الفصل الثالث

نظم الأراضي والمياه المعرضة للخطر

سلط الفصلان السابقان الضوء على التهديدات الراهنة والمستقبلية التي تتربص بالنظم الزراعية عبر العالم. ولعل من الواضح أن الممارسات والنماذج الحالية للتنمية الزراعية المتبعة خلال الخمسين سنة الأخيرة كانت بعيدة عن توفير معالجة مُرضية لتحديات التخفيف من وطأة الفقر والأمن الغذائي والاستدامة البيئية. كما أن هنالك ما مجموعه 975 مليون نسمة، يعيش معظمهم في مناطق ريفية، لا يتمتعون بالأمن الغذائي الذي يستحقون. وبفعل الضغط الذي تمارسه الزراعة، تتضرر التربة والمياه على حدّ سواء، وتتسارع وتيرة الانجراف، كما تتواصل حالات التملح وتداخل مياه البحر واستنزاف المياه الجوفية. أضف إلى ذلك أن النموذج الراهن للزراعة المكثفة مرتبط بالأثر المرتفع للكربون وغازات الاحتباس الحراري، في حين نجد أن الكثير من النظم الزراعية سريعة التعرض للآثار المتوقعة الناجمة عن تغير المناخ.

غير أن ثمة تباين كبير على هذا الصعيد بين إقليم وآخر تبعاً لتوليفة من العوامل الفيزيائية–البيولوجية والاجتماعية–الاقتصادية كالمناخ والتربة والمياه والسكان والتنمية الاقتصادية، أضف إلى ذلك السياسات الوطنية والتغيرات العالمية. وضمن إطار هذه الدراسة الشاملة نجد أنه من الضرورة بمكان وصف وتحليل نظم الإنتاج الزراعي الرئيسة في العالم والتحديات المعينة التي تواجهها. أما المشكلات التي تناقش في هذا الفصل فتشمل التنافس المتنامي على الأراضي والمياه، وتدهور الأراضي والمياه، والآثار المتوقعة الناجمة عن تغير المناخ، إذ تتباين بحالتها وشدتها في نظم استخدام الأراضي والمياه الزراعية المختلفة على مستوى العالم، لنختتم فصلنا هذا بمناقشة النظم الرئيسة المعرضة للخطر.

وتقدم الخريطة 1-3 في الفصل الأول نظرة شاملة حول نظم إنتاج زراعي رئيسة، حيث تعيش المناطق البعلية والمروية على حدٍّ سواء حالة من التدهور أو التعرض للخطر بفعل محدودية الموارد من الأراضي والمياه، وكذلك بفعل طريقة استخدام الأراضي والمياه وممارسات إدارتها في الوقت الراهن، والعوامل المؤسساتية والاجتماعية–الاقتصادية.

التنافس المتنامي على الأراضي والمياه

مع تزايد الضغط على الموارد من الأراضي والمياه، تتجسد المشكلة في أن بعض البلدان التي تعيش أسرع نمو سكاني، هي نفسها الأقل وفرة بالموارد من الأراضي والمياه. وستشهد الأراضي والمياه المخصصة لإنتاج المحاصيل، والتي تواجه أصلاً معوقات في بعض المواقع، تنافساً متنامياً لاسيما من جانب المستوطنات الحضرية التي تنتشر كالنار في الهشيم. ولعل الاحترام المتزايد لحفظ خدمات النظام الإيكولوجي على نطاق أوسع من شأنه الحدّ بدرجة أكبر من الوصول إلى الأراضي والمياه. كما ستزيد حدة التنافس داخل القطاع الزراعي أيضاً.

أنماط الإجهاد المائي المتزايد بفعل كميات استجرار المياه للري

قد لا تبدو الزيادات المتوقعة في كميات المياه المستجرة للري بنسبة من ستة إلى سبعة في المائة، أو في البلدان النامية من ثمانية إلى تسعة في المائة، زيادات منذرة بالخطر إلى حد كبير، إلا أن هذه النظرة لا تأخذ بعين الاعتبار حقيقة أن جزءاً كبيراً من الري يمارس في مناطق تعاني من ندرة المياه. إذ أن هنالك حالات شاسعة من التباين على المستوى الإقليمي والقطري في توافر موارد المياه، فهنالك من البلدان ما تواجه أصلاً الإجهاد المائي.

ولعل من المتوقع أن تشهد كميات المياه المستجرة في البلدان الصناعية وتلك الانتقالية استقراراً أو حتى انخفاضاً. إذ قد تنخفض كميات المياه المستجرة بصفة عامة بنسبة 17 في المائة. بالمقابل، ثمة توقعات بزيادة كميات المياه المستجرة في البلدان منخفضة الدخل والتي تعاني من عجز في الأغذية بنسبة 10 في المائة. أما الزيادات الأكبر بعبارات مطلقة فمتوقعة في جنوب شرق آسيا التي يُعد الري فيها بالغ الأهمية، حيث قد تصل الزيادة إلى 55 كم^3 سنوياً، أو 19 في المائة من مستويات الاستجرار الراهنة؛ وفي أمريكا الجنوبية إلى 59 كم^3 أو أيضاً ما يزيد على نصف مستويات الاستجرار الراهنة (53 في المائة). وبعبارات نسبية، من المتوقع أن تكون الزيادة في استخراج المياه للري مرتفعة كذلك في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (21 في المائة)، مع أنه في الوقت الحاضر لا توجد سوى أراض مروية صغيرة نسبياً، لذلك، وبعبارات مطلقة، يبقى النمو في استجرار المياه متواضعاً (22 كم^3). وفي كافة الأقاليم الثلاثة المذكورة، يبقى نصيب موارد المياه المستجرة للري متدنياً (أقل من خمسة في المائة)، ولن يشكل توافر المياه عقبة فيها بصفة عامة.

أما الإقليمان اللذان يشكلان المستوى الأعلى من المخاوف فهما الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث تقترب كميات استخراج المياه من كميات الموارد المتجددة أو تزيد عنها، وذلك بفعل انخفاض الهطولات فيهما. ففي شمال أفريقيا، يعتبر الضغط على موارد المياه الناجم عن الري مرتفعاً جداً، مما يسفر عن تدوير مكثف للمياه واستخراج جائر للمياه الجوفية.

ومثلما تخفي المعدلات العالمية الاختلافات الإقليمية، يمكن أن تكون حالات التباين على مستوى البلد مخفية. ففي ثلاثة بلدان على الأقل (ليبيا والعربية السعودية واليمن) كانت معدلات التبخر الناجم عن الري في الفترة 2007/2005 أعلى من الموارد المائية المتجددة السنوية في كلٍّ منها (منظمة الأغذية والزراعة، 2010ج). أما في الصين على سبيل المثال، تكون الإجهادات الإقليمية أعلى في شمال البلد وستزداد كثافة.

أما المناطق المعتمدة على مياه جوفية غير متجددة، مثل بعض بقاع شبه الجزيرة العربية، فتواجه تحدياً من نوع خاص، وهو الاستنزاف المحتمل لكامل مواردها (Nachtergaele *et al.*، 2010ب).

التحضر

سيكون على إنتاج المحاصيل التنافس مع الحاجة المتنامية إلى الأراضي والمياه من جانب مستخدمين آخرين. فالتحضر مستمر، حيث من المتوقع للتوسع في المناطق الحضرية وفي الأراضي المطلوبة لتشييد البنى التحتية عليها وكذلك لأغراض غير زراعية أخرى مواكبة سرعة النمو السكاني. أما الأولوية في الإمداد المائي فستنصبُّ على المدن وعلى القطاعين الصناعي والسياحي الآخذين في النمو، وهو ما قد يقلص توافر المياه للزراعة، وبالتالي سيقود إلى فقدان مزيد الأراضي المزروعة، وبخاصة في المناطق الجافة. ولعل هذه الظاهرة في طريقها اليوم إلى حوض صنعاء في اليمن ونهر أم الربيع في المغرب حيث يتم تحويل المياه إلى استخدامات بلدية وصناعية، وهو ما يقلص من المساحة المروية بشكل مطّرد.

وسيكون التنافس على الأراضي مع المدن الآخذة في النمو على أشده في البلدان النامية، فهو مسؤول عما يربو على 90 في المائة من المساحة الإضافية من الأراضي الحضرية والمبنية. في الوقت عينه، سيوجِد التحضر السريع أسواقاً لمنتجات زراعية عالية القيمة، كما ستكون سوق البستنة المكثفة في المناطق شبه الحضرية قطاعاً نامياً. أما التعاون المفيد فسيتمثل في إعادة الاستخدام الآمن للمياه العادمة في الزراعة داخل المناطق شبه الحضرية، إذ توفر المياه العادمة المعالجة إمداداً على مدار العام بمياه متدنية التكلفة وغنية بالمغذيات والمادة العضوية، حيث تؤدي إعادة استخدامها إلى الحد من حمولة التلوث على الكتل المائية عند أسفل المجرى، إلا أن الأمر يتطلب إرشادات واضحة لإعادة استخدام آمن لها وإطار عمل تنظيمي فعال (Mateo-Sagasta وBurke، Fischer *et al.*، 2010).

زيادة الاهتمام بالمتطلبات البيئية

تحمل تحولات استخدام الأراضي والمياه من قطاعات أخرى إلى الاستخدام الزراعي آثاراً مهمة في خدمات النظام الإيكولوجي، وقد يؤدي ضعف الإدارة إلى تقويض قدرة النظم الإيكولوجية على دعم الوظائف أو الخدمات المطلوبة لضمان استدامتها (Molden، 2007). ومع تنامي الوعي حيال الترابط بين أجزاء النظم الإيكولوجية، ستتنامى الضغوطات على الزراعة لتخفيف الآثار السلبية في النظم الإيكولوجية، وذلك على سبيل المثال من خلال الحدّ من الانجراف أو تعظيم تخزين الكربون. وعند بلوغ الحد الأقصى، سيشكل تخطيط استخدام الأراضي والمياه معوقات متزايدة أمام تحرير الموارد لأغراض زراعية. فالزراعة محصورة أصلاً بشكل جزئي أو كلي ضمن مساحة 1.5 مليار هكتار (11 في المائة من مساحة الأراضي في العالم) والتي أعلنت مناطق محمية (Fischer *et al.*، 2010).

الإنتاج الحيواني

من المتوقع أن يزداد التنافس حدة على المياه بفعل الأنماط المتغيرة في الإنتاج الحيواني والطلب على الأعلاف. ولعل تفضيل البروتين الحيواني في الوجبات الغذائية سيغير من أنماط الاستهلاك عبر العالم (منظمة الأغذية والزراعة 2006ج؛ 2006ب)، الأمر الذي قد يؤدي إلى زيادة الطلب على الأعلاف بشكل كبير تبعاً للتوقعات. إذ أن تحويل العلف إلى بروتين حيواني يحمل خسارة في طياته، فهذه العملية تتطلب خمسة أضعاف كمية الأعلاف لإنتاج حريرات مكافئة لاستهلاكها من قبل البشر. وقد أدى توسيع الأراضي لرعي الحيوانات إلى إزالة الحراج في كثير من البلدان، حيث يعد تكثيف الإنتاج الحيواني مصدراً رئيساً للتلوث. كما

تسهم الحيوانات أيضاً في أقل من اثنين في المائة من إجمالي الناتج المحلي، وبذلك يعتقد أنها تنتج قرابة 18 في المائة من غازات الاحتباس الحراري (منظمة الأغذية والزراعة، 2006ب).

وتبعاً للتوقعات، قد يتواصل النمو في استهلاك المنتجات الحيوانية حتى عام 2030 أو ينيف، لكن بمعدلات مختلفة. ففي البلدان مرتفعة الدخل التي يكون فيها النمو السكاني بطيئاً، سيكون نطاق النمو محدوداً على اعتبار أن الاستهلاك الحيواني (لحوم ومشتقات ألبان) مرتفع أصلاً بشكل كبير، إذ يقترب من 305 كغ للفرد في العام. وهذه الكمية تقابل 60 كغ للفرد في العام في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، حيث يبلغ معدل الاستهلاك العالمي 115 كغ للفرد في العام. وفي عام 2050، من المتوقع أن تصل هذه الأرقام إلى 330 و110 و150 كغ للفرد في العام على التوالي. وفي الوقت نفسه، قد تؤدي المخاوف المتعلقة بالصحة والسلامة الغذائية المتعلقة بالدهون الحيوانية وظهور أمراض جديدة إلى الحدّ من الطلب على اللحوم (منظمة الأغذية والزراعة 2006ج).

مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية

غالباً ما تكون النزاعات بشأن استخدام المياه للري ومصايد الأسماك مستعصية بفعل اختلاف الحاجة إلى المياه بين المحاصيل والأسماك عبر الزمان والمكان. ولعل توسيع وتكثيف إنتاج المحاصيل من خلال تصريف الأراضي الرطبة، وتوسيع نظم الري، والحماية من الفيضانات، وكذلك الاستخدام المتزايد للأسمدة ومبيدات الآفات سيؤثر سلباً في مصايد الأسماك. وبذلك، يتعين على أي مشروع لتنمية المياه أن يأخذ بعين الاعتبار الاحتياجات المائية للأسماك ومصايد الأسماك كماً ونوعاً. ففي جلّ البلدان المتقدمة وبعض البلدان النامية، وضعت لوائح صارمة تتعلق بمعايير القضايا البيئية ونوعية المياه في مكانها الصحيح، وهذا ما يعد عاملاً مساعداً في دعم الأسماك ومصائد الأسماك التي تتنافس مع مستخدمين آخرين على موارد المياه. إلا أن هنالك إمكانية للتخفيف من بعض المشكلات، فمع التخطيط المناسب ووجود نهج شامل لتحقيق التنمية، لا تعتبر الزراعة ومصائد الأسماك ممارستين غير متوافقتين، إذ تشكل مصائد الأسماك في حقول الأرز في آسيا مثالاً ممتازاً حول كيفية تعايش النشاطين معاً. كما يوجد الكثير من الأمثلة التي تظهر أن للأسماك تأثير إيجابي في محصول الأرز، فحيثما توجد الأسماك تغيب الحاجة إلى استخدام مبيدات الآفات.

الاستيلاء على أراض زراعية على نطاق واسع

ظهر خلال السنوات الأخيرة مجالان جديدان للاستثمار في الزراعة ذات النزعة التجارية. الأول عندما تسعى البلدان التي تعتمد بدرجة كبيرة على الواردات من الأغذية لضمان الإمدادات بالأغذية من خلال الاستثمار الزراعي في البلدان النامية. أما الثاني فيتمثل في إنتاج المواد الخام للوقود الحيوي السائل (انظر أدناه). وهنالك العديد من المحركات التي ترسخ الاستثمار الداخلي في الزراعة: كأسعار السلع وقيمة الأراضي والتحولات السياسية في البلدان المستثمرة أو المتلقية للاستثمار والمخاوف حيال الأمن الغذائي وأمن الطاقة. ومما شحذ الاهتمام بهذه الاستثمارات الصدمة الناجمة عن ارتفاع أسعار الأغذية التي شهدها العالم عام 2007 ومستويات أسعار الطاقة الآخذة في ارتفاع مطرد. أما البلدان المستثمرة الرئيسة فتقع في أوروبا وأفريقيا وكذلك في الخليج وجنوب وشرق آسيا. ويعتبر الحصول على الأراضي من قبل مستثمرين محليين مسألة مهمة. ولعل أفريقيا جنوب الصحراء والكبرى وجنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية تشكل الأقاليم المستهدفة بشكل رئيس (Cotula، 2010).

