صدرت
هذه الطبعة من
المجموعة التدريبية
بالعربية بفضل برنامج
الأمير سلطان بن عبد
العزيز آل سعود
لتعزيز اللغة العربية
في اليونسكو

نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة

مجموعة موارد تدريبية لبلدان الأراضي الجافة

Ecoles associées de l'UNESCO

Programme sur l'Homme et la biosphère

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة

مجموعة موارد تدريسية لبلدان الأراضي الجافة

نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة

«يمكن تفسير الطبيعة بطرق شتى – فقد تُفسَّر كأساسٍ لجهود البحث العلمي؛ أو باعتبارها موردِاً؛ أو كشيء تَنْظُر إليه وتَخْبِرُه وتَستمْتِع به؛ أو باعتبارها وحياً فنياً يوحى!»

الرئيس نيلسون مانديلا، تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٤

المسؤول:
توماس شاف، اليونسكو

المحرر ومصمم المشروع:
هيلين جيل

الاستشارة العلمية:
ميشيل لو بير، توماس شاف

التنسيق والتصميم الإيكونوغرافي:
هيلين جيل
بالتعاون مع:
كاثي لي

الترجمة العربية:
سمير أ. الشيشكلي

التصميم الفني:
ميكانو، لورَن بتار
بمساعدة من ميلاني فراينيك
وماريون مالبيرات

المساعَدة الإدارية:
ناتاشا لازيك

الحفر الضوئي:
نوم كرياتيف

الطباعة:
ل. م. غرافي

طبع على ورق غالاكسي ابيض سوبر مات مصقول
١٥٠ غ و٣٥٠ غ

صورة الغلاف:
منظر العطوف، وادي مْزاب، الجزائر، ٢٠٠٢
© أوليفييه بريستن

صدر عام ٢٠٠٨ عن
برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (ماب) ، اليونسكو
1, rue Miollis
75732 Paris Cedex 15, France
البريد الإلكتروني: mab@unesco.org
www.unesco.orb/mab

© اليونسكو ٢٠٠٨

ISBN 978-92-3-604092-9

مؤلف هذا الكتاب هو المسؤول عن اختيار ما يتضمنه من وقائع وعن أسلوب عرضها، كما أنه المسؤول عن الآراء الواردة فيه، وهي لا تعكس بالضرورة آراء اليونسكو.

ولا تنطوي التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة وطريقة عرض موادها على الإعراب عن أي رأي مهما كان لدى أمانة اليونسكو حول الوضع القانوني لأية بلدان أو أقاليم أو مدن أو مناطق أو للسلطات فيها أو حول ترسيم حدودها أو تخومها.

تمهيد

وضعت هذه المجموعة من المواد التعليمية الخاصة بالبيئة لبلدان الأراضي الجافة بمبادرة من برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (ماب) في منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو).

وعلى سبيل متابعة «مجموعة مواد التعليم الخاص بمكافحة التصحر» التي كانت قد صدرت عام ٢٠٠١ لاستعمال المدرسين في المدارس الابتدائية، قررت اليونسكو وضع هذه المجموعة التعليمية الجديدة التي تقدم معينات عملية محددة للمدرسين والتلاميذ تساعدهم على تحسين فهم المشاكل البيئية التي تواجه منطقتهم وتشجعهم على التماس ما يمكن من حلول لها.

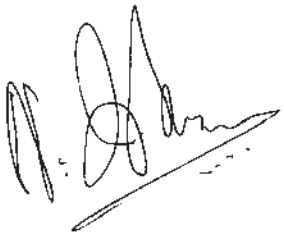
وتهدف المجموعة، وهي بعنوان «نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة/مجموعة موارد تدريسية لبلدان الأراضي الجافة»، إلى خدمة المدرسين في المدارس الثانوية في البلدان المتأثرة بالتصحر، وهي تستند إلى نهج مبتكر يجتذب الإبداع والإحساس الفني لدى التلاميذ في سن تتراوح بين العاشرة والخامسة عشرة. والنهج هذا يلجأ إلى الاكتشاف الحسي للبيئة ويؤكد البعدين البصري والاستكشافي في دراسة البيئة. ولعل فكرة استخدام الإبداع والإحساس الفني لدى التلاميذ للترويج للوعي الإيكولوجي تصبح في المستقبل مصدراً للتعاون تستكشفه قطاعات اليونسكو المختلفة.

ويعكس مضمون المجموعة قرار الجمعية العامة للأمم المتحدة إعلان سنة ٢٠٠٦ سنة دولية للصحارى والتصحر كما يتفق والأنشطة التي وضعت كجزء من عقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة (٢٠٠٥-٢٠١٤) الذي يدخل الترويج له في نطاق ميادين اختصاص اليونسكو.

وتقوم بتوزيع المجموعة شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة (ASPnet) التي تضم ٨٠٠٠ مدرسة في ١٧٧ بلداً. وهي تحظى بدعم من عقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة من خلال ما ينظّم من أنشطة في مختلف البلدان المشاركة.

ويسرنا أن ندعو المدرسين المهتمين بالمجموعة أو المحتاجين إلى معلومات حول كيفية استخدامها إلى الاتصال بمكاتب اليونسكو الإقليمية في بلدانهم، وأن نحيلهم إلى عنوان منظّمي المشروع على الانترنت والبريد الالكتروني: **www.unesco.org/mab** و**mab@unesco.org**، وإلى مواقع الإنترنت التي تعود للبرنامجين الشريكين لدى اليونسكو في ميدان التعليم: شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة (**www.unesco.org/education/asp**) وعقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة (**www.unesco.org/education/desd**).

ونود أن نتوجه بالشكر الجزيل للحكومة البلجيكية التي تكرمت فموّلت كامل عملية وضع مجموعة الموارد التدريسية هذه كجزء من دعمها العام لقطاع العلوم الطبيعية مدلِّلة بذلك على أن التعليم الخاص بالبيئة هو، بالقدر نفسه، جزء من العلم كما هو جزء من التعليم.



نَتاراجان إيشوَران
مدير قسم العلوم الإيكولوجية وعلوم الأرض
أمين المجلس الدولي لتنسيق برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (ماب)

المحتويات

مقدمة ٧

الفصل ١
اكتشاف النظام الإيكولوجي وتنوعه البيولوجي ١١

٠١
العثور على الكنوز وجمعها ١٢

الأهداف ١٢

المنهجية ١٢

١ – وَجِّهْ ١٢
٢ – حَدِّدْ ١٣
٣ – إجْمَعْ ١٣
٤ – خَزِّنْ ١٣
٥ – نَظِّفْ ١٤
٦ – لاحِظْ ١٤
٧ – حَدِّدْ ١٤
٨ – صَنِّفْ ١٤
٩ – اجْمَعْ ما بين المفاهيم ١٤
١٠ – شَكِّلْ مجموعات ١٤

٠٢
تركيب الأشكال على الأرض ١٦

الأهداف ١٦

المنهجية ١٦

١ – اخْتَرْ الموقع المناسب لتركيب الأشكال
٢ – إذْهَبْ إلى المناطق الإحيائية المختلفة واجمع الأشياء الطبيعية ١٦
٣ – حضِّرْ لتركيب شكل على الأرض لكل منطقة إحيائية ١٨
٤ – اصْنَعْ الأشكال على الأرض من المجموعات باستخدام ظلال التلاميذ ١٨
٥ – ادْرُسْ مجموعات الأشكال بالتفصيل ١٩
٦ – اجْمَعْ بين المفاهيم ٢٠
٧ – حَوِّلْ المفاهيم إلى حياة ناطقة بتأليف قصة حولها ٢٠
٨ – ارْبُطْ بين مجموعات الأشياء في إطار القصة ٢٠

٠٣
الأرض والصخر والتعرية ٢٢

الأهداف ٢٢

المنهجية ٢٢

١ – حَدِّدْ العناصر المعدنية ٢٢
٢ – لاحِظْ البعد الجيولوجي للمشهد الطبيعي ٢٢
٣ – ارْبُطْ بين التربة والتضاريس وحَدِّدْ مكانك في المشهد الطبيعي. ٢٣
٤ – حَدِّدْ فِعل الرياح وعلامات التعرية ٢٣
٥ – ارْسُمْ ٢٦
٦ – فَسِّرْ الرسومات وافْهَمْ تأثير التعرية الريحية على البيئة ٢٦
٧ – تَعَرَّفْ على قطعة من الأرض محمية من التعرية ٢٧
٨ – خُذْ عينة من التربة من عدة مناطق وادْرُسْ خصائصها الفيزيائية ٢٧

٠٤
لوحة ألوان الطبيعة ٢٨

الأهداف ٢٨

المنهجية ٢٨

١ – اجْمَعْ واقْطِفْ ٢٨
٢ – وَجِّهْ ٢٨
٣ – اقْتَسِمْ وشارِكْ ٢٩
٤ – افْرُكْ واسْحَقْ وانْشُرْ ٢٩
٥ – ساعِدْ على العثور على المعارف المحلية ٣١
٦ – اربُطْ بين الألوان والنظام البيئي ٣١
٧ – لاحِظْ الأهمية الثقافية للأصباغ الطبيعية ٣١
٨ – اكتَشِفْ كيفية صنع الأصبغة ٣١
٩ – اعْرُضْ موضوع حفظ التنوع البيولوجي للنقاش ٣٢
١٠ – اصْبُغْ بنفسك ٣٢

٠٥
تَعَقُّب آثار الحيوانات البرية ٣٣

الأهداف: ٣٣

المنهجية: ٣٣

١ – قُمْ بدراسة استقصائية أولية ٣٣
٢ – تَعَرَّفْ على آثار الحيوان ٣٤
٣ – اعْثُرْ على مؤشرات أخرى تتصل بأسلوب حياة الأنواع ٣٦

٤ – لَخِّصْ معلومات الأنواع ٣٧
ألف – الخصائص العامة للأنواع
باء – أشكال التكيّف الفيزيائي المادي أو السكاني في النظام الإيكولوجي القاحل
٥ – ادْرُسْ أحد الحيوانات في بيئتك وسَجِّلْ ملاحظاتك ٤٢
٦ – اخْتَرْ نوعا من الأنواع واكْتُبْ قصة عنه ٤٣

٠٦
لوحة جدارية للنظام الإيكولوجي ٤٤

الأهداف

المنهجية

١ – اخْتَرْ منطقتين في الجوار يرتفع فيهما مستوى التنوع البيولوجي ٤٤
٢ – بعد اختيار منطقتين تمثلان النظام الإيكولوجي، حَدِّدْ مكانتهما في سياق المشهد الطبيعي الأوسع ٤٤
٣ – ارْسُمْ صورة ظلّية للمشهد الطبيعي تكون بمثابة خلفية للوحة ٤٥
٤ – تفحَّصْ كل منطقة بعناية ٤٦
٥ – اجْمَعْ بين الأفكار على أساس الملاحظة الميدانية ٤٨
ألف – التفاعل بين الأنواع الحية والبيئة غير الحية
باء – الترابط بين الأنواع والشبكات الغذائية
باء – التعاقب الإيكولوجي
٦ – اصْنَعْ لوحة النظام الإيكولوجي الجدارية ٤٩

٠٧
مسرحيات التنوع البيولوجي القصيرة: حلقات في شبكة الحياة ٥٢

مقدمة

الأهداف

المنهجية

١ – اخْتَرْ أحد الأنواع الرئيسية في النظام الإيكولوجي ٥٣
٢ – تَخيّلْ سيناريوهات ممكنة لتكور النظام الإيكولوجي في حال اختفاء النوع المحدد ٥٣
٣ – مَثِّلْ «مسرحية النظام الإيكولوجي» القصيرة بمشاهدها الثلاثة ٥٦
٤ – جمِّعْ بين المعلومات واستخلِصْ النتائج ٥٩
٥ – قَدِّرْ أثر أنشطة الإنسان على التنوع البيولوجي
٦ – مَثِّلْ أوجه السلوك والعمل المفيدة للتنوع البيولوجي ٦٠

الفصل ٢
الحفاظ على الغطاء النباتي ٦١

٠١
خطوات نحو تفهم النبات والزهر ٦٢

الأهداف

المنهجية

١ – استَكْشِفْ عالم النبات باستخدام الحواس جميعها ٦٢
٢ – اصْنَعْ ألواحا ملموسة من الأشياء التي جمعها التلاميذ ٦٣
٣ – ركِّز على الأزهار بالعمل على الألوان ٦٥
٤ – أدْرِكْ مفهوم الإزهار ووَسِّعْ نطاق تمرين الألوان ليشمل جميع الأزهار ٦٦
٥ – لاحِظْ أهمية النباتات المزهرة في الحفاظ على الغطاء النباتي ٦٨

٠٢
الشكل والتصميم: تشريح بنية النبات ٧٠

الأهداف

المنهجية

١ – لاحِظْ بنية النباتات وهيأتها بمراقبتها من بُعد ٧٠
٢ – أضِفْ بعض الأفكار الأساسية حول نمو النبات ٧١
٣ – لاحِظْ من خلال المراقبة عن كثب كيفية عمل الهندسة في الطبيعة ٧٤
٤ – فَكِّرْ في كيفية تأثير العوامل الخارجية على هيأة النبات ٧٦
ألف – أثر الريح
باء – أثر الإنسان
جيم – أثر آكلات الأعشاب

٠٣
الحياة في المناطق الجافة: كيف تتكيف النباتات مع الصحراء ٧٨

الأهداف

المنهجية

١ – راقِبْ النباتات أليفة الصحراء (المحبة للجفاف) ٧٨
٢ – أرْبُطْ بين النبات والأشياء من خلال الرسم ٧٨
٣ – ضَعْ النباتات الصحراوية في سياق الغطاء الصحراوي ٨٠
٤ – ادْرُسْ طرق التكيف التشريحية والفيزيولوجية الرئيسية لدى النباتات الصحراوية ٨٠
٥ – ارْجَعْ إلى الرسم ومسألة الربط بين الأشياء والنباتات الشوكية ٨١
٦ – لاحَظْ أشكال التكيف الأخرى التشكيلية والفيزيولوجية والمناخية الأخرى لدى النباتات الصحراوية ٨٢
٧ – أنْتِجْ مجموعة نهائية من الرسومات لمقارنة التي تمثل فكرة الدورة ٨٣

٠٤
الشجرة كنظام إيكولوجي ٨٥

الأهداف

المنهجية

١ – ارْسُمْ الشكل العام للشجرة ٨٥
٢ – أضِفْ جذور الشجرة والتربة المحيطة بها ٨٦
٣ – أضِفْ الجذع والورق على اللوحة الجدارية ٩٠
٤ – أضِفْ تاج الشجرة وورقها ٩٢

٠٥
إعداد كشفٍ بالنباتات المفيدة ٩٦

الأهداف

المنهجية

ألف – حديقة التغذية ٩٧
١ – صنِّفْ ٩٧
٢ – اخْتَر واحدا من الأنواع الصالحة للطعام ٩٧
٣ – ارسُمْ على اللوح الجداري ٩٧
٤ – تَذَوَّقْ ٩٩
٥ – ابْحَثْ عن المعلومات وأدْرِجْها في اللوح ٩٩
٦ – ناقِش مع ذوي الخبرة الإنتاج المحلي من النباتات والأغذية ٩٩

باء – حديقة الشفاء ١٠٠
١ – قابِلْ أحد الخبراء المختصين بالنبات وخَصائصه ١٠٠
٢ – ارْسُمْ وسَجِّلْ النباتات الطبية على اللوح الجداري ١٠٠
٣ – حدِّدْ الترابط بين عملية العلاج والطقوس الدينية من خلال النبات ١٠١
٤ – اسْتَكْشِف العلاقة بين النباتات والتقاليد الثقافية وحفظ البيئة ١٠١

جيم – حديقة الحماية ١٠٢
١ – ارْسُمْ صورة سريعة لمنزلك الخاص ١٠٢
٢ – ارْسُمْ على اللوح الجداري منزلا محليا معتادا ١٠٢
٣ – صَوِّرْ المسكن بتفاصيله ١٠٣
٤ – ارْبُطْ بين المساكن المهيأة بيئيا والموارد الطبيعية ١٠٣
٥ – قُمْ باستعراض كيفية استعمال النباتات في بناء المساكن ١٠٣

٠٦
النبات كشعارٍ يَتَيَمَّنون به ١٠٦

الأهداف

المنهجية

١ – ابْحَثْ في النبات وراقِبْهُ وارْسُمْهُ ١٠٨
٢ – تَذَوَّقْ النبات واسْتَمْتِع به بجميع أشكاله ١٠٩
٣ – اكتَشِفْ القيمة التغذوية للنبات الشعار ١١١
٤ – إبراز استعمالات هذا النبات الأخرى: التطبيقات الحِرَفية ١١٣
٥ – ابْحَثْ في كيفية استغلال النبات الشعار محليا ١١٤
٦ – حَدِّدْ أشكال تقطيع النبات وإنتاجه وتوزعه التي تضر بالنظام الإيكولوجي ١١٧
٧ – قابِلْ الناس الذين يعملون في حقل البيئة وضَعْ الأسس لمشروع مشترك يعني بالإدارة المستدامة للموارد الطبيعية ١١٨

٠٧

الحديقة التجريبية ١٢٠

الأهداف

المنهجية

١ – تَفهَّمْ المبادرات المحلية الخاصة بحماية البيئة ١٢١
٢ – هَيِّءْ كشفا بالأنواع البلدية الهامة التي تنمو في المنطقة الأوسع متجاوزة حدود الحديقة نفسها ١٢٣
٣ – ضَعْ قائمة بالوظائف الإيكولوجية والغذائية والمدرة للدخل التي تؤديها النباتات البلدية، وخَطِّطْ لزراعتها معا ١٢٥
٤ – عُدْ إلى دراسة موقع الحديقة ١٢٣
٥ – أنْشِئ مَشْتَلاً وتعلّمْ كيف تبذر البذور وكيف تغرس فِراخ النبات ١٢٨
٦ – سَمِّدْ المنطقة التي ستزرع وانْقُلْ الشتلات ١٢٩
٧ – عَزِّزْ علاقة الارتباط بين أنواع معينة وجَدِّدْ نظام الغابة الإيكولوجي الطبيعي ١٣٠
٨ – جَدِّدْ المحاصيل والأرض العشبية في الحديقة واجْمَعْ بينها وبين النباتات المخشوشبة ١٣١
٩ – اجْمَعْ بين العلم والجماليات في الحديقة ١٣٣

الفصل ٣
حفظ موارد المياه ١٣٥

٠١

قصيدة: الماء مصدر الحياة ١٣٦

الأهداف

المنهجية

١ – تَفحَّصْ الماء بوصفه مصدرا للحياة في الطبيعة وفي عالم التخيل ١٣٦
٢ – لاحِظْ بعض الجوانب الأساسية للماء كمورد حيوي ١٤٠
٣ – رَكِّزْ على الماء كمصدر للتخصيب أو للتغذية في حياة التلاميذ اليومية ١٤٠
٤ – اخْتَتِمْ البحث الوثائقي بفكرة كون الماء مطهِّرا ١٤٤
٥ – اكْتُبْ قصيدة حول الماء كمصدر للحياة ١٤٤

٠٢

الطلاء والسيولة والشفافية: الماء والحواس ١٤٦

الأهداف

المنهجية

١ – استعمل الطلاء لإبراز الخواص المادية للماء ١٤٦
٢ – تَعَلَّمْ قراءة آثار التعرية المائية في المشهد الطبيعي ١٤٨
٣ – رَكِّزْ على لون المياه السطحية ١٥٠
٤ – تَذَوّقْ مياه الشرب وتَفَهَّمْ منشأها ١٥٢

٠٣

الدورة المائية ١٥٤

الأهداف

المنهجية

١ – ابْحَثْ في حالات الماء المختلفة ومنشأ الموارد المائية ١٥٤
٢ – جَزِّئ مراحل الدورة المائية تيسيرا للفهم. ١٥٥
٣ – تَفَهَّمْ الدورة المائية وفَسِّرْها من خلال سلسلة من المسرحيات الصوتية ١٥٨

٠٤

يوميات مورِد ماء ١٦٠

الأهداف

المنهجية

١ – اخْتَرْ مورِد ماء في الريف وافْتَتِحْ دفتر يوميات له ١٦٠
٢ – ادْرُسْ الوظائف الطبيعية والإيكولوجية لمورِد الماء ١٦٢
٣ – صَوِّرْ في دفتر اليوميات، بالتفصيل، الدور الإيكولوجي الذي يؤديه مورِد الماء ١٦٦
٤ – تَفَهَّمْ فائدة مورِد الماء المباشرة بالنسبة للإنسان، من خلال تسجيل استعمالاته في دفتر اليوميات ١٦٩
٥ – أضِفْ في دفتر اليوميات عرضا تفصيليا لوظائف مورِد الماء الثقافية ١٧٠

٠٥

تأمين المياه النظيفة للقرية: خريطة وشريط من رسومات الكرتون ١٧٢

الأهداف

المنهجية

١ – ضَعْ خريطة للمياه المحلية ١٧٢
٢ – فَسِّرْ خريطة المياه ١٧٥
٣ – أجْرِ داخل الفصل تجارب لإزالة التلوث ١٧٦
٤ – أنْشِئْ محطة مصغرة لتنقية الماء على أساس عملية الأحواض (lagooning) ١٧٨
٥ – ارْسُمْ وانْشُرْ شريطا من رسوم الكرتون يستند إلى تلك التجارب ١٨٠

٠٦

نظام إدارة مياه القرية في لوحات من الجبس «فريسكو» ١٨٢

الأهداف

المنهجية

١ – استَقْصِ المشهد الطبيعي لتحديد البنى الحجرية المعدّة لاحتجاز الرطوبة ومياه السيل ١٨٢
٢ – ادْرُسْ أشكال استعمال المَصاطِب في المشهد الطبيعي وافْهَمْ بناء المَصاطِب كطريقة لإدارة المياه السطحية ١٨٤
٣ – هَيِّئْ لوح الفريسكو الثاني، الذي يغطي الجوانب المتعلقة بنظام إدارة المياه السطحية ١٨٥
٤ – أظْهِرْ في لوح الجبس الصلة بين الاستعمال السليم للمياه وكفاح الإنسان ضد التعرية ١٨٨
٥ – اسْتَعْمِلْ لوح جبس الفريسكو الرابع لتصوير الطرائق التقليدية لسحب المياه الجوفية ١٩٠
٦ – أضِفْ إلى ألواح الجبس طرائق لإدارة الماء أحدث، ولكنها مستدامة أيضاً ١٩٣

مقدمة

أهداف المجموعة

في النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة، تتأثر جميع قطاعات السكان بالتصحّر وبمشاكل التعرية التي تؤدي إلى تدهور البيئة وتؤثر على قدرة هؤلاء السكان على العيش في بيئة طبيعية ملؤها التحديات.

