صندوق المناخ

مجموعة أدوات تعليمية
تفاعلية حول تغير المناخ

UNDP

Empowered lives.
Resilient nations.

صندوق المناخ

مجموعة أدوات تعلم تفاعلية حول تغير المناخ

كتاب الدراسة

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
2019

المؤلفون
فلاديمير بيردين (المؤلف الرئيسي للأقسام 1.1و 1.4و 2.6و 2.8و 3.5)
وإكاتيرينا جراشيفا (الأقسام 3.1و 3.2و 3.4)
يوليا دوبروليوبوفا التحرير العام، الأقسام 2.7 و 2.9 و 2.10 ، الدكتور
الدكتورة ديمتري زامولودشيكوف القسم 2.3
الدكتور بافل كونستانتينوف الأقسام 1.1 و 2.1 و 2.4 و 2.5 و 2.9
الدكتور ناتاليا ريزهوفا القسم 2.2
الدكتور إيلينا سميرنوفا التحرير العام، الأقسام 3.2 و 3.3 و 3.4

مراجعو التدريس
الدكتور إيلينا سميرنوفا

منسق المشروع
يوليادوبروليوبوفا

محررو اللغة
إيلينا إيرماكوفا
بن ويليام هوسون

المراجعة الفنية
تيرنس جون كارينجتون

التصميم والشكل الخارجي
أنا أليكبيروفا، مؤسسة RA ILF LLC,

طبع بواسطة
RA ILF LLC, Office 1, Building 1, 10 Bolshsoi Kondratyevsky Lane, Moscow, 123056

مديرو المشروع
ناتاليا أولوفينسكايا
الدكتور/ سيرجي تامبيف
أنطونينا خوشوفانسكايا
إيلينا سوروفيكينا

شكر وتقدير
يتقدم فريق المشروع بخالص الشكر لكل المستشارين والاستشاريين العلميين الذين تفضلوا بتقديم العون لإعداد مجموعة أدوات التعلم التفاعلي الخاصة بصندوق المناخ، وبصفة خاصة

على الاستشارات الثمينة في إعداد أقسام "تغير المناخ و كيف يؤثر تغيّر المناخ على المنطقة القطبية الشمالية WWF أليكسي كوكورين

على المساعدة في إعداد خريطة الحائط والملصق؛ WWF يوليا كالينيشيفا

على ما قدماه من عون في إعداد المواد الخاصة WWF وأولجا بيجو فا مؤسسة BSH Home Appliances LLC أليكسي سولداتوف مؤسسة بموضوع "كفاءة الطاقة وترشيد استهلاك الطاقة

المعلمون التالي ذكرهم في المدرسة رقم 9 بيريسلافل زاليسكي منطقة ياروسلاف، روسيا الذين ساعدة في العمل المقدم بشأن مجموعة أدوات صندوق المناخ: فيرا زابافينا، سفيتلانا رودنيفا، تاتيانا جورديفا، سفيتلانا توكا، جالينا فوروز هتسوفا، أولجا فولودينا، تاتيانا كولوشكين، جالينا فاسيكوفا، ليودميلا بوبنوفا

صندوق المناخ: مجموعة أدوات تعلم تفاعلية حول تغير المناخ V. Berdin, E. Gracheva, Y. Dobrolyubova et al
برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2019 - 254 [2].

إن الكتاب الدراسي "صندوق المناخ جزء من مجموعة أدوات تعلم تفاعلية حول تغير المناخ وهو موجه إلى طلاب المدارس الابتدائية والثانوية ومعلميها المتخصصين في العلوم الطبيعية والدراسات البيئية. وقد تولى إعداد الكتاب برنامجُ الأمم المتحدة الإنمائي بدعم مالي من صندوق البيئة العالمية وحكومة الاتحاد الروسي وشركة كوكا كولا. ويواصل صندوق المناخ سلسلةً من مجموعات الأدوات البيئية للطلاب، وهو يشتمل على صندوق البحر الأسود وصندوق الكنز الصغير عند بايكال

551,583 UDC 373.3 (5):
74.26:26.237 BBK:
K49
ISBN978-5-9902971-2-8

©برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
جميع حقوق الطبع محفوظة. يجوز إعادة إنتاج هذا الإصدار للاستعمال لأغراض غير تجارية أو لأغراض تعليمية دون موافقة خطية من صاحب حق النسخ بشرط الإشارة إلى المصدر بطريقة صحيحة

حول مشروع صندوق المناخ

لقد أقرت منظمة الأمم المتحدة بتغير المناخ باعتباره أحد أهم القضايا المعاصرة. وتتسم المشكلة بأنها مشكلة عالمية، ذلك لأن آثار تغيّر المناخ ملموسة في جميع بلدان العالم ومناطقه، ولأن كلَ واحد منا يتحمل، بدرجات متفاوتة، المسؤولية عن التغيرات التي تحدث على كوكبنا. ونحن المستهلكون النهائيون للسلع والخدمات التي تتطلب موارد وطاقة لأنتاجها، مثل الوقود الأحفوري النفط والفحم والغاز الطبيعي ، لإنتاجها. ويتسبب إنتاج الوقود الأحفوري واستهلاكه انبعاث ما يسمى غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، التي تزيد من تأثير الاحتباس الحراري وترفع درجات حرارة الهواء العالمية. هذه هي البصمة الكربونية التي نتركها على كوكب الأرض

لتقليل العبء على البيئة وتقليل البصمة الكربونية، فنحن بحاجة إلى المعرفة وثيقة الصلة. ومن الأهمية بمكان غرس تلك المعرفة والعادات منذ سنوات العمر الأولى لكي يفهم كل شخص عندما يترك الدراسة بالمدرسة مدى أهمية العناية بالبيئة الطبيعية ومواردها

وإذ يأخذ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي هذا الهدف في الحسبان، ومع الدعم الوارد من صندوق البيئة العالمية ومن حكومة الاتحاد الروسي وشركة كوكا كولا، فقد أعد صندوق المناخ: مجموعة أدوات تعلم تفاعلية حول تغير المناخ للطلاب.

يتكون صندوق المناخ من

- كتاب دراسي مزود بإيضاحات للطلاب مع مواد تعليمية والعديد من الأسئلة والمهام للأفراد والمجموعات، إلى جانب إرشادات للمعلمين حول استخدام مجموعة الأدوات في الدروس للطلاب في مختلف المجموعات العمرية
- اختبار المناخ - مجموعة من بطاقات الألعاب
- خريطة حائط توضح الآثار الممكنة لتغيّر المناخ على الطبيعة وعلى الإنسان في أماكن عديدة في العالم بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين
- ملصق مع الإرشادات حول كيفية تقليل البصمة الكربونية
- اسطوانة تحتوي على جميع مواد مجموعة الأدوات

يتمثل الهدف من صندوق المناخ في تزويد الطلاب بالمعلومات المهمة حول القضايا المرتبطة بتغير المناخ العالمي بأسلوب شائق وجذاب وممتع، إلى جانب التوصيات الموجهة إلى المعلمين حول استخدام مجموعة الأدوات في المنهج المدرسي

لقد عكف على صندوق المناخ فريق كبير من المؤلفين ومنهم خبراء رائدون في علم المناخ وعلم الجغرافيا وعلم الأحياء وعلم الاقتصاد، إضافة إلى كتاب محترفين في كتابة الكتب المخصصة للأطفال. وقد قدم المعلمون المتمرسون بالمدارس إسهامًا ثمينًا للمشروع بتقديم يد العون لإعداد الإرشادات حول الاستخدام الصفي لمجموعة الأدوات من قبل المعلمين

مما يكتسي الأهمية أن صندوق المناخ صُمم خصيصي لطلاب المدارس. والكتاب الدراسي هو أشبه بموسوعة مصورة حول المناخ تصف القضايا المهمة بل والصعبة أحيانًا بأسلوب ممتع. ويتعلم القراء كيف أن مناخ كوكب الأرض قد تغير من الحقب الجيولوجية الأولى، وما التغيرات المناخية التي تحدث الآن، وكيف تؤثر هذه التغيرات على الطبيعة وعلى البشرية، سواءً استطعنا أن نتكيف مع الآثار الحتمية أم لم نستطع، وكيفية منع أخطر عواقب الاحترار العالمي وما يجري بالفعل تنفيذه في مختلف المناطق من العالم. ويقدم قسم منفصل من الكتاب شرحًا للقارئ عن كيفية تقليل البصمة الكربونية الشخصية

لقد صُمم الكتاب الدراسي والمواد الأخرى في صندوق المناخ بحيث يسمح لصغار القراء أن يستخدموها استخدامًا مستقلًا. وينصب تركيز بعض الموضوعات على الأطفال الأصغر سنًا وغيرهم - أي على طلاب المدارس الثانوية. وسيجد بعض القُرّاء الكتاب كله مثيرًا لاهتمامهم، في حين سينجذب البعض الآخر لما قد يثير فضولهم من حقائق محددة أو صور أو أفكار لتجارب. وسوف يجد القراء جميعًا شيئًا جديدًا ومثيرًا لهم في صندوق المناخ

عقب نجاح المرحلة التجريبية لصندوق المناخ وتقدير خبراء تغيّر المناخ والمعلمين وأطفال المدارس، فقد ظهر الطموح لجعله مجموعة أدوات تعليمية دولية تجمع شمل الأطفال والمعلمين عبر مختلف البلدان

بحلول عام 2017، حسّن برنامج الأمم المتحدة الإنمائي وطور تنفيذ مشروع صندوق المناخ عبر ثمانية بلدان في منطقة أوروبا الشرقية ومنطقة القوقاز ومنطقة أسيا الوسطى لتحقيق طموح تكرار المشروع. وتتوفر إصدارات رقمية من مجموعة الأدوات للأطفال باللغة الإنجليزية والروسية على الموقع الإلكتروني www.climate-box.com وعلى تطبيقات الهاتف النقال

تحتوي هذه النسخة الإنجليزية المعدلة لعام 2018 من مجموعة أدوات صندوق المناخ على أحدث المعلومات وتشتمل على الآراء والتوصيات الواردة من المعلمين والخبراء في البلدان المشاركة

نتمنى أن يكون صندوق المناخ مصدر معلومات مثيرًا ومفيدًا حول تغير المناخ لأطفال المدارس وأن يساعدهم على أن يتعلموا كيفية حماية العالم الطبيعي

مقدمة إلى صندوق المناخ

عام 2030 وعام 2050 وعام 2100 هذه الأعوام هي الأعوام التي يتكرر ذكرها دائمًا عندما نتحدث عن تغير المناخ الذي حدث بفعل الإنسان، وآثاره والحاجة للتكيف مع التحولات التي ستحدث في المستقبل. وقد تبدو هذه السنوات المحددة بعيدة لمعظم الناس، لكنها ليست ببعيدة عليك أنت ذلك أن نقاط الإحداثيات على محور الزمن ستكون مهمة للجيل الجديد. ماذا سأعمل في عام 2030؟ أين سأعيش في عام 2050؟ كيف سيجد أطفالي حياةً سعيدةً في عام 2100؟ هذه الأسئلة جوهرية لطلاب اليوم بدءًا من مرحلة المدرسة إلى مرحلة الجامعة

لقد اعتاد جيلنا على البحث عن إجابات لتلك الأسئلة المتوجهة نحو المستقبل عن طريق النظر إلى أنفسنا، وعن طريق الحصول على أفضل تعليم، وعن طريق العمل بجد واجتهاد وعن طريق التحلي بالإبداعية والابتكار. ومع ذلك، فإن تغيّر المناخ الذي يحدث بفعل الإنسان سيغير ليس فحسب أحوال المعيشة على كوكب الأرض - منزلنا الوحيد - بل سيؤثر أيضًا أكثر وأكثر على الخيارات المتاحة لحياتنا ورفاه عائلاتنا وحياة ورفاه جيراننا الأقرب لنا وفي كل مكان. وسوف يصبح تغيّر المناخ أكثر العوامل المحدِّدة لأحوالنا المعيشية

لهذا السبب، فقد جاء صندوق المناخ في الوقت المناسب. إننا نحتاج إلى أن نعرف ما يحدد مستقبلنا، ونحتاج إلى أن نفهم كيف ستؤثر قراراتنا اليوم ليس على أنفسنا فحسب على أفق حياتنا الخاصة، بل وكيف ستؤثر بطرق متعددة ومعقدة على أطفالنا وأحفادنا. ويجب أن تُدرَّس في المراحل الأولى من التعليم المعرفة العلمية حول تأثير الإنسان على الأرض وعلى المناخ وعلى جميع الموارد. كما يجب مراعاة حساسية هذه القضايا في أسرع وقت ممكن. ويأتي التعليم في أشكال كثيرة. ويقدم صندوق المناخ مدخلًا جديدًا وحيويًا لهذ الموضوع المعقد. وبالاشتمال على أحدث النتائج العلمية ضمن رسومات بسيطة ورسوم متحركة وقصص، يكون الطلاب قادرين على استيعاب المعرفة بسهولة من خلال العديد من القنوات. وتساعد المهام في صندوق المناخ على الاستدعاء والتقييم وتثبيت الفهم

لقد أحدثت لنا العولمة الكثير من الفوائد، لكننا لم نكن متهيأين بالإمكانيات اللازمة للعيش والعمل والأداء الوظيفي في مجتمع عالمي. لقد تدرب مخنا للألفية للاستجابة للتغيرات التي تحدث في بيئتنا المباشرة والتكيف معها. وقد كان هذا جوهريًا لبقائنا. ومن الواضح أن مستشعراتنا الشخصية لا تتجاوز ما نراه ونسمعه. ومع ذلك، فإن أفعالنا اليوم، ومن أهمها استهلاك الطاقة من الوقود الأحفوري واستهلاك احتياطيات الأرض خلال إزالة الغابات والكثير من الأنشطة الأخرى، لها عواقب عالمية تهدد بقاءنا جميعًا

لذا، فإن صندوق نجاتنا بحاجة ماسة للتحديث والتطوير. وهذا التطوير والتحديث يأتي من العلم الذي يزودنا بفهم المناخ المتغير وبالقدرة على تقدير الأحداث المستقبلية الممكنة اعتمادنا على اختياراتنا اليوم. ولا يزال في أيدينا اليوم إما أن نعيش في عالم مختلف عن عالمنا اليوم، عالم أكثر دفئًا مع المناخ المتغير لكن لا يزال موطنًا يستطيع أغلب الناس على كوكب الأرض أن يتكيفوا معه وأن يعيشوا فيه حياةً مريحة، وإما أن نواجه، نتيجة التغيّر الجامح في المناخ، عالمًا مختلفًا اختلافًا جوهريًا، عالمًا أكثر دفئًا من قدرة البشر والأنظمة البيئية على مجابهته مع ارتفاع

مستوى سطح البحر بما لا يقل عن متر واحد، والمساحات الشاسعة من المناطق البرية الساحلية المغمورة التي لا تطاق الحياة فيها، وضياع الكتل الجليدية وتغير بيئة المنطقة القطبية الشمالية تغيرًا لا يمكن مواجهته، والظواهر الجوية القصوى التي من شأنها الإضرار بأضعف الناس وبالكثير من الأنظمة البيئية التي لم تعد تقدم خدماتها. وهذا العالم الآخر هو العالم الذي يُتوقع أن يكون موجودًا نتيجة "الأعمال كالمعتاد"، وهو مصطلح خادع وغير ملائم، ذلك أنه يوحي بكل براءة وسذاجة أن في عام 2050 أو في عام 2100، ستستمر "كالمعتاد" مزاولة الأعمال كما نعرفها اليوم. ويعرف المواطن المستنير بالفعل اليوم أن هذه لن تكون القضية في هذا السيناريو

إنني لأتمنى، بمعرفة هذه العواقب التي تحدد الحياة خلال العلم والتعليم وبالحساسية المتزايدة والوعي الزائد المكتسب خلال مادة التعلم مثل صندوق المناخ الذي يتوافر على جميع مستويات التدريس، أن نُعِدَّ الجيلَ القادم لكي لا يخسر ما خسرناه من وقت كبير ولكي يتخذ القرارات الصائبة

توماس ستوكر

رئيس مشارك للفريق العامل الأول لدى الفريق الحكومي
الدولي المعني بتغير المناخ من 2008 - 2015
أستاذ الفيزياء
جامعة بيرن بسويسرا

المحتويات

الجزء (1): مشكلة تغيّر المناخ 11

1.1. المناخ والطقس 12
1.2. أنواع المناخ والمناطق المناخية 14
1.3. كيف تغير المناخُ في الماضي ولماذا 24
1.3.1. أسباب تغيّر المناخ: ملايين السنين 26
1.3.2. أسباب تغيّر المناخ: عشرات ومئات آلاف السنين 28
1.3.3. أسباب تغيّر المناخ: قرون 30
1.4. تغيّر المناخ اليوم 35

الجزء (2): كيف يؤثر تغيّر المناخ على العالم الطبيعي وعلى البشر
هل نستطيع أن نتكيف مع العواقب الحتمية لتغير المناخ؟ 47

2.1. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **الطقس** 49
2.2. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **النباتات والحيوانات** 58
2.3. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **الغابات** 76
2.4. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **موارد المياه** 94
2.5. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **الزراعة** 103
2.6. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **المناطق الساحلية** 109
2.7. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **المناطق الجبلية** 119
2.8. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **المنطقة القطبية الشمالية** 133
2.9. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **المدن وصحة الإنسان** 148
2.10. كيف يؤثر تغيّر المناخ على **المشكلات الاجتماعية** 158

الجزء (3): كيفية منع التغيّر الخطير في المناخ؟ 169

3.1. المصادر الخضراء للطاقة 170
3.1.1. ما الطاقة؟ 170
3.1.2. المصادر الرئيسة للطاقة 171
3.1.3. الوقود الأحفوري 172
3.1.4. الطاقة النووية 176
3.1.5. مصادر الطاقة المتجددة 178
3.1.6. مزايا وعيوب المصادر المختلفة للطاقة 190
3.2. كفاية الطاقة والاقتصاد في استهلاك الطاقة 196
3.2.1. وسائل النقل غير المضرة بالبيئة 200
3.2.2. الأدوات المنزلية والأجهزة الكهربائية 205
3.2.3. التشييد المُراعي للبيئة: المباني السلبية والنشطة 208
3.2.4. المدن المراعية للبيئة 212
3.3. البصمة الكربونية 217
3.4. كيف أستطيع أن أساعد الكوكب؟ تقليل بصمتك الكربونية 221
3.5. التعاون العالمي بشأن تغيّر المناخ والتنمية المستدامة 231

الجزء (4): إرشادات للمعلمين حول استخدام مجموعة أدوات صندوق المناخ في المدارس 238

قائمة الأشكال 252

مشكلة تغيُّر المناخ

الوحدة 1

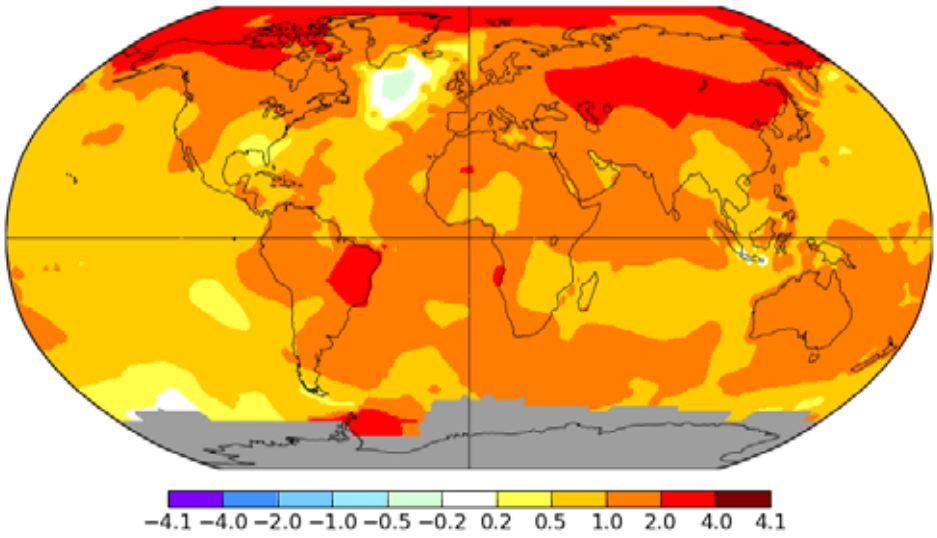
مشكلة تغيّر المناخ 11
1.1. المناخ والطقس 12
1.2. أنواع المناخ والمناطق المناخية 14
1.3. كيف تغير المناخُ في الماضي ولماذا 24
1.3.1. أسباب تغيّر المناخ: ملايين السنين 26
1.3.2. أسباب تغيّر المناخ: عشرات ومئات آلاف السنين 28
1.3.3. أسباب تغيّر المناخ: قرون 30
1.4. تغيّر المناخ اليوم 35

1. مشكلة تغيُّر المناخ

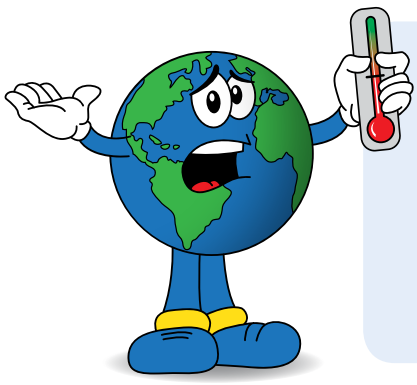
إن تغيّر المناخ إحدى أهم القضايا في عصرنا الحالي. ومنذ ثلاثين عامًا فقط تحدث العلماء حول تغيّر المناخ ولكن الأمر بات واضحًا لمعظمنا اليوم. ونلاحظ أن الطقس قد أصبح أكثر دفئًا وتتزايد صعوبة القدرة على التنبؤ بحالة الطقس الذي يمكن أن نتوقعه في أي شهر من السنة

إن حقيقة أن مناخ كوكبنا يتغير، بل ويتغير بسرعة، حقيقةٌ واضحة بما لا يدع مجالًا للشك. احكم لنفسك: فيما مضى منذ 130 عامًا ارتفع متوسط درجة الحرارة على الأرض بدرجة واحدة مئوية. وربما لا يبدو ذلك ارتفاعًا كبيرًا، ولكن على نطاق عالمي يشكل هذا تهديدًا خطيرًا للحياة كلها على كوكبنا، من النباتات إلى الحيوانات وتهديدًا لنا أيضًا. ويجب ألا يغيب عن ذهنك أن درجة واحدة تقريبًا هي المتوسط العالمي، ولكن بعض المناطق خاصة المنطقة القطبية الشمالية، تصبح أكثر دفئًا بسرعة أكبر

الشكل 1.1: خريطة التغيرات المُلاحَظة في درجة حرارة السطح على كوكب الأرض من عام 1901 إلى عام 2018



تغير درجة الحرارة (بالدرجة المئوية من عام 1901 إلى عام 2018)



يزداد كوكب الأرض سخونة!

لقد ارتفع متوسط درجة الحرارة على كوكب الأرض بمعدل درجة مئوية واحدة (1) منذ بداية القرن العشرين. وأثناء الأعوام الثمانية عشر (18) الماضية، فقد رأينا 17 عامًا من أدفأ الأعوام منذ بدأت سجلات الأرقام القياسية وقد شهد العام 2016 رقمًا قياسيًا مطلقًا. وفي نصف الكرة الأرضية الشمالي، أصبحت الفترة من عام 1983 إلى عام 2018 أحرّ فترة في آخر 1400 عام

إن مصطلح "تغيّر المناخ" أكثر دقة منذ مصطلح "الاحترار العالمي" لأن درجات الحرارة الأعلى هي فقط جزء مما يعنيه تغيّر المناخ لكوكب الأرض. وتؤدي التغيرات في المناخ إلى فقدان التوازن في جميع أنحاء العالم الطبيعي: تذوب الكتل الجليدية والطبقة الجليدية دائمة التجمد، وترتفع مستويات البحر، والفيضانات وتحدث فترات جفاف وأعاصير بصفة أكثر تكرارًا ويصبح الطقس من الصعب التنبؤ به. ويؤدي تغيّر المناخ إلى انقراض الكثير من الحيوانات والنباتات التي لا تستطيع التكيف مع الظروف الجديدة؛ حيث يؤثر سلبًا على الأنظمة الاقتصادية للبلدان ويهدد الصحة بل ويهدد حياة الناس

ثمة نظريات مختلفة تفسر سبب حدوث هذه التغيرات. ويذهب بعض الباحثين إلى القول إنها ترجع إلى تأثير العمليات الفلكية على كوكبنا (تزايد النشاط الشمسي والتغيرات في انحدار محور كوكب الأرض)، في حين يذهب البعض الآخر إلى القول إن مشكلات المناخ هي نتاج للاستهلاك الزائد من قبل البشر للموارد الطبيعية. ومن المؤكد أن النشاط الشمسي والتغيرات في ميل محور كوكب الأرض تخرج عن نطاق السيطرة، في حين أن الاستهلاك المتزايد والغازات الدفيئة الضارة بالمناخ التي تحدث بسببها هي أشياء يمكننا أن نفعل شيئًا حيالها

لذا، ما الذي يحدث فعلًا لطقسنا ومناخنا؟ وكيف تغير مناخ كوكب الأرض في الماضي وكيف يتغير الآن؟ وما الذي نلقي باللائمة عليه بشأن التغيرات التي تحدث؟ وما الغازات الدفيئة وماذا يمكننا أن نفعل حيالها؟ لنحاول إيجاد بعض الإجابات لهذه الأسئلة

1.1 المناخ والطقس

غالبًا ما يشكو الناس من الطقس لكنهم من نادرًا ما يشكون من المناخ. وهذا أحد الأمثلة: "أخمد شهر أكتوبر نفسه في خضم الرياح الهوجاء والمطر الكاسح، ثم وصل شهر نوفمبر به برودة أشبه بالحديد المتجمد، مع برودة قاسية كل صباح، وتيارات الهواء شديدة البرودة تنهش الأيدي والأوجه المكشوفة." (جيه. كي. رولنج، رواية "هاري بوتر وجماعة العنقاء"). ولا يكتب الكُتّاب والشعراء عن المناخ. ومن السهل أن نفهم سبب ذلك. ويمكنك أن ترى الطقس بمجرد الإطلال من النافذة بعينك على الخارج. ويجب أن نتعامل مع الطقس كل يوم. لكن المناخ شيء أكثر صعوبة من أن نفهمه ونستوعبه. والجميع - من العلماء إلى السياسيين ورجال الأعمال - يتحدثون عن الكيفية التي يتغير المناخ بها

عندما ترجع من عطلة مع والديك في مكان ما بعيدًا عن المنزل، فإن أول شيء يريد الناس معرفته هو كيف كان حال الطقس. ولكن عندما توصي الأصدقاء بالذهاب لقضاء عطلة في المكان نفسه، فعلى الاغلب أن تقول لهم: "المناخ هناك رائع جدًا."

فما الفرق إذًا بين الطقس والمناخ؟

الطقس هو حالة الجو في مكان معين لفترة زمنية معينة أو فترة زمنية محدودة (على سبيل المثال لمدة يوم أو لمدة شهر)

إذًا، فالطقس هو الحالة اللحظية لما نسميه "عناصر الأرصاد الجوية"، وهي أشياء نسمع عنها كل ليلة على توقعات حالة الطقس على التلفاز: درجة الحرارة، ودرجة الرطوبة، والضغط الجوي، وغطاء السحب، وغيرها. وعندما يصبح الجو باردًا لمدة أسبوع في الصيف وتمطر بغزارة بحيث تجعلك لا ترغب في أن تطل برأسك خارج باب المنزل، فهذا طقس سيئ

المناخ هو متوسط حالة الطقس في مكان معين على مدار فترة زمنية طويلة (عقود عديدة)

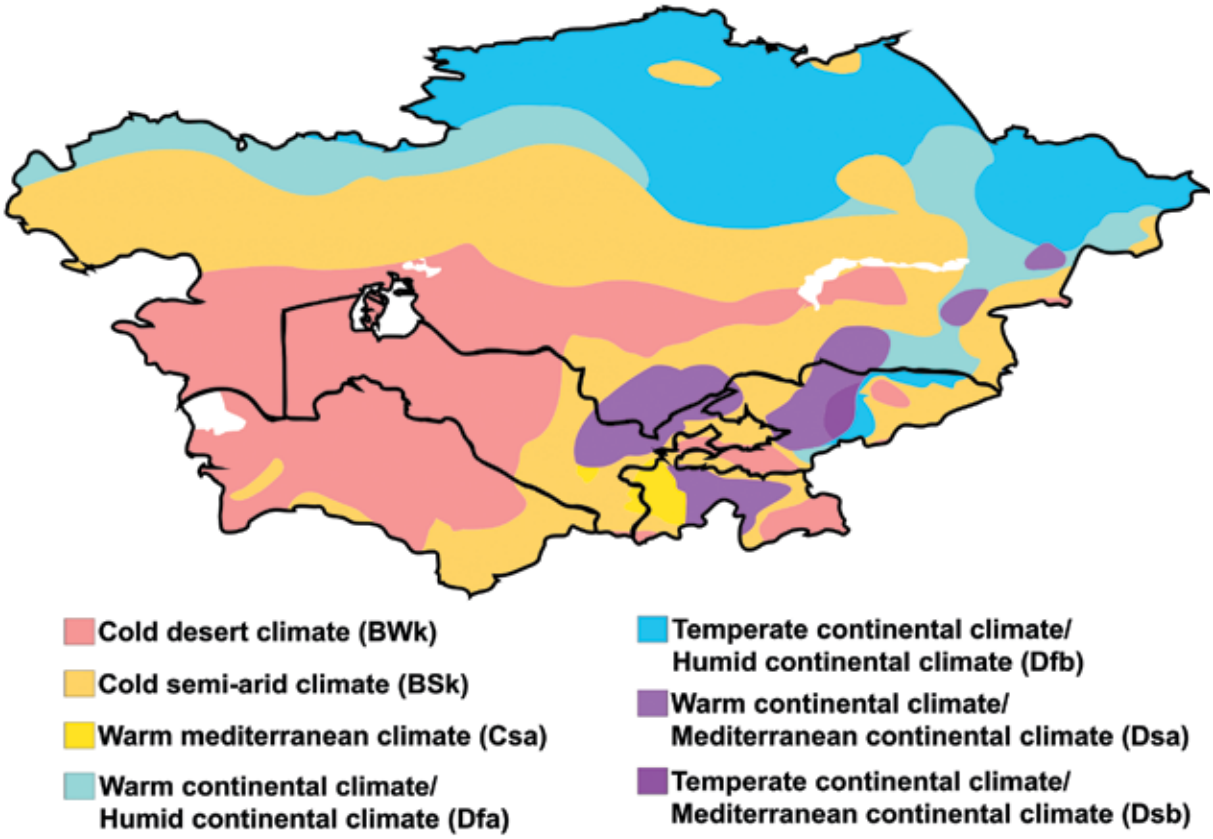
على سبيل المثال: فصول الصيف حارة وجافة، في حين أن فصول الشتاء باردة وممطرة مع ندرة تساقط الثلج. وهذا وصف موجز لمناخ البحر الأبيض المتوسط. وكما أشار مارك توين قائلًا

المناخ هو ما نتوقعه، أما الطقس فهو ما نجده. ولا يمكنك أن ترى المناخ بمجرد النظر من النافذة بعينك على الخارج

تتضمن الملامح الرئيسة للمناخ ما يلي

- درجة حرارة الهواء وتغيرها على حسب الفصل
- مقدار ووقت هطول وسقوط المطر والثلج أثناء العام
- كيف تتحرك كتل الهواء
- الرياح السائدة والرياح الأخرى

الشكل 1.1.1: مثال على خريطة مناخ
أسيا الوسطى بواسطة و. كوبين (W .Köppen)



كتلة الهواء هي قطعة كبيرة من الغلاف الجوي يوجد فيها تقريبًا نفس درجة حرارة الهواء وضغطه وكميات بخار الماء في الكتلة كلها

تكون ملاحظة الطقس ودراسته وتوقعه موضوع علم خاص يسمى

علم الأرصاد الجوية. أما العلم الذي يدرس المناخ فيسمى علم المناخ

يقول الناس الذين يعيشون في أيرلندا على سبيل الفكاهة إن أيرلندا مناخها رائع ولكن طقسها هو الذي يفسده.وأيرلندا هي بلد تقع على جزيرة كبيرة بعيدًا عن ساحل أوروبا الغربية. ويتسم الطقس في أيرلندا بأنه متقلب للغاية، لكن فصول الشتاء فيها معتدلة وتكون الحشائش خضراء طوال العام. وبسبب هذا، غالبًا ما يُطلق على أيرلندا اسم "الجزيرة الزمردية

ما هي عناصر الأرصاد الجوية التي تحدد الطقس؟

من الممكن أن تكون درجة حرارة الهواء موجبة أو سالبة. وإن النقطة الفاصلة بين درجة حرارة الهواء الموجبة والسالبة هي 0 ° مئوية، عندما يتجمد الماء ويتحول إلى جليد

تعتمد رطوبة الهواء على مقدار بخار الماء في الهواء. عندما تكون الرطوبة أعلى في فصل الشتاء، نشعر ببرودة أكثر. ولكن عندما تكون الرطوبة مرتفعة ودرجة حرارة الهواء مرتفعة، فإنها تكون خانقة

السحب هي مجموعة قطيرات ماء صغيرة أو بلورات ثلجية في الغلاف الجوي

يتنوع السقوط والهطول على حسب ما إذا كان يتساقط من السحب (المطر والثلج والمطر المتجمد والبرَد) أو يتكوّن على سطح الأرض وعلى الأشياء (الندى والصقيع والصقيع الفضي والجليد

قابلية الرؤية هي الحد الأقصى للمسافة التي يمتزج بعدها الشيء الملاحظ في المسافة ولا يمكن تمييزه

الضباب هو مجموعة تتكون بتكثيف بخار الماء بالقرب من الأرض

الضغط الجوي هو الضغط الناتج عن وزن الهواء

الريح هي الحركة الأفقية للهواء بسبب الاختلافات في الضغط الجوي

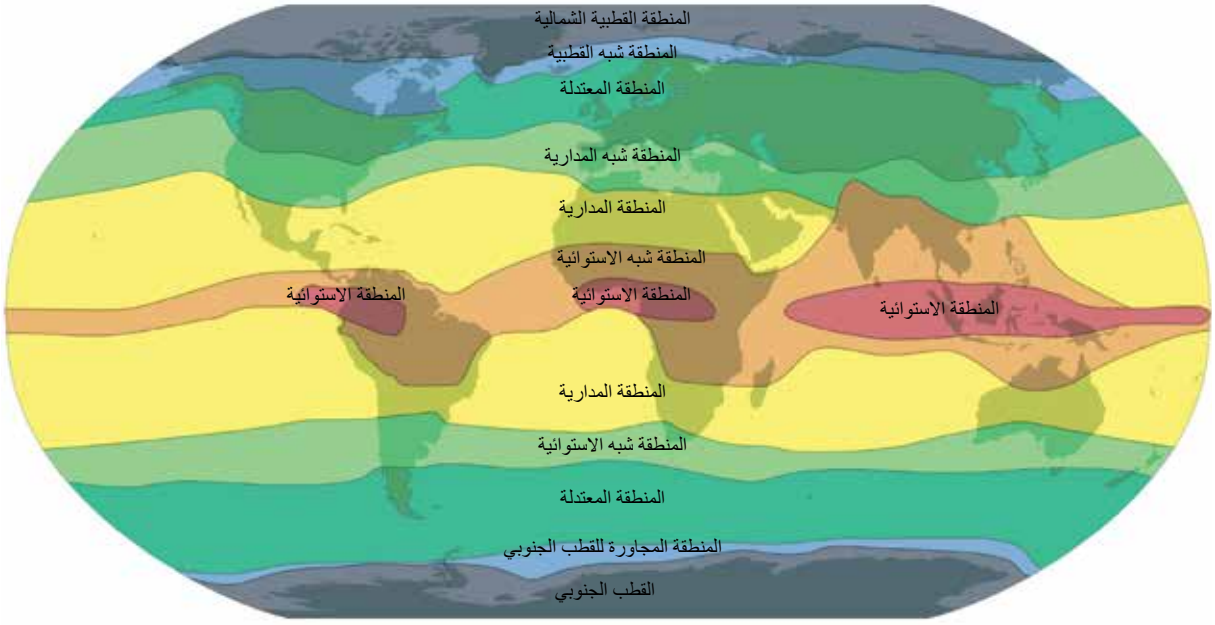
2.1 أنواع المناخ والمناطق المناخية

إن أجزاء مختلفة من الكرة الأرضية لها أجواء مناخية مختلفة. وفي البلدان الشمالية، عندما يطل الناس من نوافذهم أثناء الشتاء ويرون الجليد في كل مكان، فإنهم يحرصون على الذهاب في العطلات إلى البلدان الاستوائية حيث يمكن للمرء أن يستمتع بالطقس الحار والسباحة في البحر الدافئ طوال العام

منذ العصور القديمة، قسّم العلماء كوكب الأرض إلى مناطق مناخية على حسب ارتفاع الشمس عن الأفق وعلى حسب طول اليوم. وإن كلمة "مناخ" تأتي في الأصل من اللغة اليونانية حيث تشير إلى زاوية ميل الشمس. وترجع أسباب الاختلافات في المناخ على كوكبنا في المقام الأول إلى الحقيقة التي مؤداها أن حرارة الشمس تُوزع توزيعًا غير متعادل على سطح كوكب الأرض. وإن القرب من البحر والدوران الجوي وأنماط التساقط والهطول وما يسمى "العوامل الأخرى المكونة للمناخ" لها دور كبير في تحديد المناخ، وهي تعتمد بدورها كثيرًا على خطوط الطول ودوائر العرض الجغرافية وعلى الارتفاع عن مستوى البحر

إن المناطق ذات الأجواء المناخية المشابهة هي مثل الخطوط العريضة التي تحيط بالكرة الأرضية. وهذه المناطق هي ما يسميه العلماء "المناطق المناخية" هي توصل إلى بعضها بعض بعيدًا عن خط الاستواء وتجاه القطبين (الشكل. 1.2.1

الشكل 1.2.1: الأجواء المناخية لكوكب الأرض بواسطة بي. أليسوف



توصل عالم المناخ الألماني الروسي فلاديمير كوبن إلى أشهر تصنيف للأجواء المناخية في عام 1884 (الشكل 1.1.1). وقسّم الأجواء المناخية إلى خمسة أنواع: (أ) مدارية، (ب) جافة، (ج) معتدلة، (د قارية ، (هـ) قطبية وألبية. وهناك نظام آخر للتصنيف المناخي شاع استخدامه في أوروبا الشرقية توصل إليه العالم الروسي بوريس أليسوف في الخمسينيات من القرن العشرين (الشكل 1.2.1). وهذا التصنيف يميز أربع مناطق مناخية رئيسة في كل نصف من نصفي الكرة الأرضية إلى جانب ثلاث مناطق انتقالية

المناطق المناخية هي مناطق ذات مناخ موحد نسبيًا

المناطق المناخية الرئيسة هي: **الاستوائية والمدارية والمعتدلة والقطبية (القطبية الشمالية في نصف الكرة الشمالي والقطبية الجنوبية في نصف الكرة الجنوبي).** وهي تعتبر المناطق المناخية الرئيسة بما أن كل منطقة منها يسودها طوال العام إحدى أو نفس الكتل الهوائية، التي تميز هذه المناطق المناخية

توجد بين المناطق المناخية الرئيسة توجد مناطق مناخية انتقالية: **شبه الاستوائية وشبه المدارية وشبه القطبية (شبه القطبية الشمالية في نصف الكرة الشمالي وشبه القطبية الجنوبية في نصف الكرة الجنوبي).** وكل أسماء المناطق المناخية الانتقالية لها بادئة "شبه" وهي تعني "تحت

تتغير كتل الهواء في المناطق المناخية الانتقالية مع تعاقب الفصول حيث تدخلها من المناطق المجاورة في العديد من أوقات السنة. على سبيل المثال، في المناخ شبه المداري، يكون الصيف حارًا كما هو الحال في المناطق المدارية، ولكن الشتاء يكون باردًا بما أن الكتل الهوائية المدارية تتم إزاحتها عن طريق كتلة هوائية من المنطقة المعتدلة

تحتوي بعض المناطق المناخية على أقاليم مناخية محددة مع مناخ قاري أو بحري أو موسمي انظر الجدول 1.2.1

تكون الفصول في نصف الكرة الجنوبي ونصف الكرة الشمالي عكس بعضها تمامًا؛ فمن ديسمبر إلى فبراير، عندما يكون نصف الكرة الشمالي في موسمه البارد، يكون في نصف الكرة الجنوبي صيف كامل وعندما يكون نصف الكرة الشمالي في أبرد أوقاته، يكون نصف الكرة الجنوبي في أحر أوقاته

المنطقة المناخية	نوع المناخ	متوسط درجة الحرارة		وقت ومقدار التساقط والهطول الجوي	دوران الغلاف الجوي والرياح السائدة	الإقليم
		الشتاء	الصيف			
المنطقة الاستوائية	المنطقة الاستوائية	+26°C مئوية	+26°C مئوية	طوال العام، 2000 مم	تتكون كتل هوائية استوائية دافئة ورطبة في إقليم ضغط جوي منخفض	الأقاليم الاستوائية في إفريقيا، وأمريكا الجنوبية وبلدان المحيط الهادي
المنطقة شبه الاستوائية	المنطقة المدارية الموسمية	+20°C مئوية	+30°C مئوية	طوال العام، 2000 مم	تتكون كتل هوائية استوائية دافئة ورطبة في إقليم ضغط جوي منخفض	أسيا الجنوبية والجنوبية الشرقية. غرب إفريقيا ووسط إفريقيا، وأستراليا الشمالية
المنطقة المدارية	المنطقة المدارية الجافة	+12°C مئوية	+35°C مئوية	طوال العام 200 مم	الرياح التجارية	شمال إفريقيا ووسط أستراليا
المنطقة شبه المدارية	منطقة البحر المتوسط	+7°C مئوية	+22°C مئوية	بشكل رئيسي في الوقت البارد من العام 500 مم	في فصل الصيف، أعاصير مضادة مع ضغط جوي مرتفع، وفي الشتاء أعاصير	منطقة البحر الأبيض المتوسط، وجنوب إفريقيا، وجنوب غرب أستراليا، وكاليفورنيا الغربية
	المنطقة شبه المدارية الجافة	+0°C مئوية	+40°C مئوية	طوال العام ،120 مم	الكتل الهوائية القارية الجافة	داخل القارات بين 30 إلى 45 ° شمال وجنوب خط الاستواء
المنطقة المعتدلة	المنطقة المعتدلة البحرية	+2°C مئوية	+17°C مئوية	طوال العام،1000 مم	رياح غربية	الأجزاء الغربية من أوروبا وأسيا وأمريكا الشمالية
	المنطقة المعتدلة القارية	-15°C مئوية	+20°C مئوية	طوال العام،400 مم	رياح غربية	داخل القارات من 40 - 45 درجة خطوط عرض إلى الدوائر القطبية
المنطقة شبه القطبية شبه القطبية الشمالية وشبه القطبية الجنوبية	المنطقة شبه القطبية	-25°C مئوية	+8°C مئوية	طوال العام،200 مم	أعاصير تسود	الأطراف الشمالية من أوروبا وأسيا وأمريكا الشمالية
	المنطقة المجاورة للقطب الجنوبي	-20°C مئوية وأقل	حوالي 0°C مئوية	طوال العام، وحتى 500 مم	أعاصير تسود	بحار نصف الكرة الجنوبي من 60° لخطوط العرض الجنوبية
المنطقة القطبية (القطبية الشمالية أو القطبية الجنوبية	المنطقة القطبية (القطبية الشمالية أو القطبية الجنوبية	-40°C مئوية	0°C مئوية	،طوال العام 100 مم	أعاصير مضادة تسود	بحار المحيط القطبي الشمالي ويابسة القارة القطبية الجنوبية

الجدول 1.2.1: مناخات كوكب الأرض (بواسطة ب. أليسوف

وصف موجز للأجواء المناخية المختلفة

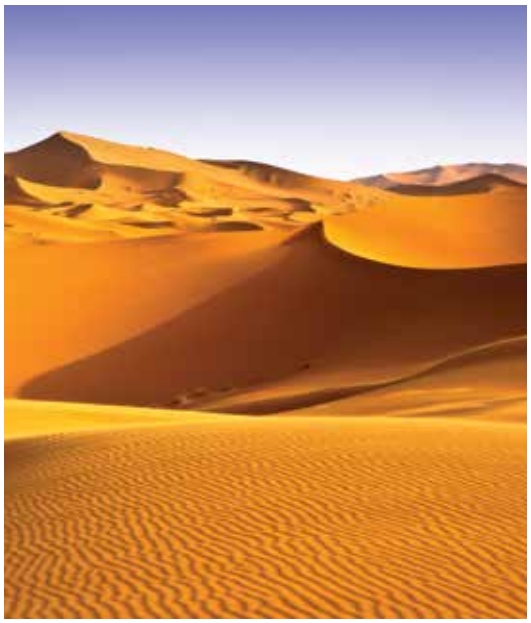
المناخ الاستوائي

يتميز المناخ الاستوائي بكتل الهواء الحارة والرطبة الاستوائية. وتكون درجة حرارة الهواء ثابتة (24+ - 28° مئوية) ويكثر سقوط المطر طوال العام (من 1500 إلى 5000 مم). وتسقط الأمطار بشكل أسرع من تبخر الماء من الأرض، بحيث تُشبع التربة في المناخ الاستوائي بالماء وتُغطى بغابة مطيرة كثيفة وعالية. ويوجد المناخ الاستوائي في الأجزاء الشمالية من أمريكا الشمالية، وساحل خليج غينيا، في حوض نهر الكونغو وأعالي نهر النيل في إفريقيا، على جزء أكبر من الأرخبيل الإندونيسي والأجزاء المجاورة من المحيط الهندي والمحيط الهادي في أسيا

المناخ شبه الاستوائي

يتميز المناخ شبه الاستوائي بالموسم الماطر في الصيف، يليه الموسم البارد والجاف في الشتاء. ويتسم سقوط المطر في المناخ شبه الاستوائي بأنه غير ثابت طوال العام. على سبيل المثال، في مدينة كوناكري (عاصمة غينيا)، يوجد فقط 15 مم من المطر في الفترة من شهر ديسمبر - مارس، ولكن يوجد 3920 مم من يونيو إلى سبتمبر. وهذا النوع من المناخ موجود في بعض أجزاء المحيط الهندي، والمحيط الهادي الغربي، وأيضًا في جنوب أسيا والمناطق المدارية من إفريقيا وأمريكا الجنوبية

المناخ المداري



يسيطر على المناخ المداري أعاصير مضادة مع ضغط مرتفع، وهذا ينتج عنه طقس صافٍ تقريبًا طوال العام. ويوجد فصلان: الفصل الدافئ والفصل البارد. ويمكن أن تتنوع درجة الحرارة من + 20° مئوية على الساحل إلى + 50° مئوية في الداخل. ويمكن أيضًا أن تتنوع درجة الحرارة إلى حد كبير في اليوم الواحد: ففي فصل الصيف في فترة الظهيرة ترتفع حرارة الهواء حتى 40°+ - 45° مئوية، ولكن تنخفض بالبرودة إلى 10°+ - 15° مئوية. وغالبًا ما توجد الصحاري في المناخات المدارية وأكبرها الصحراء الكبرى في إفريقيا. وتوجد الغابات النفضية (الغابات التي تتساقط أوراقها في فصل الشتاء) وحشائش السافانا في المناطق الأكثر رطوبة. ويكون المناخ مداريًا في كل من المكسيك وشمال وجنوب إفريقيا ووسط أستراليا وشبه الجزيرة العربية

المناخ شبه المداري

يوجد المناخ شبه المداري في المناطق الواقعة بين خطوط العرض المدارية والمعتدلة من حوالي 30 إلى 40 درجة شمال وجنوب خط الاستواء. وتتميز هذه المناطق بفصول صيف حارة ومدارية وفصول شتاء باردة بشكل معتدل. ومتوسط درجة الحرارة في فصل الصيف أعلى من 22+ ° مئوية وفي فصل الشتاء 3-° مئوية، ولكن وصول الهواء من المناطق القطبية في وقت الشتاء من الممكن أن يتسبب في انخفاض درجة الحرارة من - 10° إلى 15°- مئوية، وفي بعض الأحيان تكون 25°- مئوية. وهذا النوع من المناخ هو المعتاد لمناخ البحر الأبيض المتوسط، وجنوب إفريقيا وجنوب غرب أستراليا وشمال غرب كاليفورنيا

المناخ المعتدل

يوجد المناخ المعتدل فيما يسمى خطوط العرض المعتدلة (من 40 - 45 درجة شمال وجنوب خط الاستواء أبعد من الدوائر القطبية). وفي نصف الكرة الشمالي، تشغل اليابسةُ، لا البحار، أكثرَ من نصف المنطقة المعتدلة. ولكن نسبة 98 % من المنطقة المعتدلة في نصف الكرة الجنوبي تتكون من المحيط. ويتميز المناخ المعتدل بالتغيرات الطقسية المتكررة والشديدة بسبب الأعاصير. وإن السمة الرئيسة للمناخ المعتدل هي تقسيم السنة إلى أربعة فصول، منها فصل بارد (الشتاء) وفصل دافئ (الصيف) وفصلان آخران (الربيع والخريف وهما انتقاليان. وعادة ما يكون متوسط درجة الحرارة في أبرد الشهور أقل من 0 ° مئوية، وفي أدفئ الشهور تكون أعلى من 15°+ مئوية. وتكون الأرض مغطاة بالثلج في فصل الشتاء. وتأتي الرياح الغربية السائدة بالمطر والجليد طوال العام، مع سقوط المطر وسقوط الجليد الذي يتنوع من 1000 مم في المناطق الساحلية إلى عمق داخلي بمعدل 100 مم

المناخ شبه القطبي (شبه القطبي الشمالي وشبه القطبي الجنوبي

يوجد المناخ شبه القطبي الشمالي بين المناطق المناخية القطبية الشمالية والمعتدلة في نصف الكرة الشمالي. ويتميز هذا المناخ بكتل الهواء على درجة حرارة معتدلة في الصيف وكتل الهواء الباردة من القطب الشمالي في الشتاء. وتكون فصول الصيف قصيرة وباردة، ونادرًا ما تزيد درجة حرارة الهواء في يوليو عن 15°مئوية في النهار وتنخفض إلى ما بين 0 و 3+° مئوية في الليل، ويحتمل أكثر وجود ليال شديدة البرودة خلال فصل الصيف. وفي الشتاء تكون درجة الحرارة أثناء النهار والليل ما بين 35 إلى 45° مئوية. ويتكون المشهد في المناخ شبه القطبي الشمالي من السهول الجرداء و السهول الجرداء في الغابات، وتتميز التربة بالتجمد الدائم ويوجد القليل من النباتات والحيوانات. وهذا المناخ موجود في كل من شمال روسيا وكندا وألاسكا (الولايات المتحدة الأمريكية)، وجنوب غرينلاند وأقصى شمال أوروبا

يوجد المناخ شبه القطبي الجنوبي في النصف الجنوبي من اكبر جزء من الكرة الأرضية بين المناطق المعتدلة والمناطق القطبية الجنوبية. ويتكون جزء أكبر من المنطقة شبه القطبية الجنوبية من المحيط. ويصل المطر وسقوط الجليد سنويًا في هذه الأقاليم حتى 500 مم

المناخ القطبي

يوجد المناخ القطبي إلى جهة الشمال على 70 درجة خط عرض في النصف الشمالي من الكرة الأرضية (المناخ القطبي الشمالي) وإلى جهة الجنوب على خط عرض 65 درجة في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية (المناخ القطبي الجنوبي). وتكون كتل الهواء القطبية سائدة طوال العام. ولا تظهر الشمس أعلى الأفق لشهور عديدة (تسمى هذه الفترة "الليل القطبي") وأثناء بعض الأشهر الأخرى لا تغرب وراء الأفق ("شمس منتصف الليل" أو "النهار القطبي"). ويعكس الثلج والجليد الحرارة أكثر من امتصاصهما لها، ولذلك يكون الهواء باردًا جدًا ولا يذوب الجليد أبدًا. ويكون الضغط الجوي مرتفعًا طوال العام (الإعصار المضاد)، لذا تكون الرياح ضعيفة ولا توجد أية سحب تقريبًا. ويسقط الجليد بكميات قليلة جدًا، ويكون الهواء مليئًا بإبر جليدية صغيرة وغالبًا ما يكثر ضباب الماء في فصل الصيف. ويكون متوسط درجة الحرارة في فصل الصيف أقل من °0مئوية، وتكون في فصل الشتاء بين °20- - 40 درجة مئوية

أين توجد أبرد وأحرّ الأمان على كوكب الأرض؟

أبرد مكان على كوكب الأرض هو السهول الشرقية للقارة القطبية الجنوبية. وفي أغسطس 2010، سجل القمر الصناعي (NASA) رقمًا قياسيًا أكوا التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء في الولايات المتحدة الأمريكية جديدًا لدرجة حرارة منخفضة هناك بمعدل 93.2°-مئوية (الشكل 1.2.4 والشكل 1.2.5). ومع ذلك، فمن غير المحمل أن يُعترف بهذا الرقم القياسي رسميًا لأن المعايير العلمية الحالية تجعل من الضروري قياس درجة حرارة الهواء على سطح الأرض، لا من الفضاء الخارجي قبل إعلان دقة القياسات. ومن ثم، فإن الرقم القياسي لدرجة الحرارة المنخفضة يظل 89.2°- مئوية، وهو مستوى سُجل في محطة فوستوك البحثية السوفيتية (الروسية حاليًا) في القارة القطبية الجنوبية في 21 يوليو 1983 (الشكل1.2.1

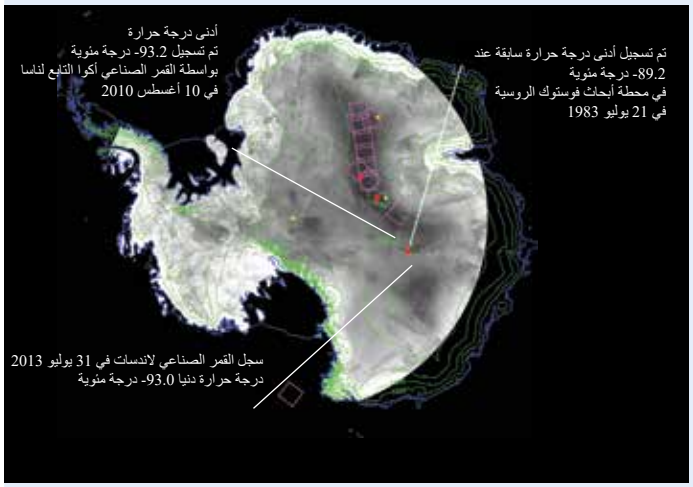
أما أحرّ مكان على كوكبنا فهو وادي الموت في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث سُجل الرقم القياسي المطلق لدرجة حرارة الهواء في الظل 56.7°مئوية في 13 يوليو 1913 (الشكل 1.2.3

الشكل 1.2.2: محطة فوستوك البحثية الروسية في القارة القطبية الجنوبية

الشكل 1.2.3: وادي الموت، الولايات المتحدة الأمريكية

الشكل 1.2.4: أُطلق القمر الصناعي الأمريكي أكوا التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) في عام 2002 لدراسة العمليات الفيزيائية على كوكب

الشكل 1.2.5: البيانات حول درجة حرارة الهواء على سطح الأرض، التي تم الحصول عليها من القمر الصناعي أكوا التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء في الولايات المتحدة الأمريكية في الفترة من 2003 - 2013 القمر لاندسات 8 في



الأسئلة

1. **عندما يحين فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي، أي وقت من السنة يكون هذا في نصف الكرة الجنوبي؟**

2. **ما الريح؟ ما انواع الرياح التي تعرفها؟ ما أوجه الاختلاف بينهم؟ في أي مناخ تسود هذه الرياح ولماذا؟**

3. **في أية منطقة مناخية تعيش أنت؟ ماذا تعرف عن الطقس، الذي تمر به عادة في أوقات مختلفة من السنة في منطقتك المناخية؟**

4. **في أي مناطق مناخية يكون من الأصعب على النباتات والحيوانات أن تبقى على قيد الحياة؟**

5. **أيهما أكثر بردًا - في القطب الشمالي أم في القطب الجنوبي؟**

المهام

المهمة رقم 1

لعبة

المواد المستخدمة: بطاقات تبين العديد من سمات الأنواع المختلفة من المناخ: استوائي، ومداري، ومعتدل، وقطبي

هذه لعبة لعدد 12 - 24 شخصًا. ويحصل كل لاعب على بطاقة واحدة مع سمة مناخية واحدة

يتمثل التحدي في التحدث مع اللاعبين الآخرين وتجميع كل سمات المناخ الواحد. وبعد ذلك يستخدم كل فريق التمثيل الصامت ليوضح للمجموعات الأخرى ما نوع المناخ لديه

المهمة رقم 2

قال الكاتب الأمريكي الشهير مارك توين ذات مرة على سبيل الدعابة والسخرية: إذا كنت لا تحب الطقس في إقليم نيو إنجلاند، انتظر فقط بضع دقائق

عن أي شيء يتحدث الكاتب في سخرية عن الطقس والمناخ في إقليم نيو إنجلاند ؟

أوجد إقليم نيو إنجلاند على خريطة للولايات المتحدة. أي منطقة مناخية يقع فيها؟

المهمة رقم 3

ما الظروف المناخية "المواتية" و"غير المواتية"؟

.قسّم إلى مجموعات واختر نوعًا واحدًا من المناخ

ألّفوا تمثيلًا مسرحيًا ونكات عن نوع المناخ الذي اخترتموه

المهمة رقم 4

لعبة

الهدف من اللعبة: أن تشعر كما لو كنت في مناخ استوائي وتمر بتجربة المطر المداري كل يوم.

كيفية اللعب: يقف اللاعبون في دائرة. ويقف القائد في منتصف الدائرة ويوضح حركاته لجميع اللاعبين الآخرين. ومع تحرك القائد، يدور القائد على محوره ببطء. ويبدأ حركة جديدة بعد أن يكون جميع اللاعبين في الدائرة قد بدأوا في تقليد الحركة السابقة. وكل لاعب ينتقل فقط إلى الحركة التالية عندما يكون القائد مواجهًا له. وفي الوقت نفسه، يستمر اللاعبون الآخرون في الحركة السابقة

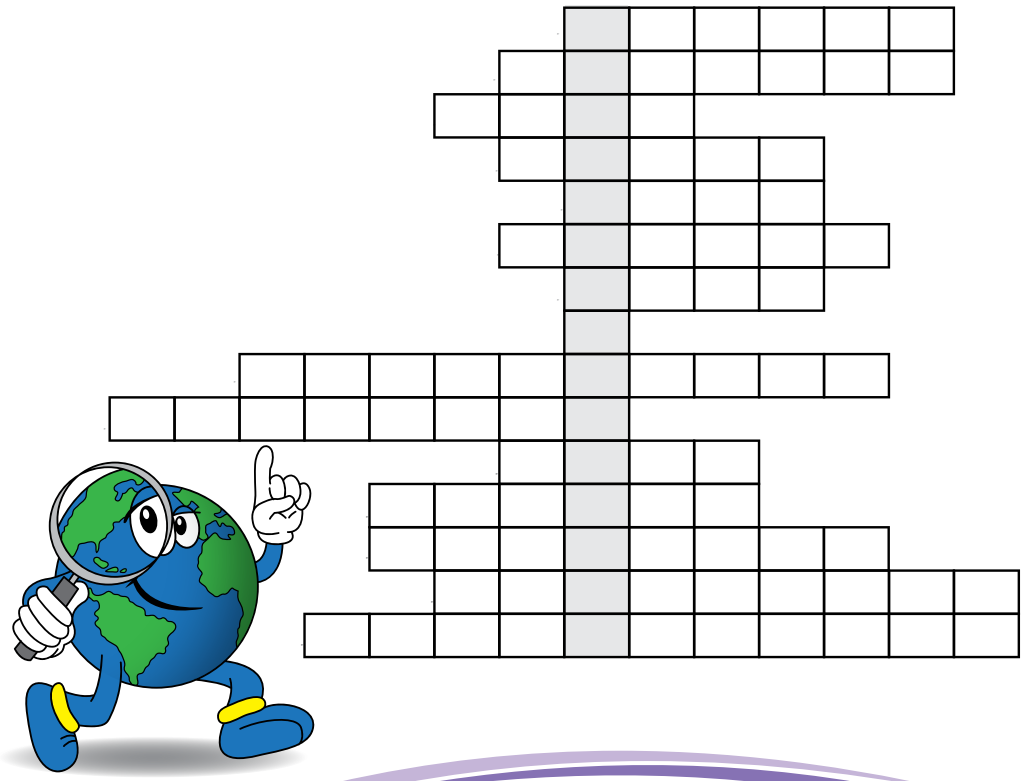
تسلسل الحركات: يضم القائد واللاعب الأول (ثم بعد ذلك بالتتابع اللاعب الثاني واللاعب الثالث، وهكذا) راحات أياديهما ويصدرا حركة دائرية بطيئة بهم. بعد ذلك، يفرقعا أصابعهما ثم يصفقا أياديهما، ثم يصفعان أفخاذهما ويضربان الأرض بأقدامهما. وعندما ينتهي التسلسل، يتم تكرار الحركات بالترتيب العكسي. ويكون الهدف من ذلك هو تكرار أصوات انهمار المطر من البداية إلى النهاية

المهمة رقم 5

الكلمات المتقاطعة

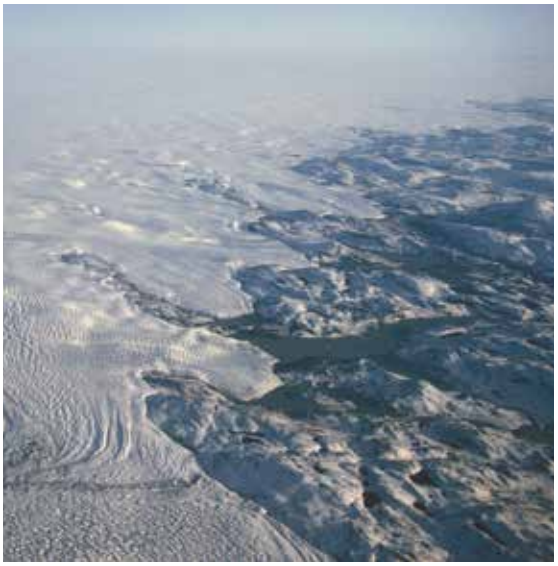
أفقي

1. أحد فصول السنة الرئيسية
2. حالة الجو في فترة زمنية معينة في مكان معين
3. فصول السنة تأتي وتروح في ..... واحد
4. حالة الطقس الشديدة مع الريح القوية
5. الأمطار المتجمدة التي تتساقط في شكل كرات أو قطع ثلجية صغيرة
6. نمط طقسي طويل الأجل لفترة معينة من السنة
7. إحدى السمات الرئيسية للطقس
8. الشخصية الرئيسية لعطلات الشتاء عند الأطفال، والرجل المسن الذي يكون وصوله دائمًا موضوع ترحيب
9. أحد أنواع المناخ
10. الحركة الأفقية للهواء، التي تحدث بسبب اختلاف الضغط الجوي
11. وقت من السنة يحبه أطفال المدارس أكثر من غيره في أوروبا الشمالية
12. مؤلف موسيقي إيطالي شهير كتب سلسلة من الأعمال تسمى "الفصول الأربعة TheFour Seasons
13. أبرد قارة
14. العامل الرئيسي الذي يحدد المناخ



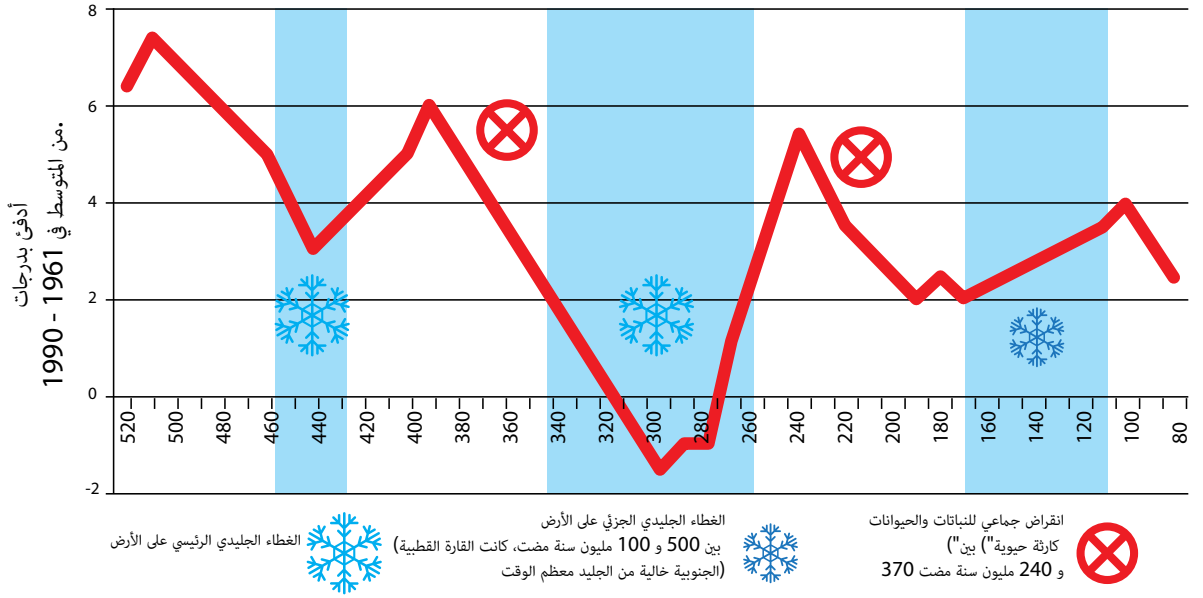
1.3كيف تغيَّر المناخُ في الماضي ولماذا

ليس من الصعب أن نوضح أن مناخ كوكب الأرض قد كان دائمًا في تغير مستمر. وبالطبع، يتم إعداد أبطال أفلام الرسوم المتحركة وألعاب الحاسوب التي تتناول الديناصورات والعصر الجليدي، ولكن الديناصورات كانت موجودة بالفعل، ونعرف ذلك من العثور على عظام ديناصور وبيضه. وعندما كانت هذه الحيوانات على قيد الحياة، كان المناخ على كوكب الأرض أكثر دفئًا مما هو الآن. ولكن كانت هناك فترات باردة، عندما كان المناخ أكثر بردًا مما هو الآن، وعندما وصلت الكتل الجليدية مكانًا بعيدًا في أقصى الجنوب مثل برلين أو شيكاغو، وكانت مرتفعة تشبه في ارتفاعها مبنى متعدد الطوابق



على مدار مئات ملايين السنين من تاريخ كوكب الأرض، تنوعت واختلفت درجة الحرارة على كوكب الأرض تنوعًا كبيرًا - بحوالي 10 درجات مئوية (الشكل 1.3.1). وهذا كثير! إذا كانت درجات الحرارة أدفأ بمعدل 10 درجات مئوية، فإن المناخ في ستوكهولم سيكون مختلفًا نوعًا ما: متوسط درجة الحرارة أثناء السنة في العاصمة السويدية سيكون على النحو الذي هو عليه الآن في ساحل البحر الأبيض المتوسط، على سبيل المثال في برشلونة أو مارسيليا. وسيكون هذا رائعًا، ما رأيك؟ ولكن حينئذ في جنوب أوروبا، سيكون بنفس ارتفاع حرارته التي هو عليها في دبي. وفي شبه الجزيرة العربية، من المحتمل أن يكون حارًا جدًا بدرجة يصعب على الناس تحملها للحياة

الشكل 1.3.1: درجة الحرارة على كوكب الأرض على مدار 500 مليون سنة الماضية



كيف يعرف العلماء عن الحالة التي كان عليها المناخ في الماضي ؟

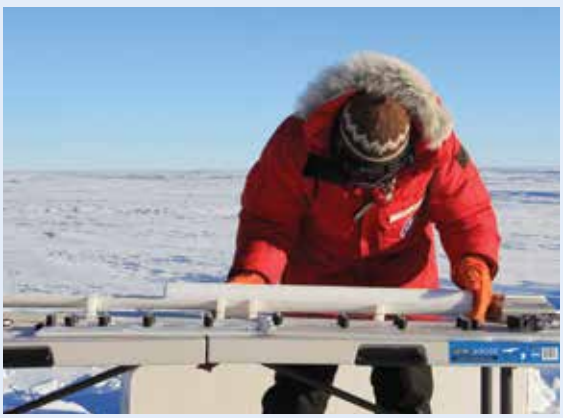
يقدّر العلماء ما درجة الحرارة التي كانت على كوكب الأرض في الماضي عن طريق دراسة الصخور والرواسب في قاع البحيرات والبحار والمحيطات. ويترك الجليد آثارًا على الصخور، في حين أن الرواسب الواردة مما كان بحارًا قديمة تحتوي على بقايا نباتات قد تعيش وتبقى تحت درجات حرارة معينة

لدى العلماء مصدر أفضل للبيانات لتقييم درجات الحرارة في ملايين السنين الماضية: حيث يستخدمون في ذلك ثلوج القارة القطبية الجنوبية. يحتوي الثلج على فقاعات هواء تعطي دليلًا على تكوين الغاز في الغلاف الجوي ودرجة الحرارة على الأرض في الماضي (الشكل 1.3.2). وقد تم الحصول على أطول سلسلة بيانات (800,000 سنة تقريبًا) في محطة فوستوك الروسية لأبحاث القارة القطبية الجنوبية

تمثل حلقات الشجرة مصدرًا جيدًا للمعلومات حول تغير المناخ في القرون الماضية. وتكون الحلقات من السنوات الدافئة أوسع، ولكن الحلقات من السنوات الباردة تكون أضيق. وتكون أصداف الرخويات البحرية ورخويات الماء العذب مؤشرًا على المناخ في الماضي

إن العلم الذي يتعامل مع دراسة المناخ في الماضي يسمى "علم المناخ القديم

الشكل 1.3.2: يستخرج العلماء عمودًا من الثلج القطبي الجنوبي الذي سيكونون من خلاله قادرين على تحديد درجة حرارة الهواء ومحتوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على مدار مئات آلاف السنين

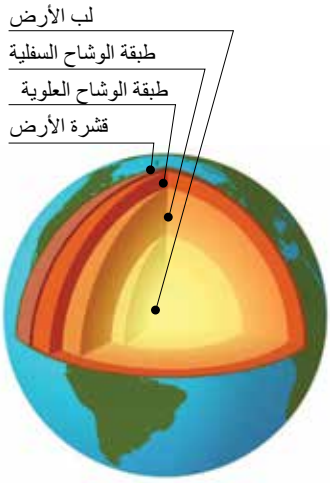


1.3.1 أسباب تغيّر المناخ: ملايين السنين

سعيًا من العلماء لشرح التغيرات الرئيسية لمناخ كوكب الأرض التي حدثت في النصف مليار سنة التي مضت، نظر العلماء إلى العديد من العوامل الجيولوجية والفلكية والحيوية والمغناطيسية الأرضية والكونية. وقد نظروا في إمكانية أن زوارًا من كواكب أخرى ربما قد استخدموا نوعًا ما من أسلحة المناخ. ولكن العلماء تبين لهم أنه لا توجد أية آثار لفعل أية كائنات فضائية. ولقد وجدوا أن درجة الحرارة على كوكبنا في آخر مائة مليون سنة قد حددها موقع القارات على الكرة الأرضية

Moving continents

الشكل 1.3.3: ماذا يوجد داخل كوكب الأرض؟

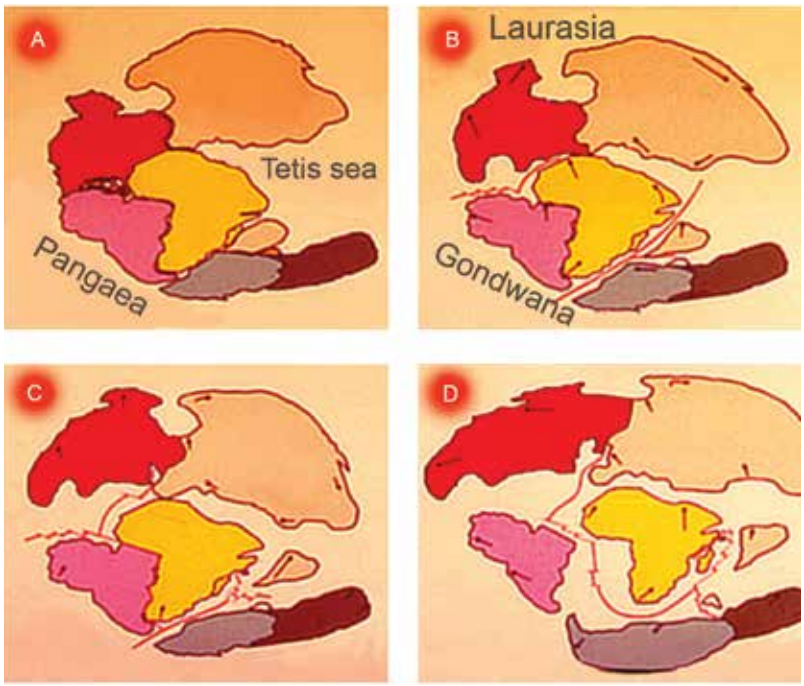


القارات المتحركة

القشرة الأرضية هي فقط عبارة عن طبقة علوية رقيقة من كوكبنا الشكل 1.3.3). في الجزء السفلي من كوكب الأرض تبدأ طبقة الوشاح وهي الجزء الرئيسي من الكوكب، ويصبح سائلًا حارًا جدًا ولزجًا في أعمق الأعماق. وتتكون القشرة والطبقة العلوية للوشاح من طبقات صلبة نسبيًا ("الغلاف الصخري")، والتي يمكن أن تتشقق أو تتحرك أو تتجمع أو تتحرك سنتيمترات قليلة كل عام، ولكنها تغطي آلاف الكيلومترات على مدار ملايين السنين. ويسمى هذا "الانجراف القاري". وقد انقسمت قارة بانجيا القديمة الوحيدة تدريجيًا إلى قارات منفصلة، تحركت والتحمت مع بعضها بعض (الشكل 1.3.4). إذا نظرت إلى الجانب الغربي من إفريقيا والجانب الشرقي من أمريكا الجنوبية، تستطيع أن ترى أنهما يتطابقان مع بعضهما كما لو كانا قطعتين من أحجية الصور المقطوعة، وسبب هذا هو أنهما كانا في وقت من الأوقات جزءًا من قارة واحدة انفصلت عن بعضها

إن القارات القريبة من خط الاستواء لا يتراكم فيها الثلج، ولكن إذا كانت قريبة من القطبين، فسرعان ما تُدفن تحت كتل الجليد التي نراها الآن في القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند. ويعكس السطح الأبيض من الثلج والجليد الإشعاع الشمسي راجعًا إلى الفضاء، وبذلك يضمن بقاء الثلج والجليد باردين، في حين أن السطح الداكن من الأرض أو الماء يمتصان تمامًا الإشعاع الشمسي ولذلك ترتفع حرارته

الشكل 1.3.4: الانجراف القاري على مدار 500 مليون سنة مضت



أ. تكوّن قارة بانجيا

ب. انقسام قارة بانجيا، وتكون قارة لوراسيا وقارة جوندوانا

ج. انقسام قارة جوندوانا، وتكون قارة هندوستان وقارة أستراليا والقارة القطبية الجنوبية

د. تكوّن قارة أمريكا الجنوبية، وبداية انقسام قارة لوراسيا

عندما يحدث هذا على مستوى منطقة كبيرة، فإنه يصبح العامل الرئيسي الذي يؤثر على مناخ الكوكب بأكمله. ولمعظم الوقت في آخر نصف مليون سنة، كانت القارات بها غطاء ثلجي أقل مما هي عليه الآن ولذلك كان مناخ كوكب الأرض أكثر دفئًا

ويعكس السطح الأبيض من الثلج والجليد الإشعاع الشمسي راجعًا إلى الفضاء، وبذلك يضمن بقاء الثلج والجليد باردين، في حين أن السطح الداكن من الأرض أو الماء يمتصان تمامًا الإشعاع الشمسي ولذلك ترتفع حرارته

عندما حدث تغير كبير في المناخ، خاصة عندما كانت توجد برودة، فإن ما يسمى
الكوارث الحيوية" قد وقعت: انقرضت فصائل كاملة من الكائنات الحية، واستطاعت البقاء فقط الأنواع التي تكيفت" بأفضل صورة مع الظروف الجديدة

أدت إحدى هذه النوبات الباردة منذ حوالي 60 مليون سنة إلى اختفاء آخر الديناصورات. ولا بد أن هذه كانت عملية تدريجية دامت لمدة تزيد عن ألف عام. وإن السبب الدقيق وراء انقراض الديناصورات غير معروف، وربما كان يوجد العديد من الأسباب، ولم يكن سببًا واحدًا

لماذا أصبحت الديناصورات منقرضة؟

لقد انقرضت الديناصورات نهائيًا من على كوكب الأرض منذ حوالي 60 مليون سنة. ولا يزال العلماء غير متأكدين على وجه الدقة لماذا حدث ذلك.

هناك نظرية واحدة مفادها أن الديناصورات لم تستطع التنافس مع الكائنات الحية الأكثر "ذكاءً". على سبيل المثال، مع الثدييات ذات الدم الحار، التي لم تكن أكبر حجمًا من السنجاب، ولكنها استطاعت أن تأكل بيض الديناصورات أو تهاجمها أثناء الليل، في حين كانت الديناصورات ذات الدم البارد غير قادرة على الحركة.

وفقًا لنظرية أخرى، ضرب الأرضَ نيزكٌ ضخمٌ في منطقة البحر الكاريبي الحالية، ما تسبب في انتشار كميات هائلة من الغبار في الغلاف الجوي لكوكب الأرض، مما عمل على التغطية على أشعة الشمس لفترة زمنية كبيرة. وقد تكيفت الطيور والثدييات والكثير من الكائنات الحية الأخرى مع درجات الحرارة الجديدة، ولكن الديناصورات لم تقدر على التكيف معها.

هناك نسخة أخرى. ومن المعروف أنه بالنسبة لبعض الزواحف (التماسيح والسلاحف) تحدد درجة حرارة الأرض ما إذا كان الذكور أو الإناث ستفقس من بيض يُوضع في الرمل على طول ضفاف النهر والسواحل. ويقترح علماء الأحياء أن هذا الارتباط من الممكن أن ينطبق بالنسبة للديناصورات الكبيرة جدًا فقط، والتي كانت أيضًا زواحف. وإذا كانت درجة الحرارة على هذا النحو بحيث كانت الإناث فقط (أو الذكور) تفقس من بيض الديناصورات، فإن تلك الأنواع قد تختفي بسرعة دون حاجة لوقوع كارثة أو سقوط نيزك.

إن التغير من مناخ غير متغير ورطب إلى مناخ به تغيرات موسمية (حتى التغيرات البسيطة) قد ينتج عنه فترات قصيرة من الليالي الباردة عندما كانت أجسام الديناصورات الزاحفة الضخمة غير قادرة على المحافظة على الدفء الكافي. وقد تضعف الكثير من الحيوانات وتموت في النهاية

لكن أهم حدث مناخي قد وقع منذ 50 مليون سنة مضت، عندما تحركت القارات مبتعدة عن القطبين. وقد انكمش الغطاء الجليدي والثلجي، وارتفعت درجات الحرارة إلى مستوى حوالي 12 درجة مئوية أعلى من درجات الحرارة السائدة اليوم. ثم حدث "فجأة" أن الهند، التي كانت فيما سبق لوح صغير منفصل من الغلاف الصخري ارتطمت بأوراسيا. وظهرت جبال الهيمالايا في مكان الارتطام والتصادم. أما الألواح الأخرى فقد دارت بحيث اخذت القارة القطبية الجنوبية مكانها في القطب الجنوبي وكانت مغطاة بطبقة من الثلج (منذ 30 - 40 مليون سنة). وبدأت درجة الحرارة على كوكب الأرض تنخفض انخفاضًا حادًا لأن الثلج الأبيض في القارة القطبية الجنوبية بدأ يعكس الإشعاع معيدًا إياه إلى الفضاء

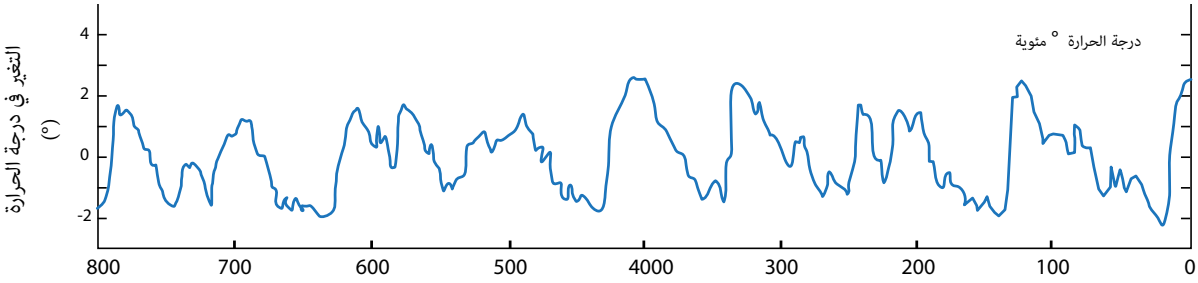
منذ 10 مليون سنة تقريبًا، وصلت جرينلاند إلى موقعها الحالي وأصبحت مغطاة بطبقة من الثلج عملت على خفض درجة الحرارة أكثر، إلى مستويات تقترب من المستويات التي نراها اليوم

منذ 100 مليون سنة، كان الطقس أكثر دفئًا على كوكب الأرض من اليوم. ومنذ 30 إلى 40 مليون سنة، أصبحت القارة القطبية الجنوبية مغطاة بالثلج ومنذ 10 مليون سنة حدث الشيء نفسه لجرينلاند، ما تسبب في انخفاض درجة الحرارة إلى مستواها الحالي

1.3.2 أسباب تغيّر المناخ: عشرات ومئات آلاف السنين

نحن نعلم أن درجة الحرارة على كوكب الأرض تتغير خلال كل فترة مليون سنة. وقد وُجد أنه، كل 100,000 سنة تقريبًا، نواجه فترة دافئة قصيرة نسبيًا، في حين أن بقية الوقت يكون المناخ أكثر برودة (تسمى أو "الفترات أو العصور الجليدية"). وفي الوقت الحالي، نعيش في فترة دافئة

الشكل 1.3.5: تغير درجة الحرارة على كوكب الأرض على مدار آخر
سنة بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة 800,000

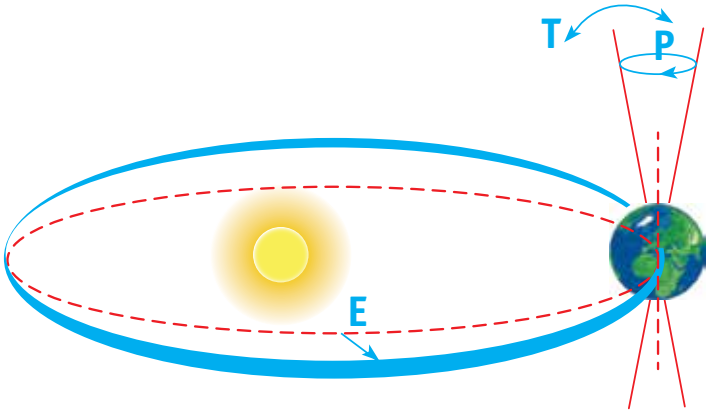


لماذا يحدث هذا؟ يعتقد العلماء أن تبدل العصور الجليدية والفترات الدافئة له أسباب فلكية (الشكل 1.3.6

كل 41,000 سنة تتغير إمالة محور كوكب الأرض في مدى بين 22 درجة

و24.5 درجة (هي الآن بمعدل 23.5 درجة) وهذا التنوع يجعل مدة الليل القطبي في المناطق القطبية أطول في بعض الفترات وأقصر في الأخرى. ولا يحدث هذا أي اختلاف في مقدار الحرارة الكلي الذي يصل إلى كوكب الأرض من الشمس، ولكن له أثر على شدة فصل الشتاء ومدته

الشكل 1.3.6: التغيرات في مدار الأرض ودورانها حول محورها، والتي تحدد بداية الفترات الجليدية



ميل محور الأرض — T
التغيرات في دوران الأرض — E
انحراف المدار عن الدائرة)؛
التغير في اتجاه — P
محور دوران الأرض

يستكمل محور الأرض المسار الدائري كل 19,000 - 23,000- سنة. عندما تلف ، فإن طرفه يتجه مباشرة إلى أعلى للبدء به، ولكن بعد ذلك يبدأ في حركات دائرية ثم يتوقف الخذروف عن الدوران ويسقط. والأرض مثلها مثل الخذروف الدوار. وبالتأكيد لا توجد فرصة أنه سيتوقف عن الدوران في ملايين السنوات القليلة القادمة، ولكن قد حدث بعض البطء، ومحور الأرض ليس ثابتًا على البقعة نفسها في السماء. ليس للدوائر التي يصفها دوران محور الأرض أثر على مقدار الحرارة الذي يصلها من الشمس (ليس أكثر من ميل المحور على هذا النحو)، ولكنها تؤثر على شدة الموسم البارد ومدته في خطوط العرض القطبية

إن دوران الأرض حول الشمس يتغير كل حوالي 400,000 و 100,000 سنة. عندما يكون دوران الأرض قريبًا من الشكل الدائري، فإن التغيرات الموسمية في تدفق الحرارة من الشمس تكون أقل منها عندما يكون الدوران بيضاوي الشكل

عندما تكون فصول الشتاء في المناطق القطبية أطول وأشد، ويكون سقوط الثلج أكبر، يقل ذوبان الجليد في الصيف ويكون تراكمه كتلًا جليدية. وهذه الكتل الجليدية البيضاء، بخلاف الأسطح السوداء من الأرض أو الماء، تعكس تقريبًا كل الشعاع الشمسي الذي يصل إليها. ونتيجة لذلك، تتكثف البرودة وتستمر زيادة الكتل الجليدية، بحيث تتحرك من القطبين إلى خطوط العرض المعتدلة. ثم تبدأ بعد ذلك فترة العصر الجليدي (الشكل 1.3.7

بعد بضع عشرات آلاف السنين، تتغير الظروف بحيث تتسبب في أن تصبح فصول الشتاء في المناطق القطبية والمناطق المعتدلة أقصر وأدفأ. وتبدأ الكتل الجليدية في التراجع، ويعود المناخ إلى ما كان عليه من قبل. وهذا ما حدث منذ 13,000 سنة، عندما انتهت آخر فترة جليدية

الشكل 1.3.7: أ) قارة أمريكا الشمالية أثناء العصر الجليدي منذ 125,000 سنة
ب) في الوقت الحالي

أ

ب

منذ حوالي 5000 - 7000- سنة مضت، كان المناخ أدفئ وأكثر مطرًا مما هو الآن، وقد أوجد ذلك ظروفًا كانت مواتية لتكوّن الحضارة الإنسانية، ولكن قد يكون من الخطأ أن نظن أن دفء المناخ بدرجتين سيكون مفيدًا للحضارة الحديثة. وللبشر اليوم احتياجات مختلفة وظروف حياتية مختلفة: لم تعد وفرة العشب للحيوانات المستأنسة ووفرة الطرائد لصيدها في الغابات كافية لمجتمعاتنا لتؤدي وظائفها بطريقة صحيحة

لقد تغير منسوب محيطات على كوكب الأرض معًا وذلك مع قدوم وزوال العصور الجليدية. وأثناء الفترات الباردة، كان منسوب البحر أقل من منسوبه الحالي اليوم بمعدل من 50 - 100 متر. وكانت هذه هي الأوقات التي انتقل فيها الإنسان القديم من أوراسيا إلى أمريكا، وكان ذلك على اليابسة بشكل رئيسي ولجزء من الطريق عبر مضيق ضيق مغطى بالثلوج. وفي الفترات الأدفأ أثناء آخر بضع مئات الآلاف من السنين، كان المحيط في منسوبه الحالي أو أعلى بمعدل من 5 إلى 10 أمتار

كم عشرة آلاف سنة بقيت حتى الفترة الجليدية التالية على كوكب الأرض؟ إن تعقد فترات تغير مدار الأرض ودورانها حول محورها يجعل من المستحيل على العلماء أن يتنبأوا ما إذا كان سيحدث ذلك في 15,000 أو 20,000 أو 30,000 سنة

وهناك شيئان، ورغم ذلك، فهما واضحان. أولًا، أنه سيحدث. وربما أحفادنا البعيدون سيكونون قادرين على التكيف لأن المناخ في خطوط العرض المركزية والمدارية لن يكون أبرد مما هو الآن. ولن تأتي الفترة الجليدية التالية على الفور، ولن تأتي في خلال سنة أو حتى مائة سنة، ولكن الحركة الجليدية ستستغرق مئات وآلاف السنين. وإن توقع مجيء الفترة الجليدية ليس له أية أهمية للمناخ في الألفية الأخيرة أو للقرون القليلة المقبلة المنتظرة

إن تاريخ مناخ الأرض في المليون سنة الأخيرة يتميز بقدوم الفترات الجليدية وذهابها. وكل 100,000 سنة تقريبًا، يزداد حرارة المناخ. وتدوم الفترة الدافئة لمدة 20,000 إلى 40,000 عام، وبعد ذلك توجد برودة أخرى. وهناك فترة جليدية جديدة حتمية الحدوث، ولكنها لن تحدث للسنوات 15,000 أو 30,000 المقبلة. وإن إمكانيات "العصر الجليدي" الجديد ليست لها أهمية لتغير المناخ الذي يحدث الآن والذي سيحدث في القرون القليلة المقبلة

1.3.3 أسباب تغيّر المناخ: قرون

لقد أصبحت أجزاء مختلفة من الأرض أكثر دفئًا وأكثر برودة في عصور متعددة أثناء آخر ألف سنة. وكانت هناك العديد من العقود التي تغيرت فيها درجة حرارة الهواء بمعدل ملحوظ جدًا من 3 إلى 4 درجات مئوية. وبالطبع، لم يكن هناك ترمومترات منذ ألف سنة مضت (قد كان الناس فيما مضى قادرين فقط على قياس درجة الحرارة لآخر 300 سنة)، ولكن السجلات الباقية للفترات الخصبة (الدافئة) والأقل خصوبة (الباردة) دليل على التقلبات المهمة في المناخ. ويستطيع العلماء أيضًا التوصل لنتائج حول درجة الحرارة في الماضي من الرواسب الموجودة في قيعان البحار والأنهار وعن طريق استخدام علامات أخرى. وتعد حلقات النمو السنوية للأشجار مصدرًا جيدًا للمعلومات بصفة خاصة

يشرح العلماء التقلبات الدورية في درجة الحرارة على مدار عقود عن طريق التغيرات في النشاط الشمسي، والانفجارات البركانية والعمليات التي تحدث في محيطات العالم

التقلبات في النشاط الشمسي

تتنوع شدة الإشعاع الشمسي بصفة دورية ويكون لها دورات كل مدتها 11 سنة. ولكن الملاحظات التي بدأت في فترة مبكرة منذ بداية القرن السابع عشر (17) تبين أيضًا دورات التغير في النشاط الشمسي الذي يدوم فترات

من 40 - 45 سنة و 60 - 70 سنة و 100 سنة و 200 سنة

عادة ما تكون التغيرات في الإشعاع الشمسي بسيطة، لكن عندما تأتي العديد من فترات النشاط الشمسي المنخفضة واحدة تلو الأخرى، تنخفض درجة حرارة الأرض انخفاضًا كبيرً. وقد حدث هذا، على سبيل المثال، من عام 1640 إلى عام 1715، وهي فترة يُشار إليها باسم "العصر الجليدي الصغير

كان هذا في الوقت الذي اعتاد الناس فيه في هولندا التزلج على طول القنوات المتجمدة في أمستردام في وقت الشتاء. وسرعان ما انتهت موجة البرد بعدها وأصبح استخدام الزلاجات أقل شيوعًا (الشكل 1.3.8)

الشكل 1.3.8: الهولنديون يتزلجون على قناة متجمدة. نقوش من سلسلة "حروف تساير الموضة" بواسطة إتش فيشر 2 (هولندا، 1682 - 1702

الانفجارات البركانية

ما الظاهرة الطبيعية التي تدهشنا أكثر بقوتها وطاقتها؟ الإجابة بالتأكيد هي انفجار البركان. هل تعتقد أن البراكين ترفع حرارة الغلاف الجوي للأرض أو تخفض من حرارته؟ للوهلة الأولى، قد يبدو أن البراكين يجب أن ترفع حرارة الغلاف الجوي. ويتضح أن الحمم البركانية الساخنة والغازات شديدة الحرارة ترفع درجة حرارة الهواء، ولكن بالقرب من البركان فقط. إن التأثير الأكبر على المناخ لا يكمن في الحمم البركانية الساخنة أو الغاز الساخن بل في الرماد البركاني. ويقذف الانفجار البركاني الرمادَ البركاني عاليًا في طبقة الغلاف الجوي العليا، إلى ارتفاعات تتراوح من 10 إلى 15 كم، حيث تبقى لمدة طويلة. ويعمل الرماد على حجب بعض أشعة الشمس، ونتيجة ذلك يصبح الكوكب كله أكثر برودة

الشكل 1.3.9: بركان تامبورا على جزيرة ساماوا في إندونيسيا. وقد تسبب الانفجار البركاني العملاق الذي حدث في عام 1815 في انهيار الجزء العلوي من البركان، مكونًا فوهةً بركانية عرض 6 كم وعمق 1 كم.

