إزالة الغابات

مارتن هايغ

الفصل الرابع عشر من كتاب

الجغرافيا التطبيقية : المبادئ والممارسة

أ. م. مانيون

ترجمة بتصرف

أ.د. مضر خليل عمر

مقدمة

تُعد إزالة الغابات مشكلة بيئية تُهدد بقاء المحيط الحيوي الحالي بأكمله . وتُعد من أهم الأزمات البيئية التي تواجه كوكبنا ، لا سيما لدورها في الحد من التنوع البيولوجي ، وزيادة الاحتباس الحراري ، وتوسع الصحاري . ومع ذلك ، يعيش معظم البشر في مناطق غابات متدهورة ، ومناطق زراعية وحضرية . وقد أُجبرت هذه المناطق ، شأنها شأن معظم المناطق المأهولة منذ زمن طويل ، داخل المناطق الاستوائية وخارجها ، على الخضوع للغابات . وتُثبت هذه المناطق أنه بعد تجاوز صدمة تحويل الغابات ، يُمكن إدارة العديد من أراضي الغابات السابقة - وليس جميعها - بشكل مستدام ومنتج . إن تحويل الغابات ليس ، في جوهره ، أمرًا سيئًا للمجتمع البشري أو حتى للمحيط الحيوي . **أما التحويل المفرط للغابات ، فهو مسألة أخرى ، إزالة الغابات كأزمة بيئية**

صُممت غابات العالم ، وخاصةً حزام الغابات الاستوائية ، كجزء من نظام تبريد الكوكب (لوفلوك 1990) . ورغم أنها أقل أهمية من المحيطات ، إلا أن (مصبات الأنهار) والغابات الاستوائية تُعدّ منظمات رئيسية . تزيل الغابات ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتحوله إلى خشب وتربة ، وربما في النهاية خث وفحم ، إلخ. كما تضخ الغابات الماء في الغلاف الجوي . تُكوّن الرطوبة الناتجة السحب ، التي تُبرّد الغابات والكوكب من خلال عكس الإشعاع الشمسي . يُساعد المطر الناتج عن هذه السحب على استدامة المزيد من الغابات في المناطق التي لولا ذلك لكانت جافة جدًا (ديكنسون 1987).

قد تحرم إزالة الغابات الأرض من 2.5 ميغاغرام × 109 (جيجا طن) من الكتلة الحيوية فوق الأرض سنويًا (معهد الموارد العالمية 1994) . في ثمانينيات القرن الماضي ، كان يُعتقد أن إزالة الغابات الاستوائية تُضيف 4.6 ميغاغرام × 10 من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي ، وهو ما يُعادل أكثر من 90% من انبعاثات الولايات المتحدة من إنتاج الطاقة والإسمنت ، وربما 20% (±10%) من الانبعاثات العالمية من الوقود الأحفوري . جادل فيرنسايد (1997) بأنه على الرغم من بقاء 90% من الكتلة الحيوية للغابات على كوكب الأرض ، فإن استمرار فقدان الغابات وسافانا السيرادو قد يُلقي 275 ميغاغرام × 10 من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن المقبل . كما تُقلل إزالة الغابات من قدرة الكوكب على تبريد نفسه عن طريق إزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي .

باستخدام بيانات الأقمار الصناعية ، قدّر جانغ وآخرون (1996) تأثير إزالة الغابات على انخفاض صافي الإنتاجية الأولية العالمية .(NPP) بين عامي 1986 و 1993، تقلصت مساحة ما يقرب من 19% (2,600,000 كيلومتر مربع) من المناطق ذات الإنتاج الصافي الأولي المرتفع (>2000 جم/م² سنويًا)، ومعظمها غابات مطيرة استوائية ، إلى مناطق ذات إنتاج صافي أولي متوسط (500-1500 جم/م² سنويًا)، ومعظمها غابات السافانا والأراضي المزروعة (جانغ وآخرون، 1996) . يحذر لوفلوك (1991) من أن

فقدان الغابات الاستوائية قد يُسهم في فشل مفاجئ ودراماتيكي لنظام تنظيم المناخ الحالي على كوكب الأرض ، والذي يُعد بالفعل على حافة استقراره . باستخدام تحليلات تستند إلى رياضيات نظرية النظم الديناميكية باستخدام صور من أكثر تقاليد حماية البيئة حيوية ، يتنبأ لوفلوك بمستقبل من التقلبات البيئية غير المسبوقة والعنيفة (لوفلوك 1990).

سيتبع ذلك قفزة مفاجئة إلى حالة توازن ، مع درجة حرارة كوكبية مستقرة أعلى بكثير . يربط لوفلوك (1990) بين التأثيرات المزعزعة للاستقرار لإزالة الغابات وتسارع تآكل التربة معًا كمرض كوكبي، يُسمى "التقشر" . نصيحة الخبير البيئي لدعاة حماية البيئة هي زراعة الأشجار وتقليل انبعاث غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ، حتى لو كان ذلك يعني استخدام الطاقة النووية بدلاً من حرق الهيدروكربونات الأحفورية (لوفلوك 1990) . في الواقع ، يحسب نويفر وفريقه (1996) من وكالة ناسا أنه للحفاظ على نظام درجة حرارته الحالي ، يتطلب النظام الكوكبي بالفعل المزيد من الغابات ومساحة صحراوية أقل . على نطاق المظاهر الطبيعية الأصغر، حيث يعمل معظم الجغرافيين ، تؤثر إزالة الغابات على معظم القضايا التي تهم الجغرافيين . يؤثر على الأنماط المناخية على المستويين الكلي والجزئي (ريدينغ وآخرون، 1995). ويؤدي إلى اختلالات في أنظمة المظاهر الطبيعية، ناجمة عن التدهور المترابط لمكوناتها المناخية والهيدرولوجية والتربوية والبيولوجية. وتسمح إزالة الغابات بزيادة تآكل التربة ، وزيادة نشاط الانهيارات الأرضية ، وتلوث الرواسب ، وتغيرات في جيومورفولوجيا الأنهار، وتغيرات في النظام الهيدرولوجي والبيوجيوكيميائي والمناخي (هايغ، 1984).

الغابات الاستوائية أنظمة بالغة التعقيد ومستقرة للغاية . بعد إزالة الغابات ، تُستبدل بأنظمة أبسط بكثير، ذات تنوع بيولوجي أقل بكثير واستقرار أقل بكثير (ريدينغ وآخرون، 1995) . هذه البدائل ، بشكل عام ، أقل كفاءة بكثير في مهام الحفاظ على الذات ، فهي تحتفظ بالمغذيات وتعيد تدويرها بكفاءة أقل ، ولكنها قد تتعافى بسرعة أكبر من الاضطرابات مثل التدمير الناجم عن الحرائق . نظرًا لأهميتها ، تُثير التقديرات الحالية لإزالة الغابات قلقًا بالغًا . وبالطبع، غالبًا ما تكون هذه التقديرات ، إلى جانب التقديرات المتعلقة بقضايا عالمية مماثلة - تآكل التربة ، وتدهورها ، وفقدان التنوع البيولوجي ، ومعدل انقراض الأنواع - موضع شك . فنطاقها واسع ويتغير وفقًا لتعريف إزالة الغابات المطبق ، والتقنيات المستخدمة في التقدير وكفاءتها ، والطريقة المستخدمة لتحويل بيانات الاستشعار عن بُعد إلى بيانات إزالة الغابات ، والمناطق الجغرافية المختارة لمعايرة بيانات الاستشعار عن بُعد تجريبيًا (غراينجر 1993؛ باريزي وغلانتز 1992؛ راجع سكول وتوكر 1993).

وهذا بعيد كل البعد عن أي تحول ناتج عن تحيز وطموحات أولئك الذين يستخدمون هذه البيانات . ومع ذلك ، شهدت السنوات الأخيرة تقاربًا في التقديرات (داونتون 1995) . تغطي الغابات ، على نحوٍ ما ، حوالي 40% من مساحة اليابسة على الأرض . ويشير تقييم موارد الغابات الصادر عن منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) إلى أن غابات العالم تغطي 3454 مليون هكتار (1995) ، يقع أكثر من نصفها بقليل في الدول النامية . ويشمل تعريف منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) الغابات التي يزيد غطاء تاجها عن 10% في العالم النامي و20% في العالم المتقدم (معهد الموارد العالمية 1996) . كما تشير الفاو (1997) إلى فقدان 15.4 مليون هكتار من الغابات الاستوائية سنويًا .

ويشير مايرز (1993) إلى أن الخسارة في المنطقة الأحيائية بأكملها تبلغ حوالي 2% سنويًا . ويفضل مورالي وهيغدي (1997) نسبة 1.8% ، وأن المعدل يكون أعلى في الدول الأصغر، وخاصة في أفريقيا . ويشير معهد الموارد العالمية (واشنطن) إلى أن المعدل الحقيقي هو 0.8% سنويًا . ويضيف التقرير أنه بين

عامي 1960 و 1990، فقدت آسيا ما يقرب من ثلث غاباتها المطيرة الاستوائية ، وأفريقيا وأمريكا اللاتينية سدس كل منهما . ومع ذلك ، انخفض معدل الزيادة في المساحة التي أُزيلت منها الغابات في كل مكان باستثناء أمريكا اللاتينية ، حيث استمر التوسع الزراعي في التسارع (معهد الموارد العالمية 1994) . ويوجد حوالي 50% من الغابات المطيرة الاستوائية المتبقية في حوض الأمازون .

وقد استخدم سكول وتوكر (1993) صور لاندسات لتحديد أنه بين عامي 1978 و 1988، توسعت المساحة التي أُزيلت منها الغابات من 78,000 إلى 230,000 هكتار، وأن المساحة المهددة بالانقراض أو المتدهورة قد زادت من 208,000 إلى 588,000 هكتار . وفي أماكن أخرى ، يقدم آخرون أرقامًا أكثر دراماتيكية . بالنسبة لفنزويلا ، يزعم سينتينو (1996) أنه خلال ثمانينيات القرن العشرين ، أثرت إزالة الغابات على 6 ملايين هكتار، وأن متوسط معدل إزالة الغابات (1.2% سنويًا) كانت مساحة الغابات في البرازيل ضعف مساحة الغابات في بيرو وثلاثة أضعاف مساحة الغابات في بيرو . حدد مايرز (1993) أربعة عشر جبهة رئيسية لإزالة الغابات تؤثر على ربع الغابات الاستوائية و43% من خسائر إزالة الغابات (الجدول 14.1) . ومع ذلك ، لا تُحدد هذه الإحصاءات العالمية تدهور الغابات ، أو تفتيتها ، أو فقدان التنوع البيولوجي ، أو فقدان حيويتها ، أو فقدان "طبيعتها" بسبب الغزوات البيئية .

Table 14.1 Main deforestation fronts.

Deforestation front	*Forest loss (% – 1991 data)*	*Forest area (million ha – 1991 data)*
Southern Mexico	10.0	5.0
Madagascar	10.0	2.0
Thailand (N and NE)	9.6	5.1
Philippines	6.7	4.5
Vietnam	6.6	5.3
Nigeria (E) and Cameroon (SW)	5.3	5.4
Central America	5.1	8.0
Myanmar (E)	4.8	12.5
Malaysia (E)	4.4	9.8
Amazonia (W)	3.0	20.0
Colombian Choco	3.0	5.0
Bolivia (N)	2.6	6.6
Indonesia (Sumatra and E. Kalimantan)	2.3	37.5
Amazonia (S and E)	1.6	61.2

Source: After Myers 1993.

ومع تزايد الضغط على الأراضي الحرجية المتبقية ، تُستبدل الغابات الناضجة بأخرى غير ناضجة . وتشمل هذه العمليات إعادة التدوير المتسارعة في أنظمة الزراعة المتنقلة المجهدة . وتُقضم حواف الغابات من خلال قطع الأخشاب المحلية والإرشاد الزراعي . وفي بعض الأحيان ، تُزال مساحات أكبر من خلال "استخراج" الأخشاب من امتيازات ، أو من خلال إعادة توطين رسمية أو مشروع لتطوير البنية التحتية . وفي كل مكان ، تُقسم الغابات إلى رقع وتُصبح أكثر سهولة في الوصول إليها من خلال بناء الطرق . تُظهر الصور الجوية من جبال الهيمالايا والأمازون كيف ينتشر إزالة الغابات إلى جانبي الطرق الجديدة .

