ارشادات المحميات الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة

المؤلفون: كروفتس، ر، جوردون، ج، ي، بريلها، خ، جراي، م، جون، ك، لاروود، ج، سانتوتشي، ف ل، تورمي، د، ووربويز، ج، ل.

محرر السلسلة: كريج غروفز.

تطوير القدرات على حماية الكوكب

سلسلة إرشادات أفضل الممارسات للمناطق المحمية رقم 31

WCPA WORLD COMMISSION ON PROTECTED AREAS

Convention on Biological Diversity

Cultural Heritage Administration

سلسلة إرشادات المنطقة المحمية لأفضل ممارسات اللجنة العالمية للمناطق المحمية، للاتحاد العالمي لحماية الطبيعية

IUCN WCPA's BEST PRACTICE PROTECTED AREA GUIDELINES SERIES

إرشادات المناطق المحمية لأفضل الممارسات الصادرة عن (IUCN-WCPA) هي المصدر الموثوق في العالم لمديري المناطق المحمية. تتضمن الإرشادات التعاون بين الممارسين المتخصصين المكرسين لدعم تنفيذ أفضل للأفكار في هذا المجال، وهي تلخص التعلم والمشورة المستمدة من جميع أنحاء الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة. وعند تطبيق هذه الارشادات فإنها تبني القدرات المؤسسية والفردية لإدارة أنظمة المناطق المحمية بشكل فعال، ومنصف، ومستدام، وللتعامل مع عدد لا يحصى من التحديات التي يتم مواجهتها في الممارسة العملية. وتساعد الارشادات الحكومات الوطنية، ووكالات المناطق المحمية، والمنظمات غير الحكومية، والمجتمعات المحلية، وشركاء القطاع الخاص، في الوفاء بالتزاماتهم وأهدافهم، وخاصة برنامج عمل اتفاقية التنوع البيولوجي بشأن المناطق المحمية.

تتوفر المجموعة الكاملة من الإرشادات على الموقع: (www.iucn.org/pa_guidelines)
و المصادر الاضافية متاحة على الموقع: (www.cbd.int/protected/tools/)
والمساهمة في تطوير القدرة على حماية كوكب الارض على الموقع:(www.protectedplanet.net)

تعريف المنطقة المحمية، وفئات الإدارة وأنواع الحوكمة، استنادا الى الاتحاد العالمي لحماية الطبيعية (IUCN).

IUCN PROTECTED AREA DEFINITION, MANAGEMENT CATEGORIES AND GOVERNANCE TYPES

يعرّف الاتحاد العالمي لحماية الطبيعية (IUCN) المنطقة المحمية على النحو التالي:
هي مساحة جغرافية محددة بوضوح، ومعترف بها، ومخصصة ومدارة، من خلال وسائل قانونية أو غيرها من الوسائل الفعالة، لتحقيق الحفاظ على الطبيعة على المدى الطويل، الى جانب الحفاظ على خدمات النظام البيئي، والقيم الثقافية المرتبطة بها.
يتم توسيع التعريف من خلال ست فئات إدارية (واحدة مع قسمين فرعيين)، ملخصة كما يلي.

I.أ. محمية طبيعية صارمة: محمية بشكل صارم للتنوع البيولوجي وربما أيضًا المظاهر الجيولوجية / الجيومورفولوجية، حيث يتم التحكم في الزيارات البشرية، واستخداماتها، وتاثيراتها، وتقييدها لضمان حماية قيم الحفظ.

I. ب. منطقة برية: عادةً ما تكون المساحات الكبيرة غير المعدلة أو المعدلة قليلاً، والتي تحتفظ بطابعها الطبيعي وتأثيرها، بدون سكن دائم أو مهم للإنسان، وتكون محمية ويمكن الحفاظ على حالتها الطبيعية.

II. الحديقة الوطنية: مناطق طبيعية كبيرة أو شبه طبيعية تحمي العمليات البيئية واسعة النطاق ذات الأنواع والأنظمة البيئية المميزة، والتي تتمتع أيضًا بفرص روحية، وعلمية، وتعليمية، وترفيهية، وزيارات بحيث تكون متوافقة بيئيًا وثقافيًا.

III . معلم أو مظهر طبيعي: مناطق مخصصة لحماية نصب (مشهد) طبيعي معين، والذي يمكن أن يكون شكلًا أرضيًا، أو جبلًا بحريًا، أو كهف بحري، او مظهر جيولوجي مثل كهف، أو مظاهر حية مثل بستان قديم.

IV. منطقة إدارة الموائل / الأنواع: مناطق لحماية أنواع أو موائل معينة، حيث تعكس الإدارة هذه الأولوية. سيحتاج الكثير من التدخلات المنتظمة والفعالة لتلبية احتياجات أنواع أو موائل معينة، ولكن هذا ليس من متطلبات الفئة.

V . محميات المناظر الطبيعية أو المناظر البحرية: حيث ينتج عن تفاعل الناس مع الطبيعة بمرور الوقت طابع مميز ذو قيمة إيكولوجية، وبيولوجية، وثقافية، ومشهدية كبيرة: وحيث يكون الحفاظ على سلامة هذا التفاعل أمرًا حيويًا لحماية واستدامة المنطقة وما يرتبط بها من الحفاظ على الطبيعة والقيم الأخرى.

VI. المناطق المحمية ذات الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية: المناطق التي تحافظ على النظم البيئية، جنبا إلى جنب مع ما يرتبط بها من القيم الثقافية ونظم إدارة الموارد الطبيعية التقليدية. وبشكل عام، لا سيما في الظروف الطبيعية، وفي ظل الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية التي يتوافق استخدام الموارد الطبيعية غير الصناعية منخفضة المستوى مع الحفاظ على الطبيعة التي تعد أحد الأهداف الرئيسة.

يجب أن تعتمد الفئة على هدف (أهداف) الإدارة الأولية، والتي يجب أن تنطبق على ثلاثة أرباع (على الأقل) المنطقة المحمية، على قاعدة (75%).

يتم تطبيق فئات الإدارة مع تصنيف أنواع الحوكمة - وصف لمن يمتلك السلطة ومسؤولية المنطقة المحمية. يحدد IUCN أربعة أنواع من الحوكمة، وهي:
النوع أ. الحوكمة من قبل الحكومة: الوزارة / الوكالة الاتحادية أو الوطنية المسؤولة؛ او مؤسسات الوزارة أو الوكالة المسؤولة (مثل على المستوى الإقليمي، أو الوطني، أو البلدي)؛ او الإدارة المفوضة من الحكومة (مثل المنظمات غير الحكومية).
النوع ب - الحوكمة المشتركة: الحكم عبر الحدود (الترتيبات الرسمية وغير الرسمية بين بلدين أو أكثر)؛ او الحوكمة التعاونية (من خلال طرق مختلفة تعمل من خلالها الجهات الفاعلة والمؤسسات المتنوعة معًا)؛ او الحكم المشترك (تعددي مجلس إدارة أو هيئة حاكمة متعددة الأطراف).
النوع ج - الحوكمة الخاصة: المناطق المحمية التي أنشأها ويديرها ملاك الأراضي الأفراد؛ او المنظمات غير الربحية (مثل المنظمات غير الحكومية، والجامعات) والمنظمات الهادفة للربح (مثل اصحاب الشركات).
النوع د - حوكمة الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية: المناطق المحمية في أقاليم الشعوب الأصلية- التي أنشأتها وتديرها الشعوب الأصلية؛ او المناطق المحمية المجتمعية- التي أنشأتها وتديرها المجتمعات المحلية.

لمزيد من المعلومات حول تعريف IUCN، الفئات وأنواع الحوكمة، انظر (Dudley, 2008) إرشادات لتطبيق المحمية فئات إدارة المنطقة، والتي يمكن الحصول عليه من الموقع الاتي: www.iucn.org/pa_categories

لمعرفة المزيد عن أنواع الحوكمة، راجع (Borrini-Feyerabend et al., 2013) إدارة المناطق المحمية: من الفهم إلى الإجراء، الذي يمكن الحصول عليه من الموقع الاتي:
https://portals.iucn.org/library/node/29138

ارشادات الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة

الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN)

هو مجموعة من الاعضاء، ويتألف بشكل فريد من كل من الحكومة ومنظمات المجتمع المدني. يزود المنظمات العامة، والخاصة، وغير الحكومية بالمعرفة والأدوات التي تساهم في التقدم البشري، والتنمية الاقتصادية، والحفاظ على الطبيعة معا.

تم إنشاء الاتحاد في عام 1948، وهو الآن أكبر شبكة بيئية في العالم، وأكثرها تنوعًا، حيث يعمل على تسخير المعرفة والموارد والوصول إلى أكثر من 1500 منظمة عضو، وحوالي 18000 خبير. وهو مجهزرائد في توفير الحماية الحفظ والتقييمات والتحليلات. مكنت العضوية الواسعة للاتحاد من شغل دور الحاضنة والمستودع الموثوق به لأفضل الممارسات والأدوات والمعايير الدولية.

يوفر الاتحاد مساحة محايدة يمكن من خلالها لأصحاب المصلحة المتنوعين بما في ذلك الحكومات، والمنظمات غير الحكومية، والعلماء، والشركات، والمجتمعات المحلية، ومنظمات الشعوب الأصلية، وغيرها العمل معًا لصياغة وتنفيذ حلول للتحديات البيئية وتحقيق التنمية.

من خلال العمل مع العديد من الشركاء والداعمين، ينفذ الاتحاد مجموعة كبيرة ومتنوعة من مشاريع الحماية، في جميع أنحاء العالم. من خلال الجمع بين أحدث العلوم والمعرفة التقليدية للمجتمعات المحلية، تعمل هذه المشاريع على استعادة الموائل، واستعادة النظم البيئية، وتحسين رفاهية الناس.

www.iucn.org

twitter.com/IUCN

اللجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) التابعة للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN)

اللجنة العالمية للمناطق المحمية التابعة للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة: هي الشبكة الأولى في العالم من ناحية الخبرة في المناطق المحمية. وتدار اللجنة من قبل برنامج المناطق المحمية التابع للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة ويضم أكثر من 2500 عضو، موزعين على 140 دولة. اللجنة هي إحدى اللجان التطوعية الست التابعة للاتحاد وتتمثل مهمتها في تعزيز إنشاء وإدارة شبكة ممثلة عالمياً للمناطق المحمية البرية والبحرية، كمساهمة متكاملة في مهمة الاتحاد. تعمل اللجنة من خلال مساعدة الحكومات والآخرين على تخطيط المناطق المحمية، ودمجها في جميع القطاعات، وتقديم المشورة الاستراتيجية لصانعي السياسات والممارسين، للمساعدة في تعزيز القدرات والاستثمار في المناطق المحمية، ودعوة الجمهور المتنوع لأصحاب المصلحة في المناطق المحمية لمعالجة القضايا الصعبة. كان الاتحاد العالمي و اللجنة العالمية في طليعة العمل العالمي بشأن المناطق المحمية، لأكثر من 60 عامًا.

www.iucn.org/wcpa

اتفاقية التنوع البيولوجي (CBD)

تم فتح باب التوقيع على اتفاقية التنوع البيولوجي في قمة الأرض في ريو دي جانيرو في عام 1992، ودخلت حيز التنفيذ في كانون الاول (ديسمبر) من عام 1993، وهي معاهدة دولية للحفاظ على التنوع البيولوجي، والاستخدام المستدام لمكونات التنوع البيولوجي، والتقاسم العادل للفوائد المستدامة من استخدام الموارد الجينية. تضم الاتفاقية 196 بلداً حتى الآن، وتحظى بمشاركة شبه عالمية بين البلدان.

www.cbd.int

Cultural Heritage Administration

إدارة التراث الثقافي ، جمهورية كوريا

تم إنشاء إدارة التراث الثقافي للحفاظ على سلامة التقاليد الثقافية لكوريا وتعزيز الحياة الثقافية للشعب الكوري من خلال الحفاظ على التراث الثقافي وتعزيز استخدامه. تعمل تحت رعاية (aegis) التابعة لوزارة الثقافة والسياحة. يتمثل دورها في المساهمة في النهوض بالثقافة الوطنية من خلال الحماية، وخلق قيم من التراث الثقافي، والترويج لكوريا كواحدة من قادة العالم في التراث الثقافي. تمول الأبحاث في المعاهد ، وتحضر الحالات لتقديمها إلى اليونسكو لإدراج الممتلكات وحالة الممتلكات في كوريا. كما يوفر الأموال لتمكين النشر الدولي للمعرفة ، بما في ذلك تمويل مطبوعات اللجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) في الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) **"إرشادات الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية"**.

english.cha.go.kr/cop/bbs/selectBoardListdo?bbsId=BB-.SMSTR_1205&mn=EN_03_01&ctgryLrcls=CTGRY209

الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة، اللجنة العالمية للمناطق المحمية، مجموعة اختصاصيي التراث الجيولوجي

أسست مجموعة اختصاصيي التراث الجيولوجي (GSG) في أعقاب توسيع تعريف الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة للمنطقة المحمية ليشمل جميع عناصر الطبيعة، وبالتالي التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي، حسب متطلبات الحفظ. وعضوية المجموعة من أولئك الذين لديهم الخبرة والمعرفة بعلوم الأرض وتطبيقاتها لتخطيط، وإدارة، وتشغيل المناطق المحمية. المجموعة تضم أكثر من 100 عضو وتقدم المشورة المتخصصة في جميع الجوانب للتنوع الجيولوجي فيما يتعلق بالمناطق المحمية وإدارتها، بما في ذلك الكهوف والخسفات.

www.iucn.org/commissions/world-commission-protected-areas/our-work/geoheritage

ارشادات الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة

المؤلفون: كروفتس، ر، جوردون، ج، ي، بريلها، خ، جراي، م، جون، ك، لاروود، ج، سانتوتشي، ف ل، تورمي، د، ووربويز، ج، ل.

محرر السلسلة: كريج غروفز.

ان تسمية الكيانات الجغرافية في هذا الكتاب، وطريقة عرض المادة، لا تعني التعبير عن أي منها، أي رأي من جانب الاتحاد العالمي لحماية الطبيعية (IUCN) أو المنظمات المشاركة الأخرى بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أومنطقة، أو سلطاتها، أو فيما يتعلق بترسيم حدودها.

الآراء المعبر عنها في هذه المبادئ التوجيهية لا تعكس بالضرورة وجهات نظر الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة أو المنظمات المشاركة الأخرى.

يسر الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة والموارد الطبيعية أن يعرب عن تقديره لدعم شركائه في الإطار الذين يقدمون التمويل الأساسي مثل: وزارة الخارجية في فنلندا؛ حكومة فرنسا ووكالة التنمية الفرنسية (AFD) ؛ وزارة البيئة من جمهورية كوريا؛ الوكالة النرويجية للتعاون الإنمائي (Norad)؛ الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي (Cida)؛ الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون (SDC) ؛ ووزارة الخارجية الأمريكية.

ال يتحمل االتحاد الدويل لحفظ الطبيعة واملنظامت املشاركة االلخرى أي مسؤولية عن السهو

أو االلخطاء التي قد تحدث يف الرتجمة إىل اللغة العربية يف هذه الوثيقة الذي تعترب نسخته

االلصلية باللغة اإلنجليزية. يف حالة وجود تناقضات، يرجى الرجوع إىل النسخة االلصلية. عنوان اإلصدار االلصيل:
Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas (2020). Best Practice Protected Area Guidelines Series, No. 31. تم النشر بواسطة IUCN: كلاند، سويسرا.
https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.31.en

أصبح هذا المنشور ممكناً جزئياً بتمويل من إدارة التراث الثقافي، جمهورية كوريا.

تم النشر بواسطة (IUCN): كلاند، سويسرا.

إنتاج: برنامج التراث العالمي IUCN

حقوق النشر: © 2020 (IUCN)، الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة والموارد الطبيعية.

حقوق النشر: © 2022 (IUCN)، للرتجمة العربية

يُسمح باستنساخ هذا المنشور للأغراض التعليمية أو غيرها من الأغراض غير التجارية دون إذن كتابي مسبق من صاحب حقوق النشر بشرط الاعتراف بالمصدر بالكامل. يحظر إعادة إنتاج هذا المنشور لإعادة بيعه أو لأغراض تجارية أخرى بدون إذن كتابي مسبق من صاحب حقوق النشر.:

الاقتباس الموصى به: الزبيدي ، أ. وهادي ، أ. م. (2022). إرشادات للحفظ الجغرافي في المناطق المحمية والمحمية. سلسلة إرشادات أفضل الممارسات للمناطق المحمية رقم 31. غلاند ، سويسرا: IUCN.

ISBN: 978-2-8317-2202-3 (PDF)

DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.31.ar

صور الغلاف الأمامي باتجاه عقارب الساعة من أعلى اليسار : Yellowstone National Park (Wyoming, USA), viewing platform for geysers; Hohe Tauern National Park (Carinthia, Austria): Grossglockner mountain and Franz Josef glacier showing melting effects of climate change; San Bartolomé, Galápagos National Park (Ecuador): volcanic landforms being vegetated; Hotel in Serengeti National Park (United Republic of Tanzania) built sensitively around a granite landform. All photos © Roger Crofts

صور الغلاف الخلفي : Examples of the geoconservation in protected areas, clockwise from top left: Burgess Shale Cambrian explosion of life Yoho National Park, (Canada) © Parks Canada, Ryan Creary; Triglav National Park (Slovenia) represented on the national flag as a cultural icon of the country; Royal Natal National Park (KwaZulu-Natal, South Africa), part of the escarpment of the Drakensberg World Heritage site and the transboundary Peace Park; Jiuzhaigou National Park (Sichuan, China), very popular with Chinese tourists for its colourful lakes in limestone rocks. Latter three photos © Roger Crofts

تصميم : Niall O'Laoghaire, Guilder Design

ترجمة
أ. د. عقيل عباس الزبيدي* و أ. د. افكار مسلم هادي**
* عضو اللجنة العالمية للمناطق المحمية، الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة والموارد الطبيعية، بغداد، العراق.
** مركز بحوث ومتحف التاريخ الطبيعي، جامعة بغداد، العراق.

المحتويات

مقدمة viii

شكر ix

ملخص تنفيذي x

القسم 1. الغرض من الأرشادات ، ومحتواها، واستخدامها 1

القسم 2. تحديد سياق الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة: مفتاح المفاهيم والتعار 5

القسم 3. تطبيق المبادئ العامة الحماية الجيولوجية وادارة المناطق المحمية والمحفوة 14

القسم 4. إنشاء الحماية الجيولوجية والمناطق المحمية والمحفوظة 22

القسم 5. إدارة التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة 40

القسم 6. التعامل مع التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة 64

القسم 7. إدارة التراث الجيولوجي في مواقف مختارة 88

القسم 8. التعليم والاتصال من أجل الحماية الجيولوجية 111

القسم 9. نظرة عامة 121

قائمة المصطلحات 124

المصادر 133

السيرة الذاتية للمؤلفين 144

المربعات

المربع 2. 1: إعلان دايكن.....7
المربع 4. 1: أدوات التراث الجيولوجي.....32
إدارة الحماية الجيولوجية من قبل المجتمع المحلي في غونونغ سيو، المتنزه
المربع 4. 2: الجيولوجي العالمي لليونسكوفي اندونوسيا.....34
موقع غابة بريمبو المتحجرة (الأحفورية) ذي الأهمية العلمية الخاصة ، ريكسهام ،
المربع 4. 3: المملكة المتحدة.....35
المربع 5. 1: تقارير توثيق الموقع وخطط الإدارة.....41
المربع 5. 2: الموقع الجيوأثاري لمقبرة سان جوليانو إتروسكان ، إيطاليا.....58
الحماية الجيولوجية واستراتيجيات الإدارة: مكونات النجاح من اثنين من متنزهات
المربع 5. 3: اليونسكو الإسبانية الجيولوجية العالمية.....60
المربع 5. 4: أعمال الحماية في المناظر الطبيعية البركانية.....62
المربع 5. 5: محمية خسفة جينولان، نيو ساوث ويلز في استراليا.....63
موقع مقلع (محجر) هورن بارك ذي الأهمية العلمية الخاصة والمحمية الطبيعية
المربع 6. 1: الوطنية ، المملكة المتحدة.....69
المربع 6. 2: تحسين جودة المياه في نهر ريكا ، متنزه شكوجانسكي جام الإقليمي، لوفينيا.....76
المربع 6. 3: إدارة الاشجار والغطاء النباتي.....77
الاستعادة اوالتاهيل بعد ثوران بركان جبل سانت هيلين ، الولايات المتحدة الأمري
المربع 6. 4: كية.....84
المربع 6. 5: الاستعادة اوالتاهيل للموقع الجيولوجي ألتو فيز في جبل بينيدا ، البرتغال.....84
دراسة حالة الاستعادة اوالتاهيل: موقع محجر(مقلع) بيتستون ذي الأهمية العلمية
المربع 7. 1: الخاصة ، باكينجهامشير ، المملكة المتحدة.....98
دراسة حالة لمواقع علم المتحجرات (الاحفوريات) في المتنزهات الوطنية
المربع 7. 2: الأمريكية.....105
المربع 8. 1: منحدرات المتحجرات (الأحفوريات) في جوغينز، كندا.....117
المربع 8. 2: تعزيز التعليم والتدريب: دورة عبر الإنترنت حول مواقع الجيوبارك العالمية.....118

الجداول

الجدول 1. 1. هيكل وتخطيط الارشادات.....3
مثال على السلع والخدمات التي يوفرها التنوع الجيولوجي في المنطقة
الجدول 2. 1. الساحلية لولاية ساو باولو ، البرازيل..... 12
الجدول 3. 1. الارشادات الاساسية الحماية الجيولوجية في إدارة المناطقالمحمية..... 15
الاهتمامات الاساسسية للتراث الجيولوجي التي يجب مراعاتها للحفظ الجيولوجي
الجدول 4. 1. في المناطق المحمية.....24
الجدول 4. 2. توجيهات موجزة لحث موظفي المناطق..... 34
تصنيف أنواع مواقع التراث الجيولوجي، والتهديدات النموذجية، وأهداف
الجدول 5. 1. الحماية.....42
الجدول 5. 2. سمات مراقبة حالة الموقع والأهداف العامة الموصى بها..... 48
الجدول 5. 3. عمليات المناطق المحمية التي تستفيد من خبرة علوم الأرض..... 50

الجدول 5. 4. التراث الجيولوجي و فئات إدارة المناطق المحمية ل (IUCN).....52
الجدول 5. 5. أنواع المراقبة واستخدامها.....60
الجدول 5. 6. أمثلة على مراقبة، وتقييم، وإعداد تقارير التراث الجيولوجي.....61
الجدول 5. 7. سلامة الزائر في المناظر الطبيعية البركانية.....62
الجدول 6. 1. مقياس حساسية الأرض التسماني المكون من 10 نقاط.....65
الجدول 6. 2. التهديدات الرئيسية التي يسببها الإنسان للتراث الجيولوجي في المناطق المحمية.....66
الجدول 6. 3. آثار تغير المناخ على المواقع الجيولوجية.....82
الجدول 6. 4. أمثلة على الروابط بين التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي.....86
الجدول 7. 1. الاعتبارات الاساسية في الحماية الجيولوجية للكهوف والخسفات.....93
التهديدات الاساسية ومتطلبات إدارة الحماية لفئات مختلفة من الأنهار الجليدية وما
الجدول 7. 2. حولها من المواقع.....99
الجدول 7. 3. حماية مواقع المتحجرات (الأحفوريات) من التهديدات.....103
ملخص المبادئ العملية للمحافظة على مواقع المتحجرات (الأحفوريات) والمعا
الجدول 7. 4. دن.....103
الجدول 7. 5. قضايا إدارة المخاطر التي يجب مراعاتها في المناطق البركانية.....109
الجدول 8. 1. بعض المبادئ العامة لتفسير وتعليم التراث الجيولوجي.....120

الاشكال

الخطوات الاساسية في إنشاء وإدارة الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية
الشكل 1. 1. والموضوعات الرئيسية التي يتم تناولها في هذه الإرشادات.....4
الشكل 2. 1. خدمات النظام البيئي من منظور التنوع الجيولوجي.....12
الشكل 4. 1. قائمة جرد و عملية إدارة التراث الجيولوجي في المناطق المحمية.....26
الشكل 4. 2. تمثيل مستويات الأهمية المطبقة على سمات التراث الجيولوجي.....31
الشكل 6. 1. حماية البوستر التوضيحي للمرحلة.....85

المقدمة

توصلت اللجنة العالمية للمناطق المحمية التابعة للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN)، الى مجموعة من الإرشادات لأفضل الممارسات لسنوات عديدة. القصد من ذلك هو مساعدة جميع المشاركين في أنشطة المناطق المحمية حول العالم للوصول إلى أحدث المعلومات والممارسات المستنيرة المستمدة من الخبراء.

مع التغيير في تعريف الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) للمنطقة المحمية منذ أكثر من عقد من الزمن لدمج الحماية الجيولوجية جنبًا إلى جنب ومكملة لحماية التنوع البيولوجي، والتفويضات التي أقرتها المؤتمرات العالمية الثلاثة للحماية التابعة للاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) في عام 2008، 2012، و 2016 ، هناك مطلب واضح لتقديم إرشادات بشأن الحماية الجيولوجية.

المناطق المحمية، مدرجة ضمن هذا المرشد اعترافا بأهمية العناصر الأخرى الفعالة في حماية التراث الجيولوجي. اثنان منها لهما أهمية خاصة في مجال الحماية الجيولوجية: مواقع التراث العالمي ومواقع الجيوبارك. والأخيرة هي شبكة عالمية موسعة تحت رعاية اليونسكو.

هناك رأي مفاده أن التراث الجيولوجي صلب وقوي ويمكنه الاعتناء بنفسه. واشارت هذه الإرشادات، الى وجود الكثير من المظاهر الهشة التي يمكن أن تدمر بسهولة بسبب الاستخدام المفرط أو عن طريق استغلال الصخور والمعادن. والتعامل مع مثل هذه التهديدات يمثل تحديًا مستمرًا لمديري المواقع.

ان الآثار المتزايدة لتغير المناخ العالمي، تؤكد على الاهمية الكبيرة الحماية الجيولوجية وفعاليتها في المساعدة على فهم كيفية استجابة الطبيعة في الماضي للتغيرات المناخية والطبيعية وأفضل طريقة للمحافظة عليها في الوقت الحاضر وفي المستقبل. لذلك فان النهج الديناميكي والمرن في تحديد المواقع الجيولوجية وادارتها هو الأساس في اختيار هذه المواقع.

تركز الحماية الجيولوجية على حماية أفضل الأمثلة للمتحجرات (الاحفوريات)، و الصخور، والمعادن والمحافظة عليها، واشكال ارضية معينة تمثل الأنظمة المناخية المختلفة عبر تاريخ الأرض. كما تسعى لضمان أن العمليات الطبيعية الحية وغيرالحية يتم حمايتها وإدارتها بشكل صحيح.

هناك علاقة وثيقة بين الحفاظ على التنوع البيولوجي والحفاظ على التنوع الجيولوجي. و يجب ان نعلم بان هذا التفاعل يزداد ، وهناك حاجة إلى ضمان معاملة النظام البيئي بأكمله وجميع أجزائه العاملة ككيان واحد.

غالبًا ما يتم تجنب موظفي المناطق المحمية مصطلحات لغة علوم الأرض. لذلك يأمل المؤلفون في هذه الإرشادات، في إزالة حواجز الفهم والاستيعاب للمديرين وموظفيهم. بالإضافة إلى ذلك، فقد وفروا وسيلة سهلة للفهم وهي مسرد للمصطلحات. والأهم من ذلك كله هو الحاجة إلى قيام الموظفين بإبلاغ الجمهور عن التراث الجيولوجي بطريقة سهلة الفهم لانه يعد مصدر إلهام للجمهور ويثير الاهتمام والحماس لديهم.

هذه الإرشادات هي نتيجة تعاون دولي ضمن مجموعة اختصاصيي التراث الجيولوجي (GSG) التابعة للجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) التي تم تشكيلها مؤخرًا. هذه المجموعة تتوسع في كل وقت ولديها الخبرة والتجربة في جميع جوانب التراث الجيولوجي والحفاظ عليه. أعضاء هذه المجموعة مستعدون وراغبون في مساعدة الزملاء في المناطق المحمية في عملهم.

أنني أوصي بهذه المبادئ التوجيهية بشأن التراث الجيولوجي لجميع المشاركين في إنشاء وإدارة المناطق المحمية والمحفوظة لضمان حماية تنوعنا الجيولوجي وكذلك تراث التنوع البيولوجي.

دكتورة كاثي ماكينون
شاغل كرسي
اللجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) في الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN)

شكر وتقدير

ساهم في كتابة هذا الكتاب المصدر مجموعة من الباحثين من جميع أنحاء العالم. ويرغب روجر كروفتس، بصفته مدير النشر، ان يتقدم بالشكر والتقدير الى هذه المجموعة، على كتاباتهم ومساهماتهم التحريرية، وهم: جون جوردون، وموراي جراي، ودان تورمي، وغرايم ل ووربويز. كما يود أن يشكر الآخرين الذين ساهموا بالنصوص أو بدراسات الحالة، وهم: تيم بادمان، وخوسيه بريلها، ومارجريت بروكس، وتايلاند دي سيكويرا كانسين، وروزانا سيركفينيك، ونايجل دودلي، وكريستوف إلجر، وجون كون، وإيكو هاريونو، وريناتو هنريكس، وماريا دا غلوريا موتا غارسيا، وجوناثان لاروود، وجوزيب ماريا مالاراتش، وداريو مانسينيلا، وكولين ماكفادين، وآن موسر، وبيوتر ميجو، وديامانتينو بيريرا، وباولو بيريرا، وريموند روبرتس، وفينسنت سانتوتشي، وكيونج سيك وو.

ويشكر ويقدر تعليق الآخرين، بما في ذلك اليانور براون، وإنريكي دياز- مارتينيز، وشين أوركارد.

وقد تمت مراجعة النص كاملاً من قبل مقومين مستقلين وهم ، جودي فيش، وديفيد ويلش، بتقدير كبير. وشكراً الى كاثي ماكينون، وتريفور ساندويث، وكريغ غروفز الذين قدموا تعليقات أدت إلى تحسين المستند بشكل كبير. ونود ان نشكر ديف هارمون، لقيامه بتحرير النسخ الى جانب التعليقات والنصائح القيمة. وكذلك نشكر نيال اولاوكير من مكتب كلدر للتصميم والاخراج.

لم يكن كتاب الارشادات ممكناً لولا الدعم المالي السخي من إدارة التراث الثقافي ، جمهورية كوريا.

هذه الارشادات مهداة ومخصصة للدكتور غرايم ل ووربويز الذي ساهم كثيرًا في تطويره، والذي توفي قبل ان ينشر.

اخيرًا، شكرًا جزيلاً على تشجيع الزملاء في الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة- اللجنة العالمية للمناطق المحمية- مجموعة اختصاصيي التراث الجيولوجي، والى تيم بادمان صاحب الميزانية، والى زوجتي ليندسي لصبرها وتحملها.

ملخص تنفيذي

تهدف هذه الإرشادات إلى مساعدة جميع المشاركين في أي جانب من جوانب إنشاء وإدارة المناطق المحفوظة والإشراف على المناطق المحمية لفهم ومعالجة الحفاظ على التراث الجيولوجي (يُطلق عليه اسم الحماية الجيولوجية في هذه الارشادات). يوجه الرسم البياني التوضيحي في القسم 1 القارئ إلى الأقسام الأكثر صلة بدورهم ونشاطهم.

يتضمن ملخص كل قسم إرشادات لأفضل الممارسات للمستخدمين.

قسم 1: الغرض، والمحتوى، واستخدام المبادئ التوجيهية

يصف هذا القسم الغرض والقراء المستهدفين للمبادئ التوجيهية ، ويحدد سياق الحماية الجيولوجية ويوفرجدول ورسم تخطيطي لتوجيه القارئ من خلال الوثائق وملاحظة المصادر الإضافية الرئيسية للإرشاد.

قسم 2: تحديد سياق الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة: المفاهيم والتعاريف الرئيسية

يقدم هذا القسم تعريفات قياسية للتراث الجيولوجي، والتنوع الجيولوجي، والحماية الجيولوجية؛ كذلك يصف القيم الخمس الأساسية للتراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي؛ ويشرح أهمية الحماية الجيولوجية لـ (IUCN) وللمناطق المحمية. كما يقدم المشورة بشأن تطبيق هذه الإرشادات على آليات الحماية الفعالة الأخرى و «المناطق المحمية". نوصي بأن يقرأ جميع المستخدمين هذا القسم لأنه يوفر سياقًا أساسيًا لبقية الإرشادات.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 1: لتجنب الالتباس، استخدم تعاريف التراث الجيولوجي، والتنوع الجيولوجي، والحماية الجيولوجية ومناطق الحماية الجيولوجية المحمية، والمواقع الجيولوجية باستمرار.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 2: يجب تطبيق هذه الإرشادات على آليات الحماية الفعالة الأخرى وغيرها من «المناطق المحمية».

قسم 3: تطبيق المبادئ العامة الحماية الجيولوجية في إدارة المناطق المحمية والمحفوظة

يصف هذا القسم تسعة مبادئ عامة الحماية الجيولوجية كأساس لإنشاء وإدارة الحماية الجيولوجية في المناطق المحفوظة، وكذلك المناطق المحمية. نوصي جميع المستخدمين بقراءة هذا القسم لأنه يوفر أيضًا سياقًا أساسيًا لتطبيق الارشادات.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 3: استخدم المبادئ التسعة الحماية الجيولوجية في الجرد، والتخطيط، وتحديد الأهداف، والإدارة ومراقبة الظواهر وعمليات التراث الجيولوجي.

قسم 4: إنشاء مناطق الحفظ والمحميات الجيولوجية

يصف هذا القسم الخطوات الرئيسية في إنشاء مناطق حماية الحماية الجيولوجية الجديدة أو لحماية المظاهر والعمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية كجزء من المناطق المحمية الحالية: تحديد الغرض، وتحديد نطاق العملية على المستوى (الوطني، أو الاقليمي أو المحلي)، وتطوير قائمة بمظاهر وعمليات التراث الجيولوجي، وتحديد معايير تقييم الموقع و يتم توفير أمثلة على ذلك. كذلك يوضح القسم أهمية تكامل الحماية الجيولوجية وتوثيق التخطيط على المستوى الوطني والإقليمي والمحلي. تم وصف أهمية الأنواع المختلفة من آليات الحماية والحوكمة والملكية وترتيبات الحيازة. تمت مناقشة متطلبات الخبرة ذات الصلة. تمت مناقشة أهمية المناهج الدولية، مثل التراث العالمي، ومواقع الجيوبارك العالمية، وكذلك محميات المحيط الحيوي ومواقع رامسار، بإيجاز.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 4: استخدم الأنواع الثمانية من اهتمامات التراث الجيولوجي (الجدول 4. 1.) للمساعدة في تحديد أغراض منطقة الحماية الجيولوجية أو شبكة المواقع الجيولوجية.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 5: اعداد قائمة جرد للمواقع الجيولوجية باستخدام نهج المخطط الانسيابي في الشكل 4. 1.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 6: التأكد من استخدام معايير تقييم المواقع الجيولوجية بشكل واضح لكي تغطي الدراسة العلمية، و الاستخدام التعليمي، والسياحة الجيولوجية، والاستخدام الترفيهي.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 7: تشجيع تطوير خطط العمل على المستويات الوطنية والإقليمية والمحلية لضمان إدراج الحماية الجيولوجية في وثائق القرار الرئيسية.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 8:: استخدم إرشادات (WCPA) بشأن المناطق المحمية وغيرها من تدابير الحفظ الحماية القائمة على المنطقة لضمان آلية الحماية الأكثر فعالية للموقع الجيولوجي.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 9: استخدام الخبراء لضمان المدخلات الفنية في التخطيط، والإدارة، والتواصل في الحماية الجيولوجية.

إرشادات أفضل الممارسات رقم 10: ضع في اعتبارك ما إذا كانت المنطقة المحمية ومظاهر وعمليات التراث الجيولوجي الخاصة بها يمكن أن تلبي معايير وضع اليونسكو بموجب اتفاقية التراث العالمي و / أو شبكة مواقع الجيوبارك العالمية.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 11: ضع في اعتبارك كيف يمكن أن يكون التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي في محميات المحيط الحيوي ومواقع رامسار لكي تتمكن من تحقيق الحفاظ على التنوع البيولوجي والأراضي الرطبة، على التوالي الى جانب التراث الجيولوجي.

قسم 5: إدارة التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة

يقدم هذا القسم إرشادات مفصلة حول جميع جوانب إدارة المواقع الجيولوجية في المناطق المحمية، بما في ذلك تخطيط الإدارة، والجوانب التشغيلية، وتطبيق فئات إدارة IUCN ، وتكامل القيم الروحية والثقافية، ورصد وتقييم الأنظمة. ويختتم بأمثلة على إدارة الحماية الجيولوجية.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 12: اتبع الإطار العام المكون من مرحلتين لتحليل احتياجات الحماية والتخطيط، والتسليم بتكامل الحماية الجيولوجية في خطط إدارة المناطق المحمية.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 13: استخدم نهجًا منتظماً لتوجيه عمليات الإدارة، التي تضم ملاءمة المواد للممرات والمباني، واستعراضات السلامة للمخاطر الرئيسية وآثار تغير المناخ.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 14: تقييم أهمية كل فئة من فئات إدارة المناطق المحمية التابعة لـ (IUCN) في انشاء مناطق محمية جديدة من أجل الحماية الجيولوجية أو لتحسين إدارة المناطق الموجودة في الحماية الجيولوجية.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 15: تضمين القيم الثقافية والروحية في أغراض وإدارة الحماية الجيولوجية وعند ما يكون الموقع ملائماً، يتم إدراج التراث الجيولوجي في المناطق المحمية المصممة للقيم الروحية والثقافية.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 16: وضع خطط رصد وتقييم المظاهر الحرجة والعمليات الطبيعية، وتعديل الخطط وفقًا لذلك (في إطار إدارة تكيفية) لضمان تحقيق أهداف الحماية الجيولوجية.

قسم 6: التعامل مع التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة

يركز هذا القسم على التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي في المناطق المحمية وكيفية التعامل معها. يتم تعريف حساسية وقابلية التأثر للتراث الجيولوجي كأساس لاتخاذ قرارات الإدارة. يتم وصف التهديدات الرئيسية للتراث الجيولوجي في المناطق المحمية. وكذلك توفير الارشادات بشأن تقييم المخاطر والآثار. وادراج إرشادات عامة لإدارة الموقع للتعامل مع التهديدات من تسعة مصادرمحددة. أخيرًا ، مناقشة التفاعل بين حماية التنوع الجيولوجي وحماية التنوع البيولوجي وتحديد القضايا الرئيسية في الإدارة.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 17: استخدم مفهومي حساسية وقابلية التأثر لتوجيه تقييمات التهديدات وما يتعلق بها من التأثيرات المحتملة على مظاهر وعمليات التراث الجيولوجي.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 18: اتبع نهجًا متعدد الخطوات لمواجهة التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي، بما في ذلك تحديد نوع التهديد، وحساسية الموقع للتهديد، وتقييم المخاطر، وتحديد أولويات إجراءات الإدارة.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 19: التعرف على العلاقات المتبادلة الإيجابية والسلبية بين حماية التنوع البيولوجي والتنوع الجيولوجي لتوفير أفضل نتيجة ممكنة للحفاظ على الطبيعة.

قسم 7: إدارة التراث الجيولوجي في مواقف مختارة

يتم تقديم المشورة التفصيلية حول الأشكال الارضية، والعمليات الطبيعية والمظاهر الجيولوجية؛ والتهديدات؛ ومبادئ الإدارة و الارشادات لأربعة حالات مختلفة: الكهوف والخسفات، والانهار الجليدية وما جاورها، والمعادن وعلم المتحجرات (الاحفوريات)، والبراكين. ويمكن الوصول إلى دراسات الحالة المقدمة من خلال روابط URL في قسم المراجع.

قسم 8: التعليم والاتصال من أجل الحماية الجيولوجية

يحدد هذا القسم المبادئ والممارسات العامة للتفسير، والتعليم، والتوعية العامة من أجل الحماية الجيولوجية. ويتعامل مع كيفية استخدام كل من وسائط الاتصال الجديدة والأشكال التقليدية بشكل فعال.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 20: تحديد طبيعة وخصائص الجمهور المستهدف في تصميم جمهور فعال التوعية بشأن المحميات الجيولوجية.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 21: تضمين التخطيط التفسيري، وبرامج التوعية البيئية خارج الموقع، والتفسير المستند إلى الويب أو تطبيق الهاتف المحمول للمساعدة في المناطق المحمية للمحميات الجيولوجية لجذب الزوار وتحسين فهمهم للمحميات الجيولوجية وتعزيز خبرة الزائر.

أرشادات أفضل الممارسات رقم 22: استخدام مجموعة متنوعة من وسائط التواصل لإعلام الجمهور بالمحميات الجيولوجية.

قسم 9: نظرة عامة

وصف النقاط الرئيسية للقراء، مع التأكيد على التفاعل المهم والترابط بين الحماية الجيولوجية والحفاظ على التنوع البيولوجي، والحاجة إلى إدارة نشطة للتراث الجيولوجي والتواصل الجيد.

© بينيلوبي فيجيس

ان ارشادات أفضل الممارسات هذا مخصص لـ

د.غرايم ل. ووربويز (1950-2020)

زميل مُلهم وقائد في مجال الحماية الجيولوجية وناشط في مجال حماية البيئة

الغرض من الارشادات، ومحتواها، واستخدامها

1

مدرجات وأحواض من الحجر الجيري تتكون من ترسيب كربونات الكالسيوم ، متنزه هاون لونك الوطني وموقع التراث العالمي ، في مقاطعة سيتشوان، في الصين. © روجر كروفتس

يوفر هذا القسم:

- ملخص لغرض ومحتوى الارشادات (1.1).
- دليل سريع لاستخدام الإرشادات وتحديد موضوعات معينة (1.2).
- مصادر إضافية رئيسية للمعلومات (1.3)

1.1 الغرض من الإرشادات

تهدف هذه الإرشادات إلى مساعدة المهنيين العاملين في المناطق المحمية، والامناء على المناطق المحمية لدمج وادارة الحفاظ على التراث الجيولوجي و التنوع الجيولوجي في عملهم على جميع المستويات من مستوى النظام إلى مستوى الموقع. نوصي باستخدام تعريف بسيط الحماية الجيولوجية وهو «الحفاظ على التنوع الجيولوجي من أجل القيمة الجوهرية، والبيئية، والتراث الجيولوجي «(شاربلز، 2002).

توفر هذه الإرشادات روابط للإرشادات ذات الصلة على وجه الخصوص في اللجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) في سلسلة إرشادات أفضل الممارسات ودراسات حالة من جميع أنحاء العالم توضح أفضل الممارسات في الحماية الجيولوجية.

العديد من المهنيين والأمناء في المناطق المحمية ليسوا علماء جيولوجيا وقد يجدوا لغة ومفاهيم علوم الأرض صعبة لفهمها ودمجها في عملهم. هذه المصطلحات يمكن فهمها لأن المصطلحات غالبًا ما تكون معقدة، وهذه المفاهيم مختلفة تمامًا عن تلك الخاصة بحماية التنوع البيولوجي (الذي تم من أجله انشاء العديد من المناطق المحمية) وغالبًا ما يتم الشعور بأن المظاهر الجيولوجية موجودة ثابتة نسبيًا وتحتاج إلى القليل من الاهتمام (كروفت، 2014). لهذه الأسباب، فان التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي (كما هو محدد في القسم 2.2) غالبًا ما يتم تجاهل حمايته وادارته في المناطق المحمية ولكن قد يكون له قيمة عالية، ويكون جزء لا يتجزأ من الطبيعة ويحتاج إلى الفهم والاهتمام به. علاوة على ذلك، فإن الصحة الوظيفية للعديد من المحميات تعتمد على فهم العمليات غير البيولوجية التي خلقت المنطقة، وتتفاعل معها في الوقت الحاضر، وقد تكون مؤثرة في المستقبل. بالإضافة إلى ذلك، فان المنطقة المحمية قد تضم مظاهر جيولوجية كبيرة، و قد تثير اهتمام الزائرين، والتي قد تمثل أيضًا ذات أهمية كبيرة من ناحية الأخطار الطبيعية (مثل النشاط البركاني)، وعند ذلك يجب أن تعالج بصورة صحيحة من قبل موظفو الادارة.

تهدف هذه الإرشادات إلى المساعدة في تحسين الحماية وإدارة التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة والاعتراف بالعلاقات المتبادلة والتفاعلات مع المظاهر والعمليات البيولوجية. هذه الارشادات ليست كتابًا مدرسيًا عن ممارسة إدارة الحماية الجيولوجية بل لتحدد الخلفية الأساسية، والسياق والمبادئ، و تلخيص المواد ذات الصلة لجعلها أكثر سهولة للوصول إليها من قبل المستخدمين في مجلد واحد؛ وتقديم روابط لمفتاح المؤلفات والمصادر الإضافية التي تشمل الإرشاد العملي التفصيلي. استخدام امثلة لأفضل الممارسات من جميع أنحاء العالم ويمكن أن تمنح المستخدمين ثقة متجددة للاهتمام بالتراث الجيولوجي وربط الحماية الجيولوجية مع حماية التنوع البيولوجي.

1.2 استخدام الارشادات

من غير المحتمل أن يحتاج معظم المستخدمين إلى قراءة هذه الإرشادات من الغلاف إلى الغلاف، ولكن سوف يتم استخدمها كمصدر مرجعي لاحتياجاتهم الخاصة والظروف المتعلقة في إنشاء وادارة الحماية الجيولوجية.

تم تنظيم هذه الإرشادات في تسعة أقسام (الجدول 1.1) باتباع سياقيين رئيسيين، وإنها توفر خطوات سير العمل لإنشاء نظام الحماية الجيولوجية على المستوى الوطني أو الإقليمي، و انشاء الحماية الجيولوجية بصورة فردية، أو إضافة الحماية الجيولوجية للمناطق المحمية الموجودة بالفعل، بما في ذلك الإدارة، والمراقبة، والترتيبات الخاصة بتوعية الجمهور (الشكل 1.1). ويمكن لمديري المناطق المحمية والمحفوظة الموجودة ان يبدأون مباشرة من القسم 5. نحن ومع ذلك، نوصي بشدة أن يقرأ الجميع الأقسام 2 و 3 ، حيث انهما يوفران مادة سياقية الحماية الجيولوجية. يوفر الجدول 1.1 والشكل 1.1 دليلاً سريعاً لتحديد مواضيع معينة ضمن الوثيقة.

1.3 مصادر إضافية رئيسية

تعطي العديد من المصادر الإضافية الرئيسية لمحة عامة عن الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية. ويوفر كروفتس و جوردون (Crofts & Gordon, 2014, 2015) مقدمة للمفاهيم والمصطلحات والروابط بين الحفاظ على المحميات الجيولوجية والحفاظ على التنوع البيولوجي، وهي متاحة مجانًا.

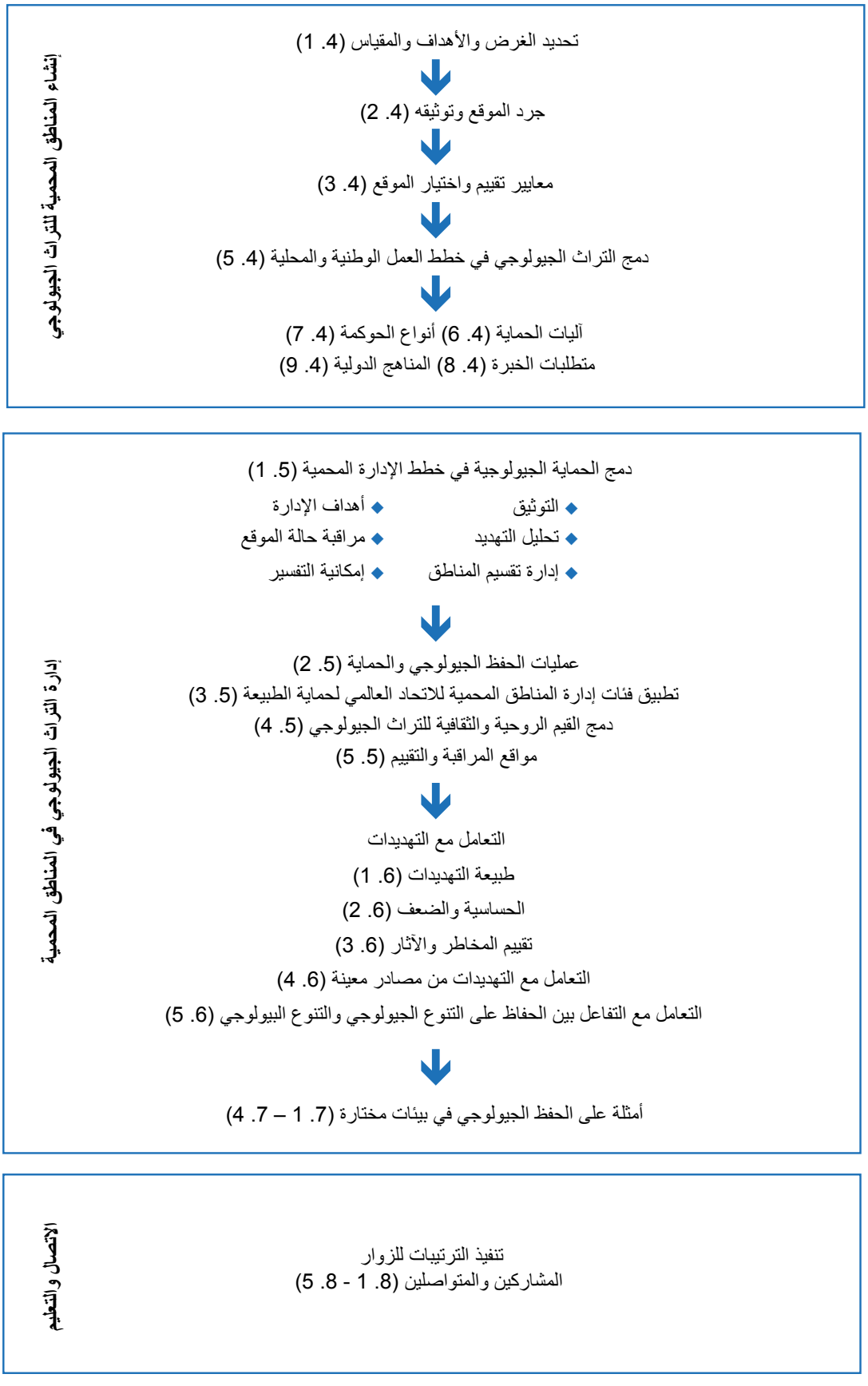
كما تتوفر معالجات أكثر شمولاً للتنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي، وتقييمها، وحمايتها، وإدارتها في كري (Gray, 2013) ورينارد وبرلها (Reynard & Brilha, 2018). وتعد مجلة التراث الجيولوجي (Geoheritage) هي المصدر الدولي الرئيسي للمقالات حول جميع جوانب التراث الجيولوجي. ومعظم المقالات المنشورة فيها متاحة كمصدر مفتوح أو يمكن الوصول إليها من خلال بوابة البحث (ResearchGate).

الجدول 1.1. هيكل وتخطيط الارشادات.

رقم	قسم	الموضوعات الرئيسية (القسم الفرعي)	الصفحة
1	الغرض من الارشادات ومحتواها واستخدامها	■ الغرض (1.1) ■ استخدام الإرشادات (1. 2) ■ مصادر إضافية رئيسية (1. 3)	2 2 2
2	تحديد السياق: مفتاح المفاهيم والتعاريف	■ لماذا هناك حاجة إلى الحماية الجيولوجية (2. 1) ■ تحديد المصطلحات الرئيسية (2. 2) ■ قيم التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي (2. 3) ■ دور الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) في الحماية الجيولوجية (2. 4) ■ الحماية الجيولوجية وتعريف الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) للمناطق المحمية والمحفوظة (2. 5)	6 6 8 11 11
3	تطبيق المبادئ العامة الحماية الجيولوجية في ادارة المناطق المحمية والمحفوظة	■ المبادئ الإرشادية الرئيسية الحماية الجيولوجية (3. 1)	15
4	إنشاء المناطق المحمية والمحفوظة الحماية الجيولوجية	■ تحديد الغرض ومقياس التشغيل (4. 1) ■ إعداد قائمة جرد (4. 2) ■ تحديد معايير تقييم الموقع (4. 3) ■ أمثلة على قوائم جرد التراث الجيولوجي وتقييمات الموقع (4. 4) ■ دمج الحماية الجيولوجية في خطط العمل الوطنية، والاقليمية والمحلية (4. 5) ■ آليات الحماية (4. 6) ■ أنواع الحوكمة (4. 7) ■ متطلبات الخبرة (4. 8) ■ الاتجاهات الدولية الحماية الجيولوجية (4. 9)	23 25 28 30 30 32 33 33 33
5	ادارة التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة	■ التخطيط الإداري (5. 1) ■ عمليات الحماية الجيولوجية والمناطق المحمية (5. 2) ■ تطبيق فئات إدارة المناطق المحمية للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) على الحماية الجيولوجية (5. 3) ■ دمج القيم الروحية والثقافية للتراث الجيولوجي (5. 4) ■ مراقبة وتقييم المواقع الجيولوجية (5. 5) ■ أمثلة على إدارة الحماية الجيولوجية (5. 6)	41 51 51 53 58 59
6	التعامل مع التهديدات على التراث الجيولوجي في المناطق المحمية	■ مفاهيم الحساسية والضعف (6. 1) ■ التهديدات المبدئية (6. 2) ■ التعامل مع تهديدات تقييم المخاطر والآثار (6. 3) ■ التعامل مع التهديدات: إرشادات حول أفضل الممارسات حول الموضوعات الرئيسية (6. 4) ■ التعامل مع التفاعل بين حماية التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي (6. 5)	65 67 67 67 67 86
7	ادارة التراث الجيولوجي في حالات مختارة	■ المناطق المحمية في الخسفات والكهوف (7. 1) ■ المناطق الجليدية وما جاورها المحمية (7. 2) ■ مواقع المتحجرات (المستحاثات) والمواقع المعدنية (7. 3) ■ المناطق البركانية المحمية (7. 4)	89 92 101 105
8	التعليم والتواصل الحماية الجيولوجية	■ التفسير (8. 1) ■ التعليم (8. 2) ■ توعية الجمهور (8. 3) ■ التواصل عن طريق وسائل التواصل الجديدة (8. 4) ■ التواصل عن طريق الوسائط التقليدية (8.5)	112 112 115 118 120
9	ملخص	■ ملخص النقاط الرئيسية	122

الشكل 1.1. الخطوات الرئيسية في إنشاء وإدارة مناطق المحمية الحماية الجيولوجية والموضوعات الرئيسية التي يتم تناولها في هذه الإرشادات.

مفاهيم وتعاريف ومبادئ الحفظ الجيولوجي (القسمان 2 و 3)



تحديد سياق الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة : مفتاح المفاهيم والتعاريف

2

نقطة سيكار (Siccar Point) في اسكتلندا هي موقع رئيسي للاكتشاف العلمي عن تشكيل الأرض. هذا الموقع ذو الأهمية العلمية الخاصة لحماية التكوينات الصخرية التي اكتشفها جيمس هوتون في عام 1788، وذكرها في أطروحته عن نظرية الأرض عام 1795. وهذا التقاطع بين الصخور الاقدم عمراً، السفلية، شديدة الانحدار؛ وبين الصخور الاحدث عمراً، العلوية، ذات الانحدار البسيط؛ الذي يمثل فجوة واسعة في سجل الصخور مع العديد من دورات التعرية والترسب بينهما، وكذلك يشير إلى امتداد واسع للزمن الجيولوجي. الأشخاص الموجودون في الصورة هم غرايم ل. ووربويز (على اليمين) وجون جوردون (على اليسار)؛ كلاهما من مؤلفي هذه الارشادات. © روجر كروفتس

يقدم هذا القسم مادة سياقية الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية، واهمها هي:

- لماذا هناك حاجة الحماية الجيولوجية (2. 1.)
- تعاريف المصطلحات الرئيسية (2. 2.)
- القيم الأساسية الحماية الجيولوجية (2. 3.)
- دور الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) في الحماية الجيولوجية (2. 4.)
- تعريف الحماية الجيولوجية ضمن الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) في المنطقة المحمية (2. 5.)

2. 1 لماذا الحاجة إلى الحماية الجيولوجية

هناك وجهة نظر شائعة مفادها أن الصخور والأشكال الأرضية موجودة بحالة صلبة وقوية الى درجة، اذ لا يمكن ان تتعرض الى التغيير او التلف بتاثير الأنشطة البشرية وبالتالي لا تحتاج إلى تدابير خاصة لحفظها او حمايتها. وهذه الفكرة غير صحيحة، لأن الصخور والأشكال الأرضية تخضع الى التهديدات الطبيعية والتدخلات البشرية. ان التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي هما بلا شك جزء من تراث طبيعة الأرض، ولكن بالمقارنة مع التنوع البيولوجي فان حفظهما وادارتهما لم يبدأ إلا مؤخرًا في النظر اليهما بطريقة أكثر تنظيما. هناك عدد من الأسباب لهذا الخلل (كروفتس ، 2014 ، 2018). لا يوجد ما يعادل اتفاقية حماية التنوع البيولوجي فيما يخص الحماية الجيولوجية او التنوع الجيولوجي، على الرغم من وجود العديد من اتفاقيات المنظمات الدولية أو اتفاقيات اخرى، مثل اتفاقية منظمة اليونسكو لحماية التراث العالمي، وبرنامج اليونسكو للمتنزهات الجيولوجية العالمي الذي يشمل الحماية الجيولوجية. ولكن هناك قلة وعي داخل المجتمع حول أهمية حماية الظواهر والعمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية الرئيسية التي تضم قيم التراث الجيولوجي الخاصة بهم، وكذلك حول دور التنوع الجيولوجي في دعم وظائف وخدمات التنوع البيولوجي والنظام الإيكولوجي.

2. 2 تعاريف التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي والحماية الجيولوجية

مع تطور ممارسة المحيات الجيولوجية ، فقد تم ادخال مصطلحات وتعاريف مختلفة. لأسباب تتعلق بالوضوح، والاتساق، والبساطة، وللمساعدة في التواصل، وعليه فإن المصطلحات الاتية يوصى باستخدامها كروفتس وجوردون (Crofts & Gordon, 2014; 2015).

التنوع الجيولوجي هو تنوع الصخور، والمعادن، والمتحجرات (الاحفوريات)، والتضاريس، والرسوبيات، والتربة بالإضافة إلى العمليات الطبيعية التي تشكلها وتغيرها. يتضمن التنوع الجيولوجي المظاهر والعمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية في الماضي والحاضرالتي تسجل تاريخ الأرض وتطور أشكال الحياة الموجودة في السجل الجيولوجي، بما في ذلك النباتات والحيوانات وموائلها. توفر عناصرالتنوع الجيولوجي أساس الحياة على الأرض، الى جانب الحفاظ على رأس المال الطبيعي وخدمات النظام البيئي.

التراث الجيولوجي يضم تلك العناصر والمظاهر الخاصة بالتنوع الجيولوجي للأرض، سواء منفردة أو مجتمعة، التي تعتبر ذات قيمة كبيرة لاسباب جوهرية، او علمية، او تربوية، او ثقافية، او روحية، او جمالية، او بيئية، تتعلق بالنظام البيئي، وبالتالي تستحق الحفظ. يشكل التراث الجيولوجي تراثاً من الماضي، تتم صيانته في الحاضر، وتستمر صيانته لمنفعة الأجيال القادمة. يسجل التراث الجيولوجي القصة التراكمية او المتواصلة للأرض المحفوظة في صخورها وأشكالها، كما هو الحال في صفحات كتاب، وإن كانت مجزأة مع بعض الصفحات المفقودة. ويتم تمثيله في أماكن خاصة (المواقع الجيولوجية ؛ انظر التعريف أدناه) والأشياء (التي تمثل العينات الموجودة في الموقع وفي مجموعات المتحف) والتي تعتبر أساسية لتقديرنا لتاريخ الأرض وتطور الحياة. تم تحديد الأساس الفلسفي الأساسي في إعلان دنيي (Digne) بشأن حقوق ذاكرة الأرض (الصندوق 2. 1)، الذي يحدد نهجًا قائمًا على الحقوق للتراث الجيولوجي وهو أساس مواقع الجيوبارك العالمية لليونسكو.

من الضروري تقييم مجموعة المظاهر التي يضمها التراث الجيولوجي في نفس الموقع، وتشمل:

- الصخور المنكشفة التي تكون فريدة من نوعها، أو تمثل عمليات جيولوجية معينة، أو مراحل تطور الأرض، سواء على مستوى العالم أو في مناطق معينة؛
- أشكال التضاريس الفريدة أو الكلاسيكية أو التي نشأت عن عمليات معينة في الوقت الحاضر أو في الماضي (مثل الجليد)؛
- أنظمة نشطة (مثل الأنهار، والصحاري، والأنهار الجليدية، والتربة)؛ أو
- كل المظاهر المذكورة اعلاه.

التراث الجيولوجي في المناطق المحمية، يمكن أن يوجد ضمن سلسلة متصلة من المقاييس من الظواهر الفردية الصغيرة، مثل المكاشف الصخرية أو الجلاميد (الصخور الكبيرة) التي تنتقل لمسافات طويلة بواسطة الأنهار الجليدية (مثل بيير دزو، مونتي ، سويسرا)، الى مناظر طبيعية شاملة، مثل أنظمة الجبال التي تضم تجمعات الصخو، والتضاريس، والتربة (مثل متنزه لوس جلاسياريس الوطني، الأرجنتين)، أو الأنظمة البركانية التي تستضيف الموائل الدقيقة المتنوعة للغاية (مثل فوهة بركان يلوستون، الولايات المتحدة الأمريكية، ونظام يلوستون البيئي الكبير المرتبط بها، بما في ذلك الحيوانات الضخمة الجذابة والأنواع التي تعيش في الينابيع الساخنة). يتم تعيين الحد الوحيد لحجم الموقع من قبل وحدة الإدارة ومخطط الإدارة.

المربع 2. 1

إعلان دنيي (The Digne Declaration)

إعلان حقوق ذاكرة الأرض

1. للكواكب، مثل البشر، تاريخ حياتها الخاص- فهي تولد وتنضج وتموت. وللكواكب، كما للناس، لها تاريخ حياة فريد من نوعه: لقد حان الوقت للتعرف على تفرد الأرض.
2. كوكبنا، الأرض، هو الرابط الوحيد الذي يوحد جميع البشر. نحن، وكل واحد منا، مرتبطون بالأرض، و إن الارض هي الرابط بيننا، وفي الواقع هي اساس كل الحياة.
3. عمر الأرض 4.5 مليون سنة وهي مهد الحياة التي مرت بالعديد من التحولات والتجديدات عبر الزمن الجيولوجي. تطور الارض الطويل ونضجها البطيء شكلا البيئة التي نعيش فيها.
4. لا يمكن الفصل بين تاريخنا وتاريخ الأرض. أصولها هي أصولنا، تاريخها هو تاريخنا، ومستقبلها سيكون مستقبلنا.
5. سطح الأرض هو بيئتنا. هذه البيئة مختلفة، ليس فقط عن الماضي، ولكن أيضًا عن بيئة المستقبل. نحن رفقاء الأرض في الوقت الحاضر، لكننا عابرون فقط، ومع مرور الوقت سوف نمر.
6. مثلما تحتفظ شجرة قديمة بسجل حياتها ونموها، تحتفظ الأرض بذكريات الماضي المنقوشة في كل من أعماقها وعلى سطحها، في الصخور وفي المناظر الطبيعية، وهو سجل يمكن قراءته وترجمته.
7. كنا ندرك دائمًا الحاجة إلى الحفاظ على ذاكرتنا- تراثنا الثقافي. حان الوقت الآن لحماية تراثنا الطبيعي. ماضي الأرض لا يقل أهمية عن ماضي الإنسان. حان الوقت لكي نتعلم حماية تراث الأرض هذا، وبذلك نتعلم عن ماضي الأرض، ونتعلم قراءة هذا «الكتاب»، السجل في الصخور والمنظر الطبيعي الذي كتب في الغالب قبل ظهورنا.
8. يشترك الإنسان والأرض في تراث مشترك، نحن وحكوماتنا، ما نحن إلا أوصياء عليه. يجب على كل إنسان أن يفهم أن أدنى ضرر يمكن أن يؤدي إلى خسائر لا رجعة فيها في المستقبل. عند القيام بأي شكل من أشكال التنمية ، يجب أن نحترم تفرد هذا التراث.
9. يطلب المشاركون في الندوة الدولية الأولى لحماية التراث الجيولوجي، بمن فيهم أكثر من 100 متخصص من أكثر من 30 دولة، بشكل عاجل من جميع السلطات الوطنية والدولية مراعاة هذا التراث وحمايته من قبل جميع الجهات القانونية والمالية واتخاذ التدابير التنظيمية التي قد تكون ضرورية.

Source: http://www.progeo.ngo/downloads/DIGNE_DECLARATION.pdf

من السهل الخلط او عدم فهم ما هي منطقة الحماية الجيولوجية المحمية. يمكن أن تشتمل بالكامل على ظاهرة واحدة ذات قيمة أو تمثيل لعملية طبيعية قديمة أو حالية، ولا تتطلب مجموعة متنوعة من المظاهر أو الأشكال. على سبيل المثال، ملف سلسلة من الأحجار الجيرية الرتيبة على ما يبدو في المياه العميقة قد تبدو موحدة نسبيًا، لكنها قد تمثل مع ذلك جزء مهم من التطور الجيولوجي لمنطقة معينة أو تطور الحياة. وبالمثل، قد تضم طبقة معينة من الصخور تنوعًا غنيًا من أشكال الحياة المتحجرة (الأحفورية) التي لا ترى بسهولة بالعين المجردة، ولكنها قد تكون ظاهرة مهمة ذات اهمية دولية أو موقع مرجعي لمرحلة تطورية معينة أو تغيير.

بدلا من ذلك، قد تشتمل المنطقة المحمية على بعض مظاهر التراث الجيولوجي، ولكن تم تخصيصها في المقام الأول لأسباب أخرى غير متعلقة بالحماية الجيولوجية. من ناحية أخرى، قد تضم المناطق المحمية مجموعة كبيرة ومتنوعة من المظاهر، والأشكال، والعمليات ذات الأهمية بالحماية الجيولوجية. كل هذه الاختلافات صالحة، ومن الضروري بالتالي التأكد من أن معايير اختيار منطقة محمية الحماية الجيولوجية أو إدارة التراث الجيولوجي في المناطق المحمية واضحة او صريحة. لقد تم توفير المبادئ التوجيهية في القسم 3، الى جانب إرشادات أكثر تفصيلاً حول معايير الاختيار في القسم 4.

من المهم التأكيد على أن مظاهر التراث الجيولوجي يجب أن تكون لها قيمة جيولوجية أو جيومورفولوجية خاصة (قسم 2. 3). وهناك حالات أخرى، تكون فيها المظاهر الجيولوجية أو الجيومورفولوجية ليست استثنائية في حد ذاتها، لكنها مهمة من ناحية التراث الثقافي أو الأثاري (على سبيل المثال، موقع الكهف مع نقوش او رسوم أو عظام أسلاف الإنسان).

قد توجد مواقع أو مناطق ذات قيمة عالية للتراث الجيولوجي عبر مجموعة كاملة من فئات المناطق المحمية للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN)، إما ذو اهمية اساسية أو كمكونات ضمن مجموعة أوسع من الخصائص الطبيعية (انظر القسم 5.4).

الحماية الجيولوجية (Geoconservation) تعرف على أنها «حماية التنوع الجيولوجي لقيمه الجوهرية، او البيئية، او

التراثية (الجيولوجية) « (شاربلز ، 2002). في الأساس، ان الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية هي ممارسة الحفظ، والتعزيز، ونشرالوعي بالتنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي. لذلك تهتم الحماية الجيولوجية في المقام الأول بحماية المظاهر و / أو العناصر التي لها قيم جيولوجية أو جيومورفولوجية خاصة. وتساعد الحماية الجيولوجية في المحافظة على التنوع البيولوجي، ووظائف النظم البيئية الصحية، الى جانب حماية التراث الجيولوجي.

الموقع الجيولوجي (Geosite) يستخدم للإشارة إلى أي موقع يحتوي على ظاهرة واحدة أو مجموعة متنوعة من المظاهر الجيولوجية أو الجيومورفولوجية وعمليات جديرة بالحماية بسبب طبيعتها العلمية القيمة (بريلها ، 2018 أ). ان مصطلح المواقع الجيولوجية (geosites) هو اختصار للمواقع الجيولوجية أو المواقع الجيومورفولوجية.

للتلخيص ، يتم استخدام التسلسل الهرمي للمصطلحات من خلال هذه الارشادات: **التنوع الجيولوجي** هو مجمل الطبيعة اللاأحيائية ، وهناك بعض العناصر لها قيمة كبيرة تتطلب الحماية ، ومصطلح **التراث الجيولوجي** ، والذي يضم **المواقع الجيولوجية** ، أي انها إما مناطق محمية رسميًا، أو «مناطق محمية» ، تحت التسمية العامة **الحماية الجيولوجية** .

الغرض الأساسي من الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة هو الحفاظ على التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي الموجود في المواقع الجيولوجية. النشاط هوإدارة الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية أو كعنصر من عناصر إدارة المناطق المحمية في المواقع ذات الأغراض الأخرى أيضًا.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 1: لتجنب الالتباس، استخدم تعريفات التراث الجيولوجي، والتنوع الجيولوجي، والحماية الجيولوجية ومناطق الحماية الجيولوجية والمواقع الجيولوجية باستمرار.

2. 3 قيم التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي

التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي ليسا فقط أمور ملموسة، لكنها مدعومة بقيم مهمة. يتم وصف خمس قيم اساسية للمحميات الجيولوجية للتأكد من أن جميع جوانب الحماية الجيولوجية مفهومة ومعترف بها من خلال التجربة.

أولا، التراث الجيولوجي مهم لأسباب أخلاقية، أو ما يسمى بشكل عام **القيمة الجوهرية**. في كثير من الأحيان في الماضي القريب، كان التركيز حصريًا على فائدة التنوع في المجتمع. ومع ذلك ، هناك مبرر أخلاقي كبير لحماية تراثنا الجيولوجي فقط لأنه موجود: من أجل مصلحة التراث. هذا السبب يتوافق مع مسؤولية المجتمع في اتجاه حماية الطبيعة. وهذا يدعم إعلان دنيي (Digne).

ثانيًا، من المهم حماية التراث الجيولوجي باعتباره من **الموارد العلمية والتعليمية** التي تساهم في معرفة تطور الأرض. على سبيل المثال، عدم توافق هاتون (Hutton's Unconformity) في نقطة سيكار (Siccar Point)، في بيرويكشاير، اسكتلندا ، الذي يعد أحد المفاتيح الرئيسية للعالم جيمس هاتون، «مؤسس الجيولوجيا الحديثة" ، الذي قدم نظريته عن الأرض مغلفة في نظريته الخالدة «لا نرى اثراً للبداية- ولا أمل في النهاية « (انظر الصورة الأمامية). وبالمثل، فإن المتحجرات (الاحفوريات) الموجودة في بورغيس شيل في متنزهات يوهو وكوتيناي الوطنية، في كولومبيا البريطانية، وفي كندا، تقدم رؤى استثنائية حول تطور أشكال الحياة المعقدة على الأرض على مدى 500 مليون سنة مضت.

ثالثًا، يمكن أن يكون التراث الجيولوجي في المناطق المحمية مهمًا **لقيم التراث الجمالي، والثقافي، والروحي** (فيرشورين واخرون . ، تحت الطبع) (Verschuuren et al., in press). قد يشمل هذا المجتمعات التي تحدد بالكامل مع تراثهم الجيولوجي المحلي، مثل جبل تريغلاف، في الحديقة الوطنية التي تحمل الاسم نفسه في سلوفينيا والذي يتم تمثيله على العلم الوطني؛ أو جبل فوجي، وهو رمز ثقافي لليابان. بعض المواقع ذات المظاهر الجيولوجية الهامة، مثل متنزهات يوسمايت ويلوستون الوطنية في الولايات المتحدة الأمريكية لها أهمية ثقافية وتعليمية بسبب دورها في تنمية فكر وعمل المحميات الطبيعية، في حين أن العديد من المحميات لديها قيمة كبيرة من الناحية الجمالية لغرض نشاطات الاستجمام والسياحة. بصورة مماثلة، هناك العديد من المواقع المقدسة، مثل الأديرة المسيحية ميتيورا، في اليونان، والعديد من مواقع التاريخ الثقافي، مثل الكهوف مع الرسوم القديمة في كوازولو ناتال، في جنوب أفريقيا، وهذا يظهر العلاقة الوثيقة بين التراث الجيولوجي، والتراث الثقافي، والروحي.

يمكن الربط بين التراث الجيولوجي والتراث الثقافي أيضًا في طرق أخرى كثيرة؛ على سبيل المثال، وجود التكوينات الصخرية «الهشة" ساهم في إعداد وبناء «مدن الكهوف» في مواقع التراث العالمي في البتراء في الأردن، وفاردزيا في جورجيا.

رابعًا، للتنوع الجيولوجي **قيمة بيئية** مهمة في دعم التنوع البيولوجي ووظائف النظام الإيكولوجي. ان تنوع الطبقات تحت سطح الارض، والاشكال الأرضية، وتشكيلات التربة، الى جانب بعض العمليات مثل أنظمة تدفق المياه، وتجهيز الرواسب، والتعرية والترسيب. توفر هذه العناصر الجيولوجية الاطار العام للموائل، والأنواع، ووظائف النظام البيئي. في كثير من البيئات توفر اشكال التضاريس المعقدة الصغيرة والكبيرة المقياس، والتربة، والعمليات الجيومورفولوجية، وأنظمة الاضطراب؛ ظروفًا جيدة لاغناء تنوع الانواع و تنوع الموائل.

تعد العلاقة بين عناصر التنوع الجيولوجي والبيولوجي ضرورية لمفهوم النظم البيئية. مؤخراً، تمت صياغة مصطلح «مرحلة الحفاظ على الطبيعة» الذي يعتمد على النباتات والحيوانات كونها «الاطراف الفاعلة» مع وجود التنوع الجيولوجي باعتباره «المسرح» الذي ينمون ويزدهرون عليه. كنهج مرشح كبير ، فإن الحفاظ على التنوع البيولوجي يعتبر أفضل ما يمكن تحقيقه من خلال الحفاظ على المرحلة، خاصة في أوقات تغير المناخ عند وجود مجموعة من موائل النباتات والحيوانات التي قد يكون الانتقال إليها أمرًا بالغ الأهمية لبقائها على قيد الحياة (Anderson & Ferree, 2010; Gross et al., 2016).

الصورة 2. 1 فوهة نجورونجورو، منطقة نجورونجورو المحمية، جمهورية تنزانيا المتحدة، هي مثال على القيمة الجوهرية: إنها فوهة بركان خامد بحجم كبير وأيضًا موطن العديد من الحيوانات المحلية. © روجر كروفتس

الصورة 2.2. يعتبر بورغيس شيل في متنزهات يوهو الوطنية، كولومبيا البريطانية، في كندا مثالاً على موقع أتاح فيه البحث معرفة جديدة حول تطور الحياة على الأرض منذ حوالي 500 مليون سنة، خلال فترة «الانفجار الكمبري». يحتوي دليل تفسير متنزهات كندا على عينة متحجرات (عينة أحفورية) كبيرة في مقلع والكوت، في متنزه يوهو الوطني، كندا © باركس كندا ريان كريري.

الصورة 2. 3. الفن الصخري من متنزه رويال ناتال الوطني، كوازولو ناتال، جنوب أفريقيا، يوضح استخدام المواقع الطبيعية المحمية للتواصل رمزيًا في الأوقات الماضية. © سو ستولتون

الصورة 2. 4. يتجلى استخدام المواد الطبيعية في موقع متنزه البتراء الأثاري وموقع التراث العالمي في الأردن.
تم نحت صخور الحجر الرملي متعددة الألوان في العديد من أنواع المباني (خاصة المعابد، والمقابر، والمباني المدنية) لعدة قرون من الوجود النبطي والهلنستي. © خوسيه بريلها

خامسا، التنوع الجيولوجي هو عنصر حاسم في النظم البيئية، وعلى وجه التحديد يوفر العديد من **السلع البيئية و خدمات النظام البيئي،** وهي المنافع المباشرة وغير المباشرة التي يتلقاها الإنسان من البيئة الطبيعية الى جانب وظيفة النظم البيئية (الشكل 2. 1 ؛ الجدول 2. 1) من أجل دعم توفير هذه الخدمات، ويجب على المديرين العمل مع الطبيعة، وليس ضدها، ويسعون للحفاظ على النظم والعمليات الطبيعية، ودورهم الأساسي هو حماية المناطق. وهذا يعني أيضًا أن جميع عناصر النظم البيئية يجب أن ينظر إليها ككل، بدلاً من النظر اليها بشكل منفرد فقط، على سبيل المثال: الاهتمام بالتنوع البيولوجي أو بالتنوع الجيولوجي فقط. بعبارة أخرى، يجب أن نفكر بخدمات الطبيعة و مساهمة الطبيعة في

خدمات الناس (Díaz et al., 2018) ليس هناك شك في النهج المتكامل إلى النظم الإيكولوجية على النحو المحدد في المادة ٢ من اتفاقية التنوع البيولوجي: «النظام البيئي، يعني معقدًا ديناميكيًا للمجتمعات النباتية، والحيوانية، والكائنات الدقيقة، وكذلك البيئة غير الحية التي تتفاعل كوحدة وظيفية ". يقدم الباحث نيوجارتن وآخرون (Neugarten, et al., 2018) خلاصة وافية ومفيدة.

2. 4 دور الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) في الحفظ الجيولجي

لقد لعب (IUCN) دورًا رائدًا في الحفظ الجيولجي للكثيرمن العقود ، لا سيما من خلال دوره كهيئة استشارية قانونية

حول التراث الطبيعي في لجنة التراث العالمي التابعة لليونسكو. تعترف اتفاقية التراث العالمي بالتراث الجيولوجي باعتباره جزء لا يتجزأ من القيمة العالمية الاستثنائية لمواقع التراث العالمي، ولا سيما من خلال معيار التراث العالمي (viii)، الذي يرتبط صراحةً بالتراث الجيولوجي (انظر القسم 4. 8 (i).

في السنوات الأخيرة، كان تفويض الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة لأنشاء الحفظ الجيولجي بطريقتين. أولاً، إرشادات اللجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) في الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة لتطبيق حالة فئات إدارة المناطق المحمية التي تشير الى انه من الواضح أن جميع المناطق المحمية يجب أن تهدف عند الاقتضاء إلى «الحفاظ على مظاهر المناظر الطبيعية المهمة، والجيومورفولوجيا، و الجيولوجيا (Dudley, 2008). والثانية، الموافقة على القرارات في ثلاثة مؤتمرات حماية عالمية للاتحاد العالمي لحماية الطبيعة لكي تضع الحماية الجيولوجية في برنامج الاتحاد (IUCN, 2008, 2012, 2016a) . ينص القرار 4,040 لعام 2008 والقرار 5,048 لعام 2012 على ان التنوع الجيولوجي جزء من التنوع الطبيعي، والتراث الجيولوجي جزء من التراث الطبيعي. يعزز القرار 6,083 لعام 2016 ويدعم المبادرات الوطنية والدولية الموجهة نحوالحماية والاستخدام المستدام للتراث الجيولوجي المتحرك (مثل المتحجرات)، والنيازك، والمقذوفات البركانية). تمثل القرارات معيارًا في التعرف على دور التكامل وأهمية التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي، والتي يجب أن تكون أيضا في التخطيط والتصميم والحوكمة وإدارة المناطق المحمية.

