

تدابير التخفيف من تغير المناخ، والماء

6.1 مقدمة

تتسم العلاقة بين تدابير التخفيف من تغير المناخ والمياه بأنها علاقة متبادلة. فتدابير الت تخفيف يمكن أن تؤثر على موارد المياه وإدارتها، ومن المهم إدراك ذلك عند إعداد وتقييم خيارات التخفيف. ومن ناحية أخرى، يمكن للسياسات والتدابير المتعلقة بإدارة المياه أن تؤثر على انبعاثات غاز الدفيئة (GHG) وبالتالي على تدابير التخفيف القطاعية ذات الصلة؛ ويمكن للتدخلات في النظام المائي أن تأتي بعكس النتائج المرجوة منها عندما تقيّم من حيث تخفيف تغير المناخ.

وقد عولجت مسألة التخفيف في تقرير التقييم الرابع الذي أعده الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC WGIII AR4 (التخفيف) حيث بُحثت القطاعات السبعة التالية: إمدادات الطاقة، والنقل وبنيتها الأساسية، والمباني السكنية والتجارية، والصناعة، والزراعة، والحراجة، وإدارة النفايات. ونظراً لأن القضايا المتعلقة بالمياه لم تكن محور تركيز ذلك المجلد، لم تذكر سوى علاقاتها المتبادلة العامة مع تخفيف تغير المناخ، ومعظمها علاقات نوعية. إلا أن تقارير أخرى للهيئة IPCC من مثل تقرير التقييم الثالث TAR تتضمن أيضاً معلومات بشأن هذه المسألة.

ويمكن أن يكون لتدابير التخفيف المحددة قطاعياً آثاراً متنوعة على المياه وهو ما يتم توضيحه في الفقرات الواردة أدناه (انظر أيضاً الجدول 6.1). والأرقام الواردة بين أقواس في عناوين الفقرات الفرعية تقابل الممارسات أو خيارات التخفيف المحددة قطاعياً الوارد وصفها في الجدول 6.1.

6.2 التخفيف المحدد قطاعياً

6.2.1 احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) (يرجى الرجوع إلى الرقم (1) في الجدول 6.1)

إن احتجاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂) وتخزينه (CCS) عملية تتألف من فصل ثاني أكسيد الكربون عن المصادر الصناعية والمتعلقة بالطاقة، ونقله إلى مكان للتخزين وعزله لأمد طويل عن الغلاف الجوي. وإن حقن ثاني أكسيد الكربون في حيز لتقنب دقيق وكسور لتكوين إنفاذي يمكن أن يزيح السائل الكائن في ذلك الموضع، أو يمكن لثاني أكسيد الكربون أن يذوب في السائل أو يختلط به أو يتفاعل مع الحبيبات المعدنية أو قد يحدث اتحاد بين بعض هذه العمليات. ومع انتقال ثاني أكسيد الكربون داخل التكوين فإن بعضاً منه سيدوب في ماء التكوين. وما أن يذوب ثاني أكسيد الكربون في سائل التكوين فإنه يُنقل بفعل تدفق المياه الجوفية الكائنة في المنطقة. ويمكن لتسرب ثاني أكسيد الكربون من آبار الحقن التسريبية، أو الآبار المهجورة، وكذلك التسرب عبر الصدوع والطبقات الحاجزة غير الفعالة أن يؤدي إلى تدهور نوعية المياه الجوفية؛ كما يمكن لإطلاق ثاني أكسيد الكربون من جديد في الغلاف الجوي أن يثير أيضاً شواغل تتعلق بالصحة والسلامة المحليين. [5.ES احتجاز الكربون وتخزينه، ملخص لصانعي السياسات (CCS SPM)]

ومن المهم الإشارة إلى أنه حتى هذه اللحظة ليست هناك إطلالات فكرية كاملة في إمكان التطبيق العملي لمفهوم تنحية الكربون أو في نتائجه غير المقصودة. وسيطلب تقادي التأثيرات أو تخفيفها اختيار مدقق للموقع، وإشراف تنظيمي فعال، وبرنامج مراقبة ملائم، وتنفيذ أساليب معالجة من أجل وقف أو مكافحة إطلاق ثاني أكسيد الكربون. [CCS 5.ES, 5.2]

6.2.2 محاصيل إنتاج الطاقة الأحيائية (2)

تحقق الطاقة الأحيائية منافع تخفيفية عن طريق الحلول محل استخدام الوقود الأحفوري. [LULUCF 4.5.1] إلا أن إنتاج الوقود الأحيائي على نطاق واسع يثير أسئلة بشأن عدة قضايا تشمل الاحتياجات من الأسمدة، ومبيدات الآفات، ودوران المغذيات، وأرصدة ميزانيات الطاقة، وتأثيرات التنوع الأحيائي، والهيدرولوجيا والتحات، والمنازعات على إنتاج الأغذية، ومستوى الإعانات المالية اللازمة. [LULUCF 4.5.1] ويتوقف إنتاج الطاقة وإمكانات تخفيف غاز الدفيئة من المحاصيل المخصصة لإنتاج الطاقة على إتاحة الأراضي التي ينبغي أن تلبى أيضاً الطلبات على الغذاء وعلى الحماية الطبيعية، والإدارة المستدامة للتربة واحتياجات المياه وغيرها من المعايير الخاصة بتحقيق الاستدامة. وقد توصلت دراسات شتى إلى أرقام مختلفة بالنسبة للمساهمة المحتملة للكتلة الأحيائية في إمدادات الطاقة العالمية في المستقبل تتراوح بين ما دون 100 EJ/سنوياً إلى أكثر من 400 EJ/سنوياً في عام 2050 (Hoogwijk، 2004؛ Hoogwijk، 2004؛ Smeets وآخرون، 2005؛ Sims وآخرون، 2006). وأوضح Smeets وآخرون (2007) أن الإمكانيات الفنية القصوى لمحاصيل إنتاج الطاقة من الأراضي الزراعية الحالية، ومع التقدم التكنولوجي المُسقط في الزراعة وتربية المواشي والدواجن يمكن أن توفر أكثر من 800 EJ (Etajoules)/سنوياً بدون تعريض الإمدادات الغذائية العالمية للخطر. وتعزى الاختلافات بين الدراسات إلى حد كبير إلى عدم اليقين من إتاحة الأراضي ومن غلات محاصيل إنتاج الطاقة، ومن الاقتراضات بشأن التغيرات في الكفاءة الزراعية. وتفترض تلك العوامل مع أكبر إمكانيات مُسقطه ليس فقط أن تُستخدم الأراضي المتدهورة/الفائضة وإنما أن تستخدم أيضاً الأراضي الجاري استخدامها حالياً لإنتاج الأغذية، بما في ذلك أراضي المراعي (حسبما فعل Smeets وآخرون في عام 2007). [WGIII 8.4.4.2]

ويمكن للممارسات الزراعية الرامية إلى التخفيف من غازات الدفيئة GHGs أن تؤدي في بعض الحالات إلى تكثيف استخدام المياه، وبالتالي إلى الحد من تدفق المجاري المائية أو احتياطيات المياه الجوفية (Unkovich، 2003؛ Dias de Oliveira وآخرون، 2005). فمثلاً تستخدم نباتات إنتاج الطاقة الأحيائية العالية الإنتاجية والدائمة الخضرة والعميقة الجذور بوجه عام قدراً من المياه أكبر مما يستخدمه الغطاء النباتي الذي تحل محله (Berndes and Börjesson، 2002؛ Jackson وآخرون، 2005). ويمكن لبعض الممارسات أن تؤثر على نوعية المياه من خلال زيادة ارتشاح مبيدات الآفات والمغذيات (Machado and Silva، 2001؛ Freibauer وآخرون، 2004). [WGIII 8.8]

ويمكن لممارسات التخفيف الزراعية التي تحوّل المنتجات إلى استخدامات بديلة (مثل محاصيل إنتاج الطاقة الأحيائية) أن تحدث

الجدول 6.1: تأثير خيارات التخفيف المحددة قطاعياً (أو نتائجها) على نوعية المياه وكميتها ومستواها. والآثار الإيجابية على المياه مبيّنة بعلامة [+]; والآثار السلبية بعلامة [-]; والآثار غير اليقينية بعلامة [?]. والأرقام الواردة بين أقواس دائرية تحيل إلى الحواشي، وكذلك إلى أرقام الفقرات الفرعية الواردة في الفقرة 6.2.