وللتعليم البيئي والتعرف على البيئة أهمية حاسمة في هذه المناطق ويتعين البدء بهما في مرحلة مبكرة إذا كان لهما أن يتركا أثرهما على الإنسان الفرد. وبهدف تمكين تلاميذ المدارس الثانوية (والتلاميذ الأكبر عمراً في المدارس الابتدائية) من تفهم النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة بصورة أفضل، تقدم هذه المجموعة نهجاً خلاقاً إزاء التعليم البيئي مصمماً بشكل يثير فضول التلاميذ ويستولي على اهتمامهم ويساعد على نقل المعلومات العلمية والمعارف البيئية.

ويتمثل الهدف الأول للمجموعة في مساعدة المدرسين على نقل المعلومات العلمية والبيئية الواردة فيها بأسلوب ممتع جذاب.

أما الهدف الطويل الأجل لها فيتمثل في تنمية قدرة التلاميذ والمجتمع المحلي ككل على مكافحة التصحّر وتدهور الأراضي مع العمل في الوقت نفسه على حفظ التنوع البيولوجي.

ويكمن مفهوم التنمية المستدامة في صلب الأنشطة المقترحة في المجموعة: فالمدرسون أو المربّون، في تنفيذهم لهذه النشطة بمساعدة ذوي الخبرة والشركاء المحليين والمختصين بالبيئة، إنما يدرّسون التلاميذ طرائق التقييم النقدي للممارسات المحلية المتصلة باستخدام الأراضي وبإدارة الموارد الطبيعية. وهم يحدّدون الممارسات التي قد تضرّ بالنظم الإيكولوجية أو تُعتبر غير صالحة لها، وهم بذلك يعمّقون تدريجياً من تفهمهم لأثر الأنشطة الإنسانية على بيئتهم. وبالمشاركة في الأنشطة العملية، يكتسب التلاميذ معرفة أفضل بقضايا التنمية المستدامة للنظم الإيكولوجية للمناطق الجافة.

بنية المجموعة

تتألف المجموعة من العناصر الثلاثة التالية:

- دليل المدرس ؛
- دفتر (أو كرّاس) الفصل؛
- خريطة مناطق الأراضي الجافة في العالم.

و**دليل المدرس** هو العنصر الرئيسي في المجموعة، وهو موزع على ثلاثة فصول:

- اكتشاف النظام البيئي وتنوعه البيولوجي؛
- الحفاظ على الغطاء النباتي؛
- حفظ موارد المياه.

ويشتمل كل من الفصلين الأوّلَين على سبعة أنشطة بينما يشتمل الثالث على ستة أنشطة. وتُرتّب الأنشطة حسب درجة صعوبتها من حيث المحتوى والتنفيذ.

فالفصل يبدأ بأنشطة «سهلة» ويتدرج إلى أنشطة «متوسطة» ثمّ إلى أنشطة «متقدمة».

ويمكن للمدرس أن يختار القيام بالأنشطة واحداً إثر الآخر على التوالي حسب الترتيب الوارد في المجموعة؛ أو يمكنه الاضطلاع بواحد أو أكثر من الأنشطة بصورة منفصلة، بما يتمشى مع الموضوعات التي يُدرّسها ومع الجدول الزمني المعمول به في المدرسة وبما يراعي مستوى التلاميذ ومقدرتهم.

أما **دفتر (أو كرّاس) الفصل** فهو معدّ لكي يستخدمه التلاميذ وقد صُمّم بحيث يوازي دليل المدرس. ويتضمن الدفتر صفحتين متقابلتين لكل نشاط. ويُوزع التلاميذ على مجموعات يقوم كلٌّ منها على التوالي بملء صفحتي ذلك النشاط الذي يضطلعون به. وهم يستخدمون في ذلك كلماتهم وعباراتهم هم وفهمهم الخاص لأهداف ذلك النشاط وذاكرتهم البصرية والحسّية للتمرين الذي قاموا به ومقدرتهم على الاستفادة من المعرفة التي تعلموها وخبروها وعلى حفظها.

وقد طُبع دفتر الفصل بلونين فقط بحيث يسهل استنساخ صفحاته وبحيث يمكن للمدرس والتلاميذ أن يتبادلوا ببساطة دفاتر الفصل مع إحدى المدارس الأخرى في شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة التي توجد في منطقة أخرى من المناطق الجافة في العالم.

وهناك أخيراً **خريطة مناطق الأراضي الجافة في العالم** وهي مصممة لكي تعلّق في الفصل. ويمكن للمدرس أن يشير إليها بين الآونة والأخرى أثناء قيام الفصل بالأنشطة المختلفة، بهدف إجراء المقارنات المناسبة بين البيئة المحلية للفصل الذي يدرّس فيه والنظم الإيكولوجية للمناطق الجافة الأخرى.

من المستهدَف بهذه المجموعة؟

صُمّمت المجموعة لمدرسي موضوعات متباينة، مثل الجغرافيا والبيولوجيا والتعبير الفني، في المدارس الثانوية.

كما يمكن أن يستخدمها مدرسو التلاميذ الأكبر عمراً في المدارس الابتدائية. وبصورة عامة، يمكن أن يستخدمها كل من يرغب من المربّين في الاضطلاع بمشروع تعليمي بيئي، إما بشكل منفصل أو في إطار مجموعة، سواء كان ذلك في بيئة تعليمية رسمية أو غير رسمية.

أما فيما يتعلق بالتوعية العامة، فإن من الممكن استخدام المجموعة على سبيل تعزيز الجهود التي يضطلع بها صنّاع القرار المحليون الراغبون في مراعاة المسائل البيئية عند صياغة سياساتهم الإنمائية.

وأنشطة المجموعة لا تحتاج إلا إلى القليل جداً من المعدات، ومعظمها يشمل عنصر الاكتشاف (أو إعادة الاكتشاف) البيئي القائم على الملاحظة والجمع والرسم والتخيل ولقاء ذوي الخبرة المحليين. وعلى هذا، فإن الأنشطة تراعي نقص الموارد وظروف عمل المدرسين في المناطق الجافة، وهي ظروف كثيراً ما تكون صعبة.

وخلاصة القول، فإن الشكل الذي يتخذه المشروع التعليمي يعتمد أساساً على ما لدى المدرسين أنفسهم من دوافع وقدرات تمكنهم من تجميع جهودهم.

ويمكن للمدرسين أن يستخدموا المجموعة لتطوير مشروع في أحد موضوعات التعليم البيئي (بما يتمشى مع الموضوعات التي يتناولها الفصل) أو أن يضطلعوا بالأنشطة الواردة في المجموعة كجزء من المشاريع التعليمية أو التربوية المجدّدة. كما يمكنهم أن يستخدموا المجموعة كمورد من موارد تدريس التنمية المستدامة من خلال ما تقترحه من أبعاد:

- أهداف التعلّم المشتركة بين التخصصات والتي تتجاوز حدود موضوع واحد؛
- المنهجية القائمة على تطوير التفكير النقدي؛
- مشاركة ذوي الخبرة وأصحاب المصلحة المحليين والمختصين بالبيئة في الأنشطة التعليمية مما يساند مساهمة المدرس ويُثريها.

نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة

تستند جميع الأنشطة الواردة في دليل المدرس إلى نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة استُخدم في وضعها. ويشجع هذا النهج التلاميذ، بادئ ذي بدء، على استخدام الحواس في اكتشاف البيئة. فالأطفال في البلدان المتأثرة بالتصحّر، وكثيراً ما يعيشون في الأرياف، يتمتعون بخبرات عملية ببيئتهم الطبيعية.

ولتنفيذ الأنشطة، يخرج التلاميذ إلى الهواء الطلق ويستقصون البيئة الطبيعية المحيطة بهم، برفقة مدرسهم وبتوجيهاته. وهم يتعلمون طرق الملاحظة وكيفية «قراءة» البيئة بصورة أفضل ومعاينتها عن قرب وبالتفصيل بما يوصلهم إلى ملاحظة أشياء لعلهم لم يلاحظوها من قبل. وهم يصفون أحد الأشياء الموجودة في متناولهم على الأرض أو نوعاً من الأنواع في موئله الطبيعي، ويتعلمون مصطلحات ومفاهيم جديدة.

ويعيد التلاميذ اكتشاف أحد الأشياء من خلال وضعه إلى جوار شيء آخر أو مقارنته بأشياء أخرى في مجموعات وتركيبات ينتجها الفصل بمجموعه سوية.

وفي مناسبات عدّة، عند اللزوم، يعمد المدرس إلى دعوة التلاميذ إلى رسم ما يلاحظونه، فهذا كثيراً ما يساعدهم على تحسين الرؤية والفهم. وليس الهدف هنا تطوير مهارات الرسم لديهم وإنما المساعدة على جعلهم يلاحظون الطبيعة بشكل أفضل. فهو يرسمون بهدف تذكّر التفاصيل أو «التقاط» مشهد معين.

وفي أنشطة أخرى، يتعلم التلاميذ كيفية التعرف على روائح النباتات والأطعمة والأطباق المعدّة منها، ومذاقاتها، وكيفية وصف هذه الروائح والمذاقات. وتدعوهم أنشطة أخرى إلى إعادة اكتشاف تضاريس الأرض من خلال وضع أنفسهم ضمن البيئة وباستخدام تمارين معينة للمقارنة بين حجم الإنسان وأبعاد المشهد الطبيعي.

وباختصار، يجري استخدام الخواص الجمالية الملهمة في البيئة لاستثارة فضول التلاميذ والحفاظ على انتباههم. وهم بذلك يتمكنون من تحسين فهمهم لما لاحظوه عن كثب وخبروه شخصياً بصورة مباشرة وتبنّوه، بل وإلى حدٍّ ما أحبوه.

وفي المرحلة الثانية، تنتقل المعلومات العلمية والمعرفة البيئية إلى التلاميذ بأنشطة تعتمد على المعارف المحلية اليومية الموضوعة في سياق علمي.

هذه الأنشطة تشجّع قيام حوار مع حملة المعارف المحلية من قبيل الرعاة والفلاحين والحرجيين ومقتفي الأثر (قُصّاص الأثر) وخبراء النباتات الطبية والحرفيين. وهناك إشارات عديدة للعلاقة الثلاثية بين المدرّس (أو المدرّسين) وذوي الخبرة المحليين والتلاميذ، وهي علاقة تقع في صميم المنهجية المتبعة في أنشطة المجموعة.

ويستطيع المدرس، في مختلف مراحل الأنشطة، أن ينشئ محفلاً لإجراء مناقشة مع الخبراء المحليين في الفصل نفسه وبذلك يمكّن من التوسع في استكشاف الصلات بين النظام الايكولوجي والثقافة المحلية.

وييسّر هذا كله نقل المعارف والخبرات بل وحتى التقاليد الشفوية (عبر القصص والنوادر).

بعد ذلك يقوم المدرسون بوضع هذه المعرفة في سياقها العلمي: كيف يمكن مقارنة المعارف المحلية بالبيانات العلمية المتعلقة بالنظم الايكولوجية الهشة في مناطق العالم الجافة؟ كيف يمكن التزاوج بينها وبين المعرفة العلمية الأعمّ المتعلقة بحفظ الأنواع. كيف يمكن ربطها بالاستخدام المستدام للموارد الطبيعية؟ وهكذا يدفع المدرس التلاميذ نحو تطوير قدرتهم على التفكير نقدياً ويساعدهم على النظر في أثر الأنشطة الإنسانية على البيئة.

وفي النشاط المعنون «الشكل والتصميم: تشريح بنية النبات» يتمثل الهدف في دراسة شكل النباتات، وخصوصاً الأشجار، ونموها، وتعلم كيفية تحديد نوعها من بُعد. ويستفيد المدرس في ذلك من المعرفة العملية المتوفرة لدى السكان والقادة المحليين. ما هي المعايير التي يستخدمها الأهالي للتعرف من بُعد على نبات معين؟ فكثيراً ما يستخدم هؤلاء بيانات وقدرات تجريبية تمكنوا منها من خلال اتصالهم اليومي بالبيئة في رحلتهم اليومية الطويلة على الأقدام لجني الثمار أو للبحث عن العلف وفي التماسهم للطرق التي من شأنها أن تحسّن تعايشهم مع البيئة التي ينتمون إليها.

ولأن لهذه البيانات التجريبية فائدة عملية للسكان المحليين، فإن التمرين يقرنها بدراسة أكثر دقة وعلمية حول طبيعة الشجرة وبنيانها وبنيتها وعاداتها والوظائف الايكولوجية التي تؤديها من جذرها إلى رأسها والنظام الإيكولوجي الحاضر في كل شجرة والحاجة إلى حفظه كله في بيئة تتميز بهشاشة توازنها الإيكولوجي.

وتقوم الفكرة هنا على تشجيع التلاميذ على التفكير في أثر القوى الخارجية على شكل النباتات أو عاداتها. هل تتأثر النباتات بالريح أو بالإنسان الذي يستغلها دون أن يدرك قيمة ما يدمّره أو بالأثر العام للأنشطة الإنسانية من قبيل الإفراط في رعي الحيوانات العاشبة وعلْفِها.

ويشجع نشاط آخر في المجموعة، وعنوانه «إعداد كشف بالنباتات المفيدة»، على تفكير التلاميذ في مكانة الإنسان في النظام الإيكولوجي: إلى أي مدى يقوم الإنسان بدور أساسي؟ إلى أي مدى يشكل النظام الإيكولوجي أحد مكونات رفاه كل إنسان؟ كيف يستجيب التنوع الحيوي إلى تنوع الحاجات الإنسانية بحذافيرها بنداً بنداً؟ فالنظام الإيكولوجي، إذ يُنظر إليه كمصدر للمحاصيل وغيرها من المنافع، يُشبّه بحديقة يجني المجتمع المحلي ثمارها: حديقة للتغذية (النباتات الصالحة كطعام)، وحديقة للعلاج (الخلاصات العشبية والنباتات الطبية)، وحديقة للحماية (استخدام النباتات في بناء المنازل وصنع الملابس). بعد ذلك، يفكر التلميذ فيما يقوم به السكان بدورهم لصون الموارد الطبيعية.

وفي «النبات كشعار يتَمَنَّون به»، يختار الفصل نباتاً معيناً يلعب دوراً حيوياً في حياة المجتمع المحلي اليومية. ويعرض التلاميذ «الخدمات» العديدة التي يقدمها النبات للسكان ككل ويبرزونها. ويتعلمون من خلال ذلك كيفية عرض مختلف جوانب عينة من النبات المعين، جانباً إثر الآخر، وعرض جميع المنتجات والمواد الجاهزة المشتقة منه، من قبيل ألواح الصابون المصنوعة من الزيت المستخرج من شجرة الزيتون (أوليا أوروبيا) أو المدقّات ومقابض الفؤوس والسكاكين المصنوعة من الخشب الصلد المقاوم المأخوذ من شجرة بالانيتس ايجيبتياكا (المصرية)، المشهورة باسم «شجرة الصابون» أو «بلح الصحراء».

وبمساعدة من الخبراء المحليين، يُدخل التلاميذ في عرضهم فكرة المعارف والرسومات التي تصوّر عمليات الصنع. فإبداع الإنسان إنما يتبدى في الصلة بين أدواته وتفنّنه وبراعته في المعالجة من جهة والنبات المختار من جهة أخرى. ويشجع هذا النشاط التلاميذ على تحديد أشكال معينة من أشكال استغلال النباتات وإنتاجها وتوزيعها مما يعتبر مُضرّاً بالنظام الإيكولوجي.

وأخيراً، في النشاط المعنون «الحديقة التجريبية»، يقوم مجموعة من المدرسين بتطوير مشروع تعليمي يستند إلى حديقة. ويشمل هذا النشاط عنصر التنمية المستدامة من حيث أنه يشجع التلاميذ على القيام بأعمال طويلة الأجل يستفيد منها، فضلاً عن استفادتهم أنفسهم منها، تلامذة المستقبل والأجيال المقبلة.

والواقع أن «الحديقة التجريبية» نفسها وضعت مقترنة ببرنامج إدارة الأراضي الوارد وصفه في النشاط السبق الذكر «النبات كشعار يَتَيَمَّنون به». فموقع الحديقة متصل بمواقع يختارها صناع القرار المحليون لأغراض المشاريع النموذجية في ميدان حماية البيئة. ولذا فإن الفصل كله «يتنقل» بين أرض الاختبار في الحديقة التجريبية والمساحات الواسعة التي يزرعها مهنيون من قبيل المزارعين والحرجيين وأصحاب الحيازات الصغيرة وخبراء البيئة. ويحصل التلاميذ في هذا النشاط على مهارات عملية وتقنية في زراعة الحدائق والأحراج تتدعّم لديهم وتتطور بالاحتكاك بالمهنيين المختصين.

كيفية استعمال دليل المدرس

صمم دليل المدرس واضحاً جذاباً يعكس روح المشروع. فاستخدام الترميز الواضح باللونين البرتقالي والبني يسهل ملاحظة تقسيم الدليل إلى ثلاثة فصول وعشرين نشاطاً. كما أن اللون البرتقالي على الغلاف يُستخدم أيضاً على الشريط الفاصل بين الفصول وعلى رأس بداية كل من الأنشطة المرقمة. ويتضمن هذا الرأس **عنوان** النشاط وعدداً من الرموز التي تمكن المدرس من تحديد المواد التعليمية واستعمالها. وهي تبين المعلومات التالية:

مستوى النشاط: أي مستوى صعوبته من حيث المضمون والتنفيذ، فالنشاط يمكن أن يكون من المستوى السهل أو المتوسط أو المتقدم؛

المكان الذي يتعين إجراء النشاط فيه: خارج الفصل أو داخله؛

عدد الحصص اللازمة لإنهاء النشاط: ويتراوح طول الحصة بين ساعتين وثلاث ساعات في المتوسط، ويمكن للمدرس أن يعدل طول الحصة حسبما يتوفر من الوقت.

