخضار الشتوية، مقرونة في معظم الأحيان بالأشجار المثمرة والشجيرات (الفستق، واللوز، والتين، والعنب والزيتون). **تدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ**: إن تعزيز التنوع على صعيد النباتات يحد من قابلية التأثر. ستتدنى كثافة النباتات في المستقبل لتجنب التنافس على المياه، لا سيما بين الأشجار والمحاصيل السنوية. الصورة: Prinz (تم التقاطها في شمال شرق ليبيا).	
الزراعة الحرجية المروية، المزج ما بين المحاصيل الحقلية والأشجار (إنتاج الأسواق) تتداخل الخطوط المزروعة بالأشجار المثمرة (مثل أشجار الزيتون والتفاح) مع الخطوط المزروعة بالمحاصيل السنوية المروية مثل الفلفل، والطماطم، والخيار والشمام (المخصصة لإنتاج السوق). وعلى هذا الصعيد، يتم تطبيق تقنيات الري بالرش أو بالتنقيط باستخدام المياه الجوفية (تُستعمل نباتات دوار الشمس الظاهرة في مقدمة الصورة كمؤشرات للإجهاد المائي، وهي تقنية موثوقة في غياب الأدوات اللازمة لتحديد الوقت المناسب للمباشرة في ري المحصول). **تدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ**: هي طريقة ممتازة لتجنب التنافس على المياه. ويجب تفادي استعمال كميات كبيرة من السماد كي لا تتعرض نوعية المياه الجوفية لأي ضرر. الصورة: Prinz (تم التقاطها في شمال شرق ليبيا).	

الجدول 9 (تابع)

	نظام الزراعة الحراجية الذي يجمع ما بين الأشجار والشجيرات والحيوانات الداجنة إن أصناف الأشجار/الشجيرات المستخدمة على هذا الصعيد هي البطم الأطلسي، وأشجار الزيتون، واللوز، والزعرور البري، والطرفاء وأصناف أخرى. يمكن اعتماد هذا النظام (أ) على شكل أحزمة وخطوط عمودية تحيط بالأراضي المخصصة للرعي؛ (ب) عبر غرس أشجار بعيدة عن بعضها البعض على امتداد المساحة المخصصة للرعي. وفي الحالة الأخيرة، لا يمكن المباشرة بالرعي إلا بعد مرور سنتين أو ثلاث سنوات (في حال كانت الأرض مروية). أصناف الحيوانات المناسبة على هذا الصعيد هي: الخراف، والماعز، والبقر، والجمال، إلخ. **تدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ**: يساعد التفاعل ما بين المحاصيل الزراعية والحيوانات الداجنة في الحد من قابلية التأثر. ويمكن لتخزين المياه والري التكميلي أن يساهما أكثر فأكثر في تحقيق توازن النظام. الصورة: Prinz (تم التقاطها في شمال شرق ليبيا).
	نظام الزراعة الحراجية في الأراضي الجافة الذي يجمع ما بين الأشجار والمحاصيل السنوية والحيوانات الداجنة يمكن الدمج ما بين العناصر الثلاثة للزراعة الحرجية من خلال العائد الأعلى للإنتاج لكل وحدة من الأراضي حين يتم التخطيط له على نحو جيد. وخلال فصل الشتاء، حين تكون المحاصيل مغروسة في الحقول، يتم إطعام الحيوانات من التبن والحشيش الجاف وبقايا المحاصيل أو تترك لترعى خارج المزرعة. أما في الفترات الأخرى من السنة، فترعى الحيوانات في الحقول وتستفيد من الظل (والفاكهة) اللذين تؤمنهما الأشجار المنتشرة. **تدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ**: يمكن لتجميع المياه، وتخزين المياه في الأحواض (أو تحت الأرض)، والري التكميلي الحد أكثر فأكثر من قابلية التأثر. وستكتسب تدابير حفظ التربة والمياه أهمية أكبر في المستقبل. الصورة: Prinz (تم التقاطها في شمال غرب ليبيا).
	نظام الزراعة الحراجية المروية الذي يجمع ما بين الأشجار والمحاصيل الحقلية والحيوانات الداجنة هو نظام الزراعة الحراجية الأكثر تعقيداً إذ يجمع ما بين (أ) أشجار الحطب؛ (ب) الأشجار المثمرة (اللوز، والتفاح، والجوز، والعنب، إلخ)؛ (ج) الحيوانات الداجنة (البقر، والخراف، والماعز، والجمال، والأحصنة، والأرانب والدجاج). ويتم استخدام بقايا المحاصيل لإطعام الحيوانات. ويمكن تعزيز القاعدة الاقتصادية لدى استخدام أصناف أكثر من الأشجار (مثل اللوز، والسنديان، والعناب، والسماق، والتين والعنب). **تدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ**: ينبغي السعي لتحقيق كفاءة أكبر في استخدام المياه. الصورة: Prinz (تم التقاطها في إحدى جزر نهر النيل، مصر).

10- إدارة الماشية

1.10 مقدمة

تمتلك البلدان العربية ثروة حيوانية ضخمة من حيث العدد وتنوع الأصناف. وبحسب منظمة الأغذية والزراعة (2011)، يبلغ إنتاج الماشية في البلدان الـ 22 الأعضاء في جامعة الدول العربية حوالى 56.5 مليون رأس من البقر والجواميس، و259.4 مليون من الخراف والماعز، فضلاً عن 14 مليون جمل و1037 دجاجة وطير.

تستحوذ 10 بلدان أفريقية أعضاء في جامعة الدول العربية على الكمية الأكبر من الإنتاج (89.83، و73.29، و91.22، و60.58 بالمائة من المجموعات المذكورة).

يحتاج منتجو الماشية إلى تقنيات حديثة وتدريب ودعم فني من أجل التعامل مع تغيّر المناخ فيما يتوجب على الحكومات بلورة سياسات أفضل ومؤسسات أقوى لإدارة الموارد الطبيعية على نحو مستدام.

ويواجه قطاع إنتاج الماشية في المنطقة العربية عوائق ناجمة عن الشح في الموارد الطبيعية لا سيما العلف والمياه. هذا إلى جانب الآثار السلبية للنقص في دعم البنى التحتية والخدمات والسياسات الاعتباطية.

الشكل 30- النعاج والحملان

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

وفي ظل الارتفاع المستمر في عدد السكان، وتنامي الازدهار، يشهد الطلب على الحليب واللحوم ارتفاعاً. وبالتزامن مع ذلك، يؤدي تغيّر المناخ إلى تراجع كمية الهطولات وارتفاع درجات الحرارة وتفشي ظاهرة التصحر في المنطقة العربية. ولمواجهة هذه التحديات، من الضروري تحسين إنتاجية تربية الحيوانات الداجنة على نحو يسمح بإنتاج الكمية نفسها (أو أكثر) من المنتجات الحيوانية بعدد أقل من الحيوانات (الشكل 30).

2.10 الماشية والمياه

في هذا الإطار، وضع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة برنامجاً تطبيقياً لتحسين الرعاية بالخراف والماعز (الحيوانات المجترة الصغيرة) في البلدان العربية كونها تشكل الجزء الأكبر من الثروة الحيوانية في المنطقة العربية. وفي إطار هذا البرنامج، يتم تطبيق سلسلة من التدابير في العديد من مراكز تربية الخراف والماعز ما قد يفضي إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد الحيوانية في البلدان العربية المشاركة.

تشكل المياه حوالى 75 بالمائة من التركيبة البنيوية للحيوانات. وتشرب حيوانات المزارع المياه بشكل مباشر من مياه الشرب المتوفرة أو من مستوعبات المياه المخصصة لها. وتعتبر المياه الوسيلة التي تحصل فيها كافة عمليات الأيض في الجسد، وهي تصرّف مخرجات عملية الهضم في البول وكذلك من خلال التعرق، بالتالي فإن المياه تلعب دوراً أساسياً في تنظيم حرارة جسم الحيوان. إن عدم الحصول على الكمية الكافية من المياه يعرقل كافة العمليات الفيزيولوجية في الجسد؛ من هنا ضرورة تأمين احتياجات الحيوانات من المياه بشكل كامل للحفاظ على صحتها وإنتاجيتها.

