5. انعكاسات زيادة استخدام الطاقة البيولوجية

يتزايد الوعي بأن الطاقة البيولوجية بها مجموعة من المزايا تفوق ما يوجد في بقية مصادر الطاقة، ومن هذه المزايا زيادة دخل المناطق الريفية، وتخفيض مستويات الفقر في البلدان النامية، واستعادة الأراضي غير المنتجة أو المتدهورة، وتعزيز التنمية الاقتصادية. وفي المساهمة في زيادة أمن الطاقة يكون للطاقة البيولوجية انعكاسات استراتيجية أيضاً وخصوصاً عند البلدان المستوردة للنفط. وأخيراً فإنها تستطيع أن تساعد على تقليل انبعاثات غاز الدفيئة التي تعتبر مصدراً لقلق العالم بأكمله.

ولكن هناك تحديات لا بد من مواجهتها قبل الاستفادة الكاملة من إمكانيات الطاقة البيولوجية. فهناك عدد من المشكلات في إنتاج هذه الطاقة،وخصوصاً إنتاجها لعمليات واسعة النطاق ومن أجل تقليل الأخطار في استراتيجية تنمية الطاقة البيولوجية يكون من المهم تحليل مختلف جوانب هذه الطاقة وجوانب تنمية الطاقة الخشبية تحليلاً كاملاً:

- التنمية الريفية، والعدالة وتخفيف حدة الفقر؛
- إدارة الأراضي والغابات والتنوع البيولوجي؛
- أسعار الأغذية والمنتجات الحرجية؛
- انبعاثات غاز الدفيئة ونوعية الهواء؛
- توافر المياه؛
- أسعار الطاقة ومدى الاعتماد على الطاقة.

وينتج عن تنمية الطاقة البيولوجية منافع ونتائج إيجابية (الإطار 6). ونظراً لهذه التفاعلات فيجب تقييم المنافع والتكاليف من الاستثمارات في الطاقة البيولوجية في كل حالة على حدة أو في كل بلد على حدة.

وهناك عوامل كثيرة في إنتاج الطاقة من الكتلة البيولوجية. ومن أهمها نوع المحاصيل وإنتاجيتها. ففي عام 2004 وفي دراسة تستند إلى بيانات الوكالة الدولية للطاقة أجريت مقارنة بين مختلف أنواع الوقود الزراعي من حيث احتياجاتها إلى الأراضي الزراعية للحصول على نفس الكمية من الطاقة. وبيّنت النتائج أن الصويا يحتاج إلى مساحة من الأراضي تماثل 12 مرة ما يحتاج إليه قصب السكر. أما بقية مصادر الطاقة البيولوجية السائلة فهي تتراوح بين هذين الرقمين فتتطلب الذرة مثلاً مساحة مثل المساحة التي يتطلبها قصب السكر في حين أن نخيل الزيت يتطلب نسبة 30 في المائة أكثر.

والأهم من ذلك الإجابة عن سؤال: «ما هي مساحة الأراضي الزراعية التي ستكون مطلوبة لتحويل 25 في المائة من طاقة النقل من الوقود الأحفوري إلى الوقود البيولوجي السائل؟» والإجابة هي 430 مليون هكتار عند زراعة قصب السكر أي 17 في المائة من أراضي العالم الزراعية و5 مليارات في حالة الصويا – أي 200 في المائة من أراضي العالم الزراعية (Fresco, 2006).