كما يرد عند بداية وصف كل نشاط تحديدٌ **لأهدافه**، تحت العنوان. وبذلك يمكن للمدرس أن يتعرف بسهولة على أهداف النشاط، انطلاقاً من الاكتشاف البيئي والمعرفة البيئية مما يرمي النشاط إلى نقله إلى فهم التلاميذ. وترمي بعض الأنشطة المتقدمة، إلى جانب نقل المعرفة، إلى تطوير قدرات ومهارات معينة.

أما **المنهجية** التي تتبع في كل نشاط فهي مبينة بوضوح في تقسيم النشاط إلى عدة مراحل متتابعة. وتوجز كل مرحلة بفعل أمر معين (مثال ذلك «اجمعْ» أو «صنّفْ») بعنوان فرعي يصف العمل المطلوب (مثال ذلك «راقبْ حركة الرياح وعلامات التعرية»). ويفيد ذلك في الإيحاء بالدينامية وبالتسلسل الواضح.

وفي مختلف جوانب **الوصف**، ترد العناوين الفرعية باللون البرتقالي، وهو اللون المستخدم في تنظيم الدليل، مما يسهل العثور عليها في النص. أما الأمثلة التي توضح كل مرحلة من مراحل النشاط فهي ترد باللون البني الذي يشترك مع البرتقالي في تشكيل الترميز اللوني المستخدم في مجموعة الموارد التدريسية جميعها. كما ترد العناوين والعناوين الفرعية في جدول محتويات الدليل الذي يقدم في مطلع الكتاب لمحة عامة لمضمون كل نشاط.

وأخيراً، يمكن التعرف بوضوح على المصطلحات العلمية والتقنية المتعلقة بالايكولوجيا والبيئة: فهي معلّمة باللون الزهري وتوجه القارئ إلى **المسرد** الوارد في نهاية الدليل. وبذلك تتعزّز قاعدة معارف المدرّس وتتحدد المعارف المطلوبة منه.

الفصل ١

اكتشاف النظام الإيكولوجي وتنوعه البيولوجي

١٠ العثور على الكنوز وجمعها

المستوى: سهل ★ | المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق | المدة: حصتان

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة
يتعرف التلاميذ من خلال جمع الأشياء الطبيعية في المناطق التي يعرفونها جيدا، على التنوع البيولوجي لبيئتهم. ومن شأن هذا التمرين أن يولّد لديهم الإحساس بالروعة.

٢ – المعرفة والفهم
تتشكل لدى التلاميذ في البداية، من خلال عملية تصنيف الأشياء وتجميعها في مجموعات، فكرة مرئية عن مصطلحات «المنطقة الإحيائية» و «التكافل البيولوجي» و«النظام الإيكولوجي».

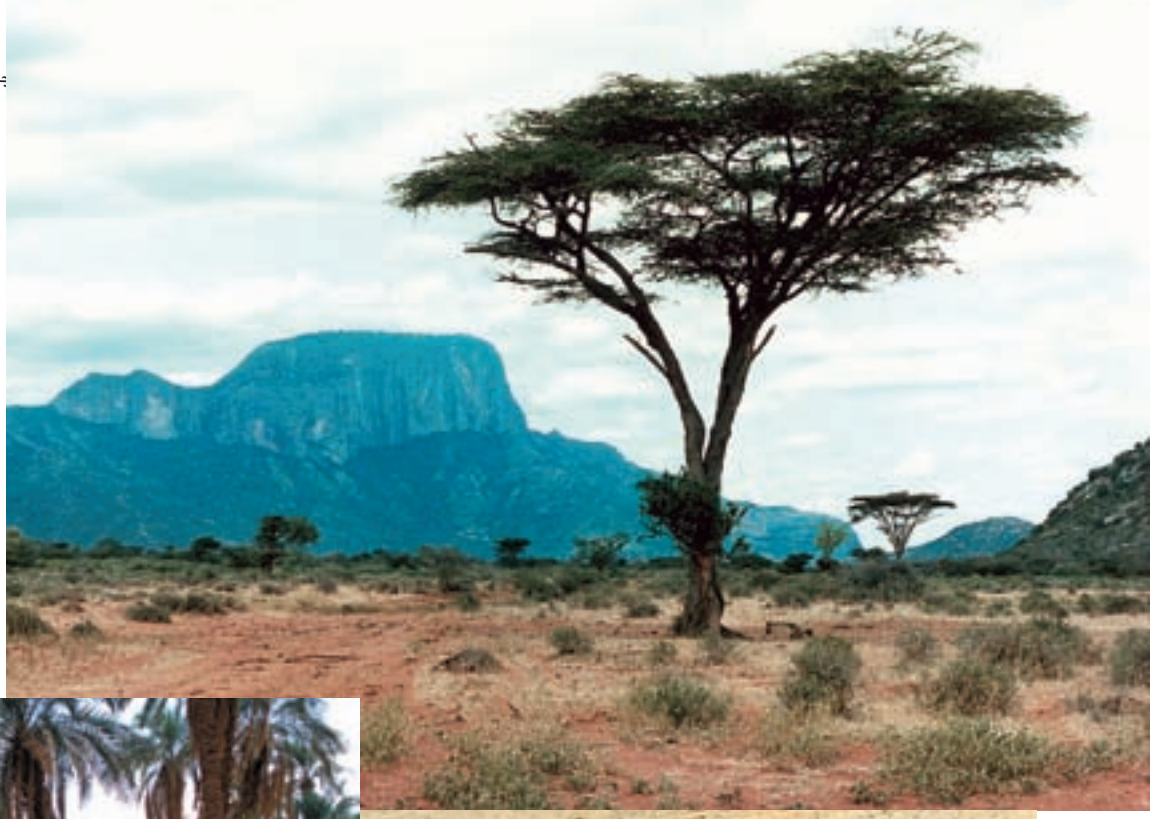
المنهجية

١ – وَجِّهْ
- في المناطق الجافة، يبدو المشهد الطبيعي قاسياً وعلى وتيرة واحدة. وعلى هذا، يشجع المدرِّس التلاميذ على استكشاف البيئة «بممشطة ناعمة". تمكنهم من تحديد الموائل الدقيقة الموجودة بدرجة أو بأخرى.
- يعرض المدرِّس فكرة التنوع البيولوجي[1]: وهو مصطلح عام يستخدم كتسمية لتنوع النبات والحيوان والعضويات الدقيقة الموجودة على الأرض، وتنوعها داخل كل نوع والتنوع بين النظم الإيكولوجية التي تنتمي إليها. وعموما يغطي مصلح التنوع البيولوجي التنوع الجيني وتنوع الأنواع وتنوع الموائل.

٢ – حَدِّدْ
- في المشهد الطبيعي الصحراوي، وهو مشهد متماثل عادة ، يحدد المدرِّس منطقتين على الأقل يظهر الاختلاف بينهما من الناحية الجغرافية أو من حيث منظور الغطاء النباتي.
- نظرا للاتساع الكبير للمناطق الجافة، يمكن للمدرِّس أن يسمح للفصل باستكشاف البيئة الطبيعية بالسيارة.
- يتعلم الفصل كيفية ملاحظة الاختلاف في الغطاء النباتي من منطقة إلى أخرى والتمييز بين البيئة الصحراوية التي تسودها الحجارة والصخور والبيئة المغطاة بطبقة أو أكثر من النباتات، من قبيل ما يطرأ عادة من تشكيلات الجُنَيْبات (الدغلة) أو من النباتات التي تتصف بها المناطق القاحلة أو شبه القاحلة (مثل جُنَيْبات «السجوار» في أمريكا اللاتينية).

أمثلة أخرى ممكنة عن مناطق يمكن تحديدها:
- منطقة السافانا أو السهوب الجافة؛
- منطقة أكثر رطوبة، من قبيل برك الماء أو الوديان (حتى إذا كانت جافة)، محيط بئر الري أو ضفة النهر؛
- منطقة واحات فيها مساحات أو حقول مزروعة.

(١) المصطلحات باللون المزهري ترد في «مسرد المصطلحات» في نهاية الدليل.



١ – أكاسيا سنغالية
في منطقة شبه قاحلة في شمال كينيا
© برنامج ماب – اليونسكو

٢ – أشجار النخيل في وادي غير، تزوغرت، سهل تامليلت، المغرب
© بيتر دوسي

٣ – بستان نخيل، واحة تيميمون، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٣

٢

٣ – إِجْمَعْ

ينقسم الفصل إلى مجموعات ويستكشف مختلف المناطق التي تم تحديدها واحدة إثر الأخرى، ويجمع بقدر ما يمكن من الأشياء الطبيعية المختلفة ويضعها في أكياس، لكل منطقة كيس واحد: وهي أشياء من قبيل قطع حجرية من طبقة صخرية، أحجار غير عادية المظهر، عينات من التربة والطين، علب صغيرة تحتوي على الرمل وأغصان الشجيرات والجُنَيْبات وأوراقها وسويقاتها وحزم العشب وأوراق النباتات العشبية وزهورها (باستثناء أكثرها هشاشة) وثمار وحبوب من مختلف الأنواع، والنباتات الصنوبرية والدرنية من تحت التراب والبصليات (السوسن والزنبق والبصل البري) وقطع الجذور وقطع من لحاء الشجر والفطريات والطحالب والمتحجرات والحشرات الميتة (خنافس أو جندب) والشرانق الفارغة وعظام اللَبَنيات الصغيرة وأسنانها (ثعلب الفنك والقوارض) وريش الطير والصدف والبيض الساقط من الأعشاش وجلد الزواحف الساقط وما إلى ذلك.

يا للمفاجأة! فهذه الأشياء تشبه الكنوز المخفية وقد انكشفت في راحة يدك.

٤ – خَزِّنْ

◄ يمكن للفصل أن يجلب صحفا ومجلات قديمة وأن يحفظ النباتات التي جمعها بوضعها منبسطة بين صفحات هذه الصحف والمجلات بحيث تحتفظ بشكلها خلال عملية التجفف.

٥ – نَظِّفْ

◄ في حال اللزوم، يقوم التلاميذ بتنظيف الأشياء التي جمعوها بعناية دون الإضرار بها.

٦ – لاحِظْ

◄ بعد العَودة إلى الفصل، يدرس التلاميذ كلاً من الأشياء التي جمعوها. ومن الممتع أن يتعلموا ماهية هذه الأشياء بتفحصها من عدة زوايا وملاحظة دقائقها ومقارنتها بأشياء أخرى من النوع نفسه (كقطعتين من الثمر).

◄ يطلب المدرِّس من الفصل تحديد أوجه التشابه بين الأشياء من حيث الشكل والبنية واللون.

٧ – حَدِّدْ

◄ بعد ذلك كله ينتقل التلاميذ إلى تحديد ماهية الأشياء: ما هي الفئة التي ينتمون إليها؟ هل هي فئة النبات أو الحيوان أو **مملكة** المعادن؟ هل هي من النوع نفسه؟ هل هي من موارد الأرض (كالتربة مثلا)؟

٨ – صَنِّفْ

◄ يصنف التلاميذ الأشياء التي عثروا عليها وفقا لمجموعة من عناصر التمييز: هل هي من مملكة النبات؟ هل هي من مملكة الحيوان؟ هل هي مادة حيّة؟ هل هي مادة ميتة؟

٩ – اجْمَعْ ما بين المفاهيم

◄ يأخذ المدرِّس التلاميذ إلى الهواء الطلق مرة ثانية لدراسة كل من الأشياء لوحده ولتقييمه ضمن سياقه الطبيعي. كما يمكن للمدرِّس أن يختار الأشياء من المجموعات واحدا إثر الآخر.

◄ تقوم الفكرة على البدء بشيء واحد لوحده (يشكّل الوحدة الأصغر) ومن ثم يزداد الحجم تدريجيا عبر الأنواع والموائل المختلفة وصولا إلى النظام الإيكولوجي ككلّ.

مثال:

يشير الشيء المعين إلى نوع معين. ثم يجري العمل على شرح موئله الطبيعي:

كيف يعيش النوع في موئله؟ ما هي عادات الطعام لديه؟

◄ يعرض المدرِّس مفهوم **التكافل البيولوجي** على هذا الشكل: هو مجموعة من العضويات الحية (من حيوان ونبات وعضويات دقيقة) تتعايش في الموئل الطبيعي نفسه.

◄ بعد ذلك يعرض المدرِّس مفهوم **المنطقة الإحيائية** باعتبارها منطقة طبيعية معينة تتصف بشروط محددة تدعم أنواعا من الحيوان والنبات التي تتكيف مع هذه الشروط.

أمثلة:

في مناطق النبخات (كثبان رملية توجد عادة في مناطق شمال افريقيا وتتشكل حول النباتات بفعل الرياح)، تتعايش الجُنَيْبات والحشرات والقوارض (الجربيل) واللَبَنِيات من آكلات الأعشاب (الغزال والماعز)، وهي بالتالي تقتسم المنطقة الإحيائية نفسها.

وبالمنطق نفسه، يشترك في نفس المنطقة الإحيائية نبات الأكاسيا والزراف، فكلاهما يعيش في منطقة سافانا شجرية جافة واحدة.

١٠ – شَكِّلْ مجموعات

◄ باستخدام هذه المعرفة، يقوم كلٌ من التلاميذ بتشكيل مجموعة من مقتنياته التي عثر عليها ومن مكتشفاته بهدف عرض الأشياء التي جمعوها في شكل مرئي يوضح الفكرتين اللتين اكتسبوهما مؤخرا: المنطقة الإحيائية والتكافل البيولوجي. ويمكن استخدام علبة كرتونية أو مجرد لوح كرتوني لعرض كل مجموعة.

◄ سيتذكر التلاميذ المكان الذي جمعوا منه كل شيء من الأشياء. ما هي الصفات المميزة الرئيسية لتلك الوحدة المكانية في النظام البيئي؟

◄ ويمكنهم أن يضعوا كل مجموعة من الأشياء على قاعدة كرتونية تمثل منطقة إحيائية معينة؟ كيف يمكن للتلميذ أن يبين الوحدة القائمة في مجتمع العضويات الحية في مكان واحد؟

◄ يقيم التلاميذ خلفية ملونة تمثل تربة المنطقة الإحيائية أو يمكنهم أن يلصقوا عينات معدنية ملائمة على القاعدة. كما يمكن رش الرمل على طبقة من الصمغ، مثلا، مما يوحي بالتشابه مع المنظر الطبيعي الحقيقي من حيث البنية والمادة؛

٤

٦

٥

٤– تشكيلات خليطة من الأشجار والنباتات العشبية خلال موسم الجفاف في منطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

٥– زرافة تقتات على دغلة، منطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

٦– راع شاب مع قطيع من الماعز، منطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

◄ ويقومون بعد ذلك بوضع الأشياء التي تمثل الأنواع الموجودة في تلك المنطقة الإحيائية على القاعدة بترتيب معين، مع تجميعها، بشكل يمثل التسلسل الغذائي أو فصائل الأنواع أو ممالكها.

والتلاميذ هم الذين يقترحون كيفية عرض النظام الإيكولوجي على أساس مقتنياتهم التي عثروا عليها والمعلومات التي قدمت لهم في البداية، بصورة تبين وحدة موئل معين في البيئة الطبيعية وتنوعه في الوقت نفسه.

◄ ويتمثل دور المدرِّس في تشكيل المجموعة بما يتفق وواقع البيئة. وبحسب تنوع الموائل المتاحة محليا، يمكن للمدرِّس أن يقترح عدم الاكتفاء بالتركيز على تنوع الأشياء المجمعة بل كذلك على عددها وتناسب أبعادها.

◄ ونتيجة لذلك، يمكن للمجموعة أن تقارن بين أشياء من نوع واحد (عدة أصناف من ورق الشجر أو عدد من ريش الطير مثلا).

◄ ويمكّن هذا الأسلوب المدرِّس من إدخال عناصر كمية ذات طابع علمي ومن تقديم مفاهيم أكثر دقة، من قبيل ثراء الأنواع وكثرتها، أو عكس ذلك ندرتها أو تراجعها ممل يمثل الفارق بين منطقة إحيائية وأخرى.

◄ وفيما يتعلق بتراجع الأنواع، يعرض المدرِّس فكرة اثر الأنشطة الإنسانية على حفظ البيئة.

◄ كما يشرح المدرِّس أن النظام الإيكولوجي يمكن أن ينظر إليه باعتباره مجموعة دينامية من المناطق الإحيائية والمناطق المتكافلة التي تتفاعل فيما بينها.

◄ وبذلك يمكن للتلاميذ أن ينشئوا عددا من المجموعات الصغيرة التي تمثل الموائل المحددة، حيث تمثل كل مجموعة منطقة من المناطق الإحيائية. وتساعد «مجموعات الأماكن» الحقيقية هذه التلاميذ على تفهم النظام الإيكولوجي بتصوره كمجموعة من وحدات منفصلة. وهذه في الواقع إحدى الطرق التي يلجأ إليها علماء البيئة في دراسة النظام الإيكولوجي.

٢ · تركيب الأشكال على الأرض

المستوى: ★ سهل

مكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: حصتان

الأهداف:

١ – اكتشاف البيئة
بتركيب الأشكال على الأرض باستخدام الأشياء المأخوذة من المناطق الريفية المختلفة، يلاحظ التلاميذ ما تتصف به الموائل الموجودة في بيئتهم من تنوع.

٢ – المعرفة والفهم:
بدراسة هذه الأشكال بالتفصيل، يبين المدرِّس للتلاميذ كيفية إدراك وفهم مختلف أوجه الترابط في العلاقات بين العضويات الحية وصلاتها بموئلها الطبيعي.

المنهجية

١ – اخْتَرْ الموقع المناسب لتركيب الأشكال
◄ يختار المدرِّس موقعا خارجيا على مقربة من المدرسة يتمثل في منطقة خالية من الأرض، ويفضل أن تكون واسعة وفارغة ومنبسطة، يمكن تنظيفها وإزالة الحجارة منها بحيث تشكل خلفية جيدة لتركيب الأشكال. كما أن لِلون الموقع المختار أهميته: ففي الوضع المثالي، تبرز المعادن والنباتات المجلوبة من مناطق أخرى على هذه الخلفية.

٢ – إذْهَبْ إلى المناطق الإحيائية المختلفة واجمع الأشياء الطبيعية
◄ على غرار النشاط السابق (**العثور على الكنوز وجمعها**)، يجمع التلاميذ الأشياء الطبيعية من عدد من المناطق المحلية التي تمثل وحدات مختلفة فيها أنواع مميزة من النبات والحيوان. وبحسب المناطق الجافة المعنية، يمكن أن تشمل هذه المناطق ما يلي:

- مناطق السهوب المغطاة جزئيا بالجُنَيْبات؛
- غابة جافة فيها أشجار كبيرة؛
- المنطقة المحيطة ببركة ماء أو بئر؛
- قطعة من الأرض الصخرية العارية المليئة بالحجارة؛
- منطقة سافانا جافة تسودها الأعشاب؛
- منطقة **دغل** تكثر فيها النباتات الشوكية؛
- منطقة حدائق أو حقول مزروعة؛
- منطقة **واد** جاف؛
- بستان للنخيل في واحة؛
- منطقة تنمو فيها النباتات العصارية (من قبيل دغل ينمو فيه الصبّار أو منطقة سافانا فيها أشجار من فصيلة **الفربيون** أو اليتّوع)؛
- شجرة منعزلة.

ومما له أهميته التمكن من تحديد منطقتين أو ثلاث من المناطق المختلفة على الأقل.

◄ يحتفظ التلاميذ بالأشياء التي جمعوها في كيس منفصل لكل منطقة (تَذَكَّرْ أن تُكثِر من الحجارة والحصو من مختلف الأحجام والألوان من المنطقة البيولوجية الأكثر حجارة).

٨

٧

٧– وادي سيل نشط في تونس
© ميشيل لو بير

٨– أشجار النخيل في تلغا، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٩– أشجار البلوط الصحراوي
منطقة كاتا تيوتا
الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

١٠– أعشاب فستوكة أورثوفيليا
منطقة سوكير، صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

١١–سطح من التربة المتجففة،
سان بيدرو دي أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

١٢– مُزارع، واحة تيميمون، الجزائر
© أوليفييه بريستن

١١

١٠

١٢

٣ – حضِّرْ لتركيب شكل على الأرض لكل منطقة إحيائية

◄ يعود التلاميذ إلى الموقع المختار ويهيئون لتركيب أشكال على الأرض باستخدام الأشياء التي جمعوها. وبتوجيه من المدرِّس، يختار التلاميذ الأشكال البسيطة التي يمكن فهمها بسهولة. ونقترح استعمال ظلال بعض التلاميذ وصورهم الظلية الإنسانية على الأرض كمكمل للأشياء المجموعة.