2. 5. الحماية الجيولوجية وتعريف الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة للمنطقة المحمية و «مناطق الحماية"

يعرّف الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة المنطقة المحمية على النحو التالي:

مساحة جغرافية محددة بوضوح، ومعترف بها، ومكرسة ومدارة، من خلال تعليمات قانونية أو غيرها من الاساليب الفعالة، لتحقيق حماية الطبيعة على المدى الطويل وحماية خدمات النظام البيئي والقيم الثقافية المرتبطة بها (Dudley, 2008).

النقاط الرئيسية الحماية الجيولوجية هي:

- حماية على الطبيعة على المدى الطويل» يتضمن الحماية الجيولوجية.
- تتضمن الصخور تحت السطحية والمعادن، وكذلك المظاهر السطحية.
- يجب على مديري المحميات التأكيد على عدم الاضرار بمظاهر التراث الجيولوجي ، وعدم الاضرار بالعمليات الطبيعية التي تشكل هذه المظاهر.
- يجب على المديرين التأكد من أن مظاهر التراث الجيولوجي هي لا تتضرر والعمليات التي تشكلها كذلك ليست ضعيفة.
- يجب على المديرين الاهتمام في استدامة الحماية الجيولوجية والتنوع البيولوجي جنبا الى جنب.

يقر الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) أيضًا بوجود «مناطق حفظ" ، وهي المناطق التي ليست مناطق محمية، والتي قد لا تكون الحماية هي هو الهدف الأساسي، ولكن مع ذلك يكون الحفاظ على الطبيعة على المدى الطويل مهما

(IUCN-WCPA Task Force on OECMs). وتعرف اتفاقية التنوع البيولوجي، مناطق الحفظ على انها «تدابير الحفظ الفعالة الأخرى القائمة على المنطقة" أو (OECMs) على أنها: «منطقة محددة جغرافيًا تختلف عن المنطقة المحمية، والتي يتم التحكم فيها وإدارتها بطرق تحقق نتائج إيجابية ومستدامة على المدى الطويل لمخرجات الحفاظ على التنوع البيولوجي موقعيا، مع ترابط وظائف وخدمات النظام البيئي، وعند الحاجة الحفاظ على القيم الثقافية، والروحية، والاجتماعية، والاقتصادية وغيرها من القيم المحلية ذات الصلة (اتفاقية التنوع البيولوجي، القرار 14/ 8).

وتجدر الإشارة إلى أن معظم المناطق المؤهلة لتكون (OECMs) لم يتم تحديدها وإدراجها في قواعد بيانات على المستوى الوطني أو الدولي. علاوة على ذلك، كما يتم تعريف (OECMs) في سياق اتفاقية التنوع البيولوجي، قد يتم حماية هذه المناطق التي تحكمها سلطات الحكم الذاتي (المجتمعات المحلية، والشعوب الأصلية، والشعوب الأولى وما إلى ذلك) الذين لا يرغبون في الاعتراف بها بموجب شروط اتفاقية التنوع البيولوجي، في الدول التي قد لا تمنحهم هذا الاعتراف. مع ذلك، فان هذه المناطق المحفوظة تساهم في المدى الطويل في اتجاه نتائج

الشكل 2. 1. خدمات النظام البيئي من منظور التنوع الجيولوجي.

Source: Gray, 2018

الحفظ على التنوع البيولوجي الموقعي (Borrini- Feyerabend and Hill, 2015) ويجب أن يندرج في حماية الفائدة من هذه الإرشادات.

وبالتالي يمكن تطبيق هذه الارشادات فيما يتعلق بالمناطق المحمية، (OECMs) وغيرها من «مناطق الحماية »، مثل قد توجد العديد من مواقع التراث الجيولوجي عبر هذه المواقع المختلفة الأشكال لسيطرة الطبيعة. في الواقع، العديد من المناطق و المناطق المحفوظة من قبل الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية قد يتم تأسيسها على قيم التراث الجيولوجي التي لها اهمية ثقافية و روحية.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 2: يجب تطبيق هذه الإرشادات على آليات الحفظ الفعالة الأخرى و«مناطق الحفظ» الأخرى، وكذلك المناطق المحمية.

الجدول 2. 1. مثال على السلع والخدمات التي يقدمها التنوع الجيولوجي في المنطقة الساحلية لولاية ساو باولو، البرازيل.

النظام البيئي	التنظيم	الدعم	التزويد	الثقافي	المعرفة
جرف جنوب البرازيل	■ تعزيز الدورة المحيطية عن طريق التضاريس البحرية ■ تنظيم المناخ العالمي وتخزين الكربون في الرواسب البحرية	■ جزء من الدورة الهيدرولوجية ■ توفير الموائل للانواع الحيوانية والنباتية	■ توفير الغذاء عن طريق تقديم موائل البحرللانواع البحرية الصالحة للأكل ■ تزويد النفط والغاز		
شاطئ صخري	■ دورة الكربون طويلة المدى تنظمها التجوية الكيميائية لصخور السيليكات	■ موائل لأنواع مختلفة ■ أماكن للرسو ■ أساسات المباني ■ ملاجئ المستوطنات القديمة	■ إنتاج الغذاء الطبيعي والمزروع	■ الاستجمام و السياحة في الجزر الساحلية، والجزر الصخرية، والشواطئ الصخرية، وشواطئ السباحة ، والممرات، والشلالات ■ الشعور بالمكان و القيم الروحية، خاصة بالنسبة للمجتمعات التقليدية ■ الترويج للعمل التطوعي على حفظ الطبيعة ، بالتعاون مع المنظمات غير الحكومية وغيرها من المؤسسات المتعاملة مع بيئات الغابات والبيئات البحرية الأطلسية ■ الترويج للصحة والرفاهية من خلال الجمال الخلاب و الظروف البيئية الجيدة	■ البحث العلمي في فروع علوم الأرض المتعددة، والعلوم الساحلية، و الموضوعات البحرية ■ الموارد الميدانية لطلاب علوم الأرض ■ سجلات المناخ القديم ■ تعليم علوم الأرض
الكثيب	■ تسرب المياه وإعادة شحنها الى خزانات المياه الجوفية، وكجزء من الدورة الهيدرولوجية ■ التحكم في جودة المياه	■ التحكم وتخزين المياه	■ نموأنواع نباتية معينة متعلقة بالرواسب الرملية		
المنغروف	■ تخزين الكربون الأزرق ■ التحكم في المياه وتخزينها ■ تبديد طاقة الموجة	■ جزء من الدورة الهيدرولوجية ■ موائل لأنواع مختلفة	■ مأوى أو حاضن أرضي أو انتقالي ■ إنتاج الغذاء الطبيعي والمزروع		
شاطئ بحر	■ السيطرة على التعرية ■ تبديد طاقة الموجة وحماية الشواطئ	■ الاحتفاظ الطبيعي ونقل الرواسب ■ تنقية المياه	■ صيد السمك		
الخور والخليج	■ تنظيم المخاطر الطبيعية من قبل بالسيطرة على التعرية	■ جزء من الدورة الهيدرولوجية	■ ملجأ و / أو حاضن بحري ■ إنتاج الغذاء الطبيعي والمزروع		
سهل ساحلي	■ التحكم في التعرية ■ إعادة شحن خزانات المياه الجوفية	■ نباتات استراحة نموذجية	■ ملجأ أو حاضن أرضي أو انتقالي		
النهر	■ تنظيم جريان المياه والفيضانات ■ التصريف ■ المشاركة في دورات المياه ودوران المياه في المحيطات	■ جزء من الدورة الهيدرولوجية ■ الممرات المائية للنقل	■ تزويد المياه من قبل عدة أحواض نهرية الى جانب المصادر في سيرا دو مار وفي هضبة الأطلسي ■ تعدين الرمال ■ تزويد الطاقة من مشاريع الطاقة الكهرومائية		
سيرا دو مار	■ تنظيم المناخ المحلي من قبل سلسلة جبال سيرا دو مار	■ تكوين التربة لدعم الغابة النباتية الأطلسية و زراعة الموز	■ الصخور، وسابروليت، و رمال الزينة، التي تستخدم في مواد الديكور ومواد البناء		

المصدر: معدل من جارسيا وآخرون (Garcia *et al.*, 2018).

تطبيق المبادئ العامة الحماية الجيولوجية في إدارة المناطق المحمية والمحفوظة

3

رقاب الاوز، وتقنيًا نلاحظ الالتواءات النهرية المقطوعة أو المحفورة في المناظر الطبيعية ، في سان خوان متنزه نهر يوتا الحكومي، الولايات المتحدة الأمريكية. © خوسيه بريلها

يصف هذا القسم تسعة مبادئ عامة يجب أن نستفيد منها في إنشاء مناطق الحفظ والحماية الجيولوجية الجديدة وإدارة المناطق الموجودة. تنطبق المبادئ على حماية التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي عبر النطاق الكامل لفئات إدارة المناطق المحمية IUCN، بما في ذلك تلك التي لا يكون فيها التراث الجيولوجي هو الهدف الرئيسي للانشاء.

3. 1. مبادئ عامة

يجب أن تساهم عدد من مبادئ الحماية الجيولوجية العامة في دعم إدارة المناطق المحمية والمحفوظة جميعها (الجدول 3. 1.). يجب دمج هذه المبادئ في خطط عمل التنوع الجيولوجي الوطنية، والاقليمية والمحلية، حيثما وجدت، وفي نظام المناطق المحمية وخطط الإدارة بشكل عام. يجب أن تتوافق التطبيقات المحددة في خطط إدارة مناطق الحماية الجيولوجية مع الظروف المحلية، والتشريعات، وأنظمة الإدارة. وتنطبق المبادئ أيضًا على إدارة المناطق المحمية في جميع فئات إدارة المناطق المحمية التابعة لـ (IUCN)، حتى عندما لا يكون التراث الجيولوجي هو السبب الرئيسي للتعيين. يجب أن تكون الحماية الجيولوجية جزءًا لا يتجزأ من خطة الإدارة (الأقسام 5. 1. و 5. 2. و 5. 3.).

المبدأ 1. يجب التعرف على قيم التراث الجيولوجي والتنوع الجيولوجي المتعددة.

يجب أن يكون الحفاظ على جميع قيم التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي المحدد في القسم 2. 3. جزءًا لا يتجزأ من إدارة المناطق المحمية.

المبدأ 2. تتطلب الحماية الجيولوجية الفعالة اتباع نهج صارم ومنتظم لجميع جوانب تحديد الموقع، وتقييمه، وإدارته، ومراقبته.

مطلوب قوائم جرد لعناصر التراث الجيولوجي ذات الاهمية، وتقييم قيمها، متبوعة بإدارة فعالة للحماية، والرصد، وعند الاقتضاء، استخدام التفسير والتواصل مع أصحاب المصلحة لتعزيز الوعي والتعليم. يجب تصميم أهداف الإدارة الواضحة بشكل مناسب لفئات مختلفة من مناطق الحماية الجيولوجية المحمية، مع التعرف على المتطلبات المختلفة لمواقع «المكاشف» و «السلامة» و «المحدودية» (القسم 5. 2.). عادة ما تكون حماية عناصر التراث الجيولوجي المهمة هي الهدف الأساسي، ولكن يمكن تضمين الأهداف التكميلية مثل السياحة الجيولوجية والحفاظ على التنوع البيولوجي عندما لا تتعارض. يعد الرصد الدوري لحالة مناطق الحماية الجيولوجية أمرًا ضروريًا لتحديد ظروف وحالة المظاهر موضع الاهتمام؛ ما إذا كانت هذه تتغير، وإذا كان الأمر كذلك، فكيف؛ يتم الوفاء بأهداف الحفظ (القسم 5. 5.).

المبدأ 3. يجب أن تتوافق إدارة النظم الطبيعية مع مبدأ «العمل مع الطبيعة»، مما يسمح للعمليات الطبيعية بالعمل على مدى تنوعها الكامل.

هناك تركيز متزايد على قيمة الحلول القائمة على الطبيعة والترويج من قبل (IUCN) وآخرين لدور النظم البيئية الصحية في مواجهة التحديات العالمية الحالية والناشئة، مثل تغير المناخ، والحد من مخاطر الكوارث، والأمن الغذائي والمائي، وصحة الإنسان ورفاهيته (Cohen-Shacham et al., 2016; Griscom et al., 2017; IUCN, 2020). بقدر الإمكان، يجب السماح للأنظمة والعمليات الطبيعية (مثل أنظمة الجريان في الجداول) بالحفاظ على المعدلات الطبيعية، ومقادير التغيير، وقدرتها على التطور، دون انقطاع عبر معظم أو كل جوانب تنوعها. إذا كان التدخل ضروريًا، فإن الحلول التي تعمل بالتوافق مع العمليات الطبيعية تكون أكثر استدامة وفعالية من الناحية البيئية؛ من محاولة فرض حلول هندسية تسعى إلى التحكم في العمليات الطبيعية أو إيقافها. على سبيل المثال، قد يؤدي بناء الهياكل الثابتة على طول السواحل للحد من فقدان الرواسب إلى تجويع الشواطئ المجاورة، والكثبان الرملية، والمستنقعات المالحة، والموائل المرتبطة بها. بدلً من ذلك، يوصى بمقاربات بديلة، بما في ذلك تغذية الشواطئ، أو ادارة إعادة التنظيم، أو استخدام «البنية التحتية الخضراء» لتعزيز دفاع الأشكال الطبيعية، مثل الكثبان الرملية أو المستنقعات المالحة أو غابات المانغروف (Temmerman et al., 2013; Pontee et al., 2016).

المبدأ 4. ينبغي أن تستند النظم والعمليات الطبيعية إلى فهم سليم، وأن تُدار بطريقة متكاملة مكانياً.

يجب أن تستند إدارة الحماية الأنظمة النشطة إلى فهم سليم للعمليات اللاأحيائية الأساسية. وهذا يشمل، على سبيل المثال، فهم ديناميكيات دوران او حركة الرواسب الساحلية (التعرية والترسب، بما في ذلك مصادر الرواسب، ومسارات النقل، والأحواض) داخل الوحدات الساحلية الفردية (الخلايا الساحلية) في إعداد خطط إدارة السواحل؛ دمج عمليات الأنهار والتربة والمنحدرات في خطط إدارة مستجمعات المياه؛ ومراقبة العمليات النشطة.

الجدول 3. 1. الارشادات الرئيسية الحماية الجيولوجية في إدارة المناطق المحمية.

1. يجب التعرف على القيم المتعددة للتنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي.
2. تتطلب الحماية الجيولوجية الفعالة نهجًا صارمًا ومنظمًا لجميع جوانب تحديد الموقع، وتقييمه، وإدارته، ومراقبته.
3. يجب أن تعمل إدارة النظم الطبيعية مع الطبيعة، مما يسمح للعمليات الطبيعية بالعمل على مدى تنوعها الكامل.
4. يجب أن تستند النظم والعمليات الطبيعية إلى فهم سليم، وأن تدار بطريقة متكاملة مكانياً.
5. يجب أن تتضمن استراتيجيات الحماية الجيولوجية تقييم الضعف والمخاطر.
6. يجب الاعتراف بحتمية التغيير الطبيعي.
7. يجب تقييم آثار تغير المناخ العالمي والعمل على أساسها بقدر ما يمكن تحقيقه.
8. يجب إدارة الأنظمة الطبيعية في حدود قدرتها على استيعاب التغيير.
9. ينبغي الاعتراف بالتفاعل والاعتماد المتبادل بين التنوع الجيولوجي، والتنوع البيولوجي، والتراث الثقافي.

الصورة 3. 1. تشكل غابة شيلين ستون، في مقاطعة يونّان، جزءًا من موقع التراث العالمي لجنوب الصين وهي جيوبارك عالمي تابع لليونسكو. تتميز القمة الكارستية الرائعة والتضاريس ذات الصلة بقيم جمالية وثقافية مهمة، يتم الاحتفال بها في الشعر والرسم والفولكلور والعادات والتقاليد المحلية، وتمثل رصيدًا مهمًا للسياحة الجيولوجية. © جون جوردون

الصورة 3. 2. كيب موندیجو، البرتغال، هو موقع جيولوجي ذو قيمة للتعليم والسياحة الجيولوجية داخل نصب تذكاري طبيعي. © خوسيه بريلها

الصورة 3.3. إزالة أشجار المانغروف للزراعة تجعل المناطق الساحلية أكثر عرضة للتآكل، كما هو الحال في هذه المنطقة شمال غواياكيل، الإكوادور. © روجر كروفتس

الصورة 3. 4. تهدف استعادة أشجار المنغروف في جزيرة كات با، قبالة سواحل فيتنام، إلى استعادة الغطاء النباتي الطبيعي، والذي يوفر بدوره الحماية للموائل والأرض من التآكل بفعل البحر. © نايجل دادلي

الصورة 3. 5. أدى استخراج الرمال والحصى من رواسب العصر الجليدي المحمي في اسكتلندا إلى تدمير تكامل التضاريس بشكل دائم. © P & A Macdonald / SNH

الصورة 3. 6. تم تعيين موريش مور، في دورنوك فيرث، اسكتلندا، كموقع ذي أهمية علمية خاصة ومنطقة حماية خاصة تابعة للاتحاد الأوروبي. تطورت مجموعة كبيرة ومتنوعة من التضاريس الساحلية في بيئة ديناميكية للغاية على مدار السبعة آلاف عام الماضية، وتدعم مجموعة متنوعة من الموائل الساحلية الغنية بالأنواع، بما في ذلك السهول الرملية المزروعة، ومسطحات المد والجزر، والمستنقعات المالحة، والكثبان الرملية، والبرك المالحة والصحية. © (P & A Macdonald/SNH)

الصورة 3. 7. من المرجح أن يؤدي تغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر إلى تغييرات في العمليات الجيومورفولوجية، وتوزيعات التضاريس، والموائل والأنواع، مع تحرك الحافة الساحلية نحو اليابسة، حتى لو تم استخدام حلول هندسية «صلبة»، كما هو الحال هنا في محمية سانت كيلدا الطبيعية الوطنية وموقع التراث العالمي، اسكتلندا. © روجر كروفتس

يجب تجنب إدارة جزء من النظام الطبيعي بمعزل عن العناصر الأخرى للنظام. على سبيل المثال، على طول الخط الساحلي، أو في منطقة جبلية، أو حوض نهر، يجب أن تتعرف الإدارة على تأثيرات الاتصال والتبعيات بين أجزاء مختلفة من النظام على نطاق المناظر الطبيعية (على سبيل المثال، اعتماد السواحل والرواسب الرملية على إمداد الرواسب من الأنهار، على طول الساحل أو على المصادر البحرية البعيدة عن الساحل، أو حصيلة ذلك على الموائل الواقعة في اتجاه مجرى النهر الناتجة عن التغيرات في نقل الرواسب بين منحدرات التلال وقنوات الأنهار عند المنبع) (Bruneau et al., 2011). بشكل عام ، يجب أن تدرك الإدارة المرتبطة مكانيًا أنماط التنوع الجيولوجي والترابط او العلاقة مع التنوع البيولوجي، وخدمات النظام البيئي كجزء من الحفاظ على نطاق المناظر الطبيعية (Anderson et al., 2014; Theobald et al., 2015; Zarnetske et al., 2019; Hilty et al., 2020).

المبدأ 5: ينبغي أن تتضمن استراتيجيات الحماية الجيولوجية تقييمًا للمخاطر والضعف.

يجب أن تشمل إدارة الحماية الجيولوجية تقييم المخاطر، بما في ذلك تقييم قابلية تعرض الموقع والمرونة لمجموعة من الضغوط البشرية والتغيرات الطبيعية، وكذلك المخاطر الجيولوجية على البشر مثل النشاط البركاني. تختلف مظاهر التراث الجيولوجي في درجات حساسيتها لأنواع مختلفة من النشاط البشري والتغيرات الطبيعية (القسم 6. 1.). قد يكون بعضها قويًا نسبيًا (أي الدرجة التي يمكن أن يتحمل بها الاضطراب) وبالتالي يتطلب تدخلًا إداريًا قليلًا نسبيًا. ومع ذلك، فإن البعض الآخر حساس للغاية (أي عرضة للضرر أو التدهور من الأنشطة البشرية التي قد يتعافون منها فقط على مدى فترة طويلة جدًا، إن وجدت (القسمان 5. 2. و 6. 1.) باستثناء حالة الأنظمة الجليدية والنهرية والبركانية النشطة، على سبيل المثال ، فإن المظاهر في معظم المواقع الجيولوجية هي بقايا، بحيث لا يمكن إصلاح الضرر أو التدمير.

المبدأ 6: ينبغي الاعتراف بحتمية التغيير الطبيعي.

يجب الاعتراف بحتمية التغيير الطبيعي. لا يوجد عنصر في النظام الطبيعي ثابتًا وستحدث التغييرات بشكل طبيعي.

قد يكون النهج المشترك المتمثل في الحفاظ على الاوضاع الحالية أو تحسينها للحفاظ على المظاهر صالحًا حيث من غير المحتمل أن تتأثر بشكل كبير بالتغيرات الطبيعية. على سبيل المثال، في الجبال المميزة ومظاهر الصخور الصلبة المقاومة، أو في حالة بعض المواقع الصغيرة ذات القيمة العالية حيث يمكن تنفيذ تدابير الحماية بفعالية. ومع ذلك ، في العديد من الظروف، حيث تكون العمليات الطبيعية عنصرًا أساسيًا في الحفاظ على المظاهر موضع الاهتمام أو حمايتها ، قد يكون العمل مع التغييرات الطبيعية للسماح للعمليات الجيومورفولوجية بالتكيف مع الظروف المتغيرة هو الاستراتيجية الفعالة الوحيدة. قد يعني هذا فقدان بعض المظاهر، أو تغييرات في مواقعها (ربما خارج حدود المنطقة المحمية)، أو إعادة تنظيمها. عندما تعتبر الحماية ضرورية (على سبيل المثال لحماية البنية التحتية القيمة)، فقد

تتطلب شكلاً من أشكال النهج المصطنع الذي يحاكي الطبيعة قدر الإمكان، بدلاً من السعي إلى تعديل جوهري أو تدمير خاصية التراث الجيولوجي.

المبدأ 7: ينبغي تقييم آثار تغير المناخ العالمي والعمل على أساسها بقدر ما يمكن تحقيقه.

سوف تتحدى آثار تغير المناخ حتما أهداف إدارة المناطق المحمية (Groves et al., 2012; Gross et al., 2016). ستكون هناك حاجة إلى دراسة متأنية على سبيل المثال، يتم فقد المظاهر و / أو تقليص العمليات أو تكثيفها، وبالتالي تغيير أساس الحماية. قد يعني ذلك أنه لم يعد من الممكن تبرير حالة حماية المنطقة على الإطلاق أو أن المظاهر في أماكن أخرى تستحق الآن الحماية. قد تحتاج أيضًا إلى تغيير حدود الموقع لمراعاة تآكل السواحل أو التحولات في موقع المظاهر الديناميكية ذات الأهمية. يجب أن يساعد النهج القائم على المخاطر في تحديد أولويات المواقع و المظاهر للرصد (Wignall et al., 2018).

المبدأ 8: يجب إدارة النظم الطبيعية في حدود قدرتها على استيعاب التغيير.

يجب التعرف على حساسية الأنظمة الطبيعية، ويجب إدارتها في حدود قدرتها على استيعاب التغيير (انظر القسم 6. 1. لمزيد من التفاصيل حول الحساسية). نادرًا ما تكون الأنظمة الطبيعية قوية جدًا بحيث يمكنها استيعاب أي تغيير يُفرض عليها. سيكون بعضها أكثر مقاومة للتغيير (مثل نتوء صخري على منحدر تل)، في حين أن البعض الآخر سيكون هشًا للغاية مع اقل مقاومة للتغيير (مثل الغطاء النباتي على الكثبان الرملية الساحلية، والتي يمكن أن تضيع بسبب المشي او الوقوف عليها مما يؤدي إلى التعرية). إذا تم تجاوز الحدود الدنيا، فسيتم إبطال جهود الحماية، حيث سيتم تغيير المظاهر والعمليات الأصلية بشكل لا رجعة فيه. على سبيل المثال، قد يؤدي تركيب دفاعات السواحل «الصلبة» إلى قطع إمداد الرواسب إلى السواحل والكثبان الرملية، وجرف المستنقعات المالحة، مما يؤدي إلى التحول من الترسيب إلى التعرية وما يترتب على ذلك من خسارة في التضاريس والموائل.

المبدأ 9: ينبغي الاعتراف بالتفاعل والاعتماد المتبادل بين التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي والتراث الثقافي.

يجب الاعتراف بالتفاعل والاعتماد المتبادل بين التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي في إدارة الحماية. سيكون للعديد من المواقع المحمية من أجل التنوع البيولوجي اعتماد كبير على التنوع الجيولوجي، وفي مواقع أخرى سيكون هناك علاقة متبادلة كبيرة بين العناصر الحيوية وغير الحيوية (مثل الكثبان الرملية) (القسم 6. 5.). يجب على المديرين مراعاة هذه الترابطات في إدارة المواقع، بالإضافة إلى قضايا التراث الثقافي.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 3: استخدم المبادئ التسعة للحماية الجيولوجية في الجرد، والتخطيط، وتحديد الأهداف، وإدارة، ومراقبة مظاهر وعمليات التراث الجيولوجي.

الصورة 3. 8. نظام نهري مُدار بكثافة: نهر اليانغتسي فوق سد الخوانق الثلاثة، الصين، يُظهر تأثير تقلب الخط الساحلي على التربة وإزالة الغطاء النباتي، انكشاف التراكيب الصخرية. © روجر كروفتس

الصورة 3.9. من المهم فهم التفاعل بين نمو الغطاء النباتي وإبراز المظاهر الجيولوجية، كما هو موضح هنا يشم حديقة التنين الوطنية، مقاطعة يونان، الصين. © روجر كروفتس

إنشاء مناطق الحماية الجيولوجية المحمية والمحفوظة

4

أهمية العمليات الطبيعية الحديثة ، على سبيل المثال التضاريس البركانية الجديدة الناتجة عن نشاط حافات الصفائح التكتونية ، في سان بارتولومي، ومتنزه غالاباغوس الوطني، وموقع التراث العالمي ، الإكوادور. © روجر كروفتس

يحدد هذا القسم الخطوات والبروتوكولات الرئيسية لإنشاء مناطق الحماية الجيولوجية المحمية والمحفوظة على المستويات الوطنية، أو الإقليمية، أو المحلية، حيث لا يوجد أي منها، أو لم يتم إنشاؤه بطريقة منهجية. يمكن أيضًا استخدام الإرشادات من قبل مديري المناطق المحمية الفردية لتحديد المظاهر المهمة وقيم التراث الجيولوجي في مناطقهم المحمية. وتتناول الإرشادات ما يلي:

- تحديد الغرض ومقياس التشغيل (4. 1.)
- إجراء جرد (4. 2.)
- تحديد معايير تقييم الموقع (4. 3.)
- أمثلة على قوائم جرد وتقييمات التراث الجيولوجي (4. 4.)
- دمج التراث الجيولوجي في خطط العمل الوطنية والإقليمية والمحلية (4. 5.)
- آليات الحماية (4. 6.)
- أنواع الحوكمة (4. 7.)
- متطلبات الخبرة (4. 8)
- المعاهدات الدولية (4. 9.)

تشمل الخطوات الرئيسية في تطوير استراتيجية الحماية الجيولوجية للمنطقة المحمية جرد الموقع، والتقييم، والإدارة والحماية، والمراقبة، والتفسير والترويج. الإرشادات التالية تتناول دور كل موضوع. يتبع هذا النهج على نطاق واسع نهج الإدارة التكيفية المنصوص عليها في المعايير المفتوحة لممارسة الحماية والمستخدمة من قبل العديد من منظمات الحماية في جميع أنحاء العالم للحفاظ على التنوع البيولوجي من خلال المناطق المحمية والوسائل الأخرى (Conservation Measures Partnership, 2013). يقدم هذا القسم إرشادات حول جرد الموقع وتقييمه. إنه يعالج كلاً من إنشاء شبكة من المواقع الجيولوجية وتقييم التراث الجيولوجي داخل المناطق المحمية القائمة. يقدم القسم 5 إرشادات حول الصيانة والرصد. يقدم القسم 6 إرشادات محددة حول التهديدات التي يتعرض لها الحماية الجيولوجية وكيفية التعامل معها. يقدم القسم 7 أمثلة على الحماية الجيولوجية في بيئات مختلفة. يركز القسم 8 على التفسير والترويج.

في البداية، يعد إنشاء إطار عمل منهجي أمرًا ضروريًا لتحديد، وتصنيف، وتقييم، واختيار المواقع الجيولوجية التي تستحق الحماية على جميع المستويات من المستوى الدولي إلى المستوى المحلي. وأفضل طريقة لتحقيق ذلك هي اتباع نهج من ثلاث خطوات: (1) تحديد الغرض والنطاق التشغيلي؛ (2) تطبيق أنسب طريقة جرد بطريقة صارمة؛ و (3) تحديد معايير تقييم الموقع.

4. 1. تحديد الغرض والنطاق التشغيلي للموقع الجيولوجي أو نظام المواقع الجيولوجية

يتم تحديد المواقع الجيولوجية في المقام الأول على أساس قيمتها العلمية الخاصة. قد توفر القيم التربوية، والروحية، والثقافية، والجمالية، والقيم دعماً إضافياً، كما يمكن للقيم العلمية الاخرى ان تقدم الدعم ايضاً (لغير قيم التنوع الجيولوجية) مثل القيم البيئية. تنطبق المبادئ التالية في كل من إنشاء نظام موقع التراث الجيولوجي، وتقييم التراث الجيولوجي ذات الاهمية، أو المواقع الجيولوجية داخل المناطق المحمية الحالية.

يتمثل أحد القرارات الرئيسية في البداية في تخطيط الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية في تحديد حجم العملية. هل ان شرط إنشاء نظام منطقة محمية الحماية الجيولوجية على نطاق واسع (على سبيل المثال، على مستوى وطني، أو مستوى منطقة، أو منطقة أصغر ولكنها لا تزال واسعة النطاق)، أم لتحديد اهتمامات وقيم التراث الجيولوجي داخل منطقة محمية فردية ؟ كلاهما من المتطلبات الأساسية الحماية الجيولوجية الفعالة ويمكن تطبيق الارشادات الاتية على كلتا الحالتين.

سيتم تحديد الغرض من الموقع الجيولوجي أو نظام الموقع الجيولوجى من خلال قيم التراث الجيولوجي المراد تقييمها. قد يكون لبعض المواقع الجيولوجية غرض ضيق نسبيًا – للحماية مثلاً، فيكون الاهتمام بميزاتها ذات الأهمية العلمية الخاصة (الجدول 4. 1.). وقد يكون البعض الآخر من المواقع الجيولوجية متعدد الأغراض، بناءً على القيمة العلمية ولكن مع دعم القيم التعليمية، أو الجمالية، أو الثقافية، أو السياحة الجيولوجية، أو القيمة البيئية.

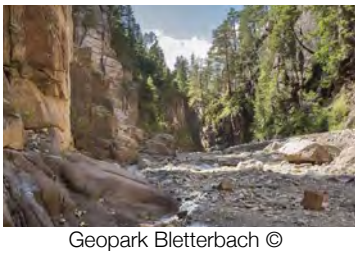
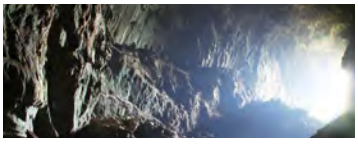
وبشكل عام، تنقسم اهتمامات التراث الجيولوجي في الجدول 4. 1. إلى ثلاث فئات رئيسية: نوع المواقع والمواقع المرجعية الرئيسية، والمواقع ذات الأمثلة الفريدة أو البارزة لمظاهر جيولوجية معينة، والمواقع التي تمثل الجيولوجيا أو الجيومورفولوجيا لمساحة، أو منطقة، أو دولة.

نوع المواقع والمواقع المرجعية الرئيسية

اذ يعتبر علم الطبقات مكونًا أساسيًا لعلم الأرض. لإنه ينطوي على التقسيم الفرعي لسجل الصخور، والارتباط او المضاهات بين وحدات الصخور القابلة للرسم على الخرائط، وإنشاء علاقات زمنية لتفسير تعاقب الأحداث عبر الزمن. تعمل اللجنة الدولية لطبقات الأرض (The International Commission on Stratigraphy) ومختصرها (ICS)، وهي لجنة تابعة للاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية (IUGS)، على التوصل إلى اتفاق دولي بشأن التعريف، والاشارة الى المقاطع والنقاط لحدود الطبقات المرجعية العالمية (Global Boundary Stratotype Section and Point) ومختصرها (GSSP) استناداً الى (Cohen et al., 2013; Smith et al., 2015; Finney & Hilario, 2018).

يتعد الحماية الجيولوجية أمرًا أساسيًا لضمان استمرار الوصول إلى هذه المواقع كمواقع مرجعية في المستقبل. على الرغم من شرط المعايير التي وضعتها ال (GSSP) للحفظ والحماية (Gradstein & Ogg, 2012)، الا انه لا توجد تشريعات دولية أو تدابير حماية لضمان حماية هذه المواقع.

الجدول 4. 1. الاهتمامات الرئيسية للتراث الجيولوجي التي يجب مراعاتها لمناطق الحماية الجيولوجية المحمية

اهتمامات التراث الجيولوجي	أهمية المواقع والمظاهر	امثلة على مناطق الحماية الجيولوجية	الصورة
المراحل الرئيسية في تاريخ الأرض	وتشمل هذه المدة الزمنية أو الحدود الرئيسية في تاريخ الأرض، مثل مواقع النقاط والطبقات المرجعية العالمية المتفق عليها دوليًا (GSSP) ، والتي تحدد الحدود الدنيا لمرحلة جيولوجية في النطاق الزمني الجيولوجي. يتم تمييز بعض هذه (GSSPs) بعلامة "مسمار ذهبي".	يقع موقع (GSSP) للحد الاسفل لفترة ما قبل الكمبري الإدياكاران في انوراما كريك، في متنزه فلندر رينج الوطني، جنوب أستراليا. هذا هو «المسمار الذهبي» الوحيد لبرنامج (GSSP) في نصف الكرة الجنوبي.	© http://www.ediacaran.org/flinders-ranges-south-australia.html
المظاهر التركيبية والتكتونية الرئيسية	قد تشمل هذه المظاهر المرتبطة بتصادم الصفائح التكتونية، مثل سلاسل الجبال المصحوبة بزحف، وطي، وضغط طبقات الصخور. وقد تشمل أيضًا تكوين أقواس الجزر، ومجاميع البراكين المركزية، وتدفقات الحمم البركانية.	تساعد متنزهات بانف، وجاسب، وكوتيناي، ويوهو الوطنية، وألبرتا، وكولومبيا البريطانية، كندا، في حماية الجزء الجنوبي المطوي بشدة من جبال روكي الكندية، وهي منطقة جبلية تم رفعها نتيجة تصادم الصفائح التكتونية.	Roger Crofts ©
أنواع المعادن وانتشارها ونشوءها	تشتمل بعض المواقع على رواسب معدنية نادرة وبلورات مهمة، ربما تم تحديدها على أنها الموقع المثالي لهذه المعادن.	المعادن القائمة على اليورانيوم الموجودة في رواسب المياه الجوفية الثانوية والمركزة في جبل بينتر في منطقة محمية اركاكولا، جنوب أستراليا، أسفرت عن أبحاث متميزة وعينات عرض متحفية.	Mindat.org ©
أنواع الصخور النادرة والتراكيب الصخرية	مهما كانت عملية تكوينها، يمكن تحديد أنواع الصخور النادرة والتراكيب الصخرية باعتبارها تراثًا جيولوجيًا لقيمها الخاصة. يعتمد تحديد الندرة على النطاق المكاني للمخزون (على سبيل المثال، "نادر" على المستوى المحلي، وقد لا يكون "نادرًا" على المستوى الدولي).	جبل جي، «الجبل البلوري»، الذي يقع داخل منطقة محمية اركا كولا في جنوب أستراليا، هو نتاج للنشاط البركاني. الهياكل الصخرية الغنية بالسيليكا هي المكان الذي تتدفق فيه الصخور المنصهرة داخل النظام وتشمل الكهوف والتجاويف التي تحتوي على بلورات نادرة دوليًا.	Mindat.org ©
تطور الحياة	بعض المواقع تضم المتحجرات ومجاميع المتحجرات التي تمثل مراحل تطور الحياة على الأرض. ويمكن أن تشمل التعاقب والانقطاعات في تسلسل الحياة في سجل المتحجرات الذي يعكس الاتجاهات التطورية والأحداث الكارثية، مثل تأثيرات النيازك وثورات البراكين العملاقة.	تضم منطقة مضيق بلترباخ المحمية في شمال إيطاليا، تسلسلًا صخريًا يمثل حدث الانقراض في العصر البرمي، وهو أكبر انقراض جماعي للحياة في تاريخ الأرض.	 Geopark Bletterbach ©
عمليات الأرض المعاصرة	تشمل هذه المواقع عمليات الأرض الحديثة، مثل البراكين، وعمليات الاراضي الجافة، والعمليات الساحلية، والعمليات النهرية، والنشاط الجليدي والمناطق المجاورة لها.	حديقة براكين هاواي الوطنية بالولايات المتحدة الأمريكية، تستضيف بركانًا نشطًا بشكل مستمر مع نوعين من البازلت هما (pahoehoe) والثاني الحمم البركانية نوع (aa).	José Brilha ©
المظاهر السطحية والجوفية الممثلة	تمثل هذه المواقع مراحل معينة من تاريخ الأرض، أو لتكوينات صخرية معينة أو عمليات الأرض، أو تحتوي على مظاهر مميزة أو غير عادية ، مثل الكهوف.	كهف الغزلان في متنزه جونونج مولو الوطني في ماليزيا، وهو أحد مواقع التراث العالمي التي تحمي الموارد الكارستية البارزة وتوفر للزوار الوصول إلى مجموعة من الكهوف.	 John Gunn ©
سجلات الظروف البيئية القديمة	تسجل هذه المواقع الظروف البيئية القديمة، مثل المراحل الجليدية للعصر الرباعي، وتشمل التضاريس، والرسوبيات، وتعاقب الصخور لجميع مراحل تاريخ الأرض.	تتميز حديقة كوسيوسكو الوطنية في أستراليا بأعلى جبل في البر الرئيسي الأسترالي ودليل نادر على تجلد العصر البليستوسيني في نصف الكرة الجنوبي، مع خمس بحيرات جليدية، وحفر جليدية، وأحواض جليدية.	Roger Crofts ©

لذلك، هناك حالة قوية مفادها أنه ينبغي اعتبار (GSSPs) ثالث شبكة مواقع الحماية الجيولوجية معترف بها دوليًا تعمل بالتوازي مع مواقع التراث العالمي، ومواقع الجيوبارك العالمية (Gray, 2011). ومن شأن هذا الاعتراف أن يساعد في زيادة الوعي بين الحكومات الوطنية بشأن الحاجة إلى حماية (GSSPs). بغض النظر عن هذا الهدف طويل المدى، يجب أن تكون حماية مثل هذه المواقع أولوية عالية لمديري المناطق المحمية.

كما تم إنشاء أنظمة وطنية للمواقع المرجعية لعلوم الأرض في معظم البلدان. وأنواع هذه المواقع هي لمراحل زمنية معينة، أو أحداث معينة في تاريخ الأرض، أيضًا ذات أولوية عالية الحماية الجيولوجية. لمزيد من المعلومات، يجب على مديري المناطق المحمية التشاور مع الخبراء المناسبين في المسح الجيولوجي الوطني، أو الجمعيات الجيولوجية، أو معاهد البحث.

المواقع ذات الأمثلة الفريدة أو البارزة لمظاهر جيولوجية معينة

تتضمن بعض المواقع أمثلة فريدة، أو نادرة، أو بارزة، لطبقات صخرية معينة، أو رواسب، أو أشكال أرضية، أو عمليات جيومورفولوجية. وتشمل هذه الأمثلة المعروفة عالميًا: مثل، جراند كانيون (متنزه جراند كانيون الوطني، الولايات المتحدة الأمريكية)؛ وأولورو (متنزه أولورو- كاتا تجوتا الوطني، أستراليا)؛ ومقطع عدم التطابق لهوتون في نقطة سيكار (Siccar Point) وشواطئ بحيرة جلين روي الجليدية (كلاهما في اسكتلندا).

المواقع التي تمثل الجيولوجيا أوجيومورفولوجيا في مساحة، أو منطقة، أو بلد

ستكون غالبية المواقع التي تعتبر ذات قيمة جيولوجية تراثية تمثل التاريخ الجيولوجي لمنطقة أو دولة. وهي تشمل المواقع الرئيسية وأفضل الأمثلة التي تعتبر أساسية لفهم العمليات والأحداث الماضية والحالية المحفوظة في سجل الصخور والتي شكلت المشهد الطبيعي. عادةً ما تشكل هذه المواقع جزءًا من شبكة متماسكة من المواقع ذات الصلة التي تمثل مجتمعة مرحلة زمنية معينة أو حدثًا أو مجموعة من العمليات الجيومورفولوجية وأشكال التضاريس (مثل المواقع التي تمثل الجوانب الرئيسية للفترة الجيولوجية الديفونية أو الجيومورفولوجيا الساحلية لدولة ما).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 4: استخدم الأنواع الثمانية ذات الاهمية للتراث الجيولوجي (الجدول 4. 1.) للمساعدة في تحديد أغراض منطقة محمية الحماية الجيولوجية أو شبكة المواقع الجيولوجية.

4. 2. إجراء قائمة الجرد

تم إنشاء الغالبية العظمى من المناطق المحمية في العالم للحفاظ على التنوع البيولوجي، و / أو المناظر الطبيعية، والمناظر البحرية الشهيرة. يعني عدم وجود معلومات حول وجود التراث الجيولوجي داخل المناطق المحمية، وهذا يعني أن المظاهر الطبيعية المهمة لا يتم تضمينها دائمًا في استراتيجيات الإدارة. لذلك، فإن إجراء قوائم جرد التراث الجيولوجي في المناطق المحمية له أهمية قصوى. وهي ذات أهمية متساوية كخطوة تالية في تطوير نظام وطني أو إقليمي الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية.

الصورة 4. 1. مقطع طباقي مرجعي عالمي في بلدة لوويكسي، مقاطعة غوزانغ ، مقاطعة هونان، الصين: موقع من النوع المعترف به دوليًا، وموقع مرجعي محمي، ويشكل جزءًا من موقع شيانغشي الجيولوجي العالمي لليونسكو © جون كون

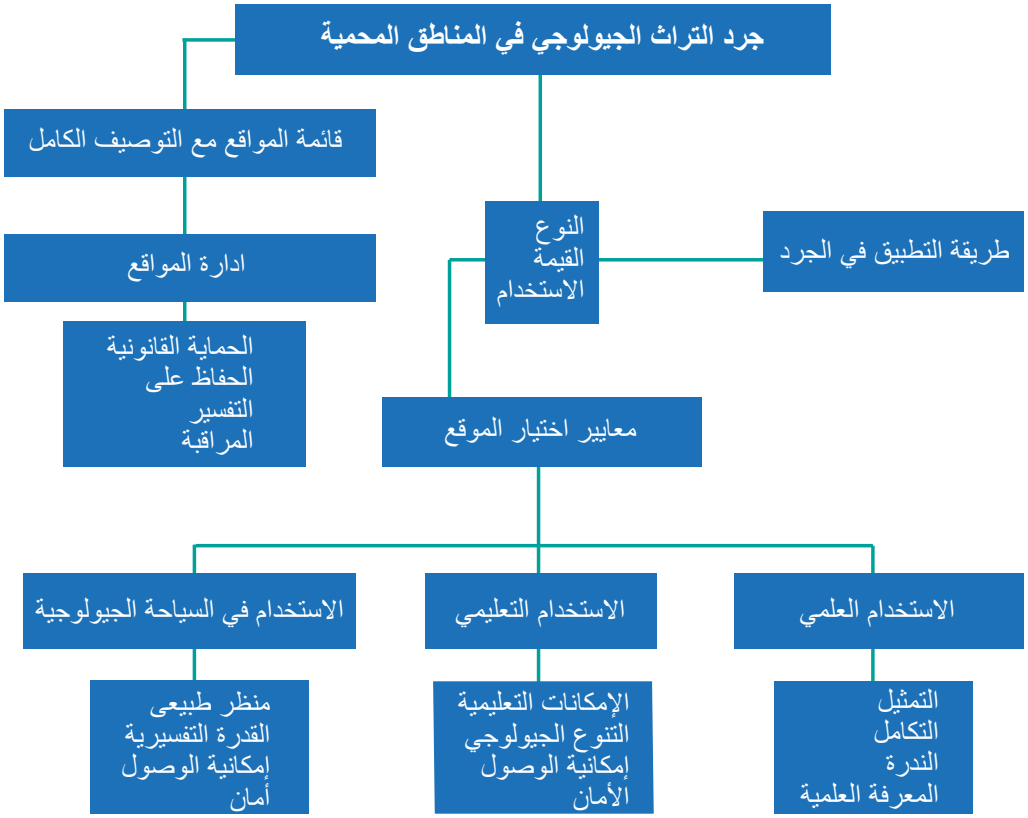
حيثما أمكن، يجب إجراء جرد شامل لجميع عناصر التراث الجيولوجي: الجيولوجيا، والجيومورفولوجيا، والتربة، للمنطقة المحمية أو المنطقة أو البلد، اعتمادًا على حجم العملية قيد الدراسة. ينبغي تقييم القضايا العملية، مثل الحساسية للضرر، والارتباط بمناطق الموائل الرئيسية، إذا سمحت الموارد والمعلومات بذلك. يمكن أن يتم جرد المواقع بتقييم قيمتها المحتملة للعلم، والتعليم، والترفيه، و / أو السياحة الجيولوجية، بالإضافة إلى مخاطر تدهورها (Brilha, 2016). تساعد هذه المعلومات في تحديد أولويات وفرص الإدارة.

يجب أن تزود قوائم جرد التراث الجيولوجي الى مديري المناطق المحمية بالمعلومات والبيانات الهامة لإدراجها في خطط الإدارة، وللإجابة على أسئلة بسيطة، مثل:

- كم عدد المواقع الجيولوجية الموجودة في المنطقة المحمية وأين تقع ؟
- ما هي قيمتها الرئيسية (علمية، جمالية، ثقافية، تعليمية)، وهل هي ذات اهمية (دولية، وطنية، محلية) ؟
- هل ان هذه المواقع معرضة لخطر التلف أو الخسارة بفعل عوامل بشرية و / أو طبيعية، سواء الآن أو في المستقبل ؟

يجب اتخاذ قرار حاسم بشأن المواقع والمظاهر التي يجب تحديدها، ولماذا. من الأفضل استخدام الطرق المجربة، والمختبرة على النحو المبين في الجدول 4. 1. وهذا يتطلب مساعدة الخبراء. الحل الأكثر شيوعًا لمديري المناطق المحمية هو الحصول على الدعم الخارجي لتطوير جرد التراث

الشكل 4. 1. جرد التراث الجيولوجي وعملية الإدارة في المناطق المحمية



الجيولوجي، والذي يمكن إجراؤه عن طريق المسوحات الجيولوجية، أو الجامعات، أو الشركات الخاصة، أو الخبراء الفرديين.

هناك عدد من الخطوات التي تضمها قائمة جرد التراث الجيولوجي (الشكل 4. 1. ؛ المربع 4. 1.). الأولى هي تحديد الهدف من الجرد، بناءً على نوع التراث الجيولوجي، وقيمته، واستخدامه.

في بعض الأحيان يمكن إجراء عمليات جرد جزئية، مثل تلك الخاصة بعلم المتحجرات (الاحفوريات)، أو الجيومورفولوجيا (التضاريس ومناظرها الطبيعية)، أو علم المعادن (المعادن)، أو علم الصخور (الصخور). ومع ذلك ، عادة ما تكون هناك حاجة إلى قائمة جرد كاملة لضمان تحديد جميع العناصر الرئيسية للتراث الجيولوجي وحمايتها. سيتم تحديد قيم المواقع الجيولوجية ونوع الاستخدام المسموح به هناك.

يجب أن يوصف كل موقع تم اختياره أثناء الجرد، بالتفاصيل التالية، استناداً الى برلها (Brilha, 2016):

1. الاسم ؛
2. الموقع الجغرافي، بما في ذلك إحداثيات نظام المواقع الجغرافية (GPS).
3. ملكية الارض، بما في ذلك ملكية المواد الجوفية؛
4. الحماية القانونية الحالية؛
5. سهولة الوصول؛
6. الهشاشة والضعف في الموقع؛
7. مراقبة ومتابعة حالة مظاهر وعمليات التنوع الجيولوجي الرئيسية؛
8. الوصف الجيولوجي؛
9. أبرز المظاهر التي تبرر تحديد الموقع الجيولوجي؛
10. المظاهر ذات الاستخدامات التعليمية و / أو السياحة الجيولوجية المحتملة؛
11. الصلات مع العناصر البيئية (الايكولوجية) والثقافية؛
12. التحديدات والقيود على الوصول والاستخدام العلمي؛
13. قيود على أعداد الزوار، إن وجدت؛ و
14. شروط السلامة لجميع أنواع المستخدمين.

هذه المعلومات ضرورية لإنشاء خطة عمل مناسبة للتراث الجيولوجي ودمج نتائج الجرد في خطط إدارة المناطق المحمية. قد يشمل الجرد المواقع الجيولوجية ذات الأهمية الدولية أو الوطنية أو المناطقية أو حتى المحلية. وهذا له آثار في تحديد أولويات خطة الإدارة ويجب أن يحددها الفريق الفني المسؤول عن الجرد.

من الأمثلة الجيدة على مشاركة طلاب علوم الأرض والمتخصصين في المناطق المحمية، هو استخدام برنامج الجمعية الجيولوجية الأمريكية «علماء الجيولوجيا في المتنزهات». وهذا يوفر للمشاركين فرصة فريدة للمساهمة في الحفاظ على المتنزهات الوطنية الأمريكية، وتمكين دائرة المتنزهات القومية الأمريكية من فهم وإدارة مواردها الطبيعية بشكل أفضل (Geological Society of America, 2019).

صورة 4. 2. مثال على التمثيل - صخور رسوبية مطوية تشكل سلاسل جبلية بعد تصادم الصفائح التكتونية، كما هو الحال في جبال الأنديز، وجبال الهيمالايا، وجبال روكي، وجبال الألب الأوروبية، وهذا الأخير موضح هنا في متنزه إكرينز الوطني بفرنسا. © روجر كروفتس

الصورة 4. 3. مثال على الندرة: سبريجيت، معدن أصفر نادر سمي على اسم الجيولوجي ريج سبريج. والموقع المثالي له في جبل الرسام (Mount Painter) في حدود المنطقة المحمية اركاروولا، فلندرز رينجرز، جنوب أستراليا. © جويل بروجر

الصورة 4. 4. مثال لتطور المعرفة العلمية من دراسة التكوينات الصخرية وأصولها: رواسب جليدية قديمة من التجلد العالمي منذ حوالي 700 مليون سنة، تسمى غالبًا « كرة ثلج الأرض". في مضيق تيليت، منطقة اركاروولا المحمية، جنوب أستراليا. © جرايم ل. ووربويس

ارشادات أفضل الممارسات رقم 5: إجراءات جرد المواقع الجيولوجية باستخدام المخطط في الشكل 4. 1.

4. 3. تحديد معايير تقييم الموقع

من الممارسات المتبعة في تقييم المواقع الجيولوجية، وفقًا لأنواع الاستخدام الرئيسية الثلاثة – العلمية، والتعليمية، والسياحة الجيولوجية / الترفيهية .

يوصى بأربعة معايير لاختيار المواقع الجيولوجية المهمة للدراسة العلمية:

1. **التمثيل:** كيف يوضح الموقع الجيولوجي عملية أو مظهر من الأرض بشكل جيد ويساهم بشكل هادف في فهم الموضوع، أو العملية، أو المظهر، أو الإطار (الصورة 4. 2.).

2. **التكامل:** حالة الحفظ الحالية للموقع الجيولوجي، مع مراعاة كل من العمليات الطبيعية والعوامل البشرية (الصورة 4. 6.)؛

3. **الندرة:** عدد المواقع الجيولوجية التي تمثل مظاهر جيولوجية متشابهة (الصورة 4. 3.)؛ و

4. **المعرفة العلمية:** مدى المعلومات العلمية المنشورة بالفعل حول الموقع الجيولوجي (الصورة 4. 4.).

يوصى بخمسة معايير لاختيار المواقع **للاستخدام التعليمي**:

1. **الإمكانات التعليمية:** القدرة على فهم الظاهرة بسهولة من قبل الطلاب من مختلف المستويات التعليمية (المدارس الابتدائية، والثانوية، والجامعات) (الصورة 4. 5.)؛

2. **التنوع الجيولوجي:** عدد الأنواع المختلفة من مظاهر وعمليات التنوع الجيولوجي الموجودة في الموقع (الصورة 4. 6.)؛

3. **إمكانية الوصول:** شروط الوصول إلى الموقع من حيث

الصورة 4. 5. ومنطقة الطاقة الحرارية الأرضية، في متنزه يلوستون ا الوطني، وموقع تراث عالمي . © جرايم ل. ووربويس

الصعوبة والأمان، ومقدار الوقت الذي يحتاجه الطلاب والزائرون سيرًا على الأقدام للتعرف على الموقع (الصورة 4. 7.)؛

4. **السلامة:** تتعلق بشروط الزيارة، مع الأخذ بعين الاعتبار الحد الأدنى من المخاطر للطلاب والزوار (الصورة 4. 8.)؛ و

5. **الارتباط الثقافي والروحي:** ارتباط القيم الثقافية والروحية التي تعتنقها المجتمعات الأصلية (انظر الصور 5. 12. إلى 5. 16.).

الصورة 4. 6. مثال على موقع تنوع جيولوجي: يمثل شقوق شد على هامش الصفائح التكتونية الأوراسية / أمريكا الشمالية، ووادي صدع صغير، وبحيرة عميقة مع فتحات بركانية في قاع البحيرة في متنزه ثينجفيلير الوطني، أيسلندا. تتمتع المنطقة باهتمام كبير بالتراث الثقافي كموقع لبرلمان أيسلندا الأول وهي أحد مواقع التراث العالمي. © روجر كروفتس

الصورة 4. 7. مثال على إمكانية الوصول: الوصول على جانب الطريق لمشاهدة الأكوام البحرية في متنزه الرسل البحرية الاثني عشر الوطني، فيكتوريا، أستراليا. © روجر كروفتس

الصورة 4. 8. مثال على السلامة: منظر الشلال من الممشى الخشبي ومن منصة المشاهدة. متنزه فولوفجاليتس الوطني، السويد. © روجر كروفتس

الصورة 4. 9. مثال على الترابط بين التنوع الجيولوجي وقيمة المشهد الخلاب: يوفر تجاور الصخور الرسوبية المطوية، والثلج والجليد، ونباتات جبال الألب، تبريرًا رائعًا للحماية. متنزه فانواز الوطني، فرنسا. © روجر كروفتس

الصورة 4. 10. مثال على الإمكانات التفسيرية: تشكيل صخري غير عادي في صخرة الفيل، متنزه توبس دي كولانتس الطبيعي ، كوبا. © روجر كروفتس

يوصى بثلاثة معايير لاختيار مواقع السياحة الجيولوجية / الاستخدام الترفيهي :

1. **المشهد:** الجمال البصري للمناظر الطبيعية أو الظاهرة (الصورة 4. 9.)؛
2. **القدرة التفسيرية:** القدرة على فهم الظاهرة بسهولة من قبل غير الخبراء (الصورة 4. 10.)؛ و
3. **إمكانية الوصول:** شروط الوصول إلى الموقع من حيث الصعوبة والأمان، ومقدار الوقت الذي سيحتاجه الجمهور للمشي في الموقع (الصورة 4. 7.).

بمجرد تحديد هذه المعايير، يمكن تحديد المستوى الجغرافي للأهمية استنادا الى (Brocx & Semeniuk, 2007; Crofts & Gordon, 2015). واضاف بروك و سيمنيوك (Brocx & Semeniuk, 2007, 2015) طريقة مقارنة عالمية لتمكين التحديد والتصنيف المنتظمين للمناطق، أو المساحات، أو المواقع الجيولوجية، أو المظاهر ذات الأهمية في التراث الجيولوجي على جميع المستويات؛ وقاما ايضا بتخصيص فئة مفاهيم للتراث الجيولوجي، ومقياس مرجعي، وتقييم مستوى أهميتها (الشكل 4. 2.).

يجب على مديري المناطق المحمية استخدام مخرجات تقييم الموقع لإبلاغ إدارة الحماية لمواقع جيولوجية معينة واستخداماتها المحتملة. على سبيل المثال، من المحتمل أن تتطلب المواقع المهمة دوليًا مستوى أعلى من الإدارة والحماية من المواقع الأخرى.

4. 4. أمثلة على قوائم جرد التراث الجيولوجي وتقييمات الموقع

لمساعدة مديري المناطق المحمية، هناك العديد من الأمثلة في الأدبيات المنشورة عن قوائم جرد التراث الجيولوجي وتقييمات المواقع على المستويات الوطنية، والإقليمية، والمحلية، وللمناطق المحمية الفردية. وتشمل الامثلة على المستوى الوطني، من الولايات المتحدة الأمريكية (Santucci & Koch, 2003)، ومن إسبانيا (Carcavilla Urquí et al., 2007)، ومن البرتغال (Pereira et al., 2009)، ومن بريطانيا العظمى (Ellis, 2008 and 2011). وتشمل بعض الأمثلة على مناطق محمية معينة، مثل متنزه سيلينتو فالو دي ديانو الوطني في إيطاليا (Santangelo et al., 2005)، ومنتزه مونتيسينو الطبيعي في البرتغال (Pereira et al., 2007)، والمتنزه الإقليمي لبيكوس دي يوروبا في إسبانيا (Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2012)، ومتنزه بيرينيه الوطني في فرنسا (Feuillet & Sourp, 2011)، ومتنزه لينا بيلارز الوطني في روسيا (Gogin & Vdovets, 2014). وتم توضيح العديد من الأمثلة في المربعات (4. 1.، 4. 2.، 4. 3.). وتساعد قوائم الجرد أيضًا في تحديد المواقع الرئيسية الحماية الجيولوجية داخل المناطق البحرية المحمية، مثل (Gordon et al., 2016).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 6: التأكد من استخدام معايير تقييم المواقع الجيولوجية التي تكون واضحة لكي تغطي الدراسة العلمية، والاستخدام التعليمي، والسياحة الجيولوجية، والاستخدام الترفيهي.

4. 5. دمج الحماية الجيولوجية في خطط العمل الوطنية، والإقليمية، والمحلية

سيتم تعزيز الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية بشكل كبير إذا اشتملت الخطط على المستويات الوطنية، والاقليمية والمحلية، عن الحماية الجيولوجية انظر (Crofts, 2018). على سبيل المثال، يمكن أن يساعد إطار العمل الوطني أو خطة العمل في تقديم نهج استراتيجي واسع النطاق الحماية الجيولوجية وتحديد الأهداف والإجراءات عالية المستوى (Gordon & Barron, 2011).

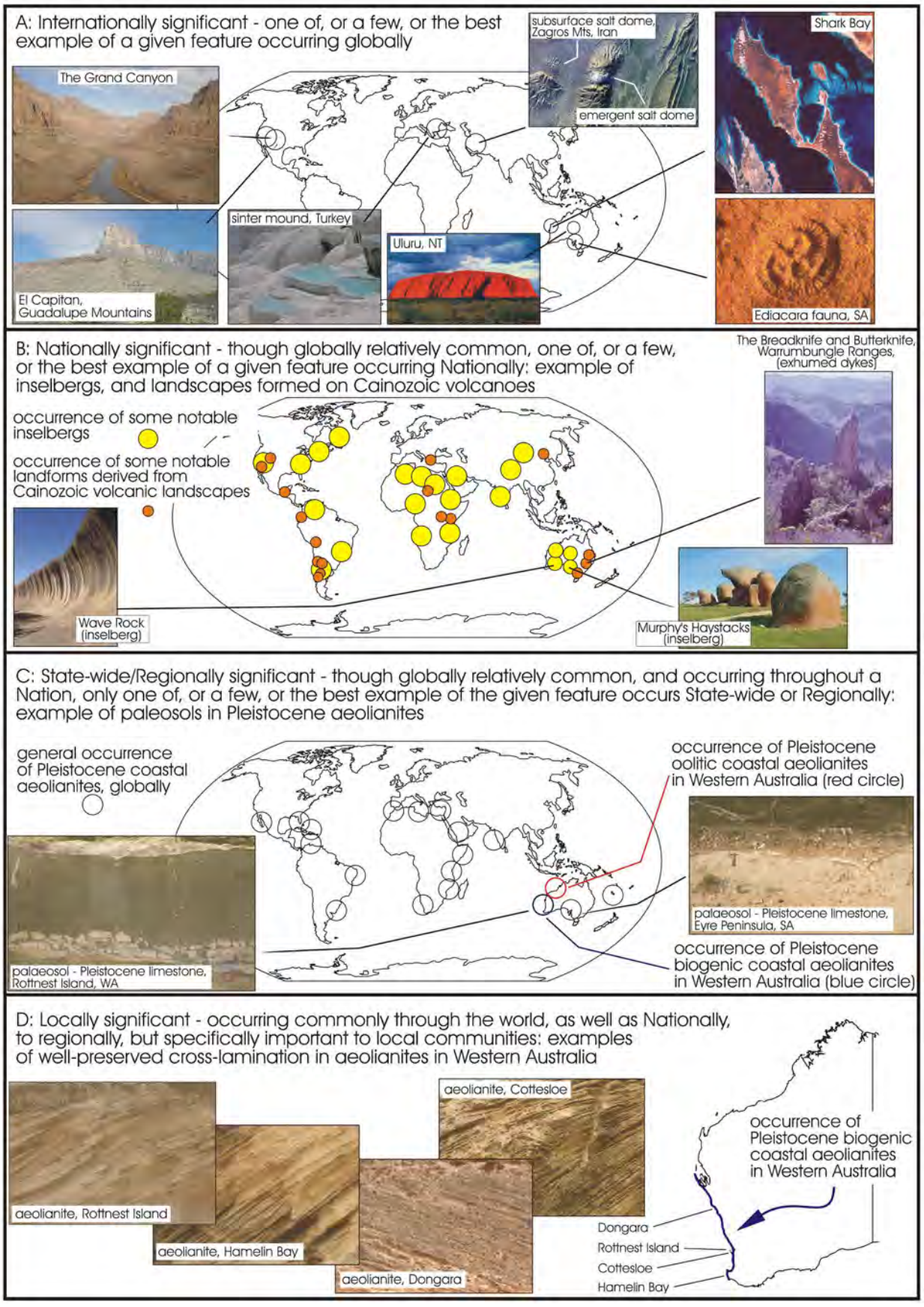
لقد وضح مارتن- دوكي وآخرون (Martín-Duque et al., 2012) كيف يمكن لقوائم الجرد ورسم خرائط التراث الجيولوجي أن تساعد في التخطيط المحلي لاستخدام الأراضي. ويمكن استخدامها لقياس التقدم المحرز والإبلاغ عنه، والمساعدة في تجنيد الشركاء وتنسيق أنشطتهم، وتعزيز الحماية الجيولوجية على المستوى الوطني وفي السياسات والاستراتيجيات دون الوطنية.

مثال على الإطار الوطني هو خطة عمل التنوع الجيولوجي في المملكة المتحدة. وتشمل الأمثلة دون الوطنية استراتيجية التنوع الجيولوجي لبلد الباسك، وكذلك استراتيجية الأندلس لإدارة التنوع الجيولوجي. ويمكن أن توفر المذكرة الموجزة لل (CBD's) الصادرة عن اتفاقية التنوع البيولوجي بشأن الإستراتيجية الوطنية للتنوع البيولوجي وخطط العمل، نموذجًا مفيدًا.

تعتمد خطة عمل التنوع الجيولوجي على قائمة جرد لتحديد متطلبات الإدارة للعناصر المختلفة. وكذلك تحدد خطة العمل أهدافًا وغايات واضحة طويلة الأجل، وتحدد أهدافًا وإجراءات قصيرة المدى قابلة للقياس للحفاظ على التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي لمنطقة معينة وتعزيزهما، وتحدد الموارد البشرية والمالية اللازمة لتحقيقها. يمكن أن تساعد هذه الخطط أيضًا في دمج التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي في إدارة الحماية لمختلف فئات المناطق المحمية.

الشكل 4. 2. تمثيل مستويات الأهمية المطبقة على مظاهر التراث الجيولوجي

أ: دولي؛ ب: وطني؛ ج: على المستوى الاقليمي و د: محلي. يمكن استخدام هذا النهج لتطوير مناطق محمية جديدة وإضافة اهتمامات التراث الجيولوجي إلى المناطق المحمية الحالية.

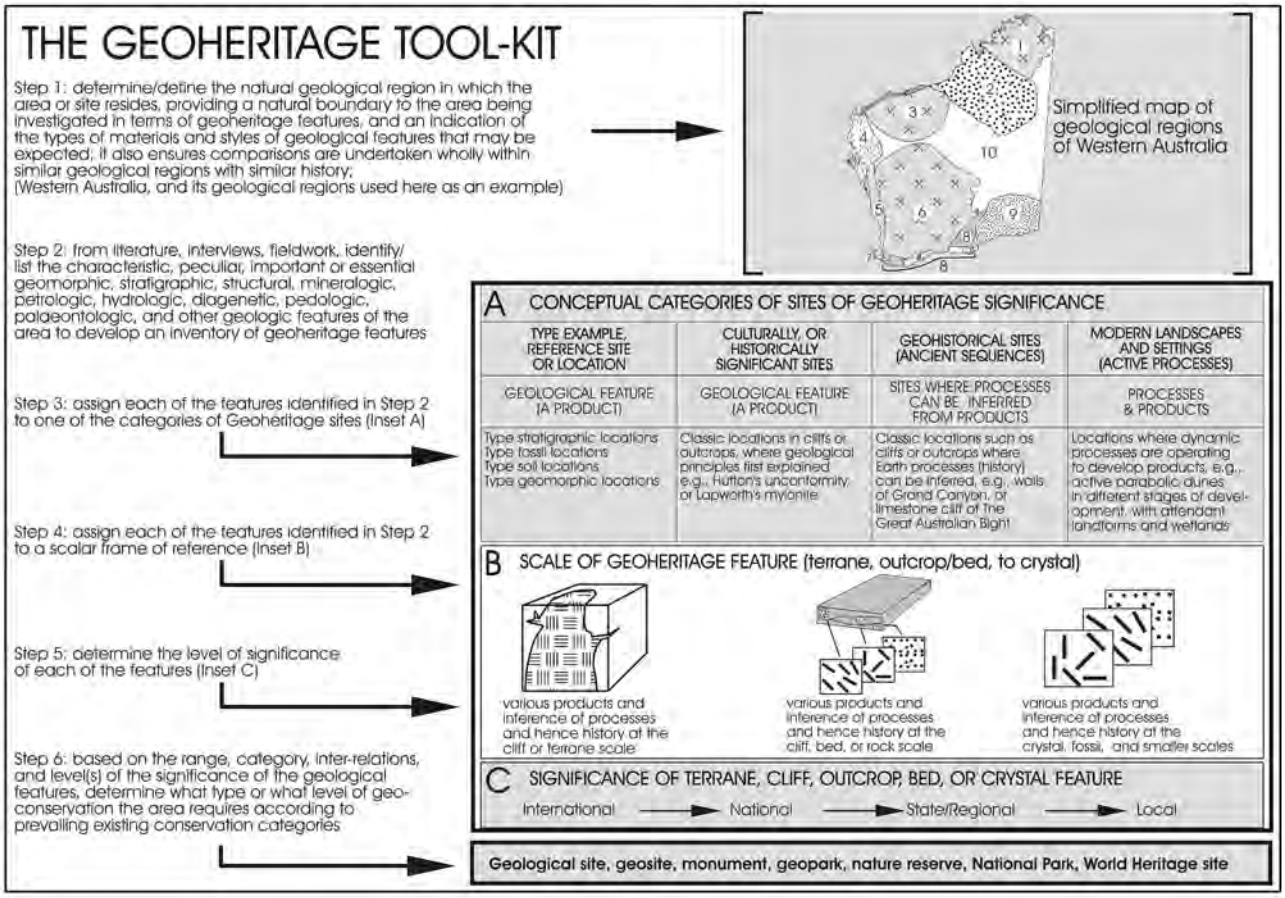


المصدر: (Brocx & Semeniuk, 2007).

المربع 4. 1.

مجموعة أدوات التراث الجيولوجي

يلخص الرسم البياني التوضيحي التالي الخطوات المستخدمة لتحديد وتقييم المواقع ذات الأهمية للتراث الجيولوجي بالنسبة لإدارتها و / أو حالة الحفاظ عليها. يتم تقييم مظاهر التراث الجيولوجي داخل الموقع حسب الفئة (أ)، والنطاق والمقياس (ب)، ومستوى الأهمية (ج). يمكن استخدام هذا النهج لتطوير مناطق محمية جديدة وإضافة اهتمامات التراث الجيولوجي إلى المناطق المحمية الحالية. تم تطبيق مجموعة الأدوات الجيولوجية (المربع 4. 1.)، التي تم تصميمها في غرب أستراليا، بنجاح (Brocx & Semeniuk, 2011; Brocx et al., 2019)، وفي المغرب (Errami et al., 2015).



خطوات استخدام مجموعة أدوات التراث الجيولوجي المستخدمة لتحديد وتقييم المواقع ذات الأهمية للتراث الجيولوجي، من (Brocx & Semeniuk, 2011).

المساهم: مارجريت بروكس

في إيطاليا، اطلق برنامج (PROGEO- Piemonte) المتعدد التخصصات، ويقوم هذا البرنامج (الإدارة الاستباقية للتراث الجيولوجي في منطقة بيمونتي) بتطوير تخطيط عمل الحماية الجيولوجية في منطقة بيمونتي لتلبية احتياجات المجتمعات المحلية فيما يتعلق بالسياحة، والتنمية المستدامة، والتعليم، والوعي بالأخطار الجيولوجية (Ferrero et al., 2012).

يعتمد البرنامج على مراجعة منهجية للمواقع الجيولوجية وتقييم قيمة التراث الجيولوجي لها من وجهات النظر العلمية، والتعليمية، والثقافية، والجمالية. وهو ينطوي على مشاركة شركاء محليين ولا يأخذ في الاعتبار المظاهر الجيولوجية للمنطقة فحسب، بل مكوناتها الفيزيائية، والجغرافية، والسياسية، والاقتصادية، والتاريخية، والثقافية. وتشمل الأمثلة الأخرى للشبكات الإقليمية للمواقع الجيولوجية تلك الموجودة في إسبانيا (Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2010)، و في سويسرا والبرتغال.

في بريطانيا العظمى، وضعت خطط عمل التنوع الجيولوجي المحلي (LGAPs) إطارًا، ومبادئ توجيهية، وأولويات لضمان الحفاظ على التراث الجيولوجي وشبكات المواقع الجيولوجية على نطاق إقليمي (English Nature, 2004; Dunlop et al., 2018). تضع خطط العمل (LGAPs) أغراضاً وأهدافًا واضحة، مع أهداف قابلة للقياس، للحماية الجيولوجية المحلية عادةً ما تتضمن العناصر التالية:

- جرد لموارد التنوع الجيولوجي داخل المنطقة؛
- الاتصال العام والتعليم؛
- تشجيع حماية التنوع الجيولوجي من خلال خطط الحكومة المحلية وإرشاداتها؛
- توجه أهداف الإدارة والحماية للمواقع الجيولوجية، والعمليات الطبيعية، والتنوع الجيولوجي للمناظر الطبيعية؛ و
- تكون الأهداف واضحة لتوفير الموارد لعملية تخطيط العمل من أجل الحفاظ على الزخم في المستقبل.

بمجرد الانتهاء، يجب دمج خطط عمل التنوع الجيولوجي في خطط إدارة المناطق المحمية على مقياس مناسب، أي على المستوى الوطني، أو الإقليمي، أو لمنطقة محمية فردية. وبعد ذلك، ينبغي إدخال هذه الخطط في نظام الأمة لصنع القرار بشأن التنمية واستخدام الأراضي. يمكن القيام بذلك إما بشكل مستقل أو من خلال التكامل مع خطط التنوع البيولوجي المحلية. وهذا يمكّن سياسات خطة التنمية وقرارات تخطيط التحكم في التنمية من أن تستند إلى معلومات محدثة حول التنوع الجيولوجي لمنطقة ما.

يجب أن تساعد عمليات المراجعة وخطط العمل في دعم العمل في التخطيط التنموي، والتقييم البيئي الاستراتيجي

(SEA) ، وتقييم الأثر البيئي (EIA) ، وخطة التنوع البيولوجي المحلي، والأنشطة السياحية. بالإضافة إلى الحفاظ على الأمثلة المهمة للتراث الجيولوجي المحلي، ويمكن أن تساهم (LGAPs) في جودة البيئات المحلية، وتوفر فرصًا للترفيه غير الرسمي، وتساهم في أجندة الصحة العامة. ستساعد مشاركة المجتمع في الرعاية والتمتع بالمواقع الجيولوجية المحلية، وكذلك في تعزيز الشعور بالفخر بالتراث الجيولوجي المحلي وبالتالي المساعدة في الحفاظ عليه.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 7: تشجيع تطوير خطط العمل على المستويات الوطنية، الاقليمية والمحلية لضمان تضمين الحماية الجيولوجية في وثائق القرار الرئيسية.

4. 6. آليات الحماية: قانونية أو غيرها من الوسائل الفعالة

يجب أن تكون جميع المناطق المحمية، بما في ذلك المواقع الجيولوجية، «منشورة في الجريدة الرسمية» (معترف بها بموجب القانون المدني القانوني)، أو معترف بها من خلال اتفاقية أو معاهدة دولية، أو تدار من خلال وسائل فعالة أخرى. من الناحية العملية، يمكن أن تحكم وتدار المناطق المحمية من قبل الحكومات، والمنظمات الخاصة، والشعوب الأصلية، والمجتمعات المحلية، أو بالشراكة بين هذه المجموعات (تسمى «الإدارة المشتركة»). ولكن، هناك أيضًا « مناطق حماية » أخرى ليست مناطق محمية حيث تكون الحماية هدفًا أساسيًا، والتي يمكن الإشراف عليها بطرق أخرى، والتي تؤدي مع ذلك إلى حماية الطبيعة على المدى الطويل. وتشمل «تدابير الحماية الفعالة الأخرى المستندة إلى المنطقة (OECMs)» التي حددتها اتفاقية التنوع البيولوجي (قرار اتفاقية التنوع البيولوجي 8/14). ونشر الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN WCPA) إرشادات لتحديد إجراءات الحماية الفعالة الأخرى والإبلاغ عنها. قد تكون هذه المناطق المحفوظة و (OECMs) فعالة أيضًا في تحقيق الحماية الجيولوجية.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 8: استخدم إرشادات (WCPA) بشأن المناطق المحمية وتدابير الحماية الفعالة الأخرى القائمة على المنطقة لضمان آلية الحماية الأكثر فعالية للموقع الجيولوجي.

4. 7. أنواع الحوكمة

يوجد مثالان لحالات الحوكمة المختلفة المتعلقة بالحماية الجيولوجية في المناطق المحمية في المربعين (4. 2. و 4. 3.). ويمكن الاطلاع على المزيد من الإرشادات العامة حول إدارة المناطق المحمية في (Borrini-Feyerabend et al., 2013).

4. 8. متطلبات الخبرة

يجب أن تحدد احتياجات إدارة الحماية الجيولوجية نوع ومستوى الخبرة المطلوبة، إما في المنطقة المحمية نفسها، أو في وكالة الادارة، أو من خلال ترتيبات خاصة مع هيئات خارجية متخصصة مثل معاهد البحث. من الناحية المثالية، بالنسبة لأقسام المواقع التي يوجد بها مكون قوي لعلوم الأرض، أو موقع تكون فيه الحماية الجيولوجية هدفًا رئيسيًا، فمن الأفضل توظيف مجموعة من الخبراء ذوي الصلة داخل وكالة إدارة المناطق المحمية. ومع ذلك، لن تسمح الموارد دائمًا بهذا النهج، وبالتالي يجب إجراء ترتيبات غير رسمية مع خبراء من المؤسسات الأكاديمية أو مع الأفراد الذين يمكنهم العمل كمتطوعين. يجب أن يكون دورهم كمستشارين متخصصين لمديري المناطق المحمية في تحديد الأهداف وتطوير أنظمة الإدارة والبرامج التعليمية. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يتوقع منهم إيصال أفضل الممارسات من مواقف مماثلة في أجزاء أخرى من العالم.

يعتمد اختيار الخبرة على اهمية الموقع (على سبيل المثال علم المتحجرات، وعلم المعادن، والطبقات، والجيومورفولوجيا). من الأفضل عمومًا إشراك الأشخاص الذين لديهم المعرفة المحددة المطلوبة، بالإضافة إلى معرفة أكثر عمومية بالتنوع الجيولوجي، والتدريب الخاص على التراث الجيولوجي ووالحماية الجيولوجية. تعد القدرة على التواصل مع الزملاء وغير المتخصصين وعامة الناس أمرًا ضروريًا إذا كان هناك تركيز تعليمي عام قوي على التراث الجيولوجي ووالحماية الجيولوجية.

بدلاً من ذلك، سيكون لبعض المناطق المحمية تركيز بحثي وعلمي قوي. وهنا ، ينبغي تطوير برنامج منسق للنشاط العلمي بين مديري المناطق المحمية والأوساط العلمية، مع برنامج عمل متفق عليه. قد تجد وكالة إدارة المناطق المحمية أنه من الأكثر فاعلية التعامل مع العلماء في الجامعات ومعاهد البحث بدلاً من توظيف خبرتها العلمية الخاصة. ومع ذلك، فمن الضروري أن يكون هناك اتفاق واضح على أن نتائج البحث متاحة لمديري المناطق المحمية وعامة الناس بطريقة مفهومة وقابلة للاستخدام.

غالبًا ما يستخدم علم المواطن (المشاركة العامة (الناس) في البحث العلمي) لزيادة قدرة المعرفة وجمع المعلومات. إنه نهج قيم بشرط وجود بروتوكولات لاستخدامه وتجنيد وتدريب المتطوعين، ويوضح ايروين الإيجابيات والسلبيات (Irwin, 2018).

مع احتمال توظيف موظفين جدد وانتقال الموظفين من منطقة محمية إلى أخرى خلال حياتهم المهنية ، فمن الضروري إجراء التعريف بالتراث الجيولوجي والحماية الجيولوجية (الجدول 4. 2.).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 9: الاستعانة بالخبراء لضمان المدخلات الفنية لتخطيط وإدارة وتواصل الحماية الجيولوجية.

4. 9. المناهج الدولية الحماية الجيولوجية

من المهم التعرف على الاساليب الدولية المحددة الموجودة لدعم الحماية الجيولوجية.