إن أي انفجار بركاني يصل فيه عمود من الرماد إلى طبقة الغلاف الجوي العليا بتسبب في برودة قصيرة الأجل لعام لاحق. على سبيل، بعد الحروب النابليونية في أوروبا تساءل الناس لماذا أصبح المناخ باردًا لبضع سنوات. وكان السبب هو انفجار بركان تامبورا فيما يسمى الآن إندونيسيا. وحدث الشيء نفسه في عام1983 بعد انفجار بركان الشيشون في المكسيك، وفي عام 1992 بعد انفجار جبل بيناتوبو في الفلبين

بعد فترة من عامين إلى 3 أعوام، استقر الرماد البركاني وتوقفت البراكين عن إحداث أثرها على مناخ الأرض حتى يلقي الانفجار البركاني الكبير التالي رماده في طبقة الغلاف الجوي العليا

هذه الانفجارات البركانية الكبيرة نادرة ومعظم الانفجارات التي نسمع عنها لا تعكس مناخ كوكب الأرض. على سبيل المثال، انفجار البركان الذي يصعب نطق اسمه في أيسلندا في Eyyafyad-layëkyudl " "إيافيالايوكل عام 2010 قذف بالكثير من الرماد البركاني ولكن في طبقة الغلاف الجوي الدنيا فقط. وقد هبطت الطائرات في جميع أنحاء أوروبا ولكن الرماد البركاني القاد من هذا البركان الأيسلندي استقر بسرعة ولم ينتشر في أنحاء الكرة الأرضية

تيارات المحيط

لقد اتضح أن الاكتشاف الذي حدث منذ ألف سنة على يد النرويجي الفايكنجز لجرينلاند تزامن مع الفترة الدافئة. ومنها جاء اختيار الاسم من قبل المكتشفين. وبالطبع، فحتى ذلك الوقت لم جرينلاند خضراء تمامًا: كانت الكتل الجليدية تغطي الجزء الأكبر من الجزيرة، كما هو الحال الآن، ولكن الطرف الجنوبي كان خاليًا من الجليد ودافئًا نسبيًا. ويكمن السبب وراء هذا في التغيرات في تيارات المحيط: فعندما تكون أقوى، يصبح المناخ المحلي أدفأ قليلًا؛ وعندما تكون أضعف، يصبح أكثر برودة. وهذا السلوك الذي تسلكه تيارات المحيط كان كافيًا ليتسبب في فترات أكثر دفئًا وفترات أكثر برودة في أجزاء عديدة من العالم

لقد تغير مناخ مرات عديدة في الماضي. ولكن لم يسبق أن تغير متوسط درجة حرارة الكوكب بنفس السرعة التي يتغير بها الآن: بمعدل 1 درجة مئوية تقريبًا في فترة 100 سنة. وهذه السرعة غير المسبوقة ليست معتادة للعمليات الطبيعية. وقد استغرقت أسرع التغيرات الطبيعية دائمًا مئات السنين أو آلاف السنين، وهو معدل بطيء جدًا للتغيير بمقياس الحياة البشرية. كما أن الكوارث التي يتغير المناخ فيها تغيرًا جذريًا في خلال فترة عام أو عامين من الممكن أن تكون موضوعًا لفيلم عن الكوارث والنكبات، ولكنها بعيدة عن الواقع وعما قد يتوقعه أي عالم

الأسئلة

1 ماذا كان العامل الرئيسي لتغير المناخ على مدار مليارات السنين؟

2 أي الأشياء التالية التي بنكهة الآيس كريم تذوب أبطأ في الشمس: الفانيليا البيضاء أم الشوكولاتة الداكنة؟ لماذا؟ كيف يدلل ذلك على العمليات التي تحدث على كوكب الأرض؟

3 ما التغيرات الرئيسية التي حدثت لطبقات غلاف الأرض الصخري منذ 50 مليون سنة؟ ما الأثر الذي حدث على الأرض كما نعرفها الآن؟

4 ما الذي يستخدمه العلماء لاكتشاف درجة الحرارة والتركيب الكيميائي للغلاف الجوي على مدار آخر 800,000 سنة؟

5 لماذا تحدث فترات العصور الجليدية؟

6 متى انتهت آخر فترة جليدية؟ هل ستكون هناك فترة جليدية أخرى؟ هل يمكن أن تبدأ هذه الفترة في العام المقبل؟

7 كيف عبر القدماء من البشر من أوراسيا إلى أمريكا؟ لم تكن لديهم قوارب وعرض مضيق بيرنغ الآن 86 كم (لا يمكنك أن ترى الجانب الآخر من أحد جانبيه

8 هل البراكين ترفع حرارة الغلاف الجوي للأرض أم تخفضها؟

المهام

المهمة رقم 1 ضع ورقة استشفاف على خريطة العالم، ثم تتبع الخطوط الخارجية لإفريقيا وأمريكا الجنوبية وقصها. جمّع

القارات التي قصصتها مع بعضا بعض

هل تبدو كما لو كانت قطعة أرض واحدة؟ ماذا كانت تُسمى تلك الأرض؟ ما الذي حدث لها؟ كيف أثر ذلك على مناخ الأرض؟ لماذا؟

المهمة رقم 2 تجربة

المواد المستخدمة: ورقتان صغيرتان (بيضاء وسوداء)؛

قطعتان من الطين اللدائني بطول 4 سم وسمك 0.5 سم

التجربة: الصق قطع الورق مع بعضها بالغراء، بحيث يكون النصف الأيسر أبيض والنصف الأيمن أسود. الصق قطع الطين اللدائني بشكل متعامد على الورقة على الجانب الخلفي لها، قطعة على الجزء الأبيض وقطعة على الجزء الأسود. ضع الورقة على حافتها وأمسكها بالقرب من مصباح (يُفضل أن يكون مصباحًا قويًا). وسوف يجعل المصباحُ الورقة مضيئة.

ما قطع الطين اللدائني التي ستسقط أولًا عندما يرفع الصباحُ حرارة الورقة؟ لماذا؟

أعط مثالًا على عملية مشابهة حدثت على كوكب الأرض

المهمة رقم 3 أنت تعرف بالفعل أن المناخ على كوكب الأرض في عصر الديناصورات كان أدفأ مما هو الآن. ولكي يكون العالم بنفس القدر

من الدفء مرة ثانية مثلما كان في العصر الذي كانت تعيش الديناصورات فيه، كان يجب أن تتحرك القارة القطبية الجنوبية بعيدًا عن القطب الجنوبي بما يكفي لكي تذوب كل كتلها الجليدية

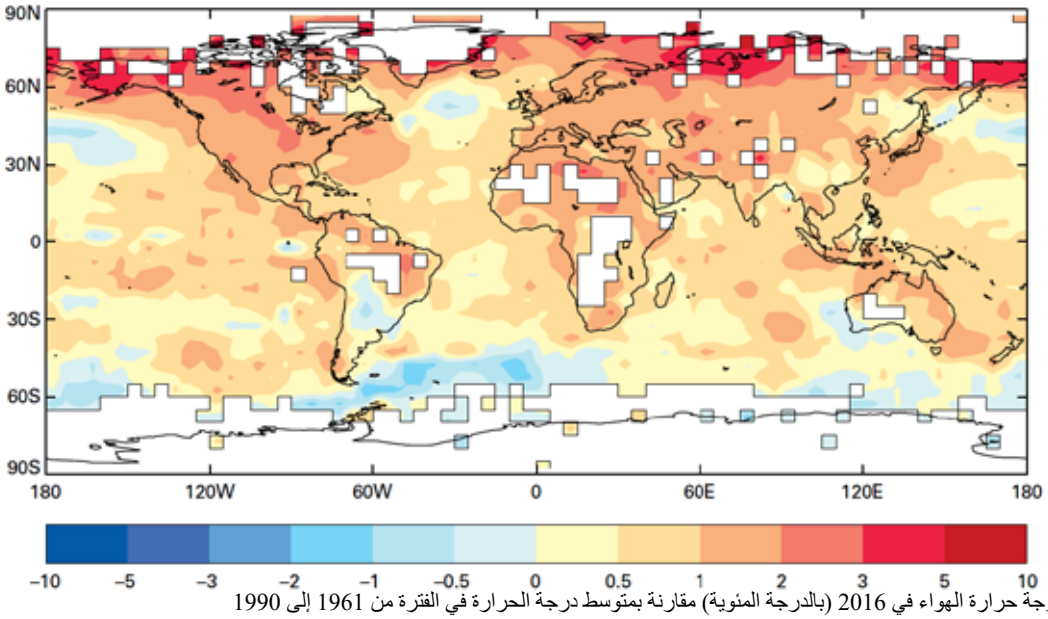
خذ خريطة فعلية للعالم، وباستخدام مقياس الرسم الخاص بها، احسب المسافة بالكيلو متر التي كانت القارة القطبية الجنوبية يمكن أن تتحرك قبل أن يكون مركزها بمعدل 40 درجة خط عرض جنوبًا

افترض أن القارة القطبية الجنوبية تتحرك بسرعة 2 سم في السنة. كم سنة يستغرقها الأمر لتدفئة الأرض بسبب حركة القارة القطبية الجنوبية فقط بما يكفي لتعيش الديناصورات على كوكب الأرض مرة ثانية؟

1.4تغيّر المناخ اليوم

أثناء القرن الماضي، بدأت درجة الحرارة على كوكب الأرض في الارتفاع بطريقة غريبة. وفي 100 سنة، أصبح الكوكب أدفأ بمعدل درجة واحدة تقريبًا. وفي نصف الكرة الأرضية الشمالي، أصبحت الفترة من عام 1983 إلى عام 2017 أدفأ فترة في آخر 1400 عام (الشكل 1.4.1

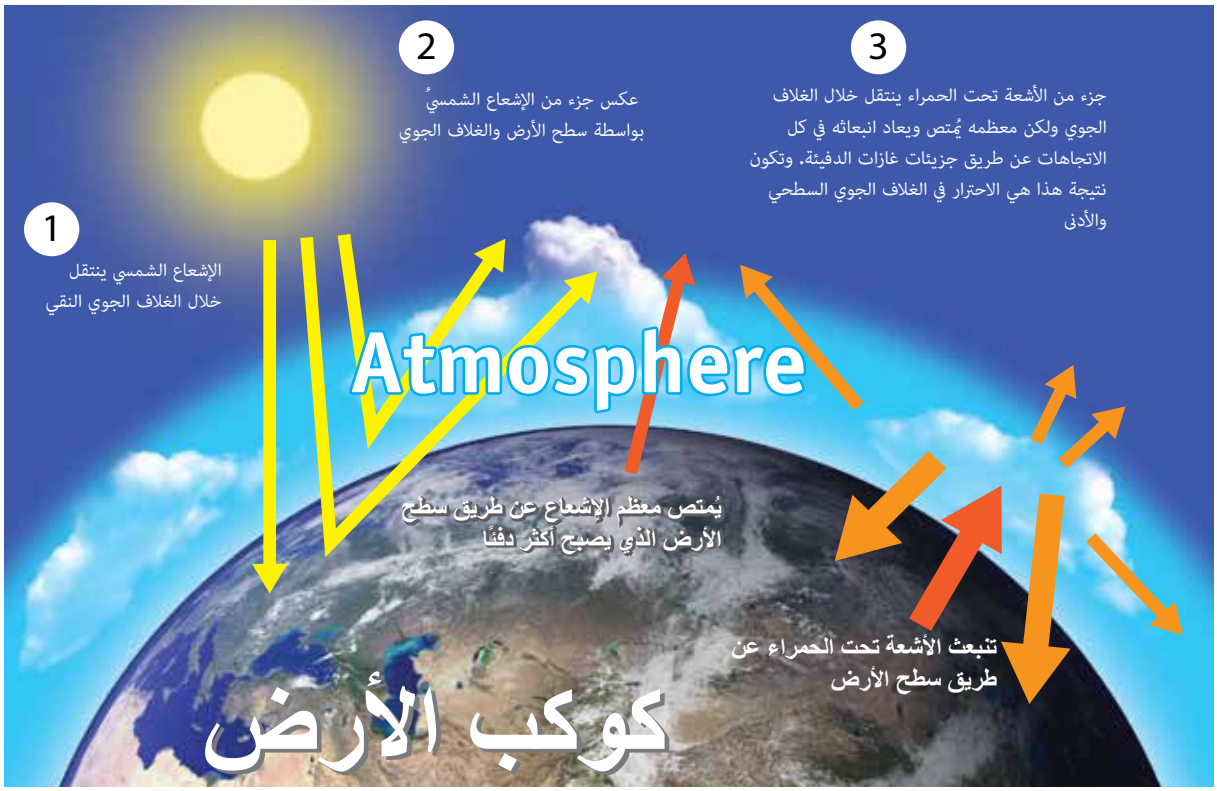
الشكل 1.4.1: توضح الخريطة بكم درجة تغيرت درجة الحرارة في مختلف مناطق العالم
بحلول عام 2018، مقارنة بالقيمة المتوسطة في الفترة من عام 1961 - 1990



اختلاف درجة حرارة الهواء في 2016 (بالدرجة المئوية) مقارنة بمتوسط درجة الحرارة في الفترة من 1961 إلى 1990

يشرح العلماء الاحترار الحالي للكوكب عن طريق زيادة ما يسمى "أثر الدفيئة

الشكل 1.4.2: توازن الطاقة على كوكب الأرض وأثر الدفيئة



تأثير الدفيئة

تأثير الدفيئة هو العملية التي بواسطتها تمتص الغازات والغبار وبخار الماء في الغلاف الجوي حرارة الارض وتعوق انعكاسها من سطح الأرض. وعندما وصف العلماء للمرة الأولى هذا التأثير منذ 200 عام، لاحظوا كيف أن الغلاف الجوي للأرض يتصرف كصوبة زجاجية بالنسبة للخضروات التي تنمو. ومن ثم، فإن الغازات التي تمتص الإشعاع الحراري للأرض أُطلق عليها "غازات الدفيئة". وتشمل غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وبعض الغازات الأخرى إلى جانب بخار ،(CH4 والرمز CO2 (ولسهولة الإيضاح سنشير إليهما بالرموز الكيميائية الماء. وهي تتسبب في عقبة تقف أمام الأشعة تحت الحمراء الواردة من سطح الأرض. ونتيجة ذلك، فإن الغلاف الجوي الأدنى ترتفع حرارته. ودون تأثير الدفيئة، لن يكون متوسط درجة حرارة الهواء على سطح الأرض +14° مئوية، مثلما هو الحال الآن، ولكن ستكون 19°- مئوية. وستنتقل حرارة الأرض إلى الفضاء دون أن تعمل على احترار الغلاف الجوي. وقد يجعل هذا من الصعب وجود حياة على كوكبنا

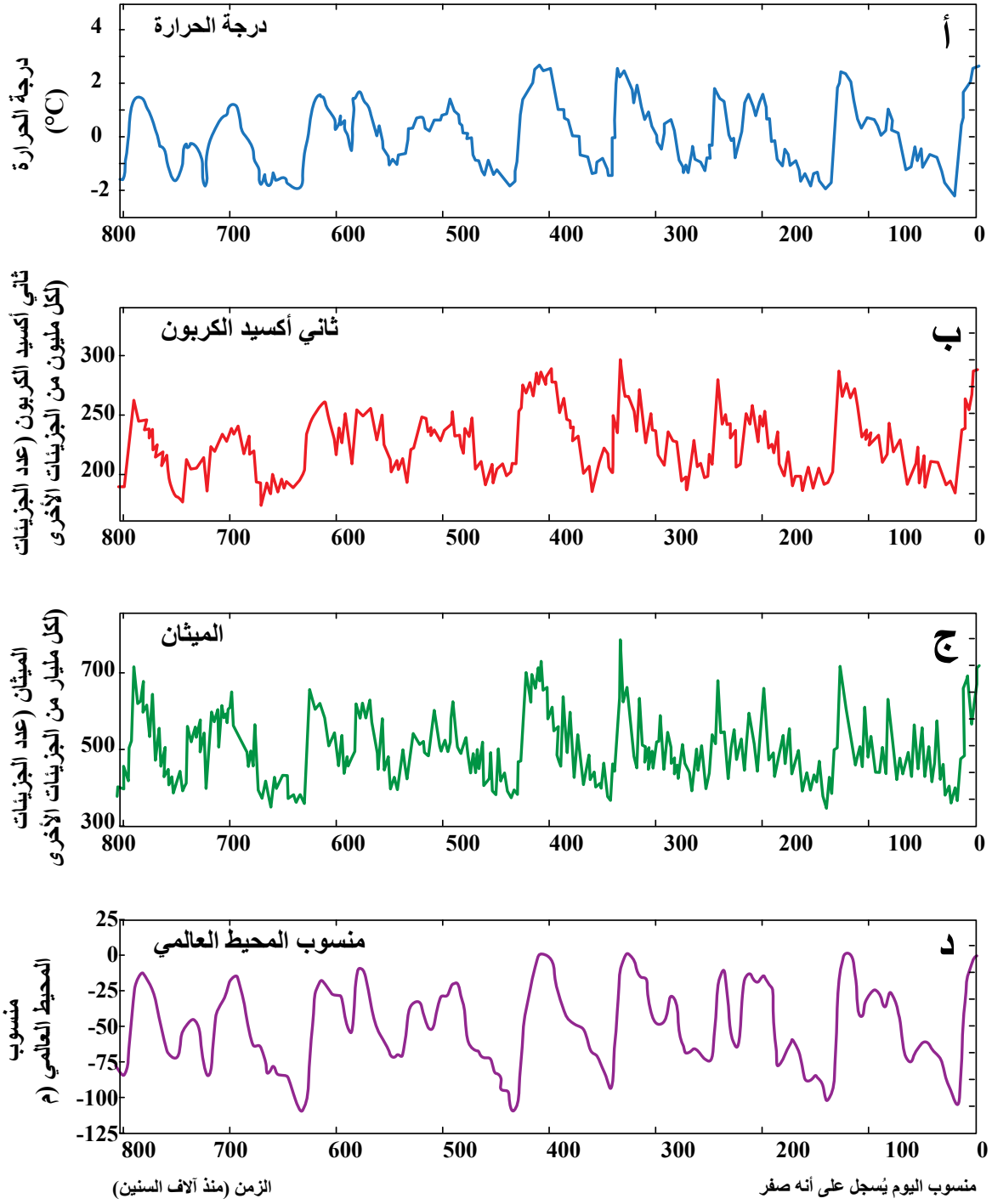
لقد تنبأ العلماء منذ فترة طويلة بذلك عن طريق إنتاج وحرق الفحم والزيت والغاز، وقد تنبعث من البشر كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان، ما يزيد من تأثير الدفيئة. وفي منتصف القرن العشرين، تأكد تنبؤ العلماء: بدأ تركيز هذه الغازات في جميع أنحاء العالم في الزيادة بسرعة (الشكل 1.4.3

الشكل 1.4.3: تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون
في الغلاف الجوي على مدار آخر 400,000 سنة

غازات الدفيئة هي السبب الرئيس لتغير المناخ اليوم. نتيجة الأنشطة البشرية، خاصة حرق الوقود الأحفوري وتطور وسائل النقل وإزالة الغابات ، فقد وصلت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي مثل غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز أكسيد النيتروس للمستويات القياسية - أعلى منها في أي وقت في آخر 800,000 سنة على الأقل. وقد تنوع التركيز الطبيعي لغاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على مر التاريخ بين 180 جزءًا و 300 جزء في المليون من الجزيئات الأخرى. واليوم، بلغت تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون 400 جزء في المليون! ومنذ بداية الثورة الصناعية (من خمسينيات القرن الثامن عشر (1750))، ، ازداد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بما نسبته 40 % وازداد تركيز غاز الميثان بما نسبته 120 % وازاد تركيز أكسيد النيتروس بما نسبته 20 %! إن الاقتراح الذي مؤداه أن النشاط البشري يؤدي إلى تقوية تأثير الدفيئة كان أول من طرحه هو العالم السويدي سفانت أرينيوس منذ عام 1896

:الشكل 1.4.4: التغير في آخر 800,000 سنة مقارنة بمتوسط
أ) درجة حرارة الهواء
ب) تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون
ج) تركيزات غاز الميثان
د) منسوب المحيط

يُحسب عن طريق محتوى نظائر الأكسجين المشعة في الغطاء الجليدي للقارة القطبية الجنوبية



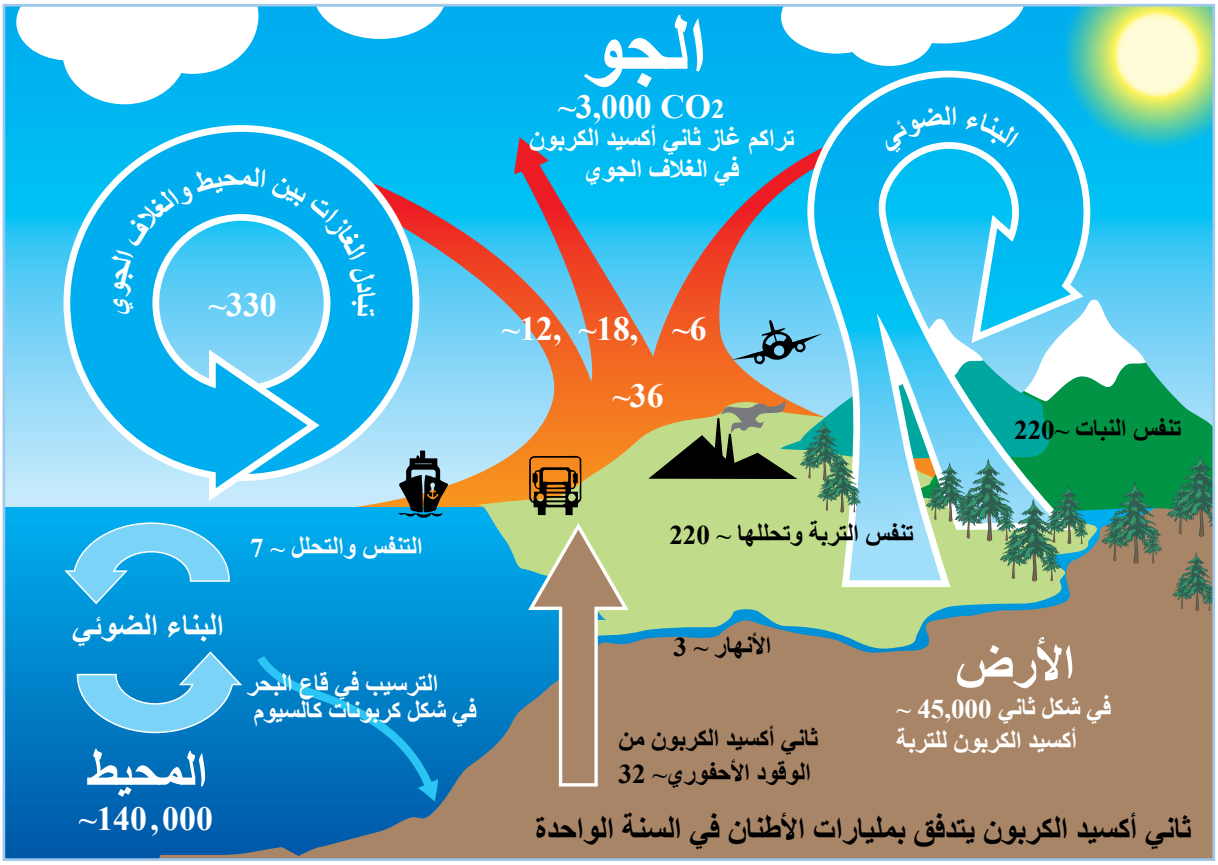
منسوب المحيطات، المبين في المخطط السفلي، قد تغير في الوقت نفسه الذي تغيرت فيه درجة الحرارة وتركيز غازات الدفيئة. أثناء الفترات الباردة، كان منسوب البحر أقل مما هو عليه الآن بمعدل من 50 إلى 100 متر، وفي الفترات الدافئة، كان أعلى بمعدل 5 - 10 أمتار

هل الزيادة في تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون بسبب النشاط البشري فقط أم هي عملية طبيعية؟

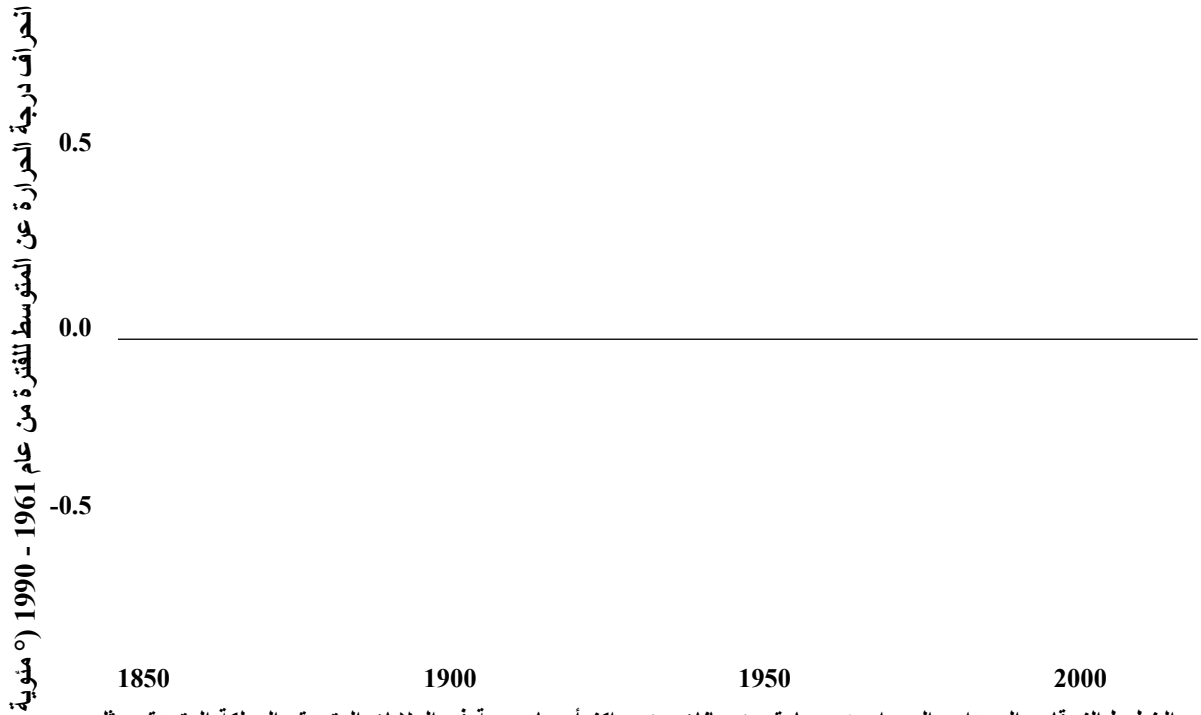
في كل عام، ينتج عن عملية البناء الضوئي والتنفس من قبل الكائنات الحية كميات من غاز ثاني أكسيد الكربون وهي أكبر من انبعاثات البشر بمعدلات كثيرة مضاعفة (الشكل 1.4.5). كما أن الانفجارات البركانية و"تنفس" المحيط له دور .... ولكن يتضح من استخدام تحليل النظائر أن السبب الرئيس وراء تأثير الدفيئة هو النشاط البشري رغم ذلك. ويمكن تحديد ذلك وإثباته لأن جزيئات ثاني أكسيد الكربون التي تتكون من احتراق الفحم والنفط والغاز الطبيعي تختلف عن جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون التي تنبعث من الكائنات الحية عن طريق تنفسها

تحليل النظائر المشعة: من الممكن أن تحتوي ذرات المادة نفسها على مقادير مختلفة من الجزيئات، تسمى نيوترونات. ويبين عدد النيوترونات في الذرة ما إذا كان ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي يأتي من تنفس الكائنات الحية أو من احتراق الفحم والنفط والغاز الطبيعي

الشكل 1.4.5: دورة ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة



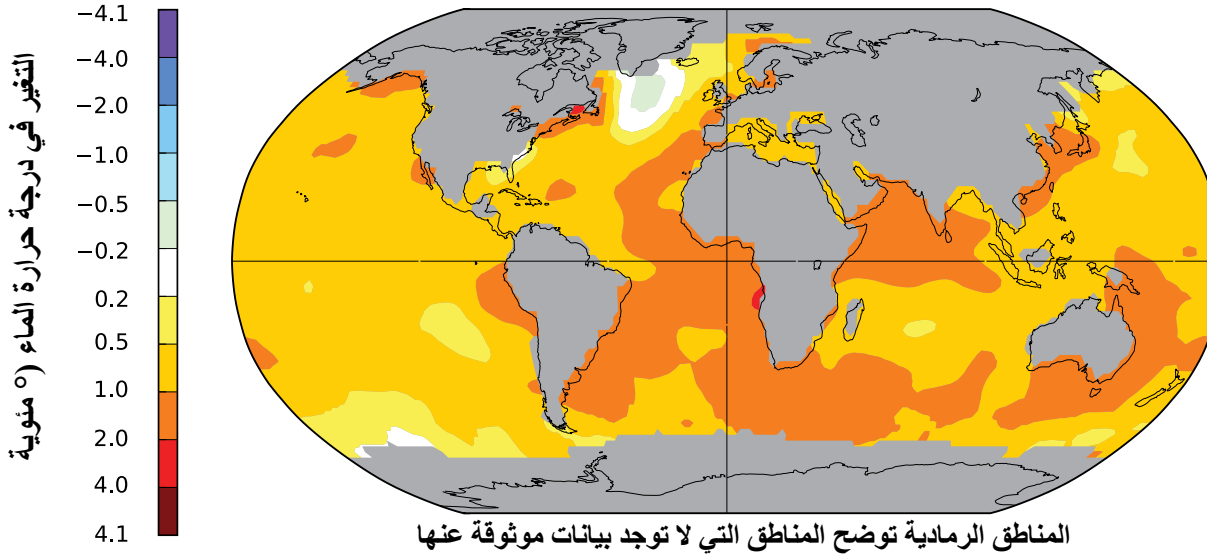
الشكل 1.4.6: الزيادة في متوسط درجة الحرارة على الأرض
بين عام 1850 وعام 2016



الخطوط الزرقاء والسوداء والحمراء هي عبارة عن بيانات من مراكز أرصاد جوية في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة. يمثل الشريط الرمادي نطاق الخطأ الممكن، حسب تقدير العلماء البريطانيين

إن المحيط والغابات وأنواع التربة في كوكبنا "تساعد" البشر عن طريق امتصاص نصف كمية غاز ثاني أكسيد الكربون التي أحدثها الإنسان، ولكن النصف الآخر يتراكم في الغلاف الجوي (الشكل 1.4.5) ويزيد من تأثير الدفيئة. وهذا يتسبب في احترار الغلاف الجوي ومن ثم احترار المحيط (الشكل 1.4.7). وثمة نقطة أخرى مهمة يجب عدم نسيانها وهي أن الإنسان قد عمد إلى قطع قدر كبير من غابات العالم، ومن ثم فإن قدرتها على امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي أقل الآن مما كانت عليه في الماضي

الشكل 1.4.7: تغيرات درجة حرارة الماء
في المحيط العالمي بين عام 1901 وعام 1918



المناطق الرمادية توضح المناطق التي لا توجد بيانات موثوقة عنها

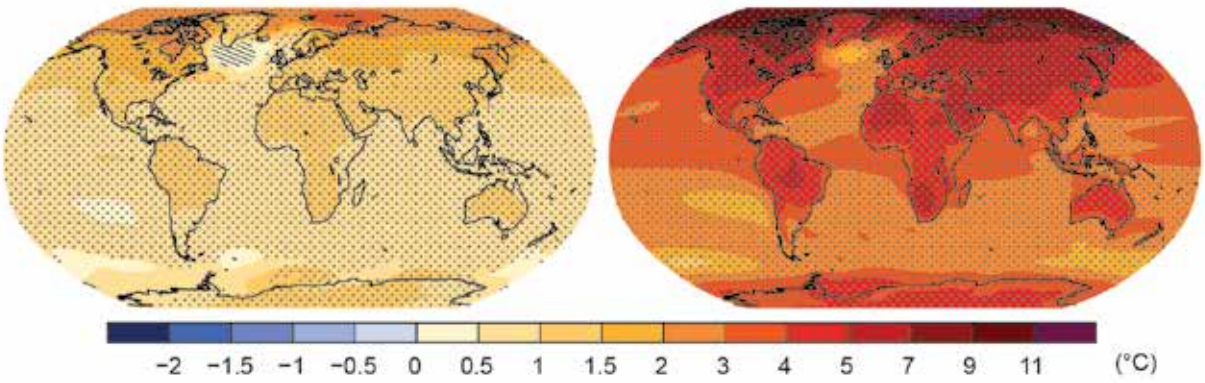
للمحيط أهم دور على الإطلاق في تشكيل مناخ كوكب الأرض. وهو يحتوي على أكثر من 90 % من طاقة النظام المناخي للكوكب. وإذا كانت درجة حرارة الغلاف الجوي ترتفع، ولكن لا ترتفع درجة حرارة المحيط، فقد لا يوجد سبب كافٍ للانزعاج. وهذا قد يعني أن الرابط الرئيس في النظام المناخي قد بقي دون أن يتأثر. ولكن للأسف ترتفع درجة حرارة المحيط العالمي عامًا بعد عام. ومن ثم، يعتقد علماء المناخ أن فصول الشتاء الباردة أو حتى برودة الهواء في جميع أنحاء الكوكب قد لا تعطي إشارة لتوقف الاحترار العالمي، لأن مقدار الحرارة في النظام المناخي لكوكب الأرض ككل تستمر في الزيادة عامًا بعد عام، مع معظم الزيادة التي تحدث في المحيط (الشكل 1.4.7

وإضافة إلى تغيير التركيب الغازي للغلاف الجوي، يعمد الإنسان إلى تلويث الهواء بالأيروسولات التي تتكون من جزيئات دقيقة. ويحدث تلوث الغلاف الجوي أيضًا بسبب العديد من المواد التي تنتجها الانبعاثات من محطات القوى الكهربائية والسيارات والطائرات وحرائق الغابات وحرق الحشائش. وتعمل الجزيئات الموجودة في الهواء على عرقلة مرور ضوء الشمس، ما يرفع درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض. وعندما تستقر جزيئات الأيروسولات على الجليد والثلج (خاصة جزيئات السخام) فإنها تقلل من قدرة السطح على أن يعكس أشعة الشمس، ما يضيف إلى تأثير الاحترار. ومن ثم فإن الإنسان يعمد إلى كل من زيادة حرارة الكوكب وبرودته، ولكن أثر أفعاله تجاه الاحترار العالمي (عن طريق تقوية أثر الدفيئة) أقوى من أثر البرودة الذي يحدثه النشاط البشري بمعدل ثلاثة أضعاف. وبناءً عليه، فكل سبب موجود يجعلنا نجزم بأن "الاحترار العالمي" يحدث بسبب الإنسان

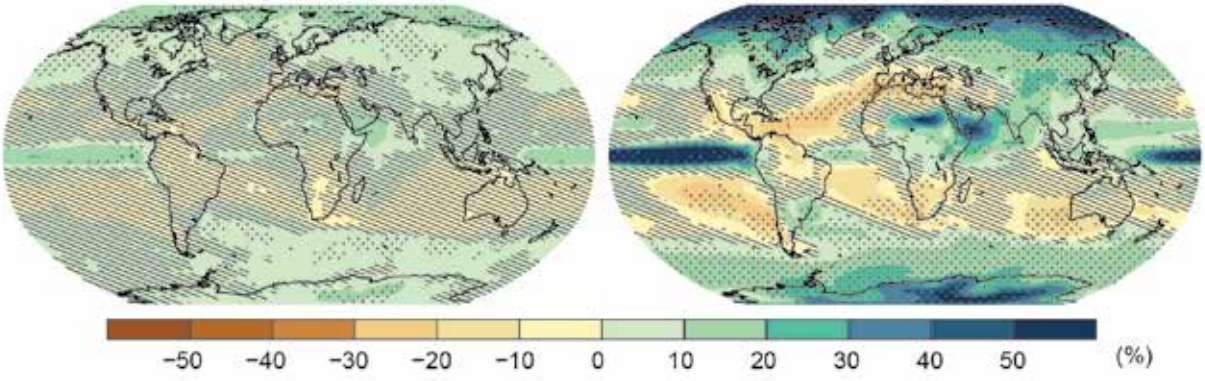
في بداية السبعينيات من القرن العشرين، أجرى عالم المناخ ميخائيل بوديكو توقعًا لتغير المناخ وتنبأ بأن الإنسان قد يواجه مشكلات بحلول عام 2000 في شكل التغيرات الجديدة "والغريبة" في المناخ. وكان على صواب فيما ذهب إليه

الشكل 1.4.8: التغيرات المتوقعة لدرجة الحرارة وسقوط المطر بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين وفقًا لسيناريوهين لانبعاثات غاز الدفيئة العالمي: السيناريو الأكثر إيجابية (الأيسر) والسيناريو الأقل إيجابية (الأيمن

تغير متوسط درجة حرارة الهواء على سطح الأرض في الفترة من عام 2081 - 2100 مقارنة بمتوسط درجة الحرارة في الفترة من عام 1986 - 2005



تغير سقوط المطر السنوي في الفترة من عام 2081 - 2100 مقارنة بمتوسط سقوط المطر في الفترة من عام 1986 - 2005



منذ الوقت الذي بدء الإنسان فيه بحرق الفحم، ارتفعت درجة حرارة الهواء على سطح الأرض بمعدل °1مئوية و 0.75 ° مئوية من ذلك النمو حدث في آخر 50 سنة (الشكل 1.4.6) وللوهلة الأولى، يبدو التغير متواضعًا ولا يبدو أنه يمثل تهديدًا. ولكن يجب ألا يغيب عن أذهاننا أن هذه هو متوسط التغير للكوكب كله ولكل فصول السنة. وقد كان التغير في أماكن معينة أكبر بكثير. وقد ارتفعت درجة حرارة الهواء في روسيا بمعدل °1.5 مئوية وفي أقصى الشمال وفي القارة القطبية الشمالية بمعدل من درجتين إلى 3 ° مئوية (الشكل 1.4.1

في بعض الأجزاء من روسيا، أصبحت فصول الشتاء أكثر برودة وليست أكثر دفئًا. وعندما ننظر إلى الأسابيع والشهور، نجد أن درجة الحرارة قد تكون أدفأ بمعدل °10 مئوية لمدة من أسبوعين إلى 3 أسابيع وأكثر برودة من المتوسط لذلك الوقت في السنة بمعدل °9 مئوية في تلك المنطقة في النصف الثاني من القرن العشرين، مع احترار عام بمعدل من درجة (1°) إلى درجتين (2°) مئويتين. وما يلفت النظر أكثر ليس التغير العام، لكن الحقيقة التي مؤداها أن الطقس قد أصبح أكثر برودة بكثير، مع وجود رياح عاصفة وهطول غزير في الأمطار أو الجليد

ألم يكن الطقس غريبًا في الماضي أيضًا؟ بالتأكيد كان غريبًا. وقد كتب الشاعر الروسي الشهير ألكسندر بوشكن في رائعته الروائية "يفغيني أونيغين" Eugene Onegin:

ذلك العام تباطأ الخريف في الساحات
والحقول وعزف عن الذهاب. انتظرته
الطبيعة وأوقف الشتاء المليء بالثلوج سقوط
ثلوجه
حتى الثالث من يناير في الليل

استخدم بوشكين نظام التقويم الروسي القديم المعروف "التقويم اليولياني"، ومن ثم كان تاريخ 3 يناير يوافق 20 ديسمبر. ولكن لا يزال هذا متأخرًا جدًا لأول جليد في الجزء الأوسط من روسيا الأوروبية - عادة ما يبدأ سقوط الجليد بالفعل في نهاية شهر أكتوبر

."الشكل 1.4.9: "تاتيانا تجلس على السرير. الوقت هو فصل الشتاء
الصور من رواية "يفغيني أونيغين"رسمها دي. بيليوكين (روسيا 1999

في القرن التاسع عشر أيضًا، كانت توجد أيام دافئة في وقت الشتاء ونوبات برودة في الصيف وعواصف وفيضانات وسقوط غزير للثلوج وفترات جفاف وحتى مطر متجمد، يغطي كل شيء بقشرة سميكة من الثلج

إن النقطة الرئيسة هنا أن تلك الظواهر الطبيعية الخطيرة لا تزال تحدث الآن في أغلب الأوقات وستصبح أكثر تكرارًا في المستقبل. وسنستمر نواجه فترات من الطقس البارد للغاية، على الرغم من أنها بمرور الوقت من الممكن أن تصبح أقل شيوعًا. وستكون هناك بعض الآثار الإيجابية من الاحترار العالمي، ولكن في الوقت الحالي نرى آثارًا أكثر إيجابية

باستخدام النماذج الحاسوبية التي تراعي جميع الآثار (التي حدثت بفعل الطبيعة أو بتدخل من الإنسان)، فإن علماء المناخ قادرون ليس فقط على تفسير ما يحدث الآن، بل وعلى إعطاء تنبؤ للقرن الحادي والعشرين كله. واعتمادًا على مستوى انبعاثات غازات الدفيئة، فقد ترتفع درجة الحرارة على الأرض ارتفاعًا كبيرًا أثناء القرن الحالي. وفي سيناريو إيجابي، ستكون التغيرات بسيطة تمامًا (بمعدل من 1.5° مئوية إلى 2° مئوية) مقارنة ببداية القرن العشرين. ولكن في أسوأ الحالات، قد يصبح المناخ على كوكب الأرض أدفأ بمعدل 5° مئوية. وتصبح أوروبا الشمالية دافئة بسرعة أكبر، وتكون الزيادة في درجة الحرارة في القطب الشمالي كبيرة بمعدل 10° مئوية! وسيكون لهذا تأثير كبير على مستويات سقوط المطر، ومنسوب البحر، وتكرار الأحداث الجوية المتطرفة وشدتها. إن الكيفية التي ينتهي بها القرن الحادي والعشرين ستعتمد إلى حد كبير على النشاط البشري

وبالطبع، فإن تأثير الشمس والبراكين وتيارات المحيط والعمليات الطبيعية الأخرى مهم جدًا أيضًا. ولكن تغيرات المناخ التي تتسبب فيها مدتها قصيرة ودورها بسيط على فترات زمنية طويلة

لذا، فإن معظم العلماء يتفقون على أن الإنسان كان له أكبر دور في تغير المناخ الذي كان يحدث على الأرض على مدار آخر 60 سنة (منذ منتصف القرن العشرين) والذي سيستمر في القرن المقبل

إن أكبر تأثير بشري على نظام المناخ يحدث بسبب انبعاثات غازات الدفيئة التي تحدث بسبب احتراق الوقود الأحفوري: الفحم والغاز الطبيعي ومنتجات البترول. وإن تقليل استخدام الوقود الأحفوري من قبل محطات الطاقة الكهربائية ووسائل النقل والصناعة وفي الحياة اليومية سيقلل من التأثير البشري على المناخ. ولكن احتراق الوقود الأحفوري ليس العامل الوحيد. فالإنسان يؤثر على المناخ بقطعه لأشجار الغابات التي تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، عن طريق السماح بالتسرب الكبير لغاز الميثان من خطوط الأنابيب، وعن طريق استعمال غازات الدفيئة الصناعية والقوية في الصناعة. وهذا ما يجعل من الصعب حل مشكلة تغيّر المناخ: ما نحتاجه هو إعادة تنظيم للاقتصاد العالمي ككل، لنجعله "أخضر"، لكي يعمل بما يفيد الإنسان والمناخ

الأسئلة

1 هل كان يوجد تأثير الدفيئة في الماضي؟ ماذا كان سبب حدوثه؟

2 لماذا ارتفعت درجة الحرارة على الأرض كثيرًا في آخر 100 سنة؟

3 هل كان يرجع ارتفاع تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي إلى أسباب طبيعية أم إلى النشاط البشري؟ كيف أُثبِت ذلك؟

4 لماذا يمكننا القول إن الإنسان يزيد حرارة الكوكب وبرودته؟ أي التأثيرين أكبر؟

5 بكم درجة ارتفعت درجات الحرارة على مدار آخر 50 سنة؟ هل كانت الزيادة في أوروبا الشمالية أكبر أم أقل منها في العالم ككل؟

المـهام

أوجد كتلة خشبية سميكة ومقطوعة جيدًا بالمنشار أو أرومة شجرة كبيرة. انظر إلى حلقات النمو السنوية: سترى أن بعضها

ضيق والآخر أوسع

توجد حلقات النمو الأقدم في وسط الكتلة أو الأرومة وحلقات النمو الأحدث توجد في الحافة

تدل الحلقات الواسعة على سنوات دافئة وتدل الحلقات الضيقة على سنوات باردة. احسب كم سنة من آخر 20 سنة كانت دافئة وكم سنة كانت باردة

كيف يؤثر التغير المناخي على الطبيعة في العالم وعلى البشر؟

هل يمكننا التكيف مع العواقب الحتمية للتغير المناخي؟

الجزء 2

2	.كيف يؤثر تغير المناخ على الطبيعة في العالم والبشر	
	هل يمكننا التكيف مع العواقب الحتمية لتغير المناخ؟	47
2-1	كيف يؤثر التغير المناخي على الطقس	49
2-2	كيف يؤثر تغير المناخ على النباتات والحيوانات	58
2-3	كيف يؤثر تغير المناخ على الغابات	76
2-4	كيف يؤثر تغير المناخ على موارد المياه	94
2-5	كيف يؤثر تغير المناخ على الزراعة	103
2-6	كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الساحلية	109
2-7	كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الجبلية	119
2-8	كيف يؤثر تغير المناخ منطقة القطب الشمالي	133
2-9	كيف يؤثر تغير المناخ على المدن وصحة الإنسان	148
2-10	ما اثر تغير المناخ على المشاكل الاجتماعية	158

2- كيف يؤثر تغير المناخ على الطبيعة في العالم والبشر

هل يمكننا التكيف مع العواقب الحتمية لتغير المناخ؟

كل شيء في الطبيعة مرتبط ببعضه البعض. حتى التغيير الطفيف في منطقة معينة من الطبيعة في العالم يؤدي إلى تغييرات في مناطق أخرى كثيرة. لذا ، مع ارتفاع درجة الحرارة على كوكب الأرض ، نشهد عددًا كبيرًا من التغييرات الأخرى ذات الصلة. يرتفع مستوى المحيطات في العالم ، وتذوب الأنهار الجليدية والتربة الجليدية ، ويزداد تكرار وقوة الظواهر الجوية القاسية (موجات الحر ، والأعاصير ، والعواصف ، والفيضانات ، والجفاف) كل عام. كما تظهر الأمراض المعدية الجديدة والخطيرة والآفات المختلفة في أماكن لم تكن معروفة سلفا. تلك الأمراض وغيرها بسبب آثار تغير المناخ تشكل خطرا على النباتات والحيوانات ، والتي لا يمكن أن تتكيف بسرعة مع هذه التغييرات الجذرية. كما أنها تسبب أضرارا اقتصادية هائلة ، وتشكل تهديدا لصحة الإنسان وحتى على حياته

إن النتائج التي تم نشرها مؤخرًا للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ – الهيئة الأكثر موثوقية في العالم من علماء المناخ من ذوي الخبرات العلمية - تظهر أن التغير المناخي المستمر يمكن أن يؤدي إلى عواقب أكثر خطورة على الإنسان وعلى الطبيعة في العالم في المستقبل.

لتقليل الأضرار الناجمة عن تغير المناخ ، يجب على البشرية اتخاذ التدابير المناسبة -ما يسمى ب "تدابير التكيف" - في الوقت المناسب

التكيف يعني تغيير النظم الطبيعية أو التي من صنع الإنسان لمراعاة التأثير الفعلي أو المتوقع لتغير المناخ بطريقة تجعل من الممكن تخفيف الأضرار أو الاستفادة من أي فوائد تحدث نتيجة تغير المناخ. على سبيل المثال ، قد تشمل تدابير التكيف انشاء المباني الأكثر مقاومة للأحداث المناخية القاسية ، وبناء السدود لمكافحة الفيضانات ، وتطوير أنواع جديدة من المحاصيل المقاومة للجفاف ، وغيرها

الشكل 1-2 الآثار السلبية لتغير المناخ على البيئة والبشر بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين ، ما لم نبذل قصارى جهدنا لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

1-2 كيف يؤثر تغير المناخ على الجو؟

لاحظ العلماء أنه خلال الخمسين عامًا الماضية ، أصبح الطقس في جميع أنحاء العالم أكثر حدة. نسمع من وقت لآخر أنباء عن وقوع كارثة طبيعية: وأخرى عن وقوع إعصار مدمر في الفلبين ، جفاف لم يسبق له مثيل في أستراليا ، فيضانات شديدة في أوروبا ، تساقط للثلوج في مصر للمرة الأولى منذ 122 عامًا. تصل درجة الحرارة كل يوم إلى مستويات قياسية جديدة: نشهد في أوروبا فصول الصيف الحارقة على نحو غير عادي ، ومن ثم في فصل الشتاء ، يمكن أن تنخفض درجات الحرارة فجأة من أعلى من الصفر إلى عشرين درجة تحت الصفر

ويشار إلى مثل هذه الظروف الجوية الغريبة من قبل العلماء على أنها تقلبات جوية. على سبيل المثال ، تعد فترات البرد غير المعتادة في فصل الصيف أو ذوبان الجليد لفترات طويلة خلال فصل الشتاء من أكثر التقلبات الجوية شيوعًا في المناطق ذات المناخ المعتدل في نصف الكرة الشمالي

عندما تشكل التقلبات الجوية تهديداً لصحة البشر وحياتهم ونشاطهم الاقتصادي ، فإنها تمثل ظواهر جوية قاسية

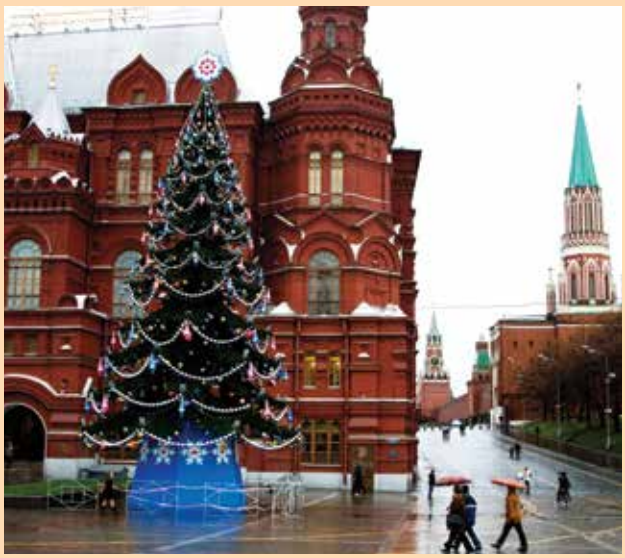
التقلبات الجوية هي أي حالات للطقس بخلاف الحالات "المعتادة" في موسم أو شهر أو يوم معين ، حيث يجب فهم الحالات "المعتادة" على أنها متوسط حالة الطقس في تلك المنطقة خلال فترة سابقة معينة ، معظمها عادة بين أعوام 1961 - 1990.

إن ظواهر الطقس القاسية (الأرصاد الجوية) هي عمليات وأحداث طبيعية مرتبطة بالظروف الجوية التي تنشأ في الغلاف الجوي أو في المياه الداخلية أو داخل مياه المحيطات ، ويمكن أن تؤدي آثارها إلى تدمير البشر والحيوانات والنباتات ويمكن أن تسبب أضرار جسيمة للاقتصاد.

تشمل الظواهر الجوية القاسية: الحرارة الممتدة أو البرودة الشديدة ، الرياح القوية ، العواصف ، العواصف المدارية (الأعاصير الاستوائية) ، العواصف الترابية والأمطار الغزيرة ، الثلوج الغزيرة ، الزوابع أو الإعصار الدوامي ، الفيضانات ، الجفاف ، الانهيارات الثلجية ، الانهيارات الأرضية وغيرها.

ملاحظة: الزلازل والثوران البركاني وموجات التسونامي لا تحدث بسبب المناخ والطقس ، لذا فهي ليست ظاهرة مناخية!

الشكل 1-1-2 المطر في شهر ديسمبر بدلا من الثلوج في موسكو لم يعد أمرا نادرا



عاصفة ترابية شديدة في الشرق الأوسط في سبتمبر 2015

تحدث العواصف الترابية أو العواصف الرملية في أغلب الأحيان في الصحاري والمناطق ذات التربة الجافة. في الشرق الأوسط وغيرها من المناطق القاحلة ، يمكن أن تأتي في شكلين. تأتي الهبوب (وتعني في اللغة العربية "الرياح العاتية") من موجات العواصف وغالبًا ما تظهر كجدران من الرمال والغبار تسير عبر الأقاليم. ولكن العواصف الرعدية ، لا تستمر الهبوب لفترة طويلة. ثم هناك عواصف غبار طويلة المدى يمكن أن تستمر لعدة أيام. في العراق ، غالباً ما ترتبط هذه العواصف بالرياح الشمالية الغربية المستمرة ، والتي تسمى الشمال (بمعنى "الشمال" في اللغة العربية)

في أوائل سبتمبر 2015 ، اجتاحت عاصفة ترابية هائلة محملة بسمات كل من عواصف الشمال الهبوب إلى جميع أنحاء العراق وإيران ودول أخرى في الخليج العربي ومناطق شرق البحر المتوسط. وصفت التقارير الإخبارية هبوب رياح تصل إلى 80 كيلومترًا في الساعة خلال العاصفة. كانت هناك تقارير عن إغلاق الطرق وإلغاء الرحلات الجوية. نقل الآف من الناس إلى المستشفيات بسبب العاصفة ممن يعانون من مشاكل في التنفس. يمكن أن تكون العواصف الترابية خطيرة وخاصة للأشخاص الذين يعانون من الربو. بالإضافة إلى أنها يمكن أن تنقل الميكروبات المسببة للأمراض. تتسبب العواصف الترابية أيضًا في اقتلاع التربة وخاصة أخف جزيئاتها الغنية بالمغذيات ، مما يقلل الإنتاجية الزراعية

في السنوات الأخيرة ، أصبحت العواصف الترابية أكثر شيوعًا في الشرق الأوسط والأجزاء القاحلة الأخرى من العالم ، مثل شمال إفريقيا وشمال الصين ومنغوليا وكازاخستان وأستراليا ووسط الولايات المتحدة. في موريتانيا ، حيث تغطي الصحراء الكبرى 90٪ من الأراضي ، كانت هناك عاصفتان فقط في السنة في أوائل الستينيات ، ولكن هناك اليوم حوالي 80 عاصفة ، وفقًا لخبراء من جامعة أكسفورد.

يقول العلماء إن العواصف الترابية الأكثر حدوثا هي نتيجة لكل من الممارسات الزراعية السيئة ، بما في ذلك الرعي الجائر واقتلاع القشرة البيولوجية ، وكذلك زيادة درجات الحرارة والجفاف على المستوى العالمي والمحلي

الشكل 2-1-2 صورة التقطتها الأقمار الصناعية للعاصفة الترابية التي ضربت العراق في سبتمبر 2015

الطقس غير المستقر

إذن ما الذي يحدث للطقس وما علاقة تغير المناخ به؟

تشير الملاحظات إلى أن عدد أنماط الطقس الغريبة والظروف الجوية القاسية هي نتيجة زيادة مطردة في جميع أنحاء العالم. يعتقد العلماء أن هذا قد يكون مرتبطًا بتغير المناخ على مستوى العالم. مع ارتفاع متوسط درجة الحرارة على كوكب الأرض ، يزداد تبخر المياه من المحيطات والبحيرات والأنهار. لذا تزداد كمية الرطوبة في الجو ، مما يؤدي إلى هطول أمطار غزيرة في بعض المناطق. كما تسبب درجات الحرارة المرتفعة فوق المياه السطحية للمحيطات في حدوث عواصف استوائية شديدة الخطورة (الأعاصير الاستوائية المدارية) في كثير من الأحيان أكثر مما حدث في منتصف القرن الماضي

.كما يمكن ان نتوقع ، يؤدي الاحتباس العالمي أيضًا إلى تكرار حدوث موجات الحر

الموجة الحارة" هي فترة لا تقل عن خمسة أيام ، يكون خلالها متوسط درجة الحرارة اليومية" أعلى 5 درجات مئوية على الأقل من درجة الحرارة المعتادة في هذه الأيام من السنة

أن الحرارة الشديدة التي حدثت سابقًا مرة واحدة فقط كل " Nature تشير الدراسة الحديثة التي نشرت في مجلة " الطبيعة 1000 يوم تحدث كل 200 - 250 يومًا. ومع ذلك ، فإن آثار الاحتباس تختلف في جميع أنحاء العالم. وفقًا لتلك الدراسة ، ستصبح الظواهر الجوية عند خط الاستواء أكثر حدة ، مما يعني أن الدول المدارية التي تمتلك بالفعل بنية تحتية ضعيفة وتعاني من الفقر ستشهد أكثر من 50 ضعف عدد الأيام الحارة للغاية و 2.5 أضعاف الأمطار الغزيرة. لكن بعض المناطق الجافة بالفعل ، بما في ذلك مناطق من البحر المتوسط وشمال إفريقيا وشيلي والشرق الأوسط وأستراليا ، ستواجه مخاطر أكبر من التعرض للجفاف ونقص المياه العذبة.

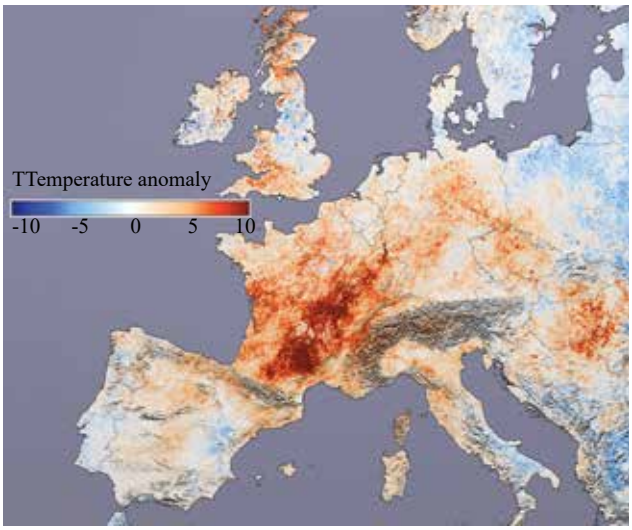
ولكن جدير بنا أن نتذكر أن الطقس غير العادي لا يعني تغير المناخ. على سبيل المثال ، فصل الشتاء شديد البرودة لا يعني بالضرورة أن المناخ أصبح أكثر برودة. يجب جمع البيانات على مدار فترة زمنية طويلة (حوالي عشر سنوات أو أكثر) قبل أن نتمكن من القول بأن هناك تغيرا في المناخ.

يمكن أن تسبب التقلبات الجوية ضررًا كبيرًا للاقتصاد العالمي وتؤدي إلى خسائر في الأرواح البشرية.

الظواهر الجوية القاسية في السنوات الأخيرة

موجة حر في أوروبا ، 2003 في عام 2003 ، تعرضت فرنسا وإيطاليا وألمانيا وإسبانيا وعدد من الدول الأوروبية الأخرى لأقوى موجة حرارة في الآونة الأخيرة ، والتي بدأت في يونيو واستمرت حتى منتصف أغسطس. في شمال فرنسا ، كانت درجات الحرارة أثناء النهار أعلى من 40 درجة مئوية لمدة أسبوع على الأقل. قدّر خبراء معهد الأرض بجامعة كولومبيا (الولايات المتحدة الأمريكية) أن الحرارة الشديدة أودت بحياة أكثر من 50000 شخص في أوروبا. استنتج المعهد القومي الفرنسي لبحوث الصحة والطب أن معدل الوفيات في فرنسا في صيف عام 2003 كان أعلى بنسبة 60٪ عن الأعوام السابقة. دفعت العواقب الوخيمة للموجة الحارة غير العادية لعام 2003 وزارة الصحة الفرنسية إلى وضع خطة عمل خاصة لتقييم ومكافحة التأثير الكبير الناجم عن الظواهر الجوية على صحة الإنسان كما وضعت خطط مماثلة في وقت لاحق في بلدان أخرى في الاتحاد الأوروبي

الشكل 3-1-2 موجة الحر في أوروبا في عام 2003. ويبين اللون الأحمر المناطق التي كانت فيها متوسط درجة الحرارة في يوليو 2003 أعلى بكثير من متوسط درجة الحرارة في عام 2001



جفاف في البرازيل ، 2005. تعرض حوض الأمازون في البرازيل لأسوأ موجة جفاف منذ قرن. جفت الأنهار إلى الحد الذي جعل الناس يسافرون سيرًا على الأقدام وعلى الدراجات حيث كانت الزوارق والقوارب الآلية عادةً وسيلة النقل الوحيدة

إعصار كاترينا في الولايات المتحدة الأمريكية ، 2005. كان إعصار كاترينا من أسوأ الكوارث الطبيعية في تاريخ الولايات المتحدة. كانت السدود منهارة ، مما تسبب في انهيار جليدي للمياه ، مما جعل مدينة نيو أورليانز الكبيرة في حالة خراب. تم إجلاء 90٪ من سكان ولاية لويزيانا الجنوبية الشرقية. في السنوات الأخيرة ، بدأت الأعاصير والأعاصير الاستوائية تؤثر على المناطق التي لم تتعرض لتهديدات من قبل

الفيضانات في الشرق الأقصى لروسيا ، 2013. انهال في نهاية الصيف وبداية خريف 2013 كميات كبيرة غير معتادة من الأمطار على الشرق الأقصى الروسي. كان سقوط الأمطار بشكل غزير في حوض نهر آمور. استمرت الفيضانات لمدة شهرين تقريبا ، مما تسبب في ارتفاع شديد في منسوب المياه في النهر. كانت كمية الأمطار التي سقطت في منطقة أمور بحلول أوائل أغسطس مساوية أو أكبر من كمية المياه طوال العام بأكمله. في بعض الأماكن ارتفع مستوى النهر بنفس القدر بمقدار 9 أمتار! غمرت المياه حوالي مائة وخمسين مستوطنة على نهر آمور ، واضطر 20 ألف شخص إلى مغادرة منازلهم التي غمرتها الفيضانات للعيش في مستوطنات مؤقتة أو مع أقاربهم في أماكن أخرى

موجة باردة في الشرق الأوسط ، 2013. تسببت موجة البرد غير الطبيعية في شل منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في ديسمبر 2013 وأدت إلى خسائر في الأرواح. تسبب تساقط الثلوج في إغلاق المدارس والبنوك ، وتأخر مئات الرحلات الجوية ، ونصح السكان المحليين بعدم مغادرة منازلهم

هل يمكننا التنبؤ بالطقس القاسي مقدمًا؟

لسوء الحظ ، في معظم الحالات يكون من المستحيل التنبؤ بالظواهر الجوية القاسية. يصل المدى الأقصى للتوقعات الجوية إلى 14 يومًا ، حيث يتغير الجو تمامًا كل أسبوعين ولا يمكن تتبع تدفق الهواء لفترة أطول. أكثر ما يمكن التنبؤ به مقدما هو (على سبيل المثال) أن "فصل الشتاء سيكون أكثر برودة بدرجة واحدة من المعتاد في المتوسط

التوقعات قصيرة الأجل أكثر دقة بكثير. تنبؤات الطقس ليوم غد ، التي أعدتها خدمات الأرصاد الجوية الأوروبية ، صحيحة بنسبة 96٪ من التوقعات ، والتنبؤات لليوم التالي بعد غد صحيحة بنسبة 93٪ من التوقعات ، ويتحقق 90٪ من توقعات الطقس لثلاثة أيام

في الوقت الحالي ، لا يمكن التحذير طويل المدى من الظواهر الجوية القاسية إلا بطريقة عامة جدًا. على سبيل المثال ، يمكن التنبؤ بأن درجات الحرارة المرتفعة للغاية ، التي نراها الآن في شمال أوراسيا كل 20 عامًا ، ستحدث ثلاث مرات أكثر (مرة كل سبع سنوات) بحلول منتصف القرن الحادي والعشرين وبحلول نهاية القرن العشرين قد تتكرر كل 3-5 سنوات ، مما يجعلها ظاهرة شائعة تقريبا

هل يمكننا الارتكان إلى المعرفة التقليدية الخاصة بالطقس؟

المعرفة التقليدية الخاصة بالطقس هي عادة شعبية تتعلق بالتنبؤ بالطقس. على الرغم من شعبيتها ، فليس من المفيد عندما يتعلق الأمر بالتنبؤ بالطقس. حتى في أيام أجدادنا وجداتنا ، فشلت الطرق التقليدية للتنبؤ بالطقس في الاتيان بثمارها في كثير من الأحيان ، وفقدت المعرفة التقليدية الخاصة بالطقس في أيامنا هذه ارتباطها الكامل بأماكن محددة قد تكون قابلة للتطبيق. على سبيل المثال ، هناك مثل في اللغة الإنجليزية: يقول " ذر الرماد قبل البلوط ، ثم يدق باب الصيف ؛ ورقة البلوط قبل الرماد ، ويأتي الصيف دون سابق انذار". كان هذا صحيحًا بشكل عام في مناطق معينة في بريطانيا. لكن الناس بدأوا في الانتقال في جميع أنحاء البلاد وحتى في الخارج وانتشرت المقولة. كانت النتيجة مربكة ، وفقدت المعرفة التقليدية الخاصة بالطقس مصداقيتها التي كانت تتمتع بها

ما الواجب علينا فعله؟ كيف يمكننا التعامل مع الظواهر الجوية القاسية؟

لست بحاجة إلى أن تكون عالماً أو أخصائيًا في علم المناخ ، أو حتى العمل في خدمات الطوارئ للإجابة على هذه الأسئلة. الجواب بسيط للغاية: "عليك أن تبدأ بنفسك". عليك أن تكون ملتزما وتحتاج إلى الرعاية. أن تكون مترقبا هو أمر صحيح إلى حد ما: تابع آخر الأخبار العلمية ؛ لا تتجاهل الدعوات لأخذ التغير المناخي في الاعتبار عندما تشارك في مشاريع طويلة الأجل (على سبيل المثال ، يجب أن يأخذ إنشاء خط سكة حديد جديد في منطقة التربة الصقيعية في الاعتبار زيادة ذوبان التربة الصقيعية). تعتبر الحيطة والحذر مهمة أكثر تعقيدًا: نحتاج إلى توخي الحذر في سلوكنا لتغيير عاداتنا ؛ على سبيل المثال ، نحن بحاجة إلى معرفة كيفية توفير الطاقة. سيكون من المفيد للغاية معرفة كيفية التصرف في الظروف الجوية القاسية. على سبيل المثال ، القدرة على تقديم الإسعافات الأولية لشخص أصيب بالإغماء جراء الحرارة

قواعد للحفاظ على الأمان في حالة حدوث إعصار أو عاصفة أو زوبعة أو إعصار دوامي

عندما تسمع تحذير من العاصفة

إغلاق الأبواب والنوافذ وفتحات العلية وفتحات التهوية ؛

إزالة العناصر التي يمكن أن تحملها الرياح من عتبات النوافذ والشرفات والاروقة/ لصالات المفتوحة ؛

إطفاء الغاز والماء والكهرباء وإطفاء النيران في المواقد والمدافئ ؛

تخزين مخزون من الطعام ومياه الشرب ؛

تأكد من أن توفر كل الأشياء والمستندات الأساسية ؛

الاحتماء في الطابق السفلي أو في مبنى متين

:في حالة حدوث إعصار أو عاصفة أو إعصار دوامي دون سابق إنذار

:أ) إذا كنت في المنزل

- الابتعاد عن النوافذ ؛
- البقاء في منزلك والاختباء في مكان آمن (الطابق السفلي أو الطابق الأرضي هو الأفضل) ؛

:ب) إذا كنت في الهواء الطلق

- الاحتماء في نفق أو متجر أو رواق أحد المباني ؛
- ابحث عن ملجأ طبيعي (واد ضيق، حفرة ، خندق ، وما إلى ذلك) ، اذهب للأسفل قدر الإمكان واستلق على الأرض ؛
- الابتعاد عن اللوحات الإعلانية ومحطات الحافلات والأشجار وداعمات الجسور وخطوط الكهرباء ؛
- لا تلمس بأي حال من الأحوال الأسلاك الكهربائية غير المثبتة بفعل الرياح.

لا تترك ملجأك فور انتهاء الأحوال الجوية القاسية ، حيث قد تهب رياح أكثر قوة بشكل غير متوقع

تساؤلات

1 هل من الصعب التنبؤ بحالة الطقس لمدينة كبيرة أو مدينة صغيرة؟ وما هو السبب؟

2 تخيل أن عائلتك تريد أن تحتفل بعيد رأس السنة. لكن ذلك يعتمد على الطقس: قد تحتاج إلى البقاء في المنزل إذا كان الطقس سيئًا للغاية. ما هو أقرب يوم يمكنك فيه التنبؤ بالطقس في 31 ديسمبر ، على الأقل تقريبًا؟

3 لماذا يمثل الطقس القاسي خطرا على حياة الناس؟

4 هل الزلزال يعتبر من الظروف الجوية القاسية؟

5 هل الظروف الجوية القاسية التي تحدث اليوم(رياح عاتية ، والفيضانات ، وموجات الحرارة ، وما إلى ذلك) كانت تحدث أيضا في الماضي؟

واجب منزلي

استفسر من معلم الجغرافيا الذي يدرس لك ما هي السمات الرئيسية للمناخ في منطقتك؟.

كيف كان الصيف في الماضي: هل كان الجو أكثر دفئًا أو برودة من المعتاد؟

2-2 كيف يؤثر تغير المناخ على النباتات والحيوانات

ما هو التنوع البيولوجي؟

التنوع البيولوجي هو كل الأنواع المختلفة من النباتات والحيوانات والفطريات والكائنات الحية الدقيقة ، بالإضافة إلى العديد من مجموعات البيئات (المناظر الطبيعية) والعدد الهائل من المتغيرات بين جينات الكائنات الحية المماثلة. بمعنى آخر ، التنوع البيولوجي هو تعدد أشكال ومظاهر الحياة على الأرض

:يميز العلماء بين ثلاثة أنواع رئيسية من التنوع البيولوجي

التنوع البيولوجي الوراثي (بين الكائنات الحية من نفس النوع) ؛

التنوع البيولوجي بين الأنواع (بين جميع الكائنات الحية على سطح هذا الكوكب) ؛

التنوع البيولوجي بين المناظر الطبيعية أو النظام البيئي (بين جميع مجموعات البيئات التي تعيش فيها الكائنات الحية

ما هو التنوع الجيني؟ على سبيل المثال: يبدو لنا أن كل الأوز في قطيع من الأوز البري شبيه ببعضه البعض. لكن في الواقع ، كلهم مختلفون قليلاً عن بعضهم البعض. تذكر كيف ، في القصة الرائعة حول رحلة نيلز مع الأوز ، كل طائر يتصرف بطريقة مختلفة. بالطبع ، هذه مجرد قصة ، لكنها واقعية. أوزة واحدة أسرع من غيرها والتي تلاحظ وجود ثعلب يتسلل إلى قطيع الأوز النائم عبر الجليد ؛ مثال آخر على ذلك, تذكر مكان العثور على فضاء في العشب الأخضر الزاهي بجانب البحيرة ؛ والمثال الثالث أوضح وافضل من الآخرين وهو معرفة الاتجاه عن طريق النجوم. وبالتالي فإن المجموعة كلها تستفيد من المهارات الخاصة لأفراده. وهذا لا ينطبق فقط على الأوز البري. يحتاج كل نوع من الحيوان أو النبات إلى حل مهام مختلفة من أجل البقاء ، ويفعلون ذلك بشكل أفضل إذا كانت للحيوانات الفردية قدرات خاصة مختلفة عما لو كانت جميعها متماثلة تمامًا ، مثل الروبوتات المثبتة على نفس حزام النقل.

يُحدث التنوع الوراثي تواجد أنواع جديدة. يعتقد علماء الأحياء أن الاختلافات في السلوك والشكل - بين اثنين من الدببة ، على سبيل المثال - يمكن أن تزيد على مر الأجيال. وبعد سنوات عديدة ، يستقر أحفاد أحفاد هذه الدببة في مناطق مختلفة ، ويبدأون في البحث عن الطعام بطرق مختلفة والاستعداد للسبات الشتوي بشكل مختلف (أو حتى التخلي عن السبات الشتوي). هناك الآن نوعان مختلفان يمكن أن يتواجدا - في هذه الحالة ، ألا وهما الدب البني والدب الأسود الآسيوي

الدب الأسود الآسيوي

دب بنى

السافانا (إقليم مداري ذو أعشاب خشنة) الأفريقية والحيوانات التي تعيش فيها

الفرق بين أنواع الحيوانات المختلفة والمجموعات التصنيفية الأكبر ، مثل الشعبة(قِسْمٌ رَئِيسِيٌّ في المَمْلَكَةِ الحَيَوانِيَّةِ أَو النَباتِيَّة يضم عدة أصناف) أو النوع ، يتبين أنه: لا يتوجب عليك أن تكون عالماً لتميز بين الهندباء البرية والبلانتين (نوع ضخم من الموز قليل الحلاوة يؤكل مطبوخا) ، أو بين اليعسوب والنملة ، أو بين الغراب والثعلب. ولكن لماذا تختلف هذه الأنواع والملايين من الكائنات الحية الأخرى؟

السافانا الأفريقية وسكانها

كل نوع من الكائنات الحية على هذا الكوكب له دوره الخاص به. في السافانا الأفريقية ، يتم أكل الجزء العلوي من العشب بواسطة الحمر الوحشية ، بينما تتناول الظباء والحيوانات البرية الاجزاء الموجودة في الأسفل ، بينما تلتهم الغزلان العشب القريب من الأرض ، بينما تقوم الخنازير باقتلاع الجذور والدرنات النباتية. لذلك يتم استخدام الأغذية النباتية بأكثر الطرق شمولا ، وأنواع الحيوانات المختلفة ليست في وضع منافسة. وهذا يعني أن معظم الحيوانات التي تعيش في منطقة معينة تتمتع بصحة جيدة وتغذية جيدة ، وسيظل النظام البيئي بأكمله مستقراً لفترة طويلة. كل ذلك بفضل تنوع الأنواع.

يعد تنوع النظام الإيكولوجي أمرًا سهلاً على أي رحالة فطن ، لمعرفة ما إذا كان يستطيع التمييز بين اجمة كبيرة وبين خشب البتولا أو بين الشعاب المرجانية وأشجار المانغروف. يشبه التنوع الذي لا يحصى من النظم الإيكولوجية في الطبيعة مشهدًا طبيعيا مليئا بالزخم في الألوان تتكشف فيه دورة الحياة التي لا نهاية لها. إلا أن المشهد نفسه يلعب دورا هاما في دورة الحياة. إن تنوع الأنواع يخلق ظروفًا حية لأعداد كبيرة من الكائنات الحية ، ويزودها بمصادر للغذاء والماء والمأوى وطرق الهجرة. على سبيل المثال ، يمكن لبعض النباتات التي تعيش في الوديان الرطبة أن تنجو من حرائق الغابات الشديدة. إذا هددت أعداد مفرطة من نوع معين من الحشرات محاصيل البطاطس ، فسوف تتوقف في منطقة تتجمد فيها التربة إلى عمق بالغ في فصل الشتاء. لذا كلما زاد تنوع الظروف الطبيعية ، كلما زادت فرص بقاء الأنواع المختلفة والحفاظ على النظام البيئي

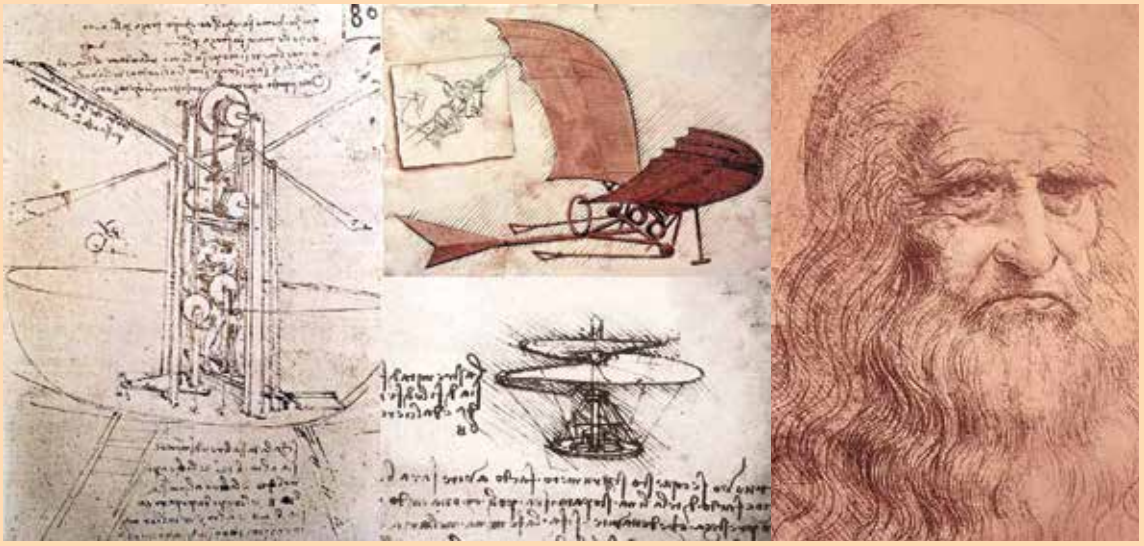
يتم توزيع الأنواع بشكل غير متساوٍ على سطح الكوكب الذي نعيش عليه. تنوع الأنواع في الطبيعة في أعلى مستوياته حول خط الاستواء وينخفض نحو القطبين. يوجد أغنى تنوع للأنواع في النظام الإيكولوجي في الغابات الاستوائية المطيرة ، التي تغطي حوالي 7٪ من سطح الكوكب ، ولكنها تحتوي على أكثر من 90٪ من جميع الأنواع المعروفة حاليًا

لماذا يعد التنوع البيولوجي مهمًا جدًا؟

لنتذكر أنه حتى وقت قريب جدًا (من الناحية التاريخية) ، كان كل شيء يأكله الناس ، اعتياد البشر على بناء منازلهم ، واستخدام الدواء ، وحياكة الملابس ، والانتقال بفضل الطبيعة. "نعم ، ولكن لم يعد الأمر كذلك الآن" ، يمكن القول ذلك . لكن ستكون مخطئا. على سبيل المثال ، حيث لا يزال العلماء في العصر الحديث يقضون الكثير من الوقت في البحث في الغابات المطيرة للعثور على المكونات الطبيعية الخام للأدوية الجديدة. هناك حاجة إلى أنواع النباتات البرية من أجل ايجاد أنواع جديدة من المحاصيل. لقد استعان المهندسون بالعديد من أكثر ابتكاراتهم الفنية الأصلية من مملكة الحيوانات والنباتات والفطريات والكائنات الحية الدقيقة

ولكن هذا ليس هو أهم دور للتنوع البيولوجي. الأهم من ذلك هو أن التنوع البيولوجي يهيئ موئلًا لجميع الكائنات الحية ، بما في ذلك نحن انفسنا. لكن ما الذي يعنيه ذلك؟ على مدى ملايين السنين ، كل شيء ينمو ويتحرك ويسبح ويزحف ويطير على سطح كوكبنا ، قد تكيف مع تكوين الغلاف الجوي للأرض. قد تكون التغييرات التي تطرأ على هذا "الخليط" من الغازات طفيفة للغاية. ولكن حتى الانخفاض الطفيف في محتوى الأكسجين في الهواء الذي نتنفسه سيجعلنا والعديد من الحيوانات الأخرى تشعر بتوعك. إذا انخفضت مستويات الأكسجين أكثر من ذلك ، فسنشعر بالأسوأ. ولكن ما الذي يحافظ على مستويات الأكسجين في الجو؟ نباتات خضراء

يقدم علم البيولوجيا الحيوية حلولًا للمشاكل الهندسية من خلال استخدام معرفة بنية الكائنات الحية وأدائها. على سبيل المثال ، اعتمد تصميم بطانة جديدة لهيكل السفن على دراسات حول بنية جلد الدلافين ، وزاد من السرعة التي يمكن أن تشق بها السفن المياه بنسبة 15-20 ٪. كان الفنان الكبير والعالم الرائع ، ليوناردو دا فينشي ، أحد مؤسسي علم البيولوجيا الحيوية: لقد حاول انشاء " طائرة ذات جناحين خفاقين" ، وهي آلة طيران مزودة بأجنحة ترفرف مثل أجنحة الطيور



تشكل جميع النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة والفطريات نظاما معقدا للغاية ومنضبط للغاية

تخيل أنك أنت وأصدقاؤك قضوا عامين(2) كاملين على متن سفينة فضاء متجهة إلى المريخ والعودة. فكر في جميع الأجزاء والأجهزة والمعدات الأخرى التي قد تحتوي عليها سفينة الفضاء! هل يمكنك التفكير في أن كوكبنا يشبه سفينة الفضاء؟ تم إنشاء كل جزء من "الأجزاء" عبر ملايين السنين من التطور ، وتم ضبط عمل كل جزء للعمل بصورة منسجمة مع الآلاف من الأجزاء الأخرى. ماذا سيحدث إذا حدث خطأ من قِبل أحد أفراد الطاقم أو أتلف نيزك العديد من الأجهزة الموجودة على متن سفينة الفضاء؟ هل يمكنك استبدالها بأجهزة أخرى مماثلة ، على الأقل لفترة من الوقت. لكن ماذا لو واجهت بعد ذلك حادث فضاء آخر؟

التنوع البيولوجي على الأرض مشابه تمامًا. كل كائن حي لديه وظيفة مهمة. يقوم أحد الكائنات بإنتاج الطاقة من الشمس ، وآخر يستخدم تلك الطاقة المعالجة لمطاردة الفريسة أو الهروب من الحيوانات المفترسة ، بينما ينهار الحطب أو بقايا الحيوانات الميتة ، وغير ذلك. كل كائن ، بدءا من شجرة الباؤوباب (شجر عريض الجذع) المنتشر بكثرة حتى أصغر نبات الأشنة ، ومن أقوى الحيتان إلى أخف قناديل البحر ، كلها عناصر مهمة للحياة على كوكب الأرض وهناك أيضًا كائنات حية لم نكتشفها بعد

قد لا يكون هناك الكثير من تلك الكائنات، لكنها ضرورية أيضًا. قد تسأل نفسك: 'كانت هناك أوقات في تاريخ الحياة على هذا الكوكب عندما انقرضت مجموعات كاملة من الكائنات الحية. لذا فإن فقدان نوع واحد ليس كارثة ، أو حتى العشرات أو المئات ... "لكن عليك ان تتوقف عن التفكير بهذه الطريقة! انت مخطئ! لا نعرف عدد الخسائر التي يمكن أن تتحملها "سفينة الفضاء" الخاصة بنا. ربما تجاوزنا العلامة بالفعل. في تاريخ البشرية القصير ، فقدت الطبيعة للأبد مائة أو ألف نوع ، لكن عـــددا أكبر بكثير

هناك نقطة أخرى مهمة هي أنه يمكن النظر إلى التنوع البيولوجي كأداة قياس تُظهر استدامة ومدى سلامة طبيعة العالم. إذا كان هناك الكثير من الأنواع المختلفة من الكائنات الحية ، وكلها تلعب دورها المنوط بها ، فهذا يعني أنه يمكن أن تستمر الغابات المطيرة الاستوائية أو الشعاب المرجانية أو الغابات الرطبة في المستقبل البعيد

منذ فجر التاريخ ، كان أحد أقسى العقوبات هو حبس شخص لفترة طويلة في زنزانة صغيرة ذات جدران رمادية اللون حيث لا يستطيع رؤية السماء أو التواصل مع بني البشر.

إذا كان العالم يحتوي على عدد أقل من النباتات ذات الازهار الجميلة والتي تفوح بالرائحة الجميلة (أو حتى مع الزهور الصغيرة وبلا رائحة) ، وأقل ابن عرس وطيور السمامة الدوارة (أو حيوان المدرع الأحمق والسلاحف بطيئة الحركة) ، فإن منزلنا الكوكبي المشترك سيصبح أكثر وأكثر شبها بزنزانة سجن رمادية عاتمة

ما هي التهديدات التي يتعرض لها التنوع البيولوجي؟

يشكل النشاط البشري أكبر تهديد للوجود غير الملموس للطبيعة البرية في كل اشكال تنوعها البيولوجي. لقد قطعنا أشجار الغابات ، وحرثنا السهوب(سهول واسعة خالية من الشجر) ، وحرقنا السافانا ، واستنزفنا

المستنقعات ، وقمنا بقنص الحيوانات بحثنا عن المرح ، وصيد الأسماك ، وغير ذلك. بالطبع ، نحن لا نقصد تدمير طبيعة العالم. تكمن أهدافنا في إطعام سكان العالم المتنامي ، والحصول على الحطب لصنع الأشياء ، وإنتاج الطاقة ، وتربية المواشي ، وإفساح المجال لمدننا ، والطرق ، والمواقع العسكرية ومدافن النفايات ، وأكثر من ذلك بكثير

إن التنوع البيولوجي شديد التعرض للمخاطر بدرجة عالية نظرا للتغيرات في الظروف الطبيعية ، سواء كانت تغيرات في درجة الحرارة ، أو حرائق الغابات ، أو ذوبان التربة الصقيعية ، أو تجفيف الأراضي الرطبة ، أو التقلبات في منسوب مياه المحيط ، وما إلى ذلك. أنت تدرك بالفعل سبب حدوث هذه التغييرات

الصيف الحار بشكل غير عادي لا يعد كارثة. على مدى آلاف السنين من التطور تكيفت الحياة النباتية والحيوانية مع التقلبات قصيرة المدة في المناخ والتغيرات التدريجية في الطبيعة. لكن ما يشكل تهديداً للتنوع البيولوجي؟ هل هو التغيرات السريعة والعكسية في البيئة ، ولا سيما التغيرات في المناخ. دعنا نحاول معرفة السبب

الانقراض الجماعي وتغير المناخ

خلال فترة تطور الحياة على الأرض بالكامل ، والمعروفة علميا باسم (ثلاثة مليارات سنة ، ليست أقل من ذلك) ، كان هناك العشرات من فترات التغير المناخي المفاجئ التي أدت إلى انخفاض ملحوظ في التنوع البيولوجي. نلقي الضوء على خمسة أنواع من هذا الانقراض ، والذي يشار إليه عادة باسم "الانقراض الكبير".

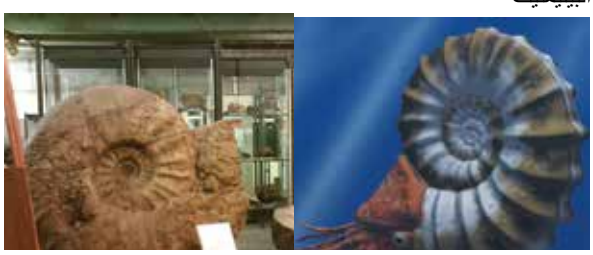
أحد اكثر أنواع الانقراض دراماتيكية حدث منذ حوالي 250 مليون سنة. في ذلك الوقت لم تكن الأرض مأهولة بالنباتات والحيوانات التي أصبحت مألوفة لنا الآن ، ولكن تنوع الحياة كان كبيرًا بالفعل. وبعد ذلك ، وبشكل مفاجئ بالمعنى الجيولوجي ، في غضون بضعة ملايين من السنين ، اختفت جميع أنواع الحيوانات والنباتات تقريبًا (كان عدد النباتات أقل بكثير من الأنواع الحيوانية في ذلك الوقت ، لأن الحياة في المحيطات والبحار تتكون أساسًا من الحيوانات ، وكانت أكثر ثراء بكثير من الحياة على كوكب الأرض

إن اختفاء بعض الأنواع وظهور أنواع جديدة هي عملية مستمرة في التاريخ الجيولوجي للمحيط الحيوي للأرض: لا يمكن أن يبقى أي نوع إلى الأبد. يعوض الانقراض بظهور نوع جديد وتزايد العدد الإجمالي للأنواع في الحياة البرية. انقراض الأنواع هو عملية تطورية طبيعية تحدث دون تدخل بشري

ما هي الأسباب الغامضة التي أدت إلى انقراض شبه كامل لبعض الأنواع وظهور أنواع أخرى؟ يرجع العلماء ذلك لأسباب قوية لنفترض أن الأسباب الرئيسية كانت التغيرات الرئيسية على سطح الكوكب ، أي انجراف القارات فوق قشرة الأرض (لقد تناولنا هذا الأمر في الأقسام السابقة). لقد غير الانجراف القاري شكل الطبيعة في العالم بأكمله كما كان موجودًا في ذلك الوقت ، بما في ذلك موقع سلاسل الجبال ونظام تيارات المحيط ، وبالطبع غيّر مناخ الأرض بشكل جذري. بعد العصور القديمة عندما انخفضت برودة العالم ، كان هناك عصر الاحتباس الحراري المناخي. أصبح المناخ أكثر جفافاً وتزايدت التقلبات الموسمية في درجات الحرارة. كما تغيرت مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي السطحي. كل هذا أدى ، كما لاحظنا ، إلى استبدال أنواع معينة على نطاق واسع بأنواع جديدة من الكائنات الحية

الأمونيت

البيليمنيت



تكرر انقراض الأنواع ، ولكن مرة أخرى على نطاق هذا الحدث الأول. قبل حوالي 60 مليون عام ، كان هناك تغيير آخر مفاجئ إلى حد ما للظروف على سطح الكوكب ، مما أدى إلى انقراض آخر الديناصورات. ورافق هذا التغيير أيضًا تغير المناخ ، الأمر الذي أدى إلى تسريع عملية استبدال بعض الحيوانات والنباتات بأنواع جديدة أخرى. مجموعات أخرى من الكائنات الحية ، مثل الأمونيت (يرجى الرجوع إلى الرخويات التي تشبه شكل قرون الكباش) والبيليمنيت (السيجاريات) ، التي تشبه حفرياتها رؤوس الأسهم ، التي تبعت انقراض الديناصورات من الوجود. ما يقرب من نصف جميع الكائنات البحرية اختفت في ذلك الوقت ، وعدد الكائنات التي اختفت من على كوكب الأرض غير معروف على وجه التحديد ، لأن بقايا الكائنات البرية أقل احتفاظا بحالتها الجيدة

كانت برودة المناخ مصحوبة بتكوين أغطية جليدية في أقطاب الأرض. يمكن رؤية مساحات الجليد الضخمة الموجودة الآن في جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية في صور الأرض من الفضاء. ما حجم الماء اللازم لتشكيل هذه الغطاء الجليدي؟ حجم مهول. وما مصدرها؟ هل مصدرها فقط من المحيط. عندما تتشكل القمم الجليدية ، تتناقص مستويات سطح البحر وتتغير الظروف المعيشية لجميع الكائنات الحية التي تعيش على طول السواحل ، في الماء وعلى الأرض ، تغيراً جذرياً

لذلك ، من بين الآثار الأخرى ، يؤثر تغير المناخ على التنوع البيولوجي ، وفي المراحل الأولية يؤثر بشكل أسوأ. بعد ذلك تعاد الحياة على الأرض تدريجيًا ، لكنها لا تظهر أبدًا في شكلها السابق! هناك حاجة إلى ملايين السنين من أجل التعافي ولن تعود الأنواع التي انقرضت أبدًا. هل نريد مواجهة الانقراض باعتبارها أنواع؟

أي الحيوانات تتفاعل بسرعة أكبر مع تغير المناخ؟

بالطبع ، كل ما ناقشناه حتى الآن حدث في الماضي البعيد جدا - ماض بعيد جدًا لدرجة أننا لا نستطيع حتى تخيله. ولكن كيف يؤثر تغير المناخ في عصرنا على الحياة البرية بكل تنوعها؟

لقد أدى تأثير النشاط البشري والتغير المفاجئ في المناخ إلى انخفاض معدلات انقراض الأنواع في جميع أنحاء الكوكب والتي تزيد عدة مرات عن المعدلات التي تحدث في الطبيعة.

تعتمد الحيوانات الصغيرة ذات دورات الحياة القصيرة بشكل خاص على الظروف البيئية وبالتالي تستجيب بشكل أسرع لتغير المناخ. بطبيعة الحال ، تتفاعل الكائنات الحية الكبيرة أيضًا ، لكن التأثير ، في هذه الحالة يستغرق وقتًا أطول بكثير ليحدث. للأغراض الخاصة بنا كباحثين نريد أن نتعرف على الأحداث التي تحدث اليوم أو التي ستحدث في المستقبل القريب - الأحداث التي سنعيشها ونشاهدها

فراشة مشون.

أدى الارتفاع البسيط والمتواصل لمتوسط درجات الحرارة بمقدار 1.5 إلى 2 درجة مئوية في جبال سلوفاكيا إلى عواقب غير متوقعة. تنتشر الفراشات الجميلة المحبة للدفء من عائلة الفراشات ذنب السنونو - فراشة بودالیري و الفراشات ذات الذنب - خارج منطقة سهوب الغابات ، التي عاشت فيها ، وبدأت في الظهور في المروج الباردة والمخمدة. كما بدأت في التكاثر ثلاث مرات في السنة بدلاً من مرتين ، كما كان من قبل.

كانت للفراشات الأخرى ، من فصيلة أراشنيا ، لونا مختلفًا في السابق حسب الموسم: تظهر باللون البني في الربيع ، وباللون الأسود في الصيف وباللون البني مرة أخرى في الخريف

خنفساء شجرة الصنوبر

لكنهم يفترض أن لونها الآن أسودا في جميع أوقات السنة.