الجانب المتعلق بالمياه	الطاقة	المباني	الصناعة	الزراعة	الغابات	النفايات
النوعية						
الكيميائي/ الأحيائي	احتجاز الكربون وتخزينه CCS ⁽¹⁾ [?] أنواع الوقود الأحيائي ⁽²⁾ [-/+] الطاقة ⁽⁵⁾ الحرارية الأرضية ⁽⁶⁾ [-] النفط غير التقليدي ⁽¹³⁾ [-]		CCS ⁽¹⁾ [?] معالجة المياه المستعملة ⁽¹²⁾ [-] كهرباء الكتلة الأحيائية ⁽³⁾ [-/?]	تغير استخدام الأراضي وإدارتها ⁽⁷⁾ [-/+] إدارة الأراضي الزراعية (المياه) ⁽⁸⁾ [-/+]	التشجير (البالوعات) ⁽¹⁰⁾ [+]	إدارة النفايات الصلبة؛ معالجة المياه المستعملة ⁽¹²⁾ [-/+]
درجة الحرارة	كهرباء الكتلة الأحيائية [+] ⁽³⁾		إدارة الأراضي الزراعية (تقليل الحراثة) ⁽⁹⁾ [-/+]			
الكمية						
الإتاحة/الطلب	الطاقة الكهربائية ⁽⁴⁾ [-/+] نفط غير تقليدي ⁽¹³⁾ [-] الطاقة الحرارية الأرضية ⁽⁵⁾ [-]	استخدام الطاقة في المباني ⁽⁶⁾ [-/+]	تغير استخدام الأراضي وإدارتها ⁽⁷⁾ [-/+] إدارة الأراضي الزراعية (المياه) ⁽⁸⁾ [-] إدارة الأراضي الزراعية (تقليل الحراثة) ⁽⁹⁾ [+]	التشجير (البالوعات) ⁽¹⁰⁾ [-/+] تفادي/تقليل إزالة الغابات [+] ⁽¹¹⁾	معالجة المياه المستعملة [+] ⁽¹²⁾	
تغذية التدفق/ الجريان	أنواع الوقود الأحيائي [-/+] ⁽²⁾ الطاقة الكهربائية ⁽⁴⁾ [-/+]					
مستوى المياه						
المياه السطحية	الطاقة الكهربائية ⁽⁴⁾ [-/+]		تغير استخدام الأراضي وإدارتها ⁽⁷⁾ [-/+]			
المياه الجوفية	الطاقة الحرارية الأرضية ⁽⁵⁾ [-]		تغير استخدام الأراضي وإدارتها ⁽⁷⁾ [-/+]	التشجير ⁽¹⁰⁾ [-]		

الحواشي:

- (1) يثير احتجاز الكربون وتخزينه (CCS) تحت سطح الأرض مخاطر محتملة على نوعية المياه الجوفية؛ ويبدو أكثر الخيارات أمناً هو التخزين في أعماق البحار (في عمق للمياه تحت 3000 متر ومئات أمتار قليلة من الترسبات).
- (2) يمكن أن يتسبب توسع نطاق محاصيل إنتاج الطاقة الأحيائية والغابات في تأثيرات سلبية من مثل زيادة الطلب على الماء وتلوث المياه الجوفية، وتشجيع إجراء تغييرات في استخدام الأراضي تؤدي إلى آثار غير مباشرة على موارد المياه؛ وأو تأثيرات إيجابية من خلال تخفيض ارتشاح المغذيات، وتحت التربة، والجريان وتعرين المجرى في أسفل المجري.
- (3) كهرباء الكتلة الأحيائية: إن زيادة مساهمة الطاقة المتجددة، بوجه عام، (مقارنة بوحدات إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري) تعني انخفاضاً في تصريف مياه التبريد إلى المياه السطحية.
- (4) يتعين أن يؤخذ في الاعتبار التأثير البيئي والمنافع المتعددة للطاقة الكهربائية بالنسبة لأي تنمية؛ إذ يمكن أن تكون إما إيجابية وإما سلبية.
- (5) يمكن أن يؤدي استخدام الطاقة الحرارية الأرضية إلى إحداث تلوث، وهبوط للأراضي وفي بعض الحالات مطالبات بشأن موارد المياه المتاحة.
- (6) يمكن الحد من استخدام الطاقة في قطاع البناء بنهج وتدابير مختلفة ذات تأثيرات إيجابية وسلبية.
- (7) يمكن لتغيير استخدام الأراضي وإدارتها أن يؤثر على نوعية المياه السطحية والمياه الجوفية (مثلاً من خلال زيادة أو تقليل ارتشاح المغذيات ومبيدات الآفات) والدورة الهيدرولوجية (المحلية) (مثلاً زيادة استخدام المياه).
- (8) يمكن أن يكون للممارسات الزراعية الرامية إلى التخفيف آثار إيجابية وسلبية على السواء على صون المياه ونوعيتها.
- (9) تقليل الحراثة يعزز زيادة كفاءة استخدام المياه.
- (10) بحسن التشجير بوجه عام نوعية المياه الجوفية وبظل تحات التربة. ويؤثر على كلتا مستجمعات المياه والنورات الهيدرولوجية الإقليمية (خريطة مائية سلسلة، ويخفض بالتالي الجريان والفيضانات). ويوفر بوجه عام حماية أفضل لمستجمعات المياه لكن على حساب إنتاجية المياه السطحية وتغذية مستودعات المياه الجوفية التي قد تكون بالغة الأهمية في المناطق شبه القاحلة والفاصلة.
- (11) إن وقف/إبطاء إزالة الغابات وتدهورها يوصون موارد المياه ويقي من الفيضانات، ويقلل الجريان ويكافح التحات، ويقلل غريبة الأنهار.
- (12) يمكن لمختلف تكنولوجيات إدارة النفايات ومراقبة المياه المستعملة ومعالجتها أن تؤدي على السواء إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة GHG وإحداث آثار إيجابية على البيئة، لكنها يمكن أن تسبب تلوث المياه في حالة سوء تصميم المرافق أو سوء إدارتها.
- (13) نظراً لأن إمدادات النفط التقليدية أصبحت شححة، وتكاليف الاستخراج تزداد، ستصبح أنواع الوقود السائل غير التقليدي أكثر جاذبية من الوجهة الاقتصادية لكن تقابل ذلك زيادة التكاليف البيئية (زيادة الطلب على الماء؛ وتكاليف مرافق النظافة الصحية

إيكولوجية على النظم الإيكولوجية ومصائد الأسماك في الأنهار القائمة تحثها التغيرات في نظام التدفق (في النهر بمضي الوقت) وفقدان المياه بفعل التبخر (في حالة المساكن التي تعتمد على الطاقة الكهربائية المعتمدة على السدود). كذلك يمكن أن يشكل الاضطراب الاجتماعي أحد التأثيرات. وأخيراً، فإن إتاحة المياه للنقل البحري (عمق المياه) يمكن أن يسبب مشكلة. وتتمثل الآثار الإيجابية في: تنظيم التدفق، ومكافحة الفيضانات، وإتاحة المياه للري أثناء فصول الجفاف. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الطاقة الكهرمائية لا تتطلب مياهها من أجل التبريد (مثلما في حالة وحدات إنتاج الطاقة الحرارية) أو في حالة أنواع الوقود الأحفوري من أجل النمو. وقد بني نحو 75% من مستودعات المياه في العالم من أجل الري ومكافحة الفيضانات، ونظم إمدادات المياه للمناطق الحضرية، كما يمكن لكثير منها إضافة معدات صغيرة لتوليد الطاقة الكهرمائية بدون أية تأثيرات إضافية على البيئة. [WGIII 4.3.3]