وعلى الصعيد العالمي ، قد تكون المشاكل الجيولوجية البيئية الناجمة عن تجزئة الغابات وتدهورها بالخطورة نفسها لمشاكل إزالة الغابات نفسها . ومع ذلك ، فإن الميزانية العمومية ليست سلبية تمامًا . ففي السنوات الخمس حتى عام 1995، فقدت غابات العالم 65.1 مليون هكتار، لكنها اكتسبت 8.8 مليون هكتار . وتكتسب الغابات في معظم أنحاء العالم المتقدم مساحة أكبر (هايغ 1999) . وحتى في العالم النامي ، تضاعفت مساحة المزارع منذ عام 1980، لتصل الآن إلى 80 مليون هكتار (معهد الموارد العالمية 1996). وفي الصين ، تجاوز التشجير إزالة الغابات . كان هذا بفضل مشاريع التشجير الضخمة ، وأبرزها غرس الجدار الأخضر العظيم ، المصمم لوقف امتداد الصحاري في الشمال (لاي، ١٩٨٥).

إزالة الغابات والتنمية

ما تزال إزالة الغابات السمة المميزة لبداية الحضارة الإنسانية (راجع مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية، ١٩٩٢) . إنها الآن ، وكانت دائمًا ، الوسيلة التي تستخدمها المجتمعات البشرية الحديثة لتطوير المظاهر الطبيعية . إنها العملية التي تحول بها الأرض إلى الموطن الذي يُفضّل العمليات الزراعية والاقتصادية للمجتمع البشري . إن حرمان العالم النامي من إزالة الغابات هو أيضًا حرمانه من الحق في التنمية . إزالة الغابات مصطلح سلبي ، مُهين ، لعملية يصفها الآخرون بـ "التنمية" . يُطبَّق مصطلح "إزالة الغابات" على عدد كبير من العمليات . وتشمل هذه العمليات إنشاء البنية التحتية كالطرق والخزانات وخطوط الأنابيب والكابلات والمناجم والمصانع والمستوطنات ؛ واستبدال الغابات القديمة بغابات ثانوية جديدة ؛ وتحويل الغابات إلى مزارع ، أو أراضٍ زراعية ، أو مراعي بدرجات متفاوتة .

وفي الحالات القصوى فقط ، تصل هذه الدرجات إلى ما يقارب الصحراء . ومع ذلك ، هناك العديد من الأمثلة الشهيرة . فحتى القرنين الأولين من العصر المشترك (أي بعد الميلاد)، كانت هضبة اللوس القاحلة في الصين مغطاة جيدًا بالعشب والأشجار. وفي وقت لاحق ، عانت من إزالة الغابات ، الناجمة جزئيًا عن الأنشطة البشرية وجزئيًا عن تغير المناخ . وكانت هذه النتيجة تآكلًا شديدًا ، حوّل الهضبة المتدحرجة إلى أرض قاحلة مليئة بالوديان (فانغ وشيه 1994). تُروى قصص مماثلة في أراضي الوديان الأخرى ، مثل تلك الموجودة في جنوب آسيا (هايغ ١٩٨٤). ومع ذلك، فإن تدمير الأراضي ليس النتيجة الأكثر شيوعًا ، وتُقدم أوروبا أمثلةً ممتازة (داربي ١٩٥٦ وقارن لينارد ١٩٨٢). هنا، اختفت "الغابات البرية" البدائية ، على الرغم من بقاء بضعة هكتارات على حدود بولندا.

تنتشر الغابات القديمة ، ولكنها أقل شيوعًا كلما انتقل المرء إلى منطقة أكثر كثافة سكانية . الآن ، تُزرع معظم الغابات أو تُجدد طبيعيًا كنمو ثانوي . وقد حُوّلت الأراضي إلى الزراعة أو الرعي أو الخلنج أو الاستيطان البشري وبنيتها التحتية . في بعض الأماكن ، تدهورت أراضي الغابات السابقة لدرجة أنها أصبحت الآن شبه صحراء ، كما هو الحال في أجزاء من حوض البحر الأبيض المتوسط (جونسون ولويس 1995) . ومع ذلك، في معظم أنحاء أوروبا ، دُفنت هذه العملية في التاريخ ولم يبقَ منها سوى أجزاء صغيرة .

ماديرا واحدة منها . في عام 1419، أحضر يوهان جيه. جي. زاركو المستعمرين الأوائل إلى هذه الجزيرة البرتغالية . استخدم مستعمرو زاركو النار لتطهير الغابة الأصلية . ووفقًا للتقاليد، احترقت غابات الجزيرة بشكل لا يمكن السيطرة عليه، وظلت مغطاة بالدخان لمدة خمس أو سبع سنوات. بعد ذلك بوقت قصير، بدأت محاصيل ماديرا من قصب السكر المُستَقدم حديثًا ، والكروم اللاحقة ، المزروعة في رماد الحرائق الكبيرة ، في جلب الرخاء للمستوطنين الجدد. اليوم ، تُؤوي مساحة الجزيرة البالغة 460 كيلومترًا مربعًا أكثر من 300 ألف نسمة ، وتحظى مظاهرها الطبيعية المُزالة من الغابات بإعجاب كبير من السياح . باختصار ، ظاهرة الحريق الكبير ليست جديدة . فسحابة الدخان التي غطت ماديرا في بداياتها لا تختلف كثيرًا عن الضباب الدخاني الذي غطى جنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية في السنوات الأخيرة . والخلاصة هي أن هذه العملية شائعة في المناطق الاستوائية.

إزالة الغابات - ملاحظات من يوميات ميدانية

دعوني آخذكم في رحلة قصيرة . تمتد هذه الرحلة على بُعد بضع عشرات من الكيلومترات من الساحل الشمالي لهندوراس في أمريكا الوسطى ، ونستعرض في الوقت نفسه قصة إزالة الغابات بأكملها . تبدأ الرحلة من لا سيبا ، وهي مدينة ساحلية نابضة بالحياة على السهل الساحلي الضيق . ومن هناك ، يمتد الطريق جنوبًا

عبر وديان نهري كانغريجال وكويرو إلى مستوطنتي تونكونتين وإل أوراكو الجديدتين . جنوب المدينة ، يؤدي طريق ترابي إلى الجبال . يمتد بمحاذاة نهر بري في وادٍ ضيق ، ويمر عبر محمية غابات مطيرة . يكون التقاطع بين المحمية والسهل الساحلي المأهول شديد الانحدار ، ثم تصبح الغابة شاهقة وكثيفة ، لا يقطعها إلا تسللات عرضية من أكواخ وقوارب شركات السياحة البيئية.

وإذا ما توغلنا أكثر في التلال ، تختفي هذه التسللات ، وتظل الغابة قائمة . في النهاية ، يمتد الطريق خارج المحمية . بعد بضعة كيلومترات ، تظهر أولى علامات إزالة الغابات . وسرعان ما يتحول المشهد إلى دمار شامل : أخشاب متساقطة ، أشجار محترقة ، منحدرات موحلة ، انهيارات أرضية ، تآكل مستشري ، مشاهد من جحيم بيئي . بعد ذلك ، يمر الطريق عبر جبهة إزالة الغابات هذه . يهدأ المشهد ويتحول إلى شيء مألوف للغاية . تبقى كتل من الغابات القديمة والثانوية على قمم التلال والمنحدرات الأكثر انحدارًا . بين هذه الكتل ، تقع قرى ذات حدائق مُعتنى بها جيدًا وحقول مُعتنى بها بعناية . وقد بدأت المظاهر الطبيعية الزراعية المألوفة للذرة والفاصوليا والموز في هندوراس.

الرسالة هي : يمثل تحويل الغابات تحولًا جذريًا في المشهد الطبيعي . يؤثر هذا التحول على معظم المواضيع الأساسية التي تتناولها الجغرافيا : المناخ ، والبيئة ، والهيدرولوجيا ، والتضاريس ، والتربة ، وموائل واقتصاد المجتمعات البشرية . كما أنها تؤثر على مواضيع تُدرس عادةً من قِبل علماء البيئة الآخرين ، مثل الدورة الجيوكيميائية الحيوية ، وجودة المياه ، والتنوع البيولوجي ، وتوزيع مسببات الأمراض . بالإضافة إلى ذلك ، فإنها تشمل تلك التغيرات الرئيسية في المجتمعات البشرية التي تُمارس على الجغرافيين الثقافيين والاجتماعيين والاقتصاديين ، وعلماء الأنثروبولوجيا ، وغيرهم من علماء الاجتماع الذين يراقبون تحول مجتمعات الغابة الأصلية بفعل غزو مجتمعات مزيلي الغابات وأتباعهم . ومع ذلك ، فإن إزالة الغابات ، بلا شك ، جانب من جوانب عملية تُسمى "التنمية" .

أسباب إزالة الغابات

التنمية والندرة

يُذكر بالتفصيل العديد من الأسباب كأسباب لإزالة الغابات الاستوائية . قدم مايرز (1993) أسبابًا تشمل التوسع السكاني ، والفقر ، والمديونية الوطنية ، والهجرة ، والتنمية الاقتصادية ، وتوسع شبكات الطرق ، والسياسات السياسية التي تُقدم دعمًا غير قانوني للممارسات الهدامة (راجع ريبيتو وجيليس 1988) . يُشير تول (1998)، الذي يُحلل بيانات من تسعين دولة نامية ، إلى أن العمليتين التوأم اللتين تُسببان إزالة الغابات هما التنمية والندرة .

تشمل عوامل الندرة النمو السكاني / الكثافة السكانية ، والضغوط الاقتصادية ، وقيمة منتجات الغابات القابلة للاستخراج ، والضغوط على الأراضي التي تُشجع على تحويلها إلى مراعي أو أراضٍ صالحة للزراعة ، واستهلاك الفرد من الطاقة نظرًا لكون الخشب وقودًا تقليديًا (باوا وداينداندان 1997) . فيما يتعلق بالتنمية ، حدد كايمويتز (1996) العمليات السبع التي أدت إلى استبدال الغابات بالمراعي في أمريكا الوسطى، 1979-1994. وكانت هذه العمليات:

(1) أسواق مواتية لمنتجات الثروة الحيوانية،
(2) ائتمان مدعوم،
(3) بناء الطرق،
(4) سياسات حيازة الأراضي،

(5) سياسات خفضت قيم الأخشاب،
(6) خفضت مستويات العنف السياسي، و
(7) تحسين تربية الماشية .

أعاد رودل وروبر (1997) صياغة هذين التفسيرين الرئيسيين لإزالة الغابات الاستوائية تحت مسمى "نظرية الإفقار" و"نظرية الحدود" . وتعزو "نظرية الإفقار" معظم إزالة الغابات إلى توسع سكان الريف الذين ، نظرًا لقلة مواردهم الاقتصادية ، يضطرون إلى إزالة المزيد من الأراضي للزراعة لتلبية احتياجاتهم . في استعراضه لإزالة الغابات في ياكي ديل نورتي ، دومينيكا، كتب كوستوديا (1998: 32): "نظرًا لظروفهم ، تصرف المزارعون بعقلانية ، أي أنهم فعلوا ما كان عليهم فعله للبقاء على قيد الحياة على المدى القصير" . يعيش هؤلاء الناس على هامش مجتمعهم ، وهذا المجتمع هو الذي "أوجد مناخًا تُمارس فيه الزراعة على حساب غابات مستجمعات المياه" .

على الصعيد الدولي ، تحدث إزالة الغابات لأن كبار ملاك الأراضي يُزيلون المزيد من الأراضي لتربية الماشية ؛ وشركات الأخشاب تُستخرج الأشجار من محميات الغابات - قطع الأشجار عشوائيًا وغالبًا بشكل غير قانوني ؛ وتوسع الأعمال الزراعية والمستوطنات ؛ والحكومات تدعم أنظمة حيازة الأراضي التي تُشجع على نزع الملكية ؛ ولأن الحروب تحدث (مايرز 1995). تُشرد هذه العوامل المزارعين الفقراء ، الذين يُجبرون على النزوح إلى الهامش والغابات لكسب عيشهم (دودلي وآخرون 1995).

تربط "نظرية الحدود" إزالة الغابات بالاستعمار الزراعي وتوسع اقتصاد الدولة النامية في مناطقها البرية ، وهي عملية غالبًا ما تكون عملية تجربة وخطأ . تشوميتز وضع كلٌّ من غراي (1996) نموذجًا للعلاقة بين الطرق الجديدة ، واستخدام الأراضي ، وإزالة الغابات في جنوب بليز ، وهي منطقة تشهد توسعًا سريعًا في كلٍّ من الزراعة المعيشية والتجارية . ويشيران إلى أن بناء الطرق في المناطق ذات التربة الفقيرة زراعيًا والكثافة السكانية المنخفضة قد يكون خيارًا خاسرًا للجميع ، مما يتسبب في تجزئة الموائل وتوفير عوائد اقتصادية منخفضة . ومع ذلك ، فمع اتساع الحدود ، تتسارع إزالة الغابات مع توسع البنية التحتية ، والتجارة ، والديون ، والاستثمار في البشر، والتوسع الاقتصادي القائم على الموارد.