تركز اتفاقية اليونسكو لحماية التراث الثقافي والطبيعي العالمي على مفهوم «القيمة العالمية الاستثنائية» كأساس للاعتراف بمواقع التراث العالمي. وتعترف الاتفاقية بالتنوع الجيولوجي كجزء من الطبيعة من خلال معيارها (8)، والذي ينص على أن المواقع تشكل « تمثل أمثلة بارزة للمراحل الرئيسية من تاريخ الأرض، بما في ذلك سجل الحياة، والعمليات الجيولوجية الجارية الهامة في تطوير التضاريس،

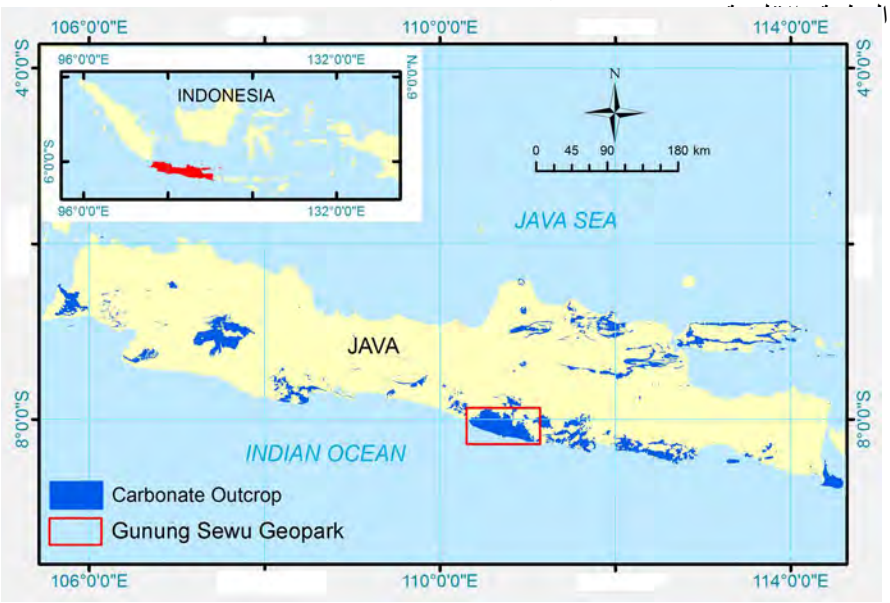
أو الخصائص الجيومورفولوجية أو الفيزيوجرافية « التي قد تكون مؤهلة لحالة التراث العالمي (اليونسكو ، 1972).

المربع 4. 2.

إدارة الحماية الجيولوجية المستندة إلى المجتمع المحلي في غونونغ سيو المتنزه الجيولوجي العالمي لليونسكو، إندونيسيا

تم تصنيف جيوبارك جونونج سيو على أنه جيوبارك عالمي لليونسكو في أكتوبر 2015. وتبلغ مساحة الجيوبارك 1802 كيلومترًا مربعًا وتشمل 33 موقعًا جيولوجيًا ضمن مشهد طبيعي كارستي استوائي كلاسيكي (الشكل 4. 5.)، ثمانية منها انشأت من قبل المجتمعات المحلية. تخضع إدارة الجيوبارك لاتفاق مشترك بين ثلاث إدارات إقليمية ويتم التناوب فيما بينها. تتم إدارة معظم المواقع الجيولوجية من قبل المجتمعات المحلية، التي انشأها ونظمها السكان المحليون تحت مظلة مجموعة إدارة السياحة المجتمعية.

تقوم إدارة الحماية الجيولوجية المستندة إلى المجتمع، بحماية المواقع الجيولوجية للجيوبارك وتدر دخلاً للسكان المحليين، وللتنمية الإقليمية من خلال السياحة البيئية، على سبيل المثال، توضح إدارة الحماية الجيولوجية التي تنفذها قرية نجلانغيران وجهات، ومنتجات، وسلوكيات سياحية مسؤولة وشاملة ومستدامة. تم الاعتراف بأفضل ممارسات الحماية الجيولوجية المستندة إلى المجتمع في نجلانغيران من خلال الجوائز



المساهم : إيكو هاريونو

الجدول 4. 2. اعتبارات موجزة لتحفيز موظفي المناطق المحمية.

رسم الخرائط الجيولوجية	موجزعن جيولوجيا المنطقة المحمية وتوفيرالخرائط الجيولوجية ذات امتداد مناسب ووضوح جيد.
تراث جيولوجي خاص	تحديد موقع وطبيعة المواقع الجيولوجية وأي عمليات إدارية خاصة مطبقة لحماية هذا التراث. يجب توفير مواد بحثية مكتوبة حول المظاهر.
سلامة الزوار	توفيرالمعلومات عن أي مخاطر أو ظواهر جيولوجية من شأنها أن تسبب مشكلة تتعلق بالسلامة للزوار. يجب تقديم تاريخ حوادث السلامة في المنطقة المحمية، بما في ذلك الإجراءات المتخذة لتعزيز السلامة.
المواد	وصف المواد الجيولوجية المستخدمة لمساعدة العمليات (مثل مواد الطرق) ومصدرها ومدى ملاءمة استخدامها.
المراقبة	الخطوط العريضة للظواهر الجيولوجية التي يتم رصدها، وأسس المراقبة، واللوجستيات المرتبطة بها. يجب تضمين تكاليف المراقبة وكيفية استخدام هذه المعلومات.
التخطيط الجيولوجي للحوادث	الخطوط العريضة لأي تخطيط يتم تنفيذه للتعامل مع الحوادث الجيولوجية المحتملة. يجب أن يشمل ذلك حالة تخطيط مستندات الاستجابة، وتداولها، وجداول المراجعة الخاصة بها.

المربع 4. 3.

موقع غابة متحجرات بريمبو ذات الأهمية العلمية الخاصة، ريكسهام، المملكة المتحدة

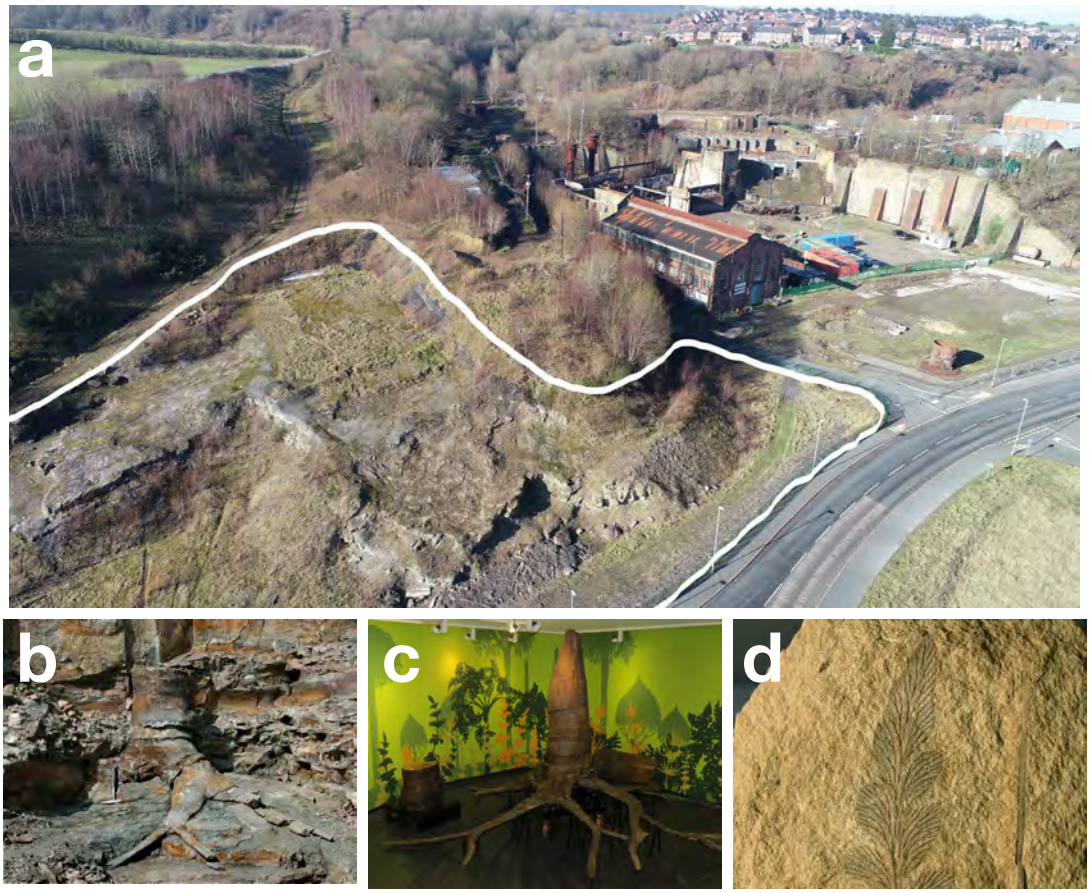
موقع غابة متحجرات بريمبو، هو موقع مهم للنباتات القديمة، ويقع بالقرب من ريكسهام، شمال شرق ويلز في المملكة المتحدة. تم اكتشاف مظاهر المتحجرات النباتية ذات الأهمية العلمية في عام 2005 أثناء استصلاح موقع مهجور لأعمال الصلب ويتكون من تتابع بسمك 14 مترًا من رواسب الفحم. إن المجاميع الغنية بالمتحجرات النباتية، التي يوجد العديد منها في وضع الحياة، مما يعطي الموقع قيمة علمية عالية للتراث الجيولوجي.

الموقع حاليا مملوك من قبل ادارة بريمبو للتنمية المحدودة، وفي النية نقل الأرض إلى ادارة تراث بريمبو. ركزت الادارة والشركاء الرئيسيون على إعداد خطة رئيسية لتطوير الموقع إلى منطقة جذب للزوار على مستوى عالمي. ستسمح الأموال المؤمنة بتثبيت أعمال التراث الصناعي والحفاظ على الغابات المتحجرة.

تحديات الحماية

على الرغم من أن الاعلان عن موقع ذي أهمية علمية خاصة (SSSI) يوفر الحماية القانونية، إلا أن الحفاظ على المظاهر الهشة وإدارتها لا يزال يمثل تحديًا. لان الهدف هو تطوير مرافق في الموقع لحماية وعرض العديد من المتحجرات في الموقع، مع تشييد مبنى لتغطية جزء من غابة المتحجرات. سيقود منسق المتحجرات المتفرغ أعمال التنقيب، وكذلك يقوم بتدريب المتطوعين لاستعادة، وإعداد، وتصنيف العديد من العينات المخزنة خلال مرحلة « إنقاذ المتحجرات » الأولية. تعتبر غابة متحجرات بريمبو نموذجًا مثاليًا للشراكة التي تعمل على حماية وإدارة مورد جيولوجي هش ومحدود، وكذلك تعزيز الروابط بين التراث الجيولوجي والتراث الصناعي. سيضم المبنى مرافق للبحث العلمي، وسيكون مفتوحًا للجمهو، وسيشكل محور جذب أكبر للزوار الذين سينظرون ويتابعون قرون من التراث الصناعي.

لمزيد من المعلومات، انظر (Appleton et al., 2015) و (Roberts et al., 2016).



أ. منظر جوي مائل لغابة متحجرات بريمبو (SSSI) (موضح ضمن الخطوط البيضاء). يوجد بجوارها مباشرة مجموعة المباني الصناعية التي امضت اكثر من 200 عام في صناعة الحديد والصلب في بريمبو

© ادارة تراث بريمبو (Brymbo Heritage Trust)

ب. شجرة ليكوفايت العملاقة في الموقع © بيتر أبليتون (Peter Appleton)

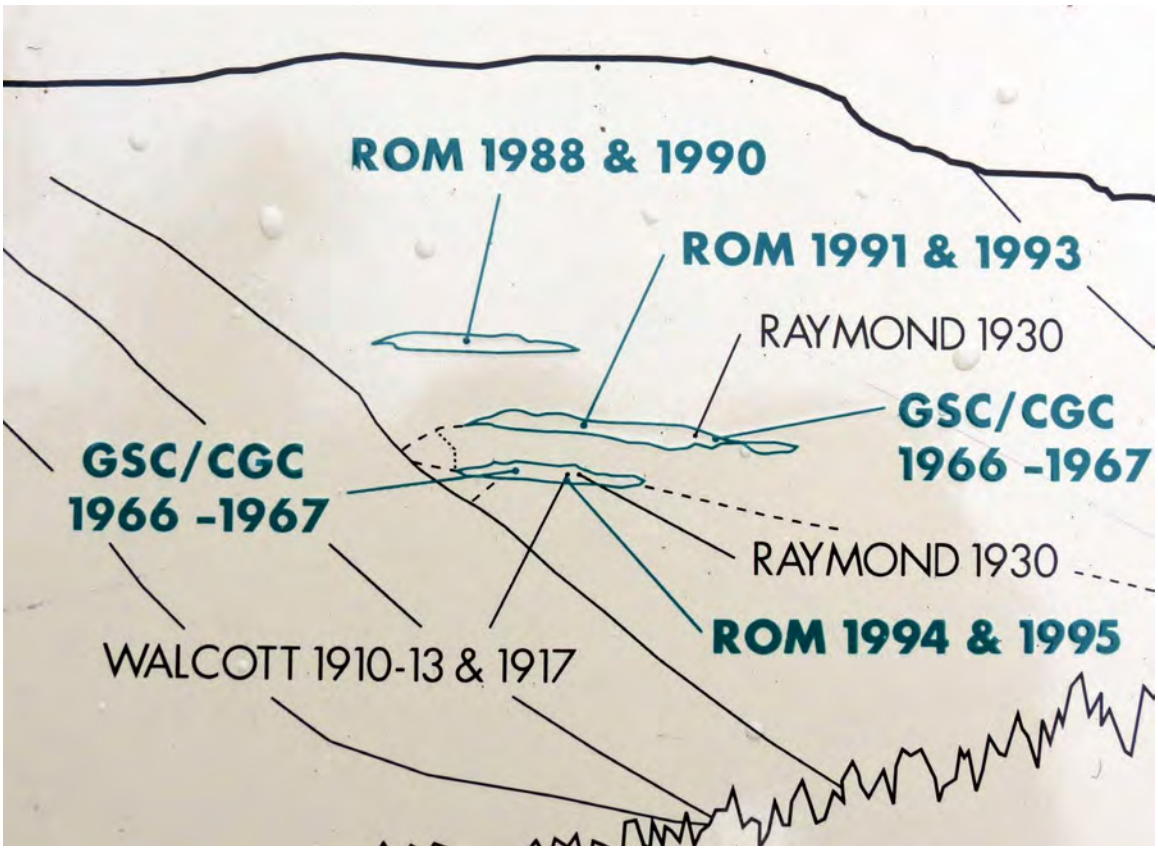
ج. تم إنقاذ الليكوفايت الموجود في (ب) من الموقع، وتنظيفه، وإعادة بنائه في وضعه الطبيعي، لعرضه في متحف ريكسهام

© نايجل لاركن (Nigel Larkin)

د. عينة من نيوروبتريس نصف شبكية © بيتر أبليتون (Peter Appleton)

المساهم: ريموند روبرتس (Raymond Roberts)

الصورة 4. 11. توجد بعض المواقع الجيولوجية المهمة دوليًا تحت ادارة ملكية خاصة، مثل موقع السخان الطبيعي العالمي الشهير للطاقة الحرارية في آيسلندا حتى وقت قريب. تحدث توترات ادارية، ولكن بشكل عام، فإن المقاومة النسبية للموقع ضد تلف عناصر التراث الجيولوجي المهم، تعني أن سلامته لا تزال سليمة، وأن وصول الزائر تتم إدارته بشكل جيد. © راجنار ث. سيجوردسون



الصورة 4. 12. تؤدي العقول الجديدة ذات الأفكار الجديدة، إلى معرفة جديدة، يمكن تطبيقها على تقييم المناطق المحمية وإدارتها تُظهر الصورة مواقع المشاريع البحثية المتتالية في بورغيس شيلز، حديقة يوهو الوطنية، كندا. © روجر كروفتس

الصورة 4. 13. يعد السخان الطبيعي أليتش، من اول المواقع التي تم تسجيلها وفقًا لمعيار التراث العالمي **(viii)** في يونغفر- أليتش، موقع التراث العالمي، سويسرا. © روجر كروفتس

الصورة 4. 14. بحيرة المرآة **(Mirror Lake)** التي تحمل اسمًا مناسبًا، حديقة جيوتشايقو الوطنية في الصين. قال كيشور راو، من مركز التراث العالمي لليونسكو، عن تقييم هذا الموقع: «إنها حديقة وطنية رائعة حقًا، وتستحق تمامًا مكانة التراث العالمي. إنني معجب جدًا بالمناظر الخلابة، والجمال الطبيعي

الصورة: 4. 15. التأكد من تطبيق جميع الجهات او الاطراف الدولية ذات الصلة بمنطقة التراث الجيولوجي. حديقة هوانلونج الوطنية، الصين. © روجر كروفتس

للمنطقة، فضلاً عن الدرجة العالية من اهتمام الإدارة والتزام الموظفين». © روجر كروفتس

يمكن العثور على مزيد من التفاصيل حول تطبيق المعيار (8) في الإطار الموضوعي للاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (Dingwall et al., 2005)، الذي يحلل الجوانب المختلفة للتنوع الجيولوجي التي يشملها المعيار، ويضع 13 موضوعًا يميز كيف أن العوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية الرئيسية تترجم الأفكار إلى تحديد المواقع. لقد تم العثور على مزيد من التفاصيل حول الصحاري في (Goudie and Seely, 2011)، وفي الكهوف والكارست في (Williams, 2008)، وعلى البراكين في (Wood, 2009) التي تم تحديثها بواسطة (Casadevall et al., 2019). ويقدم (Migoń, 2018) نظرة عامة مفيدة على مواقع التراث العالمي والتراث الجيولوجي.

في عام 2015، صادقت 195 دولة عضو في اليونسكو على إنشاء مواقع جيوبارك عالمية لليونسكو للتعبير عن الاعتراف الدولي بأهمية إدارة المواقع الجيولوجية المتميزة. الحدائق الجيولوجية العالمية لليونسكو هي مناطق جغرافية واحدة وموحدة حيث تدار المواقع والمناظر الطبيعية ذات الأهمية الجيولوجية الدولية بمفهوم شامل للحماية والتعليم والتنمية المستدامة. وهناك أربعة شروط أساسية لكي تصبح منطقة ما مواقع جيوبارك عالمية لليونسكو هي:

- التراث الجيولوجي ذو القيمة الدولية.
- هيئة إدارة معترف بها قانونًا وخطة إدارة شاملة؛
- الرؤية لتعزيز التنمية الاقتصادية المحلية المستدامة، لا سيما من خلال السياحة الجيولوجية؛ و
- التواصل مع السكان المحليين الذين يعيشون في منطقة الجيوبارك (Geopark) العالمية والتعاون مع مواقع الجيوبارك العالمية الأخرى من خلال شبكة اليونسكو لمواقع الجيوبارك العالمية (GGN).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 10: ضع في اعتبارك ما إذا كانت المنطقة المحمية، ومظاهر، وعمليات التراث الجيولوجي الخاصة بها يمكن أن تفي بمعايير وضع اليونسكو بموجب اتفاقية التراث العالمي و / أو شبكة الجيوبارك العالمية.

بالإضافة إلى ذلك، فإن اتفاقية رامسار بشأن الأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية وبرنامج الإنسان والمحيط الحيوي التابع لليونسكو كلاهما يؤسسان أنظمة عالمية واعتراف عالمي بالمناطق ذات الأهمية للتنوع البيولوجي (مواقع رامسار ومحميات المحيط الحيوي ، على التوالي) حيث توجد روابط مع الحماية الجيولوجية.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 11: النظر في كيفية إدارة التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي في محميات المحيط الحيوي ومواقع رامسار لتحقيق الحفاظ على التنوع البيولوجي والأراضي الرطبة، على التوالي، وكذلك التراث الجيولوجي.

الصورة 4. 16. موقع رامسار محمي بسبب اهمية التراث الجيولوجي باعتباره بحيرة موسمية في منطقة كارست الكلاسيكية العالمية في سلوفينيا. سيركنسك جيزيرو. © جون كون

الصورة 4. 17. ربط التراث العالمي، ورامسار، والتراث الجيولوجي في متنزه مشهد نويزيدلر الوطني، النمسا. © روجر كروفتس

إدارة التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة

5

ادارة صعبة في جبال متنزه ريلا الوطني، في بلغاريا بسبب مآخذ إمدادات المياه الطويلة الأمد، تؤثر البنية التحتية الزائدة عن الحاجة وتطوير التزلج سلبًا على قيمة التراث الجيولوجي للمنطقة. التقييمات المستقلة بواسطة الخبراء الدوليون ساعد الإدارة على التركيز على الإجراءات اللازمة . © روجر كروفتس

يقدم هذا القسم إرشادات مفصلة حول جميع جوانب إدارة التراث الجيولوجي، بما في ذلك الإدارة، والتخطيط، والجوانب التشغيلية، ودمج القيم الروحية والثقافية، والرصد والتقييم، والبحث. أنه يعالج:

- التخطيط الإداري (5. 1.)
- عمليات الحماية الجيولوجية والمناطق المحمية (5. 2.)
- تطبيق فئات إدارة الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) على التراث الجيولوجي (5. 3.)
- دمج القيم الروحية والثقافية للتراث الجيولوجي (5. 4.)
- تطوير نظام مراقبة وتقييم الموقع (5. 5.)
- أمثلة على إدارة الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة (5. 6.)

يركز هذا القسم على إدارة التراث الجيولوجي، التي تعتمد على أربع وظائف: التخطيط، والتنظيم، والقيادة، والتقييم وكلها ذات صلة بالحماية الجيولوجية المنطقة المحمية. شجعت القراء على استشارة وور بوي واخرون (Worboys et al., 2015) في الفصل 8، الذي يوضح هذه النقاط بمزيد من التفصيل.

5. 1. دمج المحميات الجيولوجية في خطط إدارة المنطقة المحمية

يوفر بروسر وآخرون (Prosser et al., 2018) إطارًا عامًا مفيدًا الحماية الجيولوجية. بعد جرد الحماية والاختيار، تعتمد خطة الادارة على مرحلتين: (1) تحليل احتياجات الحفظ، والتي يتطلب تقييم استخدام الموقع، وشخصيته، والتهديدات /حساسية؛ و (2) تخطيط الحماية وتسليمه.

بشكل أساسي ، تتضمن هاتان المرحلتان ستة متطلبات رئيسية لتناولها في دمج الحماية الجيولوجية في التحضيرلخطط الإدارة الشاملة للموقع الجيولوجي ودمجها في خطة إدارة المناطق المحمية في الحالات التي يتداخل الموقع الجيولوجي معها. هذا يتبع على نطاق واسع النهج الذي اشار اليه ويمبلدون وآخرون (Wimbledon et al., 2004). ويجب مراجعة إدارة الخطط وتحديثها بانتظام على أن يتم دمج ذلك في المناطق المحمية أو خطط إدارة (OECM)، حسب الاقتضاء.

1. جرد الموقع وتوثيق الاهتمامات الرئيسية

هناك مجموعة متنوعة من مظاهر التراث الجيولوجي بما في ذلك مكاشف الصخور، والاشكال الأرضية والتربة، ويمتد إلى مجموعة متنوعة من المقاييس الجغرافية من المكاشف الصخرية الصغيرة إلى المناظر الطبيعية التي تضم تجمعات من الصخور، والاشكال الارضية، والتربة. وهذه المظاهر يجب تحديد موقعها بدقة وتوثيقها داخل الموقع الجيولوجي. اعتمادًا على حجم الموقع الجيولوجي، سيتم تحقيق ذلك عادةً من خلال المزج بين المسح الميداني والتصوير التوضيحي الذي سيقوم به المتخصصون. ومع ذلك ، يجب أن تكون النواتج مقدمة في نموذج يمكن الوصول إليه من قبل الموظفين غير المتخصصين (مربع 5. 1.). يجب أن تكون عملية جرد الموقع الجيولوجي والتوثيق قد تم إجراؤها بالتفصيل الكافي لفهرسة ورسم خريطة دقيقة لمواقع كل المظاهر داخل الموقع الجيولوجي ، وتقديم التفاصيل من مكاشف الرواسب والصور التوضيحية لإظهارها لمديرو حماية المنطقة بالضبط من ناحية الاهتمام وموقعها داخل الموقع الجيولوجي. في بعض الحالات، قد تكون هذه عملية من مرحلتين: جرد أولي لجميع المواقع المرشحة داخل منطقة ما وبيان الاهمية ودلالاتها

المربع 5. 1.

تقارير توثيق الموقع وخطط الإدارة

تم دعم جميع المواقع الجيولوجية البالغ عددها 900 التي تم تحديدها على أنها ذات أهمية وطنية ودولية في اسكتلندا من خلال تقييم مفصل لقيمتها العلمية موثقة في مجلة الحماية الجيولوجية (Ellis, 2011). بالإضافة إلى ذلك، مساعدة مديري المواقع، وملاك الأراضي، والشاغلين، ويحتوي كل موقع على تقرير موثق وبيان إدارة الموقع الذي تم إنشاؤه بواسطة التراث الطبيعي الاسكتلندي (SNH).

تعمل تقارير توثيق الموقع على تحديد المظاهر الرئيسية المهمة داخل المواقع وتحديد موقعها. إنهم يستهدفون كلا من موظفو علوم الأرض (SNH) المكلفون بتقديم مشورة إدارية مفصلة، بالإضافة إلى الموظفين غير المتخصصين في علوم الأرض المطلوبة لإدارة المواقع. تستند التقارير إلى المسوحات الميدانية وهي مكتوبة بلغة غير فنية أو بلغة شرح المصطلحات الفنية بوضوح. عادةً ما تتضمن التقارير تفسيرات مبسطة ولكنها دقيقة للمختصين بعلم الأرض، وهي خريطة جيولوجية أو جيومورفولوجية توضح مواقع المظاهر محل الاهتمام، والاشارة لها بالصور وكذلك مواقعها داخل المواقع. تحتوي التقارير أيضا على توصيات الإدارة. وهي متاحة لمالكي، ومديري، ومستأجري الأراضي، وكذلك للمصالح الأخرى، ولكن لا يتم نشرها على الإنترنت. عندما تكون المواقع كبيرة ومعقدة، يتم إنتاج تقارير أكثر تفصيلاً كجزء من سلسلة التقارير المفوضة من (SNH) ، على سبيل المثال (Gemmell et al., 2001).

بيانات إدارة الموقع هي بيانات عامة أعدتها (SNH) لأصحاب ومديري ومستأجري أراضي (SSSI). وهي توضح أسباب تصنيف الموقع على أنه (SSSI) ويقدمون إرشادات حول الكيفية التي ينبغي أن تكون بها ميزاته الطبيعية الخاصة محفوظة أو محسّنة. وهي تتضمن وصفًا موجزًا للمظاهر المهمة في اللغة الإنجليزية البسيطة، وتقييمًا للحالة، ومخطط للإدارة الماضية والحالية ومجموعة من أهداف الإدارة. على سبيل المثال، قد يكون الأخير للحفاظ على المكاشف الجيولوجية في حالة مواتية بحيث تكون مرئية بوضوح ويمكن الوصول إليها لأغراض البحث والتعليم، وتشجيع وصول الزائر المسؤول إلى الموقع لأغراض الترفيه، والتعليم، و التفسير. تتوفر بيانات إدارة الموقع عبر الإنترنت من خلال رابط موقع (SNH).

الجدول 5. 1. تصنيف أنواع مواقع التراث الجيولوجي، والتهديدات النموذجية، وأهداف الحماية (بروسر واخرون (Prosser et al., 2018) مستنسخة باذن.

	نوع الموقع	رمز الموقع	التهديدات النموذجية	الحماية واهداف الإدارة
المكاشف أو الامتدادات	المقالع (المحاجر) النشطة والحفر	EA	ردم واجهات المقلع	الوصول الآمن للتسجيل والتجميع استعادة آمنة وصديقة الحماية مع الاحتفاظ بالوجوه المكشوفة للمقلع
	المقالع (المحاجر) المهجورة والحفر	ED	الترميم من خلال تعبئة الوجوه التدهور نتيجة التجوية وزحف الغطاء النباتي	المحافظة على وجوه المقلع المكشوفة السيطرة على زحف الغطاء النباتي
	المنحدرات الساحلية و الشاطئ	EC	مخططات حماية السواحل إعادة تنميط الجرف المراسي أو تطوير الشاطئ الأمامي	المحافظة على العمليات الطبيعية عدم تشجيع التطوير أمام أو فوق المكاشف الجيولوجية في المنحدرات
	النهر و أقسام الجداول	EW	إدارة النهر واستقرار الضفة سد النهر زحف الغطاء النباتي	المحافظة على العمليات الطبيعية السيطرة على زحف الغطاء النباتي
	المكاشف الارضية	EO	زحف الغطاء النباتي نشاط ترفيهي غير مناسب	عدم تشجيع التطور على المكاشف السيطرة على زحف الغطاء النباتي
	مكاشف المناجم والانفاق تحت الارض	EU	لا يمكن الوصول إلى المظاهر الفيضانات والانهيار	الوصول الآمن للتسجيل والتجميع البحث عن حلول طويلة الأمد للفيضانات وانهيار المناجم
	امتدادات مدفونة مهمة	EB	التطوير فوق المظاهر المدفونة الممارسة الزراعية التي تضرالمعالم المدفونة ، على سبيل المثال الحرث العميق	التأكد من عدم وجود عوائق مادية لتقييد حفر المعالم عند الحاجة
	الطرق والسكك الحديدية وتقاطعات القناة	ER	حجب المكاشف من خلال اعمال التثبيت باستخدام الخرسانة أو شبكة الصخور تدهور المكاشف من خلال التجوية وزحف الغطاء النباتي	التأكد من الاحتفاظ بالمكاشف إذا تم توسيع الطريق السيطرة على زحف الغطاء النباتي
التكامل	الجيومورفولوجية المستقرة (المتحجرة)	IS	استخراج المعادن زحف الغطاء النباتي أو غرس الأشجار	الحفاظ على تكامل المظهر عدم تشجع المقالع أو غرس الأشجار
	عملية جيومورفولوجية نشطة	IA	مخططات حماية السواحل مخططات إدارة الأنهار أعمال المقالع والتجريف	المحافظة على العمليات الطبيعية عدم تشجيع التنمية في المناطق التي يحتمل أن تتأثر في المستقبل بعمليات الهجرة
	الكهوف	IC	المقالع والتعدين التلوث جمع العينات بطريقة غير مسؤولة	الحفاظ على النظم الهيدرولوجية تعزيز الممارسة الجيدة مع مجموعات الكهوف
	الخسفة	IK	المقالع زحف الغطاء النباتي	الحفاظ على سلامة المظاهر السيطرة على زحف الغطاء النباتي
محدود	معدن محدود، متحجر، او عنصر جيولوجي اخر	FM	المقالع والتعدين جمع العينات بطريقة غير مسؤولة	إدارة التجميع لضمان أقصى قدر من المكاسب العلمية
	مقالب المناجم	FD	إعادة التنميط أو التسوية جمع العينات بطريقة غير مسؤولة زحف الغطاء النباتي	إدارة التجميع لضمان أقصى قدر من المكاسب العلمية السيطرة على زحف الغطاء النباتي
	محدودية المناجم والانفاق تحت الارض	FU	الفيضانات والانهيار جمع العينات بطريقة غير مسؤولة	الوصول الآمن للتسجيل والتجميع البحث عن حلول طويلة الأمد للفيضانات وانهيار المناجم
	مظاهر مهمة مدفونة محدودة	FB	المقالع أو التعدين التطوير فوق المظاهر المدفونة الممارسة الزراعية التي تضر المظاهر المدفونة ، على سبيل المثال الحرث العميق	التأكد من عدم وجود عوائق مادية لتقييد الوصول إلى المظاهر عند الحاجة إدارة التجميع لضمان أقصى قدر من المكاسب العلمية

(القسم 4. 2.)؛ و توثيق مفصل اكثرللمواقع الجيولوجية المؤكدة المبنية على قائمة جرد الموقع الأولي.

2. تحديد أهداف الإدارة العامة ومؤشرات الأداء

الحماية الجيولوجية مثل أي منطقة محمية أو مشروع الحماية يتطلب أهداف إدارة واضحة تعكس أنواع مختلفة من الاهتمام بالتراث الجيولوجي واستخداماتها المحتملة، وتم تحديدها للتأكد من أن الإدارة تركز على تحقيق الاهداف. يجب وضع أهداف محددة لكل موقع تعكس الإرشادات العامة، ولكنها تستهدف تفاصيل الموقع الجيولوجي كما يتضح من ويمبلدون وآخرون (Wimbledon et al., 2004). هذه يجب أن تحدد رؤية الظروف الملائمة للموقع (على سبيل المثال، سيكون 50٪ على الأقل من الموقع نظيفًا ويمكن الوصول إلى المكاشف لتسلسل صخري معين، ومظاهره الرئيسية). العوامل التي قد تؤثر على حالة الموقع (مثل الركام المتجمع، نمو الغطاء النباتي، إلقاء النفايات، الاضرار التي تنتج من وصول الزوار غير المقيد. بالإضافة إلى ذلك، فان السمات القابلة للقياس التي سيتم استخدامها لتحريك ملف استجابة الإدارة، يجب ان يحدد (على سبيل المثال إذا كانت أقل من 70٪ لم يعد الأفق الرئيسي مرئيًا بسبب تدهور المكشف).

في بريطانيا العظمى، تم تطوير مبادئ إدارة الحماية العامة لفئات مختلفة من المواقع، باستخدام تمييز مهم بين «المكشف» (أو «الامتدادات» ، مواقع «التكامل» و»المحدود « (الجدول 5. 1.) في بروسر واخرون (Prosser et al., 2006, 2018). ويستند المخطط على فرضية أن فئات مختلفة من الموقع له متطلبات صيانة مختلفة؛ على سبيل المثال، تختلف قضايا الإدارة في المقالع المهجورة عن تلك للمواقع الساحلية. يجب أن يكون لهذا النهج قابلية تطبيق أوسع. قدم بروسر وآخرون (Prosser et al., 2006) دراسات حالة محددة تحت كل من هذه الفئات.

مواقع المكاشف

تحتوي مواقع المكاشف على مظاهر جيولوجية (وحدات صخرية أو الرواسب) الواسعة مكانيًا تحت مستوى الأرض، أنه في حالة فقد موقع أو مكشف، فمن المحتمل أن يكون موقع آخر تم حفره في مكان قريب. وهذه تشمل حالات المكشف في المقالع النشطة والمهجورة، والمنحدرات الساحلية والنهرية، وتقاطع الطرق والسكك الحديدية، و مكاشف الصخور الطبيعية.

مبدأ الحماية الأساسية هي أن لا تؤدي إزالة المواد بالضرورة إلى الإضرار بالمورد حيث سيتم مشاهدة مكاشف جديدة من نفس النوع. الهدف الإداري الرئيسي لهذه المواقع هو انجاز وحفاظ على مستوى مقبول لمكاشف المظاهر المهمة، لكن الموقع الدقيق للمكشف ليس بالغ الأهمية. لا تتضرر المكاشف عادة بسبب المقالع أو التعرية ، لكن المكشف يمكن حجبه عن طريق طمر النفايات، وإغراقه بالقمامة، أو التدهور من خلال الانهيار، ونمو الغطاء النباتي. ومع ذلك، فقد يتم تعويض فقدان المكشف بواسطة الحفر الميكانيكي لمكاشف جديدة للحماية لمواقع مناسبة في مكان آخر.

تكامل المواقع

تكامل المواقع، هي مواقع جيومورفولوجية تشمل كل من المظاهر الثابتة (غير النشطة) (مثل التضاريس الجليدية في العصر الجليدي) والمظاهر النشطة مثل تلك التي يشكلها النهر، والساحل، والخسفة، و العمليات الجليدية المعاصرة. قد تكون هذه المواقع كبيرة و تتضمن مجموعات من المظاهر الثابتة والنشطة.

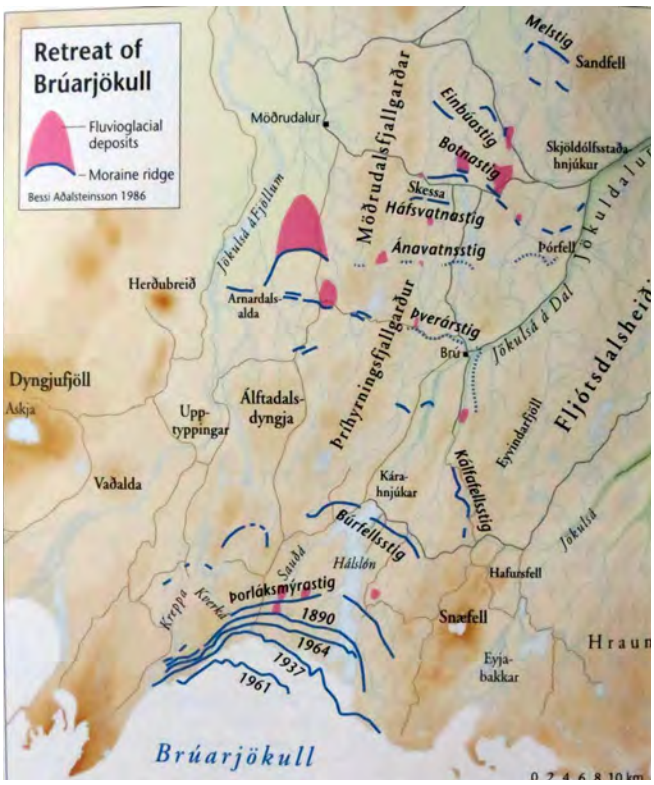
الصورة 5. 1. مثال على موقع مكشف يرى من البحر، شبه جزيرة ديل، متنزه ساحل بيمبروكشاير الوطني، ويلز. © روجر كروفتس

الصورة 5. 2. مثال على مكشف موقع مع الانهيار الطبيعي لوجوه الجرف التي تكشف عن مكشف صخري جديد. متنزه جاسموند الوطني ، ألمانيا. © روجر كروفتس

الصورة 5. 3. مثال على موقع تكامل نشط حيث يوجد نهر يوكولسا فجولوم الجليدي يخرج من جليد دنجوجوكول. متنزه فاتناجوكول الوطني، أيسلندا. © روجر كروفتس

صورة 5. 4. مثال على موقع تكامل غير نشط. رصيف من الحجر الجيري بالقرب من دولن في بورين ومنحدرات موهير الذي يمثل المتنزه الجيولوجي العالمي لليونسكو ومتنزه بورين الوطني، أيرلندا. © جون كون

صورة 5. 5. مثال لموقع محدود. موقع نادر للغاية، بسبب ظهور متحجرات (أحافير) نباتية مدفونة تحت الحمم البركانية الحديثة في يتريتونجا تجورنس، آيسلندا. © روجر كروفتس



الصورة 5. 6. توثيق التغيير الطبيعي عنصر مهم لتخطيط وإدارة المناطق المحمية. تراجع خرائط نهر جليدي آيسلندي في متنزه فاتناجوكول الوطني. © روجر كروفتس

من المحتمل أن يؤثر الضرر الذي يلحق بجزء واحد من موقع التكامل على قيمة الموقع بأكمله. ان هدف الإدارة الرئيسي للمظاهر الثابتة هو لحماية سلامة المورد: في حالة تلفها أو تدميرها، فان المظاهر لا يمكن استعادتها أو استبدالها لإنها فريدة من نوعها والعمليات التي شكلتها لم تعد نشطة. وكذلك سوف تتعرض للتلف الجزئي و التجزئة المثيرة للانتباه، بحيث يكون التكامل مهما الى درجة انه قد تفقد العلاقات المكانية بين التضاريس الفردية. عادة ما تكون هناك خيارات قليلة للتوفيق بين الحفظ و التطوير من خلال الإدارة أو الموازنة. اذ يعتمد التخفيف على الظروف المحلية وقد يشمل إعادة تحديد موقع أجزاء من التنمية لتجنب الاشكال الارضية الرئيسية. احيانا، قد يكون من الممكن إعادة بناء التضاريس أو التكرار لأغراض جمالية أو تعليمية، على الرغم من فقدان التكامل. وفي حالات أخرى، يمكن فرض قيود على وصول الجمهور، أو حتى رفض الإعلان عن وجود الموقع، ويمكن تبرير ذلك، لهشاشته.

يتمثل الهدف الرئيسي لإدارة الحفظ لمواقع التكامل في الحفاظ على قدرة العمليات النشطة على التطور بشكل طبيعي، مما يسمح لها بالعمل عبر معظم أو كل تنوعها الطبيعي، وبالتالي الحفاظ على المعدلات والمقادير الطبيعية للتغيير والتواصل بين مختلف المظاهر (على سبيل المثال بين الأنهار وسهولها الفيضية). والنتيجة هي أن الأشكال الأرضية التي تنتجها قد تتغير بمرور الوقت، وبعضها قد يكون مؤقتًا. ويمكنها أيضًا إعادة التشكيل في مواقع مختلفة. على سبيل المثال، قد يتم تدمير رواسب الحصى في قاع النهر في فيضان كبير ولكن يمكن إعادة تشكيلها حيث يتكيف نقل التصريف والرواسب مع ظروف التدفق «العادية». مواقع العمليات النشطة هي أيضًا عرضة للتغييرات خارج حدود موقع الحماية (على سبيل المثال من خلال التغييرات في المنبع التي تؤثر على تصريف النهر ومدخلات الرواسب). من المرجح أن يحدث هذا في المواقع ذات العمليات النهرية، أو الساحلية، أو الكهوف، أو المنحدرات، والمظاهر المرتبطة بها. قد تحتوي بعض المواقع النشطة أيضًا على أشكال أرضية غير نشطة تشكل جزءًا من إجمالي مجموعة التضاريس.

مواقع محدودة (Finite sites)

تشتمل المواقع المحدودة على مظاهر ذات مدى محدود سيتم استنفادها وتلفها في حالة إزالة أي مورد أو فقدانه. تشمل الأمثلة على ذلك، المواقع الجيولوجية ذات الصخور الحاملة للمتحجرات. قد تحدث في مجموعة من المواقع، بما في ذلك المقالع (المحاجر) النشطة وغير المستخدمة، والمقاطع الساحلية والنهرية. في بعض الحالات، قد يتم دفن العناصر الجاذبة بسبب الصعوبات العملية في الحفاظ على المكشف في الرواسب الرخوة، أو عن قصد كإجراء عملي لحماية عنصر مهم معرض للخطر بشكل خاص. تتطلب المواقع المحدودة تحكمًا وثيقًا في إزالة المواد أو فقدانها. وهي تشمل العديد من الرواسب المعدنية والمتحجرات (الأحفوريات)، ومقالب المناجم، والمناجم تحت الأرض والعناصر المهمة المدفونة (حيث من المعروف أن العناصر المهمة الموجودة تحت الأرض لا يمكن الكشف عنها إلا عن طريق التنقيب). بشكل عام، نادرًا ما تكون تدابير التخفيف أو التعويض ممكنة. عندما يتم استخدام موقع ما بشكل أساسي لأغراض البحث، فقد لا يكون من العملي أو الضروري الحفاظ على المكشف. في مثل هذه الحالات، يجب الحفاظ على الوصول للحفر مثلما هو مطلوب للدراسة. بشكل عام، يجب أن يكون هناك افتراض ضد التنمية في منطقة محمية اذا كان من شأنه أن يضر بها ويقوض أسباب حمايتها. عندما ينتج عن التطوير ضرر كبير لمنطقة محمية الحماية الجيولوجية ولا يمكن منعه أو تخفيفه بشكل مناسب، يجب البحث عن مواقع بديلة مناسبة للتنمية. في حالة عدم وجود أي من هذه البدائل، يجب السماح بالتطوير الذي من شأنه أن يؤثر سلبًا على الموقع فقط في حالة وجود أسباب مهيمنة للاستدامة أو الأهمية الوطنية. في مثل هذه الحالات، ينبغي السعي إلى تدابير التعويض، بما في ذلك إنشاء المكشف أو تحسين الموقع في مكان آخر إذا كان ذلك عمليًا، للحفاظ على قيمة التراث الجيولوجي للموقع أو المنطقة واستعادتها وحيثما أمكن ذلك. يوفر القسم 6 إرشادات أكثر تفصيلاً حول تهديدات محددة وكيفية التعامل معها.

3. تحليل التهديد (Threat analysis): تقييم المخاطر وقابلية التعرض للضغوط والتهديدات

للمساعدة في تحديد أولويات إجراءات الإدارة، وتحليل التهديدات، وتقييم المخاطر من أنواع مختلفة من النشاط البشري وضرورة إجراء تغييرات طبيعية (انظر القسم 6 للحصول على التفاصيل). ان مبادئ ومنهجية استراتيجية التقييم البيئي، وتقييم الأثر البيئي، وتطبيق مبدأ الاحتياط يوفر تقديم قوالب قيمة (Cooney, 2004; Cooney & Dickson, 2005).

4. مراقبة حالة الموقع (Site condition monitoring)

يعد الرصد الدوري لمناطق الحماية الجيولوجية أمرًا ضروريًا لتحديد حالة وظروف المظاهر موضع الاهتمام، وما إذا كانت تتغير وكيف يتم ذلك، وما إذا كان يتم الوفاء بأهداف الحماية. لا يتم إنجاز هذا العنصر بسهولة وغالبًا ما يتم تجاهله ، خاصةً إذا

الصورة 5. 7. رسم التغييرات التاريخية في مصب النهر أمر ضروري لتطوير الإدارة المستقبلية للمنطقة المحمية. متنزه سكجيرن الوطني، الدنمارك.
© روجر كروفتس

كانت الموارد محدودة.

يتعامل هذا القسم مع مراقبة حالة الموقع البسيطة والسريعة نسبيًا التي يمكن أن تفيد إدارة الحماية. أكثر المناهج التفصيلية لرصد ومراقبة المناطق المحمية ذات الصلة بقضايا السلامة تم أخذها في الاعتبار في القسم 5. 5.

توجد عدة مخططات مقترحة لرصد المواقع، على سبيل المثال في بريطانيا العظمى (Werritty et al., 1998; Ellis, 2004) ، وفي إسبانيا (Garcia-Cortes et al., 2012) ، وفي تسمانيا، استراليا (RPDC, 2013). وبشكل أكثر تحديدًا ، أنشأت خدمات المتنزهات القومية الأمريكية ارشادات لرصد الموارد الجيولوجية وعلم المتحجرات (الأحفوريات) (Santucci & Koch, 2003; Santucci et al., 2009). يجب وضع بروتوكولات للمراقبة، بما في ذلك إنشاء خط الأساس، وقائمة المعالم الرئيسية المقاسة والأهداف (الجدول 5. 2.). تنطبق مؤشرات تكامل الموقع على المواقع ذات الأهمية الخاصة الحماية الجيولوجية حيث تم تحديد درجة التكامل الفيزيائي أو تدهور المواقع والمظاهر على أنها قضية تتعلق بالحماية الجيولوجية؛ تم القيام بذلك في المثال التسماني المذكور أعلاه. مؤشرات سلامة العملية لقياس درجة تكامل أو تدهور العمليات الجيومورفولوجية والتربة: هذه العمليات تحكم سلامة المواقع على المدى الطويل، وخصائص وأنظمة الحماية الجيولوجية والأهمية (العامة). توفر مؤشرات سلامة العملية مقياسًا لاستدامة العمليات، والاشكال الارضية الطبيعية، والتربة (RPDC, 2013). كما تم تطوير مجموعة من المؤشرات الجيولوجية للمتنزهات الوطنية في كندا (Welch, 2004).

يتم تحديد وتيرة المراقبة من خلال التدهور المتوقع للموقع. يجب أن تتبع المراقبة المناسبة إجراء علاجي بالشراكة مع مالكي المواقع والمديرين كجزء من مراجعة خطة الإدارة (Wimbledon et al., 2004). على ان يكون التصوير الفوتوغرافي أداة مهمة. على سبيل المثال، خمس سنوات من المحتمل أن يكون هناك ما يبرره لدورة مراقبة للمعالم الهشة، مثل حجر الترافيرتين الجيري، مع دورة أطول بكثير لأكثر من عشر سنوات للصخور الصلبة.

في إسبانيا، نفذ نهج جديد لمراقبة الموقع والإشراف عليه. هذا يتضمن برنامج وطني (Apadrina Una Roca) تبني الصخرة ('Adopt a Rock') ، حيث ينضم المتطوعون لزيارة المواقع بشكل سنوي وتقديم تقرير إلى هيئة المساحة الجيولوجية من إسبانيا بشأن أي تهديدات أو حوادث (http://www.igme.es/patrimono/ApadrinaUnaRoca.htm) بينما لا يحل محل مراقبة حالة الموقع الرسمي، يمكن أن يوفر مثل هذا النهج في وقت مبكر تحذير من التهديدات أو تدهور حالة الموقع بشكل كبير.

مثال آخر على برنامج ناجح هو حالة مراقبة الموقع التي إجريت للمناطق المحمية في بريطانيا العظمى. بناءً على مجموعة من المعايير المشتركة (JNCC, 2019). قدم وكنال (Wignall) في عام (2019) تفاصيل المنهجية المطبقة على مظاهر التراث الجيولوجي في (SSSIs) في اسكتلندا خلال الفترة (1999-2019). رصد 666 مظهر من مظاهر التراث الجيولوجي، فكان 3٪ منها ضرر لا يمكن الرجوع اليه، و 10٪ بحاجة الى إجراءً علاجيًا ل لإعادتهم إلى حالة ملائمة.

5. تحديد المناطق لتسهيل الإدارة (Identification of zones to facilitate management)

كل جزء من المنطقة المحمية لن يكون بنفس قيمة الحماية، وبالتالي قد يحتاج البعض نظم إدارة مختلفة، شريطة أن يكون الهدف هو الحماية العامة نوصي باستخدام فئات إدارة المناطق المحمية ل (IUCN) (القسم 5. 4.) باعتبارها أداة مناسبة لتقسيم المناطق.

صورة 5. 8. إيصال رسالة حول الأخطار بطريقة بسيطة للجميع. فيلم فكاهي من إنتاج شركة متنزه كوتوباكسي الوطني، الإكوادور.
© روجر كروفتس

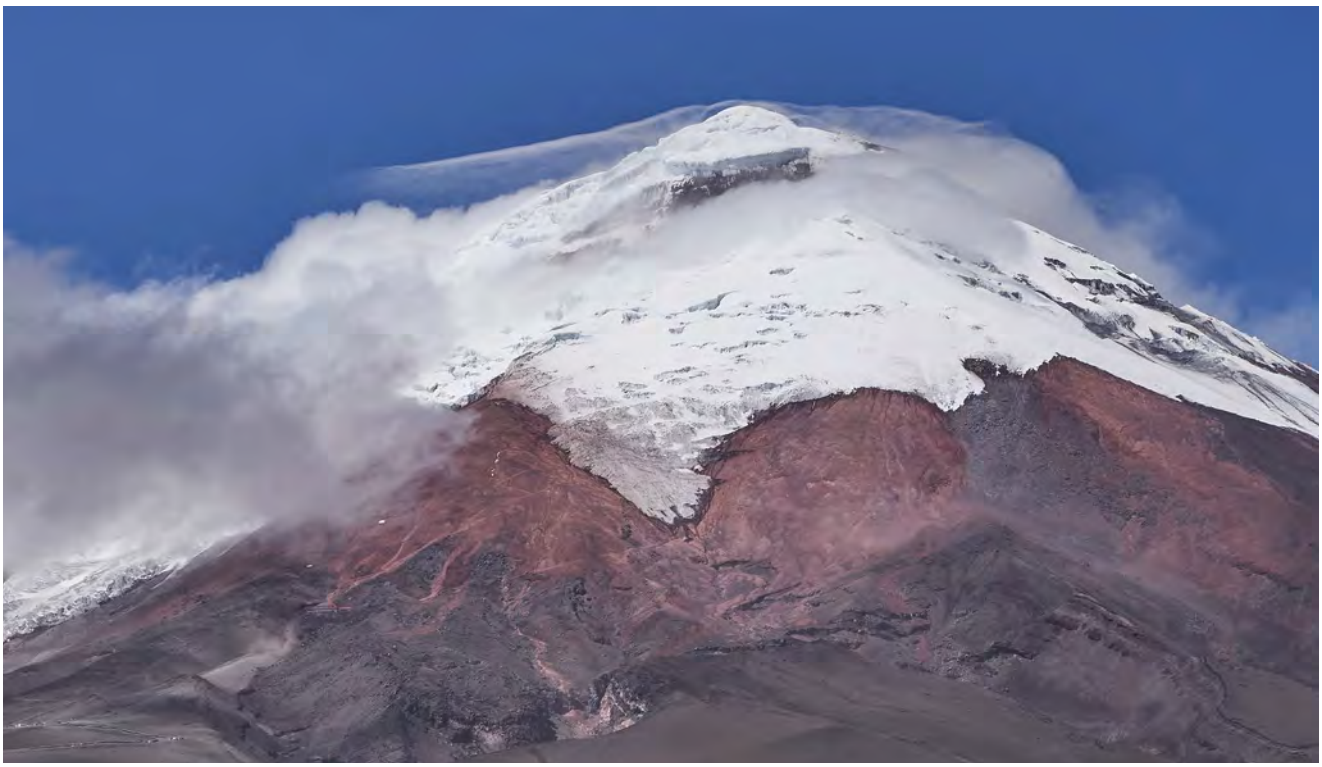
الجدول 5. 2. الظروف الموصى بها لرصد حالة الموقع والأهداف العامة، مقتبس من (Ellis, 2004; RPDC, 2013; Wignal, 2019).

الصفات	الوصف	الهدف العام لظروف ملائمة
تكامل الموقع: الصفات الفيزيائية	تشير هذه الصفة إلى الظروف الفيزيائية للمظاهر التي تشكل أساس اختيار الموقع، بما في ذلك عدم وجود اضطراب، أو ضرر فيزيائي، أو تجزئة العناصر المهمة. الصفات الفيزيائية للمظاهر الرئيسية تشمل: المدى، والتكوين، وهيكل المظاهر، وعند ما يكون ملائما تضاف الكمية والتشكيل. لمواقع العمليات النشطة، تشمل الصفات الفيزيائية أيضًا وجود التضاريس وغيرها من الخصائص الفيزيائية (مثل التعرية أو الترسيب)، مما يشير إلى أن العمليات لا تزال نشيطة.	الصفات المادية للمظاهرالرئيسية وبقاء السلامة المادية للموقع سليمة وغير مظطربة.
تكامل الموقع: الرؤيا	تشير هذه الصفة إلى عدم وجود إخفاء (على سبيل المثال من الغطاء النباتي، وانهيار المنشأ، والمنشآت الهندسية أو المباني) للمظاهر الرئيسية التي تشكل أساس اختيار الموقع وما إذا كان قريب نسبياً و / أو مناظر بعيدة متاحة و يمكن الوصول اليها بأمان.	تظل المظاهر الرئيسية للموقع مرئية في المناظر القريبة والبعيدة، حسب الاقتضاء.
تكامل العملية: حركية العملية	تتم مراقبة هذه الصفة لمظاهرالعملية الجيومورفولوجية النشطة فقط. مما يشير إلى قدرة العمليات الجيومورفولوجية التي تشكل أساس اختيار الموقع ليتطور بشكل طبيعي ودون عوائق. يجب ألا تكون هناك قيود مصطنعة (على سبيل المثال من الدفاعات الساحلية أو حماية ضفة النهر). أنشطة مثل استخراج الرمل والحصى قد يعطل أيضًا العمليات الطبيعية. وتكون ذات صلة بهذه الصفة وكذلك للصفات الفيزيائية. بالإضافة إلى العوامل الخارجية التي قد تؤثر أيضًا على ديناميكيات العملية داخل الموقع (على سبيل المثال، تركيب السدود على النهر).	العمليات الجيومورفولوجية الطبيعية التي تمثل المظاهر الرئيسية للموقع، تشمل مستوى النشاط والامتداد المكاني، لا يتم تعطيلها أو إعاقتها.
المؤشرات السلبية	تشير هذه الصفة إلى وجود أي عوامل، وأنشطة، أوالتغييرات التي قد تحدث في محيط الموقع والتي تؤثر سلبًا عليها في المستقبل (مثل رمي النفايات ، من المحتمل نمو الأشجار المزروعة ذاتيًا أو التعرية المتزايدة مما يتطلب الدفاعات الساحلية). يمكن استخدام المؤشرات السلبية لتحديد ما إذا كان مراجعة ادارة الموقع مطلوبة. القضايا التي تؤثر بالفعل على الصفات الأخرى المذكورة أعلاه ذات صلة هنا أيضًا إذا كانت كذلك من المحتمل أن تتطلب مراجعة لإدارة الموقع لمنعها أصبحت قضايا مستمرة.	لا توجد أنشطة أو تغييرات واضحة على مقربة من الموقع التي قد تؤثر في المستقبل على واحد أو أكثر من الصفات الواردة أعلاه.

على سبيل المثال، منطقة محمية قد يكون موقع الحماية الجيولوجية من الفئة الثالثة محاطًا بالكثيرمن مناطق أكبر من الفئة الثانية أو الخامسة. في الواقع، ستكون هناك حالات حيث يوجد عدد من عناصر التراث الجيولوجي المهمة تتطلب الحماية داخل منطقة محمية، وانطقة مركزية (core zones) متعددة وانطقة عازلة (buffer zones) محيطة هي النهج الملائم.
ان تحديد وإدارة الانطقة المركزية والعازلة لمناطق الحماية الجيولوجية تعتمد على سبب محدد للتعيين وبالتالي نوع المنطقة كونها محمية. من المحتمل أن يكون هناك اختلاف جوهري بين تعريف الانطقة المركزية والعازلة للمناطق الصغيرة المنفصلة - على سبيل المثال، لحماية مظهرتراث جيولوجي معين، مثل نصب تذكاري وطني - والمواقع الجيولوجية الكبيرة التي تجمع العديد من المظاهر وحيث المحافظة على وظيفة أداء عمليات الأرض أمر بالغ الأهمية. تتطلب الحالة الأخيرة النظر في العمليات اللاأحيائية على مقياس اكبر نظام بيئي. على سبيل المثال، الحفاظ على معالم وادي النهر وبسبب عدم امكانية استدامة التنوع البيولوجي والتنوع الجيولوجي المهم دون ضمان أن نظام المياه أعلى المنبع من المنطقة المحمية قد تغيرجذرياً بصورة غير طبيعية أو تضرر بشكل كبير من النشاط البشري. وبالمثل ، في حالة المظاهر الجيومورفولوجية مثل الكهوف فان إدارة الأنشطة البشرية في مستجمعات المياه الأوسع ربما تكون ضرورية لحماية المظاهر ذات الأهمية في أنظمة الكهوف في اتجاه اسفل مجرى النهر.

6. تقييم الفرص المحتملة للتفسير، والترويج، والسياحة الجيولوجية

كجزء من الترويج، والتفسير، والتعليم، يجب أن يتضمن توفير إدارة الزوار في المواقع الحساسة تقييمًا مناسبًا للمخاطر والقدرة على التحمل (انظر القسم 8 لمزيد من التفاصيل). ليست كل المواقع الجيولوجية مناسبة للسياحة الجيولوجية، على سبيل المثال بسبب حساسية الاهتمام أو المخاطر الخاصة أو قيود الإدارة الأخرى. ستكون بعض المواقع حساسة للغاية. على سبيل المثال، تحتاج مواقع المتحجرات (الأحافير) والمعادن النادرة إلى الحماية من أنشطة الجامعين التجاريين والجمع غير المسؤول للمتحجرات (للأحافير)،مما قد يضر بالمصلحة العلمية ويقلل من فرص المزيد من البحث. قد تكون المواقع الأخرى عرضة للتهديد بسبب المشي عليها، الأمر الذي من شأنه أن يلحق الضرر وربما حطام المواد الهشة لأشكال الحمم الجديدة. إدارة الوصول من خلال أنظمة التصاريح أو من خلال الزيارات المصاحبة هي طرق واضحة التعامل مع الحساسية التي سيكون عليها مديرو المناطق المحمية على دراية جيدة. اذا يوجد اهتمام ثقافي و / أو روحي بموقع ما، يجب الاهتمام أيضًا بصيانة الوصول التقليدي. في حالة المواقع، عندما يكون الاهتمام في العمليات النشطة، أو ان التخفيف من المخاطر التي يتعرض لها الزوار غير عملي، سيكون تقييم المخاطر المعززة ضرورية، وكذلك تنفيذ الإجراءات المناسبة، بما في ذلك الاستبعاد أو إعادة توجيه وصول الزائر وإدارة توقعات الزائرين (انظر الأقسام 5. 3. و 5. 4. و 5. 6.).



الصور 5. 9. و 5. 10. لاهار، وهو تدفق طيني، ناتج عن ثوران بركان كوتوباكسي، الإكوادور، مما تسبب في دمار، وفي كثير من الأحيان خسائر في الأرواح 5. 9. © خوسيه بريلها، 5. 10. © روجر كروفتس

الجدول 5. 3. عمليات المناطق المحمية التي تستفيد من خبرة علوم الأرض.

تشغيل المناطق المحمية	طبيعة العمل	مساهمات خبرة علوم الأرض
بناء وصيانة الطرق والمداخل	اختيار أنواع المواد للطرق والمسارات	.يجب تقييم المواد ذات المصادر الخارجية من حيث التوافق البيئي و الجيولوجي داخل المنطقة المحمية ومدى ملاءمة هندستها كمادة للطرق وفعاليتها من حيث التكلفة. والمواد ذات المصادر الداخلية بحاجة إلى تقييم على حد سواء لتأثير المقالع (المحاجر) المحتملة في المنطقة المحمية والملاءمة الهندسية للمواد.
بناء مسار المشي	اختيار المسار	معرفة حساسية سطح الأرض للتلف (على سبيل المثال، الرواسب البركانية الهشة، التندرا مع ذوبان السطح في الصيف) المطلوب، هل هناك حاجة إلى سطح طبيعي أو مواد اصطناعية (مثل الممشى الخشبي) و ما إذا كانت طرق أحادية الاتجاه أو مسارات العودة مناسبة.
بناء مسار المشي	اختيار أنواع المواد لمسارات المشي	يجب تحديد تقييم المواد الأصلية لمسار المشي لتتلائم مع تقنيات البناء المناسبة وطبيعة الصيانة المستقبلية لإدارة المسار. في المناظر الطبيعية البركانية، قد تكون تدفقات الحمم المتتالية متغيرة كيميائياً، فتقدم أنواع مواد للمسار بملاءمة مختلفة.
مواد بناء	اختيار واستخدام الصخور مواد البناء	يجب المباشرة بتقييم التوافق، والملائمة الهندسية، والبيئية، لمواد البناء الصخرية المنقولة من مصادر خارجية للاستخدام داخل المحمية. يجب النظر بعناية في المنطقة واخضاعها لتقييم الاثرالبيئي في حالة أي استخراج صخري من داخل المحمية.
سدود المياه	بناء المياه داخل الحديقة السدود لعمليات الحريق أو نقاط ري الحياة البرية	يجب المباشرة بتقييم ملاءمة المادة الجيولوجية الاصلية لاستضافة مياه السد
تجاويف المياه	توفير فتحات مائية لاستهلاك الإنسان أو الحياة البرية أو لعمليات مكافحة الحرائق	يجب القيام بتقييم الموضع الأمثل لحفر المياه على أساس الطبقات تحت السطحية
هياكل التحكم في التعرية (التآكل)	بناء هياكل السيطرة على التعرية	يجب تقديم مساهمات فنية للتصميم، وتحديد مستوى هياكل التحكم في التعرية المثبتة لترميم المناظر الطبيعية و اعمال اخرى.
الأمان: مراقبة استقرار الصخور	مراقبة استقرار الصخور	يجب إكمال المراقبة الروتينية للتراكيب الطبيعية التي لديها قضايا السلامة، مثل احتمال الانهيار. يمكن أن تشمل هذه المنحدرات المعلقة، أو الكهوف، أو الصخور غير المستقرة في الجبال شديدة الانحدار.
الأمان: البراكين الخطرة	تسهيل مراقبة البراكين النشطة او الخاملة	يجب استكمال بيانات المراقبة الروتينية للبراكين بالتعاون مع منظمات المسح الجيولوجي، بما في ذلك احتمال حدوث ثوران.
السلامة: البيئات الحرارية	تسهيل مراقبة السخان الطبيعي وحقول المياه الجوفية شديدة السخونة	يجب إكمال المراقبة الروتينية لهذه البيئات القاسية لإدارة سلامة الزوار. يجب تحديد المسؤوليات المحددة لحماية الأنواع المتطرفة.
السلامة: تدفقات لاهار	المراقبة لتوفير التحذير لهذه الأحداث الخطيرة	المراقبة الروتينية لتحديد التحذير من الأحداث السريعة الحركة ضرورية لحماية الجمهور.
السلامة: غازات - البراكين الخطرة	تسهيل مراقبة مستويات الغازات الخطرة مثل ثاني أكسيد الكبريت في المناظر الطبيعية البركانية	يجب إكمال المراقبة الروتينية لهذه البيئات البركانية الشديدة لإدارة سلامة الزوار، ويفضل أن يكون ذلك مع منظمات المسح الجيولوجي.
الأمان: الغازات الخطرة - الكهوف	مراقبة الغازات داخل الكهوف مثل ثاني أكسيد الكربون والرادون	يتم إجراء مراقبة للجو داخل الكهف لضمان سلامة المستخدمين. تشكل تراكيز ثنائي أوكسيد الكربون العالية خطرًا على الصحة وقد تصل في حالات استثنائية إلى مستويات مميتة. قد يتعرض الموظفون الى تراكم جرعة إشعاعية من غاز الرادون.
الأمان: مستجمعات مياه الخسفات	هطول الأمطار الغزيرة في خسفات مستجمعات المياه	يتم تتبع أحوال الطقس المحلية لمنع أي آثار على الزوار، بما في ذلك علماء الكهوف، بسبب الظواهر المناخية المتطرفة، والأمطار الغزيرة وتدفقات المياه تحت السطحية الشديدة.
الأمان: النشاط الزلزالي والتسونامي	التعاون في رصد النشاط الزلزالى	يتم جمع معلومات النشاط الزلزالي لتوفير البيانات لمديري المناطق المحمية للتنبؤ بالتأثير المحتمل لموجات التسونامي على الزوار والموظفين. يجب مراعاة إمكانية حدوث تسونامي في التخطيط، والتصميم، وموقع مسارات المشي الساحلية التي يحتمل أن تكون معرضة للخطر.

تشغيل المناطق المحمية	طبيعة العمل	مساهمات خبرة علوم الأرض
تغير المناخ: الجليد	رصد موسم تجميد وذوبان البحيرات	يجب أن يتم تتبع "التجميد الأول" السنوي و "الذوبان الأول" للجليد على البحيرات الجبلية لتحديد أي تغيرات طويلة الأجل بسبب تغير المناخ.
تغير المناخ: الأنهار الجليدية	مراقبة الانخفاض في حجم الأنهار الجليدية الجبلية	يجب تتبع امتداد وسرعة ركود الأنهار الجليدية الجبلية، وتراكم المياه الذائبة في البحيرات الجليدية، وإمكانية حدوث فيضانات في البحيرة بسبب تغير المناخ. ينبغي إجراء تقييم لمخاطر زيادة الأخطار الناجمة عن تساقط الصخور والرواسب غير المستقرة عقب انحسار الأنهار الجليدية وذوبان جليد التربة.
تغير المناخ: تغييرات العملية الساحلية	مراقبة التغيير في حالة المظاهر الساحلية	يجب إجراء تقييم لتأثيرات ارتفاع مستوى سطح البحر وتوغل المياه المالحة في الداخل، وتوقع العواصف المتزايدة على المظاهر الساحلية، بما في ذلك المخاطر المتزايدة من الانهيارات الصخرية أو الانزلاقات الأرضية على السواحل شديدة الانحدار كأساس لاستجابات الإدارة المحتملة.
تغير المناخ: تغييرات العملية النهرية	مراقبة التغيير في حالة أنظمة الأنهار	يجب إجراء رصد لتأثيرات العواصف الأكثر شدة في مستجمعات المياه وفي اتجاه اسفل مجرى النهر للمساعدة في تحديد أي استجابة إدارية لتغيير أشكال الأرض أو معدلات التعرية أو غيرها من الآثار.
تغير المناخ: تغييرات جليد التربة	مراقبة التغيير في حالة مناطق جليد التربة	يجب أن يتم تتبع ذوبان جليد التربة والتأثيرات على المناظر الطبيعية للمنطقة المحمية، وأنظمة الوصول والمنشآت ، بما في ذلك تقييم المخاطر المتزايدة من الصخور أو الانهيارات الأرضية والآثار على السلامة العامة.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 12: اتبع الإطار العام المكون من مرحلتين لتحليل احتياجات وتخطيط الحماية، والتسليم لدمج الحماية الجيولوجية في خطط إدارة المناطق المحمية.

5. 2. الحماية الجيولوجية و عمليات المناطق المحمية

تم وصف عمليات الإدارة للمنطقة المحمية بالتفصيل في (Jacobs et al., 2015). وهذا يشمل إرشادات حول برمجة، وتخطيط، وتوصيل العمليات. توصف العمليات بأنها «التنفيذ التكتيكي للمشاريع المرتبطة بالبرامج المركزة استراتيجيًا «، والتي بشكل أساسي تغطي معظم الإجراءات في منطقة المحمية. يعد فهم اهتمامات علوم الأرض أمرًا مهمًا بشكل خاص خلال مراحل التخطيط للعملية. تلقى معظم موظفي المستوى الثالث، في المناطق المحمية، الحاصلين على بعض التدريب في الخلفية في علوم الأرض، إما في المدرسة الثانوية أو كموضوع جامعي. قد يتم تدريب بعض الحراس كعلماء في الأرض والعمل جنبًا إلى جنب مع علماء النبات، وعلماء الحيوان، والأنثروبولوجيا، و الزملاء المتخصصين الآخرين في المناطق المحمية. هناك الكثير من مجالات العمل لاستخدام خبراتهم الجيولوجية والتدريب (الجدول 5. 3.).

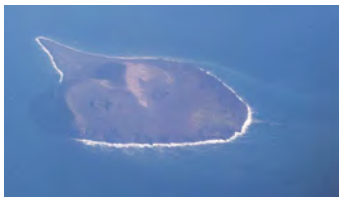
ارشادات أفضل الممارسات رقم 13: استخدام نهج منظم لتوجيه عمليات الإدارة، بما في ذلك مدى ملاءمة المواد للممرات والمباني، واستعراضات السلامة للمخاطر الكبرى، وتأثيرات تغير المناخ.

5. 3. تطبيق فئات الإدارة الحماية الجيولوجية في المنطقة المحمية (IUCN)

حدد (IUCN) ست فئات من المناطق المحمية (واحدة مع تقسيم فرعي) ، اعتمادًا على كيفية إدارة المنطقة ؛ قدم دودلي (Dudley, 2008) الأساس المنطقي، اضاف ستولتن واخرون (Stolton et al., 2013) تفاصيل أكثر. قد تكون، مظاهر وعمليات التراث الجيولوجي المهمة موجودة في جميع فئات المناطق المحمية (الجدول 5. 4.).

توجد مناطق محمية مهمة للتنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي في جميع الفئات، على الرغم من أن بعض فئات الإدارة من المرجح أن يتم تطبيقها على المناطق المنفردة أو الموضوعة جانباً بشكل أساسي لأهميتها الجيولوجية أو الجيومورفولوجية. الفئة 1 أ، هي الحفاظ على الطبيعة الصارمة، قد يكون خيارًا مهمًا للمواقع ذات التراث الجيولوجي الهش للغاية. الصخور والتضاريس في بعض الأحيان أكثر هشاشة من النباتات الحية، لأنه لا يمكنها ان تحل محل المتدهورة منها. الاحتياطات الواجب اتخاذها لحماية طبقات المتحجرات (الأحافير) التي تعتبر مهمة في رسم تاريخ الأرض أن يكون من الفئة 1 أ ، حيث لا يمكن للزوار الوصول اليها إلا على ممرات محددة أو ممرات خشبية. بعض المتنزهات الوطنية الكبيرة من الفئة الثانية (II) تم تصميمها بشكل أساسي لمظاهر التراث الجيولوجي الخاصة بهم. الفئة الثالثة (III)، النصب الوطني، من المحتمل أن يكون مفيدًا للمواقع الجيولوجية بسبب تعيينه، بشكل عام، في الأماكن التي تحتوي على مظهر معين ، مثل كهف، أو تكوين صخري، أو مكشف معادن. الفئة الرابعة (IV) ، التي تهدف إلى حماية الأنواع والموائل، لن تكون كذلك في العادة مناسبة للمواقع الجيولوجية، ولكنها قد تتضمن مع ذلك مواقع بها المكاشف الصخرية، أو المنحدرات، أو المظاهر الأخرى التي توفر الموائل؛ مناطق لمعادن معينة، أو أنواع التربة أو الصخور وتخطيط الحماية، الارضية و العمليات الجيومورفولوجية التي تدعم تنوع الموائل والانواع و اضطراب الأنظمة. المناظر الطبيعية المحمية ومناطق الاستخدام المستدام (الفئتان V و VI على التوالي) أقل احتمالًا لاستخدامها في المواقع المخصصة أساسًا الحماية الجيولوجية على الرغم من أنها قد تكون مناسبة في الحالات التي تساهم فيها الجيولوجيا أو الاستخدام التقليدي للصخور أو المعادن، على سبيل المثال، في تطوير مشهد ثقافي.

الجدول 5. 4. التراث الجيولوجي وفئات إدارة المناطق المحمية حسب (IUCN).

ت	رقم الفئة؛ الاسم	الوصف	مثال التراث الجيولوجي	الصورة
أ1	(أ1) محمية طبيعية صارمة	محمية بشكل صارم للتنوع البيولوجي وربما أيضًا للمظاهر الجيولوجية والجيومورفولوجية، حيث يتم التحكم، ومحدودية الزيارات البشرية، والاستخدام، والتأثيرات، لضمان توفير قيم الحماية	سرتسي، أيسلندا: الجزيرة البركانية التي ظهرت عام 1963، مع وصول صارم يقتصر على البحث العلمي	 © Roger Crofts
ب1	(ب1) منطقة برية	عادة ما تكون كبيرة غير معدلة أو طفيفة التعديل، مع الاحتفاظ بطبيعتها الخاصة والمؤثرة، بدون سكن بشري دائم أو مهم، محمية ومدارة للحفاظ على حالتها الطبيعية	منطقة الغابة المتحجرة البرية، الولايات المتحدة الأمريكية: مساحة كبيرة لأشجار متحجرة	© José Brilha
II	(II) متنزه وطني	مناطق طبيعية كبيرة أو شبه طبيعية لحماية العمليات البيئية على نطاق واسع مع الأنواع المميزة والنظم البيئية ، والتي أيضًا تقدم توافقاً بيئيا وثقافيا مع القيم الروحية، والعلمية، والتعليمية، والترفيهية، وفرص الزيارة	حديقة كليمنجارو الوطنية، تنزانيا: بركان مركزي كبير في شرق إفريقيا، الوادي المتصدع	© Roger Crofts
III	(III) نصب أومظهر طبيعي	مناطق لحماية نصب طبيعي معين الذي يمكن أن يكون شكل ارضي،جبل بحري، كهف بحري، مظهر جيولوجي مثل كهف، أو مظاهر حية مثل البستان القديمة	جينولان، حماية خسفة، أستراليا: كهوف مهمة تضم متحجرات بحرية سيلورية	© Anne Musser
IV	(IV) الموئل / منطقة إدارة الأنواع	مناطق لحماية أنواع معينة أو الموائل، والإدارة تحدد هذه الأولوية؛ سيحتاج الكثيرمن التدخلات المنتظمة والفعالة للوفاء باحتياجات أنواع معينة أو الموائل، ولكن هذا ليس شرطا من هذه الفئة	جزيرة رم، اسكتلندا، المملكة المتحدة: التشكيلات البركانية والتضاريس المحيطة بالجليد	© Roger Crofts
V	(V) المناظر الطبيعية أو المناظر البحرية المحمية	المناطق التي يتفاعل فيها الناس مع الطبيعة على مر الزمن، مما أنتج صفة مميزة، مع قيمة بيئية، وبيولوجية، وثقافية، ومناظر طبيعية هامة، حيث الحفاظ على سلامة التفاعل أمر حيوي لحماية واستدامة المنطقة و الحفاظ على ترابط الطبيعة مع القيم الأخرى	الهييرو جيوبارك، جزرالكناري، إسبانيا: جزيرة حديثة جيولوجيا، مع مظاهربركانية محفوظة جيدًا، وتضم العديد من المناطق المحمية من الفئة (V)	© http://c0.thejournal.ie/media/2014/04/el-hierro-390x285.jpg
VI	(VI) المناطق المحمية ذات استخدام مستدام للمصادر الطبيعية	المناطق التي تحافظ على النظم البيئية ، جنبا إلى جنب مع القيم الثقافية المرتبطة بها وأنظمة إدارة الموارد الطبيعية التقليدية؛ عموماً وبشكل رئيسي في الظروف الطبيعية، مع نسبة إدارة للموارد الطبيعية المستدامة، وحيث المستوى المنخفض لاستخدام الموارد الطبيعية غير الصناعية المتوافق مع الحفاظ على الطبيعة، فيُنظر إليه على أنه أحد الأهداف الرئيسية.	متنزه الحاجز المرجاني العظيم الوطني، كوينزلاند، أستراليا: نطاق استخدام عام موقع جروس مورن للتراث العالمي ومتنزه وطني، كندا: مساحة المجتمع (يمتد لأكثر من 180,000 هكتار؛ منزل الأجداد من شعب ميكماج)	© fairfaxstatic.co.au

على نطاق أوسع، المناطق المحمية ذات العديد من القيم التي تضم أيضا، من قبيل الصدفة، التراث الجيولوجي يمكن العثور عليها في أي فئة. يشير متنزه ثينجفيلير الوطني، أيسلندا (الفئة II)، على أنه المنطقة التي تتباعد فيها الصفائح التكتونية لأمريكا الشمالية وأوراسيا، ولكن لها أيضًا قيمة ثقافية هائلة في أيسلندا لتنظيم البرلمان الأول، الثنك، وبسبب ذلك ادرجت في قائمة التراث العالمي (انظر الصورة 4. 6.). تم شراء جزيرة رم، اسكتلندا (الفئة IV) في البداية كمحمية طبيعية لقيم التراث الجيولوجي الفريد من نوعه، ولكنها كذلك أيضا مستعمرة تكاثر مهمة للغاية لمانكس شير ووتر (بوفينوس بوفينوس)، (*Puffinus puffinus*)، وله قطيع مهم ومدروس كثيرًا من الأيل الأحمر البري (سيرفس ايلافوس) (*Cervus elaphus*). تتمتع إسبانيا بنطاق براكين دي لا كاروتكسا (de la Garrotxa)، (الفئة V) بمناظر طبيعية فريدة من البراكين المنقرضة إلى جانب دورها المهم في الحفاظ على الثقافة التقليدية للمناظر الطبيعية والحياة البرية المرتبطة بها.

بعض من أروع المناظر الطبيعية على هذا الكوكب تهيمن عليها التكوينات الجيولوجية الرائعة أو الظواهر الجيومورفولوجية والعديد منها مناطق محمية. على سبيل المثال ، متنزه توريس ديل باين الوطني (Torres Del Paine) المذهل الذي تبلغ مساحته 180 ألف هكتار في جنوب تشيلي هو نموذج مثالي للمناظر الطبيعية الجليدية التي كشفت عن لاكوليت الجرانيت الأبيض الدراماتيكي المتوج بصخرة رسوبية متحولة. المناطق المحمية الاخرى ذات الخصائص الجيولوجية الرائعة، مثل متنزه أولورو- كاتا تجوتا الوطني (Uluru– Kata Tjuta) في أستراليا ، متنزه ساغارماثا (جبل ايفرست) الوطني (Sagarmatha Mount Everest) في النيبال، ومتنزه تونكاريرو الوطني (Ton-gariro) في نيوزيلندا، ومتنزه لوس جلاسياريس الوطني (Los Glaciares) في الأرجنتين المدرج في قائمة التراث العالمي.

من منظور الحماية الجيولوجية والنظر في فئات ال (IUCN) الست لإدارة المناطق المحمية، فانها توفر طريقة مختصرة للتفكير في أفضل السبل لإدارة موقع معين لتعظيم إمكاناته دون تدمير القيم التي تم تعيينها من أجله. في المواقع ذات القيم المختلطة، فإنه يمكن أن يكون وسيلة لتذكير المديرين بالنطاق الكامل للقيم.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 14: تقييم أهمية كل فئة من فئات إدارة المناطق المحمية لل (IUCN) في إنشاء مناطق محمية الحماية الجيولوجية الجديدة أو في تحسين إدارة الموجود منها الحماية الجيولوجية.