حققت النظم الكبيرة (<10 MW) لتوليد الطاقة الكهرمائية المائية أكثر من 2,800 TWh من الطاقة المستهلكة في عام 2004 ووفرت نسبة 16% من الطاقة الكهرمائية العالمية (90% من الكهراء المتجددة). ويمكن للمشاريع المائية قيد الإنشاء أن تزيد نصيب الطاقة الكهرمائية بنحو 4.5 في المائة عند إتمامها، ويمكن نشر مشاريع جديدة لتوفير ناتج فعلي إضافي للطاقة يبلغ 6,000 TWh سنوياً أو أكثر من الكهراء وعلى نحو اقتصادي، وبصفة أساسية في البلدان النامية. وإن إعادة تزويد محطات توليد الطاقة القائمة بتصاميم لتوربينات أكثر قوة وكفاءة يمكن أن يكون فعالاً بالقياس إلى التكلفة أياً كان حجم محطة توليد الطاقة. [WGIII 4.3.3.1] وإن أنظمة توليد الطاقة الكهرمائية الصغيرة (<10 MW) والبالغة الصغر (<1 MW) وهي عادة مشاريع قائمة على نمط التدفق الطبيعي للنهر الذي تعود فيه المياه من محطة توليد الطاقة إلى النهر بدون تغيير تدفقه القائم أو مستوى مياهه قد وفرت المياه إلى كثير من المجتمعات المحلية الريفية في البلدان النامية من مثل نيبال. وإنتاجها الحالي فيما يتعلق بتوليد الطاقة غير يقيني، وتتراوح التنبؤات بالإنتاج الفعلي للطاقة بين 4 TWh/سنوياً و9% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهرمائية عند 250 TWh/سنوياً. وتتراوح الإمكانات الفنية العالمية للمشاريع الصغيرة والبالغة الصغر لإنتاج الطاقة الكهرمائية بين 150 و200 GW رغم إتاحة مواقع كثيرة للموارد غير مستغلة. [WGIII 4.3.3.1]

ويتعين بالنسبة لأي تنمية تقييم المنافع الكثيرة للطاقة الكهرمائية، بما في ذلك الري وإيجاد موارد لإمدادات المياه، والاستجابة السريعة للتقلبات في طلب الشبكات بسبب فترات الذروة أو الانقطاعات في أنواع الطاقة المتجددة، والمنافع من بحيرات الاستجمام، ومكافحة الفيضانات، وكذلك تقييم الجوانب السلبية. [WGIII 4.3.3.1]

6.2.5 الطاقة الحرارية الأرضية (5)

استخدمت موارد الطاقة الحرارية الأرضية منذ أمد طويل لاستخلاص الحرارة من أجل تدفئة المناطق الحضرية، وعمليات المعالجة الصناعية، وتسخين المياه في المنازل وتدفئة الأماكن، والتطبيقات المتعلقة بتزجية أوقات الفراغ والعلاج بمياه الينابيع المعدنية. [WGIII 4.3.3.4]

عملية تحويل الغابات إلى أراضي زراعية في أماكن أخرى. وعلى العكس من ذلك، يمكن لتزايد الإنتاجية في الأراضي الزراعية القائمة أن يؤدي إلى «استبقاء» بعض الغابات أو الأراضي العشبية (Balmford، 2003؛ West and Marland، 2003؛ وآخرون، 2005؛ Mooney وآخرون، 2005). ولم يتم حتى الآن قياس الأثر الصافي لهذه المبادلات على التنوع الأحيائي وخدمات النظم الإيكولوجية الأخرى قياساً كاملاً (Huston and Marland، 2003؛ Green وآخرون، 2005). [WGIII 8.8]

وإذا اختيرت أماكن مزارع إنتاج الطاقة الأحيائية وُصمت وأديرت بصورة ملائمة، فإنها يمكن أن تخفض ارتشاح المغذيات وتحت التربة وتولد خدمات بيئية إضافية من مثل تراكم كربون التربة، وتحسين خصوبة التربة، وإزالة الكادميوم وغيره من المعادن الثقيلة من التربة أو النفايات. ويمكنها أيضاً أن تزيد إعادة دوران المغذيات، وأن تساعد في معالجة المياه المستعملة الغنية بالمغذيات وحماة المجاري كما توفر موائيل للتنوع الأحيائي على سطح الأراضي الزراعية (Berndes، 2002؛ and Börjesson، 2004؛ وآخرون، 2004؛ Börjesson and Berndes، 2006) [WGIII 8.8] وفي حالة مزارع الغابات من أجل الحصول على أنواع الوقود الأحيائي يمكن تجنب تأثيرات بيئية سلبية من خلال التصميم الجيد للمشاريع. وتشمل المنافع البيئية ضمن منافع أخرى الحد من تدهور التربة، وجريان المياه، والتغير في أسفل المجرى واحتجاز الجريان الزراعي المسبب للتلوث. [LULUCF صحيفة الوقائع 4.21]

6.2.3 كهراء الكتلة الأحيائية (3)

تشكل تكنولوجيات التزويد بالطاقة المتجددة غير المائية، وخصوصاً الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية والكتلة الأحيائية حالياً مساهمات إجمالية صغيرة في الحرارة العالمية وإمدادات الكهراء لكنها تتزايد بأقصى سرعة وإن يكن من قاعدة منخفضة. ويقيد نمو كهراء الكتلة الأحيائية بسبب تكاليف إنتاجها، وبسبب العوائق الاجتماعية والبيئية أيضاً. [WGIII 4.ES] وبالنسبة للحالة الخاصة بكهراء الكتلة الأحيائية، فإن أية كميات من الكتلة الأحيائية تلزم فوق الكميات المتاحة من المخلفات والبقايا الزراعية وبقايا الغابات [WGIII الفصلان 8 و9] سوف يتعين زيادتها تبعاً للغرض المقصود، ولذلك يمكن أن تعوق بفعل المدى المتاح من الأراضي والمياه. وهناك عدم يقين كبير في هذا الصدد لكن ينبغي أن يكون هناك قدر ممكن وكاف من الإنتاج في جميع المناطق لتلبية التوليد الإضافي من الطاقة الأحيائية بمقدار 432 TWh/سنوياً بحلول عام 2030 حسب الإسقاط الوارد في هذا التحليل. [WGIII 4.4.4] وبوجه عام، فإن استبدال أنواع الوقود الأحفوري بالكتلة الأحيائية في توليد الكهراء سوف يخفض كمية مياه التبريد المصروفة إلى مجاري المياه السطحية.

6.2.4 الطاقة الكهرمائية (4)

يمكن لنظم الطاقة المتجددة من مثل الطاقة الكهرمائية المائية أن تسهم في تحقيق أمن إمدادات الطاقة وحماية البيئة. إلا أن بناء محطات توليد الطاقة الكهرمائية من مصادر مائية يمكن أن يسبب أيضاً تأثيرات

تحظى بالتأييد من أجل المحافظة على كربون التربة – تقليل حراثة الأراضي، وزيادة الغطاء النباتي، وزيادة استخدام المحاصيل الدائمة طول العام – تمنع أيضاً التحات، ويمكن أن تحقق منافع بالنسبة لتحسين المياه ونوعية الهواء (Cole وآخرون، 1993). ويمكن أن يكون لهذه الممارسات أيضاً آثار معاكسة محتملة أخرى على الأقل في بعض المناطق أو الظروف. وتشمل الآثار الممكن حدوثها زيادة تلوث المياه الجوفية بالمغذيات أو مبيدات الآفات عن طريق الارتشاح في ظل تقليل الحراثة (Cole وآخرون 1993؛ Isensee and Sadeghi، 1996). إلا أن هذه الآثار السلبية الممكن حدوثها لم يتم تأكيدها أو قياسها على نطاق واسع، كما أن المدى الذي يمكن أن توازن به المنافع البيئية لتخنية الكربون مدى غير يقيني. [WGIII TAR 4.4.2]

وتشمل مجموعة الممارسات المعروفة بتكثيف الزراعة (Lal وآخرون، 1999؛ Bationo وآخرون، 2000؛ Resck وآخرون، 2000؛ Swarup وآخرون، 2000)، بما فيها تلك الممارسات التي تعزز الإنتاج ومدخلات البقايا المتخلفة من النباتات في التربة (دورات المحاصيل، تقليل الأراضي البور العارية، المحاصيل الواقية، وأنواع المحاصيل العالية المرود، والإدارة المتكاملة بشأن الآفات، والتسميد الملائم، والتحسينات العضوية، والري، وإدارة المنسوب المائي الجوفي، والإدارة المحددة للموقع، وغيرها) وهي ذات منافع إضافية عديدة أهمها هو زيادة إنتاج الأغذية والمحافظة عليه. ويمكن أن تشمل المنافع البيئية، مكافحة التحات وصون المياه وتحسين نوعيتها، والحد من تغرين المستودعات والمجري المائية. وتتأثر التربة ونوعية المياه تأثراً معاكساً من الاستخدام المشوش للمدخلات الزراعية ومياه الري. [LULUCF صحيفة الوقائع 4.1]