ويواصل رودل وروبر (1997) اقتراحهما بأن نظرية الحدود تصف على أفضل وجه إزالة الغابات في مناطق الغابات الكبيرة ، بينما تصف نظرية الإفقار في المناطق ذات الغابات الصغيرة المجزأة . ومن الغريب أنهما يتجاهلان المجموعة الرئيسية الثالثة من التفسيرات ، التي تُلقي باللوم في إزالة الغابات على الرأسمالية العالمية ، التي تعمل من خلال وكالات الشركات (متعددة الجنسيات) ، بدعم من الإدارات الوطنية غير الفعالة و/أو الفاسدة ، الحكومة . في الواقع ، قد يكون من السهل إلقاء اللوم على الحكومات الوطنية لفشلها في الحفاظ على الغابات الاستوائية . إن مجرد الحفاظ على هذه الغابات قد لا يكون في مصلحتها المحلية . ووفقًا لتحليل أجراه البنك الدولي ، فإن الفوائد الاقتصادية المحلية لحماية الغابات الاستوائية غالبًا ما تكون ضئيلة بما يكفي لتجاهلها من قِبل معظم الحكومات (تشوميتز وكوماري، 1996).

ومن المؤكد أن أي فائدة اقتصادية يمكن جنيها من الحفاظ على الغابات المطيرة الاستوائية حساسة للغاية للظروف المحلية ، وعندما يكون الاستخدام البديل هو الزراعة الحراجية أو زراعة المحاصيل ، فإن الحفاظ على الغابات الطبيعية قد لا يُحقق أي فائدة محلية مباشرة . ثانيًا ، الفوائد الهيدرولوجية للحفاظ على الغابات مقابل إزالتها غير مفهومة جيدًا ومتغيرة للغاية (بروينزيل، 1990) . ثالثًا، غالبًا ما تكون تقديرات قيمة الغابات بناءً على المنتجات الحرجية غير الخشبية خاطئة ، وفي حالة وجود بدائل مُستأنسة أو صناعية (مثل المطاط والكابوك) ، فإن فوائد المنتجات الحرجية غير الخشبية من الغابات الطبيعية تميل إلى الصفر.

وهكذا ، في مرتفعات الإكوادور، حيث يُمثل تحويل الغابات إلى مراعٍ التغيير السائد في استخدام الأراضي على المدى الطويل ، يُفيد هذا التحويل البلاد لأنه يزيد من التكامل التجاري للمنطقة مع الأسواق الحضرية . ونتيجةً لذلك ، تميل المؤسسات العامة إلى دعم إزالة الغابات من أجل المراعي من خلال حوافز الائتمان والحيازة ، والتسامح مع سوء إدارة الغابات (وندر، ١٩٩٦) . باختصار، من وجهة نظر الحكومة الوطنية ، تُجنى الفوائد الاقتصادية الرئيسية من الغابات الاستوائية من خلال استغلال احتياطياتها من الأخشاب وخزان التربة الزراعية غير المُستغلة التي تقع تحتها .

الزراعة المتنقلة

تستفيد الحكومات والجهات الخارجية الأخرى من تدمير الغابات الاستوائية . ومع ذلك ، غالبًا ما يقع اللوم على سكان الغابات (مايرز، ١٩٩٤: ٢٨) . تقليديًا ، يُعد النظام الزراعي الرئيسي ، والنشاط الاقتصادي المستدام الرئيسي لمعظم سكان الغابات ، هو "الزراعة المتنقلة" (ديمبنر، ١٩٩٦) . اليوم ، يُعزى ما يصل إلى 50% من إزالة الغابات الاستوائية إلى "المزارعين المتنقلين" (أنجيلسن 1995) . في الواقع، تُعد مصطلحات "الزراعة المتنقلة" و"القطع والحرق" ، مثل مصطلح "إزالة الغابات" ، مصطلحاتٍ مهينة . في هذه الحالة ، تُستخدم هذه المصطلحات لتشويه صورة نظام زراعي متطور ومستدام ذاتيًا .

والحقيقة هي أن المزارعين التقليديين أداروا أراضي الغابات لآلاف السنين من خلال تطبيق نظام زراعي عضوي ، موفر للطاقة ، منخفض المدخلات / عالي الإنتاج ، ذي دورة طويلة من البور . ومع ذلك ، فمن الصحيح أن العديد من هذه الأنظمة تواجه ضغوطًا متزايدة ، غالبًا بسبب الهجرة والاستغلال التجاري للغابات . في ظل هذه الظروف ، تُسبب أنظمة الزراعة المتنقلة المحلية تدهور الغابات ، وإن كانت نادرًا ما تُؤدي إلى إزالة كاملة للغابات . ولا تنطوي الزراعة المتنقلة على إزالة مفاجئة أو جذرية . إنها تعمل على قطع الغابات ، وتُحقق إزالة الغابات عن طريق تغيير بطيء وتدريجي للغابات (ساكسينا ونوتيال، ١٩٩٧). ما يحدث هو أنه مع ازدياد الضغط على الأرض ، تقل مدة دورة الزراعة ، وتصبح الغابات التي تُقطع أصغر فأصغر .

في أجزاء من المثلث الذهبي في جنوب شرق آسيا ، وفي ميغالايا ، الهند ، انخفضت الدورة من خمسين إلى حوالي ثماني سنوات ، ويمكن القول إن عملية الإراحة أصبحت أقل فعالية (هايغ 1990؛ 1985) . ومع ذلك ، فإن نصيب المسؤولية عن إزالة الغابات الممنوح لمزارعي الغابات التقليديين يُبالغ فيه بسهولة (أنجيلين 1995) . نظرًا لقلة عدد سكان الغابات ، وعدم تمتعهم عادةً بنفوذ سياسي ، وانتماءهم غالبًا إلى أقليات قومية ، وغالبًا ما يكونون على الهامش الاجتماعي والاقتصادي للمجتمع ، فإن سكان الغابات يُصبحون كبش فداء سهل . قد يكون من المناسب للحكومات المبالغة في تقدير تأثير الزراعة المتنقلة من أجل التستر على وكالات إزالة الغابات الأخرى (راجع براذرز 1997؛ كوستوديا 1998) . في الحقيقة ، فإن معظم عمليات إزالة الغابات مدفوعة من الخارج.

وهذا صحيح حتى داخل مجتمعات المزارعين المتنقلين . في كولومبيا، تُهدد الزراعة غير المشروعة للمخدرات ، مثل الخشخاش، لإنتاج الأفيون والمورفين والهيروين ، غابات الأمطار الجبلية الأولية . قد تبلغ المساحة التي أُزيلت منها الغابات بالفعل من أجل هذا المحصول 50,000 هكتار، ويبلغ معدل إزالة الغابات المرتبط بالأفيون حوالي 0.5% سنويًا . في سومطرة ، تزداد زراعة المطاط والتوسع في الغابات الأولية استجابةً لزيادة ربحية المطاط وندرة الأراضي المتوقعة (بولت وفان سويست، 1996). يسعى السكان المحليون إلى ترسيخ حقوق الملكية في مواجهة مطالبات الحكومة بالأراضي ، وبالتالي ينخرطون في سباق

تنافسي على الأراضي . يدفع هذا الوضع بولت وفان سويست إلى القول بأن تعدي المزارعين المتنقلين قد يكون له آثار مفيدة على الحفاظ على الغابات الأولية . يُمثل خطر التعدي عائقًا طبيعيًا أمام الوتيرة التي تسمح بها الحكومات لأصحاب الامتيازات بفتح مناطق الغابات الأولية . وبالتالي ، تقتصر الأضرار البيئية الناجمة عن التعدي على مناطق الغابات الثانوية . ومرة أخرى ، يوضح المثال كيف تُحرك سياسات الحكومة والنخب التجارية الخارجية عملية إزالة الغابات (دوف، ١٩٩٣).

الضغط السكاني

هناك تفسير تقليدي آخر لإزالة الغابات الاستوائية يتمثل في أن الغابات تُجرف بفعل المد المتصاعد للنمو السكاني (راجع مايرز، ١٩٩٣) . كما أن الضغط السكاني ، ونقص الفرص الاقتصادية ، ونزع الملكية ، والحرب ، والمجاعة ، وانعدام الأراضي ، والاعتماد على حطب الوقود ، كلها عوامل تُعزز التعدي على الغابات (تول، ١٩٩٨؛ راجع ماكنيل، ١٩٨٢) . حلل مورالي وهيغدي (١٩٩٧) المساهمة النسبية للعوامل الديموغرافية والاقتصادية في إزالة الغابات ، باستخدام بيانات عام ١٩٩٠ عن إجمالي المساحة الجغرافية ، ومساحة الغابات ، والكثافة السكانية ، وتصدير منتجات الغابات ، ومعدل النمو السكاني لـ ١٤١ دولة . يتفقون على أن الضغط السكاني لا يرتبط بارتفاع مستويات إزالة الغابات عالميًا ، ولكنه قد يرتبط ببعض دول إفريقيا وآسيا .

وهنا أيضًا تتدخل عوامل أخرى . ففي إفريقيا ، سجلت الدول الصغيرة معدلات إزالة غابات أعلى من الدول الأكبر، ربما بسبب حاجتها الأكبر نسبيًا إلى تصدير الموارد الطبيعية لتوليد النقد الأجنبي . تُنتج الغابات أكثر من 10% من الناتج المحلي الإجمالي لثماني عشرة دولة أفريقية (وزارة التنمية الدولية ، 1998) . على النقيض من ذلك ، تتمتع أوروبا بكثافة سكانية عالية ، لكنها تحافظ على معدلات منخفضة لإزالة الغابات بفضل قدرتها على الاستيراد من الدول الاستوائية بدلًا من استخدام مواردها الخاصة (مورالي وهيغدي، 1997).

ندرة حطب الوقود

توفر الغابات وقودًا للطهي لـ 2000 مليون شخص . ويعتمد مئات الملايين على الغابات في منتجات أخرى ، بدءًا من الأخشاب ووصولًا إلى الأدوية (وزارة التنمية الدولية، 1998؛ دودلي وآخرون، 1995) . ومع ذلك ، غالبًا ما يُبالغ في تقدير دور ندرة الوقود في إزالة الغابات . في الواقع ، يتمتع هذا الموضوع بمكانة أسطورية تُضاهي مكانة نظريات "الضغط السكاني" و"القطع والحرق" في إزالة الغابات . من المؤكد أن حطب الوقود والفحم النباتي ما يزالان المصدرين الرئيسيين للطاقة في معظم دول العالم النامي . ومع ذلك ، يتم استخراج الأخشاب بشكل رئيسي من خلال تدهور الغابات . ويشمل ذلك التقليم والتخفيف أكثر من إزالة الغابات بالجملة (هايغ 1994).

ومع ذلك ، في منطقة ماغو، تنزانيا ، وجد إيشينغوما وآخرون (1995) معدل نمو سنوي قدره 5% معدل إزالة الغابات ، مما يمنح غابات المنطقة نصف عمر يبلغ عشر سنوات نتيجة قطعها للحصول على الفحم . علاوة على ذلك ، كان ما يقرب من 90% من استهلاك الفحم محليًا ومنزليًا . في رواندا ، حتى قبل الحرب ، كان هناك عجز في حطب الوقود يبلغ حوالي 3×106 متر مكعب سنويًا . وفي وقت لاحق ، تم تدمير أكثر من 50,000 هكتار من الغابات والمزارع . وظهرت مشاكل مماثلة في الدول الاشتراكية السابقة ، حيث أجبر التدهور الاقتصادي والصعوبات الاقتصادية الناس على سرقة الأشجار لتوفير وقود الشتاء .

على النقيض من ذلك ، في الإكوادور، يُعد حطب الوقود موردًا مؤقتًا ، ويُستخدم فقط في المراحل الأولى من التوسع الزراعي .(Wunder 1996) يهيمن على إزالة الغابات في مرتفعات الإكوادور الاستعمار الزراعي وتربية الماشية ، ونادرًا ما يكون حطب الوقود دافعًا.

الإرشاد الزراعي

من المؤكد أن إزالة الغابات مدفوعة بندرة الأراضي والمهاجرين ذوي الموارد المحدودة . في أمريكا اللاتينية ، يُجبر الكثير من الناس على ترك منازلهم بسبب توسع الاقتصاد الحديث ، ويُجبرون على البحث عن أراضٍ على هامش الغابات . ويرى نيكلسون وآخرون (1995) أن الأسباب الجذرية تكمن في ضعف الفرص الاقتصادية بين الفقراء في المناطق الريفية وعدم قدرتهم على إدارة الأراضي الجديدة بشكل مستدام . وتُشير دراسة نايغرين (1995) لوادي كوستاريكا المركزي إلى أن مزارعي "الحدود" ، على عكس نظرائهم من المزارعين التقليديين في الغابات ، لا يعدون الغابات موردًا متجددًا ، ولا يعتقدون أن إدارة الغابات نشاط جدير بالاهتمام في سياق الزراعة الريفية (راجع بانش 1984).