وفي الجبال السلوفاكية أيضًا ، حدد علماء الأحياء اتجاهين متعاكسين في دورات حياة خنفساء شجرة الصنوبر ويرقة العثة الشتوية. وسعت الخنافس منطقة الموائل الخاصة بها مع زيادة درجات الحرارة ، في حين أن اليرقة الشرهة ، على العكس من ذلك ، تتغذى الآن بشكل أقل على أشجارها المفضلة. في كلتا الحالتين ، هناك علاقة مباشرة بين التغيرات في درجات الحرارة وسلوك الحشرات

الضفدع ذو الشريط الأصفر

يُعتبر الضفدع ذو الشريط الأصفر عبارة عن ضفدع صغير يسكن الغابات المدارية ، حيث تتقلب درجات الحرارة والرطوبة خلال النهار وخلال العام ، ولكنها تحدث. أصبح العلماء مهتمين بخصائص العلاقة بين الضفدع والعفن الطفيلي الذي ينمو على جسمه. وقد وجد أن الطفيل أقل عرضة للتغيير في الظروف البيئية من حاضنه (الضفدع). لذا ، فإن تغير المناخ يجعل الطفيل أكثر خطورة على الضفادع ، مما يعرض للخطر جميع سكان الأنواع الحاضنة

سراطين المياه العذبة

في المياه الباردة في المحيط الجنوبي ، حيث ان أدنى زيادة في درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الحموضة وتقليل محتوى الأكسجين. وقد أدى ذلك إلى هجرات جماعية من الرخويات ذوات المصراعين من أنواع سراطين المياه العذبة بعيدا عن منطقة الخطر. ومع ذلك ، تفتقر الرخويات الأكبر سنا (أكثر من ثلاث سنوات) إلى قوة العضلات التي تهاجر وتنفق بأعداد كبيرة. قد تتساءل: ألا تستطيع هذه الكائنات الاستقرار في مناطق جديدة واستعادة أعدادها؟ لكن الأمر ليس بهذه السهولة: فالأنواع غير قادرة على التكاثر إلا بعد السنة الثالثة من الحياة ، عندما تفقد الحركة

الشعاب المرجانية

كما كانت الشعاب المرجانية من بين أوائل المتضررين من تغير المناخ. الشعاب المرجانية هي كائنات حساسة للغاية. الماء الدافئ أو شديد البرودة ، والافتقار إلى الضوء والشوائب يؤدي جميعها إلى إبطاء نمو الشعاب المرجانية أو إيقافها تمامًا. اللحمية المرجانية لا يمكن أن تتحرك وتتكيف بشكل سيء للغاية مع التغيرات البيئية. يجب أن تعيش وتنفق حيث موطن ولادتها. تعتمد الطحالب الدقيقة التي تمتص طاقة أشعة الشمس للحمية المرجانية اعتمادًا كبيرًا على درجة حرارة الماء. في العديد من الأماكن في الحاجز المرجاني العظيم في أستراليا ، يرى العلماء يرى العلماء نفوق الطحالب وتبيض المرجان ، وهو ما يحدث عندما تنفق الشعاب المرجانية. غالبًا ما يؤدي الدخان الناتج عن الغابات الكثيفة وحرائق خث النباتات في إندونيسيا إلى انبعاثات مركبات الحديد في الغلاف الجوي ، والتي تسبب الإزهار السريع للطحالب التي تنتج مواد سامة للشعاب المرجانية

كائنات السالبس

يؤدي الاحتباس الحراري في المناطق القطبية إلى تقليل مساحة الجليد البحري الموسمي ، الذي يعتبر الجزء السفلي منه أرضًا خصبة لنباتات المحيطات المجهرية ، والتي تسمى العوالق النباتية. توجد العوالق النباتية في بداية السلسلة الغذائية التي تشمل القواقع والأسماك وطيور البطريق والطيور البحرية الأخرى وعجول البحر وعدة أنواع أخرى فرعية من الحيتان. إذا لم يكن هناك ما يكفي من الثلج ، فلن تتمكن العوالق النباتية من النمو والتكاثر بكميات كافية. لا يمكن للقواقع العيش في المياه حيث تفتقر إلى الغذاء ، ويأخذ مكانها كائنات السالبس الشفافة التي تشبه الهلام ، وهي كائنات معمرة. هذا يسبب توقف السلسلة الغذائية حيث بالكاد يستطيع أي حيوانات أكل كائنات السالبس ، باستثناء أنواع قليلة من الأسماك والسلاحف البحرية. لذلك لا يمكن للحيتان أن تدخر احتياطيات كافية من الدهون في أشهر الشتاء ، وتتخلى لكائنات الأخرى عن المياه التي تفتقر إلى الغذاء الذي تحتاجه. مرة أخرى ، نلحظ العلاقات المعقدة الموجودة في الطبيعة والتي تنعكس في التنوع البيولوجي

الدببة القطبية

إن انكماش الغطاء الجليدي القطبي الشمالي هو أكثر علامات ظاهرة على وجود الاحتباس الحراري. تحتاج الدببة القطبية إلى الجليد من أجل هجراتها ومن أجل البحث عن عجول البحر (حيوانات)، كما أن الجليد ضروري بشكل حيوي لعجول البحر نفسها ، لأنه بدونها ليس لديها مكان لتربية صغارها. إذا بدأت الحقول الجليدية في الانكماش أكثر من المعتاد في كل صيف ، فإن عدد عجول البحر يتقلصون أيضًا وتأكل الدببة القطبية الجائعة الجيفة بأكملها من عجول البحر التي تصيدها ، بدلاً من التهام الطبقة الدهنية عجول البحر فقط. في السابق ، كانت بقايا وجبة الدب القطبي تقدم وليمة لقاطنين آخرين في القطب الشمالي - الثعلب القطبي الشمالي والعديد من الطيور. ولكن الآن لم يتبق لهم شيء!

لرنة

على الحافة الشمالية من أوراسيا ، تزحف الغابة ببطء ولكن بثبات إلى التندرة : سهل اجرد فى المنطقة القطبية الشمالية بمعدل عشرات الكيلومترات كل قرن حيث يصبح المناخ أكثر دفئًا. هذا يغير الموائل ومصادر الغذاء لأنواع عديدة من الطيور. كما أن الشتاء الدافئ في القطب الشمالي غير مألوف بالنسبة لكل من غزال الرنة البرية والمدجنة ، حيث تغطي ذوبان الجليد والأمطار في فصل الشتاء الثلوج بقشرة جليدية ، مما يجعل من الصعب على الرنة العثور على الأشنات ، التي تعتبر غذائها الأساسي خلال أشهر الشتاء

اليرنب القطبي

ويعاني اليرنب القطبي(حيوان من القوارض يقطن الأماكن القطبية) ، أكثر سكان التندرا عددًا ، من جراء المناخ الأكثر دفئًا. إن الفيضان الذي تعيش فيه القوارض ، تغمره المياه الآن في وقت مبكر جدًا من السنة ، مما يقلل من عدد اليرنب القطبي ويجبر الطيور الجارحة والثعالب على الجوع

العشب الشعري في أنتاركتيكا

في نصف الكرة الجنوبي ، على ساحل أنتاركتيكا ، والذي يظهر فيه صحراء جليدية مع بعض النتوءات الصخرية والنباتات الشحيحة للغاية ، عثر الباحثون فجأة على غابة كثيفة من العشب الشعري في أنتاركتيكا ، وهو نبات صغير لم يزرع في السابق إلا في مجموعات صغيرة بين الحجارة ، محمي من الرياح الجليدية في القارة الجنوبية

في سهوب دوريان بشرق روسيا ، بين بحيرة بايكال وجبال خينغان الكبرى في منغوليا ، لاحظ العلماء أن المناخ أصبح أكثر جفافًا نتيجة للاحتباس الحراري. تختفي البحيرات والأنهار الصغيرة ، وتجف الأحزمة الحرجية وتُحرق الشمس النباتات على السهوب في وقت مبكر من العام . يبذل الحيوانات القاطنة في السهوب ما في وسعها للتكيف مع التغير المناخي. تدفن اليرقات وبيض السمك في أعماق الطمي في قاع مجاري المياه. تهاجر الطيور إلى أماكن أخرى ، وتغير مسارات رحلاتها ومواقع التعشيش. هناك طعام غير كافٍ لجميع الطيور المائية الوطنية ، مثل الغاق (طائر مائي) والبلشون الرمادي ونورس الرنجة وأصبحت أوزة البجعة لا تعشش في المنطقة. الذئاب

Manul.

والثعالب والغريرات وحتى طيور الكركي تتحرك بعيدا بحثا عن المزيد من المياه. الطيور الجارحة ، التي تحتاج إلى الكثير من الماء لهضم وجبتها من اللحوم ، تهاجر أيضًا إلى مناطق أكثر ملائمة. يفتقر الأرنب البري تولاي نفسه للعشب في فصل الصيف ، ليس فقط للتغذية ولكن أيضًا للاختباء من المفترسات! إن مرموط طبرقان والسنجاب الأرضي في دوريان ، وكلاهما من السكان الأصليين في المنطقة ، يتكيفون جيدًا مع الجفاف ، لكنهم يجدون الحياة صعبة في ظروف جديدة ، حيث لا يمكنهم التحرك بسرعة كافية للهروب من حرائق العشب ، والتي تحدث بشكل متكرر ومتزايد في فصل الصيف. وتعني الأعشاب المحروقة أيضًا قلة الأعلاف الشتوية للحيوانات ذات الحوافر ، مما يجبر قطعان كبيرة من الظباء والغزال على الهجرة من منغوليا إلى روسيا. أصبحت الأماكن التي تتواجد فيها المياه القليلة المتبقية في سهوب دوريان مكتظة بالحيوانات بحثًا عن الماء ، مما يزيد من خطر الإصابة بالأمراض. نظرًا لأن الصيف أصبح أكثر جفافًا ، مما يعنى أن الشتاء سيشهد تساقطا للثلوج ، ونتيجة لذلك لم يتمكن قط بالاس (نوع من القطط البرية) من العثور على الطعام. إن قنفذ دوريان هو الوحيد تقريبا المستفيد من تغير المناخ: فهو يحتاج إلى أكثر من خمسة أشهر من الدفء لدورة حياة ناجحة ، لذلك فهو يوسع وجوده في الظروف الجديدة

المحميات الوطنية: تعلم الحفاظ على الطبيعة

ما هي المحمية الوطنية؟ هي منطقة محمية يمكن أن يزورها السياح ، ولكن عندما يكون النشاط البشري محدودًا وفقًا لقواعد محددة. عادة ما يتم إنشاء المحميات الوطنية في الأماكن التي توجد بها العديد من المناظر الطبيعية المختلفة (النموذجية والفريدة من نوعها) ، والحيوانات والنباتات النادرة أو المهددة بالانقراض ، والظواهر الجيولوجية أو المائية الفريدة. يزور المحميات الوطنية البالغين والأطفال ، الذين يمكنهم معرفة القضايا البيئية العالميةأثناء زيارتهم. يمكن استخدام المحميات الوطنية لإنشاء مشاتل لتربية الأنواع النادرة من النباتات والحيوانات ، والتي يمكن بعد ذلك إرسالها إلى مناطق خارج المحمية.

هل يؤثر تغير المناخ على المحميات الوطنية؟ لسوء الحظ ، يؤدي التغير المناخي العالمي إلى نشوب حرائق ، وحالات الجفاف ، وزيادة درجة الحرارة في الجو والعديد من الظواهر الأخرى التي لا يمكن الحفاظ عليها في الخليج عن طريق إعلان منطقة ما كمحمية وطنية.

تختلف ظروف نباتات التي تعيش على المياه العذبة والحيوانات في متنزه إيفرجليدز في فلوريدا (الولايات المتحدة الأمريكية) باختلاف تدفق مياه البحر المالحة من خليج فلوريدا القريب ، وهي عملية تتأثر بتغير المناخ. يدرك العلماء والعاملون في المحميات أن مثل هذه العمليات تهدد وجود المحميات الوطنية ، وأنشأت وكالة حماية البيئة الأمريكية بالتعاون مع دائرة المنتزهات الوطنية برنامجًا خاصًا:

"المنتزهات الصديقة للمناخ". يعرّف البرنامج موظفي المحميات والزوار بأسباب وعواقب تغير المناخ ويشرح ما يمكنهم القيام به بأنفسهم للمساعدة في حل المشكلات العالمية المرتبطة بتغير المناخ.

(محمية كروجر الوطنية(جنوب افريقيا

محمية جاسبر الوطنية(كندا

(محمية لاهيما الوطنية (استونيا

تأسست محمية يلوستون الشهيرة العالمية في عام 1872: وهي أقدم محمية وطنية في الولايات المتحدة الأمريكية

يمر أطول طريق للمشاة أيضا عبر منطقة محمية في الولايات المتحدة الأمريكية ، في حديقة جبال غريت سموكي الوطنية.

الحاجز المرجاني العظيم حيوي نظرا لوجود العديد من الكائنات الحية ويتأثر بشكل كبير بتغير المناخ. إنه محمي كجزء من لمنتزه الوطني البحري الاسترالي وهو مدرج أيضًا كموقع للتراث العالمي من قبل منظمة اليونسكو واعتبر أحد عجائب الدنيا السبع الطبيعية في العالم. إنه الهيكل الحي الوحيد على هذا الكوكب ، والذي يمكن رؤيته من الفضاء

تشتهر محمية ناميب-ناوكلوفت الوطنية في ناميبيا (في غرب إفريقيا) بكثبانها البرتقالية الرائعة والتي تعد الأطول في العالم ، في أماكن ترتفع أكثر من 300 متر فوق سطح الصحراء. يوجد في المحمية بعض من أكثر المحميات الطبيعية والحياة الطبيعية غرابة في العالم ، وتغطي مساحة تزيد على 49000 كم2 – أي اكبر من مساحة سويسرا

(محمية يوجيدفا الوطنية(روسيا

محميات الحياة البرية: الطبيعة بدون البشر

محميات المحيط الحيوي (الحياة البرية) هي أماكن يمكن للعلماء فيها رصد وتسجيل التغيرات في الطبيعة في العالم. يحظر في محميات الحياة البرية حتى أخذ التوت أو الفطر أو صيد الأسماك. مثل هذه الأماكن مثالية لاستعادة أعداد الأنواع المهددة بالانقراض ، والتي يمكن بعد ذلك إطلاقها في مناطق مناسبة خارج المحمية.

غالبًا ما يتم إنشاء محميات الحياة البرية في الأماكن التي لا تخضع فيها الطبيعة لأي تأثير بشري كبير. وهي تستخدم لحماية النظم الإيكولوجية الوطنية النموذجية وكذلك الأنواع النادرة ومجتمعات الحيوانات والنباتات. على سبيل المثال ، سيكون النظام الإيكولوجي الذي يجب حمايته في مناطق التايغا أو الغابات الشمالية أو التَّيْغَة هو التايغا ، في حين يكون في المنطقة الاستوائية الغابات المطيرة الاستوائية. الحفاظ على البيئة الطبيعية في مثل هذه المناطق له أهمية عالمية.

توجد محميات الحياة البرية في جميع قارات العالم. ربما تكون قد شاهدت أفلامًا عن مثل هذه المناطق في إفريقيا. بفضل محميات الحياة البرية هذه ، ظلت الطبيعة في العالم المتنوع في القارة الأفريقية صامدا حتى يومنا هذا

.(المحمية الوطنية ايفرجليدز (الولايات المتحدة الأمريكية

(محمية محيط حيوي بيلوفيزكايا بوششا / غابة بياوفيجا (بيلاروسيا ، بولندا

محمية الحياة البرية (الحياة البرية) هي منطقة محمية ، حيث لا يُسمح بأي نشاط بشري ، باستثناء النشاط العلمي

تشارك جميع محميات الحياة البرية في برنامج الإنسان والحياة البرية العالمي ، الذي تديره منظمة اليونسكو والذي يدعم الدراسات المستمرة طويلة الأجل للبيئة. تُجرى الدراسات الآن في العديد من المحميات لدراسة تأثير تغير المناخ على الحياة النباتية والحيوانية. وجد العلماء العاملون في محمية القوقاز للحياة البرية في روسيا أن الغطاء الحرجي على سفوح الجبال في المنطقة يتحرك تدريجياً مع ارتفاع درجات حرارة المناخ

تعد محمية صهيون الوطنية في أمريكا مثالاً جيدًا على كيفية تحقيق السلامة البيئية. هناك حوالي 20 حافلة ، تستخدم وقودًا منخفض الانبعاثات من الغاز ، تحمل زوارًا حول المحمية ، لتحل محل حوالي 5000 سيارة ، والتي كان يمكن للزوار إحضارها معهم. وكانت النتيجة انخفاض كبير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. تم انشاء "جرين سنتر" في المحمية للترحيب بالسياح ويستوعب ما يقرب من ثلث احتياجاته من الطاقة من أشعة الشمس ويتم توفير 80٪ من احتياجاته من الإضاءة بواسطة الضوء الطبيعي. في فصل الصيف ، يستخدم نظام تكييف الهواء مبخرات خاصة موفرة للطاقة ، وفي فصل الشتاء ، يقوم نظام التسخين الخامل ، الذي يستخدم جدارًا من المواد الماصة للحرارة (الأحجار والطوب) الذي يتعرض للشمس ، بزيادة الاحتفاظ بالحرارة إلى أقصى حد

قامت محمية تاجاناي الوطنية مؤخراً بتركيب أول نظام لإمداد الطاقة الصديقة البيئة ليتم استخدامه في منطقة طبيعية محمية في روسيا. يستمد أحد أماكن الإيواء في المحمية حاليا الكهرباء من طاقة الرياح (توربينات الرياح) والشمس (الألواح الشمسية). يحدد النظام تلقائيًا أيًا من مصدري الطاقة الاثنين - الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح – الذي يجب استخدامه في أي وقت. في السابق كانت أماكن الإيواء هذه والمرافق الأخرى في المحمية تعتمد على المولدات التي تعمل بالبنزين لتوفير احتياجاتها من الطاقة - وهو مصدر للطاقة باهظ التكلفة ومضر للبيئة. تم تركيب نظام إضاءة جديد ، يعمل بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، في أدلر في قسم يوجني كولتوري في محمية سوتشي الوطنية في جنوب روسيا

محميات الحياة البرية والمناطق ذات الأهمية الطبيعية البارزة

إن الهدف من محميات الحياة البرية هو حماية البيئة الطبيعية المحلية بأكملها ، وليس فقط أجزاء منفردة منها: على سبيل المثال ، النباتات أو الحيوانات فقط ، أو ربما بعض المعالم الجغرافية (الصخور أو الكهوف). لذلك فإن القيود المفروضة على النشاط البشري في هذه المحميات لا تشير إلا إلى النشاط الذي يهدد المحميات البيئية.

المناطق ذات الأهمية الطبيعية البارزة هي مناطق طبيعية ومعالم فريدة أو نموذجية ، لها قيمة علمية مميزة أو ثقافية أو تعليمية أو متعلقة بالصحة. قد تكون بحيرات أو أشجار أو مواقع جيولوجية أو منتزهات قديمة وهي محمية بموجب الحظر على أنواع النشاط البشري الذي يمكن أن يضر بسلامة تلك المناطق

كيف تساعد المحميات في معالجة مشاكل تغير المناخ

ما هي مساهمات المحميات الوطنية (وأي محمية أخرى) في معالجة تغير المناخ؟ لعل المساهمة الأكثر أهمية هي الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. على سبيل المثال ، تحث بعض المحميات السياح على استخدام الحافلات العامة التي تعمل بالوقود البديل بدلاً من السيارات الخاصة الملوثة للبيئة. يستخدم موظفو المحميات أنفسهم أيضًا وسائل النقل التي لها تأثير ضئيل على البيئة. قد تستخدم المحميات الطاقة المتولدة من الرياح أو الشمس أو الينابيع الساخنة لتشغيل المبنى حيث يستقبلون الزوار. يتم الاستفادة من أقصى استخدام للإضاءة الطبيعية ومصابيح الليد، ويتم توفير الطاقة للمكاتب باستخدام الألواح الشمسية. يتم تقديم هدايا تذكارية للسائحين مصنوعة من مواد معاد تدويرها ، وتقدم كافيتيريا الحديقة الأطباق المصنوعة من المنتجات المحلية (المنتجات التي لا يجب إحضارها من المسافات البعيدة ، مما يؤدي إلى نقل التلوث ، والتي تتم بطريقة آمنة بيئيًا) ، تم تجهيز مباني المحمية بمراحيض موفرة للمياه. يتم توفير المعلومات ، التي تعلّم الزائرين كيفية التصرف بطريقة أكثر كفاءة من الناحية البيئية والأقل ضررا للبيئة.

السياحة البيئية: التناغم بين الإنسان والطبيعة

هل تستمتع بالمشي وغيرها من الأنشطة في الهواء الطلق؟ إذا كانت الإجابة بنعم ، فستستمتع أنت وأصدقاؤك بالسفر واكتشاف أماكن جديدة. ربما سوف تصبح أحد السياح الإيكولوجيون

ما هو الفرق بين السياح والسياحة البيئية؟ ما يميز السياحة البيئية أكثر من أي شيء آخر هو موقفها من البيئة. السياحة البيئية هي مفهوم حديث ، ظهر عندما بدأ الناس في فهم مدى أهمية الطبيعة في هذا العالم بالنسبة لنا. هناك طرق مختلفة للاسترخاء في الهواء الطلق. يمكنك ببساطة القيادة في الغابة أو باتجاه حافة البحيرة بالسيارة ، وتشغيل الموسيقى باعلى صوت ، وإشعال النار في أجمل مكان يمكنك العثور عليه ، والحصول على الكثير لتناول الطعام وترك كوم من القمامة خلفك. ولكن هناك سائحون آخرون يرغبون في الصعود إلى قمة الجبل فقط لرؤية حيوان بري ، أو العثور على نبات نادر ، أو الاستماع إلى طيور تغني ، أو للاستمتاع بغروب الشمس والهدوء. هدفهم الرئيسي هو رؤية وسماع الطبيعة في العالم ، التي نادراً ما يشاهدها الناس في العصر الحديث. إنهم لا يتركون القمامة - بل على العكس ، فهم يقومون في الغالب بتنظيف القمامة الخاصة بالأشخاص الآخرين ، ويتأكدون من اتباع جميع القواعد المعمول بها لحماية البيئة. يتزايد عدد السياح

!الإيكولوجيين عاماً بعد عام

توفر السياحة البيئية للناس الفرصة لرؤية البيئة في حالتها الطبيعية دون ان تمسها يد ، لفهم مدى تنوعها ، ومدى تعرضها للنشاط البشري ، ولنتمعن في السؤال التالي:

ماذا يمكنني أن أفعل لكوكبي؟" يدرس علماء البيئة قوانين الطبيعة ويقومون بالأشياء التي تساعد في الحفاظ وصون البيئة" ، ويحاولون تقليل تأثيرها البيئي إلى الحد الأدنى. ما هو أكثر من ذلك: تمنح شركات السياحة البيئية جزءًا من دخلها لدعم حماية البيئة ودراستها.

توجد العديد من البيئات الطبيعية المتميزة في أماكن نائية ، في المناطق الريفية حيث الناس فقراء إلى حد ما. أو في مناطق مثل غابات أمريكا الجنوبية أو المناطق الجبلية على طول الحدود بين شمال تايلاند وميانمار ولاوس ، والتي يسكنها السكان الأصليون. لذلك غالباً ما يتعلم السياح الإيكولوجيون ليس فقط عن الطبيعة في العالم ، ولكن أيضًا الثقافة الإنسانية. وتوفر السياحة البيئية العمل ومصدر دخل إضافي للأشخاص الذين يعيشون في هذه المناطق.

إذاً ، فالسياحة البيئية تساعد البشر على رؤية جمال الطبيعة وتفردها ، وفهم كيف أن كل شيء في العالم حولهم مرتبط ببعضه البعض ، وعدد أنواع الحيوانات والنباتات التي تعيش على كوكبنا ، وإلى أي مدى تعتمد حالة البيئة على تصرفات كل شخص – سواء المراهقين والأطفال وكذلك البالغين

فندق مراعي للمعايير البيئية في كوستاريكا

السياحة البيئية وتغير المناخ

العلاقة بين تغير المناخ والسياحة البيئية ليست واضحة للوهلة الأولى. ولكن هناك علاقة قوية ، والعديد من منظمات السياحة والسفر تولي اهتماما خاصا للسياحة البيئية في الوقت الحالي. ما المقصود بالسياحة والسفر؟ بادئ ذي بدء ، يقصد بها الانتقال من مكان إلى آخر بالطائرة أو عبر المحيطات أو القطار أو السيارة أو الحافلة. كل أشكال النقل هذه تستخدم الوقود وبالتالي تلوث البيئة. أفضل أشكال النقل للسياحة البيئية هي الدراجات والمشي وركوب الخيل وركوب الطوافات النهرية. يمكنك انشاء طريقك السياحي بطريقة تقلل من السفر إلى أدنى حد واختيار وسائل نقل أكثر ملائمة للبيئة بدلاً من ذلك. هذا يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والمواد الضارة في الغلاف الجوي.

بعض الناس الذين سئموا من الضوضاء ، والاختناقات المرورية وغيرها من منغصات الحياة في المدينة ، يذهبون إلى أبعد من السياحة البيئية: فهم ينتقلون بشكل دائم إلى الريف ، حيث يتعلمون زراعة الفواكه والخضروات المحلية وأكل الأطعمة الصديقة للبيئة. عادة ، يستخدم أصحاب هذه المزارع الصغيرة مصادر بديلة للطاقة ، ويرفضون استخدام الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية ، ويصنعون السماد العضوي للنباتات التي يزرعونها من النفايات العضوية. هذه المزارع البيئية موجودة في العديد من البلدان ، لكنها تحظى بشعبية خاصة في المناطق الريفية في أوروبا ، أستراليا ، نيوزيلندا ، الولايات المتحدة الأمريكية وكندا.

ما هو الكتاب الأحمر وفيم يستخدم؟

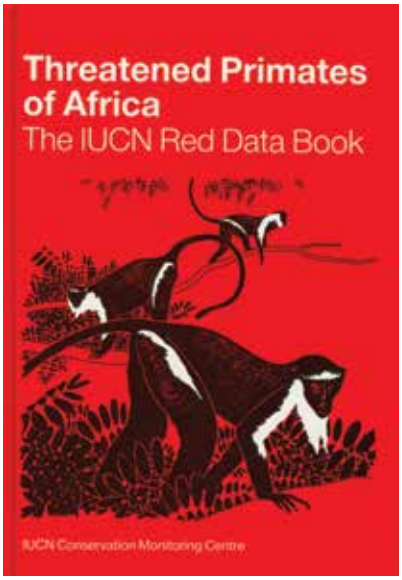
الكتاب الأحمر هو قائمة بالأنواع النادرة والمهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات والفطريات. يذكرنا اللون الأحمر بالمخاطر التي تتعرض لها هذه الأنواع والحاجة الملحة إلى حمايتها والحفاظ عليها.

الكائنات الحية في جميع أنحاء الكوكب ، والتي تحتاج إلى الحماية ، مدرجة في الكتاب الأحمر الدولي ، الذي يتم الاحتفاظ بنسخة رئيسية منه في مدينة مورج أو مورس السويسرية. تم نشر هذا الكتاب من قِبل الاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة وظهر لأول مرة في عام 1963. تم تصميم هذا الكتاب غير العادي على شكل تقويم مكتبي أكثر من كتاب عادي: مع مرور الوقت ، يتغير وضع الأنواع الموجودة بالفعل في الكتاب. تتم إضافة أسماء الأنواع الجديدة من النباتات والحيوانات والفطريات إلى الكتاب. لذلك فإن الكتاب الأحمر يتغير ويتوسع باستمرار.

يوفر الكتاب الأحمر لكل نوع موجود في الكتاب معلومات حول التوزيع ، وعدد الفصائل ، وميزات الموائل ، والتدابير اللازمة للحفاظ عليها والعديد من التفاصيل الأخرى. تتميز صفحات الكتاب بألوان مختلفة. يتم وضع علامة باللون الأسود على الصفحات التي تصف الأنواع المنقرضة. وتشمل هذه الأنواع على سبيل المثال ، الحمام الزاجل وطائر الدودو (طائر منقرض من فصيلة الحمام ولكنه اكبر من الديك الرومى) اما الصفحات ذات اللون الأحمر فتشير إلى لأنواع المهددة بالانقراض والنادرة للغاية (نمر الشرق الأقصى ، نمر آمور ، نمر الثلوج والبيسون الأوروبي). يتم ذكر الحيوانات ، التي تتناقص أعداد فصائلها بسرعة في الصفحات ذات اللون الأصفر (الدب القطبي ، النورس الوردي ، غزال الريم (أو الغزال الفارسي و يعرف أيضا بالغزال الأسود الذيل و الغزال الدرقي). يتم تسجيل الحيوانات والنباتات التي نادراً ما توجد في البرية في الصفحات ذات اللون الأبيض. يتم تسجيل الأنواع التي لم تتم دراستها بشكل كاف لأنها تعيش في أماكن نائية باللون الرمادي ، بينما الشئ المحفز كثيرا في الصفحات الخضراء ، والتي تسجل الأنواع التي نجح الناس في حمايتها من الانقراض (وتشمل (القندس الأوراسي والأيل الأوراسي

تُنشئ كل دولة ومنطقة في العالم أيضا قوائم خاصة بها من الأنواع النادرة والمحمية.

قبل إدراج نوع معين في الكتاب الأحمر ، يجري العلماء دراسات مكثفة من النباتات والحيوانات والفطريات في المناطق ذات الصلة ، ومعرفة الأسباب التي تهدد الأنواع ، ووصف موائلها وتقرير كيفية الحفاظ عليها. لا يحتوي الكتاب الأحمر فقط على أنواع نادرة ومتوطنة (الأنواع الموجودة فقط في إقليم معين) ، ولكن يحتوي على مجموعة كاملة من النباتات المزهرة والنباتات الصالحة للأكل والنباتات الطبية.



قد تحتاج الحيوانات والنباتات إلى الحماية لمجموعتين من الأسباب: الأسباب المباشرة وغير المباشرة. توجد أسباب مباشرة للحماية عندما يقوم الناس من خلال أفعالهم بتدمير الحيوانات والنباتات ، من خلال القنص ، وجمع النباتات الطبية ، وصيد الأسماك أو مجموعة أخرى من الكائنات المائية. تتعلق الأسباب غير المباشرة بتغير الموائل ، بما في ذلك السبب الناجم عن تغير المناخ في العالم. قد تتضمن هذه الأسباب غير المباشرة التأقلم الصعب مع تغير المناخ ، ووضع أنواع جديدة من النباتات (عندما تحل " الانواع الجديدة" محل الأنواع الأصلية

لأي سبب من الأسباب) وتدمير النباتات التي تشكل مصدر طعام للحيوانات ، ، . .وغير ذلك

الرئيسات(أعلى رتب الحيوانات الثديية) المهددة في أفريقيا- بيانات الكتاب الاحمر الصادرة عن الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة

تساؤلات

1 أي من النظم الإيكولوجية للأرض هو الأكثر ثراءً من حيث تنوع الأنواع؟

2 ما المقصود بالأسباب "المباشرة" والأسباب "غير المباشرة" فيما يتعلق بانقراض الكائنات الحية؟ دلل بأمثلة؟

3 كيف ستبدأ أنت وأصدقاؤك قصة في الفصل حول أهمية التنوع البيولوجي؟ ما هي الحجج الأكثر إقناعًا لأطفال المدارس والبالغين؟

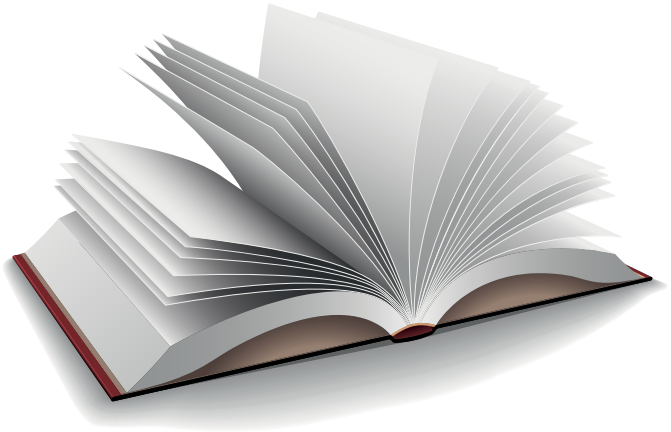
4 لماذا لون الكتاب الأحمر ذو لون احمر ؟ ما هي النباتات والحيوانات والفطريات التي تعرف أنها مدرجة في الكتاب الأحمر؟ لماذا تختفي؟
هل يمكننا المساعدة في الحفاظ عليها؟
ما هي الألوان المختلفة المستخدمة في صفحات الكتاب الأحمر؟ ما هي الألوان المختلفة المستخدمة؟
لماذا يصبح الكتاب الأحمر أطول في كل مرة يتم تحديثه؟

5 كيف تؤثر ظاهرة الاحتباس الحراري على حيوان الرنة؟

6 من الذي يمكن أن نطلق عليه إلى حد ما "السائح الايكولوجي"؟

فرض منزلي

من خلال العمل مع بقية الزملاء في الفصل الدراسي ، قم بإنشاء كتاب أحمر خاص بك. كل طالب يرسم حيوانًا أو نباتًا أو فطرا في حاجة إلى الحماية على صفحة ذات لون معين ويشرح سبب اختياره/ اختيارها.



3-2 كيف يؤثر تغير المناخ على الغابات

ما هو تعريف الغابة؟

على الرغم من أن كلمة "غابة" هي كلمة شائعة الاستخدام ، إلا أنه ليس من السهل تعريفها بوضوح. هناك أكثر من 800 تعريفاً مختلفاً للغابة في جميع أنحاء العالم! لكن النهج الأكثر شهرة لتعريف الغابة ، والذي تستخدمه أيضًا منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) ، يتضمن مؤشرات مثل: 1) ارتفاع الأشجار بحد أدنى 5 أمتار ، 2) على الأقل 10٪ غطاء الأشجار التاجي (كثافة الشجراء) (نسبة الأرض المظللة بغطاء الأشجار التاجي) و 3) لا تقل مساحة الغابات عن 0.5 هكتار. وفقًا لهذا التعريف ، يوجد ما يقل قليلاً عن 4 مليارات هكتار من الغابات على الأرض ، تغطي حوالي 30٪ من إجمالي مساحة الأرض. تقع حوالي نصف مناطق الغابات في العالم في ثلاث دول: روسيا وكندا والبرازيل

أنواع الغابات

تصنف الغابات عادة من حيث أنواع الأشجار السائدة (عريضة الأوراق أو الصنوبرية (الأشجار الابرية) أو المختلطة) .(وطول عمر الأوراق (سواء كانت دائمة الخضرة أو متحللة

:أنواع الغابات الرئيسية (يرجى الرجوع إلى الشكل 1-3-2) على النحو التالي

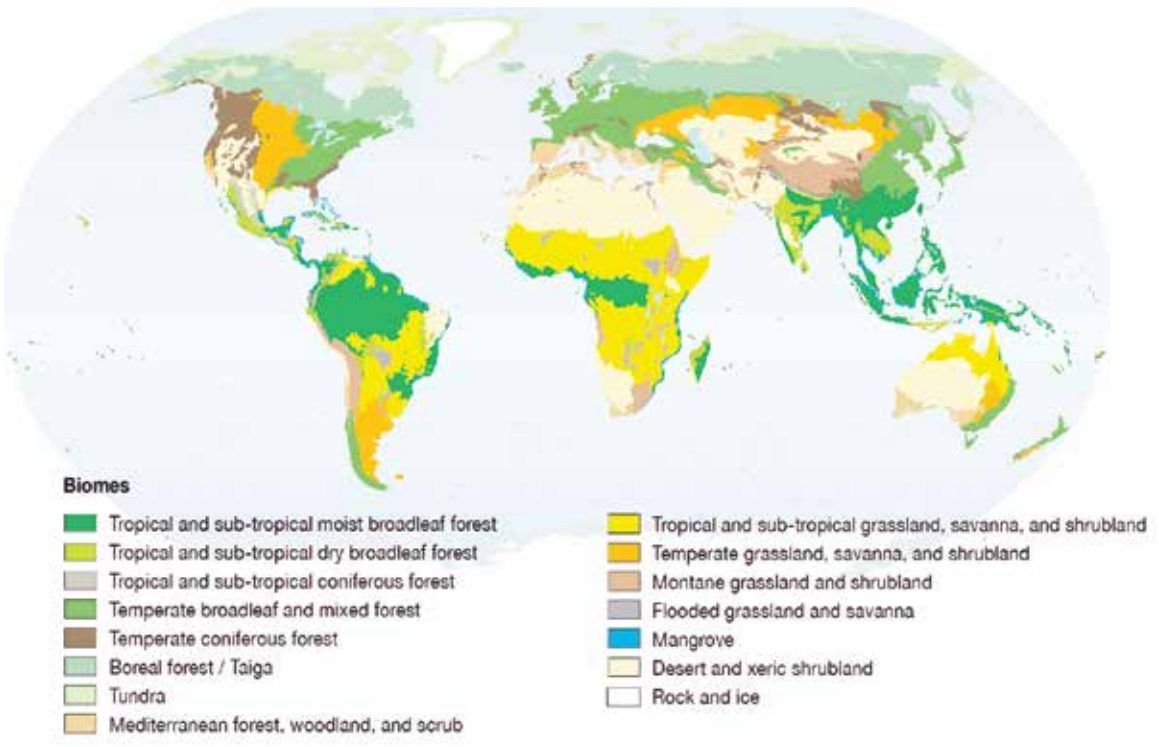
.الغابات الشمالية (التايغا) دائمة الخضرة والغابات الصنوبرية

تشمل الغابات المعتدلة الغابات ذات الأشجار المتساقطة ذات الأوراق العريضة والغابات الصنوبرية دائمة الخضرة .ومزيج من كلا النوعين. المناطق المعتدلة الدافئة تدعم الغابات دائمة الخضرة

تتكون غابات البحر الأبيض المتوسط عمومًا من أشجار عريضة الأوراق وأشجار صلبة دائمة الخضرة. تعني كلمة نبات صلب الأوراق "غليظة الأوراق" باللغة اليونانية ، حيث عادة ما يكون لهذه الأشجار أوراق صغيرة داكنة مغطاة .بطبقة خارجية شمعية للاحتفاظ بالرطوبة في أشهر الصيف الجافة. تتواجد الغابات الصنوبرية أيضًا في هذه المنطقة

تشمل الغابات المدارية وشبه المدارية غابات عريضة الأوراق رطبة وغابات عريضة الأوراق الجافة .وغاباتصنوبرية

الشكل 1-3-2 المناطق الأحيائية الرئيسية في العالم



لماذا تعتمد الغابات على المناخ؟

تعتمد الحياة في الغابات وتوزيعها الجغرافي على الظروف المناخية ، وخاصة درجة حرارة الهواء وكمية سقوط المطر أو الثلوج أو الندى. في بعض الأماكن على سطح كوكبنا فقط ، يكون المناخ مناسبًا لتنامي الغابات. على سبيل المثال ، تعتمد منطقة الغابات في خط الشمال الأقصى على متوسط درجة حرارة الهواء السنوية. حين يصبح الجو باردًا للغاية ، يتم استبدال الغابات الشمالية/ بوريال بالتندرا. ومع ذلك ، فإن درجة حرارة الهواء ، وخاصة في السهول ، لا تتغير فجأة ، ولكن تدريجيا. لذلك تصبح حدود الغابة والتندرا منطقة انتقالية ، حيث توجد مناطق التندرا والغابات. وتسمى هذه المنطقة الانتقالية بغابات التندرا (الشكل 2-3-2)

يتم تحديد الخط الجنوبي للغابات المعتدلة ، حيث تفسح المجال الغابات للأراضي العشبية (السهوب) والمناطق شبه الصحراوية ، بسبب هطول الأمطار. في الأجواء الحارة ، تفقد النباتات والأشجار باستمرار الرطوبة من أوراقها من أجل الحفاظ على البرودة. إذا كان هطول الأمطار في الصيف ضئيلاً ، فلا توجد رطوبة كبيرة في التربة ، وتواجه الأشجار صعوبة في سحب الرطوبة إلى أعلى مثل الغطاء التاجي. لأن الهواء دافئ وهطول الأمطار أو الثلوج او الندى محدود ، والنباتات العشبية منخفضة لديها الأفضلية وتصبح المناظر الطبيعية في شكل سهوب.

التضاريس وجودة التربة والمسطحات المائية والنشاط البشري هي أيضا مهمة لتحديد الغطاء الحرجي. تقل نسبة الغابات في المناطق التي تم فيها العمل في جزء كبير من الأراضي لأغراض اقتصادية

الشكل 2-3-2 غابات التندرا

الغابات في المناطق المناخية المعتدلة وشبه القطبية

تهيمن الغابات الشمالية (التايغا) على أنواع الأشجار الصنوبرية: الصنوبر ، الراتينجية : ضجرة من الفصيلة الصنوبرية, الارزية: شجرة من الفصيلة الصنوبرية خشب اللاركس ، شجر التنوب وشجرة الأرز. ومن المثير للاهتمام ، أن هذه الغابات في أوروبا وغرب سيبيريا تتكون أساسًا من أشجار الصنوبر وأشجار الراتينجية ، في حين تشكل الارزية: شجرة من الفصيلة الصنوبرية خشب اللاركس في وسط وشرق سيبيريا المكون الرئيسي للغابات. ويرجع ذلك إلى التربة الصقيعية في مناطق سيبيريا الشاسعة ، مما يجعل هذه المناطق مناسبة بشكل خاص الارزية.

إن الاختلافات في ظروف درجات الحرارة (متوسط درجات الحرارة في الصيف ، وأوقات تكوين ذوبان الغطاء الثلجي) تبرر تقسيم منطقة التايغا إلى التايغا الشمالية والوسطى والجنوبية. لا تنمو الأشجار الناضجة في غابات التايغا الشمالية ، حيث تصل إلى 10-20 م ، بينما في التايغا الجنوبية قد يصل ارتفاعها إلى 50 م (الشكل 3-3-2) التايغا الوسطى هي وسيطة بين الشمال والجنوب ، ليس فقط جغرافيا ، ولكن أيضا من حيث متوسط ارتفاع الأشجار ، والتي تنمو إلى 20-25 م.

تشغل المنطقة الواقعة جنوب التايغا منطقة من الغابات النفضية المعتدلة (الشكل 4-3-2). والتي يغلب عليها أنواعا مختلفة من البلوط ، الزان الابيض/ الشجرة القرنية والدردار/ شجرة البق. تُعرف هذه الأشجار عادةً بالأخشاب الصلبة النفضية (بسبب حقيقة أن خشبها صلب نسبيًا). باتجاه الجنوب من الغابات النفضية في شرقي أوروبا ووسط آسيا ، تظهر الأراضي العشبية (وتسمى أيضًا "السهوب") وتسمى المنطقة الانتقالية غابات السهوب.

ومع ذلك ، لا توجد منطقة حرجية نفضية في غرب سيبيريا والمناطق الوسطى من أمريكا الشمالية (الشكل 1-3-2) ، حيث تفسح التايغا الطريق تماما للأراضي العشبية. ويعزى ذلك إلى المناخ القاري في المنطقة: انخفاض هطول الأمطار ، وبالتالي فإن الأرض جافة جدًا ، كما أن الغابات النفضية والتي تحتاج إلى الكثير من الرطوبة ، ولا يمكنها أن تنمو

الشكل 2.3.4. الغابات المتساقطة

الشكل 2.3.3. التايغا الجنوبية

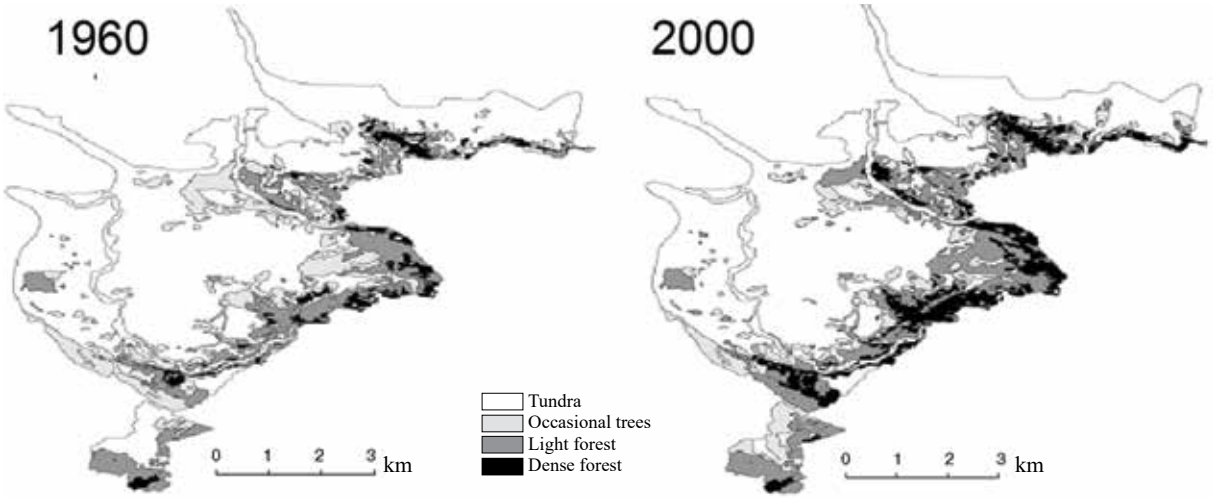
هل التغير الحالي في المناخ يؤثر على الغابات؟

!هل تتأثر الغابات بالاحتباس الحراري للمناخ الذي يحدث حاليًا؟ نعم بالفعل

يحدث تغير المناخ العديد من الآثار المختلفة على تكوين الأشجار وأنواع الأشجار داخل النظم الايكولوجية للغابات. مع استمرار تغير المناخ ، سيتعين على الأشجار التكيف مع الظروف الجديدة أو الانتقال إلى مواقع أكثر ملاءمة

إن التغييرات المرتبطة بالاحتباس الحراري واضحة بشكل خاص في الحدود الشمالية للغابات الشمالية. في المناطق القطبية ، ترتفع الأشجار والشجيرات أعلى المنحدرات الجبلية ، فتأخذ عنوة بشكل تدريجي مكان التندرا الجبلية (الشكل 5-3-2). تحركت الحدود العليا لأشجار الأرزية على سفوح جبال الأورال القطبية (روسيا) صعوداً بمقدار 40-35 م في آخر 90-80 سنة سابقة وبنسبة 80-50 م في بعض المناطق. تنمو الشجيرات حاليا على ارتفاع أكثر من 50 مترًا فوق المنحدرات في جبال خيبيني في شبه جزيرة كولا(روسيا) ، وقد لوحظ نمو كثيف للشجيرات ، وخاصة الصفصاف ، في مناطق التندرا الاسكندنافية

الشكل 5-3-2 تغيير الغطاء النباتي في جبال الأورال القطبية (روسيا



الحرارة تدفع الأشجار إلى أعلى الجبال في أمريكا الجنوبية

تتجنب الأشجار والشجيرات في المناطق الجبلية بأمريكا الجنوبية الحرارة التي لا تطاق على السهول من خلال الانتقال إلى أعلى سفوح الجبال حيث يكون الهواء أكثر برودة مما يجعلها قادرة على البقاء. في جبال الأنديز ، تنتشر الأشجار في الجبال بمعدل يتراوح بين 2.5 و 3.5 متر كل عام. هذا هو الانجاز غير العادي للنباتات ، التي لا يمكن أن تتحرك إلا عن طريق التكاثر. لكن تغير المناخ يحدث بسرعة كبيرة في جبال الأنديز حيث تحتاج الأشجار إلى الارتفاع أكثر من 6 أمتار كل عام من أجل البقاء في درجة حرارة مناسبة

من بين الأنواع النباتية البالغ عددها 38 نوعا، التي يراقبها العلماء ، تتحرك أنواع نباتات الظل بشكل أسرع: فهي ترتفع بحوالي 30 مترًا كل عام. من غير المرجح أن تعيش شجرة التين في هذه المناطق لأنها تتحرك للأعلى بمعدل 1.5 متر فقط سنويًا

تشير النماذج المناخية إلى أن أكثر من 50٪ من أنواع النباتات المدارية قد تنقرض بحلول عام 2100 إذا ارتفعت درجات الحرارة العالمية بمقدار 4 درجات مئوية

ناشيونال جيوغرافيك

تتغير الحدود الجنوبية للغابات المعتدلة أيضا. تظهر غابات البلوط تدريجياً في مناطق السهوب والغابات بسبب الجفاف في الصيف. في المنطقة المحيطة ببحيرة بايكال ، على النقيض من ذلك ، تزحف غابات الصنوبر داخل النظم الإيكولوجية للسهوب ، بسبب هطول الأمطار المتزايد. وبالتالي فإن خط الغابات الجنوبي يتغير بسبب التغيرات في مستويات الرطوبة وليس بسبب زيادة درجة الحرارة.

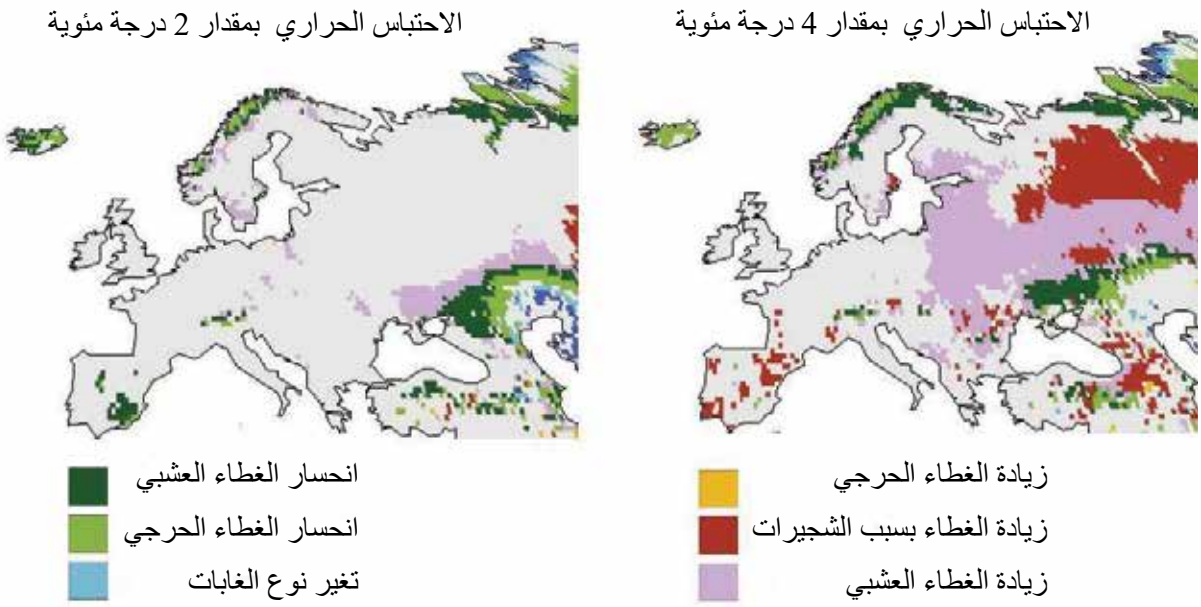
لقد تغيرت مساحات الغابات الروسية التي يتواجد فيها أنواع معينة من الأشجار في العقود الأخيرة ويعتقد العلماء أن هذا يرجع إلى حد كبير إلى ارتفاع درجات الحرارة. على سبيل المثال ، تراجعت غابات البلوط في المناطق الجنوبية ، ولكنها اكتسبت ارضية أكبر في الشمال ، على الحدود بين الغابات النفضية والتايغا الشمالية.

غابات الراتينجية (الشكل 6-3-2) في تراجع في جميع أنحاء روسيا تقريبًا. نظام جذور أشجار الراتينجية قريب من السطح ، مما يجعل الشجرة حساسة للغاية مما يزيد من تكرار ومدة الجفاف. في الوقت نفسه ، تشهد العديد من مناطق روسيا زيادة في مساحة غابات البتولا. هذه الظاهرة معروفة لأخصائيي الحراجة: يرجع ذلك إلى حقيقة أنه بعد نشوب حريق أو قطع الأشجار الصنوبرية ، تظهر البتولا والأنواع الصغيرة الأخرى النفضية في البداية في مكانها ، وهناك حاجة لبعض الوقت قبل ظهور الأشجار الصنوبرية الجديدة و البدء في خلع البتولا ، أسبن(نَوْع مِن شَجَر الْحَوْر تَتَحَرَّك أَوْرَاقُهُ بَأَرَقّ نَسِيم) و شجرة الحور الرومي ومع ذلك ، في العقود الأخيرة ، لم تحدث هذه المرحلة الأخيرة: يبدو أن الصنوبريات غير قادرة على استعادة الأرضية المفقودة في غابة البتولا

الشكل 6-3-2 غابات الراتينجية

تتنبأ معظم التنبؤات بأن الغابات في الأجزاء الشمالية من أوراسيا وأمريكا الشمالية سوف تتأثر أكثر بالاحتباس الحراري أكثر من الغابات في أماكن أخرى من العالم ، حيث يتم نقل الحدود الشمالية والجنوبية. تؤدي زيادة درجة الحرارة بمقدار 2 درجة مئوية إلى زيادة المساحة الكلية للغابات في أوروبا بسبب زحف التايغا في منطقة التندرا الحالية. ومع ذلك ، فإن الزيادة في درجة الحرارة بمقدار 4 درجات مئوية ستؤدي إلى تراجع حدود الغابات الجنوبية شمالًا وسيكون هذا التأثير أكبر من الزحف شمالًا في منطقة التندرا (الشكل 7-3-2

الشكل 7-3-2. تغيرات التوقعات في الغطاء الحرجي في أوروبا بحلول عام 2100 ، بافتراض وجود الاحتباس



سوف تؤثر إزالة الغابات/ إزَالَةُ الْإِحْرَاج الناتجة عن تغير المناخ على كل أوروبا الشرقية وغرب سيبيريا. هذا توقع مثير للقلق ، حيث يظهر مدى خطورة ظاهرة اختفاء الغابات إذا تحقق أسوأ سيناريو للاحتباس الحراري.

تدمير الغابات بسبب الحرائق والآفات والطقس القارس

هناك ثمة تهديد رئيسي آخر للغابات مرتبط بتغير المناخ بسبب الحرائق واسعة النطاق وتفشي الآفات بسبب الطقس الحار في الصيف. غالباً ما تكون الحرارة وغيرها من ظواهر الطقس القاسية مسؤولة مباشرة عن تدمير الغابات

عادة ما تبدأ حرائق الغابات عن طريق الخطأ بسبب الناس. لكن لا يمكن السيطرة عليها إلا في ظروف معينة ، أي عندما يكون الطقس حارًا وجافًا لعدة أيام أو أسابيع. عندئذٍ تصبح أرضية الغابات من الأوراق الميتة ، وإبر الصنوبر ، والفروع الصغيرة ، والطحالب ، والأشنات ، والأعشاب التي تنمو تحت مظلة الغابات ثم تجف وتلتقط الضوء بسهولة ، ويمكن أن تنتشر الحرائق في مناطق واسعة. وهذا ما يسمى باشتعال النيران الأرضية.

عندما تنتشر الحرائق في الغابات الصنوبرية ، فإنها تصل غالبًا إلى تيجان الأشجار. تحتوي إبر الصنوبر والفروع الصغيرة لأشجار التنوب والصنوبر على كميات كبيرة من المواد الراتنجية ، لذلك يمكن للأشجار الحية أن تشتعل فيها النيران بسهولة. (اندلاع النيران في التيجان هو الأكثر خطورة والأشد تدميرًا ، وقد يؤدي إلى فقد كامل لمساحة الغابات (الشكل 8-3-2

تسبب الحرائق أضرارًا كبيرة بالغابات: حيث يتفحم عدد كبير من الأشجار ، ويعاق نموها ، ويتضاءل تنوع الأشجار في الغابة ، ويزداد انتشار الآفات الحشرية الضارة. مع تغير المناخ يزداد خطر حرائق الغابات ، لأن درجات الحرارة المرتفعة تجفف المواد الخشبية بسرعة أكبر. كما أن موسم السنة الدافئ ، الذي يمكن أن تحدث فيه الحرائق ، يصبح أطول

الشكل 8-3-2)حرائق الغابات

أضعف صيف عام 2010 غير المعتاد في عام 2010 الذي ضرب الجزء الأوسط من روسيا داخل القارة الأوروبية الصنوبريات التي اعتادت على ظروف مختلفة للغاية. هذه الأشجار الضعيفة هي فريسة سهلة للعديد من أنواع الحشرات التي تعيش تحت اللحاء. في السنوات التي تكون فيها درجة الحرارة والرطوبة طبيعية ، يتم التحكم في أعداد فصائل هذه الحشرات بواسطة أنواع أخرى (الحشرات والحيوانات المفترسة). ولكن إذا أصبح عدد خنافس اللحاء كبيرًا جدًا ، فقد تتفحم مساحات كبيرة من الغابات! تفقد الأشجار المجففة إبرها أولاً ثم لحائها. تتوجه الفطريات المختلفة التي تهاجم الخشب باتجاه الجذور ، والتي في نهاية المطاف غير قادرة على دعم الأشجار. يمكن للرياح القوية بعد ذلك اسقاط الأشجار ، واحدة تلو الأخرى (الشكل 9-3-2). تقوم الطيور أولا تليها السناجب بترك الغابة حيث لم تعد قادرة على اصطياد الصنوبرات. ثم ينتقل السنونو أو طائر الخطاف إلى مكان آخر بحثًا عن مكان أفضل للصيد. تستبدل أرضية الغابة الخضراء ، التي تتكون من زنابق الوادي وحميض الخشب ، والتي ازدهرت بفضل الحماية من أشعة الشمس المباشرة التي توفرها الأشجار ، بغطاء من اجمات البوص وشجيرات توت العليق ونباتات القراص. باختصار ، تتغير مجموعة كاملة من الأنواع! نباتات القراص

All is not lost: the displaced species can return. As happens after a serious fire, a forest of spruce will fully restore itself after one or two hundred years. But only provided that such forest has remained intact elsewhere with all of its inhabitants, and only provided that the abnormal fluctuations of temperature do not recur.

الشكل 9-3-2 سقوط شجرة تنوب بعد جفاف عام 2010

كل شيءلم ينته بعد: يمكن للأنواع الموجودة في غير موضعها العودة. كما هو الحال بعد نشوب حريق خطير ، تعيد غابة التنوب هيئتها بالكامل بعد مائة أو مائتي عام. ولكن بشرط أن تظل هذه الغابة سليمة في أي مكان آخر بجميع انواعها ، وشريطة ألا تتكرر تقلبات درجات الحرارة غير الطبيعية.

يمكن للظروف الجوية القاسية الأخرى – مثل رياح الأعاصير والأعاصير المدارية - أن تدمر الغابات عمليا مثل

الجفاف ، عن طريق اسقاط الأشجار (الشكل 10-3-2). يمكن للأمطار الغزيرة أيضًا أن تلحق أضرارًا كبيرة نتيجة تجريف التربة أو قطع الأشجار من خلال التشبع بالمياه لفترات طويلة. كما أن انهمار الثلج الرطب الغزير وتكون الثلج على نطاق واسع يضران بالأشجار ، كما أن الزخات الغزيرة للمطر الثلجي يتلف لحاء الأغصان ، مما يضعف الشجرة ويتسبب في جفافها

الشكل 2.3.10. آثار رياح بقوة الإعصار في منطقة كوستروما

يُظهر سجل الغمر الجليدي ، والأدلة العلمية والتنبؤات الحالية أن الغابات والنظم الإيكولوجية الطبيعية الأخرى يمكنها التكيف مع الظروف المناخية الأكثر تنوعًا. لكن هذا التكيف مرتبط بشكل أساسي بالهجرة - أي التغيرات في حدود المناطق الطبيعية وأنواع النباتات. خلال فترات الغمر الجليدي ، بقيت الغابات على مساحة صغيرة نسبيًا فقط ، وتم تغطية مساحات كبيرة من أوراسيا بالتندرا وسهوب التندرا. عندما أصبح المناخ أكثر دفئًا ، استعادت الغابات وضعها كنوع للغطاء النباتي السائد. لكن الاحتباس للمناخ اليوم يحدث بسرعة كبيرة ، حيث لا يهدد التغير التدريجي فحسب بل التغير الكارثي لأنواع النباتات ، بسبب الجفاف الواسع النطاق للغابات المعرضة لخطر كبير من اندلاع حرائق الغابات

وهذا يزيد من اهمية عدم السماح للاحتباس الحراري بالوصول إلى أقصى درجاته ، والعمل من أجل تحقيق الاستقرار التدريجي لتغير المناخ على هذا الكوكب!

كيف تؤثر الغابات على المناخ؟

نحن ندرك الآن كيف يؤثر المناخ وتغير المناخ على الغابات. لكن هذه العلاقة تنطبق أيضا على الجانب الآخر: تأثير الغابات على المناخ!

على سبيل المثال ، تغير الغابات الخضراء انعكاس ضوء الشمس على سطح الأرض ، لذلك تؤثر على درجة الحرارة التي تمتصها الأرض. الفرق في درجة الحرارة بين مناطق الغابات والمناطق الخالية من الغابات ملموسة بشكل خاص في فصل الشتاء. تنعكس أشعة الشمس من السهول المغطاة بالثلوج الخالية من الأشجار ، لكن المساحات المظلمة للغابات الشمالية تعكس أشعة أقل وتمتص المزيد من ضوء الشمس.

.تساعد الغابات على الاحتفاظ بالرطوبة في التربة وتؤثر على التبخر ، مما يجعل المناخ الإقليمي أكثر اعتدالًا ورطوبة

يظل الغطاء الثلجي لفترة أطول في الغابة ، مما يقلل من التغيرات الحادة في درجات الحرارة التي تحدث في فصل الربيع .ويقلل من خطر حدوث فيضانات الربيع بجوار الأنهار

ولكن ما الذي يجعل الغابات ذات أهمية خاصة للمناخ ؟ هل هو دورة الكربون. ثاني أكسيد الكربون المنتشر في الغلاف الجوي من خلال حرق الوقود الأحفوري هو السبب الرئيسي للاحتباس الحراري الذي يحدث اليوم. تلعب الغابات الدور الحيوي .لامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو والاحتفاظ بالكربون في شكل مواد عضوية مختلفة

ربما سمعت أن النباتات الخضراء تمتص ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين. تسمى هذه العملية بالتمثيل الضوئي ، وتعمل بواسطة طاقة ضوء الشمس. تمثل الغابات تركيزًا كثيفًا للنباتات الخضراء (الأشجار والشجيرات والعشب) ، ويُعتقد عمومًا أن الغابات ذات أهمية حيوية لإثراء جو كوكبنا بالأكسجين. غالبًا ما تسمع عن مصطلح " الرئة الخضراء الثانية في العالم " المستخدم في التلفزيون وفي الصحف لوصف الغابات. إن امتصاص ثاني أكسيد الكربون وانبعاث الأكسجين هما وجهان لعملية واحدة وهي عملية التمثيل الضوئي ، لذلك قد تعتقد أن الغابات يجب أن تزيل ثاني أكسيد الكربون من الجو. ولكن الأمر .ليس بهذه البساطة

لفهم عملية تبادل ثاني أكسيد الكربون بين الغابة والغلاف الجوي ، نحتاج أن نفهم كيف تخزن الغابة الكربون - العنصر الذي يرتبط بالأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون. تحتوي جميع المواد العضوية على الكربون. على سبيل المثال ، ما يقرب من نصف وزن الخشب الجاف هو الكربون

ما هي مجمعات الكربون؟

ما هي مجمعات الكربون؟

أي جزء من النظام البيئي يحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية يعد بمثابة مخزن للكربون. يسمي العلماء مثل هذه المخازن ب "مجمعات الكربون". هناك أربعة مجمعات كربونية رئيسية في النظام البيئي الأساسي: 1) الكتلة النباتية (وزن .النباتات الحية) ؛ 2) الحطب.3) بقايا النبات (الأوراق الميتة والأغصان في أرضية الغابة) ، 4) المواد العضوية في التربة

تتكون مجمعات الكتلة النباتية من النباتات الحية: جذوع الأشجار والأغصان والجذور والأوراق وإبر الأشجار والشجيرات وأوراق وجذور الحشائش والطحالب (الشكل 2-3-11). وكقاعدة عامة ، تمثل جذوع الأشجار معظم الكتلة النباتية ، لكن الطحالب أيضًا جزءا رئيسيا منها في غابات بوريال الشماليةوغابات الصنوبر .المستنقعية

الشكل 11-3-2 الأخشاب في جذوع الأشجار هي الجزء الأكبر من مجمعات الكتل النباتية للكربون

تتكون مجمعات الأشجار الميتة من الأشجار الميتة والجذور. يسمى الأشجار الميتة في الغابة ب " التناقص الطبيعي " ويحدث بشكل طبيعي حيث تتنافس الأشجار النامية على ضوء الشمس. تُترك الأشجار الصغيرة في الظل بجوار الأشجار الكبيرة وتذبل تدريجيًا لأنها لا تتعرض للضوء الكافي للتمثيل الضوئي. هذا هو السبب في أن الغابات اليافعة أكثر كثافة بكثير من الغابات القديمة. ولكن يمكن أن يحدث التناقص الطبيعي أيضًا في حالات أخرى مختلفة: يمكن أن يحدث التناقص الطبيعي بسبب الحرائق والجفاف والآفات الحرجية والتلوث من صنع الإنسان. في الغابات التي تتأثر بأحد أو عدد من هذه الطرق ، قد تتجاوز مجمعات الكربون في الأشجار الميتة المجمعات في الخشب الحي

الشكل 12-3-2 الأشجار الميتة هي جزء من مخزون الكربون في الأشجار الميتة

تتكون بقايا النباتات من اجزاء صغيرة نسبيا من المواد العضوية الموجودة على سطح التربة (الشكل 13-3-2).تتكون بقايا النباتات بشكل رئيسي من الأوراق الجافة وإبر الصنوبر والأغصان الجافة الصغيرة وبتلات الزهور والصنوبر والاجزاء الأخرى التي سقطت من النباتات الحية. في الغابات النفضية ، يكون تجديد مجمعات بقايا النباتات أكثر كثافة خلال موسم سقوط أوراق الخريف ، بينما يحدث في الغابات الشمالية بشكل متساوٍ على مدار المواسم

يحتوي مخزون التربة في الغابة على كميات كبيرة من الكربون. التربة عبارة عن مزيج من المعادن والمواد العضوية ، لا سيما "الدبال(مادة سمراء او سوداء تنشأ من تحلل المواد النباتية و الحيوانية و تشكل الجزء العضوى من التربة) " ، وهي مادة داكنة اللون تتشكل بسبب الانهيار التدريجي لبقايا النباتات (بقايا النباتات ، الأشجار الميتة والجذور الميتة). يمثل الكربون نسبة 58٪ من تكوين الدبال ، وهي نسبة أعلى من الكتلة النباتية. كلما كانت التربة أكثر قتامة ، زادت نسبة الكربون الموجودة فيها (الشكل 14-3-2

في الغابات الشمالية تحتوي الكتلة النباتية على 21 ٪ من مخزون الكربون ، والأشجار الميتة 4 ٪ ، وبقايا النباتات 3 ٪ ، و 72 ٪ في التربة. لذلك ، في هذه الغابات ، يتركز الكربون في التربة.

هذه النسب مختلفة تمامًا في الغابات المدارية ، حيث تمثل المواد العضوية الحية والميتة 50 ٪ من الكربون.

الشكل 13-3-2. يتضخم مخزون الكربون المتناثر عند سقوط الأوراق في فصل الخريف

الشكل 14-3-2 إذا كانت التربة قاتمة ، فهذا يعني أنها تحتوي على الكثير من الكربون

لماذا الفرق كبير جدا؟ في الغابات الشمالية تتحلل معظم النباتات الميتة بسبب الفطريات والبكتيريا ، وتحدث هذه العملية ببطء. وتستغرق هذه العملية عدة عقود بالنسبة لجذوع الأشجار الميتة الكبيرة وتختفي. ولهذا السبب ، يتراكم في الغابة تجمعات ومخزونات كبيرة من المواد العضوية الميتة - الأشجار الميتة ، وبقايا النباتات والدبال في التربة. في الغابات الاستوائية ، تستهلك الحيوانات جزءًا كبيرًا من بقايا النباتات والأشجار الميتة ، وخاصة النمل الأبيض. هذا يسرع معدل التحلل ويقلل من مساهمة المواد العضوية الميتة في إجمالي كمية الكربون في النظام البيئي

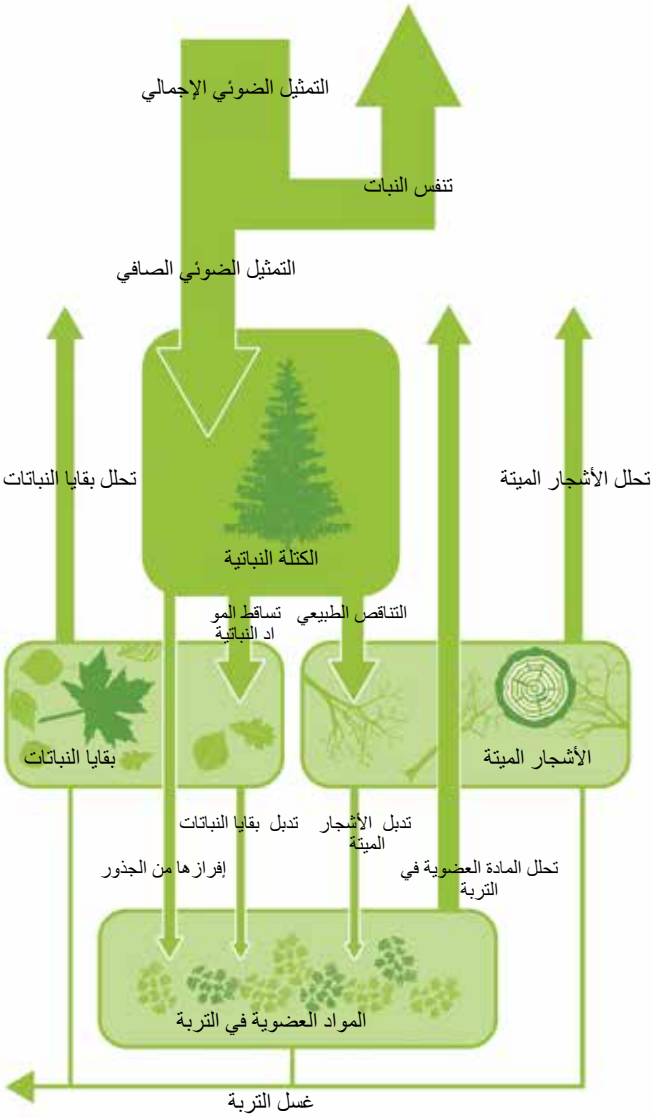
كمية/ ميزانية الكربون

وبعد أن عرفنا كل شيء عن مخزونات الكربون في النظام البيئي للغابات ، دعونا نرى كيف ترتبط هذه المخزونات ببعضها البعض وبالغلاف الجو ي(الشكل 15-3-2). يطلق العلماء على نظام الترابط هذا "ميزانية الكربون" ، لأنها يشبه الميزانية المالية لدولة ما أو شركة ما أو أسرة ما ، حيث يجب أن يتطابق ما يأتي (الدخل) مع الانفاق (الإنفاق

عنصر الدخل" الوحيد في النظام البيئي للغابات هو التمثيل الضوئي. ينشأ مجموع التمثيل الضوئي مادة عضوية. المستهلكون الأوائل لهذه المادة هي النباتات نفسها: يتم استخدام ما يقرب من نصف المادة التي تم إنشاؤها نتيجة التمثيل الضوئي من النباتات عندما تتنسم ، وإطلاق الكربون من المادة مرة أخرى في الغلاف الجوي. ما تبقى من المادة يسمى عملية "التمثيل الضوئي الصافي": تجدد هذه العملية مخزون الكتلة النباتية

الكائنات الحية المختلفة التي تعيش في غابة تستهلك المادة الحية من النباتات: اليرقات وغيرها من الحشرات التي تتغذى على أوراق الأشجار ؛ الطيور والقوارض التي تجمع الفواكه والبذور و الحيوانات من ذوات الحوافر التي تأكل العشب والاغصان الصغيرة.

الشكل 15-3-2 ميزانية الكربون في النظام اللبيئي للغابة



في التايغا وفي الغابات المعتدلة ، يتفحم جزء كبير من الحياة النباتية بشكل طبيعي (عندما يذبل النبات او يتفحم تماما أو عندما تسقط أوراقها وأغصانها) ، ثم تتغذي عليها الفطريات والبكتيريا (الشكل 16-3-2). هذا يغذي الأشجار الميتة ومخزون الكربون لبقايا النباتات.

عندما تتنسم الفطريات والبكتيريا كربون المادة العضوية المرتبط بالأكسجين ويعود إلى الغلاف الجوي في شكل ثاني أكسيد الكربون. يحدث هذا عندما تتحلل الأشجار الميتة وبقايا النباتات . يتحول جزء بسيط من هذه المخزونات إلى دبال ويجدد مخزون الكربون في التربة (وتسمى هذه العملية التدبل). يدخل الكربون أيضًا التربة من النباتات الحية في شكل مواد عضوية تفرزها الجذور.

تتحلل المواد العضوية في التربة أيضًا بسبب الفطريات والبكتيريا مع إطلاق ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. يتم اخراج جزء من الكربون من النظام البيئي بواسطة المياه الجوفية والمياه السطحية:
لا بد أنك رأيت أوراق الخريف كيف تحركها بعيدا جداول الغابات

الشكل 16-3-2 تحلل الفطريات المسببة للأمراض النباتية الفطرية الأشجار الميتة وعودة الكربون إلى الجو

تمتص الغابات التي تحتوي على العديد من الأشجار اليافعة والقديمة نفس الكمية من ثاني أكسيد الكربون من الجو عند إطلاقها مرة أخرى. لا تزال مخزونات الكربون في مثل هذه الغابات ثابتة على مر العصور. هذه المخزونات مثل حمامات السباحة: ممتلئ حتى الحافة ولا يمكن ان تستوعب المزيد ، إلا أنها ممتلئة بالكربون وليس بالماء. ولكن هذا لا يعني أن الغابات اليافعة لا تلعب دورًا في تنظيم تكوين الغاز في الغلاف الجوي. النقطة المهمة هي أنها لم تعد تمتص بشكل فعال ، بل أصبحت بدلاً من ذلك بمثابة حوافظ الكربون "المخزن" ، أي الكربون الذي لم يعد بإمكانه المساهمة في تأثير الاحتباس الحراري.

تختلف ميزانية الكربون الخاصة بالغابات اليافعة والنامية عن تلك الخاصة بالغابات الناضجة. يتراكم الكربون في الغابات اليافعة ، وإزالته من الغلاف الجوي. يتراكم هذا الكربون في شكل مخزونات. لذلك تستحق الغابات اليافعة فقط أن يطلق عليها "الرئة الثانية الخضراء" على سطح هذا الكوكب

أوجه التباين في تأثير الغابات على الغلاف الجوي

لقد رأينا آلية عمل الغابات اليافعة والكبيرة بشكل مختلف: تمتص الغابات الصغيرة النامية ثاني أكسيد الكربون من الجو ، وبالتالي يمكنها تعويض انبعاثات هذا الغاز جزئيًا عن طريق احتراق الفحم والغاز والنفط. تخزن الغابات الناضجة كميات هائلة من الكربون في شكل مترابط ، مما يمنع تكوين ثاني أكسيد الكربون ، مما يساهم في تأثير الاحتباس الحراري. لذلك ، إذا كنا نريد استخدام الغابات لمنع التغير المناخي ، نحتاج إلى ما يلي: 1) زراعة غابات يافعة جديدة ، حيث لم يكن هناك غابات من قبل ؛ 2) الاعتناء بالغابات الموجودة.

الشكل 17-3-2 يعد جذع هذه الشجرة العملاقة في غابة غرب كندا (كولومبيا البريطانية) خير دليل على قطع الأشجار بشكل مكثف في النصف الأول من القرن العشرين

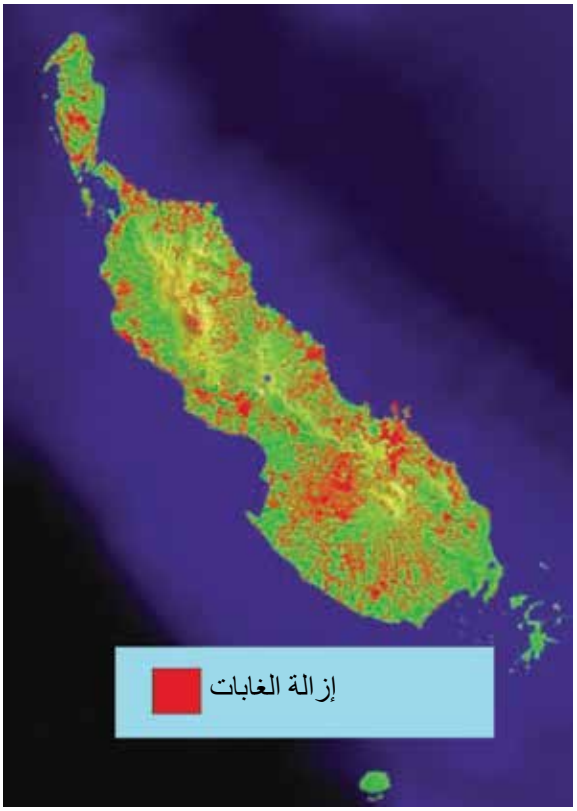
في البلدان المتقدمة (الولايات المتحدة ودول الاتحاد الأوروبي وروسيا وغيرها) توجد العديد من الغابات اليافعة التي تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو. لقد تم بالفعل تشكيل البيئة الاقتصادية في هذه البلدان بالكامل ، ولم تعد الغابات تُدمَّر لأغراض الصناعة البشرية. في العقود الأخيرة ، قامت العديد من الدول (الولايات المتحدة الأمريكية وكندا ودول الاتحاد الأوروبي ودول أخرى) بحث مالكي الأراضي على زراعة غابات جديدة.

نظرا لأن الغابات الشمالية والمعتدلة تنمو وتمتص الكربون على مدار عدة عقود وأحيانًا مئات السنين ، يتم الآن تجميع الكربون بفضل تجديد الغابة في العديد من الأماكن التي انخفض فيها الغطاء الحرجي بشدة أثناء التصنيع في القرن الماضي. وتعد استعادة الغابات الصنوبرية على طول ساحل كندا بالمحيط الهادي مثالًا رائعًا على ذلك (الشكل 17-3-2). في بداية القرن العشرين ، كانت هذه المنطقة مغطاة بغابات صنوبرية ضخمة مثل تنوب دوغلاسوشجر التنوب وشجر الأرز ، بعضها يصل ارتفاعه إلى 80-90 م. بحلول منتصف القرن العشرين ، تم قطع هذه الغابات ، ولا يزال من الممكن ملاحظة جذوع الأشجار العملاقة المقطوعة التي يزيد قطرها عن 2 متر. منذ ذلك الحين تم وضع قوانين بيئية صارمة في كندا تمكن من تجديد الغابات في مناطق قطع الأشجار السابقة

لكن الوضع مختلف تمامًا في البلدان النامية ، وخاصة في أمريكا الجنوبية وجنوب شرق آسيا وأوقيانوسيا. ينمو عدد سكان واقتصاد هذه البلدان بشكل سريع ، لذلك هناك حاجة دائمًا إلى المزيد من الأراضي للزراعة والمصانع والمدن والبلدات والطرق. يتم الحصول على هذه الأراضي بشكل أساسي من تدمير الغابات الاستوائية ، ولا يتم زرع غابات جديدة تمتص ثاني أكسيد الكربون. تظهر صورة تم التقاطها في الجزء المداري من الأرجنتين (الشكل 19-3-2) بداية تدمير الغابات. كانت هذه الأرض

الحرجية تعود في السابق إلى الجيش ، لكنها نُقلت إلى سيطرة الحكومة المحلية في أوائل العقد الأول من القرن العشرين حيث سمحت الحكومة المحلية بالتنمية الزراعية للأرض ، ومن ثم بدأ قطع الأشجار تحدث إزالة الغابات بسرعة كبيرة في بعض المناطق المدارية. في بابوا غينيا الجديدة حوالي 15٪ من الغابة المطيرة قطعت في 30 سنة فقط (من عام 1972 إلى 2002) (الشكل 18-3-2) و 9٪ أخرى من سمة غابة ذلك البلد قد تدهورت بشدة. بسبب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن إزالة الغابات في غينيا الجديدة أكثر من الضعف خلال فترة 30 سنة

إن مصدر حوالي 10 ٪ من جميع ثاني أكسيد الكربون المنبعث الآن في الغلاف الجوي بسبب أعمال بني البشر نتيجة تدمير الغابات الاستوائية. تناقش الأمم المتحدة إنشاء نظام عالمي لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن إزالة الغابات في البلدان النامية. يتم إنشاء مشاريع دولية ثنائية للحفاظ على الغابات الاستوائية (مثال على ذلك اتفاقية بين أستراليا وإندونيسيا). لدى بعض البلدان النامية ، مثل الصين والهند وكوستاريكا ، برامج خاصة بها لزيادة مساحة غاباتها. بوجه عام ، لا يزال الانبعاث السريع لمخزونات الكربون بسبب تدمير الغابات المدارية يمثل مصدر قلق كبير



الشكل 18-3-2 فقدان الغطاء الحرجي في جزيرة بوغانفيل (بابوا غينيا الجديدة) ، 1972-2002

الشكل 19-3-2 . منطقة غابات سابقة في الأرجنتين (مقاطعة إجوازو

اختفاء الغابات الاستوائية

الغابات الاستوائية المطيرة هي من بين النظم الإيكولوجية الأكثر أهمية على هذا الكوكب. النظام البيئي الغابات الاستوائية المطيرة هو الأكثر ثراءً في العالم من حيث تنوع الأنواع. الغابات الاستوائية هي مصدر الأخشاب والمواد الغذائية والمواد الخام للأدوية. كما أنها تلعب دورًا مهمًا للغاية في التحكم في مناخ الأرض. يؤدي اختفاء الغابات الاستوائية إلى فقدان التربة السطحية الخصبة ، وفقدان التنوع البيولوجي وتوقف التوازن البيئي في مناطق واسعة من الكوكب.

على الرغم من كل الجهود التي بذلت حتى الآن ، لا تزال الغابات المدارية تختفي بسرعة كبيرة ، خاصة في أمريكا الجنوبية وأفريقيا. بلغت الخسائر في الفترة من 2005 إلى 2010 حوالي 3.6 مليون هكتار في أمريكا الجنوبية و 3.4 مليون هكتار في أفريقيا.

تغطي الغابات المطيرة الاستوائية اليوم 5٪ فقط من سطح الأرض مقارنة بـ 12٪ قبل مائة عام. يتم قطع أو حرق مساحات من الغابات أكبر من مساحة إنجلترا (130،000 كم 2) كل عام.

أحد الأسباب الرئيسية لإزالة الغابات هو تحويل الغابات إلى أراضي زراعية لتوفير الغذاء لسكان العالم الذين يتزايد عددهم. غالبًا ما يتم استبدال الغابات المطيرة بمزارع أشجار البن وأشجار جوز الهند أو أشجار المطاط. تشكل عمليات التعدين غير الخاضعة للرقابة تهديداً آخر للغابات الاستوائية المطيرة في أمريكا الجنوبية.

يمكن أن يكون هذا الدمار الرئيسي للغابات لا يمكن عكس مساره. إذا كان قطع الأشجار مقصورًا على مساحة صغيرة ، فستعود الغابة إلى تلك المنطقة بعد بضع سنوات ، ولكن إذا تم قطع مساحة كبيرة من الغابات ، فقد لا تعود إلى الظهور أبدًا: تجرف الأمطار الغزيرة العناصر الغذائية الأساسية في المنطقة. التربة والشمس الحارقة سوف تحرق الطبقة العليا من التربة ، بحيث يمكن أن تنمو فقط الأعشاب الضارة هناك.

ما الذي يمكن فعله لإنقاذ الغابات؟ بادئ ذي بدء ، يجب حث البلدان الفقيرة ذات المساحات الشاسعة من الغابات المدارية (ولا سيما بيرو والإكوادور وإندونيسيا) على مواصلة الأنشطة الاقتصادية الأخرى ، التي لا تشمل تدمير الغابات. وإلا فإن تدمير الأشجار سيستمر من أجل التعدين وإنتاج الأغذية.

طلبت الإكوادور مؤخرًا من بلدان أخرى من خلال الأمم المتحدة تقديم 3.6 مليار دولار أمريكي للحفاظ على 4000 كيلومتر مربع من الغابات المدارية ، لكنها لم تتلق إجابة واضحة. ثم سمحت الحكومة بعد ذلك بتدمير الغابة بحيث يمكن استخدام الأرض لإنتاج النفط

كيفية إدارة توازن الكربون في الغابات

يعتمد توازن الكربون في الغابات على العديد من العوامل ، أهمها التأثير البشري ، والكوارث (حرائق الغابات ، وتفشي الآفات ، وما إلى ذلك) وتغير المناخ. يمكن إدارة توازن الكربون في الغابات: إذا تم تقليل قطع الغابات للأغراض الخشبية والأغراض أخرى ، فستستوعب الغابات المزيد من الكربون من الجو.

يهدف أحد هذه المشروعات التي ينفذها الصندوق العالمي للحياة البرية في الشرق الأقصى لروسيا إلى وقف قطع الأشجار على نطاق واسع في غابات اشجار الأرز والغابات النفضية في حوض نهر بيكين ، حيث لن يُسمح إلا للسكان المحليين بقطع الأخشاب (الشكل 20-3-2). يحث المشروع السكان المحليين على استحداث أشكال تقليدية لإدارة الغابات: جمع مكسرات الصنوبر والتوت والفطر والسراخس والأعشاب

الشكل 2.3.20. غابة الارز المتساقطة في حوض نهر بيكين

من الضروري أيضًا التقليل من الأضرار الناجمة عن حرائق الغابات ، والتي بدأ معظمها بسبب عجز البشر عن إخماد حرائق النزهات ، وإلقاء أعقاب السجائر على بقايا نباتات جافة أو على الأشنا

اندلاع النيران في العشب الجاف (الشكل 2-3-21) ، وغيره ، تعرف جميعاً على أنها " عدم الحيطة عند التعامل مع النيران". تم تحذيرنا جميعًا من "حماية الغابة من الحرائق" ، لكن التحذير بات ذو أهمية ملحة جديدة من اجل مواجهة تغير المناخ. إذا تمكنت من تعليم أصدقائك عدم حرق العشب أو إشعال النار في الريش الزغبي الصيفي ، وإطفاء نيران المخيمات بعناية بعد نزهة عائلية في الغابة ، حينئذ قد قمت بدورك لمنع تغير المناخ

الشكل 21-3-2 حرق العشب الجاف ، اضرام النيران من جانب البشر

تساؤلات

1 ما هي التايغا أو الغابات الشمالية؟

2 ما هي أنواع الأشجار المنتشرة في التايغا السيبيرية الشرقية ولماذا هي المنتشرة؟

3 كيف تغيرت حدود التندرا الحرجية في العقود الأخيرة ولماذا؟

4 إذا ارتفعت درجات الحرارة بمقدار 4 درجات مئوية قبل نهاية هذا القرن ، كيف سيؤثر ذلك على الغابات؟

5 كيف تؤثر الأنشطة البشرية على الغابات؟

6 ما هي مخزونات الكربون الرئيسية في النظام البيئي للغابات؟

7 هل تستطيع النباتات التنفس؟

8 ما هي الكائنات الحية التي تحلل بقايا النباتات الميتة؟

9 هل تستطيع الغابات الناضجة والغابات القديمة إزالة ثاني أكسيد الكربون الزائد من الجو؟

10 لماذا تفقد الغابات الاستوائية مخزوناتها من الكربون؟

فرض منزلي

المهمة رقم 1 التجربة

الهدف: معرفة الأشجار والشجيرات الأكثر حساسية للاحتباس

المواد: أغصان الأشجار (قبل ظهور الأوراق) ، المزهريات المملوءة بالماء

التجربة. يتم إجراء التجربة قبل أسابيع قليلة من ذوبان الجليد عادة في منطقتك. قم بقطع بعض الأغصان من مختلف الأشجار والشجيرات (البتولا ، الدردار ، الصفصاف ، الحور ، القيقب) في الهواء الطلق. ضع الفروع في المزهريات المملوءة بالماء ، وراقبها بانتظام. دون ملاحظاتك كيف تنمو البراعم ، ومتى تتفتح ، وكيف تنمو الأوراق. وقم بقياس أيضًا نمو البراعم على الأشجار في الهواء الطلق. بعد ظهور الأوراق على الأشجار في الهواء الطلق ، قم بعمل مخطط للتخطيط للنمو يتعلق بحجم البراعم والأوراق في الداخل والخارج. يجب عليك معرفة الأنواع الثلاثة الأكثر حساسية للبيئة الأكثر دفئًا (أيها يتفاعل بشكل أسرع مع الدفء

المهمة رقم 2 التجربة

الهدف: معرفة أنواع الأشجار التي تحتوي على المزيد من الكربون في خشبها

المواد: قطع من أنواع مختلفة من الخشب (البلوط ، شجرة التنوب ، البتولا ، الحور الرجراج وغيرها) ، مسطرة ، موازين

التجربة. خذ قياسات كل قطعة من الخشب لحساب حجمها (ضرب الطول في العرض في الطول) وقم بوزنها. اقسم وزن كل قطعة على حجمها لمعرفة عدد الجرامات التي تزنها قطعة من الخشب بوزن 1 سم. اقسم الناتج على 2 وهذا سيكون وزن الكربون في قطعة الخشب. ناقش الناتج وقرر أي نوع من الأشجار يختزن أكبر مخزون للكربون. يمكنك بعد ذلك الحكم على أي الأنواع هي الأفضل للزراعة من أجل تقليل تأثير الاحتباس الحراري

المهمة رقم 3

التجربة

الهدف: مقارنة كمية الأكسجين وثاني أكسيد الكربون المنبعثة من النباتات في الضوء وفي الظلام

المواد: وعاءان من الزجاج كبيران مزودة بأغطية محكمة الإغلاق ومحتوية على الماء (حوالي ثلث حجم كل وعاء) ، قطع نباتات ذات أوراق كبيرة ، شظية ، ثقاب

التجربة. وضع قطع النبات داخل كل وعاء واحكام غلقه . ضع وعاء واحد في مكان دافئ ومشرق ، وقم بتغطية القطع الأخرى بقطعة قماش تمنع الضوء. بعد 2-1 أيام استخدم الشظية المضاءة لمعرفة أي من الأوعية التي يحترقها اللهب بشكل أكثر بريقا: قم بذلك فورًا بعد إزالة الغطاء وحتى يتم انتشار الغاز الموجود في الوعاء. لاحظ وميض الشعلة اللامع على الشظية ، الذي وضعته في وعاء " المتعرض للضوء" مباشرة بعد إزالة الغطاء ولاحظ كيف خفتت الشعلة عندما وضعت الشظية في الوعاء "المظلم". والنتيجة هي أن النبات ينتج كمية أكبر من الأكسجين اكثر من ثاني أكسيد الكربون عندما يكون في الضوء ، ولكن ينتج ثاني أكسيد الكربون أكثر من الأكسجين عندما يكون في الظلام

4-2 كيف يؤثر تغير المناخ على موارد المياه

المياه في العالم الطبيعي

الماء له مكانة خاصة بين العدد الهائل من المركبات الكيميائية الموجودة على كوكبنا. تتدفق المياه من الصنابير ، ونقوم بغلي المياه في الغلايات ويملأ الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات

يمكن أن توجد المياه في حالات مختلفة: الحالة الصلبة والسائلة والغازية. عندما تكون درجة حرارة الهواء أقل من صفر درجة مئوية ، يتجمد الماء إلى حالة صلبة ويصبح جليدًا. يخرج الماء من الصنابير في حالة سائلة ، ونفاثات البخار من غلاية مياه ما هي إلا المياه في حالتها الغازية. ومن قبيل المصادفة ، غالبًا ما تكون المياه في السحب التي نراها في السماء في ثلاث حالات في وقت واحد ، وهذا هو ما يحدد الأشكال المختلفة التي يمكن أن تشكل السحب

الشكل 1-4-2 سحب ليلية مضيئة في السويد

السحب الليلية المضيئة هي نوع جميل بشكل خاص من التكوين الجوي. تقع على ارتفاع 85-76 كم فوق الأرض ولا تتشكل إلا من بلورات الجليد ، والتي تحدد مظهرها الخيالي. لا يمكن رؤية السحب الليلية المضيئة إلا في خطوط العرض القطبية ، عندما تكون مضاءة بالشمس ، التي سقطت بالفعل تحت خط الأفق

العلم الذي يدرس الماء يسمى الهيدرولوجيا. يُعتقد أن الدراسات الهيدرولوجية الأولى قد أجريت قبل 5000 عام على يد قدماء المصريين على نهر النيل: قام قدماء المصريين بقياس ارتفاع الفيضانات الموسمية ، عن طريق وضع علامات على جدران المباني أو الصخور أو النزول إلى النهر

إذا لم يكن هناك ماء على كوكبنا ، فلن تكون هناك حياة: يعتمد العديد من أنواع النباتات والحيوانات على جزء كبير من الماء. على سبيل المثال ، نسبة المياه في جسم الإنسان 60 ٪ في المتوسط. تعتمد هذه النسبة على العمر: نسبة المياه في جسم الرضيع حديث الولادة 86 ٪ ، ولكن في الشخص المسن50 ٪ فقط. من المهم جدًا أن يشرب الانسان كمية كافية من الماء. يمكن لأي شخص أن يعيش بدون طعام لمدة شهر تقريبًا ، لكنه لا يستطيع البقاء إلا لمدة 10-3 أيام بدون ماء.

كل المياه على سطح الأرض التي يتم استخدامها أو التي يمكن أن يستخدمها الإنسان تسمى "موارد المياه". وتشمل جميع المياه في الأنهار والبحيرات والقنوات والخزانات والبحار والمحيطات والمياه الجوفية ورطوبة التربة والمياه المجمدة (الجليد) في الأنهار الجليدية الجبلية والقمم الجليدية القطبية ، وحتى بخار الماء في الغلاف الجوي.

أكثر من 97 ٪ من مجموع المياه على هذا الكوكب في المحيطات والبحار. المياه في المحيطات مالحة وغير صالحة للشرب. أقل من 1 ٪ من إجمالي حجم المياه على هذا الكوكب من المياه العذبة في الأنهار والبحيرات والجداول وغيرها من المسطحات المائية السطحية. لا يبدو هذا كثيرًا ، لكن هناك كميات هائلة أخرى من المياه العذبة: الأنهار الجليدية والقمم الجليدية في أنتاركتيكا وغرينلاند. تمثل المياه العذبة 2 ٪ من مجموع المياه على الأرض – تقريبا 8 أضعاف أكبر من كل المياه في الأنهار والبحيرات مجتمعة.

الحفاظ على احتياطي الكوكب من المياه العذبة هو أحد التحديات البيئية الرئيسية التي تواجهنا اليوم: فبدون هذه الاحتياطيات ، لا يمكن للبشرية البقاء على قيد الحياة!