وتحدث إدارة المغذيات في سعيها لتحقيق كفاءة استخدام الأسمدة تأثيرات إيجابية على نوعية المياه. [WGIII الجدول 8.12] وبالإضافة إلى ذلك، فإن الممارسات التي تقلل انبعاثات أكسيد النيتروز تحسن غالباً كفاءة استخدام النيتروجين من هذه المصادر وغيرها (الأسمدة مثلاً)، وبالتالي، تقلل أيضاً انبعاثات غاز الدفيئة GHG من صناعة الأسمدة وتفاذي الآثار الضارة للملوثات النيتروجينية بنوعية المياه والهواء (Dala وآخرون، 2003؛ Paustian وآخرون، 2004؛ Oenema وآخرون، 2005؛ Olesen وآخرون، 2006). [WGIII 8.8]

ويمكن أن توفر نظم الحراثة الزراعية (زراعة الأشجار في الأراضي الزراعية) منافع متعددة بما في ذلك توفير الطاقة إلى المجتمعات المحلية الريفية، وكذلك أوجه تأزر بين التنمية المستدامة والتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة [LULUCF 4.5.1] إلا أن الحراثة الزراعية قد يكون لها تأثيرات سلبية على صون المياه. [WGIII الجدول 8.12]

6.2.8 إدارة الأراضي الزراعية (المياه) (8)

يمكن أن يكون للممارسات الزراعية التي تعزز تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة آثار سلبية وإيجابية على السواء على صون المياه ونوعيتها. وحيث تعزز التدابير كفاءة استخدام المياه (على سبيل المثال تقليل حراثة الأراضي) فإنه يمكنها تحقيق منافع. لكن في بعض الحالات، يمكن أن تؤدي الممارسات إلى تكثيف استخدام

والحقول الحرارية الأرضية ذات البخار الطبيعي نادرة، ومعظمها مزيج من البخار والماء الساخن وتتطلب نظم وميض منفرد أو مزدوج لفصل الماء الساخن الذي يمكن استخدامه بعدد في وحدات ثنائية العنصر أو للتدفئة المباشرة. ومن شأن إعادة حقن السوائل أن يبقي على ضغط مستمر في المستودع، ومن ثم يزيد عمر الحقل، ويحد من الشواغل المتعلقة بالتأثيرات على البيئة. [WGIII 4.3.3.4]

إن الشواغل الخاصة بالاستدامة فيما يتعلق بهبوط الأراضي، ومعدلات استخلاص الحرارة التي تتجاوز إمكانات إعادة التزود الطبيعية (Bromley and Currie، 2003)، والتلوث الكيميائي لمجري المياه (بالزنيخ مثلاً) وما يرتبط بذلك من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون قد أدت إلى رفض منح التصاريح لمحطات إنتاج الطاقة الحرارية الأرضية. ويمكن التغلب على ذلك جزئياً بتقنيات إعادة الحقن. ويمكن لتكنولوجيا الحفر إلى مستويات أكثر عمقاً أن تساعد في توفير قدر وفير من الصخور الجافة الحارة على نطاق واسع حيث تحقن المياه في صخور مكسرة اصطناعياً وتستخلص الحرارة كبخار. إلا أن هذا يعني في الوقت ذاته نشوء طلب على موارد المياه المتاحة. [WGIII 4.3.3.4]

6.2.6 استخدام الطاقة في المباني (6)

يعني التبريد البخري، كتدبير من تدابير التخفيف تحقيق وفورات كبيرة في استخدام الطاقة السنوي من أجل تبريد المساكن. إلا أن هذا النمط من التبريد يمارس ضغطاً إضافياً على موارد المياه المتاحة. ويمكن الحد من استخدام الطاقة من أجل تبريد المباني بتدابير مختلفة، على سبيل المثال، بتقليل حمل التبريد من خلال شكل المباني وتوجيهها. ويعني الحد من هذه الطاقة في حالة استخدام المياه من أجل التبريد، خفض الطلب على المياه. [WGIII 6.4.4]

6.2.7 تغير استخدام الأراضي وإدارتها (7)

وفقاً لدليل الممارسات الجيدة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) فيما يتعلق باستخدام الأراضي والحراثة LULUCF، هناك ست فئات عامة ممكنة لاستخدام الأراضي تتمثل في: أراضي الغابات، والأراضي الزراعية، والأراضي العشبية، والأراضي الرطبة، والمستوطنات وغيرها. ويمكن للتغيرات في استخدام الأراضي (من مثل تحويل الأراضي الزراعية إلى أراضي عشبية) أن يؤدي إلى تغيرات صافية في مخزونات الكربون وإلى تأثيرات مختلفة على موارد المياه. وبالنسبة للتغيرات في استخدام الأراضي غير تحويلها إلى غابات (حسبما نوقش في الفرع 6.2.10)، تتضمن الوثائق السابقة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إشارات قليلة جداً إلى تأثيراتها على موارد المياه. وتؤدي استعادة الأراضي الرطبة وهي إحدى ممارسات التخفيف الرئيسية في الزراعة [WGIII 8.4.1.3] إلى تحسين نوعية المياه والحد من الفيضانات. [LULUCF الجدول 4.10] ناهيك عن ممارسات تخفيف أخرى حددها الفريق العامل الثالث WGIII قد تكون لها تأثيرات إيجابية سواء على صون المياه أو على نوعيتها. [WGIII الجدول 8.12]

ويمكن أيضاً أن يكون للممارسات إدارة الأراضي المنفذة لتخفيف تغير المناخ تأثيرات مختلفة على موارد المياه. فكثير من الممارسات التي

عام تدفق المياه من مستجمعات المياه، ويمكن أن يسبب نقصاً في المياه أثناء نوبات الجفاف (Hibbert، 1967؛ Swank and Douglass، 1974). وقد تبين لفنستنت Vincent (1995)، على سبيل المثال، أن غرس أنواع من أشجار الصنوبر ذات احتياج عالٍ إلى المياه لتجديد وإحياء مستجمعات المياه المتدهورة في تايلند قد خفض بشكل ملحوظ تدفق المجاري المائية خلال فصل الجفاف مقارنة بالغابات النفضية الأصلية. ومع أن الغابات تخفض متوسط التدفقات، فإنها يمكن أن تخفض ذروة التدفقات، وأن تزيد التدفقات أثناء فصول الجفاف لأن أراضي الغابات ذات قدرة أفضل على تسريب المياه، وقدرة عالية على استيقانها (Jones and Grant، 1996). وتؤدي الغابات أيضاً دوراً هاماً في تحسين نوعية المياه. [LULUCF 2.5.1.1.4]

وفي مناطق كثيرة في العالم حيث تنمو الغابات فوق مناسيب مائية جوفية ملحية ضحلة فإن نقصان استخدام المياه عقب إزالة الغابات يمكن أن يسبب ارتفاع المنسوب المائي الجوفي حاملاً الملح إلى السطح (Morris and Thomson، 1983). وفي حالات من هذا القبيل يمكن أن يكون استخدام الأشجار الكبيرة للمياه (مثلاً من خلال التشجير أو إعادة التشجير) مفيداً (Schofield، 1992). [LULUCF 2.5.1.1.4]

وفي المناطق المدارية الجافة تستخدم الغابات المزروعة غالباً قديراً من المياه أكبر مما تستخدمه النباتات القصيرة لأن الأشجار يمكنها الوصول إلى الماء على عمق أكبر وتبخير قدر أكبر من المياه المعتدلة. ويمكن للغابات المزروعة حديثاً أن تستخدم قديراً من المياه (من خلال النتج والاعتراض) أكبر من كمية المطر السنوية من خلال الارتواء من المياه المخزونة (Greenwood وآخرون، 1985). ولذلك، يمكن أن يكون للتشجير أو إعادة التشجير على نطاق واسع في المناطق المدارية الجافة تأثير خطير على إمدادات المياه الجوفية وتدفقات الأنهار. ومع ذلك، ليس من الواضح بما فيه الكفاية ما إذا كان استبدال الغابات الطبيعية بغابات مزروعة حتى بأنواع غريبة يزيد استخدام المياه في المناطق المدارية عندما لا يكون هناك تغير في عمق جذور أنواع الأشجار أو في سلوكها التبخيري. وفي المناطق الهندية الجافة، يكون استخدام مزارع اليوكالبتوس Eucalyptus للمياه ممثلاً لاستخدام الغابة النفضية الجافة الأصلية: وكلا النوعين من الغابات يستخدم بصفة أساسية كل كمية المطر السنوية (Calder، 1992). [LULUCF 2.5.1.1.4]