وتؤثر درجات الحرارة المحيطة بالحيوانات على كمية المياه التي تستهلكها (الجدول 10). ويُظهر الجدول التالي العلاقة ما بين درجة الحرارة السائدة وكمية المياه التي تستهلكها الأبقار الحلوب.

الجدول 10- العلاقة ما بين درجات الحرارة السائدة وكمية المياه التي تستهلكها الأبقار الحلوب

درجة الحرارة السائدة (°C)	الوزن القائم (كغ)	إنتاج الحليب اليومي (كغ)	نسبة الدهون في الحليب (بالنسبة المئوية)	الاحتياجات من المياه (ليتر لكل بقرة)
+4.5	529.8	14.58	4.4	56.5
+10	540.6	17.87	4.4	90
+15.6	540.6	17.05	4.3	94.5
+21.1	542.0	16.82	4.2	99
+26.7	539.7	15.55	4.1	94.5
+32.2	544.8	11.61	4.2	85.5

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

إلا أن كمية المياه التي يشربها الحيوان تختلف أيضاً بحسب طريقة الحصول عليها. فالبقرة التي تحصل على المياه من خلال حوض صغير خاص بها تشرب 48.14 لتراً من المياه يومياً في حين أن البقرة نفسها التي تشرب المياه من حوض مشترك لمرتين في اليوم تكتفي بـ 28.14 لتراً من المياه. والأمر سيان بالنسبة للخراف.

3.10 التحسينات الوراثية

الشكل 31- تحليل الحليب في المختبر

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

يُعتبر التحسين الوراثي من أجل تطوير أداء بعض أصناف الخراف والماعز المحلية على صعيد الإنتاج والتناسل في البلدان العربية من أولويات القسم المعني بالثروة الحيوانية في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة. ويتم ذلك إما من خلال الاختيار الوراثي لإنتاج الحليب أو اللحوم بحسب القدرة الإنجابية لكل حيوان، أو من خلال التهجين الهادف بين سلالات الحيوانات العربية المحلية التي تتمتع بخصائص على صعيد الإنتاج والخراف من سلالة العواسي التي تم تحسينها لإنتاج الحليب أو اللحوم (أو الإثنين معاً) أو مع الماعز الشامي المحسنة التي تتميز بقدرتها العالية على إنتاج الحليب وإنجاب التوائم (الشكل 31).

تساهم هذه الطرائق في تسريع برامج التحسين الوراثي لبعض السلالات الواعدة في البلدان العربية، وذلك بهدف رفع إنتاجية القطعان وتقليص الأعداد الواجب تربيتها بغية التخفيف من الضغط على المراعي والطلب على العلف وتقنين المياه المستخدمة في تربية القطعان وري المحاصيل العلفية.

4.10 إدارة الماشية

يمكن توزيع إدارة القطعان أو الماشية إلى نقاط عدة ولكل منها طرائق مختلفة للإدارة. ويركز هذا القسم من الدليل على هذه النقاط وطريقه إدارة كل منها على النحو الأمثل. وسيتم في هذا القسم توضيح ما يلي:

5.10 إدارة الأعلاف (تغذية الحيوانات)

تختلف استراتيجيات تغذية الحيوانات في المناطق القاحلة وشبه القاحلة بحسب عدة عوامل مثل نظام الإنتاج، وأصناف الحيوانات، ودخل الأسر، والفئات الاجتماعية والمسافة إلى وسط المدينة (كلفة النقل).

ففي نظم الإنتاج كافة تبرز أمراض عدة تترك أثراً سلبياً إما على صحة الحيوانات أو إنتاجيتها. بالتالي، من المهم جداً مكافحة أمراض الحيوانات لا سيما الوبائية منها. وتشتمل الإدارة المثلى لصحة القطعان على التطبيق الصارم لبرامج التلقيح والعلاجات المتكررة المضادة للطفيليات.

6.10 إدارة موسم التزاوج (تناسل الحيوانات)

يُعتبر ذلك ضرورياً لتوفير حيوانات بديلة من خلال الإنجاب المنتظم للحيوانات حديثة الولادة. كما أن التناسل الناجح ضروري أيضاً لإنتاج الحليب، ومن الممكن تحقيق التناسل الكفؤ لدى إجراء التهجين في مرحلة النمو المثلى التي يمكن تحديدها بطرائق بسيطة. يمكن اعتماد تقنية القياس الإحيائي الحديثة بسهولة لدى تحديد الوقت الأمثل للتزاوج، وهذا ما يُعرف بالتلقيح الاصطناعي المستخدم لتسريع التحسينات الوراثية للثروة الحيوانية. ويُعتبر التلقيح الاصطناعي من تكنولوجيات التناسل الأبرز في العديد من نظم إنتاج الماشية في كافة المناطق تقريباً، إلا أنها مناسبة بشكل خاص للماشية في المناطق المحيطة بالمدن. ومن منافع التلقيح الاصطناعي هو أنه يجنب المزارعين تحمل تكاليف أو مخاطر تربية الذكور من الحيوانات ويتيح لهم النفاذ إلى مجموعة واسعة من أجود أنواع الذكور. كما يمكن مكافحة العديد من الأمراض الإنجابية المعدية من خلال استخدام التلقيح الاصطناعي.

7.10 الطريقة المثلى لتربية الحيوانات حديثة الولادة

ومن الجوانب الأخرى لعملية التناسل تربية الحيوانات الحديثة الولادة والصغيرة التي تشكل المصدر المالي الأساسي للقطيع. بشكل عام، يرتبط اختيار الحيوانات التي ستتم تربيتها بشكل أساسي بالقدرة على التكيُّف، ما يعني ضرورة أن تكون هذه الأخيرة قادرة على التكيُّف مع الظروف المحلية للحصول على أفضل النتائج أي على صعيد المنتجات الحيوانية. وتتطلب الحيوانات المستوردة العالية الأداء رعاية مكلفة وأعلاف مركزة وأماكن خاصة للعيش، وحين تواجه الظروف المحلية سيكون إنتاجها في معظم الأحيان أقل من الحيوانات المحلية. بالتالي، إن الطريقة المثلى لإدارة القضايا الوراثية تكون عبر التعويل على الأجناس المحلية التي يمكن تحسينها بسهولة من خلال الاختيار المكثف للحيوانات المحلية الأفضل (اختيار الذكر/الأنثى). وهنا أيضاً سيعود استخدام التلقيح الاصطناعي بالفائدة الأكبر.

11- إدارة المراعي وإنتاج العلف

1.11 لمحة عامة

أظهر الرعاة والعاملون في مجال الزراعة والرعي في البلدان العربية عبر التاريخ قدرة على التكيُّف مع تغيّر المناخ. ومن الأرجح أن يحققوا نجاحاً في التكيُّف مع تغيّر المناخ في حال حصلوا على ما يلزم من دعم، ومساعدة ومُنحوا حق استخدام الأراضي. وقد اتخذ السكان عبر القرون الماضية تدابير عدة للتعامل بشكل فعال مع تغيّر المناخ، مثل الحراك الموسمي للماشية، والزراعة المختلطة القائمة على التكامل ما بين المحاصيل والماشية وتجميع المياه. ومن الضروري أخذ هذه القدرات بعين الاعتبار من قبل الباحثين وصانعي السياسات

لدى إجراء الأبحاث بشأن التكيُّف مع تغيّر المناخ والاستراتيجيات المستقبلية، وبلورة التكنولوجيات اللازمة لهذه الغاية.

الشكل 32- تفقد المراعي

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

إلا أن الوتيرة الحالية لتغيّرات المناخ أكبر من قدرة منتجي الماشية على التكيُّف مع هذه التغيّرات. بالتالي، يتوجب على الحكومات في العالم العربي صب جهودها على إجراء الأبحاث، وتطوير وسن التشريعات والسياسات التي تشجع من جهة أولئك الذين يعتمدون طرائق مستدامة في الإنتاج وتثبط من جهة أخرى عزيمة أولئك الذين يتبعون أساليب غير مستدامة من الإنتاج. فعندما يطلع المرء على المجموعات النباتية والمناخات الخاصة بأصناف النباتات في الأراضي المخصصة للرعي، يمكنه التخطيط للتكنولوجيات الزراعية على نحو ملائم من أجل تحسين المراعي وتنظيم استغلالها بشكل علمي ومنطقي (الشكل 32).