أصبحت مشاكل نقص المياه أسوأ بسبب تغير المناخ العالمي وكذلك بسبب الطلب المتزايد على الغذاء والنظافة نتيجة تزايد عدد سكان العالم. منذ بداية القرن العشرين تزايد عدد سكان العالم من 1.6 إلى 7.2 مليار نسمة ، أي بزيادة قدرها 4.5 أضعاف! ازداد استخدام المياه في معظم البلدان في العقود الأخيرة بسبب النمو السريع للسكان ، والتغيرات في أنماط الحياة وتنمية الإنتاج الزراعي. حوالي 70 ٪ من جميع المياه العذبة التي يستخدمها الإنسان تستخدم في حقول المياه لزراعة المحاصيل. يقدر خبراء الأمم المتحدة أنه بحلول عام 2050 ، ستكون هناك حاجة إلى حوالي 90 ٪ من موارد المياه العذبة في العالم لإنتاج الغذاء.

كما يشير خبراء الأمم المتحدة إلى كيفية توزيع مياه الشرب بشكل غير متساو عبر القارات: تضم آسيا 60٪ من سكان العالم ، لكن لديها ثلث الموارد المائية في العالم. وفقًا لمنظمة الصحة العالمية ، لا يحصل حوالي 800 مليون شخص في جميع أنحاء العالم (40٪ منهم في إفريقيا) على مياه الشرب النقية.

في سبتمبر 2015 ، اعتمدت الأمم المتحدة 17 هدفًا من أهداف التنمية المستدامة والأهداف ذات الصلة. وشملت هذه الأهداف "بحلول عام 2030 ، تحقيق استخدام عالمي ومنصف إلى مياه الشرب المأمونة وبأسعار معقولة للجميع

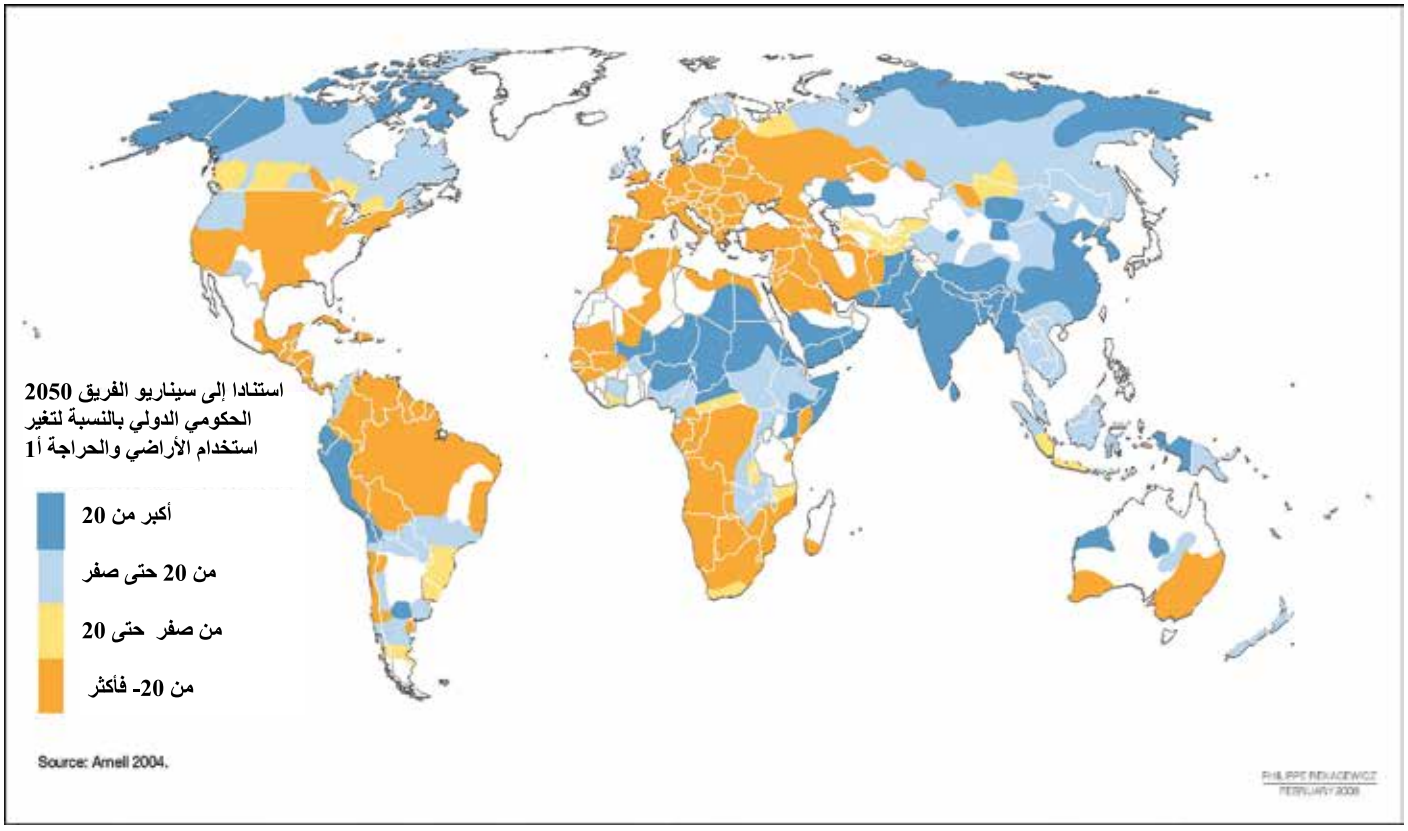
كيف يؤثر تغير المناخ على موارد المياه؟

جميع مصادر المياه العذبة على الأرض (الأنهار ، البحيرات ، المستنقعات ، الثلج ، الأنهار الجليدية ، المياه الجوفية) ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالمناخ. فهي إلى حد ما نتاج مناخ ، رغم أنها جميعها تعتمد بطبيعة الحال ، على مكونات مختلفة من الطبيعة في العالم.

نحن ندرك بالفعل أن ارتفاع درجة حرارة المناخ في أجزاء كثيرة من العالم من المحتمل أن تزيد من وتيرة هطول الأمطار الغزيرة ، مما يسبب فيضانات كارثية. في مناطق أخرى ، على العكس من ذلك ، من المتوقع أن ينخفض معدل هطول الأمطار ، بحيث تحدث حالات الجفاف الشديد بشكل متكرر. لسوء الحظ ، فإن المناطق التي يكون المناخ فيها رطبًا للغاية ستصبح المناطق الأكثر رطوبة وجفاف ، وخاصة المناطق في الجزء الأوسط من القارات ، وستعاني بشكل متزايد من آثار الجفاف.

يلاحظ الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ أن نقص المياه بسبب تغير المناخ سيؤثر بشكل خاص على المناطق القاحلة في العالم ، وعلى الأخص دول البحر المتوسط وغرب الولايات المتحدة وجنوب إفريقيا وشمال شرق البرازيل

الشكل 2-4-2 تغير توافر المياه بحلول 2050 مقارنة بالمتوسط بين اعوام 1961-1990



سيؤثر تغير المناخ أيضًا بشكل كبير على الأنهار الجليدية والغطاء الثلجي. تظهر سواتل الأرصاد الجوية أن المنطقة التي تغطيها الثلوج في نصف الكرة الشمالي قد انخفضت بشكل كبير على مدى السنوات الأربعين الماضية. ولوحظ أكبر انخفاض ملحوظ في الغطاء الثلجي في المناطق الجبلية في غرب أمريكا الشمالية وفي جبال الألب السويسرية ، ولا سيما على ارتفاعات منخفضة.

الشكل 3-4-2 سواتل الأرصاد الجوية

يتم إرسال سواتل الأرصاد الجوية التي من صنع الإنسان إلى مدار الارض حول كوكبنا من أجل الحصول على بيانات الأرصاد الجوية ، والتي يمكن استخدامها للتنبؤ بالطقس ومراقبة المناخ. يمكن للأقمار الصناعية الأخرى أن تنقل الإشارات التلفزيونية ، وأنظمة الملاحة لتشغيل السيارات ، وأكثر من ذلك بكثير

التغييرات في حجم ودورة هطول الأمطار ، وذوبان الأنهار الجليدية الجبلية والارتفاع العام في درجات الحرارة على الكوكب كلها تؤدي إلى تغيرات في كمية المياه التي تحملها الأنهار. عادة ، يتغير تدفق النهر من موسم إلى آخر ، ولكن هناك أنماطًا معينة طويلة المدى. يؤثر تغير المناخ على التشغيل المعتاد للأنهار. قد تكون النتيجة فيضانات كبرى تغمر المستوطنات على طول النهر أو ، على العكس ، تجف في مجرى النهر. في المناطق المعتدلة تتجمد الأنهار في وقت لاحق وتفقد الجليد في وقت مبكر. يجب مراعاة هذه التغييرات في التخطيط الاقتصادي ، حيث تلعب الأنهار دورًا كبيرًا في اقتصاد العديد من البلدان. إنها شرايين لنقل البضائع والركاب ، ومصدر للطاقة الكهرومائية

ومصدر للمياه العذبة للشرب والري.

أحواض تصريف المياه هي مساحة من الأرض تتدفق منها المياه السطحية والمياه الجوفية إلى مسطح مائي معين ، بما في ذلك روافده المختلفة.

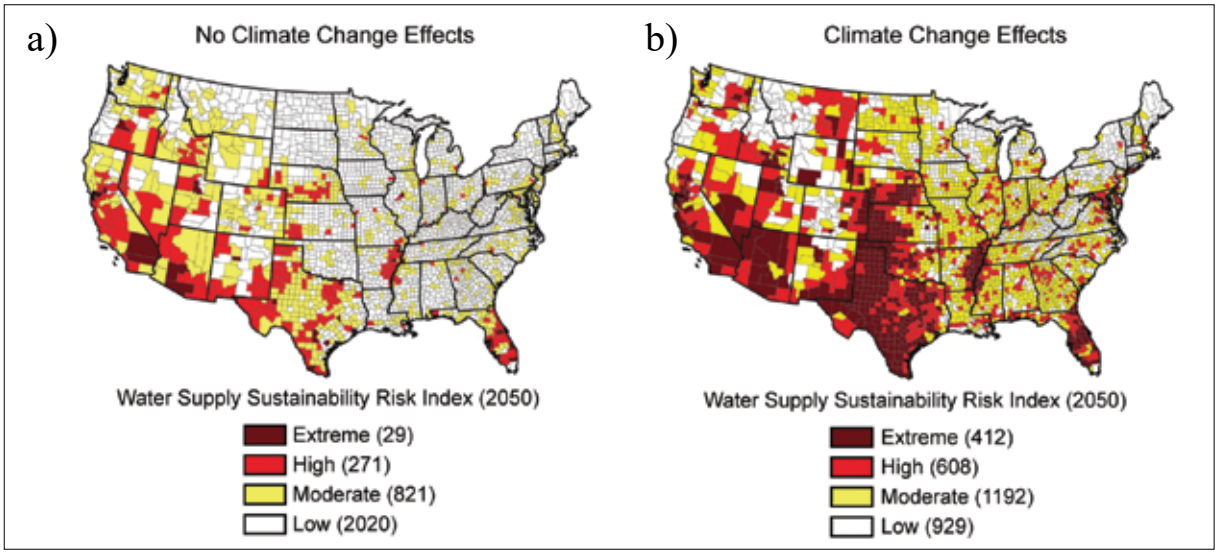
الشكل 4-4-2 يحتوي نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية على أكبر حوض تصريف في العالم يغطي 7 ملايين كيلومتر مربع

.الشكل 5-4-2. نهر النيل هو أطول نهر في العالم

الشكل 6-4-2 بحيرة بيكال هي أكبر حوض للمياه العذبة على وجه الأرض

الدول التي لديها أكبر مخزون للمياه العذبة في العالم هي البرازيل (أكبر نهر في العالم ،نهر الأمازون ، يتدفق عبر أراضيها) ، تليها روسيا وكندا. ومع ذلك ، فإن توزيع مخزون المياه العذبة في جميع أنحاء العالم غير متساو للغاية. يعاني اليوم حوالي 700 مليون شخص في 43 دولة من ندرة المياه. حتى في البلدان ذات المياه الكافية مثل البرازيل أو روسيا ، هناك مناطق تعاني بالفعل من الإجهاد: الشح المائي (الشكل 8-4-2). "انعدام العدالة" هذا بفعل الطبيعة سوف يتنامى أكثر بمرور الوقت بسبب تغير المناخ: المناطق التي تعاني بالفعل من نقص (المياه ، ستصبح أكثر جافة (الشكل2-4-2 والشكل 7-4-2

الشكل 7-4-2 . الانخفاض المتوقع في مخزون المياه في مقاطعات الولايات المتحدة الأمريكية: (أ) لا آثار لتغير المناخ و بتغيرات متوقعة لتغير المناخ



سيؤدي تغير المناخ إلى تسريع ذوبان الأنهار الجليدية ، وتغيير دورات وكمية الهطول ، وتغيير التدفق الموسمي في الأنهار. نتيجة لذلك ، سيعيش 1.8 مليار شخص في ظروف ندرة المياه بحلول عام 2080.

تقرير التنمية البشرية لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2006

الشكل 8-4-2 . نقص المياه يمثل مشكلة بالفعل في جنوب روسيا

كيف يمكن تقليل المخاطر؟

حتى وقت قريب ، لم يحدث ذلك للأشخاص الذين يتحملون مسؤولية إدارة المياه أن تغيير المناخ سيضطرهم إلى مراجعة النظام بأكمله لإدارة الموارد المائية. يتم اتخاذ تدابير غير مناسبة في الوقت المناسب ، وقد يكون الضرر الناجم عن الجفاف المفاجئ والشديد أو الفيضانات أو تقليل موارد المياه العذبة هائلاً.

أول ما نحتاج إليه هو التحسين المستمر للتنبؤ بالطقس. هذا سوف يساعد على التنبؤ بحدوث الظواهر الجوية القاسية المحتملة ، سواء كانت الأمطار الغزيرة أو الجفاف الشديد قبل وقوعها.

ثانياً ، هناك العديد من الحلول التكنولوجية والهندسية التي يمكن أن تقلل من المخاطر التي يتعرض لها البشر والبنية التحتية ، من بناء السدود والخزانات الجديدة على طول الأنهار للمساعدة في إعادة تدفقها إلى إنشاء هياكل على ضفاف النهر لحماية المجتمعات التي تعيش هناك من مخاطر الفيضانات الشديدة

ثالثًا ، سيتعين علينا تقليل استهلاك المياه. يمكن القيام بذلك ، على سبيل المثال ، باستخدام مياه الأمطار أو باستخدام نفس الماء مرتين لتلبية الاحتياجات المختلفة. كما أن المنشآت الخاصة لتحويل المياه المالحة إلى مياه عذبة عن طريق تحلية المياه تعد واعدة (الشكل 9-4-2). الأهم من ذلك كله أننا يجب أن نتذكر استخدام المياه بكفاءة

الشكل 9-4-2 محطة لتحلية مياه البحر في دولة الإمارات العربية المتحدة

كيف تكيف الهنود القدامى في أمريكا اللاتينية مع تغير المناخ؟

عاشت الشعوب الأصلية في أمريكا الوسطى والجنوبية بشكل أساسي على المحاصيل التي نمت حول مستوطناتهم. في مناطق المرتفعات ، حيث تركزت العديد من الحضارات الهندية القديمة ، كان إنتاج الغذاء محدودًا بسبب التوزيع غير المتساوي للموارد المائية. لم يكن هناك نقص في المياه خلال موسم الأمطار ، ولكن كيف تمكنت هذه الشعوب القديمة من التعامل مع موسم الجفاف؟

كان المصدر الرئيسي للمياه في موسم الجفاف هو الأنهار التي تتدفق من الأنهار الجليدية الجبلية ، لكنها لا توفر المياه سوى للمستوطنات على طول وديان الأنهار. ابتكرت القبائل الهندية القديمة مجموعة من التقنيات والاختراعات لضمان توفير المياه على مدار السنة في الجبال.

تعلم الهنود الصيد ، تنقية وتخزين مياه الأمطار ، وبناء قنوات الري السطحية والجوفية ، واخترعوا أجهزة لقياس كمية المياه التي بحوزتهم للتخزين. لقد اتصلوا بأحواض الأنهار في المحيط الهادئ والمحيط الأطلسي. كما استحدثوا نظامًا للتنبؤ بالطقس ، والذي يمكن أن يتنبأ بموعد بدء موسم الأمطار وموسم الجفاف ، حتى يتمكنوا من تنظيم زراعة المحاصيل وحصادها بشكل أفضل.

استخدم السكان الأصليون في أمريكا مهاراتهم الهندسية لتسوية قيعان الأنهار وبناء الجسور ، سواء الجسور المعلقة أو الجسور ذات الدعامات المتصاعدة من قاع النهر. وضعت أنابيب المياه للاستخدام اليومي وللاحتفالات الدينية. عبرت كهنة حضارة شافين المياه عبر أنابيب داخل معابدهم للحصول على صوت مثل هدير جاكوار ، وهو حيوان كانوا يعبدون كإله.

كما تم استخدام المياه لقطع كتل من الحجر للاستخدام في البناء. تم توجيه المياه إلى قنوات مصنوعة خصيصًا من الحجر وتركت حتى تجمد ليلًا في درجات حرارة دون الصفر ، مما يؤدي تدريجًيا إلى تصدع الشقوق التي قسمت الحجر إلى أشكال منتظمة مطلوبة للبناء.

لذلك كان هنود أمريكا الوسطى والجنوبية ، الذين عاشوا على أرض شاسعة في المكسيك الحديثة في الشمال باتجاه شيلي والأرجنتين في الجنوب ، رائدين في استخدام مختلف التقنيات التي يمكن استخدامها للتكيف مع الظروف المناخية المعاكسة.

في ظل الظروف الحالية لتغير المناخ والأنماط المناخية غير المتوقعة ، سيكون من المفيد للغاية استعادة وتحديث تقنيات التكيف القديمة ، مع مراعاة أحدث المعلومات العلمية.

مواد من بي. كي بيتس بيتس وآخرون ، تغير المناخ وموارد المياه ، الفريق الحكومي الدولي بالنسبة لتغير استخدام الأراضي والحراجة، جنيف ، 2008

الشكل 10-4-2 نظام تجميع المياه في مناطق نازكا (الساحل الجنوبي لبيرو) لقنوات المياه الجوفية وتوزيع المياه الجوفية.

أسئلة

1 ماذا نسمي العلم الذي يدرس الماء؟

2 ما الدولة التي لديها أكبر كمية من المياه العذبة في العالم؟

3 أي مناطق العالم ستتأثر بشكل خاص بنقص المياه ولماذا؟

4 ما هو اسم حوض النهر حيث تقع مدينتك وما البحر الذي لا يخلو منه؟

مهمة

ابحث عن نهر الأمازون على خريطة مادية للعالم. قم بقياس طوله ومساحة حوض الصرف الخاص به وقارنه بالنهر الرئيسي في بلدك

5-2 كيف يؤثر تغير المناخ على الزراعة؟

من الممكن أن يعتقد البعض أن تغير المناخ عاملًا هامًا للزراعة في الدول الشمالية، ولكن لا يعتبر ارتفاع درجة الحرارة بالضرورة أفضل للزراعة. فإذا أصبح الجو أكثر حرارة في مناطق زراعة القمح التي كانت تتسم بشدة البرودة، فسيصبح أكثر دفئًا في المناطق التي بالفعل تتسم بمناخ مثالي للزراعة، فالمزيد من الحرارة يعني المزيد من الرطوبة. لذا، ستصبح زراعة المحاصيل في مناطق التي كانت تزرع فيها منذ قرون والتي كانت تسودها تقاليد زراعية معينة في غاية الصعوبة (أو مستحيلة

ونتيجة لذلك من المتوقع أن تصبح ظروف الزراعة أفضل في بعض الأماكن، ولكنها ستكون أسوأ في أماكن أخرى، ومن الصعب للغاية في هذه المرحلة التنبؤ بالنتيجة النهائية لهذا "التغيير الشامل" لمختلف البلدان.

من الجدير بالذكر أن العوامل الطبيعية المؤثرة على الزراعة لا تقتصر المناخ.

فمثلًا، يمثل القمح الشتوي أحد محاصيل الحبوب الرئيسية في أمريكا الشمالية وأوروبا وسيبيريا. فارتفاع درجة حرارة المناخ يعني انتقال الظروف المناخية المثالية لزراعة الحبوب إلى الشمال. لكن التربة في هذه المناطق الجديدة ليست جيدة كما هي الحال في المناطق التي يزرع فيها القمح الشتوي في الوقت الحالي. ويتطلب تحسين جودة التربة في مزيد من المناطق الشمالية، مما يطلب المزيد من العمل والنفقات الباهظة

القمح الشتوي: لا يزرع مثل نظيره الذي يزرع في الربيع، ولكنه يزرع في أواخر الصيف وبداية الخريف حتى يتسنى للبذور أن تتجذر وتنبت قبل ثلوج الشتاء. ثم يستكمل القمح نموه بحلول دفء الربيع وينضج في وقت مبكر إلى حد ما بالمقارنة مع المحاصيل التي كانت تزرع فقط في الربيع.

يؤثر تغير المناخ على إنتاج الفاكهة والخضروات، تتطلب الثمار الصلبة، وخاصة الكرز، يتطلب مناخ بارد حتى يؤتي بثماره، وخلال الليالي الباردة قليلة جدًا، تعتبر الأشجار هي أقل عرضة لتحقيق التلقيح الناجح وبذلك ستنتج ثمار أقل، ويمكن أن يكون الطقس البارد غير المعتاد كأمر كارثي، وفي عام 2012، فقدت صناعة الكرز في ولاية ميشيغان في الولايات المتحدة الأمريكية 90 ٪ من محصولها من الكرز الحامض بعد تجميدها لمدة متأخرة.

قد تواجه البلدان ذات المناخ المعتدل والأكثر شدة، مثل كندا وروسيا، تحديًا آخر في شكل زيادة المنافسة بين الغابات والزراعة، حيث أن تغير المناخ سيمكن من تحويل أراضي الغابات إلى الزراعة، مما قد يسرع قطع الأشجار، وحتى في المناطق التي تكون فيها ظروف الزراعة على خط الحدود (في أقصى الشمال من المنطقة الزراعية)، لا تزال الإنتاجية الواردة من هكتار واحد للأراضي المزروعة أكبر من إنتاج هكتار واحد في أراضي الغابات، لذا، ينبغي التفكير مليًا قبل تحويل الأراضي الجديدة للزراعة

يتعين أن يتم تهيئة الزراعة في كل مكان في العالم مع الظروف المناخية الجديدة، ويعتقد خبراء المنظمة الدولية للأغذية والزراعة أن إنتاج المحاصيل في أجزاء كثيرة من العالم ستنخفض بعد عام 2030 بسبب تغير المناخ، وتشير التنبؤات إلى أن أخطر العواقب قد تحدث في المناطق الاستوائية، حيث من المحتمل حدوث الانخفاض في هطول الأمطار.

سيؤثر تزايد حدوث الجفاف والفيضانات وتقلبات هطول الأمطار في أفريقيا، جنوب الصحراء الكبرى على غذاء السكان المحليين، ويعد هذا أحد التحديات الرئيسية في العقود المقبلة، ويحسب خبراء البنك الدولي أن زيادة متوسط درجات الحرارة العالمية بمقدار يتراوح بين 1.5 و 2 درجة سيليوس وخفض هطول الأمطار سيؤدي إلى انخفاض بنسبة 40 إلى 80٪ في مساحة الأراضي المناسبة لمحاصيل الذرة والذرة البيضاء والذرة الرفيعة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بحلول 2030-2040

في المكسيك، يؤدي الجفاف إلى تقليل مساحة الأراضي المناسبة لزراعة الذرة، وهو المحصول الزراعي الرئيسي في ذلك البلد

الحبوب الغذائية هي مجموعة مهمة للغاية من النباتات لإنتاج الذرة، والتي تعد الغذاء الأساسي للأفراد، وكذلك المواد الخام للعديد من الصناعات والأعلاف لحيوانات المزرعة، وتشمل محاصيل الحبوب القمح والجاودار والأرز والشوفان والذرة والذرة الرفيعة والذرة البيضاء، الحنطة السوداء وغيرها الكثير.

محصول الحبوب الرئيسي في جنوب شرق آسيا هو الأرز، الذي يُزرع في الغالب في دلتا الأنهار الكبيرة، ومع ارتفاع منسوب المياه في المحيط وبسبب آثار تغير المناخ، أصبحت الأجزاء المنخفضة من الأنهار مالحة، مما قد يؤدي إلى فقد المحاصيل، وتتأثر المناطق الموجودة في فيتنام في دلتا الميكونج، والتي تعد واحدة من المراكز العالمية لزراعة الأرز بارتفاع منسوب مياه البحر، ويمكن أن تقلل محاصيل الأرز بنسبة 11 ٪ نتيجة ارتفاع 30 سم عند مستوى المحيط

لذلك، فإن الزراعة مهددة بآثار تغير المناخ مثل ارتفاع درجات الحرارة وتغير أنماط هطول الأمطار وارتفاع مستويات البحر (التي تؤثر على الأراضي المنخفضة الساحلية) وحالات الجفاف والفيضانات المتكررة، لا سيما في المناطق المعرضة للكوارث الطبيعية، وتؤثر هذه التغييرات بشكل كبير على الزراعة ويمثل الأمن الغذائي مشكلة خطيرة على نحو متزايد

يمثل مفهوم الأمن الغذائي أن يحصل جميع الأفراد في جميع الأوقات على الغذاء الآمن والمغذي والمألوف وجيد المذاق ليصبحوا قادرين على نمط حياة نشط وصحي.

والجدير بالذكر أن الزراعة هي المصدر الرئيسي للدخل لثلث العاملين في العالم، وفي بعض بلدان آسيا وأفريقيا، يعمل أكثر من نصف السكان في الزراعة، ولا يؤدي تغير المناخ إلى تقليل حجم إنتاج الغذاء فحسب، بل يؤثر أيضًا على الدخل من الزراعة، ويمكن أن تشمل هذه السلسلة: إذا كانت الحرارة والجفاف يعني أن يتم تحضير الطعام ، بالإمداد القليل، في أطباق غير نظيفة بأيدي موسخة ولا يمكن تخزينه بشكل صحيح، فإن هذا الطعام يصبح خطرًا على صحة الإنسان

لذلك حتى البلدان الشمالية لا تتوقع أن يحقق تغير المناخ منافع للزراعة، بطريقة خالية من أي عوائق، ولا يتوقع أيضًا أولئك الذين يعيشون في المناخ المعتدل أو الأكثر برودة أن ينمو البرتقال في الفناء الخلفي في المستقبل القريب، ولذلك من المهم للغاية وضع استراتيجيات تساعد الزراعة والأشخاص الذين يعملون في هذا القطاع على التكيف مع الآثار المحتملة (الإيجابية والسلبية على حد سواء) لتغير المناخ وتجنب الخسائر الكبيرة

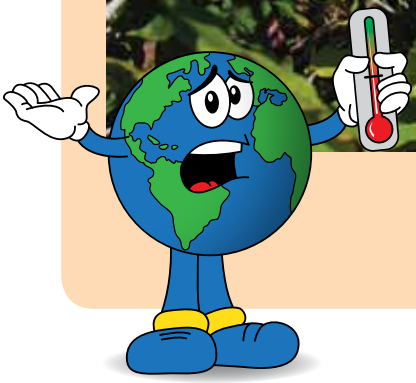
لقد أثر تغير المناخ بالفعل على مزارعي البن

تذكر المنظمة الدولية للبن، التي تضم 77 دولة أعضاء فيها، إن ارتفاع درجات الحرارة يتسبب في أضرار بمجال قطاع البن، وأحدث ارتفاع درجة الحرارة إلى 1 درجة سيليوسية، الذي شوهد على هذا الكوكب خلال المائة عام الماضية، فرقًا كبيرًا في مزارع البن.

تعتبر زراعة البن مصدرًا رئيسيًا للدخل في دول مثل البرازيل وإندونيسيا وكوستاريكا، وتزرع البرازيل وحدها أكثر من (2) مليوني طن من حبوب البن كل عام، ولكن مع درجات الحرارة المرتفعة والجفاف المتكرر وتفشي الآفات في المناطق التي تزرع فيها القهوة يقلل من كمية ونوعية محصول البن.

حيث أن العثور على أماكن أكثر برودة لزراعة القهوة ليست مهمة بسيطة: في البلدان الاستوائية، يتطلب الأمر الانتقال إلى المرتفعات والبحث عن مواقع مناسبة هناك، لكن عدد هذه المواقع محدودة، وتكلف أكثر من الأرض على السهول، ويتطلب تطوير هذه مزارع جديدة لاستثمارات كبيرة.

ويعني كل هذا أن فنجانًا من القهوة قد يصبح رفاهية في المستقبل القريب



الأسئلة

1 ما الفرق بين القمح الربيعي والشتوي؟ أيهما أفضل أن تزرع في منطقتك ولماذا؟

2 ما محاصيل الحبوب التي تزرع في منطقتك؟ هل هم مهددون بتغير المناخ؟

3 لماذا يمثل ارتفاع منسوب سطح البحر خطرًا على إنتاج الأرز في جنوب شرق آسيا؟

4 ما هو الأمن الغذائي؟ اشرحها باستخدام مثال.

5 ما هي النسبة المئوية للأشخاص في جميع أنحاء العالم الذين يشاركون في الزراعة؟

المهمة

قم بعمل قائمة بالمحاصيل الرئيسية المزروعة في منطقتك بمساعدة معلم الجغرافيا الخاص بك،

حاول العثور على معلومات حول العائد من هذه المحاصيل في منطقتك في السنوات الأخيرة. هل تزيد أم تنقص؟ هل كان هناك فشل في المحاصيل خلال هذا الوقت وما سببها؟

فكر في كيفية تأثير تغير المناخ على عائد هذه المحاصيل وغيرها في منطقتك. هل يمكن لظروف المناخ الجديدة أن تجعل من الممكن زراعة محاصيل أخرى؟

6-2 كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الساحلية

يعيش أكثر من 50 ٪ من سكان العالم على طول السواحل البحرية ويمثلون أكثر من 70 ٪ من إجمالي الإنتاج العالمي، وتقع العديد من أكبر المدن والموانئ والمناطق السياحية في العالم على سواحل البحر أو بالقرب منها، حيث يوجد نشاط اقتصادي مكثف

ترتبط المناطق الساحلية ارتباطا وثيقًا بالأقاليم التي تقع أقصي البرية، لذلك فالتأثيرات على المناطق الساحلية تؤثر بشكل خطير على الاقتصاد والظروف المعيشية وحتى في الأماكن البعيدة عنها.

تكون المناطق الساحلية معرضة بشدة لآثار تغير المناخ، ويكون الخطر الرئيسي المعرضة إلية المناطق السياحية هو من ارتفاع منسوب البحر والعواصف الشديدة المتسببة في الفيضانات وتآكل الساحل والزيادة في ترددات الظواهر المناخية الشديدة.

ارتفاع منسوب المحيط العالمي

ارتفاع منسوب المحيط العالمي تدريجيًا بمقدار 17 سم لمدة أكثر من 100 عام خلال القرن العشرين، ولا يبدو هذا كثيرًا ولكنه يمثل خطرًا حقيقيًا على البلدان التي لا يكون مستوى الأرض فيها أعلى بكثير من مستوى سطح البحر (أو حتى أسفله)، ويعتبر التغير في المناخ العالمي هو أحد الأسباب الرئيسية لهذه العملية.

تقر اللجنة الحكومية الدولية بشأن تغيير المناخ بأن يكون ارتفاع منسوب المحيط العالمي منذ منتصف القرن التاسع عشر أسرع من المتوسط في 2000 سنة السابقة. وفي المائة سنة السابقة، ارتفع منسوب البحر بمعدل متزايد بمقدار 1.7 ملم في السنة بين عامي 1901 حتي 2010 (أي 17 سم على مدار القرن)، والزيادة بين عامي 1971 وحتي 2010 هو 0.2 ملم فالسنة، وبين عامي 1993 و2010 هو 3.2 ملم

هناك سببان لارتفاع منسوب سطح البحر:

ذوبان الأنهار الجليدية في غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية حيث تصب مياهًا إضافية في المحيط العالمي.

1) التمدد الحراري للمياه بارتفاع درجات الحرارة وتمدد المياه حيث يأخذ مساحة أكبر

2) عند التنبؤ بتغير المناخ يستخدم العلماء نماذج رياضية معقدة والتي تأخذ في الاعتبار مجموعة متنوعة من العوامل التي تؤدي إلى تغير المناخ، وبالطبع لا تتنبأ هذه النماذج بدقة بعدد سنتيمترات منسوب المياه المرتفع في 30 أو 50 أو 100 سنة القادمة. ولكن يتحدد نطاق الزيادة في المستقبل

كتب في بيان التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية لتغير المناخ بارتفاع مستوى المحيط العالمي بنسبة تتراوح بين 17 و38 سم في الفترة حتي 2050 وبنسبة تتراوح بين 26 و82 سم بحلول عام 2100. ويتراوح ارتفاع منسوب سطح البحر المتوسط بنهاية هذا القرن بين 40 و63 سم ويمثل تهديدًا خطيرًا للمناطق السياحية خاصةً الجزر المرجانية الصغيرة وساحل المحيط الهادئ المنخفض في جنوب شرق آسيا، ويتفاوت ارتفاع منسوب سطح البحر ومن المتوقع أن يكون أكبر بكثير في المناطق الاستوائية حيث يشهد القرن الثاني والعشرون ارتفاعًا يتراوح من 1 إلى 3 أمتار ويليه ارتفاع يتراوح بين 5 و 10 أمتار من المنسوبات الحالية في القرن المقبل

هل سيبتلع البحر المناطق الساحلية؟

ستغمر السهول الساحلية نتيجة لارتفاع منسوب مياه البحر ويبتلعها البحر تدريجيًا وتنهار إمدادات المياه العذبة الخاصة بالمناطق الساحلية، وهذه التهديدات الخطيرة للبلدان الساحلية التي بها كثافة سكانية مثل بنغلاديش ونيجيريا وإندونيسيا وتتعرض عدة مدن رئيسية لخطر ارتفاع مستويات البحار حيث تشمل شنغهاي وبانكوك ومومباي وجاكرتا وبوينس آيرس وريو دي جانيرو وميامي ونيو أورليانز

تستعد هولندا لصدمة مناخية

هولندا منخفضة للغاية حيث تم الحصول على جزء كبير من مساحات الأراضي في هذا البلد الصغير ولكنه شديد التصنيع من خلال تفريغ المناطق الساحلية.

ظل الهولنديون يطورون تقنيات لإزالة المياه من سهول المستنقعات لعدة قرون، ولطالما توقعوا المهندسون الهولنديون المبتكرون الخطر الذي يمثله ارتفاع منسوب سطح البحر وحسنوا من تصميم المنشآت الهيدروليكية القادرة على إعاقة تقدم مياه البحر

أفسلاوتدايك في هولندا هو أكبر سد في أوروبا

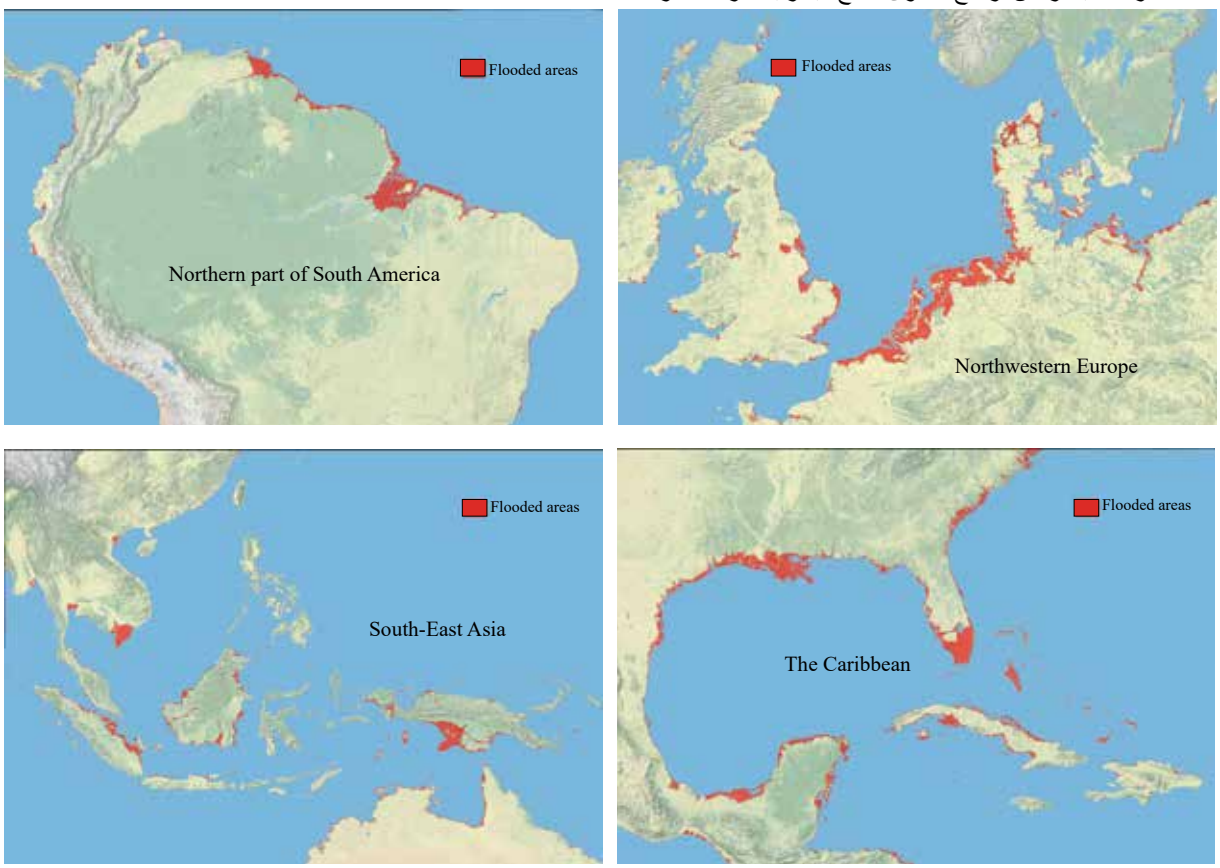
استخدمت الطواحين الهوائية لضخ المياه من البحيرات

يؤدي ارتفاع منسوب سطح البحر بمقدار 1 متر إلى إغراق ما يصل إلى 15% من الأراضي الصالحة للزراعة في مصر و14% من الأراضي الصالحة للزراعة في بنغلاديش إلى إجبار ملايين الناس لإعادة التوطين، وقد تتسلل مياه البحر المالحة إلى المياه الجوفية الساحلية التي هي المصدر الرئيسي للمياه العذبة في أجزاء كثيرة من العالم.

تشير التوقعات إلى أن ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.5 متر يؤدي إلى فيضان حوالي 40،000 كم2 من السهول الخصبة في الصين، وتكون السهول المنخفضة والمجاري السفلية من الأنهار الرئيسية خاصةً معرضة للخطر(النهر الأصفر ونهر اليانغتسى ، إلخ.). ويبلغ متوسط الكثافة السكانية على طول هذه الأنهار في الصين أحيانًا 800 شخص لكل كم2.

هناك 41 دولة جزرية صغيرة في العالم ويوجد في العديد منهم ترتفع كتلة الأرض بضع عشرات سنتيمترات فقط فوق منسوب سطح البحر. وقد تحصل هذه الجزر على تغطية كاملة من ارتفاع المحيط لذلك يضطر سكانها إلى البحث عن ملجأ في بلدان أخرى

الشكل 2.6.1. تنبؤات الفيضانات الساحلية على اختلافها
القارات ، بافتراض ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 5 أمتار.



إنذار بالعاصفة

أصبحت العواصف أكثر توترًا في المناطق الساحلية وفي حد ذاتها مؤخرًا. تسببها الرياح العاصفة الشديدة، سواء بالقرب من الساحل أو في البحر المفتوح، بسبب نوبات عاتية "دقيقة" ـ ارتفاع مفاجئ في مستويات المياه و في المسطحات المائية شبه المفتوحة على البحر (الخلجان، المناطق السفلية من النهر). تجتاح العواصف للمناطق الساحلية وكثيرا ما تصاحبها بسبب هطول الأمطار الغزير والفيضانات، مما يهدد حركة السفينة , العمل على منصات النفط والغاز والسياحة الساحلية، فضلا عن التسبب في تآكل السواحل

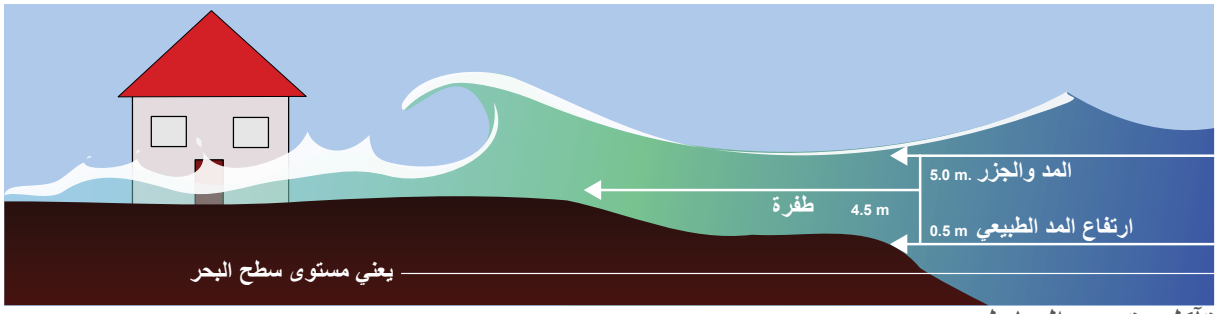
المأساة في الفلبين

في نوفمبر 2013، عانت الفلبين من كارثة تضاهي في الحجم المأساة التي وقعت في اليابان قبل عامين، وعندما ضربت اليابان موجة تسونامي عملاقة نتجت عن زلزال تحت البحر في المحيط الهادئ، وتتكون الفلبين من مرتفعات أرخبيل، وغالبًا ما تتحمل العبء الأكبر من الأعاصير القادمة من المحيط الهادئ: وفي مثل هذه الحالات، تحمي الفلبين بشكل فعال القارة الآسيوية وراء ذلك، ويُعد هذا السيناريو الذي حدث في عام 2013.

أولًا، صدم الفلبين إعصار شديد يُدعى "حيان" (المعروف في الفلبين باسم "يولان دا")، والذي أودى بحياة 6300 شخص، ومن ثم أعقبته عاصفة ثانية، تُدعى "زريدة"، وصرحت السلطات في الفلبين إن ما يقرب من 7 ملايين شخص في البلد تضرروا من الكارثة (الطقس الغريب دمر بالكامل 21.200 منزل وألحق أضرارًا بنحو 20.000).

ألحقت العاصفة التي وصلت إلى 5 أمتار – ذروة التيار الثاني - أضرار هائلة في نوفمبر 2013 في بعض المناطق، ولم يكن هناك أية سدود لحماية الساحل في هذه المناطق.

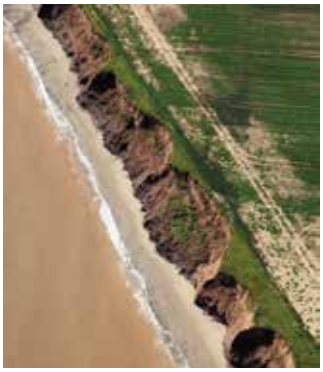
الشكل 2.6.2. تأثير العاصفة.



تآكل وتدمير الساحل

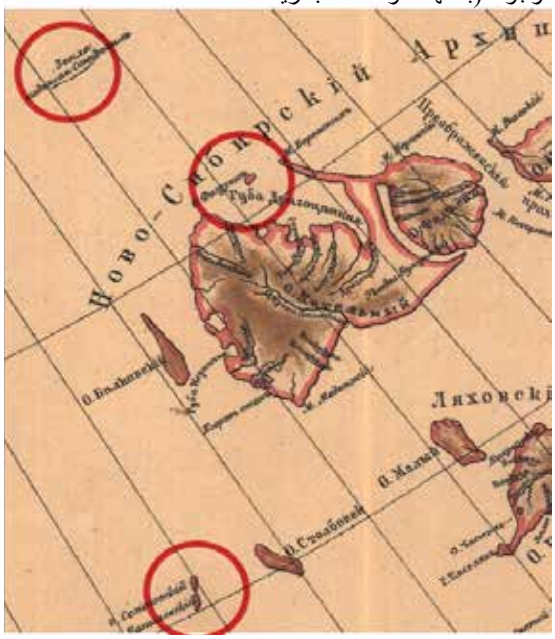
يُعد التآكل وتدمير الساحل عن طريق البحر نتيجة أخرى لارتفاع مستويات سطح البحر (الشكل 5-6-2/3-6-2)، ويُعد التآكل مشكلة خطيرة خاصةً على طول ساحل القطب الشمالي، والذي كان يحميه مسبقًا الجليد، لكنه الآن يفقد قوته بسرعة وذلك بسبب انخفاض الغطاء الجليدي، وأصبح الطقس العاصف أكثر تكرارًا، ويتراجع الساحل في القطب الشمالي بمقدار يتراوح بين 10 و 25 مترًا أو أكثر كل عام في بعض الأماكن.

الشكل 3-6-2 تدمير الساحل على شواطئ
جزر سيبيريا الجديدة في القطب الشمالي

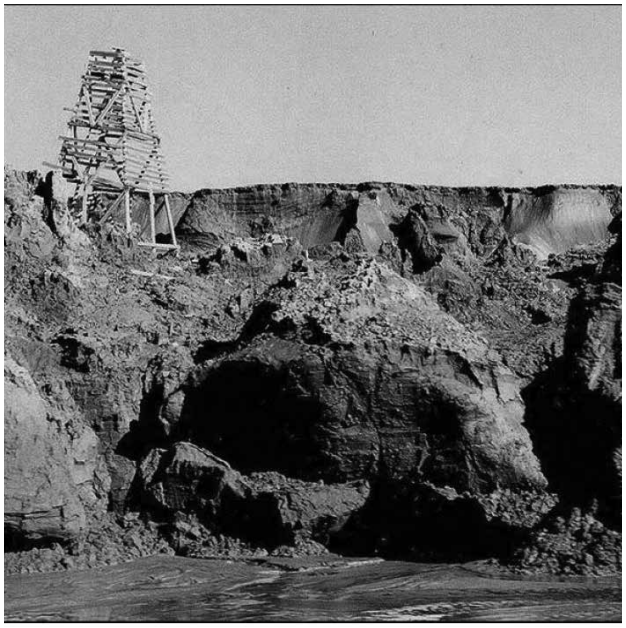


بطبيعة الحال، يُعد تآكل السواحل البحرية بسبب الأمواج والفيضانات ليس بالأمر الجديد، وفي حال نظرت إلى خريطة لجزيرة أرخبيل المُعدة قبل أكثر من 100 عام، فسيتضح لك العديد من الأراضي، وكما يظهر، لم تعد موجودة (الشكل 4-6-2)، وتتقدم هذه العملية الآن بسرعة أكبر، وبُنيت منارات ضوئية على مسافة آمنة من الهاوية، وبالتالي تتساقط في البحر (الشكل 5-6-2)، ونتيجة لذلك تُغمر مستوطنات بشرية كبيرة جدًا، ومن المفترض إعادة توطين سكانها وتحويل الطرق

يوضح الشكل 4-6-2 التآكل الساحلي في القطب الشمالي، ويظهر في هذا القسم من خريطة من عام 1890 بحر لابتيف وجزر سيبيريا الجديدة، وتوضح الدوائر الحمراء الضوء على الجزر التي لم تعد موجودة (بلعتها العواصف البحرية



يوضح الشكل 5-6-2 منارة فانكين الساحلية (بحر شرق سيبيريا وجزيرة بولشوي - ليخوفسكي)، والتي لم تعد موجودة.



في ألاسكا، هُجرت قرية كيفالونا بأكملها، حيث يعيش 400 شخص على شريط ضيق من الأرض بجانب المحيط المتجمد الشمالي، ونُقل سكانها بعيدًا عن الساحل، وكلفت العملية أكثر من 200 مليون دولار أمريكي، على الرغم من أن القرية لم تكن كبيرة (حوالي 70 منزلًا

شواطئ البرتغال المختفية

يهتم مناصرو البيئة بتأثير التآكل على ساحل البرتغال، والذي يحرم هذه الدولة الأوروبية من العديد من شواطئها في المستقبل القريب.

في بعض الأماكن على طول الساحل البرتغالي، يبتلع البحر عدة أمتار من الأرض كل عام، ويعتبر الوضع حرجًا في المنطقة الشمالية من إسبينهو، وذلك حيث انحسر الخط الساحلي حتى 70 مترًا في العقود القليلة الماضية، وتُعد هذه العملية لا رجعة فيها

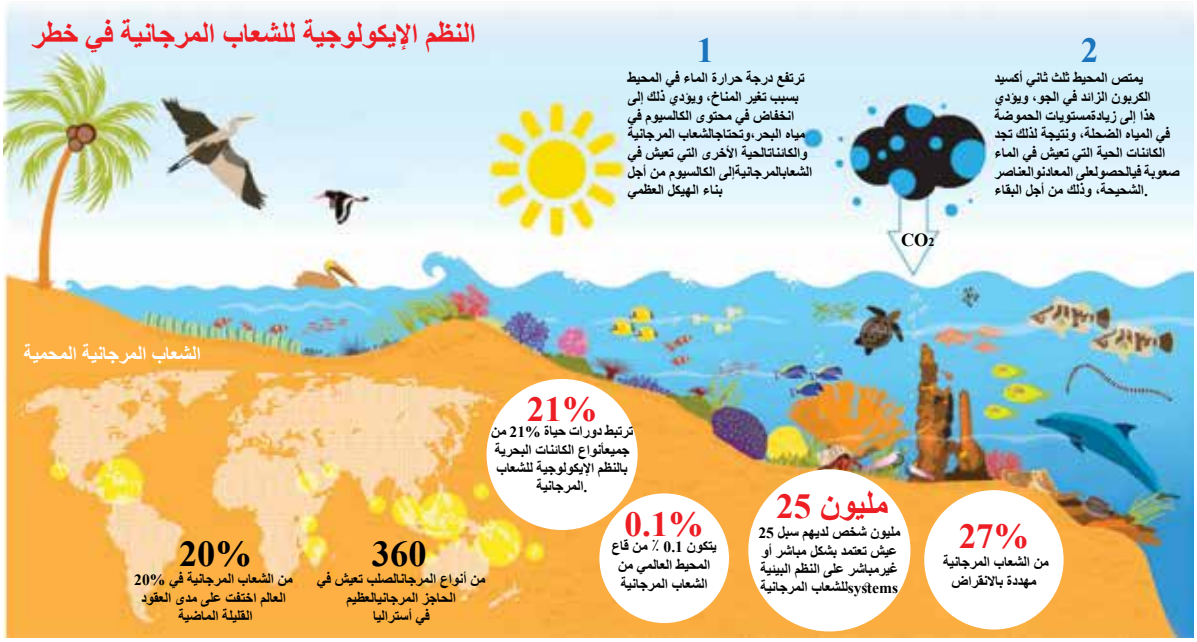
خطر على النظم الايكولوجية الساحلية

بالإضافة إلى تأثيره على الناس والاقتصاد، يؤثر ارتفاع مستويات البحر أيضًا على كل من النظم الإيكولوجية البحرية والبرية على طول الساحل.

تُعد النظم الإيكولوجية للأراضي المنخفضة الساحلية الأكثر عرضة بشكل خاص، وذلك لعدم تجاوز مستوى سطحها بضعة سنتيمترات عن سطح البحر، وتعتبر هذه الأراضي المنخفضة موطن العديد من أنواع الحيوانات والنباتات، وتلعب دورًا رئيسيًا في جمع العناصر الغذائية، وتشمل هذه النظم الإيكولوجية المستنقعات المالحة التي تغمرها مياه البحر عند ارتفاع المد، وتعتبر غابات المانغروف، والتي توجد عادة في الأراضي المنخفضة الساحلية، والتي تتمتع بمناخ استوائي رطب ومهددة بارتفاع منسوب مياه البحر

يمثل الاحتباس العالمي تهديدًا كبيرًا للشعاب المرجانية، حيث يؤدي ارتفاع درجة حرارة الماء فوق حد معين إلى تبيض المرجان، ويعني التبييض فقد الشعاب المرجانية الطحالب التكافلية الموجودة عادة في أنسجتها وتصبح بيضاء نتيجة الإجهاد، وإذا كان التبيض شديدًا أو مطولًا، من الممكن أن يموت، ويجري بالفعل ملاحظة هذا التبيض المرجاني في العديد من الأماكن

.الشكل 2.6.6. النظم البيئية للشعاب المرجانية في خطر

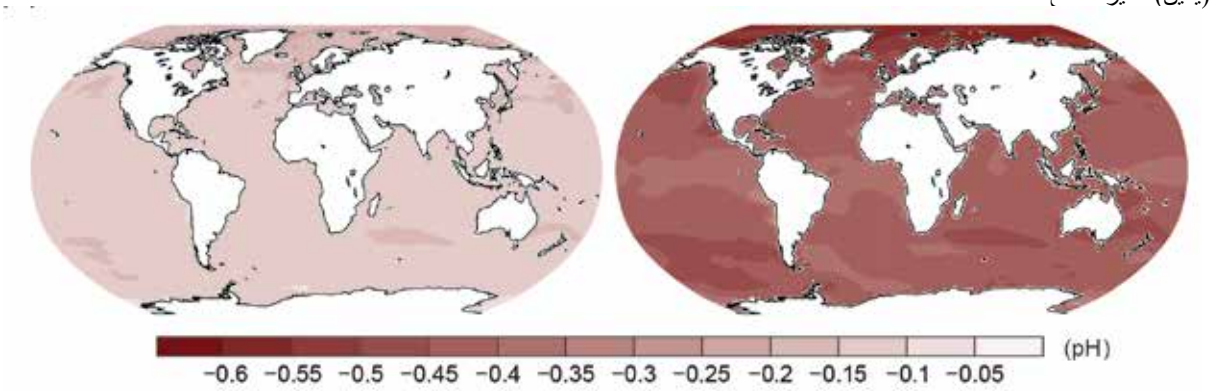


يؤدي استمرار ارتفاع درجة حرارة مياه البحر إلى تدهور كبير في النظام البيئي للشعاب المرجانية بأكمله، ومن الممكن أن يؤدي ذلك إلي تدمير الجزر المرجانية، والتي تعد موطنًا لعدد كبير من الكائنات الحية، وتشير توقعات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى ضياع 18٪ من الشعاب المرجانية في العالم خلال العقود الثلاثة القادمة بسبب تأثير مجموعة متنوعة من العوامل

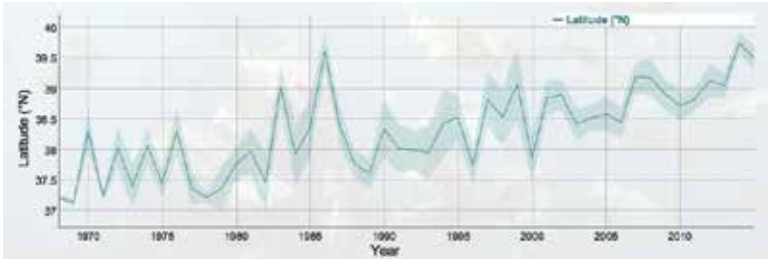
تغير المناخ ومصائد الأسماك

يشعر العلماء والصيادون بالقلق من زيادة درجة حرارة حموضة مياه المحيطات، وذلك مع زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، يزداد امتصاص ثاني أكسيد الكربون عن طريق المحيط، مما يزيد من مستويات الحموضة (درجة الحموضة)، ولا تعتبر التغيرات في درجة الحموضة ودرجة حرارة الماء كبيرة حتى الآن، لكنها تُعد كافية للتسبب في تبيض المرجان، وبحلول منتصف القرن الحالي، من الممكن زيادة الحموضة بمقدار 0.06–0.34 درجة الحموضة، ويُعد أسرع بمعدل 100 مرة من معدل التغير الذي حدث خلال العشرين مليون سنة الماضية على الأقل، وسيجد العديد من الكائنات البحرية صعوبة في التكيف مع الظروف الجديدة، وسيؤثر ذلك تأثيرًا خطيرًا على تنوع الأسماك وإنتاجيتها

يوضح الشكل 7-6-2 التغيرات المتوقعة في حموضة المياه السطحية للمحيط بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين في ظل المخططات المحتملة (يسار) والأقل ملائمة (يمين) لتغير المناخ



يوضح الشكل 8-6-2 تحرك سمك القاروس الأسود شمالًا نحو المحيطات دافئة



طورت الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي وجامعة روتجرز أداة ويب أوشن أدابت لتتبع تحركات الأسماك واللافقاريات نتيجة لتغير المناخ وظروف المحيطات، وتسهل الأداة الوصول إلى المعلومات حول التغييرات في العمق وخط العرض لنحو 650 نوعًا بحريًا على مدار الأربعين إلى الخمسين عامًا الماضية، ويُعد مورد مفيد للمديرين والصيادين ومجتمعات الصيد والعلماء لتطوير استراتيجيات التكيف في الوقت المناسب

ينتج عن التغييرات في خصائص مياه البحر بالفعل إلى نزوح جماعي لأنواع الأسماك البحرية والمياه العذبة واتجاه تحركاتها، والتي لا تعتبر فوضوية، ولكن ذات هدف، وتنتقل أسماك المياه الدافئة إلى خطوط عرض أعلى وأكثر برودة، ولا يعود هذا مباشرة إلى الزيادة في درجة حرارة الماء، ولكن إلى انخفاض كميات العوالق النباتية، التي تعتبر الغذاء الأساسي لأسماك المحيط، حيث ترتفع درجة حرارة الماء

قد لوحظ أن أعداد من سمك القد قبالة ساحل غرينلاند وكذلك سمك الرنجه ويزداد السردين الياباني والأدرياتيكي خلال فترات المناخ الحار وتقل كثيرًا خلال فترات المناخ البارد.

ويجرى حاليًا صيد العديد من أنواع الأسماك في حدود القدرة على كفاية سكانها وهناك قلق من أن الضغط الإضافي الناتج عن الحاجة إلى التكيف مع تغير المناخ، يدفع بعض الأنواع إلى أبعد من قدرتها على التكاثر بأعداد كافية للبقاء على قيد الحياة.

فقدان الموائل الساحلية بما في ذلك الشعاب المرجانية وأشجار المانغروف هو عاملًا رئيسيًا آخر يهدد إنتاجية الأسماك

تلاحظ منظمة الأغذية العالمية أن الأسماك تمثل أكثر من 15 ٪ من متوسط استهلاك البروتين لأكثر من 2.9 مليار شخص، وتوفر الأسماك أكثر من 50 ٪ من كمية البروتين الحيواني في الدول الجزرية الصغيرة وبعض البلدان النامية (بنغلاديش وكمبوديا وغينيا الاستوائية وغيانا الفرنسية وغامبيا وغانا وإندونيسيا وسيراليون) ويعتمد سكان هذه البلدان على المصايد حيث يمثل أي تقليل في المصيد المحلية مشكلة خطيرة

الأسئلة

1 أي دولة، سويسرا أو هولندا سوف تعاني أكثر إذا ارتفعت مستويات البحر بأكثر من نصف متر؟

2 لماذا تتآكل سواحل البحر بسرعة أكبر؟

3 ماذا حدث للجزر المفقودة؟

4 .أعطي أمثلة على تأثير تغير المناخ على النظم البيئية الساحلية

5 لماذا تنتقل بعض أنواع الأسماك إلى خطوط العرض الشمالية؟

مهمة

المهمة رقم 1 تحديد موقع جمهورية جزر المالديف وتوفالو في خريطة العالم المادية، ابحث عن ارتفاعها فوق مستوى سطح البحر واشرح لماذا يعد ارتفاع مستوى المحيط العالمي أمرًا خطيرًا بالنسبة لهم، وابحث عن المدن الجزرية والبلدان الساحلية في القارات المختلفة التي قد تكون أيضًا في خطر التعرض للغمر تمامًا أو جزئيًا في البحر خلال السنوات الخمسين إلى المائة القادمة، واقترح طرقًا لمعالجة المشكلة

المهمة رقم 2 بين في خريطة كِفافية كيف يتغير مظهر قارة أمريكا الجنوبية إذا ارتفعت مستويات سطح البحر بمقدار 100 متر: استخدم أقلام ملونة لتلوين مناطق الأرض التي تختفي تحت سطح البحر، وفكر في أسماء جغرافية لهذه المناطق وماذا سيحدث للحيوانات والنباتات هناك: هل سيهلكون؟ اكتب اقتراحاتك في كتاب التدريبات

المهمة رقم 3 استخدم موقع اوشن ادابت http://oceanadapt.rutgers.edu/ ، واكتشف كيف غيرت انواع الأسماك المختلفة في الولايات المتحدة موائلها المعتادة في السنوات الأربعين إلى الخمسين الماضية، وأي الأنواع كان عليه أن يتحرك أكثر؟ ولماذا تحدث هذه الحركات؟

7-2 كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الجبلية

ما هي الجبال؟

ماذا تعني الصخور والجبال؟" صرخت إليزابيث بينيت بطلة جين آوسين بعنوان "الكبرياء والتحامل" متحمسة لجولة" المتعة الطبيعية القادمة في الصيف، وهذه حقيقة أن الجبال هي واحدة من أعظم إبداعات الطبيعة، ما الذي يمكن مقارنته بالشعور المذهل عندما تقف على قمة أحد الجبال مع وجود السماء الزرقاء فقط فوقك وتحتك بقية العالم تبدو ضئيلة للغاية ... فيما وراء السحب البيضاء

.في هذه اللحظات تشعر بجمال الطبيعة وقوتها وفي الوقت نفسه هشاشتها

يُعرّف العلماء الجبال بأنها شكل مرتفع من الراحة المرتفعة أعلى السهل المحيط إلا إذا كانت براكين، ونادرا ما تقف الجبال وحدها ولكنها عادة ما تشكل سلاسل الجبال والتلال، وسلاسل الجبال بدورها تضاف معا لعمل البلدان الجبلية أو النظم .الجبلية

قد تكون الجبال مرتفعة (فوق 3000 متر) أو ذات ارتفاع متوسط (3000-1000 متر) أو منخفضة (حتى 1000 متر)، وعادةً ما يكون للجبال المنخفضة قمم مدورة ومنحدرات رقيقة ولكن للجبال العالية منحدرات شديدة الانحدار وقمم وزوايا

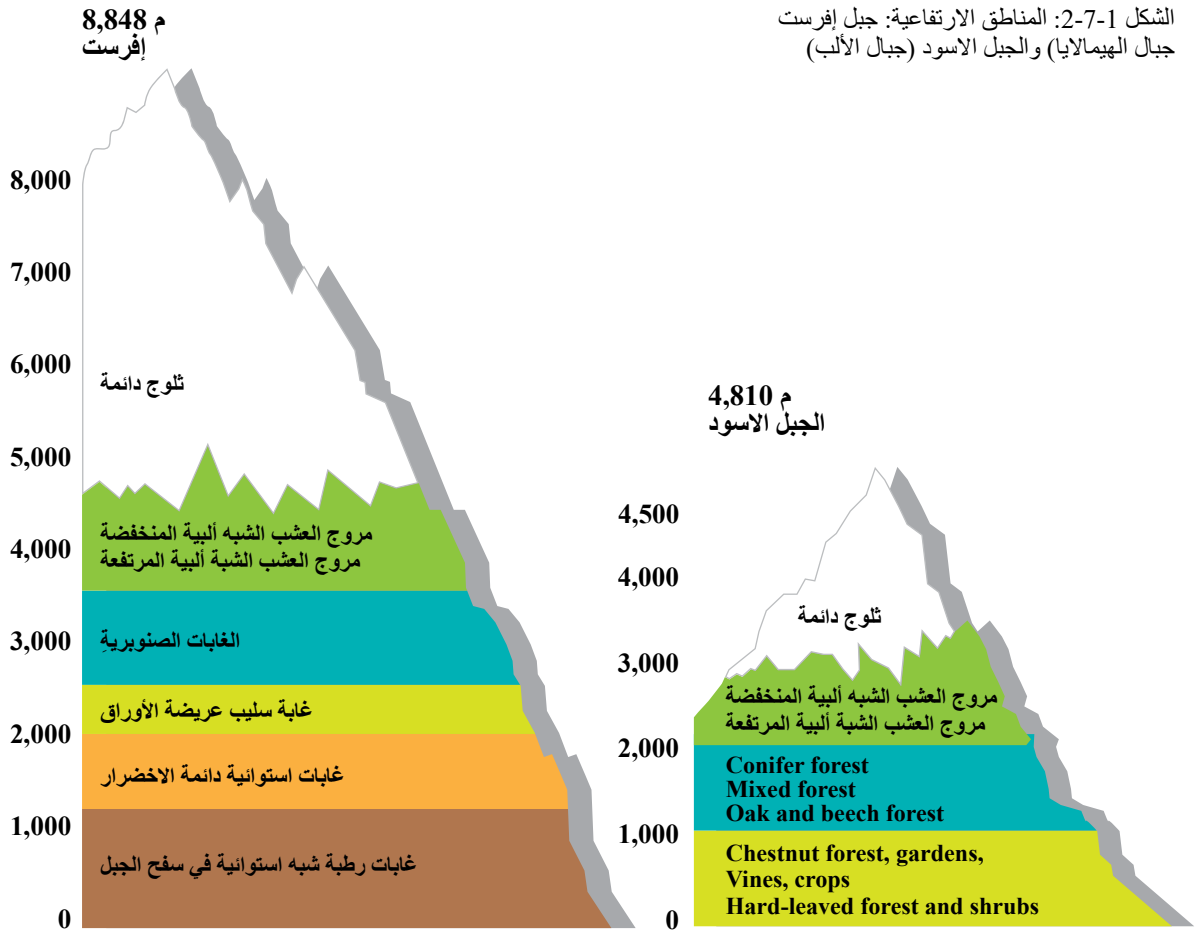
الجبال والمناخ

تلعب الجبال دورًا مهمًا في تشكيل المناخ وتخلق حاجزًا للكتل الهوائية التي لا تمر بسهولة خلال القمم العالية، ولهذا السبب غالبًا ما تكون المنحدرات المختلفة لنفس الجبال ظروف مناخية مختلفة مع هطول الأمطار على جانب واحد أكثر من .الجانب الآخر وتختلف متوسط درجة الحرارة والمناظر الطبيعية أيضا بشكل كبير

تتميز الجبال أيضًا بأنها تجمع عددًا كبيرًا من المناخات المختلفة في منطقة صغيرة: يتغير المناخ والمناظر الطبيعية على مستويات مختلفة من أسفل إلى أعلى الجبل. (شكل 1-7-2)، لذلك يطلق عليها "المناطق الارتفاعية

"

الشكل 1-7-2: المناطق الارتفاعية: جبل إفرست
جبال الهيمالايا) والجبل الاسود (جبال الألب)



أعلى الجبال في العالم

إن. روريش، جبال الهيمالايا، قمة افرست 1938

تُعد أعلى سلسلة جبال على الأرض جبال الهيمالايا، والتي تعني بالسنسكريتية مسكن للثلوج، وتوجد عشرة من الجبال الاثني عشر في العالم التي يبلغ ارتفاعها أكثر من 8000 متر، بما في ذلك أعلى نقطة أرضية على الأرض: جبل إفرست، والمعروف أيضًا باللغات المحلية باسم تشومولونجا ما أو ساجارماثا، جبل إفرست وارتفاعها 848 متر.

تُعد أطول سلسلة جبال على الأرض هي جبال الأنديز، وتمتد سلسلة جبال أمريكا الجنوبية الضخمة هذه على طول ساحل المحيط الهادئ بأكمله في القارة، وتعتبر أعلى نقطة في جبال الأنديز وفي نصف الكرة الغربي والجنوبي للأرض جبل أكونكاجوا (6960 م).

تُعد جبال الألب أكبر نظام جبلي في أوروبا، حيث تتقاسمها ثماني دول: النمسا وألمانيا وإيطاليا وليختنشتاين وموناكو وسلوفينيا وفرنسا وسويسرا. مونت بلانك (487 م)، وتعتبر على الحدود بين فرنسا وإيطاليا أعلى نقطة في جبال الألب وأوروبا الغربية، وتُعد أعلى جبل في القارة الأوروبية بركان البروس ذي الرأسين (5,642 م) في منطقة القوقاز الكبرى، والتي تعد أيضًا أعلى قمة في روسيا.

بركان البروس ذو الرأسين (5,642 م) - أعلى قمة في أوروبا

تمتلك أمريكا الشمالية نظام سلاسل جبال، وأعلاها جبال ألاسكا ريدج وجبال روكي، وتمتلك ألاسكا أعلى قمة في أمريكا الشمالية والولايات المتحدة - جبل ماكينلي (6,193 م)، وأعلن الرئيس الأمريكي باراك أوباما في 31 أغسطس 2015 تغيير اسم جبل ماكينلي إلى دينالي، كما يطلق عليه سكان ألاسكا الأصليون.

يُعد أعلى جبل في إفريقيا جبل كليمنجارو (5,895 م)، ويعتبر أعلى جبل في أستراليا جبل كوسيوسكو (2,228 م).

ربما تساءلت كثيرًا عن سبب تكون الثلوج فوق الجبال، وذلك حتى في خطوط العرض الاستوائية، وسرعان ما اكتشف متسلقو الجبال الأوائل أنه كلما زاد ارتفاعهم، انخفضت درجة الحرارة وأصبح التنفس أكثر صعوبة، ويزداد الهواء حرارة وذلك بسبب الشمس وكذلك سطح الأرض، وبمجرد أن يصبح دافئًا، يرتفع ويتوسع ويفقد حرارته، لذلك، مع الارتفاع المتزايد، ينخفض ضغط الهواء ودرجة الحرارة تدريجيًا.

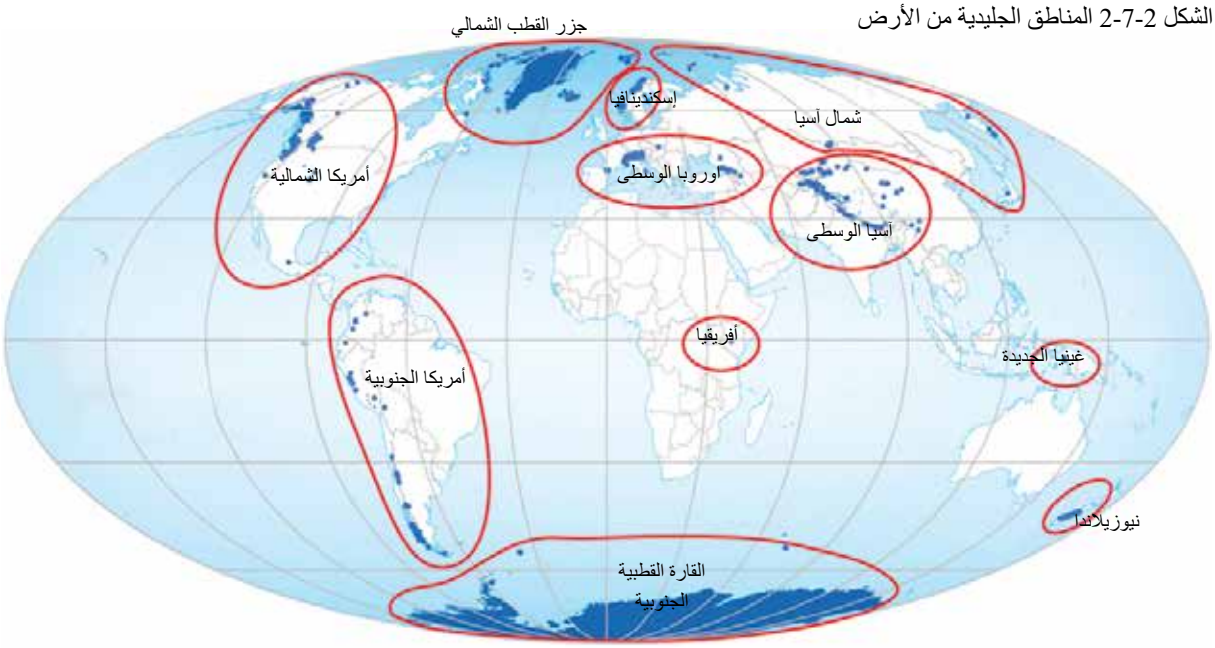
كلما ازددت في الارتفاع، تنخفض درجة الحرارة في المتوسط بمقدار 6 درجات مئوية لكل كيلومتر من سطح الأرض، لذلك، إذا كانت درجة الحرارة عند سفح جبل 4000 متر 24+ درجة مئوية، تعتبر درجة الحرارة في الجزء العلوي حوالي 0 درجة مئوية، ويُعد هذا السبب في أنه حتى من خلال انخفاض متوسط درجة حرارة الهواء في المناطق المدارية أبدًا دون الصفر، لا يزال هناك تساقط ثلوج على ارتفاع عالٍ في الجبال.

بالرغم من تأثير الجبال على المناخ، ولكنها تعتمد أيضًا عليه بشكل كبير، وتُعد المناطق الجبلية من أوائل المناطق التي تستجيب للتغيرات في الظروف المناخية، ويعتبر "المؤشر" الرئيسي لتغير المناخ في الجبال الأنهار الجليدية، والتي تتقلص أو تنمو حسب ما إذا كان المناخ أكثر دفئًا أو برودة

ذوبان الجمال

تتشكل الأنهار الجليدية في سلاسل الجبال عندما يتحول تراكم الثلوج في الأجزاء العليا من الجبال إلى جليد، ويتطلب تكوين الأنهار الجليدية مناخًا باردًا ورطبًا، حيث تتساقط الثلوج خلال العام أكثر من الوقت اللازم للذوبان، وبمجرد أن ترتفع درجات الحرارة وتنخفض درجة الحرارة، يتوقف الجليد عن النمو ويبدأ في الذوبان

الشكل 2-7-2 المناطق الجليدية من الأرض

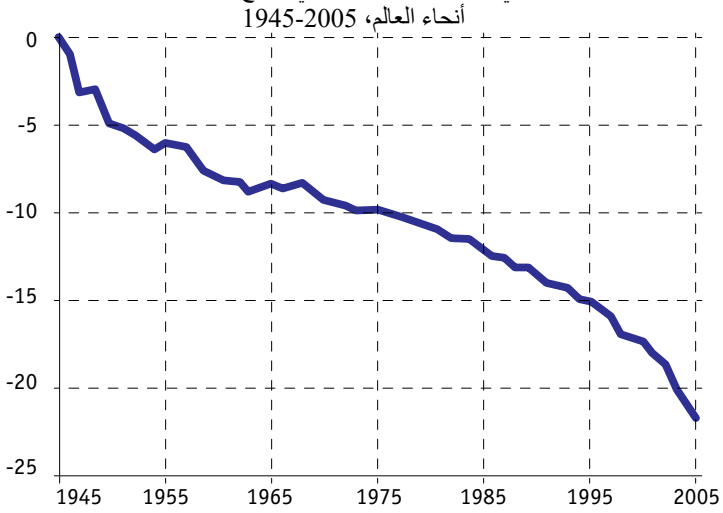


بدأت الأنهار الجليدية في جميع أنحاء العالم في الذوبان (إلى "التراجع") منذ حوالي 15,000 عام، عندما مهدت فترة التجلد الأخيرة الطريق إلى فترة جديدة من المناخ الأكثر دفئًا، وصاحب عملية الذوبان هذه فترات قصيرة عندما تطورت الأنهار الجليدية مرة أخرى، وعلمنا من التاريخ أنه في القرنين الخامس والسابع الميلادي، استُخدمت العديد من الممرات الجبلية التي تشغلها الآن الأنهار الجليدية كطرق متنقلة، من ثم أصبح المناخ أكثر برودة، وبدأت الأنهار الجليدية في النمو، وبحلول القرنين السابع عشر والثامن عشر لم تعد هذه الممرات مفتوحة، ومثال على ذلك ممر سانت غوتهارد الشهير في جبال الألب، والتي وصفها الشاعر فريدريك شيلر في عام 1799: " تقود هاوية جليلة الطريق الرهيب، الحياة والموت متعرجين بالدوار بينهما "، وكان عبور الممر المغطى بالثلوج خطيرًا للغاية ولم يكن ممكنًا إلا خلال أشهر الصيف

الشكل 2-7-3- ث روث، معبر القديس غوتهارد، 1790

ومع ذلك، وعلى مدار السنوات الأربعين الماضية، تتراجع الأنهار الجليدية في جميع أنحاء العالم بسرعة كبيرة (الشكل 4-7-2)، وأعلن العلماء أن الخطر يقترب: لا يتزامن الذوبان السريع للجبال الجليدية، الذي نراه اليوم، مع دورة طبيعية، ومن الممكن أن يؤدي انخفاض أحجام الجليد الجليدي إلى عواقب وخيمة على البيئة واقتصاد المناطق الجبلية، وكذلك السهول المحيطة بالجبال، والتي تضم ما يصل إلى واحد من كل ستة من سكان العالم.

الشكل 4-7-2 التغير في كتلة الجبال الجليدية في جميع أنحاء العالم، 1945-2005



الشكل 5-7-2 هكذا يدرس العلماء الأنهار الجليدية

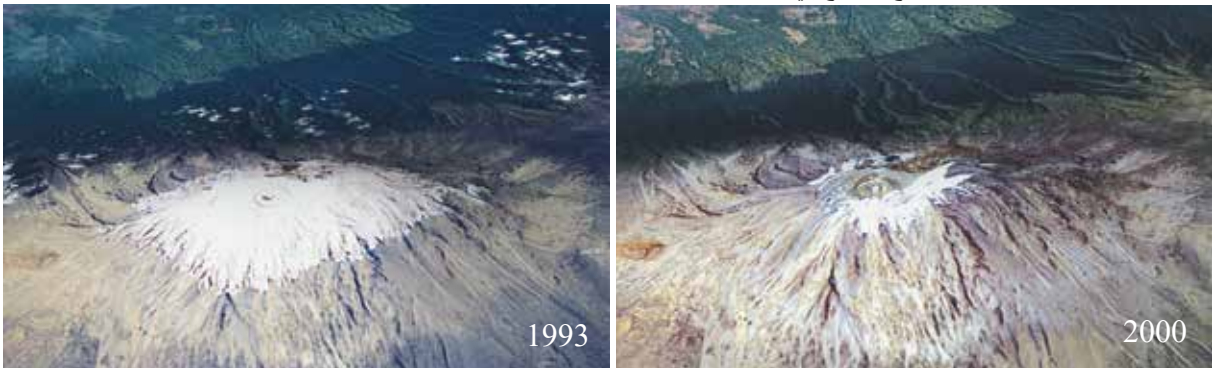
الشكل 6-7-2 نهر جانجوتري الجليدي

تتراجع الأنهار الجليدية في جبال الهيمالايا بمعدل 15-10 متر في السنة، ويذوب نهر الجانجري الجليدي، والذي يُعد مصدر نهر الجانج، بسرعة، ويتراجع بمقدار 30 مترًا كل عام، وتُعد جانتوري واحدة من المصادر الرئيسية للمياه لـ 500 مليون شخص يعيشون على طول نهر الجانج.

تتراجع الأنهار الجليدية في بيرو بسرعة كبيرة، وبناءً على التقديرات الأكثر احتمالية، تقل مساحتها بمقدار الثلث على مدار الثلاثين عامًا الماضية.

عانى البركان الأفريقي، كليمنجارو، ربما الأسوأ من ذلك كله: قبعته الجليدية الشهيرة، والتي خُلدت الشكل 6-7-2، والذي يمثل نهر جانجوتري الجليدي، وفي رواية إرنست همنغواي "سنو كليمنجارو" اختفت بالكامل تقريبًا

الشكل 7-7-2 ذاب غطاء الثلج والثلوج في جبل كليمنجارو تقريبًا



في منتصف القرن التاسع عشر، تُعد الحديقة الجليدية الوطنية في جبال روكي، على الحدود بين الولايات المتحدة وكندا، موطنًا لما يصل إلى 150 من الأنهار الجليدية، وبحلول بداية القرن الحادي والعشرين، بقي منها 25 فقط، ويتوقع العلماء اختفاء الأنهار الجليدية تمامًا من الحديقة في العقود القادمة، ولذلك يجب علي الزائرين الذين يرغبون في رؤية ما تشتهر به الحديقة الإسراع في زيارتها

.الشكل 8-7-2 الحديقة الجليدية الوطنية في أغسطس 2013

الشكل 9-7-2 ذوبان نهر جرينيل الجليدي في حديقة جلاسير الوطنية

بدأت الأنهار الجليدية الأرجنتينية ومونت بلانك، مثل العديد من الأنهار الجليدية الأخرى في جبال الألب، في الانخفاض بشكل حاد بعد عام 1870، حيث تراجعت أكثر من كيلومتر واحد، وتتنبأ الوكالة الأوروبية للبيئة بذوبان ٪75 من الأنهار الجليدية في جبال الألب بحلول عام 2050.

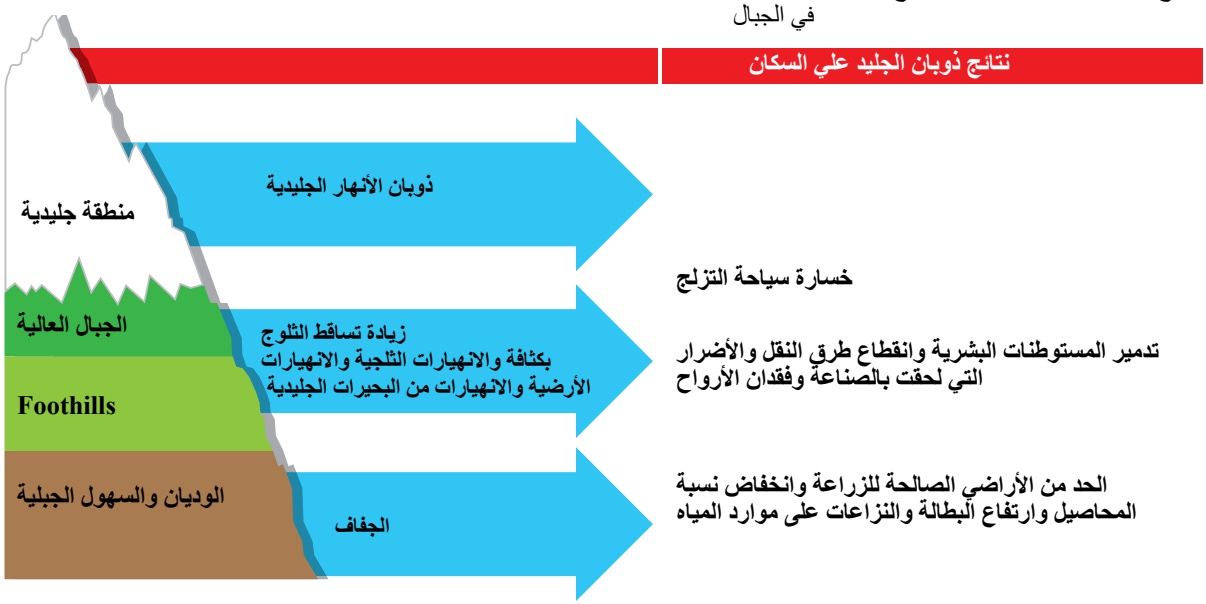
قل حجم الأنهار الجليدية في نيوزيلندا بنسبة 11 ٪ من عام 1975 إلى عام 2005، ويُعد أسرع الأنهار الجليدية في تلك الدولة الجزرية الأنهار الجليدية في تاسمان وكلاسن ومولر ومود

يوضح الشكل 10-7-2 نهر آزاو الجليدي الكبير في القوقاز، وتبين الصورة التي تحملها الفتاة من عام 1956، وخلفها ما تبقي من الجبل الجليدي في عام 2007.

مر نهر آزاو الجليدي في القوقاز بتغييرات مهمة، وفي نهاية القرن التاسع عشر تسببت عملية الذوبان في تقسيمها إلى جزأين، أطلق عليهما اسم "أزاو الأصغر والأكبر"، واليوم، لم يعد أزاو الأكبر مثل ما كان، ومن عام 1957 إلى عام 1976 تراجعت الأنهار الجليدية بمقدار 360 مترًا، ثم بمقدار 260 مترًا إضافيًا في الفترة من 1980 إلى 1992، ويتراجع نهر آساو الأصغر بنحو 16 مترًا كل عام.

انخفض عدد الأنهار الجليدية في جبال ألتاي في شرق روسيا بنسبة 7.5 ٪ في الفترة من 1952 إلى 1998، وتراجعت تلك الأنهار التي بقيت 120-100 متر، وذلك مقارنة بمواقعها في منتصف القرن التاسع عشر، وتراجعت أيضًا الأنهار الجليدية في صوفيا، والتي يراقبها الخبراء من جامعة ولاية ألتاي، بمقدار يتراوح بين 1.5 و 2 كم في المائة وخمسين عامًا الماضية، و"يرتفع" هذا النهر الجليدي بمعدل يتراوح بين 20 و 30 م كل عام.

يوضح الشكل 11-27 تأثير تغير المناخ على الحياة البشرية في الجبال



كيف يؤثر تغير المناخ على الناس الذين يعيشون في الجبال

استقر الناس في الوديان الجبلية الضيقة، منذ العصور القديمة، والتي تعتبر مفصولة عن بعضها البعض بواسطة سلاسل الجبال العالية مع المنحدرات شديدة الانحدار، مما صعُب التواصل بين الوديان المجاورة (والسكان) في كثير من الأحيان، وحتى الآن، يمتلك الأشخاص الذين يعيشون في المناطق الجبلية عاداتهم وثقافاتهم وطرق كسب العيش الخاصة بهم، وتعتمد طريقة حياة سكان الجبال وسبل عيشهم الرئيسية "الزراعة والسياحة" بشكل مباشر على المناخ، وتؤثر حتى التغيرات الصغيرة في المناخ بالسلب على رفاهية الناس في المناطق الجبلية

انخفاض معدلات السياحة

فعلي سبيل المثال كيف يؤثر تغير المناخ في جبال الألب على السياحة في المناطق الجبلية، وتوفر سياحة التزلج في الوقت الحاضر ما يصل إلى 20٪ من دخل جبال الألب، ويعد نقص الثلوج كارثة بيئية بالنسبة إلى 13 مليون شخص يعيشون في جبال الألب في النمسا وألمانيا وسويسرا وفرنسا: ثلثي جميع السياح الذين يأتون إلى هنا يفعلون ذلك للاستمتاع بالتزلج على الجليد.

تعدو تلك التوقعات إلي الشعور بالقلق: بحلول عام 2030 لن تتساقط تقريبًا أية ثلوج هناك في جبال الألب أقل من 1000 متر، مما سيجبر العديد من منتجعات التزلج الشهيرة على التوقف عن العمل، ويبلغ ارتفاع جميع منتجعات التزلج في النمسا على ارتفاع يصل إلى 1300 متر، وستُجبر على الإغلاق بسبب قلة الثلوج، وبدأت بالفعل التوقعات المتشائمة: في شتاء 2006-2007، ظل ما يقرب من 60 من إجمالي 660 من منتجعات التزلج في جبال الألب مغلقة، ولم يتمكن الكثيرون الآخرون من العمل إلا باستخدام الثلج الاصطناعي، مما زاد من التكاليف، وكانت النتيجة انخفاض في الطلب على العطلات في جبال الألب

كيف من الممكن أن تتعايش المناطق الجبلية بدون ثلج، وتتكيف صناعة الرياضة والترفيه قدر الإمكان، وتعمل على تطوير أنواع أخرى من السياحة والترفيه، والتي تعتمد بدرجة أقل على الثلج، وتحويل المناطق التي تُستخدم للتزلج إلى حدائق ترفيهية وجميع المنتجعات الصحية على مدار السنة، ومن الممكن أن نصل إلى الوقت الذي يأتي فيه الناس إلى جبال الألب، ليس لممارسة الرياضات الشتوية، ولكن للاستمتاع بالمشي على طول البحيرات الجبلية، وتذوق الطعام المحلي واستنشاق هواء الجبل المنعش

جسر فوق بحيرة تريفت، سويسرا

تعد بحيرة تريفت في كانتون بيرن السويسرية مثالًا مثيرًا للاهتمام على كيفية تأثير الاحتباس الحراري العالمي على جبال الألب، في التسعينيات من القرن الماضي، بدأت الأنهار الجليدية القريبة في الانكماش بسرعة ، وشكلت المياه الذائبة بحيرة صغيرة وأصبح الكثير من الوادي خاليًا من الجليد. في السابق ، كان بإمكان الناس المشي من قمة جبل إلى أخرى عبر الجبل الجليدي. قررت السلطات الرسمية بناء جسر معلق للمشاة قبل ذوبان الجبل الجليدي تمامًا ، وسرعان ما أصبح الجسر عامل جذب رئيسي لجذب الزوار من جميع أنحاء العالم.

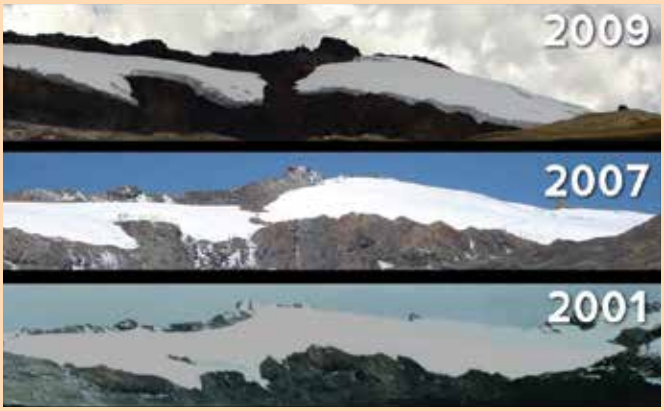
يتراجع نهر باستورري الجليدي في بيرو

كان السياح والمتسلقون المحترفون يتدفقون على نهر باستوروري الجليدي الذي يطل على جبال الأنديز في بيرو، حتى وقت قريب، ولكن تقلص الغطاء الجليدي بمقدار الربع خلال الثلاثين عامًا الماضية، ويتوقع العلماء اختفاءه تمامًا في العقود القليلة القادمة، وأعطت المناظر الطبيعية الخلابة للثلج والجليد الطريق إلى المنحدرات السوداء، وحظرت السلطات المحلية التسلق بسبب عدم استقرار الصخور المرتبطة بانصهار الجبل الجليدي.

انخفض عدد السياح الذين يأتون للإعجاب بجبل باستوروري الجليدي ثلاث مرات منذ بداية التسعينيات، مما أثر بطريقة كبيرة على السياحة في بيرو ودخل السكان المحليين، ولكن لم ييأس رجال الأعمال في بيرو: ويظهروا الآن بقايا الجبل الجليدي كمثال صارخ على نتائج التغير المناخي، ونجحت المنطقة في جذب أعداد متزايدة من المدافعين عن البيئة والسائحين الفضوليين.

ولكن، بطبيعة الحال، تُعد استعادة الأنهار الجليدية نفسها مهمة أصعب بكثير من استعادة ثروات المحلية.

تراجع جبل باستوروري الجليدي في جبال الأنديز في بيرو.



الكوارث الطبيعية في الجبال

لا يُعد انخفاض النشاط السياحي التهديد الأكثر خطورة لسكان الجبال من ظاهرة الاحتباس الحراري، وعليهم أن يخشوا الكوارث الطبيعية والانهيارات الجليدية والانهيارات الأرضية والفيضانات، والتي تُعد أكثر تواترًا في الجبال مع تغير المناخ، والتي تشكل تهديدًا لحياة الإنسان بالإضافة إلى إلحاق أضرار جسيمة بالاقتصاد المحلي

يُعد الانهيار الجليدي تساقط كتلة ضخمة من الثلوج أو إنزلاقها من منحدرات الجبال، وللانهيارات الثلجية عواقب وخيمة، وفي فبراير 1999، أدى انهيار جليدي يبلغ وزنه 170,000 طن إلى تدمير قرية جالتور في النمسا بالكامل وأودي بحياة 30 شخصًا، وفي بداية مارس 2012، دمرت سلسلة من الانهيارات الجليدية في أفغانستان المنازل، مما أسفر عن مقتل أكثر من 100 شخص.

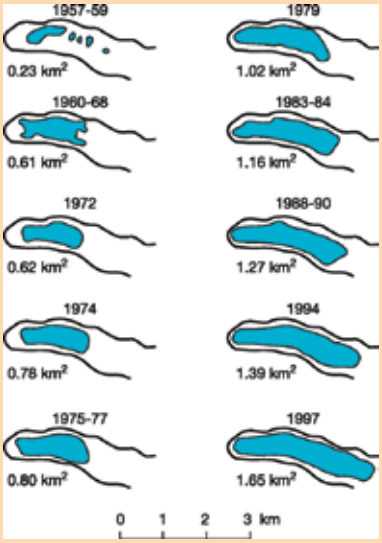
يُعد الانهيار الأرضي كتلة قوية للغاية من الطين والصخور، والتي تنزلق فجأة أسفل أودية الأنهار الجبلية، وتحدث الانهيارات الأرضية بسبب الأمطار الغزيرة أو الذوبان السريع للثلوج، ومن الممكن أن يُسببها انفجار الماء من البحيرات الجليدية. وتعتبر الانهيارات الأرضية، مثل الانهيارات الثلجية، التي من الممكن أن تسبب دمارا هائلا

عند انحسار الأنهار الجليدية تُنتج المياه الذائبة المتراكمة في وادي جبلي لتكون بحيرة جليدية، وتحدث الفيضانات بسبب زيادة كمية المياه الذائبة المتراكمة، ومن الممكن أن تفيض البحيرة وتكسر ضفافها، ويعتقد العلماء أن البحيرات الجليدية ال 20 الموجودة في نيبال وال 24 الموجودة في بوتان تشكل تهديدًا خطيرًا للسكان الذين يعيشون في الوادي، ويتعرض العديد من الناس لخطر فقدان حياتهم أو على الأقل خسارة منازلهم، وذلك إذا حطمت هذه البحيرات ضفافها وتدفقت المياه إلى الوادي، ففي السنوات الأخيرة حدثت بالفعل العديد من هذه الفيضانات في أودية أنهار تيمفو وبارو وبوناخا- فانغدو في بوتان

يمكن الحد من هذا الخطر الذي يتعرض له السكان المحليون وذلك عن طريق حفر قنوات وسدود واقية قبل حدوث مثل هذه الفيضانات

شقت بحيرة تشو رولبا في نيبال، التي تشكلت بفعل المياه الذائبة الناتجة عن الأنهار الجليدية، إلي سبعة أضعاف على مدار السنوات الخمسين الماضية، وتشير الدراسات إلي أن أكثر من 20 بحيرة جليدية في نيبال و24 بحيرة في بوتان من الممكن أن تفيض قريبا، مما يؤدي إلى عواقب كارثية على شعوب واقتصادات هذه البلدان ما لم تتخذ الاحتياطات المناسبة.