إشارات وتلميحات:
اختر الوقت الذي يكون فيه حجم الظل كبيراً (عندما تكون الشمس مائلة ٤٥° درجة تقريباً فوق الأفق). وينبغي أن يكون الطقس مشمسا على ألا تكون درجة الحرارة عالية جدا، كما ينبغي أن تكون الرياح هادئة نسبيا بحيث لا تعصف بالأشياء المجمعة.

◄ ينبغي إيجاد صورة ظلّية واحدة لكل وحدة من وحدات النظام الإيكولوجي الممثّلة.

مثال:
إذا اختيرت ثلاثة مشاهد طبيعية أو ثلاث مناطق إحيائية من القائمة أعلاه، ينبغي تشكيل ثلاث صور ظلية باستخدام أشياء جمعت من مناطق إحيائية واحدة لكل صورة ظلّية.

٤ – اصْنَعْ الأشكال على الأرض من المجموعات باستخدام ظلال التلاميذ

◄ لصنع كل صورة ظلية، يقف أحد التلاميذ بلا حركة باسطا ذراعيه بينما يكيّف التلاميذ صورة الظل على الأرض باستخدام الأشياء المجمعة من منطقة إحيائية واحدة.

◄ يضع التلاميذ علامات من الحجارة على حدود الصورة الظلية ومن ثم يقومون بملء الأجزاء المختلفة من جسم الصورة بأشياء أخرى من المجموعة.

أمثلة:
لأغراض ضفة النهر أو الغدير، يمكن أن تغطى الصورة الظلية بأوراق الشجر أو بأغصان شجر الطرفاء *(Tamarix aphylla)* أو الجميز *(Ficus sycomorus)*، أو ببعض الرمل الأبيض أو الورق والسويقات من الأشجار السنوية والأعشاب من قبيل التيفا (Typha sp.) والقصب، أو ببعض الطحالب المأخوذة من الماء، أو ببعض ريش الطير.

أما الصورة الظلية لمنطقة سافانا عشبية جافة فيمكن أن تغطى بأعشاب مختلفة وبأوراق الشجر (أو بأصناف من قبيل *Heteropogon concortus* في افريقيا) أو بأوراق ريشية ثنائية من مختلف أنواع الأكاسيا *(Acacia senegalensis)* أو بالنباتات القرنية أو الثمار الغريبة الشكل *(Acacia giraffae)* أو الزهور الصفراء الجميلة في موسمها *(Acacia seyal)*. وإذا أمكن، تزين الصورة الظلية بالريش (الكبير الحجم المتخلف عن طيور كاسرة أو الملّون المتخلف عن الحمام من قبيل *Streptopelia senegalensis*). كما يمكن إدراج العظام أو القرون من مختلف الحيوانات العاشبة (آكلات الأعشاب) من قبيل الظبي الافريقي والوعل والغزال، أو العظام الصغيرة. فمناطق السافانا تتميز بأنها من أغنى مناطق العالم بأصناف الحيوان.

◄ ويعمل التلاميذ ضمن مجموعات ليخلقوا الأشكال بهذا الأسلوب لكل من المناطق الإحيائية الممثلة.

١٣

١٤

١٥

٥ – ادْرُسْ مجموعات الأشكال بالتفصيل

من الأهمية بمكان دراسة مجموعات الأشكال بصورة جماعية.

◄ يعطي التلاميذ تفسيراتهم الخاصة للأثر البصري لكل من مجموعات الأشكال: فصنع الشكل – وهو هنا الصورة الظلّية – بوضع الأشياء المختلفة جنبا إلى جنب على الأرض يؤدي بالتلاميذ، في دراستهم لمجموعة الأشكال ككل واستكشافها بالتفصيل، إلى ملاحظة الخواص الفيزيائية المختلفة لكل من الأشياء والفروق بينها (وهذا تمرين طبيعي للإدراك بالانتقال من الكلّي إلى الجزئي).

مثال:

هنا أيضا، في حالة السافانا العشبية، يمكن أن يلاحظ التلاميذ ثراء العشب وكثافته (بلونه الأخضر أو المصفر حسب الموسم) وأزهاره الفضية أو الذهبية والخضار اللطيف في براعم أغصان الأكاسيا أو قرونها الواضحة التي تناسب تماما تصميمات الرسوم والمنظر الساحر أو المدهش لبعض أنواع الزهر أو الثمر – من شجر البأوباب (الحُميرة) مثلا أو شجر السجق الافريقي *(Kigelia africana)*

◄ ويواصل التلاميذ نظرهم إلى تفاصيل المجموعة، فيميزون بين مختلف الأنواع في المنطقة الإحيائية ويعددونها. أما إذا لم يكن هناك تنوع حقيقي، فإن مما له أهميته، إن أمكن، إدخال واحد أو أكثر من الأشياء ذات المنشأ الحيواني لتمثل المنطقة الإحيائية (من قبيل العظام أو قشرة الحلزون أو جلد الحية المسلوخ أو الحشرات الميتة – من خنافس أو جُعل). فمنطقة الصحراء الكبرى مثلا تحتوي على حوالي ١٣٠ من أنواع اللَبَنِيات و٦٠ من طيور الأعشاش و١٠٠ من الزواحف.

◄ ومن شأن صنع ثلاث صور ظلّية أن يكون كافيا لنقل فكرة الأنواع وتنوع الموائل والاختلاف بين الموائل.

ومن الجدير بالذكر ما يلاحظ من جوانب متشابهة لمجموعات الأشياء من مختلف المناطق شبه الصحراوية (بالمعنى الواسع للكلمة) في كثير من مناطق العالم المختلفة.

١٣– سافانا من الجنيبات خلال موسم الجفاف
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

١٤– ظبي (Aepyceros metampus)، كينيا
© ميشيل لو بير

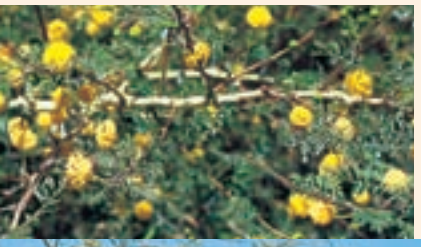
١٥– شجرة أم القرن (الشيّه) (Vitellaria paradoxa)،
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

١٦– سافانا من الجنيبات خلال موسم المطر
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

١٧– و١٩– أكاسيا سيال مزهرة
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

١٨– بذور الخرنوب (Prosopis tamarugo)
صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

١٧



١٩

١٦

١٨

أمثلة:

يتشابه الخضار الناعم في نباتات من قبيل الحُرْبوث *(astragalus)* في تونس مع الأوكوتيلو المكسيكي، بينما تتشابه الأغصان المفتولة لعليق الكريوسوتي في المكسيك مع نبته *Zilla spinosa* الموجودة في الصحراء الكبرى أو الجزيرة العربية. كما أن الأزهار الملونة البراقة **للنباتات القصيرة الأجل** أو النباتات البصلية (السوسن والزنبق) في وديان جنوب تونس تذكّر بالأزهار الحية للصبار في أمريكا اللاتينية.

٦ – اجْمَعْ بين المفاهيم

◄ يعاين المدرِّس تركيبة كل صورة ظلّية ويشرح البيئة التي تمثلها طارحا على التلاميذ الأسئلة التي تذكرهم بالموقع الخاص بالمجموعة.

◄ ويشرح المدرِّس العلاقات بين الأنواع الممثلة في المجموعة والمكان الذي جمعت فيه العينات:

- العضويات الحية تتأثر بموئلها وبيئتها، فحياتها تعتمد على **الموارد** (الماء، نوعية التربة، المواد المغذية، الضوء) وتتحدد بالشروط (الحرارة والرياح).
- ويشرح المدرِّس أن العضويات الحية تتأثر أيضا بالأنواع الأخرى المحيطة بها.

– وهناك علاقة قائمة فيما بين الأنواع من خلال **السلسلة الغذائية**.

أمثلة:

الجربوع (وهو من القوارض الصغيرة) يأكل الثمار والبذور الجافة وأوراق الشجر، ويقرض الجربيل في منطقة الساحل بافريقيا لحاف الشجر ليصل إلى الماء؛ أما آكلات اللحوم من قبيل الضباع وثعالب الفنك وثعالب الصحراء فهي تأكل القوارض الصغيرة؛ وتستفيد **آكلات الفضلات العضوية** (من قبيل آكلات الجيف والنمل وكثيرات الأرجل) من جيف الحيوان. أما ما لا تأكله فيتحلل إلى غبار بفضل عضويات دقيقة تدعى **عوامل التحلل**.

– كما يمكن للأنواع أن تقيم علاقة غير مباشرة فيما بينها قد لا يمكن اكتشافها بسهولة. فالأنواع التي لديها حاجات معينة تتنافس فيما بينها: وبحسب توفر المياه يمكن أن يتنافس نوعان من النبات عليها بقوة قد تنقص أو تزيد حسب الحال.

– وكثير من الأنواع تعتمد على أنواع أخرى لإتمام دورتها البيولوجية: فالنباتات المزهرة تلقّح بفعل الحشرات والطيور.

٧ – حَوِّلْ المفاهيم إلى حياة ناطقة بتأليف قصة حولها

◄ بعد أن ينتهي المدرِّس من شرح العلاقات فيما بين الأنواع وعلاقتها بموئلها، يركز التلاميذ على صورة ظلية واحدة بتأليف قصة تجمع وتصل بين مختلف عناصر المجموعة.

◄ وتقوم الفكرة على التأكيد على العلاقات التي وصفها المدرِّس (علاقة الأنواع بالموارد، والتسلسل الغذائي، والمنافسة، والتفاعل) بجعل التلاميذ يؤلفون قصة بكلماتهم هم، وفيها ينتقل السرد بصورة سلسة سريعة من عنصر إلى آخر دون انقطاع.

◄ ويمكن للتلاميذ أن يُدخلوا في قصتهم بعض العناصر التخيلية (من قبيل "كان يا ما كان" ...)، على أن يكون تفسيرهم للمنطقة الإحيائية ولأسلوب عملها متمشيا مع ما تعلموه لتوِّهم.

◄ ويبين لهم المدرِّس أي جوانب غير منسجمة في القصة.

٨ – ارْبُطْ بين مجموعات الأشياء في إطار القصة

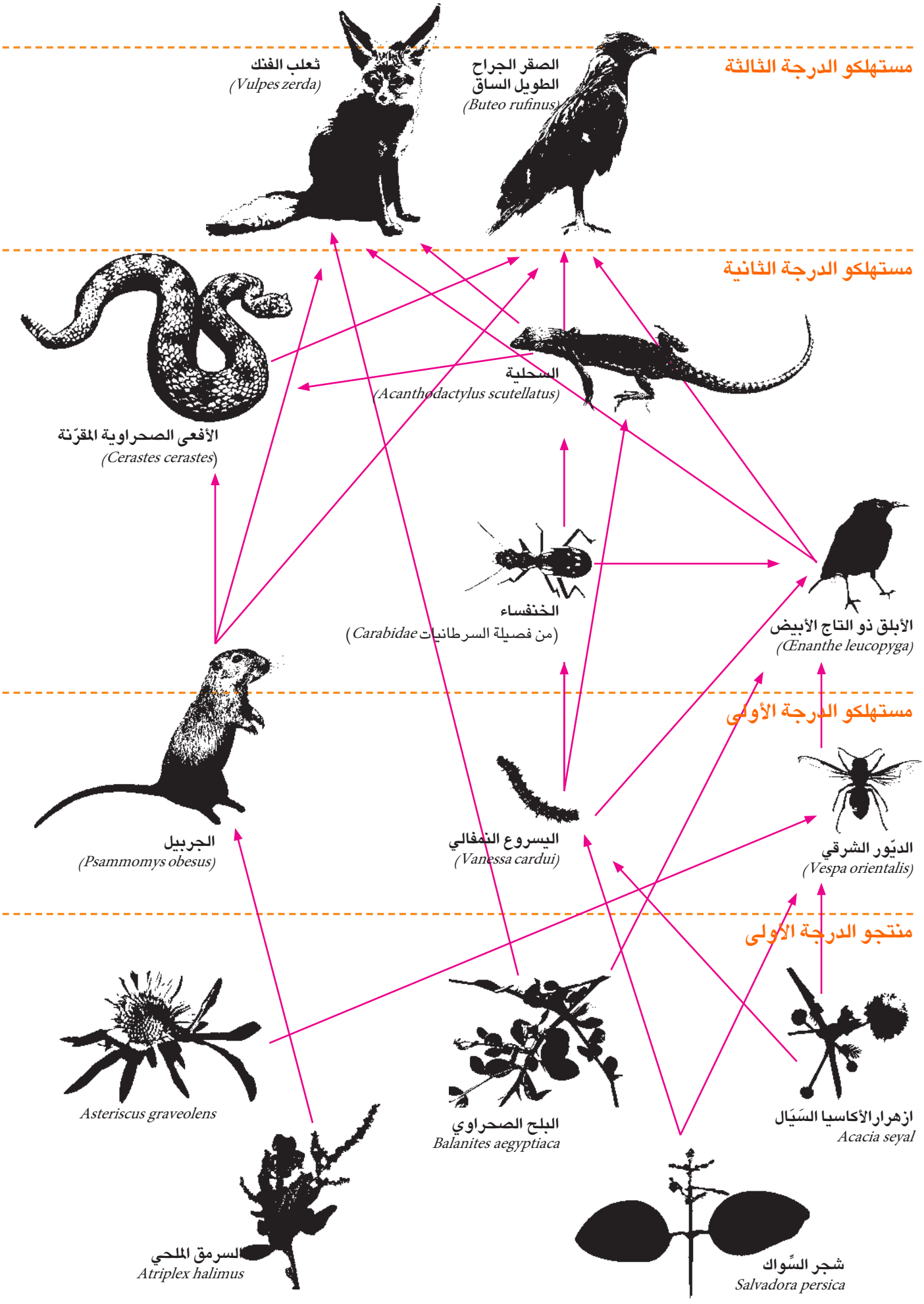
من المفيد أن يقوم التلاميذ الذين استخدمت ظلالهم في تركيب الصورة الظلية، ببسط أذرعهم بحيث يمكن أن يحصل تماسٍ بين الصورة الظلية: ويوحي هذا التماس بفكرة الروابط والتفاعلات بين المناطق الإحيائية المختلفة مما يعتبر جزءاً من عملية سير النظام الإيكولوجي ككل.

ويمكن أن تُدرج في القصة فكرة الدوائر المختلفة المتداخلة.

كذلك تتعزز فكرة الروابط بتنفيذ النشاط بصورة جماعية.

كما أن استخدام صورة التلاميذ الظلية في صنع مجموعات الأشياء يعتبر طريقة رمزية تضع الإنسان والشواغل الإنسانية في صميم البيئة.

مثال عن الديناميات الغذائية في منطقة الصحراء الكبرى



٣ · الأرض والصخر والتعرية

المستوى: متوسط ★★ | المكان: في الهواء الطلق | المدة: حصتان

الأهداف:

١ – اكتشاف البيئة
من خلال تعلم تشكيلات التضاريس وتشكل الصورة الجيولوجية، يقيم التلاميذ، بمشاركة المدرِّس، علاقة بين الصخر ونوعية التربة وبين الصخور والترسبات.

٢ – المعرفة والفهم
بعد عدة تدخلات قصيرة في التضاريس المعدنية الطبيعية (تتبُّع الأشكال وصنع التماثيل)، يصل التلاميذ إلى تصور مرئي لظاهرة التعرية من خلال مجموعة من الرسوم (خصوصا فعل الرياح في المناطق الجافة) وإلى فهم أهمية مغذيات التربة في النظام الإيكولوجي.

المنهجية

١ – حَدِّدْ العناصر المعدنية
كثيرا ما تحدَّد صورة المناطق الجافة بصخورها وليس بنباتاتها.

◄ يختار التلاميذ والمدرِّس نقطة واحدة أو أكثر في المشهد الطبيعي حيث تهيمن العناصر المعدنية.

٢ – لاحِظْ البعد الجيولوجي للمشهد الطبيعي
يقوم الفصل بزيارة الموقع مع المدرِّس ويطّلع على التضاريس الجيولوجية ومكونات المشهد الجيولوجي؛

◄ يصف المدرِّس نوع الصخور التي تشكل المشهد الطبيعي؛

هذه الصخور قد تكون صخورا ترسبية تشكلت بترسب وتماسك بقايا الصخور بتأثير العوامل الجوية (الطَفْل والحجر الرملي)، أو بنتيجة نشاط جيني إحيائي (الحجر الجيري)، أو بترسب من محلول (الملح الصخري أو الجبس).

◄ ويسبر التلاميذ التربة في عدة أماكن ضمن المشهد:

ويكتشفون أن التربة تتألف من **ترسبات** نتجت عن تدهور الصخر الذي يشكل تضاريس المنطقة – فهناك قطع صغيرة من الصخر المتعرض للتعرية أو للتفتت، من قبيل الحجارة والحصو والرمل والغرين (الطمي) والطين.

ومن الممكن أن تكون التربة قد شكّلت طبقة سميكة أو رقيقة، من قبيل الطبقة الرقيقة التي تغطي الكتل الحقلية أو الصخور الكبيرة. ويتعرّف التلاميذ على هذه الظاهرة بتحركهم من موقع إلى آخر في إطار المشهد الطبيعي.

◄ يشجّع التلاميذ على الربط بين الحجارة المتناثرة والصخر الذي يشكل التضاريس:
ويشرح المدرِّس كيفية نشوء التشكيلة الجيولوجية من خلال تراكم الترسبات (في الصخور الترسبية)؛ بعبارة أخرى، من خلال تشكل الطبقات الواحدة فوق الأخرى بالصورة المشاهدة في الحجر الرملي، وبتنضد الطبقات الأفقية في الهضاب والسطوح المنبسطة التي تميز تضاريس المناطق الجافة، وبالحجارة المتناثرة على الأرض.
ولتحقيق منظور أفضل، يمكن للتلاميذ أن يقطعوا أو أن يكسروا قطع الصخر، ويتم هذا بسهولة في الصخور القابلة للتشرّخ من قبيل الطَفْل وصخر الأردواز الصفائحي وبعض أنواع الحجر الرملي والحجر الجيري والكالشيست.

٢٠– كثبان رملية في صحراء الناميب، منطقة سواكوبموند، ناميبيا
© يان أرتوس– برتران
La Terre vue du Ciel (مشهد الأرض من السماء)، اليونسكو

٢١– جبال براندبرغ الغربية (٢،٥٧٣ م)، منطقة دمارالاند، ناميبيا
© يان أرتوس– برتران
La Terre vue du Ciel (مشهد الأرض من السماء)، اليونسكو

٢٠

٢١

٣ – اِرْبُطْ بين التربة والتضاريس وحَدِّدْ مكانك في المشهد الطبيعي

◄ بعد ذلك، يربط التلاميذ بين التربة تحت أقدامهم والتضاريس البعيدة المرئية من خلال عدد من التدخلات في المشهد الطبيعي:

وهم بذلك يتعاملون مع المادة المعدنية بتشكيل التماثيل من مجموعات الحجارة والترسبات (الركام الترابي وأكوام الحجارة والدوائر) وبتعقب الأشكال بأقدامهم وإنشاء التشكيلات الملونة باستخدام المواد المعدنية.

◄ ويشجع المدرِّس التلاميذ على تشكيل مقياس تناسبي (مقياس إنساني أو طبيعي) بين تدخلاتهم والمشهد الطبيعي:

- يمكن لحجر بارز أو **ركام ترابي** بارتفاع عدة سنتيمترات أن يمثل أحد المظاهر البارزة في تضاريس المنطقة. وهذه التشكيلات المرتبة في المقدمة تبرز للمتفرج على خلفية التضاريس وتبدو متناسبة حجماً مع الخلفية وتعكس مظهر التضاريس ومادتها. وبذلك يكون التشابه مذهلا!
- ويمكن لخط مستقيم، ترسمه القدم على الأرض المنبسطة ويتناظر مع التضاريس، أن يخلق، بسبب تأثير المنظور، صلة بين المقياس الإنساني ومقياس المشهد الطبيعي، وبين الأرض وشكل التضاريس المتعامدة معها.