ويمتد نطاق هذه الظاهرة على نحو واسع، كما تزداد حدة التنافس مع استخدامات زراعية قائمة على اعتبار أن اهتمام المستثمر ينصب على الأراضي ذات القيمة الأعلى من حيث ارتفاع مستوى الخصوبة أو إمكانية الري أو توافر بنى تحتية أفضل أو قرب تلك الأراضي من الأسواق. وهذه الأراضي هي ما يسعى إليها عادة المحليون بشغف لزراعة حيازات صغيرة، وهنا يظهر الخطر المحدق بسبل العيش والأمن الغذائي على المستوى المحلي إن خصصت تلك الأراضي للزراعة ضمن مزارع في غياب المشورات والضمانات المناسبة (Cotula، 2010).

ويقوم البنك الدولي للإنشاء والتعمير (2011) بدراسة هذه القضايا من خلال التمييز بين البلدان على أساس الأراضي الصالحة لتوسيع نطاق الأراضي الزراعية وتقليص الفجوة في الغلة، مع إشارة إلى احتمال ملاءمة سبل التنمية المختلفة التي تقود إلى التعامل مع المخاطر والفرص ذات الصلة وذلك اعتماداً على السياق المحلي. وقد اعتبر الاهتمام الكبير في البلدان ذات الحوكمة الضعيفة (وعلى الأخص تلك المتعلقة بالحقوق المحلية) عاملاً أساسياً يسهم في أخطار عديدة (كنقص التعويضات، والتأخير في التنفيذ، وانخفاض مستوى تأسيس الأعمال، وما إلى ذلك). وبينما قد تفتح هذه الاستثمارات الباب لتذليل المعوقات التي تقف أمام الإنتاج الزراعي (كالوصول إلى التكنولوجيا، ورأس المال، والبنى التحتية)، نجد أن هذا يتطلب من جملة أمور أخرى نهجاً استراتيجياً يقحم المستثمرين بشكل استباقي، وكذلك تغييرات في حوكمة الأراضي والسياسات، وقدرات مؤسساتية أعظم.

إنتاج المواد الخام للوقود الحيوي السائل

يمثل الوقود الحيوي في الوقت الراهن قرابة 10 في المائة من الاستخدام العالمي للطاقة، حيث يستخدم بشكل رئيس في عمليات الطبخ التقليدية والتدفئة في البلدان النامية. ويعتمد قرابة 2.5 مليار نسمة في البلدان النامية على الكتلة الحيوية التقليدية كوقود أساسي للطبخ لديهم. لكن من بين منتجات الطاقة الحيوية التقليدية هذه، نجد أن للإنتاج المتزايد من الوقود الحيوي السائل (الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي) أعظم تأثير متوقع في استخدام الأراضي والمياه. إذ شرعت الطاقة الحيوية في التنافس مع إنتاج الأغذية على الموارد من الأراضي والمياه، حيث من المتوقع لهذا التنافس أن يزداد ضراوة على اعتبار أن لإنتاج المحاصيل الغذائية والإيثانول والمواد الأولية للديزل الحيوي المتطلبات عينها من صلاحية الأراضي. ولعل الارتفاعات التي شهدتها أسعار الأغذية في العالم مؤخراً تعزى جزئياً إلى التحول نحو إنتاج الوقود الحيوي السائل.

وتقول التنبؤات بأن الوقود الحيوي السائل سيشكل خمسة في المائة من إجمالي طاقة النقل البري بحلول 2030، حيث قد تؤدي الضغوطات على مخزونات الكربون إلى زيادة هذه النسبة. ولإنتاج هذه الكمية، يجب أن يزداد استخدام الأراضي لإنتاج المواد الأولية للوقود الحيوي السائل بأكثر من الضعف خلال الفترة 2007-2030 فوق 3-4.5 في المائة من الأراضي المزروعة. وقد يتطلب تنفيذ جميع السياسات والخطط الوطنية الراهنة المتعلقة بالوقود الحيوي السائل حول العالم 30 مليون هكتار من الأراضي الزراعية (اثنان في المائة من الأراضي المزروعة في الوقت الراهن)، وهو ما يقود إلى إزاحة الإنتاج الراهن من المحاصيل الغذائية وإحداث مزيد من عمليات تحويل الحراج وأراضي الأعشاب (Fischer *et al.*، 2010).

إلى ذلك، يضع إنتاج الوقود الحيوي السائل ضغطاً أيضاً على موارد المياه، أي كمية المياه المطلوبة لإنتاج ليتر واحد من الوقود الحيوي السائل هي ذاتها تقريباً المطلوبة لإنتاج الغذاءلشخص واحد لمدة يوم واحد. وتقدر اليوم مياه الري المستخدمة على مستوى العالم لإنتاج الوقود الحيوي السائل بـ 1-2 في

المائة من إجمالي استخدام مياه الري في العالم. فإذا ما نفذت كافة الخطط الوطنية الراهنة الخاصة بالوقود الحيوي السائل، فسيكون إنتاج هذا الوقود بحاجة إلى 5-10 في المائة من مياه الري على مستوى العالم (Hoogeveen *et al.*، 2009).

إلا أن خطط التوسع الطموحة هذه قد تشهد تراجعاً، حيث ثمة مخاوف تطال التنافس ما بين الطاقة الحيوية والأغذية على الموارد، وآثار ذلك في الأمن الغذائي، وكذلك بجوانب استدامة الإنتاج بيئاً (Tilman *et al.*، 2009). أضف إلى ذلك التساؤلات حيال مدى المدخرات الصافية من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، لاسيما في حال تحويل الحراج أو أراضي الأعشاب لإنتاج الوقود الحيوي السائل.

وقد دفعت الاعتبارات الواردة أعلاه الكثير من البلدان إلى إعادة تقييم أهدافها الإنتاجية على المدى القريب (المؤطر 3-1) وإلى تقييم إمكانية الجيل الثاني من الوقود الحيوي السائل المشتق من فضلات الكتلة الحيوية التي لا تتنافس بشكل مباشر مع المحاصيل الغذائية.

المؤطر 3-1: الاتجاهات في الطلب على الوقود الحيوي السائل وإنتاجه

وصل الإمداد العالمي بالوقود الحيوي السائل إلى 0.7 مليون برميل في اليوم عام 2007، مشكلاً زيادة قدرها 37 في المائة مقارنة مع عام 2006، وهي كمية تعادل 1.5 في المائة من وقود النقل البري. وتشير الاتجاهات إلى أن الطلب العالمي سيشهد زيادة كبيرة ليصل إلى 1.6 مليون برميل/اليوم بحلول 2015 و2.7 مليون برميل/اليوم بحلول عام 2030، وبذلك يلبي خمسة في المائة من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة للنقل البري. أما الالتزام العالمي المنسق لتحقيق الاستقرار في تركيز غازات الاحتباس الحراري عند ما يعادل 450 جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون فسيتطلب مضاعفة أخرى من الطلب العالمي على الوقود الحيوي السائل عام 2030، حيث تشكل الزيادة في استخدام الوقود الحيوي السائل في قطاع النقل ثلاثة في المائة من مدخرات غاز ثاني أكسيد الكربون.

إلا أن المخاوف المتعلقة بتنافس الوقود الحيوي والأغذية على موارد نادرة من الأراضي والمياه، وتأثيرات ذلك في الأمن الغذائي، والمخزونات الفعلية من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري واستجابة الإنتاج بيئياً قد دفعت الكثير من البلدان إلى إعادة تقييم أهدافها المتعلقة بالوقود الحيوي السائل على المدى القريب. وهذا ينطبق بشكل خاص على «الجيل الأول» من الوقود الحيوي السائل، أي الوقود الناتج عن المحاصيل المخصصة للطاقة مثل الذرة الصفراء وقصب السكر. وقد تنخفض التأثيرات السلبية المحتملة في الأراضي الزراعية والأمن الغذائي لدى إدخال الجيل الثاني من الوقود الحيوي السائل، أي الوقود المشتق بشكل كبير من فضلات الكتلة الحيوية. وبحلول عام 2030، قد يعود ربع إنتاج الوقود الحيوي السائل بمنشئه إلى تلك الفضلات.

المصدر: Tubiello وvan der Velde، (2010) الوكالة الدولية للطاقة، (2009)

تدهور الأراضي والمياه – تأثيراته وأسبابه

ترافقت الإنجازات السابقة المتعلقة بنمو الإنتاج الزراعي مع تأثيرات جانبية سلبية أو عوامل خارجية في الموارد من الأراضي والمياه على مستوى المزرعة وأسفل المجرى على حد سواء. ومن أسباب هذا التدهور نظم الإنتاج ضعيفة التكيف وكذلك الخيارات المقصودة أو التوازنات لزيادة الإنتاج الزراعي على حساب خدمات النظام الإيكولوجي.

استخدام الأراضي والمياه والنظام الإيكولوجي: تعريف تدهور الأراضي

عملت الدراسات التي أجريت مؤخراً (Nachtergaele *et al.*، 2011) على توسيع تعريف 'تدهور الأراضي' إلى ما يتجاوز ببساطة انجراف التربة أو فقدان خصوبتها إلى تدهور نظام إيكولوجي متوازن وخسارة الخدمات التي يوفرها هذا النظام. وعليه، يجب النظر إلى تدهور الأراضي بطريقة متكاملة، مع الأخذ بعين الاعتبار كافة السلع والخدمات التي يوفرها النظام الإيكولوجي، الفيزيائية–الحيوية منها والاجتماعية–الاقتصادية.

وغالباً ما تتأثر النظم الإيكولوجية التي تعد الأنشطة الزراعية أو إدارة الحراج أو الرعي سائدة فيها سلباً بفعل أسباب ناجمة عن البشر، لعل أكثرها أهمية استخدام الأراضي والتغيرات في استخدامها (المؤطر 3-2)، وهو ما يؤثر في الصفات الفيزيائية–الحيوية للأراضي (كالتلوث والتملح واستنزاف المغذيات). وقد يحدث التدهور عندما تكون الممارسات الإدارية ضعيفة التكيف مع الظروف الإيكولوجية المحلية. وحتى بعض الأسباب التي تبدو طبيعية، قد تعود لتدخلات بشرية بشكل كلي أو جزئي (كغزو الأدغال وحرائق الحراج والفيضانات والانزلاقات الأرضية وموجات الجفاف).

تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة: إطار عمل منظمة الأغذية والزراعة لتقييم تدهور التربة

طُور إطار عمل جديد متكامل وقابل للتوسيع لتقييم تدهور الأراضي مؤخراً من قبل منظمة الأغذية والزراعة بالتعاون الوثيق مع الشبكة العالمية للنظرةالعامةلنهج وتكنولوجيات الحفظ كجزء من تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة (LADA، 2010 أ). وقد أُطلق هذا البرنامج بطلب ودعم من اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، حيث يستند إلى مفهوم خدمات النظام الإيكولوجي الذي جاء حصيلة تقييم النظام الإيكولوجي للألفية (MEA، 2005)، ويعكس التحول المنهجي في تقييم حدوث تدهور الأراضي وشدة هذا التدهور والعوامل المحركة له وتأثيراته، ناهيك عن مدى ممارسات الإدارة الجيدة وفعاليتها. ويختلف نهج التقييم هذا عن الطرائق السابقة كالتقييم العالمي لتدهور التربة (GLASOD: Oldeman *et al.*، 1990) الذي ركز بشكل رئيس على التربة (المؤطر 3-3).وعليه يمثل 'تدهور الأراضي' مفهوماً أوسع من كونه مجرد تدهور للتربة أو تلوث المياه. كما يتيح أيضاً إجراء تقييم المكونات المترابطة للنظام الإيكولوجي والتوازنات التي قد توجد بينها: خسارة التنوع البيولوجي على سبيل المثال مقابل التحسينات في الخدمات الاقتصادية في ظل زراعة مكثفة.

المؤطر 3-2: فقدان الحراج الطبيعية في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي

جذوع أشجار مقطوعة لتأسيس حقول جديدة باتباع طريقة قطع وحرق الحراج في سانتا كروز، بوليفيا

خلال الفترة ما بين 1990 و2010، انخفض صافي مساحة الحراج في إقليم أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي بحوالي 87 مليون هكتار، أو بقرابة تسعة في المائة (منظمة الأغذية والزراعة، 2011ج). ويشهد حوض الأمازون، الذي يحتوي على أكثف حراج مطرية مدارية في العالم بما فيها من تنوع بيولوجي فريد، أعلى معدلات من إزالة الحراج. إذ قام مزارعون تجاريون بقطع الأشجار فوق مساحات واسعة لصالح صادرات فول الصويا في البرازيل وبوليفيا والبارغواي، ولصالح البن في البرازيل، والموز في أمريكا الوسطى وكولومبيا والإكوادور ومنطقة البحر الكاريبي. كما تدهورت الحراج بسبب صغار المزارعين أيضاً من خلال قيامهم بقطع وحرق الحراج أثناء تنقل ممارساتهم الزراعية حول الحراج.

المصدر: مركز التنمية والبيئة، (2010)، الصورة لـ Wocat

وقد تم مؤخراً تطبيق إطار العمل المذكور على المستوى القطري في العديد من البلدان المشاركة في مشروع تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة (الأرجنتين وتونس وجنوب أفريقيا والسنغال والصين وكوبا) والتي جرى فيها تقييم إجمالي مساحة الأنماط المختارة للتدهور الفيزيائي–الحيوي، وممارسات إدارة الأراضي وتأثيرات النظام الإيكولوجي. واستخدمت نتائج تم جنيها من تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة على المستويين القطري والمحلي لدعم رسم السياسات والتدخلات المتعلقة بإدارة الموارد الطبيعية، كما استخدمت كذلك أيضاً في البلدان التي ترسل تقاريرها إلى اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (المؤطر 3-4).