5. 4. دمج القيم الروحية والثقافية للتراث الجيولوجي

القيم الثقافية والروحية الموجودة في العديد من الثقافات لا يمكن تمييزها، وقد ارتبطت بشكل كبير بالمظاهر الجيولوجية في جميع أنحاء العالم (انظر فيرشورين، تحت الطبع، للتفاصيل) (Verschuuren et al., in press). بالنسبة للكثير من تاريخ البشرية، فان القيم السائدة تنسب إلى ما يعتبر حاليًا موقعًا للتراث الجيولوجي والتي كانت في الأساس ثقافية وروحية. هذا هو الحال أيضًا مع استخدام القيم المتعلقة بالمواد المستخرجة، مثل الصخور ، أو المعادن ، أو الأحجار الكريمة.

ان الرمزية الثقافية والروحية للصخور والأحجار- مثل أحجار مونوليث، وميغاليث ، والأحجار المضيئة - بشكل غير عادي غنية ومتنوعة في جميع أنحاء الأرض. علاوة على ذلك، هناك مجموعة واسعة من ملفات الأحجار الثمينة والأحجار الكريمة المستخدمة في العديد من الطقوس و الاحتفالات. لكل هذه الأسباب، العديد من المظاهر الجيولوجية كانت، ولا تزال في كثير من الحالات، مهمة للغاية في الثقافات في جميع أنحاء العالم (Chevalier, 1969). ان الاستقرار و متانة معظم المظاهر الجيولوجية يجعلها رمزًا لما يكمن وراء دورات الطبيعة القصيرة؛ وما هو أبعد من التجربة الإنسانية مع مرور الزمن، أو يعكس الدهور الأخرى، أو الأبدية. في العديد من الثقافات، ترتبط الحجارة أيضًا برمز الحكمة. ويضيف الجليد بأشكاله المتنوعة إلى هذه المعاني رمزية النقاء والصرامة.

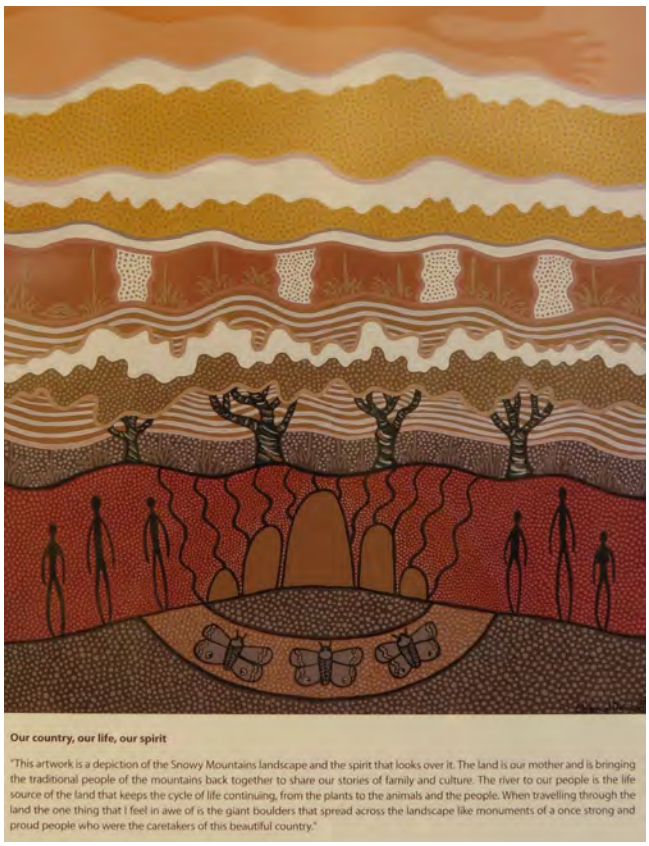
تنسب القداسة ، والقوة الروحية ، أو الأهمية إلى العديد من الجبال ، والكهوف ، والآبار ، والأنهار ، والصخور ، وغيرها من المظاهر. على سبيل المثال، في فنلندا وحدها، يوجد على الأقل 76 تلًا، و 74 بحيرة، و 38 جبلًا، و 36 خليجًا، و 22 شبه جزيرة، و 18 بركة مائية، و 16 جزيرة، و 15 نهرًا، و 12 مضيقًا. وعند اضافة المقاطع ("pyhä" أو «hiisi» أو «hiiden») فهي تعني «مقدس» أو «ذو اهمية روحية» (Lounema, 2003).

تقدم الفقرات التالية بعض الأمثلة عن المظاهر، والقيم الثقافية، والروحية المتعلقة بالتراث الجيولوجي، والمختارة من جميع أنحاء العالم وكذلك التقاليد الروحية المتنوعة. ويمكن العثور على مزيد من التفاصيل في مركز توثيق سيلين (Silene Documentation Centre).

توجد بعض الجبال المقدسة، التي غالبًا ما تكون ذات غطاء نباتي وحيواني محدود، في جميع القارات المأهولة بالسكان (Bernbaum, 1997). وهي تشمل معظم البراكين الأعلى، والأكثر أناقة (على سبيل المثال، ماونا كيا، هاواي، في الولايات المتحدة الأمريكية؛ و أول دوينيو لينجاي / سابوك، في تنزانيا ؛ وفوجي سان، في اليابان). وتعتبر المنصة الكبيرة في أولورو، في أستراليا، مقدسة لدى السكان الأصليين. وكذلك مون كايلاس، التبت، في الصين، يحظى بالتبجيل من قبل البوذيين والهندوس وغيرهم. تعتبر سلسلة جبال سييرا نيفادا دي سانتا مارتا، في كولومبيا، «قلب العالم» من قبل حراسها التقليديين. وسلسلة جبال ماشابوشار أنابورنا، في النيبال، المكرسة لشيفا، التي لم يُسمح بالتسلق عليها مطلقًا. وكذلك سري بادا (قمة آدم)، في سريلانكا، تستقبل الحجاج البوذيين، والهندوس، والمسيحيين، والمسلمين. جبل الرحمة، في المملكة العربية السعودية، هو جزء من مراسم الحج العظيمة لدى المسلمين. وطور سينا / جبل موسى (جبل سيناء)، في مصر، هو جبل مقدس لليهودية، والمسيحية، والإسلام، ومرتبط بنزول الوحي على النبي موسى. أجيوس أوروس / جبل آثوس، جزء من جمهورية رهبانية مسيحية فريدة من نوعها داخل اليونان، ويسكن منحدراتها النساك والرهبان المكرسون للصلاة والتأمل.

الصورة 5. 11. مناظر طبيعية خلابة توضح حركة الأنهار الجليدية فوق الصخور النارية والمتحولة. متنزه توريس ديل باين الوطني، تشيلي © جرايم ل. ووربويس

الصورة 5. 12. جبل أولورو المقدس في وسط أستراليا. © جون جوردون



الصورة 5. 13. تصوير السكان الأصليين للمناظر الطبيعية للجبال الثلجية، نيو ساوث ويلز. © روجر كروفتس

استخدام **العديد من الكهوف والظواهر الخسفية (الكارستية) الهامة** كملاذات طبيعية تحافظ، في بعض الحالات، على أقدم اللوحات والمنحوتات البشرية وأكثرها إثارة للإعجاب ، مثل بونت د'ارك (Pont d'Arc)، في فرنسا، التي يعود تاريخها إلى حوالي 30000 قبل الميلاد. واستخدمت حضارة المايا العديد من الكهوف والآبار للطقوس، مثل **(أكتون تونيكيل موكنال (الذي يعني كهف القبر الحجري، في بليز. وفي سريلانكا، تستقبل كهوف دامبولا، وهي مجمع من خمسة أضرحة في الكهوف البوذية، الحجاج منذ أكثر من ألفي عام**. وهناك العديد من الهندوس، والبوذيين، والمسيحيين النساك والرهبان كانوا يعيشون في الكهوف لاكتساب الحكمة في الأماكن الطبيعة البعيدة في آسيا، وأفريقيا، وأوروبا.

المعابد والأضرحة الكهفية المنحوتة في التكوينات الصخرية، هي ميزة أخرى مدهشة موجودة في جميع أنحاء العالم. ومن الأمثلة المهمة على الحضارات البائدة هي حضارات الأنباط (على سبيل المثال في البتراء، الأردن)، أو من الملوك الأخمينيين (نقش رستم، في إيران). ولا تزال المعابد الكهفية الرائعة قيد الاستخدام (على سبيل المثال الكنائس الموحدة في لاليبيلا، في إثيوبيا). تقع في سفوح تلال شيانكشان، و لونكمين شان، و فوق نهر يي في الصين، التي تضم خزينة رائعة من المنحوتات البوذية لأكثر من 2300 كهف، ومنافذ، و 43 معبدا، وتاريخ اقدمها يعود إلى القرن الخامس الميلادي، وهي نفس الفترة لكهوف إليفانتا في جزيرة غرابوري بالهند.

تعتبر **الصخور** ذات الأشكال الخاصة ذات أهمية روحية و /او ثقافية في العديد من الثقافات والتقاليد. أمثلة تتراوح بين المظاهر الصخرية الكبيرة، مثل تلك الموجودة في وادي النصب، يوتا- أريزونا في الولايات المتحدة الأمريكية، و بعض الهضاب (مثل تلك المرتبطة ببعض الأمريكيين الأصليين بويبلوس، نيو مكسيكو في الولايات المتحدة الأمريكية)، و المنحدرات مثل جرف بانديانجارا، بلد دوجون في مالي. وفي شمال الدول الاسكندنافية وروسيا، تتمتع العديد من التكوينات الصخرية وأحجار معينة بتاريخ طويل من القداسة ولا تزال ذات مغزى واهتمام عند الشعوب الأصلية.

أنحاء العالم. مثل شلالات إجوازو في البرازيل - الأرجنتين؛ شلالات الغانج المقدسة في الهند؛ المضائق الثلاثة لنهر اليانغتسي في الصين؛ شلالات الملاك في متنزه كانيما الوطني، الأمازونيا الفنزويلية؛ وشلالات فيكتوريا في زيمبابوي، بعض الأمثلة القليلة البارزة.

تعتبر المضايق (الخوانق) والشلالات ذات اهمية روحية في جميع انحاء العالم **الأحجار الكريمة أو شبه الكريمة والمعادن** لارتباطاتها الثقافية و / أو الروحية منذ عصور ما قبل التاريخ، وخاصة للأغراض الدينية، والطبية، والسحرية، في ثقافات متنوعة للغاية. لا يزال العلاج بالأحجار الكريمة الايورفيد (Ayurve-dic) يستخدم على نطاق واسع في الهند. لكل هذه الأسباب، تم توثيق أدلة على النقل لمسافات طويلة للأحجار الكريمة، والزجاج البركاني، والذهب، والفضة، وما إلى ذلك في جميع أنحاء العالم منذ عصور ما قبل التاريخ (Piccardi & Masse, 2007).

في العديد من الكتب المقدسة، التي تؤثر على أكثر من 85٪ من البشرية، تلعب بعض العناصر الجيولوجية أدوارًا بارزة. لقد تمت كتابة كل من الكتاب المقدس والقرآن في النظم البيئية القاحلة أو الصحراوية، حيث تهيمن المظاهر الجيولوجية على المناظر الطبيعية. لا عجب أن الرموز الجيولوجية والاستعارات غالبًا ما تستخدم. في الكتاب المقدس، تُستخدم كلمة «صخرة» حوالي 150 مرة، وهي في كثير من الأحيان إشارة إلى الله أكثر من أي شيء آخر (Wellman, 2015). يظهر «الله الصخرة» في المزامير والتثنية والعديد من الأسفار النبوية. في العهد الجديد وردت إشارات إلى «الشرب من صخرة روحية» و «الصخرة كانت المسيح» (1 كورنثوس 10: 4). الكعبة هي الحرم المكعب الشكل المنسوب للنبي إبراهيم، وتقع في وسط المسجد الحرام في مكة المكرمة، أقدس مدن الإسلام. يقع في الركن الشرقي من الكعبة، الحجر الأسود الشهير، الذي ربما يكون نيزكًا، «سقط من السماء» وظل يحظى بوقار وقدسية من قبل الحجاج المسلمين لعدة قرون. يقال إن نزول القرآن قد بدأ في كهف صغير في جبل النور، حيث اعتاد النبي محمد (ص) الوجود فيه. النقاوة المنسوبة إلى الحجارة والرمال النظيفة في التقليد الإسلامي تشهد على ذلك من خلال حقيقة أنه يمكن استخدام كليهما في الوضوء (التطهير الطقسي عند نقص المياه).

بشكل عام، توفر مجموعة واسعة من القيم الثقافية والروحية، أهمية إضافية إلى العديد من المظاهر الجيولوجية، من أحجار كريمة أو أحجار معينة، إلى جميع المراعي الطبيعية، وهذه المظاهر اما على سطح الأرض أو تحته. ترتبط هذه القيم في الثقافات والمجتمعات الحالية بمعنى ورمزية معظم الملامح الدائمة لبيوتنا الأرضية، ومن خلالها إلى الأجيال الماضية والمستقبلية. الروابط الثقافية والروحية بين المجتمعات والثقافات المحلية وتراثها الجيولوجي لها أهمية عميقة، والتي لا ينبغي أن يتجاهلها دعاة الحفاظ على البيئة.

الصورة 5. 14. مزار بوذي في كهف في وات ثام سري ويلي، تايلاند. © جون جون

صورة 5. 15. دير القديس رئيس الملائكة ميخائيل روك، بلغاريا. © روجر كروفتس

الصورة 5. 16. رموز الحياة، بما في ذلك مشاهد الصيد ومسيج الماشية، منحوتة في حجر الأساس في موقع التراث العالمي في ألتا، فينمارك، النرويج. © روجر كروفتس

الصورة 5. 17. استلهم الموسيقيون الإلهام من الظواهر الطبيعية، مثل كهف فينغال، ستافا في اسكتلندا التي ألهمت مندلسون في تاليف مقدمة هبريدس. © روجر كروفتس

المربع 5.2

موقع جيوآثاري لمقبرة سان جوليانو إتروسكان، إيطاليا

تعتبر المقابر الأتروسكانية المحفورة في الصخر في منطقة بارابارانو رومانو، على بعد 60 كم شمال روما، مثالًا جيدًا للعلاقة المتبادلة بين التراث الجيولوجي والتراث الأثري. كانت الصخور البركانية ذات طبقات هشة نسبيًا وحفرت بسهولة لقطع المسارات وحفر المقابر. يعود تاريخ العديد من مقابر إتروسكان المعروفة باسم «سان جوليانو» إلى القرن السادس قبل الميلاد.

تعد قبور كايولو والمقابر المسماة «العربات» و «الأسِرَّة» من بين المظاهر الأولى التي تمت مواجهتها من خلال اتباع المسار الذي ينزل إلى الوادي العميق، قبل الوصول إلى «قبر الملكة» الذي يبلغ ارتفاع واجهته 10 أمتار. يوجد فوق الدرج الجانبي في "قبر الغزلان" تمثال فريد من النحت البارز، يمثل معركة بين غزال وذئب. جميع المقابر والمسارات محمية كمحمية مارتورانوم الطبيعية من قبل وكالة حكومية خاصة للحفاظ على التراث الأثري للمنطقة والعناية به. يجمع هدف الإدارة بين حماية البيئة والحفاظ على البقايا الأثرية.

تتآكل البقايا الاثرية بسبب جريان المياه وجذور النباتات. لذلك، يجب أن يكون أي تدخل متوازنًا بين حماية النظام العام والعناصر الاثرية. يجعل المكون الأثري الموقع أكثر سهولة للجمهور، مما يحسن فهم الموقع الجيولوجي كأصل ثقافي. كما أدى وجود المواقع الجيواثرية إلى تحسين تنمية السياحة الجيولوجية.

المساهم: داريو مانسينيلا

هناك العديد من آليات الإدارة لضمان حماية القيم الثقافية والروحية في المواقع بشكل ملائم. وتشمل استخدام حراس في الموقع من المجتمع المحلي لحراسة الموقع والعمل كمفسرين للمصالح الثقافية والروحية للزوار، على سبيل المثال في متنزه غواي هاناس الوطني مع ما لديها من موقع التراث العالمي في سكانك غواي، كولومبيا البريطانية في كندا، والقيود المفروضة على الوصول لحماية القيم الروحية للموقع، ومثال أولورو في أستراليا. لمزيد من التفاصيل في (فيرشورين وآخرون، تحت الطبع) (Verschuuren et al (in press).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 15: تضمين الثقافة و القيم الروحية في أغراض وإدارة المناطق المحمية الحماية الجيولوجية وعند الاقتضاء، تضمين التراث الجيولوجي في المناطق المحمية المصممة للروحانيات والقيم الثقافية.

5. 5. مراقبة وتقييم المواقع الجيولوجية

قد تكون مراقبة المواقع الجيولوجية أو مظاهر التراث الجيولوجي أجريت لعدد من الاستخدامات المقصودة، بما في ذلك:

- تقييم وتقديم تقرير الاتجاهات عن الوضع الحالي وعلى المدى الطويل لمواقع جيولوجية محددة، أو لمظاهر وعمليات محددة (انظر القسم 5. 1.)؛
- تقييم فعالية إدارة موقع أو مظاهر وعمليات تراث جيولوجي محددة ؛ و
- توفير معلومات إدارية عن المراقبة، وحماية وسلامة الموقع، ومظاهر وعمليات محددة.
- بيانات الرصد ومعلومات التقييم اللاحقة يمكن بعد ذلك استخدامها من قبل الإدارة من أجل:
- إعداد تقارير المسؤولية الرسمية مقابل خطة الإدارة وتقديم التقارير إلى الممولين والإدارة، وكذلك علنيًا، في التقارير السنوية والوثائق الأخرى؛
- الإبلاغ عن السلامة وإدارة الوصول؛ و
- مراجعة فاعلية الإدارة أو بشكل محدد خصائص الموقع الجيولوجي.

تم تطوير العديد من أنواع «استخدام» المراقبة بواسطة منظمات **المنطقة المحمية الجدولان (٥. ٥. و ٥. ٦.). يتم تقديم هذه هنا كاعتبارات عامة للرصد والتقييم، مع توفير الأمثلة المحددة.**

وتجدر الإشارة إلى أن العديد من المظاهر والعمليات الجيولوجية التي تتم مراقبتها من قبل المنظمات المتخصصة (مثل هيئة المسح الجيوفيزيائي الحكومية أو فريق علم البراكين) الذين لديهم شراكات عمل مع منظمات المناطق المحمية. من غير المحتمل أن يكون لدى منظمات المناطق المحمية الموارد أو القدرة التقنية على تولي هؤلاء عمليات المراقبة المتخصصة نفسها؛ وبدلاً عن ذلك، سوف يعتمدون على مساهمة طوعية من قبل خبراء من مصادر معتمدة. فضلا عن ذلك، لقد كتب الكثير عن المراقبة والتقييم فيما يتعلق بمشاريع ومبادرات الحفاظ على الطبيعة، بما في ذلك الأغراض المختلفة للرصد وعلاقته بالتكيف والتحديات التي تواجه القيام ببرامج الرصد حماية. الكثير مما كتب، ينطبق على مراقبة مظاهر التراث الجيولوجي. وللحصول على ملخص للرصد والتقييم المتعلق بالمحافظة على الطبيعة، انظر الفصل 10 في (Groves & Game, 2016).

ان الطرق المستخدمة لرصد المواقع الجيولوجية وخصائصها وعملياتها بحاجة إلى التفكير بعناية والتخطيط لها. وعادة ما تكون مدعومة بخطة مراقبة تحدد الغرض من المراقبة، والبروتوكولات، والإجراءات التي سيتم استخدامها وكيفية استخدام معلومات المراقبة. سيتم اختيار المؤشرات لتناسب جمع المعلومات ليتم استخدامها من قبل منظمة (أي التقييم القائم على الاستخدام). الفخ الشائع للأشخاص الذين يفكرون في التقييم هو أنهم يبدأون العملية بمحاولة اختيار المؤشرات. عادةً ما تكون المؤشرات المختارة «ذكية» (SMART): محددة، وقابلة للقياس، وقابلة للتحقيق، وذات صلة، وفي الوقت المناسب. والفخ الآخر هو أن خطة المراقبة يتم إعدادها بشكل جيد بعد بدء المشروع. ويجب أن تكون جزءًا لا يتجزأ من التخطيط الأولي للمشروع.

الصورة 5. 18. يمكن أن يساعد ربط التراث الجيولوجي بالعملة الوطنية في تعزيز الاعتراف بالحماية. خسفة قويلين، خسفة جنوب الصين، موقع تراث عالمي. © روجر كروفتس

توفيردعم إداري عالي المستوى في المنطقة المحمية، لان هناك حاجة إلى التنظيم لضمان النجاح المستمر لمراقبة فعالة.

تشمل اعتبارات دعم الحوكمة لمشاريع المراقبة الصغيرة والكبيرة ما يلي:

- تاييد المنظمات بشكل كامل المراقبة وخطة التقييم.
- يتم الالتزام بالتمويل المستمر.
- يتم توظيف الأفراد ذوي المهارات المناسبة لإدارة وإجراء المراقبة.
- يتم وضع أنظمة للاستفادة من المراقبة معلومة.
- يتم توفير التوجيه والتدريب للموظفين المسؤولين عن النظام.

هذا النهج يؤكد العلاقة الوظيفية بين المسؤوليات القانونية للمنظمة والمراقبة، مثل الحماية المستمرة للموقع الجيولوجي، وكل ما له من أهمية، وكذلك سلامة الزوار.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 16: تطوير مخططات المراقبة لتقييم المظاهر الحرجة والعمليات الطبيعية ، وتعديل الخطط وفقًا لذلك (في إطار تكيف الإدارة) لضمان تحقيق أهداف الحماية الجيولوجية.

5. 6. أمثلة على إدارة الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة

تقدم المربعات 5. 3. و 5. 4. و 5. 5. أمثلة على إدارة الحماية الجيولوجية. وهناك العديد من الأمثلة المنشورة في أماكن أخرى ؛ انظر الفصول من 19 إلى 24 من (Reynard & Brilha, 2018) للحصول على أمثلة من إثيوبيا، والبرازيل، وجمهورية كوريا، وتسمانيا (أستراليا) ، وكولورادو (الولايات المتحدة الأمريكية)، وإسبانيا.

نشرت مجلة التراث الجيولوجي (Geoheritage) الصادرة عن سبرنكر (Springer) وتم اصدارها بالاشتراك مع الجمعية الأوروبية للحفاظ على التراث الجيولوجي (Pro-GEO) والاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية (IUGS) ، عدد من المقالات حول دراسات الحالة من جميع أنحاء العالم.

الجدول 5. 5. أنواع المراقبة والاستفادة منها.

نوع استخدام المراقبة	جمع معلومات المراقبة	التقييم والاستفادة	المنطق عرض الاسباب؟
السياق	ما هي حالة موقع أو ظاهرة التراث الجيولوجي وما هي حالتها؟ هل هي مهددة؟	تستخدم لتحديد ما إذا كان التدخل الإداري ضروريًا لحماية الموقع الجيولوجي أو الظواهر الحالية.	مطلوب لجميع المواقع الجيولوجية ومظاهر وعمليات محددة.
التخطيط	يحدد الغايات والأهداف وكيفية تحقيقها.	تستخدم لتحديد وتقييم أهداف الإدارة الإستراتيجية وما يرتبط بها من الإجراءات اللازمة لحماية الموقع الجيولوجي أو الظاهرة الحالية.	تقييم فعالية أهداف التخطيط التي يجب أن تكون تقييم إداري روتيني، وربما يحدث كل 5 إلى 10 سنوات.
المدخلات	تحتاج إجراءات الحماية الجيولوجية مدخلات الموارد التي عادة ما تشمل الأشخاص، والأموال، والمواد.	يستخدم التقييم لضمان أن الاستثمارات المالية الصحيحة والموارد البشرية توجه إلى المواقع الصحيحة والمواد المناسبة للمهمة المراد تسليمها في الوقت المناسب و طريقة التكلفة الفعالة.	مثل هذه التقييمات تضمن الحق البشري والموارد المالية التي تم تخصيصها لضمان مراقبة ناجحة وكذلك تضمن ان التخصيص كان فعالاً.
العملية	تقييم نظم الإدارة والإجراءات، التي هي جزء مهم من الحماية الجيولوجية.	قد ينطبق هذا على إدارة إجراءات حوادث الطوارئ، مثل التعامل مع ثورات البراكين، والانفجارات، والزلازل.	مراقبة إجراءات الملاءمة وأنظمة إدارة الفعاليات والحوادث على المواقع الجيولوجية لانها تمثل جزءاً مهماً من الإدارة.
النواتج	اعطاء تخطيط وتنظيم المدخلات والعمليات ، لكي تكون مخرجات تقييم التراث الجيولوجي فعالة.	ما تم فعله وما هي المنتجات والخدمات المتحققة للجهد والتقييم الممكن للمدخلات المعنية.	مراقبة الاحداث الفردية تقدم الملاحظات الهامة للمديرين، على وجه الخصوص عند الانتهاء من المهمة. إنه يوفر أساسًا للإدارة التكيفية.
المخرجات	يتم قياس النتائج بشكل طبيعي مقابل أهداف التخطيط الأصلي ، و يجب أن يؤخذ في الاعتبار «الصورة الكبيرة" لوضع تقييمات كيفية تطوير الحماية الجيولوجية من خلال إجراءات الإدارة المتخذة.	قد يكون قياس النتائج كميًا ، وعلى هذا النحو فإنه يوفر معلومات لا تقدر بثمن للمؤسسات لإثبات النجاح وكذلك للاستخدام من خلال عمليات تدقيق مستقلة لفعالية الإدارة المطلوبة من قبل الحكومة أو مجلس الإدارة.	يمكن تحديد تقدم الحماية لإدارة موقع التراث الجيولوجي أو المظاهر ونشرها ضمن التقرير السنوي للمؤسسة أو استخدامها لمتطلبات إعداد التقارير القانونية الأخرى.

المربع 5. 3

استراتيجيات الحماية الجيولوجية والإدارة: مكونات النجاح من اثنين من مواقع الجيوبارك العالمية التابعة لليونسكو الإسبانية

ان فحص استراتيجيات الحماية الجيولوجية والإدارة في اثنين من مواقع الجيوبارك العالمية التابعة لليونسكو الإسبانية ، لاس لوراس ومولينا دي أراغون-ألتو تاجو، يسلط الضوء على ستة مكونات حاسمة لنجاح أي جيوبارك. أولاً ، إنشاء قاعدة بيانات لجميع الإجراءات والأنشطة المنظمة في المنطقة الجيولوجية، من قبل الإدارة والشركاء. ثانيًا، يساعد وجود خبراء الحماية الجيولوجية داخل فريق عمل الجيوبارك على رفع صورة التراث الجيولوجي وإعلام الموظفين الآخرين بشكل أفضل. ثالثًا، يوفر إنشاء وتنفيذ خطة عمل الحماية الجيولوجية قاعدة جديدة لتخطيط الإدارة والعمل. رابعًا، يخلق وجود فريق عمل متعدد التخصصات ديناميكية جديدة. خامساً ، تم الانتهاء من الخطط الإدارية والاستراتيجية التي تغطي الأنشطة الرئيسية للجيوبارك - وهي التعليم، والسياحة، والاتصالات، والتنمية المستدامة. سادساً، يوفر تعزيز الإدارة التشاركية بين أصحاب المصلحة والسكان المحليين أداة لتنمية الإقليم بأكمله.

لمزيد من المعلومات ، انظر (Canesin et al., 2020).

المساهمون: ثايس دي سيكويرا كانسين ، خوسيه بريلها ، إنريكي دياز مارتينيز.

الجدول 5. 6. أمثلة على مراقبة وتقييم التراث الجيولوجي وإعداد التقارير.

الفئة	معلومات المراقبة	الاستخدام	الأمثلة
نشاط زلزالى	تكرار وشدة النشاط الزلزالي	يستخدم ل: البحث، وتحديد وصول الزائر أو الإغلاق، والاستجابة للطوارئ.	المتنزه الوطني في نقطة رييس شاطئ البحر ، و براكين هاواي (الولايات المتحدة الأمريكية)، هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية
الانفجارات البركانية: البراكين الحمضية	نشاط زلزالى؛ تغيير في السلوك الحراري. محتوى انبعاثات الغازات؛ ارتفاع أو هبوط الارض	يستخدم ل: البحث، وتحديد وصول الزائر أو الإغلاق، والاستجابة للطوارئ.	متنزه يلوستون الوطني (الولايات المتحدة الأمريكية)، هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية
الانفجارات البركانية: البراكين القاعدية	نشاط زلزالى؛ حركية الحمم نشاط الثوران	يستخدم ل: البحث، وتحديد وصول الزائر أو الإغلاق، والاستجابة للطوارئ.	متنزه براكين هاواي الوطني (الولايات المتحدة الأمريكية) ، هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية
حالة الأنهار الجليدية	معلومات رصد الأقمار الصناعية للاستشعار عن بعد لخصائص وحالة الأنهار الجليدية	تُستخدم في: الجرد، والبحث، وتأثير تغير المناخ، والإبلاغ التحوطي عن السدود الجليدية، واحتمال الانهيار	يقوم المركز الدولي للتنمية الجبلية المتكاملة (ICIMOD) بتقييم كامل لمنطقة الهيمالايا، بما في ذلك العديد من المناطق المحمية
تسونامي: تقوم بها منظمات متخصصة ولكنها مرتبطة بمنظمات المناطق المحمية	زلزال شديد في بيئة بحرية	تستخدم ل: سلامة الزائر وإجراءات الاستجابة للطوارئ	المتنزهات الساحلية في هاواي (الولايات المتحدة الأمريكية) التي تتعرض لموجات تسونامي متكررة
انبعاثات الغازات البركانية	محتوى الغاز وتراكيزه	يستخدم ل: البحث، وتحديد وصول الزائر أو الإغلاق	حديقة براكين هاواي الوطنية (الولايات المتحدة الأمريكية) ، هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية
تعريف جريان الركام الصخري البركاني	رصد الأحداث النشطة بعد اندلاع البركان	تستخدم ل: إجراءات الإخلاء في حالات الطوارئ وإغلاق الطرق	متنزه تونجاريرو الوطني (نيوزيلندا)
استقرار المنحدر	رصد المنحدرات غير المستقرة بما في ذلك الجروف والشقوق في التكوينات الصخرية	تستخدم ل: إجراءات سلامة الزائر وإغلاق المتنزه	مواقع التراث العالمي المتسلسل للدولوميت، (جبال الألب الأوروبية) تراقب سلامة المتسلقين في بيئة تغير المناخ ذات درجات الحرارة المرتفعة التي تؤثر على واجهات المنحدرات المرتفعة
استقرار سقف الكهف	مراقبة استقرار سقف الكهف	يستخدم ل: سلامة الزائر وقرارات إغلاق الكهوف	كهف مانجانجول لأنبوب الحمم البركانية (جمهورية كوريا). تمت مراقبة سقوط الصخور باستخدام معدات عالية الدقة أو لوحة زجاجية
اشكال الرواسب الكهفية	تحديد أي تغيير في اشكال الرواسب الكهفية من خط الأساس المعروف	يستخدم ل: البحث والحماية من خطر التخريب	كهف بيجنيونج (جمهورية كوريا)، حيث يتم الرصد بالتصوير الفوتوغرافي قبل وبعد تحديد التغيير
جو الكهف	مراقبة مستوى ثنائي أكسيد الكربون داخل كهف يستخدمه الزوار	يستخدم من أجل: سلامة الزوار وخاصة في كهوف العرض	تستخدم المنطقة المحمية لكهوف الدودة المتوهجة في وايتومو(الجزيرة الشمالية، نيوزيلندا) نظامًا آليًا ومستمرًا لمراقبة جودة الهواء.
النشاط الإشعاعي في الكهوف	مراقبة مستوى غاز الرادون المشع داخل الكهوف	تستخدم لسلامة عمال الكهوف ، وخاصة مرشدي الكهوف	متنزه كهوف كارلسباد الوطني (الولايات المتحدة الأمريكية)
ممتلك نقطة مستيكن للتراث العالمي، الذي يضم طبقة متحجرات (أحافير) مورفولوجيا الساحل	رصد ليدار (قمر صناعي) لحالة واتجاه حالة طبقة المتحجرات الساحلية	يتم إجراؤه كل 10 سنوات لرصد تآكل الموقع على المدى الطويل	ملكية التراث العالمي مستيكن (نيوفاوندلاند ولابرادور، كندا)
نقطة مستيكن والتعرية من حركة الأقدام على طبقة المتحجرات	التصوير بنقطة ثابتة وموضع ثابت لتقييم تعرية حركة السير على الأقدام	تجرى كل شهرين وبعد عواصف شديدة.	ممتلك التراث العالمي لنقطة مستيكن (نيوفاوندلاند ولابرادور، كندا)
حالة واتجاه الحاجز المرجاني العظيم	مراقبة الحالة المادية للحاجز المرجاني العظيم	يتم إجراؤه بعد الأحداث الكبرى مثل الأعاصير المدارية، وأحداث التبييض الشديدة بسبب الحرارة، من قبل الجامعات والمؤسسات البحثية. يقدم تقارير عامة عن حالة الشعاب المرجانية.	متنزه الحاجز المرجاني البحري العظيم (كوينزلاند ، أستراليا)

المربع 5. 4.

أعمال الحماية في المناظر الطبيعية البركانية

البراكين النشطة هي مظاهر جيولوجية وجيومورفولوجية مذهلة. يقع العديد منها داخل المناطق المحمية وقد تم إدراج بعضها في قائمة التراث العالمي، مثل متنزه هاواي البركاني الوطني (الولايات المتحدة الأمريكية). يقدّر مديرو المناطق المحمية، المسؤولون عن المظاهر البركانية، التمييز بين البراكين الحمضية والبركانية القاعدية، وهم على دراية بالبراكين الصخرية الحمضية شديدة التقلب والخطيرة التي تتميز بوجود حمم تضم الريوليت، والتراخايت، والانديسايت ويمكن أن ترافق أحداث الحمم البركانية السحب المشتعلة. وقد غطت هذه السحب السريعة المنحدرة الحاوية شظايا المواد البركانية شديدة الحرارة مدينة بومبي القديمة وقتلت العديد من سكانها. يدير المديرون المسؤولون عن المناطق المحمية البركانية باستمرار سلامة الزوار في البيئة البركانية الديناميكية (الجدول 5. 7.).

الجدول 5. 7. سلامة الزوار في المناظر الطبيعية البركانية.

ثوران البركان	ثوران البراكين يكون رائعاً وملهماً ويمكن أن يكون عامل جذب رئيسي للزوار. البراكين ذات الحمم القاعدية، مثل بركان كيلويا في هاواي (الولايات المتحدة الأمريكية)، آمنة نسبيًا وقد تندلع بشكل ثابت بين الانفجارات الأكثر قوة. تعد البراكين النشطة ذات الحمم عالية اللزوجة والغنية بالسيليكا شديدة الخطورة ولا يُسمح للزوار عادةً بالتقرب منهما. يتم إغلاق المناطق المحمية عندما تكون الظروف غير آمنة أو محتملة بالفعل. عادة، هناك شراكة عمل وثيقة بين علماء البراكين ومديري المناطق المحمية.
(لاهار) جريان الطين البركاني	يعتبر مزيج مواد الثوران البركانية والمياه في أعالي البركان أمرًا خطيرًا للغاية ويمكن أن يؤدي إلى حركة منحدر سريع لهذه المادة الموحلة، المعروفة باسم لاهار. في حديقة تونجاريرو الوطنية، نيوزيلندا، انبثقت اللاهار تاريخياً من بحيرة فوهة جبل روابيهو. تتم مراقبة البركان، وتم إنشاء أنظمة تحذير للسلامة منحدر حيث يمكن أن يتأثر الجمهور.
الزلازل	عادة ما ترتبط الزلازل متفاوتة الشدة بالانفجارات البركانية. قد يعني ذلك أن بعض مواقع المناطق المحمية بحاجة إلى الإغلاق لأن طرق الوصول أو المنحدرات الشديدة أصبحت غير آمنة من الصخور غير المستقرة وحركات المنحدرات والطرق المنهارة أو المتصدعة.
الانفجارات	قد تحدث الانفجارات غير المتوقعة أثناء الانفجارات البركانية كأحداث ثوران أولية أو حتى كتفاعل بين المياه الجوفية والصهارة الساخنة. هذا هو سبب إغلاق العديد من المناطق المحمية أثناء الثوران. يحتاج المديرون إلى العمل عن كثب مع علماء البراكين لضمان سلامة الجمهور والموظفين.
الغازات	قد يتواجد ثنائي أكسيد الكربون، وثنائي أكسيد الكبريت، والميثان، والغازات الأخرى في البراكين سواء كانت تنفجر أم لا. يمثل تركيز هذه الغازات ومداها مشكلة تتعلق بسلامة الزوار وقد تحتاج المناطق إلى المراقبة، مع حدوث عمليات إغلاق عند الضرورة.
التنقل	تُستخدم أحجار الكيرنز (ركام الحجارة) لمساعدة الزائرين في التنقل على مسارات المشي في متنزه براكين هاواي الوطني، بالنظر إلى المشكلة المزدوجة المتمثلة في حدوث ضباب جبلي كثيف بشكل منتظم ومجالات مغناطيسية مرتبطة بالحمم البازلتية الحديثة والحمم المنصهرة الجوفية ، والتي تجعل البوصلة عديمة الفائدة. توفر الهيئة خرائط جيدة، ويتم تحديد مسارات الطرق، ويتم تحذير الزوار بشأن مشكلات الملاحة.
العلامات والممرات الأمنة والاسيجة	يحتاج المديرون إلى مراعاة الطبيعة المسببة للتآكل لمجموعة من الغازات البركانية مثل ثنائي أكسيد الكبريت والمطر عند تركيب اللافتات وممرات الأمان والسياج. يعد اختيار المواد أمرًا بالغ الأهمية ، نظرًا لأن العديد من المعادن لها عمر قصير في هذه الظروف القاسية، ويمكن أن تصبح حواجز الأمان التي انشأت من مواد من النوع السيئ، غير آمنة بمرور الوقت.

المربع 5. 5.

محمية خسفة جينولان (Jenolan Karst Conservation Reserve)، نيو ساوث ويلز، أستراليا

محمية خسفة جينولان (JKCR) ، الواقعة على الجانب الشرقي لسلسلة جبال غريت ديفايدينغ بأستراليا، هي منطقة محمية بمساحة 3085 هكتار، ومحمية للحياة البرية ونشاطات سياحية. يتميز (JKCR) بنظام كهف شامل من الحجر الجيري السيلوري الذي يزوره أكثر من 200000 شخص سنويًا.

تتم إدارة (JKCR) بشكل مشترك من قبل ادارة محمية كهوف جينولان، ومتنزه نيو ساوث ويلز الوطني، وخدمات الحياة البرية (NPWS). إنها جزء من منطقة الجبال الزرقاء الكبرى للتراث العالمي (GBMWHA)، المدرجة لتفردها بتنوع اللافقاريات التي تعيش في الكهوف (خاصة في JKCR). ولديها أكبر الكهوف السياحية في أستراليا، وتوفر موطنًا حرجًا للأنواع النادرة والمهددة بالانقراض، والحيوانات الفريدة أو المستوطنة، والتي تعيش في الكهوف.

قضايا الحماية

هناك ظاهرتان لهما أهمية حاسمة. أولاً، تعتبر اللافقاريات التي تعيش في الكهوف ذات قيمة خاصة للحماية وتشمل الحيوانات كهفية المعيشة التي تعتمد كليًا على بيئة الكهف وتتكيف مع الظروف الحالية داخل الكهوف؛ وبالتالي، فإن التغييرات الضارة في بيئة الكهف لديها القدرة على التأثير بشكل خطير على هذه الحيوانات. ثانيًا، يعد وادي ماكيونز (وادي نهرجينولان) مثالًا مهمًا عالميًا لحفر الوديان عبر الخسفات بواسطة الأنهار السطحية.

تشمل التهديدات التي يتعرض لها التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي إمكانية تأثير التلوث على الخسفات (الكارست) والمياه الجوفية، والحرائق، والتغيرات الهيدرولوجية، وضغوط التنمية، والمخاطر الناجمة عن تغير المناخ.

تشمل التهديدات الخاصة بالكهوف الإضاءة الاصطناعية، والتغيرات في درجة الحرارة والرطوبة، والضوضاء، والبوابة، والتدخل العام، وفي حالة الخفافيش، احتمال ظهور متلازمة الأنف الأبيض. وهناك تحديات اخرى مثل تشكل البنية التحتية المتقادمة، وتراكم الطمي والحصى في البحيرة الزرقاء التي يصنعها الإنسان، وصيانة مرافق معالجة المياه، ومعالجة مياه الصرف الصحي.

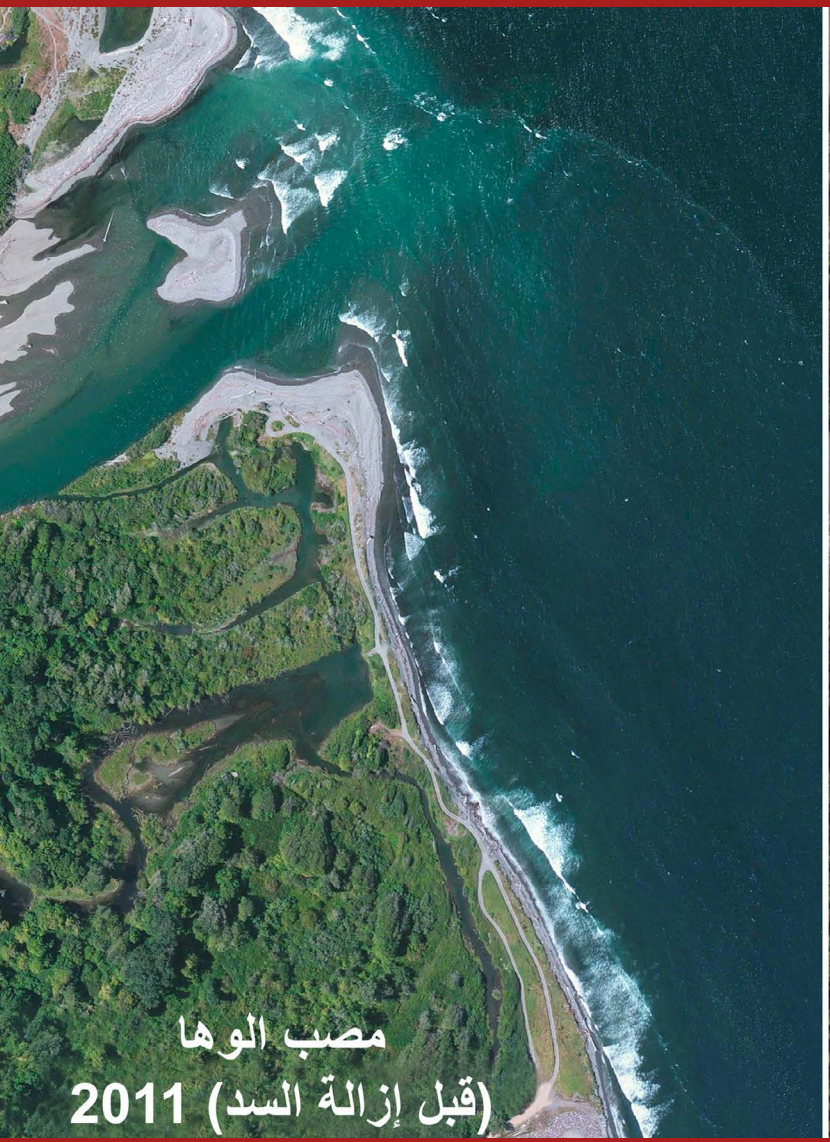
أهداف الإدارة والابتكارات

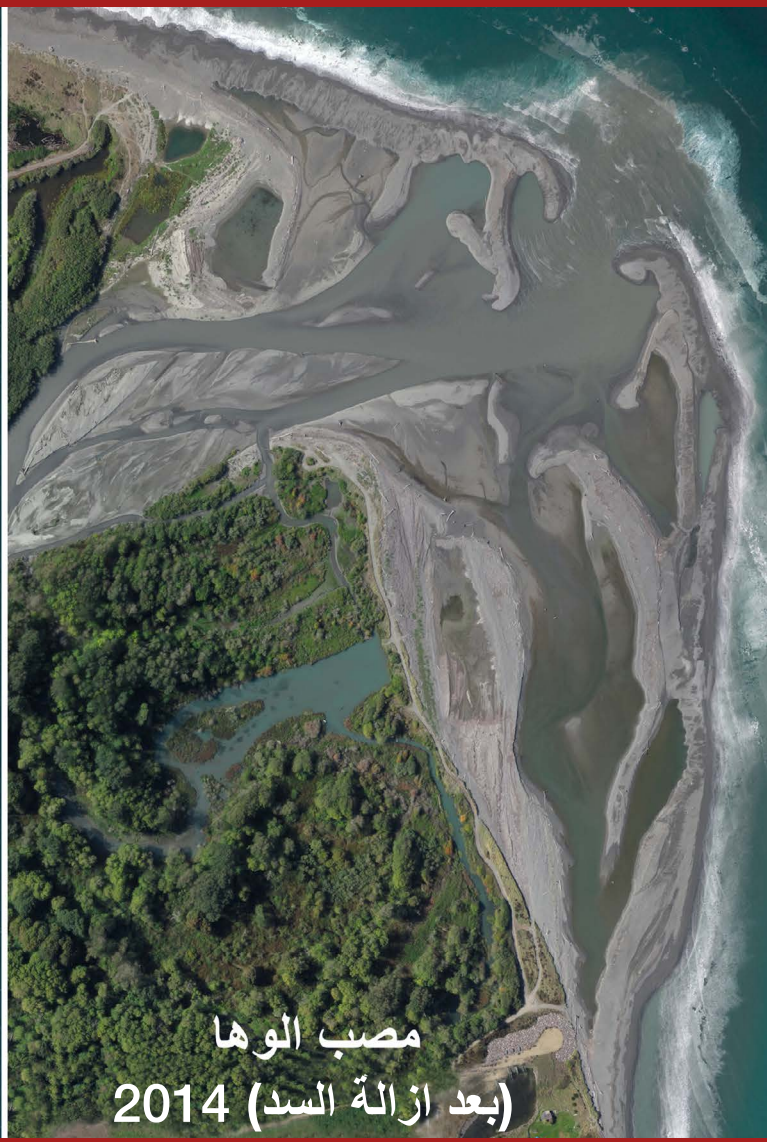
استفادت خطة الإدارة الحالية (مكتب البيئة والتراث في نيو ساوث ويلز ، 2019) من معلومات المسح الجديدة ، بالإضافة إلى الموارد الإضافية، مما يتيح التغلب على العديد من التهديدات. لغرض إدارة التهديدات الخاصة بالكهوف، تم تحديث أنظمة الإضاءة لتقليل تأثيرات الضوء ودرجة الحرارة؛ « افضل تمرين» يتبع للبنية التحتية الكهفية (بما في ذلك تركيب ممرات من الفولاذ المقاوم للصدأ غير الحديدية)؛ يتم مراقبة تصاريح الوصول إلى الكهوف بشكل صارم (يتم الوصول إلى الكهوف عن طريق تصريح (NPWS) الخاص بالموقع والتاريخ لمنظمات الكهوف المعتمدة فقط)؛ وقد تم وضع خطط لمنع دخول متلازمة الأنف الأبيض في الخفافيش المهمة /مواقع ولابي.

مساهم: آن إم موسر

التعامل مع التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة

6





سمحت إزالة سد على نهر إلوها، المتنزه الأولمبي الوطني، واشنطن، في الولايات المتحدة الأمريكية، بإعادة النهر إلى حالته الطبيعية مع تكوين المظاهر الرسوبية وإعادة العمليات الطبيعية. © خدمات المتنزه الوطني الامريكي

يركز هذا القسم على التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة وكيفية التعامل معها. يتم تناول الموضوعات التالية:

- مفاهيم الحساسية والضعف (6. 1.)
- التهديدات الرئيسية (6. 2.)
- إرشادات بشأن تقييم المخاطر والآثار (6. 3.)
- إرشادات عامة لإدارة الموقع للتعامل مع التهديدات من تسعة مصادر معينة (6. 4.)
- التفاعل بين التنوع الجيولوجي والحفاظ على التنوع البيولوجي (6. 5.).

العديد من الأنشطة البشرية لها تأثير على سطح الأرض. لقد استخدم هوك (Hooke)عام (1994) بيانات عن نقل الرواسب الطبيعية التي يسببها الإنسان لاستنتاج أن «البشر هم عوامل جيومورفولوجية يقومون بنقل كميات هائلة من التربة والصخور، ولها تأثير واضح على المناظر الطبيعية.... ويمكن القول بإن البشر هم العامل الجيومورفي الأكثر أهمية حاليًا في تشكيل سطح الأرض «. في هذا القسم، يتم وصف التهديدات البشرية الرئيسية لخصائص وعمليات التراث الجيولوجي، كما تم تحديد النصائح حول كيفية التعامل معها. يعد تحليل التهديدات عنصرًا رئيسيًا في عملية التخطيط الإداري الموضحة في القسم 5.

6. 1. مفاهيم الحساسية والضعف

من المفاهيم الخاطئة الشائعة حول العالم الطبيعي هوأن النباتات والحيوانات معرضة للخطر بشكل متكرر ومعرضة للعديد من التهديدات، وإن الصخور والتشكيلات الأرضية صلبة وقوية ووفيرة وبالتالي ليست بحاجة إلى الحماية. هذا أبعد ما يكون عن هذه القضية. هناك العديد من المظاهر المادية الهشة للغاية والمعرضة للاضطرابات البشرية ، ومن الأمثلة على ذلك السهولة التي يمكن بها التقاط الهوابط الكهفية الرقيقة، إما عن قصد أو بدون قصد، بواسطة سواح الجيولوجيا في كهوف العرض. يعتمد الكثير هنا على مفهومين - الحساسية والضعف. تشير «الحساسية» إلى قابلية المظهر للتعرض للضرر ودرجة تأثره أو استجابته، بينما يشير «الضعف او القابلية للتأثر » إلى احتمال حدوث ضرر بسبب تدخل بشري فعلي أو محتمل. بعض المواقع حساسة للغاية ولكنها ليست معرضة للخطر بسبب موقعها البعيد أو الحماية المادية. يعتبر تقييم حساسية المظاهر المرصودة (أي تلك الناتجة عن العمليات السابقة التي توقفت الآن) مباشرًا نسبيًا، بناءً على تقييم بسيط للمقياس المحتمل للتأثير وفقدان ميزة الاهتمام (الجدول 6. 1.). بالنسبة للأنظمة الجيومورفولوجية النشطة، فإن العوامل الإضافية التي يجب أخذها في الاعتبار هي مرونة النظام واستجابته الديناميكية المحتملة، بما في ذلك التعديل المطول (الذي قد أو قد لا يؤدي إلى التعافي) أو تغيير في الحالة (على سبيل المثال، من نهر ضفائري إلى نهر متعرج) حسب كيركبرايد وجوردون (Kirkbride & Gordon, 2010).

يوضح (الجدول 6. 1.) مقياس الحساسية الأرضية لتسمانيا المكون من 10 نقاط والذي يتراوح من 1 (شديد الحساسية) إلى 10 (شديد القوة). قد يكون للأنشطة التي تسبب ضررًا شديدًا للمواقع الحساسة تأثير ضئيل على المواقع الأكثر قوة. بعض الأنظمة قادرة على إصلاح نفسها (مثل آثار الأقدام على الشاطئ التي تآكلت بسبب المد العالي اللاحق)، في حين أن التغييرات الأخرى لا رجوع فيها لأن العمليات التي خلقتها لم تعد تعمل في تلك المنطقة (على سبيل المثال، التضاريس الجليدية في المناطق التي لم تعد فيها الأنهار الجليدية موجودة). بشكل عام، فإن الحاجة الأكبر هي لإدارة وحماية المواقع الحساسة والمعرضة للاضطرابات البشرية. تعمل العديد من العمليات الطبيعية على سطح الأرض، مما يؤدي إلى تعرية، ونقل، وترسيب الرواسب. غالبًا ما تحتاج هذه العمليات الفيزيائية الطبيعية إلى الحماية لأن الحماية الجيولوجية لا يتعلق فقط بحماية المواقع الثابتة: إنه يتعلق أيضًا بتوفير مساحة للعمليات الديناميكية للاستمرار في العمل ضمن النطاق الطبيعي لتقلباتها.

الجدول 6. 1. مقياس حساسية الأرض التسماني المكون من 10 نقاط، تم تعديله بعد كيرنان شاربلز (Kiernan, 1996; Sharples, 2002).

1.	قيم حساسة للضرر غير المقصود ببساطة عن طريق ممر مشاة منتشر وحر الحركة ، مع بعض الحذر (مثل الأسطح الهشة التي قد يتم سحقها تحت الأقدام).
2.	قيم حساسة لتأثيرات وصول المشاة في المناطق الأكثر زدحاما (مثل تآكل ممر المشاة).
3.	قيم حساسة للضرر الناجم عن الجمع العلمي، أو الهواية، أو التخريب المتعمد، أو السرقة (مثل، بعض المتحجرات أو جمع المعادن).
4.	قيم حساسة للضرر الناجم عن العمليات البعيدة (مثل التغيرات الهيدرولوجية في المنبع).
5.	قيم حساسة للضرر من خلال التأثيرات الخطية عالية الشدة (مثل مسارات المركبات).
6.	قيم حساسة للاضطراب الشديد الكثافة ولكن الضحل في الموقع (مثل تآكل التربة بسبب سوء إدارة الأراضي).
7.	قيم حساسة للحفر الضحل المتعمد أو الخطي (مثل إزالة جذوع الأشجار وإنشاء سدود صغيرة).
8.	قيمة حساسة للإزالة الرئيسية أو إضافة المواد الجيولوجية (مثل المقالع).
9.	قيم حساسة فقط للتغيير على نطاق واسع (مثل الخزانات أو مخططات قنوات الأنهار الرئيسية).
10.	قيم حساسة فقط للأحداث الكارثية (مثل الانهيارات الأرضية الكبرى أو التسونامي).

الجدول 6. 2. التهديدات الرئيسية التي يسببها الإنسان للتراث الجيولوجي في المناطق المحمية.
(adapted from Gordon & Barron,2011 ; Brooks, 2013; Gray, 2013; Crofts & Gordon, 2015)

التهديدات	أمثلة على التأثيرات على التراث الجيولوجي في المناطق المحمية
التحضر والبناء (تشمل التطورات التجارية والصناعية في داخل الاراضي وعلى الساحل) والبنية التحتية ومنشآت الطاقة المتجددة	■ تدمير التضاريس ومكاشف الرسوبيات والصخور ■ تجزئة سلامة الموقع وفقدان العلاقات بين المظاهر ■ تعطيل العمليات الجيومورفولوجية ■ تدمير التربة وتركيب التربة ■ تغييرات في أنظمة التربة والمياه
التعدين واستخراج المعادن (يشمل الاستخراج من المناجم المكشوفة، والحفر، والمقالع، والكثبان، والشواطئ، وأحواض الأنهار، والاستخراج الكلي البحري، والتعدين في أعماق البحار)	■ تدمير التضاريس والمكاشف للرواسب والصخور ■ تجزئة سلامة الموقع وفقدان العلاقات بين المظاهر ■ تعطيل العمليات الجيومورفولوجية ■ تدمير التربة وتركيب التربة ■ تغييرات في أنظمة التربة والمياه
التغييرات في استخدام الأراضي وإدارتها (بما في ذلك الزراعة والغابات)	■ الأضرار الناتجة عن تشكيل الأرض من خلال الحرث وتسوية الأرض والصرف ■ فقدان شكل الأرض ورؤية الصخوروالوصول إلى ظهور المكاشف ■ تثبيت التضاريس الديناميكية (مثل الكثبان الرملية) ■ تآكل التربة ■ تغييرات في كيمياء التربة وأنظمة مياه التربة ■ انضغاط التربة وفقدان المواد العضوية
حماية السواحل وإدارة الأنهار وهندستها (بما في ذلك السدود واستخراج المياه)	■ الأضرار التي لحقت بالاشكال الأرضية ومكاشف الرواسب والصخور ■ فقدان الوصول إلى المكاشف ■ تعطيل العمليات الجيومورفولوجية ■ تثبيط التعرية يسمح بتدهور المكاشف
الأنشطة البحرية (بما في ذلك التجريف، والصيد بشباك الجر، وتطوير الطاقة المتجددة، واستغلال الهيدروكربونات والتخلص من النفايات)	■ الأضرار المادية التي لحقت بأشكال قاع البحر والرواسب ■ تعطل العمليات الجيومورفولوجية القريبة من الشاطئ وفي البحر
الاستجمام والسياحة الجيولوجية	■ الأضرار المادية التي لحقت بالاشكال الأرضية والمكاشف الصخرية والعمليات والتربة (الضغط) من خلال ضغط الزائر ■ تجزئة سلامة الموقع ■ تآكل ممر المشاة وتعرية التربة الموضعية الأخرى وفقدان المواد العضوية للتربة
تغير المناخ	■ التغييرات في عمليات النظام النشطة ■ تغييرات في حالة النظام (الاستقرار أو الانتقال إلى حالة نشطة) ■ فقدان المظاهر، مثل القمم الجليدية والأنهار الجليدية والعمليات المحيطة بالجليد
ارتفاع مستوى سطح البحر (لأسباب بشرية)	■ فقدان الرؤية والوصول إلى التضاريس الساحلية والمكاشف من خلال الغمر ■ فقدان المكاشف من خلال التعرية المتزايدة ■ التغيرات في التضاريس الساحلية ■ فقدان كل أو أجزاء كبيرة من المناطق المحمية ■ تطوير مظاهر جديدة (على سبيل المثال من هبوب العواصف)
ترميم الحفر والمقالع (بما في ذلك مدافن النفايات)	■ فقدان المكاشف والاشكال الطبيعية
تثبيت الأسطح الصخرية (مثل قطع الطرق) بالشبك والخرسانة	■ فقدان المكاشف
الجمع غير المسؤول للمتحجرات (للأحفوريات)، والمعادن، **ولباب الصخور**	■ الأضرار المادية لمكاشف الصخور وفقدان سجلات المتحجرات والسياق

ومع ذلك، يمكن أن يكون للأنشطة البشرية تأثير على معدلات هذه العمليات، على سبيل المثال عن طريق إزالة الغطاء النباتي وبالتالي زيادة معدلات الجريان السطحي في الأنهار وزيادة تآكل التربة. في هذه الحالات، يجب أن تسعى الحماية الجيولوجية لإعادة العمليات إلى نطاقها الطبيعي للتنوع من خلال الإدارة المستدامة للأراضي والمياه (القسم 6. 3.).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 17: استخدم مفاهيم الحساسية والضعف لتوجيه تقييمات التهديدات وتأثيراتها المحتملة على مظاهر وعمليات التراث الجيولوجي.

6. 2. التهديدات الرئيسية

يمكن أن تؤدي العمليات الطبيعية إلى فقدان التنوع الجيولوجي (مثل تآكل السواحل مما يؤدي إلى انهيار كومة بحرية أو قوس طبيعي). يجب قبول هذا كجزء من التطور الطبيعي للمناظر الطبيعية- سيؤدي استمرار العمليات إلى إنشاء أكوام أو أقواس جديدة. من الأمور التي تثير قلق المديرين بشكل أكبر التأثيرات التي يسببها الإنسان والتي يمكن أن تؤدي إلى واحد أو أكثر من التأثيرات العامة التالية:

- تدمير كامل للموقع الجيولوجي؛
- خسارة جزئية أو ضرر مادي لموقع جيولوجي؛
- تجزئة مظاهر مهمة.
- فقدان الرؤية (على سبيل المثال من خلال نمو النباتات)؛
- فقدان الوصول؛
- اعاقة العمليات الطبيعية وتأثيراتها خارج الموقع؛
- التلوث؛
- فقدان الطبيعة؛ و
- تأثيرات بصرية (مثل الكتابة على الجدران).

يقدم الجدول 6. 2. قائمة بالتهديدات المحددة، مع أمثلة على التأثيرات على التراث الجيولوجي في المناطق المحمية. يوضح الجزء المتبقي من هذا الفصل التهديدات والضغوط والتأثيرات، ويقدم نُهج الإدارة الموصى بها ومصادر التوجيه العملي. لمزيد من التفاصيل انظر (Gray, 2013).

6. 3. التعامل مع التهديدات: تقييم المخاطر والآثار

سيكون للمواقع والمظاهر درجات متفاوتة من الحساسية لأنواع مختلفة من النشاط البشري. يعد تحديد التأثير المحتمل وخيارات الاستجابة للتهديدات المحتملة مكونًا مهمًا لإدارة الموقع. يجب إجراء تقييمات للمخاطر وتحديد أولويات إجراءات الإدارة لتحديد الاحتمالية والآثار المحتملة لأنواع مختلفة من النشاط البشري والتغيرات الطبيعية. هنا، يجب تطبيق مبادئ ومنهجية التقييم البيئي الاستراتيجي وتحليل الأثر البيئي. لاحظ أنه في حالة الأنظمة الديناميكية، قد تؤثر الأنشطة خارج المنطقة المحمية عليها.

6. 4. التعامل مع التهديدات: إرشادات أفضل الممارسات حول الموضوعات الرئيسية

تم تحديد تأثيرات تهديدات محددة على المواقع الجيولوجية أدناه، جنبًا إلى جنب مع المشورة بشأن مبادئ ونهج الإدارة. للحصول على إرشادات عملية وأمثلة عمل، راجع (Prosser et al., 2006)، الذي وضع إرشادات شاملة حول إدارة المواقع بناءً على أهداف الحماية للفئات الرئيسية الثلاث للمواقع الجيولوجية: المكاشف / واسعة النطاق، التكامل، والمحدود (القسم 5. 2. والجدول 5. 1.). أمثلة على تطبيق هذا الكتاب الإرشادي على المناطق المحمية للكهوف والخسفات، والأنهار الجليدية وما حولها (أي تلك التي تشكلت عن طريق عمليات التجميد / الذوبان)، والمتحجرات والمعادن المهمة، والمناطق البركانية موضحة في القسم 7. في النص أدناه مصادر التوجيه الإضافية، التي يتم أيضًا استخدامها، حيثما وجدت (على سبيل المثال لإدارة الأنهار والسواحل). بالإضافة إلى ذلك، تم تضمين العديد من دراسات الحالة (المربعات 6. 1. - 6. 7. ؛ وانظر أيضًا المربع 4. 5.). يجب دائمًا إيلاء الاعتبار للحلول القائمة على الطبيعة (أي أولئك الذين يسعون إلى محاكاة الطبيعة أو استعادتها حيثما كان ذلك مناسبًا وممكنًا). نشر الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) الإصدار الأول من المعيار العالمي للحلول القائمة على الطبيعة (IUCN ، 2020).

استخراج المعادن وترميم المقالع

يمكن أن تسبب المناجم القديمة داخل المناطق المحمية مشاكل تتعلق بالسلامة والبيئة. غالبًا ما تُترك الأعمدة الرأسية ومداخل المناجم مكشوفة وتحتاج هذه المظاهر التاريخية الخطيرة إلى سياج أمان أو أغطية أمان لحماية الزوار من الحوادث. استغلت العديد من المناجم خامات الكبريتيد المعدنية، مثل الرصاص والنحاس والزنك، وعادة ما يكون جريان المياه الجوفية من هذه الأعمال القديمة حمضيًا وسامًا لمسار الحياة والحياة الحيوانية. تشكل الكبريتيدات الغنية بالزرنيخ مشكلة خاصة بسبب سميتها. عادة، قد تشارك سلطات المناطق المحمية مع منظمات أخرى، مثل إدارة المناجم أو سلطة حماية البيئة، لتنظيف تلوث المياه السام. تشكل مقالب نفايات المناجم القديمة الغنية بالكبريتيدات مشكلة تلوث مماثلة.

هناك حاجة إلى المعادن في المجتمع الحديث وغالبًا ما يؤدي استخراجها إلى مكاشف مهمة لطبقات الصخور. هناك مشكلة صغيرة حيث تكون المادة التي يتم استخراجها واسعة النطاق وحيث يكون تأثير المناظر الطبيعية للمقالع محدودًا. إن أخطر المواقف عندما يتم تدمير التربة النادرة، أو التضاريس المهمة، أو المواقع الحاملة للمتحجرات ذات المدى المحدود بواسطة المقالع السطحية. لسوء الحظ ، يحدث الحفر غير القانوني أو غير المنضبط أيضًا في بعض أجزاء العالم، مما يترك المناظر الطبيعية مدمرة وغير قابلة للاستعادة.

بالإضافة إلى الآثار المباشرة للتراث الجيولوجي والمناظر الطبيعية ، تشمل الآثار المحتملة الأخرى للمقالع إنتاج مواد النفايات / أكوام التالف، والتلوث عن طريق مخلفات المناجم ، وتصريف المناجم الحامضية أو فشل السدود حيث يتم تخزين مواد النفايات، والضوضاء، والاهتزاز أو حركة المرور / الوصول، تأثيرات الطرق والتأثيرات المرئية للمصنع والآلات.

في معظم الدول، يتم استبعاد التعدين من المناطق المحمية. هذا يشمل جميع أشكال التنقيب عن المناجم مثل الحفر والمسوحات الجيوفيزيائية. يمتد هذا الحظر إلى مركز الأرض للمناطق المحمية التي تم تشريعها بهذه الطريقة، أو قد يكون مقيدًا بالعمق. بعض المناطق المحمية، بما في ذلك مناطق مستجمعات المياه فوق طبقات الفحم قليلة الميل بالقرب من سيدني، في أستراليا، كانت مقيدة بعمق عند إعلانها، مما يعني أنه يمكن استخراج الفحم من اعماق محددة. يعاني موظفو المنطقة المحمية من مشاكل إدارة السطح، مثل اختفاء الجداول وتسرب غاز الميثان، وهي مشاكل استدعت استجابة الحكومة.

الصورة 6. 1. توفر المحاجر مكاشف جديدة للجيولوجيين للبحث، وخاصة صخور الجبة (mantle) المحيطية النادرة، كما يظهر في منتزه ترودوس الوطني، في قبرص التركية. يمكن أن يكون مخلفات المقلع خطيرًا ويجب إدارة وصول الزوار. © روجر كروفتس

صورة 6. 2. صورة توضح أن المقالع المعتمدة قبل منح الموقع حالة المنطقة المحمية يمكن إيقافها أو رفض الامتدادات إذا كان موقع التراث الجيولوجي مهماً بدرجة كافية. مقلع إلدون هيل في متنزه بيك ديستريكت الوطني، وموقع كاسلتون ذي الأهمية العلمية الخاصة، في إنجلترا. بعد إغلاق المقلع في عام 1999، تم منح اجازة الوصول إلى اختصاصيو الكهوف الذين اكتشفوا اشكال الرواسب الكهفية ورواسب مهمة (انظر الشخص عند مدخل الكهف).
© جون كون

المربع 6. 1.

موقع مقلع هورن بارك ذو الأهمية العلمية الخاصة والمحمية الطبيعية الوطنية، المملكة المتحدة

يعد هورن بارك كواري، وهو مقلع مهجور بالقرب من بيمينستر، دورست، المملكة المتحدة، مثالاً على الاحتفاظ باهتمام الزوار والعلماء بالحماية والدراسة بعد اكتمال استخراج الحجارة والموافقة على استخدام جديد للمقلع.

مقلع هورن بارك (SSSI) والمحمية الطبيعية الوطنية هي واحدة من أكثر المواقع شهرة وغنى بالمتحجرات (الاحفوريات) في تكوين الأواولايت (Oolite) السفلي ، الجوراسي الاوسط في جنوب غرب إنجلترا، وهي مشهورة بشكل خاص بالطبقة الفلزية الفريدة والحيوانات اللافقارية المتحجرة المتنوعة والمحفوظة جيدًا، ولا سيما الأمونيت.

قضايا الحماية والإجراءات المتخذة

يقدم متنزه هورن كواري تحديين مهمين في **الحفاظ** على البيئة (Larwood & Chandler, 2016). أولاً، نظرًا لأنه تم استخراج الحجر الجيري إلى حد كبير، فإن موارد المتحجرات المتبقية محدودة ومعرضة بشكل خاص للجمع المفرط وغير القانوني. ثانيًا، تطلب تطوير مجمع الأعمال تخطيطًا دقيقًا وحساسًا للاحتفاظ بالمكاشف التمثيلية التي يمكن الوصول إليها من خلال الطبقات ذات الصلة.

بعد إجراء مسح تفصيلي، تم إعادة عرض الوجوه الرئيسية في المقلع العلوي وخطها، مما يتيح الاحتفاظ بتسلسل طباقي كامل. تم تسييج هذه المنطقة بشكل آمن لتقييد الوصول، وبالتالي حماية كل من موارد المتحجرات وتحديد المنطقة الأكثر حساسية في الموقع أثناء إنشاء الوحدات الصناعية. الوصول إلى الموقع بإذن مسبق فقط.

من خلال العمل مع المتطوعين وادارة الساحل الجوراسي، تم تمديد الجزء السفلي من التتابع الصخري وإعادة الكشف عن الجزء العلوي، بما في ذلك المتحجرات. تم وضع صندوق آمن (بغطاء شبكي ملحوم) فوق هذه المنطقة. يسمح هذا للزوار بمشاهدة الحيوانات المتحجرة المتنوعة بالتفصيل دون العبث بها أو فقدان المتحجرات.

تُركت مواد التحري الفائضة وأعمال التطهير في الموقع ليجمعها الزوار. وتم التبرع بالعينات لمتحف بيمنستر القريب، حيث تم جمعها في معرض جيولوجي وصناديق تعليمية عن المتحجرات للتعاون مع المدارس المحلية

غطاء شبكي ملحوم لحماية طبقات المتحجرات المكشوفة © جوناثان لاروود

أدى التعاون بين الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة والمجلس الدولي للتعدين والمعادن إلى وضع قواعد ممارسة (ICMM ، 2003). ان الالتزام الرئيسي هو: «احترام المناطق المحمية المعينة قانونًا والتأكد من أن أي عمليات جديدة أو تغييرات على العمليات الحالية لا تتعارض مع القيمة التي تم تخصيصها من أجلها» (ICMM، 2003). يؤكد الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة على أنه لا ينبغي إجراء أي أنشطة تعدين في منطقة محمية (IUCN، 2016b).

من الأمثلة على القلق بشأن عمليات التعدين في المناطق المحمية أو بالقرب منها منجم لوس فرايليس في أزنالكولار، بالقرب من إشبيلية، في إسبانيا. في عام 1998، انفجر سد نفايات، وتدفقت 5 ملايين متر مكعب من المخلفات السامة في نهر جواديامار، وتم ابعادها بصعوبة من الأراضي الرطبة الهامة في متنزه دونيانا الوطني، أحد مواقع التراث العالمي. كانت هناك حاجة لعملية تنظيف بقيمة 240 مليون يورو. ونتيجة لذلك، تم إغلاق المنجم، ولكن سُمح بإعادة فتحه في عام 2015، مع حظر بناء سد جديد للمخلفات. تعاني بعض المناطق المحمية من التعدين غير القانوني، مثل تعدين الذهب. منتزه كوركوفادو الوطني في كوستاريكا هو أحد الأمثلة على الذهب الحرفي على ضفاف النهر ودفع هذا النشاط المكثف السلطات إلى التحرك. عادة ما تحتاج إجراءات الاستجابة هذه الى تدخل الشرطة. مع فهم مديري المناطق المحمية للتراث الجيولوجي لمنطقتهم على مستوى مفصل، هناك إمكانية لتوقع النشاط غير القانوني ووضع تدابير وقائية مسبقًا. ستتطلب أضرار التعدين غير القانونية، بمجرد توقفها، إجراءات تنظيف وترميم يمكن أن تستفيد من استعادة الخبرة الجيولوجية.

في متنزه كاكادو الوطني في أستراليا، بدأ تعدين اليورانيوم في عام 1980، ولكن عندما تم إنشاء المتنزه الوطني في العام التالي، تم استبعاد مناجم رينجر وجابيلوكا من المتنزه ولكنهما محاطان بها تمامًا. تشمل المخاوف هنا تسرب 100000 لتر من المياه الملوثة كل يوم من سد نفايات المناجم إلى شقوق الصخور تحت منجم رينجر مؤخرًا في عام 2009.

تتطلب ظروف التخطيط عادة تأهيل المناظر الطبيعية، وغالبًا ما تتضمن مدافن النفايات. والنتيجة هي فقدان المكاشف الجيولوجية. يعد الحوار المبكر بين أصحاب المصلحة (مثل مشغلي المحاجر، والسلطات المحلية، والأكاديميين، وهيئات الحماية الجيولوجية)، ضروريًا لضمان دمج اهتمامات التراث الجيولوجي، حيثما كان ذلك عمليًا، في مخططات الاستعادة من خلال إنشاء الأماكن حيث يمكن حماية المظاهر الجيولوجية ومكاشفها وتفسيرها للبحث والتعليم والسياحة الجيولوجية (المربعان 4. 5. و 6. 1.) قد تشمل هذه أقسام الحماية، أو الأكوام التالفة التي تحتوي على عينات معدنية مهمة. عند الاقتضاء، يجب دمج استعادة التراث الجيولوجي مع أعمال التعدين من أجل التنوع البيولوجي واكتساب الموائل (مثل، برنامج الطبيعة بعد المعادن في إنجلترا، الذي تديره شركة انكلترا الطبيعية، والجمعية الملكية لحماية الطيور جنبًا إلى جنب مع مجتمع التعدين).

في غياب التشريع، يسلط بروسر (Prosser, 2016) الضوء على قيمة «تطوير شراكات متبادلة المنفعة تحتفل بالمساهمة الإيجابية لصناعة استخراج المعادن في علوم الأرض، والتعليم، والحماية، مع الحفاظ في الوقت نفسه على المظاهر الجيولوجية، والعينات، والبيانات التي قد تنشأ من عملياتهم «.

توصيات لإدارة المقالع واستعادتها:

- ضمان الحوار المبكر بين أصحاب المصلحة بحيث يتم دمج اهتمامات التراث الجيولوجي في خطط الاستعادة؛
- وصول آمن للتسجيل والتجميع في مقالع العمل؛
- تكامل التراث الجيولوجي واستعادة التنوع البيولوجي؛
- تأمين وحماية المكاشف الرئيسية أو أكوام المخلفات كمناطق حماية، باستخدام التقنيات المناسبة؛
- السيطرة على زحف الغطاء النباتي؛ و
- تطوير فرص التفسير.

تطوير الأراضي والتحضر

يمكن أن يكون لتطوير الأراضي عند بناء الطرق، والمنازل، والصناعة، والاستخدامات الأخرى تأثيرات هائلة على التراث الجيولوجي من خلال إعادة تشكيل التضاريس الطبيعية، وإتلاف تركيب التربة، ووقف العمليات الجيومورفولوجية، وتغيير الهيدرولوجيا في المنطقة، على سبيل المثال عن طريق تركيب خفض النفاذية السطحية. عندما يتم تشييد المباني الجديدة في المناطق المحمية، يجب الانتباه بعناية إلى مواقعها وتصميمها بحيث تتلاءم بشكل متناغم مع المناظر الطبيعية المحلية. عندما يتم إنشاء الطرق، يجب أن تتوافق مع التضاريس الحالية وأن تكون مصممة لتجنب عمليات القطع والسدود الواسعة. ولكن عندما تكون عمليات القطع ضرورية، يجب ترك بعض الطبقات الجيولوجية مكشوفة للبحث والدراسة في المستقبل، باتباع الإرشادات الواردة في بروسر (Prosser et al., 2006). في بعض الحالات، قد تكون الاستعادة الجزئية ممكنة بعد التلف الناتج عن التطور.

توصيات للإدارة والاستعادة:

- ضمان الحوار المبكر بين أصحاب المصلحة بحيث يتم دمج اهتمامات التراث الجيولوجي في خطط التنمية والاستعادة؛
- تكامل الحفاظ على التراث الجيولوجي مع استعادة المناظر الطبيعية؛
- تأمين وصيانة المكاشف الرئيسية أو التضاريس كأقسام أو مواقع للحماية باستخدام التقنيات المناسبة؛ و
- تطوير فرص التفسير.

الإدارة والهندسة الساحلية

أن تركيب دفاعات ساحلية صلبة عدة له تأثيرات مهمة على التنوع الجيولوجي. أولاً، تم تصميمها لمنع التطور الطبيعي

الصورة 6. 3. اقامة الطريق للوصول الأسهل للسياح إلى منطقة نجورونجورو المحمية، في تنزانيا والى الحياة البرية المهمة فيها، ولكنها تخلق ضغوطًا أكبر على إدارة الحماية في المنطقة. © روجر كروفتس

للساحل. ثانيًا ، ويمكن أن تحجب المكاشف الجيولوجية الساحلية الهامة وبالتالي تجعلها غير قابلة للوصول للدراسة المستقبلية.

ثالثًا، يمكن أن تؤدي إلى استقرار التضاريس الساحلية النشطة، مثل أنظمة الكثبان الرملية. ومنع تبادل الرواسب بين الشواطئ والكثبان الرملية. في بورني، في تسمانيا، أستراليا، على سبيل المثال، تمت تغطية نصب جيولوجي محمي (يتألف من حواجز صخور دوليرايت ما قبل الكمبري) خلال مخطط استصلاح ساحلي (C. Sharples, pers. comm.).عندما تكون حماية السواحل ضرورية ، يوصى باستخدام الأساليب الهندسية «اللينة»، مثل تجديد رمال الشواطئ.

يتم اعتماد المزيد من المناهج الاستراتيجية بشكل متزايد، بناءً على فهم العمليات على مستوى النظم الساحلية الإقليمية أو الخلايا الساحلية. وهذا يمكّن من النظر في الآثار الضارة المحتملة على نطاق أوسع، وتحديد مناطق الصراع وحلها، وإحراز تقدم في الإدارة الأكثر تكاملاً من خلال خطط إدارة السواحل. في حين أنه من المرجح أن تستمر الحاجة إلى الحماية القوية لتأمين البنية التحتية الأساسية، فإن المزيد من الحلول الطبيعية تتم مناقشتها ونشرها بشكل متزايد في أماكن أخرى، سواء على أسس بيئية أو متعلقة بالتكلفة (Spalding et al., 2014; Cohen-Shacham et al., 2016; Williams et al., 2018; Morris et al., 2019)؛ انظر أيضًا القسم 5، وموقع (IUCN / WCPA Natural Solutions) الشبكة (الويب). من الأمثلة الجيدة على التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه في مستنقعات المنغروف دراسة الحالة 1. 1. في (Gross et al. 2016). يمتلك فريق شراكة العلم للطبيعة والناس المعني بالدفاعات الساحلية مادة ممتازة لمساعدة مديري المناطق المحمية.

يتم أيضًا استخدام تغذية الشواطئ عن طريق جلب الرمال من المواقع المنحدرة أو من البحر ووضعها على الشاطئ (غالبًا بالاشتراك مع الأساليب الأخرى). هناك مؤلفات واسعة حول الحلول المستدامة للإدارة الساحلية ؛ يقدم وليامز وآخرون (Williams et al. 2018) مراجعة محدثة.

قد يكون للأنشطة القريبة من الشاطئ والبحر تأثير ضار على مظاهر التراث الجيولوجي الساحلية، وكذلك البحرية، من خلال الأضرار التي لحقت بأشكال الأرض أو تعطيل العمليات الطبيعية. راجع (Spalding et al., 2014 and Pontee et al., 2016) للحصول على مزيد من النصائح.