يوضح الشكل 13-7-2 نمو بحيرة تشو رولبا سبع مرات خلال السنوات الخمسين الماضية



يشير الشكل 12-7-2 إلي البحيرات الجليدية في جبال الهيمالايا

انخفاض مخزون المياه العذبة

يمثل انخفاض مخزون المياه العذبة، الذي سيحدث مستقبلًا، تهديدًا خطيرًا في المناطق الجبلية والسهول المجاورة للجبال، وتعد من احد المصادر الرئيسية للمياه العذبة على الأرض الأنهار الجليدية، وذلك لأن هذه الأنهار الجليدية تعد المصدر الرئيسي للأنهار، وحدوث نقص المياه في المناطق المحيطة بالجبال يسبب انخفاض حجم الجليد مما يجعل الظروف أكثر سوءً بالنسبة لكل من الزراعة والتعدين وتوليد الطاقة الكهربائية، وتحدث بالفعل الكثير من النزاعات السياسية الخطيرة في بعض أنحاء العالم كنتيجة لنقص المياه العذبة في المناطق القريبة من الجبال.

لطالما ارتبطت الجبال بالخطر، ويزيد تغير المناخ على الأرض من المخاطر، مثلًا ارتفاع درجات الحرارة وتغير كميات هطول الأمطار وذوبان الأنهار الجليدية في الجبال وتكرار حدوث الكوارث الطبيعية التي لا يمكن التنبؤ بها، وتؤدي إلى عواقب وخيمة على البيئة والناس والاقتصاد في المناطق الجبلية والمناطق المحيطة بسلاسل الجبال

الأسئلة

1 ما مدى ارتفاع مُتسلق الجبال إذا كان على مستوى حيث درجة الحرارة 9- درجة مئوية، بينما درجة الحرارة عند سفح الجبل هي 18+ درجة مئوية؟

2 هل ستبقى الثلوج عند قمة الجبل الذي يبلغ ارتفاعه 5200 متر إذا كانت درجة حرارة الهواء عند سفح الجبل 30+ درجة مئوية في أشد أيام الصيف حرارة؟

3 لماذا تُسمى الأنهار الجليدية الجبلية غالبًا بمؤشرات تغير المناخ ؟

4 ماذا يحدث لهذه الأنهار الجليدية الموجودة بالجبال عندما تتغير درجة حرارة الهواء؟

5 لماذا يوجد الكثير من التنوع العرقي في المناطق الجبلية ؟

6 ما هي سبل المعيشة الرئيسية للسكان الذين يعيشون في المناطق الجبلية، وكيف يتأثرون بتغير المناخ؟

المهام

المهمة رقم 1 حدد أعلى قمم كل قارة على خريطة العالم الكفافية. فما هي الأنظمة الجبلية التي تشكل جزءًا منها؟

في أي البلدان تقع هذه البلدان؟

إن جمال الجبال وعدم إمكانية الوصول إليها جعلها دائما مصدر إلهام لأعظم الشعراء والكتاب والفنانين والملحنين. اذكر بعض الأعمال الشهيرة الادبية أو الفنية والتي تعرض سلاسل جبلية أو قمم جبلية مختلفة. اختر أي عمل يعجبك بشكل خاص واشرح ما ينبغي على المؤلف تغييره إذا كان قد عاش في عصر تغير المناخ العالمي. وكيف يمكنه القيام بذلك.

المهمة رقم 2 كاتسوشيكا هوكوساي "إينومي باس، كوشو". جزء من سلسلة "ستة وثلاثون مشاهدة لجبل فوجي". اليابان، 1830

المهمة رقم 3 لعبة

.يقسّم اللاعبون إلى فريقين

يعيش الفريق رقم في القرية العالية، والتي تقع في وادي نهر رابيد الجبلي. وفي السنوات الاخيرة تسبب ذوبان الانهار الجليدية في الجبال العالية إلى غمر ضفاف نهر رابيد في عدة مناسبات، مما تسبب في مشاكل للسكان المحليين. ولذلك فإن السكان المحليين يريدون بناء سد على النهر لحماية أنفسهم من الفيضانات، وفي الوقت نفسه من أجل توفير الكهرباء وخلق وظائف جديدة. فسكان الجبال ليسوا أغنياء، وليس لديهم مال لبناء السد ويعيشون أساسًا مما يمكنهم زراعته والحيوانات التي يحافظون عليها. ففي السنوات الأخيرة، وبسبب ارتفاع درجات الحرارة، بدأ .الناس في القرية العالية في زراعة الزهور والفواكه الغريبة

بينما يعيش الفريق رقم 2 في قرية رعاة البقر، التي تقع على السهل بالقرب من الجبال، على مجرى نهر رابيد. حيث تعيش القرية في حالة من الازدهار ويعمل سكانها بالزراعة ويستخدمون المياه من النهر للري وليس للشرب. كما يحب الناس في قرية رعاة البقر الطعام الغريب والترفيه والسفر. إن مستوى المعيشة المنخفض لقرية رعاة البقر والرعي لديها الكثير من المال لتمويل مشاريع البناء الجديدة. تتمتع الميزانية المحلية لقرية رعاة البقر بالكثير من المال لتمويل مشاريع .البناء الجديدة

يحتاج أعضاء الفرق إلى مناقشة الأسئلة التالية (يمكن للمعلم أو أحد الطلاب أن :(يلعب دور وزير التنمية الإقليمية ، الذي سيدير المفاوضات

ما هي العواقب التي ستترتب على قرية كوجري، إذا قام سكان القرية العالية ببناء سد دون التشاور معهم؟

2) على أي شروط يمكن أن توافق قرية رعاة البقر على السد وتوفير المال لتشييده؟

3) هل يستطيع أهل القرية العاليه إيجاد سبل لحمايتهم من عواقب تغير المناخ دون بناء سد؟

4) ما هي المشاريع الجديدة وأنواع الأعمال التي يمكن أن يقوم بها الأشخاص في القرية العالية وقرية رعاة البقر للعمل معًا؟

8-2 كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق المحيطة بالقطب الشمالي

المنطقة المحيطة بالقطب الشمالي هي المنطقة القطبية الشمالية للأرض، والتي تشمل المحيط المتجمد الشمالي وبحاره، والأجزاء الشمالية من المحيط الهادئ والمحيط الأطلسي، وأرخبيل القطب الشمالي الكندي، وجرينلاند، وجزيرة سفالبارد، وفرانز جوزيف لاند، ونوفايا زيملیا، وسيفيرنايا زيملیا، وجزر سيبيريا الجديدة وجزيرة رانجيل، فضلًا عن السواحل الشمالية لأوراسيا وأميركا الشمالية.

ولا توجد حدود صلبة وسريعة لمنطقة القطب الشمالي. التعريف الأكثر شيوعًا للحدود الجنوبية هو الدائرة القطبية الشمالية عند خط العرض الشمالي 66 درجة و33 دقيقة. وفي هذه الحالة، تبلغ المساحة الإجمالية للقطب الشمالي 21 مليون كم2 (الشكل 1-8-2)

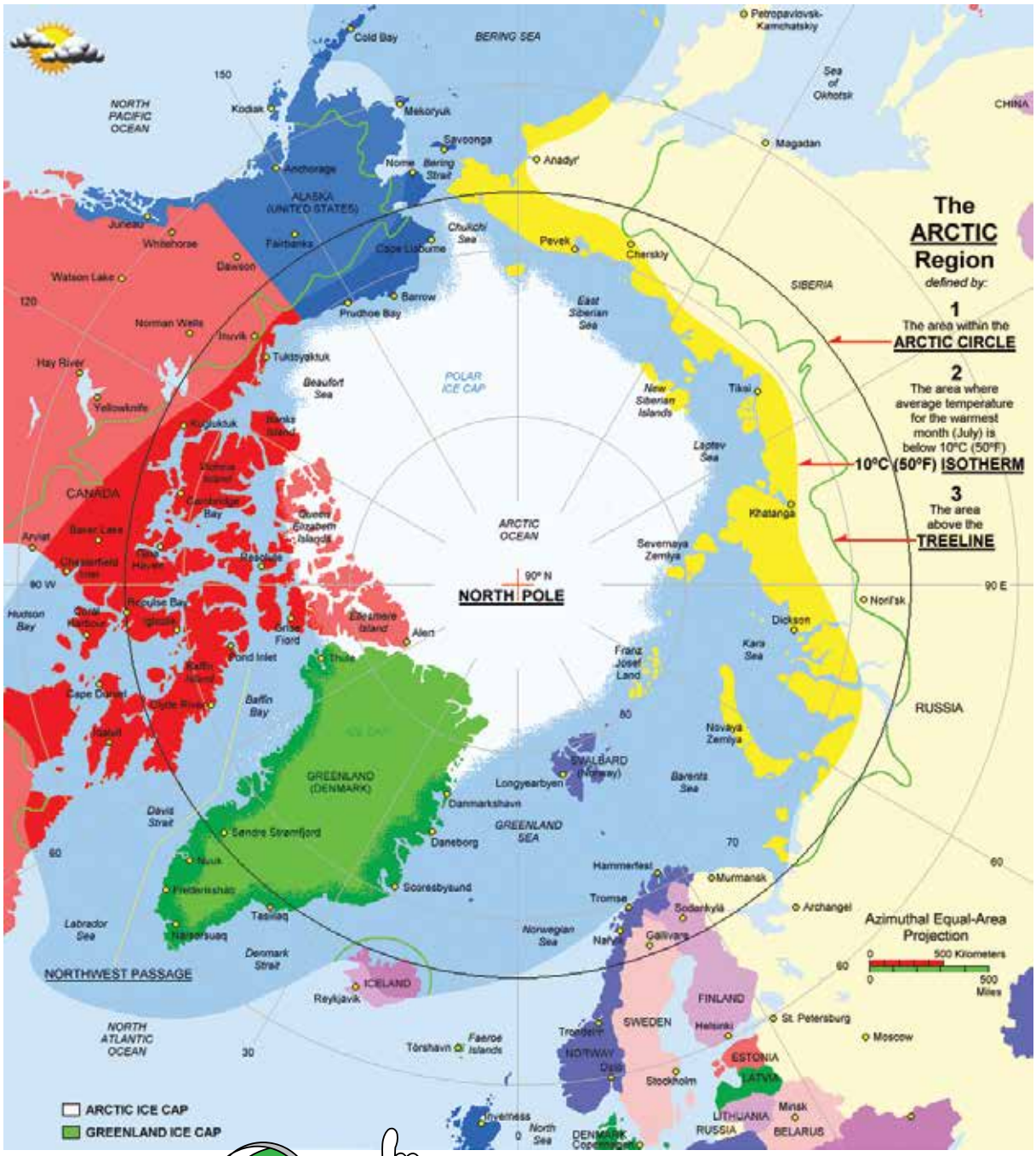
وهناك تعريف ثان لمنطقة القطب الشمالي يتمثل في خط تساوي درجة الحرارة الأرضية في شهر يوليو/تموز – وهو خط وهمي حيث الطبيعة الداخلية الأكثر دفئًا. وهو خط وهمي حيث لا تزيد درجات الحرارة في الشهر الأكثر دفئًا في السنة عن 10 درجات مئوية. حيث يرتبط خط الشجرة تقريبًا مع خط تساوي درجة الحرارة الأرضية يوليو وهو التعريف الثالث للقطب الشمالي. يمثل خط الشجرة الانتقال من منطقة الغابات إلى شجيرات وأعشاب التندرا. روسيا والولايات المتحدة (ألاسكا) وكندا والنرويج والسويد وفنلندا وأيسلندا والدنمارك (جرينلاند) جميعها لها مناطق في القطب الشمالي

أصبح القطب الشمالي أكثر دفئًا بسرعة أكبر من بقية العالم

حيث أن تغير المناخ في القطب الشمالي أكثر وضوحًا من المتوسط في العالم. حيث ارتفعت درجات الحرارة على طول ساحل القطب الشمالي بالفعل بمقدار 3-2 درجة مئوية في العقود الأخيرة.

لكن التأثير الملحوظ لتغير المناخ على القطب الشمالي كان الزيادة في التقلبات المناخية والطقس. فالمناخ المعتدل التغيرات المفاجئة في درجة الحرارة لا تكون عادة أكبر من 10 درجات مئوية : قد يكون الجو دافئًا جدًا اليوم ، ولكن درجة الحرارة تنخفض غدًا عند 10 درجة مئوية ، ثم ترتفع مرة أخرى بمقدار 10 درجات مئوية في الأسبوع التالي. لكن في القطب الشمالي ، يمكن أن تتعرض درجات الحرارة إلى تغيرات مفاجئة تصل إلى 20 درجة مئوية ، وغالبًا ما تحدث درجات الحرارة في فصل الصيف

الشكل 1-8-2. القطب الشمالي وتعريف حدوده



تعتبر المنطقة القطبية الشمالية أكثر دفئًا بمقدار 5 درجات مئوية عما كانت عليه في منتصف القرن العشرين ، بينما في المنطقة المجاورة تكون أكثر برودة بمقدار 5 درجات مئويةقد يبدو أن الدفء في القطب الشمالي أمر جيد ، لكن هذا ليس صحيحًا دائمًا! أيهما أفضل: درجة حرارة 35- درجة مئوية مع طقس صافٍ بدون ريح أو 20- درجة مئوية باستخدام عاصفة ثلجية قوية؟ بالطبع ، من الأفضل أن تكون أكثر برودة ، لكن بدون العاصفة الثلجية ، خاصة وأن القطب الشمالي يستخدم لمثل هذه درجات الحرارة. المشكلة ليست في درجة الحرارة على هذا النحو: فمهما حدث ، لن تكون درجات الحرارة في القطب الشمالي مرتفعة بما فيه الكفاية لدرجة أن الناس والحيوانات هناك ترتفع درجة حرارتها

هناك مفهوم في علم الأرصاد الجوية يسمى مؤشر الرياح الباردة، والذي يعكس شعور الناس بالبرد من التأثير المشترك لانخفاض درجة الحرارة والرياح. على سبيل المثال، عند درجة حرارة الهواء 10- درجة مئوية وسرعة الرياح 30 كم/ساعة، سيكون مؤشر برد الرياح 20- درجة مئوية، وهو ما يعني أن ما يشعر به الشخص وكيف يتفاعل جسمه في هذه الظروف سيكون كما لو كان هناك هواء - درجة حرارة 20- درجة مئوية

تتأثر حياة الناس والنظم الإيكولوجية في القطب الشمالي بمقاييس مناخية مختلفة: قوة الرياح (العواصف الثلجية والعواصف) ، وانخفاض مدى الجليد البحري والأنهار ، وتآكل السواحل الشديدة ، وذوبان التربة الصقيعية. لا تعد التغييرات في هذه البارامترات مجرد نتيجة لارتفاع درجات الحرارة – فهذه البارامترات بحد ذاتها هي قوى فعالة تساعد في رفع درجات الحرارة إلى أعلى نسبة . ويسمي العلماء مثل هذه الآثار العكسية بـ "التغذية المرتدة". والتي يوجد منها اثنان على الأقل.

تتسبب درجات الحرارة المرتفعة للهواء في ذوبان حقول الجليد وتكبيلها، مما يترك مساحات كبيرة من المياه المفتوحة بين الجليد. فالسطح المظلم للماء، على عكس الجليد، لا يعكس الإشعاع الشمسي بل يمتصه، لذا يزداد ارتفاع درجة حرارة المياه ويصهر المزيد من الجليد وتتسارع العملية.

يعني المزيد من المياه المفتوحة تبخّر الرطوبة والمزيد من السحب. تذكر أن الليالي تكون دافئة نسبيًا عندما تكون السماء غائمة، لأن السحب تحبس الحرارة، وهي أكثر برودة

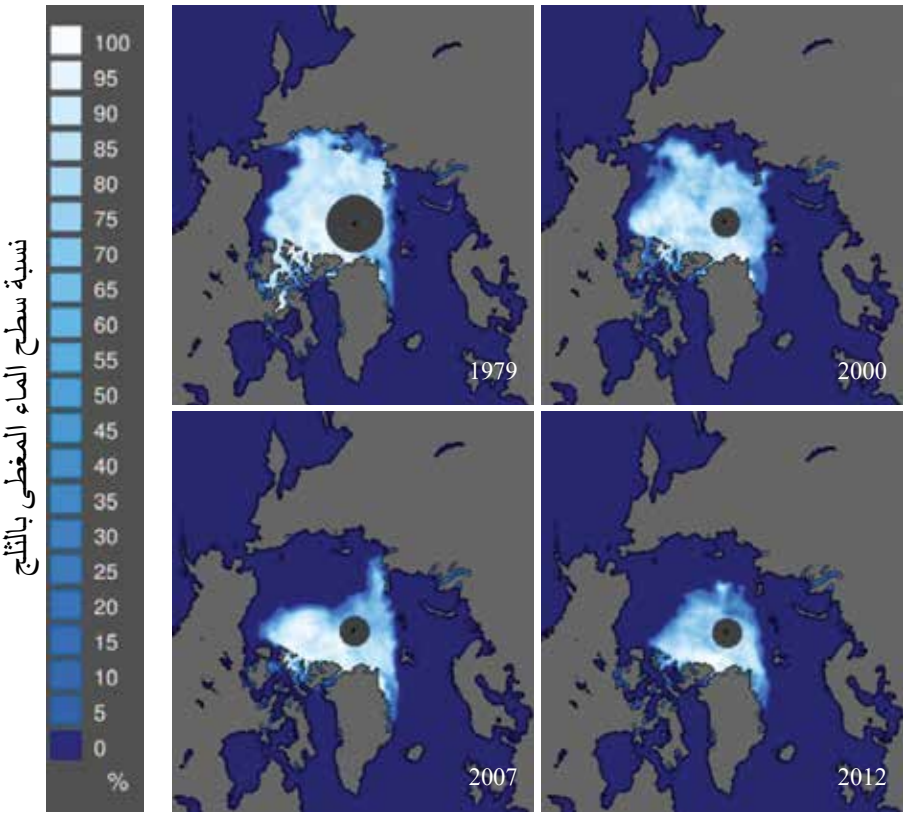
يمتلك اقتصاد القطب الشمالي نوعان من الأنشطة القطبية. من ناحية ، أنشطة تقليدية للسكان الأصليين ، مثل الصيد وصيد الأسماك ورعي الرنة. من ناحية أخرى ، هناك إنتاج واسع النطاق للنفط والغاز الطبيعي والحديد والزنك والذهب والماس والأسماك والأخشاب لسوق دولية. أكبر الاقتصادات في القطب الشمالي تنتمي إلى روسيا وألاسكا (الولايات المتحدة) ويرجع ذلك أساسًا إلى قطاعي التعدين والنفط. المناطق التي لا تزال تسيطر الأنشطة التقليدية الأصغر حجمًا عليها بشكل كبير، وخاصة في غرينلاند وشمال كندا، ولديها ناتج اقتصادي أقل بكثير

استنفاز المسطحات الجليدية في المنطقة القطبية الشمالية

يقوم العلماء برصد الجليد في المنطقة القطبية الشمالية منذ عام 1979 باستخدام الأقمار الصناعية. وتظهر بيانات الأقمار الصناعية انخفاض كمية الجليد في القطب الشمالي بشكل كبير (الشكل 2-8-2). وخلال الـ 35 عامًا الماضية، انخفضت مساحة الغطاء الجليدي في محيط المنطقة القطبية الشمالية وبحارها بنسبة 15-20٪

shrank to 3.41 million km^2 (Fig. 2.8.2 and 2.8.3).

الشكل 2-8-2: خرائط الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية (الحد الأدنى السنوي الذي تم ملاحظته في سبتمبر).

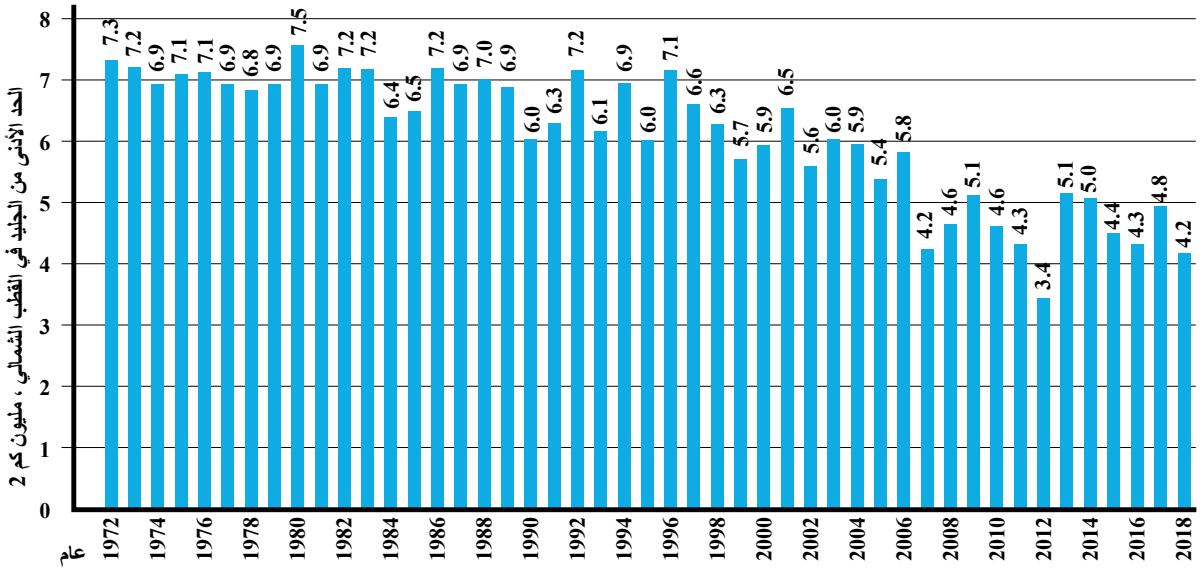


تقاس مساحة الجليد عادة بالحد الأدنى للسنة وعادة في نهاية سبتمبر، وسجل تقلص نسبة الجليد في سبتمبر 2012 رقمًا قياسيًا: حيث تقلصت مساحة جليد البحر إلى 3.41 مليون كم 2 (الشكل 2-8-2 و2-8-3).

وبكل تأكيد لا يزال الجليد يغطي المنطقة القطبية الشمالية بأكملها في فصل الشتاء. وحتى الارتفاع الهائل لدرجات الحرارة الذي يتراوح بين 15 و20 درجة لن يؤدي لرفع درجات حرارة الشتاء في المناطق القطبية عن الصفر. ولكن يؤدي إلى انخفاض سمك الجليد كثيرًا. ويُعد هذا التأثير مرئي بوضوح حتى الآن. يلاحظ العلماء أن انخفاض حجم وسماكة الجليد يوفر فرصًا جديدة لزيادة استخدام الطريق البحري الشمالي لنقل البضائع بين أوروبا وآسيا والعكس ايضًا. ويُعد الطريق عبر بحار المحيط الشمالي المتجمد أقصر بكثير من المسار التقليدي عبر قناة السويس ويمكن أن يقلل بشكل كبير من تكلفة الشحن. ويكون لدى السفن فرصة افضل لاجتياز الطريق البحري الشمالي في سبتمبر عندما تكون مساحة الجليد في أدنى مستوياتها. ولكن، كما يتضح من الشكل 2-8-2، وحتى حالات انخفاض الغطاء الجليدي إلى أدنى مستوياته على الإطلاق، ليس هناك ما يضمن أن تكون جميع المضائق مفتوحة. وينطبق هذا بشكل خاص على مضيق فيلكيتسكي بين تيمير سيفيرينيا زيمليا، الذي يمثل عنق الزجاجة لطريق البحر الشمالي. واستمر هذا المضيق مغلق لوجود الجليد به حتى عام 2007، من ناحية أخرى، هناك فترات فيها الغطاء الجليدي الكلي أكبر بكثير، لكن يسمح المضيق بالمرور. باختصار، من السابق لأوانه التحدث بثقة عن الملاحة الخالية من الجليد على طول ساحل القطب الشمالي لروسيا في الوقت الحالي. وتشير نماذج المناخ إلى أن القطب الشمالي يصبح خاليًا تمامًا من الجليد في فصل الصيف اعتبارًا من عام 2050 تقريبًا.

من المهم أن نتذكر أن ذوبان الجليد في القطب الشمالي يؤدي إلى تكوين الجبال الجليدية، والتي تُمثل

الشكل 3-8-2: مدى الجليد البحري في القطب الشمالي (الحد الأدنى السنوي) بين عامي 1972 و 2017.



خطرًا على السفن، وكذلك لمنصات النفط المتمركزة على الجرف القاري في البحر المفتوح، حيث تحتاج شركات الشحن والنفط في المستقبل إلى ضمان الحماية الاستباقية من الجبال الجليدية لتفادي الاصطدام وال

التهديدات التي تواجه الحيوانات في القطب الشمالي

ذوبان الجليد في المناطق القطبية يلعب دور كبير في التأثير علي الحيوانات البحرية، بما في ذلك "ملك" القطب الشمالي - الدب القطبي الذي لا يحتاج إلى الجليد على هذا النحو، لكن فريسته الرئيسية هي عجول البحر التي توجد دائمًا عند حافة الجليد

تتراجع حافة الجليد بسرعة الآن شمالًا بسرعة كبيرة في شهر الربيع بالقطب الشمالي بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري، بحيث لا يكون لدى الدببة القطبية الوقت الكافي للتفاعل ويتم فصلها عن عجول البحر بواسطة مساحات شاسعة من المياه الخالية من الجليد (الشكل 4-8-2)، وتتمكن الدببة من السباحة لعشرات الكيلومترات، ولكن ليس لمئات الكيلومترات وقدرة السباحة على الأشبال محدودة للغاية.

الشكل 4-8-2: هذا الدب الذي تقطعت به السبل على الساحل على بعد أكثر من 100 كيلومتر من حافة الغطاء الجليدي، وهو غير سعيد للغاية بشأن تغير المناخ

نتيجة لذلك تقطعت بهم السبل على عدد كبير من الحيوانات على الساحل. إنهم يعانون من الجوع وقد يدخلون إلى القرى بحثًا عن الطعام في مقالب القمامة، الأمر الذي قد يكون خطيرًا للغاية سواء بالنسبة للحيوانات أو للبشر

هناك طرق لمناقشة هذه المشكلة.

أولًا، يكون لدى الناس وسائل لردع الدببة مثل البنادق التي تطلق القنابل المطاطية.

ثانيًا، إبقاء القرى خالية من نفايات الطعام القديمة والتي تؤخذ بعيدًا عن القرية على الأقل 2-1 كم ليذهب الدببة إلى

.هناك وليس إلى الأماكن التي من المحتمل ان يتواجد فيها الناس

ثالثًا، تبقى مراقبة الدببة من رجال مدربين خصيصًا ومسلحين ومجهزين للقيام بذلك (باستخدام أجهزة الراديو والهواتف السلكية كجزء من معداتهم)، وهذا يتيح منع كل الدببة من مهاجمة البشر ومن الصيد الجائر.

بالرغم من الاضطرار إلى الاستغناء عن الوجبة الأخيرة المفضلة لديهم فتجد الدببة ما يكفيهم من الطعام لتتناوله على ساحل البحر (الطيور الميتة والبيض والحيوانات الصغيرة) ويصطادون أيضًا حيوان الفظ وعلى الرغم من أن لا يتناول الدب القطبي حيوان الفظ البالغ: حيوان مصاب ضعيف أو صغار حيوان الفظ وهي أفضل فريسة وفي بعض الأحيان تقتحم الدببة قطيع حيوان الفظ مما يتسبب في حالة من الذعر حيث يحتشد حيوانات الفظ معًا ويسحق ذكور حيوان الفظ الكبيرة العجول الصغيرة تاركين الطعام للدببة. تنجح هذه الأساليب خصيصًا إذا لم تجعل حيوانات الفظ منازلهم على شاطئ مسطح وتكون على منحدر أو حواف منحدرة: لأن عند سقوط الحيوانات الكبيرة في الأسفل قد تسحق الحيوانات الأصغر تحتها

تجبر حيوانات الفظ بشكل متزايد لاختيار الأماكن المناسبة لمستوطناتهم وأيضًا بسبب قلة الثلج وتحتاج حيوانات الفظ فقط إلى الطفاوات الجليدية وعلى أساسها يمكنهم الراحة بدون فقدان قوتهم ويحتاجون أيضًا إلى شاطئ جليدي.

سابقًا، كانت هناك كميات كبيرة من الجليد الساحلي الكثيف وجزء منه ملقى على الشاطئ كقشرة، الآن هناك عدد أقل منه وتآكل العواصف بسرعة الأماكن المناسبة لاستقرار حيوانات الفظ.

لذلك تُجبر الحيوانات على اختيار أماكن أخرى حيث لا تتعرض للتهديد من الدببة فقط ولكن أيضًا من الناس.

كانت هناك أحيان ظهرت فيها الآلاف من حيوان الفظ في أماكن جديدة (الشكل 5-8-2)، بما في ذلك المواقع القريبة من المطارات وصوت الطائرات القريبة يسبب حالة ذعر الذي قتل فيه الكثير من الحيوانات يحدث الناس ضوضاء في المطارات عن قصد وذلك قبل وصول الطائرات لمنع حدوث ذلك مرة أخرى بحيث يذهب حيوان الفظ إلى البحر، ولكن تتطلب مثل هذه الحلول مراقبة دقيقة لحركة حيوانات الفظ بانتشار الناس والمعدات

الشكل 5-8-2 تجمع عدد قياسي حوالي 35000 من حيوان الفظ على الشاطئ بالقرب من بوينت لاي، ألاسكا في سبتمبر 2014، حيث يبحثون عن مكان للراحة من السباحة الطويلة في غياب جليد البحر

بحر بارنتس وكارا هم موطن حيوان الفظ الأطلسي المدرج في الكتاب الأحمر.

هناك فقط القليل من قطعان هذه الحيوانات وبعض منها يتواجد في المناطق البعيدة عن فرانز جوزيف لاند ولكن البعض الأخر في أماكن يمكن الوصول إليها نسبيًا على طول خطوط النقل وفي المواقع حيث توجد خطط لبناء منصات للنفط والغاز ومن الضروري المراقبة بدقة وتحديد المشكلات في وقت مبكر ولتجنب انقراض حيوان الفظ في هذا الجزء من المنطقة القطبية الشمالية.

يمثل بقاء الفقمة القيثارية في البحر الأبيض تحدي أخر على عكس الدببة وحيوانات الفظ حيث لا تعيش الفقميات على الساحل حيث تقع كفريسة سهلة للذئاب والكلاب وحيوانات أخرى مفترسة وظل سكان البشر يصطادون الفقمة القيثارية لفترة طويلة على ساحل المنطقة القطبية الشمالية وكان الفرو الأبيض المنفوش ثمينًا بشكل خاص، حيث يحظر الصيد الآن. كما مات العديد من الفقميات بسبب مرور السفن عبر المناطق التي يعيشون فيها ويتعين على قباطنة السفن الآن تجنب أماكن تجمع الفقميات

تصطاد الفقميات في البحر الأبيض سابقًا من أجل فرو صغار الفقمة وطرق الشحن التي تقطع أماكن تجمع الحيوانات تسببت أيضًا في المشاكل، تواجه الفقميات في الوقت الحاضر مشكلة أخرى: انخفاض الغطاء الجليدي في البحر الأبيض بسبب الاحتباس الحراري يؤدي إلى صعوبة رفع الفقميات صغارهم

يسبب ارتفاع درجة حرارة المناخ مشكلة أخرى للفقميات: فرو صغار الفقميات دافئ جدًا ولكنه ليس مقاومًا للماء لذلك فإن السقوط في الماء أو حتى البرك المتكونة على الجليد لأن ذوبانه يكون قاتلًا بالنسبة لهم: يتجمدون ويمرضون وغالبًا يموتون وفي المستقبل، إذا قلت كميات الجليد إلى حد كبير فمن الضروري العثور على جزيرة محمية يمكن أن ينمو فيها الصغار في أمان.

تتأثر الرنة أيضًا بتغير المناخ، يعني قلة الغطاء الجليدي على الأنهار أن يجد الرعاة صعوبة في توجيه القطعان إلى الاماكن الصحيحة في بداية فصل الشتاء ويمكن لحيوان الرنة السباحة عبر النهر أو المشي عبر الجليد القوي لكنهم لا يمكنهم عبور نهر به ثلج ضعيف.

اختفاء الجليد على الأنهار مبكرًا في العام ويخلق ذوبان تندرا غالبًا عقبات أمام هجرة حيوان الرنة مما يؤدي لموت العديد من الحيوانات

لا يمكننا إيقاف تغير المناخ بسهولة وبسرعة لذلك من الضروري معالجة مثل هذه المشاكل بإزالة الحواجز الأخرى التي من صنع الإنسان على سبيل المثال، بالتأكد من عدم تعارض خطوط الغاز مع هجرة حيوان الرنة ويتم إنشاء خطوط أنابيب في الوقت الحالي في مناطق الأراضي دائمة التجمد فوق سطح الأرض على دعامات خاصة ولا يمكن للغزلان الزحف تحت الأنابيب أو القفز فوقها.

تحتاج لأقسام علويه خاصة لكي تتمكن الحيوانات من المرور أسفل الأنابيب

ذوبان الأراضي دائمة التجمد

يمثل ذوبان الأراضي دائمة التجمد تحديا أكبر (الشكل 6-8-2

عاش الناس في الأراضي دائمة التجمد في منطقة القطب الشمالي منذ آلاف السنين ولكنهم كانوا من الشعوب الأصلية (تشوكشي ونينيتس وياكوت وإيفينك وألبوطيون ويوبيك وإنويت) الذين لم يبنوا منازلهم ولم يؤدي وجودهم إلى إلحاق أضرار بالأراضي دائمة التجمد في المنطقة القطبية الشمالية دائمة التجمد، فوجئوا الروس كثيرًا عندما جاءوا لأول مرة إلى القطب الشمالي ووجدوا أن الأرض تتجمد على عمق عدة أمتار وأن الطبقة العليا تذوب في الصيف فقط وكتب قادة المستعمرين أن الأرض كانت مجمدة وكان من المستحيل زرع القمح

حفر بئر في مدينة ياكوتسك الروسية لمعرفة عمق التربة المجمدة: في 1686، حفرت حفره بعمق 30م ولكنها لم تصل إلى قاع الأرض دائمة التجمد وبعد حوالي 150 عامًا عمل على حفر بئر على عمق 116م لكن الأرض كانت لا تزال مجمدة على هذا العمق

الشكل 6-8-2 ذوبان الأرض دائمة التجمد وجزيرة سبيتسبرغن (النرويج

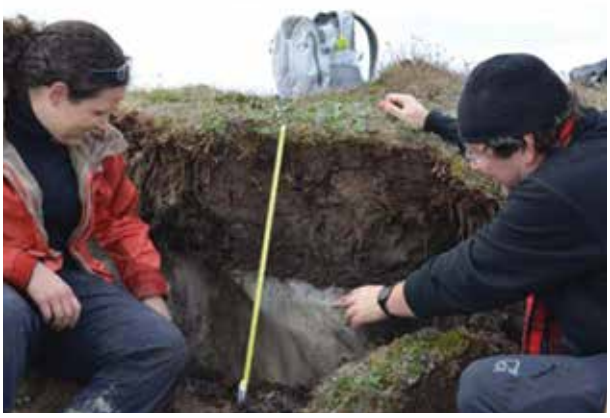
لم تفهم طبيعة الأرض دائمة التجمد إلا في نهاية القرن التاسع عشر عندما وجد أن الأرض دائمة التجمد تعمقت حتي 1500م في بعض الأماكن ولكن الطبقة المجمدة التي تتراوح درجة الحرارة فيها بين 2- و7- درجة مئوية عادةً ما كان سمكها 100 م.

تكون درجة حرارة التربة الفرعية دائمًا بعض درجات فوق الصفر وذلك في الأماكن التي لا يوجد فيها الأرض دائمة التجمد بحيث يمكن وضع أنابيب المياه بأمان وتوجيه المجاري والأنهار الصغيرة عبر الأنابيب والأنفاق حسب الضرورة في المدن والبلدان وتذوب الطبقة العليا من التربة في فصل الصيف ولكن تبقي الطبقات المجمدة في مكانها من عمق 10سم في الشمال إلى 1م على الحدود الجنوبية دائمة التجمد والبناء على التربة دائمة التجمد أمر صعب للغاية بسبب مشاكل مع المؤسسات فلا تحفر الأرض المجمدة ولكن تفتت أو تنصهر ويمكن الحفر والنشر وحتى تفجير الأرض دائمة التجمد ولكن هذا مكلف ويتطلب معدات خاصة

.(تحتوي الأرض دائمة التجمد على كميات كبيرة من الجليد وفي بعض الأحيان طبقات كاملة منه (الشكل 7-8-2

لذا، عندما يذوب الجزء العلوي من التربة الصقيعية في الصيف، فإنها تشكل طبقة "شبهه- سائلة" ضعيفة للغاية، ولا يمكنها دعم المباني أو دعامات الجسور أو خطوط الكهرباء، وتقوم هذه المباني على ركائز متينة، تصل إلى أعماق الأرض المجمدة، لكي تصل إلى مستويات لا يذوب فيها الجليد أبدًا

الشكل 7-8-2 مقطع عمودي من التربة الصقيعية مع طبقات الجليد



تنشأ مشاكل أخرى من حقيقة أن ذوبان الجليد في الصيف متفاوت للغاية؛ حيث التضاريس السطحية ليست مسطحة وطبيعة الأرض قد تتغير بضعة أمتار فقط إلى اليسار أو اليمين، وقد يحدث تراكم المزيد من الماء في مكان معين خلال الموسم الدافئ ولا يمكن أن يهرب تحت الأرض بسبب التربة الصقيعية وعندما يأتي الشتاء؛ يتجمّد الماء المحبوس في الشوائب الدخيلة (العدسات) والطبقات، ويشغل الجليد مساحة أكبر من الماء، لذا تزداد الأرض. وتشكلت المطبات والمخالفات، التي يمكن أن تدمر المباني والطرق (الشكلان: 8-8-2، 9-8-2

الشكل 9-8-2 مبنى تم تدميره بسبب الازدياد غير المتساوي والهبوط فوق التربة الصقيعية

الشكل 8-8-2 مقطع من مسار السكك الحديدية تضررت من آثار التربة الصقيعية

ترتفع التربة الصقيعية مع تغير المناخ وارتفاع درجات الحرارة، إلى مستويات أعمق من أي وقت مضى في الصيف، وقد لا يكون عمق الأكوام التي تم بناؤها من قبل كافيًا وقد تبدأ في "التعويم"، الأمر مما يؤدي إلى اعوجاج المباني وانهيارها

لا تنتهي المشاكل عند هذا الحد، ومع ارتفاع درجة حرارة الجو، قد يؤدي العام الدافئ بشكل خاص إلى ذوبان التربة الصقيعية إلى مستوى أعمق من المعتاد وإلى تسرب المياه المحتبسة، وهذا يُنشأ مساحات فارغة تحت الأرض وهبوط الأرض ودعامات الجسور وخطوط الكهرباء أو حتى مبنى صغير يمكن أن ينهار في الأرض، ويُطلق على هذا التأثير التضريس الحراري، وهو أمر بالغ الخطورة، ولا يمكن التنبؤ بطبيعته الواسعة الانتشار نتيجة الاحتباس الحراري عند تصميم المباني وبناءها في القطب الشمالي في الماضي (الشكلان 10-8-2، 11-8-2

يزيد تسرب الماء إلى الأرض بسبب عمل الإنسان من المخاطر، ويمكن أن يؤدي المزيد من إضعاف التربة الصقيعية بسبب الاحتباس الحراري إلى مشاكل كبيرة في التضريس الحراري ترتبط بالتسرب من أنابيب المياه والصرف الصحي، وهي مشاكل أقل خطورة عندما تكون التربة الصقيعية راسخة. تشمل القواعد التي يلزم اتباعها إزالة الثلوج من الأسقف والمناطق المحيطة بالمبنى قبل أن يذوب، حيث لا ينبغي السماح للمياه باختراق أسفل المبنى.

ما الذي يجب فعله؟ لا يمكننا أن نوقف تغير المناخ بسرعة، ومقدار الضرر التي لحقت بالمباني تزداد بسرعة، وينبغي إنفاق

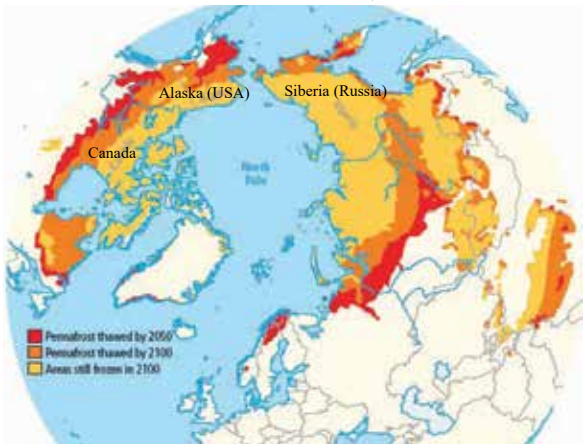
مبالغ ضخمة على التجميد المباشر للتربة وتصميم المباني الأكثر تكلفة، والتي تتكيف مع الظروف الجديدة

الشكل 11-8-2 الركن المنهار لمبنى في ياكوتسك (روسيا

الشكل 10-8-2 مبنى منهار في قرية تشيرسكي (روسيا

يمكن ضمان صيانة التربة الصقيعية في القطب الشمالي بواسطة أجهزة بسيطة نسبيًا؛ في بعض الأحيان تكون قنوات التهوية تحت الأرض كافية: يؤدي الهواء شديد البرودة من السطح لتجميد الأرض وانخفاض درجات الحرارة لدرجة أنه لا يتوفر الوقت اللازم لذوبان الجليد في الصيف، وهذه الطريقة مناسبة بشكل خاص للطرق الموجودة على السدود المرتفعة، ويمكن أن تبقي تربة الجسر متجمدة عن طريق وضع أنابيب قطرها 20 سم، على بعد 50 سم، من أحد جانبي الجسر إلى الجانب الآخر

الشكل 12-8-2 تذوب التربة الصقيعية في المستقبل عبر القطب الشمالي، وتشير المناطق الحمراء إلى مناطق ذوبان الجليد بحلول عام 2050، وذوبان المناطق البرتقالية بحلول عام 2100 والمناطق الصفراء لا تزال مجمدة بحلول عام 2100



يمكن أيضًا تجميد الأرض باستخدام أجهزة تسمى المثعب الحراري - أنابيب رأسية، مغلقة بإحكام عند كلا الطرفين، مع الجزء السفلي في الأرض وارتفاع الجزء العلوي منها من 2 إلى 3 أمتار فوق الأرض (الشكل 13-8-2)، ويتم ملء الأنبوب جزئيًا بسائل تبريد (مبرد)، مثل الأمونيا أو ثاني أكسيد الكربون السائل، يجمد المثعب الحراري الأرض في الشتاء بسبب اختلاف درجة الحرارة بين الأرض الدافئة نسبيًا (بضع درجات تحت الصفر) والهواء، الذي يتراوح بين 20 إلى 40 درجة مئوية، ويتبخر سائل التبريد الموجود في قاع الأنبوب بسبب ارتفاع درجة حرارة التربة، مما يؤدي إلى تبريد التربة، ثم يرتفع بخار المبرد لأعلى ويتكثف في الجو البارد فوق الأرض، ويتدفق بعد ذلك للأسفل وتتكرر العملية، وبالتالي، ينقل المثعب الحراري البارد تحت الأرض، مما يخفض درجة حرارة التربة بمقدار بضع درجات أكثر مما قد يحدث، وهذا يكفي لضمان عدم ذوبان الأرض في الصيف، لا يعمل المثعب الحراري في فصل الصيف، لأن الهواء أكثر دفئًا من الأرض ولا ينتشر سائل التبريد داخل الأنبوب، خلال فصل الصيف تقوم الأنابيب المعدنية بتوصيل الحرارة على الأرض، ولكن هذا التأثير أضعف من التأثير الذي تحقق في فصل الشتاء، وهذه طريقة لتجميد الأرض تحت الطرق ودعامات خطوط الأنابيب، وحتى تحت المباني الكبيرة؛ لكن يتم تركيب المثعب الحراري على مسافة لا تزيد عن متر واحد (الشكل 13-8-2

من الخطأ الاعتقاد بأن المثعب الحراري يقدم حلًا سهلًا لمشكلة ذوبان التربة الصقيعية، ولابد من استبدالها في كثير من الأحيان، ورغم بساطتها فإنها باهظة التكاليف، وتشير التقديرات إلى أن التجميد الدائم للأرض تحت دعم خطوط أنابيب الغاز في روسيا يتطلب إنفاق 10 مليارات دولار أمريكي!

الشكل 14-8-2 الوقوف على الطريق يدعم خفض عمق الأرض

الشكل 13-8-2 الطريق باستخدام المثعب الحراري لتجميد التربة

ليس من الممكن دائمًا ضمان بقاء الأرض مجمدة، وتكنولوجيا التجميد عاجزة في مواجهة العواصف والتآكل الساحلي المكثف، وفي حالات متزايدة، من المستحيل إنقاذ المباني والبنية التحتية والحل الوحيد هو نقل الناس إلى أماكن أخرى. ومن النقاط الهامة الأخرى أن كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري تُطلق من تربة التندرا في عملية ذوبان التربة الصقيعية، مما يزيد من أثر الاحتباس الحراري ويزيد من سرعته

حالات الشذوذ في الطقس في القطب الشمالي

تعلم بالفعل أنه ينبغي أخذ الرياح ودرجة الحرارة في الاعتبار عند تقييم الطقس؛ ويُعتبر البرد القارس بدون رياح أفضل بكثير من العاصفة الثلجية القوية، مما يجعل من المستحيل تقريبًا القيام بأي شيء مفيد في الهواء الطلق - حتى السفر من مكان إلى آخر. العمل في العواصف الثلجية خطير وصعب، وأصبحت الرياح القوية شائعة بصورة متزايدة في المنطقة القطبية الشمالية، مما يتطلب استخدام كميات متزايدة من المعدات الخاصة والملابس ومعدات السلامة والإمدادات لمواجهة العواصف الثلجية الطويلة

ارتفعت مستويات الرطوبة في القطب الشمالي، الأمر الذي أدى في كثير من الأحيان إلى ذوبان الجليد والصقيع، وهذا يعني أن الطرق والجسور وخطوط الكهرباء غالبًا ما تكون مغطاة بطبقة من الجليد مما يؤدي إلى المزيد من الحوادث والانهيارات المتكررة وتتدهور المباني والهياكل بسرعة أكبر بسبب تأثير الماء والجليد على التشققات الصغيرة، ويمكن أن يخترق الماء أكثر الشقوق، ثم يتمدد عندما يتحول إلى جليد، مما يؤدي أيضًا إلى توسيع الشقوق ويذوب الجليد ويتدفق المزيد من الماء ويتجمد الماء الجديد ويتمدد الشرخ أكثر. وكلما تكررت هذه الدورة، كلما تدهور حالة المبنى بشكل أسرع

تتأثر المناطق المنخفضة، مثل شبه جزيرة يامال، بشكل متزايد بفيضانات الربيع القوية، عندما تغمر مناطق شاسعة بالمياه على عمق متر أو أكثر وتشهد مدينة يامال في الوقت الحالي المزيد من تساقط الثلوج وتذوب هذه الكميات الضخمة من الثلوج بسرعة أكبر في الربيع في القطب الشمالي، وتوجد مشكلة أخرى في يامال تتمثل في اختراق مياه البحر إلى المياه الجوفية، مما يؤدي إلى تآكل سريع لقطاعات تحت الارض لجميع أنواع المباني

كيف يؤثر تغير المناخ على الشعوب الأصلية في الشمال؟

تعاني الشعوب الأصلية في القطب الشمالي نتيجة لتغير المناخ، لأن طريقة عيشها وسبل عيشها التقليدية تعتمد بشكل مباشر على الظروف المناخية. إن الصيد وصيد الأسماك وجمع المحاصيل الطبيعية ورعي الرنة توفر للناس الغذاء، وهي المصدر الرئيسي للدخل وهي مهمة للغاية للحفاظ على تقاليد وثقافة هذه الشعوب والأراضي التي يعيشون فيها

يعتبر رعي الرنة جزءًا مهمًا من سبل معيشة سكان الشمال الأقصى وأسلوب حياتهم. ذوبان الجليد بشكل متكرر أكثر بسبب تغير المناخ يعني أن الأرض غالبًا مغطاة بطبقة من الجليد ، مما يجعل من الصعب على الرنة العثور على الأشنات وأكلها. إن ذوبان التربة الصقيعية والتغيرات في ظروف الثلوج والانصهار المبكر لتجميد جليد النهر في وقت مبكر وتجميده يعطل ،طرق هجرة الرنة بين المراعي الشتوية والصيفية. إن التغييرات في طرق هجرة الرنة وتخفيض أعداد الحيوانات البحرية

Fig. 2.8.15. The way of life of the indigenous peoples of the Arctic.

التي يعتبر صيدها جزءًا من طريقة حياة الناس في أقصى الشمال، تُجبر الناس على البحث عن مصادر جديدة للغذاء والدخل

ما الذي يمكن عمله لمساعدة الشعوب الأصلية في القطب الشمالي على التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة؟

1) القيام بحملات إعلامية بين السكان المحليين حول تغير المناخ وعواقبه المحتملة حتى يتمكنوا من الاستعداد لمواجهة التحديات.

2) .تطوير السياحة البيئية في هذه المناطق

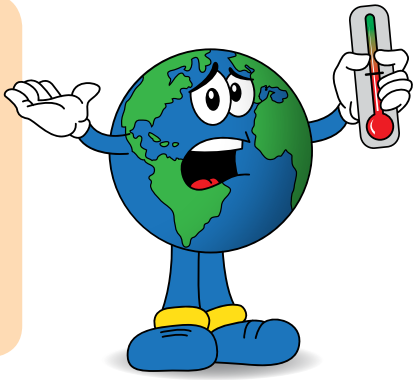
3) رفع توافر الرعاية الصحية في أقصى الشمال، وخاصة في المناطق النائية والقرى، وضمان إمدادات موثوقة من التدفئة والكهرباء.

ماذا عن التأثيرات الإيجابية للمناخ الدافئ؟

من الصحيح أن تغير المناخ في القطب الشمالي يهيئ بعض الفرص. وإنفاق أموالًا أقل على التدفئة، وانخفاض الغطاء الجليدي في المحيط المتجمد الشمالي، يعني أن يمكن استخدامه كطريق بحري بين أوروبا واليابان والصين والعودة. ويلزم بناء البنية التحتية لحركة السفن على طول الطريق البحري الشمالي، بما في ذلك المنارات ومعدات الانقاذ للاستجابة في حالات الطوارئ، والمرافئ التي تمكن السفن من تلاشي العواصف أو الاحتماء بها في حالة ظهور الجليد فجأة

يجلب المناخ غير المستقر بشكل متزايد في منطقة القطب الشمالي والاحترار الشامل أيضًا المزيد من العواصف الثلجية المتكررة والتقلبات المفاجئة في درجات الحرارة

يمكن تخفيض موسم التدفئة، ولكن الطقس الذي لا يمكن التنبؤ به، من المقصود بأننا يجب أن نتعلم ضبط مستويات التدفئة بناءً على درجة الحرارة الحقيقية في الخارج وليس التاريخ التقويمي. وهذا يعني تركيب أجهزة تنظيم على المشعاع، حتى يتمكن السكان من ضبط درجة الحرارة في منازلهم حسب الاقتضاء. ولكن خدمات الإسكان الروسية غير جاهزة لهذا، وسيتطلب ذلك المزيد من العمل والمعدات



يجلب تغير المناخ تأثيرات سلبية بشكل أكبر من التأثيرات الإيجابية في كل مناطق القطب الشمالي.

لخص علماء المناخ وخبراء الاقتصاد ما يلي: التكيف مع ذوبان التربة الصقيعية وتآكل السواحل وجميع العواقب السلبية المحتملة الأخرى المترتبة على تغير المناخ، باهظة التكاليف. لذا فمن المهم إيجاد السبل للحد من الانحباس الحراري العالمي

الأسئلة

1 أين يحدث الاحتباس الحراري بشكل أسرع: في العالم بالكامل أو في القطب الشمالي؟

2 لماذا ترتفع درجات حرارة الجو بشكل أسرع عندما تتفتك حقول الجليد في القطب الشمالي في الربيع للكشف عن المياه الواسعة؟

3 لماذا تتأثر الدببة القطبية بتقلص الكتل الجليدية؟ هل يحتاجون إلى الجليد؟

4 ما هو الخطر الذي يهدد أسود البحر في البحر الأبيض؟

5 لماذا يمثل ذوبان التربة الصقيعية خطورة على المباني؟

6 كيف يؤثر تغير المناخ على حياة السكان الأصليين في القطب الشمالي؟ ما الذي يمكن القيام به لمساعدتهم على التكيف مع الظروف المتغيرة؟

المهام الوظيفية

المهمة رقم 1

غرض التجربة: ملاحظة تغير المياه عندما تتجمد

المواد: زجاجة مُحكمة الغلق ومياه

التجربة: أملئ الزجاجة بالمياه ثم أقفلها وضعها في الفريزر. ماذا يحدث للزجاجة عندما تتجمد المياه؟

لماذا يحدث ذلك؟ ارسم موازٍ للعمليات التي تسببها التربة الصقيعية

المهمة رقم 2

غرض التجربة: ملاحظة تغير الخواص الفيزيائية للمواد عندما تتجمد وتذوب

المواد: بلاستيك أو صندوق ورقي يحتوي على قشدة حامضة

ملاحظة. تربة متجمدة ثم تذويبها لن تكون على نفس الحالة قبل تجميدها. ستظهر طبقات ثلجية فيها التي ستنقسم داخل المياه والتربة عند حدوث ذوبان. يحدث للقشدة نفس الشيء عندما تتجمد أولًا ثم تذوب

التجربة: خذ ورقة أو بلاستيك من القشدة. وضعها في الفريزر. عندما تتجمد القشدة لن تكون قطعة منفردة: ستظهر طبقات ثلجية ستنقسم القشدة الحامضية عند ذوبانها إلى سائل أبيض ومادة بيضاء سميكة.(بعد تحريك هذا الخليط تظهر قطع من القشدة و تكون جاهزة للأكل

9-2 كيف يؤثر تغير المناخ على المدن وصحة الإنسان

يعيش نصف سكان العالم في المدن

منذ زمن سحيق، تم تقسيم السكان البشر في كل دولة ومنطقة جغرافية في العالم إلى سكان المدن والقرى من ناحية، وسكان الريف من ناحية أخرى. ومن الناحية التاريخية، وفرت المدن ظروفًا أفضل للحرف اليدوية، حيث كانت أول مصانع موجودة في المدن، وجرت العادة على اعتباره مكانًا آمنًا للعيش فيه، بسبب الحماية من الجدران. وركز الناس الذين يعيشون خارج المدن والقرى على الزراعة: زراعة المحاصيل وتربية الماشية

الشكل -1-9-2 مدينة برن القديمة في عام 1820

ومع ذلك، منذ نهاية القرن التاسع عشر كان هناك تدفق كبير من السكان إلى المدن والقرى. وتسمى هذه العملية بالتحضر

التحضر هو العملية التي تصبح بها المدن والبلدات مهيمنة في مجتمع ما وهو ناتج عن النمو الصناعي في المدن، وعن تطور وظائفها الثقافية والسياسية وعن تعميق التقسيم الاقليمي للعمل

ارتفعت نسبة سكان العالم نتيجة للتوسع الحضري الذين يعيشون في المدن إلى ما يتجاوز 50% للمرة الأولى (الصورة رقم 2. 9). لذا فإن دراسة المناخ في المدن تشكل أهمية كبرى بالنسبة لنصف سكان كوكبنا على الأقل بحلول عام 2008

الجدول2-9-1 نسبة التوسع الحضاري لإجمالي السكان والمدن الكبيرة للعالم في 2014

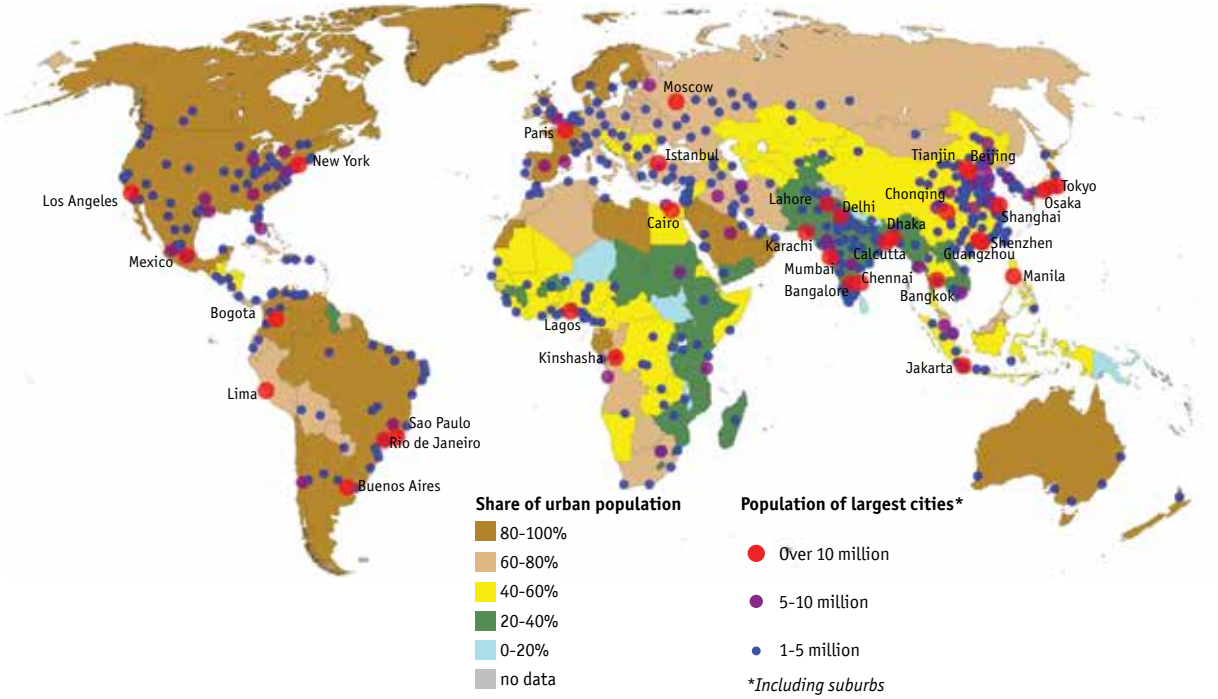


Table 2.9.1.

سكان مدن العالم أكبر من 10 ملايين			
رقم	المدينة	الدولة	السكان(مليون شخص)
1		اليابان	38.1
2		الهند	26.5
3		الصين	24.5
4		الهند	21.4
5		البرازيل	21.3
6		الصين	21.2
7		المكسيك	21.2
8		اليابان	20.3
9		مصر	19.1
10		الولايات المتحدة	18.6
11		بنجلاديش	18.2
12		باكستان	17.1
13		أرجنتين	15.3
14		الهند	15.0
15		تركيا	14.4

الشكل 2-9-3تعد شانغهاى التي تضم اكثر من 25 مليون نسمة اكبر
مدينة من حيث عدد السكان في العالم

لماذا تسمى المدن بالجزر الحرارية؟

:المدن هي مناطق ساخنة بيئية فريدة على الكوكب مع أخذ كلمة "حار" بالمعنى الحرفي

انبعاثات المواد المختلفة من المصانع والسيارات" الركود" في الطبقة السطحية من الغلاف الجوي فوق المدينة يؤدي إلى تأثيرات الاحتباس الحراري وبالتالي يتسبب في ارتفاع درجة حرارة الهواء في المدينة بعدة

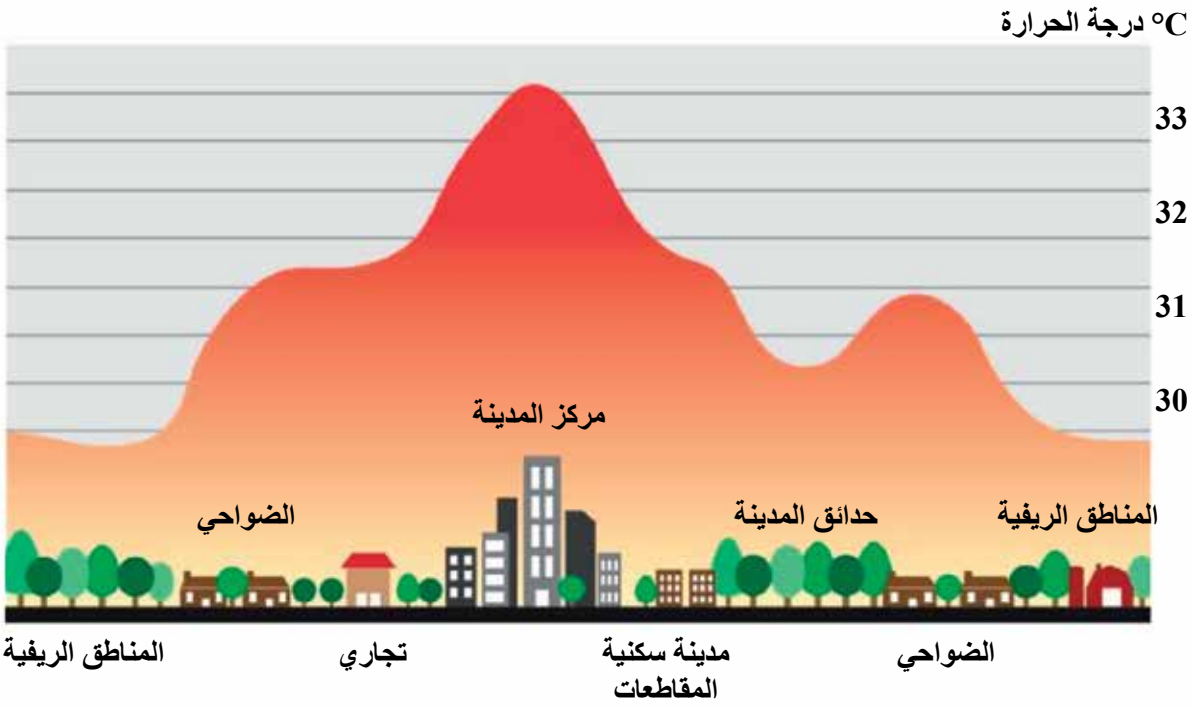
الجزر الحرارية هي مناطق تقع في مركز المدن الكبيرة حيث ترتفع درجة الحرارة أكثر من المناطق النائية. يمكن ملاحظة تأثير الجزر الحرارية الحضرية أكثر في المساء وفي الليل وخاصة في الربيع والخريف عندما يكون الفرق في درجة الحرارة بين وسط المدينة والمناطق النائية قد يصل إلى 10 إلى 15 درجة مئوية

.درجات مقارنة بالأراضي المحيطة بالمدينة ولذلك يطلق العلماء على المدن بحرارة الجزر

.يتكثف تأثير الجزر الحرارية في المناطق الحرارية الحضرية الكبيرة من خلال عملية الاحتباس الحراري

نحن جميعا نعرف عن تأثير الجزيرة الحرارية الحضرية من التجربة الشخصية إذا خرجت من مبنى المدينة في مساء يوم الصيف الساخن فإن درجة الحرارة في الشارع دافئة بما فيه الكفاية للتنزه بالملابس الخفيفة ولكن خارج المدينة ستجد أنها باردة تماما في الهواء الطلق في المساء بدون جاكيت حتى خلال أشهر الصيف الأكثر سخونة وذلك لأن الهواء السطحي في البيئة الحضرية يبرد ببطء أكثر حيث يكون دافئًا بسبب الجدران وأسطح المباني التي غمرتها الحرارة خلال النهار

الشكل 2-9-4 توزيع درجة الحرارة في المدينة (الجزيرة الحرارية الحضارية



الدراسات الأولى لمناخ المدينة

أول من قام بدراسات مناخ المدن هو العالم الإنجليزي لوك (هاورد (1772-1864

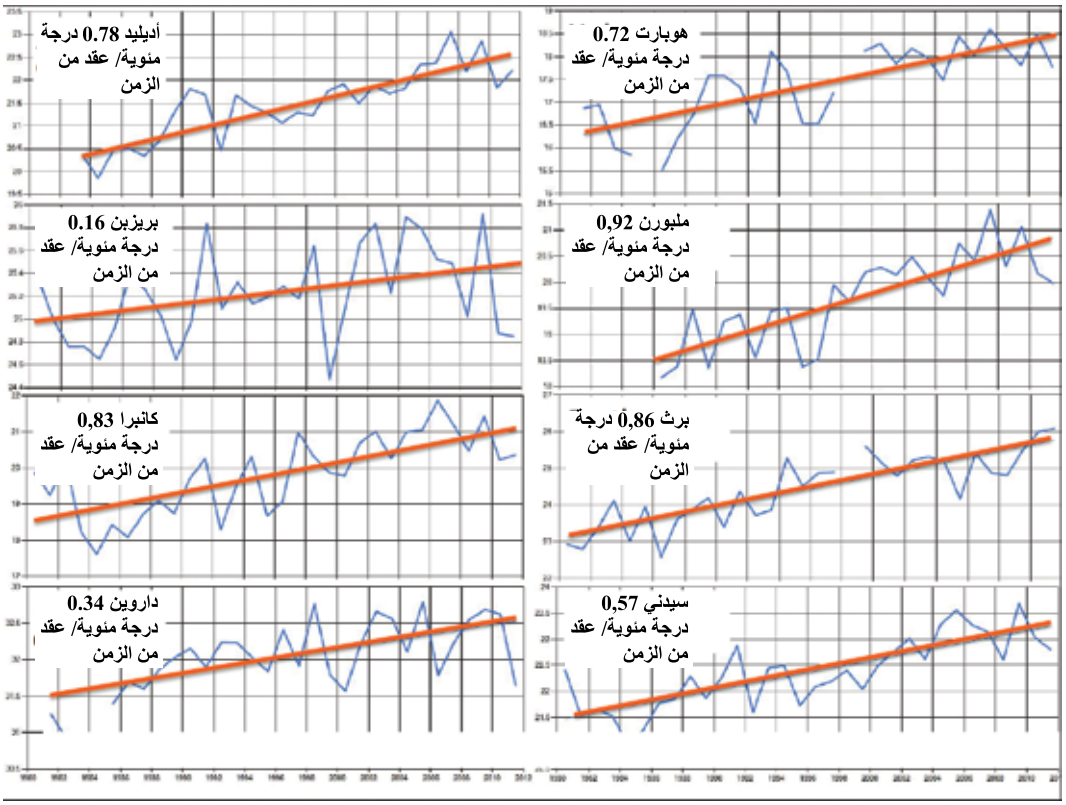
من 1806إلى 1831 أجرى هاورد قياسات يومية للضغط الجوي ودرجة حرارة الهواء والرطوبة وسقوط الأمطار والتبخر في ضواحي لندن ولملاحظاته استخدم تقارير الصحف عن أحداث جوية محددة ولم يكن هاورد يعتزم دراسة المناخ المحدد في لندن بل إجراء دراسات عامة عن المناخ باستخدام لندن كأساس لملاحظاته ولكن الأهمية الخاصة لدراساته وما يجعله مؤسس علم المناخ الحضري كانت محاولاته للمقارنة بين بيانات قياسات الأرصاد الجوية الخاصة به وبيانات قياسات الأرصاد الجوية التي أجرتها الجمعية الملكية في موقع في وسط لندن وكشفت المقارنة عن ما يشير إليه الباحثون في العصر الحديث باسم "تأثير الجزيرة الحرارية الحضرية

كيف يؤثر تغير المناخ على صحة سكان المدن؟

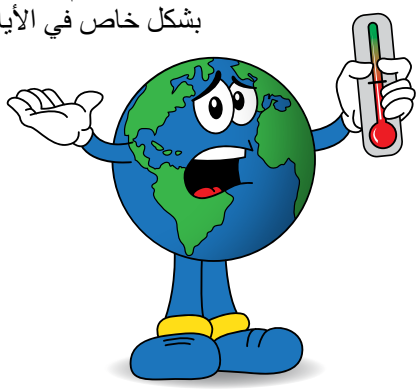
يُؤثر تغير المناخ بشكل كبير على حياة الإنسان وصحته، وعلمنا بالفعل أن صحتنا تعتمد على السلوك السليم والوراثة والمهنة والبيئة والحصول على الرعاية الصحية، ولكن أصبح من الواضح في الوقت الحالي أن هذه الصحة تعتمد أيضًا على تغير المناخ.

يُعتبر تغير المناخ ملحوظ بشكل خاص في المدن، وأغلبها في المدن الكبرى. على سبيل المثال، كانت الزيادة في درجة حرارة الهواء في موسكو خلال القرن الماضي أكثر من 2 درجة مئوية، في حين كانت الزيادة في متوسط درجات الحرارة العالمية خلال نفس الفترة 1 درجة مئوية فقط. ترتفع درجة حرارة الهواء أيضًا بسرعة في المدن الرئيسية الأخرى حول العالم (الشكل 2-9-5

الشكل 2-9-5 التغير في متوسط درجة الحرارة اليومية السنوية القصوى في المدن الأسترالية الكبرى في الفترة 1980-2014. الاتجاه الخطي، الزيادة كل عقد من الزمن



يتوقع خبراء منظمة الصحة العالمية أن يتسبب الاحتباس الحراري في أن تصبح فترات الطقس شديدة الحرارة في المدن أكثر تواترًا وشدة وطويلة الأمد، ومن المعروف جيدًا أن التقلبات في الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة يمكن أن تجعل الظروف المعيشية في المدن غير مريحة، وهناك حالات أكثر من أي وقت تحدث فيه الحرارة المفرطة في المدينة خسائر فادحة بين كبار السن والأطفال الصغار والأشخاص الذين يعانون من سوء الحالة الصحية، ويرافق الحرارة الشديدة تركيزات عالية من حبوب اللقاح والجسيمات الأخرى التي تسبب الحساسية والربو؛ يتعرض الأشخاص الذين يعيشون ويعملون في وسط المدينة والأشخاص الذين تتطلب وظائفهم قضاء الكثير من الوقت خارج المنزل (عمال الطرق وعمال البناء، وما إلي ذلك) للخطر بشكل خاص في الأيام الحرارية



تُعتبر ليالي الصيف الحرارية في المدينة خطيرة بشكل خاص على الصحة، وإذا استمرت الموجة الحرارية لأكثر من أسبوع، تؤدي إلى مشاكل في القلب بل وحتى إلى الوفاة بين كبار السن والأشخاص الذين يعانون من حالة صحية سيئة، وأودت الحرارة الشديدة التي شهدتها أوروبا في صيف عام 2003 بحياة 50,000 شخص

التنبؤ في الوقت المناسب بموجة حرارة قادمة له أهمية كبيرة، حيث أنه يعطي الطاقم الطبي فرصة للتحضير، وتوصي المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بأن تعطى هذه التنبؤات بالإنذار قبل يومين على الأقل من بدء فترة الحرارة الشديدة بالفعل.

اتخذت الولايات المتحدة وكندا وفرنسا وبعض الدول الأخرى بالفعل خطوات للتصدي للتحديات التي يفرضها تأثير الجزر الحرارية في سياق الاحتباس الحراري؛ على سبيل المثال، دعت مدينة فيلادلفيا في الولايات المتحدة إلى إنشاء نظام المساعي الحميدة" أثناء موجات الحر: حيث تقدم وسائل الإعلام تقارير منتظمة عن الظروف الجوية المتغيرة وتقدم المشورة بشأن كيفية تجنب الأمراض المرتبطة بالحرارة، ويُنشر رقم خط الهاتف الساخن في الصحف ويُعرض أيضًا على شاشة كبيرة مع رؤية عالية في وسط المدينة، وتستوعب خدمات الطوارئ الطبية وإدارات مكافحة الحرائق موظفين إضافيين، ويتم توفير أماكن خاصة مكيفة الهواء لكبار السن، الذين يتم إحضارهم إلى هناك عن طريق خدمة نقل خاصة مجانية للراحة من الحرارة

يمكن أن تسمى درجات الحرارة التي يعتبرها الناس من المناخ الأكثر سخونة أنها طبيعية موجة حرارة في المناطق الأكثر برودة إذا كانوا خارج النمط المناخي الطبيعي؛ في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، يختلف تعريف الموجة الحارة حسب المنطقة. وفي الولايات الشمالية الشرقية، يتم تعريفها عادةً على أنه ثلاثة أيام متتالية حيث تصل درجة الحرارة إلى 90 درجة فهرنهايت (32.2+ درجة مئوية) أو تزيد عنها، وفي كاليفورنيا، حيث يكون المناخ أكثر سخونة، تكون درجة الحرارة عتبة أعلي تبلغ 100 درجة فهرنهايت (37.8 درجة مئوية) لمدة ثلاثة أيام متتالية أو أكثر، وتصدر خدمة الأرصاد الجوية الوطنية تحذيرات حرارية وتحذيرات الحرارة المفرطة عند توقع فترات غير عادية من الطقس الحار

احتياطات يتعين اتخاذها في الطقس الساخن

ارتداء الملابس المصنوعة من الأقمشة الطبيعية: تساعد هذه الملابس على منع السخونة الزائدة عبر السماح للبشرة بالتنفس.

احتفظ بزجاجة ماء معك، ويُفضل أن تكون المياه غير باردة جدًا، ويقوم الشخص بشرب ما لا يقل عن 3 لترات من الماء في اليوم في الطقس الساخن.

ابقي بعيدًا عن أشعة الشمس المباشرة قدر الإمكان؛ ودرجة حرارة الشمس شديدة السخونة من منتصف النهار حتى الساعة 16:00 تقريبًا، لذا حاول البقاء في الداخل خلال هذه الفترة.

ارتد دائمًا قبعة أو غطاء رأس.

لا تشتري منتجات قابلة للتلف: تتضاعف البكتيريا بسرعة كبيرة في درجات الحرارة العالية، لذلك هناك خطر التسمم الغذائي الحاد.

تناول الكثير من الفواكه والخضروات وأنواع السلطة المختلفة والشوربات الباردة.

تجنب الأطعمة الزيتية والمالحة.

لا تبالغ في ممارسة الرياضة والتدريب البدني.

ابق مسترخيًا: يزيد أي توتر عصبي من خطر الإصابة بضربة شمس وسكتة دماغية اضطرابات القلب والأوعية الدموية.

لا تجلس مباشرة تحت مكيف الهواء: الفرق في درجة الحرارة بين الشوارع الحرارية وغرفة مكيفة الهواء كبيرة جدًا، ويمكن أن تسبب التقلبات في درجة الحرارة إلي الإصابة بنزلات البرد والالتهاب الرئوي.

يؤثر تغير المناخ تأثيرًا سلبيًا على صحة الإنسان (الشكل 6-9-2)، وانتشرت الأمراض المعدية الخطيرة، مثل التهاب الدماغ والملاريا إلى مناطق لم تكن موجودة فيها من قبل، وتصبح فترة السنة التي يكون فيها خطر الإصابة أطول

يُعتبر التهاب الدماغ المحمول بالقراد هو عدوى فيروسية؛ حيث يدخل الفيروس جسم الإنسان من لدغه من القراد المصابة، وتعيش القراد التي تحمل الفيروس الرئيسي في مناطق تايغا وغابات سيبيريا وجزر الأورال والشرق الأقصى لروسيا؛ ولكن في الآونة الأخيرة كان يوجد عدد متزايد من حالات الإصابة في الجزء الأوسط من روسيا الأوروبية وشمال غرب ومنطقة فولغا، ويجري تسجيل حالات التهاب الدماغ الذي تحمله القراد في أجزاء من روسيا الأوروبية، حيث لم يحدث ذلك من قبل قط، ويعزو العلماء هذا إلى ظاهرة الاحتباس الحراري.

يُفضل الطقس الأكثر دفئًا في الشتاء والربيع انتشار القراد: فهي أكثر عُرضة للبقاء على قيد الحياة في الشتاء، ومن الممكن أن تتكاثر بسرعة في فصل الربيع، وعادةً ما يكون جزء صغير فقط من كل أنواع القراد المصابة بالتهاب الدماغ، ولكن يستلزم الزيادة في العدد الإجمالي من القراد زيادة عدد الأفراد المصابين

إن الملاريا (يأتي أصلها من الكلمة الإيطالية "الملاريا" ويُقصد بها "الهواء السيء")، والمعروفة أيضًا بحمى المستنقع، وهي عبارة عن مرض معد ينتقل إلى البشر من خلال لدغات بعوض الملاريا، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع معدلات الإصابة بالحمى الشديدة، ويعتمد انتقال الملاريا على وجود بعوض الملاريا في منطقة معينة ودرجات الحرارة المحيطة، حيث يمكن أن يتطور العامل الفيروسي الذي يسبب المرض في البعوض.

يوجد مرض الملاريا عادة في البلدان الاستوائية، ويوجد هناك في المرتفعات: المرض أقل شيوعًا في المرتفعات، حيث تؤدي درجات الحرارة الباردة إلى إبطاء البعوض وتطوير الطفيل داخلها.

عندما يصبح المناخ أكثر دفئًا، تنتقل حدود المنطقة التي تحدث فيها الملاريا إلى مناطق مناخية أكثر اعتدالًا من خط الاستواء والشاقة، ويتزايد موسم الملاريا (الوقت من العام حيث من المرجح أن يحدث تفشي المرض) لمدة أطول،

الشكل 6-9-2 آثار تغير المناخ على صحة الإنسان

تُشكل الفيضانات أيضا تهديدًا غير مباشر على صحة الإنسان، حيثُ أن الفيضانات تعطل إمدادات المياه والصرف الصحي، مما يزيد من خطر الإصابة بالأمراض المعوية؛ كذلك، عندما تحدث الفيضانات في بعض أنحاء العالم، تجلب معها ثعابين سامة وتماسيح، كما حدث أثناء الفيضانات التي حدثت في أستراليا عام 2011.

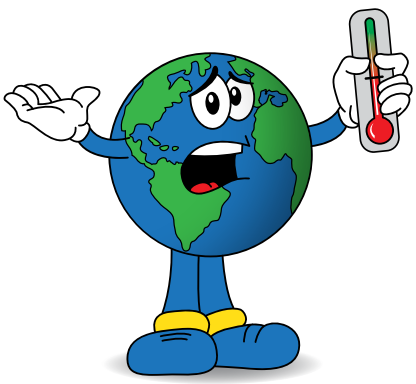
كما يمكن أن يؤدي التغير في البيئة وأنماط الحياة إلى إثارة الإجهاد النفسي والاكتئاب؛ ربما لاحظت أنك في بعض الأحيان، عندما يكون الطقس سيئًا، لا تريد الذهاب إلى أي مكان أو القيام بأي شيء؛ فكيف يشعر الأشخاص إذا كان الطقس السيئ يحدث بشكل متقطع؟

كيف يؤثر تغير المناخ على الاقتصاد الحضري؟

يمكن أن تؤدي أحداث الطقس القاسية إلى تعطيل النقل والكهرباء وإمدادات المياه في المدن، وقد تغمر الفيضانات المباني والطرق والسكك الحديدية والموانئ والمطارات، وتؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى تدهور أسرع لأسطح الطرق، الأمر الذي يتطلب المزيد من الإصلاحات المتكررة وتتسبب درجات الحرارة المفاجئة في فصل الشتاء في تكوين الجليد الذي يدمر خطوط الكهرباء وترك المنازل والمدارس والمستشفيات والشركات دون كهرباء.

قد يتمكن سكان الدول الشمالية من خفض تكلفة تدفئة منازلهم مع ارتفاع درجة حرارة الهواء في الموسم البارد، ولكن تواجه المدن في دول الجنوب تكاليف أعلى، حيث توجد حاجة أكبر إلى مكيف الهواء في الصيف.

درس العلماء تأثير التغير المناخي على المدن بقدر أعظم من العمق أثناء العقد الماضي مثل هذه الدراسات ضرورية، لأن الفهم الصحيح للعواقب المحتملة للاحتباس الحراري من شأنه أن يمكن من التعويض عن بعض التكاليف؛ على سبيل المثال، من الممكن التعويض جزئيًا عن تكاليف إزالة الأضرار الناجمة عن الفيضانات من خلال توفير المدخرات اللازمة للتدفئة في الشتاء



الأسئلة

1 هل يعيش معظم سكان العالم في المدن أم خارج المدن؟

2 ما الأماكن الأكثر دفئً المدن أم ضواحي المدن؟

3 لماذا تكون الجزر الحرارية ضارة بصحة الإنسان؟

4 ما هي الآثار السلبية للاحتباس الحراري على صحة الإنسان؟

5 ماهي الاحتياطات اللازم اتخاذها بالنسبة للطقس الساخن؟

المهام وظيفية

المهمة رقم 1 إذا أردت قضاء العطلة الصيفية في الريف قم بترك مقياس الحرارة بالخارج في الظل على مستوى ارتفاع الشخص أعلى سطح الأرض ثم دون درجة الحرارة التي تظهر في الصباح الباكر(قبل بدء الشمس في رفع درجة حرارة الجو)، قارنها بالتنبؤ بدرجات الحرارة الليلي في أقرب مدينة كبيرة في نفس اليوم. هل الأرقام مختلفة؟ لماذا ا؟

المهمة رقم 2 استخدم الكتب الدراسية والمرجعية والانترنت، اكتشف ودون كيف يمكنك مساعدة أحد يعاني من ضربة الشمس وحروق الشمس والصقيع والحساسية الشديدة لحبوب اللقاح أو أحد تعرض للقرص من حشرة. ماهي الاحتياطات اللازمة لحماية صحتك فترة ارتفاع درجة الحرارة؟

9-2 تأثير التغير المناخي..... مشكلات اجتماعية

ذلك العالم المختلف: الدول المتقدمة والنامية

هناك أكثر من 200 دولة في العالم وتختلف الدول فيما بينها باختلاف موقعها الجغرافي والإقليم والبيئة الطبيعية والمناخ وعدد السكان والاقتصاد ومستوى المعيشة. وكل ذلك الاختلاف يتأثر بالتغير المناخي وكما تختلف قدرة هذه الدول في التكيف مع مشكلات المناخ الجديدة.

"تنقسم الدول إلى مجموعتين كبيرتين حسب مستوى تقدمهم: لذلك أطلق عليهم "دول متقدمة" و "دول نامية

الدول المتقدمة هي الدول غنية نسبيًا تتمتع بظروف معيشية مواتية واقتصاد قوي حيث الصناعة والخدمات ويلعب القطاع المالي دور رئيسيًا. ويتمتع الأشخاص الذين يعيشون في هذه الدول برعاية صحية جيدة وتعليم وفرص عمل مُرضية ودخل كبير نسبيًا يُمكنهم من إنفاق المال في المطاعم والتسوق والسفر. تشمل مجموعة الدول المتقدمة الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وأستراليا ونيوزيلاندا ودول أوروبا واليابان وسنغافورا وهونج كونج وإسرائيل وبعض دول شرق أوروبا مثل روسيا بما يسمى "الاقتصادات التي تمر بمراحل انتقالية" التي تمثل مجموعة فرعية من مجموعة الدول المتقدمة

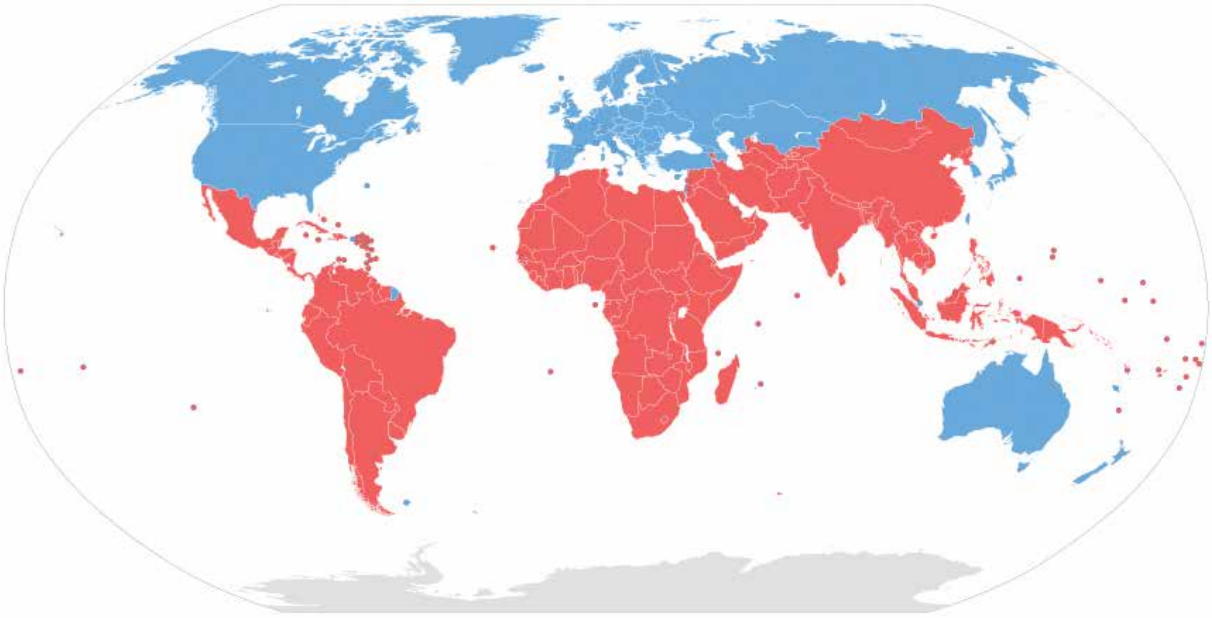
الدول النامية هي التي بدأ اقتصادها ينمو فقط في الوقت الحالي ولا يزالوا يعتمدوا بشكل كبير على الصناعات التقليدية مثل زراعة المحاصيل وتربية المواشي والتعدين. لديهم مستوى معيشة منخفض ونظام رعاية صحية منخفضة وبرامج اجتماعية قليلة للسكان وفرص قليلة للتعليم والتوظيف

هناك تباين شديد بين مجموعة الدول النامية.

وتشمل الاقتصادات الناشئة (الدول الحديثة العهد بالتصنيع) مثل الصين والهند وكوريا الجنوبية وتركيا وبرازيل والأرجنتين والمكسيك وأخرى واللحاق سريعًا بالدول المتقدمة بفضل النمو السريع في الإنتاج الصناعي، كافة الأشياء التي نستخدمها يوميًا مثل الملابس والأحذية والأطباق والأثاث والأجهزة والألعاب صُنعت في هذه الدول خاصة الصين. تحتل الصين المكانة الثانية بعد الولايات المتحدة في مستوى السلع والخدمات التي تُنتجها كل عام.

على ناحية أخرى هناك 48 دولة تُحتسب دول أقل نموًا في العالم وتشمل الدول الجزرية الصغيرة والدول الجبلية غير الساحلية بالإضافة إلى دول ذات أقاليم مكتظة وظروف مناخية غير مواتية وهذه الدول فقيرة جدًا واقتصادهم ضعيف وشعوبهم وظروفهم المعيشية معرضة لخطر الكوارث الطبيعية معظم الدول الأقل نموًا تقع في أفريقيا وآسيا وأفقرها هي بورندي والكنغو وليبريا وسيراليون وملاوي وأثيوبيا وتنزانيا وبنجلاديش و زامبيا. الفقر في هذه الدول مروعة لمعظم السكان التي تعيش بأقل من دولارين لليوم الواحد. الشعوب التي تعاني من نقص الطعام ومياه شرب نقية والمستشفيات والمدارس ولا تستطيع حكومات هذه الدول أن توفر الضمان الاجتماعي ومعاشات لمواطنيها لذلك تلجأ الأسر في إنجاب المزيد من الأطفال لتساعد والديها للاعتناء بشئون العائلة والعمل في مجالات وتدعمهم في سن الكبر كما أنهم يعانون من فقر الصرف الصحي ونقص الطعام ومياه صالحة للشرب بالإضافة إلى نقص في العيادات والمستشفيات وهذا يعني موت الأطفال قبل نموهم لذلك إنجاب العديد من الأطفال طريقة لضمان أن يبقى بعضهم على الأقل على قيد الحياة. يعيش حوالي 800 مليون فرد (11% من سكان العالم) في دول فقيرة من العالم لكنها تساهم بنسبة 1% من الاقتصاد العالمي

شكل 2-10-1
دول الشمال (الأزرق) دول الجنوب(الأحمر



التقسيم بين الشمال- الجنوب

غالبًا ما يتم تقسيم الدول المتقدمة والنامية تقريبًا بين "الشمال" و "الجنوب". من السهل معرفة السبب من نظرة على خريطة العالم (الشكل 2.10.1): تقع جميع الدول المتقدمة تقريبًا (باستثناء أستراليا ونيوزيلندا) في المنطقة المعتدلة في نصف الكرة الشمالي، بينما تقع الدول النامية بشكل أساسي تقع في جنوب خطوط العرض

عدم المساواة الاجتماعية

بلغ عدد سكان العالم 7 مليارات، في أكتوبر 2011، ويعيش الغالبية العظمى من سكان العالم "5.9 مليار، أو 84 ٪ من المجموع" في الدول النامية، و 16 ٪ فقط أو 1.1 مليار شخص (ما يسمى "المليار الذهبي") يعيشون في الدول المتقدمة، وفي الوقت نفسه، يستهلك 16٪ من الناس في الدول الغنية نصيب الأسد من الإنتاج العالمي، لذلك يُعد نصيب الأشخاص الذين يعيشون في الدول المتقدمة من انتاج الغازات الدفيئة في العالم (ما يسمى بآثار الكربون) أعلى بكثير من نصيب الأشخاص في الدول النامية، لأن استهلاك الناس في الدول الغنية يتطلب كمية كبيرة من الموارد والطاقة، وعلى سبيل المثال، نحتاج إلى موارد أكثر بـ 3.5 أضعاف للحفاظ على حياة المواطن الأمريكي العادي أكثر من الحفاظ على حياة المواطن العادي للأرض، ويستخدم المواطن الأمريكي أكثر من تسعة أضعاف المتوسط الهندي، وبالتالي يتحمل المليار الذهبي المسؤولية الأكبر عن عواقب تغير المناخ

تُعد الفجوة بين نوعية حياة الأغنياء والفقراء في العالم هائلة، ويعتبر متوسط الدخل في أغنى 20 دولة أعلى 37 مرة من دخل في أفقر 20 دولة، ولذلك مقابل كل 100 دولار من الدخل الذي يتلقاه المواطن العادي في أوروبا أو الولايات المتحدة، يحصل مقيم في نيبال أو إثيوبيا على 2.5 دولار أمريكي فقط، ويتجاوز دخل أغنى 500 شخص في العالم إجمالي الدخل لأفقر 416 مليون شخص على هذا الكوكب

يُعد الأسوأ من ذلك كله، أن معدلات المواليد المرتفعة للغاية في الدول النامية تعني أن معدل نمو السكان فيها أعلى بـ 3.5 مرة من معدل النمو في الدول المتقدمة، ويتضاعف عدد سكان العديد من أفقر الدول في إفريقيا وآسيا في أقل من 40 عامًا، وبالتالي تزداد أعداد أفقر الناس على هذا الكوكب

تُعد الفجوة بين الأغنياء والفقراء في العالم هائلة، ويستهلك الأشخاص في الدول المتقدمة، الذين يمثلون 16٪ فقط من سكان العالم، الجزء الأكبر من الإنتاج العالمي وأكثر من 70٪ من إجمالي الطاقة، بينما يعيش حوالي 2.5 مليار شخص في جميع أنحاء العالم بأقل من دولارين في اليوم، ويفتقر مليار شخص إلى مياه الشرب النظيفة، و 500 مليون شخص على هذا الكوكب ليس لديهم ما يكفي من الطعام

سيكون من الخطأ الاعتقاد بأن الفقر يقتصر على الدول أقل نموًا، حيث يوجد في الدول الغنية أيضا المناطق المتخلفة وأناس فقراء، وفي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، أفادت التقديرات إلى أعداد الفقراء بحوالي 46 مليون شخص في عام 2010، أو حوالي 15 ٪ من إجمالي السكان، وفي ألمانيا، يعيش ما يقرب من واحد من كل سبعة أشخاص، أو حوالي إجمالي 11.5 مليون شخص، على خط الفقر أو تحته، غالبًا ما يكون الأشخاص الأكثر فقرًا في الدول المتقدمة هم الأشخاص الذين أتوا إلى هناك للعمل من الدول النامية، وكذلك الأشخاص الذين يعيشون في المناطق الريفية والمدن الصناعية المتدهورة ، حيث يتم إغلاق المناجم والمصانع لأنها لا تحقق أرباحًا.