كذلك، تمثل هذه التماثيل والرسومات المدخلة على المشهد الطبيعي الجهد الإنساني عبر المساحات الطبيعية الشاسعة: وهذه طريقة تمكن التلاميذ من فهم نوعين من العمل والخلق – الإنساني والطبيعي – ومن إدراك أنفسهم كجزء من المشهد الطبيعي.

٤ – حَدِّدْ فعل الرياح وعلامات التعرية

◄ يلاحظ التلاميذ في رسوماتهم على الأرض العلامات التي تركتها أقدامهم عليها. وبكسر أو رفع الطبقة العليا من سطح الأرض، يلاحظ التلاميذ كيف تبدو تلك العلامات بلون أغمق أو أفتح من لون الأرض الأصلي.

وينبه المدرِّس التلاميذ إلى **الطلاء الصحراوي** (أو طلاء الريح) الذي يغطي الأرض والصخر.

◄ وبذلك يستطيع المدرِّس أن ينتقل إلى موضوع دور الرياح في تشكيل معالم المشهد الطبيعي.
ويذكّر المدرِّس التلاميذ في البداية أن **التعرية** عملية تنهك سطح الأرض وتحولها بفِعل عوامل من قبيل الماء والرياح والجليد والحرارة.

ويتنقل المدرِّس بعد ذلك إلى شرح ما تعنيه **التعرية الريحية** كعملية تنحت فيها الرياح قشرة الأرض وتزيل الصخور وبذلك تغيّر معالم التضاريس.

ويمكن للمدرِّس أن يستخدم الأمثلة لشرح معنى **الحتّ الطبيعي** والتأثير الساحج للرياح التي تحمل حبيبات الرمل أو المرو (بلّور الصخر) على تضاريس المشهد الطبيعي وسطح الأرض. كذلك يشرح المدرِّس مفهوم **التذرية**، وهي عملية حمل الرياح للجزيئات الصغيرة ونقلها لتتراكم في أماكن أخرى (زحزحة الكثبان).

٢٢

٢٣

٢٤

٢٢– نقوش حجرية في تنهرت
تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٢٣– الطوارق في تمريت
تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٢٥

٢٤– آثار جمل عربي وقدم من الطوارق،
عِرق أدمير، تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٢٥– طبقات الحجر الرملي
وادي سورة، بني عباس، الجزائر
© ميشيل لو بير

٢٦– وادي سورة في مرحومة، بني عباس،
الجزائر

٢٧

٢٧– مِعلم ركامي أو رجم
شمال اليزي، تسالي الناجر، الجزائر
© ميشيل لو بير

٢٦

٢٨– تنوع ألوان الحجر الرملي
في مرحومة، بني عباس، الجزائر
© ميشيل لو بير

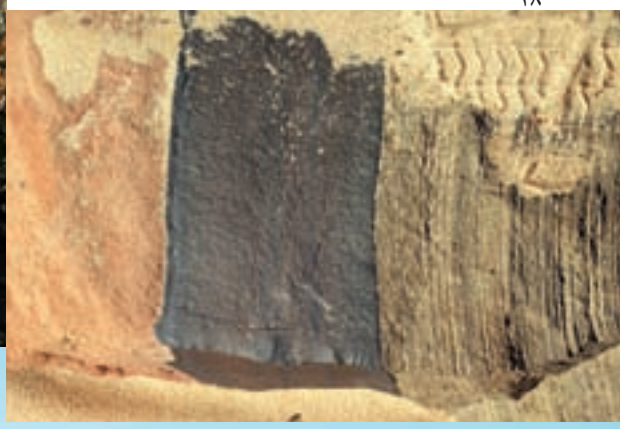
٢٩– سطح من التربة المتجففة،
صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٣٠– جبال اوغرطه
بني عباس، الجزائر
© ميشيل لو بير

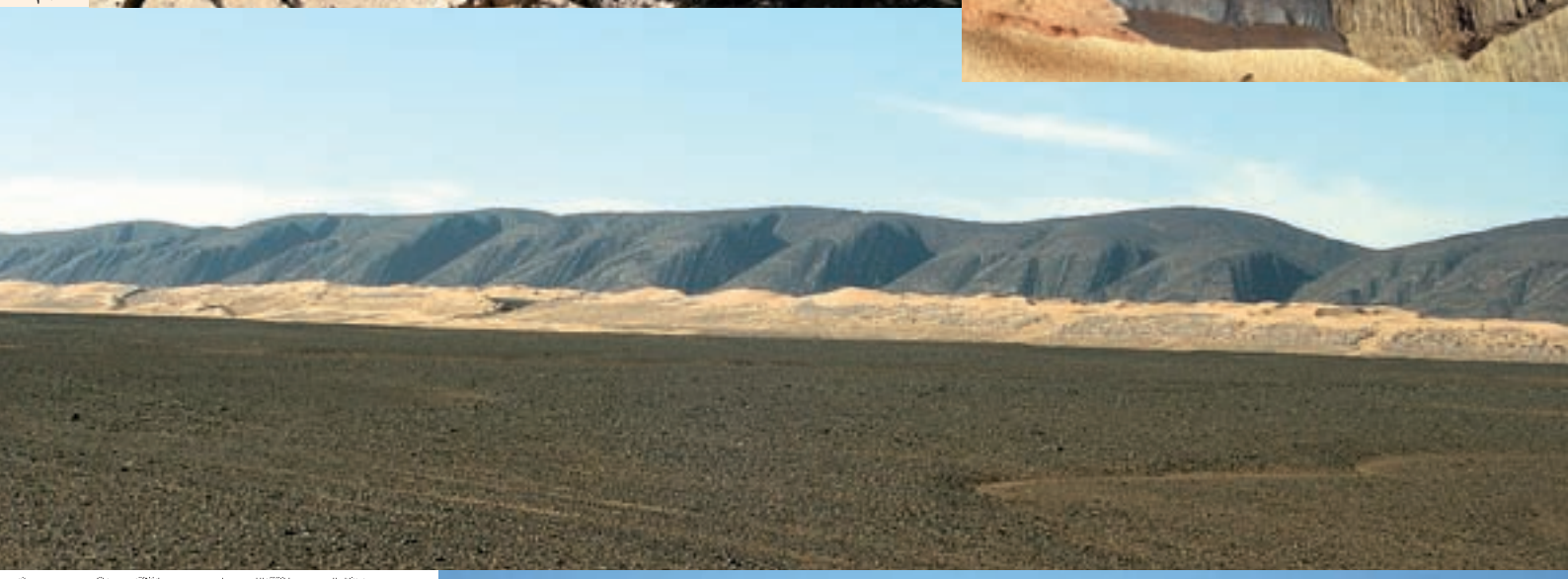
٣١– منطقة بو حنفية، الجزائر
© أوليفييه بريستن

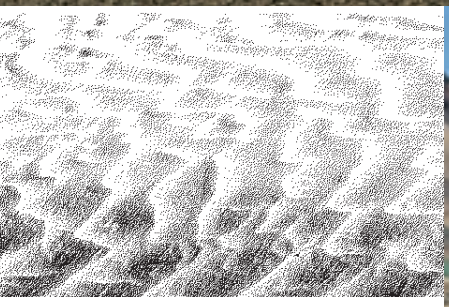
٢٩

٢٨



٣٠





٣١

٣٢

٣٣

٣٤

٣٢– صخور تعرضت للتعرية، منطقة تمريت تاسيلي نجار، الجزائر © أوليفييه بريستن

٣٣– مخيم هجرته الطوارق عرق أدمير، تاسيلي نجار، الجزائر © أوليفييه بريستن

٣٤– تشكلات إيشيغوالاستو الجيولوجية، وادي القمر، سان خوان، الأرجنتين © اليونسكو / ليليانا مدريد دي زيتو فونتان

ويختتم المدرِّس هذا الموضوع بتوضيح أنه، بخلاف ما قد يتوقعه المرء في المناطق الجافة، كثيرا ما يكون تأثير التعرية بالماء (التعرية النهرية والتسرب إلى المسطحات المائية) أقوى من تأثير التعرية الريحية. ومع ذلك، فإن التعرية الريحية تعتبر شكلا من أشكال التعرية السطحية التي تضر بإنتاجية التربة. وأخيرا، يذكر المدرِّس الدور الهام للتعرية بالحرارة في تفكيك الكتل الصخرية في المناطق الجافة.

٥ – ارْسُمْ

◄ يتابع التلاميذ بالتعرف على واحد أو أكثر من أمثلة التعرية الريحية ويتفهمون، من خلال الرسوم، الأثر «المرن التشكيلي» للرياح على المشهد الطبيعي.

ويستخدم التلاميذ دفاتر الرسم ويقومون بما يلي، بحسب الموقع والسياق:

- تصوير الصخر المتكسر الذي تتشكل من الصخور البالية والتضاريس المثلّمة التي تخلقها الأشكال غير المتوازنة؛
- عرض تشكيلة كتل الكثبان من خلال رسم مخطط الكثبان وفقا للاتجاه الذي تتحرك فيه القشرة، حيث يكون أحد الجانبين تحت الشمس والآخر تحت الظل، مع إبراز المنحنيات وتقابل اللون تحت الضوء؛
- رسم صورة «مقربة» للنتوءات المثلّمة التي تبرز من الأرض الطرية أو المعالم الصخرية؛
- تصوير الأخاديد التي تصنعها الرياح في الرمل أو في الحجارة الرملية الأحفورية، وذلك برسم خطوط ملتوية متوازية واستخدام ألوان متقابلة (غامق وفاتح).

ويتبدى في جميع الرسومات عري المشهد الطبيعي.

٦ – فَسِّرْ الرسومات وافْهَمْ تأثير التعرية الريحية على البيئة

◄ ييسر المدرِّس عملية تفسير الرسومات ويشرح كيف أن الرياح تتسبب في تدهور التربة التي تعاني من الضعف الناجم عن الجفاف وإفراط الإنسان في استخدامها.

فالتذرية تعصف بالتربة العلوية (الخصبة) وتزيلها؛ ويتعرض الصخر إلى الانكشاف والانجراف؛ وتصبح العضويات الحية قليلة نادرة.

◄ ويقيم المدرِّس علاقة سببية بين انعدام النبات وشدة التعرية الريحية: فحينما لا تحمي النباتات الأرض، يسهل أمام الرياح أن تنقل الترسبات على شكل رمال أو سحابة من الغبار. وكلما قويت التذرية كلما تمكنت من تفريغ المساحات الواسعة وهي بذلك تخرّب الحياة النباتية التي لا تستطيع أن تنمو بلا تربة (باستثناء الطحالب وحزاز الصخر).

٧ – تَعَرَّفْ على قطعة من الأرض محمية من التعرية

◄ يحدد التلاميذ منطقة أقل عريا أو تعرضا للرياح من المناطق التي انتهوا من دراستها.

- ما الذي يحمي قطعة الأرض هذه من الرياح؟ هل هو اتجاه الريح؟ أو طبيعة التضاريس؟ أو الأنشطة الإنسانية من قبيل إقامة الحواجز الخضراء بزراعة الأشجار والجُنَيْبات؟ هل هناك مصدّات للرياح أو سياجات من الأغصان أو النخيل؟
- هل قطعة الأرض هذه أكثر رطوبة من غيرها؟ هل هي خصبة؟ هل تغطيها المزارع أو هي منطقة نباتات برية؟
- ما هي العناصر المكونة للتربة غير العقيمة؟

◄ وينبه المدرِّس أن التربة الخصبة، إلى جانب ما تحتويه من فتات الصخر (من رمل أو طين) تحتوي على **الدُبال** و**المواد المغذية** والماء والهواء وعلى عناصر حية أو عضويات يمكن تحديدها من قبيل الجذور والديدان وآكلات الفضلات وغيرها، وعلى عناصر لا تشاهد بالعين المجردة من قبيل الخيطيات الفطرية والبكتريا وما إلى ذلك من عضويات دقيقة.

٨ – خُذْ عينة من التربة من عدة مناطق وادْرُسْ خصائصها الفيزيائية

◄ ينتقل التلاميذ إلى أخذ عينات من التربة من عدة مواقع يزورنها في سياق هذا التمرين. وتُحفظ هذه العينات في علبة شفافة يظهر منها تركيب التربة وبنيتها ولونها.

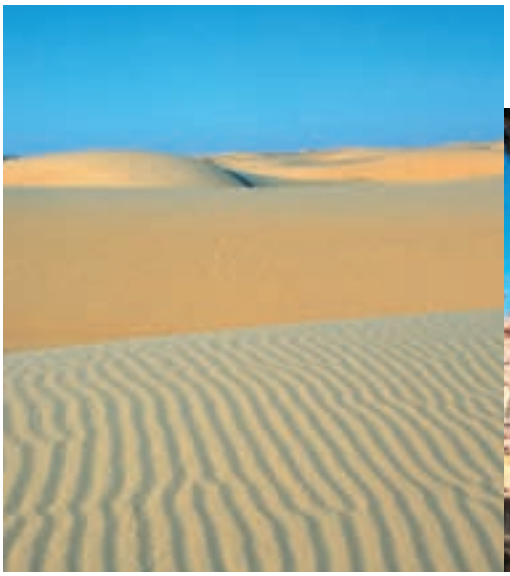
أمثلة:

عندما تكون التربة مستنفذة أو مجروفة، يمكن للتلاميذ أن يأخذوا بعض الرمل، وهو أبيض إذا كان من الجبس، أو أصفر أو برتقالي إذا كان المرو في التراب مثقلا بأكسيدات المعادن. ويمكنهم أن يأخذوا من مواقع أخرى في المشهد الطبيعي نفسه عينات ثقيلة من التراب الغريني أو الطمي (مما يبين الخواص المختلفة لأشكال الطين المتباينة). كما يمكنهم أن يأخذوا بعض الوحل من ضفة النهر أو من قاع نهر أو من غدير ماء.

◄ وينتهي التلاميذ من تمرين جمع عينات التربة بإضافة بعض الماء إليها وفركها على الورق أو القماش لكشف مختلف ألوانها.

٣٥– شجرة سرو، منطقة تمريت تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٣٦– كثبان رملية
حاسي خليفة، الجزائر
© أوليفييه بريستن



٤٠ لوحة ألوان الطبيعة

المستوى: متوسط ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: ثلاث حصص

الأهداف:

١ – اكتشاف الطبيعة

عن طريق فرك المواد المعدنية أو أجزاء من النباتات أو ضغطها مباشرة على قطعة مشدودة من القماش (من القطن أو الكتان الأبيض)، يمكن للتلاميذ أن يعرضوا الألوان الكثيرة الموجودة في المشهد الطبيعي وأن يعثروا على طريقة جديدة لتصوير تنوع العضويات الحية والموائل في النظام الإيكولوجي.

٢ – المعرفة والفهم

بدراسة مواد التلوين الطبيعي التي يستخدمها الأهالي في أعمالهم الحِرَفية لصباغ وتلوين الأقمشة والجلود والخشب والخزف وحتى جسم الإنسان، يتمكن التلاميذ من تقدير العلاقة المادية الوثيقة التي تربط الإنسان بالنظام الإيكولوجي.

المنهجية:

١ – اجْمَعْ واقْطِفْ

◄ يقوم التلاميذ بحسب المنطقة التي يعيشون فيها، بجمع مختلف عوامل التلوين من البيئة الطبيعية: من النباتات أساسا (التوت البري، وأوراق الشجر والأزهار ومختلف الثمار ولحاء الشجر والفطر) أو من المواد المعدنية (الصخور والطين وكتل الوحل).

وبإتباع نصيحة الخبراء المحليين، يمكن للتلاميذ أن يعثروا على ترسبات المغرة الصفراء أو الحمراء وأصناف التربة الملونة بمختلف الألوان والوحول **الصباغية** (المسماة بُغْلان أو بُقْلان في افريقيا)، وأن يأخذوا عينات منها.

٢ – وَجِّهْ

◄ يساعد المدرِّس التلاميذ على انتقاء المواد المناسبة، ويُصار بعد ذلك إلى سحقها أو فركها أو دقها لاستخراج السائل أو النَسغ أو المسحوق الصباغي منها.

ويُنصح المدرِّس بأن يجري بعض الاختبارات مسبقا وأن يختار الأزهار ذات الألوان البراقة وأوراق الشجر الرطبة التي تحتوي فعلا على النَسغ الصباغي، إذ أن كثيرا من النباتات الورقية لا يحتوي على أصبغة.

أمثلة:

بعض الخيارات الممكنة في افريقيا، بحسب المنطقة والتنوع الموسمي، أزهار نباتات من قبيل أنواع الأكاسيا، وأزهار من نوع رَتَم المكانس (أصفر) والبليحاء والحُمّاض البري (أحمر) والمونغو والبيتايا (ثمار التنّين) والعُصْفُر (أو القُرطم) والآذريون والنجميات (عبّاد الشمس وطارد البراغيث) أو زهرة الفربيون.

وفي الواحات والمناطق الزراعية، يمكن العثور على أصباغ قوية في رؤوس الجزر وأوراق الطماطم (البندورة). ويمكن اللجوء إلى ورق النيلة أو ورق الحنّاء، أو إلى طحن كمية صغيرة من لحاء الجوز، أو إلى استخدام قشر الرمان.

وفي أمريكا الجنوبية، يمكن استخدام ثمار وأزهار مختلف أنواع الشوكيات، أو نباتي القلندرينيّة والكريستاريا للحصول على ألوان زهرية أو بنفسجية.

كما يمكن استخدام الأصباغ الطبيعية ذات المنشأ الحيواني من قبيل الصِباغ القرمزي المستخرج من الحشرة القرمزية.

◄ كما يتعين أن يساعد المدرِّس التلاميذ على تحديد الأنواع النادرة أو المحمية التي يجب ألا تُجمع أو تُحرك من أماكنها؛ وكذلك الأنواع الخطرة أو السامة للإنسان: من قبيل البَنْج الأسود أو الصقلاب العملاق، مما ينبغي التعامل معه بحذر شديد.

٣ – اقْتَسِمْ وشارِكْ

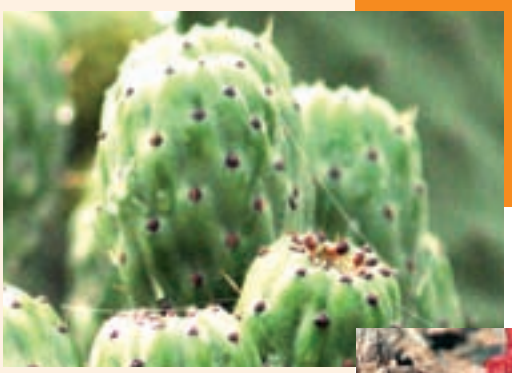
يتشارك التلاميذ في عوامل التلوين التي جمعوها بحيث يتسع نطاق ما لديهم من ألوان.

٤ – افْرُكْ واسْحَقْ وانْشُرْ

◄ بعد ذلك، يقوم التلاميذ بنقل مادة التلوين إلى قطعة قطنية بيضاء مشدودة على سطح مساند ويمكن أن تثبّت في موضوعها باستخدام حبّاسات على كل من جانبي مقعد الدراسة. ويمكن ترطيب المواد المعدنية بحيث ينتقل اللون منها بسهولة. وتتلخص الفكرة هنا في الكشف عن تنوع الألوان المتوفرة دون المساس بالصورة الكلية الواحدة للمجموعة كلها. ويمكن لمجموعات صغيرة من التلاميذ أن تنتج قطعا مختلفة ملونة من القماش أو أن يُنتج الفصل كله قطعة قماش واحدة مشتركة، حيث يشترك كل من التلاميذ في هذا العمل كلما وجدوا البقعة المناسبة للعمل عليها إلى أن تغطى القطعة كلها بالألوان.

والمقصود أن يكون هذا التمرين عملا جماعيا ينفذ في آن واحد في حصة واحدة بما يحقق الفعل السريع السحري المتمثل في نقل الألوان من المحيط المحلي. وكلما كان اختيار المواد موفقا كلما كان الأثر البصري أشد قوة وروعة.

◄ في الجزء الثاني من هذا النشاط يركز الفصل على الأصباغ الطبيعية التي يستخدمها الناس في صبغ الأقمشة والجلود والأخشاب وفي تلوين الفخار وتزيين الجدران المبنية من الطوب وفي تلوين جسم الإنسان ورسم الوشم.