وتعتبر المنهجية التشغيلية لتطبيق إطار عمل تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة الخاص بمنظمة الأغذية والزراعة لإجراء تحليل تكاملي لمجموعات البيانات العالمية (نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي) في مرحلة تطورها النهائية من قبل منظمة الأغذية والزراعة (تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة، 2010أ). ويقوم نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي بتقييم حالة واتجاهات وتأثيرات تدهور الأراضي في السكان المحليين باستخدام مجموعة من المؤشرات التي تمتد إلى الأبعاد الاجتماعية

المؤطر 3-3: الصفات الرئيسة لإطار عمل تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة الخاص بمنظمة الأغذية والزراعة

- يمتد الدور الرئيس ***لتقييم أصحاب الشأن*** لحالة واتجاهات ***المنافع المتعددة للنظام الإيكولوجي*** على ثلاثة أبعاد: الاجتماعي والاقتصادي والبيئي، حيث يتم الاعتراف بها على نطاق واسع كثلاث دعامات «للاستدامة».
- يحدث التدهور بحسب الاعتقاد عندما تؤدي الضغوطات المطبقة على نظام إيكولوجي إلى إحداث اتجاه دائم الانحدار (خلال فترة عشر سنوات تقريباً أو يزيد) في قيمة واحدة أو أكثر من المنافع لتصل إلى مستويات ***أدنى من تلك المقبولة من جانب مجتمع أصحاب الشأن*** الذي يعتبر، بشكل مباشر أو غير مباشر، مسؤولاً عن «إدارة» النظم الإيكولوجية. ولعل الحكمة الرئيسة تتجلى في سعي أصحاب الشأن دائماً إلى التوازنات ما بين شتى المنافع بغية «إدارة» النظام البيئي للوصول إلى مستويات مقبولة لكافة المعايير الثلاثة للاستدامة.
- يمكن اعتبار التدهور تدهوراً دائماً عندما تكون تكلفة إعادة تأهيل الأراضي المتدهور باستخدام التكنولوجيات المتوافرة في الوقت الراهن غير مقبولة من جانب أصحاب الشأن من الناحيتين الاقتصادية أو الاجتماعية.
- لا يمكن تقييم «حالة تدهور الأراضي» (التي تتساوى مع وضع منافع النظام الإيكولوجي خلال فترة معينة) وكذلك «الاتجاهات» في تدهور الأراضي سوى مقابل عام مرجعي. إذ أن «الحالة» و«الاتجاه» يشكلان اعتباران مهمان عند تقييم مدى السرعة المطلوبة في اتخاذ إجراءات علاجية. أما الحالات الحرجة فتكون عندما تتزامن «الحالة» المنخفضة مع انخفاض سريع في «اتجاه» خدمات النظام الإيكولوجي، حيث يجب تسليط الضوء على المناطق ذات «الحالة» المنخفضة إلى المتوسطة و«الاتجاه» المنخفض لاتخاذ إجراءات وقائية بهدف تحقيق فعالية التكلفة بدرجة أكبر.
- تتطور مع الوقت منهجيات جمع البيانات المستخدمة لقياس شتى جوانب التدهور. ويمكن تطبيق إطار عمل تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة الخاص بمنظمة الأغذية والزراعة بشكل مستقل عن المنهجيات النوعية على مقاييس مختلفة. ويمكن استخدام المتغيرات التي تم قياسها أو المؤشرات ذات الصلة.
- تخضع محركات وتأثيرات تدهور الأراضي للتقييم وفق مقاييس مختلفة. وهذا ما يتيح تحقيق فهم شامل لسلوك واستراتيجيات شتى مستخدمي الأراضي وتسهيل القيام بإجراءات متناسقة على مستويات مختلفة من صناعة القرار.

والاقتصادية والبيئية لخدمات النظام البيئي. وفي نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي، تُمثّل حالة المنافع المتعددة للنظام الإيكولوجي على شكل مخططات رادارية تتيح إجراء تقييم سريع للحالة والاتجاه في ستة أبعاد أساسية لخدمات النظام الإيكولوجي ذات العلاقة بالأراضي والمياه، ألا وهي الكتلة الحيوية والتربة والمياه والتنوع البيولوجي والبعد الاقتصادي والاجتماعي (الشكل 3-1).

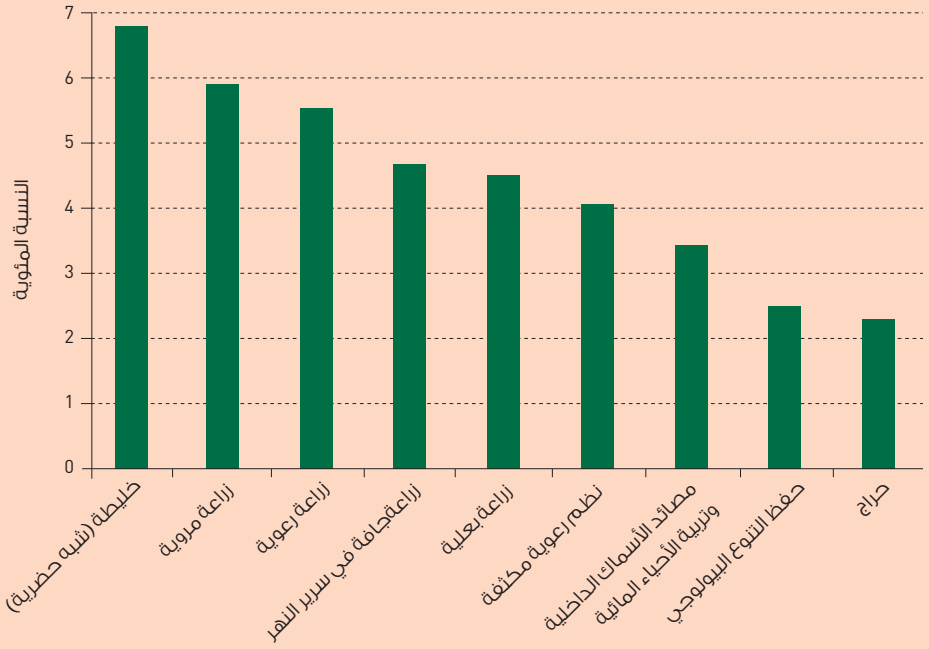
ويظهر نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي أن استخدام الأراضي وإدارتها يشكل أكثر أسباب التدهور أهمية. فعلى سبيل المثال، يسبب تحويل الحراج إلى أراض زراعيةخسارة طيف من خدمات النظام الإيكولوجي، وتكون الأراضي المزروعة الناتجة عن ذلك أكثر عرضة للتدهور غالباً بفعل حراثة التربة. وتتسم الحراج بقدرة عالية على إنتاج الكتلة الحيوية وصحة التربة والتنوع البيولوجي. فعندما تحول الحراج إلى الزراعة، تُفقد كثير من هذه الخدمات وبالتالي يظهر احتمال أكبر لتدهور الأراضي المزروعة.

وتشكل الاتجاهات عنصراً مهماً في تقييم خدمات النظم الإيكولوجية. ويقوم نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي بتقييم التغييرات في خدمات النظم الإيكولوجية خلال الفترة 1990-2005 بهدف رصد

المؤطر 3-4: التقييم القطري لتدهور الأراضي في السنغال

باتباع منهجية التقييم القطري لتدهور التربة في الأراضي الجافة، تم بناء التقديرات المستندة إلى آراء الخبراء على المدى المكاني لأنماط مختارة، ودرجة التدهور الفيزيائي–الحيوي ومعدله، وكذلك أسبابه وتأثيراته في خدمات النظام الإيكولوجي، ضمن كافة النظم الرئيسة لاستخدام الأراضي. وتشتمل أنماط التدهور على انجراف التربة (الريحي والمائي) وتدهور التربة (الكيميائي والفيزيائي والمائي والبيولوجي). وتشتمل أسبابه على إدارة التربة؛ وإدارة المحاصيل؛ وإزالة الحراج؛ والاستغلال الجائر للنباتات لاستخدامات منزلية؛ والرعي الجائر.

مدى التدهور (النسبة المئوية لمساحة نظام استخدام الأراضي)

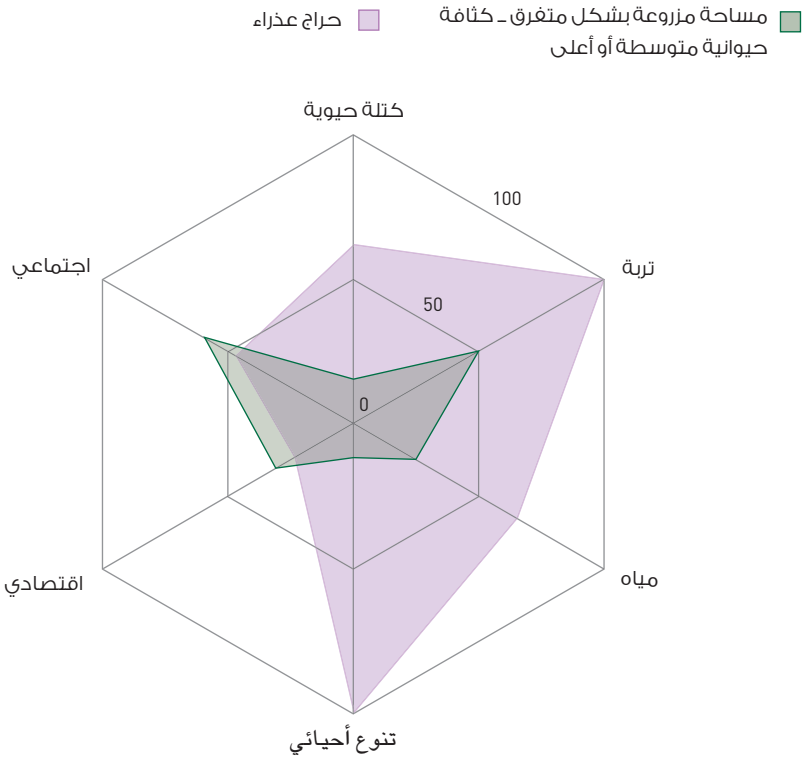


التحسن أو حدوث مزيد من التدهور. وتشهد أجزاء واسعة من جميع القارات حالة من التدهور، مع إصابة مرتفعة على وجه الخصوص عند الساحل الغربي من القارة الأمريكية، وعبر جنوب أوروبا وشمال أفريقيا، وعبر الساحل والقرن الأفريقي، وعلى امتداد آسيا. أما التهديد الأعظم فيتمثل في خسارة جودة التربة، يتبعه خسارة التنوع البيولوجي، فاستنزاف المياه (Molden، 2007).

مدى المساحة المتدهورة على مستوى العالم – نتائج أولية من نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي

في نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي (تقييم تدهور التربة في الأراضي الجافة، 2010أ)، تم إدخال مجموعات البيانات العالمية التي تغطي الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية إلى نماذج أنتجت مؤشرات تبين الحالة الراهنة (أي وضع 'الخط الأساس') لمنافع النظام الإيكولوجي، وكذلك الاتجاه (أي المنحى طويل

الشكل 3-1: تمثيل تخطيطي للتغير المحتمل في وضع ست خدمات مختارة للنظام الإيكولوجي مرتبطة بالتغير الرئيس في استخدام الأراضي (من الحراج إلى إنتاج حيواني مكثف)



المصدر: هذه الدراسة

الأجل للتغيرات في دفق هكذا منافع – سواء أكانت إيجابية أم سلبية). وتم تحديد الحالة والاتجاه لإحدى عشرة فئة لاستخدام الأراضي مهمة على المستوى العالمي، وذلك كما جاء في تعريف نظام المعلومات العالمي حول تدهور الأراضي لها، والذي أتاح تعريف الأنماط المختلفة الأربعة التالية للتدهور (الشكل 3-2) ، حيث تسهل هذه الأنماط الاستهداف الجغرافي وإعداد الأولويات لاستراتيجيات وتدخلات علاجية.

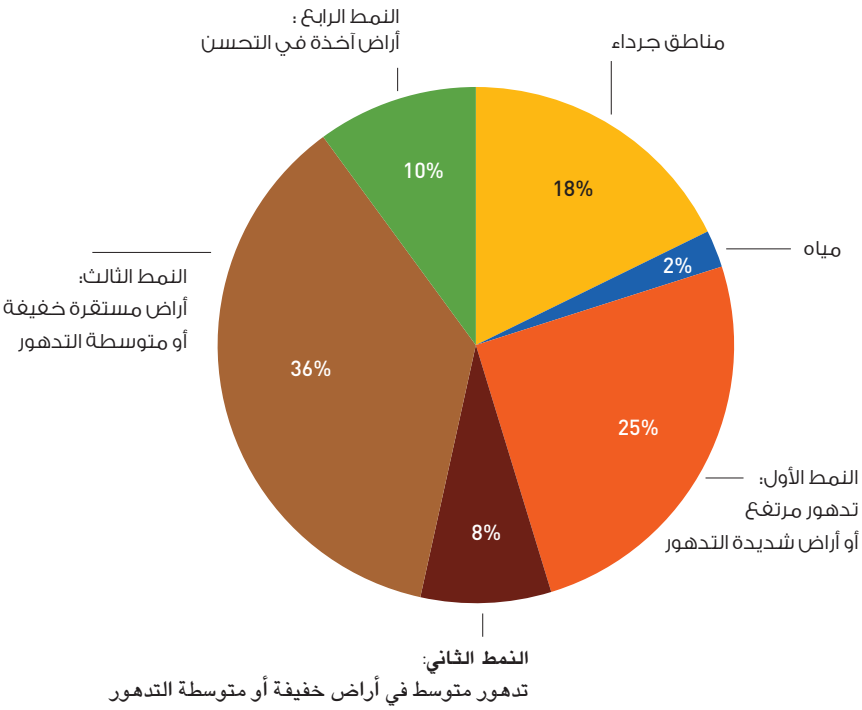
ويتباين المدى النسبي لأنماط التدهور المختلفة اعتماداً على استخدام الأراضي. وكانت القيمة الأعلى للنمط الأول مرتبطة بالمناطق المزروعة بشكل متفرق وذات الكثافة الحيوانية المعتدلة أو المرتفعة (68 في المائة من المدى العالمي لفئة استخدام الأراضي هذه). وتكون الحصص الأعلى لتحسين الأراضي (أي النمط الرابع) الأكثر ارتباطاً بزراعة المحاصيل مع عدد قليل أو معدوم من الحيوانات (24 في المائة). وعلى مستوى العالم، تنتمي قرابة 32 في المائة من جميع الأراضي إلى فئة النمط الأول الحرجة، بينما تكون قرابة 46 في المائة مستقرة (لا توجد اتجاهات مرتفعة أو منخفضة بشكل معنوي) وذات تدهور خفيف إلى معتدل (النمط الثالث). ويرتبط 13 في المائة فقط من الأراضي بظروف آخذة بالتحسن (الشكل 3-2).