ويمكن أن يكون للتشجير وإعادة التشجير مثل حماية الغابات آثار هيدرولوجية مفيدة أيضاً. فبعد التشجير في المناطق الرطبة تتناقص كمية الجريان المباشر تناقصاً سريعاً في البداية، لكنها تصبح ثابتة بالتدرج، كما يزداد التدفق الأساسي ببطء مع ازدياد عمر الحرجة الممتثلة للشجر نحو النضوج (Fukushima، 1987؛ Kobayashi، 1987)، مما يوحي بأن إعادة التشجير والتشجير يساعدان في الحد من الفيضان ويعززان صون المياه. وفي المناطق المحدودة المياه، يمكن أن يسبب التحريج، وخصوصاً مزارع الأنواع التي تحتاج إلى قدر كبير من المياه انخفاضاً هاماً في تدفق المجاري المائية يؤثر على سكان الحوض (Le Maitre and Versfeld، 1997)، ويخفض تدفق المياه إلى النظم الإيكولوجية والأنهار الأخرى وبالتالي يؤثر

وبالتالي تخفض تدفق المجاري المائية أو احتياطيات المياه الجوفية (Unkovich، 2003؛ Dias de Oliveira وآخرون، 2005). وكانت لإدارة زراعة الأرز بوجه عام تأثيرات إيجابية على نوعية المياه من خلال خفض كمية المواد الملوثة الكيميائية في مياه الصرف. [WGIII الجدول 8.12]

6.2.9 إدارة الأراضي الزراعية (تقليل حراثة الأراضي) (9)

إن مصطلح الحراثة من أجل صون الأراضي هو مصطلح عام يشمل طائفة واسعة من ممارسات حراثة الأراضي بما في ذلك الحراثة بالإزميل، وحراثة الضلع المرتفع من الأرض، وحراثة القطاع، وحراثة المهاد، والزراعة بدون حراثة (مركز معلومات تكنولوجيا الصون (الزراعة والبيئة، 1998). وينطوي اعتماد الحراثة من أجل صون الأراضي على منافع إضافية عديدة. والمهم من هذه المنافع هو مكافحة تحات المياه والرياح، وصون المياه، وزيادة القدرة على الاحتفاظ بالمياه، وتقليل التراص، وزيادة مرونة التربة إزاء المدخلات الكيميائية، وزيادة جودة الهواء والتربة، وتعزيز التنوع الأحيائي للتربة، وتقليل استخدام الطاقة، وتحسين نوعية المياه، وتقليل تغرين المستودعات والمجاري المائية، وإمكان زراعة محاصيل. وفي بعض المناطق (على سبيل المثال استراليا)، فإن زيادة الارتشاح نتيجة لزيادة استبقاء المياه مع الحراثة الرامية إلى صون الأراضي يمكن أن تسبب تملح هابط. [LULUCF صحيفة الوقائع 4.3] وتشمل منافع ثانوية هامة لاعتماد الحراثة من أجل صون الأراضي تقليل تحات التربة، وتحقيق تحسينات في نوعية الهواء، وزيادة كفاءة الوقود، وتحقيق زيادات في إنتاجية المحاصيل. [LULUCF 4.4.2.4] كما أن لإدارة حراثة الأرض/البقايا تأثيرات إيجابية على صون المياه. [WGIII الجدول 8.12].

6.2.10 التشجير أو إعادة التشجير (10)

يتوقع بوجه عام أن تستخدم الغابات قديراً من المياه (مجملة كمية مياه النتج والتبخير الناجمة عن اعتراض الأجزاء العليا المتغصنة من الغابة) أكبر من الذي تستخدمه المحاصيل، أو الأعشاب، أو الغطاء النباتي الطبيعي القصير. وقد يكون هذا الأثر الذي يحدث في الأراضي التي تتعرض للتشجير أو إعادة التشجير متعلقاً بزيادة الفاقد بسبب الاعتراض، وخصوصاً عندما تكون الأجزاء العليا المتغصنة من الغابة مبللة خلال جزء كبير من العام (Calder، 1990)، أو قد يتعلق في المناطق الأكثر جفافاً بنشوء مزيد من نظم الجذور على نطاق واسع مما يتيح سحب المياه واستخدامها أثناء فصول الجفاف متطولة الأمد. [LULUCF 2.5.1.1.4]

ويكون الفاقد من المياه بسبب الاعتراض أكبر ما يكون في الغابات التي تشمل مناطق واسعة من الأغصان وأوراق النباتات طوال العام. وبالتالي، فإن هذا الفاقد ينحو نحو الزيادة في الغابات دائمة الخضرة لا في الغابات النفضية (Hibbert، 1967؛ Schulze، 1982) ويتوقع أن يكون هذا الفاقد في الغابات السريعة النمو ذات المعدلات العالية من تخزين الكربون أكبر منه في الغابات البطيئة النمو. ومن ثم، فإن التشجير بالأشجار الصنوبرية السريعة النمو في الأراضي التي ليست غابات يخفض بوجه

قد تكون لها تأثيرات سلبية على نوعية المياه في حالة المواقع غير المدارة إدارة سليمة. وينطبق هذا أيضاً على المعالجة الإحيائية الهوائية (الكمز) والمعالجة الأحيائية اللاهوائية (الهضم اللاهوائي). وإن إعادة تدوير النفايات وإعادة استعمالها والتقليل منها إلى أدنى حد يمكن أن يكون سلبياً بالنسبة لزوال الملوثات الجوية للنفايات من مواقع إلقاء النفايات المفتوحة، وتكون إحدى النتائج المحتملة لذلك هي تلوث المياه. [WGIII الجدول 10.7]

ومن شأن تكنولوجيات نقل المياه المستعملة ومعالجتها إذا طبقت على نحو تتوافر فيه الكفاءة أن تخفض توليد وانبعاثات غاز الدفيئة GHG أو أن تستعبده. وبالإضافة إلى ذلك، تعزز إدارة المياه المستعملة صون المياه من خلال منع تلوث المياه السطحية، والمياه الجوفية، والترتبات، والمناطق الساحلية من عمليات التصريف غير المعالجة، وبالتالي فإنها تخفض حجم الملوثات، وتحتاج إلى كمية أصغر من المياه لمعالجتها. [WGIII 10.4.6]

ويمكن بالنسبة للمياه المستعملة المعالجة إما إعادة استعمالها أو تصريفها لكن إعادة الاستعمال هي أكثر الخيارات استصواباً بالنسبة للزراعي وري البساتين وتربية الأسماك، والتغذية المصطنعة لمستودعات المياه الجوفية، أو التطبيقات الصناعية. [WGIII 10.4.6]

6.2.13 النفط غير التقليدي (13)

نظراً لأن إمدادات النفط التقليدية أصبحت شحيحة كما أن تكاليف استخراجها تنزايد، فإن أنواع الوقود السائل غير التقليدية ستصبح أكثر جاذبية من الناحية الاقتصادية، وإن كانت ستقابل ذلك زيادة في التكاليف البيئية (Williams وآخرون، 2006). ويتطلب استخراج وتحسين طفل النفط ونفط الرمال إتاحة مياه وفيرة. وتشمل التكنولوجيات الرامية إلى استخلاص الرمال من القار عملية استخلاص مفتوحة (سطحية) للنفايات حيث تكون الترسبات ضحلة بما فيه الكفاية أو حقن للبخر في الآبار في الموقع لخفض لزوجة النفط قبل استخراجها. وتستخدم عملية الاستخراج نحو أربعة لترات من المياه لإنتاج لتر واحد من النفط لكنها تنتج منتجاً قابلاً للتكرير. وتستخدم العملية المنفذة في الموقع نحو لترين من المياه لكل لتر من النفط لكن المنتج الثقيل جداً يحتاج إلى تنظيف وتخفيف (بالنفثا عادة) في معمل تكرير النفط أو يتعين إرساله إلى مرفق تحسين من أجل إنتاج نפט اصطناعي بكفاءة طاقة تبلغ نحو 75% (المجلس الوطني للطاقة 2006، NEB). وتبلغ نسبة كفاءة استخدام الطاقة في تحسين نפט الرمال حوالي 75%. ويخلف استخلاص الرمال من النفط كميات كبيرة من الملوثات ومناطق من الأراضي المضطربة [WGIII 4.3.1.4]

6.3 آثار سياسات وتدابير إدارة المياه على انبعاثات غاز الدفيئة والتخفيف منها

حسبما أشير في القسم السابق، يمكن أن يكون لممارسات تخفيف تغير المناخ في قطاعات شتى تأثير على موارد المياه وفي مقابل ذلك، يمكن أن يكون لسياسات وتدابير إدارة المياه تأثير على انبعاثات غاز الدفيئة المصاحبة لقطاعات مختلفة ومن ثم على تدابير التخفيف الخاصة بها (الجدول 6.2).