الإطار 6

المكاسب والسلبيات الممكنة في تنمية الطاقة البيولوجية

المكاسب الممكنة	السلبيات الممكنة
• تنويع الإنتاج الزراعي • تنشيط التنمية الاقتصادية الريفية والمساهمة في تخفيف حدة الفقر • زيادة أسعار الأغذية وزيادة دخل للمزارعين • تحسين البنية الأساسية والعمالة في المناطق الريفية • تقليل انبعاثات غاز الدفيئة • زيادة الاستثمارات في استصلاح الأراضي • الحصول على إيرادات جديدة من استخدام المخلفات الخشبية والزراعية، ومن تقليل الكربون • تقليل الاعتماد على الطاقة من الخارج وتنويع إمدادات الطاقة المحلية وخصوصاً في المناطق الريفية • الحصول على طاقة نظيفة ورخيصة لمصلحة المشروعات الصغيرة المتوسطة الحجم في المناطق الريفية	• تقليل توافر الأغذية المحلية إذا كانت الاستزراعات من أجل الطاقة ستحل محل زراعة الكفاف • زيادة أسعار الأغذية للمستهلكين • ربما يؤدي الطلب على الأراضي لإنتاج محاصيل الطاقة إلى زيادة إزالة الغابات وتقليل التنوع البيولوجي ورفع انبعاثات غاز الدفيئة • زيادة عدد الملوثات • إدخال تعديلات على السيارات والمركبات وما يلزم لها من بنية أساسية للتزود بالوقود • ارتفاع تكاليف إنتاج الوقود • زيادة إزالة الأخشاب مما يؤدي إلى تدهور النُظم الإيكولوجية الحرجية • إزاحة صغار المزارعين وتركيز حيازة الأراضي والدخل • انخفاض جودة التربة وخصوبتها بسبب الزراعة الكثيفة للحصول على محاصيل الطاقة البيولوجية • تشويه الإعانات المقدمة لقطاعات أخرى وإيجاد حالات عدم مساواة داخل البلدان

المصدر: FAO, 2000; UN-Energy, 2007; Perley, 2008

وعلى ذلك فليس من الواقعي النظر إلى الوقود البيولوجي على أنه سيحل تماماً محل الوقود الأحفوري. ويجب النظر إلى هذا الوقود البيولوجي على أنه مصدر ممكن من مصادر الطاقة يجوز استخدامه بالاشتراك مع مصادر أخرى.

الفقر والعمالة والأسعار

ويعزز الأمن الغذائي. ولكن هناك متغيرات كثيرة تُحدد ما إذا كان التوسع في إنتاج الطاقة البيولوجية له أثر، إيجابي، أم سلبي، على سبُل العيش. فعندما تتاح لصغار المزارعين فرصة إنتاج الكتلة البيولوجية لحسابهم الخاص أو بواسطة نُظم تعاقد فقد تحقق منافع صافية. ولكن هناك تاريخاً من المنازعات، ففي إندونيسيا مثلاً كان إنشاء مزارع واسعة من نخيل الزيت يرتبط بادعاءات عن الاستيلاء على الأراضي والتعسف وانتهاك حقوق الإنسان (Aglionby, 2008).

ويعتمد خلق فرص العمل عند تنمية الطاقة البيولوجية على نوع المحاصيل ونظام إنتاجها. فحصد محاصيل مثل *Jatropha curcas* هو نشاط كثيف في العمالة ويمكن أن يولد فرص عمل ودخل لسكان الريف، ولكن حصد محاصيل مثل قصب السكر لا يتطلب كثيراً من اليد العاملة ولا يوفر إلا فرص عمل ضئيلة نسبياً لسكان الريف. وعلى هذا فإن أهمية الوقود البيولوجي السائل لقطاع العمالة هي موضع تساؤل (Biofuelwatch, 2007). ومن المحتمل أن يوفر إنتاج الطاقة البيولوجية فرص عمل أكبر مما يوفره استيراد الوقود الأحفوري، خصوصاً إذا كانت الواردات كبيرة. لكن حجم نُظم الإنتاج وطبيعتها ستكون لها أهمية حاسمة في توليد فرص العمل.

وتنطوي تنمية الطاقة البيولوجية على إمكان توفير الطاقة لسكان الريف الذين لا يستطيعون الحصول عليها من مصادر أخرى، ومن شأن ذلك أن ينشط التنمية الاقتصادية. فأحوال معيشة الأسر الفقيرة ستتحسن إذا أدت تنمية الطاقة البيولوجية إلى استخدام أكفأ ومستدام للطاقة البيولوجية التقليدية (UN-Energy, 2007).