٣٧

٣٧– من اليمين إلى اليسار ومن الأعلى إلى الأسفل: أزهار النولانة (Nolana paradoxa)، ميموزا، بوغنفيلية، ميموزا (صورة جزئية)، ثمار صبارّة التين المغربي، أزهار نبتة الطماطم (البندورة)
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٣٨

٣٨– أزهار السوريل الهندي أو الحُمّاض الحُوَيصلي (Rumex vesicarius)
© ميشيل لو بير

٣٩– طوارق، عِرق أدمير، جانيت، تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٤٠– عازف من الطوارق يرتدي كوفية مصبوغة بالنيلة
هغار تاسيلي، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٤٠

٣٩

Croquis d’un rameau d’indigotier

٥ – ساعِدْ على العثور على المعارف المحلية

◄ يشجع المدرِّس التلاميذ على تحديد ومشاورة أشخاص من حملة المعارف المحلية والخبرات في ميدان الأصبغة ونباتات الأصباغ، وعموما مواد التلوين ذات المنشأ الحيواني أو المعدني أو النباتي.

٦ – اربُطْ بين الألوان والنظام البيئي

◄ وبالحديث مع أولئك الخبراء المحليين، يتعلم التلاميذ كيفية الربط بين ألوان معينة وأنواع النباتات أو المواد المعدنية التي تأتي منها تلك الألوان.

وهذه العلاقة ليست بالشيء الذي يتمّ تعلمه بصورة مجردة بل على العكس:

- يركز التلاميذ على لوحة الألوان المحدودة الموجودة محليا على الطبيعية؛
- يبدؤون بأحد الأشياء – قطعة فخار مطلية أو قطعة ملابس مصبوغة – ويتابعون بمساعدة الخبراء مختلف مراحل إنتاجها إلى أن يصلوا إلى النبتة أو الجذور أو التربة التي جاءت منها الألوان؛
- ويمكن أن يعرض الصبّاغ الخبير بعض العمليات أو الأساليب المستخدمة أو أن يرافق التلاميذ إلى مكان جمع المادة الخام وأن يريهم أين تجري عملية الصباغ وكيفية استخدام الأدوات. ويقوم التلاميذ بوضع رسومات تخطيطية سريعة لمختلف هذه المراحل؛
- وبهذا كله يمكن للتلاميذ أن يفهموا الصلة بين لون ما والمادة الخام المقابلة له في النظام الإيكولوجي.

أمثلة:

العلاقة بين لون قطعة الملابس (وبحسب المنطقة) والبُليحاء أو جوزة الكولا أو العصفر أو أحد أنواع الفطر البري؛

العلاقة بين اللون الأحمر في وعاء من الفخار والمُغْرَة؛

العلاقة بين اللون الأزرق في العمامة والصباغ البنفسجي المستخرج من ورق النيلة.

٧ – لاحِظْ الأهمية الثقافية للأصباغ الطبيعية

◄ بعد الانتهاء من تحديد هذه العلاقة وهذا الارتباط، يصبح التلاميذ على علم بالأهمية الثقافية للموارد البيئية:

- فمن مواد التلوين الطبيعية المتاحة في النظام الإيكولوجي المحلي تنشأ عبر الزمن لوحة الألوان المحلية؛ ومع تعاقب الأجيال تنشأ وتتطور تقنيات استعمال هذه الألوان.
- وعندما تصبح المواد الخام نادرة، أو مع تغير البيئة، يضطر الإنسان إلى تكييف هذه التقنيات: فتطورها جزء من تطور الإنسان.

◄ ويعرض المدرِّس فكرة أخرى:

إلى جانب التقنيات التقليدية وتطورها، يوجد لدى الأهالي المحليين معاني رمزية ينسبونها إلى كل من الألوان.

٨ – اكتَشِفْ كيفية صنع الأصبغة

◄ بإرشادٍ من حُماة المعارف المحلية، يكتشف التلاميذ أسرار مختلف درجات كل من الألوان والمراحل المختلفة للقطف والجمع وعمليات النقع الطويلة وإجراءات الطحن والتصفية وطرق الغربلة وطرق تغيّر مختلف المواد وتفاعلاتها (بإضافة مواد أخرى مثلا، من قبيل **مواد الترسيخ (التثبيت)** للمساعدة على إشباع القماش باللون. كما يتعلم التلاميذ المعاني الرمزية التي يمكن للألوان أن تنقلها.

أمثلة:

يتعلم التلاميذ موضوع صباغة النيلة

تُترك أوراق النيلة منقوعة لتتخمر فيما يعرف باسم «حوض النيلة» وذلك لاستخراج مادة النيلة.

وتستخدم في عملية الاستخلاص هذه مصادر السولفيد الطبيعية. وعند الانتهاء من الصباغة يخضع القماش لعملية دق على لوح من الخشب تعطيه اللمعان الجذاب.

وتقوم النساء غالبا بأعمال الصباغة هذه، ويمكن أن تكون مرتبطة بعبادة الأرواح الحامية التي تشرف على حياة النساء وعملهن.

كما يمكن للتلاميذ أن يستكشفوا طرق جمع أوراق الحنّاء في الصيف أو طرق الحصول على المُغْرة الحمراء بالتخويض في الطين المناسب

ومتابعة العملية حتى صفائح الترسيب حيث تقطع الكتل إلى قطع وتترك في العراء لتجف.

ويمكن لهذا كله أن يكون موضوعا لرسومات ممتعة.

ويمكن للتلاميذ بعد ذلك القيام بدراسة مختلف الطرق المتبعة في إعداد الصبغة الحمراء وذلك حسب الهدف منها: هل ستستخدم في طلاء الجسم أو لتلوين جدران الطوب أو كصبغة للملابس.

وأخيرا، يمكن للتلاميذ التركيز على الجانب الرمزي من اللون الأحمر وشيوعها في الطقوس المختلفة من قبيل شعائر التكريس والدفن: فالأحمر هو اللون الأكثر تناقضا في معانيه، إذ تشمل هذه المعاني قوة الخصوبة (أو الذكورة) وتجاوزات هذه القوة ومخاطرها.

ولهذا يستخدم الصباغ الأحمر في كثير من مجتمعات المناطق الجافة لتزيين أجسام الصبيان والبنات عند البلوغ، كما أن الحنّاء الحمراء تميز احتفالات الخطوبة أو الأعراس.

٩ – اعْرُضْ موضوع حفظ التنوع البيولوجي للنقاش

◄ يناقش الفصل كله موضوع حفظ مصادر التلوين الطبيعية في النظام الإيكولوجي المحلي.

- هل اختفت بعض النباتات؟
- هل يلعب تناقص التنوع البيولوجي دورا في اختفاء التقاليد والرموز في الممارسات الثقافية؟
- هل يمكن اعتبار استعمال الأصباغ الطبيعية لتجميل الجسم الإنساني ولتلوين الملابس إحدى طرق الحفاظ على الارتباط المادي والرمزي بالأرض وبالأنواع المحلية؟
- حتى مع انتشار الأقمشة المطبَّعة والألوان الصناعية، هل من الممكن للأهالي أن يستمروا في استعمال مواد التلوين الطبيعية الخاصة بهم وفي تقديرها على سبيل الارتباط بين مجتمعهم الإنساني وبيئتهم الطبيعية؟

١٠ – اصْبُغْ بنفسك

◄ وأخيرا، أصبح التلاميذ جاهزين لممارسة الصباغة عمليا: ويتعلم التلاميذ التقنيات الخاصة بالنقع والتخمير والخلط والسحق فيما يتعلق بأي من الأصبغة التي سيستخدمونها.

◄ ففي حال البُليحاء مثلا، يقومون بفصل قرابة ١ كغ من النبات المجفف ويتركونه منقوعا في وعاء من النحاس.

◄ ثم يأخذون قطعة من النسيج مغسولة جيدا، من قبيل قميص أو أي قماش آخر، ويغلونها في ماء يحتوي على مادة ترسيخ مثل الشبّة (حجر الشبّ).

◄ ثم يضعون قطعة القماش في الوعاء الذي يحتوي على البُليحاء لتغلي ومن ثم يتركونها على نار هادئة حوالي ساعة واحدة من الوقت.

◄ ويتركون قطعة القماش بعد ذلك لتبرد في حوض الصباغة ومن ثم تغسل بماء نظيف.

كما يمكن للتلاميذ أن يستخدموا الصباغ الذي صنعوه لطبع الزخارف على قطع من القماش القطني الأبيض. وهذه طريقة ذكية لاستعمال ما تبقى من الصباغ في إعداد رسومات زخرفية تعلق على الجدران أو تستنسخ للمنزل.

٥ • تَعَقُّب آثار الحيوانات البرية

المستوى: متوسط ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: ثلاث حصص

الأهداف:

١ – اكتشاف البيئة

الاقتراب من أنواع الحيوان في بيئتها الطبيعية من خلال الاستماع إلى أصواتها وتعقب آثارها والتعرف على الأدلة الأخرى التي يمكن إدراكها بالحواس.

٢ – المعرفة والفهم

يتعلم التلاميذ، من خلال استعراض خصائص أنواع الحيوان في المناطق الجافة، كيفية استخدام أسلوب القصة لإبراز العلاقة بين حيوان ما ومنطقته الإحيائية، كما يتفهمون بصورة أفضل كيف يمكن للبيئة نفسها أن تعني أشياء مختلفة للأنواع المختلفة التي تستخدمها.

المنهجية:

١ – قُمْ بدراسة استقصائية أولية

◄ يخرج التلاميذ إلى المناطق الريفية المجاورة بحثا عن الحيوانات البرية. ويستعملون في ذلك نهج التخفي وطرق الاكتشاف المتمثلة في المراقبة الهادئة التي تقتضي السيطرة على النفس لفترات طويلة والتربص في صمت وتفادي أي حركة مفاجئة على أمل العثور على الحيوانات في موئلها الطبيعي ومراقبة سلوكها في حياتها الفعلية عن كثب.

أما الأنواع البرية التي يمكن مراقبتها بسهولة في المناطق الجافة فهي الحشرات والسحليات وبعض الطيور (خصوصا في مناطق الواحات)؛ وبذلك يدرك التلاميذ العلاقة بين الملاحظة والاستماع. وإذا أمكن، يستخدم التلاميذ جهاز تسجيل وميكرفون ويسجلون أصوات الموئل وحيواناته.

أما إذا لم يكن من الممكن استخدام التسجيل، فإن بوسع التلاميذ أن يكتفوا ببساطة بالاستماع.

◄ ويخرج التلاميذ بحثا عن الحيوانات البرية في أوقات مختلفة من النهار: في الصباح الباكر أو المساء المتأخر (فالتقاط أصوات بعض الحيوانات الليلية هو أفضل الطرق لاكتشاف وجودها). كما يخرج التلاميذ في الأحوال الجوية المختلفة، من قبيل فترة ما بعد هطول المطر مباشرةً (خلال الموسم الماطر).

◄ وبعد عدة عمليات من هذا النوع، وبعد أن تزداد مهارتهم في التسجيل، يمكن للتلاميذ أن يستخدموا تجهيزات أكثر تعقيدا، مما قد يتوفر في المدرسة، لتحليل طبقة مختلف الأصوات أو للقيام بتسجيلات دقيقة (على الأرض أو على الشجر) لاكتشاف خشخشة الأنواع المختلفة وتحركاتها المختلسة.

يا للورعة! أن تجد، بعد كل هذا الجهد والتركيز، أحد القوارض يجري أمامك وأنت تسجل صوته، أو حية ما أو حتى ثعلبا من الفنك في افريقيا أو كلبا من الدنغو في استراليا أو ضبعا من الضباع في المكسيك.

وفي المناطق شبه الصحراوية، من قبيل مناطق السافانا المشجرة، يسهل أن تراقب الحيوانات الكبيرة من ذوات الحافر.

◄ ويحلل التلاميذ فيما بعد ما سجّلوه، وهم بذلك يحددون الأنواع من أصواتها؟ ويحاولون ربطها بأوضاع معينة:

٤٢

٤١

٤٤

٤٣

٤١– و ٤٤– آثار الثعابين، منطقة الحدود بين آيير وتينيري، النيجر
© ميشيل لو بير

٤٢– قافلة من الجمال في وادي جرات، تاسيلي نجار، الجزائر
© ميشيل لو بير

٤٣– آثار طيور على الرمال، حاسي خليفة، الجزائر
© أوليفييه بريستن

هل هي أصوات حيوان تعرض لمباغتة؟ هل هي نداءات للترهيب (لتخويف الأعداء) أو للإنذار أو للإغواء (لاجتذاب الجنس الآخر)؟

هل في هذه الأصوات ما يدل على طريقة حياة ذلك النوع من الحيوان؟ كيف يمكننا معرفة ذلك؟ ما الذي يأكله هذا الحيوان؟ هل هو من الحيوانات المفترسة؟

٢ – تَعَرَّفْ على آثار الحيوان

من المفيد جدا في هذا النشاط الحصول على مساعدة خبير في اقتفاء الأثر (قصّاص الأثر) اعتاد التعرف على الآثار التي تتركها الحيوانات في التربة وعلى الرمال؛ فهذه الآثار بمثابة توقيع تتركه الحيوانات على الأرض وهي مؤشرات تدل على نشاط خفي جرى في الليلة السابقة أو في الصباح المبكر.

وينطلق التلاميذ لإجراء تحرياتهم بتوجيه من قصّاص الأثر.

- ويتعلم التلاميذ كيفية التعرف على علامات الحِجر والمأوى المؤقت المستخدم للهرب من الحرارة والتي تحفرها حيوانات مثل الخلد الأصفر (Eremitalpa granti) أو الأفعى المقرّنة (Cerastes cerastes).
- ويعثر التلاميذ على آثار طرق خاصة بالتنقل، مثل أسلوب التلوي الذي تتبعه الحية الرقطاء في الزحف.
- ويتعلم التلاميذ كيفية التعرف على آثار الحيوانات اللبنية من قبيل ذوات الحافر في منطقة الصحراء الكبرى وفي افريقيا جنوب الصحراء، وذلك حسب عرض آثار الحوفر.

مثال:
يسهل التعرف على أثر خف الجمل العريض ويمكن تبين اتجاه سير الحيوان بوجود علامة مقدمة الخف أو الحافر، وهي علامة مزدوجة أعمق من باقي الأثر وتوجد في مقدمته.

- ويمكن للتلاميذ أن يميزوا الآثار الخاصة المميزة التي تتركها القوارض فهي تعطي انطباعات عن مشية عرجاء ثلاثية الأرجل، مثل الجربوع المصري الصغير (Jaculus jaculus) الذي تلامس قدماه الأماميتان الأرض معا.
- كما يتعرف التلاميذ على الآثار الشبكية الشكل التي تتركها الحشرات وعلى الآثار الموجة للحشرات عديدات الأرجل واليرقات، وعلى آثار أقدام أسراب الطيور.
- وفي المناطق شبه القاحلة، قد يقوم التلاميذ باقتفاء أثر أنواع الحيوانات **البلدية** البرية.

أمثلة:

آثار الحيوانات الجرابية (مثل الكنغرو) في المناطق الدغلية ومناطق السهوب في استراليا، أو الآثار التي تتركها الآلاف من ذوات الحافر التي تقطع سهول افريقيا العشبية الجافة.

وعموما، تعتبر مناطق السافانا والسهوب شبه الصحراوية غنية بطيور القنص (مثل الصقر والبوم) والطيور الجارية (مثل النعامة الافريقية والرِيّة الشبيهة بالنعامة في أمريكا وطائر الإيمو الاسترالي).

ويمكن للتلاميذ أن يعثروا على أي من هذه الآثار في الوحل أو الرمل على مقربة من غدران الماء.

- وبعد أن يعلم قصّاص الأثر التلاميذ كيفية التعرف على هذه الآثار، يقومون برسم رسومات سريعة لهذه الآثار في دفاتر الرسم لديهم.
- ويبرز التلاميذ تفاصيل آثار الأقدام (هل هي مستديرة، نجمية، متطاولة، متباعدة، زاحفة؟).

هل تُظهر الرسومات تفاصيل قدم الحيوان؟

٤٥ – الظبي الثور أو الأزرق (Connochaetes taurinus)، كينيا
© ميشيل لو بير

٤٦ – سهول ستيبس وجُنيباتها، معزل بوكمارك الحيوي، استراليا
© ميشيل لو بير

٤٧ – جمل وحيد السنام، منطقة كاتا تيوتا، الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

٤٨ – أنثى النعام (Struthio camelus massaicus)، كينيا

٤٥

٤٦

٤٨

٤٧

٤٩– وحيد القرن، كينيا
© برنامج ماب – اليونسكو

٣ – اعْثُرْ على مؤشرات أخرى تتصل بأسلوب حياة الأنواع

◄ بمساعدة قصّاص الأثر، يبحث التلاميذ عن علامات مختلفة تدل على وجود واحد أو أكثر من الأنواع وعلى أسلوب حياته. يُذكّر القصّاص والمدرِّس التلاميذ بما يتعين اتخاذه من تحوطات والقواعد التي يجب إتباعها أثناء هذا التمرين: تجنبوا إزعاج الحيوانات وتخريب مأواها وحفرها والتعدي على مناطقها وتدمير أنواع النبات الأساسية التي يستند إليها طعام الحيوانات وموئلها؛ لا تقتربوا من بيوضها أو من صغارها؛ لا تلمسوا صغار الحيوانات!

◄ وإذا نظر التلاميذ عن كثب، فإن بوسعهم أن يجدوا روث الحيوان أو الطير وكريات خراجه وريشه بل وحتى ما يدل على الاقتتال، أو قشر بيض أو بقايا ثمار لم تؤكل كلها أو عرانيس معضوضة، أو أعشاش وبيوت، أو روائح خاصة، مما يدل على النمط البيولوجي لنوع ما، أو آثار **هجرة الحيوانات**.

◄ ويعلّم قصّاص الأثر التلاميذ معنى كل من هذه الأشياء أو الآثار. ما الذي تقوله لنا عن حركة نوع أو أكثر من الأنواع وعاداته في الطعام أو التناسل أو المناطق التي يعيش فيها في موقع ما؟ وماذا عن علاقته بالمنطقة الإحيائية؟

مثال:

يعمد وحيد القرن الأسود (Diceros bicornis) إلى رشّ البول على الأرض ليرسم حدود منطقته. ويندهش التلاميذ عندما يفسّر لهم قصّاص الأثر المعلومات المتعلقة بعلامات الرائحة هذه والتي تحدد جنس الحيوان وعمره أو حتى تحدد حيوانا معينا بذاته.

تعليق

تدل جميع هذه الأشياء – الأصوات والضجيج وآثار الحوافر وآثار الأقدام وما إلى ذلك – على وجود نوع ما من الحيوان. على أنها، وإن كانت مادة ممتعة للدراسة – من حيث كونها مرئية بوضوح ومؤثرة بل أحيانا غامضة – فإنها كلها أشياء لا تحدث أمام الناظر وقد ينقضي بعض الوقت على وجودها قبل العثور عليها. ولذا فإن مما له أهميته ، في هذه المرحلة، أن يعود المدرِّس بالتلاميذ إلى الفصل وأن يجمع المعلومات العلمية والمعارف التي ستُنقل إليهم ليضع مختلف قطع الأحجية في موضعها، وليحدّد الموقع المناسب لكل من الأنواع في إطار النظام الإيكولوجي ككل.

٤ – لَخِّصْ معلومات الأنواع

بعد قضاء بعض الوقت في جمع المادة المصدرية من الكتب والصور ومن الإنترنت (إذا كانت المدرسة مجهزة بها)، مع تذكّر الوقائع والقصص التي رواها قصّاص الأثر أو غيره من خبراء الحياة البرية المحليين شخصيا، يعرض المدرِّس المعلومات الخاصة بالأنواع الرئيسية في النظام الإيكولوجي المحلي.

◄ ويهتم المدرِّس بأن يعرض الخصائص العامة لكل من الأنواع والطرق الخاصة به التي تمكّن شكله ووظائفه وسلوكه من التكيف مع النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة.

ألف – الخصائص العامة للأنواع

يشرح المدرِّس عددا من المفاهيم الأساسية:

- ماذا يعني مصطلح "**النوع**"؟

هناك على الأرض ما يزيد عن ١,٥ مليون من الأنواع المحددة؛ فعدد الأنواع في مملكة الحيوان أكبر من عددها في أي مملكة أخرى.

وكل نوع فريد بحد ذاته: خذ الضبع مثلا *(Canis aureus)*.