توصيات لإدارة واستعادة السواحل:

- اعتماد نهج إدارة الخلايا الساحلية؛
- اعتماد تقنيات إدارة الفيضانات الطبيعية وحماية السواحل؛
- العمل مع العمليات الطبيعية باستخدام الحد الأدنى من التدخل (مثل، إعادة تنظيم الادارة، وإعادة شحن الشواطئ، واستعادة الاتصال بين مصادر الرواسب والمصارف) ، بدلاً من «الإصلاح والتحكم»؛
- تكامل أهداف التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي؛ و
- تحديد موقع البنية التحتية أو إعادة تحديد موقعها بعيدًا عن الحافات الساحلية النشطة.

إدارة وهندسة النهر

مثل الهندسة الساحلية ، تؤثر هندسة الأنهار أيضًا على المظاهر والعمليات الطبيعية. تم «توجيه قنوات العديد من الأنهار، وتقويمها، وسداد ضفافها، وتحويلها، وقلبها، وجرفها، وعزلها، عن سهولها الفيضية» (Gray, 2013). في أي من هذه الحالات أو مجتمعة، تتغير ديناميكيات النهر وتتأثر موائل قناة النهر الطبيعية، أو الضفة، أو السهول الفيضية بشكل سلبي.

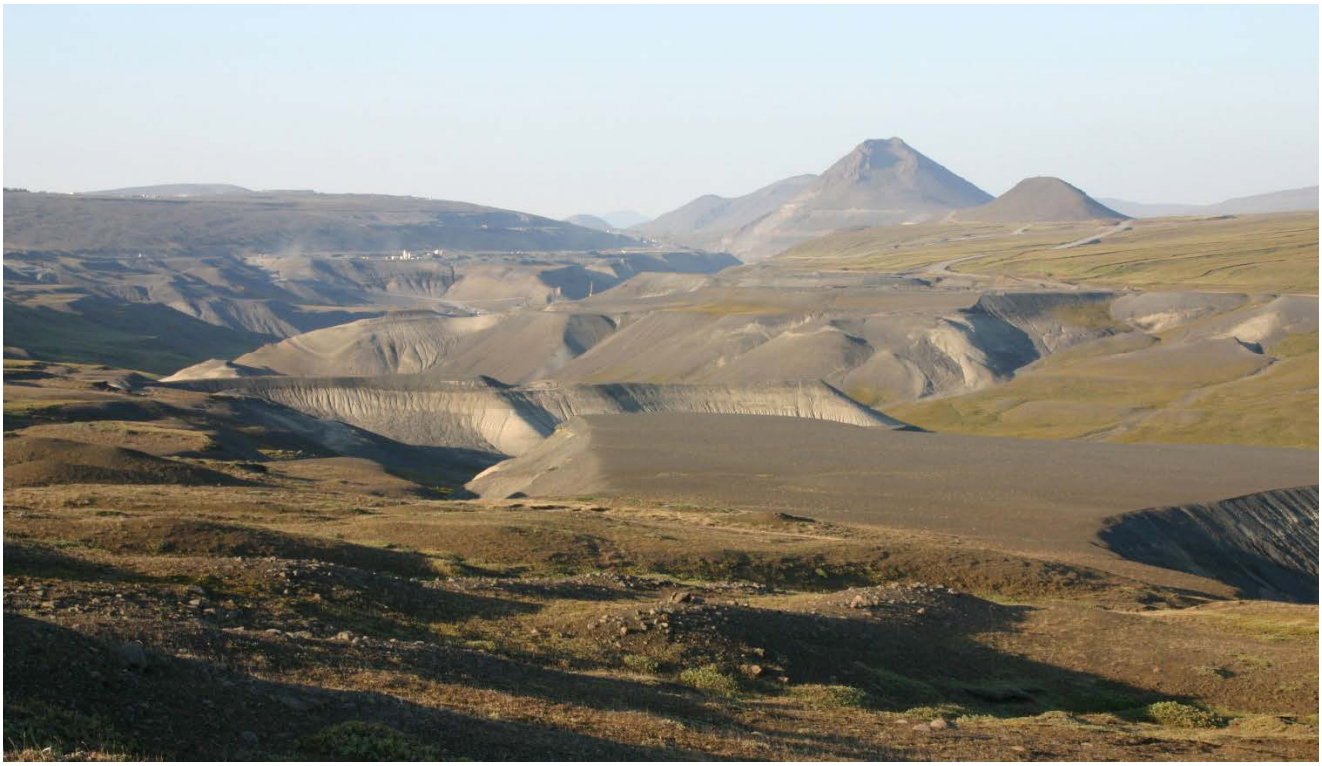
ان عملية بناء السد هي أخطر إجراء في تغيير نظام تدفق المياه اسفل مجرى النهر والتأثير على المناظر الطبيعية. ومن أكثر السدود إثارة للجدل في منطقة محمية هو سد أوشونسي، الذي تم بناؤه عام 1913 عبر وادي هيتش هيتشي في متنزه يوسمايت الوطني، كاليفورنيا، في الولايات المتحدة الأمريكية، لتوفير المياه لسان فرانسيسكو. كان بناءه مثيرا للجدل، ولا يزال الجدل محتدما. والمثال الأكثر إيجابية هو الإجراء المعاكس - إزالة السدود - كما حدث في المتنزه الوطني الأولمبي، واشنطن، في الولايات المتحدة الأمريكية. اذ تمت إزالة سدين هما، الوها (El-wha)، و كلينز كانيون (Glines Canyon). تم بناؤهما في أوائل القرن العشرين لتوفير الطاقة المائية لصناعة الأخشاب والمدن المحلية. ومع ذلك، فقد أدى بناء السدود أيضًا إلى منع هجرة السلمون إلى أعلى مجرى النهر، وعطل تدفق الرواسب في اتجاه مجرى النهر وغمر الأراضي التاريخية والمواقع الثقافية لقبيلة إلوها كلاكلام السفلى. في عام 1992، تغيرت قصة النهر عندما أقر الكونجرس الأمريكي قانون استعادة النظام البيئي لنهر إلوها ومصايد الأسماك، الذي يسمح بإزالة السدود. بعد عقدين من التخطيط، بدأت أكبر عملية إزالة للسدود في تاريخ الولايات المتحدة في عام 2011 التي بدأت مع سد إلوها، وأعقب ذلك إزالة سد غلينز كانيون في عام 2014. اليوم، يجري نهر إلوها وحمله الرسوبي مرة أخرى بحرية من منابعه في الجبال الأولمبية إلى مضيق خوان دي فوكا (انظر الصورة الأمامية لهذا القسم).

عادة ما تتضمن الأساليب التقليدية لإدارة النهر هندسة صلبة من خلال استخدام الدروع الصخرية أو الكتل الطينية لتثبيت هوامش القناة. لا تقيد مثل هذه الأساليب الديناميكيات الطبيعية لنظام النهر فحسب، بل يمكنها أيضًا إتلاف ضفة النهر والموائل والأنواع داخل القناة، وقد تؤدي إلى نقل المشكلات في اتجاه مجرى اسفل النهر. من وجهة نظر الحفظ ، يجب أن تقتصر الهندسة الصلبة على حماية المرافق الأساسية والمباني والبنية التحتية. تدرك المناهج الجديدة بشكل متزايد أهمية إدارة مستجمعات المياه وقيمة الحلول المستندة إلى الطبيعة التي تتضمن العمل مع الطبيعة من خلال تدابير لإعادة إنشاء أنظمة الجريان الطبيعي، مثل إبطاء تدفق المياه إلى الأنهار وتشجيع تخزين السهول الفيضية لمياه الفيضانات (Poff et al., 1997; Poff, 2018; Palmer & Ruhi, 2019) تتوفر إرشادات محددة حول الحلول الطبيعية جنبًا إلى جنب مع الأمثلة من مجموعة من المصادر، بما في ذلك مركز استعادة النهر (River Restoration Centre) وموقع (IUCN / WCPA Natural Solutions) على الشبكة (الويب). يقدم المربع 6. 2. مثالاً محددًا.

الصورة 6. 4. قد تكون الهندسة الصلبة بجدار بحري لوقف تعرية المنحدرات وأخدود الجرف لالتقاط الرمال ضرورية في بعض الأماكن، ولكن يجب تجربة أساليب الهندسة اللينة البديلة أولاً. فولكستون، إنجلترا. © روجر كروفتس

الصورة 6. 5. يعتبر تثبيت الرمال عن طريق زراعة الأعشاب المحلية طريقة ممتازة. موقع كثبان دوولاو الطبيعية، مايو، أيرلندا. © روجر كروفتس

صورة 6. 6. سد اوشاكنيسي المثير للجدل إلى حد كبير، عبر وادي هيتش هيتشي في متنزه يوسمايت الوطني، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية. يعد بناء السدود وإغراق الأراضي مشكلة طويلة الأمد في العديد من المناطق الجبلية المحمية. التخفيف محدود للغاية ما لم يكن بالإمكان إزالة الهياكل. © موراي جراي



الصورة 6. 7. بعض من أفضل الأمثلة على مستوى العالم من المدرجات التي شكلتها المياه الذائبة الجليدية، مغمورة الآن تحت مياه خزان هالسلون، أيسلندا مما يؤثر على حركة المياه في اعلى التيار، واسفل التيار، وحركة الرواسب. كانت هناك معارضة شديدة لبناء السد. الموقع الآن مستبعد من متنزه فاتناجوكول الوطني، أيسلندا، على الرغم من المعارضة الشديدة. © روجر كروفتس

الصورة 6. 8. تم تعديل نهر دوناو والقناة في اتجاه اسفل مجرى النهر من فيينا، النمسا لتحسين الملاحة. تم اتخاذ تدابير جديدة لاستعادة قنوات الفيضان الطبيعية للنهر في متنزه دوناو أويرن الوطني. © روجر كروفتس

شهد متنزه يوسمايت الوطني، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية، أكبر فيضان منذ 100 عام على الأقل في يناير 1997. وبقدر ما كان الفيضان مدمرًا على المستوى البشري، فقد وفر فرصة لاستعادة إيجابية. التزمت سلطة المناطق المحمية بنقل أكبر عدد ممكن من المرافق خارج السهول الفيضية لنهر ميرسيد أو خارج وادي يوسمايت بالكامل. تقع المرافق الجديدة خارج السهول الفيضية وبعيدًا عن الأراضي الرطبة الحساسة والمروج والغابات وقاع النهر نفسه. قُدِّر أن مشاريع التعافي من الفيضانات قد اكتملت في غضون أربع إلى خمس سنوات ، ولكن سلسلة من الدعاوى القضائية واجهت بعض المشاريع المحددة ، فأمرت المحكمة بأوامر قضائية ، كما أدى إعداد وثائق تخطيط المتنزهات إلى توسيع الإطار الزمني للاستعادة إلى 15 عامًا. التقرير النهائي لنشاط الاستعادة متاح عبر الإنترنت (US National Park Service ، 2013).

توصيات لإدارة النهر واستعادته:

- اعتماد نهج إدارة مستجمعات المياه؛
- تبني تقنيات إدارة الفيضانات الطبيعية (مثل استعادة الأنهار والسهول الفيضية)؛
- إعادة إنشاء أنظمة التدفق الطبيعي؛
- العمل مع العمليات الطبيعية باستخدام الحد الأدنى من التدخل ، بدلاً من «الإصلاح والتحكم» ، مما يوفر مساحة لإعادة توصيل الأنهار وسهولها الفيضية واستعادة اتصال المنبع والمصب؛
- السعي للحصول على اتفاق لإزالة العوائق التي تحول دون التدفق الطبيعي ونقل الرواسب، مثل السدود؛
- تكامل أهداف التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي؛ و
- تحديد موقع البنية التحتية أو إعادة تحديد موقعها خارج السهول الفيضية النشطة.

الغابات والنباتات

تتمثل الآثار الرئيسية للغابات والغطاء النباتي في قدرتها على حجب مكاشف الصخور، أو تضاريس محددة، أو ارتباطات الأشكال الأرضية في منطقة ما، مما يقلل من الاستمرارية البصرية وتعتيم وجهات النظر. في حالة عمليات الزراعة، يمكن أن يؤدي استخدام المعدات الميكانيكية الكبيرة إلى ضغط التربة، وتغيير هيدرولوجيا التربة، وتدمير التضاريس الدقيقة. وينطبق الشيء نفسه على عمليات قطع الأشجار، والتي يجب تنفيذها بأكبر قدر ممكن من الحساسية البيئية. يمكن أن تؤدي إزالة الأشجار أيضًا إلى زيادة سرعة الجريان على سطح الارض، وتعرية التربة، وزيادة الرواسب في الأنهار.

لا يتوافق التشجير على نطاق واسع بشكل عام مع أهداف إدارة الحماية للمواقع الجيومورفولوجية الكبيرة. في سبعينيات القرن الماضي، كان لدى لجنة الغابات في بريطانيا العظمى خطط لمزارع صنوبرية في محمية غلين روي الطبيعية الوطنية حيث تظهر الطرق الموازية الشهيرة في غلين روي باستمرار على مدى عدة كيلومترات. كان من الممكن أن يتم حجب شواطئ البحيرة الجليدية هذه تمامًا من خلال هذه الزراعة ، ولكن لحسن الحظ تم التخلي عن المخطط عندما أشار مجتمع علوم الأرض إلى التأثيرات. عندما تكون المواقع مزروعة بالفعل لأغراض الغابات التجارية، قد توجد فرص من خلال الحوار مع مشغلي الغابات لتوضيح أشكال أو وجهات نظر محددة. في حالة التضاريس الصغيرة ومواقع مكاشف الصخور، فإن مطلب الإدارة الرئيسي هو ترك المظاهر غير مزروعة والحفاظ على الوصول، و المشاهدة البصرية.

الصورة 6. 10. لا يمكن لمعظم الزائرين رؤية الأشكال الأرضية لتراجع نهر جليدي من العصر الجليدي حيث تحجبهم غابات المزارع التي تظهر في الجزء العلوي من الصورة. يتعين على المشاهدين تسلق تل شديد الانحدار للحصول على المنظر في الصورة. من الواضح أن مزارعي الأشجار لم يفكروا في اهمية مشاهدة التراث الجيولوجي. محمية كويرفي الطبيعية الوطنية، اسكتلندا. © روجر كروفتس

من المحتمل أن يكون التجديد الطبيعي لأراضي الغابات في المواقع الجيومورفولوجية الكبيرة أكثر صعوبة. بينما لن يكون من الممكن الاحتفاظ به، لذا يجب تحديد جميع الأشكال الارضية كمنطقة مفتوحة، والمواقع الأكثر تمثيلا، وقيمة وإبقائها مرئية ويمكن الوصول إليها من خلال تدخل الإدارة، مع الأخذ في الاعتبار القضايا التي تمت مناقشتها في القسم 6. 5. (انظر الإطار 6. 3.).

على نطاق جيد، غالبًا ما يكون زحف الغطاء النباتي مصدر قلق في إدارة التضاريس الصغيرة ومواقع مكاشف الصخور. قد يكون تدخل الإدارة لإزالة الغطاء النباتي مطلوبًا على النحو المحدد في خطة وأهداف إدارة الموقع (على سبيل المثال، إذا تمت تغطية أكثر من 50٪ من المكشف ؛ انظر القسم 5. 2.). سيعتمد هذا على طبيعة المظاهر محل الاهتمام (على سبيل المثال، قد تؤدي عملية ازالة النباتات المتكررة من المكاشف الرخوة للرواسب إلى إتلاف الاهمية تدريجيًا)، ونوع، وتكرار الاستخدام (على سبيل المثال، قد يتطلب موقع البحث إزالة عرضية او مؤقتة عند إجراء دراسات جديدة، في حين قد يتطلب الموقع الصلب، والمتميز بكثافة الزوار، والمستخدم للسياحة الجيولوجية مسحًا منتظمًا).

تتوفر المعلومات والإرشادات حول التعامل مع الاختلاف بين التنوع البيولوجي والحفاظ على التنوع الجيولوجي في القسم 6. 5.

توصيات لإدارة زحف الغابات والغطاء النباتي:

- تجنب التشجير على نطاق واسع للمواقع التي تحجب المظاهر الرئيسية؛
- الحفاظ على إمكانية الوصول إلى المكاشف الرئيسية، والتضاريس، ومشاهدتها؛
- إجراء مراقبة حالة الموقع لإبلاغ القرارات بشأن الحاجة إلى إزالة الغطاء النباتي في الموقع بما يتماشى مع أهداف الإدارة؛ و
- تكامل أهداف إدارة التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي قدر الإمكان.

الزراعة

تمتلك الزراعة القدرة على تحويل التربة، مما يؤدي إلى التعرية، والضغط، والتلوث، والتملح، وتغيرات في هيدرولوجيا التربة، وبيئتها. يمكن أن يؤدي حرث المنحدرات إلى زيادة الجريان السطحي وتآكل التربة وله آثار ضارة على المظاهر المحمية في اتجاه اسفل مجرى النهر. يمكن أن يؤدي الحرث أيضًا إلى تدمير التضاريس الحساسة، مثل المظاهر المحيطة بالجليد (أي تلك التي تشكلت عن طريق عمليات التجميد / الذوبان)، أو الكثبان الرملية المنخفضة، أو القنوات المهجورة على مدرجات النهر. تنشأ قضية معينة عندما تمارس الزراعة في مناطق الخسفات (كارست)، حيث يمكن أن تشمل آثارها التلوث، أو أنظمة ترسيب الكهوف، والمياه من خلال جريان المياه في المزرعة، أو الإفراط في استخدام الكيماويات الزراعية، والتغيرات في هيدرولوجيا الخسفات من خلال عمليات الزراعة السطحية، أو قلب نفايات المزرعة في تجاويف الخسفات و مداخل الكهف. في بعض المناظر الطبيعية، تغيرت سفوح التلال بأكملها وتربتها من خلال بناء مصاطب لزراعة الأرز أو العنب.

المربع 6. 2.

تحسين جودة مياه نهر ريكا، متنزه شكوتشيانسكي جيم الإقليمي، سلوفينيا

يقع متنزه شكوتشيانسكي جيم الإقليمي في هضبة كراس في جنوب غرب سلوفينيا. تحافظ المنطقة المحمية التي تبلغ مساحتها 413 هكتارًا على نظام كهوف استثنائي من الحجر الجيري والذي يضم واحدًا من أكبر الأخاديد النهرية المعروفة في العالم ، والتي تم تقطيعها في صخر الحجر الجيري على ضفاف نهر ريكا. تغطي المنطقة العازلة 45000 هكتار وتشمل حوض نهر ريكا بأكمله.

تمت حماية شكوتشيانسكي جيم كنصب تذكاري طبيعي منذ عام 1980 وأدرجت في قائمة التراث العالمي في عام 1986.

في عام 1996 انشأ متنزه شكوتشيانسكي جيم الاقليمي وكالة خدمة عامة لإدارة المنطقة المحمية. تم إدراج الكهوف في قائمة رامسار للأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية في عام 1999. منذ عام 2004 ، تم الاعتراف بالمتنزه أيضًا من قبل برنامج الإنسان والمحيط الحيوي التابع لليونسكو كخسفة محمية للمحيط الحيوي.

صورة 6. 9. نهر ريكا الذي يجري عبر كهف شكوتشيانسكي جيم. © بوروت لوزيج

بدأ تلوث نهر ريكا مع بداية التصنيع في عام 1960. وكانت أكبر العوامل المسببة للتلوث هي مصانع معالجة الأخشاب المحلية، ومصانع الأحماض العضوية، ومكب النفايات المصاحب لها. ونتج عن ذلك تدني جودة المياه بسبب التحلل أو عمليات الهضم اللاهوائية المكثفة، التي تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة نتيجة استهلاك المادة العضوية التي كانت بمثابة مصدر للتغذية والطاقة، وتنتج على وجه الخصوص الكتلة الحيوية المتبقية، والمنتجات الغازية، أوالمواد المتطايرة. وغالباً ما تكون هذه المواد العضوية الدقيقة (مثل الصمغ والطحالب والبكتيريا الخيطية) أن تكون ملتصقة بقاع مجرى النهر والضفاف خلال أوقات الجريان المنخفض للتيار ، وبعد ذلك يؤدي ارتفاع معدل الجريان إلى غسلها بعيدًا. حملت موجة الفيضان الجسيمات الرسوبية والمركبات المتحللة أثناء عمليات الهضم والكتلة الحيوية في اتجاه مجرى اسفل النهر، حيث ترسبت. في الخسفة الموجودة تحت سطح الأرض، كانت المواد العضوية تخضع لعملية الهضم اللاهوائي، والتي انتقلت بالتالي من قسم من نهر ريكا إلى اماكن آخرى.

تحسنت جودة النهر بعد عام 1990 عندما أغلق أحد المصانع. و قبل ذلك، تم إدخال بعض إجراءات المعالجة المسبقة في منشأة إنتاج الألواح الخشبية المحلية، مثل إغلاق دائرة مياه الصرف الصحي، واستصلاح جزء من كتلة الخشب لإعادة استخدامه في الإنتاج، وإنشاء محطة معالجة المياه داخل المرفق.

وفقًا لوكالة البيئة السلوفينية، فإن الوضع البيئي والكيميائي للمياه في المنطقة العازلة جيد. من حين لآخر، يظهر تلوث المياه والرغوة على التيار السطحي قبل أن يدخل نهر ريكا الى كهف شكوتشيانسكي جيم.

في عام 2017، بدأت وزارة البيئة والتخطيط المكاني، جنبًا إلى جنب مع متنزه كهوف شكوتشيانسكي وبلدية إليرسكا بيستريتشا، في إصلاح مكب النفايات الصناعية. وتم الانتهاء حالياً من دراسة توثق بدقة حالة المكب، وهيكل، وكمية النفايات، وتحليل العصارة، وتمثل الخطوة الأولى على طريق بدء المعالجة.

كما تشارك وكالة البيئة السلوفينية بنشاط في العديد من الأنشطة التعليمية والتوعوية داخل المنطقة العازلة، وتشجع على حل القضايا البيئية القديمة والإجراءات لمنع التلوث الجديد.

المساهم: روزانا سيركفينيك

المربع 6. 3.

القمم الصخرية (Tors) وإدارة الغطاء النباتي

تعتبر القمم الصخرية من التضاريس الصخرية البارزة المتميزة، حيث ترتفع بمقدار 20- 30 مترًا فوق قمم المرتفعات أو التلال الجبلية. توجد القمم الصخرية عادةً على صخور الجرانيت، ولكن توجد أنواع أخرى من الصخور المتبلورة (النيس والكوارتزيت، على وجه الخصوص) ؛ توجد القمم الصخرية ايضاً فوق بعض أنواع الحجر الرملي. لا تتمتع القمم الصخرية بقيمة علمية كبيرة لتفسير التطور الجيومورفولوجي لمنطقة ما فحسب، بل لها أيضًا قيمة ثقافية، حيث ترتبط بالمستوطنات القديمة، والحكايات الشعبية، والفن، والسياحة المبكرة، وتفسير المناظر الطبيعية (Migoń, 2006).

من القضايا المهمة لإدارة الحماية الجيولوجية في المناطق الواقعة تحت خط الأشجار، هو نمو الشجيرات والأشجار، مما يحجب القمم الصخرية. وتوضح التجربة المستمدة من بلدان مثل النمسا وجمهورية التشيك وألمانيا والمجر وبولندا، حيث تقع معظمها ضمن حدود نمو الغابات، مناهج مختلفة لهذه القضية والسياسات المختلفة لأصحاب المصلحة.

تقع مناطق القمم الصخرية في كوجلستين، في النمسا، ضمن تضاريس خالية من الأشجار إلى حد كبير، مع شجيرات متناثرة، وأسطح عشبية مع نباتات السهوب وكروم العنب في المناطق المحيطة التي تتمتع بجاذبية جمالية كبيرة. في عام 2009، تم إنشاء محمية طبيعية تغطي 2,5 هكتار لحماية مجتمعات السهوب النباتية القيمة. تشمل إدارة الحماية إزالة الأنواع الغازية، مثل الأكاسيا، وإدخال الرعي. وبالتالي، فإن الدافع الأساسي للإزالة الدورية للغطاء النباتي هو الحفاظ على جفاف الأراضي العشبية، ولكن هذه الإدارة أثبتت أيضًا أنها مفيدة لإبراز التراث الجيولوجي. يوضح هذا المثال كيف أن متطلبات إدارة التنوع البيولوجي والتراث الجيولوجي لا تتعارض بالضرورة، ولكنها قد تؤدي بدلاً من ذلك إلى منافع متبادلة.

في أماكن أخرى، يكون الدافع الأساسي هو إبقاء العناصر الجيولوجية مكشوفة ومرئية، ويرجع ذلك في الغالب إلى أهميتها الثقافية. في منطقة تيوفلسيماور في هارتس بألمانيا، حيث بقيت صخرة من الحجر الرملي في منطقة مفتوحة منذ القرن التاسع عشر، كمعلم إقليمي. على النقيض من ذلك، اختفت أجزاء الجرانيت الأخرى في والدفيرتل ببطء عن الأنظار بسبب التشجير العفوي وغير المتحكم فيه أو المخطط له. تشتمل منطقة ستينغارتن بالقرب من ليتشاو على قمم صخرية ذات أشكال تجوية طفيفة مذهلة (حفر، وابواق، وتافوني) وصخور مع أمثلة كلاسيكية من المنحدرات، مما يدل على ظهورها التدريجي من اسفل التربة. ومع ذلك ، لم يتم تطبيق أي تدابير الحماية وجزء كبير من المنطقة تحت الغابات المزروعة حديثًا. بعض القمم الصخرية مخبأة بالفعل في الغابة وعدد من الصخور سوف يتضخم بالكامل قريبًا. في حين أنه من غير الممكن الاحتفاظ بجميع القمم الصخرية في ظروف المناطق المفتوحة، يجب أن يتم جرد الأشكال الأرضية والتقييم الشامل للتراث الجيولوجي، وتوجيه سياسات الغابات من أجل إبقاء المواقع الأكثر قيمة مرئية ويمكن الوصول إليها.

المساهم: بيوتر ميجو

توصيات لإدارة التهديدات والضغوط من الزراعة:

- مراجعة نوع الزراعة المجاورة للمنطقة المحمية لتقييم التهديدات لخصائص التراث الجيولوجي والعمليات داخلها؛
- توفير الارشادات للمزارعين ومديري الأراضي لضمان فهمهم للحاجة إلى تغييرات في الممارسة لحماية مظاهر وعمليات التراث الجيولوجي؛ و
- اتفاقيات إدارة آمنة عند الاقتضاء لتقييد الأنشطة الزراعية الضارة وتأمين إدارة الأراضي الزراعية بما يعود بالفائدة على الحماية الجيولوجية.

الاستجمام والسياحة

بعض البيئات معرضة بشكل خاص لتأثيرات الزائر. وتشمل هذه مناطق الكثبان الرملية، حيث يمكن أن يتأثر استقرار الكثبان الرملية بحركة المركبات أو المشاة، وكذلك الرواسب البركانية أو الحمم الهشة، حيث تترك القيادة على الطرق الوعرة ودوس الزائر اثاراً طويلة الأمد عبر المناظر الطبيعية. في نصب ومحمية فوهات القمر الوطنية في ولاية أيداهو بالولايات المتحدة الأمريكية، تكون الحمم البركانية هشة ويمكن سحقها بسهولة بالأقدام ولذلك يطلب من الزوار البقاء في المسارات المحددة. يتمثل أحد الحلول في توفير وسائل وصول بديلة تقلل الضرر. على سبيل المثال، الوصول إلى البركان في متنزه تيد الوطني، أحد مواقع التراث العالمي في تينيريفي، جزر الكناري، إسبانيا، يتم إلى حد كبير عن طريق الجندول ويقع مركز الزوار خارج حدود المتنزه مباشرة. وفي كهوف الحجر الجيري، يمكن أن تتلف اشكال الرواسب الكهفية الهشة (الرواسب التي تشكلت في الكهوف عن طريق محلول الصخور والترسيب اللاحق) بسهولة وحتى اللمس والتنفس والضوء يمكن أن يشجع نمو الطحالب. تحتاج مثل هذه المناطق إلى إدارة دقيقة للغاية. وفي البيئات الجبلية، يمكن أن تشمل التأثيرات على التنوع الجيولوجي استخدام البراغي في ملاعب تسلق الصخور، وممر المشاة، وتآكل التربة من المشي على التلال وركوب الدراجات في الجبال، وانضغاط التربة من المخيمات، والتخلص غير الكافي من النفايات البشرية، وسواد الأرض من حرائق المعسكرات، وتحريك الصخور لبناء المواقد ومصدات الرياح أو الركام. في متنزه يلوستون الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية، تم العثور على زوار يلقون العملات المعدنية، والأحجار، وفروع الاشجار، والملابس، وأشياء أخرى في السخانات. من ناحية أخرى ، في فوماروس (فتحات حرارية) في بعض الجزر البرتغالية لأرخبيل الأزور في المحيط الأطلسي، لدى العائلات عادة الحفر في الأرض، ووضع أواني كبيرة (قدور) من اللحوم والخضروات هناك والسماح للحرارة الجوفية في حفر الأرض لطهي المحتويات. في النصب التذكاري الإقليمي الطبيعي فورناس دو إنكسوفر في جزيرة تيرسيرا، الأزور، تحظر التشريعات هذا الاضطراب في الأرض. ليست كل المواقع الجيولوجية مناسبة للسياحة الجيولوجية بسبب حساسية مظاهرها المهمة (على سبيل المثال، وجود متحجرات (أحفوريات) ومعادن نادرة تتطلب الحماية من أنشطة هواة جمع المتحجرات التجارية والجمع غير المسؤول)، أو مخاطر طبيعية معينة (مثل الانفجارات البركانية). هناك عدد من الطرق للتحكم في الوصول، مثل تقسيم المناطق

صورة 6. 11. القمم الصخرية في منطقة جبال مورن ذات جمال طبيعي أخاذ، التي يظهر هيكلها وشكلها عندما لا تحجبها النباتات في أيرلندا. © بوب آيتكين

الصورة 6. 12. مثال على التأثير الدراماتيكي لاستصلاح الأراضي لأغراض الزراعة على وظيفة الوحل المرتفع عن طريق إزالة طبقة الخث (البتموس) السطحي، وتصريف الأرض، وزراعة الأشجار. أصبح من الممكن الآن إدارة الطبيعة المهمة المتبقية فقط عن طريق رفع منسوب المياه الجوفية. محمية فلاندرز موس الطبيعية، اسكتلندا. © روجر كروفتس

الصورة 6. 13. اشكال الرواسب الكهفية، وهي رواسب الكهوف المعرضة للخطر بشكل خاص. في هذا الكهف الإثيوبي، كسر القرويون المحليون ستارة صخرية من الحجر الناعم لبيعها كتذكارات. إن إقناع الزائرين بعدم شراء اشكال الرواسب الكهفية وإقناع السكان المحليين بأن حماية كهوفهم وفرض رسوم على الزوار لرؤيتهم هو ممارسة أكثر استدامة. © جون كون

مناطق معينة محظورة على الزوار، أو السماح بالدخول فقط بتصريح، أو برفقة دليل معتمد. في حالة المواقع الحساسة الأخرى، قد يكون من الضروري إجراء تقييم للقدرة الاستيعابية للزوار، وذلك لحماية المظاهر الهشة والحفاظ على جودة تجربة الزائر. يُعد تقييد الوصول إلى أجزاء من نظام الكهوف حيث توجد تضاريس هشة والسماح للزوار فقط مع مرشد او دليل هي ممارسة جيدة، على سبيل المثال، في أفين دي أورغناك في منطقة أرديش بفرنسا.

يجب أن تكون السياحة الجيولوجية أيضًا حساسة لقيم وثقافات المجتمعات المحلية، مع الاعتراف بأن هذه المجتمعات قد تحمل معايير، وقيم، وتفسيرات مختلفة للمناظر الطبيعية، بالإضافة إلى دمج المعرفة المحلية الأساسية للإدارة المستدامة لأصول السياحة الجيولوجية. على سبيل المثال، عندما يكون للمواقع الجيولوجية مظاهر ثقافية و / أو روحية ذات أهمية، ينبغي النظر في الحساسيات الخاصة والحفاظ على الوصول التقليدي. يمكن أيضًا النظر في تقسيم المناطق أو توظيف المرشدين المحليين، في كل من المناطق الحساسة ولتقديم تفسيرات محلية للمناظر الطبيعية.

يجب أن يؤخذ تقييم المخاطر للمخاطر الفعلية والمحتملة في الحسبان بشكل كامل عند تقييم الاستخدام والإدارة المحتملين لمواقع السياحة. تعد إرشادات (IUCN WCPA) أفضل الممارسات بشأن السياحة وإدارة الزوار في المناطق المحمية مصدرًا قيمًا (Leung et al. ، 2018). قد يتعرض زوار المواقع الطبيعية الديناميكية للمخاطر، مع خطر الإصابة أو الوفاة. قد تزداد بعض هذه المخاطر بسبب تغير المناخ؛ على سبيل المثال، زيادة عدم استقرار المنحدرات بسبب الانهيارات الأرضية، وانهيارات الصخور الناتجة عن المزيد من هطول أمطار غزيرة أو ذوبان جليد التربة. هناك عدد متزايد من دراسات الحالة فيما يتعلق برسم خرائط المخاطر على مسارات السياحة الجيولوجية في بيئات مختلفة، مثل (Pelfini et al., 2009; Brandolini & Pelfini, 2010; Bollatti et al., 2013). على سبيل المثال ، تتمتع بيئات الأنهار الجليدية الجبلية باهتمام كبير بالتراث الجيولوجي من وجهات النظر العلمية، والثقافية، والجمالية، والمناظر الطبيعية، والتعليمية. يمكن الوصول إلى العديد من مناطق الجذب السياحي الشهيرة عبر مسارات المشي لمسافات طويلة أو المسارات الفورية. ومع ذلك، فهي بيئات طبيعية ديناميكية وغير مستقرة يمكن أن تشكل العديد من المخاطر للزوار، بما في ذلك تساقط الصخور من المنحدرات، والحطام المتساقط من الركام الجانبي المرتفع، والنهر الجليدي في البحيرات، وتعرية الأنهار. تتفاقم بعض هذه المخاطر نتيجة لتغير المناخ. تم استخدام تقييمات المخاطر للإبلاغ عن مدى ملاءمة المستخدمين المختلفين للمسارات السياحية التي تربط المواقع الجيومورفولوجية بالقرب من نهرميجي الجليدي في جبال الألب الإيطالية (Bollati et al., 2013). في نيوزيلندا، تم إغلاق الوصول إلى جبهات الأنهار الجليدية فوكس و فرانز جوزيف منذ أن أدى التراجع السريع للأنهار الجليدية إلى زيادة خطر سقوط الصخور بشكل كبير، بينما تشير النمذجة إلى خطر زيادة نفاذ حطام الصخور عبر السطح المنخفض للنهر الجليدي فوكس الذي يؤثر على جولات التنزه على الجبل الجليدي (Purdie et al., 2018).

تقدم المناطق البركانية مثالاً جيدًا على المخاطر التي يتعرض لها البشر في المناطق المحمية الحماية الجيولوجية. إذا لم يتم إنشاء منطقة محمية بركانية لخصائصها الجيولوجية، فهناك احتمال ألا تتم معالجة مخاطر الظروف الخطرة (مثل الانفجارات، وانبعاثات الغاز، والانهيارات الأرضية، والمخاطر البركانية الأخرى) بشكل كافٍ في خطة إدارة الموقع، أو تلك المحمية قد لا يتم تدريب موظفي المنطقة بشكل كافٍ على تحديد المخاطر، والتخفيف منها، والإخلاء. يحمل جذب الزوار إلى المناطق البركانية النشطة مسؤولية مراقبة النشاط البركاني ووضع خطط طوارئ للمخاطر كأجزاء أساسية من عملية الإدارة، وربما يؤدي إلى قيود على الوصول. ومع ذلك، إذا لم يتم تحديد المظاهر الجيولوجية للموقع بشكل كافٍ، فقد لا تغطي خطة الإدارة اعتبارات المخاطر هذه، وقد لا تتلقى الميزات البركانية الرئيسية للموقع تأكيدًا مناسبًا، أو حماية من قبل السلطة الإدارية.

في حالة المواقع الجيومورفولوجية الديناميكية، حيث يكون الاهتمام بالعمليات النشطة أو حيث يكون التخفيف من المخاطر على الزائرين غير عملي، سيكون تقييم المخاطر المتزايدة أمرًا ضروريًا، وكذلك الإجراءات المناسبة، بما في ذلك استبعاد أو إعادة توجيه وصول الزائر وإدارة توقعات الزوار. في الوقت نفسه، هناك حاجة إلى حملات تثقيفية لزيادة معرفة الزوار ومشغلي الموقع والعاملين بالمخاطر وتدابير الاستجابة للطوارئ. يعد التواصل الجيد بين العلماء ومديري المخاطر أمرًا ضروريًا لاتخاذ قرارات قوية ويمكن الدفاع عنها من قبل المديرين.

الصورة 6. 14. يمكن أن يتسبب تطوير التزلج على حدود المناطق المحمية في تآكل المنحدرات إذا لم تتم إدارته بشكل صحيح، ويؤثر على سلامة الموقع. حديقة كوسيوسكو الوطنية، أستراليا. © روجر كروفتس

صورة 6. 15. يمكن لأعداد كبيرة من الزوار أن تنتقص من تجربة الزوار. البحيرات الخمس الملونة، في متنزه جيوتشايقو الوطني، في الصين © روجر كروفتس

الصورة 6. 16. يؤدي السماح للمركبات بالمرور عبر الكثبان الرملية الساحلية وعلى الشواطئ إلى حدوث تآكل يصعب إصلاحه في الأماكن التي تهب فيها الرمال. يجب حظر دخول المركبات. متنزه فاديهافت الوطني، في الدنمارك. © روجر كروفتس

توصيات لإدارة تهديدات وضغوط السياحة الجيولوجية:

- إجراء تقييم للمخاطر لجميع التهديدات والأخطار التي يتعرض لها الزوار وتحديد الإجراءات المطلوبة؛
- تقييم مستوى ضغط الزائر الذي يمكن لمظاهر أو عمليات التراث الجيولوجي أن تمتصه دون الإضرار بها، واتخاذ الإجراءات لتقليل الضرر؛
- تقييد الوصول جزئيًا أو كليًا اعتمادًا على المخاطر التي تتعرض لها مصالح التراث الجيولوجي للموقع أو المخاطر التي يتعرض لها الزائرون؛ و
- إنشاء اتصال فعال للزوار بشأن تدابير الإدارة لحماية مظاهر وعمليات التراث الجيولوجي، انظر (Leung et al., 2018) للحصول على توصيات أكثر تفصيلاً.

جمع العينات بطريقة غير مسؤولة

غالبًا ما يحب الزوار جمع العينات الجيولوجية، سواء كانت أحجارًا ملونة جذابة أو قطعًا من الهوابط أو المتحجرات (الأحفوريات). عندما يكون المورد الجيولوجي واسع النطاق، فقد لا تكون هناك مشاكل في أنشطة التجميع الخاضعة للرقابة، والتي يمكن حتى تشجيعها من أجل تحفيز التعليم الجيولوجي والحماس. يجب أيضًا تشجيع جمع الأحافير عندما تكون المواد مهددة بسبب تآكل السواحل أو المحاجر أو أي خسائر أخرى لا يمكن تجنبها. تبرز المشكلة الرئيسية عندما يكون هناك كمية محدودة من المورد الجيولوجي أو عندما تكون هناك عينات نادرة جدًا أو ذات قيمة علمية.

تنشأ مشكلة رئيسية عندما يستخدم هواة الجمع التجاريون أدوات كهربائية لإزالة المتحجرات (الاحفوريات) بشكل غير قانوني

الصورة 6. 17. جمع المتحجرات (الاحفوريات) في موقع التراث العالمي لساحل الجوراسي، إنجلترا وتدار بواسطة حارس معين ومدونة قواعد الممارسة. © سام روز

من المواقع المحمية دون تسجيل مناسب لاكتشافاتهم. يقوم الجيولوجيون أنفسهم على التجميع الزائد، كما حدث في محمية متحجرات إدياكارا في جنوب أستراليا. يمكن أن يؤدي تسمية هذه المناطق المحمية وغيرها إلى لفت الانتباه إلى أهمية مواقع المتحجرات هذه. تسبب الجيولوجيون أيضًا في إتلاف المواقع عن طريق إزالة اللباب الصخرية لأبحاث المغناطيسية القديمة.

وهناك المزيد من الإرشادات التفصيلية، وتوصيات الإدارة، والروابط لمدونات قواعد السلوك الموضحة في القسم 7. 3. وخاصة الجدول 7. 4.

تغير المناخ وتغير مستوى سطح البحر

يحدث تغير المناخ بفعل الإنسان ومن المحتمل أن يتسبب بالفعل في تغيرات كبيرة في أنماط الطقس وبالتالي التأثير على الأنظمة المادية ومظاهر وعمليات التراث الجيولوجي. تم إبراز ذلك بوضوح في أحدث تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC 2019a, 2019b). على وجه الخصوص، من المرجح أن تؤدي الزيادة المتوقعة في وتيرة وحجم الظواهر المتطرفة إلى تغيرات سريعة، بما في ذلك تآكل التربة، والفيضانات الشديدة، وحركة الرواسب، وزيادة محلول الصخور الجيرية. من المحتمل أن تختفي الأنهار الجليدية الجبلية الصغيرة مع ارتفاع درجة حرارة المناخ، مما يؤدي إلى انخفاض تدفقات الأنهار الصيفية في هذه المناطق. في المناطق المحيطة بالجليد المعرضة للتجميد والذوبان بالتناوب، قد يؤدي الاحترار إلى تعطيل جليد التربة وما يترتب على ذلك من هبوط وتآكل في المناطق الذائبة وارتفاع معدل تساقط الصخور. قد تؤدي التغيرات في ظروف الأمواج إلى تفاقم تآكل السواحل، في حين أن ارتفاع مستويات سطح البحر قد يؤدي إلى فيضانات ساحلية، وفقدان مناطق المستنقعات المالحة، وتسرب المياه المالحة.

من المعترف به الآن أن تغير المناخ قضية ناشئة الحماية الجيولوجية (Gross et al., 2016; Wignall et al., 2018). على سبيل المثال، توصلت مراجعات تأثير تغير المناخ على المواقع الجيولوجية المحمية في بريطانيا العظمى و ستكون التأثيرات أكبر على المظاهر الساحلية والنهرية الرخوة النشطة، والمكاشف المحدودة لرواسب العصر الرباعي، والتضاريس في المواقع الساحلية والنهرية، ومظاهر الانهار الجليدية النشطة، وسجلات مواقع البيئات القديمة، والمواقع ذات المكاشف المحدودة للصخور والمتحجرات (Prosser et al. 2010; Wignall et al. 2018). وقام شاربلز (Sharples, 2011) بالتحقيق في آثار تغير المناخ على التنوع الجيولوجي لمنطقة تسمانيا البرية للتراث العالمي في أستراليا. وتشمل هذه تدهور التربة العضوية في الاراضي العشبية، والخث (البيتموس)، والمستنقعات، والرَخاخ (اراضي رطبة تلين أو تهتز تحت الأقدام)، وزيادة تآكل القنوات وترسبها، والمزيد من الفيضانات السريعة، والترسيب في الكهوف. مثل هذه التقييمات المنهجية للتأثيرات على التراث الجيولوجي من شأنها أن تسمح بتحديد الأولويات على أساس المخاطر من أجل الرصد وإدارة العمل كجزء من خطة عمل تغير المناخ. سيكون الجزء الرئيسي من هذه العملية هو الإعداد المسبق لعتبات التغيير، والتي، إذا تم تجاوزها، ستعمل على تنشيط التدخلات الإدارية لتخفيف التهديدات حيثما يكون ذلك عمليًا.

من المحتمل أن تخضع النظم النشطة الجيومورفولوجية، والهيدرولوجية، والتربة، على وجه الخصوص، لتغييرات كبيرة استجابة لتغير المناخ. بالإضافة إلى التغيير في المظاهر الجيومورفولوجية بحد ذاتها، قد تؤدي هذه التغييرات إلى تآكل أو دفن ترسيبي لمظاهر التراث الجيولوجي الأخرى (الجدول 6. 3.). علاوة على ذلك، قد تنتقل المظاهر الجيومورفولوجية الديناميكية خارج حدود المناطق المحمية الحالية. قد تنشأ التهديدات ذات الصلة من آثار ارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة العواصف في بعض أجزاء من العالم، وخاصة من الاستجابات البشرية (على سبيل المثال، في حالة وجود حاجة لتركيب وسائل حماية « شديدة « من الفيضانات على طول الأنهار وعلى الساحل) مما يؤدي الى اختفاء المكاشف وتعطيل العمليات الطبيعية. نظرًا لأنه من المحتمل اعتبار الحماية من الخسارة المحتملة للممتلكات أو البنية التحتية أكثر أهمية من فقدان التراث الجيولوجي، فإن هذه التهديدات تمثل تحديات إدارية معينة تتطلب التعاون بين الحكومات، والمخططين، وصناع القرار، والمجتمعات المحلية، لضمان الإدارة المستدامة للتراث الجيولوجي كجزء من استراتيجيات تكيف أوسع وطويلة الأجل لحماية خدمات النظام الإيكولوجي. ومع ذلك، في قضية قانونية بارزة في إنجلترا، أيدت محاكم المبادئ الأساسية لتعيين الموقع والحفاظ عليها، بما في ذلك السماح للعمليات الطبيعية باكمال مسارها على ساحل متآكل حيث تعرضت الممتلكات للتهديد (Prosser, 2011). في كثير من الحالات، تتمتع الحلول المستندة إلى الطبيعة أو الحلول « اللينة « الوسيطة، مثل إعادة تنظيم الادارة، بفوائد إضافية تتمثل في تقليل المخاطر الناجمة عن الأخطار الطبيعية مثل تآكل السواحل، والفيضانات، والانهيارات الأرضية، وتآكل التربة، وتأثيرات تغير المناخ. في حالات أخرى، قد يكون نقل الأنشطة أو البنية التحتية إلى الداخل من الساحل هو الخيار الوحيد الفعال من حيث التكلفة. عندما يكون شكل من أشكال الحماية مطلوبًا لحماية المصالح الرأسمالية (مثل البنية التحتية الأساسية)، وحيث تسمح المساحة أو يمكن إنشاؤها، يجب أن يكون تدخل الأشكال «الطبيعية» هي الخيار الأول (انظر أعلاه للحصول على أمثلة لإدارة الأنهار والسواحل).

الجدول 6. 3. آثار تغير المناخ على المواقع الجيولوجية.

التأثيرات على المكشف، والتكامل، والمواقع المحدودة	التأثيرات على مواقع العمليات النشطة
(-) تسريع التجوية، والتعرية، ونمو الغطاء النباتي ،تتطلب زيادة تواتر تدخل الإدارة	**(-)** استجابات الإنسان للأخطار المتزايدة التي تعطل العمليات الطبيعة
(-) فقدان المظاهر من خلال التآكل المستمر أو الدفن بواسطة الترسيب المتزايد	**(-)** التغيرات في استخدام الأراضي التي تؤثر على الرواسب / تصريفات المياه
(-) اغلاق المكاشف عن طريق زيادة متطلبات دفاعات صلبة على الساحل / النهر	**(+)** زيادة معدلات نشاط العملية - ديناميكية أكبر و تنوع
(-) غمر المكاشف	**(+/-)** إعادة تحديد موضع المظاهر بسبب أنماط التعرية المتغيرة
(-) التغييرات في استخدام الأراضي التي تؤثر على الرؤية والوصول	**(-)** التأثير السلبي؛ (+) تأثير إيجابي ؛
(+) المكاشف الجديدة الناتجة عن التعرية والانهيارات الأرضية	**(+/–)** التأثيرات قد تكون إيجابية أو سلبية
(+/-) تغيير موضع المكشف بسبب تغيير أنماط التعرية	

الصورة 6. 18. سيكون لتغير مستوى سطح البحر تأثير عميق على وظائف النظم الساحلية مع تآكل السواحل وفقدان الحواجز الطبيعية، مثل الشواطئ والكثبان الرملية، مما يسمح للبحر بالتغلغل في الداخل وفقدان عناصرالتراث الجيولوجي المهمة. موقع الساحل الشرقي الرملي ذي الأهمية العلمية الخاصة، أوركني، اسكتلندا. لا توفر الهندسة الصلبة حلاً، وربما تكون ادارة التراجع للخط الساحلي هي الآلية الوحيدة الممكنة عمليًا. © روجر كروفتس

الصورة 6. 19. يستمر ارتفاع الأرض بعد زوال ثقل الأنهار الجليدية في أجزاء كثيرة من العالم وسيستمر في القيام بذلك، خاصة مع ذوبان الصفائح الجليدية. سيتم الكشف عن أرض جديدة كما في كفاركين خليج بوثنيا، موقع التراث العالمي الفنلندي. لذلك ستنشأ مواقع جديدة للحماية. وعلى العكس من ذلك، قد تغمر المياه بعض المواقع الساحلية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر © اليونسكو

المربع 6. 4.

استعادة المشهد الطبيعي بعد ثوران بركان جبل سانت هيلين، الولايات المتحدة الأمريكية

لم يكن ثوران جبل سانت هيلين عام 1980 - والذي بدأ بسلسلة من الزلازل الصغيرة في منتصف مارس وبلغ ذروته بانهيار كارثي للجانب الجبلي، وانهيار جليدي، وانفجار في 18 مايو- أكبر ثوران بركاني أو الأطول ثورانًا في العالم في التاريخ الحديث للجبل. ولكن، باعتباره أول ثوران بركاني في الولايات المتحدة الأمريكية خلال عصر المراقبة العلمية الحديثة، كان له أهمية فريدة. وقد حلت المناظر الطبيعية الرمادية الشاسعة محل المنحدرات الحرجية لجبل سانت هيلينز. في عام 1982 ، أنشأ الرئيس والكونغرس النصب البركاني الوطني لجبل سانت هيلين على مساحة 110,000 فدان للبحث والترفيه والتعليم. داخل المنطقة المحمية، تُترك البيئة للاستجابة بشكل طبيعي للاضطراب. في العقود التي انقضت منذ اندلاع البركان، منح جبل سانت هيلين العلماء فرصة غير مسبوقة لمشاهدة الخطوات المعقدة التي من خلالها تستعيد الحياة المشهد الطبيعي المدمر (Brantley and Meyers, 2000).

المربع 6. 5.

استعادة جبل ألتو فيز، جبل بينيدا، البرتغال

يتألف الموقع الجيولوجي لجبل ألتو فيز من أحد أكثر حقول الصخور غير المنتظمة للجرانيت الجليدي في البرتغال. هذه وغيرها من المظاهر الجليدية، مثل الوادي على شكل حرف U، والركام الجليدي، تبرر إدراج جبل ألتو فيز كأحد أهم المواقع الجيولوجية في قائمة جرد التراث الجيولوجي البرتغالي. على الرغم من أهميتها العلمية، فهي تقع خارج متنزه بينيدا جيريس الوطني المتاخم، وهي أهم منطقة محمية في البرتغال. تأسس هذا المتنزه الوطني في عام 1971 وتم تحديد حدوده قبل اكتشاف المعالم الجليدية. في عام 2012، تم إنشاء مسار لسباق الخيل في الموقع الجيولوجي من قبل إدارة القرية المحلية، مع إزالة الصخور غير المنتظمة من أماكنها الأصلية، مما أثر على المناظر الطبيعية وسلامة الموقع الجيولوجي. بعد تنبيه من أحد المواطنين، أدت الإجراءات القانونية والإدارية التي اتخذها المعهد البرتغالي لحماية الطبيعة والغابات؛ والسلطات البلدية إلى إغلاق المسار وتقييم التدهور وتحديد استراتيجية للتخفيف من الضرر. تم تطوير خطة ترميم في عام 2017، باستخدام الصور الجوية التي تم التقاطها بواسطة المركبات الجوية التلقائية، ونظام تحديد المواقع ونظام المعلومات الجغرافية. تمت استعادة التضاريس الأولية باستخدام آلات تحريك الصخور وتم تحديد الصخور غير المنتظمة المدفونة ونقلها بعناية إلى مواقعها الأصلية. يتم إعداد خطة إدارة الموقع الجيولوجي من أجل حمايتها بشكل أكثر كفاءة من خلال التعيين القانوني والترويج لاستخدامها في السياحة والتعليم. تُظهر دراسة الحالة هذه أن المجتمع المستنير ضروري لمساعدة السلطات على حماية التراث الجيولوجي وأن استعادة الموقع الجيولوجي ممكنة عندما لا يتم تدمير المظاهر الرئيسية ذات الأهمية بشكل كامل.

المساهمون: باولو بيريرا، وخوسيه بريلها، وديامانتينو بيريرا، ورياناتو هنريك.

سيكون من الممكن منع الخسارة أو التخفيف من تدهور بعض المواقع المحددة، ولكن في حالات أخرى قد يكون من الضروري قبول فقدان أو تدهور المظاهر المهمة. في الحالة الأخيرة، قد يكون من المناسب تنفيذ تسجيل مفصل للأجيال القادمة أو لاستعادة مظاهر معينة، مثل المتحجرات (الاحفوريات)، من أجل حفظها في مجموعات المتحف أو المحفوظات (ارشيف) خارج الموقع. قد تشمل تدابير التخفيف دفن بعض المواقع لحماية المواد المهمة المحدودة المعرضة للخطر. في حالات استثنائية، قد يُطلب بناء دفاعات صلبة لحماية بعض المظاهر الفريدة. في حالة مواقع المكاشف، قد يكون حفر أقسام بديلة مناسبًا.

على نطاق المناظر الطبيعية ، منع حدوث تغييرات واسعة النطاق في العمليات الجيومورفولوجية سيكون غير عملي. يجب أن يكون النهج الأنسب والأكثر فعالية من حيث التكلفة هو السماح للعمليات الجيومورفولوجية النشطة بالتكيف بشكل طبيعي مع الظروف المناخية المتغيرة. قد يتطلب ذلك إنشاء مساحة (على سبيل المثال من خلال إزالة ضفاف الفيضانات لتمكين الأنهار من الاستفادة الكاملة من سهولها الفيضية) وإدارة عواقب التغيير (مثل تكييف حدود الموقع) بدلاً من محاولة تثبيت النظام النشط والتحكم فيه.

تعد مراقبة التغييرات التي تطرأ على المواقع ومظاهرها ذات الأهتمام جزءًا أساسيًا من عملية الإدارة للمساعدة في تحديد نقطة التدخل المطلوبة ونوع التدخل المطلوب. تشمل الإجراءات الأكثر عمومية التواصل مع سلطات التخطيط والمجتمعات المحلية لدمج الحماية الجيولوجية في استراتيجيات وخطط التكيف مع تغير المناخ الأوسع.

توصيات موجزة لإدارة آثار تغير المناخ:

- إجراء تقييم لمخاطر المواقع المعرضة للخطر؛
- اعتماد الحلول المستندة إلى الطبيعة والسماح للعمليات الجيومورفولوجية النشطة بالتكيف بشكل طبيعي مع الظروف المناخية المتغيرة؛
- مراجعة حدود المناطق المحمية عند الضرورة؛
- تحديد تدابير التخفيف أو المكاشف البديلة المحتملة للمواقع المعرضة لمخاطر عالية؛
- ضمان حقوق الأجيال القادمة، وعند الاقتضاء، استعادة مظاهر معينة، مثل المتحجرات (الأحفوريات)، لترتيبها في مجموعات المتحف؛
- رصد التغييرات لتنوير عملية صنع القرار؛ و
- التواصل مع سلطات التخطيط والمجتمعات المحلية لدمج الحماية الجيولوجية في استراتيجيات وخطط التكيف مع تغير المناخ على نطاق أوسع.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 18: اتخاذ نهج متعدد الخطوات لمعالجة التهديدات التي يتعرض لها التراث الجيولوجي، بما في ذلك تحديد نوع التهديد، وحساسية الموقع للتهديد، وتقييم المخاطر، وتحديد أولويات إجراءات الإدارة.

الشكل 6. 1. بوستر توضيحي «صيانة المسرح».

CONSERVING THE 'STAGE': LINKING GEODIVERSITY AND BIODIVERSITY IN PROTECTED AREA MANAGEMENT

John E. Gordon and Roger Crofts

IUCN-WCPA Geoheritage Specialist Group, Scotland, UK

Understanding functional links between geodiversity and biodiversity is crucial for conservation management and ecosystem health in dynamic environments, where abiotic processes (e.g. erosion and deposition) maintain habitat diversity and ecological functions. This is vital at a time when geomorphological systems are expected to respond to climate change and rising sea level.

Conserving the stage

Geodiversity provides the foundation for life on Earth and for the diversity of species, habitats, ecosystems and landscapes. Most species depend on the abiotic 'stage' on which they exist and the linkages and interdependencies between abiotic and biotic nature are clear at global to local scales.

Global centres of vascular plants are located in mountain regions in the humid tropics where suitable climate conditions coincide with high geodiversity (Source: Barthlott et al. 2005. *Nova Acta Leopoldina*, 92, 61–83).

Thjorsarver Wetlands Ramsar Site, Iceland, fed by water from Hofsjökull ice cap, provides breeding grounds for pink footed geese and vegetation mosaics.

Geodiversity underpins the heterogeneity of the physical environment in conjunction with climate interactions

- Complex and dynamic geodiversity mosaics generally support high biodiversity;
- Geomorphological processes and disturbance regimes enhance landscape heterogeneity;
- Measures of geodiversity may be useful indicators for the distribution of biodiversity in some environments.

Geomorphologically dynamic environments provide a mosaic of habitats: Tatra National Park, Poland.

Geodiversity assists biodiversity resilience to climate change through:

- providing a range of potential macro- and micro-refugia;
- enabling species to adapt or relocate through the availability of suitable environmental mosaics, connections, corridors and elevational opportunities.

Geodiversity underpins landscape heterogeneity: Vanoise Parc National – Beaufortain, France.

John Gordon: jeg4@st-andrews.ac.uk

Roger Crofts: roger.dodin@btinternet.com

Geomorphological sensitivity to climate change will influence biodiversity adaptations

- Changes in the magnitude, frequency and rate of geomorphological processes may alter distributions of landforms, reduce recovery time between extreme events and lead to longer landform readjustment times following extreme events.
- In extreme cases, the frequency and speed of geomorphological change may mean that habitat recovery is never fully established or that there is a change in process regime.
- Geomorphological responses in one part of a river catchment or coastal cell will also have downstream implications for habitats and species (e.g. arising from changes in discharge or sediment transfer).
- Managing biodiversity adaptations effectively will therefore require consideration of geomorphological sensitivity and making space for natural processes to readjust.

Climate change and sea-level rise will lead to more dynamic landscapes that will provide both challenges and opportunities for biodiversity management, Ythan Estuary SSSI and Ramsar site, Scotland.

Improving protected area design

- Where geodiversity is a useful indicator of biodiversity, combining abiotic targets with biotic targets can result in a system of protected areas that is more representative of a region's biodiversity.
- In the face of climate change, protected area design that incorporates geodiversity should enhance resilience and sustain key processes.

Plant distributions closely reflect the interactions of topography, geomorphology and climate, Krkonoše/Karkonosze National Parks and Krkonoše/Karkonosze Transboundary Biosphere Reserve, Czech-Poland.

Informing restoration and adaptive management

- Conservation of geosites with records of past environmental changes ensures that temporal records can inform restoration and adaptive management, not to provide static baselines, but to help understand past ranges of natural variability and future trajectories of change.
- Effective restoration requires reinstating functional links (e.g. between rivers and their floodplains).

Palaeochannels record past river changes: River Clyde Meanders SSSI, Scotland.

Conclusions & implications for protected area management

- Delivering long-term biodiversity targets where communities are likely to change may be enhanced by protecting geodiversity and making space for natural processes that enhance landscape heterogeneity.
- Conservation of geodiverse, heterogeneous landscapes should underpin the development of robust protected area networks that help to maintain the resilience and adaptive capacity of biodiversity in the face of climate change.
- It is vital that geodiversity and geoheritage are fully integrated into the selection, management and monitoring of protected areas as part of an ecosystem approach that recognises the value and integrity of both abiotic and biotic processes in nature conservation.

6. 5. التعامل مع التفاعل بين التنوع الجيولوجي والحفاظ على التنوع البيولوجي

يدعم التنوع الجيولوجي مجموعة متنوعة من الموائل عبر نطاق واسع من المقاييس الزمانية والمكانية (الجدول 6. 4.). على المستوى العالمي، على سبيل المثال، تشير الأبحاث إلى أن مراكز تنوع النباتات الوعائية تتزامن مع المناطق الجبلية في المناطق المدارية الرطبة وشبه الاستوائية ذات التنوع الجيولوجي العالي (Barthlott et al., 2005). على المستويين المناطقي والمحلي، يدعم التنوع الجيولوجي تباين الموائل الناشئ عن خصائص فيزيائية تحت السطح، وخصائص التربة، واستقرار التربة، والعمليات الجيومورفولوجية، والتضاريس والتأثيرات الطبوغرافية على المناخ المحلي، وتوافر المياه، و اضطرابات الأنظمة الناشئة عن العمليات المستمرة والعرضية. وبالتالي، غالبًا ما يكون تنوع الموائل وثراء الأنواع أكبر في المناطق ذات التباين الجيولوجي والجيومورفولوجي العالي، على سبيل المثال (Tukiainen et al., 2019).

ولذلك، فإن الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية أمر بالغ الأهمية لاستدامة الأنواع الحية والموائل، سواء للحفاظ على البيئة أو «المرحلة» والعمليات الطبيعية (مثل الفيضانات والتعرية والترسيب) اللازمة لتنوع الموائل والوظائف البيئية. هذا مهم بشكل خاص لتصميم المناطق المحمية وإدارتها في سياق تغير المناخ حيث يمكن للتنوع الجيولوجي أن يوفر درجة من المرونة وتمكين بقاء الأنواع من خلال توافر الفسيفساء البيئية المناسبة، والممرات، والنطاقات المرتفعة التي توفر ملاذات كبيرة وصغيرة. عندما يحتمل أن تتغير الأنواع والمجتمعات، فإن شبكات المناطق المحمية القوية التي تأسست على الحفاظ على تباين التنوع الجيولوجي والمناظر الطبيعية يجب أن تساعد في تحسين المرونة والقدرة على التكيف للتنوع البيولوجي وعمليات النظام الإيكولوجي الرئيسية في ظل المناخ الحالي وفي

المستقبل (Anderson et al., 2014; Comer et al., 2015; Knudson et al., 2018) ومن ثم، فإن تكامل حماية التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي أمر حيوي ليس فقط في تطوير شبكات المناطق المحمية التي تمثل النظم الإيكولوجية

الصورة 6. 20. النباتات المتخصصة، التي يطلق عليها المتطرفة، تزدهر على الكوكتيلات الكيميائية الساخنة المنبعثة من مناطق الطاقة الحرارية الأرضية تحت الأرض. متنزه بحيرة مانيارا الوطني، جمهورية تنزانيا المتحدة. © روجر كروفتس

والموائل المختلفة، ولكن أيضًا في دعم إدارة التنوع البيولوجي في المناطق المحمية الفردية.

يمكن أن تكون التفاعلات بين التنوع الجيولوجي والحفاظ على التنوع البيولوجي إيجابية وسلبية (Crofts and Gordon, 2015; Crofts, 2019; Table 6.4)، تنشأ التفاعلات الإيجابية عندما يكون هناك تقارب بين اهتمامات التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي، كما هو الحال في النظم الساحلية والنهرية الديناميكية ذات الترابط القوي بين الغطاء النباتي والعمليات الجيومورفولوجية، أو حيث يوفر التنوع الجيولوجي الأسس للتنوع البيولوجي. قد تحدث التفاعلات السلبية عندما يكون هناك اهتمام اضيق بالتراث الجيولوجي بحيث لا يعتمد وظيفيًا على التنوع البيولوجي مثل المكشف الصخري الذي يوضح التاريخ الجيولوجي

الجدول 6. 4. أمثلة على الروابط بين التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي.

الترابط الجيولوجي / الحيوي	الأمثلة
نباتات متخصصة تعكس كيمياء الصخور والمياه	الربيع المنشوري العملاق، متنزه يلوستون الوطني، الولايات المتحدة الأمريكية؛ وادي وايمانغو البركاني، روتوروا، نيوزيلندا.
بيئات للحيوانات في الصخور	محمية خسفة (كارست) جينولان، في أستراليا؛ ومتنزه الصحراء البيضاء الوطني، في مصر؛ ومتنزه غالاباغوس الوطني، في الإكوادور.
موائل جديدة بسبب ظهور الأراضي من ذوبان الأنهار الجليدية وما يرتبط بها من ارتفاع في الأرض	موقع التراث العالمي كفاركين، في فنلندا؛ سكيداراساندور، متنزه فاتناجوكول الوطني في أيسلندا.
طبقات الصخور مهمة لتتبع التطور البيولوجي	بورغيس شيل، متنزه يوهو الوطني، كولومبيا البريطانية، كندا؛ منحدرات جوغينز للمتحجرات، نوفا سكوشا، كندا.
تعتمد النظم الإيكولوجية كليًا على إمدادات كافية من المياه والمغذيات	محمية الشومري، في الأردن، لإعادة إدخال المها العربي. مواقع ذات أهمية علمية خاصة (SSSIs) لتشكيل الخث (البتموس) في اسكتلندا، الشامل للموائل وحماية الطيور.

صورة 6. 21. العديد من أنواع الخفافيش تجثم في الكهوف. في المنطقة المعتدلة، تُستخدم الكهوف بشكل شائع للسبات الشتوي. كهف جوفوجينفوشان، جزء من موقع التراث العالمي لخسفة في جنوب الصين. © جون جون

للمنطقة أو التكوينات الصخرية الدقيقة والتضاريس المرتبطة بمناطق الخسفات أوالانهار الجليدية. على الرغم من أن الصخور أو المظاهر قد توفر موطنًا ذا قيمة، إلا أن نمو الغطاء النباتي قد يعيق الرؤية أو الوصول إلى المظاهر الجيولوجية في المواقف التي يكون فيها شرط الحماية الجيولوجية هو الأساسي للحفاظ على رؤيتها. يجب التعرف على هذه التفاعلات السلبية وإيجاد الحلول من قبل مديري المناطق المحمية (المربع 6. 3.). يجب أن يكون جوهر القرار هو الاعتراف بالترابط بين المظاهر الحيوية وغير الحيوية، والعمليات التي أوجدتها، وتلك التي تحافظ عليها.

الأسئلة الرئيسية هي:

- ما أساس التعارض بين قيم الحفاظ على التراث الجيولوجي والتنوع البيولوجي في المنطقة المحمية وحولها؟
- هل الصراع قادر على الحل دون تقويض مجموعة واحدة من القيم أو كليهما، أم أنه أكثر جوهرية؟
- إذا كانت الأخيرة، فهل إحدى مجموعات القيم أكثر أهمية على المدى الطويل للحفاظ على الطبيعة، وبالتالي تحتاج إلى الحفاظ عليها والتضحية بالأخرى؟
- هل ينبغي إخراج الاهتمام بالتنوع الجيولوجي خارج الموقع أو السماح بإخفائه من خلال نمو الغطاء النباتي شريطة إمكانية إعادة عرضه دوريًا لإعادة الفحص في ضوء المعرفة الجديدة؟
- هل القرار الوحيد المتاح هو خارج المنطقة المحمية وداخل المنطقة الحيوية؟

أخيرًا، من المهم تثبيط محاولات تعظيم تنوع الموائل / الأنواع من خلال تعديلات المناظر الطبيعية أو الاستعادة التي تؤدي إلى إنشاء تضاريس / مناظر طبيعية غير متناسقة (على سبيل المثال، من خلال رفع سطح الأرض عن طريق ردم مناطق التضاريس المسطحة أو إنشاء أحواض بأشكال غير نمطية للمظاهر الطبيعية المحلية).

ارشادات أفضل الممارسات رقم 19: التعرف على العلاقات المتبادلة الإيجابية والسلبية بين التنوع البيولوجي وحماية التنوع الجيولوجي لتوفير أفضل نتيجة ممكنة لحماية الطبيعة.

إدارة الحماية الجيولوجية في حالات مختارة

7

مزيج فريد من نشاط الطاقة الحرارية الأرضية والتجلد، وتعزيز الحماية في عام 2020 في محمية كيرلينجارفيول الطبيعية والمنطقة المحمية للمناظر الطبيعية، في أيسلندا. © روجر كروفتس

تقديم المشورة التفصيلية لإدارة المناطق المحمية والمحفوظة:

- الكهوف ومناطق الخسفات (7. 1.)
- المناطق الجليدية وما حولها (7. 2.)
- مواقع المعادن والمتحجرات (7. 3.)
- المناطق البركانية (7. 4.).

يتم إعطاء إرشادات حول إدارة أنواع معينة من التراث الجيولوجي المهمة في المناطق المحمية والمحفوظة مع الإشارة إلى المناظر الطبيعية للكهوف والخسفات والمعالم الاخرى، والمظاهر الجليدية وشبه الجليدية، ومواقع المعادن والمتحجرات، والمواقع البركانية. لكل نوع من أنواع التراث الجيولوجي الأربعة المذكورة اعلاه، يتم توفير معلومات عن أشكال الأرض، والعمليات، والمظاهر؛ والتهديدات، ومبادئ الإدارة، والارشادات. يتم اختيار البيئات الأربع لتمثيل نطاق أنواع المواقع المعروضة في القسم 5. 3. ولتوضيح أنواع نهج الإدارة المطلوب. توضح الأقسام الخاصة بالأنهار الجليدية وما حولها جميع أنواع المواقع الثلاثة (المكشف، والتكامل، والمحدودية) ، بينما توضح الأقسام الموجودة في الكهوف والخسفة، وفي المعادن والمتحجرات، أنواعًا معينة من المواقع المتكاملة والمحدودة ، على التوالي.

7. 1. إدارة المناطق المحمية والمحفوظة للخسفات والكهوف

أشكال الأرض، والعمليات، والمظاهر ذات القيمة

تقع بعض أكثر المناظر الطبيعية إثارة على الأرض في مناطق الخسفات حيث تشتمل التضاريس عادةً على الجداول الغاطسة، والوديان العمياء والجافة، والمنخفضات المغلقة، والصرف الجوفي، والكهوف. إنها إلى حد كبير نتاج عملية تسمى الانحلال (أي الذوبان) التي تعمل على الصخور التي لديها قابلية عالية للذوبان في المياه الطبيعية (انظر الصورة 3. 1.). الذوبان وحده لا يضمن أن نظام الخسفات سوف يتطور. تساهم العمليات الأخرى، وأبرزها التآكل والانهيار الميكانيكي، في تطوير الأشكال الأرضية الخسفية، لكن الانحلال هو البداية الأساسية. هناك مجموعتان من الصخور المعروفة على نطاق واسع على أنها قابلة للتحلل: صخور الكربونات (اللايمستون، والدولوستون والرخام) وصخور المتبخرات (الجبس والأنهيدريت والملح). تحتل المكاشف السطحية والقريبة من السطح لهذه الصخور حوالي 20٪ من سطح الأرض الخالية من الجليد. ينصب التركيز في هذا الحساب على خسفة الكربونات ، ولكن العديد من التهديدات ومبادئ الإدارة والارشادات تنطبق أيضًا على خسفة المتبخرات.

الكهف عبارة عن فراغ يتكون بشكل طبيعي في مادة أرضية كبيرة بما يكفي لدخول الإنسان. يميز هذا التعريف الكهوف عن الأنفاق الاصطناعية والفراغات الأخرى المشيدة تحت الأرض والتي يشار إليها أحيانًا بشكل غير صحيح باسم «الكهوف». تم العثور على الكهوف في العديد من الصخور والبيئات، ولكن يتم تشكيل الغالبية على مستوى العالم عن طريق إذابة صخور الكربونات. وتم العثور على الكهوف التي تشكلت عن طريق الانحلال أيضًا في صخور المتبخرات، ونادرًا ما توجد في صخور السيليكات. يوجد أيضًا عدد كبير من الكهوف البركانية (التي تسمى أيضًا كهوف الحمم البركانية). لذلك فان الكهوف التي تتشكل في البيئات الخسفية هي المقصودة في هذه الارشادات.

تعتمد المناظر الطبيعية السطحية الخسفية المتطورة على تطوير الصرف الجوفي. في صخور الكربونات ، تتدفق المياه الجوفية من خلال ذوبان القنوات الكبيرة. عندما يصبح قطر القناة كبيرًا بما يكفي للتدفق المضطرب ، يُشار إليه عادةً على أنه «قناة» ؛ تسمى تلك القنوات التي تنمو بشكل كبير بما يكفي للوصول البشري «الكهوف».

إن تطور التضاريس الخسفية يعتمد على المياه المتدفقة فوق الصخور ذات القابلية العالية للذوبان في داخلها، اومن خلالها، او من خارجها. ومن ثم ، فقد يتم تعيين التضاريس الخسفية على نطاق واسع لأدوار المدخلات، والإنتاجية، والمخرجات (Williams, 2008). وتم تقديم المزيد من التفاصيل في كتب مثل Ford & Williams (2007), Gillieson (1996), Gunn (2004), Palmer (2007) and White & Culver (2012).

تُعد المنخفضات المغلقة التي تصرف مياهها داخليًا (الخسفات والخسفات المسطحة الأكبر حجمًا) هي التضاريس السطحية التي تكون في الغالب خسفية. إنها تؤدي وظيفة مماثلة لحوض الصرف من حيث أنها تصرف المياه والمواد المذابة والرواسب إلى نقاط معينة أو نقاط خروج معينة ومن ثم الى تحت الأرض. من المظاهر المميزة المهمة للخسفة أن تدفقات المياه تتم بسرعات اكبر عدة مرات مما هو شائع في أنظمة المياه الجوفية غير الخسفية. وهذا يعني أنه يمكن نقل الرواسب والملوثات لمسافات طويلة في وقت قصير. والمظهر المميز الثاني هو أن معظم المناطق الخسفية لديها منطقة ذوبان متزايد، وبالتالي زيادة النفاذية في طبقة الصخور العلوية. يعني ان مقياس وسرعة هذه العمليات في إدارة الكهوف والخسفات كمواقع محمية مختلفة تمامًا عن أنواع التراث الجيولوجي الأخرى.

تتشكل معظم الكهوف الخسفية من المياه المترشحة من سطح الأرض، ولكن بعضها تشكل بسبب ارتفاع المياه الجوفية. قد تكون ممرات الكهف نشطة (تخضع لتوسيع عن طريق تدفق المياه) أو تظهر خاملة (لا يوجد تدفق دائم للمياه). يزداد العدد العالمي للكهوف الخسفية، وطولها، وعمقها، وعدد المستكشفين عامًا بعد عام، وقد يكون للاكتشافات الجديدة خارج المناطق المحمية قيمة تراث جيولوجي أكبر من تلك الموجودة في المناطق المحددة سابقًا. واستجابة لذلك، قد يلزم تعيين مناطق محمية جديدة أو إعادة تقييم حدود المناطق القائمة.

صورة 7. 1. مدخل كهف شنق سون دونج، متنزه فونج نها- كو بانج الوطني، فيتنام، الذي تم استكشافه ومسحه لأول مرة في عام 2009، واعتبر في عام 2020 أكبر ممر كهف في العالم من حيث الحجم (5000 م × 145 م × 200 م). © ديف بونيل

صورة 7. 2. اشكال رواسب كهفية سليمة (الهوابط، والصواعد، والرواسب الصفائحية) في كهف وايلد بور، متنزه مولو الوطني وموقع التراث العالمي، ساراواك، ماليزيا. © جون كون

في بعض المناطق الخسفية، لا تصل أي من القنوات إلى الحجم الذي يمكن للإنسان الوصول إليه. وبالتالي، يمكن أن يكون هناك تخسف سطحي مع تضاريس مميزة وتدفق سريع للمياه الجوفية عبر القنوات، ولكن لا يوجد كهوف. على النقيض من ذلك، في بعض المناطق التي لا تنكشف فيها الصخور القابلة للتخسف (وبالتالي لا توجد أشكال أرضية خسفية سطحية)، تشكل المياه الجوفية الجارية في العمق من خلال صخور الكربونات أو المتبخرات قنوات وممرات وفي بعض الحالات كهوف. لذلك، من الضروري إجراء مسح كامل للمنطقة قبل اتخاذ أي قرارات بشأن الحماية.

التهديدات

نظرًا لأن حوالي 20-25 ٪ من سكان العالم يعتمدون على مياه الشرب من الخسفات، فهناك مؤلفات كبيرة حول التهديدات التي تتعرض لها المياه الجوفية في هذه المناطق (Drew & Hotzl, 1999; Kresic, 2013). وان المياه الجوفية في الخسفات معرضة بشكل خاص لانتقال البكتيريا، على سبيل المثال، من أنظمة الصرف الصحي سيئة التصميم، والملوثات، مثل مبيدات الآفات، ومبيدات الأعشاب من الأراضي الزراعية، والهيدروكربونات من الطرق ومرافق تخزين الوقود، والرواسب من الزراعة، والصناعة الاستخراجية، والتنمية. وهناك العديد من الأمثلة على الإفراط في استخراج المياه الجوفية من الخسفات، والذي يؤدي عادةً إلى هبوط أو انهيار كارثي (Veni et al., 2001). هناك درجة عالية من الاستيطان في العديد من مناطق الخسفات، وتهديدات التنوع البيولوجي للحجر الجيري، خاصة في المقالع، وقد تمت مناقشتها بواسطة (Vermeulen & Whitten, 1999; BirdLife et al., 2014). يعد تكوين الفراغات تحت السطح عن طريق ذوبان الصخور، والانتقال السريع للرواسب تحت الأرض عن طريق المياه الجوفية، ووجود مظاهر مميزة لمناطق الخسفات، فقد تمت مناقشة التهديد الذي تشكله على البنية التحتية وتطوير السطح على نطاق واسع. قد يؤدي تطوير الكهوف والسماح بدخول الزوار إلى إلحاق ضرر كبير بالمظاهر المهمة بعلوم الأرض، ولكن إذا تم القيام بها بحساسية فيجب أن توفر وصولاً جيداً للدراسات العلمية. على سبيل المثال، عندما تم تطوير كهف بول آن لونين (دولن) في أيرلندا، تم توسيع ممر الكهف الحالي بشكل انتقائي للاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من التشكل وسمح الممر الجديد للعلماء بنقل معدات الحفر إلى غرفة بها رواسب عميقة كانت موجودة، وكان يمكن الوصول إليه سابقًا فقط عبر ممر منخفض وضيق.

بالإضافة إلى التأثيرات المباشرة، فإن أي تغييرات في تدفق المياه، أو الرواسب، أو ثاني أكسيد الكربون على الخسفة تمثل تهديدًا محتملاً للتنوع الجيولوجي، على سبيل المثال، عن طريق مليء أو دفن المظاهر بواسطة الرواسب الحديثة أو التغييرات في كيمياء المياه المترشحة التي تؤدي إلى التوقف من ترسيب الاشكال الكهفية. والأنشطة الرئيسية التي تنتج مثل هذه التغييرات هي الزراعة والغابات، والصناعات الاستخراجية، واستغلال المياه، والبناء / التحضر، والسياحة / الترفيه. تعد الزراعة ونشاط الغابات من أكثر الأنشطة البشرية شيوعًا في المناطق المحمية للخسفات وعلى حدودها، ولكل منهما مجموعة من التأثيرات. عادة ما تؤدي التغييرات في الغطاء النباتي السطحي، نتيجة للحرائق على سبيل المثال، إلى تآكل التربة وفي الحالات القصوى إلى التصحر، فضلاً عن تقليل تركيزات ثنائي أكسيد الكربون في التربة. عادة ما يكون لاستغلال المياه تأثيرات غير مباشرة على التنوع الجيولوجي؛ على

صورة 7. 3. حفرة داشيوي تيانكينغ العملاقة (دولين) بطول 600 متر، وعرض 42 متر، وعمق 613 متر، ليي- فنغشان، جيوبارك عالمي، الصين. © جون كون

سبيل المثال، إما عن طريق استخراج المياه وخفض منسوب المياه الجوفية، أو إعادة شحن رواسب الغسيل إلى القنوات. انظر المربع 6. 2. للحصول على مثال سلوفيني.