لكن أوضاع الأشخاص الفقراء الأمريكيين والأشخاص الفقراء الأفريقيين مختلفان تمامًا! يُعتبر خط الفقر في الولايات المتحدة دخلًا سنويًا قدره 22,000 دولارًا أمريكيًا لأسرة مكونة من أربعة أشخاص، أو حوالي 15 دولارًا أمريكيًا يوميًا للشخص الواحد، ويعد هذا حقًا القليل جدًا في ضوء ارتفاع أسعار السلع الأساسية في الولايات المتحدة الأمريكية، لكن بالنسبة إلى الأشخاص الفقراء الأفريقيين، يبدو الفقير الأمريكي بإقامته الخاصة مع مرحاض وحمام مثل روكفلر

تمثل أوجه عدم المساواة في ظروف المعيشة - التوزيع غير المتكافئ للدخل والفرص بين سكان كوكبنا - بعضًا من أكثر المشكلات الاجتماعية الملحة في العالم اليوم، وكما ذكر بشكل صحيح في تقرير التنمية البشرية لعام 2013 لبرنامج الأمم المتحدة للتنمية: 'لكل شخص الحق في أن يعيش حياة مرضية وفقًا لقيمه وتطلعاته، ولا ينبغي الحكم على أي شخص بحياة قصيرة أو بائسة لأنه أو هي ينتمي إلى الطبقة أو الدولة "الخطأ" أو المجموعة أو العرق "الخطأ" أو الجنس "الخطأ"، وللأسف، تغير المناخ يزيد من مشكلة عدم المساواة الاجتماعية ويعقد مهمة التغلب على الفقر

تغير المناخ يجعل المشاكل الاجتماعية للأسوأ

لقد رأينا بالفعل كيف تعاني كل منطقة ودولة في العالم من تأثير تغير المناخ، لكننا رأينا أيضًا كيف أن بعض هذه المناطق – المناطق أو الدول الساحلية أو القطبية أو الجبلية أو الزراعية - تتأثر أكثر بآثار تغير المناخ من غيرها، ويحدث هذا لأن أسلوب حياة السكان المحليين واقتصادهم يعتمدون بشكل كبير على الظروف الطبيعية والمناخ، بحيث يؤدي أي تغيير إلى مشاكل كبيرة للاقتصاد والمجتمع.

يعتمد الأشخاص في الدول والمناطق الفقيرة بشكل أساسي على الزراعة في كسب عيشهم، لذلك فإن أي جفاف أو فيضان أو إعصار، يمكن أن يحرم هؤلاء الأشخاص على الفور من مصدر دخلهم الوحيد، وليس فقط الدول مثل بنغلاديش وهايتي وتشاد من بين أول الدول التي شعرت بآثار تغير المناخ، ولكنها تفتقر أيضًا إلى الأموال والموارد الكافية للتصدي للمخاطر المحتملة.

يؤثر تغير المناخ في الدول الفقيرة تأثير كبير بشكل خاص على النساء، اللواتي يكونون مسئولين بشكل رئيسي على تربية الأطفال، ورعاية المرضى والمسنين وإطعام أسرهم وزراعة المحاصيل وجمع المياه والوقود، وتتأثر كل هذه المهام تأثرًا خطيرًا بتغير المناخ.

في مناطق أخرى، حتى في الدول مرتفعة الدخل، قد يكون الأطفال الصغار وكبار السن والأشخاص ذوو الإعاقة معرضين لخطر خاص لأن صحتهم تعتمد اعتمادًا كبيرًا على الظروف الجوية

وتُعد أكبر مظاهر الظلم أن الأشخاص الأقل مسؤولية عن الاحتباس الحراري العالمي، هم نفسهم من يعانون أكثر من غيرهم نتيجة لذلك

الهجرة بسبب تغير المناخ

يتسبب تغير المناخ في هجرة عشرات الملايين من الناس هربًا من آثار العواصف والجفاف والفيضانات، ووفقا للإحصاءات، بحلول عام 2010 يوجد أكثر من 40 مليون شخص في العالم ابتعدوا عن منازلهم لأسباب تتعلق بتغير المناخ، ووفقًا للتوقعات، من الممكن أن يصل عددهم إلى 200 - 250 مليون بحلول عام 2050

الشكل 2-10-2 الأحياء الفقيرة في ريو دي جانيرو (البرازيل)

تشمل المناطق المهددة بالهجرة الجماعية دلتا نهر الميكونغ وجبال نهر الجانج في جنوب شرق آسيا، وتُعد هذه مناطق زراعية مكتظة بالسكان، لكن توقع ارتفاع منسوب المياه في هذه الأنهار بمقدار 2 متر، والذي سيؤدي إلى فيضان مساحات واسعة من الأراضي الصالحة للزراعة، وسيضطر الأشخاص الذين يعملون في هذه المناطق إلى البحث عن أماكن جديدة للعيش والعمل

ستجبر حالات الجفاف أو الفيضانات المتكررة، التي تترتب عليها عواقب وخيمة على الزراعة، العديد من الناس في المناطق الريفية على الانتقال إلى المدن بحثًا عن عمل، وتؤدي هذه الهجرة إلى إنشاء أحياء كاملة من المهاجرين الفقراء، وتعتبر مناطق فقيرة تعاني من سوء الصرف الصحي وارتفاع معدل الجريمة.

يرحل عدد متزايد من الناس من جزر البحر الكاريبي، ويتركون منازلهم بسبب العواصف المدارية والأعاصير المدارية المتكررة حيث لا تتمتع أي دولة في المنطقة (باستثناء الولايات المتحدة الأمريكية وكوبا) بالقدرة على مواجهة الظروف المناخية الأكثر قسوة

يوضح الشكل 2-10-3 معسكر للمهاجرين أجبروا على مغادرة منازلهم بسبب الجفاف الشديد (الصومال، 2011).

يوضح الشكل 2-10-4 آثار إعصار حيان (يولاندا) (الفلبين، 2013

استضافت أستراليا ونيوزيلندا المهاجرين بسبب المناخ من دول أوقيانوسيا، وتتلاشي جزر أرخبيل توفالو وكيريباتي الواقعة بالقرب من أستراليا تدريجيًا تحت الأمواج مع ارتفاع منسوب المياه في المحيط، ويمارس المدافعون عن البيئة في أستراليا الضغوط على حكومتهم لتخصيص حصة خاصة لهؤلاء اللاجئين من ضغوط المناخ، واتفقت حكومة جزر المالديف مع سريلانكا وبالمثل على إعادة توطين شعبها إذا كان هناك خطر وشيك يتمثل في اختفاء سلسلة الجزر هذه تحت سطح البحر

تتألف جزيرة كيريباتي بشكل أساسي من جزر مرجانية، والتي لا يذيد ارتفاعها عن مترين فقط فوق مستوى سطح البحر في المتوسط، بحيث يؤدي ارتفاع منسوب البحر إلى إغراقها وذلك خلال الخمسين عامًا القادمة، وقررت حكومة الجزر وذلك في عام 2012 شراء الأراضي في جمهورية فيجي، حيث يتمكن مواطني كيريباتي إعادة التوطين إذا كانت منازلهم معرضة لخطر الاختفاء تحت سطح البحر

قررت حكومة الجزر شراء الأراضي في جمهورية فيجي وذلك في عام 2012، حيث يمكن إعادة توطين سكان الجزر التي ربما تختفي بسبب ارتفاع منسوب البحر

صراعات جديدة

يمكن حدوث نزاعات خطيرة بين الناس وهذا يُعد المتسبب فيه تغير المناخ، لا سيما بشأن قضايا حقوق الأرض وندرة المياه والهجرة المناخية.

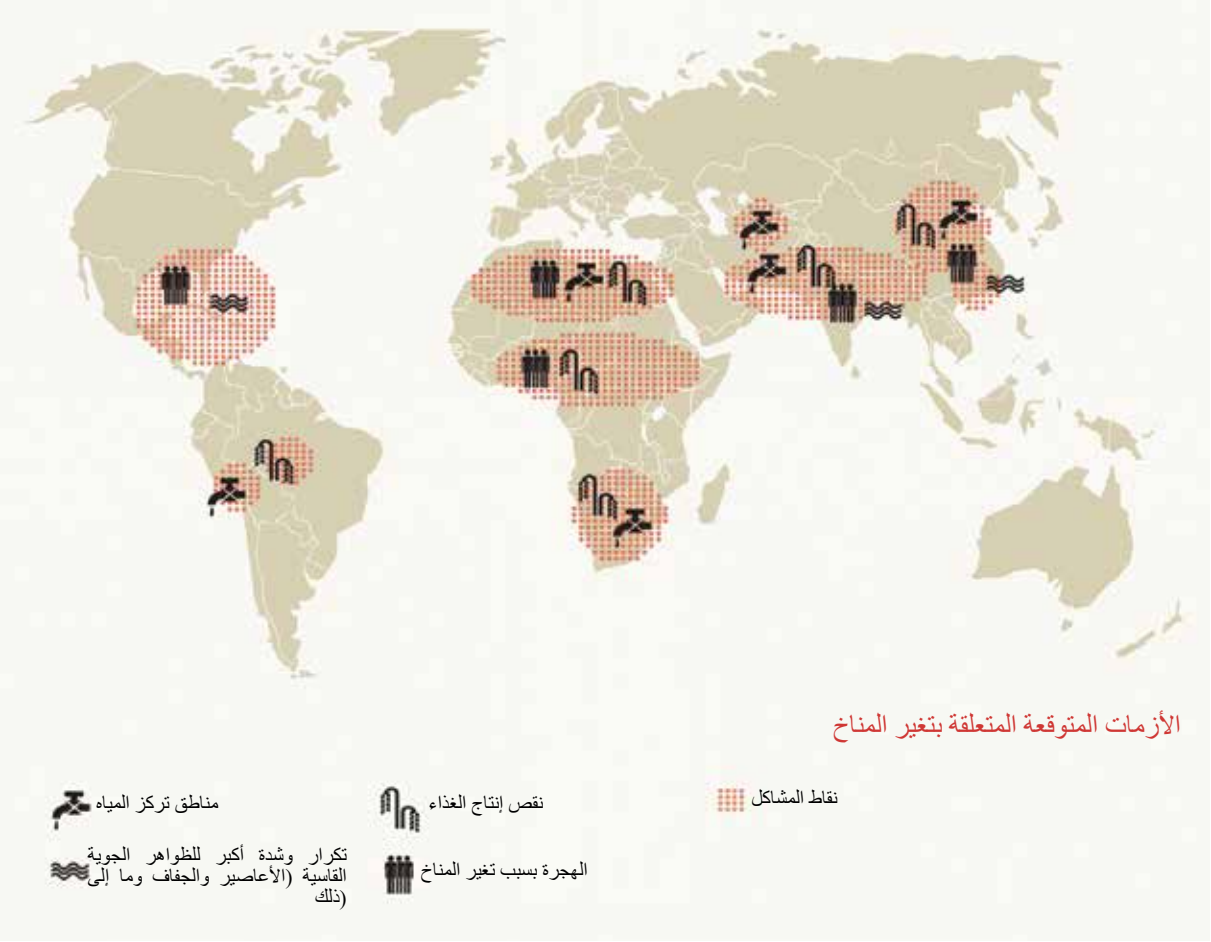
تُظهر الخريطة الآثار الاجتماعية المحتملة لتغير المناخ في مناطق مختلفة من العالم في الشكل 5-10-2، فالمناطق ذات اللون الأحمر معرضة بشكل خاص لخطر النزاعات المتعلقة بتغير المناخ، تعتبر هذه المناطق مهددة بموجات الجفاف الطويلة ونقص المياه وارتفاع منسوب مياه البحر وملوحة التربة و تلف المحاصيل والافتقار إلى الطاقة وغيرها من العوامل التي يمكن أن تثير الأزمات السياسية والاجتماعية، وذلك فضلًا عن زيادة تدفقات الهجرة

التعاون الدولي لتقديم المساعدة الاجتماعية

لأجل تقديم المساعدة لأضعف فئات المجتمع هناك حاجة إلى برامج خاصة من أجل الحد من المخاطر الاجتماعية الناشئة عن تغير المناخ، ويعتبر التدريب وإعادة التوجيه المهني للأشخاص الذين يعيشون في المناطق الريفية على نحو غير مربح ضمن هذه البرامج، وأيضًا منحهم مهنة بديلة للزراعة بمعنى مشاريع لإعادة توطين سكان المناطق المهددة، وايضًا إيجاد وظائف جديدة.

إنشاء العديد من الصناديق والأدوات المالية لمساعدة الدول النامية على التغلب على المشاكل الاجتماعية المرتبطة بالآثار الضارة لتغير المناخ، وتُعد الجهات الرئيسية حكومات الدول المتقدمة والشركات الكبرى والمنظمات الدولية وخاصة الأمم المتحدة.

يوضح الشكل 5-10-2 مجالات الأزمة المحتملة المتعلقة بتغير المناخ



الأسئلة

1 كيف تتميز الدول المتقدمة عن الدول النامية؟

2 هل يعيش معظم سكان العالم في دول المتقدمة أو النامية؟

3 أي الدول هي الأكثر عُرضة لتغير المناخ؟ لماذا؟

4 لماذا يعتبر فقراء العالم هم الأكثر عرضة لتحمل عواقب آثار تغير المناخ
ما هي المشاكل الاجتماعية التي تتفاقم نتيجة لتغير المناخ؟

5 لا تستطيع الحيوانات والنباتات التكيف مع التغيرات السريعة في المناخ،
ولكن ماذا عن حال الناس في التأقلم؟

المهام الوظيفية

المهمة رقم 1 نركز على أفضل 20 دولة من حيث التنمية الاقتصادية على خريطة العالم، وتم تلوينها باستخدام اللون الأخضر، وتسليط الضوء في نفس الخريطة على 20 دولة رئيسية من خلال كميات انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري (يمكن العثور على البيانات في ويكيبيديا) ولونها باللون الأحمر.

هل هناك الكثير من المصادفات؟ كم عدد الدول الرائدة في العالم التي أصبحت الآن دولة ذات لون بني أي "البني الغامق"، وهو ما يشير إلى أنها تلحق أشد الضرر بمناخ الأرض؟

وضح لماذا تتحمل هذه الدول المسؤولية الأكبر عن التغير المناخي المستمر؟

المهمة رقم 2 تخيل أنك تعمل لصالح صندوق دولي يخصص أموالًا لمشاريع مكافحة عواقب تغير المناخ، فما المشاريع التي ستساهم في تمويلها الدول الفقيرة المقام الأول وقبل كل شيء؟

كيف نوقف التغيُّر المناخي الخطير؟

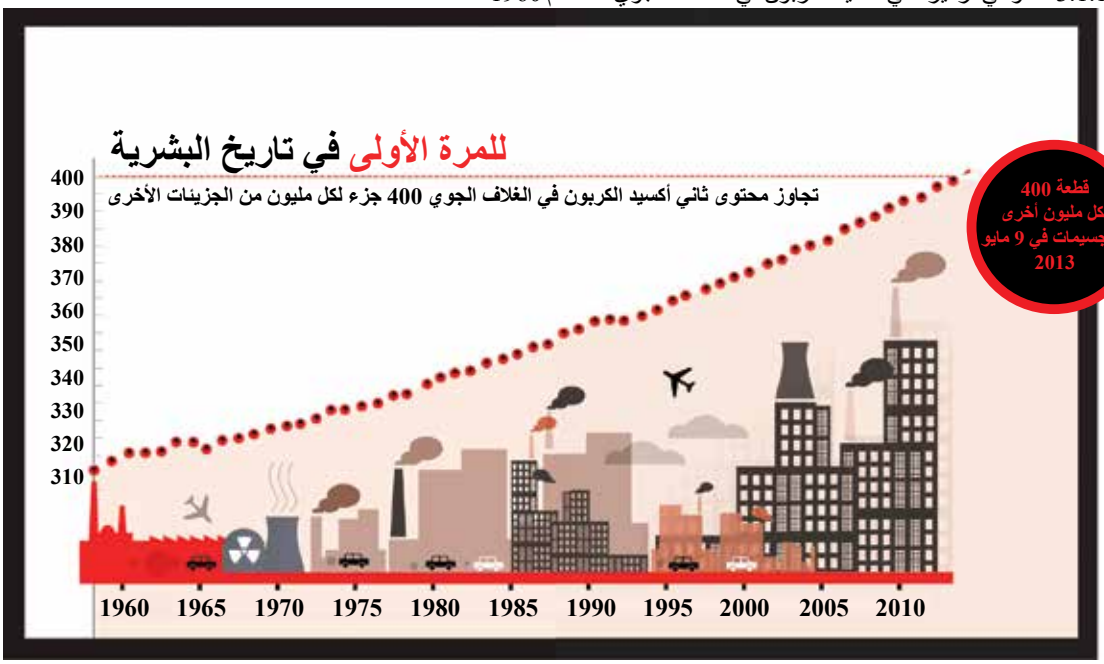
الجزء 3

.3	كيف نوقف التغيُّر المناخي الخطير؟	169
1.1.3	"مصادر الطاقة "الخضراء	170
1.1.3	ما هي الطاقة؟	170
2.1.3	مصادر الطاقة الرئيسية	171
3.1.3	الوقود الأحفوري	172
4.1.3	الطاقة النووية	176
5.1.3	مصادر الطاقة المتجددة	178
6.1.3	مزايا وعيوب مصادر الطاقة المختلفة	190
2.3	الكفاءة في استخدام الطاقة وتوفير الطاقة	196
1.2.3	وسائل النقل الصديقة للبيئة	200
2.2.3	الأجهزة المنزلية والكهربائية	205
3.2.3	البناء الأخضر. المباني النشطة والخاملة	208
4.2.3	المدن الخضراء	212
3.3	البصمة الكربونية	217
4.3	كيف يمكنني مساعدة الكوكب؟ الحد من انبعاثات الكربون	221
5.3	التعاون الدولي بشأن التغير المناخي والتنمية المستدامة	231

3 كيف نوقف التغيُّر المناخي الخطير؟

كما تعلم، فإن كمية الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي تزايدت بسرعة هائلة في السنوات الأخيرة الماضية (الصورة 3.1.1). واختلف المحتوى الطبيعي لغاز ثاني أكسيد الكربون في آخر مئات الآلاف من السنين (والتي تضمنت فترات من الاحترار الجليدي والتبريد الجليدي)؛ حيث تراوح المستوى بين 180 إلى 300 جزيء من ثاني أكسيد الكربون لكل مليون من الجزيئات الأخرى. وفي عام 2013، تجاوز مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مقدار 400 جزء لكل مليون للمرة الأولى منذ 800000 سنة على أقل تقدير

الشكل 3.1.1 النمو في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي منذ عام 1960



يسهم جميع من على الكوكب في التغير المناخي الحالي من خلال إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي عاماً بعد عام. نحن المستخدمون للسلع والخدمات التي يتطلب انتاجها الطاقة، وهذه الطاقة تأتي بمجملها من الوقود الأحفوري غير المتجدد (النفط، الفحم الحجري، الغاز الطبيعي). ويمثّل انتاج السلع والخدمات ما نسبته 75% من جميع انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالأنشطة البشرية.

كيف يمكن أن تخفّض البشرية من تركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي؟ هناك عدة طرق أساسية للقيام بذلك.

تتمثل الطريقة الأولى في التحوّل إلى مصادر الطاقة الصديقة للمناخ. وإذا قمنا بمقارنة الأنواع المختلفة من الوقود الأحفوري، نجد أن أقلها إضراراً بالبيئة هو الغاز الطبيعي.

لكن هل من الممكن انتاج الطاقة دون اللجوء لاستخدام الوقود الأحفوري إطلاقاً؟ منذ قديم الزمان والناس يستخدمون حرارة الشمس وطاقة الرياح والمياه الجارية والكتل الحيوية، وهذه جميعها مصادر متجددة للطاقة. وتسمح لنا التكنولوجيا الحديثة باستخدامها على نطاق أوسع

أما الطريقة الثانية للتقليل من انبعاثات الغازات الدفيئة هي من خلال تقليل استهلاكنا اليومي من الطاقة، ويمكن تحقيق ذلك باختراع آلات أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة وتغيير ممارساتنا.

وتتمثل الطريقة الثالثة في استغلال النباتات لمساعدتنا؛ حيث يستطيع الإنسان التقليل من كمية غازات الدفيئة في الغلاف الجوي من خلال الحد من إزالة الغابات وزراعة نباتات جديدة حيث تمتاز النباتات بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون.

1.1.3 مصادر الطاقة "الخضراء

1.1.3 ما هي الطاقة؟

كل ما هو موجود في العالم -سواء كان من صنع الطبيعة أو البشر- قد صنع باستخدام الطاقة. ومن أجل الحصول على أي شيء، وأي شكل من أشكال الطاقة، فإنه ينبغي علينا الحصول عليه من مكانٍ ما.

خذ على سبيل المثال لوح الشوكولاتة. لقد وصل إلى المتجر من المصنع حيث عمل أناسٌ على انتاجه وتغليفه. وللقيام بذلك، استخدموا حبوب الكاكاو والسكر اللذان تم احضارهما للمصنع من الحقول حيث يعمل أشخاص آخرون على زراعة حبوب الكاكاو وقصب السكر. جميع الأشخاص الذين عملوا على تصنيع الشوكولاتة الخاص بنا كانوا بحاجة لتناول الطعام وشراء الملابس لأنفسهم. جميع الآلات والأجهزة التي استخدمت لصنع لوح الشوكولاتة مصنوعة من مواد (الصُلب والبلاستيك، إلخ) جاءت من معادن (خام الحديد، إلخ) مأخوذة من الأرض، وتلك الآلات تعمل بواسطة الطاقة. لذلك فإن كل ما لدينا صُنع باستخدام الطاقة! حتى أنفسنا، حيث كنا أجنّة صغاراً ونمونا باستخدام طاقة المركبات الكيميائية!

إذن، هل يُعقل أننا نأخذ من الطبيعة باستمرار دون أن نردّ لها شيئاً في المقابل؟ بالطبع لا! نحن نحوّل الطاقة التي نحصل عليها إلى أشكال أخرى ونعيدها للطبيعة. لذلك فإن الطاقة لا تفنى، لكنها تغيّر حالتها. يطلق على فرع العلوم الذي يدرس أكثر القوانين العامة لتحوّل وانتقال الطاقة الميكانيكية والحرارية اسم "الديناميكا الحرارية"، ويعدّ قانون حفظ الطاقة هو القانون الأول في الديناميكا الحرارية.

تخبرنا قوانين الديناميكا الحرارية الأخرى أنه لحظة تغير حالة الطاقة يُفقد جزء منه ويتبدد ولا يمكن "إعادة جمعه".

لننظر كيف يستهلك الناس الطاقة اليوم. لماذا يعد استهلاك الطاقة والتغير المناخي مترابطان بشكل وثيق؟

وهل تستطيع البشرية استخدام الطاقة لتغيير الحياة على الأرض بأكملها، وجعلها خضراء ومزدهرة وسعيدة؟ والأهم من ذلك، هل يمكننا جميعاً البدء في العمل نحو هذا التغيير اليوم؟

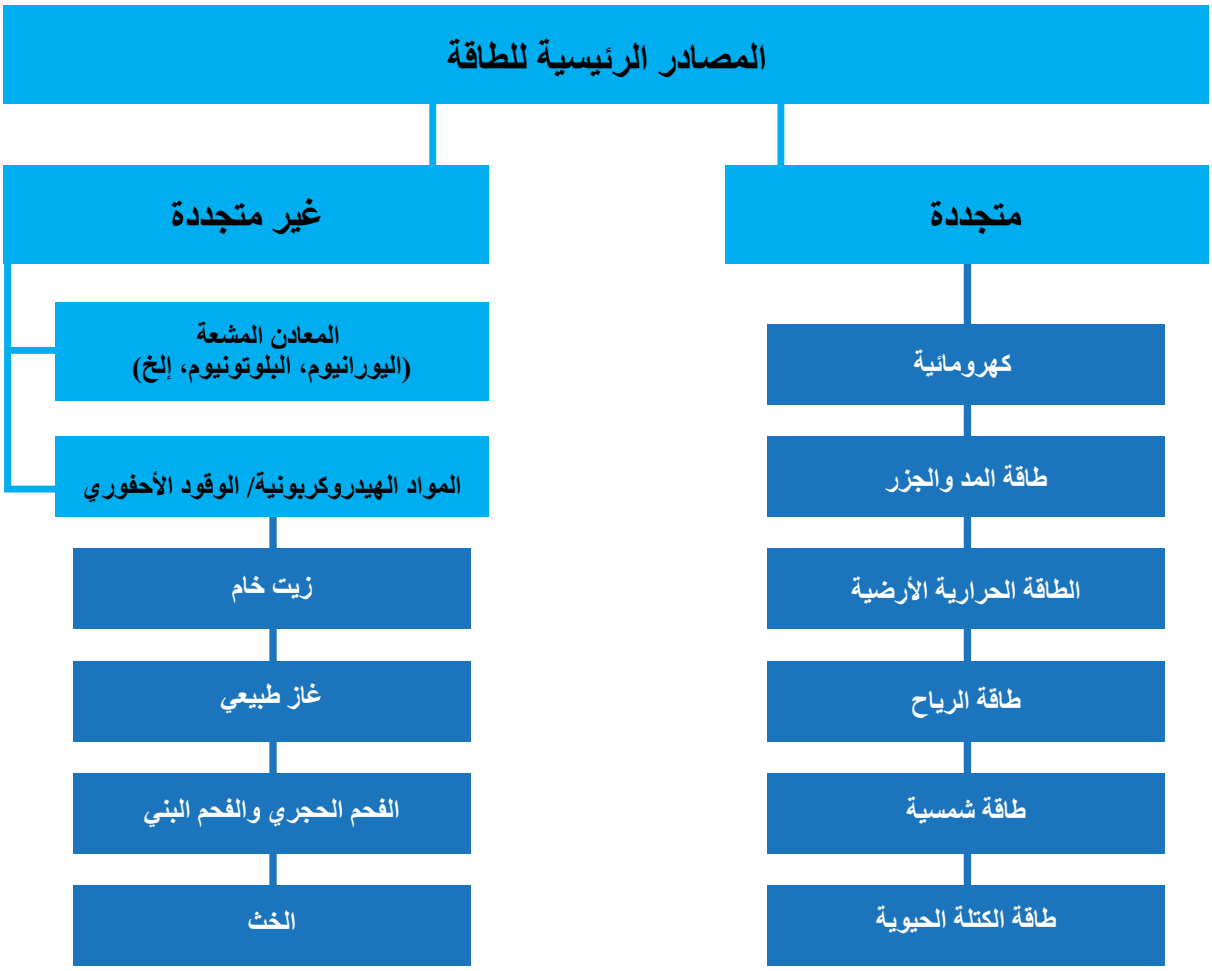
2.1.3 مصادر الطاقة الرئيسية

استخدم الناس الطاقة منذ الأزل، حيث بدأ العلماء التفكير في هذه العملية منذ العصور القديمة عندما بدأوا دراسة أبسط أشكال الطاقة: الطاقة الميكانيكية، التي أطلقوا عليها اسم "القوة الحية". وتوالى اكتشاف أشكال أخرى من الطاقة تدريجياً: الطاقة الكهربائية، والكهرومغناطيسية، والحرارية، والنووية. ومنذ اكتشاف أشكال الطاقة الجديدة، بدأ الناس يبحثون عن مصادرها وطرق الاستفادة منها.

نحن نستخدم في حياتنا اليومية عدد كبير من الأجهزة. أجهزة التلفاز والحواسيب والثلاجات والتي تعمل جميعها بفضل الكهرباء التي يتم تحويلها إلى منازلنا وتعتبر نوع الطاقة الأكثر شيوعاً لدينا. ولكن، من أين تأتي؟

تعلّم الإنسان صنع الكهرباء من خلال تحويل أشكال الطاقة التي عثروا عليها في الطبيعة. تنقسم مصادر الطاقة على كوكبنا عادةً إلى مجموعتين رئيسيتين: غير متجددة (او التقليدية) ومتجددة (او البديلة) (الشكل 2.1.3)

الشكل 2.1.3 المصادر الطبيعية الرئيسية للطاقة



تُنتج أو تستبدل مصادر الطاقة غير المتجددة في الطبيعة بشكل أبطأ من استهلاك الإنسان لها. المصادر الرئيسية للطاقة غير المتجددة هي الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي والبتموس ويطلق عليها جميعاً اسم "المواد الهيدروكربونية" أو "الوقود الأحفوري". كما تشمل مصادر الطاقة غير المتجددة المعادن المشعة (اليورانيوم، البلوتونيوم، وغيرها) والتي تستخدم لتوليد الطاقة النووية

تستمد مصادر الطاقة المتجددة طاقتها من العمليات التي تحدث في الطبيعة باستمرار. يمكن أن توفر أشعة الشمس، والرياح، والمياه الجارية، والأمطار والمد والجزر والحرارة المتدفقة من الأرض كميات هائلة من الطاقة. علاوةً على ذلك، هذه المصادر لا تنضب عملياً: لن تنفذ إلا في المستقبل البعيد عند إتمام نظامنا الشمسي دورة حياته. كما تعد الكُتَل الحيوية (ألياف النباتات، روث الحيوانات، والفحم الناتج عن الخشب، والذي كان يستخدم على نطاق واسع في الماضي) مصدر للطاقة المتجددة حيث أنها تستبدل بشكل سريع في الطبيعة

3.1.3 الوقود الأحفوري

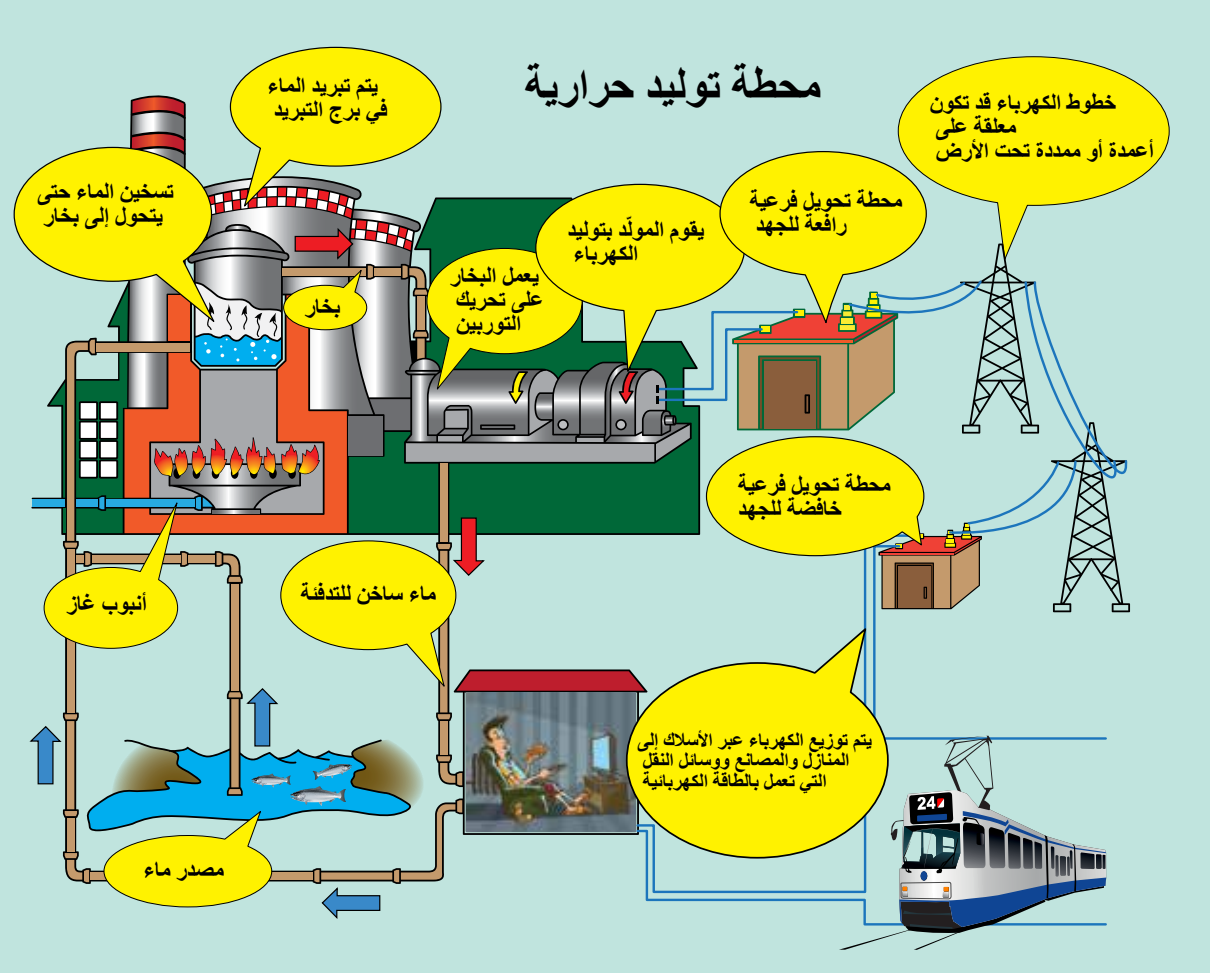
ينتقل تطور الكائنات الحية على كوكبنا من البسيط للمعقد. كانت الأرض في وقتٍ ما مأهولة بكائنات بسيطة ونباتات تمتص طاقة الشمس وتحولها إلى كتلة حيّة؛ داخل أنفسها. ولا زالت آثار وجودها بيننا اليوم: لم تختفِ الطاقة التي جمعتها أشكال الحياة هذه او "أسلافنا"، بل لا زالت قائمة فيما نسميه اليوم "الوقود الأحفوري"؛ وهي مواد تشكّلت من بقايا الكائنات الميتة. النفط الخام والغاز الطبيعي والفحم الحجري والبتموس، تعتبر كلها وقوداً أحفورياً.

إن الوقود الأحفوري إرث الكائنات الحية التي سبقتنا على الأرض ويجب علينا التعامل معها باعتدالٍ وامتنان. علينا تذكُر أن لا إرث غير محدود. إذا أنفقناه بدون تفكير، لن يكون لدينا شيء لنتركه لأبنائنا.

يمكن لاحتراق الوقود الهيدروكربوني- الفحم أو النفط أو الغاز الطبيعي- انتاج الكهرباء. تُجهّز غرفة محرّك المحطة الحرارية بمرجل "بويلر" ويعمل احتراق الوقود على تسخين المياه في هذا القدر ويحولها إلى بخار ماء. يجعل ضغط البخار الناتج عن بخار الماء شفرة التوربين تدور، ومن ثم يدفع التوربين المولّد الذي يولّد تيار كهربائي. ويتم نقل الكهرباء إلى المنازل وغيرها من المنشآت من خلال خطوط الكهرباء. (الشكل 3.1.1)

مصادر الطاقة الهيدروكربونية (الوقود الأحفوري) هي النفط الخام، والفحم الحجري، والغاز الطبيعي (بما في ذلك الغاز الصخري المنتج من تكوينات الفحم الحجري والصخر الزيتي)، والنفط الصخري وغيرها من المواد والمعادن القابلة للاشتعال التي تنتج من خلال التنقيب السطحي والتنقيب تحت الأرض. يتشكل الوقود الأحفوري من بقايا الكائنات الحية على مدى ملايين السنوات في قشرة الأرض. ويؤدي احتراقها إلى استخراج واستهلاك طاقتها الحرارية

الشكل 3.1.3 آلية عمل محطة التوليد الحرارية



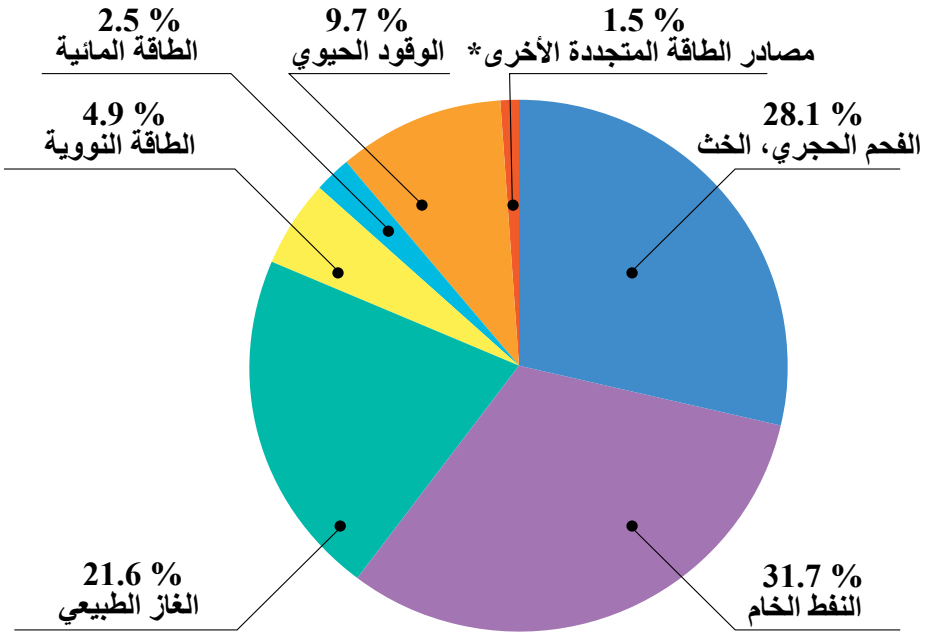
وُجد أنه يمكن دمج انتاج الكهرباء بكفاءة مع تسخين الماء الذي يتم نقله عبر الأنابيب إلى أنظمة التدفئة والمياه الساخنة في المباني السكنية والمستشفيات والمدارس والروضات والمنشآت الصناعية وغيرها من المرافق. تدعى هذه المحطات بمحطات التوليد المشترك "CHP".

في بعض الأحيان يكون غير عملي ان يتم نقل المياه الساخنة من محطات التوليد المشترك إلى مجمعات الشقق السكنية، وفي تلك الحالة يتم بناء غرفة مرجل يتم فيها استخدام الوقود لتسخين المياه لأنظمة التدفئة الخاصة بالمباني المحلية.

أصبح استخدام الوقود الهيدروكربوني شائعاً إلى حد ما مؤخراً فقط، وتحديداً في بداية الثورة الصناعية. وقبل ذلك بعدة آلاف من السنين، كان الخشب والطاقة الشمسية والرياح والماء هم أكثر مصادر الطاقة شيوعاً بالرغم من أن الوقود الأحفوري كان يُستخدم في بعض الأماكن.

أما اليوم، يمثل الوقود الأحفوري 81.4% من إجمالي الطاقة المستهلكة في العالم وينقسم استخدامه كالتالي: 31.7% للنفط، 28.1% للفحم الحجري، و21.6% للغاز الطبيعي. (الشكل 4.1.3)

الشكل 3.1.4 استهلاك العالم للمصادر المختلفة للطاقة في عام 2017



**مصادر الطاقة المتجددة الأخرى: الرياح، الشمسية، الحرارية الجوفية، الحرارة منخفضة الدرجة، إلخ

هناك جانبان سلبيان رئيسيان لاستخدام مصادر الوقود الهيدروكربونية؛ أولاً، هي ليست مصدر لا ينضب وبدأت احتياطات العالم منه تنفد بالفعل خاصةً احتياطات النفط والغاز. وثانياً، ينبعث من احتراق الغاز والطبيعي والنفط وخصوصاً الفحم الحجري كميات هائلة من الملوثات والغازات الدفيئة التي يمكن أن تكون ضارة بالمناخ والبيئة وصحة الإنسان.

لقد رأينا أن الغازات الدفيئة ليست مضرة بحد ذاتها بصحتنا، لكن تراكمها في الغلاف الجوي يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري الذي يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة العالمية وغيرها من التغيرات المناخية

متى بدأ الناس باستخدام الوقود الأحفوري؟

تم افتتاح أقدم منجم للفحم في العالم في هولندا في عام 1113. لكن هناك أدلة تثبت أن الناس استخدموا الفحم الحجري والليجنايت والخُث كمصادر للوقود في الماضي البعيد.

وكان يتم بالفعل استخراج الفحم في العديد من مناطق أوروبا خلال العصور الوسطى. وأصبح أرخص ثمناً من الخشب وبات يستخدم في الحياة اليومية بشكل متزايد حتى من قبل الأسر الفقيرة. لكن نظراً لعدم احتواء المنازل في ذلك الوقت على مداخن، كانت الغرف تمتلئ بالدخان اللاذع بما يجعل التنفس صعباً.

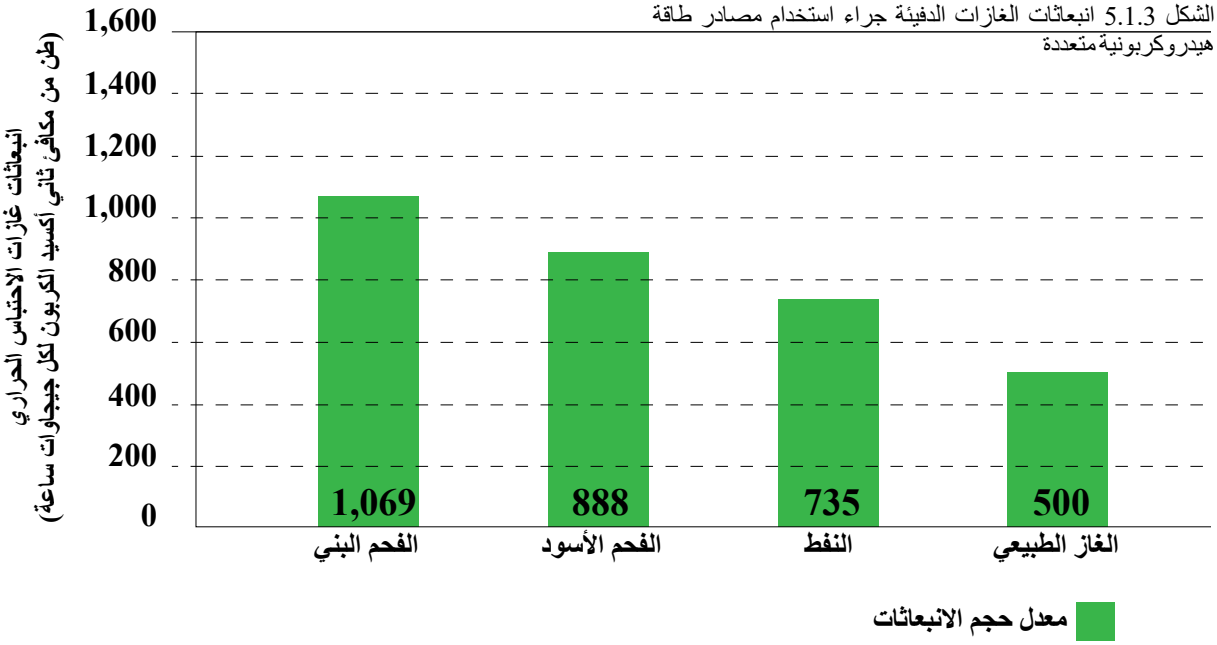
ازداد استهلاك الفحم الحجري بشكل حاد في بداية الثورة الصناعية

وبحلول القرن التاسع عشر، كان يتم استخراج 700 مليون طن من الفحم سنوياً. ثم تحوّل اهتمام الناس للنفط. كان النفط الخام معروفاً للبشرية منذ القِدم. ومع هذا، لم يتم البدء باستخدامه كوقود إلا في منتصف القرن التاسع عشر بعد أن اكتشف الكيميائي الأمريكي بنيامين سيليمان أنه يمكن الحصول على الكيروسين من النفط الخام. وكان السبب وراء الطفرة التي تلت ذلك أيضاً هو اكتشاف طريقة جديدة لاستخراج النفط، والمتمثلة في حفر عميق . للآبار بدلاً من حفر بسيط للآبار

.وقد بدأ استخدام الغاز الطبيعي على نطاق واسع كوقود في القرن العشرين

وأظهرت حسابات العلماء أن حرق الوقود الأحفوري من أجل انتاج الطاقة يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري بشكل هائل. لذلك يجب على البشرية التقليل من استهلاك الوقود الهيدروكربوني واستخدام مصادر الطاقة أقل اضراراً بالبيئة من أجل الحفاظ على المناخ

الشكل 5.1.3 انبعاثات الغازات الدفيئة جراء استخدام مصادر طاقة هيدروكربونية متعددة



الجدول 1.3

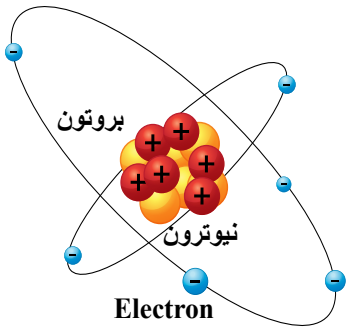
انبعاثات الملوثات إلى الغلاف الجوي من محطات الطاقة التي تستخدم مختلف أشكال الوقود الأحفوري في الاتحاد الأوروبي (غرام/ جيجا جول				
نوع الوقود الأحفوري	غبار	أول أكسيد الكربون (CO)	أكاسيد النيتروجين (NOx)	ثاني أكسيد الكبريت (SO2)
الفحم البني	3,254	89	183	1,361
الفحم الأسود	1,203	89	292	765
النفط	16	16	195	1,350
الغاز الطبيعي	0.1	15	93	1

4.1.3 الطاقة النووية

لا تنتج محطات الطاقة النووية أي انبعاثات غازات دفيئة تقريباً. فهل من الممكن أن تكون الحل لمشكلة التغيّر المناخي؟

مع مرور الوقت، بدأ العلم يدرس بُنية المادة بشكل أعمق. أولاً، وُجد أن جميع المواد تتكون من العديد من الجسيمات المتشابهة تسمى بالجزيئات. ثم اكتشف أن الجزيئات نفسها مكوّنة من مجموعة من الذرات. أطلق على مختلف أنواع الذرات اسم "العناصر الكيميائية" التي تم ترقيمها وترتيبها في جدول: جدول مندلييف للعناصر.

بظروفٍ معينة، تستطيع جزيئات مختلف المواد التفكك إلى الذرات المكونة لها وتكوين جزيئات مواد جديدة في عملية تدعى "التفاعل الكيميائي". خلال التفاعل الكيميائي، يتم إطلاق الطاقة التي كانت تربط الذرات معاً. قد تحتاج المركبات الجديدة كمية أكبر أو أقل من الطاقة، مما يستدعي التفاعل الكيميائي لامتصاص الطاقة من الفراغ المحيط به أو إطلاق الطاقة إلى الفراغ. يعد حرق الوقود الأحفوري تفاعلاً كيميائياً يُنتج الحرارة



لكن، ما الذي قد يحدث لو كان التدخل ليس في تركيب الجزيء، بل على مستوى الذرة؟ وجد العلماء أن الذرة تتكون من جزيئات : لها نواة مكونة من بروتونات ونيوترونات متراصة بإحكام، ويدور حولها إلكترونات. يمكن أن تنشطر بعض أنوية العناصر الكيميائية. وهذا ينتج: أولاً، مقدار هائل من الطاقة الحرارية (التي يمكن جمعها واستخدامها)، وثانياً، جسيمات خاصة تسمى "الإشعاع". وتدعى هذه الظاهرة بـ "التحلل الإشعاعي" أو النشاط الإشعاعي.

يعتبر النشاط الإشعاعي جزء من طبيعة كوكبنا، حيث تتراوح مستويات النشاط الإشعاعي بين 5 إلى 20 مايكرو-رونتغن لكل ساعة في عدة مناطق في العالم. هذه الجرعات المنخفضة من الإشعاع ليست ضارة، بل ممكن ان تكون ضرورية للبشر والبيئة الطبيعية. ومع ذلك، يمكن أن تكون الجرعات بتركيز عال من الإشعاع قاتلة!

في عام 1975، بذل العلماء في الولايات المتحدة أولى محاولات حساب احتمالية وقوع حوادث خطيرة في محطات الطاقة النووية. ووجدوا أن حادثٍ مماثل يمكن أن يقع كل 10000 سنة. لكن، كان هذا قبل أربع سنوات فقط من وقوع مثل هذا الحادث في محطة جزيرة الثلاثة أميال لتوليد الطاقة النووية بالقرب من بلدة هاريسبرغ في الولايات المتحدة الأمريكية. وقدّرت الأضرار المباشرة الناتجة عن الحادثة بنحو مليار دولار أمريكي بينما بلغت تكلفة الأضرار غير المباشرة 100 مليار دولار أمريكي، بينما لم يتأثر سوى عدد قليل من الناس بالتسرب الإشعاعي . وبعد سبع سنوات، وقع حادث قرب مدينة تشيرنوبيل في الاتحاد السوفييتي السابق، حيث أصّر العلماء النوويين أيضاً أن ذلك يمكن أن يحدث مرة كل 10000 سنة فقط.

قال كلاوس تاوب، الرئيس السابق للشركة الألمانية "انتراتوم"، أنه يجب التعامل مع أي تقديرات إحصائية لاحتمال وقوع حادث انهيار عناصر الوقود النووي على أنها هراء علمي زائف

تعلّم الإنسان التحكم في التفاعلات النووية واستخدام الطاقة التي تنتجها هذه التفاعلات. وهذه العملية هي الآلية الأساسية التي تستخدمها محطات توليد الطاقة النووية، حيث تستخدم هذه المحطات عملية التحلل النووي الإشعاعي المعقدة كمصدر للطاقة. يمكن الحصول على كمية هائلة من الطاقة من كمية صغيرة من الوقود النووي دون انبعاث أي غازات دفيئة في الغلاف الجوي. فمن حيث تأثيرها على المناخ، تعتبر الطاقة النووية آمنة للغاية، لكن يجب الأخذ في الحسبان أن عملية استخراج اليورانيوم الذي يُستخدم في محطات الطاقة النووية تستهلك الكثير من الطاقة وينتج عنها انبعاث الكثير من الغازات الدفيئة.

أما أبرز السلبيات المرتبطة بمحطات الطاقة النووية هو أن النوى الجديدة -تدعى أنوية وليدة- المتشكلة من الانحلال الصناعي المنظّم والمنتج للطاقة، قد تكون مشعّة أيضاً. وهذه الأنوية الوليدة لا يمكن الاستفادة منها كوقود، كما أنه لا يمكن إعادتها للبيئة الطبيعية كونها خطيرة جداً، وهي ما يطلق عليه اسم "المخلفات الإشعاعية". ويُدرك العلماء هذه المشكلة جيداً ويفكرون بعناية في الطرق المختلفة للتخلص من هذه المخلفات. لو نجحت هذه الطرق على النحو المنشود، لكان من الممكن اعتبار الطاقة النووية آمنة تماماً. لكن الأمور ليست بهذه البساطة

أدى وجود هذه المخاطر المرتبطة باستخدام الطاقة النووية، والتي تبقى قائمة حتى بعد إغلاق المحطة النووية، إلى نقاش متواصل حول تطوير محطات الطاقة النووية أو منعها

تسبب الانفجار في محطة تشيرنوبيل للطاقة النووية في 26 ابريل 1986 بصدمة للعالم، حيث قتل الكثير من الناس أو أصيبوا بإعاقات خطيرة. وبات 5 مليون هكتار من الأرض غير صالح للزراعة (وهي مساحة كبيرة قابلة للمقارنة في الحجم مع بلد مثل سلوفاكيا). وتم إنشاء منطقة محظورة بمسافة 30 كم حول موقع الحادث وكان لا بد من التخلي عن مئات المستوطنات الصغيرة وتدميرها .

وبعد مرور العديد من السنوات، يزعم مصممو محطات الطاقة النووية الآن أنه لا يمكن تكرار أخطاء الماضي على المعدات الجديدة الأفضل التي تم اختراعها

ومع ذلك، وفي الظروف الحالية، من الصعب التنبؤ بالظواهر الطبيعية الخارقة التي يمكن أن تحدث في ظل تعرّض المناخ حالياً لتغييرات كبيرة. فخلال بناء محطات الطاقة النووية في اليابان، تم الأخذ بعين الاعتبار تكرار وقوع الزلازل. ورغم ذلك، في 11 آذار 2011، ادى زلزال قوي بحدوث تسونامي نتج عنه إلى تعطّل جميع أنظمة التبريد الطبيعي والطارئ في قلب مفاعل محطة الطاقة النووية اليابانية، وتبع ذلك وقوع انفجارات حرارية أطلقت كمية كبيرة من المواد المشعة إلى البحر والهواء وكان أثرها ملحوظاً في العديد من الدول

لا تزال مستويات الإشعاع على الساحل حيث تقع محطة فوكوشيما1- للطاقة النووية، تتجاوز المستويات الطبيعية ب 100 مرة بعد مرور ثلاث سنوات على وقوع الحادثة. ولزم ابعاد نحو 80000 شخص عن المنطقة.

وعلى الرغم من تأكيدات السلطات اليابانية بأن الوضع استقر، إلا أن كميات أكبر من المواد المشعة تسربت إلى المياه الجوفية أسفل المحطة بعد سنتين من وقوع الحادث وازداد تركيزها فيها، كما كان هناك تسرّب إضافي من خزانات المياه المشعة.

الطاقة النووية هي طاقة قوية جداً لكنها خطرة أيضاً. الدمار الذي يمكن أن تسببه إذا خرجت عن نطاق السيطرة يعني أنها ليست آمنة أو رخيصة.

5.1.3 مصادر الطاقة المتجددة

كما قلنا سابقاً، تستخدم مصادر الطاقة المتجددة العمليات والموارد الطبيعية التي لا تنضب أو يتم استعادتها بشكل طبيعي وسريع نسبياً. وتشمل هذه المصادر أشعة الشمس، والرياح، والمياه الجارية، وطاقة المد والجزر وحرارة الأرض. ويطلق على أشكال الطاقة هذه في الغالب اسم طاقة "بديلة" أو "خضراء" لأنها وعلى العكس من الوقود الهيدروكربوني، لا تضر بالبيئة أو المناخ. كما تشمل مصادر الطاقة هذه الكتل الحيوية بالرغم من أنها تعتبر حالة خاصة لعدة أسباب

الشكل6.1.3 مصنع لإنتاج الوقود الحيوي من الكتلة الحيوية

وبحسب الوكالة الدولية للطاقة، نحو 20% من انتاج العالم للطاقة اليوم يأتي من مصادر متجددة. أعدّ الخبراء عدة سيناريوهات لتطوير الطاقة المتجددة في المستقبل. ووفقاً لأكثر السيناريوهات تفضيلاً، يمكن توليد ما يصل إلى 60% من إجمالي الكهرباء من مصادر متجددة صديقة للبيئة بحلول عام 2050

الشمس

الشمس هي مصدر الطاقة الذي توفره الطبيعة لخلق الحياة على الأرض، فلماذا لا نبحث عن طرق مباشرة لاستخدام طاقة الشمس، خاصةً وأن شمس منتصف النهار تسخّن كل متر مربّع من الأرض بقدر واحد ميغاواط تقريباً؟

إن أيّ غرفةٍ لها نوافذ تصبح دافئة بعد شروق الشمس. إذا كانت الشمس تسطع عبر نافذتك لكن الجو باردٌ في الداخل، جرّب فتح ستائر الغرفة وامسح الغبار عن زجاج النافذة وعندها ستجلب الشمس مزيداً من الحرارة لغرفتك. في الأيام الغابرة في القرى الأوروبية، كانت الناس تضع مصاريع خشبية فوق النوافذ. خلال النهار، كانت النوافذ تُفتح للسماح بدخول الضوء وتغلق ليلاً لإبقاء الدفء في الداخل

مع التقدّم العلمي، تعلّم الناس طرق أفضل من أجل "التقاط الشمس". وأصبح هناك طريقتان رئيسيتان لاستخدام طاقة الشمس

وحدات قياس الطاقة الكهربائية

الواط: وحدة قياس قدرة الجهاز، أي مقدار الشغل الذي يمكن أن يبذله خلال فترة محددة من الزمن

1 واط (W): قدرة عنصر الإرسال في جهاز هاتف نقال قياسي.

1 كيلو واط (kW، 1000 واط): قدرة جهاز تسخين صغير، ويساوي تقريباً تسخين الشمس لمتر مربع واحد من الأرض في منتصف النهار.

1 ميجا واط (MW، 1000 كيلو واط): لدى القاطرة التي تحرك القطارات على السكك الحديدية متوسط قدرة يبلغ من 3 إلى 10 ميجا واط.

1 جيجا واط (GW، 1000 ميجا واط): قدرة أكبر محطات توليد الطاقة الكهربائية في العالم تُقاس عادةً بالجيجا واط.

1 تيرا واط (TW، 1000 جيجا واط): القدرة العظمى للبرق. كان إجمالي القدرة الكهربائية التي أنتجها البشر خلال عام 2011 ما مقداره 22 ألف تيرا واط

مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية"، وهي تمتص الحرارة من أشعة الشمس. حيث تتدفق المياه عبر أنابيب داخل المجمّع" وبالتالي ترتفع درجة حرارتها (يستخدم الهواء أو سائل مانع التجمد بدلاً من الماء في بعض الأحيان). يمكن استخدام مثل هذه المجمّعات لتدفئة المباني وتوفير المياه الساخنة.

أما الخلايا الكهروضوئية أو "الخلايا الشمسية"، فهي طريقة أخرى مستخدمة على نطاق واسع لجمع وتخزين الطاقة الشمسية. وتعمل الخلايا الكهروضوئية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية. جميعنا معتادون على الآلات الحاسبة ومصابيح الحدائق التي تستخدم الخلايا الكهروضوئية التي تجمّع الطاقة خلال النهار وتوفر الضوء ليلاً. وتعمل محطات الطاقة الشمسية الكبيرة -ما يدعى بـ "المزارع الشمسية"- باستخدام المبدأ نفسه

يتم تركيب مجمّعات الطاقة الشمسية على أسطح المنازل بزاوية أفق مساوية لخط عرض موقع استخدامها

كما يمكن استخدام الخلايا الكهروضوئية لتشغيل وسائل النقل المختلفة كالقوارب والسيارات وحتى الطائرات! حيث قامت اليابان وإيطاليا بتركيب خلايا كهروضوئية على أسطح القطارات لاستخدام الكهرباء التي تولدها لتكييف الهواء وللإضاءة وأنظمة الإنذار

تتمثل المزايا الرئيسية للطاقة الشمسية في أنها متاحة مجاناً، ولا تنضب وآمنة. ولا ينبعث من التركيبات الخاصة بالطاقة الشمسية أي غازات دفيئة أو ملوثات مما يجعلها وسيلة للحصول على الطاقة غير الضارة بالبيئة

الطاقة الشمسية: مياه ساخنة إضافة للكهرباء

إن استخدام حرارة الشمس لتوليد الطاقة ممارسة شائعة منذ وقت طويل في البلدان ذات المناخ الحار. أما في البلدان الدافئة، فتستطيع في الغالب رؤية خزانات المياه على أسطح المنازل، والتي يتم تسخينها باستخدام أشعة الشمس من أجل الاستخدام اليومي.

وفي إسرائيل، يجب أن يزوّد كل مبنى بألواح شمسية من أجل تسخين المياه. وتعد مدينة فريبورغ الألمانية معرضاً للإمكانات المحتملة للطاقة الشمسية التي تُستخدم لتلبية احتياجات أحياء بأكملها من الطاقة. وتوجد تجارب مماثلة متكررة بشكل متزايد في أنحاء العالم

أما عيوب مصدر الطاقة هذا تكمن في اعتماده القوي على الطقس والوقت من اليوم، وارتفاع تكاليف البناء نظراً لاستخدام عناصر نادرة في الألواح الشمسية. ومع ذلك، تعمل تكنولوجيات جديدة على تقليل تكلفة التركيبات الخاصة بالطاقة الشمسية تدريجياً وتوسيع نطاق استخدامها. وتوجد مشاكل أخرى مرتبطة بالتخلص من الخلايا الشمسية بعد استهلاكها بسبب احتوائها على بعض المواد السامة. لم تُستحدث بعد سوق لأجل إعادة تدوير الألواح الشمسية، ولهذه الألواح عمر تشغيلي يبلغ عدة عقود. من العيوب الأخرى المرتبطة بالطاقة الشمسية هي الحاجة لاستهلاك كميات كبيرة من الطاقة وكميات هائلة من الماء النقي من أجل تصنيع الألواح الشمسية. ويعمل المصممون حالياً على صنع خلايا شمسية صديقة أكثر للبيئة، ويتعيّن على المنتجين استحداث أنظمة تهدف للتخلص من الألواح الشمسية المستهلكة وإعادة تدويرها

الطاقة الشمسية بعد غروب الشمس

تقع محطة سولانا لتوليد الطاقة على بعد نحو 100كم جنوب شرق مدينة فينيكس في ولاية أريزونا الأمريكية. تستطيع المحطة انتاج حتى 280 ميجاواط من الطاقة باستخدام أشعة الشمس وتعد واحدة من أقوى محطات الطاقة الشمسية التي تستخدم تكنولوجيا مرايا القطع المكافئ في العالم. لكن ما يجعل المجمّع مميزاً ليس حجمه بل قدرته على الاستمرار في توليد الكهرباء بعد مرور 6 ساعات من غروب الشمس من خلال خزانات خاصة تحتفظ بالحرارة. هذه الميزة قيّمة نظراً لأن الوقت الذي يتبع غروب الشمس هو وقت ذروة استهلاك الكهرباء في المنطقة

ينظر الكثير من الخبراء للطاقة الشمسية على أنها طاقة المستقبل وواحدة من البدائل الرئيسية لمصادر الطاقة الهيدروكربونية. تدعم الحكومات في الكثير من الدول تطوير الطاقة الشمسية، وتعمل الشركات الخاصة على استثمار مبالغ كبيرة في بناء محطات طاقة شمسية. وعلى الرغم من أنها ليست بلداً مشمساً، فقد أصبحت ألمانيا رائدة على مستوى العالم في تطوير الطاقة الشمسية. ومن بين الدول الرائدة الأخرى في هذا المجال: اسبانيا وإيطاليا وفرنسا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان والصين

الرياح

الرياح من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى شائعة الاستخدام. ويكمن مبدأ عملها في أن الطاقة الميكانيكية (طاقة الحركة) يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية. نعم، من الممتع اللعب بمجسمات طواحين الهواء الصغيرة وبالألعاب التي تحركها الرياح، لكن إن قمت ببناء توربينات رياح ضخمة ووضعتهم في منطقة عاصفة، فيمكن أن يوّلد دوران التوربينات كهرباء كافية للاستخدام العام.

كانت طواحين الهواء تستخدم منذ العصور القديمة، لكنها أصبحت شائعة بشكل خاص في أوروبا في القرون الوسطى. ولفترة طويلة، كانت طواحين الهواء تستخدم أساساً لطحن الذرة إلى طحين، أو لتصنيع الأخشاب أو للري. وفي هولندا، كانت الطواحين الهوائية تستخدم لضخ المياه من الأراضي التي تم استصلاحها من البحر حتى يتم استغلالها من أجل الزراعة.

تستخدم توربينات الرياح الحديثة مبدأ مشابه لطواحين الهواء.

عادة ما توضع توربينات الرياح في مناطق ساحلية حيث توجد رياح مستمرة، وأصبح من الممكن مؤخراً بناء هذه التراكيب في البحر إلى جانب اليابسة. يتم إنشاء ما يسمى بـ "مزارع الرياح البحرية" الآن على بعد 12-10 كم من الساحل. حيث توضع أبراج توربينات الهواء على دعامات أساس تُحفر في قاع البحر بعمق 30م. وتتمثل أحدث التكنولوجيات بتركيب توربينات رياح مثبتة على منصات عائمة

أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم

بدأت أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم، وتدعى "والني إكستنشن"، العمل في عام 2018، وتقع على بعد 14 كم غرب جزيرة والني في البحر الأيرلندي، المملكة المتحدة. تبلغ قدرة المحطة الإجمالية 659 ميجاواط وتتكون من 87 توربين هواء. جعلت مزرعة الرياح هذه محطة "مصفوفة لندن" او لندن اراي الواقعة أيضاً في المملكة المتحدة والتي افتتحت في عام 2013 في المرتبة الثانية في تصنيف أكبر مزارع الرياح في العالم. لدى مصفوفة لندن او لندن اراي 175 توربين وقدرة 630 ميجاواط

يمكن أن تتكون مزرعة الرياح من عدة مئات من التوربينات الممتدة عبر مساحة كبيرة (تصل إلى عدة مئات من الكيلومترات المربعة). ويتم ربط مزارع الرياح بشبكة الكهرباء في بلدٍ ما وتنقل الكهرباء عبر مسافات بعيدة. ويمكن استخدام مزارع الهواء الأصغر حجماً أو توربينات الرياح المنفردة لتوفير الكهرباء في المناطق النائية أو لإمداد المنشآت الصغيرة بالطاقة.

تسهم اليوم طاقة الرياح في انتاج 2.3% فحسب من إجمالي الكهرباء المستهلك عالمياً، لكنه مصدر طاقة سريع النمو حيث يتم اختراع تكنولوجيات أكثر تقدماً تتيح استغلال طاقة الرياح بكفاءة أعلى. ويتنبأ الخبراء من وكالة الطاقة الدولية بأنه من الممكن أن تسهم طاقة الرياح والطاقة الشمسية معاً في انتاج ما يصل إلى 18% من كهرباء العالم بحلول العام 2035

لطاقة الرياح دورٌ هامٌ في بعض الدول الأوروبية. ففي الدنمارك، على سبيل المثال، تُنتج توربينات الرياح أكثر من 40% من إجمالي الكهرباء

(الشكل 7.1.3 مزارع الرياح في كانساس، الولايات المتحدة الأمريكية (الأعلى) والنمسا (الأسفل

الماء

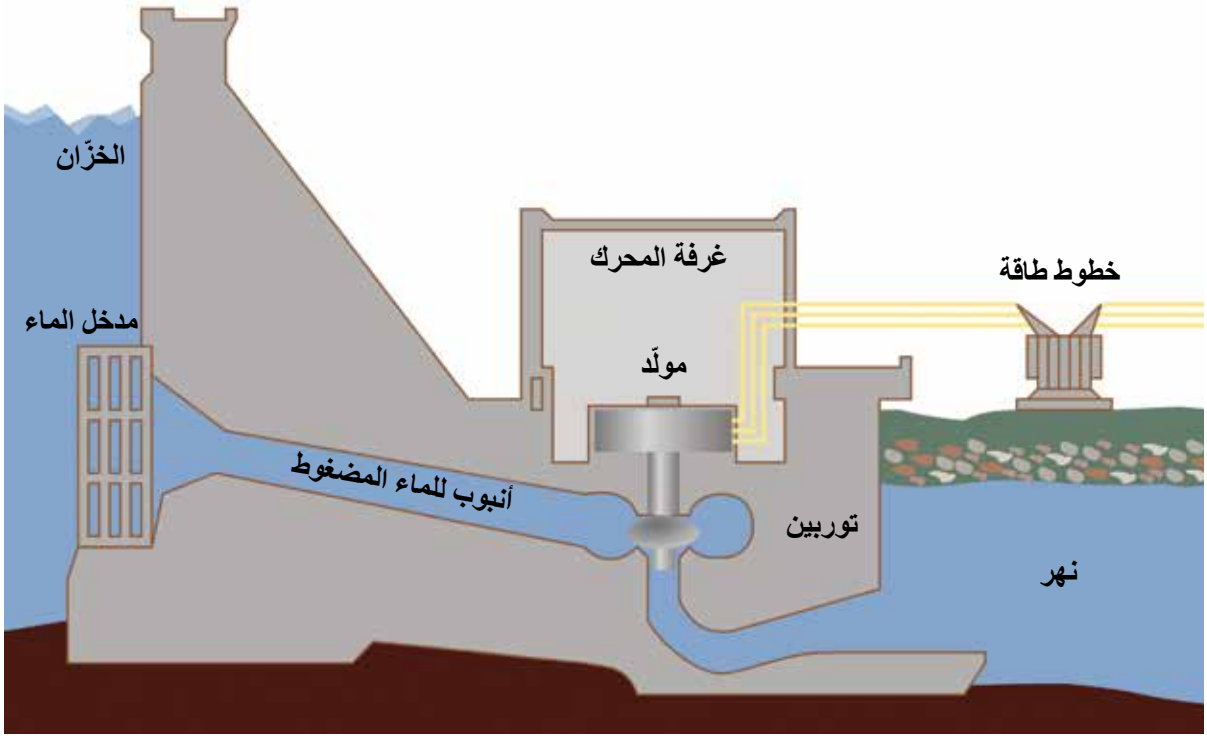
.يمكن استخدام طاقة المياه الجارية بعدة طرق

وتتمثل أكثر استخدامات المياه لتوليد الطاقة شيوعاً في الطاقة المائية، التي تعمل بنفس مبدأ طواحين المياه القديمة: تدفق مياه النهر يحرّك توربين ينتج الطاقة الكهربائية.

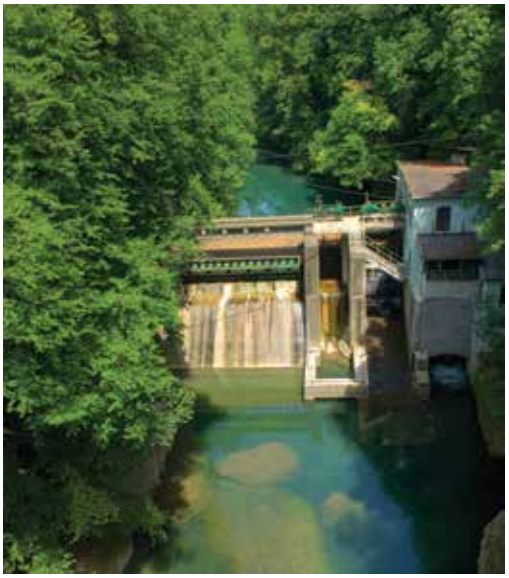
قوية (HPP) يبدو هذا بسيطاً من حيث المبدأ، إلا أن الطاقة المائية لها عيوبها أيضاً. فمن أجل إنشاء محطة طاقة كهرومائية وكفؤة، يجب عليك بناء سدٍ مرتفع حتى يتسنى توجيه كامل طاقة النهر لتدوير شفرات التوربين. ويؤدي إنشاء مثل هذا السد إلى الإخلال بالحياة الطبيعية للنهر؛ حيث يمكن أن يغيّر المناخ المحلي للنهر ويقتل أو يؤذي الحيوانات والنباتات التي تعيش فيه. لذلك يجب التعامل مع بناء محطة طاقة كهرومائية بحذر شديد مع إيلاء الاهتمام الواجب للتوازن البيئي.

كما أن صيانة السدود الكبيرة يلزمها عناية مستمرة؛ إذا تسبب حادثٌ ما بانفجار جدار سد، ستتدفق المياه المنبعثة في وادي النهر وتجرف كل ما يعترض طريقها وتحطم ضفاف النهر على مدى أميال أسفل المجرى. فعلى سبيل المثال، تسبب انهيار سد محطة بانتساو للطاقة الكهرومائية في عام 1975 في الصين بمقتل أكثر من 170 ألف شخص

الشكل 8.1.3 مخطط محطة وسد طاقة كهرومائية



الشكل 9.1.3 محطة طاقة كهرومائية صغيرة على نهر كوكرا (سولفينيا



تعمل تركيبات الطاقة الكهرومائية الصغيرة دون الحاجة لسد (الشكل 3.1.9). يتم بناؤها على أنهار صغيرة أو حتى على جداول المياه وتخزّن الطاقة في بطارية. ورغم أن طاقتها محدودة إلا أنها كافية لتلبية احتياجات مزرعة صغيرة أو خدمات أساسية في محمية للحياة البرية تقع بالقرب من النهر.

تعد الطاقة المائية أكثر أماناً للمناخ من انتاج الطاقة في محطات الطاقة الحرارية كما تبلغ تكلفة إنتاج الطاقة في محطة مائية نصف تكلفة انتاجها في محطة طاقة حرارية. ونتيجةً لذلك، تسعى العديد من البلدان إلى تحقيق أقصى استفادة من إمكانات أنهارهم من أجل توليد الطاقة، وهناك دولٌ تنتج فيها الطاقة الكهرومائية بنسبة 90% أو حتى 100% من إجمالي الكهرباء (باراغواي، والنرويج، وطاجيكستان، وأوروغواي، وأوغندا، وزامبيا، والكاميرون والبرازيل).

ولدى الصين التزاماً قوياً نحوالطاقة الكهرومائية حيث أن ما يصل إلى نصف محطات الطاقة الكهرومائية الصغيرة في العالم موجودة فيها. وكذلك أكبر محطة مائية في العالم: محطة الثري غورجس الواقع على نهر اليانغتسي وبقدرة 22.5 جيجا واط (الشكل 3.1.10). ومن المخطط له بناء محطة أكبر حجماً تدعى جراند إينغا بقدرة 39 جيجا واط على نهر الكونغو في جمهورية الكونغو الديمقراطية في أفريقيا

الشكل 3.1.11 سد ياسيريتا على نهر بارانا باراغواي، الأرجنتين)

الشكل 3.1.10 محطة الثري غورجس لإنتاج الطاقة الكهرومائية (الصين

محطات طاقة الأمواج البحرية تستخدم طاقة الأمواج في المحيطات، وهي في الأساس طاقة عائمة تتحرك صعوداً وهبوطاً على سطح البحر. وبهذا أصبح من الممكن استغلال اضطراب المحيط الذي كان يفزع منه البحارة في الماضي لخدمتنا. إن طاقة الأمواج أكبر بعشرات المرات من طاقة الرياح إن أمكننا تسخيرها.

محطات التوليد بطاقة المد والجزر تستخدم ظاهرة المدة والجزر الاستثنائية. إن جميع الكواكب والنجوم وغيرها من الأجرام السماوية مرتبطة معاً بقوة الجاذبية وتؤثر على بعضها البعض. تدور الأرض حول الشمس وحول محورها، ويدور القمر حول الأرض، وبالتالي دائماً تتغير مواقع الشمس والأرض والقمر بالنسبة لبعضها البعض. ويؤدي هذا التغير إلى التأثير على المحيط.

يتم بناء سد في نقطة عبر الخليج يكون فيها المد والجزر قوياً. بدايةً، يمنع السد منسوب المياه المرتفع من دخول الخليج حتى يقترب مستوى المد البحري من أقصى حدٍ له. ثم يُفتح صمّام، وتتدفق مياه المحيط عابرةً منطقة السد بقوة هائلة محركةً عضواً دوّاراً. وبعد ذلك يغلق الصمام مجدداً عندما يتساوى مستوى الماء على جانبي السد. وعند الجزر، حين يكون البحر في حالة انسحاب تام، تضغط المياه المحتجزة لمغادرة الخليج ويسمح لها بالخروج مجدداً من خلال صمام، فتحرك العضو الدوّار من جديد

بدأت أولى محاولات استخدام طاقة الموجات منذ نهاية القرن الثامن عشر: وصدرت براءة الاختراع الأولى لطاحونة تعمل بطاقة الأمواج في عام 1799. لكن كان من اللازم مرور وقت طويل قبل استخدام هذا النوع من الطاقة على نطاق واسع. وتم افتتاح أول محطة طاقة أمواج بحرية في عام 2008 في منطقة أغوكادورا في البرتغال على بعد 5 كم من الساحل. وتملك المحطة قدرة 2.25 ميجا واط.

في عام 2013، طرحت شركة روسية أول تصميم روسي لنظام توليد كهرباء من طاقة الأمواج مخصص للإنتاج بكميات كبيرة

تقع أكبر محطة توليد بطاقة المد والجزر في فرنسا عند مصب نهر رانس. وكانت المحطة الأولى من نوعها على مستوى العالم عند بنائها في عام 1967. يبلغ متوسط الفارق بين مستوى المد والجزر في هذه المنطقة نحو 8 م ويمكن أن تصل إلى 12 م. تحتوي المحطة على 24 مولّد بقطر 5.35م، يبلغ وزن كل واحدة منها 470 طن وقادرة على انتاج ما مجموعه 240 ميجا واط من الطاقة

طاقة الحرارة الجوفية

تستخدم طاقة الحرارة الجوفية الحرارة التي تنتجها الأرض. ولا يجوز إطلاق اسم "متجددة" بشكل مطلق على هذا النوع من الطاقة، إلا أن مخزونات الحرارة في أعماق كوكبنا هائلة. يمكن مشاهدة الأدلة على الحرارة الموجودة في باطن الأرض في مناطق النشاط البركاني حيث تتدفق المياه الجوفية الساخنة لترتفع عبر الشقوق إلى سطح الأرض وتنطلق في بعض الأحيان إلى الأعلى على هيئة نوافير من الماء والبخار تعرف ب "الفوارات الحارة".

ويمكن حفر بئر سبر في البحيرات الساخنة تحت الأرض ويتم استخدام مياهها للتسخين أو توليد الطاقة وكذلك كمصدر للمياه الساخنة (إذا كانت مكوناتها الكيميائية ملائمة). وتتمثل الصعوبة المرتبطة بالطاقة الحرارية الجوفية في أن الماء المستخدم يجب إعادته إلى الأرض حيث أنه غالباً ما يحتوي على مواد كيميائية تسبب الضرر في حال إطلاقها إلى الأنهار والبحيرات. كما أن استخدام المياه من البحيرات تحت الأرض يترك فراغات قد تؤدي إلى هبوط السطح.

الشكل 3.1.12 أنبوب في محطة طاقة حرارية جوفية

تقع أقوى وأشهر مجموعة محطات طاقة حرارية جوفية في شمال مدينة سان فرانسيسكو في الولايات المتحدة الأمريكية. "جايزرز Geysers" يطلق عليها اسم وتتألف من 22 محطة طاقة حرارية جوفية وقدرة تركيبية إجمالية تبلغ 1517 ميجا واط.

وفي الفلبين وأيسلندا، كلا البلدين يضمان براكين نشطة كبرى، وتسهم محطات الطاقة الحرارية الجوفية في توفير حوالي ربع إجمالي استهلاك الكهرباء. كما تستغل نيوزيلندا، واندونيسيا، واليابان، وإيطاليا الطاقة الحرارية الجوفية على نطاق واسع

وتتمثل فرصة أخرى ممكنة لاستغلال هذا الشكل من الطاقة في ضخ المياه العادية من السطح عبر بئر سبر إلى المناطق الساخنة تحت الأرض، حيث يتم تسخينها لحد الغليان بواسطة "مرجل طبيعي" ثم تعاد إلى السطح عبر سبر مجاور على هيئة بخار. تسمى هذه "الطاقة الصخور الجافة الساخنة. تم تطوير مشاريع صخور جافة ساخنة في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا واليابان وألمانيا وفرنسا

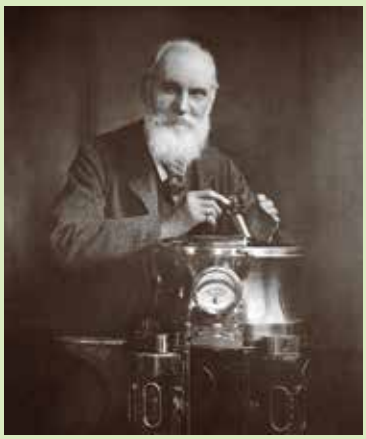
يتمثل المبدأ الرئيسي فيما يلي: يمتص عامل التبريد السائل (المبرّد) الحرارة من داخل الثلاجة ثم يقوم الضاغط بسحب وضغط عامل التبريد تحت الضغط خارج الثلاجة، وبذلك (وفقاً لقوانين الفيزياء)، تنبعث الحرارة الممتصة إلى الهواء في الغرفة التي توجد فيها الثلاجة. لهذا نجد الجزء الخلفي الخارجي للثلاجة ساخناً عند لمسه. ولهذا السبب أيضاً يجب وضع الثلاجة بعيداً عن أجهزة التدفئة وعن أشعة الشمس المباشرة- لأنه من الضروري أن تتبدد الحرارة المنبعثة منها سريعاً إلى الهواء المحيط ولا تبقى عالقة في الجدران الخارجية للثلاجة.

إن الهدف من الثلاجة هو الاحتفاظ بالبرودة والتخلص من الحرارة لكن يمكن إجراء نفس العملية بالعكس بحيث يتم الاحتفاظ بالحرارة والتخلص من البرودة. يسمى الجهاز الذي يقوم بهذه العملية بالمضخة الحرارية. تستطيع المضخات الحرارية امتصاص الطاقة من سائل أو هواء أو أي مادة أخرى ضعيفة التسخين. وتستطيع أيضاً "سحب" الحرارة من الأرض على أعماق ضحلة. إذا قمت بتمرير الهواء الدافئ القادم من شقتك أو استخدمت المياه الدافئة التي قمت بتصريفها خلال الاستحمام عبر مضخة حرارية، يمكن إرجاع جزء كبير من الحرارة الخارجة إلى شقتك. ومع ذلك، لا تستطيع المضخات الحرارية تسخين الماء إلى درجة حرارة مرتفعة جداً. وعادةً لا يتجاوز الحد الأعلى لدرجة الحرارة 50 أو 60 درجة مئوية، لذلك لا تستخدم كمصدر طاقة مكتفي ذاتياً بل كمكمّل يساعد على تقليل استهلاك الوقود من أجل التسخين

الكتلة الحيوية

تستخدم النباتات التي نراها من حولنا اليوم عملية البناء الضوئي لتجميع الطاقة من الشمس في أجسامها. تشعرنا النار التي نشعلها في الخارج أو نيران الموقد بالدفء بسبب شجرة قضت سنوات وهي تستخلص الطاقة من الشمس وتمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو ثم قمنا بقطعها للحصول على الحطب. عمِلت الأشجار من أجلنا خلال حياتها بجمع الطاقة ثم نقلت لنا هذه الطاقة في النهاية أثناء حرقها في النيران

الفيزيائي البريطاني،
ويليام طومسون (اللورد كلفن



وُضعت فكرة المضخات الحرارية في القرن التاسع عشر من خلال العالم البريطاني ويليام طومسون (اللورد كلفن)، وقام النمساوي بيتر ريتر فون ريتينغر بتطويرها. إلا أن التطبيق العملي الأكثر أهمية وضع لاحقاً في القرن العشرين. المخترع ر. وبير الذي كان يجري تجارب باستخدام حجرة تجميد قام بلمس الأنبوب الساخن الخاص بالحجرة وبدأ يتساءل كيف يمكن استغلال هذه الحرارة.

وفكّر في استخدام الأنبوب الساخن لتسخين الماء، لكن ذلك تسبب بإنتاج كمية كبيرة من المياه الساخنة لذلك صنع ملف أنبوبي لتدفئة الهواء داخل المنزل. ثم اكتشف المخترع طريقة لضخ الحرارة من الأرض، وسرعان ما أصبح قادراً على بيع موقد الفحم القديم الذي كانت تعتمد عليه أسرته في السابق، حيث لم تعد هناك حاجة له!

تستغرق الطبيعة مئات الملايين من السنين من أجل صنع الوقود الأحفوري، لذلك، (بمعدّل استهلاكنا الحالي لها) لن يتم استبدالها. لكن يمكن استبدال طاقة الكتل الحيوية بسهولة؛ فإن قمنا بقطع شجرة قديمة لاستخدامها كوقود، يمكننا ببساطة زرع واحدة جديدة مكانها وفي غضون بضعة عقود ستنمو لتصبح شجرة جديدة. كما أن بعض النباتات والمحاصيل الزراعية المستخدمة لإنتاج الوقود تنمو خلال صيفٍ واحد أو حتى أسرع.

لكن دعونا نفكر بالأمر: كم واحد منا أحس بالدفء واستمتع بوقته خلال جلوسه حول النار أثناء التخييم، أو بالنظر إلى النار التي ترقص في موقدٍ خارج المنزل في الصيف؟ لكن ما هو عدد الأشجار التي قمنا بزراعتها لنرد للطبيعة المعروف مقابل ذلك الخشب؟ من السهل للغاية قطع الغابات واستخدام الخشب. لكن كم مرة تزرع أشجار جديدة للتعويض عن الأشجار التي تم قطعها؟ من المهم جداً أن نقوم بذلك

ليست الأشجار وحدها ما يمكن استخدامه كوقود، فأجزاء النبات التي تعتبر في العادة مخلفات تصلح أيضاً كوقود. على سبيل المثال قشور نباتات القطن، وقش القمح، والبذور الصلبة من الفاكهة.

خلال فترة حياتها، تمتص النباتات نفس كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تطلقه خلال احتراقها. وفي حال موتها في بيئتها الطبيعية بدلاً من استخدامها كوقود، فإنها تنتج تدرجياً خلال تحللها تقريباً نفس كمية الغاز الذي كان سيتم الحصول عليه من احتراقها.

تعتبر الكتل الحيوية مصدر طاقة آمن نسبياً لكنه ليس دوماً خياراً جيداً: على سبيل المثال، من المنطق استخدام مخلفات الأخشاب من أعمال النجارة كوقود لكن إن قمنا بقطع أشجار صحية للحصول على الحطب عندها نكون أهدرنا موارد طبيعية قيمة

الوقود الحيوي هو وقود يتم الحصول عليه من المواد الخام الحيوانية أو النباتية، أو من مخلفات الكائنات الحية، أو النفايات الصناعية العضوية، أي من الكتل الحيوية. وبفضل العلم، أصبح من الممكن اليوم صُنع وقود حيوي سائل لمحركات الاحتراق الداخلي (الإيثانول والديزل الحيوي)، وكذلك الوقود الحيوي الصلب (الحطب، والفحم المضغوط، والجسيمات الخشبية المضغوطة، ورقائق الخشب، القش، والقشور والأغلفة)، والوقود الغازي (الغاز الحيوي)

إنّ أسهل طريقة لإنتاج الطاقة من الكتل الحيوية وأكثرها شيوعاً تتمثل في حرقها. لكنك لا تستطيع إشعال نار في الخارج إلا باستخدام الخشب الجاف والراتنجي، وعليك التأكد من أن الأخشاب مرتبة بطريقة تتيح لها الاحتراق. لذلك، يعمل العلماء على تصميم تكنولوجيات أكثر اقتصادية تتيح لنا حرق الكتل الحيوية الخام التي تكون رطبة أو تضم مكونات متنوعة بطريقة أكثر كفاءة وأقل اضراراً بالبيئة

وبالإضافة إلى حرق ألياف النباتات للحصول على الطاقة بشكل مباشر، يمكن أن يتم تحويل الألياف إلى "وقود عالمي

يعد من الأسهل نقله واستخدامه في مختلف الآلات والأجهزة. ويمكن استخدام النباتات التي تحتوي على "Universal fuel الزيت لإنتاج مختلف أنواع الديزل السائل (الديزل الحيوي).

ويمكن استخدام منتجات النباتات التي تحتوي على السكروز والنشا لإنتاج الكحول (الإيثانول) الذي يمكن استخدامه أيضاً كوقود

.وتعتبر عملية التخمير طريقة أخرى لاستخدام الكتل الحيوية

تُنتج حيوانات المزارع التي تتناول وتهضم النباتات الروث (الزبل) الذي يمكن استخدامه أيضاً لتوليد الطاقة. عند وضع الزبل ومخلفات الطعام في حاوية مغلقة ثم تسخين هذه الحاوية إلى درجة حرارة 50 إلى 60 مئوية، تعمل البكتيريا على تحليل المادة العضوية لإنتاج غاز الميثان الذي يمكن جمعه واستخدامه كوقود

تعد البرازيل من رواد العالم في انتاج واستخدام الإيثانول المصنوع من قصب السكر. يُلبي الايثانول حالياً 18% من حاجة البلد من وقود السيارات

الشكل 3.1.13 في محطة تعبئة وقود في البرازيل حيث يمكنك ملء سيارتك بالوقود الحيوي

الشكل 3.1.14 محطة إيثانول حيوي في البرازيل

مصادر مذهلة للطاقة

تملك استراليا اليوم أول منشأة توليد كهرباء في العالم تستخدم قشور الجوز كوقود. كلّف انشائها 3 مليون دولار أسترالي لكنها ستعوّض هذه التكلفة سريعاً: تستطيع محطة توليد الكهرباء عالية الأداء هذه معالجة ما يصل إلى 1680 كغ من قشور الجوز في الساعة لإنتاج 1.5 ميجا واط من الكهرباء.

ابتكر العلماء الهنود مصدر طاقة بديلة آخر باستخدام الموز وغيره من الفاكهة والخضروات وأجزائها غير الصالحة للأكل (القشور والبذور). تستطيع أربع بطاريات تعمل بهذا النوع من الوقود تشغيل ساعة حائط أو لعبة إلكترونية أو آلة حاسبة جيبية. وقد تم تصميم هذا الابتكار بشكل أساسي لخدمة الأشخاص في المناطق الريفية الذين يملكون وفرة من الفواكه والخضروات من أجل إعادة شحن البطاريات.

كما يوجد احتمال بأن يكون الإنسان في المستقبل القريب قادراً على توليد الكهرباء من حركة جسده. حيث يعمل الباحثون الأمريكيون على تطوير أحذية خاصة بإضافات بلاستيكية؛ فعندما يمشي الشخص تضغط قدمه القطعة البلاستيكية المضافة ثم تحرر الضغط بحركة تناوبية مما يؤدي إلى تقلصها وتوسعها. يمكن استخدام هذه الحركة لتوليد ما يصل إلى 3 واط من الطاقة، وهي كمية تكفي للاستماع للراديو أو الموسيقى أثناء المشي وتوفير البطاريات

6.1.3 مزايا وعيوب مصادر الطاقة المختلفة

الآن وقد تعلّمنا عن مصادر الطاقة المختلفة الموجودة، نريد أن نعرف أيها الأفضل؟ وأيها صديق أكثر للبيئة؟ وأيها أقل إضراراً بالمناخ؟ وأيها الأرخص تكلفة؟

في كل عام، ينتج العالم ويستهلك أو يدمّر نحو 170 مليار طن من الكتلة الحيوية الأساسية

الإجابة على هذه الأسئلة ليست بالبساطة التي تبدو عليه للوهلة الأولى. حيث علينا أن نأخذ الكثير من العوامل بعين الاعتبار عند مقارنتنا بين أنواع الوقود المختلفة.

من غير المنطقي مناقشة كفاءة التكنولوجيا وتكلفة الطاقة بمعزلٍ عن قضايا التغيّر المناخي والبيئة والصحة. لذلك، قبل اتخاذ قرارٍ ما حول نوع محطات توليد الطاقة التي يجب بناؤها وتشغيلها، يتعين إجراء مدى واسع من التقييمات (التقنية والاقتصادية والبيئية وغيرها).

دعونا الآن نستذكر ونقارن مزايا وعيوب مصادر الطاقة الطبيعية الرئيسية من جديد

معايير المقارنة بين مصادر الطاقة

انبعاثات الغازات الدفيئة عند انتاج واستخدام هذه المصادر.

الانبعاثات (أثناء انتاج واستخدام) المواد الضارة التي تشكّل خطراً على صحة الإنسان والبيئة.

تكلفة نقل الوقود من مكان إنتاجه إلى محطة توليد الكهرباء.

تكلفة توزيع الحرارة والكهرباء للمستهلكين البعيدين عن موقع توليد الحرارة والكهرباء.

تكلفة بناء وتشغيل محطة الطاقة وتفكيكها في نهاية عمرها التشغيلي.

التكلفة البيئية (التعامل مع الحوادث، علاج ضحايا هذه الحوادث وتعويض أسرهم، زراعة الأشجار للتعويض عن انبعاثات الغازات الدفيئة).

المناخ والموقع الجغرافي لمحطة توليد الكهرباء. ما هو المصدر الذي سيستخدم من أجل احتياجاته المائية وكيف سيتم تنظيف المياه. ما هي الرياح السائدة في الموقع وهل هناك ظروف جوية أو زلزالية حرجة؟ هل توجد طرق نقل ملائمة لتوفير المواد الخام؟ ما هي المواطن الطبيعية والتضاريس الجغرافية والمستوطنات البشرية المجاورة لها؟

معدات التنقية وإعادة التدوير. هل تستخدم محطة التوليد معدات حديثة؟ هل يعد نظام تجنّب الانبعاثات الملوثة مطابق للمعايير المطلوبة، وهل تم تخصيص منطقة كافية لتخزين وإعادة تدوير المخلفات؟ ربما لن تنطوي المخلفات على مشاكل خطرة في السنوات الأولى لعمل المحطة، لكن مسألة ما يجب فعله بها قد تبرز في مرحلة معينة في المستقبل.