2.11 تجميع مياه الأمطار في إطار إدارة المراعي

تعتبر الأمطار من العوامل الأكثر أهمية التي تحدد نوع النباتات ومدى إنتاجيتها. وليست الأمطار السنوية وحدها هي التي تلعب دوراً محورياً في نمو الغطاء النباتي، بل أيضاً كثافة الهطولات وتوزعها المكاني والزمني، فضلاً عن الرطوبة النسبية للجو. ويمكن زيادة إنتاج التبن من خلال جمع مياه الأمطار وتركيزها. ويعتبر تجميع مياه الأمطار من التقنيات الأكثر أهمية لأسباب عدة هي:

- المساهمة في تطوير المراعي الطبيعية؛
- تسريع عملية إعادة تأهيل النباتات الطبيعية؛
- المساهمة في تعزيز رطوبة التربة لصالح النباتات على فترات طويلة نسبياً؛
- المساهمة في تحسين الكفاءة على صعيد إنتاج العلف والمراعي؛
- توفير الغذاء الطبيعي للحيوانات؛
- توفير مخازن للمياه للإيفاء باحتياجات الحيوانات من مياه الشرب؛
- مكافحة التصحر في المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

والجدير بالذكر أن تقنية تجميع المياه الأكثر استخداماً لإعادة تأهيل المراعي هي منظومة "فاليراني" التي يتم بموجبها إنشاء أحواض صغيرة لتجميع المياه يصل طولها إلى 4 أمتار تقريباً باستخدام محراث خاص مثبت على جرافة. ويمكن تغطية ما بين 10 و15 هكتاراً يومياً بكلفة تقارب المئة دولار أمريكي للهكتار. وقد تكون هذه الكلفة اقتصادية في حال تمت تغطية مساحات كبيرة (Oweis et al. 2012).

3.11 إعادة تأهيل المراعي

قام المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة بإعداد وتطبيق مشاريع عدة لإعادة تأهيل المراعي في بلدان عربية مختلفة مثل الإمارات العربية المتحدة، والجزائر، وعُمان، والمملكة العربية السعودية.

ويمكن إعادة تأهيل المراعي بطريقتين:

إعادة التأهيل الطبيعية: تتوزع هذه الطريقة على نقاط عدة هي:

(أ) منع الرعي أو تأجيله لفترة من الزمن لحين استعادة المراعي لقدرتها الإنتاجية؛

(ب) الحد من كمية الرعي في المراعي التي تعرضت لمستوى متوسط من الضرر مع تحديد فترات الرعي، فتزهر النباتات المعمرة وتعطي ثماراً، ويتاح المجال أمام غرس البذور؛

(ج) منع الرعي خلال مواسم معينة تكون خلالها الأصناف الممتازة شديدة التأثر بالرعي؛

(د) منع رعي الحيوانات التي تفضل بعض الأنواع اللذيذة من النباتات المهددة بالانقراض من المراعي، وإتاحة المجال للرعي أمام حيوانات داجنة أخرى تفضل أنواعاً دخيلة توسعية تتكاثر على حساب الأصناف ذات المردود الجيد؛

(هـ) تشييد سياج صغير على امتداد المراعي من أجل إتاحة المجال أمام النباتات الموجودة ضمنه لدر البذور في النواحي المحيطة بها حيث يكون الرعي الحر مسموحاً.

4.11 إعادة التأهيل الاصطناعية

يتم استخدام هذا النوع من إعادة التأهيل لدى فقدان الأصناف المعمرة الأساسية، وتبرز على هذا المستوى تقنيتين لإعادة تأهيل المراعي المتضررة وهما: التشتيل و/أو البذر. فالأصناف الجيدة من الشجيرات في المراعي تتعرض للتلف ليس فقط جراء الرعي الجائر بل أيضاً بسبب الاحتطاب، إذ إن هذا النوع من النباتات يحتاج لفترة طويلة من أجل إعادة تأهيله. وتفترض إعادة تأهيل المراعي من خلال التشتيل أو البذر إنشاء المشاتل والمحميات في المراعي لحفظ الأصول الوراثية للنباتات بغية إعادة إنتاج البذور والحفاظ على التنوع الحيوي.

إعادة تأهيل الأراضي المتضررة في ولاية شمال كردفان – السودان

أدى الاستغلال المفرط للموارد الطبيعية في السودان إلى تدهور الأراضي وتسريع وتيرة التصحر، وقد أخذت هذه الظاهرة أبعاداً بيئية، واقتصادية واجتماعية تطلبت إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة من أجل ضمان الإنتاج الغذائي الآمن. وفي هذا السياق، تم تنفيذ دراسة الحالة هذه بالتعاون مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة ووزارة الزراعة والغابات في السودان. وتقع المنطقة المشمولة بإعادة التأهيل في ولاية شمال كردفان، وقد تم تنفيذ أنشطة مختارة لإعادة تأهيل المراعي المتضررة، وتحسين الإنتاجية والغطاء النباتي، وتفعيل المقاربة التشاركية وإيجاد مصادر إضافية لدر الدخل لصالح السكان المحليين. واشتملت المنهجية المعتمدة على أنشطة حفظ التربة، وإعادة تأهيل النباتات، وحماية الموارد الطبيعية وتثبيت الكثبان. وتظهر النتائج مؤشرات إيجابية مثل تثبيت الرمال التي تم نقلها، وتحسين الغطاء النباتي وإنتاجية المراعي، كما لوحظ أن النظام البيئي في المنطقة يتجه نحو الاستقرار ما يعكس نجاح الأنشطة والتقنيات المطبقة.

المنطقة قبل وبعد إعادة تأهيلها

المصادر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة – القسم المعني باستخدام الأراضي والمياه – برنامج رصد التصحر ومكافحته.

ومن أبرز أصناف النباتات المستخدمة في إعادة تأهيل المراعي: Salsola vermiculata L والرغل (الرغل السوري مثل: A. leucoclada, A. halimus L., A. canescens)، Algdy and others (الشكل 33).

الشكل 33- نباتات الرغل والـ Salsola هي الأكثر استخداماً لإعادة التأهيل الاصطناعية للمراعي

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

5.11 إنتاج العلف

إنتاج العلف: تتم زراعة عدد كبير من المحاصيل العشبية السنوية أو المعمرة، وكذلك محاصيل الأشجار لغايات إنتاج العلف. ومن أبرز هذه المحاصيل المروية الفِصْفِصَة (الاسم العلمي: Medicago sativa) والبرسيم (الإسم العلمي: Trifolium alexandrinum)، إلى جانب العديد من المحاصيل الأخرى التي تُزرع فقط لإنتاج العلف أو تُستخدم لغايات أخرى مثل مصدات الرياح وتثبيت الكثبان أو مكافحة تدهور التربة (مثلاً: Prosopis Albizzia lebbek, Acacia saligna, A. tortilis, cineraria).

ويكتسب الصبار من نوع التين الشوكي أهمية متزايدة إذ إن الفاكهة التي يحملها تولد الدخل فيما يتم تجميع الكتلة الإحيائية (وتحويلها إلى علف في معظم الأحيان) وإطعامها إلى الحيوانات المجترة أو الماشية (الشكل 34).

الشكل 34- الإنتاج التجاري للتين الشوكي في فلسطين (الضفة الغربية)

المصدر: Prinz.

6.11 مصادر الطعام

تُعتبر البقايا الزراعية من أبرز مصادر الطعام في المناطق القاحلة وشبه القاحلة التي يعول عليها الرعاة لإطعام حيواناتهم في العالم العربي والتي لا غنى عنها لإطعام الحيوانات المجترة نظراً لأهميتها في عملية الهضم. إلا أن تغيّرات المناخ في المناطق القاحلة وشبه القاحلة ونوبات الجفاف المتكررة التي تترافق مع نقص حاد في العلف والمراعي والمياه تركت أثراً سلبياً على مدى توفر علف الحيوانات في

هذه المناطق، ما يستوجب البحث عن بدائل للعلف بكلفة اقتصادية مقبولة. وقضى الحل باستخدام المخلفات الزراعية والمنتجات المشتقة على نطاق واسع بعد تحسين قيمتها الغذائية واعتماد تقنيات بسيطة من شأنها أن تساعد بدورها الرعاة على التكيُّف مع تغيّرات المناخ المذكورة وضمان استمرارية العملية الانتاجية لناحية تربية الحيوانات المجترة وتقديم الرعاية اللازمة لها.