ويمكن أن تنشأ منازعات اجتماعية عند إقامة مزارع كبيرة مزودة بمرافق مركزية لتحويل المحاصيل إلى طاقة. فهذه المرافق يجب أن تكون قريبة لمواقع إنتاج الطاقة الحيوية من أجل تقليل تكاليف النقل ورفع الجدوى الاقتصادية. ومن المحتمل أن تؤدي هذه الترتيبات إلى زيادة تركيز الملكية وإلى إزاحة المزارعين التقليديين. ولكن إذا كان هناك تخطيط محلي فعال يمكن وضع نظام لإبقاء المزارعين والتعاقد معهم مما يوفر فرصاً أمام صغار الحائزين ويشجعهم على الاستثمار.

وربما يؤدي التنافس على الأراضي والمنتجات الزراعية إلى رفع أسعار الأغذية ولكن يمكن أيضاً أن يؤدي إلى تحسين دخل المزارعين. فالذين ينتجون أكبر فوائض سيستفيدون، في حين أن المشترين الصافيين سيعانون المزيد. ويعتمد توزيع التكاليف والمنافع على الظروف المحلية وإن كان الأثر الصافي لارتفاع أسعار الأغذية سيكون أثراً سلبياً على الأمن الغذائي في كثير من الحالات. وربما يظهر أكبر أثر بين فقراء المدن الذين ليس لديهم فرص الحصول على أرض والاستفادة من منافع ارتفاع الأسعار الزراعية.

وإذا ارتفعت أسعار محاصيل الوقود البيولوجي السائل ارتفاعاً كبيراً سيميل المزارعون إلى تحويل الأراضي من زراعة المحاصيل الغذائية إلى زراعة محاصيل الطاقة. وفي الأجل القصير قد يؤدي ذلك إلى تقليل إمدادات الأغذية وربما ترتفع أسعارها. ولكن المزارعين لا يغيرون المحاصيل بسهولة، وتعتمد قرارات اختيار المحاصيل أساساً على أسعار السوق والربحية. وربما يؤدي ارتفاع أسعار الأغذية إلى الحفز على استخدام الأراضي لإنتاج محاصيل غذائية بحيث أن السوق ستعمل لإعادة التوازن بين العرض والطلب. ولكن ينبغي التأكيد على أن أي زيادة في أسعار الأغذية، حتى إذا كانت مؤقتة، ستؤثر على الفقراء، وخصوصاً في البلدان النامية (الإطار 7).

الأراضي والبيئة

الأرض عنصر أساسي في إنتاج الطاقة البيولوجية، ومدى توافر الأراضي يختلف بين الأقاليم والبلدان. فالتوسع في إقامة مزارع ضخمة لإنتاج الطاقة قد يُقلل من توافر الأراضي لإنتاج الأغذية وتكون النتيجة هي القلق على الأمن الغذائي في بعض البلدان – وخصوصاً تلك التي تكون أراضيها محدودة وسكانها كثيرون.

الإطار 7

أسعار الأغذية والطاقة البيولوجية

درس Rosegrant *et al.* (2005, 2006) التأثيرات المحتملة التي قد تنتج عن زيادة الطلب على الطاقة في أسعار الأغذية في العالم. وقد درسوا ثلاث حالات في تصور إنتاج الوقود البيولوجي السائل إنتاجاً ضخماً، بافتراض أن مجموع استهلاك هذا الوقود سيرتفع بمقدار ما بين مرتين وعشر مرات في بعض البلدان والأقاليم، بما فيها الصين والهند والبرازيل والولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي، وبافتراض أن أسعار النفط ستظل مرتفعة بالأرقام الحقيقية. وهذه الحالات الثلاث هي:

- استمرار التركيز على الوقود البيولوجي السائل المستخرج من الحبوب؛
- التحول إلى الوقود البيولوجي السائل المستخرج من الأخشاب؛
- زيادة استخدام الوقود البيولوجي المستخرج من المواد إلى جانب تحسين الممارسات الزراعية.