الفحم

☺ الفحم هو وقود عالمي: يمكن استخدامه في أي مناخ، وفي محطات الطاقة الكبيرة والصغيرة كما يمكنه تسخين الماء في المراجل (البويلرات). ويمكن نقل الفحم بأمان بواسطة عربات مفتوحة كونها ليست مادة متفجرة

☹ يعد الفحم "أقذر" نوع وقود مستخدم لتوليد الطاقة. حيث تتسبب محطة توليد طاقة تعمل بالفحم بقدرة 1 ميجا واط بانبعاث 36.5 مليار م3 من الغازات الساخنة التي تحتوي على الغبار والمواد الضارة سنوياً. كما أنها تنتج كميات كبيرة من الرماد الذي يجب احتوائه. والأهم من ذلك هو أن كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من محطات التوليد التي تعمل بالفحم مقابل كل وحدة طاقة منتجة هي الأكبر مقارنةً ببقية مصادر الطاقة الهيدروكربونية.
كما يعتبر استخراج الفحم عمل خطير، حيث أن إطلاق الغازات الطبيعية تحت سطح الأرض يمكن أن يؤدي إلى وقوع انفجارات مميتة لعمال مناجم الفحم. علاوةً على ذلك، غالباً ما تتسلل المياه المالحة والقذرة التي تُضخ خارج مناجم الفحم إلى الأنهار والبحيرات (حيث يجب ضخ ما معدله 3 طن من الماء للخارج لكل طن من الفحم المنتج)، مما يلحق الضرر بالحيوانات ويلوّث المياه والتربة المحلية

النفط

☺ يعد النفط سهل جداً للاستخدام، حيث يمكن نقله مسافات بعيدة عبر الأنابيب وكذلك الخزانات. يستخدم النفط لإنتاج المطاط والبلاستيك والأصباغ والمنظفات وغيرها من المنتجات

☹ تتعرض احتياطيات النفط للاستنزاف، وتكلفة انتاجه في تزايد مستمر. يعدّ النفط سريع الاشتعال، ويعدّ تسرب النفط حدثاً كارثياً للبيئة نظراً لتغليفه لجميع الكائنات الحية بغشاء رقيق مدمّر للأنظمة البيئية. ويمكن أن يمتد تسرّب مماثل في نهر أو بحر على مسافات كبيرة. وينتج حرق النفط كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون

الغاز الطبيعي

☺ يعد الغاز الطبيعي أنظف أنواع الوقود الهيدروكربوني وأكثرها صديقة للبيئة، كما أنه سهل النقل

☹ الغاز مادة متفجّرة حتى بكميات صغيرة نسبياً. بالرغم من أن انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن احتراق الغاز الطبيعي هي الأقل بين أنواع الوقود الهيدروكربوني إلا أن الكمية لا تزال كبيرة. بالإضافة لذلك، فإن احتياطيات الغاز ليست لا نهائية بالرغم من أن تطوير تكنولوجيا الغاز الصخري عمل على زيادتها

الطاقة النووية

لا ينبعث من توليد الطاقة النووية غازات دفيئة. وتعد مخزونات الوقود النووي كبيرة جداً نظراً لإمكانية الحصول على كميات كبيرة من الطاقة من كمية صغيرة من الوقود

يجب أن يتم انتاج الطاقة النووية في محطات توليد كبيرة جداً ولا يمكن نقلها إلا على شكل كهرباء فحسب (وليس حرارة)، لأن مخاطر التسريبات النووية تجعل من الضروري وضع المحطات النووية بعيداً عن أي مدينة كبيرة حيث يتركز مستهلكو الماء الساخن والحرارة. وتنتج محطات الطاقة النووية مخلفات تبقى خطيرة لعدة قرون وبالتالي يجب التخلص منها بطرق خاصة. وفي حين أن الطاقة النووية لا تصدر انبعاثات غازات دفيئة إلا أنها تولّد مياه مشعة مستهلكة. ويتمثّل العيب الرئيسي للطاقة النووية في أن أصغر الحوادث يمكن ن تؤدي إلى عواقب كارثية

الشمس

طاقة الشمس هي طاقة متجددة، ويمكن استخدامها في الكثير من الأماكن حول العالم، كما أنها لا تنتج أي ملوثات ضارة أو غازات دفيئة

إن تدفقات الطاقة الشمسية غير متساوية، وهناك حاجة لاستخدام بطاريات إضافية لتحويل تدفق الطاقة ليلاً أو في الطقس الغائم. لا تزال الخلايا الشمسية باهظة الثمن بالرغم من أن العلماء يبحثون عن طرق لتقليل تكاليف إنتاجها. وهناك مشاكل مرتبطة بالتخلص من الخلايا الشمسية المستهلكة نظراً لاحتوائها على مواد ضارة، بالإضافة إلى أن محطات الطاقة الشمسية تحتل مساحات كبيرة من الأرض

الرياح

طاقة الرياح هي طاقة متجددة ولا تنتج أي انبعاثات غازات دفيئة أو ملوثات ضارة

محطات الرياح تحتاج الى رياح قوية مستمرة. كما أن هناك حاجة لبطاريات ومحولات إضافية حتى تستمر مزرعة الرياح في العمل في الرياح الخفيفة. يخلق دوران الشفرات اهتزازات وضوضاء يمكن أن تخيف الحيوانات وتسبب الإزعاج للناس الذين قد يعترضون أيضاً على مظهر طواحين الهواء العملاقة التي تغيّر المشهد العام تماماً. كما أن هناك حاجة لوضع نظام لإبعاد الطيور الذين يمكن أن يقعوا ضحايا للشفرات الدوارة

المياه

الطاقة المائية وطاقة المد والجزر وطاقة الأمواج جميعها مصادر طاقة متجددة متاحة مجاناً ولا تصدر أي انبعاثات غازات دفيئة أو تنتج ملوثات

لا يمكن انتاج الطاقة المائية إلا في أماكن وجود الأجسام المائية. يتطلب بناء محطات طاقة مائية كبيرة فيضان الأرض حول الخزان المائي وهي عملية صعبة ومكلفة للغاية. بناء محطات الطاقة الكهرومائية له آثار سلبية على الأنظمة البيئية للأنهار والسواحل. يمكن أن تؤدي الحوادث في محطات الطاقة المائية إلى حدوث فيضانات في البلدات والقرى الواقعة أسفل مجرى المحطة

حرارة الأرض وطاقة الحرارة من الأعماق

إن الطاقة التي تصدر من باطن الأرض متجددة ومتاحة في كل مكان كما أنها لا تصدر أي انبعاثات غازات دفيئة أو تنتج ملوثات

لا تزال عملية استخلاص الطاقة من المصادر الواقعة في أعماق الأرض مكلفة ومعقدة في الوقت الحالي. يمكن أن يقود الاستخدام طويل الأجل للخزانات الحرارية الأرضية (ضخ الماء والبخار) إلى هبوط الأرض. كما أن هذه الحرارة لا تكفي إلا للاستخدام كمصدر مساعد للطاقة

الكتلة الحيوية

تمتاز الكتل الحيوية بأنها متاحة مجاناً وسهلة الاستخدام. كما أن الانبعاثات الناتجة عن استخدامها لا تزيد عن تلك التي تنتج عن التحلل الطبيعي للنباتات. استخدام الكتل الحيوية في أماكن صنعها (بالزراعة ومناطق قطع الأشجار) يحل مشكلة التخلص من المخلفات. يمكن اعتبار وقود الكتل الحيوية طريقة لاستخلاص الطاقة من النفايات. كما يمكن استخدام الروث للحصول على السماد والوقود الغازي

من الصعب والمكلف نقل الكتل الحيوية الخام، كما أن عملية انتاج الوقود الغازي من الكتل الحيوية يتطلب الحفاظ على درجة حرارة التخمير والعناية الخاصة لتجنب وقوع انفجارات والتأكد من عدم تسرب البكتيريا وتحولّها لمصدر أمراض. كما أن للغاز الناتج رائحة كريهة!

بدأ بعض المنتجين المغامرين للمنتجات الزراعية يميلون لاستخدام حقولهم من أجل انتاج الكتل الحيوية بدلاً من المحاصيل الغذائية التقليدية حيث أنها تدر عليهم المزيد من الدخل. ومن شأن هذا أن يقلل من انتاج الغذاء الذي يهدد بدوره الأمن الغذائي

الآن، إذا كانت مصادر الطاقة المتجددة لا تنضب وصديقة للبيئة، فلماذا لا نتحول تماماً من استخدام الفحم والنفط والغاز الطبيعي والطاقة النووية إلى استخدام التكنولوجيات الخضراء؟

في الواقع، لا تزال هناك العديد من القيود على تطوير الطاقة المتجددة بشكل واسع النطاق، ومن بينها أن عمل محطات الطاقة المستخدمة لمصادر الطاقة المتجددة يعتمد على الظروف المناخية (قوة الرياح، ووجود الأنهار، وعدد الأيام المشمسة)، كما أنه لم يتم التوصل لعمليات حسابية شاملة ونهائية لعمل هذه المحطات. لكل واحدة من محطات توليد الطاقة المستخدمة للطاقة المتجددة خصائصها المميزة، ما يجعل النجاح في استخدام المصادر المتجددة يتطلب استثماراً كبيراً في الجهد والمال وقت تصميمها وانشائها. ومع ذلك، تسهم التكنولوجيات الجديدة بجعل انتاج الطاقة من المصادر المتجددة أكثر كفاءة وتسعى لتقليل تكاليف انتاجها بخُطى ثابتة.

ونظراً لكون الطاقة مطلوبة دائماً، تعدّ صناعة الطاقة وتحديداً انتاج وتجارة النفط والغاز والفحم مربحة للغاية. إن كمية المال المستثمر في هذا القطاع كبير للغاية مما يتسبب بخلافات متكررة وخطيرة بين الحكومة والشركات ومنظمات المجتمع المدني التي تُعنى بالبيئة. هذه المشكلة موجودة في جميع دول العالم، لكن إن نظرنا للتوجه العام على المدى البعيد، فنستطيع أن نرى أن الناس في كل مكان يتجهون أكثر نحو فهم التغيرات التي يجب تطبيقها من أجل الحفاظ على مستقبل البشرية والكوكب. لم يؤخر استحداث تكنولوجيات جديدة صديقة للبيئة سوى جمود تفكير الإنسان. إن كوكبنا والكون مستعدين لمنحنا طاقتهم، لكن في المقابل يتعين علينا تعلّم استخدام المصادر الطبيعية بطريقة تخدم المناخ ولا تدمره لصالح مكاسب قصيرة الأجل!

أسئلة

1 ما هي مصادر الطاقة التي كانت تستخدم في القِدم؟

2 ما هي طرق استخدام الألواح الشمسية التي تعرفها؟

3 عدّد جميع العوامل التي تعلم أنه يجب أخذها في الحسبان عند سعينا لتحديد الكلفة الإجمالية لتوليد الطاقة من مصدر أو آخر للطاقة.

4 لا تصدر المحركات الكهربائية انبعاثات ضارة، لكن هل يمكننا اعتبارها أكثر أنواع المحركات الصديقة للبيئة؟

5 يتم تركيب الخلايا الشمسية المسطحة على أسطح المنازل بزاوية أفق مساوية لخط عرض مكان تركيبها. لماذا يتم ذلك باعتقادك؟

مهام

المهمة رقم 1 تجربة

الغرض من التجربة: صنع مصباح باستخدام طاقة متجددة

.المواد: قنينة بلاستيكية شفافة تحتوي على الماء بداخلها، طاولة صغيرة، بطانيات

التجربة: غطِّ الطاولة بالبطانيات بحيث تمنع دخول الضوء إلى "المنزل" الصغير الذي صنعته تحت الطاولة. أمسك قنينة الماء وأدخل المنزل الصغير. ضع القنينة في الفراغ بين البطانيات. أصبح لديك الآن لمبة تضيء منزلك المظلم. يمكن لمسطرة بلاستيكية شفافة محصورة بين راحتي كفيك إعطاء نفس التأثير

المهمة رقم 2

وزّعوا أنفسكم إلى مجموعات مساوية لعدد الطرق المختلفة لإنتاج الكهرباء. يجب على كل مجموعة إعداد تقرير للدفاع عن طريقة انتاج الطاقة الخاصة بها مع ذكر المشاكل المرتبطة باستخدام جميع طرق انتاج الطاقة الأخرى. ثم يتم اعداد وعقد نقاش حول منافع ومضار مختلف أنواع محطات توليد الطاقة، مع مراعاة المنطقة التي تعيش فيها

2.3 الكفاءة في استخدام الطاقة وتوفير الطاقة

.تتمثل الطريقة الأولى للحدّ من التغيّر المناخي في استخدام مصادر الطاقة التي تسبب أقل ضرر على البيئة والمناخ

أما الطريقة الثانية، فهي تقليل استهلاكنا الكلي للطاقة. سندرس في هذا الفصل مفهومين متشابهين لكنهما في الحقيقة مختلفين: .الكفاءة في استخدام الطاقة وتوفير الطاقة

يعتبر أيّ جهاز كفؤ في استخدام الطاقة إن كان يستهلك طاقة أقل من الطاقة التي تستهلكها بقية الأجهزة المشابهة من أجل .أداء عملها

على سبيل المثال، يمكن أن يمنح مصباحين نفس كمية الإضاءة في الغرفة لكن يستهلكان كميات مختلفة من الكهرباء، وفي .هذه الحالة يعتبر المصباح الذي يستهلك طاقة أقل أكثر كفاءة

بإمكاننا توفير الكثير من الطاقة من خلال إطفاء الأضواء عندما لا نحتاجها، وإبقاء النوافذ وتجهيزات الإضاءة والمصابيح نظيفة، بالإضافة إلى تركيب لمبات أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة

الشكل 3.2.1 مقارنة بين كفاءة استخدام مختلف اللمبات للطاقة

لمبة تنغستن التقليدية | لمبة الفلورسنت كفؤة باستخدام الطاقة | ديود باعث للضوء (LED)

الكفاءة في استخدام الطاقة هي النسبة بين كمية الطاقة المستهلكة والنتيجة الجيدة المتحصلة من .الاستهلاك

توفير الطاقة هو جميع الإجراءات المتبعة من أجل تقليل كمية الطاقة المستهلكة وزيادة استهلاك الطاقة المتجددة

لذلك، نحن لسنا بحاجة لاختراع شيء ما من أجل توفير الطاقة في معظم الأحيان، بل علينا أن نغيّر عاداتنا ببساطة بحيث نتوقف عن هدرها

ن15-20% من استهلاك الطاقة العالمي يذهب للكهرباء المستخدمة في الإضاءة. وفي الاتحاد الأوروبي، تمثّل الإضاءة نحو 10% من استهلاك الكهرباء في المباني السكنية حيث تعد ثالث أكبر مصدر لاستهلاك الكهرباء بعد التدفئة وأجهزة التبريد. وفي المباني المكتبية، يمكن أن تستهلك الإضاءة كمية أكبر من الطاقة، حيث تتراوح بين 30- 40%. لكن من الممكن تقليل كمية الطاقة المستخدمة في المباني السكنية والمكتبية دون جعل الغرف أكثر ظلاماً ومع تقليل قيمة فواتير الكهرباء بشكل كبير

على سبيل المثال، ينظّف الجميع أسنانه في الصباح، لكن هل نحتاج لإبقاء صنبور الماء مفتوحاً أثناء ذلك؟ لا، نحن نحتاج للماء فقط عندما نغسل فمنا. والآن، قم بمراقبة أفراد أسرتك ولاحظ، هل يغلق جميعهم صنبور الماء عندما ينظفون أسنانهم؟ يتم استهلاك الكثير من الطاقة لوصول المياه للحنفيات، بدءاً من العمليات في محطة معالجة المياه ووصولاً لنظام الضخ ناهيك عن الماء نفسه

عندما تطفئ التلفاز (وغيره من الأجهزة الإلكترونية) فأنت تتركه في وضع الاستعداد. ما لا يعرفه الكثير من الناس هو أن التلفاز يستمر في استهلاك الطاقة في وضع الاستعداد، ورغم أنها أقل من الطاقة التي يستهلكها أثناء تشغيله إلا أنها كافية لرفع قيمة فاتورة كهرباء الأسرة بضعة قروش في الشهر. قد يبدو أن الأمر لا يستحق العناء لكن فكّر في كمية الطاقة التي تُهدر إذا قمت بحسابها على مستوى حي بأكمله أو مدينة بأكملها أو بلدٍ كامل! لذلك في البلدان التي تأخذ توفير الطاقة على محمل الجد، يُنصح الأفراد بعدم ترك الأجهزة في وضع الاستعداد بل بإطفائها تماماً

تشير التقديرات إلى أن شحن هاتف محمول يتسبب بانبعاث 0.3 كغ من غاز ثاني أكسيد الكربون في السنة، وعند إبقاء شاحن الهاتف الذكي موصول بالكهرباء طوال الوقت (دون استخدامه) ينبعث منه 2.4 كغ من غاز ثاني أكسيد الكربون

انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من استخدام الهواتف الذكية

الاستخدام لمدة دقيقتين في اليوم ينتج 47 كغ في السنة
الاستخدام لمدة ساعة في اليوم ينتج 1250 كغ في السنة
تنتج الدقيقة الواحدة 57 غ
تنتج رسالة نصية واحدة 0.014 غ
عملية بحث واحدة عبر جوجل تنتج 0.2غ (مجموع الانبعاثات السنوية من استخدام جوجل تبلغ 1.3 مليون طن)

صناعة تكنولوجيا المعلومات مسؤولة عن نحو 2-2.5% من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتأتي الحصة الأكبر من هذه النسبة من أجهزة الكمبيوتر والشاشات (مسؤولان معاً عن 40% من مجموع انبعاثات صناعة تكنولوجيا المعلومات).

ربما لم يسمع الجميع بـ "الاستضافة الخضراء"؛ وهي نوع من خدمات استضافة الإنترنت تستخدم التقنيات الخضراء للتقليل من الآثار السلبية على المناخ والبيئة. تعمل الاستضافة الخضراء من خلال التعويض عن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون التي تصدرها خدمات الاستضافة من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة (الشمسية والرياح والمياه والحرارية الجوفية)، وزرع الأشجار والنباتات، وكذلك بتبنّي إجراءات أخرى لتوفير الطاقة. إذا استمرت صناعة تكنولوجيا المعلومات بالنمو بمعدلاتها الحالية، فإن التلوث الناتج عن جميع الأنظمة الحاسوبية على كوكبنا سيتجاوز الانبعاثات التي تصدرها الطائرات بحلول عام 2020. ويشير بعض الخبراء إلى التقنيات السحابيّة كمصدر واعد للاستضافة الخضراء. حيث تمكّن التقنيات السحابيّة من استخدام القدرة الحاسوبية بكفاءة أكبر وذلك بالعمل أساساً على تقليل استهلاك الطاقة.

تحقق اختراعات الإنسان تقدماً جديداً يومياً. لكن في الواقع لا يتم استخدام سوى جزء صغير من الاختراعات الجديدة، وقبل أن تحل تكنولوجيا حديثة مكان أخرى قديمة، يتعين على الناس العمل على تغيير عاداتهم

التقنيات السحابيّة

لم يعد العالم الحقيقي وحده الذي يتغير، بل أيضاً العالم الافتراضي. مُنح مستخدمو الانترنت مؤخراً أداة جديدة تدعى "الحوسبة السحابية" وهي تستخدم بالفعل من قبل "فيسبوك" و"تويتر" و"المحركات" المشغّلة لخدمات مثل "مستندات جوجل" و"جي ميل" وغيرها

تعمل معظم المواقع الإلكترونية وتطبيقات الخدمات عبر مجموعة محددة من الحواسيب أو الخوادم. أما السحابة، فهي عبارة عن شبكة من الحواسيب المؤلفة لنظام يتيح للناس استخدام تطبيقات معينة أو تخزين البيانات. يمكنك أن تطلق عليها اسم حاسوب عالمي افتراضي حيث تعمل التطبيقات بمعزلٍ عن كل حاسوب منفرد بتركيبه الخاص.

مع تطوّر الإنترنت ذو النطاق العريض، تقل الحاجة لوجود تطبيق مثبّت على جهاز الحاسوب الخاص بك. ولأن جميع "السحابات" مهيئة للعمل معاً، تكون الطاقة الإجمالية لهذه الحواسيب متاحة للتطبيقات كما لو كان التطبيق يعمل على جهاز حاسوب واحد. إن نسبة متزايدة من برمجيات اليوم مبنية على تقنيات الويب، و"السحابات" تقود الجهود لرفع مزايا تطبيقات الويب إلى مستوى جديد

إن أول ما يجب فعله هو تخصيص الوقت للتعرّف على الاختراع الجديد.

ثانياً، عليك أن تنفق المال والجهد للتخلص من الجهاز القديم واستبداله بآخر أحدث، وتدرّب الناس على استخدامه. بالتأكيد ستجني ثمار هذا الجهد والمال الذي انفقته بالأرباح، لكنها لن تكون مباشرة، ولا يرغب الجميع بخوض هذه المتاعب لتحقيق مكسب لن يحصلوا عليه إلا في المستقبل.

ثالثاً، الأشخاص الذين يجنون المال من بيع التكنولوجيا القديمة لا يرغبون بفقدان عملهم، خاصةً إن كانت تجلب لهم أموالاً أكثر من التكنولوجيا الجديدة. وقد يصل بهم الأمر إلى بذل كل ما في وسعهم لعرقلة الاختراع الجديد، أو منع استخدامه على نطاق واسع، أو إقناع الناس بأنه ضار أو حتى تهديد المخترع.

إن ايجاز جميع التقنيات الكفؤة في استخدام الطاقة يتطلّب مجلّداً كبيراً. ومهما كان مسار الحياة الذي تختاره في المستقبل، سيبقى من الهام امتلاك معرفة جيدة بالمعدات التي تستخدمها من أجل دعم جهود تحسينها. ويجب عليك أن تتذكر دائماً بأن الطريق للأمام لا تعني دوماً جعل الآلات أكثر كفاءة، حيث أن الكثير مرهون أيضاً بطريقة تنظيم عمل الناس.

إن الكفاءة في استخدام الطاقة وتوفير الطاقة أمران هامان للغاية. بالنسبة للأسرة، فهي تعني التوفير في فواتير الكهرباء والغاز. وتترجم بالنسبة للشركات إلى تقليل تكاليف الوقود وبالتالي كهرباء أرخص. وتعني على مستوى الدولة، إنفاق أقل على الموارد وجعل الصناعات أكثر إنتاجية وتنافسية. أما من ناحية المناخ، فهي تؤدي إلى تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي

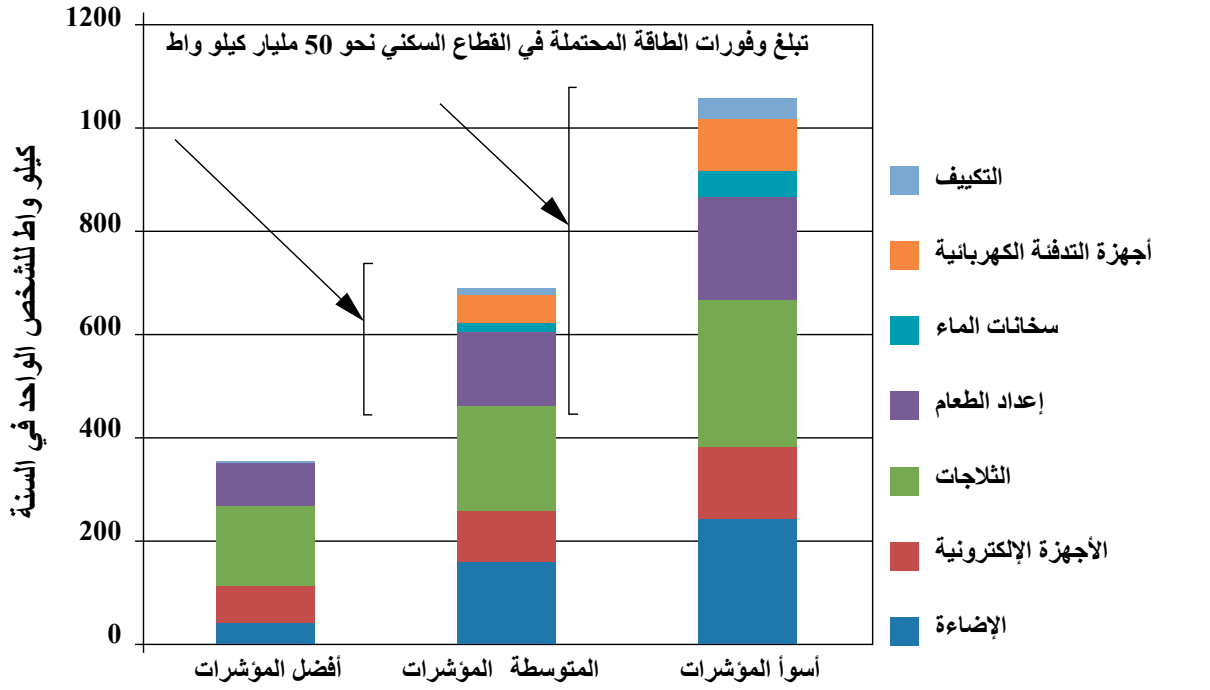
يستهلك كل فرد في روسيا ما معدله 2 كيلو واط في اليوم. ويستطيع المواطن المقتصد تدبّر أمره باستهلاك 1 كيلو واط، بينما قد يستهلك مستخدم الطاقة المبذّر 3 كيلو واط في اليوم.

يعرض الشكل 3.2.2 كيف يستهلك المواطن الروسي العادي -الذي يعيش في شقة- الطاقة لأغراض مختلفة على مدار العام.

وبالمتوسط، يحتاج توليد 1 كيلو واط من الطاقة انبعاث 800 غ من غاز ثاني أكسيد الكربون. إن الانبعاثات من توليد الطاقة في الجزء الأوسط من روسيا الأوروبية أقل بمرتين من غيرها من المناطق، وذلك لأن جزء كبير من احتياجات الطاقة في ذلك الجزء من البلاد ينتج بواسطة محطات الطاقة التي تستخدم الغاز الطبيعي والتوليد بالطاقة الكهرومائية والنووية، وفي المقابل نادراً ما يستخدم الفحم. ان انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الغاز أقل بكثير من الانبعاثات الناتجة عن احتراق الفحم، كما أن محطات الطاقة المدمجة بالحرارة الحديثة تصدر انبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون أقل من المحطات الأقدم.

في المناطق الشمالية في روسيا وفي الشرق الأقصى الروسي حيث يستخدم الفحم من أجل توليد الطاقة ويجب نقل الوقود عبر مسافات بعيدة، يُسهم خفض استهلاك الكهرباء بمقدار 1 كيلو واط إلى خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بنحو 3 كغ. وينخفض الإجمالي السنوي لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجةً لتحوّل ثلاث أشخاص من كونهم مستهلكين "متوسطين" إلى "مقتصدين"، إلى ما مجموعه 3 طن

الشكل 3.2.2 وفورات الطاقة المحتملة في المباني السكنية



محطة طاقة نووية

محطة حرارية تعمل بالغاز الطبيعي

محطة حرارية تعمل بالفحم

1.2.3 وسائل النقل الصديقة للبيئة

تعادل وسائل النقل من السيارات إلى الطائرات محطات توليد الطاقة باعتبارها مستهلكات شديدة للوقود الأحفوري. ولا شك أن احتياجات سيارة واحدة من الوقود تكاد لا تُذكر بالمقارنة مع الاحتياجات الضخمة لمحطة طاقة، إلا أن عدد السيارات أكبر بكثير من عدد محطات الطاقة. حيث تسهم وسائل النقل بالمجمل بنحو 13.5% من انبعاثات الغازات الدفيئة، وتمثل المركبات الآلية وحدها 10% من ذلك.

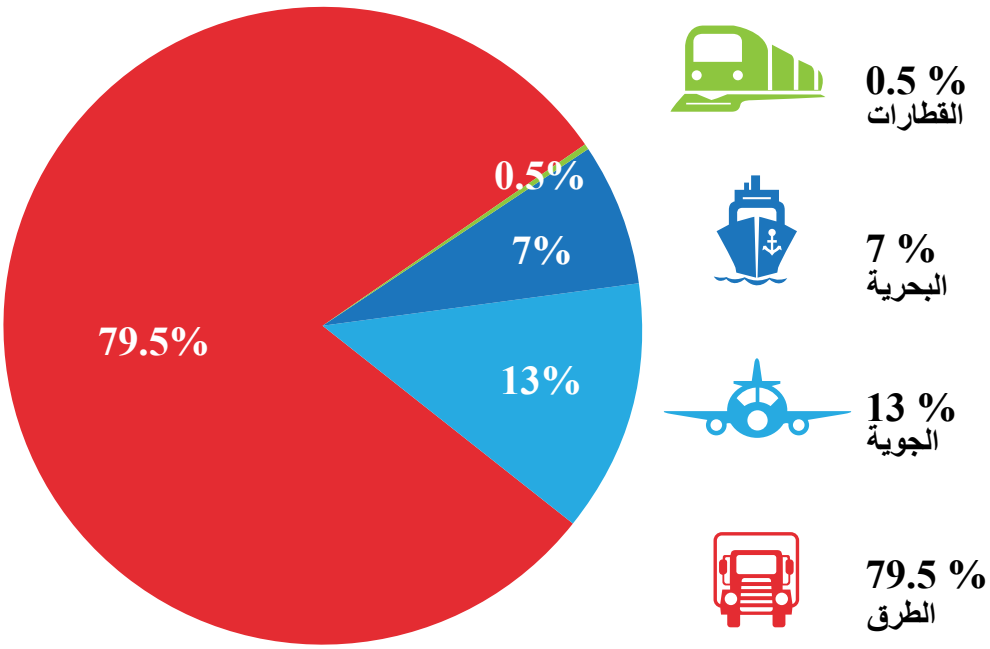
تعمل الغالبية العظمى من السيارات على البنزين، وتحرق سيارة حديثة نحو 200 لتر من الأكسجين لكل لتر من البنزين. وهذه النسبة أكبر من كمية الأكسجين التي يستنشقها الشخص في اليوم. وبالمعدل، تحرق سيارة تمشي مسافة 15 ألف كم في السنة 1.5-2 طن من الوقود و20-30 طن من الأكسجين.

تطلق محركات الاحتراق الداخلي التي تزود المركبات الآلية بالطاقة غازات إلى الغلاف الجوي تحتوي على النيتروجين وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون (بنسبة 1- 12% من حجم الانبعاثات)، بالإضافة إلى مركّبات سامة ومسرطنة (السخام والبنزوبيرين).

ويبلغ اجمالي انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون لكل طن من البنزين منذ استخراج النفط الخام من بئر نفط إلى احراق البنزين المكرر في المحرك ما مجموعه 3769 كغ.

إن تأثير النقل على التغير المناخي ضخم، حيث تستخدم معظم وسائل النقل الوقود الأحفوري الذي يطلق احتراقه غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الجو. ومع هذا فإن الأنواع المختلفة من وسائل النقل تملك تأثيرات مختلفة. وتعتبر السكك الحديدية أكثر هذه الوسائل الصديقة للبيئة بينما تعتبر السيارات مسؤولة عن 80% من انبعاثات الغازات الدفيئة القادمة من وسائل النقل (الشكل 3.2.3)

الشكل 3.2.2 تفصيل لانبعاثات الغازات الدفيئة الصادرة عن وسائل النقل المختلفة



ما الذي يمكن القيام به للتقليل من تأثير النقل على المناخ؟

إحدى الطرق البديهية والفعّالة للغاية تتمثل في التواصل مع الأشخاص البعيدون عبر الهاتف أو الاتصال المرئي/ الصوتي الذي يتيح لك الاتصال بأصدقائك "Skype" بدلاً من السفر إليهم. أشهر طريقة للقيام بذلك اليوم هو من خلال تطبيق سكايب من أي بقعة في العالم يوجد فيها اتصال بالإنترنت.

إذا كان بوسعك ووالديك اختيار وسيلة سفركم، قوموا باختيار القطار. تعد القطارات وسيلة للسفر لمسافات بعيدة صديقة أكثر للبيئة من الطائرات

وقد حققت تقنيات النقل بالسكك الحديدية تطورات هائلة في العقد الماضي، حيث باتت القاطرات وعربات السكة الحديدية تصنّع من مواد أقل وزناً وضخامةً كما أصبحت المحركات أكثر كفاءة.

تم تزويد كل عربة في قطار "أي جي في" الفرنسي بمحركه الخاص مما حسن من كفاءة استهلاك الطاقة بنسبة 20%.

مؤخراً، نجحت شبكة القطارات فائقة السرعة في اليابان والتي تدعى "شينكانسن" (الشكل 3.2.4) في زيادة سرعتها وتقليل استهلاكها للطاقة بنسبة 40%. وأصبحت القطارات اليوم أكثر كفاءة من خلال تقليل وزن القطار فائق السرعة وإعادة تصميم شكل وطول القاطرة الرئيسية لتصبح أكثر مراعاة للديناميكية الهوائية.

وتبذل العديد من شركات السكك الحديدية العناء من أجل تذكير راكبيها بحقيقة أن السفر بواسطة القطار يعد صديقاً للبيئة

الشكل 3.2.4 قطار "شينكانسن" الياباني الفائق السرعة والكفؤ في استهلاك الطاقة

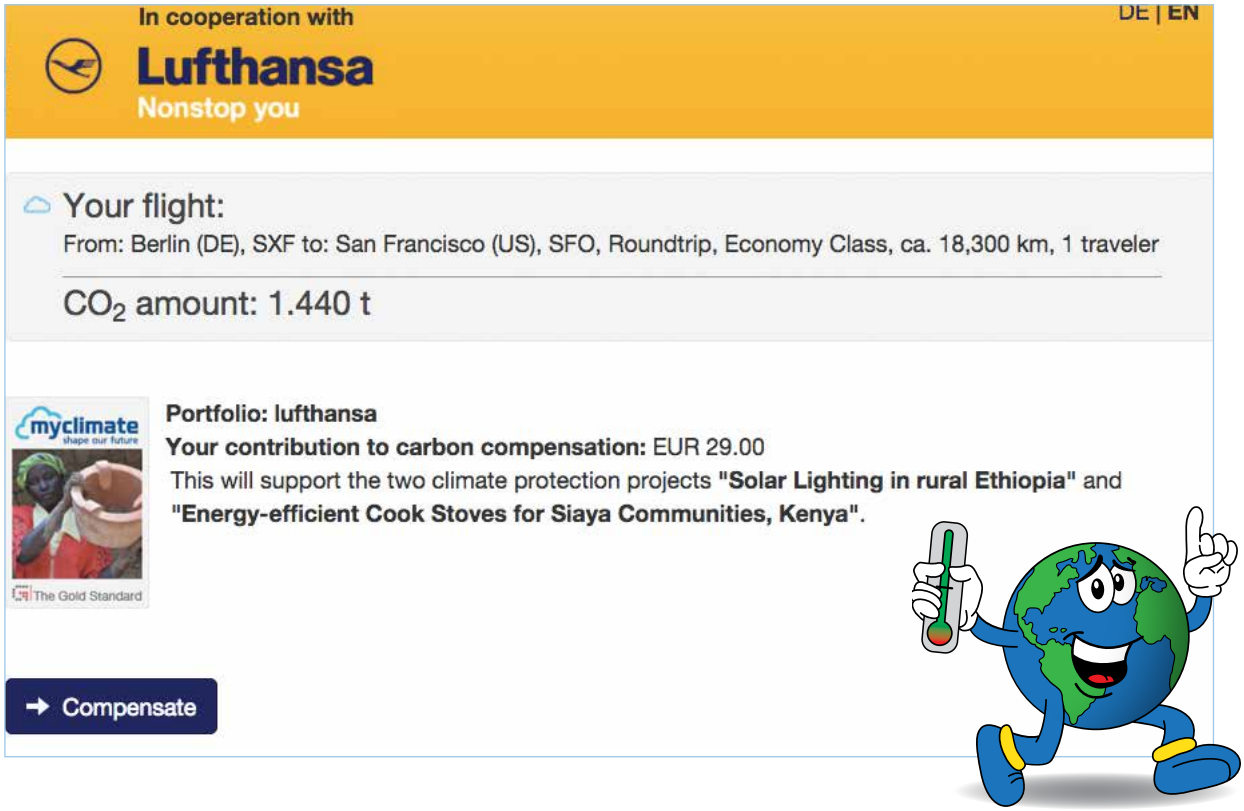
إذا كنت ستسافر إلى مكان ما بواسطة الطائرة، قم باختيار الخطوط الجوية التي تستخدم طائرات حديثة؛ حيث تتسبب الطائرات الحديثة بأضرار أقل على البيئة من الطائرات الأقدم.

لم تعد السرعة هي الاعتبار الوحيد أو حتى الرئيسي في تصميم نماذج جديدة من الطائرات. يتبنى المصممون اليوم نهجاً منتظماً يأخذ بعين الاعتبار كفاءة استهلاك الطائرة للوقود، بالإضافة إلى بصمتها الكربونية خلال التصنيع. وعاد المطورون للبحث في استخدام طائرات التوربينية ، والتي بدا أنها أصبحت جزء من الماضي قبل 20 عاماً نظراً لأن الطائرات النفاثة أسرع. يمكن أن توفر طائرات التوربينية حلولاً جيدة للنقل إذا تضمّنت تصاميم جديدة محدّثة

تقدّم بعض شركات الطيران اليوم خدمات للتعويض عن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من طائراتها، كما توجد اليوم خدمات عبر الإنترنت تقوم بحساب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من جميع الرحلات وتدعو الركاب للتعويض عنها. على سبيل المثال، تصدر رحلة طويلة من برلين إلى سان فرانسيسكو عبر شركة طيران لوفتهانزا الألمانية 1.4 طن من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون عن كل مسافر، والمبلغ المقترح للتعويض عن رحلة ذهاب وإياب على الدرجة الاقتصادية يبلغ 29 يورو، والتي تستخدم من أجل تمويل مشاريع اقتصادية مرتبطة بالتغير المناخي (الشكل 3.2.6

الشكل 3.2.5 الجزء الخلفي من تذكرة سكة القطار الإيطالية هذه تطلع الركاب على مساهمتهم التي قدموها لمنع التغير المناخي من خلال اختيارهم السفر بواسطة القطار.

الشكل 3.2.6 حساب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والتعويض المناسب لرحلة عودة برلين- سان فرانسيسكو على الدرجة الاقتصادية مع لوفتهانزا



إذا كان والداك يخططان لشراء سيارة، فأخبرهم عن كفاءة استهلاك المركبات الآلية للطاقة، واقترح عليهم شراء سيارة تستوفي معايير " اليورو 4" (وهي معايير أوروبية للمركبات تضبط محتوى أبخرة عوادم السيارات من المواد الهيدروكربونية وأكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون والجسيمات).

كما يمكن تخفيض تأثير السيارات على البيئة من خلال اتباع قواعد "القيادة البيئية" التي تقلل البصمة الكربونية من النقل بالمركبات. ولا تعد القيادة المراعية للبيئة مفيدة فحسب للبيئة، بل هي فعالة من حيث التكلفة بالنسبة لمالكي السيارات. اشرح ذلك للبالغين الذين يقودون سيارات!

تعتبر كفاءة محركات المركبات وأدائها البيئي أمران حاسمان. فحتى وقت قريب، كانت جميع المركبات الآلية تقريباً تعمل على زيت الوقود أو الديزل أو البنزين، لكن أعداداً متزايدة من المركبات تعمل اليوم بالغاز. وفي حين أن استهلاك الوقود عند استخدام الغاز لا يختلف عن استهلاكه باستخدام وقود المحركات التقليدي، إلا أن انبعاث الملوثات من الغاز أقل بكثير.

الشكل 3.2.7 مواقف للمركبات الكهربائية

لربّما سمعت أيضاً بالسيارات "الهجينة" والكهربائية والسيارات التي تعمل بالوقود الحيوي. كما توجد بعض المركبات الفريدة التي تستطيع الحركة بوجود الماء وحركة الهواء فقط "مركبات تعمل بقوة الرياح". وتعد بطولة سباق السيارات التي تعمل بالطاقة الشمسية التي تعقدها سويسرا بانتظام أفضل مكان لمشاهدة أداء جميع التقنيات الحديثة للمركبات التي تعمل بالطاقة الشمسية. ولم تعد هذه السيارات أمراً نادراً حيث توجد الآن محطات شحن للسيارات التي تعمل بالطاقة الشمسية في الولايات المتحدة وبلغاريا وسويسرا وألمانيا وغيرها من البلدان

قواعد القيادة المراعية للبيئة

كيف تقلل البصمة الكربونية لمركبة

أطفئ المحرك عند أماكن التوقف والازدحامات المرورية الثابتة

اعتنِ بسيارتك جيداً: يقلل الضبط الصحيح للعجلات استهلاك الوقود بمقدار 5-10%، وتوفر الصيانة الدورية للمركبة حتى 10% من الوقود.

افحص ضغط الهواء في الإطارات بانتظام: يستهلك ضغط الهواء في الإطارات الذي يقل بمقدار 25% عن المستوى المطلوب وقوداً أكثر بـ 10% لجعل السيارة تتحرك حتى في البيئات الحضرية.

استخدم خيار التكييف باعتدال. لا تستخدمه إذا كانت درجة الحرارة في الخارج تجعلها غير ضرورية ولا تفتح نوافذ السيارة عند تشغيل خيار تكييف الهواء.

استخدم الفرامل بسلاسة لاستغلال جمود السيارة وتقليل استخدام الوقود.

انقل الركاب. يسمى هذا " مشاركة المركبات" أو "الكاربول". إذا قمت بنقل 3-4 أشخاص ذاهبون لنفس الوجهة، فإنك تقلل الانبعاثات التي كانوا سيتسببون بها بـ 3 - 4 مرات.

ابقَ في نفس المسرب: التمايل من مسرب لآخر يزيد من استهلاك الوقود وبالتالي انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

اخرج باكراً وتجنّب التنقل في أوقات الذروة ولا تنسى تخطيط مسارك مسبقاً.

قم بالقيادة بسرعة معتدلة وثابتة. وقلل من استخدام دواسة الفرامل واستغل زخم السيارة أكثر، خفف وزد السرعة بسلاسة، وفكر في حالة الطريق أمامك (لا تُسرع إذا كان هناك إشارة حمراء تلوح في الأفق). وتذكّر أن القيادة السلسة توفر الوقود.

لا تنقل حمولة إضافية على سطح المركبة. فعند سرعة 120 كم في الساعة، تزيد حاملة الأمتعة الفارغة على السطح من استهلاك الوقود بنسبة 5-10%، وتزيد حاملة أمتعة التزلج ما بين 10-20%، وتزيد الدراجة الاستهلاك بنسبة 30%، ويستهلك حمل حقيبة مليئة بالأمتعة 35-40% وقود أكثر

سيارة كهربائية حديثة

يعمل رواد صنع السيارات في العالم اليوم من شركة تويوتا إلى أودي وفيراري ورولز رويس على تصميم سيارات صديقة للبيئة، حيث بات استهلاك الوقود والأثر على البيئة ذو أهمية للمشتركين مساوية للجودة والأمان والسعر. وتتنافس الشركات مع بعضها البعض في جهود حفظ الطاقة والحد من الآثار السلبية على البيئة.

يمكن تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة في مدينة من خلال تشجيع الناس على استخدام وسائل المواصلات العامة بدلاً من السيارات. لكن هذا ليس ممكناً ما لم تكن المواصلات العامة سريعة ومريحة وتخدم جميع مناطق المدينة وتربط مركز المدينة بالضواحي، وتوفّر بديل أرخص عن السيارات الخاصة يمكن الاعتماد عليه. كما يمكن أن يحد تحوّل المواصلات العامة لاستخدامها المحركات التي تعمل بالغاز والمحركات الهجينة والكهربائية بشكل كبير من انبعاثات الغازات الدفيئة ويحسّن نوعية الهواء في المدن

الركوب المشترك: مشاركة الرحلات بالسيارة

الركوب المشترك هو نقل الأشخاص الآخرون (بما في ذلك الغرباء) في سيارتك، في رحلاتٍ منتظمة (يومية) في العادة.

تعد هذه طريقة جيدة لتقليل الضغط على نظام النقل في المدن.

يعود الركوب المشترك إلى الأربعينات من القرن الماضي عندما كانت الحكومة الأمريكية تسعى لتوفير الوقود من أجل احتياجات الحرب العالمية الثانية من خلال مطالبة مالكي السيارات بحمل الركاب معهم في أي رحلة. ونجحت تلك السياسة في تقليل استهلاك الوقود، لكن تأثيرها كان محدوداً لأن أغلب مالكي السيارات في ذلك الوقت كانوا أثرياء لا يرغبون بمشاركة سياراتهم مع الغرباء.

وفي السبعينات من القرن الماضي، قامت مدينة لوس أنجلوس بإدخال مسارب منفصلة في الطرق التي يستخدمها متبعو الركوب المشترك. وهذه المسارب المنفصلة موجودة اليوم في أنحاء أمريكا الشمالية وكذلك في أوروبا (يتم تمييزها بإشارات طرق وأشكال مَعينية بيضاء على سطح الطريق) يقلل الركوب المشترك عدد السيارات الموجودة على الطرقات كما يُلغي الطلب الزائد على مواقف الاصطفاف ويخفّض انبعاثات الغازات الدفيئة. كما أن المكاسب التي يجنيها الركاب واضحة: ينفقون أقل على الوقود وصيانة المركبات والاصطفاف

الشكل 3.2.8 مسارب مخصصة للركوب المشترك
على الطرق في الولايات المتحدة الأمريكية

الدراجات: أكثر وسيلة نقل الصديقة للبيئة

تعد الدراجات أكثر وسيلة نقل صحية وصديقة للبيئة. قدّر العلماء أن الفرد الذي يذهب للمدرسة أو العمل يومياً على متن دراجة بدلاً من استخدام سيارة يوفر طناً واحداً من انبعاثات الغازات الدفيئة سنوياً.

تعد الدراجات وسيلة النقل المفضلة في هولندا والدنمارك وألمانيا. في كوبنهاغن، يذهب واحد من بين كل ثلاثة أشخاص للعمل بواسطة دراجة. وفي أمستردام، يستخدم 40% من السكان الدراجة يومياً، ويبلغ الطول الإجمالي للمسارب المخصصة للدراجات 400 كم

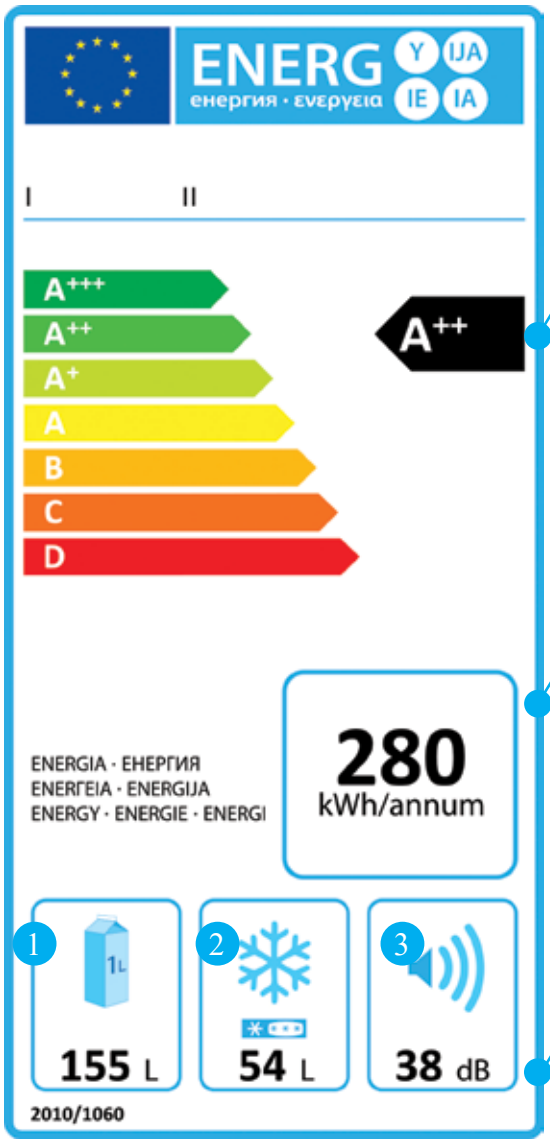
2.2.3 الأجهزة المنزلية والكهربائية

لدى العديد من الدول نظام خاص لوضع مُلصقات التعريف على الأجهزة المنزلية بالاعتماد على كفاءتها في استخدام الطاقة.

فُرض وضع ملصق الطاقة الأوروبي على بعض الأجهزة الكهربائية المنزلية ولمبات الضوء التي تباع في الاتحاد الأوروبي منذ عام 1995 (الشكل 3.2.9)

الهدف من المُلصق هو السماح للمستهلكين بمقارنة كفاءة استخدام الطاقة وبعض الميزات الأخرى للمنتجات المتشابهة المنتجة من مُصنّع واحد أو عدة مصنّعين. تعد أكثر المنتجات كفاءة في استخدام الطاقة هي تلك المصنفة ضمن فئة "A+"، أو "A" و"A++" أو "A+++"

الشكل 3.2.9 ملصق كفاءة استهلاك الطاقة الجديد للثلاجات في الاتحاد الأوروبي



فئة كفاءة استهلاك الطاقة

استهلاك الجهاز السنوي للطاقة بوحدة الكيلو واط، مقياس موّحد يفترض أنها تعمل 24 ساعة في اليوم خلال 365 يوماً

1 إجمالي المساحة القابلة للاستخدام (باللتر) لتخزين المنتجات الطازجة

2 إجمالي المساحة القابلة للاستخدام (باللتر) لتخزين المنتجات المجمّدة

3 مستوى الضوضاء (ديسيبل)

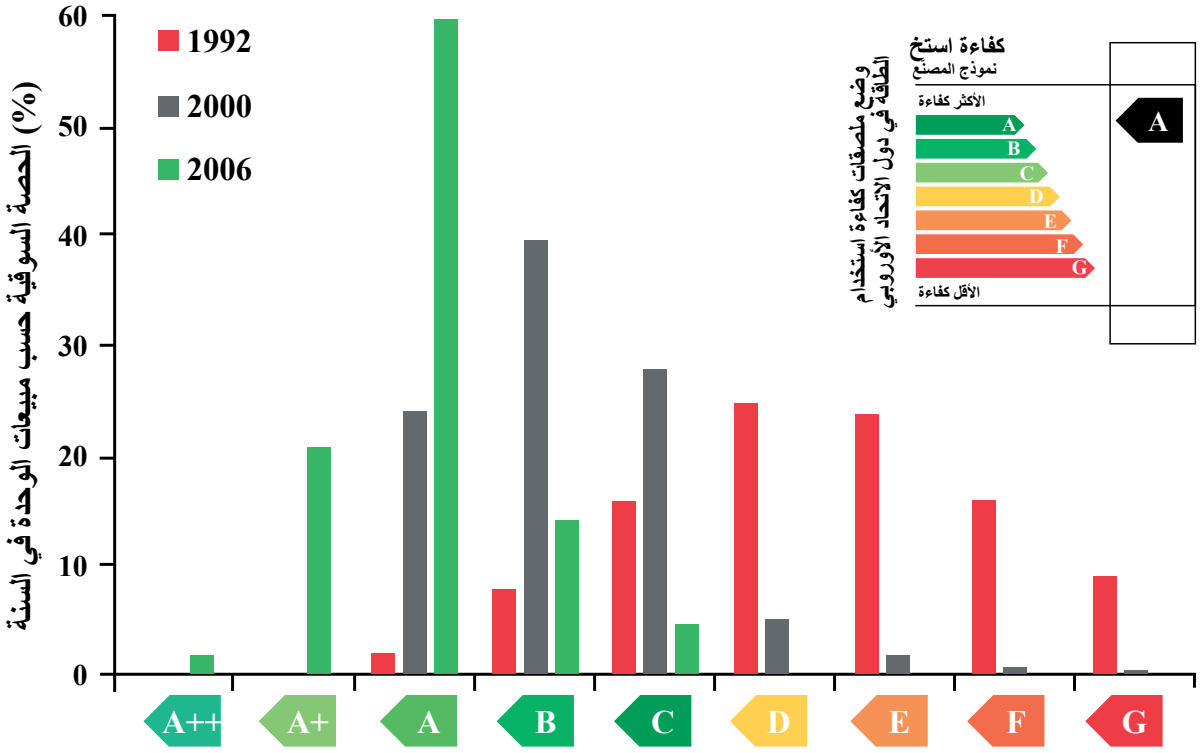
الشكل 3.2.10 علامة انيرجي ستار الأمريكية

إن "إنيرجي ستار" أو "نجمة الطاقة" هو معيار منح شهادات الكفاءة في في "EPA" استخدام الطاقة، وضع بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية عام 1992 من أجل شاشات الحواسيب ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة. تمنح الشاشات التي تستوفي معايير كفاءة في استخدام الطاقة الحق في حمل شعار إنيرجي ستار، واليوم يحمل نحو 98% من جميع أجهزة الحاسوب هذا الشعار. وتم توسيع نطاق استخدام الشعار بحيث أصبح 65 نوعاً آخر من السلع -من أجهزة إلى مباني- تخضع للتقييم باستخدام معيار إنيرجي ستار (أكثر من 1.4 مليون مبنى وأكثر من 20000 مصنع في الولايات المتحدة حاصلين على شهادة إنيرجي ستار

في عام 2012، مكّن برنامج إنيرجي ستار الأمريكيين من تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة بمقدار 53.5 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون (وهي كمية مساوية للانبعاثات السنوية الصادرة عن 14 مليون سيارة) ومن توفير 5.3 ميجا واط من الكهرباء، وبقيمة إجمالية بلغت 7 مليار دولار أمريكي. وبحلول عام 2012، ارتفع مقدار خفض انبعاثات الغازات الدفيئة بفضل إنيرجي ستار إلى 254.7 مليون طن 53.5

إن مُلصق كفاءة استخدام الطاقة لا يُطلع المستهلك فحسب عن مدى كفاءة جهاز في استخدام الطاقة، بل أيضاً ما يستطيع الجهاز القيام به. ففي النهاية، تعد المهمة الرئيسية للغسالة هي غسل الملابس وشطفها وقدرتها على توفير الطاقة -رغم أهميته- يعد أمراً ثانوياً. في السنوات الأخيرة، حرص المستهلكون بنحو متزايد على اختيار الأجهزة والتقنيات التي لا تقوم بعملها جيداً فحسب، بل أيضاً تستهلك طاقة وموارد أقل وبالتالي توفر أموال المستهلك (الشكل 3.2.11

الشكل 3.2.11 تأثير ملصقات كفاءة استخدام الطاقة والحد الأدنى من معايير كفاءة استخدام الطاقة على سوق الاتحاد الأوروبي للثلاجات والمجمدات



يعد تأثير جهاز كهربائي على صحة الإنسان على الأقل بنفس أهمية استهلاكه للطاقة. كما يجب علينا أن نتذكّر أننا قد لا نتمكّن من مشاهدة الأعراض الجانبية على الفور: قد لا يتم اكتشاف المخاطر الصحية من اختراعات جديدة إلا بعد مرور بعض الوقت. لكن اكتشاف مثل هذه المشاكل لا يعني أنه لا يمكننا استخدام تقنية جديدة، فقد يكون إجراء تعديل على التصميم كافٍ لتصحيح الخطأ. لكن هذا لا ينفي حقيقة أنه يجب علينا أن نتعامل مع التقنيات الحديثة بعناية: ليس بإجحاف ولكن بحذر.

على سبيل المثال، من الأجهزة الجديدة التي اكتسبت شعبية مؤخراً هي طبّاخ الحث المغناطيسي الذي يعد سهل الاستخدام واقتصادي جداً في استهلاكه للطاقة لأنه يسخّن قاعدة القدر فحسب وليس المساحة الكاملة المحيطة به. غير أن تأثير الحقول المغناطيسية ذات التيارات الدوامية على الإنسان لم يدرس على نحو كافٍ بعد

3.2.3 البناء الأخضر. المباني النشطة والخاملة

يتبّع الناس أنماط حياة مختلفة، فلا تملك كل أسرة سيارة أو مجموعة كاملة من الأجهزة المنزلية، إلا أن الجميع بحاجة إلى مسكن يأويهم. لهذا لطالما كان بناء منزل كفؤ في استخدام الطاقة موضع اهتمام. فكانت أكواخ الفلاحين وخِيَم البدويين تبنى اعتماداً على مجموعة من المعارف العملية رغم عدم التعبير عنها بتعبير علمي. وكان السخّان المبني من الطوب والمستخدم تقليدياً في منازل شرق وشمال أوروبا وشمال آسيا مثالاً جيداً على كفاءة استخدام الطاقة. كانت الجدران السميكة تحتفظ بالحرارة بينما تستخلص المدخنة بأقسامها المختلفة الحرارة من الدخان قبل مغادرته المبنى

وبالعودة إلى الماضي القريب، جعل الارتفاع المفاجئ في أسعار النفط في عام 1974 تزويد المباني بالطاقة والتدفئة عملية مكلفة أكثر، مما ألهم المعماريين والمهندسين للتمعّن من جديد في تصميم المباني. بدأت المنازل في استخدام تقنيات جديدة صديقة للبيئة ومصادر بديلة للطاقة. وتم بالفعل بناء عدة مباني مخصصة للعرض لإظهار ما يمكن تحقيقه، وسعت حكومات بعض الدول إلى تشجيع مثل هذه المشاريع

فائض نلنلنلبتالل

الشكل 3.2.12 تم إنشاء عدد من الأبنية قليلة استهلاك الطاقة في حي فيكي في هيلسنكي (فنلندا). دُمجت ألواح تخزّن الطاقة من الشمس في الواجهات

تأسس المجلس العالمي للأبنية الخضراء رسمياً في عام 2002 بهدف تسهيل التحوّل العالمي لصناعة البناء نحو الاستدامة. يوحّد المجلس أكثر من 30000 شركة بناء ومقاولات من 80 دولة، ويبحث أعضاءه باستمرار عن طرق جديدة لتقليل كمية الموارد اللازمة في جميع مراحل عمر البناء؛ سواء خلال إنشاءه واستخدامه أو خلال صيانته وتفكيكه في نهاية المطاف. ويسعى البناء الأخضر إلى الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتلوث المياه، وتقليل المخلفات وحماية المواطن الطبيعية المجاورة. وفي حين أن تكلفة بناء هذه الأبنية أعلى إلا أن الاستثمارات الإضافية فيها تسترد قيمتها خلال 10-5 سنوات

ويطلق على الأبنية الموفرة للطاقة اسم "نشطة" أو "خاملة" اعتماداً على كفاءتها. قد لا تحتاج المباني الخاملة لأي نظام تدفئة أو قد تستهلك عُشر الطاقة التي تستهلكها المباني العادية. أما المبنى النشط فهو لا يحتاج كمية قليلة جداً من الطاقة فحسب، بل ينتج الطاقة- وفي بعض الأحيان ينتج

فائض يغذي شبكة الكهرباء المركزية. "البناء الذكي هو من التعبيرات الأخرى التي قد تسمعها تطلق على الأبنية وهو يستخدم لوصف المبنى الذي يحلل تلقائياً استهلاكه للطاقة ويتحكم تلقائياً بمختلف الأنظمة المستهلكة للطاقة في المبنى

المباني الخاملة

أحد الأهداف الرئيسية للمباني الخاملة في دول الشمال هو تقليل فقد الحرارة. وفي الوضع الأمثل، تُدفأ المنازل الخاملة بالحرارة المنبعثة من الأشخاص الذين يعيشون فيه والأجهزة المستخدمة فيه فحسب، وعند الحاجة لتدفئة إضافية، يُفضّل استخدام مصادر الطاقة المتجددة لحصول عليها.

غالباً ما يدخل الطوب المصنوع من مواد أُعيد تدويرها في بناء مثل هذه المنازل.

وليست وحدها جدران البناء ما يتطلب العزل الحراري، بل أيضاً أرضياته وسقوفه وعليّته وتسويته... وحتى أساساته. كما أنه من الضروري التأكد من أن التصميم لا يسمح بتكون ما يسمى بـ "الجسور الباردة": وهي تفاصيل ونقاط اتصال تبدو صغيرة في البناء يمكن أن تسرّب الحرارة من مبنى معزول جيداً. ويمكن أن تقلل هذه التقنيات فقدان الحرارة من مبنى بنحو 20 مرة!

شهادات بيئية للمباني

أصبحت معايير إصدار الشهادات البيئية للمباني واسعة الانتشار في السنوات الأخيرة. وأكثر الأنظمة شهرةً واستخداماً في العالم هي "BREEAM" البريطانية، و "LEED" الأمريكية و "DGNB" الألمانية.

لإصدار الشهادات البيئية في عام 1990 ويوجد اليوم أكثر من "BREEAM" استحدث نظام 200000 مبنى في أنحاء العالم حاصل عليها. وتشمل معايير منح الشهادة جودة إدارة المبنى وصحة ورفاهية سكانه وكفاءة استخدامه للطاقة والنقل والمياه والمواد والنفايات، واستغلال قطعة الأرض التي أقيم عليها المبنى والتلوث الذي يوّلده.

لإصدار الشهادات البيئية في عام 1998، مع ست مجموعات من المعايير: "LEED" وُضع نظام التطوير المستدام للموقع، وكفاءة استهلاك المياه، كفاءة استخدام الطاقة، حماية الهواء، المواد والموارد، جودة البيئة الداخلية للمبنى، والابتكارات. تستطيع المباني التأهل للحصول على أحد المستويات الأربعة من الشهادة: معتمدة، فضية، ذهبية، وبلاتينية اعتماداً على عدد المعايير التي تستوفيها.

لإصدار الشهادات البيئية، والذي بدأ العمل به في عام 2009، مفهوم "DGNB" يستخدم نظام التخطيط المتكامل لتقييم الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية-الثقافية والوظيفية لمبنى بالإضافة إلى موقعه

البلاتينية في الشرق الأوسط LEED أول مبنى حاصل على شهادة

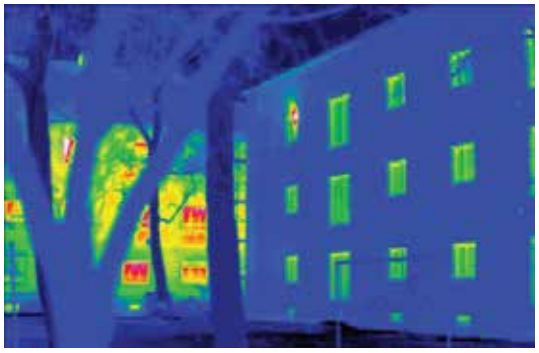
يعد المبنى الرئيسي لغرفة تجارة وصناعة دبي الذي تم تشييده في عام 1995 مثالاً ساطعاً حول إمكانية تحويل مبنى شاهق قائم يستهلك كميات كبيرة من الطاقة والمياه إلى ناطحة سحاب خضراء صحية.

تم تقليل استهلاك الفرد الواحد في المبنى من الطاقة والمياه بنسبة 63% و92% على التوالي في الفترة بين العامين 1998 و2013، مما وفّر ما يقرُب من 5.8 مليون دولار أمريكي، وذلك بتبني مبادرات منخفضة التكلفة أو ذات تكلفة صفرية. وحصل المبنى بعد انتهاء عمليات التجديد على علامة إنيرجي ستار البلاتينية LEED وشهادة

من الهام جداً إيلاء عناية خاصة عند تصميم النوافذ: النوافذ المصنوعة من طبقتين من الزجاج تكون محكمة الغلق، وتغطى ألواح الزجاج بغشاء خاص يدخل الضوء والدفء من الخارج لكن يعكسهما للداخل خلال محاولتهما التسلسل من داخل المبنى. ويتم توجيه أكبر النوافذ نحو الاتجاه الرئيسي الذي تدخل منه أشعة الشمس

وتستخدم أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية الموارد بكفاءة أفضل من المباني التقليدية. على سبيل المثال، في فصل الشتاء يتم تمرير الهواء الخارج من المبنى بجوار الهواء الداخل عبر مبادل حراري خاص يضمن انتقال حرارة الهواء الدافئ الخارج للهواء البارد

الشكل 3.213 تظهر صورة أشعة تحت حمراء مدى فاعلية العزل (الحراري في منزل خامل (يمين) مقارنةً بمنزل تقليدي (يسار



الداخل. أما في فصل الصيف، فيتم تمرير الهواء الساخن من الخارج تحت الأرض حيث يتعرّض للتبريد. ويتم استخدام مبادئ مماثلة لنقل الحرارة من المياه المستخدمة. لا شك أن حتى هذه المباني المصممة بعناية قد تحتاج في بعض الأحيان لتدفئة أو تبريد إضافيان، إلا أن الطاقة الضرورية للقيام بذلك تكون أقل بكثير. وتعاني هذه التصاميم المتقدمة من مشاكل ملازمة لها: حيث يجب مراقبة أنابيب الهواء بعناية والتي يمكن أن يؤثر تجمع الغبار عليها أو استخدام المواد الصناعية أو أي خلل في التوصيل على جودة الهواء. كما أنه من الهام التأكد من أن الأثاث في هذه المباني لا يطلق أي مواد ضارة في الجو

.ويتم تركيب خلايا شمسية وتوربينات رياح صغيرة (إن أمكن) على سطح المبنى

في المبنى الخامل، كما أنه من الممكن انارة المبنى عن طريق أشعة "LED" وتستخدم أكثر وسائل الإضاءة الاقتصادية .الشمس وحدها

.وبإضافة جميع هذه التدابير معاً إلى جانب مختلف الأجهزة تنتج الوفورات في الاستهلاك

يجرى تنفيذ مشاريع بناء منازل خاملة موفرة للطاقة على نطاق أوسع من أي وقت مضى. فبحلول عام 2006، تم إنشاء ما مجموعه 6000 مبنى مكتبي ومتجر ومدرسة وروضة خاملين في جميع أنحاء العالم (أغلبها في أوروبا). وهناك توجيهات من الاتحاد الأوروبي تدعو لأن تكون جميع المباني الجديدة منخفضة في استهلاك الطاقة بحلول عام 2020

مقر رئيس وزراء بريطانيا يعد كفؤ في استخدام الطاقة

.داوننغ ستريت هو مجمع مباني شهير في لندن، المملكة المتحدة، ويضم مقر إقامة رئيس الوزراء البريطاني1

خضع المبنى الذي يبلغ عمره 300 سنة مؤخراً لبرنامج تحديث وتجديد على مراحل ليصبح أكثر كفاءة في استخدام :الطاقة. وشملت المبادرات الصديقة للبيئة التي استحدثت في المجمع على ما يلي

،التحكم بالإضاءة باستخدام تقنية كشف الحركة ومصابيح الطاقة المنخفضة

،استعادة الطاقة المهدورة من معدات تكنولوجيا المعلومات لتسخين المياه

،عزل حراري

،تجهيزات موفرة للمياه

،جمع مياه الأمطار لري الحدائق

،نظام إدارة للمباني مع متابعة للخدمات

،استخدام أخشاب من مصادر مشروعة ومستدامة

.إعادة تدوير أكثر من 90% من مخلفات البناء

جيد جداً بفضل برنامج "BREEAM" حصل مقر إقامة رئيس الوزراء على تصنيف التجديد

مدرسة صديقة للمناخ في الولايات المتحدة الأمريكية

نجحت مدرسة سيدويل فريندز الثانوية في تقليل استهلاكها للطاقة بمقدار 60% واستهلاكها للمياه بمقدار 90%.

يتم تقديم الخضروات التي يزرعها الطلاب على سطح المبنى والتي يتم ريها بمياه الأمطار كجزء من وجبات الغداء المدرسية. ولا يتم استخدام المياه الصالحة للشرب إلا للشرب.

تقع المدرسة في جزء من الولايات المتحدة والذي غالبا ما تكون الحرارة مرتفعه ، لذلك يملك مبنى المدرسة نظام أبراج تبريد خاص يخفّض درجات حرارة الهواء الساخن من الخارج قبل دخوله المدرسة. ولا توجد حاجة للتكييف في الغرف الصفية إلا في الأيام الحارة بشكل استثنائي.

تم تركيب منظومات عدسات ومرايا تنظّم تدفق أشعة الشمس وتوجهها إلى الغرف المعتمة في المبنى. وتحتوي النوافذ في الجانب المشمس من المبنى على مظللات خاصة تحمي الداخل من ارتفاع شديد في درجة الحرارة

المباني النشطة

تتضمن المباني النشطة بعض المبادئ المستخدمة في الأبنية الخاملة مثل العزل أو تعرّض النوافذ الأمثل للشمس. إلا أنها تعزز أيضاً استخدام أنظمة الطاقة المتجددة مثل سخانات المياه الشمسية و/ أو مضخات الحرارة المعتمدة على الحرارة الجوفية. بُني أول مبنى نشط في توفير الطاقة في الدنمارك، ولدى الدنمارك بوابة عبر الانترنت للمباني النشطة عبر الموقع www. activehouse.info.

منزل نشط في الدنمارك

منزل لمدى الحياة " في الدنمارك هو مثال على منزل نشط فيما يتعلق بغاز ثاني أكسيد الكربون. ينتج المنزل 9 كيلو واط/ م2 من الطاقة في السنة وهو أكثر مما يستهلكه. توّلد مضخة حرارية شمسية ومجمّعات شمسية بمساحة 7م2 الطاقة من أجل التدفئة وتسخين المياه، بينما تولّد خلايا شمسية تغطي مساحة 50 م2 الكهرباء. وتغطي نوافذ ممتدة من الأرض وحتى السقف 40% من الواجهات وهي ضعف المساحة التي تغطيها النوافذ في منزل تقليدي، مما يساعد على إضاءة وتدفئة الغرف باستخدام أشعة الشمس. جميع غُرف المنزل مجهزة بحساسات

تسجّل مستويات الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون ونسبة الرطوبة، ويضمن نظام تحكم ذكي بأن المنزل يتكيّف مع حاجة الأسرة لمناخ داخلي صحي ومريح. كما أن النوافذ مجهزة بآلية فتح تلقائية للسماح بدخول الهواء النقي بينما تطفئ حساسات الأضواء عند مغادرة الغرف.

تم تركيب منظومات عدسات ومرايا تنظّم تدفق أشعة الشمس وتوجهها إلى الغرف المعتمة في المبنى. وتحتوي النوافذ في الجانب المشمس من المبنى على مظللات خاصة تحمي الداخل من ارتفاع شديد في درجة الحرارة

4.2.3 المدن الخضراء

هناك العديد من الأمثلة على توظيف المباني من أنحاء العالم للتقنيات الموفرة للطاقة ، وبات الناس يتوجهون مؤخراً لتنفيذ مشاريع أكبر على مستوى المدينة.

تتجلى واحدة من الأهداف الطموحة في إنشاء مدن كاملة صديقة للبيئة. تخيّل مدينة بأكملها مصممة بتناغم مع البيئة حيث يستهلك فيها السكان الموارد التي يحتاجونها فعلياً فحسب، ويفعلون كل ما في وسعهم لحماية العالم الطبيعي. تنتج الطاقة التي تحتاجها المدينة باستخدام مصادر الطاقة المتجددة، ويتم إعادة تدوير واستخدام المخلفات. يدرك الناس في هذه المدينة تمامًا أهمية رعاية الكوكب وببعضهم البعض وبالتالي يعيشون في سلام ووئام.

إن عدد سكان العالم الطامحون لتحقيق هذه الأحلام في ازدياد، لذلك أصبح هناك جهود أكبر تُبذل لتصميم المدن الخضراء. تملك هذه المدن هواء وماء نظيفين، ويتم إعادة تدوير المخلفات ومياه الصرف ثم إعادة استخدامها. وتستغل أسطح المباني لإنشاء حدائق أو وضع ألواح شمسية، وتحتوي على خزانات لجمع مياه الأمطار. ويتم استخدام تقنيات المنازل النشطة والخاملة في إنشاء المباني السكنية والعامة والتجارية.

بالطبع من المستحيل تحويل جميع المدن لتصبح صديقة للبيئة على الفور لكن هذه الأحلام بدأت تصبح حقيقة شيئاً فشيئاً حول العالم

سامسو / الدنمارك

يتمتع سكان جزيرة سامسو الدنماركية بالاكتفاء الذاتي من الطاقة المنتجة من مصادر متجددة، بل ويقومون ببيع بعض الفائض الذي يولدونه. استغرق التوصل لهذه النتيجة 10 سنوات بالإضافة إلى استثمارات بقيمة 80 مليون دولار أمريكي، لكن تم بالفعل تعويض هذا المبلغ من خلال مبيعات الكهرباء.

بنى سكان الجزيرة 10 توربينات رياح على اليابسة و11 في البحر، وهي تنتج إجمالي 28 جيجا واط-ساعة من الطاقة سنوياً.

وتستغل الجزيرة الكتل الحيوية المتجددة من أجل التدفئة حيث يتم حرق القش ونشارة الخشب وغيرها من المخلفات النباتية في محطات المراجل "غلايات".

وتبلغ مساحة الجزيرة 114 كم2، وتمتد مسافة 50 كم من الشمال للجنوب وعرضها أكثر من 20 كم في أوسع نقطة. تعد الجزيرة موطناً لـ 4000 شخص أغلبهم يعملون في الزراعة. ويسكن أكبر مستوطنة في الجزيرة "ترانبجرغ" 800 شخص لكنها تطلق على نفسها لقب "مدينة" بكل فخر

مدينة مصدر /الإمارات العربية المتحدة

مدينة مصدر؛ هي مدينة بيئية جديدة في الإمارات العربية المتحدة. تقع المدينة في إمارة أبو ظبي وتبعد 17 كم عن العاصمة وهي قريبة من المطار الدولي.

طرحت حكومة أبو ظبي فكرة بناء مدينة خضراء وسط الصحراء، وبدأ البرنامج الذي تبلغ ميزانيته الإجمالية 22 مليار دولار أمريكي في عام 2006، ومن المقرر الانتهاء منه في المستقبل القريب. يتوقع أن يبلغ عدد سكان المدينة بين 45000-50000 شخص مع قدوم 60000 آخرين للعمل في مدينة مصدر يومياً.

ستكون معظم الشركات والمنشآت الصناعية متخصصة في تطوير وإنتاج تقنيات ومنتجات صديقة للبيئة. وتحظر المدينة التنقل داخلها باستخدام المركبات؛ حيث سيتعيّن على السكان التنقل عن طريق المشي أو الدراجات أو المواصلات العامة أو استخدام سيارات أجرة جديدة يتم التحكم بها بواسطة حواسيب. ويتم بناء جدار مرتفع حول المدينة لحمايتها من رياح الصحراء الحارة وستتمتع شوارعها بظل وفير.

صممت مدينة مصدر لتكون مركزاً لشركات التكنولوجيات النظيفة. ويعمل معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا في المدينة منذ أيلول 2010. (IRENA) كما تستضيف المدينة مقر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

جزيرة الكنز /سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية

جزيرة الكنز هي جزيرة صناعية أنشئت في ولاية كاليفورنيا عام 1939 كموقع لمطار جديد. تغيّرت تلك الخطط الأولية مع بدء الحرب العالمية الثانية، واستخدمت الجزيرة بدلاً من ذلك كقاعدة عسكرية ظلّت في مكانها حتى عام 1996. واليوم، يتم استخدام الجزيرة كموقع اختبار للبناء الأخضر. ويتوقع أن يعيش 13500 شخص فيها ويتم توليد الكهرباء التي يحتاجونها باستخدام ألواح شمسية سيتم تركيبها على 70% من أسطح الأبنية بحلول عام 2020، والتي ستولد ما يصل إلى 30 جيجا واط- ساعة سنوياً.

كما سيتم توليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح. وسيكون سكانها قادرون على شراء الخضار والفاكهة من مزرعة عضوية على الجزيرة، وستكون جميع السيارات صديقة للبيئة، كما أن المباني ستكون كفؤة في استخدام الطاقة. المباني في الجزيرة حاصلة على لمعايير كفاءة استخدام الطاقة LEED شهادة

شرفورد /إنجلترا

شرفورد في إنجلترا هي بلدة جديدة صديقة للبيئة مصممة على الطريقة الإنجليزية التقليدية. من المقرر انهاء المشروع بحلول عام 2020 وهو حاصل على دعم من الأمير تشارلز. جميع أبنية شرفورد سيتم صنعها من مواد صديقة للبيئة تم انتاجها في إنجلترا على مسافة لا تزيد عن 80 كم من موقع البناء. سيسهم هذا في التقليل من البصمة الكربونية من الأعمال الإنشائية حيث لن تكون هناك حاجة لنقل المواد عبر مسافات بعيدة مما يسبب انبعاث غازات دفيئة من احتراق وقود المركبات.

سيتم تصميم شرفورد بطريقة تجعل من السهل التنقل فيها مشياً على الأقدام أو بواسطة الدراجات بكل سهولة وسرعة، وذلك حتى لا يحتاج قاطني البلدة للنقل الآلي في بعض مناطقها. كما سيتم استغلال المساحات على الأسطح للألواح الشمسية ولزراعة النباتات

مدينة فانكوفر /كندا

تشتهر مدينة فانكوفر (كندا) بكونها واحدة من أكثر المدن الصديقة للبيئة في القارة الشمالية الأمريكية. وكخطوة تالية، تبنّت المدينة خطة طموحة لتصبح أكثر مدينة خضراء في العالم. تتضمن الخطة عدة تدابير وضعتها سلطات المدينة مثل التحول للطاقة المتجددة بنسبة 100% بحلول عام 2050، برنامج صفر مخلفات، وتوسيع شبكة المشي وركوب الدراجات، وتطوير مباني خضراء ومواصلات عامة، وتوسيع المناطق الخضراء، بالإضافة إلى زيادة عدد أسواق المزارعين والحدائق المجتمعية. علاوةً على ذلك، أنشأت إدارة المدينة صندوق أكثر مدينة خضراء بالتعاون مع مؤسسة فانكوفر لدعم المشاريع المجتمعية من أجل جعل مدينة فانكوفر خضراء. وتهدف مدينة فانكوفر عند تحقيق جميع هذه التدابير، لخفض انبعاثات غازات الدفيئة من المجتمع المحلي بنسبة 80% عن مستواها في عام 2007 وذلك بحلول العام 2050

أسئلة

1 في أي وقتٍ من اليوم تكون ذروة استهلاك الكهرباء؟

2 هل تعتقد أنه يجب على البلدان الحارة القلق بشأن توفير الطاقة؟

3 كيف يجب تصميم مدينة إن رغبت في أن تصبح "مدينة خضراء"؟

4 حسب اعتقادك، من أين يفقد منزلك معظم حرارته في الشتاء وبرودته في الصيف؟ وكيف يمكن تجنب هذا؟

5 ما هو الفرق بين المباني "الخاملة" و"النشطة" و"الذكية"؟

المهام

المهمة رقم 1 أطلب من والديك السماح لك برؤية فواتير الكهرباء الخاصة بمنزلكم أو شقتكم على مدى العام الماضي، سجّل كم كيلو واط-ساعة تم استهلاكهم واستخدم الأرقام لإنشاء رسم بياني.

تعرّف على مقدار الطاقة المستهلكة من أجهزتك المنزلية الرئيسية: الثلاجة، والغسالة، والمكنسة الكهربائية، والتلفاز، والأضواء، إلخ. يمكنك القيام بهذا من خلال: 1) معرفة طاقة كل جهاز من خلال المعلومات التقنية المرفقة به؛ 2) تقدير عدد ساعات عمل الجهاز باليوم؛ 3) ضرب تلك المدة بعدد الأيام في الشهر؛ 4) ضرب طاقة الجهاز بعدد ساعات تشغيله.

الآن، ارسم رسماً بيانياً ثانٍ على نفس الورقة ملخصاً اجمالي استهلاك أجهزتك المنزلية للطاقة. قم بتحليل الرسم البياني، وحدد أي الأجهزة يستهلك طاقة أكبر وما سبب ذلك باعتقادك. وقم بالتفكير مع والديك بما يمكنكم فعله لخفض استهلاككم للكهربا

المهمة رقم 2 ارسم خريطة كبيرة لمدينة صديقة للبيئة قد ترغب بالعيش فيها. ماذا ستسمي المدينة؟ أين سيكون موقعها في العالم؟ كيف سيتم تخطيط شوارعها؟ هل سيسمح للمركبات الآلية بالقيادة في أنحاء المدينة؟ ما هي الشركات والصناعات التي ستكون موجودة في المدينة (إن وجدت)؟ أين ستكون المنطقة السكنية في المدينة ولماذا ستقع في ذلك المكان؟ أرسم ما سيبدو عليه منزلك في هذه المدينة. أي نوع من المباني سيكون منزلك ومما سيُصنع؟ أكتب مقال حول هذا

المهمة رقم 3 تعرّف على المبادرات البيئية في مختلف المدن من أنحاء العالم من صفحة "مدينة مستدامة" في موقع ويكيبيديا وغيره من المصادر عبر الإنترنت. اعثر على معلومات مفصلة حول الوضع الحالي لأي مدينة بيئية وقدّم تقريراً عن هذه المدينة في المدرسة

3.3 البصمة الكربونية

.ان أي نشاط يقوم به الأنسان والذي يستخدم الطاقة له تأثير على المناخ

نحن نقود السيارات ونسافر لمدنٍ وبلدان أخرى عبر الطائرات ونستخدم التلفاز وجهاز الحاسوب ونطبخ الطعام ونضع طعاماً في الثلاجة. إننا نقطّع الغابات لنصنع الورق والأثاث ونقوم بتشغيل التدفئة شتاءً والتكييف صيفاً كما نستخدم الأضواء الكهربائية طوال العام. إننا بقيامنا بجميع هذه الأمور نترك بصمتنا الكربونية الخاصة في العالم.

البصمة الكربونية لمدينة أو دولة ما هي إلا مجموع كمية الغازات الدفيئة التي ينتجها جميع الأفراد والمؤسسات داخل هذه المدينة أو الدولة من خلال الأمور التي يفعلونها، والأحداث التي يشاركون بها، والمنتجات التي يستهلكونها بشكل مباشر أو غير مباشر

يشكّل غاز ثاني أكسيد الكربون ما نسبته 75% من جميع انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بأنشطة الإنسان. كل ما نفعله له آثار على المناخ

.السلوك المسؤول بيئياً يعني التفكير فيما تستطيع فعله لخفض انبعاثاتك للغازات الدفيئة وبصمتك الكربونية

من الشائع ترجمة جميع انبعاثات الغازات الدفيئة لما يقابلها من غاز ثاني أكسيد الكربون ليسهل فهمها وحسابها. هذه الكمية تُعرض كوحدات مكافئة من ثاني أكسيد الكربون

البصمة الكربونية

رسالة عبر البريد الإلكتروني - 4 غ
نفس الرسالة مع ملف كبير مرفق – 50 غ
كيس بلاستيكي من متجر – 10 غ
قنينة ماء بلاستيكية ذات سعة 0.5 لتر (إنتاج محلي) – 110 غ
قنينة بالحجم المتوسط – 160 غ
بوظة – 500 غ
بنطال جينز – 6 كغ

الانبعاثات المباشرة هي مقدار غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج من استخدام الوقود الأحفوري. على سبيل المثال، مقدار الغازات الدفيئة المنبعثة خلال عمل مصنع أو محرك مركبة.

الانبعاثات غير المباشرة هي مقدار غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث إلى الغلاف الجوي عند انتاج الطاقة ونقله من أجل صنع المنتجات التي تشتريها والخدمات التي تحتاجها. هذا هو جزء البصمة الكربونية الذي نستطيع التأثير عليه: يمكننا التفكير مرتين قبل شراء الأكواب المخصصة للاستخدام مرة واحدة، والتفكير مرتين واختيار المشي بدلاً من الذهاب بواسطة سيارة، والتفكير مرتين قبل استخدام غسالة الملابس بنصف سعتها.

إن حساب حجم بصمتنا الكربونية ليس بالمهمة السهلة، لأنه يتوجب علينا الأخذ بعين الاعتبار العديد من العوامل والعثور على العديد من المعلومات. علاوةً على ذلك، تكون البصمة الكربونية لمنتج نفسها دوماً بالنسبة للمنتج لكنها تختلف باختلاف المستهلك، وذلك نظراً لدخول عامل النقل والتكاليف الأخرى لإيصال المنتج للمستهلك بالحساب.

على سبيل المثال، مقدار البصمة الكربونية لتفاحة من الحديقة تم تناولها أسفل الشجرة حيث نمت يبلغ 0 غ من ثاني أكسيد الكربون. بينما إن اشتريت تفاحاً نما في منطقتك في موسمه (أي بالصيف بداية الخريف)، عندها ستبلغ قيمة البصمة الكربونية 10 غ من غاز ثاني أكسيد الكربون. أما البصمة الكربونية لتفاحة مستوردة (على سبيل المثال من إيطاليا) فستبلغ 150 غ من غاز ثاني أكسيد الكربون.

تعمل الشركات المسؤولة بيئياً إلى معادلة بصمتها الكربونية من خلال زرع الأشجار والحصول على شهادات من شركات مرموقة متخصصة في موازنة انبعاثات الكربون

أمثلة على ملصقات متعادلة من حيث الأثر الكربوني

أسئلة

1 ما هي البصمة الكربونية؟

2 ما هي الوحدات المستخدمة لقياس البصمة الكربونية؟

3 أي من التالية تملك بصمة كربونية أكبر: فراولة مزروعة في حديقة في المزرعة المحلية، أم الفراولة التي تم شراؤها من الخارج ومعبأة بشكل جميل؟ ولماذا؟

مهام

المهمة رقم 1

"اختبار" بصمتي الكربونية

أ. عندما تشتري الفاكهة والخضار من متجر، ما الذي تختاره في العادة:
- منتجات محلية غير معبأة (نقطة واحدة)؛
- منتجات غير معبأة من المناطق الجنوبية في بلدك (نقطتان)؛
- منتج غير معبأ من فرنسا وهولندا والأرجنتين وغيرها من البلدان (3 نقاط)؛
- منتج مستورد ومعبأ مسبقاً بشكل فردي (4 نقاط)؟

ب. الكيس الذي تستخدمه للتسوق مصنوع من:
- الكتان أو القطن (نقطة واحدة)؛
- (الورق (نقطتان
- كيس بلاستيكي أجلبه معي من المنزل (3 نقاط)؛
- كيس بلاستيكي آخذه أو أشتريه عندما أدفع مقابل البضائع في المتجر (4 نقاط)؟

ت. عندما تشتري مشروبات، ما هو نوع الإناء اذي توضع فيه عادةً؟
- ورقي (نقطة)؛
- زجاجي (نقطتان)؛
- ألمنيوم (3 نقاط)؛
- بلاستيكي (4 نقاط)؟

ث. أي من الكتب التالية تفضّل قراءتها:
- كتاب جديد اشتريته من متجر (4 نقاط)؛
- كتاب إلكتروني (3 نقاط)؛
- كتاب مقروء مسبقاً (نقطتين)؛
- كتاب من المكتبة (نقطة واحدة)؟

ج. عندما تقدّم لأحدٍ ما هدية، هل تفضّل:
- ورق تغليف زاهٍ وجذاب، بغض النظر عن المادة التي صُنع منه (4 نقاط)؛
- ورق يحتوي ملصق بيئي يظهر أنه قابل لإعادة التدوير (نقطتان)؛
- علبة أو كيس مستعمل أزينها بنفسي (نقطتان)؛
- تقديم الهدية دون تغليف (نقطة واحدة)؟

4.3 كيف يمكنني مساعدة الكوكب؟ تقليل بصمتك الكربونية

تؤثر الغازات الدفيئة على مناخ الكوكب، وتعتمد الانبعاثات الدفيئة على عاداتنا. لننظر كيف يمكننا تقليل بصمتنا الكربونية ومساعدة الكوكب

درجة حرارة الهواء داخل الأماكن المغلقة ودرجات الحرارة المريحة

معظم المباني في دول الشمال تحتاج للتدفئة والعزل الحراري، وبنيت أغلب أنظمة التدفئة في أبنتيها القديمة عندما كانت تكلفة الطاقة الحرارية منخفضة ولم تكن كفاءة استخدام الطاقة أولوية. وفي العديد من المدن، يتم توليد الطاقة الحرارية من خلال حرق الغاز أو الفحم والذي يتسبب بانبعاث غازات دفيئة تؤثر على المناخ.

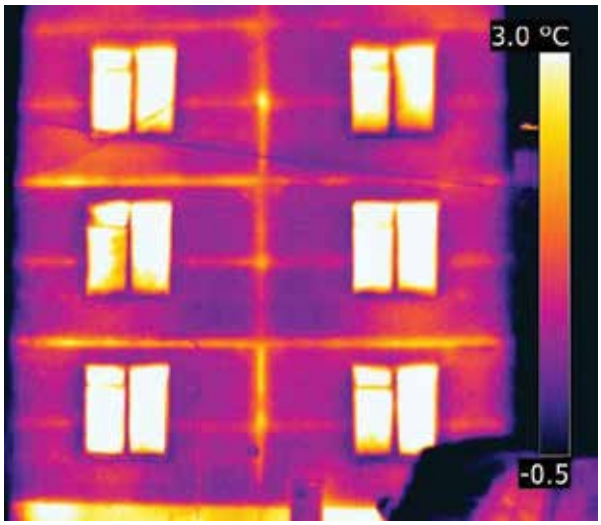
تشمل الطرق البديلة لإنتاج الطاقة الحرارية استخدام المجمعات الشمسية والمضخات الحرارية، لكن هذه التقنيات لا تزال غالية الثمن ويصعب تطبيقها على مبنى سكني قديم يتألف من عدة طوابق.

لذلك، يتمثل أسهل حل في تحسين العزل الحراري حيث يعتمد فقدان الحرارة على عاملين: الاختلاف بين درجات الحرارة في الداخل والخارج وخصائص عزل الجدران والأسقف والنوافذ والأرضيات للحرارة. تفقد المباني جزء كبير من حرارتها عبر نظام التهوية، كما يمكن أن يحدث فقد للحرارة بسبب عيوب خفية وأخطاء في التصميم ورداءة البناء وشيخوخة المبنى ومواد العزل الحراري.

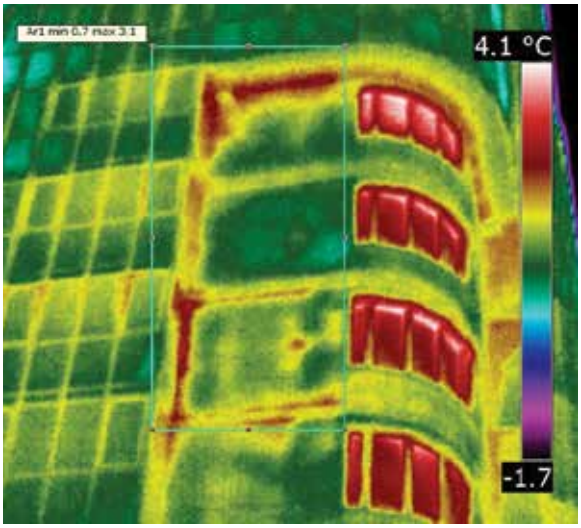
لكن من الممكن معرفة مدى احتفاظ الجدران والأسقف والنوافذ بالحرارة وتحديد مواقع تسريب الحرارة باستخدام التصوير الحراري، والذي يتم باستخدام جهاز تسجيل مرئي يظهر توزع درجة الحرارة على أي سطح مثل جدار منزل. ويظهر توزّع الحرارة على شاشة كاميرا الجهاز كحقل ملوّن (ويتم تسجيله في ذاكرة)، ولكل درجة حرارة لون محدد يمثلها في الحقل الطيفي، ودائماً ما ترفق الصورة بمقياس مدرّج يظهر التناظر بين الألوان في الصور ونطاقات درجات الحرارة المحددة.

وتبيّن أن أكبر فقدان للحرارة من مبنى سابق التصنيع غالباً ما يحدث عند المفاصل بين ألواح الجدار الخارجي. كما أن لجودة تركيب النوافذ دور حاسم في تحديد مستويات فقدان الحرارة حتى في الأبنية الجديدة أو المجددة

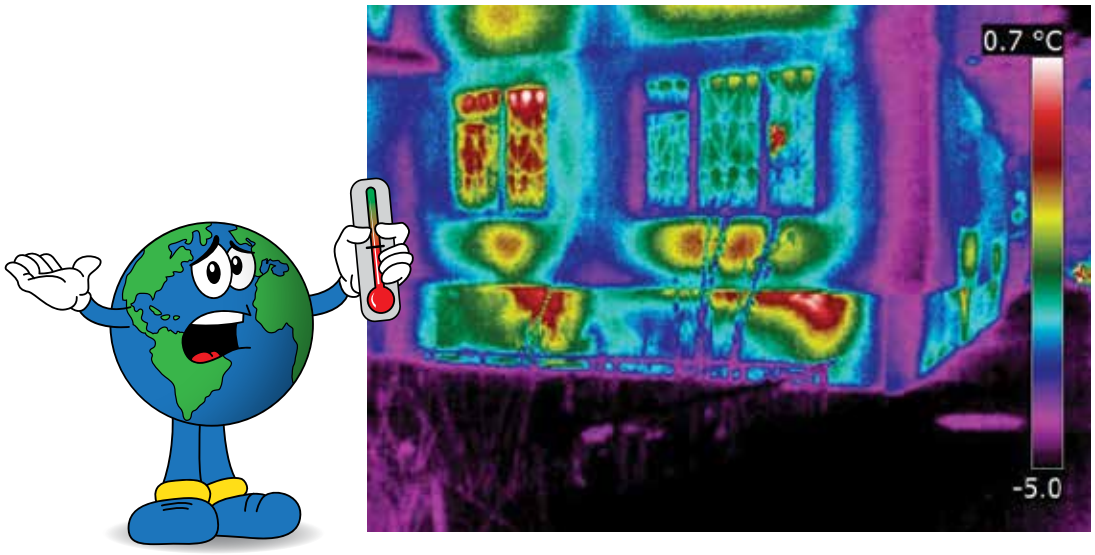
الشكل 3.4.1 مبنى سكني من خمس طوابق بني في ستينيات القرن الماضي "يُشع" حيث تتدفق الحرارة عند مفاصل الألواح سابقة التصنيع. يتمثل الحل الوحيد (عدا عن الهدم) في إصلاح الواجهة بالكامل باستخدام أحدث المواد اللاصقة الحافظة للحرارة



الشكل 3.4.2 فقدان الحرارة من زاوية هذا المبنى المصنوع من الطوب يتركز في نقطة التقاء زجاج الشرفة والجدار، بالإضافة إلى نقطة التقاء الأسقف بالجدران



الشكل 3.4.3 النقاط الحمراء هي مواقع تركيب المشعات على الحائط في هذا المبنى السكني القديم



العزل الحراري للشقق

توفر تصاميم النوافذ الحديثة المصنوعة من البلاستيك أو الخشب حماية ممتازة من البرد، ويسهل صيانتها والتعامل معها.

إذا لم يكن بمقدورك استبدال النافذة بأخرى أحدث، أفعل أفضل ما بوسعك لعزلها. قم بتمرير شمعة مضاءة أو ريشة رفيعة على امتداد إطار النافذة حتى تعثر على مكان وجود تيارات هوائية ثم املأ الفراغات التي تسبب هذه التيارات. إن أفضل وقت للقيام بهذا هو خلال فصل الخريف حيث أن اللاصق لن يثبت على النحو المطلوب إن كانت درجات الحرارة مرتفعة أو منخفضة للغاية. ولا تنسى التأكد من أن الإطار جاف عند وضع اللاصق.

أغلق النوافذ من أجل فصل الشتاء؛ تتمثل واحدة من مميزات أنظمة العزل الحديثة في أنها تمكنك من فتح وإغلاق النوافذ حتى بعد تركيب موانع التيارات الهوائية.

إذا كان لا يزال يصعب الحفاظ على دفء الغرفة، استخدم ستائر سميكة على النوافذ.

باستطاعتك شراء غشاء عاكس للحرارة يُلصق بالطبقة الداخلية لزجاج النافذة المكونة من طبقتين ويعيد عكس الحرارة إلى داخل الشقة، وبعض هذه الأجهزة يمكن إزالتها في فترة الصيف. بالرغم من مزايا هذا الغشاء، إلا أنه يسمح بدخول 80% فحسب من ضوء النهار في الغرفة ويمكن أن يشكل هذا خسارة فادحة للشقق التي ينقصها الإضاءة (مثل الشقق الواقعة في الطابق الأرضي أو المتجهة نحو الشمال أو التي تحتوي شرفة معلقة من الطابق العلوي أو المظللة بشجرة). لكن الموازنة بين الإيجابيات والسلبيات يستحق العناء: نادراً ما يكون البالغون في المنزل خلال ساعات النهار خلال فصل الشتاء ويكون الأطفال في المدرسة أو مكانٍ آخر في ذلك الوقت، عندها يعتبر الغشاء العاكس ميزة أكيدة.