ويشترك جميع أفراد نوع ما بمجموعة متماثلة من الخصائص المادية. وهم لا يتناسلون عادة إلا مع أفراد من النوع نفسه.

- وكل نوع ينتمي إلى **فصيلة**.

وحسب التصنيف العلمي، تنتظم العضويات الحية في مجموعات يزداد تفرعها مما يبين درجة القرابة بين مختلف الأنواع. وهكذا فإن الضبع مثلا ينتمي إلى فصيلة الكلب.

- ما المقصود بالحيوان **اللبني**؟

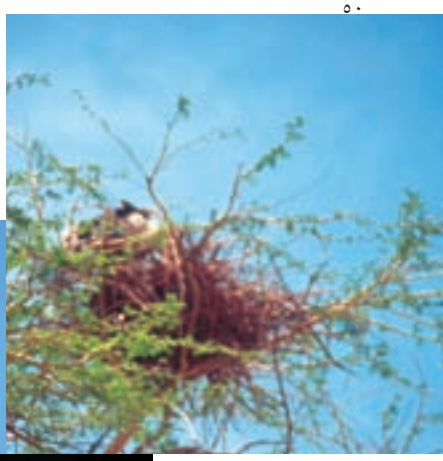
تنتمي فصيلة الكلب إلى **طائفة** الحيوانات اللبنية أو اللَبَنِيات *(Mammalia)*.

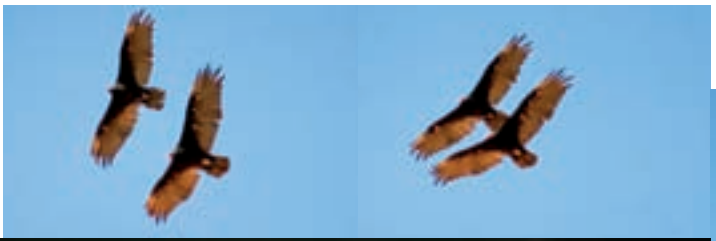
وعلى الرغم من التباين الهائل في الشكل والحجم والسلوك، فإننا نجد أن معظم اللَبَنِيات يغطيها الشعر وأن صغارها ترضع.

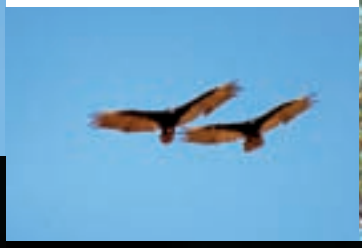
٥٠ – عش النسور في جنيبة أكاسيا، كينيا
© ميشيل لو بير

٥١ – نسور محلقة،
سييرا تاراخومانا، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٥٢ – النسر العقاب (Gyps fulvus)
في لحظة وقوف
سيفين، فرنسا
© ميشيل لو بير







٥٤

٥٣

- ما الذي يأكله نوع ما؟

هل هو من آكلات العشب أو آكلات الحبوب أم هو من **القوارت** التي تقتات بمواد حيوانية ونباتية على حد سواء؟

مثال:

في المناطق الجافة، يأكل الكثير من الطيور القوارت عمليا كل شيء مما يمكنها أن تجده صالحا للعام: فهي تقتات على الحشرات أو البذور أو الأغصان. وصفتها هذه تجعلها أكثر قدرة من أنواع أخرى على التكيف مع أي تغيرات تطرأ على موئلها.

ويمكن للقوارض آكلات الحبوب في بعض المناطق أن تكيف نفسها لتأكل نباتات ملحية لها قشرة مالحة صلبة. ومن الأمثلة على ذلك جربيل الجُنَيْبات الذي يعيش في حوض الآرال.

- ماذا نعني بالحيوان **المفترس**؟

المقصود هو الحيوان الذي يقتات على فريسته.

ويشرح المدرِّس معنى الافتراس في سياق التكيف مع البيئة والتنافس بين الأنواع. أو بعبارة أخرى الصراع الذي لا يلين من أجل البقاء.

هذا الصراع نمط صعب من أنماط الحياة وهو كثيرا ما ينطوي على فكرة الإستراتيجية، حيث تعيش الحيوانات الفرائس في حالة حذر دائم وتهرب عند أدنى إشارة خطر. وكثير من الحيوانات هي حيوانات مفترسة.

أمثلة:

في افريقيا، عندما يعثر طائر من أنواع الطير التي تقتات على الحيايا، من قبيل الطائر السهمي *(Sagittarius serpentarius)*، على فريسته من الحيايا السامة فإنه ينقض عليها ويلتقطها من خلف رأسها بضربة واحد من مخلبه.

أما العقارب في المناطق الجافة (من فصيلة البثيدات مثلا) فإنها تمسك بفريستها ثم تقتلها بلدغة من ذيلها المتفصل. ويمكن للأنواع الكبيرة منها، من قبيل *Leiurus quinquestriatus*، أن تصطاد الحرباء أو القوارض الصغيرة.

- وينتقل المدرِّس بصورة طبيعية إلى مناقشة فكرة الدفاع والطرق المختلفة التي تلجأ إليها الحيوانات للدفاع عن النفس:

– معظمها يحاول الفرار.

مثال:

كثير من القوارض في المناطق الجافة تجري على ساقين مما يمكنها من التحرك بسرعة أكبر ومن تفادي الخطر عندما تنتقل من نبات إلى آخر تأكله؛ ومن الأمثلة على ذلك الجرذ الجرابي في أستراليا.

– وتستعمل أنواع أخرى استراتيجيات **المحاكاة** للاختباء من أعدائها من خلال التخفي بالبيئة المحيطة بها.

أمثلة:
تستخدم الوَزْغَة (أبو بريص) ذات الذيل الورقي الشكل في استراليا *(Phyllurus cornutus)* أسلوب التمويه لتغيير لون جلدها فهي تختفي عن الأنظار في جذوع الشجر حيث تقضي يومها كله. ويكاد يستحيل تمييزها في هذه الوضعية مما يعود كذلك للون العينين المجعول الخفي.

ويمكن للحرباء اليمنية *(Chamaleo calyptratus)*، وهي عادة من اللون الأخضر الفاتح المخطط بالأصفر، أن تغير لونها ليندمج مع ألوان الخلفيات المتنوعة.

- كما يدفع المدرِّس تلاميذه على التفكير بصورة عامة في العلاقات بين الحيوانات أو بين الأنواع.

– فبعض الأنواع معروفة بأنها "حيوانات اجتماعية" تعيش معا في جماعات أو قطعان أو أُسر. وهذا يسهل عليها العثور على الطعام وتربية الصغار واكتشاف وجود الحيوانات المفترسة، وذلك من خلال مساعدة بعضها بعضا أو اقتسام المهام فيما بينها.

مثال:
في قطيع من الزراف، يساعد أعضاء المجموعة الأمهات على حماية صغارهن من أي هجوم؛ وتقف الزرافات حرسا عندما يشرب الصغار حتى وإن لم يكن هناك قرابة مباشرة فيما بينها.

– كما يقيم الحيوان علاقات "وظيفية" متنوعة مع أنواع أخرى من الحيوان أو النبات.

ومن شأن النشاط القادم المخصص لكيفية عمل النظام الإيكولوجي أن يتيح الفرصة لشرح العلاقات المحددة المتمثلة في **التشتت** (انتشار البذور بواسطة الحيوانات) و**التعايش التنقلي** و**التعايش المائدي** بين الحيوان والنبات (انظر الفصل ١، النشاط ٦، الصفحة ٤٤).

على أنه، في الوقت الحاضر، يمكن للمدرِّس أن يبرز أشكال الارتباط الأخرى من قبيل **التطفل** أو **تبادل المنفعة**.

أمثلة:
تمتص قُرادة الإبل دم مضيفها، وهذا مثال على التطفل. أما العلاقة بين «نقّار البقر» والظبي أو الحمار الوحشي فهي تفيد الاثنين، وهو ما يعرف باسم التكافل أو تبادل المنفعة.

٥٣– أسدان (Panthera leo)، المنتزه الوطني الغربي، النيجر
© ميشيل لو بير

٥٤– ذكران من الزراف يتعاركان (Giraffa cameleo pardalis)، النيجر
© ميشيل لو بير

٥٥– عقرب (Pandinus sp.)
المنتزه الوطني الغربي، النيجر
© ميشيل لو بير

٥٦– عنكبوت (Nephila clavipes)
نيو ساوث ويلز، استراليا
© أوليفييه بريستن

باء – أشكال التكيف الفيزيائي المادي أو السلوكي في النظام الإيكولوجي القاحل

يشرح المدرِّس للتلاميذ التحدّيَين اللذين تواجههما حيوانات المنطقة:

- تحمّل الحرارة؛
- التعامل مع ندرة الماء.

فمع مرور الزمن، نجحت هذه الأنواع في تطوير مجموعة من استراتيجيات التفادي أو التحمل التي تمكنها من التكيف مع الحرارة ونقص الماء في المناطق القاحلة.

◄ يبدأ المدرِّس بإبراز **التكيفات المورفولوجية أو التشكيلية** التي تمكن الأنواع من مواجهة الصعوبات المتعلقة بالحرارة:

- اتساع الحافر لتسهيل التنقل فوق الرمل غير المتماسك؛

مثال:

الحوافر العريضة جدا لدى بقر الوحش *(Addax nasomaculatus)*.

- وقد تطور لدى اللَبَنِيات وسادات شعرية في أسفل أقدامها لتقوم بدور العازل.

أمثلة:

من ذلك الجربوع المصري الصغير *(Jaculus jaculus)* وأرنب رأس الرجاء *(Lepus capensis)*.

- ولبعض الحيوانات أذنان طويلتان تساعدان على تبديد الحرارة.

ومن الأمثلة على ذلك ثعلب الفنك والفيل وكلاهما يفقد الحرارة من خلال أذنيه الكبيرتين. ولحيوانات أخرى قوائم طويلة ترفع جسمها عن الأرض (النعامة والوعل).

◄ ويناقش المدرّس بعد ذلك **التكيفات الفيزيولوجية** لدى مختلف الأنواع للتعامل مع شحة الماء:

- فكثير من حيوانات المناطق الجافة لا تشرب إلا القليل أو إلا على فترات غير منتظمة؛

– وبعضها يجد الماء في الطعام الذي يأكله، من قبيل الجربيل وجرذ الكنغرو وهما يقومان بتحويل النشاء الموجود في البذور إلى ماء.

– وبعضها يمتص الرطوبة من الهواء عن طريق الجلد، من قبيل شيطان الشوك *(Moloch horridus)*، وهو حرباء استرالية مدهشة تبدو كالتنين وهي مغطاة بالشوك.

– ويمكن لحيوانات أخرى أن تتحمل قدرا معينا من فقد الماء في الجسم: من ذلك مثلا الماعز وكبش الجبل وخصوصا الجمل العربي الذي يخزن كمية كبيرة من الدهن في سنامه. هذا المخزون الاحتياطي يتحول إلى ماء من خلال التأكسد الدهني إذا بقي الحيوان فترة طويلة بلا شراب.

- وتتحمل أنواع أخرى نقص الماء في الجسم من خلال تخفيض ما تفقده عن طريق التعرق والتبول.

وكثير من القوارض في المناطق الجافة المختلفة تُخرج البول الشديد التركيز والغائط الجاف للحد من فقد الماء.

◄ وأخيرا، يشرح المدرِّس **التكيفات السلوكية** لمختلف الأنواع مع البيئة والاستراتيجيات التي طورتها لحماية نفسها من الحرارة ونقص الماء.

- وتتمثل إحدى الطرق في التماس ملجأ يقيها من الحر بطرق شتى:

– وبما أن النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة كثيرا ما تختلف فيها درجات الحرارة اختلافا كبيرا بين الليل والنهار، فإن كثيرا من الأنواع تدفن نفسها في حجورها أثناء النهار ولا تخرج إلا في الليل عندما يبرد الجو.

مثال:

على غرار كثير من الحيوانات الأخرى، يحفر الجربوع المصري الصغير *(Jaculus jaculus)* نفقا عميقا تحت الأرض يلجأ إليه بعيدا عن حر النهار ويسدّ مدخله بطبقة غير متماسكة من التراب تحفظ الرطوبة في الداخل.

– وتعمد أنواع أخرى، ومنها زواحف من قبيل السَقَنْقور *(Scincus officinalis)* المسمى "سمكة الرمل" بالعامية الأمريكية)، إلى تجنب القيظ الحارق بدفن نفسها في الرمل.

٥٧ – كنغر الوَلَبي
(Macropus eugenii)،
استراليا
© ميشيل لو بير

٥٧

صورة جربوع (Jaculus jaculus)

● وتتمثل إستراتيجية أخرى في تلطيف تأثير الأرض الحارقة:
– يطور كثير من الأنواع سلوكا محددا خاصاً به: فالحرباء ذات الطوق *(Crotophytus collaris)* تبرّد قدميها برفعهما إلى الأعلى، بينما تقوم حية الصَوَنْدر *(Crotalus cerastes)* بقذف طرفها إلى الأعلى عند تلويها في الزحف.
– وتلجأ أنواع أخرى إلى السرعة فتندفع أو تقفز بسرعة من نقطة إلى أخرى.

وتتاح الآن فرصة حسنة لكي يعرض المدرِّس فكرة **التطور التقاربي** لدى القوارض في القارات المختلفة:

من ذلك أن الجرذ الجرابي "بيتشي – بيتشي" في استراليا وجرذ الكنغرو الأمريكي والجربيل الآسيوي والجربوع الصحراوي كلها متشابهة في تركيب جسمها، مع أنه لا علاقة قرابة وثيقة بينها: فلديها جميعا أطراف خلفية كبيرة وقوية تشكل مع الذيل الشديد الطول ثلاثية مناسبة للجري الفعال، حيث يقوم الذيل بمهمة تحقيق التوازن عند الحركة.

● ويتمثل أحد أشكال الاستجابة السلوكية إزاء الحرارة الشديدة في فتور الحياة:
فعند التعرض لدرجة الحرارة ٥٠ مئوية، يمكن للحرباء والقوارض الصحراوية أن تُنزِّل معدل الأيض الخلوي إلى النصف ؛ فهي تدخل في حالة **السبات الصيفي** أو تباطؤ الحياة المشابه للسبات الشتوي (الأروز).

◄ ويختتم المدرِّس هذا الموضوع بالتطرق إلى الاستراتيجيات السلوكية التي تستخدمها الأنواع للتصدي لنقص الماء.

فهناك طرق تمكّن الحيوانات، برغم جميع الشروط القائمة، من ترطيب أجسامها أو حتى من الشرب من خلال الحصول على الماء من الضباب الرقيق أثناء الليل أو من جدران حجرها الرطبة أو حتى باستعادة الرطوبة التي يحتويها هواء الزفير.

مثال:
في صحراء الناميب في الجنوب الافريقي، تمتص خنافس الظلاميات، من قبيل خنفساء الضباب *(Onymacris ungui-cularis)*، رطوبة الضباب الساحلي بالوقوف على قمم الكثبان خافضة رأسها. وتتكثف الرطوبة على جسمها وتقطر في فمها مما يحقق لها الإماهة التي تحفظ حياتها.

ويعطي العرض الذي يقدمه المدرِّس فكرة عن القدرة المدهشة على التكيف لدى أنواع الحيوان والتنوع الكبير في طرق الاستجابة التي طورتها هذه الأنواع إزاء شروط الحياة القاسية في مختلف نظمها الإيكولوجية الجافة.

٥٨– رعويون رحّل، منطقة الساحل بافريقيا
© توماس شاف

٥٩– جبل أحادي السنام عليه راحلة (أو سرج) طوارقية،
جانيت، تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

◄ ويثري المدرِّس هذه الحقائق العلمية باستعمال طرق السرد القصصي وباستخدام الوثائق الملونة، إن أمكن، وإضافة حكايات قصّاص الأثر إليها.

٥ – ادْرُسْ أحد الحيوانات في بيئتك وسَجِّلْ ملاحظاتك

◄ استكمالا لهذا النشاط، يبدأ المدرِّس مرحلة أخرى من مراحل ملاحظة الأنواع المحلية. ويشجّع التلاميذ على العودة إلى أنشطتهم اليومية والبدء في دراسة الأنواع المحلية (الأليفة أو البرية) في أوضاع المعيشة الفعلية. ويختار كل تلميذ حيوانا يراقبه عن كثب لعدة أيام.

◄ يراقب التلميذ، ويسجل، غدوة الحيوان ورواحه؛ ما الذي يفعله وكيف يتعامل مع موئله وكيف يستجيب لما يجري.

ويفضّل أن تتضمن الملاحظات التي يسجلها التلاميذ رسومات سريعة؛ على أن الهدف لا يتمثل في إنتاج أعمال فنية بل في التقاط حركة ما أو إشارة سلوكية معينة.

◄ وعلى أية حال، ينبغي أن تكون ملاحظات التلاميذ المكتوبة انعكاسا وصفيا جيدا لمراقبتهم للحيوانات عن كثب.

مثال: الجمل العربي (الوحيد السنام)

- يوجد شق في شفته السفلى؛
- بؤبؤ العين يبدو وكأنه فتحة متطاولة مائلة؛
- يمكنه أن يحمل الحمولات الثقيلة؛
- يمكنه أن يحمل الحمولات في **حِزم التحميل** أو الناس على راحلة؛
- يَحْرَن أو يَجْفل إذا تعرض لإكراه؛
- ينطلق وحده بحثا عن الطعام عندما لا يكون محمّلا؛
- يفضل الجُنَيْبات على العشب؛
- عندما يرعى، تجده يتحرك على الدوام عبر مساحة واسعة؛
- الأشواك لا تزعجه فهو يطحنها بأسنانه القوية (الحس عنده ضعيف داخل فمه)؛
- يشرب بصخب، ويشرب كمية كبيرة في كل جرعة؛
- سنامه مليء مكتنز عندما يكون متمتعا بالصحة ولا يشكو من العطش؛
- أما عندما يكون السنام فارغا فإنه يكاد لا يُلاحظ؛
- لا يشعر براحة عندما يمشي على أرض حجرية أو على منحدر وذلك بسبب قدمه العريضة وباطنها اللين؛
- يمشي **رهواً** أي بتحريك قائمتي الجنب الواحد معا؛
- يمكنه أن يتحرك بسرعة على قوائمه الطويلة النحيلة؛
- يجفل بسهولة فقد تخفيفه حرباء؛

٦٠– جربيل (*Psammomys obesus*)،
منطقة غوليمين، المغرب
© ميشيل لو بير

- ينتج اللبن الحليب الغني بالمواد الغذائية وبالفيتامين سي (مما يعتبر ذا قيمة كبرى في المناطق الجافة التي تقل فيها الثمار والخضروات)؛
- تُجمع فضلاته، وهو يخرجها عند الصباح، لاستعمالها كوقود؛
- ما هي الكلمات التي تستخدم محليا في وصفه بحسب سنه وجنسه ولونه وشكله والمكان الذي جاء منه؟ (لدى الطوارق مئة مترادفة أو أكثر للجمل، مما يبين قدر اهتمامهم به)
- هل يمكن نعت أحد الناس باسم الجمل؟ ما الذي يوحي به اسم من هذا القبيل؟ هل هو غير مبال؟ أم عنيد؟ أم حقود؟ أو أي شيء آخر؟

٦ – اخْتَرْ نوعا من الأنواع واكْتُبْ قصة عنه

بعد العودة إلى الفصل يتناوب التلاميذ في "تمثيل" قصصهم الخاصة عن الأنواع المختارة بلسان الحيوان. ويختار كل تلميذ نوع الحيوان الذي يريد أن يمثله ويدخل في الدور.

مثال:
"أنا جربوع صغير. الساعة الرابعة بعد الظهر والحرارة لا تطاق في الخارج، غير أني أقبع في أسفل حجري. ولحسن الحظ لا يزال هناك بعض البرودة في الداخل لأن الحجر عميق جدا والجدران رطبة بعض الشيء؛ ولذا ألجأ أحيانا عند اشتداد الحرارة عليّ إلى البحث بلساني عن قطرة ما تسيل على الجدار الرطب أو أفرك جسمي على الجدار لأتبَرَّد..."

ويساعد هذا التمرين التلاميذ على تذكُّر ما تعلموه. فهم أقدر على استيعاب المعلومات إذا راجعوها وأحسوا بها وعبروا عنها بصوتهم وحركاتهم.

ولا يكتفي التلاميذ في سردهم للقصص باستعمال لغة الإيماء الصامتة، فهم يتركون المجال لخيالهم يحلق ضمن حدود ما تعلموه، مما يمكنهم من إدراك علاقة الحيوان بمنطقته الإحيائية.