على مستودعات المياه الجوفية والتغذية (Jackson وآخرون، 2005). وبالإضافة إلى ذلك، فإن بعض التغيرات الممكنة في خصائص التربة تتأثر إلى حد كبير بالتغيرات الهيدرولوجية. ولعل الفوائد الهيدرولوجية للتشجير تحتاج إلى تقييم لكل موقع على حدة [WGIII TAR 4.4.1]

وينبغي الموازنة بين الفوائد الاجتماعية – الاقتصادية الإيجابية من مثل الثروة أو خلق الوظائف وخسارة الرفاه الناجمة عن انخفاض المياه المتاحة، والمراعي والموارد الطبيعية والأراضي الزراعية. وقد يكون لتشجير الأراضي المتحاتة من قبل أو المتدهورة لسبب آخر تأثير بيئي إيجابي صاف؛ وفي مستجمعات المياه التي تكون إنتاجيتها المائية كبيرة أو لا يكون استخدام مياهها كثيفاً فإن انخفاض تدفق المجرى المائي قد لا يكون خطيراً. [LULUCF 4.7.2.4]

6.2.11 تفادي/تقليل إزالة الغابات (11)

يمكن أن يسهم وقف إزالة الغابات وتدهور الغابات (فقدان كثافة الكربون) أو إبطائهما والإدارة المستدامة للغابات إسهاماً كبيراً في تفادي الانبعاثات، وصون موارد المياه ومنع الفيضانات وخفض الجريان ومكافحة التحات وخفض تغرين الأنهار وحماية مصائد الأسماك والاستثمارات في مرافق إنتاج الطاقة الكهربائية المائية؛ والمحافظة على التنوع الأحيائي في الوقت نفسه (Parrotta، 2002). [WGIII 9.7.2]

وتصون المحافظة على الغابات موارد المياه وتحول دون حدوث الفيضانات. وعلى سبيل المثال، أدى فقدان الغطاء الحرجي إلى زيادة واضحة في الأضرار الناجمة عن الفيضان الذي حدث في أمريكا الوسطى عقب إعصار ميتش. فالغابات من خلال خفضها للجريان تكافح التحات والملوحة. ومن ثم، فإن المحافظة على الغطاء الحرجي يمكن أن تخفض تغرين الأنهار وأن تحمي مصائد الأسماك والاستثمار في مرافق إنتاج الطاقة الكهربائية المائية (Chomitz and Kumari، 1996). [WGIII TAR 4.4.1]

ويمكن لإزالة الغابات وتدهور مستجمعات المياه في الأراضي المرتفعة أن تسبب اختلال النظم الهيدرولوجية وأن تستبدل التدفقات المائية على مدار العام في مناطق المجاري السفلية للأنهار، بنظم الفيضان والجفاف (Myers، 1997). ولئن كانت هناك غالباً أوجه تآزر بين زيادة تخزين الكربون من خلال أنشطة التشجير، وإعادة التشجير، وإزالة الغابات (ARD) وما يرتبط بها من تأثيرات مرغوبة أخرى، فإنه لا يمكن تطبيق قواعد عامة في هذا الصدد؛ وينبغي تقييم التأثيرات على نحو منفرد لكل حالة محددة. ويمكن أن تكون التأثيرات المصاحبة ذات شأن، كما يمكن أن تتأثر المرغوبة الإجمالية في أنشطة تشجير وإعادة تشجير وإزالة غابات ARD محددة تأثراً كبيراً بالتأثيرات المصاحبة لها. [LULUCF 3.6.2]

6.2.12 إدارة النفايات الصلبة؛ معالجة المياه المستعملة (12)

إن مطارح النفايات الخاضعة للرقابة (مع استخلاص الغاز واستعماله أو بدون استخلاصه) تتحكم في انبعاثات غاز الدفيئة وتخففها لكن

الجدول 6.2: تأثير إدارة المياه على الانبعاثات القطاعية لغاز الدفيئة GHG. وزيادة هذه الانبعاثات مبيّنة بعلامة [-]، (لأن هذه الزيادة تنطوي على تأثير سلبي)، وانخفاض انبعاثات غاز الدفيئة GHG بعلامة [+]. والأرقام الواردة بين أقواس مستديرة تحيل إلى الحواشي، وكذلك إلى أرقام الفقرات الفرعية الواردة في القسم 6.3.

القطاع	النوعية	الكمية	مستوى المياه
الطاقة	الكيميائية/ البيولوجية	متوسط الطلب	المياه الجوفية
		سُدود مائية (1) [-/+] الري (2) [-] الطاقة الحرارية الأرضية (7) [+] إزالة الملوحة (6) [-]	سُدود مائية (1) [-/+]
الزراعة		السُدود المائية (1) [-]	الري (2) [-/+] غلة بقايا (المحاصيل أو النباتات) (3) [+]
النفايات	معالجة المياه المستعملة (5) [-/+]		صرف الأراضي الزراعية (4) [-/+]

الحواشي:

- (1) لا تتطلب الطاقة الكهرومائية وقوداً أخورياً وهي مصدر هام للطاقة المتجددة. إلا أن بصمة غاز الدفيئة GHG في خزانات توليد الطاقة الكهرومائية تعرضت للشك مؤخراً. وبوجه خاص، يمثل غاز الميثان مشكلة.
- (2) يمكن أن يؤدي تطبيق تدابير أكثر فعالية للري إلى زيادة تخزين الكربون في التربة من خلال زيادة غلات المحاصيل وغلث بقاياها، لكن بعض هذه المكاسب يمكن أن تقابلها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الطاقة المستخدمة في إمدادات المياه. ويمكن للري أن يستحث أيضاً انبعاثات إضافية لتزكيز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط CH_4 وانبعاثات أكسيد النيتروز N_2O ، رها بظروف كل حالة محددة.
- (3) سيؤدي عائد البقايا في الحقول من أجل تحسين القدرة على الاحتفاظ بالمياه إلى تنحية الكربون من خلال زيادة إنتاجية المحاصيل وخفض تنفس التربة، على حد سواء.
- (4) يمكن لأصرف الأراضي الزراعية في المناطق الرطبة أن يعزز الإنتاجية (ومن ثم كربون التربة) وربما يُحمد أيضاً انبعاثات أكسيد النيتروز N_2O من خلال تحسين التهوية. إلا أن أي نتروجين يفقد أثناء الصرف يمكن أن يتعرض للفقد كأكسيد نيتروز N_2O .
- (5) رها بتصميم وإدارة مرافق (معالجة المياه المستعملة وتكنولوجيا تنقية المعالجة) يمكن أن تصدر انبعاثات تزيد أو تقل من تركيز ثاني أكسيد الكبريت CH_4 وأكسيد النيتروز N_2O وتكون الانبعاثات الرئيسية لغاز الدفيئة GHG من المياه المستعملة خلال جميع المراحل من المصدر إلى التصريف؛ إلا أنه من الناحية العملية يحدث معظم الانبعاثات خلال الأطوار الأولية للمعالجة.
- (6) تتطلب إزالة الملوحة استخدام الطاقة، وبالتالي فإنها تولد انبعاثات غاز الدفيئة GHG.
- (7) لا يولد استخدام الطاقة الحرارية الأرضية لأغراض التدفئة انبعاثات غاز الدفيئة GHG كما هو الحال مع الأساليب الأخرى لإنتاج الطاقة.