التأثيرات السلبية للزراعة على مستوى المزرعة

تمثل المساحة الراهنة للأراضي المزروعة والتي تبلغ 1600 مليون هكتار الجزء الأفضل والأكثر إنتاجية من موارد الأراضي على مستوى العالم. إلا أن جزءاً من هذه الأراضي يتعرض للتدهور من خلال ممارسات زراعية تسفر عن انجراف مائي وريحي واستجرار للمغذيات وتراص للتربة السطحية والتملح وتلوث التربة،

الشكل 3-2: الحالة والاتجاهات في التدهور العالمي للأراضي

أنماط تدهور منافع النظام الإيكولوجي	خيارات التدخل
النمط الأول ـ اتجاه تدهور مرتفع أو أراض شديدة التدهور	إعادة التأهيل إن كانت العملية مجدية اقتصادياً والتخفيف من التدهور عندما تكون اتجاهاته مرتفعة
النمط الثاني ـ اتجاه تدهور متوسط في أراض خفيفة أو متوسطة التدهور	إدخال تدابير للتخفيف من التدهور
النمط الثالث ـ أراض مستقرة خفيفة أو متوسطة التدهور	تدخلات وقائية
النمط الرابع ـ أراض آخذة في التحسن	تعزيز الظروف التمكينية التي تشجع على إدارة التربة والمياه



المصدر: هذه الدراسة

الأمر الذي أدى إلى انخفاض في إنتاجية قاعدة الموارد من الأراضي. كما يؤدي تدهور الأراضي أيضاً إلى مشكلات خارج الموقع، من قبيل الترسب في الخزانات وانخفاض أداء نظام مساقط المياه وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

ويمكن أن يحدث التدهور في إنتاجية الأراضي بعدة طرق. فأولاً، قد يحدث ضياع في المادة العضوية وتدهور مادي في التربة، وهذا ما يحدث عندما تقطع الحراج وتتقلص بنية التربة بشكل سريع. ثانياً، قد يحدث استنزاف التربة وتدهور كيميائي فيها. وعلى مستوى العالم، يتم استبدال فقط نصف المغذيات التي تستهلكها المحاصيل من التربة، حيث يصل استنزاف المغذيات في كثير من البلدان الآسيوية إلى ما يعادل 50 كغ/هـ سنوياً. وفي بعض البلدان الواقعة في شرق أفريقيا وجنوبها، يقدر الاستنزاف السنوي بـ 47 كغ

من النتروجين، وستة كيلوغرامات من الفوسفور، و37 كغ من البوتاسيوم. وعندما لا تشتمل النظم الزراعية على الأسمدة أو تثبيت النتروجين، فتكون الخسائر بدرجة أكبر جراء استجرار المغذيات وما يرتبط بذلك من انجراف (Sheldrick *et al.*، 2002).

أما الجانب الثالث للتدهور فيتمثل في انجراف التربة على مستوى الموقع بفعل ضعف إدارة الأراضي. فقد أظهرت كثير من الدراسات تأثير خسارة المغذيات والمادة العضوية في الغلال وما يترتب على ذلك من تدهور في قدرة التربة على حجز المياه. ويؤثر فقدان النوعية الجيدة للتربة وغطائها الوقائي أيضاً في خدمات النظام الإيكولوجي على المستوى الأوسع وذلك من خلال التسبب في اضطراب هيدرولوجي وخسارة التنوع البيولوجي فوق الأرض وتحتها وانخفاض مخزون التربة من الكربون وما يرتبط بذلك من زيادات في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

وتنخفض صحة التربة في كثير من نظم المحاصيل في كل من البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء. وتحدث أسوأ الحالات في نظم المحاصيل البعلية فوق مرتفعات جبال الهيمالايا والأنديز وروكيز والألب؛ وكذلك في النظم ذات المدخلات المنخفضة ومستوى الاهتمام المتدني من قبيل نظم المحاصيل البعلية في سفانا إقليم أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (المؤطر 3-5) والنظم الزراعية–الرعوية في الساحل والقرن الأفريقي وغربي الهند؛ وفي نظم مكثفة قد تؤدي المغذيات ومبيدات الآفات فيها إلى تلوث التربة والمياه إذا لم تخضع إلى إدارة مناسبة.

وقد أسهمت تنمية الري بوظيفة حيوية على صعيد زيادة الإنتاج الزراعي حول العالم، إلا أن التأثيرات الجانبية السلبية للزراعة المروية المكثفة في التربة والمياه كانت كبيرة هي الأخرى. فعلى مستوى المزرعة، يعتبر التملح والغدق مشكلتين أساسيتين. فهنالك القليل من النباتات القادرة على تحمل الكثير من الملح الذي يمنع بدوره امتصاص الرطوبة، وبالتالي يؤدي إلى انخفاض سريع في الغلال. وقد يحدث التملح عندما يحرر الري الأملاح الموجودة أصلاً في التربة، أو عندما تأتي مياه الري أو التسميد المعدني بأملاح جديدة إلى الأرض. أما الغدق فيعد أيضاً مشكلة ذات صلة. إذ يعيق نمو النبات بمنعه وصول الهواء من التربة وبالتالي خنقه. ويؤدي الغدق أيضاً إلى تملح التربة. فعلى مستوى العالم، تقدر منظمة الأغذية والزراعة بأن 34 مليون هكتار (11 في المائة من المساحة المروية) متأثرة بمستوى ما من الملوحة (الخريطة 3-1)، حيث تمثل باكستان والصين والولايات المتحدة والهند ما يزيد على 60 في المائة من إجمالي المساحة (21 مليون هكتار). كما تتضرر مساحة إضافية تتراوح بين 60 إلى 80 مليون هكتار بدرجة ما بفعل الغدق والملوحة المرتبطة به.

التأثيرات من خارج المزرعة والعوامل الخارجية

رغم تأثير إدارة الأراضي والمياه على مستوى الموقع، إلا أنه توجد أيضاً تأثيرات مكثفة لخارج الموقع وأسفل المجرى، بما في ذلك التغيرات في هيدرولوجيا الأنهار ومعدلات تغذية المياه الجوفية، وتلوث الكتل المائية عند أسفل المجرى وكذلك تلوث المياه الجوفية، وتأثيرات الملوحة عند أسفل المجرى بفعل الجريان من المزارع، والتأثير العام في النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه.

المؤطر 3-5: استنزاف المغذيات في نظم المحاصيل صغيرة النطاق في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

حقول غير مسمدة مزروعة بطريقة تقليدية ذات تباين مكاني شديد في نمو النبات، السنغال،

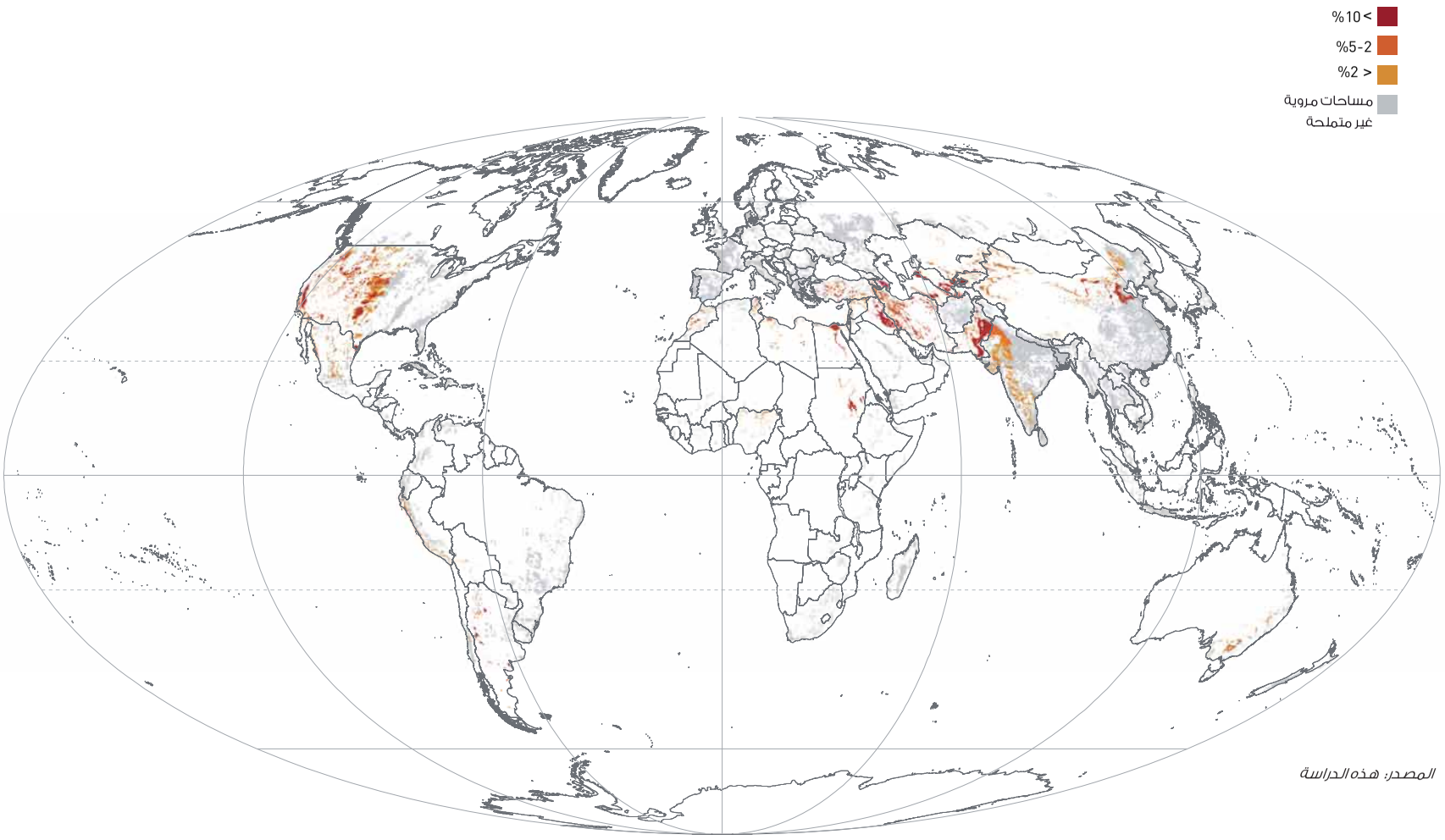
تشكل الأراضي الزراعية نسبة لا تتعدى سبعة في المائة من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. وتعد إنتاجية المحاصيل متدنية فيها. كما يصل استنزاف خصوبة التربة إلى مستوى حرج في الإقليم، لاسيما عند استخدام الأراضي على نطاق صغير. أما هذا الاستنزاف فجاء حصيلة توازن سلبي في المغذيات، حيث غابت أربع أضعاف كمية المغذيات على الأقل في المحاصيل المنتجة مقارنة مع المغذيات التي استعيدت من خلال السماد الأخضر والسماد المعدني (مركز التنمية والبيئة، 2010)

المصدر: مركز التنمية والبيئة، 2010 . الصورة: خاصة بمصلحة المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة

تأثيرات استجرار مياه الري في النظام الهيدرولوجي

لقد كان للزراعة المروية تأثير عميق في النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه. إذ شهد تدفق نظم الأنهار تغيرات اقترنت مع تأثيرات سلبية هائلة أحياناً في توافر المياه عند أسفل المجرى وأخرى في النظم الإيكولوجية المائية عند أسفل المجرى أيضاً، واقترنت أيضاً بانخفاض كبير في تصريف المياه إلى المحيط. ولم تعد كثير من الأنهار المستخدمة بدرجة كبيرة للري ذات مستويات تدفق تكفي لإبقاء نظم الأنهار 'مفتوحة'. ففي بعض الأحواض المكتظة بالسكان في الصين والهند، لم تعد الأنهار تصرف مياهها في البحر، الأمر الذي أسفر عن ملوحة تتقدم باتجاه أعلى المجرى وخسارة الموئل الساحلي والنشاط الاقتصادي. ولعل ثمة تأثيرات إيجابية من خلال ضبط الفيضانات بشكل متطور وتغذية خزانات المياه الجوفية (Charalambous و Garratt، 2009) مع أن من شأن ذلك الحدّ من نقل الرواسب النافعة (Molden، 2007). وكان لعمليات استجرار المياه للري دور أيضاً في انكماش البحيرات الواسعة: إذ فقدت بحيرة تشابالا في المكسيك 80 في المائة من حجمها خلال الفترة 1979 و2001، أما بحر آرال فجف تماماً في أواخر القرن العشرين، حيث أسفر استجرار المياه لري محصول القطن عن تقليص التدفقات المغذية له.

الخريطة 3-1: نسبة الأراضي المتملحة بفعل الري



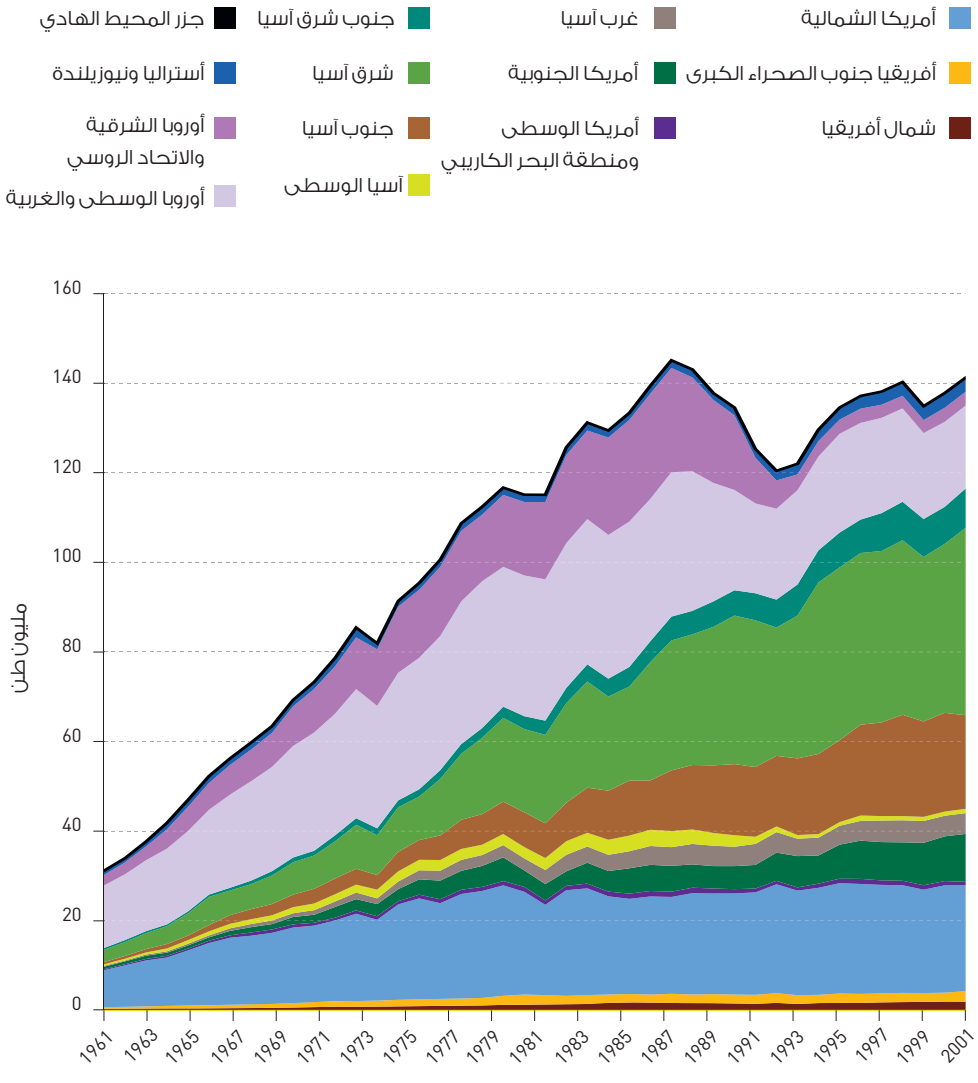
المصدر: هذه الدراسة

كذلك تم تصريف الأراضي الرطبة. ففي أوروبا وأمريكا الشمالية، تم تصريف ما يزيد على نصف الأراضي الرطبة لصالح الزراعة، الأمر الذي قاد إلى فقدان التنوع البيولوجي وظهور خطر الفيضانات وإغناء المياه بالمغذيات عند أسفل المجرى (منظمة الأغذية والزراعة، 2008ج؛ Molden، 2007: 249).