ويمكن تحسين القيمة الغذائية للبقايا الزراعية من خلال تكنولوجيات مختلفة مثل:

(1) تحويل البقايا الزراعية الخضراء أو الرطبة إلى علف.
(2) تصنيع رزم العلف من مخلفات العلف الجافة.
(3) معالجة التبن والحشيش الجاف باليوريا أو اليوريا والدبس في حال توفر ذلك (الشكل 35).

تُعتبر هذه العملية من الأدوات الأساسية للتكيف مع تغيّرات المناخ، كما أن خيار تحسين القيمة الغذائية للمنتجات المشتقة من المخلفات الزراعية يمتاز بأنه متاح بشكل كبير في المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

ويتطلب تطبيق هذه الإجراءات ضمان توفر بعض الإمدادات الأساسية حرصاً على نجاحها بحيث يتم توفير التدريب النظري والعملي للتقنيين ومربي الماشية من أجل استثمار المخلفات الزراعية كلها في مناطق تواجدهم، ومن ثم توفير بعض المعدات لتقطيع ومزج المخلفات الزراعية وإعدادها لتصبح علفاً ذا قيمة غذائية محسنة. كما يتوجب جمع المخلفات الجافة وتقطيعها في أماكن إنتاجها (مساحات المحاصيل الزراعية) أو الأماكن التي تتوفر فيها البقايا الرطبة للصناعات الزراعية (مثل مصانع السكر أو مصانع التعليب).

الشكل 35- تقنيات متنوعة لتحسين القيمة الغذائية للبقايا الزراعية

المصدر: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

12- مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية

1.12 لمحة عامة

تحيط مياه البحر بالبلدان العربية من كافة الجهات: الخليج العربي شرقاً، والمحيط الأطلسي غرباً والبحر المتوسط شمالاً والمحيط الهندي جنوباً. هذا إلى جانب الأنهر (لا سيما النيل ودجلة والفرات) والبحيرات الطبيعية والاصطناعية التي تشكل موارد مائية داخلية وتوفر إمكانات كبيرة لمصائد الأسماك. وتفيد التقديرات بأن الموارد الداخلية لمصائد الأسماك في المنطقة العربية والتي تشتمل على الأنهر، والبحيرات، والمستنقعات، والخزانات والبحيرات الطبيعية والاصطناعية تغطي مساحة قدرها 1.5 مليون كيلومتر مربع تقريباً (الشكل 36).

ومن أبرز الدول التي تتوفر فيها هذه الموارد مصر، والسودان، والعراق وسوريا. وتُعتبر البحيرات في منطقة الدلتا المصرية من أبرز المجمعات المائية لإنتاج الأسماك، إلى جانب بحيرة ناصر في الجنوب وبحيرة قارون ونهر النيل. أما في السودان فتتركز مصائد الأسماك الداخلية في النيل الأزرق والنيل الأبيض وكذلك في المجرى الأساسي لنهر النيل. وفي العراق، تكثر مصائد الأسماك عند نهريْ دجلة والفرات، وكذلك في بعض الخزانات الاصطناعية. وتتواجد أنهر أخرى تضم مصائد أسماك أصغر حجماً في سوريا ولبنان والأردن وموريتانيا. وتتميز معظم مصائد الأسماك الداخلية في الدول العربية بصيد الكفاف للإيفاء بالاحتياجات الآنية من الطعام للسكان المقيمين على مقربة من التكتلات المائية.

وقُدّر إنتاج الأسماك (بما في ذلك تربية الأحياء المائية) في المنطقة العربية بـ 4.3 مليون طن في عام 2013 (أي ما يوازي 2.6 بالمائة من إجمالي الإنتاج العالمي)، 33.9 بالمائة منها من مصر ومعظمها من تربية الأحياء المائية. ولا يزال من الضروري بذل الكثير من الجهود لتطوير تربية الأسماك في البحر وفي مصائد الأحياء المائية الداخلية. وتحتل مصر المرتبة الأولى بين البلدان من حيث تربية الأحياء المائية إذ يبلغ إنتاجها مليون طن في العام تليها المملكة العربية السعودية وعُمان مع آلاف الأطنان (الجدول 11).

الشكل 36- تساهم تربية الأحياء المائية في الأمن الغذائي وتوليد الدخل

المصدر: http://www.abc.net.au.

تشكل تربية الأحياء المائية في مصر حوالى 65 بالمائة من إجمال إنتاج الأسماك في البلاد، 85 بالمائة منها يتم الحصول عليها من خلال تقنية التربية شبه المكثفة المستخدمة في المياه العسرة و10 بالمائة من التربية في الأقفاص في المياه العذبة وحوالى 5 بالمائة من تربية أسماك الأرز (منظمة الأغذية والزراعة 2010b).

وتعمل المنظمة العربية للتنمية الزراعية على وضع استراتيجية خاصة بالبلدان العربية لتطوير تربية الأحياء المائية بغية زيادة حصتها من تربية الأسماك من 25.7 بالمائة لتصل إلى 50 بالمائة.

وفي حين تتقلص كمية المياه ذات النوعية الجيدة (المتجددة وغير المتجددة) (<1.5 ديسي سيمنز للمتر) عاماً بعد عام، تتوفر كميات كبيرة من المياه العسرة الجوفية ذات مستويات الملوحة المختلفة والتي يمكن استخدامها على النحو الأمثل في تربية الأحياء المائية في حال تم اختيار أصناف الأسماك الملائمة أو أنواعاً أخرى (مثل الروبيان).

الجدول 11- إنتاج الأسماك (مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية) في البلدان العربية 2011-2013

البلد	2011		2012		2013			النسبة المئوية من إجمالي الإنتاج
	الصيد	التربية	الصيد	التربية	الصيد	التربية	الصيد والتربية معاً	
مصر	375.4	986.8	354.2	1017.7	434.9	1017.7	1452.6	33.9
المغرب	956.7	0.3	1164.5	0.4	1169.4	0.4	1169.8	27.3
موريتانيا	644.3	-	644.3	-	646.7	-	646.7	15.1
عُمان	158.6	0.2	191.6	0.2	195.5	0.2	195.6	4.6
اليمن	146.3	14.3	146.1	13.6	146.1	11.8	157.8	3.7

الجدول 11 (تابع)

البلد	2011		2012		2013			النسبة المئوية من إجمالي الإنتاج
	الصيد	التربية	الصيد	التربية	الصيد	التربية	الصيد والتربية معاً	
تونس	110.5	4.3	112.5	4.3	112.8	4.4	117.2	2.7
الجزائر	93.4	1.8	101.8	1.8	100.4	1.8	102.2	2.4
المملكة العربية السعودية	59.4	16.1	64.0	26.1	66.0	26.4	92.3	2.2
بلدان عربية أخرى	292.8	27.3	306.2	36.1	312.5	36.6	349.1	8.1
المنطقة العربية	2837.3	1051.0	3085.1	1100.1	3183.2	1100.1	4283.3	100.0
العالم	90500	62700	90800	74400	90500	70500	161000	

2.12 آثار تغيّر المناخ والتكيُّف معها

إن مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية مهددة بفعل التغيّرات في درجات الحرارة، والنظم البيئية للمياه العذبة وكمية الهطولات. قد ترتفع وتيرة العواصف وتشتد حدتها، ما يعرّض المساكن، والمخازن، والبنى التحتية وسُبل العيش للخطر. ونتيجة التقلبات المناخية المتزايدة والظروف غير المضمونة، تزداد مهمة تحديد المسار الذي ستسلكه هذه التبعات ومواطن الضعف تعقيداً، ما يستوجب إجراء الأبحاث اللازمة لبلورة استراتيجيات التكيُّف وتعزيز قدرة صيادي الأسماك ومربيها على التكيُّف. ويمكن للأسماك أن تتيح فرصاً للتكيُّف مع تغيّر المناخ من خلال الدمج ما بين الزراعة وتربية الأسماك مثلاً، ما يسمح للمزارعين بالتعامل مع فترات الجفاف بموازاة تعزيز الأرباح وتحسين الأمن الغذائي للأسرة (انظر الفقرة "دراسة حالة حول Aquaponics – نظام متكامل يجمع ما بين تربية الأحياء المائية والزراعة"). وينبغي أن تتجه إدارة مصائد الأسماك من مجرد السعي إلى رفع الإنتاج إلى حده الأقصى نحو زيادة القدرة على التكيُّف.