6.3.1 السُدود المائية (1)

الفينولي والحامض الدبالي) التي تنحي أيونات الكربون المتضمنة تحتية فعالة. وبالنسبة للخزانات المدارية الضحلة، يلزم مزيد من البحث لتحديد المدى الذي قد تزيد فيه هذه الخزانات انبعاثات غاز الميثان. [WGIII 4.3.3.1]

إن انبعاث غازات الدفيئة من الخزانات بسبب تعفن النباتات ودفق الكربون الداخلي من مستجمعات المياه هو تأثير تم تحديده مؤخراً للسُدود على النظام الإيكولوجي. ويتحدى هذا التأثير الحكمة التقليدية التي مؤداها أن الطاقة الكهرومائية تنتج فقط آثاراً إيجابية في الغلاف الجوي (على سبيل المثال تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأكسيدات النيتروز) مقارنة بمصادر توليد الطاقة التقليدية (اللجنة العالمية المعنية بالسُدود، 2000).

وأظهرت عمليات تقييم دورة حياة مشاريع الطاقة الكهرومائية المتاحة وقت إصدار تقرير التقييم الرابع انبعاثات إجمالية منخفضة صافية لغاز الدفيئة. ونظراً لأن قياس الانبعاثات الإضافية المتعلقة بالأنشطة البشرية المنشأ من خزانات المياه العذبة لا تزال غير يقينية، استبعد المجلس التنفيذي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ UNFCCC المشاريع المائية الكبيرة التي تحقق تخزيناً كبيراً للمياه من آليته للتنمية النظيفة (CDM). [WGIII 4.3.3.1]

شيد نحو 75% من خزانات المياه في العالم من أجل الري ومكافحة الفيضانات ونظم إمدادات المياه للمناطق الحضرية. وتختلف انبعاثات غاز الدفيئة باختلاف مواقع الخزانات، وكثافة الطاقة (قدرة الطاقة بالنسبة للمساحة المغمورة بالمياه) ومعدل التدفق، وما إذا كانت محطة توليد الطاقة تستند إلى سد أو إلى نمط التدفق الطبيعي للنهر الذي تعود فيه المياه من محطة توليد الطاقة الكهربائية إلى النهر بدون تغيير تدفقه القائم أو مستوى مياهه أو يستعمل فيه خزان كبير عند منبع النهر. وكانت بصمة غاز الدفيئة الخاصة بخزانات توليد الطاقة الكهرومائية موضع شك مؤخراً. وتبين أن بعض الخزانات تمتص ثاني أكسيد الكربون في سطحها لكن معظمها يبعث كميات صغيرة من غازات الدفيئة عندما تنقل المياه الكربون وتُدخله في دورة الكربون الطبيعية. وقد سُجلت انبعاثات عالية لغاز الميثان في الخزانات المدارية الضحلة الكائنة في الهضاب حيث تكون دورة الكربون الطبيعية في أقصى إنتاجيتها، بينما تصدر الخزانات ذات المياه العميقة قدراً أخفض من الانبعاثات. ويمكن كتم غاز الميثان المنبعث من السهول الفيضية الطبيعية والأراضي الرطبة إذا غمرت بمياه خزان جديد نظراً لأن الميثان يتأكسد عندما يرتفع من خلال عمود الماء. ويتضمن تكوين الميثان في المياه العذبة مركبات منتجات ثانوية كربونية (الحامض

6.3.2 الري (2)

تتلقى نسبة تبلغ نحو 18% من الأراضي الزراعية في العالم حالياً مياهاً إضافية من خلال الري (تقييم النظام الإيكولوجي للألفية، 2005a, b). وإن توزيع هذه المساحة (حيث تسمح احتياطات المياه بذلك) أو تنفيذ تدابير ري أكثر فعالية يمكن أن يعزز تخزين الكربون في التربة من خلال زيادة غلة المحاصيل وعائد البقايا (Follett، 2001؛ Lal، 2004). إلا أنه يمكن أن يقابل هذه المكتسبات انبعاث ثاني أكسيد الكربون من الطاقة المستخدمة لتوفير المياه (Schlesinger، 1999؛ Mosier وآخرون، 2005) أو من انبعاثات أكسيد النيتروز من ارتفاع نسبة الرطوبة ومدخلات نيتروجين الأسمدة (Liebig وآخرون، 2005) وإن كان أثر العامل الأخير لم يتم قياسه على نطاق واسع [WGIII 8.4.1.1.d]. ويمكن أن يسبب توسيع نطاق مساحة زراعة الأرز في الأراضي الرطبة أيضاً زيادة في انبعاثات غاز الميثان من التربة (Yan وآخرون، 2003). [WGIII 8.4.1.1.e]

6.3.3 عائد البقايا (3)

يشكل تنافس وتزاحم الأعشاب الضارة على المياه سبباً هاماً للإخفاق أو النقصان في غلات المحاصيل على النطاق العالمي. وتتيح صنوف التقدم التي تحققت في أساليب مكافحة الأعشاب الضارة وفي آلية الزراعة حالياً إمكان نمو محاصيل كثيرة بحد أدنى من الحرارة للأرض (الحرارة المخفضة) أو بدون حرارة (الزراعة بدون حرارة). وهذه الممارسات التي تقضي إلى المحافظة على مخلفات وبقايا المحاصيل وبالتالي تحول دون فقدان المياه بسبب التبخر تستخدم بصورة متزايدة حالياً في كافة أنحاء العالم (مثل Cerri وآخرون، 2004). ونظراً لأن اضطراب التربة ينحو نحو حفز فقدان كربون التربة من خلال زيادة التحلل والتحات (Madari وآخرون، 2005)، فإن الزراعة القائمة على تقليل حرارة الأرض أو عدم حرارتها ينتج عنها غالباً مكاسب في كربون التربة وإن لم يكن ذلك يحدث دائماً (West and Post، 2002؛ Alvarez، 2005؛ Gregorich وآخرون، 2005؛ Ogle وآخرون، 2005). ويمكن لاعتماد أسلوب تقليل حرارة الأرض أو عدم حرارتها أن يؤثر أيضاً على انبعاثات أكسيد النيتروز N_2O لكن الآثار الصافية ليست متسقة ولم يتم قياسها قياساً جيداً على النطاق العالمي (Cassman وآخرون، 2003؛ Smith and Conen، 2004؛ Helgason وآخرون، 2005؛ Li وآخرون، 2005). وقد يتوقف أثر تقليل حرارة الأرض على انبعاثات أكسيد النيتروز على ظروف التربة والأحوال المناخية: ففي بعض المناطق يؤدي تقليل حرارة الأرض إلى تعزيز انبعاثات أكسيد النيتروز، وفي أماكن أخرى يمكنه أن يخفف انبعاثات أو يكون له تأثير غير قابل للقياس (Marland وآخرون، 2001). وبالإضافة إلى ذلك يمكن لأنظمة عدم حرارة الأرض أن تخفف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استخدام الطاقة (Marland وآخرون، 2003؛ Koga وآخرون، 2006). وتنحو النظم التي تستبقي بقايا المحاصيل أيضاً نحو زيادة الكربون في التربة لأن هذه البقايا هي سلائف المواد العضوية في التربة التي هي المخزن الرئيسي للكربون في التربة. وإن تفادي حرق البقايا (على سبيل المثال ميكنة محصول قصب السكر يستبعد الحاجة إلى الإحراق قبل الحصاد؛ Cerri وآخرون، 2004)، ويتفادى أيضاً الانبعاثات من الأهباء الجوية وغازات الدفيئة GHGs المتولدة من الحريق، وإن كانت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استخدام الوقود يمكن أن تزداد. [WGIII 8.4.1.1.c]

6.3.4 عمليات الصرف في الأراضي الزراعية (4)

يمكن لعملية الصرف في الأراضي الزراعية في المناطق الرطبة أن تعزز إنتاجية الأراضي (ومن ثم الكربون في التربة) وربما أيضاً تخمد انبعاثات أكسيد النيتروز N_2O من خلال تحسين التهوية (Monteny وآخرون، 2006). إلا أن أي نتروجين يُفقد خلال عملية الصرف يمكن أن يتعرض للفقدان باعتباره أكسيد النيتروز (Reay N_2O وآخرون، 2003). [WGIII 8.4.1.1.d]

6.3.5 معالجة المياه المستعملة (5)