تلوث المياه بفعل الزراعة

تتمثل المشكلات الأكثر أهمية لتلوث المياه المرتبط بالزراعة في التراكم الزائد للمغذيات في المياه السطحية والساحلية، وتراكم النترات في المياه الجوفية وتراكم مبيدات الآفات في المياه الجوفية والكتل المائية. وقد شهد تلوث المياه الناجم عن الاستخدام المفرط للمغذيات (لاسيما النترات والفوسفات) زيادة ترافقت مع تكثيف الأساليب الزراعية (إلى جانب إسهام كبير من قبل نظم معالجة المجارير) (الشكل 3-3). ولعل زيادة استخدام الأسمدة اللاعضوية والتراكيز المرتفعة من الحيوانات تشكل الأسباب الرئيسة وراء هذا التلوث.

الشكل 3-3: اتجاهات في استخدام الأسمدة



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، (2010ب)

وقد أدت زيادة حمولة المغذيات في الأراضي الزراعية إلى زيادة نقل وتراكم النترات في نظم المياه بفعل الجريان. ويعتبر اليوم انتشار التلوث الزراعي–الكيماوي خطيراً فوق مساحة كبيرة من شرق وجنوب شرق آسيا وأوروبا وبقاع من الولايات المتحدة الأمريكية وبلدان آسيا الوسطى، وكذلك في بعض مزارع أمريكا الوسطى والجنوبية.

ويمكن للمغذيات الموجودة في المياه السطحية أن تسبب إغناء المياه بالمغذيات ونقص الأكسجة (استنزاف الأكسجين المنحل الداعم للحياة المائية) وأزهار الطحالب وإصابات أخرى، مثل ياقوت الماء. وتتأثر بها مناطق ساحلية في أستراليا وأوروبا والولايات المتحدة وكثير من المياه الداخلية (Matero-Sagasta وBurke، 2010). كما تعاني الحياة في بعض البحار، بما في ذلك أجزاء من بحر البلطيق والبحر الأدرياتيكي من الاختناق في أغلب الأحيان. أما الأراضي الرطبة والبحيرات التي تتلقى تدفقات المغذيات التي قد تجاوزت عتبات إغناء المياه بالمغذيات فتشير إلى تجاوز الحدود الأرضية، أو الحد الأعلى الممكن تحمله، من حيث التغيرات في دورة النتروجين العالمية (Rockstrom *et al.*، 2011) وإغناء المياه العذبة بالمغذيات (Carpenter وBennet، 2011). ويقدر أن هنالك 12 000 كم^3 من المياه العذبة الملوثة في العالم، وهو ما يكافئ استخدام هذه المياه للري لمدة ست سنوات.

أما المشكلة الأخرى فتتعلق باستخدام بعض مبيدات الآفات (Carpenter وBennet، 2011). إذ كانت إدارة الآفات قضية متكررة في الزراعة المروية منذ ظهور الزراعة الحديثة لمحصولي الأرز والقمح على نطاق واسع. وعند الزراعة أحادية المحصول، يمكن للآفات والأمراض أن تنتشر بسرعة، وتكون النتائج وبائية في حال جاءت الظروف مؤاتية لمُمرض أو آفة معينة. وقد أثبتت بعض أصناف الأرز عالية الغلة حساسيتها لآفات معينة (كحساسية صنف الأرز IR64 لحشرة نطاط النبات البني). أما مبيدات الآفات المنتجة في وقت سابق، كالمبيدات الكلورية العضوية، فقد أثبتت بقائها وتراكمها في السلاسل الغذائية. ورغم حظر كثير منها في سبعينات القرن الفائت، إلا أن استخدامها استمر في أجزاء من العالم، في حين حل محلها صيغ حميدة بدرجة أكبر، مثل المبيدات الفوسفاتية العضوية التي تم حظرها وتقييدها على نطاق واسع هي الأخرى. وترتبط مخاطر التلوث بدرجة انحلال وانتقال المركبات الكيماوية المختلفة. فعلى سبيل المثال، اعتبر مبيد الأعشاب أترازاين، المستخدم على نطاق واسع في إنتاج الذرة الصفراء في الولايات المتحدة الأمريكية، مسؤولاً عن التلوث الكبير الذي أصاب المياه الجوفية. فالجريان والصرف الزراعي مسؤولان بشكل مباشر عن نقل هذه الملوثات إلى الكتل المائية.

غازات الاحتباس الحراري

تسهم الزراعة أيضاً بشكل كبير في تحرير غازات الاحتباس الحراري، حيث تصل انبعاثاتها إلى ما يعادل تقريباً 5-6 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون في العام. وتعد، هي وأنشطة إزالة الحراج، مسؤولة عن ثلث إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ذات المنشأ البشري، أو قرابة ما يعادل 13-15 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون في العام (الجدول 3-1). إذ تبعث حوالي 25 في المائة من إجمالي ثاني أكسيد الكربون (بفعل إزالة الحراج بدرجة كبيرة)، و50 في المائة من غاز الميتان (أرز، وتخمر معوي، وفضلات الحيوانات)، و75 في المائة من غاز أكسيد النتروجين N_2O (استخدام الأسمدة وفضلات الحيوانات) سنوياً بفعل النشاطات ذات المنشأ البشري. ورغم أن كثيراً من هذه الانبعاثات قد تكون جزءاً لا يمكن تجنبه جراء الزراعة المكثفة، إلا أنه جرى تحديد عدد من استراتيجيات التخفيف منها في قطاعي الزراعة والحراج على أنها استراتيجيات مفيدة لبلوغ هدف استقرار التراكيز الجوية. وستناقش هذه الخيارات في الفصل الخامس.

الجدول 3-1: الانبعاثات السنوية من غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن النشاطات البشرية (2005)

	ما يعادل مليار طن من ثاني أكسيد الكربون	النصيب %
مستوى العالم	50	%100
الزراعة	6-5	% 12-10
ميتان	(3.3)	
أكسيد النتروجين N_2O	(2.8)	
الحراج	10-8	
إزالة الحراج	(6-5)	% 20-15
التفسخ والخث	(4-3)	
إجمالي الزراعة والحراج	15-13	% 32-25

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، (2008أ)

استنزاف المياه الجوفية

من المحتمل أن تتأثر كمية المياه المتوافرة للزراعة بانخفاض مورد المياه الجوفية في مناطق كثيرة. وقد ناقشنا سابقاً أن ازدهار استخدام المياه الجوفية المدفوع بتكنولوجيا الآبار الأنبوبية والطاقة الرخيصة والأسواق المربحة قد أدى إلى استنزاف واسع لاحتياطي المياه الجوفية، بما في ذلك استخراج المياه من بعض خزانات المياه الجوفية بطريقة لا يمكن تعويضها (Llamas وCustodio، 2003؛ Shah، 2009؛ Morris *et al.*، 2003). لكن بينما يعتبر الاستنزاف أثراً سائداً، نجد أن الضخ في بعض الظروف قد يزيد من تغذية المياه الجوفية (شمس الضحى وآخرون، 2011).

لقد أفضى انتشار استخراج المياه الجوفية لصالح الزراعة بطريقة بعيدة كل البعد عن التنظيم إلى استنزاف وتدهور بعض من أكثر خزانات المياه الجوفية استخداماً وأعلاها نوعية. ولعل استنزاف مستودع المياه الجوفية في سنترال فالي بكاليفورنيا أو في أوجالالا في السهول العظمى بالولايات المتحدة معروف جداً. إلا أن ثمة أمثلة أخرى من مناطق زراعية رئيسة تشمل البنجاب وسهل شمال الصين وحوض سوس في المغرب، حيث جرى فيها تسجيل انخفاض وصل حتى مترين سنوياً منذ عام 1980 (Garduno وFoster، 2011). وترتفع تكاليف الضخ على المزارعين الفرديين ونظم الإمداد العامة بالمياه الجوفية مع انخفاض منسوب المياه. إلا أن الطلب على المياه الجوفية في بعض الحالات لخدمة محاصيل مرتفعة القيمة يبدو بعيداً عن المرونة (Hellegers *et al.*، 2011)، ففي اليمن قد تضخ المياه الجوفية من أعماق تزيد عن كيلومتر واحد.

أضف إلى ذلك أن استنزاف المياه الجوفية قد أسهم أيضاً في الكفاف عند انهيار بنى خزانات المياه الجوفية، ولعل سنترال فالي في كاليفورنيا يعد المثال الأبرز حتى اليوم بفعل الاستغلال المتواصل لمياه جوفية أكثر عمقاً لأغراض الري. أما في إيران، فيسهم الاستخراج المكثف للمياه الجوفية في جفاف القناة التقليدية والينابيع والآبار الضحلة، والذي أدى إلى الكفاف في الأراضي الزراعية الإنتاجية بفعل التناقص في خزانات المياه الجوفية الأساسية بفعل استخراج المياه منها.

أما الخطر الآخر فيتجلى في تملّح موارد المياه الجوفية. وهذا ما قد يحدث عندما ترشح مياه صرف الري المالحة إلى أحد خزانات المياه الجوفية. لكن في كثير من المناطق الساحلية والجزر الصغيرة، عمل ضخ المياه

الجوفية بطريقة مكثفة للاستخدام الزراعي على تحريض مَرَج الملح الذي جعل كثيراً من خزانات المياه الجوفية المهمة على الصعيد الاقتصادي غير صالحة للإمداد بالمياه. وهنالك بعض الخزانات المتملحة بشكل دائم أصلاً، مثل خزانات المياه الجوفية في غزة وغوجرات (الهند) وجاوة الغربية والمكسيك.

ويشير جرد عالمي لاستخدام المياه الجوفية في الزراعة أجرته منظمة الأغذية والزراعة (Siebert *et al.*، 2010) إلى أن قرابة 40 في المائة من المساحة المروية على مستوى العالم تعتمد على المياه الجوفية (الجدول 3-2)، كما تعتمد المناطق الأساسية لإنتاج الأغذية على المياه الجوفية. أما المناطق المتأثرة فتضم بعضاً من المناطق الأساسية المنتجة للحبوب من قبيل البنجاب وسهل شمال الصين. ويعتمد أربعة من أكبر منتجي الأغذية في العالم على المياه الجوفية لري ثلث المساحة المروية لديهم أو ينيف، وهذا ينسحب على الهند (64 في المائة) والولايات المتحدة الأمريكية (59 في المائة) لري حتى ثلثي المساحة المروية فيهما. وبالتالي نجد المخاطر التي تواجه الإمداد العالمي بالأغذية مرتفعة بفعل استنزاف خزانات المياه الجوفية وتدهورها.

الآثار المتوقعة الناجمة عن تغير المناخ

تعتبر النظم الزراعية معرضة للخطر على نطاق عالمي بفعل تغير المناخ (منظمة الأغذية والزراعة، 2011ب). إذ يؤثر تغير المناخ وتقلباته في النظم الحرارية والهيدرولوجية التي بدورها تؤثر في بنية النظم الإيكولوجية ووظائفها وكذلك في سبل العيش لدى الإنسان. وسيكون للتغيرات المتوقعة على صعيد متوسط درجات الحرارة والهطولات وتقلباتها، وارتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون، إلى جانب التآثر المعقد ما بينها، آثار في الموارد من الأراضي والمياه، وهو ما سيؤثر في إنتاجية المحاصيل والقطاع الزراعي خلال العقود القادمة (Tubiello وvan der Velde، 2010).

الجدول 3-2: البلدان الأساسية في إنتاج الأغذية اعتماداً على المياه الجوفية

البلد	المساحة المجهزة بوسائل الري (هـ)	المساحة المروية بالمياه الجوفية (هـ)	المساحة المروية بالمياه السطحية (هـ)	الاعتماد على المياه الجوفية (% من المساحة المجهزة بوسائل الري)
البرازيل	3 149 217	591 439	2 557 778	19%
الصين	62 392 392	18 794 951	43 597 440	30%
مصر	3 422 178	331 927	3 090 251	10%
الهند	61 907 846	39 425 869	22 481 977	64%
باكستان	16 725 843	5 172 552	11 553 291	31%
تايلند	5 279 860	481 063	4 798 797	9%
الولايات المتحدة الأمريكية	27 913 872	16 576 243	11 337 629	59%

المصدر: Siebert et al.، (2010)

ولعل هذه الآثار ستشهد تبايناً تبعاً للمكان والزمان. فحتى عام 2050، من المتوقع يفيد الاحترار المعتدل غلال المحاصيل والمراعي في المناطق المعتدلة، بينما سيخفض الغلال في المناطق شبه المدارية والمدارية. وبذلك يكون للاحترار على مستوى العالمإمكانية لزيادة إنتاج الأغذية في بعض الأجزاء من العالم (مثل كندا وروسيا على سبيل المثال) وتقليصها في بقاع أخرى (كالجنوب الأفريقي). كما أن هنالك ثمة توقعات بحدوث تغيرات تصيب نظم الهطولات. فالتغيرات ذات الصلة بنسبة التبخر–النتح إلى الهطولات ستعدل من إنتاجية النظام الإيكولوجي ووظيفته، لاسيما في المناطق الهامشية. أضف إلى ذلك احتمال زيادة وتيرة الظواهر المتطرفة، كموجات الحر وعواصف البرَد والبرودة الشديدة، فضلاً عن هطولات غزيرة وكذلك موجات جفاف طويلة ذات آثار سلبية في غلال المحاصيل. ويجب أخذ تغير المناخ بكافة الاعتبارات في الاستراتيجيات المستقبلية لإدارة الأراضي والمياه (منظمة الأغذية والزراعة، 2010ج).

الآثار المحتملة الناجمة عن تغير المناخ على المستوى العالمي

من المتوقع لآثار تغير المناخ أن تجتمع لتقلص من الغلال وتزيد من مخاطر الإنتاج في كثير من المناطق وذلك بفعل تفاقم حالة المَحْل، والمزيد من أنماط الطقس التي لا يمكن التنبؤ بها، وزيادة الهطولات المطرية الغزيرة. ومن شأن ارتفاع الهطولات ودرجات الحرارة أن تؤدي إلى تزايد ضغط الآفات والأمراض على المحاصيل والحيوانات. في حين قد تحصد بعض بقاع العالم شيئاً من المنافع جراء ارتفاع درجات الحرارة وكمية أكبر من المياه وموسم نمو أطول. كما قد يكون لتزايد غاز ثاني أكسيد الكربون تأثير نافع في الإنتاجية، مع أن هذا لم يثبت بعد.

وقد تتباين آثار تغير المناخ في إجمالي إنتاج الحبوب في العالم، اعتماداً على السيناريو السابق، حيث قد تتراوح بين -5 في المائة إلى +3 في المائة (المؤطر 3-6). وإذا ما أضحت المخاطر ملموسة، عندها قد يحمل تغير المناخ تبعات خطيرة تصيب البلدان النامية بسبب سرعة تأثرها وانعدام الأمن الغذائي لدى الشرائح الأشد فقراً من السكان فيها، وكذلك بفعل ندرة رؤوس الأموال لاتخاذ تدابير التكيف معها، ومناخاتها الأساسية الأكثر دفئاً، وتعرضها المتزايد لظواهر متطرفة. ومن المتوقع أن يزيد تغير المناخ من عدد أولئك المصابين بنقص التغذية بين 10 و150 مليون نسمة.