ويمكن تلخيص آثار تغيّر المناخ على مصائد الأسماك الداخلية على النحو التالي:

من المحتمل أن يحد ارتفاع درجة حرارة المياه الداخلية من توفر مخزون الأسماك البحرية بفعل تضرر نوعية المياه وتفاقم حالات النفوق الناجمة عن الجفاف وبروز الحيوانات المفترسة والأمراض الجديدة وتغيّر مدى توافر الطعام الخاص بأصناف الأسماك.

ومن الأرجح أن تكون التقلبات الموسمية والسنوية المتزايدة في معدل الهطولات، وما ينجم عن ذلك من حوادث متطرفة مثل الفياضانات والجفاف، من المسببات الأبرز للتغيّرات في مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية في الداخل. ومن أكثر المتأثرين بهذه التبعات مربو الأسماك الأشد فقراً بما أن الأحواض الصغيرة عادةً التي يستخدمونها تحبس كميات أقل من المياه، وتجف بشكل أسرع، وقد تعاني بالتالي من قصر فترة مواسم الأمطار، وتدني كميات المياه المجمعة ومحدودية خيارات الأصناف التي يمكن تربيتها. على الرغم من ذلك، قد تتيح تربية الأحياء المائية الفرص أمام تحسين إنتاجية المياه في المناطق التي تعاني من تفاقم مشكلة ندرة المياه.

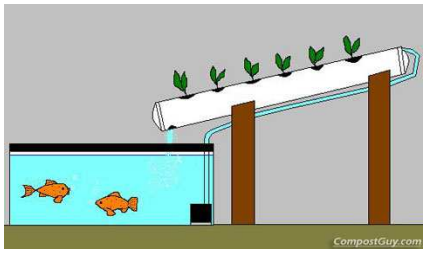
وقد تخلف الأحداث المتطرفة مثل الأعاصير وما يترافق معها من عواصف وفياضانات داخلية آثاراً خطرة على مصائد الأسماك، وتربية الأحياء المائية بشكل خاص من خلال إلحاق الضرر بالمخزون والمرافق

والبنى التحتية أو فقدانها بشكل تام. ويمكن للاستجابات على صعيد البنى مثل تشييد الدفاعات الاصطناعية ضد الفياضانات والحفاظ على الطبيعية منها أن تؤمن حماية لا بأس بها لكن غير كاملة.

ويشتمل تعزيز القدرة على التكيُّف في هذا الإطار على مقاربات مثل الاستراتيجيات المختلطة المتعلقة بسُبل العيش والنفاذ إلى القروض يمكن لمربي الأحياء المائية من خلالها أن يتعاملوا مالياً مع الخسائر المفاجئة على صعيد الاستثمارات والمداخيل. ومن الخيارات الأخرى المتاحة بالنسبة لاستراتيجيات التكيُّف في المناطق التي تواجه مخاطر كبيرة رصد المخاصر وتقييمها، فضلاً عن زيادة أصناف الأحياء المائية وأنواع الأسماك والتقنيات الرامية إلى رفع الإنتاج والأرباح إلى حدها الأقصى (منظمة الأغذية والزراعة، 2014).

دراسة حالة حول – Aquaponics نظام متكامل يجمع ما بين تربية الأحياء المائية والزراعة

يكتسب إنتاج السلع الغذائية في المدن أهمية متزايدة، ومن الحلول المثيرة للاهتمام على هذا الصعيد، اعتماد نظام **Aquaponics** الذي يجمع ما بين التربية التقليدية للأحياء المائية (أي تربية الأحياء المائية مثل الأسماك أو الروبيان في الخزانات) والزراعات المائية (أي زراعة النباتات في المياه) في بيئة مراقبة ومتكافلة.



نظام Aquaponics

المصدر: CompostGuy.com.

وتجري المياه بين العنصريْن المكونين لهذا النظام، فتمتص النباتات المزروعة في المياه (من دون الحاجة إلى التربة) المغذيات التي تفرزها الأسماك بشكل مباشر أو الناجمة عن التفكك الميكروبي للنفايات العضوية. ويؤمن طعام الأسماك معظم المغذيات الضرورية لنمو النباتات.

ومن المدخلات المادية الأساسية المعتمدة في إطار نظام Aquaponic الأسماك الصغيرة، وطعام الأسماك، والنباتات والمياه. ومن المدخلات الأخرى التي يترتب عليها كلفة معينة في نظام Aquaponic إمدادات الطاقة اللازمة لتشغيل مضخة المياه ومضخة الهواء.

وتنطوي نظم Aquaponic على فوائد عدة منها: (أ) تعزيز إنتاجية المزارع وربحيتها من دون أي زيادة ملحوظة في استهلاك المياه؛ (ب) إعادة استخدام المياه والمغذيات التي كانت تُهدر؛ (ج) الحد من الآثار البيئية البحتة؛ (د) زيادة المخرجات من دون الحاجة إلى أراض زراعية إضافية.

تطبيق نظام Aquaponics في غزة.

وقد تم تجهيز السطوح العائدة لـ 15 أسرة من الأشد فقراً في غزة والتي تتولى إعالتها نساء بوحدات لإنتاج السلع الغذائية باعتماد نظام Aquaponic، وذلك بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة. وفي معظم الحالات، تمكنت هذه الأسر من إنتاج ما يكفي من الطماطم والفلفل والباذنجان خلال أشهر الصيف الثلاثة لتلبية احتياجاتها كافة، هذا إلى جانب 20 كغ من الأسماك خلال دورة نمو تمتد على تسعة أشهر.

المصدر: http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/GGCLAC/ FAO-Gaza-aquaponics.pdf, www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/Fact sheet on aquaponics Final.pdf.

13- التدقيق في تدابير التكيُّف

يتمثل أحد مخرجات هذا الدليل التوجيهي في تقييم تدابير التكيُّف المقترحة وتصنيفها بحسب أولويتها، على أن يكون هذا التقييم قائماً على معايير محددة. ومن الضروري اختيار الطرائق والأدوات بحذر، لا سيما لجهة ارتباطها بأدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية من جهة وكذلك بالبيانات المطلوبة، ومجالات التطبيق والقيود المحيطة بالتطبيق من جهة أخرى (الجدولان 12 و13). لكن يجب الأخذ بعين الاعتبار أن تصنيف التدابير بحسب أولويتها يختلف دوماً باختلاف الموقع. فالتدبير الذي قد يكون ذا أولوية قصوى في موقع محدد، قد لا يكتسب الأهمية نفسها في موقع آخر. بالتالي، تبرز الحاجة إلى إجراء تحليل سليم للمشكلة، يليه تحليل للموارد، كخطوة أولية لتصنيف أي تدابير بحسب أولويتها.