فيما يتعلق بتركيز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط CH_4 وهو أكبر مصدر لانبعاثات غاز الدفيئة GHG من قطاع النفايات، تستمر الانبعاثات عدة عقود بعد التخلص من النفايات، ومن ثم فإن تقدير اتجاهات الانبعاثات يتطلب نماذج تشمل الاتجاهات الزمنية. وينبعث تركيز ثاني أكسيد الكبريت CH_4 أيضاً أثناء نقل المياه المستعملة، وعمليات معالجة مياه المجاري، والتسرب من الهضم اللاهوائي للرواسب الطينية في النفايات أو المياه المستعملة. وتتمثل المصادر الرئيسية لأكسيد النيتروز N_2O في المجاريير الخاصة بالبشر، وفي معالجة المياه المستعملة. [WGIII 10.3.1]

ويُتوقع أن تزداد انبعاثات غاز الميثان من المياه المستعملة وحدها بنسبة تبلغ قرابة 50% بين عام 1990 وعام 2020، وخصوصاً في البلدان السريعة النمو في شرق آسيا وجنوبها. والتقدير المتعلق بانبعاثات أكسيد النيتروز N_2O العالمية من المياه المستعملة تقديرات غير كاملة وتستند فقط إلى معالجة المجاريير الخاصة بالبشر، لكن هذه التقديرات تشير إلى زيادة تبلغ نسبتها 25% بين عام 1990 وعام 2020. إلا أنه من المهم التأكيد على أن هذه السيناريوهات هي سيناريوهات Business-as-usual أي تقوم على إسقاطات، وقد تكون الانبعاثات الفعلية أخفض بكثير إذا ما نفذت تدابير إضافية. وسيتوقف تخفيض الانبعاثات من قطاع النفايات في المستقبل جزئياً على إتاحة آليات كيوتو بعد عام 2012 من مثل آلية التنمية النظيفة CDM. [WGIII 10.3.1]

وفي البلدان النامية وبسبب الزيادة السريعة للسكان والتوسع الحضري بدون تنمية متزامنة للبنية الأساسية اللازمة لمعالجة المياه المستعملة، تكون انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت CH_4 وأكسيد النيتروز N_2O من المياه المستعملة بوجه عام أعلى منها في البلدان المتقدمة. ويمكن تبين ذلك من فحص تقديرات انبعاثات غاز الميثان وأكسيد النيتروز N_2O لعام 1990 والاتجاهات المسقطة لعام 2020 من المياه المستعملة والمجاريير الخاصة بالبشر. [WGIII 10.3.3]

ولئن كانت انبعاثات غاز الدفيئة GHG الحالية من المياه المستعملة أخفض من الانبعاثات الصادرة من النفايات، فإن من المسلم به أن هناك قدراً كبيراً من الانبعاثات التي لا تقيسها التقديرات الحالية، وخصوصاً من خزانات التعفين والمراحيض، وعمليات التصريف التي لا تخضع لرقابة في البلدان النامية. ويمكن لعمليات المعالجة «الطبيعية» اللامركزية وخزانات التعفين في البلدان النامية أن تنتج انبعاثات كبيرة نسبياً من غاز الميثان وأكسيد النيتروز N_2O ، وخصوصاً في الصين والهند

6.4 المنازعات المحتملة بشأن موارد المياه بين التكيف والتخفيف

يمكن أن تنشأ منازعات بين التكيف والتخفيف بشأن موارد المياه. وتبين الدراسات القليلة القائمة (على سبيل المثال Dang وآخرون، 2003) أن مضاعفات التدابير المتخذة للتخفيف على التكيف، والعكس بالعكس، هامشية إلى حد كبير على المستوى العالمي وإن كان يمكن أن تكون هامة على النطاق الإقليمي. ففي المناطق التي سيؤدي فيها تغير المناخ إلى إحداث تحولات هامة في النظام الهيدرولوجي بينما لا تزال إمكانات الطاقة الكهرمائية متاحة، فإن ذلك سيزيد التنافس على المياه، وخصوصاً إذا نفذت الجهود الرامية إلى التكيف مع تغير المناخ في قطاعات شتى (مثل التنافس على موارد المياه السطحية بين الري من أجل التصدي لتأثيرات تغير المناخ على الزراعة، وزيادة الطلب على مياه الشرب، وزيادة الطلب على مياه التبريد من أجل قطاع إنتاج الطاقة). ويؤكد هذا أهمية وضع استراتيجيات متكاملة لإدارة الأراضي والمياه من أجل أحواض الأنهار لضمان تحقيق التوزيع الأمثل للموارد الطبيعية الشحيحة (الأراضي، المياه). كذلك يتعين تقييم التخفيف والتكيف على السواء في الوقت ذاته مع إجراء عمليات مبادلة واضحة بغية تعزيز فعالية الاستثمارات الاقتصادية مع تعزيز التنمية المستدامة في الوقت ذاته. [WGII 18.8, 18.4.3]

وتؤكد دراسات عديدة حدوث صدمات محتملة بين إمدادات المياه، ومكافحة الفيضانات، وإنتاج الطاقة الكهرمائية والحد الأدنى لتدفق المياه في المجاري المائية (اللازم للأغراض الإيكولوجية ولأغراض نوعية المياه) في ظل الظروف المناخية والهيدرولوجية المتغيرة (Christensen وآخرون، 2004؛ Van Rheenen وآخرون، 2004). [WGII 18.4.3]

كما يتطلب التكيف مع النظم الهيدرولوجية المتغيرة وإتاحة المياه مدخلات إضافية مستمرة من الطاقة. وفي المناطق الشحيحة المياه، من شأن تزايد إعادة استعمال المياه المستعملة وما يرتبط بها من معالجة، والضخ من الآبار العميقة، وخصوصاً إزالة الملوحة على نطاق واسع أن تزيد استخدام الطاقة في قطاع المياه (Boutkan and Stikker، 2004)، وبالتالي تولد انبعاثات غاز الدفيئة GHG، إلا إذا استخدمت خيارات «الطاقة النظيفة» لتوليد المدخلات اللازمة من الطاقة. [WGII 18.4.3]

وإندونيسيا. وإن المجاري المفتوحة أو المياه المستعملة التي تحولت على نحو غير نظامي إلى برك في البلدان النامية تنتج عنها غالباً عمليات تصريف لا رقابة عليها إلى الأنهار والبحيرات مسببة تزايداً سريعاً في كميات المياه المستعملة يواكب التنمية الاقتصادية. ومن ناحية أخرى، تستخدم في المكسيك وزيمبابوي والصين والسويد مراحض تتسم بانخفاض استخدامها للمياه (من 3 إلى 5 لترات) ونهج للنظافة الصحية الإيكولوجية (بما في ذلك المراحض الإيكولوجية) حيث يعاد تدوير المغذيات بأمان في زراعة مثمرة وفي البيئة. ويمكن تطبيق هذه النهج أيضاً في كثير من البلدان النامية والبلدان المتقدمة، وخصوصاً حيث يكون هناك نقص في المياه، أو عدم انتظام في إمداداتها أو حيث يلزم اتخاذ تدابير إضافية من أجل صون موارد المياه. وتشجع جميع هذه التدابير أيضاً وحدات معالجة المياه المستعملة الأصغر حجماً ذات الأحمال المنخفضة من المغذيات وانبعاثات متناسبة أخفض لغاز الدفيئة GHG. [WGIII 10.6.2] والحاصل هو أن كمية المياه المستعملة المجمعة والمعالجة تزايدت في بلدان كثيرة من أجل المحافظة على نوعية مياه الشرب وتحسينها ومن أجل تحقيق منافع تتعلق بالصحة العمومية وحماية البيئة. وعلى نحو متزامن، ستنخفض انبعاثات غاز الدفيئة GHG من المياه المستعملة على نحو تناسبي مع الزيادة في تجميع ومعالجة المياه المستعملة في المستقبل. [WGIII 10.6.2]

6.3.6 إزالة الملوحة (6)

يمكن في المناطق الشحيحة المياه أن يتم توفير إمدادات المياه (جزئياً) من خلال إزالة ملوحة المياه المالحة. وتحتاج هذه العملية إلى الطاقة، وينطوي ذلك ضمنياً على توليد انبعاثات غاز الدفيئة GHG في حالة استخدام الوقود الأحفوري. [WGIII 3.3.2]

6.3.7 الطاقة الحرارية الأرضية (7)

لا يولد استخدام الطاقة الحرارية الأرضية لأغراض التدفئة انبعاثات غاز الدفيئة GHG كما هو الحال مع الأساليب الأخرى لتوليد الطاقة (انظر أيضاً الفقرة 6.2.5).