مبادئ الإدارة والارشادات

تتلقى مناطق الخسفات الحماية على المستويات المحلية، والوطنية، والدولية لمجموعة متنوعة من الأسباب التي عادة ما يكون التنوع الجيولوجي واحدًا منها ؛ في بعض الحالات، لم يتم ذكره. على سبيل المثال، حدد وليامس خمسة من أصل 52 موقعًا للتراث العالمي (Williams, 2008 and pers. comm.) باعتبارها تتمتع بخصائص خسفات ذات أهمية دولية (بما في ذلك اثنتان لها قيمة استثنائية عالمية، على النحو المحدد في اتفاقية حماية التراث العالمي) وقد تم إدراجها في قائمة التراث العالمي فقط بسبب اهميتها الثقافية؛ ليس من الواضح ما إذا كان التنوع الجيولوجي يتلقى أي حماية داخل هذه المواقع. وبالمثل، حدد كون (Gunn, 2020) 151 محمية من المحيط الحيوي في 62 دولة (إجمالي المساحة 42،181،357 هكتارًا)، و 124 موقعًا من مواقع رامسار في 55 دولة (إجمالي المساحة 4،766،652 هكتارًا) تحتوي على مياه جوفية خسفية وعلى الأرجح أيضًا تنوع جيولوجي خسفي مهم. حتى في المتنزهات الجيولوجية العالمية التي تحتوي على الخسفات، فإن التركيز على الحماية هو عادة في الكهوف السياحية التي يتم تشغيلها تجاريًا مع مراعاة قليلة أو معدومة لمتطلبات إدارة الكهوف الأخرى، وكذلك احياناً، للتنوع الجيولوجي الأوسع في الخسفات. **ومن ثم، فإن أهم مبدأ في إدارة المناطق المحمية للخسفات هو اعتماد نهج شامل يأخذ في الاعتبار نظام الخسفات بأكمله**. هذا يشمل السطح والاشكال الارضية تحت السطحية، وشبكة المياه، والنباتات والحيوانات، وأي قيم روحية، ودينية، وثقافية أخرى.

الصورة 7. 4. كهف غوف من كهوف شيدر موقع ذو أهمية علمية خاصة، وكهف سومرست، إنجلترا مفتوح للجمهور لأكثر من 100 عام. لسوء الحظ، شجع الاستخدام السيئ للإضاءة على نمو نبات زهرة المصباح في أجزاء كثيرة من الكهف. المسبح اصطناعي ويحتوي على الاشكال الكهفية التي جلبت من أجزاء أخرى من الكهف، الى جانب العملات المعدنية التي رماها الزوار «لتحقيق أمنية». © جون كون

تم نشر الارشادات الدولية لحماية الكهوف والخسفات من قبل الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (Watson et al., 1997 and Veni et al., 2001). وتتضمن أمثلة إرشادات أفضل الممارسات للحفاظ على الكهوف والخسفات على المستوى الإقليمي أو الوطني عن إنجلترا (Prosser et al., 2006)؛ وكتيب إدارة الخسفات لعام 2003 لكولومبيا البريطانية، كندا، مع وحدة تدريب متصلة عبر الإنترنت (British Columbia, 2003; 2020)؛ وارشادات حكومة تسمانيا في استراليا لحماية وإدارة الخسفات (حكومة تسمانيا، غير مؤرخة). تنشر العديد من جمعيات الكهوف الوطنية إرشادات حول مسؤولية الكهوف؛ على سبيل المثال، جمعية الكهوف البريطانية (غير مؤرخة) والجمعية الوطنية لعلم الكهوف في الولايات المتحدة الأمريكية (2016). ويقدم اوو وكيم أمثلة من كوريا (Woo and Kim, 2018). ويوضح الجدول 7. 1. بعض الاعتبارات الإدارية الرئيسية.

7. 2. إدارة المناطق المحمية والمحفوظة في الأنهار الجليدية وما حولها

أشكال الأرض والعمليات والمظاهر ذات القيمة

تشمل المناطق المحمية الجليدية وما حولها (المناطق المعرضة للتجميد والذوبان بالتناوب على ارتفاعات عالية أو بالقرب من جوانب الأنهار الجليدية) مجموعة واسعة من المظاهر النشطة (الحديثة) وغير النشطة (العصر الرباعي). البيئات الجليدية الحديثة متوافقة مع، على سبيل المثال، بالصفائح الجليدية في أنتاركتيكا وغرينلاند؛ القمم الجليدية والحقول الجليدية في باتاغونيا وألاسكا (الولايات المتحدة الأمريكية) وأيسلندا؛ والأنهار الجليدية الجبلية في جبال الألب، وجبال الهيمالايا، وجبال روكي، وجزر أنتاركتيكا الفرعية، وتتألف هذه البيئات من تجمعات مشتقة من توليفة متغيرة من العمليات الجليدية، والبحيرية، والنهرية، والبحرية. في هذه المناطق، توجد أيضًا تجمعات من التضاريس غير النشطة والرواسب التي تسجل تغيرات طويلة المدى في الأنهار الجليدية بمرور الوقت من عقود إلى مئات الآلاف من السنين (Kiernan, 1996; Benn & Evans, 2010). غالبًا ما تكون المناطق المحمية التي تمثل هذه الأنواع الجليدية كبيرة وتشمل العديد من المناظر الطبيعية الأكثر روعة في العالم ومحميات التنوع البيولوجي الهامة (مثل: متنزه ساغاراماثا (جبل إيفرست) الوطني، في نيبال؛ ومتنزه أوراكي / جبل كوك الوطني، في نيوزيلندا؛ ومتنزه لوس جلاسياريس الوطني، في الأرجنتين؛ ومتنزه توريس ديل باين الوطني، في تشيلي؛ والمتنزه الوطني الجليدي، في الولايات المتحدة الأمريكية؛ ومتنزه شمال شرق جرينلاند الوطني، في الدنمارك؛ ومتنزه فاتناجوكول الوطني، في أيسلندا؛ ومتنزه جوتونهايمين الوطني، في النرويج؛ ومتنزه ساريك الوطني، في السويد). وهي تتكون دائمًا من مجاميع من التضاريس والأنظمة الجيومورفولوجية الديناميكية على مستويات مختلفة. تشتمل البيئات الجليدية غير النشطة على التضاريس والرواسب التي تشكلت أساسًا خلال النشاطات الجليدية للعصر الرباعي خلال 2.6 مليون سنة الماضية. وهذه المناطق الجليدية موجودة على مساحة واسعة من خطوط العرض الوسطى في أمريكا الشمالية وأوراسيا وكذلك في المناطق الأمامية والوديان المنخفضة للصفائح الجليدية الحالية وأنظمة الأنهار الجليدية الجبلية (Ehlers et al., 2011). تتراوح المناطق المحمية على نطاق واسع في الحجم من نطاق المناظر الطبيعية مع تنوع جيولوجي مرتفع (على سبيل المثال ، منطقة تسمانيا البرية للتراث العالمي في أستراليا؛ ومنطقة البحيرة ومتنزهات كيرنغورمز الوطنية، في المملكة المتحدة) إلى مواقع جيولوجية صغيرة (أقل من 1 كيلومتر مربع) تحتوي على سجلات طباقية استثنائية أو تمثيل للانهار الجليدية في العصر الرباعي، والتغير البيئي، وغالبًا ما تتعرض للتآكل الساحلي أو النهري. عندما يكون المكشف الطبيعي نادرًا، غالبًا ما توفر المحاجر المستخدمة وغير المستخدمة موردًا عالي القيمة لمكاشف سجلات الرواسب.

الجدول 7. 1. الاعتبارات الرئيسية في الحفاظ على الأرض في الكهوف والخسفات.

إدارة السطح في منطقة الخسفات المحمية، يجب تقييم أي نشاط مخطط لتحديد التأثير المحتمل على تدفق الماء والهواء (خاصة مستويات ثنائي أكسيد الكربون) ، وهو المحرك للعمليات الخسفية.	
منطقة مستجمعات المياه	تتلقى العديد من مناطق الخسفات تدفقًا كبيرًا للمياه والرواسب من مستجمعات المياه غير الخسفية المجاورة، وتتحرك المياه الجوفية في الخسفة عادةً تحت مستجمعات المياه الطبوغرافية وقد تتبع مسارات متقاربة ومتباعدة. عادة ما تكون مستجمعات المياه الخسفية ديناميكية وتتوسع وتتقلص استجابة لهطول الأمطار. ومن ثم، فمن الضروري أن يتم تحديد مستجمعات المياه الكاملة للمناطق المحمية الحالية أو المقترحة في الخسفة باستخدام تجارب تتبع المياه المتكررة ورسم خرائط الكهوف. في تلك المناطق التي تمتد فيها مستجمعات المياه إلى ما وراء المنطقة التي بها تراث جيولوجي لخسفة سطحية ، يجب أن تشكل الأرض الإضافية جزءًا من منطقة عازلة أو يجب أن تكون هناك خطة متكاملة لإدارة مستجمعات المياه لحماية معالم الخسفة المصب ذات الأهمية.
الصناعات الاستخراجية	يجب أن يكون هناك افتراض عام ضد الصناعة الاستخراجية في المناطق المحمية الخسفية حيث توجد حتما خسارة في التنوع الجيولوجي وتحوير العملية. عندما تكون هناك حاجة إلى معدن لا يمكن الحصول عليه خارج المنطقة المحمية، يجب تقييم مواقع الاستخراج المحتملة من حيث التضاريس السطحية والجوفية والترابط الهيدروجيولوجي لتحديد مناطق "الحد الأدنى من التأثير".
المنشآت على نطاق واسع	تم تطوير بروتوكولات تقليل المخاطر التي تواجهها الخسفات عند تطوير الطرق السريعة والسكك الحديدية، لكن مخاطر هذا التطوير على الخسفات لم تحظ بنفس القدر من الاهتمام. عندما يكون من الضروري عبور المناطق المحمية، فإن رسم خرائط التضاريس السطحية، والتحريات الكهفية، مع مسوحات الكهوف المفصلة، والتحقيقات الهيدروجيولوجية، ضرورية لتحديد المسار «الأقل ضررًا». يجب أن تشمل التدابير الخاصة بالخسفات، منع الوصول المباشر لطرق المرور التي تحتوي على الهيدروكربونات والرواسب الى المياه الجوفية؛ والمحافظة على الفراغات الدقيقة الموجودة على السطح، بدلاً من ملئها بمواد التحشية؛ وتوفير وصول بديل إلى أي كهوف اخرى.
المنشآت المحلية والوصول	تنطبق اعتبارات مماثلة على إنشاء الطرق المحلية ومسارات المشي داخل المناطق المحمية الخسفية، ولكن يجب أن يكون من الممكن التحكم بشكل أكبر في المسار. يعد رسم خرائط الكهوف المرتبط برسم خرائط التضاريس السطحية أمرًا ضروريًا لتحديد الممرات الأقل ضررًا. بالنسبة للمشاريع الأكبر، يجب إجراء المسوحات الجيوفيزيائية لتحديد الفراغات الكبيرة. ويجب توجيه مياه الصرف من الطرق والمسارات من خلال مصائد الرواسب (والمواد الهيدروكربونية) التي تتلقى صيانة دورية.
المنشآت	تتطلب أي مبانٍ جديدة في المناطق المحمية الخسفية (مثل مراكز الزوار) الى عمليات مسح سطحية وجوفية مسبقة لتجنب البناء فوق المظاهر الجوفية.
مواقف السيارات ونقل الزوار	حيثما أمكن، يجب أن تكون مواقف السيارات بعيدة جدًا عن التضاريس السطحية الهامة. ولا ينبغي أبدًا أن تكون فوق الكهوف، وذلك لتجنب تسرب المياه، ولأن مواقف السيارات تشكل "غطاءًا" منيعًا يحد من ترشح المياه ويمكن أن يتسبب في جفاف الكهوف. على نحو متزايد، تُستخدم السيارات الكهربائية لنقل الزوار من مواقف السيارات الكبيرة المصممة جيدًا إلى المظاهر المهمة.
توليد الطاقة وتخزين الوقود	في بعض مناطق الخسفات المحمية تكون مرافق الزوار بعيدة وخارج شبكة الكهرباء. حيثما أمكن، يجب توليد الكهرباء في الموقع باستخدام وحدات الرياح أو المياه أو الطاقة الشمسية. إذا كانت مولدات الطاقة التي تعمل بالديزل ضرورية، فيجب أن يكون الوقود اللازم لها ولأي استخدامات أساسية أخرى في خزانات محاطة بحواجز مبنية لهذا الغرض مع إجراءات لمنع الانسكاب.
إمدادات المياه	نظرًا لأن مناطق الخسفات تتميز بنقص المياه السطحية، يتم استغلال المياه الجوفية بشكل شائع للحصول على إمدادات للاستخدام البشري. ومن المحتمل أن يكون تجميع مياه الترشيح التي تدخل الكهف تأثير ضئيل، ولكن قبل استخراج أي مياه من مجاري الكهوف، من الضروري تحديد مصدرها ومكان تصريفها (عن طريق تتبع المياه). ويمكن بعد ذلك اتخاذ القرارات المناسبة بشأن التأثيرات المحتملة من استخراج المياه.
معالجة المياه الرمادية والصرف الصحي	لا ينبغي تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة في الخسفات، لأن هذا سيؤدي إلى تلوث يحتمل أن يؤثر على اشكال الرواسب الكهفية، واحياء الكهوف والينابيع. وقد يؤدي نقل المياه العادمة الى الخسفات إلى الإخلال بتوازن المياه، وأفضل الممارسات هي معالجة المياه إلى مستوى عالٍ قبل تصريفها في الخسفات عند نقطة يوجد فيها إعادة تغذية طبيعية. على سبيل المثال، في جيوبارك كهف ماربل آرك العالمي (أيرلندا)، تنقل مياه الصرف من مركز الزوار الى محطة معالجة صغيرة في الموقع ويتم تصريف المياه المعالجة عالية الجودة في مجرى الكهف.
النباتات والحيوانات	قد تفضل بعض الأنواع النباتية، مناطق الحجر الجيري، مع تربتها الغنية بالكربونات، وتنتج نباتات مميزة. وقد تؤثر جيومورفولوجيا الخسفات أيضًا على التجمعات النباتية. على سبيل المثال، قد تشتمل الخسفات التي تعمل كأحواض للهواء البارد على نباتات أكثر تميزًا من الارتفاعات العالية أو المناخات الأكثر برودة في الماضي.

إدارة تحت السطح	
منطقة مستجمعات المياه	من الضروري حماية المستجمع بأكمله، لكن الكهوف التي تمتد في العمق تحت التضاريس غير الخسفية تمثل صعوبة خاصة. إذا كان من الممكن إثبات عدم وجود اتصال بين السطح والكهف، فلن يتم كسب أي شيء من خلال وجود منطقة محمية فوق أثر الكهف، ولكن في حالة وجود اتصال محدود، على سبيل المثال عبر صخور غطاء الحفرة، فمن المهم أن التضاريس السطحية محمية.
وصول الزوار	الغالبية العظمى من الكهوف غير مطورة، ولكن هذه الكهوف قد تستقبل العديد من الزوار للقيام بـ "مغامرة الكهوف" بدون ارشاد، بما في ذلك الغوص في الكهوف. وفي المناطق المحمية، قد يكون نظام التصاريح ضروريًا لتقييد أعداد الزوار. تعتبر البوابات المقفلة ضرورية لحماية الكهوف ذات القيمة الجيولوجية، أو البيولوجية، أو الأثارية العالية. يجب على جميع الزائرين التسجيل في مدونة قواعد سلوك الكهوف ذات التأثير الضئيل، وفي الكهوف المستخدمة بكثرة، يجب تحديد الطرق المفضلة بوضوح ولكن بشكل لايؤثر على المظاهر المهمة.
مناطق داخل الكهف	يجب أن تتضمن مسوحات الكهوف في المناطق المحمية تفاصيل التراث الجيولوجي لتسهيل الإدارة عن طريق تقسيم المناطق. يجب تحديد تلك الأجزاء من الكهف الأكثر ملاءمة لوصول الزوار، إلى جانب المناطق التي يجب فيها تطبيق قيود الوصول بسبب وجود اشكال الرواسب الكهفية، أو رواسب صخرية، أو شواهد أثارية استثنائية، أو تلك التي تحتوي على تركيزات عالية من الغازات الضارة، مثل ثنائي أكسيد الكربون أو الرادون.
الكهوف السياحية الموجودة	تم تطوير العديد من الكهوف السياحية قبل تحديد المناطق المحمية، ولسوء الحظ، حدث في بعضها ضرر كبير على اهتمامات التراث الجيولوجي من تدمير الرواسب، واشكال الرواسب الكهفية بعد بناء الممرات، وإدخال المواد العضوية، ونمو النباتات (الطحالب، ونباتات اخرى، والنباتات التي تنمو في الضوء الاصطناعي). قد تؤدي أعداد الزوار الكبيرة أيضًا إلى زيادة تركيزات ثنائي أكسيد الكربون إلى المستويات التي تبدأ فيها اشكال الرواسب الكهفية في الذوبان. لذا يجب تقييم الكهوف السياحية في المناطق المحمية ووضع خطة إدارة لاستعادة المظاهر ذات الأهمية حيثما أمكن والحماية من الأضرار المستقبلية. على سبيل المثال، يجب استبدال أنظمة الإضاءة القديمة بأنظمة LED الحديثة. لمزيد من التفاصيل انظر (ISCA, 2014).
تطوير كهوف سياحية جديدة	تعد الكهوف السياحية عادةً مصدرًا مهمًا للدخل للمنطقة المحمية وقد يكون هناك ضغط لفتح كهوف جديدة. لذا يجب السماح بذلك فقط بعد توضيح الحاجة الضرورية وتحديد كهف مناسب. يجب وضع خطة التطوير بمشاركة خبراء الكهوف ذوي الخبرة لتقليل الضرر الذي يلحق بتضاريس الممر، واشكال الرواسب الكهفية، والرواسب. يجب تركيب أجهزة استشعار لمراقبة جودة الهواء في وقت ذروة الزوار.
تنظيف الكهوف	تختلف الكهوف السياحية في عدد مرات التنظيف المطلوبة، وأكثر المتطلبات شيوعًا هي إزالة تراكمات المواد والمخلفات البشرية الناتجة عن الزوار، والتحكم في النباتات الضوئية حيثما أمكن، ويجب استخدام الماء للتنظيف من داخل الكهف ويجب استخدام الماء الساخن عالي الضغط فقط في حالة فشل الخيارات الأخرى. يتم التحكم في النباتات الضوئية بشكل أفضل عن طريق تقليل الإضاءة واستخدام مصابيح LED، ولكن يمكن استخدام محلول 5٪ من هيبوكلوريت الصوديوم لإزالة النمو الحالي ، بشرط توخي الحذر لتجنب الجريان السطحي الذي يدخل تيارات الكهوف.
حمامات الكهف	يجب إخطار الزائرين بوضوح بمكان توقفهم الأخير للحمامات قبل دخول الكهف ويجب أن يكون هناك افتراض عدم وجود الحمامات في الكهف، على الرغم من أنه قد تكون هناك حاجة إليها، لكن في الكهوف السياحية الواسعة حيث يكون الزوار تحت الأرض لأكثر من ساعة. تعمل التصميمات الحديثة على تقليل النفايات، ولكن لتجنب التلوث، يلزم العناية في التفريغ والتنظيف.
حيوانات الكهوف	تعد الكهوف مواقع معيشة شهيرة لمجموعة من أنواع الخفافيش المختلفة. مخلفات (ذرق) الخفافيش له أهمية خاصة لأنواع اللافقاريات المحللة التي تعيش في مثل هذا النظام البيئي للكهف. في الماضي ، كان يتم استخراج ذرق الطائر بشكل شائع لقيمته كسماد مما يترك بعض الكهوف في حاجة إلى الترميم. تعيش الأنواع الأخرى مثل الطيور، والثعابين، والثدييات، والبرمائيات، في مداخل الكهوف ومنطقة مدخلها المباشر وتحتاج إلى الحماية. توجد بعض أنواع حيوانات الكهوف في أعماق الكهف وتطورت في غياب الضوء.

المصدر: تم تجميعه من مجموعة متنوعة من المصادر ، وأبرزها واتسون واخرون (Watson et al., 1997).

وبالمثل، تضم البيئات المجاورة للانهار الجليدية على كل من التضاريس النشطة وغير النشطة والرواسب التي تكونت بسبب المناخ البارد والعمليات غير الجليدية (Ballantyne, 2018). فالتضاريس النشطة منتشرة على أرض خالية من الأنهار الجليدية في المناطق القطبية والجبال المرتفعة، وكذلك على العديد من الجبال ذات الارتفاعات المنخفضة في خطوط العرض الوسطى والمنخفضة التي لم تعد تدعم الأنهار الجليدية، أو الصغيرة فقط. وتوجد أيضًا مظاهر مجاورة للانهار الجليدية غير النشطة على ارتفاعات منخفضة في نفس المناطق وفي مناطق الأراضي المنخفضة لخطوط العرض المتوسطة، ولا سيما تلك الموجودة في نصف الكرة الشمالي التي تقع خارج حافات الصفائح الجليدية الرباعية.

تتمتع المناطق المحمية الجليدية وشبه الجليدية بقيمة عالية من التراث الجيولوجي لعدد من الأسباب. إنها مهمة للبحث العلمي وفهم ديناميكيات الأنهار الجليدية، والتغيرات المناخية السابقة المسجلة في اللب الجليدي، والتضاريس، والرواسب الجليدية وشبه الجليدية، والبحيرات الجليدية، والرواسب البحرية. هذه المعرفة هي المفتاح لتمكين رؤى حول الاستجابات الديناميكية المستقبلية المحتملة للصفائح الجليدية للاحترار العالمي في القطب الجنوبي وجرينلاند. توفر التضاريس والتربة الجليدية وشبه الجليدية الأساس المادي، أو « المسرح ‹›، للتنوع البيولوجي على مناطق واسعة من خطوط العرض العليا والمتوسطة، وفي البيئات الجبلية في العالم على مقياس من نطاقات كاملة إلى فسيفساء الموائل على منحدرات جبلية معينة. العديد من المناطق المحمية الجليدية وشبه الجليدية، لها أيضًا قيمة كبيرة للسياحة، والأنشطة التعليمية والترفيهية، وجمعيات التراث الثقافي (على سبيل المثال من خلال الفولكلور، والأساطير، ورموز وطنية)، وجماليات المناظر الطبيعية، ومصادر إلهام للفن والأدب (Kiernan, 1996; Gordon, 2018). بالإضافة إلى ذلك، فهي مصادر مهمة للمياه لمناطق الأراضي المنخفضة المجاورة، وللطاقة الكهرومائية.

صورة 7. 5. يمكن الوصول بسهولة إلى نهر نيجاردسبرين الجليدي والركام المترسب، وهو أحد روافد نهر جوستيدال الجليدي، وهو أكبر غطاء جليدي في أوروبا. يقع الموقع في محمية نيجاردسبرين الطبيعية، وهي جزء من متنزه جوستيدالسبرين الوطني، في النرويج. © خوسيه بريلها

الصورة 7. 6. المنطقة الذائبة حديثًا عن طريق تراجع نهر ستانلي الجليدي تخضع الآن لعمليات الجليد المجاورة، متنزه كوتيناي الوطني، في كندا. © متنزه زويا لينش، في كندا

التهديدات

من المحتمل أن تنطبق جميع التهديدات الواردة في الجدول 6. 2. على اهتمامات التراث الجيولوجي للمناطق المحمية الجليدية وشبه الجليدية (الجدول 7.2). واهم الآثار الرئيسية هي:

- التدمير الكلي أو الجزئي للتضاريس ومكاشف الرسوبيات ؛
- تجزئة تكامل الموقع وفقدان العلاقات بين المظاهر، لا سيما حيث يكمن المظهر المهم في تجمعات الأشكال الأرضية ؛
- تعطيل العمليات الجيومورفولوجية.
- فقدان الوصول إلى التضاريس أو مكاشف الرسوبيات؛ و
- فقدان رؤية المظاهر الرئيسية (على سبيل المثال من خلال نمو النباتات أو تجمع الركام الصخري أمام مكاشف الرسوبيات).

تميل المناطق المحمية الكبيرة على نطاق المناظر الطبيعية (بشكل عام) إلى أن تكون قوية نسبيًا في مواجهة معظم التطورات والتهديدات صغيرة النطاق، على الرغم من أن المخاوف الخاصة ستكون فقدان التكامل والطبيعية، وخطر حدوث ضرر كبير أو تدمير مظاهر محددة ذات قيمة استثنائية لتسهيل التطورات، مثل إنشاء البنية التحتية للتزلج (Reynard, 2009a) أو تسوية سطح نهر جليدي صخري لإنشاء مسارات للتزلج (Lambiel & Reynard, 2003). ومن ثم ، فإن التوثيق الصحيح لاهتمامات التراث الجيولوجي، وتقييم حساسيتها وتأثيرات أي تطورات، أمر ضروري. تميل المواقع الجيولوجية الصغيرة إلى أن تكون أكثر حساسية للتطورات والتهديدات، وغالبًا ما يكون لديها مجال أقل لتجنب أو تخفيف التأثيرات اعتمادًا على خصائص الموقع. مرة أخرى ، يعد التوثيق المناسب لمظاهر الاهتمام وتقييم حساسيتها وتأثيرات أي تطورات أمرًا ضروريًا.

مبادئ وإرشادات إدارة الموقع

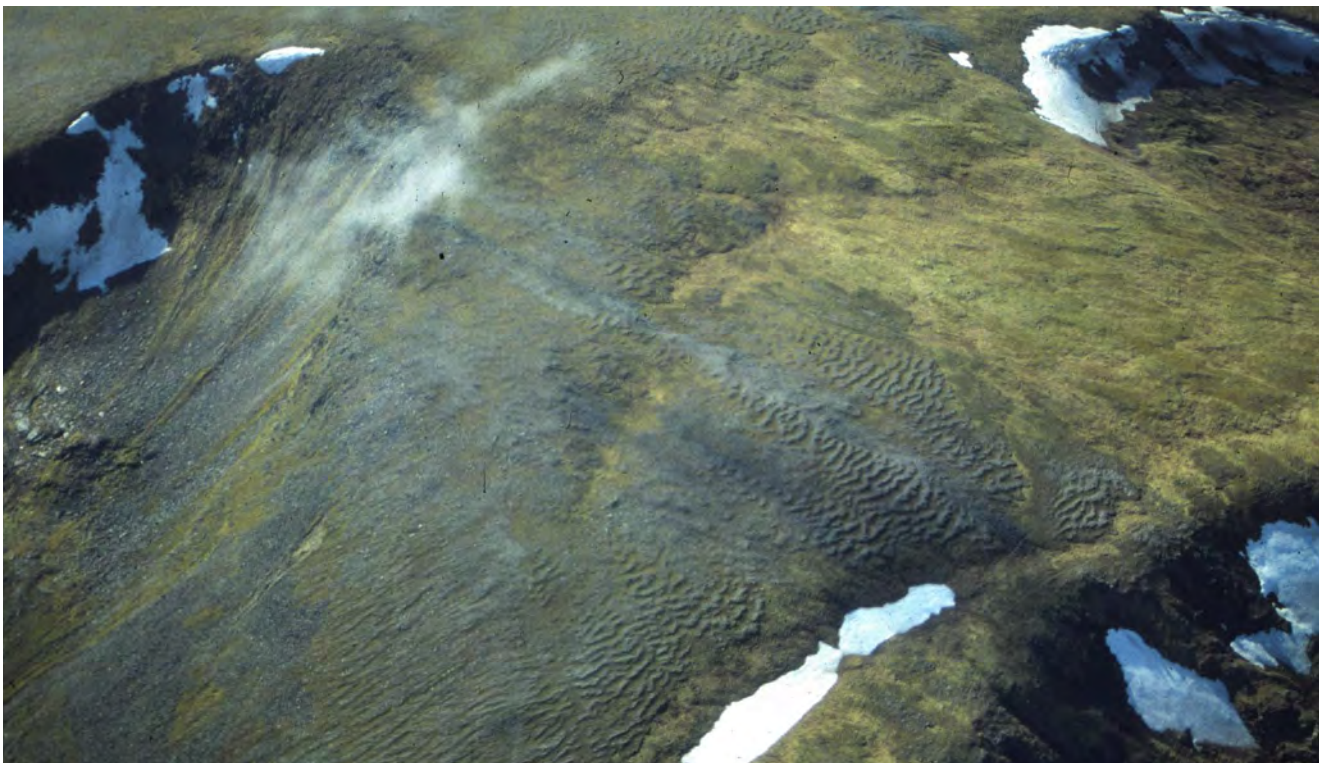
تنطبق المبادئ العامة التالية ، بعد تصنيف الموقع في الجدول 5. 2:

- مواقع تكامل / المظاهر الثابتة - حماية التكامل المادي للمورد ومنع التجزئة (على سبيل المثال من خلال المقالع، وبناء المسار)، بحيث تكون العلاقات بين المظاهر واضحة (على سبيل المثال بين المرتفعات الناتجة من اذابة الثلاجات وقنوات المياه الذائبة)؛
- المواقع الجيومورفولوجية النشطة / المظاهر - الحفاظ على العمليات الطبيعية وقدرة العمليات النشطة على التطور بشكل طبيعي
- مواقع المكاشف- مراقبة مكاشف الرسوبيات وإجراء الصيانة (مثل إزالة الغطاء النباتي)، إذا لزم الأمر، اعتمادًا على مستوى ونوع الاستخدام؛ و
- محدودة المظاهر/ فريدة - الحفاظ على حماية صارمة لمنع فقدان المظاهر المهمة الرئيسية (مثل الرواسب الجليدية)؛ في في الحالات التي تكون فيها المظاهر المهمة ضعيفة بشكل خاص ، فقد تتطلب الدفن.

يمكن إدارة بعض المناطق المحمية الصغيرة ككيانات منفصلة، ولكن بشكل عام ستوجد المظاهر الجليدية وشبه الجليدية على شكل تجمعات معقدة للتشكيل الأرضي والعملية (Kiernan, 1996; Reynard, 2009b)، وسوف تختلف المظاهر الفردية في حساسيتها لتهديدات معينة. لذلك فإن تأثيرات التجزئة وفقدان التكامل وسياق مجموعات الأشكال الأرضية هي اعتبارات مهمة. في البيئات الجليدية الحديثة، يجب أن تكون أهداف إدارة المناطق المحمية الحماية الجيولوجية هي الحفاظ على العمليات النشطة وحماية تكامل وسياق مجاميع الاشكال الأرضية غير النشطة الموجودة. يرجح أن تكون التهديدات الرئيسية من السياحة والترفيه، وتنمية الطاقة الكهرومائية، والحراجة. قد تنشأ التأثيرات بشكل مباشر من تحديد مواقع المباني والبنية التحتية المرتبطة بها وبشكل غير مباشر من تدابير التخفيف من المخاطر التي تعتبر ضرورية لحماية التطورات (مثل حماية ضفاف النهر). يجب تقييم التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لتحديد مواقع المنشآت الجديدة على مظاهر التراث الجيولوجي، وكذلك المخاطر التي يتعرض لها الجمهور، خاصة وأن التغير البيئي المتسارع يزيد من مخاطر الأنهار الجليدية وجليد التربة (Kääb et al., 2005). في بعض المناطق، مثل جبال الهيمالايا، يمثل الخطر المتزايد لفيضانات البحيرات الجليدية مصدر قلق خاص للمجتمعات المحلية والزائرين في اتجاه مجرى النهر، مما يستلزم وضع تدابير تحذير وخفضًا هندسيًا لمستويات البحيرة. تكون التضاريس غير النشطة والرواسب المحدودة معرضة بشكل خاص للتلف بتاثير مجموعة من التهديدات (الجدول 7. 2.) (انظر الصورة 3. 5.). تتمثل أهداف الإدارة الرئيسية لمثل هذه المظاهر في الحفاظ على تكامل التضاريس والوصول إلى المكاشف أو المواقع حيث يمكن إعادة مكاشف الرواسب بسهولة للبحث العلمي، و للتفسير عند الحاجة. في حالة التضاريس، فإن متطلب الإدارة الرئيسي هو منع الضرر الناجم عن أنشطة مثل استخراج المعادن، والتنمية، والتشجير (الجدول 7. 3.). في حالة المقالع العاملة، هناك متطلبان رئيسيان: أولاً، ضمان السماح بالوصول للبحث العلمي (مع مراعاة اعتبارات الصحة والسلامة المعقولة)، لا سيما عند فقدان المواد المهمة علميًا (مثل الرواسب بين الجليدية) بشكل دائم؛ وثانيًا، الاحتفاظ بالأقسام التمثيلية وتعطيل الاحتياطيات بعد توقف العمل، حيثما أمكن ذلك. يتطلب هذا الأخير مفاوضات مبكرة مع مشغلي المقالع وسلطات التخطيط (Prosser, 2016). .في والحفر حالة المقالع والحفر المهجورة، هناك متطلبان للترميم والإدارة عند توقف العمل.

اولاً يجب الحفاظ على الوصول إلى الأقسام لأغراض الدراسة والتنظيف (على سبيل المثال باليد أو الحفار الميكانيكي). شريطة الحفاظ على إمكانية الوصول، يمكن عادةً استيعاب الاستخدامات اللاحقة مثل مدافن النفايات، أو تطوير المباني، أو تطوير الأراضي الحرجية حول منطقة الحفظ من خلال التصميم الفني أو التخطيطي المناسب؛ قد يكون من الممكن الجمع بين التراث الجيولوجي وأهداف التنوع البيولوجي. ثانيًا، في حالة عدم إبقاء الأقسام مفتوحة، يجب الحماية على خيار إجراء الوصول المؤقت في المستقبل، مثل السماح بالاجتماعات العلمية أو مشاريع البحث. بعد هذه الأحداث، قد يتم ردم الأقسام. يلخص الجدول 7. 2. الإرشادات الخاصة بالنهج وحلول الحماية لمجموعة من المواقف غير النشطة، مع مزيد من التفاصيل المقدمة بواسطة Kiernan, 1996; Prosser et al., 2006; Kirkbride &): (Gordon, 2010.

صورة 7. 7. دائرة من الحجارة ذات شكل مثالي تشكلت بواسطة الصقيع ، كفاديهوك سليتا متنزه نوردوست-سبيتسبيرجين الوطني، سفالبارد، في النرويج. هذه التضاريس هشة للغاية لمرور البشر. © روجر كروفتس



الصورة 7. 8. إن الفصوص المحيطة بالجليد والمدرجات الناتجة عن حركة المنحدر الناجم عن التجميد المتناوب وذوبان الجليد هي أشكال أرضية شديدة الهشاشة ويمكن إتلافها بسهولة بسبب الرعي الجائر أو المركبات ذات العجلات. موقع فانيش هيلز ذو الأهمية العلمية الخاصة، في اسكتلندا. © روجر كروفتس

الصورة 7. 9. مجموعة من التضاريس الجليدية عند مقدمة نهر باتيبرين الجليدي في متنزه نوردري ايسفيوردين الوطني، سفالبارد، في النرويج. العزلة تعني أن التضاريس من المحتمل أن تظل غير مضطربة، على الرغم من أن ظهور الرحلات الاستكشافية الصغيرة واستخدام القوارب السريعة لإتاحة الوصول إلى الأماكن النائية في مياه سفالبارد يمثل تهديدًا محتملاً. © روجر كروفتس

المربع 7. 1.

دراسة حالة ترميم: موقع مقلع بتستون ذو الأهمية العلمية الخاصة، باكينجهامشير، في المملكة المتحدة

يعد مقلع بتستون (SSSI) مثالًا جيدًا على تكامل التراث الجيولوجي والحفاظ على التنوع البيولوجي كجزء من الاستعادة المخطط لها لموقع استخراج المعادن السابق. يعرض الموقع دليلاً على مرحلتين بين الجليدية، ومرحلة باردة متداخلة، ومظاهر شبه جليدية مع بقايا نباتية وحيوانية تشير إلى البيئات والعمليات المتغيرة. الموقع عبارة عن مقلع طباشير سابق غمرته المياه جزئيًا وتُدار الآن كمحمية طبيعية محلية من قبل منظمة غير حكومية بيئية محلية. بعض رواسب العصر الرباعي الرئيسية محجوبة في الوقت الحاضر بواسطة الغطاء النباتي وركام الصخور. كجزء من خطة إدارة الموقع المتكاملة ، سيتولى مالكو الموقع ، بالشراكة مع الجيولوجيين المحليين، إزالة الغطاء النباتي، والتنقيب عن مكشف توضيحي جديد في الرواسب المجاورة للجليد، وتطوير موارد تعليمية وتفسيرية جديدة للتراث الجيولوجي وتحسين الوصول للزوار والباحثين. سيتم استخدام التصوير الفوتوغرافي الثابت لمراقبة حالة الموقع، مما سيساعد في إعلام إدارة الحماية الجيولوجية المستقبلية.

الصورة 7. 10. تظهر رواسب العصر الرباعي الرئيسية في مقلع بتستون فوق مكشف الطباشير المتحلل على الجانب الأيمن من الصورة. © إليانور براون، الطبيعي، انكلترا

الجدول 7. 2. التهديدات الرئيسية ومتطلبات إدارة الحماية لفئات مختلفة من مواقع الأنهار الجليدية والمجاورة.

شفرة حماية علوم الأرض	نوع الموقع	المظاهر النموذجية ذات الاهمية	التهديدات الرئيسية	إدارة الحفظ الإرشادية
مواقع المكاشف او المواقع واسعة النطاق	المقالع والحفر النشطة	المكاشف في الرواسب الجليدية والمجاورة وغيرها من رواسب العصر الرباعي	الوصول المقيد للدراسات العلمية ؛ تخزين نفايات المقالع؛ ردم واجهات المكاشف؛ الإفراط في الاستخراج دون ترك أي احتياطي من الرواسب غير المستقرة للأبحاث المستقبلية ؛ ترميم و / أو تطوير ما بعد العمل	التشاور مع مشغل المقلع لتأمين الوصول للدراسة العلمية؛ التشاور مع سلطة التخطيط ومشغل المقلع لدمج متطلبات الحماية الجيولوجية أثناء وبعد حياة عمل المقلع (بما في ذلك مخططات المراقبة والتسجيل الجيولوجي، والاحتفاظ بأقسام الحماية والوصول كجزء من خطة الاستعادة)
	المقالع والحفر المهجورة	المكاشف في الرواسب الجليدية والمجاورة وغيرها من رواسب العصر الرباعي	مكب النفايات؛ استعادة غير مناسبة؛ تطوير غير مناسب؛ تدهور المكاشف؛ زحف الغطاء النباتي	التفاوض طويل الأجل لأقسام الحماية والوصول الآمن؛ قصر التنمية على المجالات غير الأساسية؛ إدارة زحف الغطاء النباتي؛ إعادة حفر الأقسام للدراسات البحثية حيث تكون غير عملية أو غير ضرورية للحفاظ على المكاشف المستمر
	المنحدرات الساحلية والمكاشف الأمامية للشواطئ	مكاشف الرواسب الجليدية والمجاورة وغيرها من الرواسب الرباعية	الحماية الساحلية؛ التجريف؛ تدهور المكاشف التي لا يحافظ عليها تآكل السواحل؛ زحف الغطاء النباتي؛ تطوير الموانئ والمرافئ والمراسي	الحفاظ على العمليات الطبيعية (التعرية)؛ وصول آمن؛ تجنب تركيب الحماية الهندسية "الصلبة" للسواحل؛ تجنب التنمية أمام المنحدرات والى الداخل التي قد تتطلب حماية الساحل في المستقبل؛ على السواحل المتدهورة بشكل غير نشط، وإدارة زحف الغطاء النباتي وإعادة حفر الأقسام للدراسات البحثية على النحو المطلوب
	مكاشف الأنهار والجداول	مكاشف الرواسب الجليدية والمجاورة وغيرها من الرواسب الرباعية	هندسة الأنهار واستقرار الضفة؛ تدهور المكاشف التي لا يحافظ عليها تآكل الأنهار؛ زحف الغطاء النباتي	الحفاظ على العمليات الطبيعية؛ وصول آمن؛ تجنب تثبيت حماية الضفة الهندسية "الصلبة" ؛ تجنب التنمية في السهول الفيضية المجاورة التي قد تتطلب حماية "قاسية" في المستقبل؛ على مكاشف التآكل غير النشطة، وإدارة زحف الغطاء النباتي، وإعادة حفر الأقسام للدراسات البحثية على النحو المطلوب
	اهتمام الدفن واسع النطاق	الرواسب الجليدية والمجاورة وغيرها من الرواسب الرباعية	الممارسات الزراعية واستخدام الأراضي غير الملائمة (مثل تصريف مستنقعات الخث) ؛ تشجير؛ التطوير فوق المظاهر المدفونة ؛ المقالع	تجنب الأنشطة غير الملائمة في المناطق الرئيسية حتى تظل سليمة ومتاحة للبحث العلمي
	مكاشف قص الطرق والسكك الحديدية والقنوات	مكاشف الرواسب الجليدية والمجاورة وغيرها من الرواسب الرباعية	تثبيت وتدرج المكاشف؛ زحف الغطاء النباتي؛ غرس الأشجار؛ توسيع الطريق؛ التطور في قص طرق مهجورة	تجنب الحلول الهندسية " الصلبة "، مثل تغطية المكشف بالخرسانة؛ إدارة زحف الغطاء النباتي؛ وإعادة حفر أقسام للدراسات البحثية؛ التي تشمل أقسام الحفظ والوصول الآمن كجزء من التصميم النهائي لقص الطرق الجديدة

شفرة حماية علوم الأرض	نوع الموقع	المظاهر النموذجية ذات الاهمية	التهديدات الرئيسية	إدارة الحفظ الإرشادية
مواقع التكامل	المظاهر الجيومورفولوجية المستقرة (غير النشطة)	التضاريس الجليدية والجليدية المجاورة ومجاميع الاشكال الأرضية	استخراج المعادن، التحضر، والتطورات التجارية والصناعية، السدود، التشجير، زحف الغطاء النباتي، الأنشطة الترفيهية غير المناسبة (مثل إعادة تشكيل سطح الأرض لملاعب الجولف)، الممارسات الزراعية واستخدامات الأراضي غير الملائمة (مثل حفر آبار المياه الطبيعية ، وبناء المسارات) للمظاهر البعيدة عن الساحل: مزارع الرياح وتطوير إنتاج الطاقة والبنية التحتية المرتبطة بها، التجريف، الصيد بشباك الجر	الحفاظ على تكامل التضاريس ومجاميع الاشكال الارضية، تجنب المقالع والتنمية، تجنب التشجير والإغراق وردم المنخفضات، إدارة زحف الغطاء النباتي، تجنب الأنشطة الترفيهية غير المناسبة بالنسبة للعناصر البحرية: تجنب التطورات التي تزعج قاع البحر
	انظمة العمليات الجيومورفولوجية النشطة	العمليات الجليدية والمجاورة وتشكيل التضاريس بنشاط	التنمية (مثل البنية التحتية للتزلج والمرافق)، الاستجابات الهندسية " الصلبة " للتخفيف من المخاطر في مناطق السياحة والمستوطنات والبنية التحتية اسفل مجرى النهر، هندسة الأنهار والسدود	الحفاظ على العمليات الطبيعية، تحديد مواقع التطورات بعيدًا عن العمليات النشطة وفي المناطق منخفضة المخاطر، إعادة توجيه ممرات المشاة ومسارات التفسير حسب الضرورة
	الخسفة (كارست)	الخسفة (الكارست) الجليدية	استخراج المعادن، التطوير (مثل البنية التحتية للتزلج والمرافق) ، زحف الغطاء النباتي	الحفاظ على العمليات الطبيعية وتكامل التضاريس، تجنب المقالع والتنمية، إدارة زحف الغطاء النباتي
مواقع محدودة	مظاهر ذات مدى محدود في مجموعة من المواقف (مثل المقالع النشطة وغير المستخدمة، والمنحدرات الساحلية، والشواطئ الأمامية، وضفاف الأنهار والكهوف)	الرواسب الرباعية بين الجليدية وبين المناطق	استخراج المعادن، تطوير، ممارسات الزراعة واستخدام الأراضي والأنشطة الترفيهية غير الملائمة، تشجير، زحف الغطاء النباتي	تجنب المقالع، والتطوير، والتشجير، والإغراق والحفر، والهندسة " الصلبة " لحماية السواحل والأنهار، والأنشطة الترفيهية غير المناسبة، والتنقيب غير المسؤول عن رواسب الكهوف ، وصول آمن، إدارة زحف الغطاء النباتي

المصدر: مقتبس من (Prosser et al., 2006, 2018)

الصورة 7. 11. الحيوانات المتحجرة، ديكنسونيا؛ موقع متحجرات نيلبينا 560 مليون سنة؛ متنزه حفظ إدياكارا، جنوب أستراليا. كان من أوائل الحيوانات على الأرض، يمكنه أن يتحرك ويتغذى على المجاميع البكتيرية. © Graeme L. Worboys

في حالات استثنائية (على سبيل المثال، عندما تكون المواقع المهمة هشة للغاية و / أو مقيدة للغاية من الناحية المكانية)، قد تكون أنسب طريقة للحماية هي دفن المواقع الرئيسية وإعادة التنقيب عنها لغرض معين (على سبيل المثال، البحث العلمي أو زيارة منظمة من قبل هيئة مهنية) (Bridgland, 2013). يمكن القيام بذلك عن طريق وضع نسيج أرضي على القسم وتغطيته بمواد تالفة، او انقاض. يُسمح للمواد التالفة بإعادة الغطاء النباتي ولكن الأنواع ذات الجذور العميقة غير قادرة على اختراق نسيج الأرض. هذا يسهل إعادة المكشف مع حماية الرواسب في غضون ذلك.

في الأماكن التي تضررت فيها التضاريس غير النشطة، يكون من المناسب اعادة النظر في الاستعادة (انظر الصندوق 7. 1.).

يعد مقلع بتستون (SSSI) مثالًا جيدًا على تكامل التراث الجيولوجي والحفاظ على التنوع البيولوجي كجزء من الاستعادة المخطط لها لموقع استخراج المعادن السابق. يعرض الموقع دليلاً على مرحلتين بين العصر الجليدي، ومرحلة باردة متداخلة، ومظاهر انهار جليدية مجاورة مع بقايا نباتية وحيوانية تشير إلى البيئات والعمليات المتغيرة. الموقع عبارة عن مقلع طباشير سابق غمرته المياه جزئيًا وتتم إدارته الآن كمحمية طبيعية محلية من قبل منظمة غير حكومية (NGO) بيئية محلية. بعض الرواسب الرباعية الرئيسية يحجبها الغطاء النباتي والركام الصخري. كجزء من خطة إدارة الموقع المتكاملة، سيتولى مالكو الموقع، بالشراكة مع الجيولوجيين المحليين، إزالة الغطاء النباتي، والتنقيب عن مكشف توضيحي جديد في الرواسب المجاورة للانهارالجليدية، وتطوير موارد تعليمية وتفسيرية جديدة للتراث الجيولوجي وتحسين الوصول للزوار والباحثين . وسيتم استخدام التصوير الفوتوغرافي الثابت لمراقبة حالة الموقع ، مما سيساعد في إعلام إدارة الحماية الجيولوجية المستقبلية.

في بعض الحالات ، قد يكون من الممكن تقليد او اعادة سطح الأرض الأصلي، مثل (Gray, 2013)، ومع ذلك ، فمن الأفضل منع الضرر في المقام الأول.

يجب أن يشكل التفسير جزءًا رئيسيًا من أهداف الإدارة في المواقع المناسبة، باتباع إرشادات أفضل الممارسات الموضحة لاحقًا في هذا القسم. تشمل الأمثلة متنزه جلاسير الوطني (الولايات المتحدة الأمريكية) (https://www.nps.gov/glac/index.htm) والمتحف النرويجي الجليدي (http://www.bre.museum.no).

7. 3. إدارة مواقع المتحجرات والمعادن

مظاهر ذات قيمة

تعد المواقع التي تحتوي على متحجرات ومعادن ذات قيمة عالية من وجهة نظر التراث الجيولوجي. فالحفاظ عليها - في الواقع في بعض الحالات يكون الحفاظ عليها بشكل صارم – ضروري جداً لكي لا تفقد الأجيال الحالية والمستقبلية كلاً من المواقع والعينات المهمة علميًا للدراسة والتعلم والاستمتاع.

ان موارد المتحجرات (الاحفوريات) هي بقايا ودليل الحياة الماضية المحفوظة في سياق جيولوجي؛ على هذا النحو، فهي مورد غير متجدد. وتحمل المتحجرات قيمة علمية وتعليمية من خلال توفير بيانات مهمة تتعلق بتاريخ الحياة، وتطور النظام البيئي القديم، والأحداث الجيولوجية الماضية. يستمر علم المتحجرات في التوسع مع اكتشاف متحجرات جديدة.

وتقدم المعادن والمواقع المعدنية أدلة قيمة على التطور المادي للأرض. لإنها تساعدنا في فهم عملية الصفائح التكتونية، واندفاع الصخور النارية (الصخور المنصهرة المتحركة تحت السطح)، والثوران البركاني، والتحولات في درجة الحرارة والضغط

والتغيرات الكيميائية في الصخور الأصلية. توفر المعادن أيضًا مصدرًا للمواد الخام الصناعية وهي من بين السلع الأكثر قيمة لدينا. مثل المتحجرات، يتم جمع المعادن على نطاق واسع، وتستمر الأبحاث، ولا سيما بدعم من التقنيات التحليلية الحديثة، تطوير فهمنا لعلم المعادن.

يجب أن تستند إدارة موارد المتحجرات، والمعادن، والمناطق، إلى المبادئ العلمية، والممارسات الصارمة لإدارة الموارد والسلطة القانونية ، عند الضرورة.

قد تؤثر العمليات الطبيعية والأنشطة البشرية على استقرار ووجود المتحجرات المكشوفة على سطح الأرض. تعتبر التجوية الطبيعية والتآكل المادي، إلى جانب الأنشطة البشرية، مثل المقالع، من بين أهم العوامل في الكشف عن كل من المتحجرات والمعادن؛ على سبيل المثال، فإن بعض المواقع الغنية جداً بالمتحجرات تتعرض للتلف بسبب تآكل السواحل اوفي المقالع النشطة. ومع ذلك ، عندما تكون هذه الموارد محدودة النطاق، قد تشكل نفس العمليات الطبيعية تهديدًا، مما يؤدي في النهاية إلى إزالة موارد المتحجرات أو المعادن. كل من الأنشطة البشرية غير المقصودة والمتعمدة، مثل أنشطة البناء أو الجمع المكثف للعينات، يمكن أن تهدد الموارد ومواقع المتحجرات والمعادن (الجدول 7. 3.)، (Santucci & Koch, 2003; Santucci et al., 2009). ومن الحالات الملحوظة قيام الكونجرس الأمريكي بتفكيك نصب متحجرات سيكاد التذكاري الوطني في ساوث داكوتا لأن الجامعين أزالوا جميع العينات السطحية وفقدت السمة الرئيسية ذات الأهمية (Santucci and Hughes, 1998).

مبادئ الإدارة والارشادات

تم وضع إرشادات وقواعد سلوك مفيدة للحفاظ على مواقع المتحجرات والمعادن، وتعليمات الجمع المسؤول (ProGEO, 2011)، وطُبقت في بعض البلدان، على سبيل المثال من قبل خدمة المتنزهات القومية الأمريكية (المربع 8. 5.). تشمل الأمثلة الاخرى ارشادات لجمع العينات الجيولوجية (بما في ذلك كل من المتحجرات والمعادن)، ففي إنجلترا، جنبًا إلى جنب مع إرشادات إدارة الأنواع المختلفة لمواقع المتحجرات والمعادن (Natural England, 2012)؛ تم اصدارمدونة قواعد السلوك الخاصة بجمع المتحجرات غرب دورست (موقع التراث العالمي في دورست وساحل ديفون الشرقي، 2011)؛ وهناك قانون المتحجرات الاسكتلندي لجمع المتحجرات، وحفظها، وتخزينها (التراث الطبيعي الاسكتلندي، 2008).

ابتكرت خدمة المتنزهات القومية الأمريكية مؤشرات لاستقرار موارد علم المتحجرات تشمل معلومات عن المناخ، ومعدلات التعرية ، والمواقف والسلوك البشري، وفقدان أو اكتساب العينات على السطح (Santucci and Koch, 2003). وقد تم تطويرها بشكل أكبر إلى نظام مراقبة العلامات الجوهرية المكون من خمس خطوات، والذي يشمل معدلات التغير الطبيعي في المتغيرات الجيولوجية والمناخية، والعمليات الجيولوجية الكارثية، والهيدرولوجيا وقياس الأعماق، والتأثيرات البشرية (Santucci et al., 2009). يحدد الجدول 7. 4. المبادئ ويقدم المربع 7. 2. دراسة حالة.

هناك إجماع على أن الجمع المسؤول للمتحجرات يمكن أن يعزز العلم ويساهم في البحث، بالإضافة إلى تقديم مساهمة إيجابية في فهمنا، الى جانب الحماية والخبرة عن التنوع

صورة 7. 12. تجويف مبطن ببلورات الكوارتز ، جبل جي ، محمية منطقة اركاروولا، جنوب أستراليا. كانت المنطقة ذات حرارة ظاهرة الى السطح تشبه يلوستون الحديثة مع السخانات والبرك الساخنة.
© كرايم ل. ووربويس

الجيولوجي، شريطة اتباع مدونة الممارسات الجيدة (كما في المبادئ المنصوص عليها في الجدول 7. 4.). ومع ذلك ، فإن الجمع غير المسؤول لعينات المتحجرات والمعادن النادرة يمثل خسارة كبيرة للعلم ويمكن أن يتسبب أيضًا في تلف المكاشف وفقدان العينات الأخرى. تم استخدام الحفارات الميكانيكية، والمتفجرات، والعتلات، ومناشير الصخور، لجمع المتحجرات والمعادن، وللبحث عن عينات نادرة، أو ذات قيمة، أو عالية الجودة. من المهم العمل بشكل بناء مع مجموعات التجميع المختلفة. على سبيل المثال ، في موقع التراث العالمي للساحل الجوراسي (المملكة المتحدة) ، يتم تشجيع الجامعين المحليين (بما في ذلك الجامعون التجاريون) من خلال متحجرات غرب دورست جمع مدونة قواعد السلوك للعمل مع المتخصصين وأمناء المتاحف لضمان تسجيل المواد ودراستها وأن العينات الأكثر قيمة من الناحية العلمية محفوظة في المؤسسات العامة للاستخدام المشترك. أحد الحلول التي تتعرض لها مواقع المتحجرات والمعادن النادرة جدًا للتهديد هو جمع العينات و / أو موارد المتحجرات أوالحاملة للمعادن من أجل التنظيم والعرض في متحف بحيث تكون متاحة للجمهور لكي يراها وكذلك للعلماء لغرض دراستها. وفي المواقع الجيولوجية التي يصعب فيها جمع العينات، تتمثل الطريقة البديلة في صنع قوالب (casts) وطبعات (moulds) عالية الجودة (Williams and Ed-wards, 2013). يوفر هذا نسخًا متماثلة مفصلة وموردًا يمكن استخدامه خارج الموقع للبحث والتعليم، مما يقلل من الضغوط في الموقع. لإنه ذو قيمة خاصة لتسجيل أثار المتحجرات.

الجدول 7. 3. حماية مواقع المتحجرات من التهديدات

مصادر التهديد المحتملة	عمل الإدارة المفضل
هواة جمع المتحجرات	عادة ما يتم حظر جمع المتحجرات من منطقة محمية حيث يتم حماية جميع المظاهر الطبيعية. وهناك بعض الاستثناءات من ذلك، ولكن فقط في ظل ضوابط صارمة وبعد أن تقرر السلطة الإدارية أن فوائد السماح بالجمع (كطريقة لتعزيز الاهتمام بعلم المتحجرات بين الجمهور) تفوق تكاليف إزالة الموارد. لذلك تسمح منطقة التراث العالمي للساحل الجوراسي بالقرب من لايم ريجيس بإنجلترا، على سبيل المثال، بجمع المتحجرات المتآكلة من وجه منحدر عند علامة المد (انظر الصورة 6. 15.).
لصوص محترفون	تشمل الأساليب المستخدمة لإحباط سرقة المتحجرات النادرة من قبل لصوص محترفين: وجود حراس في الموقع، واستخدام المراقبة الإلكترونية، وبناء الهياكل الوقائية التي تحيط بالموقع، وكملاذ أخير، يتم نقل المتحجرات الثمينة إلى مجموعات المتاحف .
جامعون لاغراض البحوث	عادة ما تتم إدارة البحث العلمي في المناطق المحمية من خلال نظام التصاريح، مع منح الباحثين الإذن بالتنقيب عن المتحجرات بأقل تأثير كجزء من تحرياتهم. ستكون هناك العديد من الحالات التي لا يُسمح فيها للباحثين بتعكير صفو الموقع، مثل تلك التي تحتوي على مجموعة أصداف متحجرات لا تقدر بثمن. سيكون هناك أيضًا العديد من المواقع التي يتم فيها تشجيع العلماء بنشاط على إكمال جمع المتحجرات، مثل تلك التي تحتوي على متحجرات موجودة على مكشف منطقة ساحلية متآكلة. اما من الناحية العملية، يجب على مديري المناطق المحمية تطوير علاقة عمل قوية مع مجموعة الباحثين المسموح لهم بذلك، وأن يكون لديهم حراس اتصال / حراس اتصال يضمنون بنشاط تطبيق القواعد وتبادل المعلومات، وكذلك التأكد من تضمين المعرفة الجديدة المكتسبة في التاريخ الطبيعي و البرامج التفسيرية.
إدارة الزوار	غالبًا ما يتم تشجيع الزوار على زيارة مواقع المتحجرات وتقدير "ملخص عن تاريخ الأرض" المعروض. واعتمادًا على طبيعة المتحجرات، يتم تنظيم وصول الزائر إلى المكاشف في الهواء الطلق عادةً باستخدام طرق سير ثابتة. اما بالنسبة للمواقع الحساسة بشكل خاص، فيتم عادةً توفير الجولات المصحوبة بمرشدين؛ وقد توجد العديد من المكاشف / العينات خلف الهياكل الواقية. وبعض العينات حساسة للغاية لدرجة أنه قد يتم نقلها من المكشف إلى مركز الزوار في الموقع.
مراكز الزوار	بعض مواقع المتحجرات مثيرة للغاية لدرجة أنها تمت حمايتها داخل هياكل كبيرة شيدت لهذا الغرض تجمع بين مركز الزوار والمتحف. على سبيل المثال، يضم مبنى مقلع نصب الديناصورات التذكاري الوطني (يوتا ، الولايات المتحدة الأمريكية) متحجرات لخليط من عظام الديناصورات. وتعمل البناية بمثابة ورشة عمل، وموقع حفر لعلماء المتحجرات، وموقع عرض للجمهور.

الجدول 7. 4. ملخص المبادئ العملية للمحافظة على مواقع المتحجرات والمعادن.

- قم دائمًا بتشجيع ممارسة الجمع المسؤول من المناطق المحمية.
- جعل تدابير إدارة الحماية متناسبة مع الأهمية العلمية للمنطقة المحمية والمتحجرات /المعادن الموجودة.
- تكييف إدارة الصيانة مع الظروف المحلية، مع مراعاة بعض القضايا مثل مدى جمع الموارد، ومعدل التجديد، والضغط المحتمل من التجميع ، وما إلى ذلك.
- السماح بالبحث والدراسة بحسن نية على أساس الموقع من أجل تسهيل تطوير علوم الأرض.
- الحفاظ على موارد المتحجرات والمعادن في الموقع حيثما أمكن ذلك. اما في الظروف القصوى، فيوضع في الاعتبار عمليات الجمع والحفظ في المتحف، ولكن مع الحرص على تسجيل جميع المعلومات السياقية قبل نقلها.
- محدودية أي تجميع لعينات الموقع الأقل عرضة للخطر، أو المواقع الأقل أهمية، وتشجيع الجمع من المواد السائبة والنفايات.
- ضع في اعتبارك الدفن (حيث لا يمكن إدارة التهديد من التجوية أو التعرية أو التجميع) لبعض المواقع الرئيسية للحفاظ على المتحجرات والمعادن في سياقها بحيث تكون متاحة للدراسة المستقبلية.
- وضع بروتوكولات للحفاظ على مواقع المتحجرات والمعادن، والاتفاق على مدونة سلوك خاصة بالتجميع المسؤول والتي تشمل هواة جمع المتحجرات، والأكاديميين، والمؤسسات، والتجاريين.
- تطوير مخططات تسجيل العينات للمواقع الرئيسية، وتشجيع الجامعين على مشاركة المعلومات.
- تشجيع التواصل المنتظم بين ملاك الأراضي، والمديرين، والجامعين، والمتحفيين، والباحثين.
- التأكد من إجراء زيارات ميدانية ومراقبة منتظمة لتقييم الحالة العامة وما إذا كان الضرر يحدث، مع التاكيد على نظام إدارة مناسب.

صورة 7. 13. متنزه الغابة المتحجرة الوطني، أريزونا. بقايا متحجرة من الغابة الاستوائية من العصر الترياسي 225 مليون سنة. © خوسيه بريلها

الصورة 7. 14. تعتبر حماية العينات النادرة في بيئة يتم التحكم فيها بعناية، طريقة مجربة ومدروسة. متحف برن للتاريخ الطبيعي ، سويسرا. © روجر كروفتس

المربع 7. 2.

دراسة حالة لمواقع المتحجرات في المتنزهات القومية الأمريكية

تدير خدمة المتنزهات القومية الأمريكية (USNPS) ما لا يقل عن 242 وحدة متنزه حيث تم توثيق موارد علم المتحجرات (الحفريات) من خلال قوائم الجرد الأساسية.

المبدأ السائد لموارد المتحجرات غير المتجددة في المتنزهات الوطنية الأمريكية، على النحو المنصوص عليه في القانون الذي أنشأ (USNPS)، هو الحفاظ عليها وحمايتها «بالطريقة والوسائل التي تجعلها غير معوقة للتمتع للأجيال القادمة» . اما قانون الحفاظ على موارد المتحجرات لعام 2009 فهو السلطة القانونية الرئيسية في الولايات المتحدة لإدارة وحماية المتحجرات. وقامت (USNPS) ووكالات إدارة الأراضي الفيدرالية الأخرى بتطوير لوائح وسياسات وإرشادات إجرائية لدعم الإدارة القائمة على العلم لموارد المتحجرات غير المتجددة. و تشمل أنشطة الإدارة المحددة المرتبطة بمواقع المتحجرات: الجرد، والرصد، والبحث، وجمع المتحجرات، وإدارة المتاحف، وإدارة البيانات، والحفاظ على الموقع، والحماية، والتفسير، والتعليم. وقد لوحظ في بعض مواقع المتحجرات بانها تتطلب تطوير خطة إدارة موارد علم الأحياء البحرية لتوفير نهج استراتيجي لإدارة مواقع المتحجرات.

تعد قوائم جرد موارد المتحجرات (يشار إليها أيضًا باسم «مسوحات المتحجرات ») أدوات إدارية مهمة لتحديد نطاق وأهمية وتوزيع موارد علم المتحجرات. بالاعتماد على الأدبيات المنشورة وغير المنشورة، تم الانتهاء من جهد لمدة 10 سنوات لتجميع قوائم جرد موارد المتحجرات الأساسية لكامل (USNPS) في عام 2011 (Santucci et al., 2012). لقد ضاعفت عمليات الجرد المنتظمة هذه عدد المتنزهات التي تم تحديدها على أنها تحتوي على المتحجرات بأكثر من الضعف. وكشفت قوائم الجرد أيضًا عن معلومات علمية جديدة لم يتم التعرف عليها سابقاً، من قبل موظفي المتنزهات، مما أدى إلى زيادة الإشراف على متنزهات المتحجرات وتوفير فرص جديدة للتعليم والبحث العام.

تم إنشاء أربعة عشر وحدة من وحدات المتنزهات القومية الأمريكية كليًا أو جزئيًا لموارد المتحجرات التي تضمها. ومن أشهر متنزهات المتحجرات هو نصب الديناصورات الوطني (كولورادو ويوتا)، الذي يحافظ على مقلع ديناصوردوغلاس المشهور عالميًا، الذي يمثل حياة حقيقية من « جوراسيك بارك « لانه يضم هياكل عظمية للديناصورات غير موجودة في المتاحف حول العالم. وهناك متنزه الغابات المتحجرة الوطني، أريزونا، وهو متنزه متحجرات شهير آخر يوفر للزائرين فرصة للرجوع إلى الوراء 200 مليون سنة لمشاهدة بقايا النظام البيئي للعصر الترياسي الأرضي. فبالإضافة إلى جذوع الأشجار المتحجرة المحفوظة بشكل جميل، فهويضم بقايا الديناصورات المبكرة، جنبًا إلى جنب مع مجموعة متنوعة من الفقاريات، واللافقاريات، والنباتات، و المتحجرات التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ. ويدعم المتنزه برنامجًا نشطًا لأبحاث الجيولوجيا وعلم المتحجرات، ويحافظ على مجموعات متحجرات مهمة وتوفر تجربة تعليمية شهيرة لزوار المتنزه من جميع أنحاء العالم.

بالنظر إلى الطبيعة غير المتجددة للمتحجرات، فإن الآثار طويلة المدى لأنشطة جمع المتحجرات غير المصرح بها تمثل قضية مهمة لإدارة الموارد والحماية. وتتجلى هذه القضية بوضوح من خلال التاريخ المؤسف لمتنزه متحجرات سيكاد الوطني، داكوتا الجنوبية، والذي كان موجودًا في الفترة من 1952 إلى 1957. الا ان الجمع غير المصرح به من متحجرات السيكاسيات في المتنزه، ادى إلى الإزالة الكاملة لجميع النباتات القديمة المكشوفة على السطح. وأدى فقدان المتحجرات في هذا الموقع إلى تفكيك متنزه متحجرات سيكاد الوطني ، والذي تم إلغاؤه كوحدة من (USNPS) في عام 1957. تساعد الدروس المستفادة من موقع متحجرات سيكاد في تشكيل ممارسات إدارة الموارد الحديثة في مواقع المتحجرات على الأراضي العامة (Santucci and Hughes, 1998).

7. 4. إدارة المناطق البركانية المحمية والمحفوظة

أشكال الأرض والعمليات والمظاهر ذات القيمة

توضح المناظر الطبيعية البركانية العمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية الأساسية لفهم كيفية عمل ديناميكية الأرض، من النطاق العالمي إلى النطاق المحلي وربط العمليات في باطن الأرض بتلك الموجودة على سطحها. بالإضافة إلى قيمها الأساسية في علوم الأرض، توفر البراكين واحدة من أكثر مراحل ديناميكية الطبيعة، والتي لها اهمية في التنوع البيولوجي العظيم الموجود في العديد من المناظر الطبيعية البركانية، والروابط الثقافية بين الناس وبيئتهم ، وكسجل للتطورات البشرية في كل قارة. تم استقاء توجيهات الإدارة هذه بشكل أساسي من (Wood, 2009) ، واستكملها (Casadevall et al., 2019).

تختلف التضاريس البركانية اختلافًا كبيرًا في الشكل والحجم ، بدءًا من مخاريط الجمرة (cinder) الصغيرة إلى البراكين الهائلة. قد تكون البراكين ظواهر طويلة العمر، تتكون من حلقات متكررة من النشاط البركاني التي ربما حدثت على مدى مئات الآلاف إلى ملايين السنين (على سبيل المثال، ربما تكون جزيرة آيسلندا قد تشكلت على مدى فترة تقارب 20 مليون سنة؛ وقد يبلغ عمر فوهة بركان لاس كاناداس، تينيريفي، في إسبانيا، أكثر من 3.5 مليون سنة؛ وبدأ النشاط الذي بنى جزيرة جيجو (جبل هالا) ، جمهورية كوريا، منذ حوالي 0.8 مليون سنة؛ في حين أن جزيرة سانت لوسيا في منطقة البحر الكاريبي هي مثال على الانهيارات المعقدة والمتداخلة المتفجرة). وهذا يعني أن المراكز البركانية القديمة يمكن أن تكون تراكبات معقدة من أشكال مختلفة من الأرض وتركيبات الحمم البركانية عبر الزمن، بما في ذلك الانهيارات. بالإضافة إلى العمليات البركانية المعاصرة والتضاريس،

يهتم العلماء ببقايا البراكين القديمة المحفوظة على السطح. اذ يمكن العثور على أدلة على النشاط البركاني السابق في المقاطع الجيولوجية العمودية المكشوفة في أوجه المنحدر وجوانب الوادي، أو في الأنماط التي تشكلها الهياكل الصخرية على سطح الأرض.

قد تستضيف المناظر الطبيعية البركانية أيضًا ظواهر حرمائية، مثل الينابيع الساخنة، والسخانات، وأحواض الطين، ودخان البراكين (الفوماورول). تحدث الينابيع الساخنة عندما تنبثق المياه الجوفية المُسخنة حراريًا من القشرة الأرضية. تم العثور عليها في جميع أنحاء الكوكب، بما في ذلك أرضيات المحيط.

صورة 7. 15. بركان سيميرو، أعلى بركان في جاوة، في حالة ثوران في الأفق. في المقدمة توجد فوهة بركان تنغرمع مخروط ما بعد فوهة البركان المضلع باتوك في وسط المقدمة ومخروط برومو البخاري في المقدمة اليسرى، المتنزه الوطني الإندونيسي. © Lee Siebert

الصورة 7. 16. تشكلت بحيرة فوهة البركان الضخمة بعد ثوران البركان في المنطقة المحمية العابرة للحدود لجبل تشانجبايشان / بركان جبل بايكدو، في الصين / جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية. © كايلا إياكافينو

التهديدات

هناك العديد من التهديدات من التراث الجيولوجي البركاني على الناس، وتهديدات الناس على التراث الجيولوجي البركاني. لا يدرك بعض مديرو المناطق المحمية أن المظاهر البركانية الجميلة قد تكون نشطة. لذلك ، لذا يجب الحذر والوقاية من الظروف الخطرة المتوقعة (مثل الانفجارات، وانبعاثات الغاز، ودخان البراكين (الفومارواليك)، والنشاط والانهيارات الأرضية، والمخاطر البركانية الأخرى) بشكل كافٍ في خطة إدارة الموقع. يحمل جذب الزوار إلى المناطق الجيوفيزيائية النشطة مسؤولية مراقبة النشاط البركاني ووضع خطط طوارئ للمخاطر كأجزاء أساسية من عملية الإدارة. وتضم العديد من المناطق البركانية أنظمة مراقبة الموقع، والاتصالات، والاستجابة للطوارئ المصممة لسلامة الزوار والناس. ومع ذلك ، قد لا تعالج هذه المخاطر المحددة في المناطق المحمية، وعليه يجب توفير نظام تحذير للزوار وطريقة منظمة للإخلاء، أو الحماية. ويمكن للمناطق المحمية ان توفر مكانًا جيدًا لتقديم مثل هذه المعلومات، ولكن كثيرًا ما يتم حذفها من التخطيط الإداري. هناك أيضًا قيمة تعليمية لزيادة الوعي بالمخاطر البركانية بطريقة صحيحة علميًا.

من الأمثلة الجيدة على مخطط ناجح للحد من المخاطر في أحد مواقع التراث العالمي البركاني، هو متنزه تونغاريرو الوطني في نيوزيلندا. كان خطر الانهيارات الطينية او جريان الطين (lahars) الناجم عن انسكاب المياه من بحيرة قمة جبل روابيهو مصدر قلق خاص لسلامة المتزلجين والبنية التحتية للتزلج على منحدراته، والطرق المحيطة والأراضي الزراعية والمستوطنات. تم تركيب أنظمة متطورة لمراقبة بحيرة فوهة البركان والتحذير من جريان الطين (لاهار) ، وقد أثبتت هذه الأنظمة أنها ذات أهمية فعالة في الحد من الخسائر في الأرواح والأضرار التي لحقت بالممتلكات خلال حدوث الجريان الطيني (لاهار) الأخير.

بالإضافة إلى العمل مع العلماء لتوثيق التهديدات المحتملة من البركان ، يجب على المديرين أيضًا التعاون و العمل مع السلطات المدنية، والطوارئ، والمجتمعات المحلية لإعداد خطة طوارئ في حالة وقوع حادث خطير. من المعترف به الآن أن التخطيط للطوارئ مهم للغاية في حماية الجمهور من مجموعة واسعة من حالات الخطر ، على الرغم من أنه بالإضافة إلى المخاطر العامة ، فإن مديري المناطق المحمية البركانية سيرغبون أيضًا في التدخل و فهم المخاطر التي تتعرض لها المظاهر الطبيعية ذات قيمة الحفظ العالية. وتوجد مثل هذه الخطط الإدارية في جبل فوجي الياباني، الذي تم أجراء تدريبات الإخلاء فيه. وتوجد خطط مماثلة في جنوب أيسلندا استعدادًا لثوران بركان كاتلا وتم نشرها في عام 2010 عندما اندلع بركان مجاور. في إدارة تهديدات الناس للتراث الجيولوجي البركاني ، من المهم توفير خطط المناطق المحمية وإدارتها حماية كافية للنظام البركاني الكامل، بما في ذلك دليل على أنماط ثورانه ومنتجاته وأشكاله الأرضية (الجدول 7. 5.). في حين أن هناك اعتقادًا عامًا بأن الجيولوجيا البركانية عادة ما تكون صلبة جدًا، إلا أن العديد من المظاهر البركانية الفتية، مثل الرواسب الحرمائية والمنتجات البركانية الحساسة، هشة تمامًا. بالإضافة إلى ذلك، هناك تهديدات من صنع الإنسان للقيم الجيولوجية التي قد تتطلب تدخلًا إداريًا. في معظم الحالات، تؤثر هذه التهديدات أيضًا على البيئة والقيم الثقافية للموقع، وبما ان هذه القيم مهمة، لذا يجب إدارة هذه المواقع كنظم متكاملة.

مبادئ وإرشادات إدارة الموقع

المواقع البركانية لها قيم طبيعية أخرى تعتمد بشكل متكرر على العوامل اللاأحيائية الخاصة بالمناطق البركانية. اذ ان بيئة البركان تتأثر بنوع الصخور، والتربة، والجيومورفولوجيا، أو تعتمد عليها في بعض الحالات، وتتأثر بمظاهر اخرى مثل، التضاريس الدقيقة، والمظهر، والارتفاع، والجفاف، وأحيانًا الاضطرابات البركانية. وكثيرا ما يكون للبراكين أهمية ثقافية قوية.

بشكل عام، نظرًا لحجمها الكبير، وعمرنشاطها البركاني الطويل (التي تمتد عادةً لمئات الآلاف من السنين)، والأخطار الكامنة فيها، فإن الأنظمة البركانية الأكثر نشاطًا لا تتعرض للاضطراب نسبيًا وتتأثر قليلاً بالسلوك البشري. في العديد من المناسبات، يكون التفاعل بين البشر والبراكين هو عكس ذلك الذي يؤثر على النظم الطبيعية الأخرى، لأن البراكين يمكن أن تشكل بالفعل مخاطر كبيرة على الحياة والممتلكات، وفي الواقع تساهم في الحفاظ على المظاهر الجيولوجية والبيولوجية والثقافية الهامة. ومع ذلك، فإن النشاط البشري لا يشكل تهديدات للعديد من المناطق المحمية البركانية. وتشمل هذه التهديدات دفن النفايات غير القانوني، وتلوث المياه الجوفية، وتطوير الطرق السريعة غير المناسبة، وتدهور جودة الحياة البرية، والسياحة التجارية (بما في ذلك تطوير التزلج)، والإفراط في الترفيه، والقيادة على الطرق الوعرة، واستخراج المعادن.

التربية والتفسير

يمكن أيضًا تحقيق أهداف الإدارة من خلال برامج التعليم والتفسير. تعد البراكين من أكثر الوجهات السياحية زيارةً في العالم. على سبيل المثال، قد يتلقى متنزه فوجي هاكوني إيزو الوطني في اليابان (أي المنطقة المحيطة بجبل فوجي) ما يصل إلى 100 مليون زيارة سنويًا، بينما يصعد ما يقدر بنحو 300000 زائر إلى قمة البركان كل عام. ويسجل متنزه تيد الوطني، تينيريفي، في إسبانيا، وهو احد مواقع التراث العالمي البركاني، اكثر الزيارات للمواقع البركانية في العالم ، اذ يصل عدد الزوار 3,2 مليون زيارة سنويًا. توفر جميع عناصر التراث العالمي البركاني امكانية الوصول للزوار. على سبيل المثال ، في كيلويا ، متنزه براكين هاواي الوطني، في الولايات المتحدة الأمريكية؛ وفي سترومبولي، جزر إيولايان، في إيطاليا، يمكن للزوار غير النظاميين مشاهدة النشاط البركاني بأمان أثناء حدوثه. إن القيمة التعليمية لتجربة مشاهدة بركان خامد أو نشط هي قيمة هائلة، لأنها مثل أي مكان آخر على وجه الأرض تظهر قوة وأهمية الجيولوجيا والعمليات البركانية التي تشكل من خلالها كوكب الارض.

الصورة 7. 17. تدفق الحمم البركانية من شق هولوهراون في أكتوبر 2014، متنزه فاتناجوكول الوطني، في أيسلندا. الذي يعد أكبر تدفق للحمم البركانية منذ أكثر من 200 عام في أيسلندا. لقد تم تقليل الخطر على الزوار والمقيمين من خلال إغلاق المنطقة أمام حركة الركاب والمركبات، على الرغم من السماح للطائرات بالتحليق فوق الموقع كما في الصورة. © روجر كروفتس

الصورة 7. 18. مخروط الثوران البركاني عام 1910، جزء من بركان تيد (ظل القمة في المقدمة اليمنى)، متنزه تيد الوطني، تينيريفي، جزر الكناري، في إسبانيا. تتم الآن إدارة الوصول إلى القمة الهشة والتي قد تكون غير آمنة من خلال التلفريك ويلزم الحصول على تصريح لدخول الحفرة. © روجر كروفتس

الجدول 7. 5. قضايا إدارة المخاطر التي يتعين النظر فيها في المناطق البركانية.