ويُمثل تغيير هذه التصورات هدفًا رئيسيًا للتنمية في هذه المنطقة . ويتمثل أحد أسباب إزالة الغابات في استبدال أنظمة الزراعة الريفية بالأعمال التجارية الزراعية ، وهي عملية أجبرت المزارعين النازحين على إزالة الغابات في الأراضي الهامشية شديدة الانحدار (بانش 1984) . في موقع أبحاث زميلي جون هيلين على المنحدرات شديدة الانحدار في جنوب هندوراس ، نحاول تقييم فوائد تقنيات الحفاظ على التربة ، بالعمل مع المزارعين المحليين ذوي الموارد المحدودة لزراعة الذرة (هيلين ولاريا، 1997) .

تطل قطعة الأرض التجريبية على مزرعة بطيخ مزدهرة في السهول الخصبة . هذه المزرعة الزراعية ذات رأس المال العالي ، المملوكة لشركة أجنبية ، تنتج محاصيل نقدية للتصدير، وتدرّ دخلاً من العملات الأجنبية للحكومة ، وتوفر دخلاً نقدياً موسمياً لعمال قطف المحاصيل وتعبئتها المحليين . وهذا هو أيضاً سبب قيام المزارعين المحليين بزراعة المنحدرات شديدة الانحدار . ومع ذلك ، غالباً ما ينطوي الإرشاد الزراعي على أراضٍ هامشية شديدة الانحدار . في الهند ، انخفضت مساحة الغابات في منطقة براناماتي غاد في أوتاراخاند من 75% إلى 65% ، بينما زادت المساحة المزروعة من 12.5% إلى 18.5% . وتقع معظم الأراضي الصالحة للزراعة الجديدة على منحدرات تتراوح بين 20 و35 درجة (هايغ وآخرون، 1998) . وبالتالي ، فإن السبب المباشر الأهم لإزالة الغابات هو التحويل الدائم للغابات إلى أراضٍ زراعية (بولت وفان سوست، 1996) . من بين 256,000 هكتار من الغابات التي أُزيلت في ولاية كيرالا بين عامي 1964 و 1984، حُوّل 60% منها إلى الزراعة ، بينما خُصِّص معظم المساحة المتبقية للري ومشاريع الطاقة الكهرومائية (هايغ وآخرون، 1998) .

في فنزويلا ، تُعزى إزالة الغابات في المقام الأول إلى التوسع في الزراعة ؛ بينما يرتبط 20% فقط منها باستخراج الأخشاب (سينتينو، 1996) . تُعزز هذه الأرقام الصورة الشائعة لإزالة الغابات التي تُروِّج لها وسائل الإعلام من خلال صور حرق الغابات وقطع الأشجار لإنشاء أراضٍ صالحة للزراعة أو للرعي . وينطبق الأمر نفسه على تاريخ إزالة الغابات في مرتفعات مدغشقر . بدأ هذا حوالي عام 600 ميلادي ، عندما انتقل المستوطنون الإندونيسيون إلى الأرض وبدأوا في تدهور الغابة من خلال زراعة الغابات البور لفترات طويلة . بعد عام 1000 ميلادي ، شجع إدخال ماشية الزيبو من أفريقيا المزارعين على توسيع مراعيهم بالحرق . وبحلول عام 1600 ميلادي ، وبفضل ضعف التجديد ، اختفت معظم الغابات. وشملت العواقب تآكلًا هائلًا ، وفيضانات ، وجفافًا ، وانقراضًا حيوانيًا ، وانهيارًا اقتصاديًا مع تدهور الأرض إلى

مراعي فقيرة (جيد 1996) . وتنتشر أمثلة مماثلة في جميع أنحاء العالم . في الغرب ، كان من الممكن عكس مسار هذه الكوارث من خلال الاستثمار المتضافر في إعادة التحريج ، والحفاظ على التربة ، والتنظيم الهيدرولوجي ، كما هو الحال في أراضي مرتفعات يازو في ميسيسيبي (دافي وأورسيك 1991). في العالم النامي ، وعلى مر التاريخ ، عندما يتجاوز تحويل الأراضي الحدود أو يخطئ ، فإن الإنسان... المجتمع الذي تسبب في المشكلة ليس لديه أي سبيل للانتصاف.

في سريلانكا وأمريكا الوسطى ، توجد مدن قديمة استُصلحت بالغابات . القمع النشط للغابات هذا ، على الأقل ، يُظهر أن الغابات أنظمة مرنة. مع مرور الوقت ، تتجدد الغابات وتستصلح أراضيها ، حتى لو لم تُعاد زراعتها بنشاط . في كثير من الحالات ، يجب الحفاظ على الأراضي التي أُزيلت منها الغابات خالية من الغابات من خلال القمع المنتظم للتجديد ، غالبًا من خلال الرعي والحرق . تُميز منطقة خارجية من الأنواع المقاومة للحرائق العديد من جزر الغابات في مناطق السافانا الأفريقية . تم الحفاظ على آخر رقعة من المروج الأصلية في شمال إلينوي لأن دعاة حماية البيئة المحليين ، في تحدٍّ لقوانين مدينة شيكاغو ، يضمنون حرق الموقع بانتظام . تتعرض مرتفعات ويلز ومناطق أخرى كثيرة في أوروبا لإزالة الغابات بسبب الرعي الجائر للأغنام . حتى في منطقة الأمازون ، لا تُجرى عملية إزالة الغابات في اتجاه واحد : فمقابل كل 3 هكتارات تُزال ، ربما يُستصلح هكتار واحد عن طريق تجديد الغابات (سكول وتوكر 1993).

الرأسمالية الغربية

مورالي وهيغدي (1987) من بين من أشاروا إلى أن الكثير من إزالة الغابات الاستوائية هي إزالة غابات تُصدَّر من العالم المتقدم. ونظرًا لعدم رغبتها في استهلاك مواردها الغابوية ، فإن الدول المتقدمة سعيدة باستخدام نفوذها وثرواتها الاقتصادية لنهب موارد جيرانها الأفقر في العالم النامي . ويشير معهد الموارد العالمية إلى أنه من بين 15.4 مليون هكتار من الغابات الاستوائية التي تُفقد سنويًا بسبب إزالة الغابات ، فإن 5.9 مليون هكتار (38%) تُعزى إلى قطع الأشجار، ومن هذه المساحة ، يأتي 4.9 مليون هكتار (83%) من استخراج الأخشاب من محميات الغابات الأولية (معهد الموارد العالمية 1994) . إن الوضع بعيد كل البعد عن طموح قرار منظمة التجارة الدولية للأخشاب القاضي بجعل جميع عمليات استخراج الأخشاب من مصادر مستدامة ، أي مصادر مُعاد زراعتها ، بحلول عام 2000 .

في الوقت نفسه ، تُجري المنظمات البيئية في جميع أنحاء العالم المتقدم حملةً عقيمةً إلى حد كبير لتقييد استيراد الأخشاب الاستوائية (دادلي وآخرون، 1995) . وتُعدّ الشهادات البيئية إحدى هذه الاستراتيجيات ، إذ تفترض أن المستهلكين سيدفعون علاوةً على الأخشاب الناتجة عن عمليات الغابات المستدامة . وتشير دراسة استقصائية لتجار الأخشاب المشاركين بنشاط في أسواق الولايات المتحدة لمنتجات الأخشاب المعتمدة إلى وجود سوق متنامية (ميري وكارتر، 1997). ومع ذلك ، لا توجد أدلة تُذكر على تطبيق علاوة خضراء على المنتجات النهائية ، ويتمثل التغيير الرئيسي في أن الداخلين الجدد إلى السوق يشترون من مصادر محلية ، وليس دولية .

ولا تقتصر المشكلة على الأخشاب ، وجد نورمان مايرز نفسه ، على نحو لا يُنسى ، مرفوعًا دعوى قضائية من قِبل أكثر سلاسل مطاعم الهامبرغر العالمية تقاضيًا ، بسبب تعليق في غير محله خلال كشفه عن "صلة الهامبرغر" ، التي تربط إزالة الغابات الاستوائية بطلبات المستهلكين الغربيين على اللحوم الرخيصة . ومؤخرًا ، حلل نيكلسون وآخرون (1995) الحجة القائلة بأن الإنتاج المكثف للماشية يتسبب في إزالة الغابات في أمريكا الوسطى . وقيّموا فكرة إمكانية الحد من المشكلة باستخدام أساليب إنتاج أكثر كثافة للماشية . ومع

ذلك ، وُجد أن التكثيف من غير المرجح أن يؤثر على معدلات إزالة الغابات ، لأن طلب المستهلكين على منتجات الماشية لم يكن العامل الدافع . ويجادلون بأن هناك حاجة إلى إيجاد أنظمة تكثيف تحترم منطق أنظمة الماشية المكثفة الحالية ، وتوازن بين المفاضلات بين أهداف المنتجين وصانعي السياسات.

عوامل مختلفة

في معظم الحالات ، تكون إزالة الغابات نتيجةً لمجموعة من العوامل (راجع براون وبيرس 1994) . يقدم براذرز (1997) دراسة حالة مفيدة من نموذج مصغر لقرية واحدة في دومينيكا . هنا ، ارتبطت إزالة الغابات السريعة ببناء طرق الوصول ، والاستيطان الزراعي ، وتحويل المراعي . كما لعب قطع الأشجار دورًا مهمًا في فتح الغابة للاستيطان الزراعي . لم يكن تحويل المراعي نتيجةً لتوسع مزارع كبيرة من قِبل مُلاك الأراضي الأثرياء ، بل استجابةً محليةً للمزايا الاقتصادية لتربية الماشية . وكما هو الحال دائمًا ، أثرت الإجراءات الحكومية بشدة على إزالة الغابات . في هذه الحالة ، لم تكن المشكلة في مخططات الاستعمار ولا في الدعم الاقتصادي لتربية الماشية ، بل في الممارسات الاحتكارية للديكتاتور رافائيل تروخيو والفوضى التي أعقبت اغتياله . يخلص براذرز إلى أن الحكومة الوطنية تتحمل مسؤولية رئيسية عن إزالة الغابات ، ويناقض ادعاء الحكومة بأن المزارعين هم سبب هذه المشاكل (راجع كوستوديا، ١٩٩٨) . كما أن استمرار المعارضة بين الحكومة وسكان الريف يحول دون أي حل لهذه المشكلة.

الآثار البيئية لإزالة الغابات

تُسند "الخطة الأساسية لموارد الغابات ، ١٩٩٦" في اليابان خمس وظائف رئيسية للغابات : الحفاظ على موارد المياه ، الحفاظ على البيئة ، إنتاج الأخشاب ، الأنشطة الصحية / الثقافية ، والوقاية من الكوارث (برايس، ١٩٩٨) . تلعب الأشجار دورًا رئيسيًا في التخفيف من حدة الظواهر المناخية المتطرفة : الفيضانات والانهيارات الجليدية والانزلاقات الأرضية (شاروينفونغ 1991؛ دافي وأورسيك 1991). وعندما تختفي الأشجار، قد تتبعها تغيرات بيئية سلبية . ومع ذلك ، فإن الرسالة التي يقدمها القسم التالي هي أنه ليس بالضرورة أن تكون جميع الآثار البيئية لإزالة الغابات كارثية ، وأنه يمكن التخفيف من العديد منها من خلال الإدارة البيئية الدقيقة ، وحسن إدارة الأراضي والمياه (شاكسون 1995؛ شاكسون وآخرون 1989؛ بيريرا 1989).

الانهيارات الأرضية

لإزالة الغابات أكبر تأثير جيومورفولوجي في المناطق الجبلية . ويجادل برايس (1998) بأن أفضل طريقة لتقليل مخاطر الكوارث الطبيعية في الجبال هي ضمان استقرار الغطاء الحرجي . ففي الأراضي شديدة الانحدار، حيث يوجد ارتفاع سريع و/أو شق في مجرى مائي ، تتطور منحدرات التلال إلى حالة قريبة من حدود استقرارها . من الناحية الجيوتقنية ، تتمتع هذه المنحدرات بـ"عامل أمان" قريب من الواحد الصحيح . هذا يعني أن القوى التي تحافظ على المنحدر وتقاوم الانهيار، مثل قوة الصخور أو جذور الأشجار أو التربة ، متوازنة مع القوى التي تشجع على انهياره ، مثل الجاذبية وعمق التربة ووزن الأشجار، إلخ. عندما تكون منحدرات الصخور والحطام على أعتاب الانهيار، فإنها تُظهر سلوكًا مرتبطًا بـ"الحرجية ذاتية التنظيم" (باك 1997؛ نويفر 1993؛ هايغ وآخرون 1988). ولأنها عرضة لاضطرابات طفيفة جدًا ، فإن هذه المنحدرات

تنهار بشكل غير متوقع في الحالات الفردية ، ولكن يمكن التنبؤ بها إحصائيًا. يمكن التنبؤ بهشاشتها من خلال ارتباط خطي مميز بين حجم الانهيار الأرضي وتواتر الانهيار الأرضي (هايغ 1988).