إذا كان المدخل الرئيسي للمنزل يسمح بدخول البرودة، فإن أفضل ما يمكن القيام به هو استبداله لكن اهتم باختيار عامل تركيب متقن. لا يوجد فرق يذكر في الاختيار بين الأبواب المختلفة، لكن جودة تركيبها هو ما يصنع كل الفرق في تقليل خسارة الحرارة بالإضافة إلى العزل الصوتي.

إذا كان الباب غير قابل للتغيير، بإمكانك تحسين قدرته على العزل من خلال إلصاق لوح من مادة البوليستيرين له أو أي مادة عازلة أخرى ثم تغطيته بنوع من الجلد الصناعي. كما يجب سد الفجوة الموجودة أسفل الباب والتي تتسرب منها الحرارة وذلك من خلال تركيب ماتع تيارات هوائية أو برفع العتبة الموجودة أسفل الباب.

إن كان الجو داخل المبنى بارداً، فهذا يعني أن الجدران بحاجة للعزل. إن أفضل طريقة لعزل الجدران الخارجية تتمثل في تقنية "الواجهة المبللة": يتم تثبيت مادة عازلة حرارية (مصنوعة إما من الصوف الصخري أو زجاجي) على الجدار وتغطى بالدهان أو تتم القصارة فوقها

العناية في طريقة ترتيب الأثاث يعد من الطرق الأخرى للحفاظ على الحرارة. ضع الخزائن على امتداد أبرد جدران المنزل حيث ستعمل كحاجز إضافي ضد اختراق البرودة للغرفة. كما يجب أن لا يعيق الأثاث الموضوع في الغرفة حركة الهواء الدافئ لذلك لا تضع أي من قطع الأثاث أمام المشعاع.

أما بالنسبة لعزل الأرض فتكمن الطريقة الأسهل والأرخص في وضع طبقة من المشمّع على قاعدة من اللباد، لكن دون استخدام الغراء لأنه يفقد خصائص اللباد العازلة. كما باستطاعتك وضع غشاء عازل أو أي مادة عازلة أخرى تحت أي من أسطح الأرضيات.

ان أوضح طريقة لتحسين جودة التدفئة في غرفة تكمن في استبدال المشعات القديمة بأخرى حديثة ثنائية المعدن. يجب القيام بهذا قبل بدء موسم التدفئة، وعند شرائك مشعات جديدة اختار تلك التي تحتوي على مفاتيح ضبط

إذا كان استبدال المشعات القديمة غير ممكن، عندها يمكن جعل هذه المشعات تعمل بكفاءة أعلى. قم بإزالة طبقة الدهان القديمة ثم ادهنهم بألوان داكنة: ان السطح داكن والأملس يشع حرارة أكثر بمقدار 5-10%. كما يمكنك ايضا أخذ لوح من الخشب الرقائقي وأدهنه بدهان فضي أو قم بتغليفه بورق معدني وضعه خلف المشعاع ليعيد عكس الحرارة لداخل الغرفة بدلاً من تسخين الجدران. كما أنه من الضروري منع تراكم الأغبرة على المشعاع حيث أنها تعيق نقل الحرارة، وتأكد من أن الأثاث لا يحجب تدفق الحرارة من المشعاع إلى الغرفة

لا تفرط في تدفئة غرفتك! ارتدي ملابس أكثر دفئاً بدلاً من احماء الغرفة الزائد.

عندما تقوم بتهوية الشقة، قم بذلك سريعاً وبشكل كامل: افتح النافذة والباب على مصراعيهم للسماح بدوران الهواء

الطبخ

يعد الطباخ الكهربائي أقوى جهاز في منزلك: عند تشغيل جميع الشعلات والفرن، يمكن أن يستهلك الطباخ الكهربائي 20 كيلو واط من الطاقة أي عشرة أضعاف ما تستهلكه غلاية كهربائية أو مكواة.

تذكّر أن قواعد القدور والمقالي التي تستخدمها على الطبّاخ يجب أن تكون سميكة وملساء، حيث يستغرق طهي الطعام بمقلاة ذات قعر غير مستوي أو مقعّر مدة أطول بـ 40%.

يجب أن يكون حجم المقلاة مساوياً لحجم شعلة الموقد لتجنّب فقدان الحرارة.

استخدم غطاء! مقدار استهلاك الطاقة أعلى بضعفين ونصف عند طهي الطعام بقدر مفتوح.

يمكنك غالبا إطفاء موقد الطباخ الكهربائي قبل انتهاء طهي الطعام بخمس دقائق حيث تنهي الحرارة المتبقية عملية الطهي.

تستطيع الأجهزة الخاصة (ماكينات صنع القهوة، أواني الطهي بضغط البخار، أجهزة الطبخ متعددة الأغراض)، إعداد الطعام باستخدام طاقة أقل بنسبة 30-40% من الطبّاخ العادي وبنصف الوقت

سكب الماء على الحبوب قبل طهي العصيدة ببضعة ساعات يجعلها تُطهى بسرعة أكبر وتحتوي على كمية أكبر من الفيتامينات. يمكن نقع الحنطة السوداء لمدة ساعة، والأرز لوقت أطول، ويمكن ترك الحبوب أو البازيلاء لتنقع طوال الليل. وهذا يساعدك في توفير الوقت أيضاً فعندما يُطهى الطعام بسرعة أكبر لا تكون مضطراً لقضاء بعض الوقت لمراقبته.

لا تستخدم كمية كبيرة من المياه عند غلي الأطعمة.

لا تملأ الغلاية حتى الحافة إن كنت بحاجة لكوب واحد من المياه

الثلاجات

الثلاجة هي أكثر جهاز مستهلك للطاقة في منزلك، وتعتمد فاتورتك إلى حد كبير على مدى جودتها وكيفية استخدامك لها. تستهلك ثلاجة حديثة كمية طاقة أقل بثلاثة أو حتى خمسة أضعاف من أخرى مصنوعة قبل 20 عاماً بنفس الحجم والميزات، خاصةً إذا كان الطوق المطاطي المانع للتسرب قد فقد مرونته بحيث أصبح الهواء الدافئ يدخل الثلاجة. وتستطيع ثلاجة حديثة تقليل فاتورة الكهرباء بمقدار الضعف ونصف في عائلة اقتصادية مكونة من فرد أو اثنين.

قبل فتح الثلاجة، فكّر فيما تحتاجه منها حيث أن بضع ثواني كافية لجعل الهواء الدافئ من الغرفة يحل محل الهواء البارد بداخلها.

إذا كانت الثلاجة كبيرة، من الأفضل ملؤها بالمربيات والمخللات؛ عندما تفتح الثلاجة، يحل الهواء الدافئ مكان الهواء البارد سريعاً لكن إن كانت لثلاجة ممتلئة عندها سيدخلها مقدار أقل من الهواء الدافئ.

لا تضع الطعام في الثلاجة إطلاقاً إن كان لا يزال دافئاً وضع الثلاجة أبعد ما يمكن عن المشعات والطباخ وأشعة الشمس المباشرة.

تأكد من تغطية الأوعية التي تحتوي على أطعمة عند وضعها في الثلاجة حتى لا تتبخر السوائل وتتكثف على جدران الثلاجة.

إذا كانت الثلاجة تتطلب تذويب الثلج يدوياً، فقم بذلك بشكل دوري

الإضاءة

باستطاعتك توفير حتى 40% من الطاقة باستخدام معدات الإضاءة الحديثة.

استخدام الضوء الموضعي (سبوت) في أماكن العمل أو القراءة عادةً ما يكون أفضل من إضاءة السقف القوية لذلك قم باستخدام المصابيح والتجهيزات المحمولة.

يعكس سطح أملس أبيض 80% من الضوء الموجه نحوه، ويعكس سطح أخضر داكن 15% فحسب، بينما لا يعكس سطح أسود سوى 9% منه. أعطِ الأفضلية للألوان الفاتحة عند اختيار أثاث وورق جدران وستائر غرفة.

هناك طريقة سهلة للغاية وفعّالة في تحسين كفاءة الإضاءة: أمسح الغبار عن لمبات الضوء والنوافذ الزجاجية بانتظام.

معظم ضوء النهار يدخل الغرفة من خلال الجزء العلوي من الشباك، لذلك من المهم بشكل خاص عدم حجبه

الأجهزة

يمكن تقليل استهلاك الطاقة من خلال تعلّم الطريقة الأمثل لاستخدام الأجهزة المنزلية.

عند اختيار معدات صوت أو فيديو أو حاسوبية جديدة، أعطِ أفضلية لتلك التي تستهلك كمية أقل من الطاقة. لا شك أن قرارات الشراء في الأسرة تعود للوالدين، لكن تستطيع مساعدتهم دوماً على الاختيار من خلال اخبارهم عمّا تعرفه، فقد يأخذون ما تعرفه بعين الاعتبار.

أطفئ جميع الأجهزة الكهربائية تماماً عندما لا تستخدمها. عندما تطفئ التلفاز باستخدام جهاز التحكم عن بعد، فإنه يدخل وضع "النوم" والذي رغم استهلاكه كمية أقل من الكهرباء إلا أنه يستمر باستهلاكها.

لا تترك شواحن الهواتف المحمولة موصولة بشكل دائم بالكهرباء.

استخدم وصلات كهربائية ذات أسلاك عريضة، حيث أن الأسلاك الضيقة تصبح دافئة مما يعني أن بعض الكهرباء يفقد على هيئة حرارة بدلاً من تزويد جهازك بالطاقة

استهلاك الماء

استحم تحت الدُش ولا تملأ حوض الاستحمام بالماء إلا في المناسبات الخاصة.

أصلح أي صنبور مياه يسرب الماء حيث أن 10 قطرات من الماء في الدقيقة تصبح 263 لتر من الماء المهدور في العام.

هناك أنواع مختلفة من الصنابير. الصنابير التي تستخدم الحلقات المطاطية يمكن أن تسرّب المياه بتواتر أكبر لكن القطعة المطاطية الصغيرة تلك سهلة الاستبدال. الصنابير كروية السدّاد والصنابير ذات أقراص سيراميكية تدوم لوقت طويل فقط في حال كان الأنبوب الذي ينقل الماء لهم يحتوي على فلاتر مثبتة لأن الأجزاء المصقولة في هذه الصنابير حساسة جداً تجاه جزيئات الصدأ الموجودة في المياه. يجب إغلاق الصنابير التي تحتوي على قرص سيراميك برفق. وظهرت في الأسواق مؤخراً صنابير المنظم الحراري "الثيرموستات"، وهي أغلى ثمناً لكنها تستطيع تعديل درجة حرارة الماء بسرعة ودقة مما يخفض من التكاليف غير الضرورية.

ابدأ الاعتياد على إغلاق الصنبور عندما لا تحتاج لتدفق المياه بشكل مستمر. بعض الأسر تقشّر حبات البطاطا وتنظّف الأطباق وصنبور المياه مفتوح لكن يمكن القيام بهذه المهام على نحو جيد باستخدام الأوعية الكبيرة والدلاء. كما أن تنظيف الأطباق يصبح أسهل إن تم تنظيفها معاً ثم شطفها معاً. غالباً ما تحتوي أحواض المطبخ على سدادات، مما يعني أن باستطاعتك استخدام حوض المطبخ نفسه كوعاء كبير

الغسيل والكي

لا داعي لتسخين الماء حتى 90 درجة مئوية وتشغيل دورة كاملة عند غسل الملابس بالغسالة: هذا ضروري فقط للملابس المتسخة جداً. بالنسبة للكتان والملابس المتسخة قليلاً، تعدّ دورة الغسيل الاقتصادي كافية (تقدم كل غسالة خيار غسلات اقتصادية أو سريعة) وتحتوي المنظفات الحديثة على انزيمات تضمن التنظيف الجيّد حتى في درجات الحرارة المنخفضة. برامج الغسيل هذه تستخدم طاقة أقل بعشر مرات من دورة غسيل مدته نصف ساعة بدرجة حرارة 90 مئوية.

انتظر حتى تتجمع عندك وجبة غسيل كاملة قبل استخدام غسالة الملابس فمن غير الاقتصادي غسل بنطال جينز واحد.

تأكد من توزيع القطع التي سيتم غسلها بشكل متساوي داخل أسطوانة غسالة الملابس وإلا فإن الغسالة لن تكون قادرة على إدارة الأسطوانة بسرعة. عند توزيع حمولة الغسالة بالتساوي يكون الضغط عليها أقل وبالتالي تستغرق دورة الغسيل وقت أقل كما تدوم قطع الغسالة لوقت أطول.

عند كيّ ملابس مغسولة، قم بفرزها اعتماداً على نوع القماش، بإمكانك البدء بالقطع التي تحتاج درجات حرارة أقل ثم الانتقال للقطع التي تحتاج درجات حرارة أعلى، ويمكن ترك القطع الصغيرة لكيها بعد إيقاف تشغيل المكواة.

بعض القطع لا تحتاج للكي ويكفي تعليقها بعناية على علاقات الملابس

إعادة التدوير وإعادة الاستخدام

نحن معتادون على وفرة الأشياء من حولنا لكنها لا تظهر من لا مكان. كل ما نستخدمه تم انتاجه باستخدام الطاقة وبجهود الكثير من الناس. تجعل مخلفات انتاجنا للأشياء ومكبات النفايات المتزايدة في الحجم ظروف حياتنا أصعب ولها تأثير سلبي على المناخ.

قبل أن تشتري شيئاً جديداً، فكر جيداً فيما إذا كنت بحاجة له حقاً. ربما تحتاجه لوقت قصير ولن يضرك استعارته من شخص آخر.

اعتنِ بالأشياء لجعلها تدوم لفترة أطول.

إذا كنت تملك شيئاً لم تعد بحاجته، فكّر فيما إذا كان مفيداً لشخص آخر. بإمكاننا إعطاء ملابسنا وألعابنا التي كبرنا على استخدامها للروضة أو دار الأيتام أو لأي أطفال آخرين نعرفهم. كما توجد مواقع عبر الإنترنت يعرض عليها الناس أغراضهم التي لم يعودوا يحتاجونها مجاناً، وغالباً ما يكون هناك أشخاص مستعدين لأخذها. يمكن تحويل الصناديق وأنابيب التعبئة إلى شيء جديد، ويمكن تجديد الألعاب والدمى القديمة كما يوجد أشخاص يستطيعون إصلاح الأجهزة المعطّلة وجعلها تعمل من جديد.

بإمكانك التبرع بالكتب القديمة التي لن تقرأها مجدداً للمكتبة أو الاستفادة منها لمبادلة الكتب التي أصبحت شائعة في السنوات الأخيرة وهي عبارة عن رفوف خاصة في بعض متاجر بيع الكتب أو المكتبات حيث تستطيع احضار أي كتاب تملكه معك وتبدله بآخر أحضره شخص غيرك.

في حالة الأغراض المكسورة أو المعطلة تماماً، يمكن إعادة تدوير المواد التي صنعت منها. باستطاعتك التحقق عبر الإنترنت من وجود نقطة لاستلام المواد القابلة لإعادة التدوير في بلدتك أو مدينتك، قد تكون محظوظاً وتعثر على مكان مماثل بالقرب من مكان سكنك. كما أن باستطاعتك وضع بعض الإشارات لجذب الناس الذين يعيشون في حيّك من أجل القيام بإعادة تدوير النفايات والأغراض غير المرغوبة، أو يمكنك العمل ضمن فريق مع أصدقاءك أو التحدث لمعلميك في المدرسة. وبجهودكم مجتمعةً، يمكنكم جمع ما يكفي من البلاستيك والورق والمعدن لجعل رحلة ذهابكم لمركز إعادة التدوير تستحق العناء.

خذ معك أكياسك الخاصة عند ذهابك للتسوق حتى لا تضطر لاستخدام أكياس جديدة عند نقطة البيع (وفر الراحة لحين حاجتك لها حقاً). الأكياس البلاستيكية المخصصة للتسوق موجودة بوفرة في المتاجر وهي في بعض الأحيان ضرورية وملائمة، لكنك تستطيع دوماً أن تخبر موظف البيع أنك لست بحاجة لها. بدأت عدة دول في طرح رسوم مقابل الأكياس البلاستيكية مما يجعل استخدامك لأكياسك الخاصة جدير بالعناء.

من المنطقي شراء البضائع التي تستخدم يومياً وتبقى صالحة لفترة طويلة (المنظفات والشامبو وبعض الحبوب، إلخ) في عبوات كبيرة الحجم. قم بتذكير والديك بذلك

بالات إعادة تدوير المعادن.

الجدول 3.4.1 مقارنة بين الورق المنتج بالكامل من لب الخشب البكر والورق المصنوع بالكامل من مواد معاد تدويرها (لكل طن من الورق

	ورق مصنوع بالكامل من لب الخشب البكر	ورق مصنوع بالكامل من مواد معاد تدويرها	التوفير
الخشب	3 طن	0 طن	3 طن
الطاقة	11140 كيلو واط - ساعة	6450 كيلو واط - ساعة	4690 كيلو واط – ساعة
انبعاثات الغازات الدفيئة	2581 كغ غاز ثاني أكسيد الكربون	1625 كغ غاز ثاني أكسيد الكربون	956 كغ غاز ثاني أكسيد الكربون
مياه الصرف	72000 لتر	39100 لتر	33100 لتر
نفايات صلبة	1033 كغ	506 كغ	528 كغ

إذا وفرنا 1 طن من الورق فإننا نوفر أيضاً 13 طن من النفط، و4100 كيلو واط – ساعة من الكهرباء و32 طن من المياه. غ 380 A4 غ من غاز ثاني أكسيد الكربون، وينتج نسخ ورقة واحدة بحجم 28 A4 يوّلد انتاج وطباعة ورقة واحدة بحجم من غاز ثاني أكسيد الكربون

توفير الطاقة في عمليات الإنتاج باستخدام مواد معاد تدويرها

النحاس – 70-85%
المغنيسيوم – 95%
البلاستيك – 80-88%

الألمنيوم – 95%
الزنك – 60-70%
الورق – 64%

الرصاص – 60 -80%
الصلب – 70%
الزجاج – 68%

إذاً، يمكنك تقليل بصمتك الكربونية من خلال استخدام كمية أقل من الطاقة وعدم هدر الطاقة والمياه، وعدم شراء أغراض لا تحتاجها أو الأغراض التي تحتوي على تغليف زائد، ومن خلال إعادة تدوير نفاياتك والمشي واستخدام الدراجة حيثما أمكن، وكذلك بشراء أطعمة أنتجت محلياً. وأخيراً، تذكّر أن النباتات هم حلفاءنا الرئيسيين في مساعدة المناخ، لذلك اعتنِ بهم وقم بزراعة نباتات جديدة كلما استطعت ذلك

.الشكل 3.4.4. تغير المناخ. كيف تقلل من بصمتك الكربونية

أسئلة

1 الجو باردٌ في الخارج والتدفئة معطلة في الداخل. أي النصائح التالية
1 ستكون أكثر نفعاً في البقاء دافئاً داخل المنزل ولماذا؟
2 ارتداء سترة دافئة والجوارب ؛
3 ضع سجادة تحت قدميك؛
4 تناول شيئاً؛
5 اشرب الشاي الساخن؛
6 شغّل المدفأة الكهربائية؛
7 أرقص أو أقفز أو أركض
8 أشعل النار في الفرن أو موقد النار؛
9 خذ حماماً ساخناً؛
10 اجلس في الشمس

2 أي مما يلي أكثر اقتصاداً ومتى تكون كذلك- الاستحمام تحت الدُش أو في بملء حوض الاستحمام؟

3 هل يمكن أن يسهم تركيب عدادات المياه في المساعدة على توفير الطاقة؟ ولماذا؟

4 هل نستهلك الطاقة عندما نستخدم المياه في مبنى سكني؟ ما هو نوع الطاقة التي نستخدمها؟

5 ما هي الأمور التي تقوم بها الان في منزلك لتوفير الطاقة؟

6 ما هي أهم الأمور التي يجب عليك تذكرها عند استخدامك الثلاجة؟

مهام

المهمة رقم 1 ارسم جدولاً من أربعة أعمدة. استخدم العمود الأول لتدوين حالات عدم الكفاءة في استخدام الطاقة التي تلاحظها من حولك (في الشارع، في المنزل، في المدرسة). في العمود الثاني، وضّح كيف يمكن توفير الطاقة أو استخدامها بكفاءة أكبر في جميع الحالات التي دوّنتها. سجّل في العمود الثالث حالات لاحظت فيها استخدام كفؤ للطاقة. وفي العمود الرابع، اكتب مناسبة واحدة يومياً قمت فيها بنفسك باستخدام الطاقة بكفاءة أكبر لصالح الكوكب. قم بمقارنة تقريرك مع تقارير زملائك وأكتب تقرير حول النتائج

المهمة رقم 2 تفحّص جميع أغراضك -يفضّل أن تقوم بذلك مع والديك- واكتشف مصدرها وضع علامة على خريطة العالم توضح ذلك. ضع الأغراض التي اشتريتها أو قُدمت لك ولا تستخدمها في مجموعة منفصلة، ثم قم بحساب المسافة التي قطعتها للوصول إليك. الآن، أصبح باستطاعتك إنشاء مخطط (رسم بياني، خريطة) لما اكتشفته موضحاً مكان صنع الأشياء ومدى فائدتهم بالنسبة لك (ضرورية، غير ضرورية، ضرورية من وقت لآخر، تصلح لإعادة التدوير، وتصلح لصنع شيء آخر منها، إلخ

المهمة رقم 3 قسّم الصف إلى سبع مجموعات ودع كل مجموعة تسحب قشة لاختيار مجموعة دراسية: الطلاب الأصغر سناً؛ الطلاب الأكبر سناً؛ ربات المنزل؛ المتقاعدون؛ الصناعيون؛ السياسيون؛ المعلمون. يجب على كل مجموعة إعداد مشروع لتعزيز توفير الطاقة وكفاءة استخدامها للمجموعة الدراسية الخاصة بها. مهامك هي:

1. التفكير في شعار/ شعارات لحملة إعلامية؛
2. تصميم لوحة لتشجيع توفير الطاقة في مجموعتك؛
3. إعداد برنامج يساعد مجموعتك الدراسية على فهم وتطبيق مبادئ توفير الطاقة

5.3 التعاون الدولي بشأن التغيرات المناخية والتنمية المستدامة

حتى نهاية السبعينيات ، كان الأشخاص الوحيدون الذين اهتموا بالتغيرات المناخية هم العلماء

في عام 1979، عقد أول مؤتمر عالمي حول المناخ وطرحت العديد من التقارير التي اثبتت أن للنشاط البشري تأثيراً ملموساً على المناخ، مما استقطب اهتمام الصحفيين، ومن ثم عامة الناس، وأخيراً الحكومات.

في عام 1988، اعترفت الأمم المتحدة بأن التغير المناخي هو أحد أكبر التحديات العالمية الملحّة أمام البشرية.
وبدأت أفضل العقول في العالم بالعمل على قضية التغير المناخي

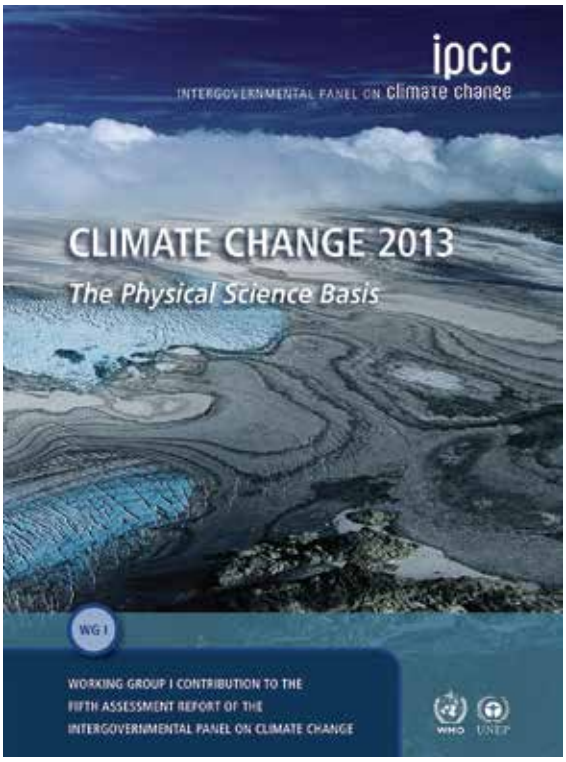
في عام 1988، تم انشاء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) وطلب من الهيئة مراجعة الأدلة العلمية المتوفرة وبيان أثر النشاط البشري على المناخ.

أكد أول تقرير منشور للهيئة عام 1990 بأن خطر التغير المناخي حقيقي وهناك ارتباط مباشر بين النشاط البشري والتغيرات في الغلاف الجوي العالمي، كما نشرت أربع تقارير أخرى من قبل الفريق منذ ذلك الوقت، آخرها عام 2013، والتي تقيّم التغير المناخي باستخدام أحدث البحوث التي يجريها العلماء من أنحاء العالم.

يتفق معظم العلماء أنه بمقدورنا، وعلينا، أن نجد سبلاً لمواجهة التغير المناخي، ولن يتيسر هذا إلا إذا عملت جميع بلدان العالم معاً، وأفضل طريقة للقيام بذلك هي العمل تحت رعاية الأمم المتحدة.

في عام 1992، اتفقت دول العالم في مؤتمر دولي خاص عقدته الأمم المتحدة، على الحاجة الى التعاون في قضايا المناخ. وتمت صياغة الاتفاق في وثيقة عالمية، اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية بشأن تغير المناخ

United Nations
Framework Convention on
Climate Change



وضّح الاتفاق المناخي الاجراءات العامة اللازمة للحد والتقليل من انبعاثات الغازات الدفيئة فحسب، وعليه، في عام 1995، تقرّر في أول مؤتمر للدول الأطراف في الاتفاقية (الدول الموقعة)، اعداد وثيقة دولية أخرى لتنظيم اجراءات ملموسة من قبل الأطراف في القرن 21

كانت المفاوضات بشأن اعداد هذه الوثيقة الجديدة معقدة وصعبة للغاية، لكن توصلت الدول في النهاية الى اتفاق. وفي ديسمبر عام 1997 وفي اليابان، تم اعتماد معاهدة دولية جديدة سميت بروتوكول كيوتو على اسم مدينة كيوتو التي وقعت فيها المعاهدة.

كان بروتوكول كيوتو ثوريا في مضمونه لأنه احتوى على تعهدات من قبل الدول المتقدمة بأن لا تتجاوز انبعاثاتها من الغازات الدفيئة حداً معينا في الفترة الواقعة بين 2008 الى 2012 قياساً على سنة 1990، التي تم اعتمادها كمرجع

على سبيل المثال، تعهد الاتحاد الأوروبي بخفض انبعاثاته بنسبة 8%، اليابان 6%، بينما تعهدت روسيا وأكرانيا بأن لا تتجاوز انبعاثاتهما معدل عام 1990.

كما كانت الولايات المتحدة، التي كانت تشكل أكبر مصدر للانبعاثات في العالم، طرفاً نشطاً في المباحثات حول بروتوكول كيوتو، لكنها رفضت لاحقاً، عام 2001، التوقيع عليه.

وبذلك، في نهاية عام 2012 كانت هناك معاهدتان دوليتان ساريتان: اتفاقية المناخ، باعتبارها وثيقة دولية تحدد الاستراتيجية العامة للبشرية في مواجهة التغير المناخي، وبروتوكول كيوتو، الذي وضع التزامات محددة على الدول الصناعية، مثل الاتحاد الأوروبي، ودول أخرى ذات اقتصاديات انتقالية، مثل روسيا او اوكرانيا.

لكن، انتهت فترة الالتزام الموقع من قبل الدول الصناعية ودول الاقتصاد الانتقالي في نهاية عام 2012 وبدأت جولة جديدة من المباحثات للفترة القادمة في بداية عام 2013 التي اتفقت فيها الدول المتقدمة على التزامات أخرى للتقليل من انبعاثات الغازات الدفيئة للفترة الواقعة بين 2013 الى 2020، وتعهدت بتخفيضات أكبر مما سبق.

لكن، ولأسباب مختلفة، تغير موقف عدد من الدول تجاه بروتوكول كيوتو، فلم تشارك الولايات المتحدة، اليابان، نيوزيلندا، وروسيا في الاتفاقيات عن فترة 2013-2020. كانت حجتهم هي أن العالم قد تغير منذ التسعينيات، والآن لا تأتي معظم الانبعاثات من الدول المتقدمة بل من الدول النامية الكبرى (الصين، الهند، البرازيل، جنوب افريقيا وغيرها)، والتي لا تخضع انبعاثاتها لبروتوكول كيوتو

لذلك، بإمكاننا التمييز بين عدة مراحل لجهود البشرية في معالجة التغير المناخي:

اتفاقية المناخ، عندما اتفقت الدول على صياغة اجراءات مرسومة لإعادة الانبعاثات إلى ما كانت عليه عام 1992- 1990؛

أول فترة التزام ببروتوكول كيوتو- تعهدت 37 دولة والمجموعة الأوروبية على خفض انبعاثات 2008-2012- الغازات الدفيئة بمعدل 5% قياسا على مستويات عام 1990؛

فترة الالتزام الثانية ببروتوكول كيوتو- تعهدت الدول المتقدمة بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 2013- 2020- 18% دون مستويات عام 1990. لكن تركيبة دول فترة الالتزام الثانية مختلفة عن تلك للفترة الأولى؛

للدول مع اجراءات طموحة بعيدة (NDCs) اعتماد اتفاقية باريس التي تشمل مساهمات محددة مقررة وطنيا 2015- المدى للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة.

بعد عام 2020 – تدخل اتفاقية باريس الى حيز التنفيذ.

في كانون الأول 2015، اجتمعت الدول في مؤتمر للأمم المتحدة حول التغير المناخي في باريس للوصول الى اتفاقية دولية جديدة حول المناخ والتي سيبدأ تنفيذها بعد عام 2020 وتطبق على كافة دول العالم. وفي الاعداد لهذا المؤتمر، قدمت الحكومات تعهداتها المناخية تحت اسم "مساهمات محددة مقرّة وطنيا" (NDCs) تبين أهدافها المتوسطة والبعيدة المدى للحد من الانبعاثات. والهدف هو الحفاظ على متوسط ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى أقل من 2 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة.

تناول مؤتمر باريس مجموعة واسعة من تحديات التغيرات المناخية وحلولها بما في ذلك الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، والتكيف مع تأثيرات التغير المناخي، بالإضافة إلى المساندة التكنولوجية والمالية في سبيل هذه التدابير. إن اتفاقية باريس هي مجرد إطار قانوني لتدابير تغيرات المناخ لما بعد عام 2020، فيما ستُلحق قرارات أكثر تفصيلاً بشأن تنفيذها في السنوات القليلة التالية.

يمكن للتعاون الدولي الفعال أن يساعد في نمو العالم بمحاذاة هدف 2 درجة مئوية، والتكيف مع التغيرات المناخية التي تحدث بالفعل نتيجة انبعاثات الغازات الدفيئة في الماضي والحاضر، كما يمكن أن تساعد الدول في استغلال العديد من الفرص والمنافع المقترنة بالتحول الى اقتصاديات قادرة على التأقلم مع الطقس وخفض معدلات انبعاث الكربون

يرتبط التعاون الدولي حول التغير المناخي بقضية أخرى رئيسية تهم البشرية- كيفية تحقيق تنمية مستدامة من أجل انتعاش عالمي. تتطلب التنمية المستدامة اجراءات دعم متبادل في ثلاث مجالات: اقتصادي، اجتماعي وبيئي. ويؤثر التغير المناخي عليها جميعاً

اعتمدت 193 دولة في الجمعية العامة للأمم المتحدة في سبتمبر 2015، اجندة التنمية يرمي الهدف 13 إلى "اتخاذ .(SDGs) لعام 2030 وأهداف التنمية المستدامة الـ 17 اجراء سريع في التصدي للتغير المناخي وتأثيراته" (الشكل 1.5.3

الشكل 3.5.1 أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة

كما ترتبط العديد من أهداف التنمية الأخرى أيضا بالتغير المناخي، على سبيل المثال، الهدف السابع "ضمان حصول الجميع على طاقة حديثة ميسرة، آمنة ومستدامة".

في عالمنا الحديث المتميز بالتقدم التكنولوجي، يعيش 1.3 مليار انسان، 80% منهم في مناطق ريفية بدون كهرباء. ويشكل هؤلاء الناس، وهم الأشد فقراً في العالم، أكثر من 18% من تعداد سكان العالم الذين يعيشون على كوكب الأرض الآن والذي يبلغ 7 مليار نسمة.

كما يستخدم عدد أكبر -حوالي 3 مليار- الكتل الحيوية التقليدية (الخشب والحطب) في الطهو والتدفئة. وحسب افادة منظمة الصحة العالمية، فإن الملوثات التي تنبعث في الجو من حرق الكتل الحيوية في معدات الطهو غير الفعالة قد تسبب الوفاة المبكرة لحوالي 1.5 مليون شخص سنويا، أو ما يزيد عن 4000 شخص يومياً. وهذا أكبر بكثير من العدد الكلي لمن يموتون يومياً من الملاريا والسل والايدز مجتمعين. يعيش هؤلاء المحرومون في افريقيا، جنوب الصحراء الكبرى (أكبر صحراء في العالم)، وأيضا في جنوب آسيا وأمريكا اللاتينية.

أُطلق على هذه المشكلة اسم "فقر الطاقة".

إن توفير خدمات طاقة آمنة، ميسرة وفعالة هو الجانب الرئيسي للازدهار العالمي، وبالاستخدام الفعال لمصادر الطاقة يمكننا أن نتصدى للتغير المناخي. وفي المقابل، تعمل السياسة المتركزة على المناخ على تعزيز الاستخدام الرشيد والفعال لموارد الطاقة.

تغيير السلوكيات والتفكير لدى الأسر والأفراد أمر هام جداً من أجل تفعيل الجهود. يمكن لأي فرد أن يسهم بنفسه في التقليل من أثر التغير المناخي من خلال التحول إلى أنماط استهلاكية أكثر استدامة، مثل ركوب الدراجات، وتناول طعام صحي غني بالفاكهة والخضار الموسمية والمنتجة محلياً، وتقليل كميات النفايات التي ننتجها، وإعادة استعمال المواد قدر الامكان، بالإضافة إلى ترشيد استهلاك الكهرباء والماء

مهام

المهمة رقم 1 ستتمكن في هذه المجموعة من المهام لعب دور مفاوض دولي. اقرأ الـ "النصائح العشرة للمفاوض الدولي" واحفظها غيباً.

النصائح العشرة لمفاوض دولي

1. ركّز على القضية قيد المناقشة ولا تنحرف عنها، تجنّب متابعة المسائل الجانبية أو القفز إلى موضوعات أخرى.
2. حاول إيجاد وتمييز الفكرة الأساسية وركّز على المحتوى وليس الشكل.
3. أعد صياغة ما قاله الشخص الآخر وتحقق من أنك فهمت ما قاله بشكل صحيح ("إن لم أكن مخطئاً، أنت تعني أن..."، هل ما فهمته صحيح بأن...").
4. اطرح الأسئلة.
5. احترم صمت الشخص الذي تتحدث معه، ولا تتسرّع في التحدث لملء لحظات التوقف المؤقت خلال المحادثة.
6. قم بتفسير المعلومات من وجهة نظر ثقافتك ووجهة نظر ثقافة أجنبية.
7. تجنّب اللجوء لتفسير المعاني المبطنة لسلوك شخص آخر.
8. لا تتسرع في التقييم وإصدار الأحكام.
9. تعلّم التعرّف على الرسائل غير اللفظية التي يرسلها الشخص الذي تتحدث معه (تعبيرات الوجه، الإيماءات، الوضعية، نبرة الصوت، إلخ)).
10. لا تستنبط النتائج بناءً على لفتة أو علامة واحدة.

من المدهش أن تكون إحدى أنجح استراتيجيات التعامل مع الناس من ثقافات مختلفة متمثلة في تقليدهم، فتقليد سلوك شريكك المفاوض يزيد فرص التوصل لنتائج إيجابية للطرفين، وبالتالي التصرّف كحرباء يمكن أن يساعدك في النجاح في المفاوضات الدولية. وفي جميع الأحوال، تصنع المجاملة واحترام من تتحدث معه وثقافته والانفتاح في التواصل العجائب، والأمر ذاته ينطبق على الحياة اليومية

المهمة رقم 2 لعبة

تخيل أنك مشاركٌ في مؤتمر الأمم المتحدة للتغيّر المناخي وأنك ستتولى مناقشة مشاكل متصلة بالتغيّر المناخي تعاني منها مختلف الدول. قم بإعداد خطاب ترحيبي قصير سيقرأه رئيس دولتك على جميع المشاركين في المؤتمر، يجب أن يذكر الخطاب:

- المناخ والمصادر الطبيعية الرئيسية في بلدك؛
- كيف يعيش الأشخاص في بلدك؛
- القطاعات الرئيسية في اقتصاد بلدك؛
- تأثير التغير المناخي على الطبيعة والناس والاقتصاد؛
- ما تتوقع بلدك تحقيقه من المؤتمر.

بعد الخطاب الترحيبي، يعبّر المشاركون في المؤتمر عن الآليات التي يعتقدون أنها تحد من أثر التغيّر المناخي على البيئة والناس في الدول المشاركة في المؤتمر.

يختار المشاركون رابحاً في نهاية اللعبة، الطالب الذي قدّم أكبر مساهمات في المناقشة والذي قال أكثر الأمور المقنعة والمثيرة للاهتمام وذات الصلة بالموضوع.

المهمة رقم 3

أنت مسؤول حكومي في دولة صغيرة عبارة عن جزيرة في منطقة المحيط الهادئ، وتحضّر مقترح للتقديم للحصول على دعم مالي دولي لمساعدة بلدك على التأقلم مع الآثار السلبية للتغيّر المناخي. جسّد المسائل التالية في مقترحك:

1. ما هي الآثار المتوقعة للاحتباس الحراري العالمي التي تمثّل أكبر تهديد على بلدك؟

2. ما هو الإجراء المتبع في حال تهديد ارتفاع مستوى سطح البحر بإغراق جزيرتك بأكملها؟

3. ما هي المنظمات الدولية والدول التي ستطلب مساعدتها؟

4. كيف تخطط للحفاظ على ثقافة جزيرتك في حال غرقها تحت البحر؟

للمعلمين

بشأن استخدام مجموعة أدوات صندوق المناخ في المدارس

4. مبادئ توجيهية للمعلمين بشأن استخدام مجموعة أدوات صندوق المناخ في المدارس

صندوق المناخ هو مجموعة أدوات تعليمية تفاعلية حول تغير المناخ موجهة إلى طلاب المدارس الثانوية والابتدائية ومعلميهم للعلوم الطبيعية والدراسات البيئية.

وقد أعد برنامج الأمم المتحدة الإنمائي هذه المواد بدعم من صندوق البيئة العالمي، ووزارة الموارد الطبيعية والبيئة في روسيا وشركه كوكا كولا. يواصل صندوق المناخ سلسلة من مجموعات الأدوات لطلاب المدارس، التي أعدها وقدمها البرنامج الإنمائي وشركاءه بالفعل: صندوق البحر الأسود والكنز الصغير بإيكال.

أهداف صندوق المناخ:

- اطلاع الطلاب على العالم من حولهم والعلاقات المتبادلة بين الانسان والبيئة؛
- تعزيز أفكار المحافظة واحترام الطبيعة؛
- غرس ثقافة بيئية للاستهلاك المسؤول في جيل الشباب، لتنمية مهارات توفير الطاقة والموارد بين الشباب؛
- مساعدة المعلمين في إعداد وإجراء دروس تتعلق بالموضوعات ذات الصلة المباشرة أو غير المباشرة بتغير المناخ.

تحتوي مجموعة الأدوات التفاعلية لصندوق المناخ على ما يلي:

- كتاب مدرسي مصور للطلاب يتضمن مواد تعليمية ومهام تفاعلية وفردية وأسئلة حول موضوع تغير المناخ؛
- مبادئ توجيهية للمعلمين حول كيفية استخدام مجموعة الأدوات في الدروس مع الأطفال من مختلف الأعمار؛
- مسابقة المناخ - مجموعة من بطاقات اللعبة؛
- خريطة بعنوان "تغير المناخ: الآثار السلبية على البيئة والبشر، ما لم نفعل كل ما في وسعنا للحد من انبعاثات غازات الدفيئة.
- ملصق بعنوان "تغير المناخ: كيفية تقليل انبعاثات الكربون"؛
- قرص يحتوي على جميع مواد الكتب المدرسية في شكل إلكتروني

كتاب صندوق المناخ

يتكون الكتاب المدرسي من ثلاثة أقسام: "مشكلة تغير المناخ"؛ 'كيف يؤثر تغير المناخ على العالم الطبيعي والبشر. هل يمكننا التكيف مع العواقب الحتمية لتغير المناخ؟ و "كيفية منع تغير المناخ الخطير". يساعد الكتاب الطلاب على تطوير المعرفة والمهارات اللازمة للتمييز بين الأنواع المختلفة من المناخ والمناطق الطبيعية ويوضح العلاقة بين المكونات الجغرافية للأنظمة الطبيعية ويعلم كيفية التمييز، ووصف وشرح السمات الأساسية للسمات الجغرافية وظواهر الطقس وكيف يمكن أن تتغير نتيجة للتأثيرات الطبيعية والاصطناعية ويشرح استخدام مصادر الطاقة البديلة ويعلم قواعد السلوك في حالة الطقس القاسي ويعلم الاستخدام القليل للموارد في المنزل والمدرسة وخارجها. يمكن أن توفر المعلومات الموجودة في كل قسم من الكتب المدرسية تكملة مفيدة للعديد من جوانب البرامج التعليمية.

توضح الرسوم البيانية في الصفحات 252-241 كيفية ربط صندوق المناخ بالمناهج الوطنية. من الواضح أن هذه المبادئ التوجيهية تركز على البرنامج التعليمي الروسي، ومع ذلك فهي تحتوي على معلومات قيمة من شأنها أن تكون مفيدة لمناهج البلدان الأخرى، والتي يتشابه الكثير منها في الشكل مع المنهج الروسي.

يحتوي الكتاب المدرسي على العديد من الحقائق المهمة والمفيدة حول الحالات الشاذة الطبيعية، وهي أمثلة على عواقب آثار تغير المناخ على المناطق الساحلية والجبلية والقطب الشمالي والغابات

والمدن والبلدان، ويمنح الطلاب الفرصة لتحليل المعلومات بشكل مستقل وبناء الفرضيات والتوقعات حول العمليات الطبيعية والظواهر ذات الصلة بالمنطقة التي يعيشون فيها.

ستساعد المبادئ التوجيهية المعلمين على إعطاء تلاميذهم فهمًا علميًا للعالم المحيط بهم لتطوير قدراتهم الفكرية ورغبتهم في المعرفة. يساعد الكتاب المدرسي الطلاب على رؤية العالم من وجهة نظر عالم الفلك والجغرافيا وعلم البيئة. تساعد الرسوم التوضيحية والرسوم البيانية الملونة والجذابة على تعزيز فهم التطور (بالرجوع إلى أحداث تغير المناخ في الماضي وشكل كوكبنا اليوم)، والاختلافات المكانية في عمليات تكوين المناخ والسمات الجغرافية للمجمعات الطبيعية في مختلف القارات والمحيطات وممارسات الحفظ والأسباب الطبيعية والاصطناعية للمشاكل البيئية والتدابير الرامية إلى الحفاظ علي العالم الطبيعي وحماية الناس من الكوارث الطبيعية والتي من صنع الإنسان وتاثير الاحتباس الحراري والتنوع البيولوجي وبصمة الكربون للإنسان علي الأرض.

توفر الأسئلة والمهام الواردة في الكتاب المدرسي فرصة لاستخدام كل هذه المعرفة في الممارسة العملية.

يمكن استخدام الكتاب المدرسي في العمل مع الطلاب من سن 8 سنوات، لكنه مناسب بشكل خاص للطلاب الذين تتراوح أعمارهم بين 10 و 13 عامًا، كجزء من المنهج الرئيسي والأنشطة غير الدراسية.

يُنصح المعلمون باستخدام مواد الكتب المدرسية مع مراعاة ما يركز عليه طلابهم حاليًا واحتياجاتهم واهتماماتهم وقدراتهم. سيجد بعض الأطفال أن نص الكتاب بأكمله مهم، بينما قد ينجذب آخرون إلى حقائق أو رسوم توضيحية أو أفكار محددة للتجارب. نحن متفائلون بأن كل طالب سيجد شيئًا جديدًا وممتعًا في الكتاب المدرسي. نقترح أن يتخذ المعلمون مقاربة إبداعية لمجموعة الأدوات، وذلك باستخدام المواد الموجودة في الأنشطة خارج الفصل الدراسي وفي الأنشطة اللامنهجية: قد تكون هذه أنشطة خارجية وإجراءات بيئية وأسابيع مواد ومنافسات ومسابقات ودوائر دراسية.

يأمل فريق المؤلفين بإخلاص في أن تشجع مجموعة أدوات "صندوق المناخ" الطلاب والمدرسين وأولياء الأمور على تغيير نمط حياتهم نحو وعي بيئي أكبر

البرامج التعليمية

التعليم الابتدائي

- برنامج المدرسة 2100 التعليمي. العالم من حولنا. المؤلفون: أ.أ فهروشيف، د.د. دانيلوف، أ.أ. راوتيان وغيرهم.

- برنامج الوئام التعليمي. العالم من حولنا. المؤلف: و.ت. بوجلازوف.

- البرنامج التعليمي بالمدرسة الروسة. العالم من حولنا. المؤلف: أ.أ. بليشكوف.

التعليم الثانوي

- علم الطبيعة. الفئة 5. المؤلفون: أ.أ. بليشكوف. ن.أ. سونين
- الاحياء. الفصول 9-6. المؤلفون: ن.أ. سونين ، ف. ب. زاخاروف، إ. ت. زاخاروفا
- مادة الاحياء. الفصول 11-10. المؤلفون: أ.ب. أغافونوف ، ف. آي. سيفوغلازوف.
- جغرافية. الفصول 9-6. المؤلفون ف.ب. درونوف وغيرها
- جغرافية. الفصول11-10 المؤلفون ف.ب. ماكساكوفسكي.
- كيمياء. الصفوف 8 – 11. المؤلف: و. س. جابريليان
- فيزياء. الصفوف 7 – 9. المؤلفون: ا. ف. بيريشكين، إ. م. جوتنيك
- فيزياء. الصفوف 10 – 11. المؤلف: ل. ا. جينديننشتين

البيئة والصحة والسلامة. الصفوف 5 – 9. المؤلف: اي. ك. توروف •

التعليم الابتدائي			
القسم في كتاب صندوق	Section in the Climate Box textbook **العالم من حولنا**		
	برنامج المدرسة 2100	**برنامج الونام**	**برنامج المدرسة الروسية**
الجزء الأول- مشكلة تغير المناخ			
المناخ والطقس 1-1	الصف 2 الموضوع: الطقس والمناخ • الموضوع: المناطق الطبيعية • الصف 3 الموضوع: الهواء وخصائصه وما يحتويه •	الصف 2 الموضوع: أنواع مختلفة من • السحاب الصف 3 الموضوع: الظواهر الطبيعية • والطبيعة الموضوع: درجة الحرارة وقياس • درجة الحرارة نشاط في الهواء الطلق: مراقبة • تغيرات الخريف في الطبيعة الموضوع: توقعات الطقس • نشاط في الهواء الطلق: مراقبة • التغيرات الشتوية في الطبيعة الموضوع: تغيرات الشتاء في الماء • والسماء نشاط في الهواء الطلق: مراقبة • التغيرات الربيعية في الطبيعة الموضوع: تغيرات الربيع في الماء • والسماء الموضوع: التغيرات الصيفية في • .الماء والسماء والنباتات والحيوانات قواعد البقاء في مأمن في عطلة الصيف الصف 4 الموضوع: المناطق الطبيعية في • روسيا الموضوع: البيئة الطبيعية حيث • أعيش	الصف 2 الموضوع: درجة • الحرارة ومقياس الحرارة الموضوع: ما هو • الطقس
أنواع المناخ والمناطق المناخية 1-2	الصف 2 الموضوع: المناطق الطبيعية • الموضوع: المناخ على الأرض • الموضوع: مناطق البيئة الطبيعية •	الصف 4 الموضوع: القطب الشمالي القاسي • الموضوع: التندرا الضعيفة • الموضوع: الصحاري الحارقة • الموضوع: الجبال • الموضوع: المناطق الطبيعية في • روسيا الموضوع: قارة أوراسيا وطبيعتها • وشعوبها الموضوع: افريقيا وطبيعتها. باحثو • افريقيا .الموضوع: أمريكا. اكتشاف أمريكا • .شمال وجنوب أمريكا الموضوع: أستراليا ونباتاتها • وحيواناتها الفريدة الموضوع: القارة القطبية الجنوبية، • واكتشافها من قبل الروس وبيئتها القاسية	الصف 4 الموضوع: توزيع • الحرارة الشمسية على الأرض وتأثيره على الطبيعة الحية الموضوع: المناطق • الطبيعية في بلدنا صحراء القطب الشمالي والتندرا والغابات والسهوب والصحارى وشبه الاستوائية الموضوع: السمات • الطبيعية لكل منطقة الموضوع: كيف • يعتمد الاقتصاد على الظروف الطبيعية المشاكل البيئية لكل منطقة طبيعية

التعليم الابتدائي			
القسم في كتاب صندوق المناخ	العالم من حولنا		
	برنامج المدرسة 2100	برنامج الوئام	برنامج المدرسة الروسية
كيف ولماذا تغير المناخ في 3-1 الماضي	–	الصف 4 • الموضوع: علم الفلك. الأرض - كوكب في النظام الشمسي • الموضوع: الشمس والنجوم تأثير الشمس على الأرض • الموضوع: رحلة حول العالم	–
	–	الصف 2 • الموضوع: البشر كجزء من الطبيعة الصف 3 • الموضوع: الهواء وما يحتويه • الموضوع: حركة الهواء كيف يستخدم الهواء	الصف 4 • الموضوع: الماضي والحاضر من خلال عيون عالم البيئة. فهم المشاكل البيئية الحديثة للكوكب
الجزء الثاني- كيف يؤثر تغير المناخ على العالم الطبيعي والبشر. هل يمكننا التكيف مع العواقب الحتمية لتغير المناخ؟			
	كيف يؤثر تغير المناخ على الطقس 2-1	الصف 2 • الموضوع: العواصف الرعدية. الحفاظ على السلامة أثناء العاصفة الرعدية. • الموضوع: الهيئات الطبيعية والظواهر • الموضوع: الماء على الأرض. المحيطات والبحار. الحفاظ على السلامة في البحر الصف 3 • الموضوع: ظواهر طبيعية غير عادية. الحفاظ على السلامة في الأحداث الجوية القاسية • الموضوع: التغيرات الصيفية في السماء والماء. الحفاظ علي السلامة في العطل الصيفية الصف 4 • الموضوع: البيئة الطبيعية حيث أعيش	–
كيف يؤثر تغير المناخ على 2-2 النباتات والحيوانات	**الصف 2** • **الموضوع: مناطق البيئة الطبيعية**	الصف 2 • الموضوع: قارة أوراسيا. دراسات آسيا. العالم الطبيعي للقارة وشعبها • الموضوع: افريقيا وعالمها الطبيعي • الموضوع: العالم الطبيعي في القارات الشمالية والجنوبية • الموضوع: عالم القارة الطبيعي القاسي	الصف 2 • الموضوع: ما هي النباتات المختلفة الموجودة: الأشجار والشجيرات والأعشاب. كيف يتم تمييزهم • الموضوع: ما الحيوانات المختلفة الموجود هناك: الحشرات والسمك والطيور والوحوش. كيف يتم تمييزهم • الموضوع: كتاب روسيا الأحمر: التعرف على النباتات والحيوانات المختلفة والتدابير لحمايتهم الصف 3 • الموضوع: النباتات وتنوعها • الموضوع: التكاثر ونمو الحيوانات. دور الحيوانات في الطبيعة والحياة البشرية. تأثير الإنسان على عالم الحيوان

التعليم الابتدائي			
العالم من حولنا			القسم في كتاب صندوق المناخ
برنامج المدرسة الروسية	برنامج الوئام	برنامج المدرسة 2100	
الصف 3 الموضوع: الاتصالات في الطبيعة • الموضوع: التربة وتكوينها. الكائنات الحية في التربة. فهم كيفية صنع التربة ودور الكائنات الحية •	الصف 4 الموضوع: روسيا، بلد الغابات • الموضوع: البيئة الطبيعية حيث أعيش •	–	كيف يؤثر تغير المناخ على الغابات 2-3
الصف 2 الموضوع: الهواء والماء، وأهميتها للنباتات والحيوانات والانسان • الموضوع: تلوث الهواء والماء حماية الهواء والماء من التلوث • الموضوع: النباتات البرية والمحاصيل. نباتات المنزل وكيفية العناية بها • الصف 3 الموضوع: الماء وخصائصه. الحالات الثلاث للماء. دورة المياه في الطبيعة •	الصف 2 الموضوع: الماء على الأرض. المحيطات والبحار • الموضوع: أهمية الأنهار للناس • الموضوع: خزانات المياه العذبة. النهر وأجزائه • الموضوع: أهمية الماء للحياة على الأرض. تلوث المساحات المائية • الصف 3 الموضوع: هيكل وخصائص المواد • الموضوع: دورة المياه في الطبيعة •	الصف 3 الموضوع: الأجسام والمواد • الموضوع: الماء وخصائصه •	كيف يؤثر تغير المناخ على موارد المياه 2-4
–	–	–	كيف يؤثر تغير المناخ على الزراعة 2-5
–	الصف 2 الموضوع: سطح الأرض القارات والمحيطات •	–	كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الساحلية 2-6
–	الصف 2 الموضوع: أصناف الجبال • الموضوع: البراكين. الحفاظ على السلامة في الجبال • الموضوع: طبيعة الجبال •	الصف 3 الموضوع: الصخور والمعادن •	كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الجبلية 2-7
–	الصف 4 الموضوع: المنطقة الطبيعية. القطب الشمالي القاسي •	–	كيف يؤثر تغير المناخ على مناطق القطب الشمالي 2-8
الصف 2 الموضوع: المدينة التي نعيش فيها وخصائصها الرئيسية •	الصف 2 .الموضوع: المدن الروسية • مدن يبلغ عدد سكانها مليون نسمة الموضوع: الناس في المدينة والبلاد. مشاكل المدينة الحديثة •	–	كيف يؤثر تغير المناخ على المدن و صحة الإنسان 2-9
–	–	–	كيف يؤثر تغير المناخ على المشاكل الاجتماعية 2-10

التعليم الإبتدائي			
العالم من حولنا			القسم في كتاب صندوق المناخ
برنامج المدرسة الروسية	برنامج الوئام	برنامج المدرسة 2100	
الجزء الثالث- كيفية منع تغير المناخ الخطير؟			
–	–	الصف 3 • الموضوع: الطاقة كمصدر للحركة • الموضوع: الأشكال المتنوعة للطاقة • الموضوع: الكهرباء وأشعة الشمس وسقوط المياه هم ظاهرة الطاقة	"مصادر الطاقة "الخضراء 3-1 ما هي الطاقة 3-1-1 المصادر الرئيسية للطاقة 3-1-2
–	–	الصف 3 • الموضوع: الخث والحجر الفحم والنفط والغاز الطبيعي - الوقود الأحفوري ومن أين ياتوا	الوقود الحفري 3-1-3
–	–	–	الطاقة النووية 3-1-4
–	الصف 2 • الموضوع: حركة الهواء	–	مصادر الطاقة المتجددة 3-1-5
–	الصف 2 • الموضوع: الشمس - أقرب كوكب إلى الأرض الصف 3 • الموضوع: المعادن والوقود الأحفوري، واستكشافهما والتعدين • الموضوع: الوقود الحفري المشاكل البيئية من إنتاجها ونقلها	–	مزايا وعيوب مصادر الطاقة المختلفة 3-1-6
–	الصف 2 • الموضوع: أنواع النقل. تلوث الهواء والماء الناجم عن النقل	–	كفاءة الطاقة وتوفير الطاقة 3-2 النقل المراعي للبيئة 3-2-1 الأجهزة المنزلية 3-2-2 والأجهزة الكهربائية
–	الصف 4 • الموضوع: مواد بناء	–	البناء الأخضر. المباني 3-2-3 السلبية والنشطة المدن الخضراء 3-2-4

التعليم الإبتدائي			
العالم من حولنا			القسم في كتاب صندوق المناخ
برنامج المدرسة الروسية	برنامج الوئام	برنامج المدرسة 2100	
–	–	الصفوف 2-4 • الموضوع: تعلم حل مهام حياتية • الموضوع: كيف تعيش في وئام مع الطبيعة • الموضوع: كوكبنا الصغير الأرض	البصمة كربونية 3-3 كيف يمكنني مساعدة الكوكب؟ الحد من البصمة الكربونية الخاصة بك 3-4
–	–	–	التعاون العالمي في مجال تغير المناخ والتنمية المستدامة 3-5

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
Part 1. The problem of climate change						
المناخ والطقس 1-1	الصف 5 الموضوع: • الطقس (السمات الرئيسية للطقس). المناخ	الصف 6 الموضوع: تسخين الهواء ودرجة حرارة الهواء • الموضوع: اعتماد درجة الحرارة على خطوط العرض • الموضوع: الرطوبة في الجو. بخار الماء والرطوبة • الموضوع: الترسب • الموضوع: الضغط الجوي. قياس الضغط الجوي • الموضوع: الطقس مكونات الطقس الكتل الهوائية • الموضوع: المناخ خرائط المناخ •	–		الصف 7 الموضوع: الضغط الجوي. •	
أنواع المناخ والمناطق المناخية 1-2	–	الصف 7 الموضوع: الغلاف الجوي للأرض والمناخ • الموضوع: المناطق المناخية والطقس المعتاد لكل قارة: أفريقيا وأستراليا وأمريكا الجنوبية وأمريكا الشمالية والقارة القطبية الجنوبية واوراسيا • الصف 8 الموضوع: المناخ وموارد المناخ •	–		–	
كيف ولماذا تغير المناخ في الماضي 1-3		الصف 6 الموضوع: التيارات البحرية. أسبابها وتأثيرها على العالم الطبيعي. التفاعل مع الغلاف الجوي والأرض • الموضوع: قذيفة الحجر من الأرض • الموضوع: حركة الصفائح الحجرية • الصف 7 الموضوع: المحيطات • الصف 8	Class 9 • Theme: How life appeared and developed in ancient epochs	الصف 9 الموضوع: كيف ظهرت الحياة وتطورت في العصور القديمة •	الصف 11 الموضوع: عناصر علم الفلك •	

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
تغير المناخ اليوم 4-1	الصف 5 الموضوع: تأثير الطقس على حالة الكائنات الحية وعلى صحة الإنسان •	الصف 6 الموضوع: البشر والغلاف الجوي والتاثير المتبادل •	الصف 9 الموضوع: المحيط الحيوي والانسان. دور الانسان في المحيط الحيوي • الموضوع: الموارد الطبيعية واستخدامها • الموضوع: القضايا البيئية وتأثيرها على حياتنا • الصفوف 11-10 الموضوع: أهم المشاكل البيئية (العالمية) في العصر الحديث •			الصف 5 الموضوع: البشر والمكان الذي يعيشون فيه، الأمن البشري •
الجزء الثاني- كيف يؤثر تغير المناخ على العالم الطبيعي والبشر. هل يمكننا التكيف مع العواقب الحتمية لتغير المناخ؟						
كيف يؤثر تغير المناخ على الطقس 2.1	الصف 5 الموضوع: الأعاصير البحرية والأعاصير •	الصف 6 الموضوع: الانسان والغلاف الجوي •	–			الصف 6 الموضوع: الكوارث الطبيعية والحماية منها • الصف 7 الموضوع: الظواهر الطبيعية الخطرة وغير العادية والحماية منها • الصفوف 8-5 تمارين عملية لتطوير تقنيات إدارة الكوارث •

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
كيف يؤثر تغير المناخ 2-2 على النباتات والحيوانات	الصف 5 الموضوع: التنوع • البيولوجي وإفقاره وسبل الحفاظ عليه الموضوع: أسباب • انخفاض التنوع البيولوجي الموضوع: • قلق الجمهور والحكومة بشأن الحفاظ على الأنواع النادرة والمهددة بالانقراض من النباتات والحيوانات ((الكتاب الأحمر	الصف 7 الموضوع: عالم الحيوان والنبات (في كل • (موضوع قارة الصف 8 الموضوع: تنوع المكونات الطبيعية •	الصف 7 الموضوع: تنوع العوالق وأهميتها في • الطبيعة والحياة الإنسانية الموضوع: أهمية الثدييات في الطبيعة • والحياة البشرية. حماية الحيوانات الثمينة الصف 9 الموضوع: النتائج البيولوجية للتكيف • الصفوف 11-10 الموضوع: الحفاظ على تنوع السلالات • .من أجل التنمية المستدامة للغلاف الحيوي لماذا تموت السلالات			
كيف يؤثر تغير المناخ 2-3 على الغابات	–	الصف 7 الموضوع: المناطق الطبيعية في القارات • الصف 8 الموضوع: الغابات •	الصف 6 الموضوع: المجتمعات الطبيعية والنظم • الإيكولوجية. هيكل وربط المجتمعات الطبيعية الصف 9 الموضوع: تداول المواد في الطبيعة •			الصف 7 الموضوع: • الكوارث الطبيعية وكيفية حماية الناس منها - حرائق الغابات
كيف يؤثر تغير المناخ 2-4 على موارد المياه		الصف 6 الموضوع: المياه الداخلية • الصف 7 الموضوع: دور المياه في تشكيل البيئة • الموضوع: دور الماء في الحياة على الأرض • الصف 8 الموضوع: المياه الداخلية، الثروة الروسية •	–	الصف 8 الموضوع: أنواع الروابط الكيميائية. • روابط تساهمية الموضوع: المواد النقية والمخاليط • الصف 11 الموضوع: روابط كيميائية قطبية • تساهمية الموضوع: دور الماء في التفاعلات • الكيميائية	الصف 7 الموضوع: بوابات السد وقنوات • المياه الموضوع: السفن والقوارب •	الصف 6 الموضوع: • الكوارث الطبيعية وكيفية حماية الناس منها - الفيضانات

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
كيف يؤثر تغير المناخ على الزراعة 2-5	–	الصف 8 الموضوع: الاقتصاد • الصف 10 الموضوع: جغرافيا الزراعة ومصايد الأسماك • الموضوع: مناطق وبلدان العالم •	–		–	
كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الساحلية 2-6	–	الصف 7 القسم: الغلاف المائي الموضوع: محيطات العالم. دور الغلاف المائي في حياة الأرض. التفاعل بين المحيط والأرض •	–		–	الصف 7 الموضوع: حالات الطوارئ الناشئة عن أسباب طبيعية ومن صنع الإنسان - الأعاصير •
كيف يؤثر تغير المناخ على المناطق الجبلية 2-7	–	الصف 6 القسم: الغلاف الصخري للأرض الموضوع: تشكيل التضاريس الأرضية • الموضوع: الجبال. المناطق المناخية المرتفعة •	–		–	الصف 6-5 الموضوع: المواقف الخطرة ذات الأسباب الطبيعية - الزلازل والانهيارات الأرضية •
كيف يؤثر تغير المناخ على مناطق القطب الشمالي 2-8	–	الصف 6 الموضوع: الأنهار الجليدية، دائمة التجمد • الصف 8 الموضوع: صحراء القطب الشمالي، التندرا • الموضوع: البحيرات. الأنهار الجليدية •	–		–	الصف 6 الموضوع: المواقف الخطرة في البيئة الطبيعية - الانهيارات الثلجية والعواصف الثلجية •
كيف يؤثر تغير المناخ على المدن و صحة الإنسان 2-9	–	الصف 10 الموضوع: التحضر كعملية عالمية •	–		–	الصف 8 الموضوع: البيئة والسلامة - الصحة العامة •
كيف يؤثر تغير المناخ على المشاكل الاجتماعية 2-10	–	الصف 10 الموضوع: الجوانب الجغرافية للمشاكل الإنسانية العالمية •	–		–	الصف 8 الموضوع: حالات من صنع الإنسان وعواقبها •

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
الجزء الثالث- كيفية منع تغير المناخ الخطير؟						
"مصادر الطاقة "الخضراء 3-1 ما هي الطاقة 3-1-1 المصادر الرئيسية للطاقة 3-1-2					الصف 8 • الموضوع: الطاقة الداخلية وكيف يمكن تغييرها	
الوقود الحفري 3-1-3				الصف 9 • الموضوع: الكربون، خواصه الفيزيائية والكيميائية • الموضوع: المصادر الطبيعية للهيدروكربونات. النفط والغاز الطبيعي، وكيف يتم استخدامهما الصف 10 • موضوع النفط • الموضوع: الغاز الطبيعي • الموضوع: الفحم	الصف 8 • الموضوع: طاقة الوقود. لكل وحدة الحرارة من الاحتراق	
الطاقة النووية 3-1-4					الصف 11 • الموضوع: الطاقة الذرية، النووية	
مصادر الطاقة المتجددة 3-1-5		الصف 10 • الموضوع: الأنواع الرئيسية لاستخدام الموارد الطبيعية			الصف 9 • الموضوع: توليد الطاقة الصف 11 • الموضوع: أنواع بديلة من محطة توليد الكهرباء	

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
مزايا وعيوب 3-1-6 مصادر الطاقة المختلفة				الصف 9 الموضوع: المصادر الطبيعية للهيدروكربونات النفط والغاز الطبيعي، وكيف يتم استخدامهما الصف 10 الموضوع: النفط • الموضوع: الغاز الطبيعي • الموضوع: الفحم •	الصف 9 الموضوع: توليد الطاقة • الصف 11 الموضوع: أنواع بديلة من محطة توليد الكهرباء • الموضوع: الطاقة الذرية، النووية •	
كفاءة الطاقة وتوفير 3-2 الطاقة النقل المراعي 3-2-1 للبيئة الأجهزة المنزلية 3-2-2 والأجهزة الكهربائية			الصفوف 10-11 الموضوع: طرق حل المشكلات البيئية	الصف 10 الموضوع: السبيرتو •	الصف 8 الموضوع: محركات الحرارة • الموضوع: كفاءة الطاقة. القانون الثاني للديناميكا الحرارية • الصف 10 الموضوع: الديناميكا الحرارية. محركات الحرارة •	
البناء الأخضر. 3-2-3 المباني السلبية والنشطة المدن الخضراء 3-2-4		الصف 9 الموضوع: جغرافيا المجال الاجتماعي. اقتصاديات صناعات الإسكان والترفيه •		Class 9 • Theme: Geography of the social sphere. Economics of the housing and leisure industries	الصف 9 الموضوع: توليد الطاقة • الصف 11 الموضوع: أنواع بديلة من محطة توليد الكهرباء •	

التعليم الثانوي						
القسم في كتاب صندوق المناخ	علم الطبيعة	جغرافية	مادة الاحياء	كيمياء	الفيزياء	البيئة والصحة والسلامة
البصمة كربونية 3-3 كيف يمكنني 3-4 مساعدة الكوكب؟ الحد من البصمة الكربونية الخاصة بك			الصف 9 • الموضوع: الحفاظ على الطبيعة والاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية الصفوف 11-10 • الموضوع: كيف تتصرف في البيئة الطبيعية. الحفاظ على الطبيعة والاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية	الصف 8 • الموضوع: الظواهر الفيزيائية والكيميائية. التفاعلات الكيميائية الصف 9 • الموضوع: الهالوجينات • الموضوع: أملاح حامض النيتريك • الموضوع: مواد مهمة بيولوجيا البروتينات - والدهون والكربوهيدرات • الموضوع: التلوث الكيميائي للبيئة وعواقبه الصف 10 • الموضوع: البروتينات • الموضوع: احماض نووية • الموضوع: الأدوية الصف 11 • الموضوع: الحالة السائلة والصلبة للمواد	الصف 9 • الموضوع: الطاقة الصف 11 • الموضوع: أنواع بديلة من الطاقة	
التعاون العالمي 3-5 في مجال تغير المناخ والتنمية المستدامة		الصفوف 11-10 • الموضوع: الجوانب الجغرافية للمشاكل الإنسانية العالمية في الماضي والحاضر، وطرق حل تلك المشاكل	الصفوف 11-10 • الموضوع: عواقب النشاط البشري على البيئة	الصف 9 • الموضوع: العلاقات بين الكائن الحي والبيئة		

قائمة الرسوم التوضيحية

Front cover. Photo: BigRoloImages, Shutterstock.com.

P. 5. Photo: courtesy of T.Stocker.

P. 9. Photo: J. Swanepoel, Shutterstock.com.

P. 11. Fig. 1.1.: NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/

P. 13. Fig. 1.1.1.: Peel, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification (Central Asia). Retrieved from Wikipedia. Photo (bottom): Shutterstock.com.

P. 14. Fig.: Shutterstock.com.

P. 15. Fig. 1.2.1.: Wikipedia.

P. 17. Photo (top): R. Loesche, Shutterstock.com. Photo (centre): Semork, Shutterstock.com. Photo (bottom): apdesign, Shutterstock.com.

P. 18. Photo (top): A. Latsun, Shutterstock.com. Photo (centere): rdonar, Shutterstock.com. Photo (bottom): Susan R. Serna, Shutterstock.com.

P. 19. Photo: axily, Shutterstock.com.

P. 20. Fig. 1.2.2.: I. Frolov, Arctic and Antarctic Institute. Fig. 1.2.3.: J. Sullivan, Wikipedia. Fig. 1.2.4.: NASA. Fig. 1.2.5.: T. Skambos, National Research Centre for Snow and Ice, USA.

P. 23. Crossword: Authors' elaboration based on the Russian version by S. Korshchikova.

P. 24. Fig. (left): M. Anton, Public Library of Science, posted on Wikipedia. Photo (right): H. Grobe, Wikipedia. Fig. 1.3.1.: A.O. Kokorin, E.V. Smirnova, D.G. Zamolodchikov. Climate Change. Book for High School Teachers. - Moscow: WWF, 2013. 220 pp.

P. 25. Photo (left and top right): M. Dunn, NOAA Climate Program Office, NABOS 2006 Expedition. Photo (bottom right): L. Koenig, NASA.

P. 26. Fig. 1.3.3.: A. Alekperov. Fig. 1.3.4.: http://school-collection.lyceum62.ru.

P. 27. Fig.: Catmando, Shutterstock.com.

P. 28. Fig. 1.3.5.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger et al. - Springer, 2012. - 270 pp. http://www.springer.com/.

P. 29. Fig. 1.3.6.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch. Fig. 1.3.7.: R. Blakey, http://www.cpgeosystems.com.

P. 31. Fig. 1.3.8.: http://www.britishmuseum.org. Photo: A. Jack, Shutterstock.com.

P. 32. Fig. 1.3.9.: http://earthobservatory.nasa.gov/. Photo: Y. Kumsri, Shutterstock.com.

P. 35. Fig. 1.4.1.: The World Meteorological Organization (WMO), 2017: https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414. Fig. 1.4.2.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch.

P. 36. Fig. 1.4.3.: http://climate.nasa.gov/evidence/.

P. 37. Fig. 1.4.4.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger at al. - Springer, 2012. - 270 pp. http://www.springer.com/.

P. 38. Fig. 1.4.5.: A.O. Kokorin, E.V. Smirnova, D.G. Zamolodchikov, Climate Change. Book for High School Teachers. - Moscow: WWF, 2013. - 220 pp.

P. 39. Fig. 1.4.6.: The World Meteorological Organization, 2017: https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414. Fig. 1.4.7. NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/.

P. 40. Fig. 1.4.8.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC./ T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch.

P. 41. Fig. 1.4.9.: D. Belyukin, http://www.belukin.ru/

P. 42. Photo: A. Tikhonov, Shutterstock.com.

P. 44. Photo: H. Grobe, Wikipedia.

P. 45. Photo: scenery2, Shutterstock.com.

P. 47. Photo (top left): P. Steib, Shutterstock.com. Photo (top right): Wutthichai, Shutterstock.com. Photo (bottom left): Siriporn-88, Shutterstock.com. Photo (bottom right): P. Litovchenko.

P. 48. Fig. 2.1.: A. Alekperova, V. Berdin, Y. Dobrolyubova, Y. Kalinicheva, A. Kokorin.

P. 49. Fig. 2.1.1.: V. Kantor.

P. 50. Fig. 2.1.2.: NASA image by J. Schmaltz, LANCE/EOSDIS Rapid Response, http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86539.

P. 51. Photo (top left): http://earthobservatory.nasa.gov/. Photo (top right): T. Shoemake, Shutterstock.com. Photo (bottom left): D. Bertonceli, Shutterstock.com. Photo (bottom right): B. Sosnovy, Shutterstock.com.

P. 52. Photo (top left): R.A. Mansker, Shutterstock.com. Photo (top centre): ChameleonsEye, Shutterstock.com. Photo (top right): Website of the President of the Russian Federation, kremlin.ru. Photo (bottom left): W. Dias / Agencia Brasil, Wikipedia. Photo (bottom right): B. Dyakovsky, Shutterstock.com.

P. 53. Photo (left): R. Bayer, Shutterstock.com. Fig. 2.1.3.: R. Stockli and R. Simmon using data of the MODIS Land Science Team, NASA,http://earthobservatory.nasa.gov/.

P. 54. Photo: D.J. Rao, Shutterstock.com.

P. 55. T. Th. Walther, Wikipedia.

P. 57. Photo: ChameleonsEye, Shutterstock.com.

P. 58. Collage: A. Alekperova.

P. 59. Fig. (top): http://34374.info/wp-content/uploads/2011/07/nils.jpg. Photo (left): S. Tulinov. Photo (right): Simm, Wikipedia.

P. 60. Photo (top): M.M. Karim, Wikipedia. Photo (bottom): MarcusVDT, Shutterstock.com.

P. 61. Collage: A. Alekperova, based on illustrations from Wikipedia.

P. 62. Photo: Kletr, Shutterstock.com.

P. 63. Photo (first): Xocolatl, Wikipedia. Photo (second): N. Tomura, Wikipedia. Photo (third): Wilson44691, Wikipedia. Photo (fourth): D. Bogdanov, Wikipedia.

P. 64. Photo (top): jamon jp, Wikipedia. Photo (bottom). P. Kapitola, State Phytosanitary Administration, Bugwood.org.

P. 65. Photo (first): Fraan, Photobucket.com. Photo (second): Smithsonian National Museum of Natural History. Photo (third): Vlad61, Shutterstock.com. Photo (fourth): S. Baron, Wikipedia.

P. 66. Photo (first): S. Uryadnikov, Shutterstock.com. Photo (second): martinhlavacek79, Shutterstock.com. Photo (third): Argus fin, Wikipedia. Photo (fourth): D. Charman, http://blogs.exeter.ac.uk/antarcticpastclimate/2013/01/20. Photos (fifth): edmon, Shutterstock.com.

P. 67. Photo (top): elitravo, Shutterstock.com. Photo (bottom left): M. Opp, Wikipedia. Photo (bottom center): Silky, Shutterstock.com. Photo (bottom right): freestock.ca.

P. 68. Photo (first): Lorcel, Shutterstock.com. Photo (second): MarkVanDykePhotography, Shutterstock.com. Photo (third): G. Yim, Shutterstock.com. Photo (fourth): L. Galuzzi

P. 69. Photo (top): S. Myatyashev, http://stasmat.livejournal.com/15402.html?thread=77610. Photo (bottom left): Forestry department Rothaargebirge. Photo (bottom right): M. Manske, Wikipedia.

P. 70. Photo (first): SNEHIT, Shutterstock.com. Photo (second): http://www.destination360.com/north-america/us/utah/zion-national-parklodging. Photo (third): http://www.taganay.org. Photo (fourth): A. Martynova, Shutterstock.com.

P. 71. Photo: http://pohod.h12.ru/FOTOAlbom/Taganay/f_t_21.jpg.

P. 72. Photo (left and right): http://www.laparios.com/.

P. 73. Photo: IUCN

P. 76. Fig. 2.3.1.: Source: MA 2005. Map designed by Emmanuelle Bournay, Paris.

P. 77. Fig. 2.3.2.: http://blog.pershyn.name/2011/09/2011.html.

P. 78. Fig. 2.3.3 and 2.3.4.: D. Zamolodchikov.

P. 79. Fig. 2.3.5.: Shiyatov, 2009. Photo (bottom): El Misti, Wikipedia.

P. 80. Fig. 2.3.6.: J.F. Stuefer, Wikipedia.

P. 81. Fig. 2.3.7.: Fishlin et al., 2007.

P. 82. Fig. 2.3.8.: www.rosleskhoz.gov.ru. Fig. 2.3.9.: D. Zamolodchikov.

P. 83. Fig. 2.3.10.: D. Zamolodchikov.

P. 84. Fig. 2.3.11.: D. Zamolodchikov.

P. 85. Fig. 2.3.12 and 2.3.13.: V. Kaganov. Fig. 2.3.14.: D. Zamolodchikov.

P. 86. Fig. 2.3.15.: D. Zamolodchikov.

P. 87. Fig. 2.3.16.: V. Kaganov. Fig. 2.3.17.: D. Zamolodchikov.

P. 88. Fig. 2.3.18.: D. Zamolodchikov. Fig. 2.3.19.: The State of the Forests of Papua New Guinea, 2008.

P. 89. Photo: A. Fedorov, Shutterstock.com.

P. 90. Fig. 2.3.20 and 2.3.21.: D. Zamolodchikov.

P. 94. Photo (top): T. Spider, Shutterstock.com. Fig. 2.4.1.: http://www.astronet.ru/db/msg/1224153.

P. 95. Photo (top): S. Tulinov. Photo (bottom left): L. Nunes, Wikipedia. Photo (bottom right): G. Paire, Shutterstock.com.

P. 96. Fig. 2.4.2.: UNEP, http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article155.html.

P. 97. Fig. 2.4.3.: Federal State Unitary Enterprise NPO Lavochkina. Fig. 2.4.4: Wikipedia (left). N. Palmer, International Center for Tropical Agriculture (CIAT), http://flickr.com/photos/38476503@N08/5641586406 (right).

P. 98. Fig. 2.4.5.: E. Harrison, National Geographic Magazine, Volume 31 (1917), page 272 (left). Rjruiziii, Wikipedia (right). Fig, 2.4.6.: Katvic, Shutterstock.com. Fig. 2.4.7.: Water Supply report by National Climate Assessment, USA. http://nca2014.globalchange.gov/report.

P. 99. Fig. 2.4.8.: A. Bezlepkin. Fig. 2.4.9.: Octal, Wikipedia.

P. 100. Fig. 2.4.10.: BK Bates et al. Climate change and water resources. IPCC Technical Paper. – Geneva 2008.

P. 102. Photo: N. Palmer, Wikipedia.

P. 103. Photo (top): V. Salman, Shutterstock.com. Photo (bottom): Ratikova, Shutterstock.com.

P. 104. Photo (top left): R. Jary, Shutterstock.com. Photo (top right): Gleizes, Greenpeace. http://www.greenpeace.org/. Photo (bottom): I. Strukov, Shutterstock.com.

P. 105. Photo (top): J. Tran, Shutterstock.com. Photo (bottom): A. Bondarets, Shutterstock.com.

P. 106. Photo (from left): D. Henry, Shutterstock.com. Photo (right): Stasis Photo, Shutterstock.com.

P. 108. Photo: B. Jevtic, Shutterstock.com.

P. 109. Photo: zstock, Shutterstock.com.

P. 110. Photo (left): S. Tulinov. Photo (right): JaySi, Shutterstock.com.

P. 111. Fig. 2.6.1.: R. Rowley, J. Kostelnick, D. Braaten et al. Risk of rising sea level to population and land area. 2007. Photo: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com.

P. 112. Photo: R. Whitcombe, Shutterstock.com. Fig. 2.6.2.: Wikipedia. Fig. 2.6.3.: A. Kolotilin, WWF Russia.

P. 113. Photo (top): N. Mitchell, Shutterstock.com. Fig. 2.6.4.: Evaluation report 'Key environmental and socio-economic effects of climate change in permafrost areas: a forecast based on synthesis of observations and modelling'. Ed. O. Anisimov. - SPb.: State Hydrological Institute, 2009. Fig. 2.6.5.: M. Grigoriev (ibid). Photo (bottom): LippertPhotography, Shutterstock.com.

P. 114. Photo: AlinaMD, Shutterstock.com. Fig. 2.6.6.: http://peakwatch.typepad.com/.a/6a00d83452403c69e20154358c6598970c-pi.

P. 115. Fig. 2.6.7.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC./ T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch. Fig. 2.6.8.: graph: http://oceanadapt.rutgers.edu/, picture of black sea bass: Encyclopaedia Britannica, http://global.britannica.com/media/full/530475/132944.

P. 116. Photo (from left): ermess, Shutterstock.com. Photo (right): withGod, Shutterstock.com.

P. 118. Photo: S. Ilyas, Wikipedia.

P. 119. Photo: momanuma, Shutterstock.com.

P. 120. Fig. 2.7.1.: A. Alekperova and Yu. Dobrolyubova using materials from http://900igr.net/datai/geografija. Photo: D. Pichugin, Shutterstock.com.

P. 121. Fig. (top): Wikipedia. Photo (bottom): A. Egorov, Shutterstock.com.

P. 122. Fig. 2.7.2.: The World Glacier Monitoring Service (WGMS). Fig. 2.7.3.: Wikipedia.

P. 123. Fig. 2.7.4.: The World Glacier Monitoring Service (WGMS). Fig. 2.7.5.: M. Hëltsle, University of Zurich, the World Glacier Monitoring Service (WGMS). Fig. 2.7.6.: NASA. Fig. 2.7.7.: NASA.

P. 124. Fig. 2.7.8.: Y. Dobrolyubova. Fig. 2.7.9.: Archive of Glacier National Park.

P. 125. Fig. 2.7.10.: V. Kantor. Photo (left): A. Gl, Shutterstock.com. Photo (right): M. Topchiy, Shutterstock.com. Fig. 2.7.11. A. Alekperova, Y. Dobrolyubova G. Tushinskaya.

P. 126. Photo (top): M. Topchiy, Shutterstock.com. Photo (middle): V. Kantor. Photo (bottom): L. Gridinoc, Wikipedia.

P. 127. Photo (left): ANA Peru. Photo (right): Dtarazona, Wikipedia.

P. 128. Fig. 2.7.12.: NASA. Fig. 2.7.13.: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007. M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof et al. - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Photo: Pikoso.kz, Shutterstock.com.

P. 129. Photo: D. Lynch, Shutterstock.com.

P. 131. Photographic reproduction: Wikipedia.

P. 133. Photo: S. Dobrolyubov.

P. 134. Fig. 2.8.1.: http://www.athropolis.com/map2.htm.

P. 135. Photo (left): Gazprom, http://media.gazprom-neft.ru/pictures/production/category688/category689/AVD43214.jpg.htm. Photo (right): Vlada Z, Shutterstock

P. 136. Fig. 2.8.2.: National Snow and Ice Data Center (USA), http://nsidc.org/data/seaice_index/.

P. 137. Fig. 2.8.3.: Polar Research Center. http://psc.apl.washington.edu/wordpress/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly. Fig. 2.8.4.: A. Kokorin, WWF Russia.

P. 138. Photo: J. McDonald, Shutterstock.com. Fig. 2.8.5.: C. Accardo, AP Photo/NOAA.

P. 139. Photo: D. Pilipenko, Shutterstock.com.

P. 140. Fig. 2.8.6.: J. Shaw, http://www.johnshawphoto.com/.

P. 141. Fig. 2.8.7.: N. Shiklomanov. Evaluation report: 'Key environmental and socio-economic impacts of climate change in permafrost areas: a forecast based on synthesis of observations and modelling'. Ed. O. Anisimov. SPb.: State Hydrological Institute, 2009. Fig. 2.8.8.: ibid. Fig. 2.8.9.: D. Drozdov, ibid.

P. 142. Fig. 2.8.10.: V. Romanovsky, ibid. Fig. 2.8.11.: M. Grigoriev, ibid. Fig. 2.8.12.: V. Romanovsky, Past and Present and Future Changes in Permafrost and Implications for a Changing Carbon Budget. Environmental Science Seminar Series, 2008, American Meteorological Society.

P. 143. Fig. 2.8.13. and 2.8.14.: N. Shiklomanov, Evaluation report: Key environmental and socio-economic impacts of climate changes in permafrost areas: a forecast based on the synthesis of observations and modelling. Ed. O. Anisimov. SPb.: State Hydrological Institute, 2009.

P. 144. Photo (left): G. Baturova (left); Photo (right): A. Walk, Wikipedia.

P. 145. Photo: S. Dobrolyubov

P. 148. Fig. 2.9.1.: F. Schmidt, Ellen J. Beer et al. (eds.), Berns grosse Zeit. Photo (below): KPG_Payless, Shutterstock.com.

P. 149. Fig. 2.9.2.: A. Alekperova and Y. Dobrolyubova using https://population.un.org/wup/Maps/. Table 2.9.1.: A. Alekperova using The World's Cities in 2016, UN. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf

P. 150. Fig. 2.9.3.: Pjt56, Wikipedia. Photo (left): 1000 Words, Shutterstock.com. Photo (right): P. Rogat, Shutterstock.com.

P. 151. Fig. 2.9.4.: US Global Change Research Program (USGCRP), 2009. Reproduction of the painting (bottom): Wikipedia.

P. 152. Fig. 2.9.5.: Centre for Health Research School of Medicine, http://climatehealthcluster.org/wp-content/uploads/2013/06/Bambrick_Hilary_080813.pdf.

P. 153. Photo: ChameleonsEye, Shutterstock.com.

P. 154. Fig. 2.9.6.: B. Revich. Photo (from left): SW_Stock, Shutterstock.com. Photo (right): A. Ruzhin, Shutterstock.com.

P. 155. Fig. 2.9.5.: A. Haynes and others. Climate change and human health - impacts, vulnerability and adaptation. Proceedings of the World Climate Change Conference, Moscow 2003. - Moscow, 2004.

P. 157. Photo: D. Bertonceli, Shutterstock.com.

P. 158. Photo (top left): WorldWide, Shutterstock.com. Photo (top center): P. Date, Shutterstock.com. Photo (top right): g-stockstudio, Shutterstock.com. Photo (bottom): Kzenon, Shutterstock.com.

P. 159. Fig. 2.10.1.: Wikipedia.

P. 160. Photo (from left): S. DCruz, Shutterstock.com. Photo (right): G. Paire, Shutterstock.com.

P. 161. Photo (top): H. Conesa, Shutterstock.com. Photo (bottom): P. HaSon, Shutterstock.com.

P. 162. Fig. 2.10.2.: T. Hakala, Shutterstock.com. Fig. 2.10.3.: S. Gulec, Shutterstock.com. Fig. 2.10.4.: R. Whitcombe, Shutterstock.com.

P. 163. Photo: VVO, Shutterstock.com.

P. 164. Fig. 2.10.5.: UNDP report, Charting a New Low-Carbon Route to Development. - Moscow: UNDP, 2009.

P. 167. Pavel L Photo, Shutterstock.com.

P. 169. Fig. 3.1.1.: from materials of keelingcurve.uesd.edu.

P. 170. Photo: wang song, Shutterstock.com.

P. 171. Fig. 3.1.2.: A. Alekperova, E. Gracheva, Yu. Dobrolyubova.

P. 172. Photo: huyangshu, Shutterstock.com.

P. 173. Fig. 3.1.3.: A. Alekperova. Photo: N. Vinokurov, Shutterstock.com.

P. 174. Fig. 3.1.4.: Key World Energy Statistics 2017, IEA. www.iea.org. Photo: K. Black, Wikipedia.

P. 175. Photo: courtesy Greenpeace. Fig. 3.1.5.: http://www.world-nuclear.org/.

P. 176. Fig.: A. Alekperova. Photo: overcrew, Shutterstock.com.

P. 177. Photo (top): KPG Payless2, Shutterstock.com. Photo (bottom): M. Lisner, Shutterstock.com.

P. 178. Photo (top): wellphoto, Shutterstock.com. Fig. 3.1.6.: Dinga, Shutterstock.com.

P. 179. Photo (top): CSIRO, http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/. Photo (bottom): Northern Railways, http://www. nr.indianrailways.gov.in/.

P. 180. Photo (top): Chixoy, Wikipedia. Photo (bottom): http://www.abengoasolar.com/.

P. 181. Photo (top): Y. Dobrolyubova. Photo (centre): courtesy of Greenpeace. Photo (bottom): D. Dixon, Geograph project collection: https://www.geograph.org.uk/photo/2391702

P. 182. Fig. 3.1.7.: Wikipedia (both photos).

P. 183. Photo: Arnold C., Wikipedia. Fig. 3.1.8.: Wikipedia.

P. 184. Fig. 3.1.9. M. Grmek, Wikipedia. Fig. 3.1.10.: Le Grand Portage, Wikipedia. Fig. 3.1.11.: Wikipedia.

P. 185. Photo (both top): http://oceanrusenergy.ru/Gallery. Photo (bottom): Dani 7C3, Wikipedia.

P. 186. Photo (top): S. Tulinov. Fig. 3.1.12.: courtesy of Greenpeace.

P. 187. Photo: Wikipedia.

P. 188. Photo (top): Wikipedia. Photo (bottom left): K. Stuchelova, Shutterstock.com. Photo (bottom centre): images72, Shutterstock.com. Photo (bottom right): Bildagentur Zoonar GmbH, Shutterstock.com.

P. 189. Fig. 3.1.13.: RSabbatini, Wikipedia. Fig. 3.1.14.: Natecull, Wikipedia. Photo (bottom first): indogolotus, Shutterstock.com. photo (second bottom): Dickelbers, Wikipedia.

P. 190. Photo: Hestemoj, Wikipedia.

P. 196. Fig. 3.2.1.: A. Alekperova.

P. 197. Photos (both): A. Alekperova.

P. 199. Fig. 3.2.2.: Energy Efficiency in Russia: Hidden Reserves. - Moscow: CENEF, WB, IFC, 2008. Photo (left): Arnold Paul, Wikipedia. Photo (centre): US Federal Emergency Management Agency, Wikipedia. Photo (right): V. Dyakov, Wikipedia.

P. 200. Fig. 3.2.3.: A. Alekperova using materials from the French Agency for Environmental and Energy Management (ADEME), 2005.

P. 201. Fig. 3.2.4.: MK Products, Wikipedia. Fig. 3.2.5: ENEA.

P. 202. Fig. 3.2.6.: https://lufthansa.myclimate.org/en. Fig. 3.2.7.: E. Smirnova.

P. 203. Photo: NRMA Motoring and Services, Wikipedia.

P. 204. Fig. 3.2.8.: Photo (left): Wikipedia. Photo (right): Floydian, Wikipedia.

P. 205. Photo: (top left): P. van der Sluijs. Photo: (top right): Sacramento Seersucker Ride, http://flickr.com/photos/56052306@N06/17107186918. Photo (below): ehedaya, Wikipedia.

P. 206. Fig. 3.2.9.: A. Alekperova and Y. Dobrolyubova based on materials from Wikipedia. Fig. 3.2.10.: Wikipedia.

P. 207. Fig. 3.2.11.: UNDP, 2011.

P. 208. Photo (above): Wikipedia. Fig. 3.2.12.: Green Building Council of Finland, http://figbc.fi/en/building-sector/.

P. 209. Photo (top): courtesy of Greenpeace. Logos: Wikipedia. Photo (below): A. Hodge, http://www.usgbc.org/.

P. 210. Fig. 3.2.13.: courtesy of E. Gracheva. Photo (below): British Prime Minister's Office, https://www.gov.uk.

P. 211. Photo (top): www.sidwell.edu. Photo (bottom): http://www.activehouse.info/cases/home-life.

P. 212. Photo: Wikipedia.

P. 213. Photo (first and second): J. Seifert, Wikipedia. Photo (third): US Navy National Museum of Naval Aviation. Photo (fourth): NASA.

P. 214. Photo (top): G. Jones, Wikipedia. Photo (bottom): ecstaticist, Wikipedia.

P. 217. Photo (left and centre): Wikipedia. Photo (right): Courtesy of Greenpeace.

P. 218. Photos: http://www.climate-kic.org/, http://wmsbf.org/, http://memoenglish.ru/, http://originalcarbon.com/why-offset/, http://www.environ-net.in.th/

P. 219. Wikipedia

P. 221. Fig. 3.4.1. and 3.4.2.: F. Urban, How we heat the street // Real Estate Bulletin, January 18, 2012. http://www.bn.ru/ articles / 2012/01/18 / 89218.html.

P. 222. Fig. 3.4.3.: F. Urban, How we heat the street // Real Estate Bulletin, January 18, 2012. http://www.bn.ru/articles/2012/01/18 / 89218.html.

P. 226. Photo: Wikipedia.

P. 227. Photo: C. Hutchingson, Wikipedia.

P. 228. Fig. 3.4.4.: A. Alekperova, V. Berdin, Yu. Dobrolyubova, Y. Kalinicheva, A. Kokorin.

P. 231. Photo (top left): Yu. Dobrolyubova. Photo (top right): Wikipedia. Logo: Wikipedia. Cover: www.ipcc.ch.

P. 232. Photo (above): T. Yamanaka – AFP/Getty Images, available at http://global.britannica.com/event/Kyoto-Protocol. Photo (below): P. Souza, Official White House Photo, posted on Wikipedia.

P. 233. Logo: http://www.cop21paris.org/about/cop21. Photo: UN, http://www.un.org/sustainabledevelopment.

P. 234. Picture (above): http://hssmi.org/research-themes/sustainable-manufacturing/. Fig. 3.5.1.: http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/.

P. 237. Photo: E. Harrison, Wikipedia.

Vladimir Berdin, Yulia Dobrolyubova, Ekaterina Gracheva, Pavel Konstantinov, Natalia Ryzhova, Elena Smirnova, Dmitry Zamolodchikov

Climate Box

An interactive learning toolkit
on climate change

Textbook

Approved for printing in 2019. Format 60x84/8. 6.7 standard print sheets.
27.9 conditional print sheets.
Offset paper. Offset printing.
1,000 copies. Order № 1257

RA ILF publications
Office 1, Building 1, 10 Bolshoi Kondratyevsky Lane, 123056, Moscow

©UNDP, 2019

صندوق المناخ

مجموعة أدوات تعليمية
تفاعلية حول تغير المناخ