منطقة مستجمعات المياه	يمكن أن تمتد الأخطار البركانية عشرات الكيلومترات من مركز النشاط عن طريق الانهيارات الأرضية، والتدفقات الطينية، وجريان الطين البركاني (لاهار)، وانهيار المنحدرات. لذا يجب تقييم المخاطر البركانية المحلية ودمج التوصيات في خطة الإدارة.
الصناعات الاستخراجية	يجب أن يكون هناك افتراض عام ضد الصناعة الاستخراجية في المناطق المحمية حيث يوجد حتما خسارة في التنوع الجيولوجي وتغيير العمليات الطبيعية. وعندما تكون هناك حاجة إلى معدن لا يمكن تلبيته خارج المنطقة المحمية، فعند ذلك يجب تقييم مواقع الاستخراج المحتملة من حيث آثارها المحتملة على المواقع الجيولوجية الرئيسية.
المظاهر البركانية الهشة	تتعرض العديد من المناطق الحرمائية، والمظاهر البركانية الصغيرة، والصخور البركانية الهشة للتلف والدمار إذا لم يتم إدارتها بشكل صحيح. لذلك يجب إجراء جرد لتحديد أولويات المناطق التي تحتاج إلى الحماية. وقد تكون هناك حاجة إلى تدابير لإبقاء الزوار بعيدًا عن هذه المظاهر. اما بالنسبة إلى المظاهر الهشة بشكل خاص، فيجب النظر في حظر الوصول اليها، أو عدم الإعلان عن موقعها.
الجمع غير المصرح به	يتم الاهتمام وجمع العديد من المنتجات البركانية من قبل هواة الجمع، بما في ذلك الزجاج البركاني (obsidian) والقنابل البركانية (tephra) وغيرها من الرواسب. لذا يجب على المديرين التأكيد على أن هذه الموارد غير متجددة.
البنايات	تتطلب أي مبانٍ جديدة في المناطق المحمية البركانية، مثل مراكز الزوار، عمليات مسح سطحية وتحت سطحية مسبقة لتجنب البناء فوق المظاهر الجوفية، مثل أنابيب الحمم البركانية، فضلاً عن المناطق المعرضة لمخاطر استقرار المبنى.
مواقف السيارات ونقل الزوار	حيثما أمكن، يجب أن تكون مواقف السيارات بعيدة جدًا عن الاشكال الأرضية والمواقع الجيولوجية المهمة.
توليد الطاقة وتخزين الوقود	مرافق الزوار في بعض المناطق المحمية البركانية بعيدة وخارج شبكة الكهرباء. حيثما أمكن، يجب توليد الكهرباء في الموقع باستخدام وحدات طاقة الرياح، أو المياه، أو الطاقة الشمسية. وإذا كانت مولدات الطاقة التي تعمل بالديزل ضرورية، فيجب أن يكون الوقود اللازم لها ولأي استخدامات أساسية أخرى في تخزين محاط بحواجز مصممة لهذا الغرض مع إجراءات لمنع الانسكاب.
إدارة الزوار	
وصول الزوار	الغالبية العظمى من المناطق البركانية المحمية غير مطورة، ولكن لا يزال من الممكن أن تستقبل العديد من الزوار الذين يتنزهون ويحملون حقائب الظهر. في المناطق المحمية، قد يكون نظام التصاريح ضروريًا لتقييد أعداد الزوار. يجب على جميع الزائرين الاشتراك والقناعة في تعليمات الزيارة ذات التأثير القليل على المظاهر البركانية، ويجب تحديد مسارات الطرق المفضلة بشكل واضح ولكن بشكل رصين.
داخل المنطقة المحمية	يجب القيام بالمسوحات الجيولوجية للمناطق البركانية لحصر المواقع الجيولوجية الرئيسية وتفاصيل التراث الجيولوجي لتسهيل الإدارة عن طريق تقسيم المناطق. ويجب تحديد تلك الأجزاء من المنطقة الأكثر ملاءمة لوصول الزوار إلى جانب المناطق التي يجب فيها تطبيق قيود الوصول بسبب الهشاشة أو المخاطر الاستثنائية.
المرافق القائمة	تم تطوير العديد من المناطق البركانية قبل تصنيفها كمناطق محمية، ولسوء الحظ ، كان هناك أضرار كبيرة في بعضها من تدمير المظاهر ووجهات النظر البركانية. قد تظل هذه الأماكن تخدم أغراض المنطقة المحمية، ولكن يجب على المديرين التفكير فيما إذا كان من الأفضل إزالة المظاهر ام استعادتها. في بعض الحالات، بعد وقوع حدث بركاني، قد تتضرر هذه المرافق أو تدمر، مما يوفر فرصة لعدم إعادة البناء.
البحث العلمي	عادة ما يكون للمناطق البركانية بحث علمي نشط بسبب السجل القيم للعمليات التي تساهم في نقل الصخور المنصهرة من باطن الأرض إلى السطح. وقد يكون الاهتمام بالبحث مكثفا، خاصة بعد الأحداث البركانية. بينما يتم تشجيع البحث، يجب على مديري المناطق المحمية أن يضعوا في اعتبارهم أن بعض أنواع الأبحاث قد تتضمن حفر لب، أو إزالة كميات كبيرة نسبيًا من الصخور. بالنسبة لهذه الأنواع من البحث، يوصى بنظام التصاريح، مع التركيز على حماية سلامة المواقع الجيولوجية ومنطقة التراث الجيولوجي الأكبر. اما في الأماكن التي ادت عمليات البحث الى تدمير أو تشويه المظاهر ذات الأهمية من ناحية التراث الجيولوجي، يجب تنفيذ الاستعادة لتقليل الضرر طويل المدى.

يتم الآن تطوير مرافق تفسيرية ممتازة في العديد من مواقع التراث العالمي البركاني وفي العديد من المواقع الأخرى في العالم المناطق المحمية البركانية، ومن اهم الأمثلة هي متنزه ثينجفيلير الوطني، في أيسلندا؛ ومنطقة هيماي في جزر فيستمان قبالة الساحل الجنوبي لأيسلندا؛ ومتنزه هاواي للبراكين الوطني، ومتنزه يلوستون الوطني، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ومتنزه تيد الوطني، تينيريفي، في إسبانيا؛ ومتنزه تونجاريرو الوطني، في نيوزيلندا. وفي متنزه ستون الابداعي للغاية في جزيرة جيجو، جمهورية كوريا، يتم شرح الجيولوجيا البركانية للجزيرة بالتفسير الفني للصخور البازلتية والفولكلور في الجزيرة، من خلال معروضات رسومية رائعة، وثلاثية الأبعاد، وتفاعلية. مثل هذه المعارض، والمنشورات التفسيرية، والخدمات الإرشادية المرتبطة بها، تلعب دورًا أساسيًا في زيادة الوعي والفهم والتقدير لجمال البراكين والآهتمام بها، وأهمية حماية هذا المورد الجيولوجي.

المراقبة

تعتبر الطرق المستخدمة لمراقبة سلوك البركان معقدة للغاية، وتتضمن كلا من الاستشعار عن بعد، والقياسات فوق البركان وحوله لاكتشاف حركة الصهير في العمق. تقيس الأجهزة النشاط الزلزالي تحت الأرض، والملامح الجيوفيزيائية والحرارية، وتشوه الأرض، و جيوكيمياء الغازات المنبعثة، والبيانات الهيدرولوجية، والكيمياء، والحرارة، ولزوجة الحمم البركانية. وفي معظم الحالات، سيحتاج مديرو المناطق المحمية إلى التشاور مع علماء البراكين وخبراء جيولوجيين آخرين في تطوير طرق المراقبة هذه.

بالإضافة إلى ذلك، خضعت العديد من براكين الهولوسين الآن لتقييم مخاطر البراكين، وهو ملخص وصفي للمخاطر المحتملة، مع استكمال خريطة توضح المناطق التي قد تتأثر بالنشاط البركاني في المستقبل. ان تقييم مخاطر البراكين مفيد جدا لمديري المواقع، والعلماء، والسلطات المدنية، والأشخاص الذين يعيشون على البركان أو بالقرب منه ليحكموا بأنفسهم على العلاقة بين المناطق التي يحتمل أن تكون خطرة وبين حياتهم اليومية. ان التقييمات ضرورية أيضًا للتخطيط لاستخدام الأراضي على المدى الطويل وتدابير الاستجابة الفعالة للطوارئ.

التعليم والتواصل
من أجل الحماية الجيولوجية

8

لا يوجد بديل لإخراج الطلاب إلى الميدان مع معلم مدرب، دان تورمي، أحد المؤلفين، كما هو الحال هنا في موقع حفر قطران لا بريا المتحجر، وهو معلم طبيعي وطني، كاليفورنيا، في الولايات المتحدة الأمريكية. © دان تورمي

يركز هذا القسم على التعليم والتواصل من أجل الحماية الجيولوجية التي تتناول الموضوعات التالية:

- المبادئ والممارسات العامة للتفسير (8. 1.)
- التعليم (8. 2.)
- توعية الجمهور (8. 3.)
- التواصل بوسائط رقمية جديدة (8. 4.)
- التواصل عن طريق وسائل الإعلام التقليدية.

يصف هذا القسم عدة أنواع ومستويات للتواصل من اجل التراث الجيولوجي، مع رؤية أن مراكز الزوار المادية والرقمية ستكون محور هذا الاتصال. يتم وصف الاتصال لثلاثة أغراض: الترجمة الفورية، والتعليم، والتواصل مع الجمهور. بعد ذلك، يتم تقديم أدوات الاتصال، مقسمة إلى تقنيات الوسائط الرقمية الجديدة وتقنيات الوسائط التقليدية.

8. 1. التفسير

التفسير، هو وسيلة تواصل، تهدف إلى الكشف عن أهمية موارد المنطقة المحمية، بدلاً من مجرد نقل معلومات واقعية. المبدأ التوجيهي للتفسير الفعال هو «من خلال التفسير والفهم؛ من خلال التفاهم والتقدير. من خلال التقدير والحماية «. تستهدف البرامج التفسيرية تقليديًا زوار المتنزهات، ولكن يمكن أن تحدث الترجمة الفورية الآن في أي مكان، بما في ذلك برامج التوعية البيئية والتفسير المستند إلى الشبكة العالمية أو تطبيق الهاتف المحمول بمساعدة بعض التطبيقات. ومع ذلك، يمكن أن يكون التفسير في الموقع قويًا بشكل خاص لأنه يمكن أن يكمل الخبرات العامة المباشرة مع قيم التراث الجيولوجي، وكيف أنها تدعم التنوع البيولوجي والقيم الثقافية. يمكن العثور على منظور جيد حول توصيل العلاقة بين التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي في (Santucci, 2005).

يوجد دليل تقليدي شامل لتفسير التراث هو تفسير فريمان تيلدن لتراثنا (1957). يعرّف تيلدن تفسير التراث بأنه نشاط تعليمي يهدف إلى الكشف عن المعاني والعلاقات من خلال استخدام الأشياء الأصلية، والخبرة المباشرة، والوسائط التوضيحية، بدلاً من مجرد توصيل المعلومات الواقعية.

لدى خدمة المتنزهات القومية الأمريكية «دورة مكثفة في الترجمة الفورية» بناءً على مبادئ تيلدن (Smaldone, 2003; Ham, 2013). كما تمتلك الرابطة الوطنية للترجمة الشفوية ومقرها الولايات المتحدة وفرة من المعلومات والأدوات عبر الإنترنت مع أمثلة ممتازة للمواد التفسيرية الناجحة. يقدم (Bruno & Wallace, 2019) إرشادات عملية حول تصميم اللوحات التفسيرية للتراث الجيولوجي.

يلعب التفسير دوراً مهما في تعزيز الاهتمام بموارد التراث الجيولوجي بعدة طرق، لا سيما من خلال إبراز الروابط بين المشهد والجيولوجيا الأساسية، وعن طريق تحديد العلاقات بين الوحدات الصخرية الجيولوجية وبين نباتات وحيوانات المنطقة المحمية وتاريخ الإنسان. بالإضافة إلى ذلك، يتيح عرض الصخور والمناظر الطبيعية من منظورات ومقاييس مختلفة فهم قيمة الموارد الجيولوجية كجزء لا يتجزأ من بيئات المتنزهات. من نواح كثيرة، يسمح الاتصال الفعال، بما في ذلك البرامج التفسيرية، للجمهور بالتواصل مع أهمية قيم التراث الجيولوجي داخل المجتمعات بشكل كبير ويمكن أن يعزز تقديرًا أكبر لأهميته. وهذا بدوره يمكن أن يعزز أخلاقيات الحماية تجاه التراث الجيولوجي.

يعد التخطيط التفسيري خطوة أولية في عملية التخطيط والتصميم للمواقع الجيولوجية والخصائص المماثلة حيث يتم استخدام التفسير لتوصيل الرسائل، والقصص، والمعلومات، والخبرات. إنها عملية صنع القرار التي تمزج بين احتياجات الإدارة واعتبارات الموارد مع احتياجات الزائر ورغباته لتحديد الطريقة الأكثر فاعلية لإيصال رسالة إلى الجمهور المستهدف. و الهدف هو ربط المحتوى بطريقة مفيدة لتجربة الزائر الخاصة، وإثارة المشاعر، أو التفكير، أو المزيد من الاستفسار في موضوع ما. تعتمد معظم الخطط التفسيرية على تحديد الموضوعات المهمة للتواصل مع مختلف الجماهير. قد يوجه التخطيط التفسيري أيضًا الى الارشادات عن كيفية تفاعل الجمهور مع موقع، أو معرض معين، والتعامل معه.

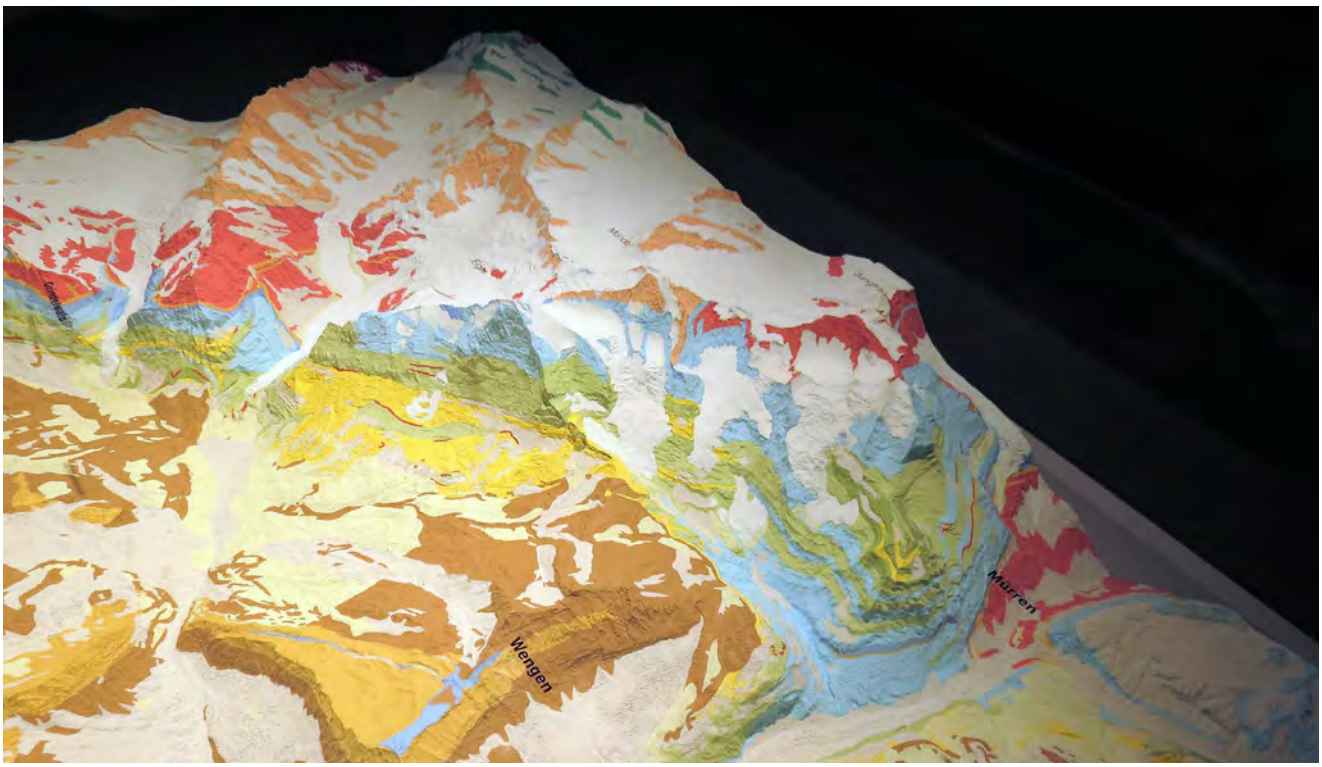
يحدد هذا التخطيط ويحلل أهداف وقضايا التفسير، والتعليم، وخبرة الزائر، ويوصي بالطرق الأكثر فعالية وكفاءة وعملية لمعالجتها. ترشد الخطة إلى مزيد من تصميم وتطوير المشروع، لتصبح موردا للاتصال والتوعية وجمع الأموال. تتوفر التفاصيل العامة في إرشادات أفضل الممارسات (IUCN WCPA) بشأن السياحة وإدارة الزوار (Leung, et al. 2018).

قدم فانغ واخرون (Fang et al., 2013) مقارنة جيدة لاستخدام السياحة الجيولوجية كنظام اتصال سياقي كامل في الصين والولايات المتحدة. وقارن أنظمة التفسير في اثنين من الحدائق الجيولوجية العالمية، الاولى في الصين والثانية في متنزه زيون (Zion) الوطني في الولايات المتحدة الأمريكية. من خلال الدروس والتجارب، تقترح هذه المقارنة استخدام السياحة الجيولوجية كنظام اتصال سياقي كامل، حيث يقدم موظفو الموقع الجيولوجي (المصدر)، معلومات حول قيمها الثقافية والطبيعية الفريدة لاستهداف السياح (المتلقين)، من خلال الأنشطة السياحية (القنوات) .

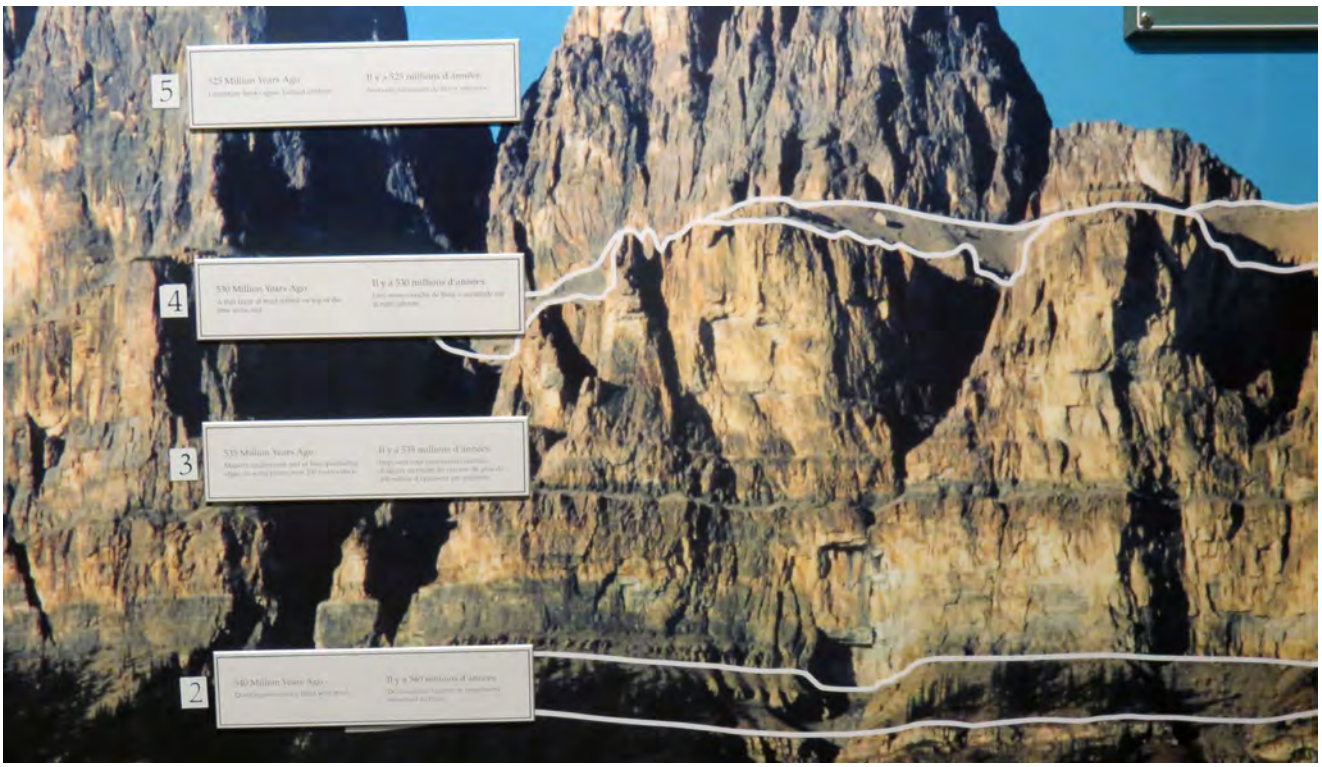
8. 2. التعليم

إن زيادة الوعي على نطاق أوسع وزيادة المشاركة من خلال التعليم والتفسير هي أجزاء رئيسية من الحماية الجيولوجية. ان سرد القصة الجيولوجية لمنطقة محمية يشبه قصة و إخبار الناس عن جزء من تاريخ الأرض. إنه أمر رائع عادةً، وقد يكون مقنعًا إذا تم إعداد القصة بطريقة شيقة. يتمثل أحد التحديات في جعل القصة مبتكرة وسهلة الفهم، حيث يمكن أن تكون بيانات التراث الجيولوجي معقدة جدا. يجب أن يكون الغرض هو الإعلام والترفيه وكذلك التعليم، كما هو معترف به في الطموح بعيد النظر لجيمس هاتون (James Hutton, 1795) أن دراسة الأرض «قد توفر للعقل البشري كل من المعلومات والترفيه».

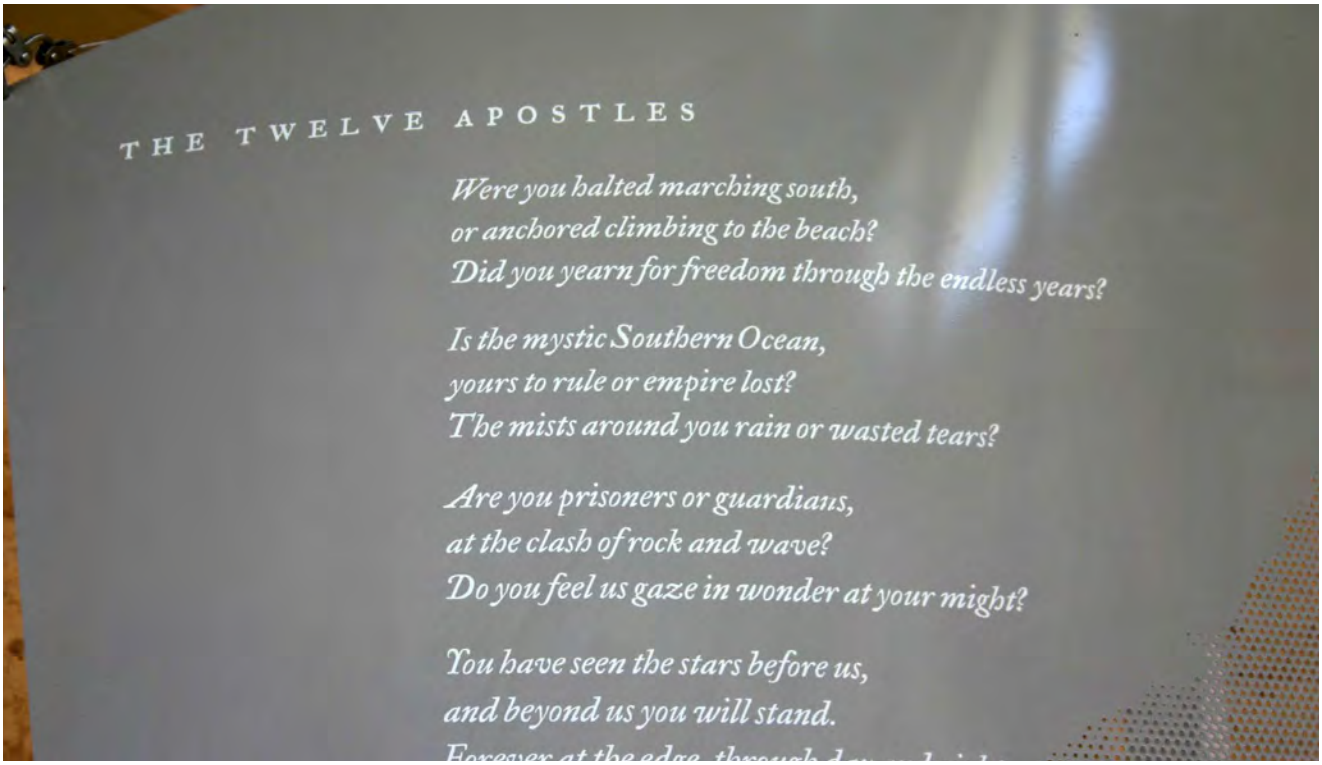
الصورة 8. 1. تفسير النمط التقليدي: يمكن الوصول إليه بسهولة مع رسومات واضحة وبيانات بسيطة حول الصخور الطينية في بورغيس وتطور الحياة في العصر الكمبري. متنزه يوهو الوطني، كندا. © روجر كروفتس



الصورة 8. 2. طريقة جيدة لإظهار العلاقة بين الصخور الأساسية والمناظر الطبيعية في نموذج ثلاثي الأبعاد. متحف برن للتاريخ الطبيعي، في سويسرا. © روجر كروفتس



الصورة 8. 3. طريقة أخرى لتحسين الفهم للزائرين وهي إضافة تعليقات توضيحية لصور على وجوه الصخور بمعلومات يسهل فهمها، كما هو الحال هنا في جبال روكي الكندية. © روجر كروفتس



الصورة 8. 4. يمكن أن يساعد استخدام قصائد الشعر في إثارة الاهتمام وإثارة ردود الفعل على المناظر الطبيعية. قصيدة في متنزه الاثني عشر رسول البحري الوطني، فيكتوريا، في أستراليا. © روجر كروفتس

الصور 8. 5. و 8. 6. مراكز التفسير التفصيلية للتراث الجيولوجي عالية الكلفة، وليست ضرورية. من الأرخص والأكثر فاعلية سرد القصة ببساطة في منشأة خارجية كما هو الحال في متنزه بوجونج الوطني، فيكتوريا، في أستراليا. © روجر كروفتس

ستعتمد الحماية الجيولوجية الفعالة، في نهاية المطاف، على تحسين الوعي العام، والفهم، والدعم.

تتمثل أحد أكبر التحديات هو في إيصال اتساع الزمن الجيولوجي إلى جمهور غير تقني. أعد متنزه توريس ديل باين الوطني في تشيلي وصفًا مثيرًا للاهتمام عن جيولوجيتها غير العادية (http://www.parquetorresdelpaine.cl/en/patrimonio). ويوفر مركز الزوار لوحات مع تفسيرات واضحة للغاية لجيولوجيا المتنزه ، مدعومة بعرض خارجي لأنواع الصخور الفعلية الموجودة في المتنزه، والتي يتم تركيبها وتقديمها للزوار، ويسمح لهم بالتجول واللمس. إنه نوع من انواع العرض الذي يوصل الجيولوجيا الخاصة لمتنزه خاص بصورة جيدة.

إن تفسير التنوع الجيولوجي من خلال السياحة الجيولوجية ليس جديدًا، كما يتضح من خلال الجذب الطويل الأمد والاهتمام الثقافي في عرض الكهوف، والأنهار الجليدية، والجبال المقدسة، وغيرها من العجائب الجيولوجية الطبيعية. في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، انخرط الناس في المشهد الطبيعي بطريقة تجريبية، وألهمت المظاهر الطبيعية، والأماكن، والأحداث الماضية، شعورًا بالتعجب من خلال ترابطها مع المناظر الطبيعية، والأدب، والشعر، والفن، والسياحة. واليوم ، يمثل امتلاك المعرفة أقل أهمية من القدرة على العثور عليها، واختيارها، وتطبيقها- والقيام بكل هذا بسرعة. ينصب التركيز على إيجاد واستخدام المعلومات لمعالجة القضايا والأسئلة ؛ مثل، تعليم الناس كيفية التفكير (IUCN, 2015).

أحد الأمثلة الممتازة، ذات الصلة ببرنامج تعليم التراث الجيولوجي، هو أحد الأمثلة التي تم تطويرها في الولايات المتحدة من قبل خدمة المتنزهات القومية الأمريكية والتي تركز على علم المتحجرات- هو اقامة احتفالية بيوم المتحجرات الوطني في تشرين الاول (أكتوبر) من كل عام. منذ الاحتفال بهذا اليوم، كجزء من أسبوع علوم الأرض في عام 2010، نمت الشراكة بشكل مطرد لتشمل أكثر من 360 شريكًا عبر الولايات المتحدة الأمريكية في كل ولاية. هؤلاء الشركاء قادرون على توفير التعليم المحلي لعلوم المتحجرات، والتوعية للأطفال والأسر والمدارس، والمجموعات الأخرى ذات الاهتمام بالمتحجرات. على الرغم من أن الكثير من الشراكة مكرسة لزيادة اهتمام الأطفال بسجل المتحجرات، إلا أن هناك أيضًا توعية للسكان المستهدفين الآخرين، وتم توزيع أكثر من 100000 كتيب جديد من علماء المتحجرات.

8. 3. التوعية العامة

على الرغم من أنه يمكن اعتبار جميع الاتصالات والتعليم بمثابة « توعية عامة « ، فإن هذا المصطلح في هذا القسم يعني الوصول إلى المجتمعات، والشركات السياحية، وأصحاب المصلحة الذين قد يكون لهم تأثير أو مصالح خاصة في الحفاظ على الموقع، ولكن قد يكون لديهم فهم ضئيل أو معدوم للتنوع الجيولوجي. المناطق المحمية، بحكم تعريفها، تعني بأنه لن يسمح بالاستخدامات التي لا تتفق مع أهداف الحفظ. لذلك، غالبًا ما تكون التوعية العامة بالمنطقة المحمية إلى المجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة الإقليميين الآخرين أمرًا بالغ الأهمية للحصول على دعم المسؤولين السياسيين والمصالح الاقتصادية المحلية المتنافسة لتحقيق أهداف الحفظ.

من الأمثلة الممتازة للتوعية العامة، على المستوى العالمي، هي مبادرات لجنة (IUCN) للتعليم والتواصل؛ التي تقدم العديد من برامجها كأمثلة قيمة للتوعية العامة المتعلقة بالتراث الجيولوجي. توفر هذه البرامج معلومات غالبًا ما تكون غائبة في البحث العلمي وسياسة الحفظ: وتشمل، ما هي أفضل طريقة للتواصل؟ وكيفية تحفيز العمل من خلال العلوم السلوكية؟ وكيفية سماع رسالتك في عالم صاخب

يتم تقديم مثال محلي من قبل الجمعية الجيولوجية الإسبانية (SGE) التي تنظم نشاطًا للتوعية العامة على مستوى البلاد في كل عام في يوم 5 حزيران (يونيو): ويدعى جيولوديا (Geolodía)، أو يوم الجيولوجيا. وجيولوديا، هي مبادرة للتوعية العامة والتعليم البيئي، على أساس تفسير التراث الجيولوجي، وشرح العمليات الجيولوجية في الطبيعة. ولقد ولدت فكرة مشروع جيولوديا نتيجة لتحليل أظهر أن فهم الجمهور للجيولوجيا غير كافٍ. لذلك ازدادت المشاركة منذ المرة الأولى التي تم فيها تنظيم الحدث في عام 2005. يتكون الحدث بشكل أساسي من رحلات ميدانية يوجهها علماء الجيولوجيا. وقد قررت الجمعية الجيولوجية الإسبانية (SGE)، وهي عضو في (IUCN)، في عام 2010 جعل مشروع جيولوديا مبادرة وطنية بعد عدة سنوات من النجاح على المستوى المحلي.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 20 : تحديد طبيعة وخصائص الجمهور المستهدف في تصميم التوعية العامة الفعالة بشأن الحفظ الجغرافي.

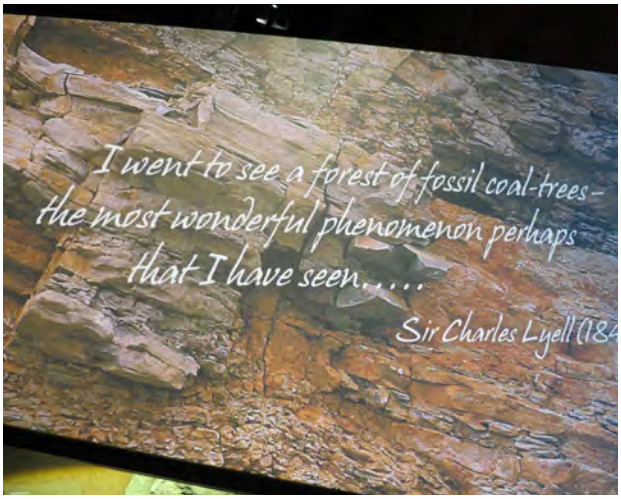
الصورة 8. 7. حتى الخبراء يحتاجون إلى دليل خبير. متنزه يلوستون الوطني، في الولايات المتحدة الأمريكية، أعضاء اللجنة التوجيهية العالمية لـ (IUCN WCPA) يتم إطلاعهم من قبل دليل خبير جيولوجي من خدمة المتنزهات الوطنية الأمريكية. © روجر كروفتس

الصورة 8.8 و 8 .9 ليس من السهل التغلب على اتساع الزمن الجيولوجي. يتم عرض طريقتين مستخدمتين في محمية نوكان كرانغ الوطنية الطبيعية، في اسكتلندا. تُظهر الصورة العليا صخورًا مقلوبة حيث توجد الصخور القديمة فوق الصخور الأحدث عمرا. © روجر كروفتس. في الصورة السفلية ، يدير المستخدم المقبض لإظهار كيف تحرك جزء من قشرة الأرض، بمرور الوقت من نصف الكرة الجنوبي إلى نصف الكرة الشمالي، في اسكتلندا. © روجر كروفتس

المربع 8. 1.

جروف متحجرات جوغينز (Joggins Fossil Cliffs)، كندا

دراسة حالة جيدة للتعليم والتفسير في موقع جروف متحجرات، وهو موقع تراث عالمي يقع على خليج فندي (Fundy) في نوفا سكوشا، كندا (انظر الصورة 1. 2.). تم وصف جروف متحجرات جوغينز بأنها «عصر الفحم في غالاباغوس» نظرًا لثروتها من المتحجرات من العصر الكربوني (منذ ٣٥٤ إلى 290 مليون سنة). تعتبر صخور هذا الموقع رمزًا لهذه الفترة من تاريخ الأرض وهي السجل الأكثر سمكًا وشمولاً في العالم لطبقات فترة بنسلفاني (التي يعود تاريخها إلى ٣١٨ إلى ٣٠٣ مليون سنة)، مع سجل المتحجرات الأكثر اكتمالاً للحياة على الأرض في ذلك الوقت.



الصورة 8. 10. يمكن أن يكون من المفيد الاقتباس من مصادر ورموز علمية بارزة، التي زارت أحد المواقع في الماضي. مثل استخدام زيارات لايل (Lyell) أحد أبرز علماء الجيولوجيا في منتصف القرن التاسع عشر الى جروف متحجرات جوغينز، احد مواقع التراث العالمي؛ وداروين (Dar-win)، واستخدامها بشكل فعال في مركز الزوار.
© روجر كروفتس

تعاونت جمعية التنمية الاقتصادية المحلية، وثلاثة مؤسسات من الحكومة لإنشاء معهد متحجرات جوغينز لتقديم وتعزيز وإدارة المنحدرات من خلال أحدث مركز للبحوث والتفسير. لقد عالج المعهد التحديات في إيصال كميات من المعرفة العلمية المعقدة في كثير من الأحيان إلى جماهير متنوعة في فترة زمنية قصيرة. بالتعاون مع مختلف أصحاب المصلحة وبالتزامن مع طلب وضع موقع التراث العالمي، تم إجراء التخطيط والتصميم التفسيري لتحديد نهج سرد قصة التاريخ الطبيعي والثقافي في جوغينز.

ساهم التخطيط التفسيري في تعزيز التعلم الحر، من خلال اختيار آليات تقديم متنوعة تدعم الأفراد في تطوير استنتاجاتهم الخاصة. طور المعهد موادًا تعليمية تسمح بتدريس العلوم بطريقة تهيئ الناس العاديين ليس فقط لفهم الجيولوجيا ولكن أيضًا للتعامل معها بشكل نقدي. تدعم الأبحاث الجارية في مركز متحجرات جوغينز الجديد الزائرين في تقدير درجة عدم اليقين في علم المتحجرات وإشراكهم في المنهج العلمي. قدم العلماء، والمعلمون، والمصممين، والأشخاص العاديين، فاعلية صحة الرسائل والنهج في توصيل أهمية جروف متحجرات جوغينز بطرق مبتكرة وجذابة وحتى ممتعة (Boon and Calder, 2008).

صورة 8. 11. عرض سهل الفهم لتشكيل الأشجار في جروف متحجرات جوغينز. © روجر كروفتس

المربع 8. 2.

تعزيز التعليم والتدريب: دورة عبر الإنترنت حول المتنزهات الجيولوجية العالمية

تم تطوير دورة جديدة عبر الإنترنت في جامعة مينهو في البرتغال، على الرابط: (https://cursosonline.uminho.pt/EN/geoparquesed2) لمساعدة موظفي المناطق المحمية في مواقع الجيوبارك العالمية لليونسكو لتلبية الحاجة إلى مزيد من التعليم حول المبادء والاستراتيجيات. إنه موجه لكل من أولئك الذين يعتزمون المشاركة في مشاريع جيوبارك والى جمهور أكثر عمومية. تتكون الدورة التي مدتها أربعة أسابيع من أربع وحدات: (1) مفاهيم الجيوبارك العامة. (2) هياكل واستراتيجيات الجيوبارك. (3) الجيوبارك كأدوات للتنمية المستدامة؛ و (4) برنامج اليونسكو الدولي لعلوم الأرض والجيوبارك. تمنح الجامعة دبلوم لمن أنهى الدورة. عُقدت النسخة الأولى من الدورة باللغة البرتغالية في أبريل 2016، بمشاركة 23 طالبًا من دول مختلفة (الأرجنتين والبرازيل وتشيلي والإكوادور وإيطاليا والمكسيك والبرتغال). من أجل زيادة عدد الطلاب المحتملين، بدأت إصدارات اللغة الإنجليزية من الدورة في أكتوبر 2016. تعد الدورة التدريبية عبر الإنترنت طريقة فعالة لضمان تعليم عالي الجودة للأشخاص المهتمين بالعمل في مواقع الجيوبارك العالمية وأيضًا لتعزيز التدريب مدى الحياة لموظفي الجيوبارك الحاليين، مع مرونة الدراسة من أي مكان وفي أي وقت عبر الإنترنت.

8. 4. الاتصال بوسائط رقمية جديدة

تتراوح جماهير التواصل من (1) عامة الناس، الذين يحتاجون إلى نهج شامل للتفسير؛ (2) لمجموعات المتعلمين على مستويات مختلفة، والذين يحتاجون إلى نهج أكثر تركيزًا مع أهداف تعليمية؛ إلى (3) المجتمع ومجموعات أصحاب المصلحة المستهدفة للتوعية العامة المذكورة أعلاه (القسم 8. 3.)، والذين يستدعي اتباع نهج أكثر تركيزًا. يصف هذا القسم الفرعي حول الوسائط الرقمية والقسم الفرعي التالي حول الوسائط التقليدية بمزيد من التفصيل الأدوات المتاحة للوصول إلى كل هؤلاء الجماهير.

تطبيقات الموبايل

تطبيقات الأجهزة المحمولة- تم تطويرتطبيقات البرامج خصيصًا للاستخدام على أجهزة الحوسبة اللاسلكية الصغيرة – التي اصبحت فعالة بشكل خاص في توصيل التراث الجيولوجي. على سبيل المثال، طورت العديد من المتنزهات في نظام المتنزهات الوطنية الأمريكية تطبيقات للهاتف المحمول لمساعدة وتثقيف الزوار من خلال مركز(USNPS) للوسائط التفسيرية (US National Park Service, 2019). تلعب تطبيقات الأجهزة المحمولة الآن أيضًا دورًا في توسيع نطاق المناطق المحمية من خلال ربط الزوار الافتراضيين بالمواد التعليمية.

هناك مجال للأفكار الجديدة وامكانية تطوير فائدة تطبيقات الأجهزة المحمولة المطبقة على قيم التراث الجيولوجي. على سبيل المثال، يمكن للتطبيق الارتباط بالمحتوى المطور، مثل تعليمات القيادة القصصية التي توجه الزائرين إلى المناطق ذات الاهتمام. يمكن أن يؤدي التطبيق أيضًا إلى محتوى إضافي في مواقع معينة ذات أهمية في المنطقة المحمية. سيكون الهدف العام هو الحصول على دليل حارس افتراضي يتحدث إلى مستخدمي التطبيق وربطهم بمزيد من المحتوى إذا كانوا مهتمين بالمضي قدمًا.

أحدثت المناهج الرقمية الأخرى لأدوات الاتصال الرقمية، ثورة في العلوم، وهي تقود مناهج جديدة للتراث الجيولوجي والسياحة الجيولوجية. ولعبت المعلومات الجيولوجية، والتصوير الجيولوجي، والرصد الرقمي، وأنظمة المعلومات الجغرافية، دورًا مهمًا في تطوير طرق جديدة للتقييم ورسم الخرائط ، فضلاً عن المساعدة في تطوير المواقع الجيولوجية للسياحة والتعليم. أحدثت الوسائط الرقمية ثورة في التفاعل المباشر بين المعاهد والمؤسسات وبين قاعدة المستخدمين في جميع أنحاء العالم. كان عدد حزيران (يونيو) الذي صدر في عام 2014 من مجلة التراث الجيولوجي (Geoheritage) عبارة عن إصدار خاص حول « التقنيات الرقمية الجديدة المطبقة على إدارة التراث الجيولوجي (Geoheritage) » (Cayla et al., 2014).

فيما يتعلق بالتصوير الرقمي، هناك اعتبار للإسناد الجيولوجي ورسم الخرائط للتراث الجيولوجي، والتصوير الرقمي ثلاثي الأبعاد (بما في ذلك القياس التصويري والمسح الضوئي بالليزر) والتجارب في الترويج للتراث الجيولوجي باستخدام الواقع المعزز (عملية تثري الاكتشاف من خلال الوسائط الرقمية، أو توفر صورة افتراضية للواقع الذي يمكن للمرء أن يشارك فيه). تستخدم أنظمة الكهوف الجبلية والخسفات (الكارست) كدراسات حالة. يتم تقديم أساليب وتقنيات رسم خرائط الويب لتقييم التراث الجيولوجي والترويج له ، باستخدام تطبيق خرائط الويب التي تعتمد على خرائط كوكل (API) لنشر قوائم الجرد الجيولوجي التي تم إنشاؤها في سويسرا على المستويين الوطني والإقليمي.

في دراسة حالة أخرى، تم اختيار أربعة مواقع جيولوجية بركانية في جمهورية التشيك لعرض تقنيات جديدة لتوصيل نتائج البحث العلمي الأخيرة إلى جمهور أوسع غير متخصص. تم تلخيص نتائج كل موقع بركاني وتحويلها إلى صور مستخدمة للرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد. تم استخدام نفس المصادر المستخدمة للرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد أيضًا لإنشاء نماذج افتراضية للواقع المعزز. وتم اختبار النتائج على أطفال المدارس، واشارت النتائج إلى أن الأساليب الحديثة المطبقة في تعميم التراث الجيولوجي البركاني جذابة للغاية (Rapprich et al., 2017).

يُعد التجوّل الافتراضي اعتماداً على كوكل (Google) مصدرًا غنيًا لاستكشاف التراث الجيولوجي، لأنه ينقلنا بصريًا إلى العديد من المواقع الرائعة في جميع أنحاء البلاد وحول العالم. يسمح لك التجوّل الافتراضي باستكشاف موقع، حتى وإن كنت لا تعرفه جيدًا، مما قد يؤدي إلى رؤى مهمة. تكمن القوة والمتعة الحقيقية لميزة «التجوّل الافتراضي» في أنها تتيح لك الاستكشاف من خلال تحريك منظورك المرئي حول الصورة؛ ويمكن العثور على إرشادات مفيدة جدًا لتطبيق هذه الأداة على التراث الجيولوجي على: (www.earthsciweek.org/classroom-activities/geoheritagegoogle-street-view)

الصورة 8. 12. غرفة التحكم في جيوبارك يونتيشان العالمي، حنان، الصين. تسجيل جميع الأنشطة في المنطقة المحمية وغيرها من المعلومات. © دان تورمي

الصورة 8. 13. و 8. 14. يوفر وضع اللافتات عند وجهات النظر وعلى الممرات، بشرط أن يتم ذلك بشكل منفصل، فائدة إضافية للمستخدمين كما هو موضح في الصورتين. حديقة كوسيوسكو الوطنية، نيو ساوث ويلز، في أستراليا، ومتنزه ماونت بيكر الوطني [داخل أعلى اليمين]، ولاية واشنطن، في الولايات المتحدة الأمريكية (على اليمين). © روجر كروفتس

لقد أحدث ظهور وسائل التواصل الاجتماعي والاتصالات عبر الإنترنت ومظاهرها السريعة ثورة في نشر المعلومات، بما في ذلك المعلومات المتعلقة بالتراث الجيولوجي والحماية الجيولوجية فضلاً عن قدرة الناس على المراسلة والاتصال. لم يكن الاتصال من شخص إلى آخر، بل من شخص إلى مجموعة، ومن مجموعة الى مجموعة واصبح الاتصال أسهل من أي وقت مضى، ومن المقاييس المحلية الفائقة إلى النطاقات العالمية. لم يعد الجمهور يعتمد على تلقي الأخبار والمعلومات من مصادر وسائل الإعلام التقليدية بل من وسائط الاتصال الحديثة.

دليل أفضل الممارسات رقم 21: تضمين التخطيط التفسيري، وبرامج التوعية البيئية خارج الموقع، والتفسير المستند إلى الويب أو تطبيق الهاتف المحمول للمساعدة في مناطق الحماية الجيولوجية لجذب الزوار، وتحسين فهم الحماية الجيولوجية وتعزيز تجربة الزائر.

8. 5. التواصل عن طريق وسائل الإعلام التقليدية

ستكون وسائل الإعلام الإخبارية التقليدية (المطبوعة والإذاعية والتلفزيونية) حيوية في الوصول إلى جمهور أكبر، ولكن غالبًا ما يكون هناك الكثير من العمل الذي يتعين القيام به لتوصيل التراث الجيولوجي للجمهور وأصحاب المصلحة الرئيسيين قبل تقديم أي معلومات إلى وسائل الإعلام (Cohen, 2015). فيما يتعلق بوسائل الإعلام التقليدية، من المهم أولاً، إبلاغ هؤلاء الأشخاص أو المجموعات التي تشعر بأنها متأثرة بشكل مباشر بأي شيء يتم فعله أو قوله. هذا يعني أن أصحاب المصلحة الرئيسيين لا ينبغي أن يقرأوا عن الخطط لأول مرة في صحيفة دون معرفة مسبقة. وهذا يتطلب خطة اتصال أوسع تحدد الأهداف وإجراءات الاتصال، حيث تكون وسائل الإعلام مجرد عنصر واحد في عملية الاتصال- وليست العنصر الأول، وبالتأكيد ليس العنصر الوحيد.

يستخدم مديرو المناطق المحمية، وسائل التواصل الاجتماعي، للوصول إلى نطاق واسع من الجمهور الى جانب الرسائل والمعلومات التي تدعم أهداف الإدارة إما عن طريق خلق الوعي و فهم الأساس المنطقي وراء الإجراءات، أو لتحقيق الامتثال والتعاون من الجمهور لأنهم مؤهلين لفهم ودعم الأهداف. تعد وسائل الإعلام مهمة جدًا لكيفية إدارة رسائل الحماية وسمعة الوكالة وتلقيها في العالم الأوسع.

ستلعب وسائل الإعلام دورًا مهمًا في بناء القضية أو النقاش حول موضوع ذي أهمية لإدارة المناطق المحمية. قد يتعلق الأمر بإدارة الحرائق أو الآفات أو القضايا المتعلقة بوصول الزائرين، ولكن الخطة الإعلامية المدروسة بعناية يمكن أن تكون مفيدة للغاية في تأرجح الرأي العام في الاتجاه المطلوب. والهدف هو العثور على المواقف والظروف المتعلقة مباشرة بالموضوع والترويج له في وسائل الإعلام على مدى فترة طويلة بطريقة تستمر في التحقق من صحة حجتك وتقويتها.

خذ على سبيل المثال الاتصالات حول المخاطر الجيولوجية وتقييد الوصول إلى المناطق المحمية. تؤدي العمليات الجيولوجية إلى الزلازل، والانفجارات البركانية، وأمواج تسونامي، وغيرها من المخاطر الجيولوجية التي يمكن أن تؤثر على الوصول إلى المناطق المحمية. للتأكيد على التزام الوكالة بالتمتع الآمن بالمنطقة والترويج لها ، يجب إعداد الرسائل الرئيسية مدعومة بحقائق وأرقام محدثة، ومقاطع فيديو، وصور، وحضور قوي على وسائل التواصل الاجتماعي حيثما أمكن ذلك. هذا يحول الجانب السلبي للتقييد إلى جانب إيجابي للتفسير والتعليم وتقدير القوى الطبيعية المحمية كإرث جيولوجي.

ارشادات أفضل الممارسات رقم 22: استخدام مجموعة متنوعة من الوسائط التقليدية لإعلام الجمهور بالحماية الجيولوجية.

بعض المبادئ العامة لتفسير التراث الجيولوجي والتعليم في الجدول 8.1.

الجدول 8. 1. بعض المبادئ العامة لتفسير وتعليم التراث الجيولوجي.

1.	بناء تخطيط تفسيري في تصميم مناطق الحماية الجيولوجية.
2.	تجنب مصطلحات علوم الأرض المعقدة ويفضل استخدام اللغة اليومية، وجعلها مفيدة، وممتعة، ومسلية.
3.	تفسير التصميم حول قدرة المستخدم على فهم مدى تعقيد تاريخ الأرض والعمليات التي يتم تمثيلها في منطقة محمية.
4.	تعزيز الفهم والتفسير من خلال ربط ما يراه الناس في الصخور والتراكيب الأساسية.
5.	قم بتحسين الفهم و الربط بين انواع الصخور والتربة في المنطقة المحمية بالغطاء السطحي للنباتات التي تعلوها.
6.	تقديم أوصاف سهلة الفهم لأصول مظاهر التراث الجيولوجي في المنطقة المحمية.
7.	تقديم معلومات توضح سياق تاريخ الأرض للمنطقة لتعزيز فهم القوى الطبيعية التي كانت تساهم في تطورها.
8.	تقديم منظورات بصرية للمناظر الطبيعية الموجودة على السطح وما تحت السطح بمقاييس مختلفة.
9.	توفير المعلومات والربط بين التراث الجيولوجي في المنطقة المحمية والتاريخ الثقافي والاقتصادي للإنسان.

نظرة عامة

9

النهج المتكامل لإدارة المناطق المحمية، موضحاً في متنزه هوهي تاورن الوطني، في النمسا. مناظر خلابة من جروس غلوكن ، أعلى جبل في النمسا، والاهتمام العلمي لمتابعة تراجع الأنهار الجليدية بسبب تغير المناخ على نهر باستيرز الجليدي، الى جانب توفير مرافق للزوار للاستمتاع بالمنطقة والتعرف عليها، وفرصة للزوار لتسلق الجبل وزيارة النهر الجليدي. © جون جوردون.

تحدد ارشادات أفضل الممارسات هذه بشأن الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة أسباب الحماية، وكيفية إنشاء النظام، وكيفية تطوير الإدارة، وكيفية التعامل مع التهديدات من الأسباب الطبيعية والبشرية، وكيفية التواصل مع الجمهور. هذا هو أول دليل لل (IUCN) حول هذا الموضوع، بعد توسيع تعريف المنطقة المحمية في الارشادات المنقحة لتطبيق فئات إدارة المناطق المحمية (Dudley, 2008)، لتشمل كل الطبيعة من خلال احتضان العناصر اللاأحيائية.

لقد تم الاعتراف بشكل متزايد بالحماية الجيولوجية كعنصر مهم في إنشاء وإدارة المناطق المحمية والمحفوظة، لا سيما من خلال القرارات المتخذة في المؤتمرات العالمية المتتالية للحفظ التي اقامها (IUCN)، من خلال تطوير برنامج اليونسكو العالمي لمواقع الجيوبارك والعمل على تطبيقه على أرض الواقع. على الرغم من عدم وجود اتفاقية دولية مماثلة لاتفاقية التنوع البيولوجي لمنحها اعترافًا رسميًا، فإن إعلان دنيي (Digne) المقتبس في القسم (2) هو أقرب وافضل شيء. يوفر إنشاء وعمل مجموعة اختصاصيو التراث الجيولوجي (Geoheritage Specialist Group) التابعة ل (IUCN, WCPA) نقطة مرجعية مركزية ومجموعة من الخبرات لجميع المشاركين في المناطق المحمية لاستخدامها. هذه الخبرة هي أساس المادة في هذا الدليل الإرشادي.

يقدم الدليل الإرشادي مناهج قد تكون غير مألوفة لموظفي المناطق المحمية ومستشاريهم المتخصصين. لذلك قدمنا مقدمة سياقية مفصلة عن الحماية الجيولوجية في القسمين (2 و 3)، والتي نأمل أن تكون واضحة، وسهلة الفهم، وسيقرأها الجميع. وقدمنا أيضًا مسردًا للمصطلحات لمساعدة القارئ على فهم المصطلحات والمفاهيم المعقدة غالبًا.

يجب أن تكون نقطة البداية الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة هي الاعتراف بأنه بينما يبدو التراث الجيولوجي أبديًا وغير قابل للتغيير، فإن هذا ليس هو الحال بالتأكيد. اذ يمكن أن يتلف التراث الجيولوجي بطرق عديدة بسبب الإهمال البشري، كما هو موضح في القسم (6)، على سبيل المثال التخريب لجمع المتحجرات (الأحافير)، أو المعادن المهمة، اوالمكونات الأخرى القيمة؛ أو تدميره عن غير قصد عن طريق المقالع (المحاجر)، واقامة الطرق، و أو غيرها من الإنشاءات. ويمكن أن يكون أيضًا هشًا بشكل طبيعي بسبب المواد التي يتكون منها، مثل التربة، والحمم القابلة للتآكل بسهولة، وتغيير مجاري الأنهار، والتغيرات في مستوى سطح البحر، والآثار الحالية المستمرة لتغير المناخ العالمي.

ان نتيجة هذه التغييرات والتهديدات، تعني أن التراث الجيولوجي يتطلب إدارة نشطة قائمة على المعرفة السليمة وفي سياق التخطيط الإداري الفعال والمراقبة والتقييم.

كما نصف، هناك إطار عمل نظري وعملي قوي الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة. ولكن حتى الآن، لم يتم التعرف عليه دائمًا على أنه جزء أساسي من إنشاء وإدارة المناطق المحمية والمحفوظة. ويسعى هذا الدليل الارشادي إلى سد هذه الفجوة من خلال مساعدة المديرين، والموظفين، ومستشاريهم على الوصول بسهولة إلى هذا الكم الكبير من العمل بطريقة منهجية خلال جهود الحماية الخاصة بهم.

ان الحماية الجيولوجية مهمة في حد ذاتها. وهناك العديد من المواقع الجيولوجية الموجودة حول العالم، يمكن أن تكون الاقتراح الوحيد أو الأساسي لمنطقة محمية أو محفوظة. وربما تكتسب أهمية أكبر عندما يتم تحديد صلاتها بحفظ التنوع البيولوجي والعمل على أساسها. هذا هو السبب في أننا نؤكد مرارًا وتكرارًا على تكامل تخطيط وإدارة حماية التنوع البيولوجي والتنوع الجيولوجي في المناطق المحمية والمحفوظة. سيساعد المفهوم المتطور للتنوع الجيولوجي باعتباره «مسرح الطبيعة» ، والذي يدعم العديد من العمليات، والوظائف البيولوجية، وتطبيقها في الإدارة العملية، على الجمع بين عنصري الحفظ البيولوجي و الجيولوجية. وهذا هو الوضع الكلاسيكي للكل، أي ان الطبيعة كلها في منطقة محمية أو محفوظة، كونها أكبر من مجموع أجزائها الفردية. وبعبارة أخرى، فإنها تؤكد على الأهمية الحيوية لحماية وظائف النظام البيئي وإدارتها بالكامل.

بالنسبة للكثير من تاريخ البشرية، كانت القيم السائدة المنسوبة إلى ما يعرف حاليًا التراث الجيولوجي هي القيم الثقافية والروحية. هذا هو الحال أيضًا مع قيم الاستخدام المتعلقة بالمواد المستخرجة، مثل الصخور، أو المعادن، أو الأحجار الكريمة. ومن هنا تأتي الأهمية التي نعلقها على هذا الارتباط في وصفنا للقيم وفي الإدارة العملية في القسم 5.

هناك قدر كبير من الخبرة المتاحة في مجال الحماية الجيولوجية. اذ إنه يزداد بمرور الوقت، كما تشهد المقالات المنشورة في مجلة التراث الجيولوجي (Geoheritage) والأهمية المتزايدة الحماية الجيولوجية في عمل الهيئات الجيولوجية والجيومورفولوجية المهنية، مثل الاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية، والرابطة الدولية لعلماء الجيومورفولوجيا. ولوحظ ضمن (IUCN WCPA)، توسع حجم وخبرة مجموعة اختصاصيو التراث الجيولوجي (Geoheritage Specialist Group) كمصدر للمشورة والتوجيه للزملاء داخل اللجنة، فضلاً عن مصدر اتصالات الحماية الجيولوجية للآخرين العاملين ضمن عائلة (IUCN).

تعتبر مناهج الحماية الجيولوجية نظامية في مبرراتها وتطبيقها، التي تم توضحها في الأقسام السابقة من هذا الدليل الإرشادي. وهذا يعني أن نهج الإدارة النظامية ليس مطلوبًا فحسب، بل هو سهل التنفيذ نسبيًا. كما اقترحنا، وأنت عزيزي القارئ، لست وحيداً، نظرًا لوفرة الخبرات الموجودة حولك. ومن المرجح أن يكون معظم الخبراء على استعداد للمساعدة وتقديم المشورة، لذلك يجب أن يكون هذا الارتباط محايدًا من حيث التكلفة.

يختلف نهج الحماية الجيولوجية في المناطق المحمية عن معيار الحفظ البيولوجي. على سبيل المثال، يمكن أن تكون النطاقات الزمنية الجيولوجية طويلة جدًا، وتتطلب الإدارة الفعالة إدراك أن بعض المظاهر و / أو العمليات التي يرجع تاريخها إلى مئات الملايين من السنين تعد مهمة في حد ذاتها. وبالتالي، فإن حماية المواقع الخاصة التي توضح كيف تطورت الأرض هي عنصر

مهم الحماية الجيولوجية.

هناك عبارة مشهورة في علوم الجيولوجيا: هي ان «الماضي هو مفتاح الحاضر» ، وتعني أن التعلم من الماضي وثيق الصلة بفهم تطور المناظر الطبيعية والأنظمة البيئية اليوم. والفرق الآخر هو أن المظاهر الهشة قد تحتاج إلى التغطية لحمايتها من التدخل البشري، مع الحفاظ على القدرة على استخراجها للأغراض العلمية في وقت مناسب في المستقبل. في عالم طبيعي سريع التغير، من المهم أيضًا حماية العمليات الحديثة والمظاهر التي تشكلها. يوفر هذا العنصر الديناميكي «مختبرًا حيًا» ويتطلب نهجًا نشطًا، وليس أسلوبًا وقائيًا صارمًا، لإدارة المواقع. وقد يتطلب الأمر إفساح المجال لتطور العمليات الطبيعية من خلال توسيع حجم المواقع أو تعيين مواقع جديدة، بدلاً من محاولة إصلاحها والتحكم فيها. مع تغير المناخ، قد لا يكون الحفاظ على طبيعة غير حيوية وطبيعة حيوية محددة أمرًا ممكنًا، بحيث يكون النهج التكيفي ضروريًا، مما يسمح بتطور النظام وبناء المرونة داخله.

إذا توقف مديرو المناطق المحمية عند مرحلة إدارة العملية، فإنهم يفوتون عنصرًا مهمًا للغاية: هو، التواصل مع التراث الجيولوجي والحفاظ عليه. ونحن ندرك أن هذا يمثل تحديًا كبيرًا لأن اللغة غالبًا ما تكون غامضة، وقد تكون المظاهر الجيولوجية ذات نطاق كبير جدًا لفهمها بسهولة، كما أن المتخصصين ليسوا دائمًا متصلين جيدًا بعامة الناس وحتى بزملاء المناطق المحمية. إن استخدام مناهج الاتصالات الحديثة، كما حددنا في القسم 8، هو الاسلوب الصحيح والطريق إلى الأمام. ومن الأهمية بمكان أيضًا، استخدام متصلين قادرين ليكونوا مترجمين ورواة قصص للمناظر الطبيعية. وقد لا يكونون خبراء في الحماية الجيولوجية لكنهم سيكونون بارعين في إزالة الغموض عن عناصر التراث الجيولوجي، ووضع المستمع في المشهد.

خلال هذا الكتاب وضعنا إرشادات أفضل الممارسات. وتمت صياغتها عمدًا على أنها «لا بد منها» وتم سردها في الملخص التنفيذي.

قائمة المصطلحات

تشير الكلمات المائلة في التعريفات إلى عناصر أخرى في المتن.

العمليات النشطة (Active processes): العمليات اللاأحيائية الطبيعية التي تنشط في تكوين وتطور التضاريس والمواد، مثل ترسيب الرمال على طول الساحل، وترسيب الرمال والحصى على جوانب الأنهار الجليدية والقمم الجليدية، والانفجارات البركانية، والانهيارات الأرضية، والتعرية.

الأنظمة النشطة (Active systems): المظاهر والأشكال، مثل الكثبان الرملية، ووديان الأنهار، وأشجار المانغروف، والتربة، التي لا تزال تتطور وتتغير بسبب العمليات الطبيعية.

تغذية الشاطئ (Beach nourishment): الإمداد الاصطناعي بالمواد، عادة الرمل، للشاطئ من مصدر آخر، غالبًا ما يكون بعيدًا عن الشاطئ، للمساعدة في الحفاظ على استقرار الشاطئ وتقليل تآكل الساحل.

الانفجار الكمبري (Cambrian Explosion): فترة زمنية جيولوجية (انظر الجدول الزمني الجيولوجي) عندما تم تسجيل زيادة كبيرة في الأنواع في صخور ذلك العصر.

الصخور الجيرية (الكربونات) (Carbonate rocks): انظر الصخور.

منطقة تغذية (حوض) (Catchment): المساحة الكاملة للنظام النهري، من منبعه إلى مصبه، بما في ذلك جميع روافده والأرض الواقعة بين مجاري المياه.

سيرك (Cirque): شكل كبير يشبه المدرج على رأس وادي جبلي يتكون من التعرية الجليدية وتأثير الصقيع وما يترتب على ذلك من انهيار الجدران الصخرية المجاورة.

الخلايا الساحلية (Coastal cells): وحدة تقسيم فرعية للساحل حيث تدور الرواسب داخل حدود ثابتة، عادة ما يتم تحديدها بواسطة بروزات ارضية.

مسرح الحفاظ على الطبيعة (Conserving nature's stage): مفهوم حديث نسبيًا يعتمد على وجود النباتات والحيوانات كونها «الجهات الفاعلة» مع التنوع الجيولوجي باعتباره «المسرح» الذي تزدهر عليه. ويؤكد أهمية الترابط بين التنوع البيولوجي والتنوع الجيولوجي وحفظهما المنسق.

البلورات (Crystals): مادة صلبة متجانسة ذات أوجه مستوية مشكلة بشكل طبيعي. قد تظهر المعادن على شكل بلورات بأحجام وأشكال هندسية مختلفة.

صخور بلورية (Crystalline rocks): مصطلح قديم يشير إلى الصخور التي تتكون من البلورات التي تكونت عن طريق التبريد البطيء بعد التعرض للحرارة الشديدة و / أو الضغط. يمكن أن تكون إما صخورًا متحولة، مثل النيس، أو صخور نارية، مثل الجرانيت (انظر تعريفات أنواع الصخور المحددة في هذا المسرد).

الترسيب (Deposition): (أ) سقوط الجسيمات بسبب الجاذبية التي تحملها المياه، أو الجليد، أو الرياح؛ (ب) ترسيب معدن من محلول.

الديفونية (Devonian): انظر الجدول الزمني الجيولوجي.

الذوبان **(Dissolution)**: إذابة المعادن والصخور في المياه الطبيعية.

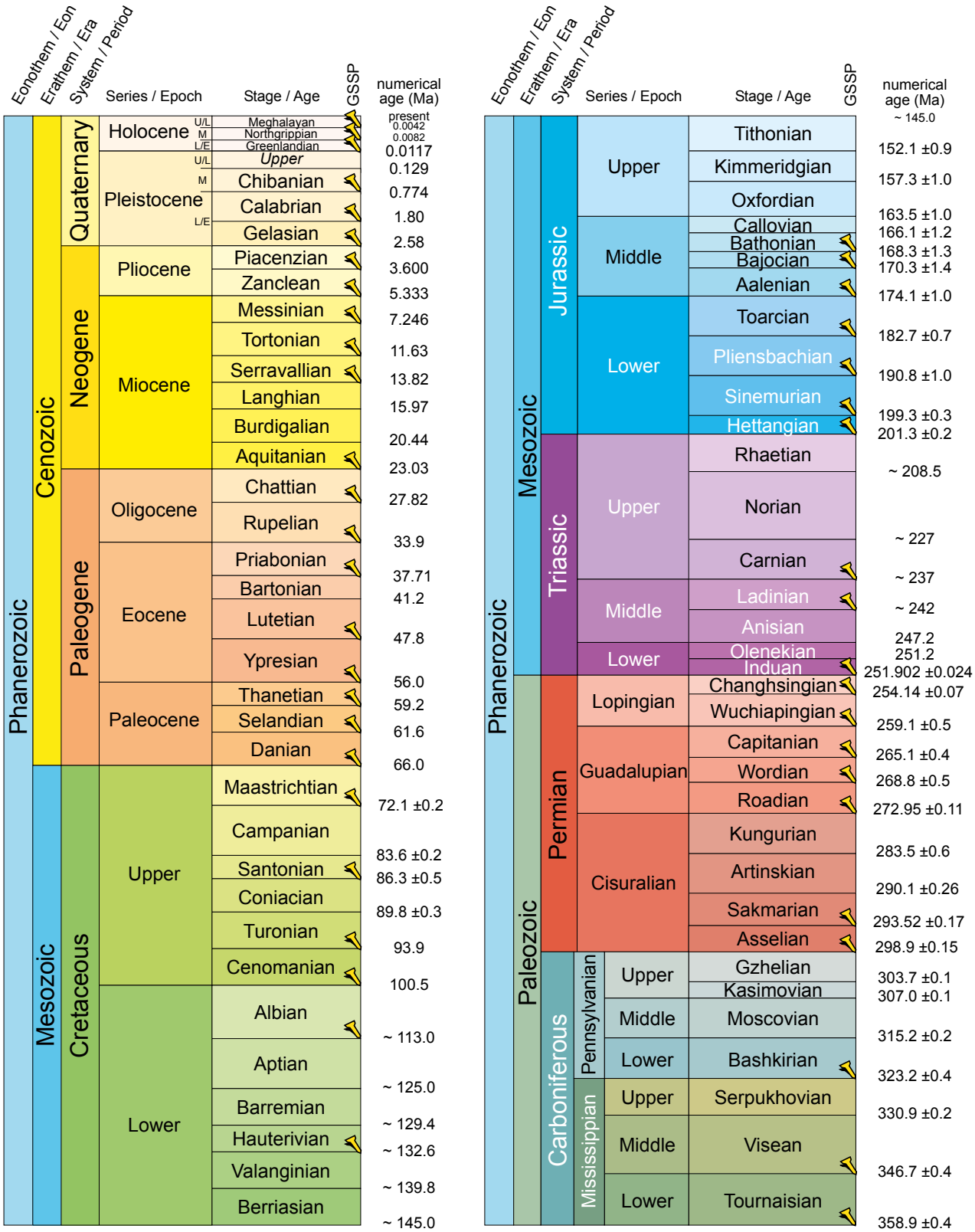
دولين **(Doline)**: منخفض مغلق ذي أبعاد معتدلة (أقل من 1 كيلومتر عرضًا أو عمقًا)، وهو الوحدة الأساسية للتضاريس في العديد من الاشكال الارضية الخسفية (الكارستية)، ويؤدي وظيفة هيدرولوجية مماثلة لتجميع المياه، ويستخدم مصطلح «الخسفة» بشكل شائع كمرادف لهذا المصطلح.

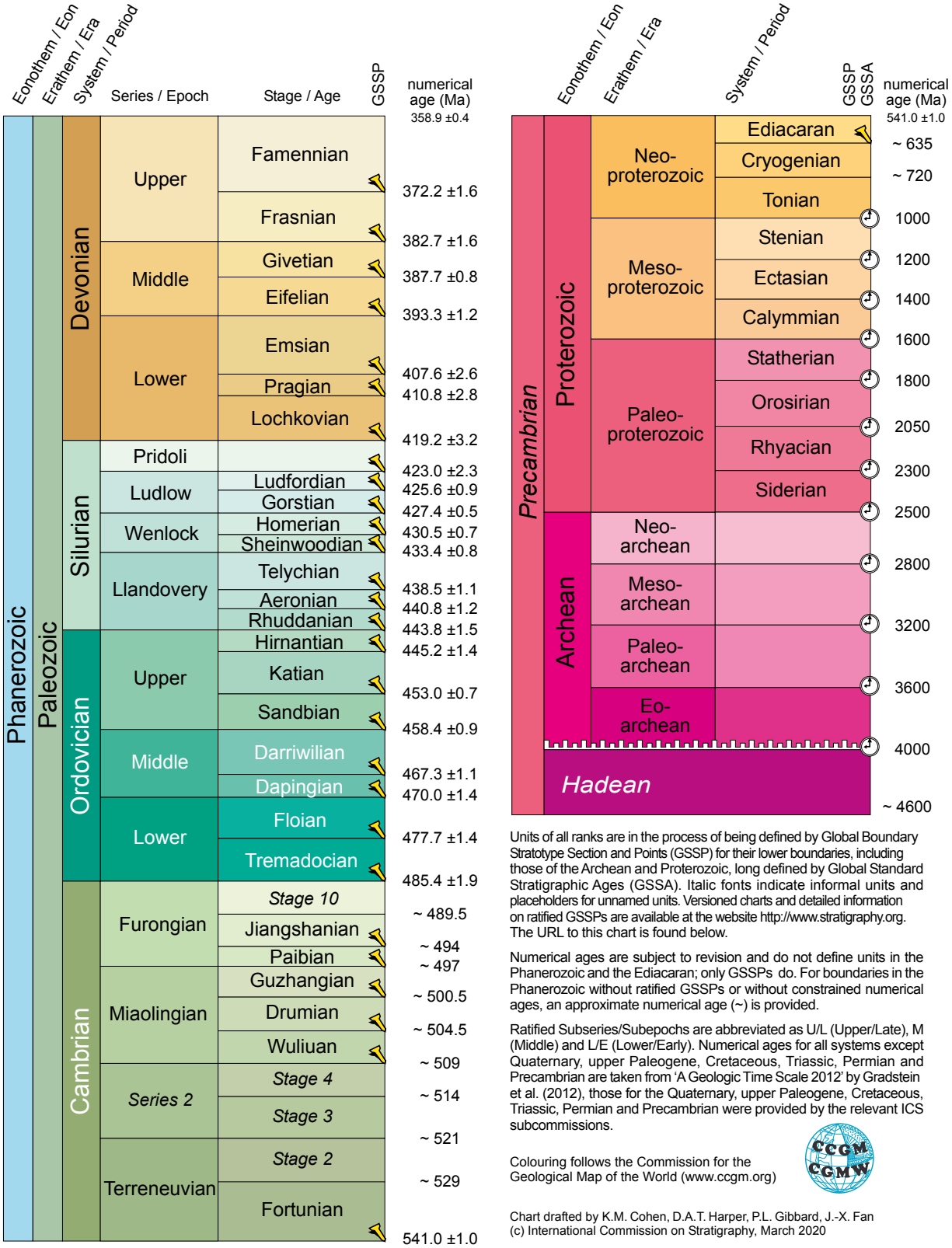
الاشكال الارضية الديناميكية (Dynamic landforms): تتطور الاشكال الارضية و تتحرك باستمرار، مثل الكثبان الرملية في الصحاري وعلى طول سواحل البحر، أو بعض المظاهر مثل حواجز الرمل والحصى في قيعان الأنهار، والمواد السطحية غير المستقرة من التربة والصخور على المنحدرات الجبلية شديدة الانحدار.

الزلزال (Earthquake): هو الاهتزاز العنيف المفاجئ لسطح الأرض، وعادة ما يتسبب في دمار كبير، وتنتج الزلازل من التحركات داخل القشرة الأرضية، أو بسبب عمليات الانفجار البركانية.

INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

IUGS www.stratigraphy.org International Commission on Stratigraphy v 2020/03





Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Versioned charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website http://www.stratigraphy.org. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.ccgm.org)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan
(c) International Commission on Stratigraphy, March 2020

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2020-03.pdf

النظم البيئية (Ecosystems): مجمع ديناميكي من مجتمعات النبات، والحيوان، والكائنات الحية الدقيقة، وبيئتها غير الحية، التي تتفاعل كوحدة وظيفية. إنه مجموع جميع العمليات اللاأحيائية والأحيائية الجارية، مثل الدورات البيوجيوكيميائية والإنتاج الأولي.

• **وظيفة النظام البيئي (Ecosystem functioning):** أنشطة الحياة الجماعية للنباتات والحيوانات والجراثيم وتأثيرات هذه الأنشطة (مثل، التغذية، والنمو، والحركة، وإخراج النفايات، وغير ذلك) على الظروف الفيزيائية والكيميائية للبيئة.

• **خدمات النظام البيئي (Ecosystem services):** الفوائد التي يحصل عليها الناس من النظم البيئية. وتشمل هذه خدمات الإمداد (مثل إنتاج الغذاء والمياه)؛ وخدمات التنظيم (مثل مكافحة الفيضانات والأمراض)؛ والخدمات الثقافية (مثل الفوائد الروحية والترفيهية والثقافية)؛ والخدمات المساندة (مثل دورة المغذيات، التي تحافظ على ظروف الحياة على الأرض)، استناداً الى تقييم الألفية للنظام الإيكولوجي (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). ويتم توفير خدمات النظام البيئي من قبل كل من التنوع الجيولوجي والتنوع البيولوجي.

• **تركيب النظام الإيكولوجي (Ecosystem structure):** المعمارية الفيزيائية الحيوية للنظام الإيكولوجي. تكوين وترتيب كل الأحياء والمادة الفيزيائية غير الحية في الموقع.

الفترة الإدياكارية (Ediacaran period): انظر الجداول الزمنية الجيولوجية.

تقييم الأثر البيئي (Environmental Impact Assessment) (EIA): عملية تحليلية يتم إجراؤها قبل اتخاذ القرارات بشأن مشاريع التنمية، في محاولة لتجنب العواقب السلبية غير المتوقعة. تتضمن العملية التحديد، والتنبؤ، والتقييم، والتخفيف من الآثار الطبيعية والاجتماعية وغيرها من الآثار البيئية ذات الصلة بمقترحات التنمية.

نشاط الحرارة تحت سطح الارض (Epithermal activity): نشاط ذو عمق ضحل منخفض الحرارة والضغط، مما يؤدي إلى تكوين عروق معدنية ورواسب خامات.

التعرية (Erosion): تآكل سطح الأرض بفعل القوى الطبيعية، مثل الماء، أو الجليد، أو الرياح.

الصخور التبخرية (Evaporite rocks): انظر الصخور.

المكشف (Exposure): موقع أو مكان تظهر فيه الصخور أو الرواسب الهشة (غير الصلبة) على السطح ويدعى المكشف.

مواقع المكشف (Exposure sites): المظاهر الجيولوجية ذات الامتداد المكاني الواسع تحت مستوى سطح الأرض، والتي يتم تجديدها بشكل نشط عن طريق التعرية، أو في حالة فقدان موقع المكشف، فمن المحتمل أن يتم حفر موقع آخر في مكان قريب. وهي تشمل المكاشف في المقالع النشطة وغير المستخدمة، وفي المنحدرات الساحلية والنهرية، وعند قطع او قص الطرق والسكك الحديدية، والمكاشف الصخرية الطبيعية.

الانقراض (Extinction): في السياق الجيولوجي، حدث الانقراض في الماضي البعيد عندما اختفت أعداد كبيرة من الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة لأسباب طبيعية.

الكائنات المتطرفة (Extremophiles): الأنواع التي يمكنها تحمل الظروف القاسية، مثل الظلام في الكهوف أو درجات الحرارة العالية جدًا المرتبطة بالنشاط البركاني.

المواقع المحدودة (Finite sites): المظاهر المحدودة المدى التي سوف تستنفذ وتتلف في حالة إزالة أي مورد أو فقدانه. وتشمل الأمثلة، المواقع الجيولوجية ذات الصخور الحاملة للمتحجرات (الأحافير) ذات المدى المحدود أو رواسب العروق المعدنية.

العمليات النهرية (Fluvial processes): عمليات طبيعية تجري على سطح الأرض، وتعتمد على حركة المياه، وخاصة في الأنهار.

المتحجرات (الاحفوريات) (Fossil): بقايا عضوية أو بقايا مادة حية كانت تعيش سابقاً، ثم دفنت بواسطة عمليات طبيعية، وحفظت بشكل دائم في الصخور.

ينبوع بركاني (Fumaroles): ينبوع ساخن في منطقة بركانية ينبعث منه ماء ساخن جدًا، وبخار، وغازات ضارة.

الحماية الجيولوجية (Geoconservation): حماية على التراث الجيولوجي وإدارته.

التنوع الجيولوجي (Geodiversity): تنوع الصخور والمعادن، والمتحجرات (الاحفوريات)، والاشكال الأرضية، والرسوبيات والتربة، إلى جانب العمليات الطبيعية التي تشكلها وتغيرها. ويشمل المظاهر، والعمليات الجيولوجية، والجيومورفولوجية الماضية والحالية التي تسجل تاريخ الأرض، وتطور أشكال الحياة كما هو موضح في السجل الجيولوجي، بما في ذلك متحجرات النباتات والحيوانات وموائلها.

خطة عمل التنوع الجيولوجي (Geodiversity Action Plan): وهي خطة تحدد أهدافًا وغايات واضحة طويلة الأجل، وتحدد أهدافًا وإجراءات قصيرة الأجل قابلة للقياس، لغرض حماية التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي لمنطقة معينة وتعزيزهما. وكذلك تحدد هذه الخطة التوظيف والموارد المالية اللازمة لتحقيقها. ويمكن أن تساعد هذه الخطط أيضًا في دمج التنوع الجيولوجي والتراث الجيولوجي في إدارة الحماية لفئات مختلفة من المناطق المحمية.

التراث الجيولوجي (Geoheritage): هو تلك العناصر، والمظاهر، والعمليات الخاصة بالتنوع الجيولوجي، سواء منفردة أو مجتمعة، والتي تعتبر ذات قيمة كبيرة لأسباب جوهرية، أو علمية، أو تعليمية، أو ثقافية، أو روحية، أو جمالية، أو بيئية، أو تتعلق بالنظام البيئي، وبالتالي فهي تستحق الحفظ. يشكل التراث الجيولوجي، تراثاً من الماضي يجب الحفاظ عليه في الوقت الحاضر، ونقله لصالح الأجيال القادمة. يسجل التراث الجيولوجي القصة التراكمية للأرض المحفوظة في صخورها وأشكالها ، كما هو الحال في صفحات الكتاب. يتم تمثيله في أماكن خاصة (انظر الموقع الجيولوجي) والأشياء (العينات الجيولوجية في الموقع، وخارجه في مجموعات المتحف) التي تعتبر أساسية لتقديرنا لتاريخ الأرض وتطور الحياة.

الجيولوجيا (Geology): دراسة الأرض ككل، أصلها، وتركيبها، وتكوينها، وتاريخها، وطبيعة العمليات التي أدت إلى حالتها السابقة والحالية.

الجدول الزمني الجيولوجي (Geological timescale): نظام التأريخ الزمني لطبقات الأرض الجيولوجية (علم الطبقات). ويتم استخدامه من قبل علماء الأرض لوصف توقيت وعلاقات الأحداث في تاريخ الأرض، مقاسة بالملايين ومضاعفات ملايين السنين.
© اللجنة الدولية للطبقية، نسخة مارس 2020، مستنسخة بإذن.

الجيومورفولوجيا (Geomorphology): دراسة التضاريس والعمليات الطبيعية على سطح الأرض وتحته مباشرة.

الجيوبارك (Geopark): مصطلح عام يسميه السكان، أو يطلق على مساحة معينة ذات تراث جيولوجي متميز لغرض الحفاظ عليها وتعزيز استخدامها بطريقة مستدامة. ومعظم المواقع الجيولوجية ليست مناطق محمية ولكنها قد تحتوي على مناطق محمية. انظر أيضًا مواقع الجيوبارك العالمية لليونسكو.