يستخدم المهندسون البيولوجيون الأشجار بشكل متزايد لتثبيت المنحدرات شديدة الانحدار (باركر 1984) . السبب هو **أن جذور الأشجار تتمتع بقوة شد تعادل أو تفوق قوة الفولاذ** . في بيئات الغابات ، تُشكل جذور الأشجار عنصرًا مهمًا في قدرة منحدر التل على مقاومة الانهيار . بيانات الغابات الاستوائية غير متوفرة ، لكن الأبحاث التي أُجريت في غابات الأرز الأصفر المتدهورة في ألاسكا تُشير إلى أن جذور الأشجار يمكن أن تُمثل عامل تحكم في الانهيارات الأرضية بنفس أهمية ضغط الماء المسامي في التربة الضحلة (جونسون 1993) . هنا ، أظهر تطبيق تقنيات تراكب الخرائط البسيطة أن المنحدرات الشديدة التي تعاني من تدهور أشجار الأرز تُعاني من ثلاثة أضعاف عدد الانهيارات الأرضية مقارنةً بالمنحدرات الشديدة في الغابات المجاورة (جونسون وويلكوك 1998).

بحث هذان الباحثان في إمكانية أن يكون ازدياد نشاط الانهيارات الأرضية ناتجًا عن زيادة تشبع التربة بعد انخفاض نتح أشجار الأرز المحتضرة ، ولكنهما في النهاية رفضا هذا الاحتمال ، مُبررين التفسير الأكثر تقليدية لفقدان قوة الجذور . في المناطق التي ماتت فيها الأشجار لمدة تتراوح بين 14 و51 عامًا ، تحللت نسبة تتراوح بين 70 و90% من الجذور التي يتراوح قطرها بين 1 و30 ملم . أدى ذلك إلى انخفاض تماسك التربة بنسبة تصل إلى 80% (من 4.6 إلى 0.9 كيلو باسكال) . كان تأثير تحلل الجذور على عامل أمان المنحدر مساويًا لتأثير التغيرات في ضغط الماء المسامي ، وأكبر على المنحدرات ذات التربة الضحلة.

يتمثل الجزء الأكبر من نشاط الانهيارات الأرضية الذي يلي إزالة الغابات في تكوين انحدارات ضحلة من التربة العميقة وأغطية الحطام التي تحافظ عليها الغابات حتى على المنحدرات شديدة الانحدار . تتأثر هذه العملية بزاوية المنحدر. دراسات في تاراناكي، نيويورك وجد زيلاند أن 28 درجة هي الحد الأقصى لانهيارات التربة بعد إزالة الغابات ، وأن معظمها يحدث على منحدرات أكثر انحدارًا من 32 درجة . بلغ متوسط انخفاض السطح 0.2 متر في 10 سنوات . ومع ذلك ، في كثير من الحالات ، يصعب إثبات العلاقة بين هذه الضوابط البيئية والغطاء الحرجي ونشاط الانهيارات الأرضية . وقد وجدت دراسات المؤلف لتأثيرات الطرق الجبلية الجديدة في جبال الهيمالايا أن المنحدرات الحرجية كانت أكثر عرضة لنشاط الانهيارات الأرضية من تلك التي استُبدلت بها الغابات . والسبب هو أنه في هذه البيئة ، لم تنجُ الغابات إلا على المنحدرات التي ثبت عدم استقرارها بما يكفي لأنشطة التنمية الأخرى (هايغ وآخرون، 1995).

استجابة القناة

غالبًا ما يكون لرواسب الانهيارات الأرضية تأثير مهم على قنوات المجاري المائية في المناطق الجبلية. في جميع أنحاء جبال الهيمالايا وهامش سيواليك التابع لها ، ترتبط إزالة الغابات والتنمية بتغيير العمليات السائدة في قنوات المجاري المائية من الشق إلى الترسيب . قد تُحوَّل المجاري المائية المتأثرة إلى قنوات قاعية . تميل هذه المجاري إلى أن تصبح أوسع (مُضفرة أحيانًا) ، وأكثر ضحالة وأقل تعرجًا . في كثير من الأحيان ، تنخفض التدفقات السطحية وتصبح مُقيَّدة بظروف الفيضان ، ويتدفق الماء عبر حشوة قاع القناة . في أطراف جبال الهيمالايا ، حدثت زيادات كبيرة في عرض المجاري المائية ، ومن المُرجَّح ، وإن لم يُثبَت بعد ، أن هذا قد أدى إلى مزيد من تقويض وزعزعة استقرار منحدرات التلال (فروليتش وستاركل 1993؛ هايغ 1994).

في أماكن أخرى ، في الحالات التي لا يزداد فيها تدفق الرواسب إلى الأنهار بشكل كبير، قد يؤدي الجريان السطحي المتزايد ، وخاصةً زيادة شدة الفيضان السنوي المتوسط ، المُصاحب لإزالة الغابات ، إلى جانب انخفاض الحماية النباتية وزيادة ضغط سطح التربة ، إلى تأثير معاكس تمامًا . في البيئات شبه القاحلة ، غالبًا ما تؤدي إزالة الغابات إلى حفر قنوات المجاري المائية ، وانخفاض نسبة العرض إلى العمق ، وزيادة تعرجات القناة . ويعتمد تأثير القنوات المتأثرة على توازن وطبيعة التغير المحلي في إمدادات المياه والرواسب.

التوازن الهيدرولوجي

من المسلّم به على نطاق واسع أن إزالة الغابات تؤدي إلى زيادة خطر الفيضانات . ومع ذلك ، فإن هذه القضية أسهل في الجدال من إثباتها . فالآثار الهيدرولوجية لإزالة الغابات متنوعة ، وحتى الآن ، لم تُسجل في سجلات أكبر حوض غابات في العالم ، وهو الأمازون (مارينغو 1995). دور إزالة الغابات في التسبب في تزايد مشاكل الفيضانات في شمال الهند موضع نقاش (هايغ 1994) . ومع ذلك ، يُعتقد أن للتأثير البشري ، بما في ذلك إزالة الغابات ، تأثيرًا مهمًا على إنتاجية الرواسب من الأنهار الرئيسية في جنوب وشرق آسيا . كما أن له تأثيرًا على تدفق الجداول الأصغر (بروينزيل 1990).

تشير النظريات إلى أن إزالة الغابات تؤدي إلى زيادة إنتاجية المياه السنوية ، وزيادة تغذية المياه الجوفية ، وزيادة تدفق المياه خلال موسم الجفاف . ومن المؤكد أنها عادةً ما ترتبط بزيادة تصريف الفيضانات ، وذلك لأن حجم المياه المفقودة نتيجة التبخر، والذي يُمثل عادةً 40% من المياه المُستحصلة على شكل هطول ، يبقى على الأرض . ومع ذلك ، ففي المناطق الاستوائية الجافة موسميًا ، غالبًا ما ترتبط إزالة الغابات بجفاف الينابيع والجداول (بارتاريا 1991؛ فالديا 1998) . يحاول ساندستروم (1995) إثبات أن العواقب الهيدرولوجية لإزالة الغابات تختلف باختلاف إدارة الأراضي ، والمناخ المائي ، وخصائص المظاهر الطبيعية.

ويعتقد آخرون أن العامل الرئيسي يكمن في عمق التربة (هايغ 1994) . تُكوّن الغابات تربة عميقة ذات بنية مفتوحة ، ذات قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالمياه ، حتى على المنحدرات الشديدة . وعندما تُزال الأشجار ، تصبح هذه التربة أقل كثافة وأكثر ضغطًا . يتحول المزيد من مياه الأمطار إلى جريان سطحي وتدفق قريب من السطح ، بينما يدخل أقل إلى التربة أو المياه الجوفية (راجع شيبانو 1998). حيث تكون التربة عميقة ، يكون التدفق العابر هو المصدر الرئيسي لتدفق العواصف . من غير المعتاد أن يتجاوز هطول الأمطار قدرة تربة الغابات على التسرب ، إلا في حالة حدوث ضغط ، ولكن فيضان مشبع ليس بالأمر غير المعتاد .

تعيد الغابات كمية كبيرة من الأمطار التي تتلقاها إلى الغلاف الجوي . يتراوح معدل التبخر والنتح السنوي في غابات الأراضي المنخفضة الرطبة الاستوائية حتى 1500 مم / سنة ، مع بلوغ معدل النتح حدًا أقصى قدره ١٠٤٥ مم سنويًا(Bruijnzeel١٩٩٠) في معظم البيئات ، تكون هذه الأرقام أقل بكثير. وبالتالي ، عند إزالة الغابات ، تبقى كمية أكبر بكثير من المياه في البيئة مقارنةً بالماضي ، ويميل إجمالي تصريف الجداول المتأثرة إلى الارتفاع . في المناطق الاستوائية ، تُبلغ عن زيادات في إنتاج المياه تعادل ما بين ١١٠ و٨٢٥ مم سنويًا في السنة التالية لإزالة الغابات .

بعد مراجعة ١٤٥ دراسة ، قدّر شاهين وهول (١٩٩٦) أنه في جنوب غرب أستراليا ، في حالة انخفاض الغطاء النباتي بنسبة ١٠٪ ، فإن إزالة الأخشاب الصلبة المتساقطة الأوراق ستزيد الإنتاج السنوي بمقدار ١٧-١٩ مم سنويًا ؛ وإزالة الصنوبريات بمقدار ٢٠-٢٥ مم سنويًا ؛ أما إزالة أشجار الكينا ، فستزيد الإنتاج بمقدار ٦ مم سنويًا فقط . أما التشجير بالأشجار الصغيرة ، فسيؤدي إلى انخفاض الإنتاج بمقدار ٥ مم

سنويًا . في نيجيريا ، أفاد لال (1997) بنتائج دراسة استمرت سبع سنوات لمستجمع مياه ثانوي للغابات المطيرة الاستوائية (44.3 هكتارًا) نتج عنه ما بين 2.2 و3.1% من هطول الأمطار السنوي كجريان سطحي . أدت إزالة الغابات في 7% من مساحة مستجمعات المياه إلى زيادة إنتاج المياه إلى 7.0% من هطول الأمطار السنوي . وارتفع إجمالي إنتاج المياه بعد إزالة الغابات والتحويل إلى استخدام الأراضي الزراعية من 9.6% إلى 21.3% . وزاد التدفق الأساسي بعد إزالة الغابات بنسبة 5-18% من هطول الأمطار السنوي ، بينما انخفض تدفق الذروة بنسبة 2.3-6.2% . في السابق ، انخفضت تدفقات موسم الجفاف مع تقدم موسم الجفاف ، ولكنها زادت في السنوات التي تلت إزالة الغابات . وأظهرت أجهزة قياس الليسيمتر في الغابات خسائر تسرب أعلى من تلك الموجودة في الأراضي الزراعية .

في غرب أستراليا ، أجرى باري وآخرون دراسة (1996) استخدموا مستجمعات مياه تجريبية مقترنة ، مع معايرة لمدة ست سنوات ، لدراسة تأثير قطع الأشجار . أدى ذلك إلى زيادة في مستويات المياه الجوفية . ارتفعت مستويات المياه الجوفية العميقة والدائمة لمدة أربع سنوات إلى حد أقصى قدره 5 أمتار، ثم بدأت في الانخفاض . الينابيع التي كانت تتدفق كل شهرين إلى ثلاثة أشهر سنويًا قبل قطع الأشجار، تدفقت بعد خمسة إلى ستة أشهر . ازدادت تدفقات المجاري المائية بشكل كبير بعد عام واحد من قطع الأشجار بسبب انخفاض الاعتراض والتبخر، وزيادة إعادة التغذية ، وانخفاض نقص رطوبة التربة ، وبالتالي زيادة التدفق العابر . كانت الزيادة في التدفق القاعدي ضعف الزيادة في التدفق السريع.

<u>كيمياء المياه</u>

تؤثر إزالة الغابات على العديد من جوانب جودة المياه (أندرسون وسبنسر 1991) . وتشمل هذه الجوانب حمولتها (المعلقة ، والمذابة ، والقاع) ، وعكرها ، ومحتواها من المواد العضوية ، ونظامها الحراري والهيدرولوجي ، وبيئتها - مما يؤدي غالبًا إلى تحول النظام البيئي من غيري التغذية إلى ذاتي التغذية . بطبيعة الحال ، تؤثر هذه التأثيرات على كيمياء المياه . يرتبط إزالة الغابات تقليديًا بانخفاض المواد العضوية الذائبة وتدفق المغذيات النباتية المُطلقة . أشارت محاولة لتطبيق نموذج MAGIC على مستجمع مياه مركزي في الأمازون إلى أنه خلال فترة ثلاثين عامًا ، ستؤدي إزالة الغابات إلى إطلاق-SO42 ، مما يُحفز الحموضة وزيادة عامة في التركيز الأيوني (فورتي وآخرون، 1995).