التأثيرات المتوقعة الناجمة عن تغير المناخ تبعاً للمنطقة

رغم أن جميع التوقعات المتعلقة بتغير المناخ تخضع لطيف واسع من انعدام اليقين، إلا أن التوقعات تشير إلى زيادة في النسبة المئوية للأراضي المزروعة داخل المناطق القاحلة وشبه القاحلة في أفريقيا، لاسيما في شمال أفريقيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. ولعل المساحات القاحلة وشبه القاحلة ستشهد زيادة بحلول 2080 تتراوح من خمسة إلى ثمانية في المائة (60-90 مليون هكتار). وقد تقل إنتاجية المناطق الأشد جفافاً أو قد يختفي الإنتاج برمته. أما في آسيا بالمقابل، فسينخفض مستوى الجفاف في جميع المناطق دون الإقليمية. ففي المناطق المعتدلة، قد تكون الآثار مؤاتية بدرجة أكبر، مع أنها قد تقابَل باحتمال ظهور المزيد من أحوال الطقس المتطرف. وستؤدي التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة ونظم الهطولات، وما يرتبط بها من أحوال رطوبة التربة، إلى تعديل حساسية أنواع المحاصيل وأصنافها، الأمر الذي سيفضي إلى تغيير متطلبات الإدارة كزيادة الحاجة إلى الري في كثير من الأقاليم، وتقاويم جديدة للمحاصيل، وتغيير في عمليات الزراعة والحصاد (Fischer *et al.*، 2010).

إذا لم يتم التخفيف من آثار تغير المناخ، فستظهر نتائج السيناريو انخفاضاً عاماً في إمكانات إنتاج الحبوب البعلية بنسبة خمسة في المائة تقريباً (انظر الجدول أدناه). وفي حال استخدمت أنماط متكيفة للمحاصيل، أو كان لزيادة غاز ثاني أكسيد الكربون المرتبط بتغير المناخ تأثير في التسميد، فسيتم الحدّ من انخفاض إمكانات الإنتاج. أما إذا افترضنا استخدام أنماط متكيفة للمحاصيل وحدوث تأثير لغاز ثاني أكسيد الكربون في التسميد على حد سواء، عندها سيؤدي تغير المناخ إلى زيادة عامة على مستوى العالم في إمكانات الإنتاج بنسبة ثلاثة في المائة، حيث سيشهد إقليم شرق ووسط آسيا أعلى مستوى من الزيادات، بينما سيواصل الإنتاج انخفاضه في بعض الأقاليم، وبخاصة في غرب أفريقيا. ووفقاً لهذه التوقعات، قد تكون إمكانية وصول المناطق البعلية والمزارعين الفقراء للتكيف هي الأدنى، وعليه ستكون معاناتهم هي الأكبر.

تأثير تغير المناخ في إمكانات إنتاج الحبوب البعلية داخل الأراضي المزروعة في الوقت الراهن (النسبة المئوية تتغير تبعاً لإمكانات الإنتاج وفق المناخ الحالي

الإقليم	الأراضي المزروعة	تتغير النسبة المئوية من حيث الإمكانات وفق المناخ الحالي			
		بدون تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون في التسميد؛ أنماط المحاصيل الراهنة	بدون تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون في التسميد؛ أنماط المحاصيل المتكيفة	مع تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون في التسميد؛ أنماط المحاصيل الراهنة	مع تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون في التسميد؛ أنماط المحاصيل المتكيفة
شمال أفريقيا	19	-15	-13	-10	-8
أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى	225	-7	-3	-3	1
أمريكا الشمالية	258	-7	-6	-1	0
أمريكا الوسطى ومنطقة البحر الكاريبي	16	-15	-11	-11	-7
أمريكا الجنوبية	129	-8	-3	-4	1
غرب آسيا	61	-6	-6	-1	-1
آسيا الوسطى	46	19	19	24	24
جنوب آسيا	201	-6	-2	-2	2
شرق آسيا	151	2	6	7	10
جنوب شرق آسيا	99	-5	-2	-1	4
أوروبا الغربية والوسطى	132	-4	-4	2	3
أوروبا الشرقية والاتحاد الروسي	173	1	1	7	7
أستراليا ونيوزيلندا	51	2	4	7	9
جزء المحيط الهادي	0	-7	-3	-2	2

* باستخدام سيناريو مركز هادلي A2 لعام 2050 مقابل المناخ المرجعي

المصدر: مقتبس عن Fischer et al.، (2010)

تأثيرات تغير المناخ في الري

رغم وجود كثير من حالات انعدام اليقين حيال تغير المناخ، إلا أن التوقعات تشير إلى تأثيره في موارد المياه بشكل كبير، حيث أعلن عن الزيادات المتوقعة في الإجهادات التي ستشهدها المياه بحلول عام 2050 (منظمة الأغذية والزراعة، 2011أ). وقد يتغير توافر المياه على المستوى الإقليمي بفعل تحولات في ذوبان الثلوج وتدفق الأنهار. كما قد تؤثر التغيرات الكبيرة للهطولات في تدفق الأنهار في مناطق مروية أساسية، لاسيما في شبه القارة الهندية (منظمة الأغذية والزراعة، 2011أ؛ De Fraiture *et al.*، 2008). ورغم أنه من الصعوبة بمكان تحديد حجم هذه التأثيرات، إلا أن توليفة من انخفاض التدفق الأساسي للأنهار، وزيادة الفيضانات وارتفاع مستويات سطح البحر من شأنها التأثير بدرجة كبيرة في النظم الإنتاجيةالمروية التي تساعد في المحافظة على إنتاج الحبوب. أما الأخطار على الإنتاج فتتعاظم في سهول الطمي المعتمدة على ذوبان الأنهار الجليدية (كما في كولورادو والبنجاب) ودلتاوات الأراضي المنخفضة (كما في الغانج والنيل) (Frenken، 2010).

وعلى صعيد الطلب، ستستشعر تأثيرات تغير المناخ في متطلبات الري من خلال تغيرات صرفة في الهطولات والتبخر–النتح (Bates *et al.*، 2008). إذ قد يزيد صافي متطلبات المحاصيل من الري بنسبة من خمسة إلى 20 في المائة على مستوى العالم بحلول عام 2080، حيث ستشهد بعض الأقاليم مستويات أعلى من هذه التغيرات: فهذا إقليم جنوب شرق آسيا على سبيل المثال الذي قد يشهد ارتفاعاً في المتطلبات المائية بنسبة 15 في المائة. أما التأثيرات الأكبر فمتوقع لها أن تصيب المناطق المعتدلة، نتيجة ارتفاع مستويات التبخر ومواسم النمو الأطول في ظل تغير المناخ (Fischer *et al.*، 2007). كما قد تزداد نسبة استجرار مياه الري إلى موارد المياه المتجددة والمتاحة بفعل تغير المناخ، لاسيما في الشرق الأوسط وجنوب شرق آسيا. أضف إلى ذلك أنه قد تشهد متطلبات الري في شمال أفريقيا زيادة هي الأخرى، لكنها تنخفض في الصين (Bates *et al.*، 2008). ومن المتوقع لتصاعد تكرار موجات الجفاف أن يُجهد خزانات المياه، حيث ستكون الحاجة موجودة إلى كمية أكبر من المياه لتفي بالطلب المتزايد عليها من قبل المحاصيل.

النظم المعرضة للخطر

حدد تقرير حالة الموارد من الأراضي والمياه تسع فئات أساسية للنظم المعرضة للخطر والتي تتطلب اهتماماً خاصاً (أما تقسيمها الأكثر تشعباً فأدى إلى ما مجموعه 14 نظاماً فرعياً تمثل أنماطاً معينة من المخاطر وخيارات التنمية). ومن المتوقع لكافة هذه النظم أن تعيش شيئاً من التأثيرات السلبية وأن تفرض كذلك عوامل خارجية سلبية على نظم أخرى ما لم تتخذ إجراءات تصحيحية. وتعرض الصفات الأساسية (الحالة والاتجاهات) وخيارات معالجة قضايا الأراضي والمياه في هذه النظم في الجدول 3-3، حيث توصف فيه التأثيرات السلبية المتوقعة وشدتها مع الخيارات الأساسية المطلوبة لمواجهة المخاطر، واستعادة الاستدامة وتحسين الإسهام في الاحتياجات المحلية والعالمية من الأغذية.

الجدول 3-3: النظم الأساسية للأراضي والمياه المعرضة للخطر (أنماط واسعة)

نظم الإنتاج على المستوى العالمي	الحالات أو المواقع التي تتعرض فيها النظم المحلية للخطر	الأخطار
زراعة المحاصيل البعلية في المرتفعات	المرتفعات ذات الكثافة السكانية الكبيرة: جبال الهيمالايا والأنديز ومرتفعات أمريكا الوسطى، والوادي المتصدع، والهضبة الإثيوبية وأمريكا الجنوبية.	الانجراف وتدهور الأراضي وانخفاض إنتاجية التربة والمياه وزيادة كثافة حدوث الفيضانات وتسارع الهجرة الخارجية وسيطرة الفقر وانعدام الأمن الغذائي.
زراعة المحاصيل البعلية في المناطق المدارية شبه القاحلة	زراعة حيازات صغيرة في منطقة السافانا في الغرب والشرق والجنوب الأفريقي، وكذلك في جنوب الهند؛ نظم زراعية–رعوية في الساحل والقرن الأفريقي وغرب الهند.	التصحر وانخفاض إمكانات الإنتاج وزيادة إخفاقات المحاصيل بفعل تقلبات المناخ ودرجات الحرارة، فضلاً عن تزايد الصراعات وسيطرة الفقر وانعدام الأمن الغذائي والهجرة الخارجية.
زراعة المحاصيل البعلية في المناطق دون المدارية	مناطق ذات كثافة سكانية كبيرة ومزروعة بشكل مكثف تتركز حول حوض البحر المتوسط بشكل رئيس.	التصحر وانخفاض إمكانات الإنتاج وزيادة إخفاقات المحاصيل وسيطرة الفقر وانعدام الأمن الغذائي، إضافة إلى تقسيم أكبر للأراضي وتسارع الهجرة الخارجية. ومن المتوقع لتغير المناخ أن يؤثر في هذه المناطق من خلال انخفاض الهطولات المطرية وجريان الأنهار وزيادة تواتر موجات الجفاف والفيضانات.
زراعة المحاصيل البعلية في المناطق المعتدلة	زراعة مكثفة جداً في أوروبا الغربية.	تلوث التربة وخزانات المياه الجوفية يؤدي إلى تكاليف التخلص من التلوث وفقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية للمياه العذبة.
	زراعة مكثفة في الولايات المتحدة وشرق الصين وتركيا ونيوزيلندا وأجزاء من الهند والجنوب الأفريقي والبرازيل.	تلوث التربة وفقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية للمياه العذبة وزيادة إخفاقات المحاصيل بسبب زيادة تقلبات المناخ في بعض المناطق.
نظم مروية قائمة على الأرز	جنوب شرق وشرق آسيا.	هجر الأراضي، فقدان الدور الفاصل لأراضي الأرز المقشور وتزايد تكاليف حفظ الأراضي وأخطار تتعلق بالصحة ناجمة عن التلوث وفقدان القيمة الثقافية للأرض.
	أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى ومدغشقر وغرب أفريقيا وشرق أفريقيا	الحاجة إلى إعادة التأهيل بشكل متكرر وإيرادات ضعيفة للاستثمارات مع إنتاجية تراوح في المكان والحصول على مساحات واسعة من الأراضي وتدهور الأراضي.
مناطق مروية (محاصيل أخرى)	أحواض الأنهار نظم ري واسعة ومتجاورة تحصل على المياه من الأنهار وتضم نهر كولورادو وموراي دارلينغ وكيرشنا والسهول الهندية الغانجية وشمال الصين وآسيا الوسطى وشمال أفريقيا والشرق الأوسط	تزايد ندرة المياه وفقدان التنوع البيولوجي والخدمات البيئية والتصحر وتوقع انخفاض توافر المياه والتحول في التدفق الموسمي بفعل تغير المناخ في مناطق عديدة.
	خزانات المياه الجوفية نظم ري تعتمد على المياه الجوفية في السهول القاحلة الداخلية: الهند والصين ووسط الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وشمال أفريقيا والشرق الأوسط ومناطق أخرى	فقدان الدور الفاصل لخزانات المياه الجوفية وخسارة الأراضي الزراعية والتصحر وانخفاض تغذية المياه الجوفية بفعل تغير المناخ في بعض المناطق.

نظم الإنتاج على المستوى العالمي	الحالات أو المواقع التي تتعرض فيها النظم المحلية للخطر	الأخطار
المراعي	أراضي المراعي المزروعة والطبيعية بما فيها التربة الهشة في غرب أفريقيا (الساحل) وشمال أفريقيا وأجزاء من آسيا	التصحر والهجرة الخارجية وهجر الأراضي وانعدام الأمن الغذائي والفقر المدقع وتزايد شدة الصراعات.
الحراج	التداخل ما بين الحراج والأراضي الزراعية في جنوب شرق آسيا وحوض الأمازون وأفريقيا الوسطى وحراج جبال الهيمالايا	يؤدي تعدي الأراضي الزراعية والقطع والحرق إلى فقدان خدمات النظم الإيكولوجية وتدهور الأراضي.
نظم فرعية أخرى مهمة على المستوى المحلي	الدلتاوات والمناطق الساحلية دلتا النيل ودلتا النهر الأحمر والغانج/ براهامابوتراوميكونغ، إلى آخر القائمة وسهول الطمي الساحلية؛ شبه الجزيرة العربية وشرق الصين وخليج بنن وخليج المكسيك.	فقدان الأراضي الزراعية والمياه الجوفية والمشكلات المرتبطة بالصحة وارتفاع مستوى البحار، وزيادة تكرار الأعاصير (شرق وجنوب شرق آسيا) وزيادة حدوث الفيضانات وانخفاض تدفق الأنهار.
	الجزر الصغيرة بما فيها جزر البحر الكاريبي والمحيط الهادي.	خسارة كاملة لخزانات المياه الجوفية العذبة وزيادة تكاليف إنتاج المياه العذبة وزيادة الضرر المرتبط بتغير المناخ (الأعاصير وارتفاع مستوى سطح البحر والفيضانات).
	الزراعة في المناطق شبه الحضرية.	التلوث ومشكلات مرتبطة بالصحة تصيب المستهلكين والمنتجين، والتنافس على الأراضي.