1.13- معيار التدقيق

الجدول 12- معيار التدقيق

الرقم	المعيار	الوصف	التصنيف
I	هل تساهم في تعزيز الإدارة المتكاملة للموارد المائية؟	يبدو جلياً أن هذا المعيار هو من بين الأولويات، ويمكن اعتباره إلزامياً في معظم الحالات تقريباً.	بشكل كامل = 3 بشكل معتدل = 2 بشكل غير مباشر = 1
II	هل من أدلة حول تطبيقها؟	من وجهة نظر الجهة المقيّمة وخبرتها.	نعم = 2 كلا = 1
III	ما مدى استخدامها في المناطق القاحلة؟	من وجهة نظر الجهة المقيّمة وخبرتها.	على نطاق واسع جداً = 3 على نطاق واسع = 2 على نطاق نسبي = 1
IV	هل تأخذ بعين الاعتبار القضايا الاجتماعية، والبيئية، والاقتصادية وتحليل الأثر؟	يعتبر هذا الجانب أساسي أيضاً، إذ من الضروري أن يتماشى التكيُّف مع التنمية المستدامة ويساهم في تعزيزها.	بشكل كامل = 3 بشكل معتدل = 2 لا ينطبق = 1
V	هل تأخذ بعين الاعتبار القضايا المرتبطة بالنوع الاجتماعي والأقليات؟	قد لا يسري ذلك في الحالات كافة، لكن في ظل التفاوتات على صعيد قابلية التأثر، أي بتعبير آخر أن قابلية التأثر ليست نفسها بالنسبة لمجموعات مختلفة من الأشخاص، من الأرجح أن تكون النساء والأقليات من الأشد تأثراً بتغيّر المناخ في العديد من الحالات.	بشكل كامل = 3 بشكل معتدل = 2 لا ينطبق = 1
VI	هل تأخذ بعين الاعتبار فعالية الكلفة والتكاليف والعوائد؟	قد لا يسري ذلك في الحالات كافة، لكن من الضروري أن يكون التكيُّف كفؤاً وفعال الكلفة لضمان استدامته على المدى الطويل وتجنب تحوله إلى سوء تكيُّف.	بشكل كامل = 3 بشكل معتدل = 2 لا ينطبق = 1
	المجموع		**(من 6 إلى 17)** **17**

في الجدول 13، تم إدراج تدابير التكيُّف والمجالات كافة مرفقة بمقياس تصنيف وفق المعايير التي تم وصفها أعلاه (الجدول 12). ويمكن لمستخدم هذا الدليل التوجيهي أن يجري التقييم بحسب المعايير المذكورة وتصنيف أي إجراء من الإجراءات المذكورة في الجدول 13.

الجدول 13- التدقيق في تدابير التكيُّف

تدابير التكيُّف	المعيار						التصنيف الإجمالي
	I	II	III	IV	V	VI	
تجنب تلوث المياه السطحية							
تجنب تلوث المياه الجوفية							
تجنب تلوث مياه القنوات (غالباً ما تستخدم القنوات لإغراق النفايات الصلبة)							
خفض الفواقد إلى حدها الأدنى في قنوات النقل والتوزيع							
التسربات على صعيد القنوات والأنابيب							
حفظ الرطوبة في الموقع							
تدابير حفظ التربة والمياه							
تجميع المياه (الأحواض البالغة الصغر، والأحواض الكبيرة وتجميع مياه الفيضانات)							
الفواقد الناجمة عن التبخر الذي يصيب سطح التربة							
الزراعة في "بيئة محمية"							
تغيير في مواعيد البذر وعمقه							
تحسين تغذية النباتات							
استخدام المحاصيل والأصناف المناسبة التي تحتاج إلى كميات أقل من المياه؛ تنويع المحاصيل							
المزج ما بين الزراعة وتربية الحيوانات							
الزراعة الحافظة للموارد							
إقامة أنظمة الإنذار المبكر							
مراقبة الجفاف							
توفير المعلومات اللازمة بشأن إدارة المياه، وحفظ المياه والتربة، وتجميع المياه، إلخ							

سيتوزع التقييم النهائي على ثلاثة مستويات بحسب التصنيف الإجمالي للإجراء، وذلك على النحو التالي:

13-17: تدابير تكيُّف ذات أولوية قصوى.
9-13: تدابير تكيُّف ذات أولوية مقبولة.
6-9: تدابير تكيُّف ذات أولوية نسبية.

خامساً- مصفوفة تطبيق تدابير التكيُّف

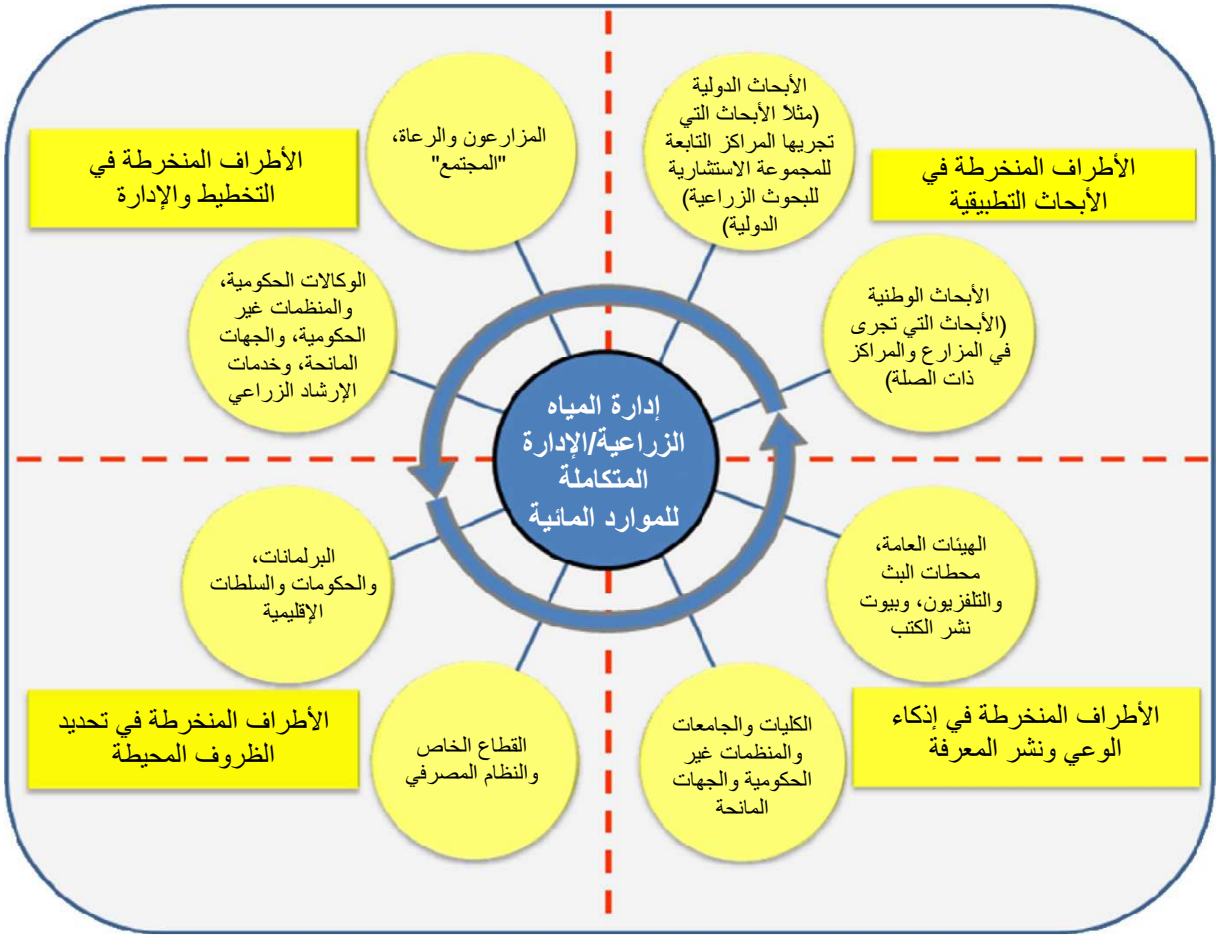
1- الجهات المعنية ودورها في إدارة المياه

إن النجاح في تنفيذ الخيارات القابلة للتطبيق على صعيد إدارة المياه والمرتبطة بالتكيُّف مع آثار تغيّر المناخ رهن بكيفية تأدية مختلف الجهات المعنية لأدوارها. فالجهات المعنية التي تتعامل مع عناصر مختلفة من التكيُّف مع آثار تغيّر المناخ عديدة ومتنوعة (المنظمات المحلية، والإقليمية والدولية). وتتولى الوزارات التابعة للحكومة، لا سيما تلك المعنية بقضايا المياه، والزراعات المروية، والأراضي، والبيئة والموارد الطبيعية نواحي مختلفة من إدارة المياه. وفي العديد من البلدان، تقع مسؤولية إدارة المياه إما على عاتق وزارة المياه (والري) وإما على عاتق وزارة الزراعة التي توفر السياسات والإطار القانوني اللازم، وتقوم بتنسيق

المبادرات المرتبطة بإدارة المياه وبتطبيق البرامج والمشاريع الوطنية المختلفة، فضلاً عن تنظيم أنشطة الجهات المعنية الأخرى والمزارعين، وخدمات بناء القدرات، والدعم الفني والإرشاد.