على المدى الطويل ، من المتوقع أن تصل التركيزات الأيونية في مياه المجاري المائية إلى توازنات جديدة عند مستويات أعلى مما كانت عليه قبل إزالة الغابات ، مما يؤدي في النهاية إلى الحموضة . عندما تُحوّل تربة الألفيسول النيجيرية المنخفضة إلى الزراعة ، فإن جودة كيمياء تربتها ودرجة حموضتها تُقلل من وقت الزراعة (لال، 1996) . عند عمق 0-5 سم ، بلغ معدل الانخفاض عند عمق 0-5 سم 0.23 وحدة pH سنويًا ، و0.05% سنويًا للكربون العضوي في التربة ، و0.012% سنويًا للنيتروجين الكلي ، و0.49 سمول / كجم / سنة للكالسيوم ، و0.03 سمول/كجم/سنة للمغنيسيوم، و0.018 سمول/كجم/سنة للبوتاسيوم ، و0.48 سمول/كجم/سنة للكربون العضوي . عند عمق 5-10 سم ، بينما زاد تركيز +Mn3 والفوسفات بسبب التسميد ، كانت هناك أيضًا زيادة في الحموضة الكلية . ومع ذلك ، حتى المطر الحمضي لا يسبب حموضة مياه الجداول في غابات اليابان الجبلية . يبدو أنها محصنة ضد ذلك ، ولم يظهر تفسير لذلك إلا مؤخرًا (الملحق 14.2).

جودة التربة والتآكل

تُعرّض إزالة الغابات التربة الاستوائية الهشة للتآكل ، وتُعزز تدهورها من خلال فقدان العناصر الغذائية وانخفاض حيوية التربة (ثينج، ١٩٩١) . وقد يكون لقطع الأشجار آثارٌ بالغة الخطورة . من ماليزيا ، أبلغ لال وآخرون (١٩٨٥) عن حالاتٍ من التآكل الذي ارتفع إلى ١٣ مليون طن للهكتار/شهر من لا شيء تقريبًا ، ويرتفع معدل الجريان السطحي إلى 190 مترًا مكعبًا للهكتار شهريًا من مترين مكعبين للهكتار شهريًا على الطرق الخشبية المُنشأة حديثًا . ومع ذلك ، قد تكون خسائر التربة والجريان السطحي من الأراضي الزراعية الجديدة مرتفعة أيضًا . في سريلانكا ، حيث أدى التوسع الزراعي إلى تقليص الغطاء الحرجي من 70% إلى 20% بين عامي 1900 و1995 ، سُجِّلت زيادة في نسبة هطول الأمطار إلى الجريان السطحي تُقدَّر بنسبة 0.7-1.4% سنويًا .

في المناطق المزروعة بالتبغ والمحاصيل الحولية المرتفعة ، زاد معدل فقدان التربة بمقدار 25-70 ضعفًا عن مثيله في الغابات (هايغ وآخرون، 1998). يرتبط إزالة الغابات عمومًا بزيادات كبيرة في فقدان التربة وإنتاجية الرواسب (ديروز وآخرون، 1993) . أظهرت مراجعة لحوالي ثمانين دراسة حول تآكل السطح في الغابات الطبيعية وأنظمة زراعة الأشجار أن متوسط فقدان التربة في الغابات الطبيعية يبلغ حوالي 0.3 (يتراوح بين 0.03 و6.2) ميغاغرام للهكتار/سنة (Wiersum 1984) . وتعاني المزارع والمحاصيل الشجرية ذات الغطاء الأرضي/الغطاء العضوي من خسائر تتراوح بين 0.6 و0.8 (يتراوح بين 0.02 و6.2) ميغاغرام للهكتار/سنة .

ويشير عدد قليل من الدراسات التي أُجريت على مرحلة الزراعة في ظل دورة طويلة من البور في الغابات إلى خسائر في التربة تبلغ حوالي 2.8 (يتراوح بين 0.4 و70) ميغاغرام للهكتار/سنة . وفي غرب جبال الهيمالايا ، وجدت مقارنة بين رواسب قاع المجاري المائية المتجمعة من أربعة مستجمعات مياه صغيرة شديدة الانحدار، مساحتها كيلومتر مربع واحد ، أن أحمال الرواسب من الغابات غير المضطربة كانت أقل بخمس إلى سبع مرات من أحمال الرواسب من المناطق التي أُزيلت منها الغابات والمغطاة بالعشب والشجيرات . كانت أعماق التربة في المناطق التي أُزيلت منها الغابات أصغر بكثير، وكانت هناك بقع أكبر من الصخور الأساسية المكشوفة (هايغ وآخرون، 1998؛ هاردينغ وفورد، 1993). غالبًا ما يُسرّع التحول إلى المحاصيل الصالحة للزراعة من التعرية . على الأراضي الزراعية شديدة الانحدار سيئة الإدارة ، في الأراضي والمواقع التي أُزيلت منها التربة مؤخرًا ، يُمكن الإبلاغ عن خسائر فادحة في التربة. أفاد Bruijnzeel (1990) بأرقام تتراوح بين عشرات ومئات الملايين من الهكتارات سنويًا ، بما في ذلك حد أقصى يبلغ حوالي 500 مليون هكتار سنويًا للحقول المزروعة بالبصل ، والمحروثة على المنحدرات في جاوة .

يعد خبراء الحفاظ على التربة أن الأراضي البور العارية ، التي تُملأ مؤخرًا على المنحدرات وتُملأ المنحدرات ، هي أكثر الظروف قابلية للتآكل في الحقول الصالحة للزراعة . قد تكون الخسائر من الأرض البور نفسها تحت الغابات أصغر بثلاث مرات ، اعتمادًا على زاوية المنحدر ، ونوع التربة ، والنظام المناخي ، ونطاق الدراسة . أحد أسباب زيادة خسائر التربة بعد إزالة الغابات هو تسرب كمية أقل من الماء إلى التربة . غالبًا ما يكون هذا بسبب الضغط ، مما يؤدي إلى ارتفاع كثافة التربة وانخفاض معدلات التسرب . في جبال زاغروس القاحلة بإيران ، أدى تحويل تربة زيروكريبت خشنة طينية كالسيكسيرولية من غابة البلوط (Quercus brontii)إلى محاصيل حقلية ، بعد عشرين عامًا ، إلى زيادة في كثافة التربة بنسبة تقارب 20% ، وانخفاض في المادة العضوية ومحتوى النيتروجين الكلي بنسبة 50% ، وانخفاض في الأيونات الذائبة بنسبة 10-15% مقارنةً بالتربة في غابة غير مضطربة .(Hajabbasi et al. 1997)

في نيجيريا الرطبة ، وجدت دراسات بالقرب من إبادان أن إزالة الغابات والزراعة زادتا من كثافة التربة في الغابة ومقاومة الاختراق ، لكنهما قللا من متوسط قطر وزن الكتل .(Lal 1996) انخفض معدل التسرب مع إزالة الغابات ومدة الزراعة . بعد إزالة الغابات بفترة وجيزة ، انخفض معدل التوصيل الهيدروليكي المشبع ومعدل التسرب المتوازن في الأراضي المزروعة والمُزالة إلى 20-30% فقط من مثيله في الأراضي المزروعة . في ريو غراندي دي سول بالبرازيل ، أدى تحويل 90% من الغابات إلى ارتفاع خسائر التربة إلى مستوى إقليمي قدره 7 ملايين غرام للهكتار/ سنة ، وأعقب ذلك ظهور مسارات تدفق سطحية (ميندیوندو وآخرون، 1998؛ كاسترو وآخرون، 1997).

أدت الإزاحة الطبيعية للأرض إلى زيادة معدل التسرب بمقدار عشرة أضعاف في غضون خمس سنوات . شهدت الأراضي الزراعية المُدارة جيدًا خسائر في التربة تُضاهي تلك الموجودة في الغابات الطبيعية . على المنحدرات الشديدة ، قد يكون التأثير أكثر دراماتيكية : فقد فقدت المواقع المُزالة في منطقة غاتس الغربية ، الهند ، 120 مليون غرام للهكتار/ سنة في موسم واحد . ومع ذلك ، تنخفض معدلات التعرية بسرعة لاحقًا . في منطقة غاتس ، كانت التعرية من المواقع المزروعة بالفلفل أقل من 3.5 مليون غرام للهكتار/ سنة . في ريو غراندي دي سول ، بعد التحول إلى الزراعة بدون حرث ، انخفضت خسائر التربة إلى مستويات صغيرة جدًا بحيث لا يمكن تسجيلها (ميندیوندو وآخرون، 1998). وتأتي رسالة مماثلة من دراسات الأراضي المُحوّلة إلى مراعٍ .

فقد درس دي مورايس وآخرون (1996) عواقب تحويل الغابات إلى مراعٍ على التربة في الجزء الجنوبي الغربي من حوض الأمازون البرازيلي . بعد إنشاء المراعي ، كانت الكثافةُ الظاهرية للتربة أعلى في طبقة التربة التي يتراوح عمقها بين 0 و5 سم ، مع ملاحظة تغيرات طفيفة في الطبقات الأعمق . ارتفعت درجة حموضة التربة ، بينما كان إجمالي الكربون في التربة (عمق يتراوح بين 0 و30 سم) أعلى بنسبة 17 إلى 20% في المراعي التي يبلغ عمرها 20 عامًا مقارنةً بمواقع الغابات الأصلية . ومع ذلك ، وجدت دراسة روندونية أخرى ، قارنت تركيزات النيتروجين غير العضوي في التربة ، ومعدلات التمعدن الصافي ، والنترتة في الغابات والمراعي (التي يزيد عمرها عن 3 سنوات) باستخدام أولتيسولز / أوكسيسولز، أن تربة الغابات تحتوي على تركيزات أعلى من النيتروجين القابل للاستخراج ، وتركيزات إجمالية من النيتروجين غير العضوي ، مقارنةً بتربة المراعي .

وكانت معدلات التمعدن الصافي والنترتة الصافية أعلى في تربة الغابات (نيل وآخرون، 1997؛ أندرسون وسبنسر، 1991: 40) . وظلت معدلات النيتروجين والنترتة ثابتة في قطع الغابات الست التي خضعت للاختبار ، مما يشير إلى أن الضوابط متشابهة . وتشير معدلات التمعدن والنترتة المنخفضة في تربة المراعي إلى أن الخسائر السنوية من النيتروجين من المظاهر الطبيعية التي أزيلت منها الغابات قد تكون أقل من تلك التي لحقت بالغابة الأصلية (نيل وآخرون، 1997) . في محمية باربودال ، كوستاريكا ، أكدت الاختبارات انخفاض مستويات الكربون والنيتروجين والبوتاسيوم في التربة ، بينما كانت العديد من الكاتيونات القاعدية والمغذيات الدقيقة أعلى في قطع الأراضي العشبية منها في قطع الأراضي الحرجية (جونسون وويدين، 1997). تؤدي إزالة الكتلة الحيوية للأشجار عن طريق قطع الأشجار إلى إزالة ما متوسطه 30 و15 ميغاغرام للهكتار من الكربون من الغابات الرطبة موسميًا والجافة موسميًا ، على التوالي . وقد يضيف تعفن الجذور 50 ميغاغرام للهكتار (أندرسون وسبنسر، 1991) . تختلف كمية الكربون المفقودة في النظام باختلاف العديد من العوامل البيئية ، وكذلك باختلاف طريقة إزالة الأراضي واستخدامها لاحقًا . وقد أجريت دراسات في تربة المراعي التي رُعيت ، والتي حُوّلت من غابات قبل 18 و25 عامًا في كوستاريكا . بلغ

صافي خسارة الكربون 2180 جم/م2 للتربة الهابلودانية و150 جم/م2 للتربة الهوميتروبيبتية (فان دام وآخرون 1997).

أجرى جاستون وآخرون (1998) دراسةً واسعة النطاق ، قائمةً على نظم المعلومات الجغرافية ، للتغيرات في أحواض الكربون في النظام البيئي الناتجة عن تحويل الأراضي في الغابات الاستوائية الأفريقية . وقدّروا أن الكتلة الحيوية للغابات فوق الأرض تُمثل 75% من إجمالي الكربون ، والكتلة الحيوية للغابات تحت الأرض تُمثل 21% ، والسافانا العشبية/الشجيرية تُمثل 4% . وبلغ متوسط كثافة الكربون في الكتلة الحيوية 180 ميغاغرام للهكتار للغابات الرطبة المنخفضة ، و82 ميغاغرام للهكتار لجميع الغابات ، و6 ميغاغرام للهكتار للسافانا العشبية . وقد تسبب تحويل الغابات ، خلال الفترة 1980- 1990، في انخفاض بنسبة 13% في أحواض الكربون في الغابات فوق الأرض ، بما في ذلك 5.6% بسبب إزالة الغابات ، و7.4% بسبب انخفاض الكتلة الحيوية بسبب أنشطة بشرية أخرى . في البرازيل ، أدت إزالة الغابات وحرقها إلى زيادة تركيزات أول أكسيد الكربون والأوزون في الغلاف الجوي السفلي (كيرشوف، ١٩٩٦).