المصدر: هذه الدراسة

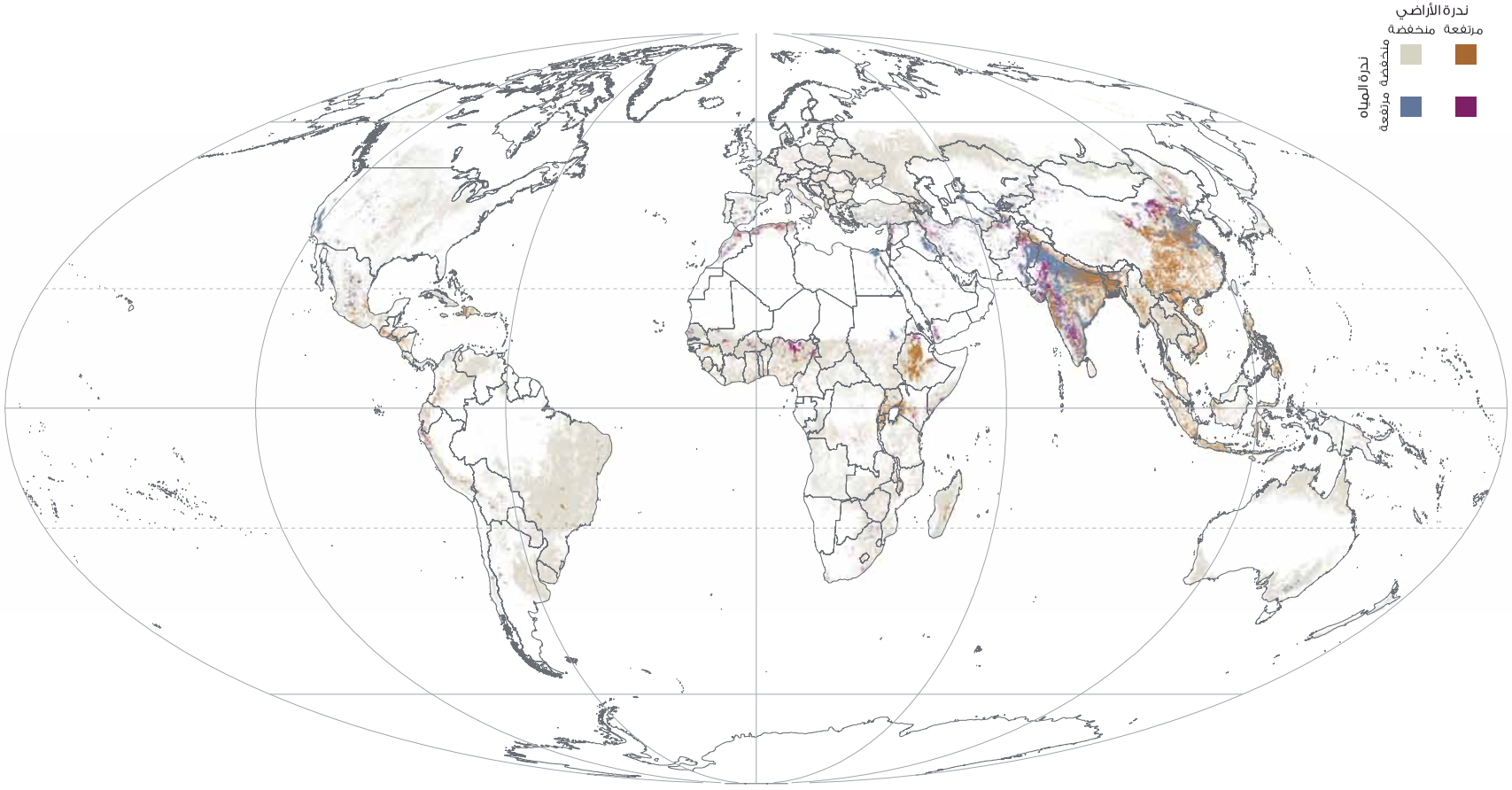
وتسلط (الخريطة 3-2) الضوء على نظم زراعية يتجاوز عدد السكان فيها قدرة الموارد من الأراضي والمياه على توفير الأغذية لهم. وتظهر هذه الخريطة النقطة التي تشكل عندها الكثافة السكانية في الريف تحدياً أمام النظم الزراعية وكذلك النقطة التي تجب الاستجابة عندها في توليفة مع ممارسات التكثيف المستدام والحد من الضغط الديمغرافي على البيئة.

المرتفعات ذات الكثافة السكانية الكبيرة في المناطق الفقيرة

توصف هذه النظم، التي تضم مناطق مثل جبال الهيمالايا والأنديز ومناطق مرتفعة أخرى من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بما في ذلك الوادي المتصدع والهضبة الإثيوبية ومنطقة البحيرات العظمى، بضغط سكاني هائل على نظم إيكولوجية هشة. ولعل التوسع نحو أراض هامشية يقود إلى معدلات مرتفعة من الانجراف وزيادة أخطار الانزلاقات الأرضية وتغيرات أنماط الجريان، مع ما يلحق به من تدهور في موارد المياه عند أسفل المجرى. كما تقود الآثار السلبية للانجراف والتصحر إلى انخفاض في الإنتاجية التي من المتوقع لها أن تشهد مزيداً من الانخفاض بفعل تغير المناخ.

ولعل إمكانية توسيع المناطق المزروعة في تلك النظم أمراً غير ممكن تقريباً. فنطاق التكثيف محدود بالأراضي غير الهامشية ويتطلب استثماراً كبيراً في تدابير حفظ التربة والمياه. وكذلك ثمة حاجة إلى اهتمام أفضل بالأراضي وبذل مزيد من الجهود للحدّ من الضغط على الأراضي الهشة، فإن لم يكن ذلك، فالفقر والهجرة

الخريطة 3-2: النظم الزراعية المعرضة للخطر: الضغط البشري على الأراضي والمياه



المصدر: هذه الدراسة

الخارجية سيكونان أمران محتملان. أما خيارات الاستجابة في مثل هذه النظم الإيكولوجية الهشة فتشمل حفظ التربة والمياه وممارسات إدارة مساقط المياه، وإنشاء المدرجات الجبلية، والحماية من الفيضانات، وإعادة زراعة الحراج في معظم المناطق الهشة. ومن بين الخيارات غير الزراعية المطلوب تطويرها يأتي الدفع مقابل الخدمات البيئية في مجال مساقط المياه، والترويج للسياحة الزراعية والهجرة الخارجية المخطط لها، وتوفير الخدمات والبنى التحتية الأساسية.

النظم البعلية في المناطق المدارية شبه القاحلة

تشتمل هذه النظم على زراعة حيازات صغيرة في سافانا أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وبعض النظم الزراعية–الرعوية في آسيا (غربي الهند) وأفريقيا، حيث توصف اليوم في كثير من المواقع باستغلالها بشكل جائر للموارد الطبيعية والحطب من خلال توسعها إلى مزيد من الأراضي الهامشية. ومع الإمكانات المتدنية لإنتاج المحاصيل والممارسات الزراعية غير المتطورة تنخفض الإنتاجية وأحياناً يكون الانخفاض بفعل استنزاف المادة العضوية وخصوبة التربة وتحمض التربة وضعف قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة والانجراف الريحي والمائي. وتشهد النظم الإيكولوجية تدهوراً مع انخفاض في الكتلة الحيوية والتنوع البيولوجي، وكذلك حرائق متكررة وشح للمياه. أما الإخفاقات المؤسساتية فتسهم في مشكلات حيازة الأراضي والوصول إليها، كما تؤجج الصراعات ما بين الزراعة والثروة الحيوانية. وتوصف كثير من هذه المناطق بانتشار الفقر وسرعة تأثرها بصدمات المناخ، مع إنتاج شديد التباين معرض لتقلبات المناخ. كما تنتشر قضايا الوصول إلى الأراضي والصراعات ما بين الزراعة والثروة الحيوانية.

وتتراوح إمكانية توسع النظم من المنخفضة إلى المتوسطة، وتكون قائمة أحياناً إذا لم تكن الأراضي شديدة الهشاشة وعند توافر مياه الري. كما تتباين إمكانية التكثيف فيها، حيث يعتمد هذا التكثيف على موارد المياه النادرة ووجود أراض هشة وكذلك على الكثافة السكانية. أما خيارات التحسين فتشتمل على تعزيز ضمان حيازة الأراضي وإصلاح الأراضي وضمها إن أمكن، مع مستوى تكامل أفضل ما بين الزراعة والثروة الحيوانية، واستثمارات في الري وتجميع المياه إن أمكن، والتأمين على المحاصيل، والتغذية المتكاملة للنبات، وتربية النباتات المتكيفة مع ظروف شبه قاحلة، وكذلك تحسين الحوكمة والاستثمارات في البنى التحتية (أسواق وطرق). كما تفتح هذه المناطق باب الإمكانية لاستخدام منظم للطاقة الشمسية بدرجة أكبر واستهلاكها على مستوى الزراعة والأسر. ولعل الحاجة قائمة إلى التخطيط للهجرة الخارجية في نظم تتعرض لضغط هائل.

النظم دون المدارية

تضم النظم دون المدارية تلك الموجودة في المناطق ذات المستوى المرتفع من الكثافة السكانية والكثافة الزراعية حول حوض البحر المتوسط وفي آسيا. وتعاني من استغلال جائر للأراضي والمياه، وهو ما يؤدي إلى الانجراف وانخفاض في خصوبة التربة وتقلص الغطاء النباتي والتنوع البيولوجي، وشح المياه والحرائق. أما المشكلات الاجتماعية–الاقتصادية فتشمل تجزئة الأراضي ومعدلات مرتفعة من الهجرة الخارجية، وبخاصة بين الذكور من أفراد الأسر.

ولهذه النظم إمكانات جدّ ضئيلة للتوسع، إذ أن جلّ الأراضي الصالحة للزراعة هي أراض مستخدمة أصلاً. بل على العكس، فهنالك احتمال بتقلص المساحات المزروعة بفعل الضغط المركب على الموارد من الأراضي والمياه من قبل قطاعات أخرى. أما احتمال التكثيف فمنخفض نسبياً، وقد يواجه معوقات ناتجة عن مزيد من تجزئة الأراضي. وهنالك احتمال قائم باستمرار الهجرة الخارجية ومواصلة تهميش الزراعة. أما سرعة التدهور وتأثيراته في سبل العيش لدى سكان الريف فتعتمد على سياسات زراعية وتنفيذ فعال لبرامج الحفظ ذات المستوى الأفضل.

وعلى خيارات الاستجابة أن تشمل تربية النباتات المتكيفة مع الظروف شبه القاحلة، وحفظ التربة والمياه بطريقة محسنة والتغذية المتكاملة للنباتات. أما على النطاق المؤسساتي فسيكون من الضرورة بمكان إيجاد توليفة من إصلاح الأراضي وضمها وخطط التكيف مع تغير المناخ وإعداد نظم عملية للتأمين على المحاصيل، والاستثمار في البنى التحتية والخدمات الريفية والهجرة الخارجية المخطط لها، حيث يجب وضع هذه النظم بالحسبان في السياق العام للتنمية الاجتماعية، والتنبؤ بضرورة التحول نحو مجتمع أكثر تحضراً بهدف ضمان مستوى جيد من التوازن والتكامل ما بين البيئة الحضرية والريفية.

النظم الزراعية المكثفة والمعتدلة

تقع جلّ النظم المعتدلة في البلدان مرتفعة الدخل. وتوصف النظم الزراعية في أوروبا الغربية بأعلى مستويات الإنتاجية المرتبطة بمستوى مرتفع من التكثيف. كما يحدث التكثيف الزراعي أيضاً في الولايات المتحدة وشرقي الصين وتركيا ونيوزيلندا وأجزاء من الهند والجنوب الأفريقي والبرازيل. وتكون هذه النظم مدمجة بشكل جيد في الأسواق العالمية وتضم بعضاً من أكثر مناطق تصدير الأغذية نشاطاً في المعمورة. ومنها ما يتلقى أعلى مستويات الدعم الزراعي على مستوى العالم.

وتتسم بعض من هذه النظم بإمكانات مزيد من التوسع: إذ يمكن للأراضي البور أن تدخل حيز الاستخدام مجدداً. كما يعد التوسع ممكناً أيضاً في أمريكا الشمالية واللاتينية على حد سواء. أما إمكانات التكثيف في أوروبا فمحدودة جداً، لكنها لا تزال قائمة في مناطق أخرى. في حين نجد أن الفجوات في الغلال آخذة في التقلص بشكل سريع في عديد من الأقاليم بما في ذلك شرق الصين. وقد يعطي تغير المناخ تأثير الاحترار في أوروبا، إذ يؤدي إلى إزاحة المناطق الزراعية–الإيكولوجية إلى الشمال أكثر وتوسيع نطاق المناطق الصالحة للزراعة. إلا أن أنماط الهطولات المطرية الأقل موثوقية والفعاليات الجوية الأكثر تطرفاً من شأنها أن تلغي أية منافع.

وتعد هذه النظم نظماً إنتاجية، إلا أنها غالباً ما ترتبط بمشكلات بيئية. ويأتي تدهور صحة التربة (التراص، وانخفاض المادة العضوية فيها وانغلاق مسامات التربة السطحية)، وتلوث التربة وخزانات المياه الجوفية مما يؤدي إلى مخاطر في صحتها وتكاليف تنظيفها من التلوث وفقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية للمياه العذبة بين التحديات الرئيسة التي تتربص بهذه النظم. ومن المتوقع للتأثيرات البيئية السلبية المرتبطة بهذه المستويات من التكثيف أن تزداد ما لم تخضع لإدارة بدرجة أكبر من الحيطة.

وتشتمل خيارات الاستجابة لهذه التحديات على ضبط التلوث والتخفيف منه، والزراعة الحافظة، والتغذية المتكاملة للنبات، والإدارة المتكاملة للآفات. ومن المحتمل أن يتم توسيع الأراضي وتكثيف الإنتاج استجابة لطلب السوق، إلا أن هذه العملية يجب أن تخضع لتخطيط ورصد حذر تجنباً لمزيد من التأثيرات السلبية في البيئة.

النظم القائمة على الأرز

تتركز النظم القائمة على الأرز بالدرجة الأكبر في جنوب شرق وشرق آسيا، وبدرجة أقل في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (مدغشقر وغرب أفريقيا وشرق أفريقيا). ويظهر هذان الإقليمان صفات مميزة ويواجهان أنماطاً من التحديات المختلفة تماماً. ففي آسيا، تتسم النظم القائمة على الأرز بمستوى مرتفع ومستقر من الإنتاجية وتعاني من نظم إيكولوجية هشة، مع تزايد في موجات الجفاف والفيضانات، وتلوث في التربة والمياه. أما التنافس على الأراضي، والمياه والعمالة، إضافة إلى التحول الاقتصادي الديناميكي الذي تشهده معظم البلدان فيضيف إجهادات جديدة على تلك النظم.

وتتعرض نظم الري في آسيا إلى أخطار مرتفعة ناجمة عن محركات كثيرة. ففي النظم القائمة على الأرز والمكثفة أصلاً، ثمة فرصة ضئيلة لمزيد من التكثيف أو التوسيع. وستزداد الإجهادات فيها بفعل التنافس القوي على الأراضي والمياه والعمالة من جانب المستوطنات الحضرية والصناعة. ولعل الطلب المتزايد على إنتاج متنوع لخدمة السكان الحضريين وزيادة تباين الهطولات المطرية وحدوث موجات الجفاف والفيضانات تشكل تحديات أخرى تواجه هذه النظم، والتي تترافق مع هجر للأراضي وفقدان للدور الفاصل لأراضي الأرز المقشور وارتفاع تكلفة حفظ الأراضي، فضلاً عن الأخطار الصحية جراء التلوث وكذلك فقدان القيم الثقافية للأراضي. أما الجوانب المتعلقة بتخزين المياه بطريقة محسنة والميكنة والتنويع (إدخال الأسماك والخضار) وضبط التلوث والدفع مقابل الخدمات البيئية، فتأتي بين الخيارات التي من شأنها مساعدة هذه النظم على الاستجابة للمحيط الاقتصادي الذي يشهد تغيرات سريعة وكذلك الاستجابة لتغير المناخ.