وكان في تقدير المؤلفين أن الأسعار الحقيقية للأغذية في الحالة الأولى سترتفع ارتفاعاً كبيراً بحلول عام 2020 (انظر الجدول). وأما في الحالة الثانية فإن التوسع الجديد سيقابله إنتاج الوقود من الأخشاب مما يقلل هذه الزيادات بعض الشيء. وأما الجمع بين استخراج الوقود البيولوجي من مادة سيلولوزية وتحسين الممارسات الزراعية فقد يؤدي إلى زيادات طفيفة في الأسعار. وفي جميع هذه الحالات يكون من المتوقع أن ترتفع الأسعار الحقيقية للمحاصيل في المستقبل.

وكل واحدة من هذه الحالات الثلاث ستعني ارتفاع متوسط الأسعار في الأسواق العالمية للأغذية، وإن كانت التغيرات ستختلف بين بلد وآخر. وهناك نماذج أخرى أيدت هذه النتائج، وخصوصاً التحليل الذي وضعه Schmidhuber (FAO, 2006a)، حيث تبين أن زيادة الطلب على المادة الأولية لإنتاج الوقود البيولوجي تؤدي إلى زيادة أسعار السلع الأساسية الزراعية في العالم.

وزيادة أسعار الأغذية سيكون لها تأثير على الأمن الغذائي،وخصوصاً في البلدان التي تُعاني من ندرة الأغذية بسبب سوء ظروف النمو أو بسبب عوامل بيئية أخرى. وزيادة أسعار السلع الغذائية سترفع أيضاً دخل المناطق الريفية وبالتالي تؤدي إلى تخفيف حدة الفقر. وبزيادة حصة الوقود البيولوجي المستمد من الأخشاب ربما تقل الزيادة المتوقعة في أسعار الأغذية. ولكن لا مفر من حدوث بعض الزيادة. ويلاحظ أن الأسعار الحقيقية للأغذية والمنتجات الزراعية كانت، تاريخياً، تتناقص. وأن التحول عن هذا الاتجاه لمواجهة الطلب على الوقود البيولوجي ربما لا يكون تحولاً دائماً (FAO, 2006a).

الارتفاع المتوقع في أسعار السلع الغذائية في ثلاث حالات عند إنتاج الوقود البيولوجي إنتاجاً ضخماً (النسبة المئوية للزيادة بين عامي 2005 و 2020)

السلع	تحسين الممارسات	الوقود البيولوجي المستمد من أخشاب	الانتقال إلى الوقود البيولوجي المستمد من الأخشاب
الكاسافا	135	89	54
الشمندر السكري	25	14	10
قصب السكر	66	49	43
البذور الزيتية	76	45	43
الذرة	41	29	23
القمح	30	21	16

المصدر: Rosegrant *et al.*, 2006

وقد بينت الدراسات الأخيرة أنه رغم وجود احتياطيات كبيرة في العالم من الأراضي الصالحة لزراعة المحاصيل فإن توقعات النمو السكاني والتنافس على استخدامات الأراضي توحي بأن هذه الاحتياطيات ليست موزعة توزيعاً جيداً في مواجهة الطلب المقبل. فمثلاً هناك بعض البلدان في آسيا بها سكان كثيرون ولكن لا يبدو أن لديها أراضٍ متاحة لإنتاج محاصيل الطاقة أو لديها مساحة بسيطة من هذه الأراضي (Risø, 2003).

ولكن في بلدان آسيا المكتظة بالسكان فإن الزراعة المختلطة بالغابات، واستخدام المخلفات الزراعية والحرجية والتكنولوجيا الكفؤة لتحويل الطاقة يمكن أن يوفر كميات كبيرة من الطاقة البيولوجية. وأما أمريكا اللاتينية وجزء كبير من أفريقيا وبعض البلدان الغنية بالغابات في آسيا فلديها مساحات واسعة يمكن تحويلها إلى إنتاج الوقود البيولوجي. ولكن التنوع البيولوجي يتعرض للخطر عند التوسع في زراعة محاصيل وحيدة من أجل إنتاج الطاقة حتى عند استخدام أراضٍ أخرى غير أراضي الغابات. كما أن ضياع أسلوب الحياة الرعوية مع تناقص الأراضي العشبية، وفقدان إنتاج الأعلاف لآكلات الأعشاب المستأنسة والبرية في تلك الأراضي يمكن أيضاً أن يكون له تأثير اقتصادي سلبي وتأثيرات اجتماعية سلبية (UN-Energy, 2007).