ما تزال الجينات المشتركة الميكروبية في تربة الغابات الاستوائية غير مستكشفة إلى حد كبير . وصفت دراسة حديثة في الأمازون ١٠٠ تسلسل من الجينات ، ثمانية وتسعون منها بكتيرية واثنان من الأركيا . لم يتم العثور على تسلسلات مكررة ، ولم يُوصف أي من التسلسلات سابقًا (بورنمان وتريبليت، ١٩٩٧) . لم يُصنّف ١٨٪ من التسلسلات البكتيرية في أي عائلة بكتيرية معروفة . وُجدت اختلافات كبيرة في تعداد الميكروبات بين تربة الغابات الناضجة وتربة المراعي المجاورة .

الفطريات الجذرية الحويصلية هي فطريات متعايشة داخلية تُساعد على نمو النبات عن طريق زيادة امتصاص العناصر الغذائية في التربة . قام جونسون وويدين (١٩٩٧) بفحص الفطريات الجذرية أثناء تحويل الغابات الاستوائية الجافة إلى أراضٍ عشبية في كوستاريكا . وجدوا أنه في حين أن تنوع بيتا لمجتمعات أبواغ الميكوريزا كان أقل في قطع الأراضي العشبية منه في قطع الأراضي الحرجية ، فإن الكثافة الإجمالية للأبواغ وتنوع ألفا لمجتمعات أبواغ الميكوريزا لم يتأثرا بالتحول إلى المراعي أو بالحرق اللاحق . تشير هذه النتائج إلى أن تجدد الغابات لن يتأثر بأي نقص في الكائنات المتعايشة مع الميكوريزا . ويشير جونسون وويدين إلى أن المراعي تُمثل حالات مستقرة بديلة مستدامة لهذه المناطق الحرجية السابقة . ويعزز التفاعل الإيجابي بين الغطاء النباتي للمراعي والحرائق ودورة المغذيات هذه الحالة.

الآثار البيوجيوجرافية لإزالة الغابات

من المعروف أن الغابات المطيرة الاستوائية أنظمة بيئية كبيرة ومعقدة . وهي تُصنف من بين أكبر محميات العالم للتنوع البيولوجي ، وتوفر مستودعات ضخمة من الأنواع والجينات المفيدة المحتملة (ريدينغ وآخرون، 1995: 151-155؛ ويلسون، 1992) . يجادل دعاة حماية البيئة بأننا قد نفقد ما بين 50 و200 نوع يوميًا ، وأن معدلات الانقراض الحالية أعلى بخمس مراتب من المعدل الجيولوجي (مايرز 1995: 179 وما يليه) . ويواصل مايرز الإشارة إلى أن التنوع البيولوجي للأرض قد ينخفض إلى النصف بحلول منتصف القرن المقبل ، وأنه إذا حدث ذلك ، فسيكون السبب إزالة الغابات الاستوائية . وبطبيعة الحال ، فإن هذه الأرقام محل جدل . ومع ذلك ، فإن فقدان التنوع البيولوجي ليس التأثير الجغرافي الحيوي الوحيد . فالتغيرات الجغرافية الحيوية تنتج أيضًا عن الغزوات البيئية وتجزئة الموائل .

على سبيل المثال ، في جبال الهيمالايا ، وفرت المناطق الملغومة وجوانب الطرق والمناطق النباتية المتدهورة سبلًا لغزو أنواع غريبة مثل سيلوسيا أرجنتيا ولانتانا كامارا وإيوباتوريوم غلاندولوسوم (راجوار

1998) . بمجرد توطنها ، تنتشر نباتات اللانتانا في الأراضي الشجرية والغابات ، بينما تنتشر نباتات الغافثية في المراعي الجبلية . وتتمتع هذه النباتات بميزة تنافسية بفضل إنتاجيتها الأولية العالية وعدم استساغتها للحيوانات الرعوية . وبمجرد توطنها في المواقع المضطربة ، غالبًا ما تنتشر هذه الأنواع الغريبة إلى مناطق أقل اضطرابًا . وتأتي قصص أكثر إثارة من أوقيانوسيا الاستوائية وأستراليا ، حيث كان للغزوات البيئية لأنواع مثل ضفادع القصب في كوينزلاند وطيور المينا في راروتونجا آثار كبيرة على أعداد ونطاق الأنواع المحلية .

كما يمكن أن تؤثر إزالة الغابات على وبائيات الأمراض . فعلى سبيل المثال ، عندما تضاعفت أسعار البن في عام ١٩٨٦، أدى ذلك إلى إزالة الغابات على نطاق واسع لمزارع البن في جنوب تايلاند . وقد عززت زيادة مساحة المياه الراكدة انتشار بعوضة الأنوفيليس مينيموس ، وهي ناقل فعال للغاية للملاريا . كما جذبت المزارع الجديدة مهاجرين من المناطق الموبوءة وغير الموبوءة . في عامي 1986 و 1987، أحدث وباء دمارًا كبيرًا بين المهاجرين غير المحصنين . (كوندراشين 1991) . استعرض والش وآخرون (1993) العلاقة بين إزالة الغابات والعديد من الأمراض الأخرى المنقولة بالنواقل ، إلى جانب الملاريا ، بما في ذلك فيروسات المفصليات ؛ وداء شاغاس ، وداء الليشمانيات ، وداء اللوائيات ، وداء الفيلاريات اللمفي ، وداء كلابية الذنب ، وداء البلهارسيا .

<u>إعادة التحريج</u>

نُشر كم هائل من الأبحاث حول مشاكل وعمليات إعادة إعمار الغابات (لامب وآخرون 1995). الآثار البيئية لإعادة التحريج ليست عكس تلك الناجمة عن إزالة الغابات . يحدث العديد من آثار إزالة الغابات بسبب فقدان تربة الغابات وطبقات النفايات . تستخرج الغابات الجديدة العناصر الغذائية من البيئة ، وتُسرّع من عمليات التجوية وتُكسر الصخور . <u>قد تكون للغابات الجديدة سياقات بيئية مختلفة تمامًا عن الغابات التي تحل محلها</u>. اضطر شراير وآخرون (1998) إلى اللجوء إلى نمذجة نظم المعلومات الجغرافية لتحليل سجل نيبال في مجال التشجير . من بين أمور أخرى ، في نيبال ، تميل المزارع الجديدة إلى التواجد على منحدرات معتدلة نسبيًا ، بينما تقع المناطق التي أُزيلت منها الغابات غالبًا على أراضٍ شديدة الانحدار قابلة للتعرية .

في الواقع ، تعج نتائج البحث في آثار إعادة التشجير بالمفاجآت . تنتظر النشر نتائج تُظهر أنه في المراعي شديدة الانحدار، توجد علاقة إيجابية بين الأشجار والتعرية ، لأن الحيوانات تتجمع تحت الأشجار، وأن الأشجار المزروعة على ضفاف شديدة الانحدار قد تقلل التعرية بمقدار ثلاثة أرباع ، حتى في غياب تربة الغابات وطبقات النفايات . أخيرًا ، تُظهر نتائج من اليابان <u>أن إعادة التشجير في الجبال يمكن أن تؤدي إلى زيادات طويلة الأجل في تدفق المجاري المائية ، على الرغم من زيادة الخسائر الناتجة عن التبخر - ربما بسبب حصاد الأمطار أو على الأرجح بسبب التغيرات في التسرب العميق إلى المياه الجوفية</u> (شيبانو 1998).

الخلاصة

أسباب إزالة الغابات معقدة . فالأدبيات البحثية هائلة ، ومعقدة ، ومتعددة التخصصات ، ومتناثرة ، وغالبًا ما يصعب تقييمها . ومع ذلك ، يبقى السبب الرئيسي لإزالة الغابات واضحًا . إزالة الغابات نتيجة ثانوية للتنمية . قد يكون فقراء الريف هم من يسهمون في إزالة الغابات ، إذ يجتذبهم وعود المكاسب الاقتصادية أو يدفعهم الندرة ، فيقطعون المزيد والمزيد من أراضي الغابات . وقد يكون مساعدوهم إدارات وطنية حريصة على توسيع اقتصاداتها الوطنية وكسب العملات الأجنبية . ومع ذلك ، لا فقراء الريف ولا حكوماتهم الوطنية

المتعثرة قادرون على منع إزالة الغابات . وكما يثبت محللو البنك الدولي ، فإن مصالحهم الاقتصادية الفضلى عادةً ما تكمن في مكان آخر (تشوميتز وكوماري، ١٩٩٦).

قد يتم وقف إزالة الغابات من خلال عمل دولي متضافر، على الرغم من أنه في الوقت الحاضر، وعلى الرغم من ضجيج دعاة حماية البيئة ، فإن الإرادة السياسية اللازمة لإحداث التغيير غير موجودة . ومع ذلك ، لا يمكن للعمل الدولي أن يوقف السبب الأهم لإزالة الغابات . يجب على العالم النامي أن يتطور. إزالة الغابات سمةٌ مميزةٌ للحضارة الإنسانية . فهي تُشير إلى تحول الاقتصاد التقليدي إلى اقتصاد زراعي وحضري حديث . وقد أثرت على كل مكانٍ ترسخت فيه المجتمعات المتحضرة . والعامل الرئيسي الذي يُميز تقدم إزالة الغابات في العالم النامي عن تقدمه في العالم المتقدم هو أن إزالة الغابات قد حدثت بالفعل في هذا الأخير . ومن المؤكد أن إزالة الغابات تُمثل أيضًا عاملًا من عوامل التدهور البيئي ، وقد تكون عدوًا للتنمية .

فعلى هضبة اللوس في الصين ، حوّلت إزالة الغابات مجتمعًا متقدمًا اقتصاديًا وثقافيًا إلى مجتمعٍ فقيرٍ ومتخلف (فانغ وشي 1994) . وتُروى قصصٌ مماثلةٌ عن أماكن متنوعةٍ مثل شمال إفريقيا وأمريكا الوسطى وجزيرة إيستر . ومع ذلك ، فإن إزالة الغابات مستمرة ، وستستمر، لأن ذلك يصب في المصلحة الذاتية العقلانية المباشرة لأولئك الذين يدمرون الغابات . **يتطلب منع إزالة الغابات تغييرًا جذريًا في القيم الثقافية والمواقف الاجتماعية ، والأهم من ذلك، القواعد الاقتصادية** . وهذا ممكن ، في شمال أوروبا والصين ، يتجاوز معدل زيادة الغابات معدل الاستخراج ، وإن كان ذلك لأسباب مختلفة . في الوقت نفسه ، يتآمر العالم المتقدم على إزالة غابات الدول النامية . وما يزال يوظف قوته الاقتصادية لصالح من يزيلون الغابات أكثر من تجاه أولئك الذين يديرون غاباتهم بشكل مستدام .

تُعزى إزالة الغابات إلى التجارة الدولية ، والسياسات الحكومية ، والأولويات الإقليمية ، والاقتصادات المحلية . ومع ذلك ، فإن الوضع ليس سيئًا تمامًا . صحيح أن إزالة الغابات تؤثر سلبًا على العديد من جوانب البيئة . تُعدّ الغابات ، وخاصةً الغابات الاستوائية ، محميات رئيسية وغير مستكشفة إلى حد كبير للتنوع البيولوجي . تُؤثر إزالة الغابات على تحول في بيئة الأراضي المتضررة وتربتها ومياهها، وهو أمر سلبي عادةً . كما أن لها آثارًا كبيرة على العمليات المناخية والكيميائية الحيوية على مستويات مختلفة من الميكرو إلى الميكرو، وهي ضارة بشكل رئيسي . تلعب الغابات الاستوائية الكبيرة ، وخاصةً غابات الأمازون المطيرة ، دورًا رئيسيًا في التنظيم الجيوفيزيائي للغلاف الجوي والمناخ للأرض .

تُعدّ الغابات أحواضًا رئيسية لثاني أكسيد الكربون ، كما تلعب دورًا مهمًا في التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري (لوفلوك 1991). ومع ذلك ، على المستوى المحلي، لا تُعدّ إزالة الغابات كارثة بالضرورة . في كثير من الحالات ، من الممكن تحويل أراضي الغابات إلى استخدامات جديدة ومستدامة وأكثر إنتاجية اقتصاديًا . وحتى في حال فشل ذلك ، فإذا لم يُمنع نمو الأشجار بفعالية ، ففي معظم الحالات ، يمكن للغابات ، وخاصة الغابات الاستوائية ، أن تتجدد ، بل ستتجدد .