علوم الأرض (Geoscience): دراسة تطور الأرض والوضع الحالي لجوانبها اللاأحيائية. ويشمل المصطلح الجيولوجيا، والجيومورفولوجيا، والجيوفيزياء، والهيدرولوجيا، والجغرافيا الفيزيائية، وغيرها.

الموقع الجيولوجي (Geosite): أي موقع له خصائص أو عمليات جيولوجية أو جيومورفولوجية متعددة أو متنوعة تستحق الحماية بسبب قيمتها العلمية. وهذا يمثل اختصار لمصطلحات مثل «المواقع الجيولوجية» أو «المواقع الجيومورفولوجية».

المراقبة الجيولوجية (أو مراقبة حالة الموقع) (Geomonitoring): مراقبة مظاهر وعمليات معينة للتأكد من الحالة الصحية لعناصر جيولوجية مهمة في المكون في الموقع الجيولوجي أو لنظام كامل.

حساسية الأرض (Geosensitivity): انظر الحساسية.

السياحة الجيولوجية (Geotourism): السياحة المستدامة القائمة على المظاهر والعمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية للمنطقة. وتتراوح هذه في نطاق من موقع محدد، مثل كهف سياحي، إلى مناطق واسعة ذات مناظر خلابة.

السخان (Geyser): هو خروج الماء الشديد السخونة والبخار من مصادر تحت الأرض في المناطق البركانية النشطة أو النشطة حديثًا.

التجلد (Glaciation): وهي فترة مناخ بارد ينتج عنها انتشار واسع النطاق للصفائح الجليدية والأنهار الجليدية الجبلية. وتضم العصور الجليدية فترات شديدة البرودة (الأنهار الجليدية) وتتناوب مع فترات أكثر دفئًا (بين الجليدية) عندما يكون هناك انخفاض في الغطاء الجليدي.

نهر جليدي (Glacier): ثلج مضغوط ،على شكل جليد صلب، يتحرك مع الجاذبية ويأخذ أشكال مختلفة. القمم الجليدية والصفائح الجليدية تغطي مناطق واسعة مثل، القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند، وكذلك توجد على نطاق أصغر كما هو الحال في أيسلندا وسفالبارد. تملأ الأنهار الجليدية الوديان الموجودة مسبقًا، وتوسعها غالبًا وتسبب زيادة انحدار الجوانب، كما هو الحال في جبال الأنديز، وجبال الألب الأوروبية، على سبيل المثال.

النيس (Gneiss): صخرة متحولة ناتجة بتاثير الحرارة الشديدة والضغط على الصخور الموجودة مسبقًا.

الجرانيت (Granite): صخور نارية خشنة الحبيبات تكونت تحت سطح الأرض بعد التبريد البطيء للصهارة (الماكما)، مكونة من المعادن التي يسودها الكوارتز والفلسبار.

المياه الجوفية (Groundwater): المياه المخزونة والمتدفقة من خلال الصخور والرواسب من تحت سطح الأرض، والتي يتم تغذيتها عن طريق المياه المترشحة من سطح الارض أو من خلال مجاري الانهار. خلال فترات عدم هطول الأمطار، يتم تغذية المياه السطحية بالمياه الجوفية.

قسم ونقطة الحدود الطباقية العالمية (Global Boundary Stratotype Section and Point) (GSSP): وحدة قياسية تستخدم في تحديد أقسام النوع والنقاط المرجعية لتحديد حدود المراحل في الجدول الزمني الجيولوجي وفقًا للمعايير المتفق عليها دوليًا. تعمل اللجنة الدولية للطباقية الأرضية ، وهي لجنة تابعة للاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية (IUGS) ، على التوصل إلى اتفاق دولي بشأن تعريف وحدات قياسية عالمية. يتم تمييز الموقع الذي يتم فيه تحديد (GSSP) والموافقة عليه بعلامة رمزية، هي المسمار الذهبي (Golden Spike).

الهندسة «الصلبة» (Hard engineering): استخدام أساليب وتقنيات هندسية ثقيلة وصلبة، اذ تتجاهل جزئيًا أو كليًا العمليات الطبيعية التي تعمل في موقع أو منطقة ، وبالتالي تخلق حالة غير طبيعية. (راجع الهندسة «الناعمة").

التغيرات الهيدرولوجية (Hydrological changes): التغيرات في سرعة وقوة جريان المياه في القنوات وفوق سطح الأرض مما يسبب تغييرات في توزيع المواد غير المتصلبة في اتجاه مجرى النهر.

الظواهر الحرارية المائية (Hydrothermal phenomena): هي الظاهرة التي تحدث عندما يصل النشاط الحراري الأرضي إلى سطح الأرض على شكل ماء شديد السخونة وبخار. وتتفاعل هذه المياه مع المواد البركانية لتشكيل مظاهر مثل الينابيع الساخنة، والسخانات، وبرك الطين، والينابيع البركانية.

الصخور النارية أو الصخور البركانية (Igneous rocks or Magmatic rocks): انظر الصخور.

ترشيح المياه (Infiltration): هي العملية التي يدخل بها الماء من سطح الارض، ويتحرك إلى الأسفل عبر الصخور و التربة.

مواقع التكامل (Integrity sites): المواقع الجيومورفولوجية التي تضم المظاهر الثابتة (غير النشطة)، مثل التضاريس الجليدية في العصر الجليدي، والمظاهر النشطة، مثل تلك التي تشكلت عن طريق الأنهار، والسواحل، والكارست، والعمليات الجليدية المعاصرة.

الخسفة او الكارست (Karst): مجموعة من التضاريس المرتبطة بالخسفات، بما في ذلك عادةً الجداول الغاطسة، والوديان العمياء والجافة، والمنخفضات المغلقة (التي تضم الحفر المغلقة الكبيرة والصغيرة ذات الأرضية المسطحة الكبيرة)، والكهوف التي تشكلت إلى حد كبير كنتيجة لذوبان الصخور (التي لديها قابلية عالية للذوبان في المياه الطبيعية) .

لاهار (Lahar): وهو التدفق الطيني أو تدفق حطام يتكون من خليط مائع يتكون من مادة فتات بركاني، وحطام صخري، ومياه ناتجة عن ثوران بركاني. وتجري هذه المواد من البركان، عادة على وادي نهر.

لامبينفلورا (Lampenflora): وهي الطحالب، والاشنات، والنباتات الوعائية التي تنمو في الضوء الاصطناعي في الكهوف السياحية.

الاشكال الارضية (Landforms): المظاهر السطحية أو الجوفية التي تشكلت بواسطة عمليات طبيعية معينة، مثل الركام الجليدي، و الكثبان الرملية، والكهوف.

مقياس المناظر الطبيعية (Landscape scale): يكون هذا النهج على نوعين، فاما الحفاظ على مساحة واسعة تضم منظر طبيعي كامل، او على عكس ذلك اذ يكون الحفاظ على مستوى الموقع فقط.

الحمم البركانية (Lava): هي الصخور المنصهرة التي تتدفق من باطن الارض وتجري على الأرض او الى الماء من بركان أو من شقوق في سطح الأرض. يتجمد الصهير عند التبريد إلى أشكال مختلفة، مثل الاشكال الموصوفة في مصطلحات هاواي، مثل الشكل الكتلي (aa) ، والشكل الحبلي (pahoehoe).

الحجر الجيري (Limestone): صخور رسوبية تتكون أساسًا من الكالسيت و / أو الدولوميت التي تتكون من ترسيب المواد غير العضوية، وتراكم المواد العضوية في البيئات البحرية أو في بيئات المياه العذبة بشكل أقل تكرارًا. ويعد التوفا والترافرتين من اهم الأمثلة على الحجر الجيري في المياه العذبة.

خطط عمل التنوع الجيولوجي المحلي (Local Geodiversity Action Plans) (LGAPs): وهي الخطط التي تحدد إطار، ومبادئ توجيهية، والأولويات لضمان الحفاظ على التراث الجيولوجي وشبكات المواقع الجيولوجية على نطاق إقليمي أو محلي.

غرفة الصهارة (Magma chamber): يمكن ان تشبه بمرجل من الصخور المنصهرة الموجودة تحت سطح الأرض، ويحتوي على مواد قد تصل إلى السطح على شكل مواد منصهرة، أو صلبة، أو غازات.

ادارة إعادة التنظيم (Managed realignment): تقنية ، تُطبق عادةً على السواحل الرملية الناعمة وغيرها من المواد غير الصلبة، حيث يُسمح للبحر باختراق المزيد من الشواطئ من خلال إزالة الهياكل التي اضافها او صنعها الإنسان، مثل الجدران أو السدود، وتمكين تكوين المستنقعات الملحية التي تمتص طاقة الأمواج. ويتم استخدام هذه التقنية لإعادة الساحل إلى نظام أكثر طبيعية.

الصخور المتحولة (Metamorphic rocks): انظر الصخور.

المعادن (Minerals): مادة غير عضوية، ذات تركيب كيميائي مميز، وترتيب منظم للذرات، أو الأيونات، أو الجزيئات التي تحدث بواسطة العمليات الجيولوجية الطبيعية.

علم المعادن (Mineralogy): هو علم دراسة المعادن من ناحية أصلها، وشكلها، ومكوناتها.

الركام الصخري الجليدي (Moraines): هو التضاريس المجاورة للأنهار الجليدية والصفائح الجليدية التي تشتمل على رواسب رديئة الفرز وتضم جميع الأحجام، من الطين، والغرين، والرمل، والحصى، وقطع الصخور. يترسب الركام النهائي في الجزء الأمامي من النهر الجليدي، والركام الجانبي على الجوانب.

التراث الجيولوجي المتحرك (Moveable geoheritage): وهو التراث الجيولوجي الذي يتم نقله، مثل، المتحجرات (الاحفوريات)، والمعادن، والصخور ذات القيمة الاستثنائية إلى موقع خارج الموقع، على سبيل المثال في مجموعات المتحف لتحسين حمايتها والحفاظ عليها.

الحلول القائمة على الطبيعة (Nature-based Solutions): وهي الإجراءات المتبعة لحماية النظم البيئية الطبيعية وإدارتها على نحو مستدام و معالجة التحديات المجتمعية بشكل فعال وقابل للتكيف، مع توفير فوائد التنوع البيولوجي ورفاهية الإنسان في نفس الوقت.

تدابير الحماية الفعالة الأخرى المستندة إلى المنطقة) (Other Effective Area-Based Conservation Measures) (OECM): يتم تحديد منطقة جغرافيًا من غير المنطقة المحمية، والتي تُحكم وتُدار بطرق تحقق نتائج إيجابية ومستدامة طويلة الأجل في الموقع للحفاظ على التنوع البيولوجي وكذلك وظائف وخدمات النظام الإيكولوجي المرتبطة به، وعند الاقتضاء، الثقافية والروحية، كما يتم الحفاظ على القيم الاجتماعية، والاقتصادية، وغيرها من القيم المحلية ذات الصلة.

الاوولايت (Oolite): الحجر الجيري المكون من الاوولايت؛ وهو نمو الجسيمات الكروية الجيرية بالتراكم حول نواة في المياه العميقة.

المكشف (Outcrop): هو المكان الذي تنكشف فيه الصخور على سطح الارض، اذ يكون غير مغطى بالتربة، أو الغطاء النباتي، أو الهياكل المبنية.

التدفق البري (Overland flow): تدفق الماء المشتت فوق سطح الأرض قبل أن يتركز في القناة.

علم المتحجرات (الاحفوريات) (Palaeontology): هو العلم الذي يهتم بدراسة متحجرات (أحافير) النباتات والحيوانات التي توفر المعرفة حول أصل، وتطور الحياة على الأرض، وحول البيئات القديمة.

المادة الأصلية (Parent material): هي الصخور المصدر أو الرسوبيات التي تُشتق منها المواد التي تعلوها، لا سيما التربة.

الانهار الجليدية المجاورة (Periglacial): يصف المناخ والعمليات الطبيعية والتضاريس في البيئات الباردة وغير الجليدية في المناطق الجبلية أو القطبية. وتتمثل العملية الرئيسية في تجميد وذوبان متكرر لمياه الأرض، مما يؤدي إلى تكوين مضلعات إسفين جليدية وأرض منقوشة (دوائر وشرائط مرتبة)، وحركة انحدار بطيئة لحطام الصخور وانهيار أوجه الصخور.

جليد التربة (Permafrost): الأرض المتجمدة بشكل دائم، والتي تحدث بشكل أساسي في المناطق القطبية والجبال العالية.

العصر البرمي (Permian): انظر الجدول الزمني الجيولوجي.

علم الصخور (Petrology): هو علم دراسة جميع جوانب الصخور، بما في ذلك المكونات المعدنية، والنسيج، والتركيب، والأصل.

الصفائح التكتونية (Plate tectonics): نظرية موحدة تجمع بين زحزحة القارات، وانفتاح اوتوسع قاع البحر، والنشاط الزلزالي والبركاني، وتركيب القشرة الأرضية. تتكون صفائح الصخور الأرضية الموجودة على الأرض وتحت سطح البحر من ثماني صفائح رئيسية، وعدة صفائح صلبة داخلية صغيرة، تتحرك بالنسبة إلى بعضها البعض. ويشير المصطلح أيضًا إلى دراسة حركة الصفائح النسبية بمرور الوقت ودورها في تكوين القارات والمحيطات. تأخذ حافات الصفائح الصخرية الفردية أشكالًا مختلفة؛ والمهم بالنسبة الحماية للحماية الجيولوجية الارضية هو مكان تصادم الصفائح أو المكان الذي تتباعد فيه. ومن اهم الأمثلة على تصادم الصفائح هي الحافات بين صفائح المحيط الهادئ وأمريكا الشمالية، و صفائح المحيط الهادئ وأمريكا الجنوبية، والصفائح الأفريقية والأوراسية، والصفائح الهندية والأوراسية، والتي لعبت جميعها دورًا أساسيًا في تطور الصفائح الرئيسية للانظمة الجبلية والنشاط البركاني. وفي أماكن أخرى، تبتعد الصفائح بعضعها عن بعض؛ وتتجلى الأمثلة بشكل أفضل على اليابسة في آيسلندا، وتحت سطح البحر على طول سلسلة جبال وسط المحيط الأطلسي.

عصر البليستوسيني (Pleistocene): انظر الجدول الزمني الجيولوجي.

ما قبل الكمبري (Pre-Cambrian): انظر الجدول الزمني الجيولوجي.

منطقة محمية (Protected area): مساحة جغرافية محددة بوضوح، ومعترف بها، ومخصصة ومدارة، من خلال قانوني أو غير ذلك من الفعاليات، لغرض تحقيق الحفاظ على الطبيعة على المدى الطويل، وكذلك خدمات النظام البيئي والقيم الثقافية المرتبطة بها.

الركام البركاني (Pyroclasts): مادة تقذف الى الغلاف الجوي بسبب النشاط البركاني، التي تشمل قطع الصخور والرماد، ثم تنزل وتستقر في النهاية على سطح الأرض.

الكوارتز (Quartz): معدن سيليكا موجود في الصخور النارية، والمتحولة، والرسوبية. وهو أحد أكثر المعادن شيوعًا على الأرض ويعد المكون الرئيسي للرمل في الصحاري وعلى طول السواحل.

الرباعي (Quaternary): انظر الجدول الزمني الجيولوجي.

الرادون (Radon): هو غاز مشع طبيعي، وخامل، وعديم اللون والرائحة، ينتج عن اضمحلال الثوريوم ومعادن اليورانيوم في بعض الصخور.

الوادي المتصدع (Rift valley): حوض ممدود يحده من الجانبين صدوع ، وتتسبب حركتهما في خفض سطح الأرض مقارنة بالأرض المحيطة. مثال في الوادي المتصدع شرق إفريقيا.

متين (Robust): قدرة ظاهرة أو عملية التراث الجيولوجي على تحمل الضرر الناشئ عن أسباب طبيعية أو بشرية.

الصخور (Rocks): مواد صلبة مكونة من معادن أو من موادعضوية، وتشكل جزءًا من قشرة الأرض. وهي مقسمة حسب أصولها إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي: رسوبية، ونارية، ومتحولة.

تتكون الصخور الرسوبية من صخور قديمة موجودة سابقًا، من رسوبيات او مواد ناعمة، بعد ان تترسب من الماء، أو من الجليد، أومن الرياح في الأنهار، والبحيرات، والمحيطات، أو على سطح الأرض، ثم تتصلب بعد ذلك لتشكيل الصخور الرسوبية. ان صخور الكربونات (مثل اللايمستون والدولوستون)، وصخور المتبخرات (مثل الجبس والأنهيدريت والملح) هي من أنواع الصخور الرسوبية الموجودة في مناطق الخسفات (الكارست). من الأمثلة الشائعة للصخور الرسوبية هي، الحجر الجيري، والحجر الرملي، والحجر الطيني.

تنتج الصخور النارية والمتحولة عن التصلب البطيء للصهارة (الماكما) الموجودة تحت سطح الأرض وتسمى الصخور النارية الجوفية (مثل الجرانيت). ويمكن أيضًا أن تتشكل هذه الصخور على السطح بسبب تبريد الحمم البركانية المرافقة للنشاط البركاني و تسمى الصخور النارية السطحية (مثل البازلت).

الصخور المتحولة هي الصخور التي تتكون من صخور قديمة، اما رسوبية أو نارية والتي يتم تغييرها إلى صخور متحولة مختلفة في مكوناتها المعدنية والنسيجية نتيجة الحرارة و / أو الضغط المرتبط غالبًا بحركة الصفائح التكتونية أو الاتصال مع الصهارة (الماكما). على سبيل المثال، الرخام الذي هوعبارة عن حجر جيري متحول.

الرواسب (Sediment): وهي مواد هشة غير متماسكة، والتي تتراوح عبر مجموعة متنوعة من الأحجام التي تبدأ بأنواع الطين الناعم، والغرين، ومروراً بالرمال الخشنة والحصى، وإلى الصخور الخشنة.

الصخور الرسوبية (Sedimentary rocks): انظر الصخور.

الحساسية (Sensitivity): مقياس قابلية، أو متانة، أو هشاشة، مظاهر معينة لعملية التلف بصرف النظر عما إذا كان المسبب طبيعيًا أو من صنع الإنسان، و ودرجة تأثره أو استجابته.

النشاط الزلزالي (Seismic activity): الحركات الأرضية التي يتم ملاحظتها على الأرض، والناتجة عن الأنشطة التكتونية والبركانية في القشرة الأرضية.

الأهمية (Significance): تعبير مقارن يعتمد اما على التخصص، أو الندرة، أو أفضل مثال على ظاهرة أو عملية طبيعية.

سيليكي (Siliceous): هي المادة التي يكون المكون الرئيسي فيها هو السيليكا (SiO).

سيلوري (Silurian): انظر الجدول الزمني الجيولوجي.

مراقبة حالة الموقع (Site Condition Monitoring): انظر المراقبة الجيولوجية.

الهندسة «الناعمة» (Soft engineering): استخدام الأساليب الطبيعية، مثل تغذية الشواطئ أو تجديد الكثبان الرملية، وتجنب بناء الهياكل الثابتة (مثل التدريع الصخري)، وهي على العكس من الهندسة الصلبة.

الصخر الهش (Soft rock): صخرة يسهل تجويتها وتعريتها بواسطة الماء، أو الجليد، أو الرياح. وبعض الأحجار الرملية مثال جيد.

التربة (Soil): مادة تتكون من جزيئات معدنية وبقايا عضوية تغطي صخرة الأساس وتدعم نمو جذورالنباتات.

علم الكهوف (Speleology): هو العلم الذي يهتم بالدراسة العلمية للكهوف، وطرق تكوينها، وعملياتها الطبيعية.

الرواسب الكهفية (Speleothems): مصطلح عام لجميع الرواسب المعدنية المتكونة في الكهوف. تتكون معظم الرواسب الكهفية من الكالسيت وتكون عملية الترسيب عكس عملية انحلال الحجر الجيري. تشمل الأشكال الشائعة أحجار التنقيط (dripstones) (مثل الهوابط والصواعد) وكذلك الرواسب الصفائحية (flowstones).

التقييم البيئي الاستراتيجي (Strategic Environmental Assessment (SEA)): عملية منهجية لدعم القرار، والهدف منها ضمان مراعاة القضايا البيئية بشكل فعال في صنع السياسات والخطط والبرامج.

علم طبقات الأرض (Stratigraphy): فرع من فروع الجيولوجيا، الذي يهتم بالشكل، والترتيب، والتوزيع الجغرافي، والتعاقب الزمني، والارتباط بين طبقات الصخور، والأصل الرسوبي.

تيراين (Terrane): مساحة من الأرض تكون فيها الصخور والتراكيب من نفس النوع، والعمر، ولها تاريخ جيولوجي مبكر متشابه.

قمم صخرية (Tor): برج صخري قائم بذاته، يتكون في الموقع عن طريق التجوية للصخور الأضعف المحيطة، وإزالته المنحدر الاسفل.

تسونامي (Tsunami): سلسلة من الموجات المائية الكبيرة، سريعة الحركة على سطح البحر، بسبب الزلازل المرتبطة بالحركة على حافات الصفائح التكتونية.

مواقع الجيوبارك العالمية لليونسكو (UNESCO Global Geopark): هي منطقة معترف بها من قبل اليونسكو حيث يتم إدارة المواقع والمناظر الطبيعية ذات الأهمية الجيولوجية الدولية ضمن مفهوم شامل للحماية، والتعليم، والتنمية المستدامة. لا تعتبر مواقع الجيوبارك مناطق محمية صارمة، ولكنها بالأحرى أدوات لإشراك المجتمعات المحلية والمصالح التجارية.

وادي على شكل حرف- U (U-shaped valley): وادي جليدي ذو جوانب شديدة الانحدار وأرضية مسطحة تشكلت بسبب تآكل جوانب الوادي بتاثير نهر جليدي.

عدم التوافق (Unconformity): هو انقطاع في الوحدات الطباقية الصخرية، مما يشير إلى وجود فاصل زمني (الذي يمكن أن يشمل عدة ملايين من السنين) بين الطبقات السفلى والعليا.

القيمة (Value): تحتوي قيمة التراث الجيولوجي لموقع أو عينة على عدد من المكونات. القيمة الجوهرية تعني الأهمية الجيولوجية في حد ذاتها بصرف النظر عن التقدير البشري. تتعلق القيمة العلمية بقيمة البحث والتعليم. والقيم الجمالية، والثقافية، والروحية تشير إلى الروابط البشرية ، من جانب تفاعله وتقديره للتراث الجيولوجي. اما القيمة البيئية فهي تتعلق بدعم التنوع البيولوجي وعمل النظام البيئي. ان تنوع الطبقات الاساسية، والفسيفساء الأرضية، وتكوين التربة الى جانب العمليات الطبيعية، مثل أنظمة جريان المياه، وإمدادات الرواسب، والتعرية والترسب، توفر الاطار العام للموائل، والأنواع النباتية والحيوانية، وعمل النظام الإيكولوجي. اما السلع البيئية وقيم خدمات النظام الإيكولوجي، فهي مرتبطة بصورة مباشرة اوغير مباشرة بالفوائد التي يحصل عليها الناس من البيئة الطبيعية والنظم البيئية عندما تعمل بصورة صحيحة.

البركان (Volcano): ظاهرة بنائية تتكون من مادة تصل إلى سطح الأرض أو على قاع البحر من خلال وجود الفتحات أو الكسور الطبيعية على سطح الأرض، ويتم تجهيز المادة من أعماق الأرض. ان المواد البركانية المتدفقة من خلال الكسور أو الفتحات هي على عدة انواع: فإما ان تكون حمم منصهرة (أحيانًا مع بلورات متأصلة)، او صلبة –ركام بركاني (بايروكلاست)، اوغازية - بخار ماء، اوغازات حامضية. تتراوح أنماط ثوران البراكين بين البطء والاندفاع، إلى المفاجئ والانفجار. وغالبًا ما تسمى البراكين الكبيرة بالبراكين المركزية بسبب حجمها في النظام، أو براكين فائقة بسبب القوة البركانية و مادة الحمم البركانية المنتشرة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم من خلال دوران الغلاف الجوي. غالبًا ما ترتبط البراكين، ولكن ليس دائمًا، بالحركات التكتونية التي تحدث على حافات الصفائح التكتونية. اما التركيب الكيميائي للمادة المتفجرة فهو متغير للغاية ويتراوح بين الحامضية و القلوية.

الضعف (Vulnerability): مقياس احتمالية حدوث ضرر لظاهرة جيولوجية أو عملية لأسباب طبيعية أو من صنع الإنسان. ويتم تحديد الضرر عادة من خلال النظر في الحساسية للتغيير والقدرة على التكيف مع التغيير.

المصادر

Anderson, M. G. and Ferree, C. E. (2010). 'Conserving the stage: Climate change and the geophysical underpinnings of species diversity'. *PLoS ONE* 5:e11554. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011554

Anderson, M. G., Clark, M. and Sheldon, A. O. (2014). 'Estimating climate resilience for conservation across geophysical settings'. *Conservation Biology* 28:959–970. https://doi.org/10.1111/cobi.12272

Appleton, P., Buttler, C., and Roberts, R. (2015). 'Making the most of Brymbo's plant fossils'. *Earth Heritage* 43:21–23. http://www.earthheritage.org.uk/wp/wp-content/uploads/2018/03/eh43F.pdf

Ballantyne, C. K. (2018). *Periglacial Geomorphology*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell. https://www.wiley.com/en-us/Periglacial+Geomorphology-p-9781405100069

Barthlott, W., Mutke, J., Rafiqpoor, M. D., Kier, G., and Kreft, H. (2005). 'Global centres of vascular plant diversity'. *Nova Acta Leopoldina* 92:61–83. https://www.researchgate.net/publication/215672852_Global_centers_of_vascular_plant_diversity

Benn, D. I. and Evans, D. J. A. (2010). *Glaciers and Glaciation*. London, UK: Hodder Education. https://www.amazon.co.uk/Glaciers-Glaciation-Hodder-Arnold-Publication/dp/0340905794

Bernbaum, E. (1997). *Sacred Mountains of the World*. Berkeley, California: University of California Press. https://www.worldcat.org/title/sacred-mountains-of-the-world/oclc/37533947

BirdLife/FFI/IUCN/WWF. (2014). *Extraction and Biodiversity in Limestone Areas*. Joint Briefing Paper. https://www.birdlife.org/sites/default/files/Extraction-and-Biodiversity-in-Limestone-Areas.pdf

Bollati, I., Smiraglia, C. and Pelfini, M. (2013). 'Assessment and selection of geomorphosites and trails in the Miage Glacier area (Western Italian Alps)'. *Environmental Management* 51:951–967. https://doi.org/10.1007/s00267-012-9995-2

Boon, J. and Calder, J. (2008). 'Communicating the natural and cultural history of the Joggins Fossil Cliffs: A demonstration of innovation and collaboration'. *Atlantic Geology* 44(1). https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2577444120300046

Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak Broome, N., Phillips, A. and Sandwith, T. (2013). *Governance of Protected Areas: From Understanding to Action*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 20, Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/29138

Borrini-Feyerabend, G. and Hill, R. (2015). Governance for the conservation of nature. In: Worboys, G. L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. and Pulsford, I. (eds). *Protected Area Governance and Management*, pp. 169–206, Canberra: Australian National University Press. http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/p312491/pdf/CHAPTER7.pdf

Brandolini, P. and Pelfini, M. (2010) 'Mapping geomorphological hazards in relation to geotourism and hiking trails'. In: G. Regolini-Bissig and E. Reynard (eds.). *Mapping Geoheritage,* pp. 31–45. Lausanne, Switzerland: Institut de Géographie, Géovisions 35. http://www.unil.ch/igd/files/live/sites/igd/files/shared/Geovisions/Geovisions35/Geovisions35_IGUL_3_Brandolini%20&%20Pelfini.pdf

Brantley, S., and Myers, S. (2000). 'Mount St. Helens: From the 1980 eruption to 2000'. *USGS Fact Sheet* 036-00. https://pubs.usgs.gov/fs/2000/fs036-00/

Bridgland, D.R. (2013). 'Geoconservation of Quaternary sites and interests'. *Proceedings of the Geologists' Association* 124:612–624. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.10.004

Brilha, J. (2016). 'Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review'. *Geoheritage* 8:119–134. https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3

Brilha, J. (2018). 'Geoheritage: inventories and evaluation'. In: E. Reynard and J. Brilha (eds.). Geoheritage: Assessment, Protection, and Management, pp. 69–85. Amsterdam: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00004-6

British Caving Association. (Undated). *Minimal Impact Caving Guidelines.* https://british-caving.org.uk/wiki3/lib/exe/fetch.php?media=conservation_access:micg.pdf.

British Columbia. (2003). *Karst Management Handbook for British Columbia*. Victoria, BC, Canada: British Columbia Ministry of Forests. https://www.for.gov.bc.ca/hfp/publications/00189/Karst-Mgmt-Handbook-web.pdf.

British Columbia. (2020). *Online Karst Management Training Module*. https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/forestry/managing-our-forest-resources/managed-resource-features/best-practices-for-karst-management-training-module.

Brocx, M. and Semeniuk, V. (2007). 'Geoheritage and geoconservation – history, definition, scope and scale'. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 90:53–87. https://www.researchgate.net/publication/285012358_Geoheritage_and_geoconservation_-_History_definition_scope_and_scale

Brocx, M. and Semeniuk, V. (2011). 'Assessing geoheritage values: A case study using Leschenault Peninsula and its estuarine lagoon, south-western Australia'. *Proceedings of the Linnaean Society of New South Wales* 132:115–130. https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/18640/1/assessing_geoheritage_values.pdf

Brocx, M. and Semeniuk, V. (2015). 'Using the Geoheritage Tool-Kit to identify inter-related geological features at various scales for designating geoparks: Case studies from Western Australia'. In: E. Errami, M. Brocx, and V. Semeniuk (eds.). *From Geoheritage to Geoparks: Case Studies from Africa and Beyond,* pp. 245–259. Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10708-0_17

Brocx, M., Semeniuk, V. and Percival, I. G. (2019). 'Global geoheritage significance of Ordovician stratigraphy and sedimentology in the Cliefden Caves area, central western New South Wales'. In: M. Brocx, V. Semeniuk, and K Meney (eds.). Thematic Issue on Geoheritage and Geoconservation in Australia. *Australian Journal of Earth Sciences*: 66(6). https://doi.org/10.1080/08120099.2019.1569128

Brooks, A.J. (2013). 'Assessing the sensitivity of geodiversity features in Scotland's seas to pressures associated with human activities'. *Scottish Natural Heritage Commissioned Report* No. 590. Inverness: Scottish Natural Heritage. https://www.nature.scot/sites/default/files/2018-09/Publication%202013%20-%20SNH%20Commissioned%20Report%20590%20-%20%20Assessing%20the%20sensitivity%20of%20geodiversity%20features%20in%20Scotlands%20seas%20to%20pressures%20associated%20with%20human%20activities.pdf

Bruneau, P.M.C., Gordon, J.E. and Rees, S. (2011). 'Ecosystem sensitivity and responses to climate change: Understanding the links between geodiversity and biodiversity at the landscape scale'. *JNCC Report* No. 450. http://archive.jncc.gov.uk/PDF/jncc450_FINALweb.pdf

Bruno B., and Wallace, A. (2019). 'Interpretive panels for geoheritage sites: Guidelines for design and evaluation'. *Geoheritage* 11:1315–1323. https://doi.org/10.1007/s12371-019-00375-0

Canesin, T.S., Brilha, J. and Díaz-Martínez, E. (2020). 'Best practices and constraints in geopark management: Comparative analysis of two Spanish UNESCO Global Geoparks'. *Geoheritage* 12:14 https://doi.org/10.1007/s12371-020-00435-w

Carcavilla Urquí L., López Martínez J. and Durán Valsero J.J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidade: investigación, conservación, géstion y relación con los espacios naturales protegidos.* Cuadernos del Museo Geomineiro, No 7. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. https://www.researchgate.net/publication/305322607_VALORACION_DEL_PATRIMONIO_GEOLOGICO_EN_EUROPA

Casadevall, T., Tormey, D., and Richards, J. (2019). *World Heritage Volcanoes: Classification, gap analysis, and recommendations for future listings*. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/48448 https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.07.en

Cayla, N., Hoblea, F., and Reynard, E. (2014). 'New digital technologies applied to the management of geoheritage'. *Geoheritage* 6:89–90. https://doi.org/10.1007/s12371-014-0118-8

Chevalier, M. (1969). *Dictionnaire des symbols. Mythes, rêves, coutumes, gestes, formes, figures, couleurs, nombres.* Vol. 3: PIE à Z. Paris: Ed. Seghers et Ed. Jupiter. https://www.abebooks.co.uk/book-search/title/dictionnaire-des-symboles/author/chevalier-gheerbrant/sortby/3/

Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. and Fan, J.-X. (2013). 'The ICS International Chronostratigraphic Chart'. *Episodes* 36: 199–204. https://doi.org/10.18814/epiiugs/2013/v36i3/002

Cohen, S. (2015). 'The media and protected areas'. In: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, and I. Pulsford (eds.). *Protected Area Governance and Management*, pp. 441–472. Canberra: Australian National University Press. http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/p312491/pdf/CHAPTER15.pdf

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., and Maginnis, S. (eds). (2016). *Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges.* Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

Comer, P.J., Pressey, R.L., Hunter, M.L., Schloss, C.A., Buttrick, S.C., Heller, N.E., Tirpak, J.M., Faith, D.P., Cross, M.S. and Shaffer, M.L. (2015). 'Incorporating geodiversity into conservation decisions'. *Conservation Biology* 29:692–701. https://doi.org/10.1111/cobi.12508

Conservation Measures Partnership. (2013). *Open Standards for the Practice of Conservation.* https://www.conservationmeasures.org/version-4-0-of-the-conservation-standards-is-here/

Cooney, R. (2004). *The Precautionary Principle in Biodiversity Conservation and Natural Resource Management: An Issues Paper for Policy-makers, Researchers and Practitioners*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/8528

Cooney, R. and Dickson, B. (2005). *Biodiversity and the Precautionary Principle: Risk and Uncertainty in Conservation and Sustainable Use*. London: Earthscan. https://portals.iucn.org/library/node/8773

Crofts, R. (2014). 'Promoting geodiversity: Learning lessons from biodiversity'. *Proceedings of the Geologists' Association* 125:263–266. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2014.03.002

Crofts, R. (2018). 'Putting geoheritage on all agendas'. *Geoheritage* 10(2):231–238. https://doi.org/10.1007/s12371-017-0239-y

Crofts, R. (2019). 'Linking geoconservation with biodiversity conservation in protected areas'. *International Journal of Geoheritage and Parks* 7:211–217. https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.12.002.

Crofts, R. and Gordon, J.E. (2014). 'Geoconservation in protected areas'. *PARKS* 20:61–76. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2014.PARKS-20-2.RC.en

Crofts, R. and Gordon, J. E. (2015). Geoconservation in protected areas. In: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, and I. Pulsford (eds.). *Protected Area Governance and Management*, pp. 531–568. Canberra: Australian National University Press. http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/p312491/pdf/CHAPTER18.pdf

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I.A., Brauman, K. A., et al. (2018). 'Assessing nature's contributions to people: Recognizing culture, and diverse sources of knowledge, can improve assessments'. *Science* 359:270–272. https://doi.org/10.1126/science.aap8826

Digne Declaration International Declaration of the Rights of the Memory of the Earth. (1991). http://www.geoparchauteprovence.com/les-g%C3%A9oparcs/d%C3%A9claration-internationale/texte-d%C3%A9claration/

Dingwall, P., Weighell, T. and Badman, T. (2005). *Geological World Heritage: A Global Framework*. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/12797

Dorset and East Devon Coast World Heritage Site. (2011). *Promoting Responsible Fossil Collecting.* Charmouth, Dorset, UK: Dorset and East Devon Coast World Heritage Site. https://jurassiccoast.org/what-is-the-jurassic-coast/world-heritage/looking-after-the-jurassic-coast/promoting-responsible-fossil-collecting/

Drew D. and Hötzl, H. (eds.). (1999). *Karst Hydrology and Human Activities*. Rotterdam, Netherlands: A.A. Balkema. https://www.worldcat.org/title/karst-hydrogeology-and-human-activities-impacts-consequences-and-implications/oclc/41444640

Dudley, N. (ed.) (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2008.PAPS.2.en

Dunlop, L., Larwood, J.G. and Burek, C.V. (2018). 'Geodiversity action plans—a method to facilitate, structure, inform and record action for geodiversity'. In: E. Reynard and J Brilha (eds.). *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management,* pp. 53–66. Amsterdam: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00003-4

Ehlers, J., Gibbard, P. L. and Hughes, P.D. (2011). *Quaternary Glaciations—Extent and Chronology: A Closer Look*. Amsterdam: Elsevier. https://www.elsevier.com/books/quaternary-glaciations-extent-and-chronology/ehlers/978-0-444-53447-7

Ellis, N. (2004). *Common Standards Monitoring Guidance for Earth Science Sites*. Peterborough, UK: Joint Nature Conservation Committee. jncc.defra.gov.uk/pdf/CSM_earth_science.pdf

Ellis, N. (2008). 'A history of the Geological Conservation Review'. In: C.V. Burek and C.D. Prosser (eds.). *The History of Geoconservation,* pp. 123–135. Special Publications No. 300. London: The Geological Society. https://doi.org/10.1144/SP300.10

Ellis, N. (2011). 'The Geological Conservation Review (GCR) in Great Britain: Rationale and methods'. *Proceedings of the Geologists' Association* 122:353–362. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2011.03.008

English Geodiversity Forum. (2014). *Geodiversity Charter for England*. http://www.englishgeodiversityforum.org/Downloads/Geodiversity%20Charter%20for%20England.pdf

English Nature. (2004). *Local Geodiversity Action Plans. Sharing Good Practice*. Peterborough, UK: Natural England. http://www.publications.naturalengland.org.uk/publication/76016?category=30050

Errami, E., Brocx, M., Semeniuk, V. and Ennih, N. (2015). 'Geosites, sites of special scientific interest, and potential geoparks in the Anti-Atlas (Morocco)'. In: E. Errami, M. Brocx, and V. Semeniuk (eds.). *From Geoheritage to Geoparks: Case Studies from Africa and Beyond,* pp. 57–79. Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10708-0_4

Fang, R., Simonson, L. and Zhixin, P. (2013). 'Interpretation of geoheritage for geotourism: A comparison of Chinese geoparks and national parks in the United States'. *Czech Journal of Tourism* 2: 10–125. https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0006

Ferrero, E., Giardino, M., Lozar, F., Giordano, E., Belluso, E. and Perotti, L. (2012). 'Geodiversity action plans for the enhancement of geoheritage in the Piemonte region (north-western Italy)'. *Annals of Geophysics* 55:487–495. https://www.researchgate.net/publication/267383078_Geodiversity_action_plans_for_the_enhancement_of_geoheritage_in_the_Piemonte_region_North-Western_Italy

Feuillet, T. and Sourp, E. (2011). 'Geomorphological heritage of the Pyrenees National Park (France): Assessment, clustering, and promotion of geomorphosites'. *Geoheritage* 3:151–162. https://doi.org/10.1007/s12371-010-0020-y

Finney, S.C. and Hilario, A. (2018). 'GSSPs as international geostandards and as global geoheritage'. In: E. Reynard and J. Brilha (eds.). Geoheritage: Assessment, Protection, and Management, pp. 169–180. Amsterdam: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00010-1

Ford, D.C. and Williams, P.W. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology.* Chichester, UK: Wiley. https://doi.org/10.1002/9781118684986

Fuertes-Gutiérrez, I. and Fernández-Martínez, E. (2010). 'Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A tool to introduce geoheritage into regional environmental management'. *Geoheritage* 2:57–75. https://doi.org/10.1007/s12371-010-0012-y

Fuertes-Gutiérrez I. and Fernández-Martínez E. (2012). 'Mapping geosites for geoheritage management: A methodological proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain)'. *Environmental Management* 50:789–806. https://doi.org/10.1007/s00267-012-9915-5

Garcia, M. G. M. (2019). 'Ecosystem services provided by geodiversity: preliminary assessment and perspectives for the sustainable use of natural resources in the coastal region of the state of São Paulo, Southeastern Brazil.' *Geoheritage* 11:1257-1266. link.springer.com/article/10.1007/s12371-019-00383-0

Garcia-Cortes, A., Vegas, J., Carcavilla, L. and Diaz-Martinez, E. (2012). 'Un sistema de indicadores para la evaluacion y seguimiento del estado de conservacion del patrimonio geologico [An indicator system to assess and follow up the state of conservation of geological heritage]'. *Geo-Temas* 13: 1272–1275. http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Garcia%20Cortes%20et%20al%202012%20-%20Sistema%20de%20indicadores%20para%20estado%20conservacion%20PG.pdf

Gardner, L. (2009). *Protected Areas Management in the Caribbean: Core Themes for Education, Awareness, and Communication Programmes.* Curepe, Trinidad and Tobago: The Trust for Sustainable Livelihoods and WCPA Caribbean. http://ess-caribbean.com/wp-content/uploads/publications/Protected%20Areas%20Education%20Themes%20in%20the%20Caribbean%202009.pdf

Gemmell, S. L. G., Hansom, J.D. and Hoey, T.B. (2001). *The Geomorphology, Conservation and Management of the River Spey and Spey Bay SSSIs, Moray.* Scottish Natural Heritage Research Survey and Monitoring Report No. 57. Edinburgh: Scottish Natural Heritage. https://www.researchgate.net/publication/222229721_Coastal_sensitivity_to_environmental_change_A_view_from_the_beach

Geological Society of America. (2019). *NPS Geoscientists-in-the-Parks Program*. Boulder, CO: Geological Society of America. https://www.geosociety.org/GSA/Education_Careers/Field_Experiences/gip/GSA/fieldexp/gip.aspx

Gillieson, D. (1996). *Caves: Processes, Development, and Management*. Oxford, UK: Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781444313680

Gogin, I. Y. and Vdovets, M.S. (2014). 'Geosites of international significance in the UNESCO WHS Lena Pillars Nature Park (Sakha Republic, Russia)'. *Geoheritage* 6:173–184. https://doi.org/10.1007/s12371-013-0089-1

Gordon, J. E. (2018). 'Mountain geodiversity: Characteristics, values and climate change'. In: C. Hoorn, A. Perrigo, and A. Antonelli (eds.). *Mountains, Climate and Biodiversity,* pp. 137–154. Chichester, UK: Wiley.

Gordon, J.E. and Barron, H.F. (2011). *Scotland's Geodiversity: Development of the Basis for a National Framework*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 417. Edinburgh: Scottish Natural Heritage. http://www.parliament.scot/S3_PublicPetitionsCommittee/Submissions_09/09-PE1277H.pdf

Gordon, J. E., Brooks, A.J., Chaniotis, P.D., James, B.D., Kenyon, N.H., Leslie, A.B., Long, D. and Rennie, A.F. (2016). 'Progress in marine geoconservation in Scotland's seas: Assessment of key interests and their contribution to marine protected area network planning'. *Proceedings of the Geologists' Association* 127:716–737. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2016.10.002

Goudie, A. and Seely, M. (2011). *World Heritage Desert Landscapes: Potential Priorities for the Recognition of Desert Landscapes and Geomorphological Sites on the World Heritage List*. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/9818

Gradstein, F.M. and Ogg, J.G. (2012). 'The chronostratigraphic scale'. In: F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz and G.M. Ogg (eds.), *The Geological Time Scale 2012,* pp. 31–42. Amsterdam: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00002-0

Gray, M. (2011). 'GSSPs: The case for a third, internationally recognised, geoconservation network'. *Geoheritage* 3:83–88. https://doi.org/10.1007/s12371-010-0028-3

Gray, M. (2013). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, 2nd. ed. Chichester, UK: Wiley-Blackwell. http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=index&itemId=0470742143&bcsId=8369

Gray, M. (2018). 'Ecosystem services'. In: B. Vogel, K.S. Woo, R. Grunewald, R. Crofts, and G. Stolpe. (eds.). *Global Geoheritage: International Significance and Biodiversity Values—Workshop Proceedings,* pp. 39–43. BfN Skripten 500. Leipzig: German Federal Agency for Nature Conservation. https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript500.pdf

Griscom, B.W., Adams, J. and Ellis, P.W. (2017). 'Natural climate solutions'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114:11645–11650. https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114

Gross, J. E., Woodley, S., Welling, L.A., and Watson, J E.M. (eds.). (2016). *Adapting to Climate Change: Guidance for Protected Area Managers and Planners*. Best Practice Protected Areas Guidelines Series No. 24. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.PAG.24.en

Groves, C., and Game, E.T. (2016). *Conservation Planning: Informed Decisions for a Healthier Planet.* Greenwood Village, CO, USA: Roberts and Co. https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-016-0469-4

Groves, C.R., Game, E.T., Anderson, M.G., Cross, M., Enquist, C., Ferdaña, Z., Girvetz, E., Gondor, A., Hall, K.R., Higgins, J., Marshall, R., Popper, K., Schill, S., Shafer, S.L. (2012). 'Incorporating climate change into systematic conservation planning'. *Biodiversity Conservation* 21:1651–1671. https://doi.org/10.1007/s10531-012-0269-3

Gunn, J. (ed.). (2004). *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. New York: Fitzroy Dearborn. https://doi.org/10.4324/9780203483855

Gunn, J. (2020). Karst groundwater in UNESCO protected areas: a global overview. *Hydrogeology Journal.* https://doi.org/10.1007/s10040-020-02206-x

Ham, S. (2013). *Interpretation: Making a Difference on Purpose*. Cape Town, South Africa: Fulcrum.

Hilty, J., Worboys, G.L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J. W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., and Tabor, G.M. (2020). *Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 30. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.en

Hooke, R.L. (1994). 'On the efficacy of humans as geomorphic agents'. *GSA Today* 4:217–225.

Hutton, J. (1795). *Theory of the Earth*. Edinburgh: William Creech.

ICMM [International Council on Mining and Metals]. (2003). *Mining and Protected Areas Position Statement*. London: ICMM. http://www.icmm.com/en-gb/members/member-commitments/position-statements/mining-and-protected-areas-position-statement

International Commission on Stratigraphy. (Undated). *The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP)*. https://web.archive.org/web/20090113224346 http://www.stratigraphy.org:80/over.htm

Irwin, A. (2018). Citizen science comes of age. *Nature* 562, 480–482. https://doi.org/10.1038/d41586-018-07106-5

ISCA [International Show Caves Association]. (2014). *Recommended International Guidelines for the Development and Management of Show Caves*. http://www.uis-speleo.org/documents/Recommended_International_Guidelines_published_version.pdf.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. (2019a). *Special Report on Global Warming of 1.5 Degrees.* UN, New York: IPCC. https://unfccc.int/topics/science/workstreams/cooperation-with-the-ipcc/ipcc-special-report-on-global-warming-of-15-degc

IPCC. (2019b). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.* New York: IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/12/SROCC_FullReport_FINAL.pdf

IUCN [International Union for Conservation of Nature]. (2008). 'Resolutions and Recommendations adopted at the 4th IUCN World Conservation Congress. Resolution 4.040: Conservation of geodiversity and geological heritage'. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/44190.

IUCN [International Union for Conservation of Nature]. (2012). 'Resolutions and Recommendations, World Conservation Congress, Jeju, Republic of Korea, 6–15 September 2012, WCC-2012-Res-048, Valuing and conserving geoheritage within the IUCN Programme 2013–2016'. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/44015.

IUCN. (2015). *Strategic Framework for Capacity Development in Protected Areas and Other Conserved Territories 2015–2025.* Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/45827

IUCN [International Union for Conservation of Nature]. (2016a). 'Resolutions and Recommendations, World Conservation Congress, Hawai'i, USA, Resolution 6.083, Conservation of moveable geological heritage'. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/46500

IUCN [International Union for Conservation of Nature]. (2016b). 'Resolutions and Recommendations, World Conservation Congress, Hawai'i, USA, Resolution 6.102. Protected areas and other areas important for biodiversity in relation to environmentally damaging industrial activities and infrastructure development. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_REC_102_EN.pdf

IUCN. (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS.* First edition. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en

IUCN-WCPA [World Commission on Protected Areas] Task Force on OECMs. (2019). *Recognising and reporting other effective area-based conservation measures.* Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.PATRS.3.en

Jacobs, P.J., Worboys, G.L., Mossfield, S. and Varcoe, T. (2015). 'Managing operations and assets'. In: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, and I. Pulsford (eds.). *Protected Area Governance and Management*, pp. 751–788. Canberra: Australian National University Press. https://doi.org/10.22459/PAGM.04.2015

Jager, E. and Sanche, A. (2010). Setting the stage for visitor experiences in Canada's national heritage places. *The George Wright Forum* 27(2):180–190.

JNCC [Joint Nature Conservation Committee]. (2019). *A Statement on Common Standards for Monitoring Protected Sites 2019.* Peterborough, UK: JNCC. https://jncc.gov.uk/our-work/common-standards-monitoring/

Kääb, A., Reynolds, J.M. and Haeberli, W. (2005). 'Glacier and permafrost hazards in high mountains'. In: U.M. Huber, H.K.M Bugmann, and M.A. Reasoner (eds.). *Global Change and Mountain Regions: An Overview of Current Knowledge,* pp. 225–234. Dordrecht, Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-3508-X_23

Kiernan, K. (1996.) *Conserving Geodiversity and Geoheritage: The Conservation of Glacial Landforms.* Hobart, Tasmania, Australia: Forest Practices Unit. https://catalogue.nla.gov.au/Record/2687484

Kirkbride, V. and Gordon, J. E. (2010). *The Geomorphological Heritage of the Cairngorm Mountains.* Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 348. Edinburgh: Scottish Natural Heritage. https://www.researchgate.net/publication/272795727_Kirkbride_V_and_Gordon_JE_2010_The_geomorphological_heritage_of_the_Cairngorm_Mountains

Knudson, C., Kay, K., and Fisher, S. (2018). 'Appraising geodiversity and cultural diversity approaches to building resilience through conservation'. *Nature Climate Change* 8:678–685. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0188-8

Kresic, N. (2013). *Water in Karst: Management, Vulnerability, and Restoration*. New York: McGraw-Hill. https://www.researchgate.net/publication/263145223_Water_in_Karst_Management_Vulnerability_and_Restoration

Lambiel, C. and Reynard, E. (2003). 'Impacts du développement d'un domaine skiable sur la morphologie glaciaire et périglaciaire: le cas de Verbier (Valais, Suisse)'. In: E. Reynard, C. Holzmann, D. Guex, and N. Summermatter (eds.). *Géomorphologie et Tourisme. Institut de Géographie, Lausanne, Travaux et Recherches* 24:19–33. https://wp.unil.ch/hmg/publications/

Larwood, J.G. and Chandler, R.B., (2016). Conserving classic geological sections in the Inferior Oolite Formation, Middle Jurassic of the Wessex Basin, south-west England. *Proceedings of the Geologists' Association* 127:132–145. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2016.03.007

Leung, Y.-F., Spenceley, A., Hvenegaard, G., and Buckley, R. (2018). *Tourism and visitor management in protected areas: guidelines for sustainability.* Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 27. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.27.en

Lounema, R. (2003). *Suomen kansan pyhät paikat*. [*Sacred Sites of the Finnish People*]. Hameenlinna, Finland: Yhtyneet Kuvalehdet Oy.

Martin S., Reynard, E., Pellitero Ondicol, R. and Ghiraldi, L. (2014). 'Multi-scale web mapping for geoheritage visualisation and promotion'. *Geoheritage* 6:141–148. https://doi.org/10.1007/s12371-014-0102-3

Martín-Duque, J. F., Caballero García, J. and Carcavilla Urquí, L. (2012). Geoheritage information for geoconservation and geotourism through the categorization of landforms in a karstic landscape: A case study from Covalagua and Las Tuerces (Palencia, Spain). *Geoheritage* 4:93–108. https://doi.org/10.1007/s12371-012-0056-2 https://doi.org/10.1007/s12371-012-0056-2

Migoń, P. (2006). *Granite Landscapes of the World*. Oxford: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/granite-landscapes-of-the-world-9780199273683

Migoń, P. (2018). Geoheritage and World Heritage Sites. In: E. Reynard and J. Brilha (eds.). Geoheritage: Assessment, Protection, and Management, pp. 237–250. Amsterdam: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00013-7

Mitchell, B.A., Stolton, S., Bezaury-Creel, J., Bingham, H.C., Cumming, T.L., Dudley, N., Fitzsimons, J.A., Malleret-King, D., Redford, K.H. and Solano, P. (2018). *Guidelines for privately protected areas*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 29. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.29.en

Morris, R.L., Strain, E.M.A., Konlechner, T.M., Fest, B.J., Kennedy, D.M., Arndt, S.K. and Swearer, S.E. (2019). 'Developing a nature-based coastal defence strategy for Australia'. *Australian Journal of Civil Engineering* 17:167–176. https://doi.org/10.1080/14488353.2019.1661062

National Speleological Society. (2016). *A Guide to Responsible Caving*, 5th ed. Huntsville, AL, USA: National Speleological Society. https://caves.org/brochure/Guide_to_Resp_Caving_2016.pdf

Natural England. (2012). *Managing Geological Specimen Collecting: Guidance and Case Studies.* Natural England Technical Information Notes TIN111, 113. 114, 115, 117, 118, 119, 127. http://publications.naturalengland.org.uk/category/1768835

Neugarten, R.A., Langhammer, P.F., Osipova, E., Bagstad, K.J., Bhagabati, N., Butchart, S.H.M., Dudley, N., Elliott, V., Gerber, L.R., Gutierrez Arrellano, C., Ivanić, K.-Z., Kettunen, M., Mandle, L., Merriman, J.C., Mulligan, M., Peh, K.S.-H., Raudsepp-Hearne, C., Semmens, D.J., Stolton, S., and Willcock, S. (2018). *Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: guidance for key biodiversity areas, natural World Heritage Sites, and protected areas.* Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 28. Gland, Switzerland: IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.28.en

Palmer, A.N. (2007). *Cave Geology*. Dayton, OH, USA: Cave Books. https://www.goodreads.com/book/show/1728400.Cave_Geology

Palmer, M. and Ruhi, A. (2019). 'Linkages between flow regime, biota, and ecosystem processes: Implications for river restoration'. *Science* 365: eaaw2087. https://doi.org/10.1126/science.aaw2087

Pelfini, M., Brandolini, P., Carton, A. and Piccazzo, M. (2009). 'Geotourist trails: A geomorphological risk impact analysis'. In E. Reynard, P. Coratza and G. Regolini-Bissig (eds.). *Geomorphosites,* pp. 131–144. Munich: Pfeil Verlag.

Pereira, P., Pereira, D. and Alves M.I.C. (2007). 'Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal)'. *Geographica Helvetica* 62:159. https://doi.org/10.5194/gh-62-159-2007

Pereira P., Pereira D.I. and Alves, M.I.C. (2009). 'The geomorphological heritage approach in protected areas: Geoconservation vs. geotourism in Portuguese natural parks'. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia* LXXXVII: 135–144.

Piccardi, L. and Masse, W.B. (eds.). (2007). *Myth and Geology.* Special Publication No. 237. London, UK: The Geological Society. https://www.cambridge.org/core/journals/geological-magazine/article/l-piccardi-w-b-masse-eds-2007-myth-and-geology-geological-society-special-publication-no-273-350-pp-geological-society-london-price-9000-us-18000-gsl-members-4500-us-9000-other-qualifying-societies-5400-us-10800-hard-covers-isbn-978-1-86239-216-8/F52D20263874399E99A0755B965F8FC0

Poff, N.L. (2018). 'Beyond the natural flow regime? Broadening the hydro-ecological foundation to meet environmental flows challenges in a non-stationary world'. *Freshwater Biology* 63: 1011–1021. https://doi.org/10.1111/fwb.13038

Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegaard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E. and Stromberg, J.C. (1997). 'The natural flow regime: A paradigm for river conservation and restoration'. *BioScience* 47:769–784. https://doi.org/10.2307/1313099

Pontee, N., Narayan, S. and Beck, M.W. (2016). 'Nature-based solutions: Lessons from around the world'. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Maritime Engineering* 169: 29–36. https://doi.org/10.1680/jmaen.15.00027

Prosser, C.D. (2011) 'Principles and practice of geoconservation: Lessons and case law arising from a legal challenge to site-based conservation on an eroding coast in eastern England, UK'. *Geoheritage* 3:277–287. https://doi.org/10.1007/s12371-011-0042-0

Prosser, C.D. (2016). 'Geoconservation, quarrying and mining: Opportunities and challenges illustrated through working in partnership with the mineral extraction industry in England'. *Geoheritage* 10:259–270. https://doi.org/10.1007/s12371-016-0206-z

Prosser, C.D., Murphy, M. and Larwood, J. (2006). *Geological Conservation: A Guide to Good Practice.* Peterborough, UK: English Nature. http://publications.naturalengland.org.uk/publication/83048

Prosser, C.D., Diaz-Martinez, E. and Larwood, J. G. (2018). 'The geoconservation of geosites: Principles and practice'. In: E. Reynard and J. Brilha (eds.). Geoheritage: Assessment, Protection, and Management, pp. 193–212. Amsterdam: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00011-3

ProGEO. (2011). *Conserving Our Shared Geoheritage – A Protocol on Geoconservation Principles, Sustainable Site Use, Management, Fieldwork, Fossil and Mineral Collecting*. Uppsala, Sweden: ProGEO, the European Association for the Conservation of Geological Heritage. http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf

Purdie, H., Espiner, S. and Gomez, C. (2018). 'Geotourism and risk: A case study of rockfall hazard at Fox Glacier, New Zealand'. In: R. Dowling and D/ Newsome (eds.). *Handbook of Geotourism*, pp. 139–151. Cheltenham, UK: Edward Elgar. https://doi.org/10.4337/9781785368868.00020

Rapprich, V., Lisec, M., Fiferna, P., and Závada, P. (2017). 'Application of modern technologies in popularization of the Czech volcanic geoheritage'. *Geoheritage* 9:413–420. https://doi.org/10.1007/s12371-016-0208-x

Reynard, E. (2009a). 'Geomorphosites and landscapes'. In E. Reynard, P. Coratza and G. Regolini-Bissig (eds.). *Geomorphosites,* pp. 21–34. Munich: Pfeil Verlag.

Reynard, E. (2009b). 'Geomorphosites: Definitions and characteristics'. In E. Reynard, P. Coratza and G. Regolini-Bissig (eds.). *Geomorphosites,* pp. 9–20. Munich: Pfeil Verlag. https://www.researchgate.net/publication/288265820_Geomorphosites_Definitions_and_characteristics

Reynard, E. and, Brilha, J. (eds.). (2018). Geoheritage: Assessment, Protection, and Management. Amsterdam: Elsevier. https://www.elsevier.com/books/geoheritage/reynard/978-0-12-809531-7

Roberts, R., Appleton, P., and Buttler, C. (2016). Root and branch reform for Brymbo fossil. *Earth Heritage* 45:7-9. http://www.earthheritage.org.uk/wp/wp-content/uploads/2018/03/EH45f.pdf

RPDC [Resource Planning and Development Commission]. (2013). 'Land, Geodiversity and Geoconservation'. In: *State of the Environment Report: Tasmania.* Hobart, Tasmania, Australia: RSPC. http://soer.justice.tas.gov.au/2003/lan/2/issue/77/index.php#zmanagement

Santangelo N., Santo A., Guida D., Lanzara R. and Siervo V. (2005). 'The geosites of the Cilento Vallo di Diano National Park (Campania region, southern Italy)'. *Il Quaternari0* 18:103–114. https://www.researchgate.net/publication/258986935_The_geosites_of_the_Cilento-Vallo_di_Diano_National_Park_Campania_region_southern_Italy

Santucci, V.L. (2005). Historical perspectives on biodiversity and geodiversity. *The George Wright Forum*: 22(3):29–34.

Santucci, V.L. and Hughes, M. (1998). 'Fossil Cycad National Monument: A case of paleontological resource mismanagement'. In: Santucci, V.L. and McClelland, L. (eds.). *National Park Service Paleontological Research, 3*, pp. 84–89. Technical Report NPS/NRGRD/GRDTR-9801. Washington, DC: US National Park Service. https://www.nps.gov/subjects/fossils/upload/NPS_10thconference_proceedings.pdf

Santucci, V.L., Kenworthy, J.P. and Mims, A.L. (2009). 'Monitoring in situ paleontological resources'. In: R. Young and L. Norby. (eds.). *Geological Monitoring,* pp. 189–204. Boulder, CO, USA: Geological Society of America. https://doi.org/10.1130/2009.monitoring(08)

Santucci, V.L. and Koch, A.L. (2003). 'Paleontological resource monitoring strategies for the National Park Service'. *Park Science* 22:22–25. http://www.npshistory.com/publications/paleontology/paleo-monitoring.pdf

Santucci, V. L., Tweet, J.S. and Kenworthy, J.P. (2012). 'Paleoblitz: Uncovering the fossil record of the national parks'. *Park Science* 29:29–32.

Scottish Geodiversity Forum. (2013). *Scotland's Geodiversity Charter.* http://scottishgeodiversityforum.org/charter/

Scottish Natural Heritage. (2008). *Scottish Fossil Code*. Battleby, UK: Scottish Natural Heritage. https://www.nature.scot/scottish-fossil-code

Scottish Natural Heritage. (2019). 'Keen of Hamar National Nature Reserve'. https://www.nature.scot/enjoying-outdoors/snh-nature-reserves/keen-hamar-nature-reserve

Sharples, C. (2002). *Concepts and Principles of Geoconservation*. Hobart, Tasmania, Australia: Tasmanian Parks & Wildlife Service. www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf

Sharples, C. (2011). *Potential Climate Change Impacts on Geodiversity in the Tasmanian Wilderness World Heritage Area: A Management Response Position Paper*. Nature Conservation Report Series 11/04. Hobart, Tasmania, Australia: Resource Management and Conservation Division, Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment. http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/LJEM-8P983Y?open

Smaldone, D. (2003). *A Crash Course in Interpretation*. Washington, DC: US National Park Service. https://www.nps.gov/grte/learn/management/upload/interp.pdf

Smith, A.G., Barry, T., Bown, P., Cope, J., Gale, A., Gibbard, P., Gregory, J., Hounslow, M., Kemp, D., Knox, R., Marshall, J., Oates, M., Rawson, P., Powell, J. and Waters, C. (2015). 'GSSPs, global stratigraphy and correlation'. In: D.G. Smith, R.J. Bailey, P.M. Burgess, and A.J. Fraser, A.J. (eds.). *Strata and Time: Probing the Gaps in Our Understanding*, pp. 37–67. Special Publications No. 404. London: The Geological Society. https://doi.org/10.1144/SP404.8

Spalding, M.D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L.Z., Shepard, C. and Beck, M.W. (2014). 'The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards'. *Ocean & Coastal Management* 90: 50–57. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.007

Stolton, S., Shadie, P. and Dudley, N. (2013). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories: Including IUCN WCPA best practice guidance on recognising protected areas and assigning management categories and governance types*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21, Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/30018

Tasmanian Government. (Undated). *Protecting and Managing Karst*. Hobart, Tasmania, Australia: Government of Tasmania. https://dpipwe.tas.gov.au/conservation/geoconservation/karst/protecting-karst

Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T.J., Herman, P. M. J., Ysebaert, T. and De Vriend, H.J. (2013). 'Ecosystem-based coastal defence in the face of global change'. *Nature* 504: 79–83. https://doi.org/10.1038/nature12859

Theobald, D.M., Harrison-Atlas, D., Monahan, W.B. and Albano, C.M. (2015). Ecologically-relevant maps of landforms and physiographic diversity for climate adaptation planning. *PLoS ONE* 10(12):e0143619. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143619

Tilden, F. (1977). *Interpreting Our Heritage*. Chapel Hill, NC, USA: University of North Carolina Press. https://uncpress.org/book/9780807858677/interpreting-our-heritage/

Tukiainen, H., Kiuttu, M., Kalliola, R., Alahuhta, J. and Hjort, J. (2019). 'Landforms contribute to plant biodiversity at alpha, beta and gamma levels'. *Journal of Biogeography* 46:1699–1710. https://doi.org/10.1111/jbi.13569

UNESCO [United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization]. (1972). *Criteria for World Heritage Site Selection*. Paris: UNESCO World Heritage Centre. https://whc.unesco.org/en/criteria/

US National Park Service. (2013). *Yosemite National Park 1997 Flood Recovery Final Report.* Washington, USA: US Department of the Interior, National Park Service. https://www.nps.gov/yose/learn/management/1997-flood-recovery.htm

US National Park Service. (2019). 'Transforming the NPS digital experience'. https://www.nps.gov/subjects/digital/index.htm.

Veni, G., DuChene, H., Crawford, N.C., Groves, C.G., Huppert, G.N., Kastning, E.H., Olson, R., and Wheeler, B.J. (2001). *Living with Karst: A Fragile Foundation*. Environmental Awareness Series No. 4. Alexandria, VA, USA: American Geological Institute. https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/karst.pdf.

Vermeulen, J. and Whitten, T. (1999). *Biodiversity and Cultural Property in the Management of Limestone Resources: Lessons from East Asia*. Washington DC: The World Bank. https://doi.org/10.1596/0-8213-4508-7

Verschuuren, B., Mallarach, J-M., Bernbaum, E., Spoon, E., Brown, S., Borde, R., Brown, J., Calamia, M., Mitchell, N., Infield, M., and Lee, E. (In press). *Cultural and spiritual significance of nature: guidance for its role in protected and conserved area governance and management.* IUCN WCPA Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 32. Gland, Switzerland: IUCN.

Vogel, B., Woo, K.S., Grunewald, R., Crofts, R. and Stolpe, G. (2018) (Eds.) *Global Geoheritage: International Significance and Biodiversity Values—Workshop Proceedings*. BfN Skripten 500. Leipzig: German Federal Agency for Nature Conservation. https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript500.pdf

Waltham, T., Bell, F. and Culshaw, M. (eds.). (2005). *Sinkholes and Subsidence*. Chichester, UK: Springer-Praxis. https://b-ok.org/book/836594/200a35

Watson, J., Hamilton-Smith, E., Gillieson, D. and Kiernan, K. (eds.). (1997). *Guidelines for Cave and Karst Protection*. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/7255

Welch, D. (2004). 'Geoindicators for monitoring Canada's national parks: A proposal'. In: N.W.P. Munro et al. (eds.). *Making Ecosystem Based Management Work: Connecting Managers and Researchers.* Proceedings of the Fifth International Conference on Science and the Management of Protected Areas, Victoria, British Columbia, 11–16 May, 2003. Wolfville, NS, Canada: Science and Management of Protected Areas Association. https://epdf.pub/transforming-parks-and-protected-areas-management-and-governance-in-a-changing-w.html

Wellman, J. (2015). 'What does the term rock mean or represent when used in the Bible?' *Patheos*. http://www.patheos.com/blogs/christiancrier

Werritty, A., Duck, R.W. and Kirkbride, M.P. (1998). *Development of a Conceptual and Methodological Framework for Monitoring Site Condition in Geomorphological Systems*. Scottish Natural Heritage Research, Survey and Monitoring Report No. 105. Edinburgh: Scottish Natural Heritage. https://discovery.dundee.ac.uk/en/publications/development-of-a-conceptual-and-methodological-framework-for-moni

White, W.B. and Culver, D.C. (2012). *Encyclopedia of Caves*, 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press. https://www.sciencedirect.com/book/9780123838322/encyclopedia-of-caves

Wignall, R.M.L. (2019). *Scottish Natural Heritage Earth Science Site Condition Monitoring Methodology 1999–2019*. Scottish Natural Heritage Research Report No. 1160. Edinburgh: Scottish Natural Heritage. https://www.nature.scot/snh-research-report-1160-scottish-natural-heritage-earth-science-site-condition-monitoring

Wignall, R.M.L., Gordon, J.E., Brazier, V., MacFadyen, C.C.J. and Everett, N.S. (2018). *A Climate Change Risk-Based Assessment for Nationally and Internationally Important Geoheritage Sites in Scotland, Including All Earth Science Features in Sites Of Special Scientific Interest (SSSI).* Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 1014. Edinburgh: Scottish Natural Heritage. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.11.003

Williams, A.T., Rangel-Buitrago, N., Pranzini, E. and Anfuso, G. (2018). 'The management of coastal erosion'. *Ocean & Coastal Management* 156:4–20. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.022

Williams, P. (2008). *World Heritage caves and karst: a thematic study*. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/9267

Williams, D. and Edwards, D. (2013). 'Moulding and cast replication of outcrops: A tool in geoconservation'. *Proceedings of the Geologists' Association* 124:648–652. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.08.003

Wimbledon, W.A.P., Barnard, A.F. and Peterken, A.G. (2004). 'Geosite management: A widely applicable, practical approach'. In: Parkes, M.A. (ed.). *Natural and Cultural Landscapes: The Geological Foundation.* pp. 187–192. Dublin: Royal Irish Academy. https://www.researchgate.net/publication/333546901

Wimbledon, W.A.P. and Smith-Meyer, S. (eds.). (2012). *Geoheritage in Europe and its Conservation*. Oslo: ProGEO. https://www.researchgate.net/publication/261917799_Geoheritage_in_Europe_and_its_Conservation_WAPWimbledonSMeyer-Smith_ProGEO_2012_405_pp_Hardback_4000_ISBN_9788242624765

Woo, K.S. and Kim, L. (2018). 'Geoheritage evaluation of caves in Korea: A case study of limestone caves'. In: E. Reynard and J. Brilha (eds.). *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management,* pp. 373-386. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00021-6

Wood, C. (2009). *World Heritage Volcanoes: A Thematic Study. A Global Review of Volcanic World Heritage Properties: Present Situation, Future Prospects and Management Requirements*. Gland, Switzerland: IUCN. https://portals.iucn.org/library/node/9486

Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. and Pulsford, I. (eds.). (2015). *Protected Area Governance and Management*. Canberra: Australian National University Press. https://portals.iucn.org/library/node/45127 https://doi.org/10.22459/PAGM.04.2015

Worboys, G.L. (2015). 'Managing protected areas'. In: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, and I. Pulsford (eds.). *Protected Area Governance and Management*, pp. 207–250. Canberra: Australian National University Press. https://doi.org/10.22459/PAGM.04.2015

Zarnetske, P.L., Read, Q.D., Record, S., Gaddis, K.D., Pau, S., Hobi, M.L., Malone, S.L., Costanza, J., Dahlin, K.M., Latimer, A.M., Wilson, A.M., Grady, J.M., Ollinger, S.V. and Finley, A.O. (2019). 'Towards connecting biodiversity and geodiversity across scales with satellite remote sensing'. *Global Ecology and Biogeography* 28:548–556. https://doi.org/10.1111/geb.12887

المؤلفون

روجر كروفتس (Roger Crofts) : تدرب روجر كروفت كجغرافي ومتخصص في التطور الساحلي وإدارة الطبيعة للمناطق المحمية. كان الرئيس التنفيذي المؤسس لشركة التراث الطبيعي الاسكتلندي (Scottish Natural Heritage)، والوكالة القانونية لحماية الطبيعة والمناظر الطبيعية المسؤولة عن تنفيذ نظام الاتحاد الأوروبي وإدارة نظام المناطق المحمية المحلية في اسكتلندا. وكذلك ترأس لجنة (IUCN UK)، و اللجنة العالمية للمناطق المحمية (WCPA) في المنطقة الأوروبية ، ومجموعة عمل اتفاق ديربان وخطة العمل في المؤتمر العالمي الخامس للمتنزهات ، ولعب دورًا رائدًا في إدخال «الطبيعة» في تعريف المنطقة المحمية في (IUCN). لقد درس الكثير من المناطق المحمية ونشر عن الحماية الجيولوجية. حصل روجر على جائزة فريد باكارد الدولية لاستحقاق المتنزهات في عام 2016 وحصل على العديد من الجوائز الأخرى في اسكتلندا والمملكة المتحدة وأيسلندا عن إدارته البيئية وعمله في المناطق المحمية.

خوسيه ب. ر. برلها (José B.R. Brilha): جيولوجي وأستاذ متفرغ في قسم علوم الأرض بجامعة مينهو (البرتغال). هو عضو اللجنة العالمية للمناطق المحمية التابعة لـ (IUCN) ومجموعة أخصائيي التراث الجيولوجي التابعة لها ، وعضو في قائمة المقيمين في المتنزهات الجيولوجية العالمية لليونسكو. كان رئيس (الرابطة الأوروبية للحفاظ على التراث الجيولوجي) ، المؤسس المشارك ورئيس تحرير المجلة التراث الجيولوجي (Geoheritage) العلمية وعضو في لجنة (IGCP) البرتغالية ومنتدى الجيوبارك (Geoparks) البرتغالي. يقوم حاليًا بتطوير الأبحاث التطبيقية حول التنوع الجيولوجي ، الحماية الجيولوجية ، والمناطق المحمية ، والمتنزهات الجيولوجية.

جون جوردون (John Gordon): عمل جون جوردون لسنوات عديدة مع الوكالات القانونية لحماية الطبيعة في بريطانيا العظمى ، حيث قدم المشورة بشأن تقييم وتوثيق وإدارة الحفاظ على المناطق المحمية للتراث الجيولوجي. وهو أستاذ فخري في كلية الجغرافيا والتنمية المستدامة بجامعة سانت أندروز ، اسكتلندا. هو عضو لجنة توجيهية ونائب رئيس مجموعة التراث الجيولوجي (Geoheritage Specialist Group) التابعة للجنة العالمية للمناطق المحمية في (IUCN) ، وعضو اتحاد الجيولوجيين الأوروبيين، وخبير في التراث الجيولوجي، وعضو في (ProGEO) الرابطة الأوروبية للحفاظ على التراث الجيولوجي.

موري كراي (Murray Gray): أستاذ فخري بكلية الجغرافيا بجامعة كوين ماري بلندن ، المملكة المتحدة ، وأستاذ زائر ، كلية علوم الأرض ، جامعة مينهو ، البرتغال. كان في الأصل عالم جيومورفولوجي جليدي ، وقد طور خبرته في التنوع الجيولوجي وتطبيقاته بما في ذلك التراث الجيولوجي، والحماية الجيولوجية والسياحة الجيولوجية. وهو مؤلف الطبعتين من كتاب التنوع الجيولوجي: تثمين الطبيعة اللاأحيائية والحفاظ عليها Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature (Wiley-Blackwell, Chichester,) 2004 and 2013). هو عضو في مجموعة اختصاصيي التراث الجيولوجي التابعة ل (IUCN-WCPA)، وهيئة تحرير مجلة التراث الجيولوجي العلمية (Geoheritage). لقد قام بالقاء محاضرات في موضوع التنوع الجيولوجي بدعوة من الولايات المتحدة الأمريكية، وكندا، والبرازيل، والصين، واليابان، وماليزيا، وجنوب إفريقيا، وجميع أنحاء أوروبا.

جون كون (John Gunn): بكالوريوس علوم من جامعة أبيريستويث ؛ وحاصل على درجة الدكتوراه من جامعة أوكلاند، أستاذ فخري في كلية الجغرافيا، قسم علوم الأرض والبيئية ، جامعة برمنغهام. هو عالم متعدد التخصصات يعمل على صخرة واحدة - الحجر الجيري - وفي بيئات الخسفات (الكارستية) التي تتشكل على الحجر الجيري. جون هو عالم الكهوف ، يشارك بنشاط في استكشاف الكهوف ، مع فريق البحث في الحفاظ على وإدارة الكهوف، والتراث الجيولوجي، وموارد الخسفات (الكارستية)؛ هيدرولوجيا الخسفات ، تطور تجمعات الخسفات ؛ ومناخات الكهوف. وهو نائب رئيس مجموعة اختصاصيي التراث الجيولوجي التابعة لـ (IUCN WCPA) و رئيس مجموعة اختصاصيي الكهوف و الخسفات.

جوناثان لاروود (Jonathan Larwood): درس الجيولوجيا في كلية جامعة لندن، وحصل على درجة الدكتوراه في علم الأحياء الدقيقة في أبيريستويث ، من كلية جامعة ويلز. تابع جوناثان مسيرته المهنية في مجال الحماية الجيولوجية. يعمل في طبيعة انكلترا الحكومية كجيولوجي وعالم متحجرات ، يقدم المشورة بشأن الحماية الجيولوجية وعلم المتحجرات. شارك في عدد من المبادرات ، بما في ذلك تطوير سياسة وممارسات الجمع وإنشاء تخطيط عمل التنوع الجيولوجي في المملكة المتحدة ، ويعمل بشكل وثيق مع القطاع الجيولوجي التطوعي. جوناثان هو حاليا مستشار متطوع للصندوق الوطني ، ووصي على موقع التراث العالمي للساحل الجوراسي.

فينسينت ل. سانتوتشي (Vincent L. Santucci): فينسينت ل. سانتوتشي كبير الجيولوجيين وعالم المتحجرات في قسم الموارد الجيولوجية التابع لخدمة المتنزهات القومية الأمريكية. خصص حياته المهنية في الإدارة والحماية والتفسير والبحث العلمي ورعاية متحجرات نظام المتنزهات القومية الأمريكية ، والتي تم تحديدها في أكثر من 260 متنزهًا وطنيًا. تتمثل إحدى وظائفه المهمة في تنسيق تخطيط موارد المتحجرات والأنشطة داخل خدمة المتنزهات القومية الأمريكية ومع مجموعة من الشركاء الأكاديميين والمتحفيين والتعليميين من أجل تحقيق الإشراف على الموارد ومهام التعليم العام. يتمثل أحد أكثر الجوانب المجزية لمنصبه هو العمل مع فريق يوم المتحجرات الوطني لتعزيز الوعي المتزايد بالقيم العلمية والتعليمية للمتحجرات.

دان تورمي (Dan Tormey): هو رئيس الحلول البيئية المساعدة (Catalyst Environmental Solutions)، وهي شركة استشارية بيئية. حصل على دكتوراه في الجيولوجيا والجيوكيمياء من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وبكالوريوس في الهندسة المدنية والجيولوجيا من جامعة ستانفورد. لقد عمل في (IUCN) على التراث العالمي منذ عام 2009 ، وراجع 27 ملف لقائمة التراث العالمي من خلال سطح المكتب ، وقام بمهمة ميدانية واحدة ، وشارك في تأليف دراسة مواضيع البركان ل (IUCN) لعام 2019. تم تعيينه في المجالس الاستشارية العلمية في المناطق المحمية من قبل الأكاديمية الوطنية للعلوم ومجلس كاليفورنيا للعلوم والتكنولوجيا ، وهو محاضر متميز في SPE وحاصل على جائزة المسؤولية البيئية والاجتماعية.

كرايم ل. ووربويس (Graeme L. Worboys): كان أستاذًا فخريًا مشاركًا في مدرسة فينير (Fenner) بالجامعة الوطنية الأسترالية ، ومستشارًا تقنيًا لحكومة جنوب أستراليا لعملية ترشيح نطاقات فلندرز (Flinders Ranges) على لائحة التراث العالمي حسب المعيار (viii). تدرب في الجيولوجيا ، وعمل في المناطق المحمية لمدة 46 عامًا وحصل على درجة الدكتوراه في أطروحته حول إدارة المناطق المحمية. أكمل تقييمات التراث العالمي الجيولوجي ل(IUCN) في جنوب إفريقيا، وإيطاليا، والهند، وفيتنام، والصين. كان غرايم محررًا رئيسيًا لكتاب حوكمة وإدارة المناطق المحمية لعام 2015 الصادر عن (IUCN) وحصل على جائزة فريد م. واستحق جائزة باكارد الدولية للمتنزهات عن «الخدمة المتميزة في تعزيز أهداف المناطق المحمية للمجتمع». وحصل على وسام أستراليا (AM) في عام 2020 لخدمته المتميزة للحماية والمجتمع. توفي في سبتمبر 2020.

INTERNATIONAL UNION
FOR CONSERVATION OF NATURE

WORLD HEADQUARTERS
Rue Mauverney 28
1196 Gland, Switzerland
Tel +41 22 999 0000
Fax +41 22 999 0002
www.iucn.org