هذا إلى جانب العمل الذي تضطلع به المنظمات غير الحكومية المختلفة الناشطة على المستويين المحلي والإقليمي والمنخرطة في المبادرات المجتمعية الرامية إلى تحسين سُبل عيش المزارعين، وتحقيق الأمن المائي والغذائي، والحد من الفقر والتخفيف من آثار الكوارث، وكلها أنشطة تقع إدارة المياه في صلبها أو تشكل جزءاً منها. وتستند مبادرات المنظمات غير الحكومية إلى بناء القدرات، ونقل التكنولوجيا، وتطوير الأبحاث والتكنولوجيا، وتقديم خدمات الإرشاد، فضلاً عن توفير القروض، وتمكين المجتمع، ومناصرة السياسات وضع برامج متكاملة للتنمية الريفية. من الضروري أيضاً إشراك مؤسسات التمويل المتناهي الصغر وغيرها من الجهات النظيرة في القطاع الخاص التي تُعنى بخطط القروض الزراعية، وتوفير المدخلات الزراعية، وخدمات الإرشاد، ومعالجة المحاصيل والتسويق. ويظهر الشكل 37 مختلف الجهات المعنية والمجالات الخاصة بكل منها.

الشكل 37- الجهات المعنية المنخرطة في إدارة المياه الزراعية (الإدارة المتكاملة للموارد المائية) في المنطقة العربية



المصدر: Prinz 2014a، بتصرف.

2- تعزيز القدرة على التكيُّف

إن قابلية تأثر أي مجتمعات أو نظم زراعية أو مناطق حرجية رهن بمدى تعرضها وحساسيتها وقدرتها على التكيُّف. بالتالي من الضروري تعزيز القدرة على التكيُّف من أجل الحفاظ على مستويات متدنية من قابلية التأثر. وفيما يلي بعض التدابير التي قد تساعد في تحقيق هذا الهدف:

- تحسين النفاذ إلى المعلومات المتعلقة بـ:
  - توقعات الأرصاد الجوية؛
  - التكنولوجيات الجديدة؛
  - المحاصيل والأصناف الجديدة وكيفية زراعتها؛
  - حماية النباتات وتغذيتها؛
  - التدابير الخاصة بمكافحة تدهور التربة والجفاف؛
  - فرص التسويق المتاحة؛
  - التقنيات والآلات الزراعية، إلخ؛
- توفير النفاذ إلى القروض الميسرة؛
- توفير المساعدات من أجل بناء وحدات لتخزين المياه (الخزانات، والأحواض والبرك)؛
- تأمين رعاية صحية أفضل للأشخاص والماشية، إلخ.

وقد يتم توفير هذه الخدمات من قِبل الدولة بشكل مباشر أو غير مباشر (مثلاً من خلال جهاز الأرصاد الجوية، أو عبر خدمات الإرشاد الزراعي، أو من خلال المراكز المعنية بالأبحاث الزراعية)، أو من قِبل الصحف، والمحطات الإذاعية والتلفزيونية، والكيانات المعنية بالتسويق، والمرافق الصناعية والتجارية، والتعاونيات والمنظمات غير الحكومية.

إن القدرة على التكيُّف رهن أيضاً بحجم المزرعة (منظمة الأغذية والزراعة، 2011).

(1) تقتصر قدرة العديد من المزارع الصغيرة على التكيُّف على تغيير الأصناف المعتمدة وتحسين حالة الحيوانات وتشييد الخزانات المخصصة لتجميع مياه الأمطار. وقد تتيح هذه التغيّرات على المدى القصير الاستمرارية لعدد من السنوات، لكن على المدى الطويل سيتخلى معظم المزارعين عن الأنشطة الزراعية/تربية القطعان وينتقلون إلى المدن.

(2) تُعتبر قدرة المزارع المتوسطة الحجم على التكيُّف أفضل بكثير لا سيما عندما يمكن للمزارعين الوصول إلى المعلومات المناسبة والقروض الميسرة الخاصة بالاستثمارات الصغيرة. ومن شأن تنويع إنتاج المحاصيل، واعتماد تقنية المعالجة ذات المستوى المتدني، وإنتاج العلف، إلخ أن يتيح للمزارعين البقاء في أرضهم. وقد تتسبب إمدادات المياه أو الأضرار الناجمة عن الفياضانات بمشاكل لا يمكن للمزارعين تخطيها من دون دعم الحكومات أو المنظمات غير الحكومية.

(3) إن قدرة المزارع الكبيرة على التكيُّف هي الأفضل من دون أدنى شك بما أن المزارعين يتمتعون عادةً بإمكانية الوصول إلى كافة المعلومات ذات الصلة والقروض ويحصلون على الدعم من الدولة. وتبرز الحاجة إلى دعم الدولة في ضمان إمدادات المياه (تخزين المياه) وتجنب الفياضانات، وتحسين البنى التحتية، وإنشاء مراكز متخصصة بالمسوحات، والحصول على نتائج الأبحاث الزراعية، إلخ.

بالتالي، للري الجماعي والمشاريع الزراعية قدرة كبيرة على التكيُّف مقارنة مع المشاريع الصغيرة، وقد تم تطبيق هذه التجربة على نطاق واسع في البلدان العربية في شمال أفريقيا مثل المغرب وتونس، كما أُطلقت مؤخراً في البلدان العربية في الشرق الأوسط مثل سوريا.

سادساً- مجالات العمل: مقترحات للمتابعة

1- على مستوى السياسات الوطنية

يعتبر التكيُّف ناجحاً في حال استطاع الحد من قابلية تأثر البلدان والشعوب الفقيرة بالتقلبات المناخية الحالية بالتزامن مع بناء القدرة على توقع التغيّرات المستقبلية في المناخ والاستجابة لها. وتظهر الأدلة المستقاة من التجارب السابقة أن التكيُّف يتحقق على النحو الأمثل من خلال دمج الاستجابات المناخية في مسارات التنمية والقضاء على الفقر عوضاً عن رصدها ومعالجتها بشكل منفصل (Adger et al., 2003). والمسوغ وراء دمج التكيُّف في استراتيجيات التنمية والممارسات ذات الصلة يكمن في أن العديد من المبادرات الضرورية لتعزيز المناعة إزاء تغيّرات المناخ تعود بالفائدة بشكل عامة على أهداف التنمية. ويفترض التكيُّف تطوير رأس المال البشري وتقوية النظم المؤسسية والإدارة السليمة للمالية العامة والموارد الطبيعية (Adger et al., 2003). ومن شأن هذه المسارات أن تعزز مناعة البلدان والمجتمعات والأسر إزاء الصدمات والضغوطات كافة، بما في ذلك التقلبات والتغيّرات المناخية، كما أنها تُعتبر من الممارسات الجيدة على صعيد التنمية. وخلال السنوات الأخيرة، عملت بلدان ومناطق عدة على بلورة تقييمات خاصة بقابلية التأثر والتكيُّف، فضلاً عن مقترحات عملية متعلقة بالسياسات وخطط تطبيق استراتيجية لمعالجة مسألة تغيّر المناخ. ومن الضروري أن تتجسد المعارف المكتسبة على شكل دعم لعملية التنمية من أجل إدارة قابلية التأثر بتغيّر المناخ وغيرها من المخاطر غير المناخية لدى تصميم المشاريع وتطبيقها.

وتظهر الدراسة التي أجراها Osman et al (2007) حول الجهود المبذولة لتنمية المجتمعات في بعض القرى السودانية كتلك الواقعة في محافظة بارا في شمال كردفان، والفاشر في شمال دارفور وأربعات في ولاية البحر الأحمر التكامل الكبير بين التنمية والتكيُّف مع المخاطر المناخية. بالتالي، من الضروري أن تتضمن خطط التنمية المحلية والوطنية استراتيجيات خاصة بالحد من مخاطر الكوارث، وإدارة الموارد المائية والأمن الغذائي من أجل تعزيز التكيُّف والمناعة إزاء الصدمات المناخية. وينبغي أيضاً توفير النفاذ إلى أحدث المعلومات والمعارف المرتبطة بتغيّر المناخ بهدف تمكين المجتمعات من وضع الخطط المتعلقة باستراتيجيات التكيُّف. وقد اشتملت مشاريع التنمية المجتمعية المطبقة في القرى على استراتيجيات متعددة لتحسين سُبل العيش، وجودة الحياة، وضمان استدامة استخدام الموارد في ظل نوبات الجفاف المتكررة. ونجحت المقاربة الشاملة للتنمية المعتمدة في المجالات المشمولة بالدراسة في تعزيز قدرة الأسر على التعامل مع آثار الجفاف، وذلك من خلال اعتماد اجراءات لإحداث تغيير على صعيد موجودات الأسر الخاصة بسُبل العيش (رأس المال البشري، والمادي، والطبيعي، والاجتماعي والمالي). ومن عوامل النجاح الأساسية مشاركة المجتمع في المشاريع والتعويل على التكنولوجيات الأصلية المستخدمة عادة من أجل تحسين الزراعة وإعادة تأهيل المراعي وإدارة المياه. ويبدو أن النهج المستدام لسُبل العيش يشكل نموذجاً قابلاً للحياة من أجل تعميم التنمية والتكيُّف مع مخاطر المناخ على مستوى المجتمع ككل.