ويدرس كثير من البلدان النامية النظر في الاستفادة من الأراضي المتدهورة الشاسعة للتوسع في زراعة محاصيل الطاقة. فمثلاً تركّز الهند على 63 مليون هكتار تُعتبر من الأراضي البور. ويرى هذا البلد أن 40 مليون هكتار تصلح لزراعة محاصيل زيتية (Prasad, 2007). وكان هناك اقتراح بزراعة أشجار أو غيرها من محاصيل الطاقة على تلك المساحات كوسيلة لتقليل التعرية وإصلاح النظام الإيكولوجي وتنظيم تدفق المياه وتوفير المأوى والحماية للمجتمعات المحلية وللأراضي الزراعية (Risø, 2003). ولكن للاستفادة من هذه المنافع يجب أن يكون التوسع في إنتاج الطاقة البيولوجية مصحوباً بتنظيم واضح لاستخدامات الأراضي مع تنفيذه تنفيذاً فعالاً، وخصوصاً في البلدان التي لديها غابات استوائية معرضة لتحويلها إلى استخدامات أخرى (Worldwatch Istitute, 2007).

وقد كانت هناك مقاومة لمشروعات إنتاج الوقود الزراعي بسبب ما تنطوي عليه من أخطار وبسبب المنازعات التي قد تنشأ عنها. فمثلاً في أوغندا كان رد فعل الجمهور سلبياً حين منحت الحكومة إذناً لإحدى الشركات لاستغلال غابات مابيرا في زراعة قصب السكر لإنتاج هذا النوع من الوقود. وحدثت ردود أفعال أخرى مماثلة في كل من غانا وجنوب أفريقيا (GRAIN, 2007).

وقد استُعيض عن الغابات في بلدان كثيرة بمحاصيل لإنتاج الوقود البيولوجي ويمكن أن يتسارع هذا الاتجاه إذا حدثت زيادات كبيرة في الطلب على هذا الوقود وعلى الطاقة البيولوجية بصفة عامة ولكن يمكن أن تتغير هذه الحركة إذا أصبحت الكتلة البيولوجية الخشبية هي المادة الأولية المختارة لإنتاج الوقود البيولوجي ويمكن أن يكون الوضع في المستقبل هو أن الغابات هي التي تهدد الأراضي الزراعية وليس العكس.

ولضمان توافر أراض محصولية كافية لإنتاج الأغذية بأسعار معقولة، ولتجنب خسارة الموائل الثمينة، يكون من الضروري إدخال تخطيط استخدامات الأراضي ورصدها أثناء وضع استراتيجيات إنتاج الطاقة البيولوجية. ويبين الإطار 8 مختلف تطورات تنمية إنتاج محاصيل الطاقة مع بيان تأثيراتها المحتملة.

ومن الآثار البيئية السلبية التي قد تنتج عن التوسع على نطاق كبير في استزراع الغابات ومحاصيل الطاقة البيولوجية تقليل خصب التربة، وحدوث تعرية، وزيادة استخدام المياه. فالزراعة

الإطار 8

تصورات تنمية الوقود البيولوجي السائل

يتطلب إنتاج الطاقة البيولوجية على نطاق واسع وجود مساحات شاسعة من الأراضي، وهناك قلق من أن تؤثر محاصيل الوقود البيولوجي السائل من الجيل الأول على الأمن الغذائي وعلى الغطاء الحرجي. ولمعالجة قضايا استخدامات الأراضي وتأثيراتها على الغابات معالجة مقبولة يمكن التوسع في إنتاج الوقود البيولوجي السائل بحسب واحد أو أكثر من واحد من التصورات التالية:

- **تحويل الأراضي المتدهورة والأراضي المخصصة الآن للمحاصيل الغذائية إلى إنتاج الطاقة البيولوجية (بما في ذلك إنتاج الطاقة الخشبية).** وليس المتوقع أن يؤثر هذا الأسلوب على الغابات وإن كان قد يؤثر على الأمن الغذائي، وخصوصاً في حالة إذا كانت العمليات واسعة النطاق، ما لم ترتفع الإنتاجية أو يتحقق تآزر بين إنتاج الأغذية وإنتاج الطاقة.
- **إدخال محاصيل الوقود البيولوجي السائل في المناطق الحرجية.** يؤدي ذلك إلى إزالة الغابات ويؤثر على التنوع البيولوجي وعلى سائر السلع والخدمات التي تنتجها الغابات، كما أنه قد يزيد من انبعاثات غاز الدفيئة. ويمكن أن تواجه الصناعات التي تستخدم الأخشاب نقصاً في إمدادات الخامات، كما أن الطلب على مواد البناء وغيرها من المنتجات الخشبية قد ينخفض. وربما يزيد توافر الأخشاب لإنتاج الطاقة في الأجل القصير.
- **تحويل إنتاج الأخشاب من الغابات الموجودة إلى إنتاج الطاقة.** سيكون لذلك تأثير على الدخل وعلى إدارة الغابات الطبيعية والاستزراعات، ويرفع من المنافسة على هذه الموارد بين مستخدمي الأخشاب. وربما تتناقص الأخشاب المتاحة للصناعات الحرجية في الأجل القصير وربما سترتفع تكاليف المنتجات.
- **زيادة كفاءة استخدام الأخشاب بتحسين عمليات التجهيز واستخدام المخلفات الخشبية والأخشاب المسترجعة في إنتاج الطاقة البيولوجية.** يمكن توليد كميات كبيرة من الطاقة مع تقليل التأثيرات السلبية على الغابات والزراعة.

الكثيفة ترفع من استهلاك المياه وتركّز هذا الاستهلاك، وقد تكون هذه المياه في بعض البلدان مصدراً نادراً وتتزايد ندرته. وبعض محاصيل الطاقة يستهلك كميات كبيرة من المياه. وفي مارس/آذار 2006 أصدر المعهد الدولي لإدارة المياه تقريراً يحذر فيه من أن الاندفاع إلى إنتاج الوقود البيولوجي السائل ربما يزيد من شدة أزمة المياه في بعض البلدان. فمثلاً في الصين والهند، حيث المياه مورد نادر، يعتمد جزء كبير من إنتاج محاصيل الوقود على الري (GRAIN, 2007). ومن شأن ذلك أن يقلل من الموارد المائية للمحاصيل الغذائية مما سيؤثر على الأمن الغذائي. ومع ذلك فإن هذه التأثيرات يمكن التخفيف من حدتها بفضل تخطيط استخدام الأراضي بصورة جيدة وإدارتها إدارة مسؤولة (FAO, 2006b).

وهناك قلق أيضاً من زيادة تلوث الهواء عند زيادة إحراق الكتلة البيولوجية (WHO, 2006). وبوجه خاص فإن إحراق الأخشاب في مرافق ليست بها مرشحات كافية أو إحراقها إحراقاً غير كامل يُطلق جزيئيات دقيقة تُعتبر مصدر خطر على الصحة. وقد وضع بعض البلدان مواصفات قياسية لمرافق الإحراق، ولكن هذه المواصفات قد لا تطبق بسبب سوء قلة جودة

الوقود (مثلاً استخدام أخشاب بها رطوبة) أو بسبب اتباع تقنيات غير فعالة في الإحراق. ولما كانت هناك نتائج كبيرة ستنشأ عن زيادة إحراق الكتلة البيولوجية، وكانت هذه النتائج مترابطة فيما بينها فلا بد من اتباع أسلوب شامل عند وضع الأهداف ورسم السياسات لمقاومة تغير المناخ (UNECE/FAO, 2007). وتُبذل جهود كبيرة ويُنفق وقت كبير في جمع الوقود بدلاً من الاتجاه إلى ما هو أكثر نفعاً ولهذه الأسباب وضع مشروع الألفية الذي أقرته الأمم المتحدة هدفاً هو تخفيض عدد الأسر التي تستخدم الطاقة البيولوجية التقليدية للطهي إلى النصف بحلول عام 2015.