الملحق 14.1

حريق! حريق!

في عامي 1997 و1998، بلغت حرائق الغابات في جنوب شرق آسيا أبعادًا وبائية ، وأضاف مصطلحًا جديدًا إلى اللغة . كان "الضباب" هو الاسم الذي أُطلق على تلوث الهواء الشديد الذي خيّم على إندونيسيا وماليزيا ، وأثّر على 70 مليون شخص . في إقليم كاليمانتان الشرقي بإندونيسيا ، خلّف 300 ألف فدان من حرائق الغابات 5000 شخص يعانون من أمراض مرتبطة بالضباب الدخاني . في عام 1997 وحده

، تجاوزت الخسائر المرتبطة بـ"الضباب" بسبب الآثار الصحية ، وخسارة قطاع السياحة ، واضطرابات شركات الطيران والصناعة 1.4 مليار دولار أمريكي ، وبلغت التكلفة على إندونيسيا وحدها مليار دولار أمريكي ، ويُعزى 90% منها إلى تكاليف صحية قصيرة الأجل (الصندوق العالمي للحياة البرية 1998أ).

في 3 أبريل / نيسان 1998، أفاد الصندوق العالمي للحياة البرية (1998ب) عن أسوأ حريق على الإطلاق في غابات الأمازون البرازيلية ، وهو خط نار امتد 400 كيلومتر، ودمر 15% من غابات ولاية روریاما وسافاناها . ومع ذلك ، وصفت مجلة الإيكونوميست (30 مايو/أيار 1998) حرائق أمريكا الوسطى بأنها أكثر ضررًا ، حيث امتدت جبهات النار لمسافة 20 إلى 50 كيلومترًا . أما نيكاراغوا ، التي تقلصت مساحتها الغابوية إلى النصف لتصل إلى 40,000 كيلومتر مربع منذ عام 1960، فقد كانت تفقد 500 كيلومتر مربع أسبوعيًا بسبب الحريق . وبالقرب من تيغوسيغالبا ، هندوراس ، احترق 70% من غابات الصنوبر المرتفعة.

تضيف المقالة أن المشكلة الكبرى تكمن في البشر، وليس في مناخ النينيو : "مربي الماشية الكبار يُزيلون الأراضي لتربية الماشية ، وشركات الأخشاب تقطع أشجارًا أكثر من المسموح به ، والمزارعون الريفيون - الذين غالبًا ما يُهجّرون إلى التلال بسبب توسع الأعمال الزراعية أو الحرب - يُزيلون الغابات للزراعة" . الرسالة هنا ، كما في مناطق أخرى ، هي أن المزارع الريفي التقليدي ليس هو القوة الدافعة لإزالة الغابات . فمعظمها يُنجز ، إما بشكل مباشر أو غير مباشر، من خلال سياسات حكومية.

الملحق 14.2:

لا حموضة في جبال آسيا

لماذا تعاني مستجمعات المياه في الغابات الاستوائية في آسيا من الأمطار الحمضية ، بينما لا تعاني من حموضة مياه المجاري المائية أو إزالة الغابات الناتجة عن الأحماض كما هو الحال في الغرب ؟ من الثابت أن الأشجار تُعدّ مصادر فعّالة للمركبات الجوية الحمضية ، وأن هذه العملية تزيد من ترسب الأحماض في مستجمعات المياه في الغابات إلى مستويات تفوق بكثير تلك التي تُسجّل في الحقول المفتوحة (نيل وآخرون، 1992). ومع ذلك ، وعلى الرغم من تلقيها مدخلات مماثلة لتلك التي تلقتها أحواض المياه في أوروبا الصناعية ، وفي تحدٍّ لسنوات من المراقبة الدقيقة ، فإن أحواض الغابات في اليابان لا تُظهر علامات حموضة .

وتشير مراجعة الأدبيات الدولية إلى أنها ليست وحدها . فقد وُجدت نتائج مماثلة من أحواض جبلية أخرى في آسيا (أوهتي وآخرون، 1998) . في الواقع ، يبدو أن هناك إضفاء طابع إقليمي جغرافي على طريقة استجابة مستجمعات المياه للترسب الحمضي . في الأحواض التجريبية الآسيوية ، تُحوَّل مياه الأمطار التي يتراوح رقمها الهيدروجيني بين 4 و6 إلى مياه مجاري مائية تتراوح بين 6 و7. وفي أحواض أمريكا الشمالية وأوروبا (باستثناء حوض البحر الأبيض المتوسط) ، تُحوَّل مياه الأمطار التي يتراوح رقمها الهيدروجيني بين 4 و5 إلى مياه مجاري مائية تتراوح بين 4 و6 (المرجع نفسه).

وتشير الدراسات التي أُجريت في مستجمع مياه كيريا ، اليابان ، إلى أن عملياته الهيدروكيميائية يتحكَّم فيها عاملان : عامل بيولوجي وعامل جيوكيميائي (راجع فينلي ودريفر، 1997). تزيد التفاعلات البيولوجية في التربة السطحية من رقمها الهيدروجيني من 5.5 إلى 6 أثناء التسرب الرأسي غير المشبع من مياه الأمطار المتساقطة ، والتسرب الجانبي المشبع المؤقت من منحدر التل . وهناك آليتان فاعلتان : تبادل الكاتيون (Ca^{2+} وMg^{2+}) مع الأحماض العضوية بالقرب من سطح التربة ، واستهلاك البروتونات من خلال تفاعلات التجوية ، باستخدام حمض ناتج عن تفاعل ذوبان-تفكك ثاني أكسيد الكربون . وبالتالي ، تُخفَّف الحموضة المكتسبة

من سقوط الأشجار وإنتاج الأحماض العضوية في التربة ، من خلال التبادلات في التربة وأثناء التسرب إلى المياه الجوفية .

ويتأثر التوازن بين هذه العمليات بتعاقب الغابات (أسانو وآخرون، 1998) . وتؤكد دراسة لثلاثة أحواض شديدة الانحدار (بمتوسط 20-34 درجة) على صخور الجرانيت أن الضوابط الهيدروكيميائية الرئيسية تتمثل في الاختلافات في التفاعلات بين العوامل البيولوجية والجيوكيميائية . يُعدّ NO3 البيولوجي المصدر الرئيسي لـ H+ في الغابة الناضجة ، بينما يُعدّ SO42 الجيوكيميائي في الغابة الأحدث ، بينما يتغير الرقم الهيدروجيني قليلاً أثناء التسرب في حوض المراقبة الذي أُزيلت منه الغابات . وكان هناك خلل بين العرض والطلب على الكاتيونات في حوض الغابة الأحدث ، حيث تنشط الأشجار في تسريع التجوية الجيوكيميائية .

ومع ذلك ، لا يمكن لنمو الأشجار ولا العوامل الجيولوجية تفسير الاختلافات بين هذه الأحواض وتلك الموجودة في أوروبا . يشير الباحثون اليابانيون إلى أن السبب يكمن في عدم النضج النسبي للتربة في منابع الجبال اليابانية والآسيوية الأخرى . ويشير أوهتي وآخرون (1998) إلى أنه مع تطور تربة الغابات ، تصبح الطبقة المرشّحة بالكاتيون أكثر سمكًا ، بينما تصبح الطبقة غير المرشّحة ذات القدرة العالية على التخزين أرق . عادةً ، تُولّد تربة بودسوليك الأوروبية حمضًا من تراكمات عضوية سطحية عميقة ، ويستمر التسرب عبر أفق تربة مُرشّح بالكامل . تحافظ مستجمعات مياه الغابات الآسيوية على سفوح التلال شديدة الانحدار على مقاطع التربة غير الناضجة من خلال إنعاش التربة عن طريق التعرية والترسيب .

في الأراضي شديدة الانحدار في آسيا ، غالبًا ما تؤدي التعرية والانزلاق الأرضي إلى دفن أو إزالة تراكمات النفايات . بالإضافة إلى ذلك ، في العديد من تربة الغابات الحديثة ، تشمل طبقة التسرب أفقًا سريع التطور من الصخور الأساسية المتآكلة ولكن غير المرشّحة بشكل كبير. يعتمد الرقم الهيدروجيني النهائي للمياه المتسربة على الفعالية النسبية لطبقة النفايات المُنتجة للأحماض والأفق الكربوني غير المُرشَّح . وبالتالي ، قد تكون الاختلافات في سعة التخزين المؤقت بين دراسات الحالة الغربية والآسيوية مرتبطة بانحدار المنحدر المحلي ، وعدم استقرار المنحدر ، وعمر تربة الغابة .

<u>دليل لمزيد من القراءة</u>

بروينزيل، ل. أ. (1990) هيدرولوجيا الغابات الاستوائية الرطبة وآثار التحويل: مراجعة حالة المعرفة. باريس: اليونسكو/البرنامج الهيدرولوجي الدولي: 224 صفحة. نظرة عامة محايدة على حالة البحث الهيدرولوجي في الغابات الاستوائية.

هايغ، م. ج. (1994) إزالة الغابات في جبال الهيمالايا. في روبرتس، ن. (محرر) البيئة العالمية المتغيرة. أكسفورد: بلاكويل، 440-462. مراجعة لوجهات النظر الرئيسية الثلاث حول أسباب إزالة الغابات في جبال الهيمالايا ودرجتها وعواقبها المادية وآثارها الإدارية. هايغ، إم. جيه. وكريسيك، جيه. (المحرران) (1991). مقال خاص حول إدارة منابع المياه. سياسة استخدام الأراضي .205-171 :(3)8 ثلاث دراسات حالة رئيسية لآثار إزالة الغابات في مناطق منابع المياه، بما في ذلك أدلة ميدانية على جفاف الينابيع في جبال الهيمالايا، وعواقب الإفراط في استخراج الأخشاب في تايلاند، وحالة نموذجية لإعادة بناء البيئة بعد إزالة الغابات في مرتفعات يازو في ولاية ميسيسيبي.

لوفلوك، جيه. إي. (1991) جايا: العلم العملي للطب الكوكبي. ستراود: كتب جايا. هذه لمحة عامة تمهيدية عن الحالة الراهنة للنظام الكوكبي، بما في ذلك دور الغابات الاستوائية. كتب هذا الكتاب أحد أعظم المفكرين العلميين وأكثرهم تقدمًا في عصرنا، ويرسم أيضًا طريقة جديدة لتصور كوكب الأرض والتفاعل معه.
مورالي، كيه. إس. وهيغدي، ر. (1997). أنماط إزالة الغابات الاستوائية. مجلة علوم الغابات الاستوائية 9، 465-476. نظرة عامة على إزالة الغابات الاستوائية، كتبها ولصالحها خبراء الغابات في الدول الاستوائية.
مايرز، ن. (1993) الغابات الاستوائية - الجبهات الرئيسية لإزالة الغابات. الحفاظ على البيئة 20(1)، 9-16. نموذج من مقالة لأحد أبرز دعاة حماية البيئة، مؤلف كتاب "السفينة الغارقة" (أكسفورد: بيرغامون، 1980)، الذي حفر لنفسه مكانة مرموقة في العالم من خلال عمله كمتحدث باسم ضمير العالم المذنب، ومن خلال نشر حقائق قد يفضل الآخرون عدم سماعها. في هذه الأيام، أصبح الوصول إلى موقع إلكتروني أسهل من العثور على كتاب. لدى منظومة الأمم المتحدة وبعض المنظمات البيئية الكبرى موارد إلكترونية ممتازة تُقدم تحديثًا للإجراءات والتقييمات الدولية لمشاكل إزالة الغابات في السنوات التي أعقبت مؤتمر ريو وأجندة القرن 21. فيما يلي بعض المصادر الرئيسية:
مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (1992) تقرير مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (ريو دي جانيرو، 3-14 يونيو/حزيران 1992). الفصل 11: مكافحة إزالة الغابات. نيويورك: مؤتمر الأمم المتحدة 26/151 (المجلد الثاني)، 14 صفحة/gopher.//gopher.un.org:70] .
00/conf/unced/English/a21_11.txt]
منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) (1997) تقرير تقدمي بشأن جدول أعمال القرن 21.
أبعاد التنمية المستدامة/ السياسة البيئية والتخطيط والإدارة خاص، الفصول ١٠: موارد الأراضي، ١١: إزالة الغابات، ١٤: الزراعة المستدامة،
[http://www.fao.org/sd/Epdirect/Epre033htm
معهد الموارد العالمية (١٩٩٦) الغابات والغطاء الأرضي. في موارد العالم ١٩٩٦-١٩٩٧: دليل البيئة العالمية: ٩. واشنطن: معهد الموارد العالمية
http://www.igc.org/wri/wr/97–96 lc_txt2.html