صحيح أن التكيُّف يجب أن يكون مساراً محلياً، إلا أنه من الضروري دعمه من قِبل السياسات والأطر الوطنية. وينبغي أن يكون الهدف الأساسي لأنشطة التكيُّف بناء المناعة والقدرة على التكيُّف في المجتمعات المحلية الضعيفة التي تحتاج أصلاً للتكيُّف مع تغيّر المناخ. ويمكن تطوير المقاربات المحلية للتكيُّف على نحو أفضل والبناء عليها، فضلاً عن استقاء الدروس من هذه الاستراتيجيات التي تمت تجربتها لتوفير المعلومات اللازمة للخطط المحلية والوطنية. وتبرز الحاجة إلى الانتقال من دعم المشاريع إلى دعم خطط التكيُّف

ومبادرات التنمية الوطنية من أجل معالجة آثار تغيّر المناخ على المجتمعات الفقيرة والهشة في هذه البلدان. ومع مرور الوقت، من الضروري أن يتخذ الدعم منحى يقضي بالتضمين الاستراتيجي لتدابير التكيُّف مع تغيّر المناخ في تصميم وتطبيق خطط التنمية الوطنية واستراتيجيات الحد من الفقر والسياسات والاستراتيجيات القطاعية من أجل أن تكون هذه الأخيرة قادرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ. ويكتسب بناء القدرات وتبادل الممارسات الفضلى أهمية خاصة على هذا الصعيد. ولا يجب مقاربة التكيُّف على أنه قطاع منفصل بهيكليات وأطر عمل وأدوات ومقاربات منفصلة بل على أنه جزء لا يتجزأ من التنمية المستدامة. وتبرز الحاجة إلى التكيُّف في القطاعات التي تُعتبر أساسية بالنسبة لقضايا التنمية الأوسع نطاقاً وللحد من الفقر. بالتالي من المهم أن تنسق المؤسسات والوزارات فيما بينها. وتشتمل النظم التقليدية للتكيُّف مع تقلبات المناخ على مجموعة من الاستراتيجيات الخاصة بسُبل العيش بدءاً من آليات الادخار الفردية وصولاً إلى الجماعية منها والهجرة. وتؤدي الشبكات الاجتماعية دوراً أساسياً بالنسبة للفقراء من خلال توفير شبكات الأمان كاستجابة فورية للظروف المناخية السلبية (Osman-Elasha 2006).

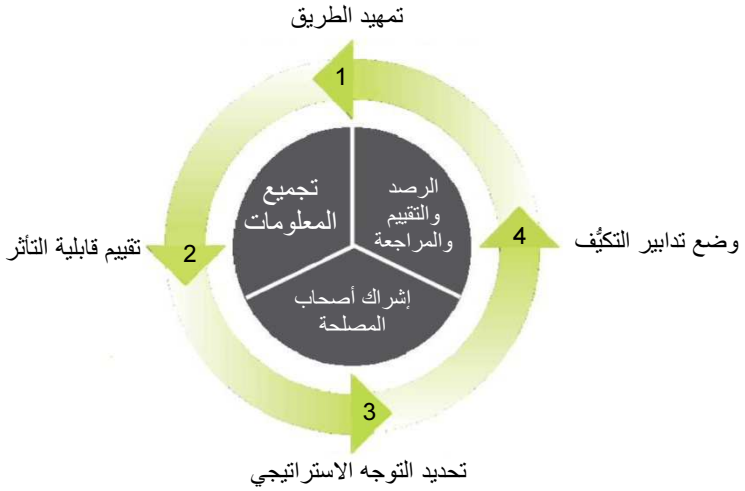
2- على مستوى السياسات الإقليمية

إن التضمين الناجح للتكيُّف مع تغيّر المناخ في السياسات، والخطط والبرامج الإقليمية رهن بعدد من الشروط التمكينية مثل:

- المشاركة الفعالة والمستدامة للجهات المعنية؛
- استخدام المعلومات المناسبة ونشرها؛
- إذكاء الوعي؛
- الرصد والتقييم والمراجعة؛
- الإدارة الناجحة للحوكمة المتعددة المستويات.

تتمثل المراحل الأساسية لبلورة سياسة إقليمية للتكيُّف في: (أ) تمهيد الطريق؛ (ب) تقييم مدى قابلية المنطقة للتأثر؛ (ج) تحديد التوجه الاستراتيجي؛ (د) التخطيط لتدابير التكيُّف الملموسة وتطبيقها (الشكل 38).

الشكل 38- رسم بياني تمثيلي للاستراتيجة الإقليمية للتكيُّف مع تغيّر المناخ (Ribeiro et al., 2009)



على صعيد السياسات العربية الإقليمية، يمكن التوقف عند ما يلي:

استراتيجية الأمن المائي العربي، القسم الخاص بالأمن المائي/الري في المناطق الريفية. قام المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة بصياغة هذه الاستراتيجية التي اعتُمدت في عام 2010 وشكلت إطار عمل للأنشطة المشتركة بين عاميْ 2010 و2030. وقد اعتمد المجلس الوزاري العربي للمياه هذه الاستراتيجية وخطة العمل ذات الصلة. ومن بين أهداف هذه الاستراتيجية تعزيز التعاون بين الدول العربية لإدارة الموارد المائية المشتركة. وجرى تحديد هذا الهدف لاحقاً في عملية عابرة للقارات على صعيد البلدان العربية في منتدى المياه العالمي السادس. وفيما يلي الأهداف التي تنص عليها:

(1) بحلول عام 2020، توقيع اتفاقيات دائمة بشأن الموارد المائية المشتركة في المنطقة العربية بحسب اتفاقية موارد المياه الجوفية المشتركة في المنطقة العربية وقانون المياه الدولي.

(2) بحلول عام 2025، الحث على توقيع اتفاقيات دائمة بين البلدان العربية المشاطئة وتلك المجاورة لها بشأن موارد المياه السطحية والجوفية على أساس منطقي ومنصف وعملاً بقانون المياه الدولي والاتفاقيات التاريخية. (برنامج التكيُّف مع التغيّرات المناخية في قطاع المياه في منطقة المشرق العربي وشمال أفريقيا 2011).

المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية. هذه المبادرة هي ثمرة الجهود التعاونية بين الأمم المتحدة وجامعة الدول العربية، بما في ذلك منظماتها المتخصصة المعنية، بناءً على طلب من المجلس الوزاري العربي للمياه ومجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة. والهدف من المبادرة تعزيز الفهم فيما يتعلق بآثار تغيّر المناخ على الموارد المائية والتبعات التي يخلفها على الهشاشة الاقتصادية والاجتماعية في المنطقة العربية. ومن شأن بناء القدرات في مجال تقييم قابلية التأثر وتطبيق أداة متكاملة للمسح تعزيز التعاون بين مختلف المؤسسات العلمية، وتبادل المعلومات وتشارك البيانات. ومن المفترض أن توفر نتائج هذه التقييمات منصة مشتركة لمعالجة آثار تغيّر المناخ على موارد المياه العذبة في المنطقة العربية والاستجابة لها. ومن الأنشطة التي نفذتها المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية إنشاء مركز المعرفة العربي للمناخ والمياه. (برنامج التكيُّف مع التغيّرات المناخية في قطاع المياه في منطقة المشرق العربي وشمال أفريقيا، 2011).