إزالة الغابات

مع تزايد الطلب على الأراضي لإنتاج وقود بيولوجي سائل من الجيل الأول من المحتمل أن يزيد الضغط على الغابات في مختلف أنحاء العالم. وفي كثير من الحالات ستكون تكلفة الفرصة عالية جداً لمنع تحويل الغابات لاستخدامات أخرى جذابة ستظهر إذا استمر تقدم الطاقة البيولوجية بسرعته الحالية. وستبدأ إزالة الغابات عندما تكون تدابير حماية الغابات وإدارتها إدارة مستدامة تدابير غير فعالة أو غير منفذة.

وسيؤدي فقدان مساحات من الغابات إلى إطلاق الكربون وإلى خسارة التنوع البيولوجي. كما ستتأثر ملكيات الأراضي وحقوق استخدامها إذا كانت الملكية من النوع التقليدي أو إذا كانت الحقوق غير معترف بها بالكامل. وقد كانت محاصيل الصويا وقصب السكر ونخيل الزيت مرتبطة كلها بإزالة الغابات مما أدى إلى انبعاثات غاز الدفيئة بدرجة كبيرة في البلدان التي انتشر فيها انتشار هذه المحاصيل (GRAIN, 2007).

ورأت الدراسات الحديثة أن الحوافز الاقتصادية لإنتاج الوقود البيولوجي تؤدي إلى تزايد تحويل الغابات أو الأراضي العشبية مما يطلق الكربون المخزون في النباتات والتربة أثناء عمليات التحلل أو بفعل الحرائق (Searchinger *et al.*, 2008). ولا يمكن التغاضي عن أهمية إدخال تغيير استخدامات الأراضي عند حساب الكربون أثناء تنمية الطاقة البيولوجية. فتفيد التقديرات مثلاً بأن إحلال نخيل الزيت بطريقة مستدامة محل غابة ثانوية يتطلب 50 إلى 100 سنة لإعادة حبس الكربون الذي انطلق (Butler, 2007b).

وقد أُزيلت مساحات كبيرة من الغابات المطيرة أو تجري إزالتها لزراعة نخيل الزيت. وتوجد أكبر مساحات مزروعة بنخيل الزيت في إندونيسيا وماليزيا. وهناك تقديرات بأن نحو 17 إلى 27 في المائة من إزالة غابات إندونيسيا ربما يرجع إلى زراعة نخيل الزيت أما الرقم المماثل في ماليزيا فربما يصل إلى 80 في المائة. وفي إندونيسيا هناك 3.6 مليون هكتار مزروعة بنخيل الزيت وهذا الرقم يزيد بنحو 13 في المائة كل سنة (FAO, 2007c). وفي الوقت نفسه هناك 1.8 مليون هكتار من الغابات تختفي كل سنة أي ما يعادل 2 في المائة من الغطاء الحرجي في البلد بأكمله. وقد أدى هذا لا إلى كثير من الانبعاثات ثاني أكسيد الكربون فحسب بل إنه زاد من التهديد الذي تتعرض له كثير من الأنواع المهددة بالانقراض (UNECE/FAO, 2007).

وتزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بوجه خاص عند إقامة زراعات نخيل الزيت على أراضي البيت بعد تجفيفها، وتفيد دراسة Hooijer *et al.* (2006)، أن 27 في المائة من زراعات نخيل الزيت توجد في مثل هذه الأراضي. وتشمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أراضي البيت المجففة في إندونيسيا 400 1 ميغاطن من حرائق هذه الأراضي و600 ميغاطن من تحلل تلك الأراضي.