وبالمقابل، تتسم النظم القائمة على الأرز في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بإنتاجية منخفضة، وذلك يعود بشكل رئيس إلى مشكلات مؤسساتية ذات صلة بسوء الإدارة والحوكمة، لاسيما فيما يتعلق بالري ورابطات مستخدمي المياه والتدهور السريع في البنى التحتية للري والضعف في تطور السوق. وتظهر هذه النظم إمكانات عالية للتكثيف والتوسع على حد سواء، إلا أن هذا يتطلب حلولاً للمشكلات المؤسساتية والاقتصادية التي أضرت بالعمليات حتى اليوم. وعلى هذه الحلول أن تأخذ بعين الاعتبار الأسواق والتكنولوجيات، وتوفير حوافز أفضل للمزارعين، والوصول إلى المدخلات والأصناف المحسنة، وتحسين الحوكمة والإدارة والبنى التحتية. وستفيد نظمٌ عديدة من الحزم الاقتصادية المتكيفة، كنظام تكثيف الأرز، التي يكون فيها النظام المحلي لضبط المياه والطبوغرافيا مناسبين (Uphoff *et al.*، 2011).

نظم ري سطحي واسعة ومتجاورة في الأراضي الجافة

تعاني النظم الواسعة والمتجاورة التي تشاهد في أحواض آسيا وأمريكا الشمالية وشمال الصين وآسيا الوسطى وشمال أفريقيا والشرق الأوسط من مشكلات تصيب موارد المياه تتجلى في ندرتها واستغلالها بشكل جائر والتنافس عليها، كما تتسم بعوامل خارجية سلبية أساسية، بما في ذلك نقل الرواسب والملوحة وتأثيراتها في النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه. وسيعمل الضغط الديمغرافي والتحضر على زيادة الضغط على الأراضي والمياه داخل نظم ري متاخمة كبيرة في الأراضي الجافة، والتي يقع جلها في آسيا، حيث من المتوقع أن تشهد المنطقة توسعاً متواضعاً جداً. أما المزيد من التكثيف والتنويع فمسألة محتملة من خلال تحديث توفير خدمات الري وإدارة أفضل للتربة والمياه، إلا أن التأثيرات السلبية في النظم الإيكولوجية من شأنها أن تزداد حدة مع التكثيف ما لم تتخذ إجراءات تصحيحية. ومن المحتمل أن يؤدي تغير المناخ إلى تغيرات في حجم وأنماط تدفق الأنهار وإلى زيادة في متطلبات المحاصيل من المياه، مع إمكانية ظهور خلل بين توافر المياه والطلب عليها.

ويعد نطاق التوسع منخفضاً جداً في كثير من المواقع التي بلغت أقصى حدود لها من حيث توافر الأراضي أو المياه. وإذا ما كانت خطط الري لا تزال قائمة، فإنه يجب التخطيط لها بشكل حذر وإدخال المخاوف البيئية والاجتماعية فيها. وثمة حاجة إلى تحديث مشاريع الري (بنى تحتية وحوكمة على حد سواء) لتحسين خدمات المياه وزيادة المرونة والموثوقية في الإمداد بالمياه لدعم التنويع. كما سيكون من الضرورة بمكان تطوير حوافز لاستخدام المياه بكفاءة وكذلك إعداد وتنفيذ خطط التكيف مع تغير المناخ.

نظم الري المعتمدة على المياه الجوفية

توجد نظم الري المعتمدة على المياه الجوفية في السهول القاحلة الداخلية في الهند والصين ووسط الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وشمال أفريقيا والشرق الأوسط وغيرها. وتوصف باستنزاف متواصل للمياه الجوفية ذات النوعية العالية، فضلاً عن تلوثها وتملحها في بعض المواقع، الأمر الذي يقود إلى خسارة الدور الاحتياطي لخزانات المياه الجوفية وفقدان الأراضي الزراعية والتصحر. كما تواجه هذه النظم تنافساً مع المدن والصناعات كمصدر لمياه جيدة النوعية. ومن المتوقع لتغير المناخ أن يؤثر في نمط وأسلوب تغذية خزانات المياه الجوفية هذه.

وهنالك نطاق محدود للتوسيع في المواقع التي تعاني أصلاً من استنزاف خزانات المياه الجوفية، حيث من المحتمل أن يشهد مدى الأراضي الزراعية المُخدّمة بخزانات مكثفة للمياه الجوفية تقلصاً متواصلاً مع انخفاض مستويات المياه في حين قد يزداد استخدام المياه الجوفية في الري التكميلي داخل مناطق أخرى. ولعل التدابير التنظيمية لاستخراج المياه الجوفية، وتخصيص المياه واستخدامها بفعالية أكبر وتعزيز الإنتاجية المائية في الري تمثل الخيارات الوحيدة لتجنب خسارة مزيد من الطاقة الإنتاجية.

المراعي

توجد المراعي المزروعة والمراعي الطبيعية في جميع القارات. ففي المناطق المعرضة للخطر، بما فيها على وجه الخصوص غرب أفريقيا (الساحل) وشمال أفريقيا وأجزاء من آسيا، توصف هذه النظم بانخفاض الرعي التقليدي واستخدام الأغذية، مع الضغط الذي تشكله الحيوانات على الأراضي، وتطور أنواع غازية، فضلاً عن

الحرائق، والتقسيم، والتوطين، والصراعات، كما توصف بفقر مدقع، مع انعدام الأمن الغذائي وهجرة خارجية. وتعد هذه النظم سريعة التأثر بتقلبات المناخ، وهو ما يؤثر في إنتاجية الأراضي. ومن المحتمل أن يؤدي تغير المناخ من خلال ارتفاع درجات الحرارة وتقلبات الهطولات المطرية إلى تفاقم هذا الاتجاه صعوداً.

أما فرص التوسع فمحدودة جداً بفعل اقتراب الأراضي من أقصى حدود استخدامها أو تجاوزها لهذه الحدود، لاسيما في الأراضي الهشة الواقعة داخل بلدان فقيرة. وثمة مجال لرعاية أفضل للأراضي إذا ما بلغت حدود استخدامها، وهذا يعتمد على الظروف الاقتصادية والمناخية وتبني ممارسات أفضل قد تشتمل على خفض معدلات الولادة أو ضبطها، وتحسين إدارة المراعي، وضبط ممارسات الرعي وتكاملها بصورة أفضل مع الزراعة.

التداخل ما بين الحراج والأراضي الزراعية

توجد معظم نظم التداخل ما بين الحراج والأراضي الزراعية في مناطق مدارية (جنوب شرق آسيا وحوض الأمازون وأفريقيا الوسطى) وكذلك في جبال الهيمالايا. وترتبط الأخطار الرئيسة بتعدي الزراعة على الحراج المدارية، وتشمل فقدان التنوع البيولوجي وخدمات النظام الإيكولوجي الحراجي ودخول أنواع غازية وآفات وأمراض إليها، فضلاً عن إصابتها بالحرائق والانجراف والترسب وتدهور التربة. ومن المعروف جيداً أن تحويل الحراج إلى أراض زراعية يمثل إسهاماً إيجابياً صرفاً في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في العالم.

وفي معظم الحالات لا يعد توسع نطاق تعدي الأراضي الزراعية على الحراج أمراً مرغوباً. أما إمكانيات التكثيف فتوجد من خلال إدارة محسنة لموارد الحراج، والزراعة الحراجية، وتأسيس حوافز من قبيل الدفع مقابل الخدمات البيئية.

الدلتاوات وسهول الطمي الساحلية والجزر الصغيرة

تتقاسم الدلتاوات والمناطق الساحلية والجزر الصغيرة المواصفات عينها للنظم الإيكولوجية الساحلية ذات الكثافة السكانية المرتفعة والسريعة التأثر. وتعد حيوية على مستوى الإنتاج الإقليمي للأغذية. فالدلتاوات المكتظة بالسكان تشمل دلتا النيل والنهر الأحمر والغانج/براهمابوتراوميكونغ. أما سهول الطمي الساحلية فتضم تلك الواقعة في شبه الجزيرة العربية وشرقي الصين وخليج بنن وخليج المكسيك. وتخضع هذه النظم لضغط ديمغرافي هائل، حيث شهدت خسائر مهمة في التنوع البيولوجي وبخاصة شجر المنغروف. كما تزداد حدة التنافس على الأراضي والمياه مع القطاع الصناعي والمستوطنات الحضرية. إذ تشهد حالة من التلوث المتفاقم (وبخاصة بمادة الزرنيخ) وتعاني من ارتفاع مستوى قلوية التربة وتراصها، ومن تلوث خزانات المياه الجوفية الطمية الضحلة وكذلك تلوث نظم أساسية بفعل الصناعة. كما يتزايد مَرَج الملح بالمياه الجوفية بفعل التأثير المزدوج لانخفاض المياه العذبة القادمة من الأنهار وارتفاع مستوى سطح البحر. ويعد استنزاف المياه الجوفية مشكلة شائعة في كثير من الجزر الداخلية الصغيرة والمناطق الساحلية.

ومن المتوقع أن يؤثر تغير المناخ في هذه النظم، حيث يكون التأثير بارتفاع مستوى سطح البحر، وتكرار الأعاصير بوتيرة أكبر (شرق وجنوب شرق آسيا)، وتزايد الفيضانات وانخفاض التدفقات. وتشتمل الأخطار على فقدان الأراضي الزراعية والمياه الجوفية (مع احتمال حدوث خسارة كاملة في خزانات المياه الجوفية في جزر صغيرة) وظهور مشكلات ترتبط بالصحة. ولا يوجد عموماً نطاق للتوسع، على اعتبار أن التنافس على الأرض قد بلغ أشده بينما نجد أن التوسع في الأراضي محدود باعتبارات فيزيائية–جغرافية وارتفاع مستوى سطح البحر.

أما نطاق التكثيف فيعتمد على المستويات الموجودة من الإنتاجية، والتي تعد مرتفعة في كثير من المواقع. وتشتمل خيارات الاستجابة على تخطيط استخدام الأراضي وضبط استنزاف المياه الجوفية ووضع خطط للتكيف مع تغير المناخ، وضبط الفيضانات والتلوث، والتخفيف من التلوث بالزرنيخ من خلال ممارسات ري محسنة وتنفيذ استراتيجيات متكاملة لإدارة المياه على مستوى حوض النهر.

الزراعة في المناطق شبه الحضرية

تمتد الزراعة في المناطق شبه الحضرية في جميع بقاع العالم وذلك استجابة للطلب المتزايد على المنتجات الزراعية من قبل المراكز الحضرية. وتعاني هذه الزراعة من ندرة الأراضي الصالحة وضعف في ضمانات حيازة الأراضي وكذلك محدودية الوصول إلى مياه نظيفة ومشكلات تتعلق بالتلوث. وستواصل الزراعة في المناطق شبه الحضرية توسعها عندما تتوافر الأراضي والمياه، وبذلك تستفيد من الأسواق الديناميكية سريعة النمو والمرتبطة بالتحضر. أما الأخطار على صحة المنتجين والمستهلكين على حد سواء فبحاجة إلى إدارة أكثر تنظيماً مما هي عليه اليوم، لاسيما عند استخدام المياه العادمة غير المعالجة. ولعل إدخال الزراعة الحضرية وشبه الحضرية في التخطيط الحضري من شأنه أن يتيح لهذه الممارسات خدمة المدن المتنامية بشكل فعال وآمن.

الاستنتاجات

على النظم الزراعية في العالم والموارد من الأراضي والمياه المعتمدة على تلك النظم أن تستجيب للطلب المتزايد على الأغذية والمنتجات الزراعية الأخرى من قبل سكان يزدادون نمواً وغنى. ومن المحتمل أن تأتي الزيادة في الإنتاج بشكل رئيس من التكثيف المستدام في المناطق المعتدلة وفي النظم المروية عند أحواض الأنهار الكبيرة؛ وكذلك من توسيع المساحة المزروعة في أجزاء من أمريكا اللاتينية وأفريقيا؛ والتكثيف المستدام في مناطق بعلية؛ والتحويل المستمر لبعض الإنتاج البعلي إلى الإنتاج المروي إذا ما كان ذلك مجدياً اقتصادياً وفنياً. وسيظل الري التكميلي القائم على المياه الجوفية يخدم الزراعة ذات الإنتاجية المتزايدة حيثما كان ذلك مجدياً.

أما الصورة بشكل عام فهي لعالم يعيش خللاً متزايداً بين توافر الموارد من الأراضي والمياه والطلب عليها على المستوى المحلي: فعدد المناطق التي تصل إلى أقصى حدود قدرتها على الإنتاج يشهد تزايداً سريعاً. أما تجارة الأغذية فستعوض عن بعض حالات العجز، إلا أنها ستحمل تأثيرات مهمة في الاكتفاء الذاتي من الأغذية على المستويين المحلي والقطري، كما ستؤثر في سبل العيش لدى مجتمعات ريفية. من

الشكل 3-4: التوزيع العالمي للأخطار المرتبطة بالنظم الأساسية للإنتاج الزراعي – استعراض تخطيطي

المصدر: هذه الدراسة

ناحية أخرى، ترافقت الممارسات الزراعية المكثفة المرتبطة بالزيادات السابقة مع تدهور شديد في خدمات النظم الإيكولوجية. وستتواصل الأخطار المرتبطة بالضغط الديمغرافي والتكثيف على مستوى المزرعة وأسفل المجرى وستزداد سوءاً في عديد من النظم الزراعية طالما لم يصار إلى اتخاذ تدابير تصحيحية لعكس على هذا الاتجاه، وستمثل تلك الأخطار تهديداً جسيماً يتربص باستدامة إدارة الموارد من الأراضي والمياه.

وسيحمل تغير المناخ تأثيراً سلبياً في النظم الزراعية داخل المناطق شبه القاحلة ودون المدارية على وجه الخصوص، وهو ما سيؤثر بدوره في موارد المياه ونظم الري بطرائق شتى، مما يستدعي بذل جهود جبارة للتكيف مع معظم الحالات. وستواجه الدلتاوات والمناطق الساحلية خطراً مضاعفاً يتجلى في الفيضانات الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر ومن تقلبات أكبر في الهطولات المطرية خلال الموسم الرطب. ويستعرض (الشكل 4-3) بشكل تخطيطي التوزيع العالمي للأخطار المرتبطة بالنظم الأساسية للإنتاج الزراعي.

خلاصة القول، يتعرض جزء كبير من الموارد من الأراضي والمياه في العالم، وسلامتها الإيكولوجية، إلى إجهاد ناجم عن تزايد الطلب على تلك الموارد فضلاً عن ممارسات زراعية غير مستدامة. وسيؤدي تزايد الطلب من جانب القطاع الزراعي وقطاعات أخرى، المترافق مع جوانب متوقعة من تغير المناخ، إلى إضافة مزيد من الإجهاد على الموارد، كما سيهدد القدرة الإنتاجية لديها مستقبلاً.