والمقدر أن ذلك يعادل نحو 8 في المائة من الانبعاثات العالمية من حرق الوقود الأحفوري، مما يجعل إندونيسيا في المرتبة الثالثة من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بعد الولايات المتحدة والصين (Hooijer *et al.*, 2006). وهناك دلائل على أن منتجات الطاقة البيولوجية، بما في ذلك بعض المنتجات المخصصة للطاقة البيولوجية، تساهم في هذا الاتجاه. فمثلاً تستخدم كميات كبيرة من زيت النخيل لإنتاج الديزل البيولوجي، وبصفة أساسية لاستخدامه في أوروبا (Carrere, 2001; Colchester *et al.*, 2006).

ويمكن أن تنتج عن زيادة استخدام الطاقة البيولوجية في البلدان الصناعية آثار واسعة النطاق في العالم بأكمله. وفي الوقت الحاضر يصدق هذا الرأي على الوقود البيولوجي السائل الذي يسهل نقله. ولكن عندما تصبح أنواع الوقود البيولوجية السائلة المستمدة من المواد الخشبية صالحة للتسويق تجارياً فإن البلدان التي لديها موارد حرجية كبيرة ربما تشعر بالرغبة في زيادة إمدادات المواد الأولية في إنتاج الطاقة البيولوجية، مما يؤدي إلى خسارة الغابات عندما لا تكون خاضعة لإدارة مستدامة.

والغابات المتدهورة يمكن أيضاً أن تصبح هدافاً للتوسع في استزراعات الطاقة البيولوجية. وإذا كانت هذه الغابات ليست في أفضل أحوالها فإنها لا تزال تحتفظ بمستويات عالية من التنوع البيولوجي وبكميات كبيرة من الكربون وقد تكون أيضاً شبكة أمان للسكان المحليين من حيث توفير الأغذية وسائر المنتجات. وليس من المعروف حتى الآن ما إذا كانت هذه المساحات يمكن إدارتها إدارة مستدامة لإنتاج مجموعة من السلع والخدمات إلى جانب إنتاج الطاقة البيولوجية، ولكن الاتجاهات الحديثة لا تبعث على الثقة.

وفي سنة عام 2007 أعلنت إدارة الغابات الحكومية الصينية مبادرة لإقامة مزرعتين من أشجار *Jatropha curcas* في إقليمي يونـّـان وسيشوان لإنتاج الوقود البيولوجي. ومنذ ذلك الحين أعلنت الإدارة عزمها على تخصيص أكثر من 13 مليون هكتار من أراضي الغابات للتوسع في إنتاج هذا الوقود كما أن إدارة الغابات في إقليم يونـّـان تنوي تخصيص 1.3 مليون هكتار بحلول عام 2015 بهدف إنتاج أربعة ملايين طن من الإيثانول و600 000 طن من الديزل البيولوجي كل سنة (Liu, 2007). ويقال إن هذه الزراعات ستنفذ على أراضي غابات متدهورة وعلى أراضي محصولية قدّرت بنحو 4 مليون هكتار في مقاطعة يونان وحدها. كما أن المناطق الواقعة في جنوب غرب الصين بها أيضاً مساحات حرجية تتمتع بتنوع بيولوجي عالٍ وبقيم حماية الأراضي(Perley, 2008).

وقبل تنفيذ مثل هذه الخطط يجب على البلدان تقييم انبعاثات غاز الدفيئة وغير ذلك من النتائج البيولوجية التي ترتبط بمختلف بدائل إنتاج الطاقة البيولوجية من حيث وجود دورة حياة كاملة أي مجموع التأثيرات البيئية الناشئة عن هذا الإنتاج، بما في ذلك التغير في استخدامات الأراضي. ومن المعترف به تماماً أن الطاقة البيولوجية تستطيع تقليل انبعاثات غاز الدفيئة. وهناك مشروعات معروضة عرضاً جيداً في سلسلة المشروعات العالمية التي ستمولها آلية التنمية النظيفة بموجب بروتوكول كيوتو. ومن شأن هذه الآلية وغيرها أن تساعد على التغلب على الحواجز المالية لتنمية وقود بيولوجي يكون كفؤاً في استخدام الكربون، ولكن نظراً لتعقد القواعد والإجراءات فإن الوصول إلى هذه الآلية ما زال محدوداً حتى أمام البلدان المتقدمة، (Peskett *et al.*, 2007).