ما هي طرق إدراك البيئة الواحدة وتفسيرها من جانب عدد من مستخدميها؟ ما هي الإيقاعات التي يعيشون بها وما هي الصعوبات التي يواجهها كل نوع من أنواع الحيوان في البيئة القاحلة؟

◄ ومع توالي القصص يتضاعف عدد الأمثلة، يتم التعبير عن رؤى العالم المختلفة من خلال التشخيص الذي يظهر كيفية استعمال أنواع الحيوان للبيئة وطرقهم المختلفة في ذلك.

٦٠ لوحة جدارية للنظام الإيكولوجي

المستوى: سهل ★ ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: أربع حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

تصوير النظام الإيكولوجي كوحدة وظيفية من خلال صنع لوحة جدارية كبيرة ملونة تبين مجموعات النبات والحيوان والعضويات الدقيقة في تفاعلها مع البيئة غير الحية.

٢ – المعرفة والفهم

تستخدم اللوحة الجدارية لتفهم المفاهيم والصلات الخاصة بعمل النظام الإيكولوجي، بدءا من مفاهيم الاعتماد المتبادل بين الأنواع والشبكات الغذائية والتعاقب الإيكولوجي.

المنهجية

١ – اخْتَرْ منطقتين في الجوار يرتفع فيهما مستوى التنوع البيولوجي

◄ يجول التلاميذ في المناطق الريفية المجاورة بحثا عن منطقتين تمثلان النظام الإيكولوجي المحلي:

وينبغي أن تكون المنطقتان مختلفتين من حيث غطائهما النباتي. فالصفة المميزة الأوضح في النظام الإيكولوجي هي نباتاته التي تشكل الجانب الأعظم من كتلته الإحيائية؛ والنباتات تحدد البنية المكانية للنظم الإيكولوجية وتعبّر عن نمطها الزمني (من خلال تعاقب الفصول).

ويفضل أن تكون المنطقتان متقاربتين نوعا ما؛ كما يفضل أن تكون إحداهما منطقة نباتات طبيعية (أي نظام إيكولوجي طبيعي)، أما الأخرى فمنطقة زراعية (نظام إيكولوجي شبه طبيعي يحكمه في بعض جوانبه النشاط الإنساني).

أمثلة:

في أمريكا الوسطى، يمكن اختيار منطقة نباتات لحيمة عُصارية، من قبيل جُنَيْبات السجوار، كمنطقة أولى، أما الثانية، فيمكن أن تكون منطقة نباتات مختلطة فيها نباتات المحاصيل وسياجات الصبار.

وفي شمال افريقيا، يمكن للأولى أن تكون منطقة سهبية قليلة الجُنَيْبات متقطعة النباتات، بينما تكون الثانية منطقة محاصيل تقليدية مثل بستان النخيل مثلاً.

٢ – بعد اختيار منطقتين تمثلان النظام الإيكولوجي، حَدِّدْ مكانتهما في سياق المشهد الطبيعي الأوسع

مما له أهمية في هذه المرحلة أن يرى التلاميذ المنطقتين المختارتين على الخلفية الأوسع للمشهد الطبيعي كله.

كيف ينسجم هذان الجزآن من النظام الإيكولوجي، والمتميزان بالأنواع التي تعيش فيهما، في إطار المشهد الطبيعي الكبير بما له من منحنيات وتشكيلات تحدد صورته؟

◄ في هذا التمرين، يشجع المدرِّس التلاميذ على ملاحظة "الصورة الكبرى" إما انطلاقا من نقطة بعيدة كاشفة (أو من مرتفع مطلّ) أو من خلال التجول ببساطة وملاحظة التضاريس المحيطة بهم وهم يقطعون منطقة إلى أخرى.

كيف تحدد المنحنيات المحيطة صورة المشهد الطبيعي؟ هل الأفق يتسم بالوضوح أم هو مقطّع بطبقات صخرية بارزة أو بهضاب أو جبال، وعلى أي مسافة؟

٦١

٦٢

٦٣

٦٤

٦١– و٦٤– صبار الحرشف العملاق وأعشاب البامبا *(Cortaderia selloana)*،
المنطقة القاحلة في سان بيدرو دي أتاكاما، شيلي
© اليونسكو/ أوليفييه بريستن

٦٢– و٦٣– صبار الحرشف العملاق،
منطقة باتوبيلاس شبه القاحلة، المكسيك
© اليونسكو/ أوليفييه بريستن

هل هي منحدرات منجرفة أو تحدّرات مائلة أو منطقة سهلية مستوية؟ كيف تتشارك الخطوط والمستويات والسطوح لتصنع صورة التضاريس؟

◄ ويسجل التلاميذ ملاحظاتهم ورسوماتهم في دفاتر الرسم ويحددون الاتجاهات الأربعة:

أين الشمال وأين الجنوب؟ أين تشرق الشمس؟

هل تقع المنطقتان اللتان تمثلان النظام الإيكولوجي في سهل أو على سفح منحدر؟

هل تحميها الجبال من الريح؟ هل هما محميتان من حدّة الشمس؟

هل هما رطبتان؟ ما شكل تواجد الماء فيهما، وكم من الماء هناك؟

لكل هذه النقاط أهميتها وينبغي تسجيلها وستُستخدم لاحقا في إعداد المخطط العام للوحة الجدارية.

٣ – ارْسُمْ صورة ظلّية للمشهد الطبيعي تكون بمثابة خلفية للوحة

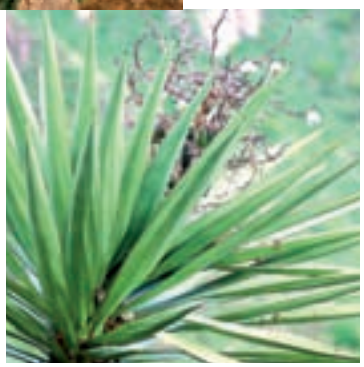
◄ يستخدم التلاميذ صفحة كبيرة من الورق ويبسطونها على الجدار.

◄ يستخدم التلاميذ المعلومات التي جمعوها أثناء ملاحظتهم للمشهد الطبيعي ويرسمون خلفية اللوحة التي سيقوم عليها تصوير منطقتي النظام الإيكولوجي المختارتين.

◄ يرسم التلاميذ خطوط التضاريس الرئيسية وخط الأفق لتكون جزءا من الخلفية يعطي الإحساس العام بوحدة النظام الإيكولوجي الممثل: ويجب ألا يكون هذا مجرد وحدة أو وحدات منفصلة بل يتعين أن يظهر بصورة كلٍ متكامل، بصورة شبكة معقدة من النظم الإيكولوجية المتداخلة المتقاطعة في إطار المشهد الطبيعي.

يضيف التلاميذ على هذه الخلفية رسومات أمامية مفصلة قريبة تمثل منطقتي النظام الإيكولوجي؛ وتبدو المنطقتان وكأنهما صورتان للنظام الإيكولوجي مكبرتان تحت عدسة تكبير.

٦٦



٦٧

٦٥

أما السبب الذي يجعلنا نختار منطقتين (واحدة طبيعية والأخرى شبه طبيعية) فيكمن في إظهار اتخاذ النظام الإيكولوجي لأشكال مختلفة في مختلف أجزاء المشهد الطبيعي.

◄ ولهذه الغاية، يبدأ المدرِّس بالخروج بالتلاميذ لاستكشاف البيئتين المختارتين.

٤ – تفحَّصْ كل منطقة بعناية

يتجول التلاميذ، كأفراد أولا ثم كمجموعة، لملاحظة المناطق البرية والزراعية بأسلوبهم هم لإثراء اكتشافاتهم. وتأتي بعد ذلك تلميحات المدرِّس وشروحاته.

◄ يضع التلاميذ كشفا بالأنواع الرئيسية التي تشكل التكافل البيولوجي في كل من المنطقتين.

◄ ويلاحظ التلاميذ أولا النباتات ويرسمونها بسرعة في دفاتر الرسم، متعرفين على الأنواع الرئيسية في كل صنف من أصنافها، ومسجلين لها.

أمثلة

يعتبر صبّار السجوار *(Carnegia gigantea)* الأكثر انتشارا بين جُنَيْبات الصبّار التي تنمو في صحراء المكسيك.

وتعتبر مختلف أنواع الأكاسيا (السنط المصفر *Acacia flava*، والسنط الهمولي *Acacia hamulosa*، والسنط المفتول *Acacia tortilis*) الأكثر انتشارا في أراضي السافانا الشجرية الجافة في منطقة الساحل بافريقيا.

◄ يشجع المدرِّس التلاميذ على الحديث إلى كبار السن في المجتمع المحلي الذين يعرفون البيئة المحلية جيدا.

ما هي النباتات المرافقة التي تتعايش مع الأنواع الرئيسية التي لاحظها التلاميذ؟

◄ وبمساعدة بعضهم بعضا، وبتوجيهات المدرِّس، يتعلم التلاميذ كيفية التعرف على الأنواع المختلفة في بيئتها الطبيعية.

أمثلة:

شجيرة الأوكوتيلة ذات الساق المورق *(Fouquiera splendens)* وشجرة اليُوكّة الدائمة الخضرة *(Yucca brevifolia)* هما أيضا جزء من البيئة التكافلية لصبار السجوار *(Carnegia gigantea)*. وتوفر بعض الجُنَيْبات الدنيا ونباتات أخرى مرافقة لها الحماية اللازمة للسجوار في مرحلة الإنبات.

◄ ويدرك كبار السن المحليون تماما الصلات والروابط بين الأنواع المختلفة؛ ويمكن لحكاياتهم الشيقة أن تعرف التلاميذ على ساكني مختلف البيئات النباتية.

أمثلة:

يحمي ساق السجوار كثيرا من الحيوانات: منها مثلا سنجاب هاريس *(Ammospermophilus)* والنقار الشمالي *(Colaptes auratus)* الذي تعيد أنواع البوم الصغيرة استخدام أعشاشه (ومنها البومة القزمة *(Micrathene whitneyi)*).

وعندما تستفيد إحدى العضويات الحية بهذه الطريقة من مأوى يقدمه كائن حي آخر دون أن تضّر به أو تزعجه فإن هذا يسمى **تعايشا**.

وتأكل الطيور من قبيل نقار الخشب *(Melanerpes uropygialis)*، ثمار السجوار التي تحتوي على كميات كبيرة من البذور وهي لا تهضم البذور بل تعيد نشرها وبذلك تساعد على انتشار السجوار وعلى حفظه كنوع متميز. وتعرف هذه العملية باسم **الانتشار بالتشتت**.

◄ ويحدث كبار السن التلاميذ عن المناطق التي تعتبر مناسبة كموائل لأنواع معينة؛ ويخرجون بهم لمشاهدة البيئات المحمية والبيئات الدقيقة الرطبة، ويقدمون لهم بعض الإشارات والتلميحات عن التوجه العام وعن مصادر المياه السطحية وأماكن تواجد **المياه الجوفية**.

◄ ويسجل التلاميذ هذه المعلومات القيمة في دفاترهم ويربطون بين موارد البيئة المحلية وشروطها من جهة والأنواع التي تؤويها هذه البيئة من جهة أخرى.

أمثلة:

يفضل صبار السجوار المنحدرات الدافئة ذات الوجهة الجنوبية: فهو لا يستطيع الحياة في الصقيع لمدة ٢٤ ساعة.

أما النباتات البصلية أو الدرنية، من قبيل زهرة السوسن الصغيرة *(Iris sisyrhynchium)* التي تعيش في مناطق البحر الأبيض المتوسط الجافة في شمال افريقيا، فتتزاحم في منخفضات صغيرة تتجمع فيها المياه وهي تخزنها في أعضاء التخزين لديها.

٦٥– نقار الخشب *(Melanerpes uropygialis)*،
منطقة ساتيفو، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٦٦– صبار الأوكوتيلة *(Fouquiera splendens)*
منطقة كواختيموك، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

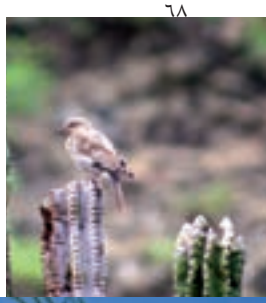
٦٧– اليُكّة، منطقة أوريك،
المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٦٨– القُمرية (اليمام البري)
منطقة ساتيفو، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٦٩– و٧١– أزهار وأوراق الأوكوتيلة،
منطقة كواختيموك، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٧٠– صبار الأوكوتيلة *(Fouquiera splendens)*
منطقة كواختيموك، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٦٨



٦٩

٧١

٥ – اجْمَعْ بين الأفكار على أساس الملاحظة الميدانية

قبل البدء بصنع اللوحة الجدارية، يعرض المدرِّس الأفكار التي تمخضت عنها الدراسة السابقة للتضاريس، بعد وضعها الآن في قالب منظم.

ألف – التفاعل بين الأنواع الحية والبيئة غير الحية

◄ يمكن للمدرِّس أن يخط على اللوح الأسود رسوما بيانية لحالات معينة يثير بها اهتمام التلاميذ؛

◄ ويشرح المدرِّس النقاط التالية:

- إن كلا من المنطقتين المختارتين يعيل نظام إيكولوجيا معينا أو شبكة دينامية تشمل مجموعة واحدة أو أكثر من العضويات الحية وبيئتها غير الحية.
- وتتأثر الأنواع المختلفة بعضها ببعض بطرق شتى وهي تعتمد على عوامل **لاإحيائية** (غير بيولوجية) من قبيل التربة والمناخ.
- هذه العوامل اللاإحيائية هي الموارد التي تقدمها البيئة: المياه والضوء والمغذيات (للتربة) والمكان، فضلا عن الشروط التي تخلقها الحرارة والرياح والأمطار وتغير المناخ.

باء – الترابط بين الأنواع والشبكات الغذائية

◄ هنا، يمكن للمدرِّس أن يرسم مخططات بيانية مختلفة، بما في ذلك مخطط سلسلة غذائية مبسطة.

وتستخدم الأسهم لتمثيل الروابط بين العضويات الحية التي تأكلها عضويات أخرى (انظر الرسم البياني في الصفحة ٢١). ومن المفهوم أن الأسهم تبين اتجاه انتقال المادة وليس اتجاه الافتراس.

مثال:

العشب ◄ الوعل ◄ الأسد

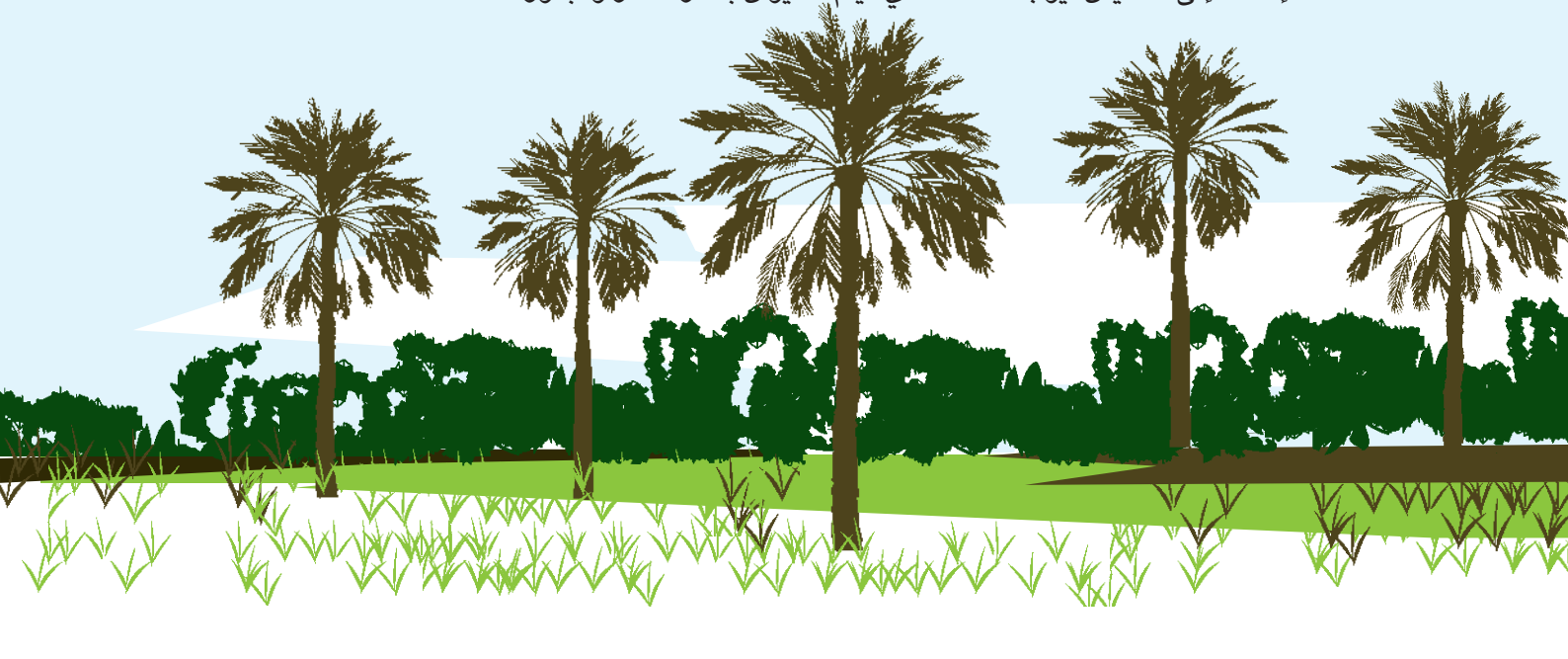
◄ ونورد هنا بعض النقاط التي قد يختار المدرِّس أن يذكرها:

- معظم الأنواع تأكل أنواعا مختلفة من الطعام بينما هي جزء من عدة سلاسل غذائية تشكل في مجموعها الشبكة الغذائية.
- وتبدأ السلاسل الغذائية المختلفة بالنباتات، فهي **منتجة**. وتستخدم النباتات طاقة أشعة الشمس لتحّول ثاني أكسيد الكربون في الجو إلى جزيئات عضوية وهي بذلك تنتج البروتينات والسكريات داخل المادة النباتية التي تستخدمها العضويات الأخرى (انظر الفصل ٢، النشاط ٣، الصفحة ٨٠).
- والأنواع الأخرى في السلاسل الغذائية هي **مستهلكة** (الإنسان والحيوانات الأخرى) التي تقتات بأكل المنتجين وغيرهم من المستهلكين.

ومما له أهميته عدم إغفال **عوامل التحلل** التي تقتات بالمادة العضوية الميتة وتكرر عناصرها المغذية.

- والتبعيات الغذائية (ألف يأكل باء) ليست الأشكال الوحيدة للتفاعل.

فإضافة إلى التعايش، يوجد التشتت، أي قيام الحيوان بنشر الثمار والبذور.



٧٢– زراعة المحاصيل بين النخيل، تونس
© برنامج ماب – اليونسكو

٧٣– ري المحاصيل من بئر باستعمال القوة الحيوانية
إيفيروان، آيير، النيجر
© ميشيل لو بير

هناك أيضا **الحمل**، وهو عملية يحمل أو ينقل فيها بعض الحيوانات (القراديات والحشرات والرخويات) حيوانات أخرى من مكان إلى آخر.

جيم – التعاقب الإيكولوجي:

يمكن للمدرِّس أن يعد مخططا بيانيا للتسلسل التاريخي لنظام إيكولوجي يسير في عملية التطور. ومن شأن مخطط بياني تفسيري من هذا النوع، إذا عُرض بأسلوب شيّق مع الأمثلة، أن يُدخل فكرة الزمن في النظام الإيكولوجي.

◄ ويشرح المدرّس النقاط التالية:

- عندما يدمر إعصار أو حريق من حرائق الغابات أحد النظم الإيكولوجية، تعمل البيئة الطبيعية على إعادة إحياء نفسها بنفسها تدريجيا. وفي عملية تعرف باسم **التعاقب الإيكولوجي**، تمرّ البيئة هذه في مراحل مختلفة إلى أن ينشأ تكافل بيولوجي مستقر.
- وعندما تكون التربة جرداء، تحمل الريح البذور وتُسقطها لتنبت: وفي ظل الشروط المناسبة تنتعش النباتات التي تدعى «طليعية» بدون منافسة من أنواع أخرى.
- وتأتي بعد ذلك نباتات أكبر لتنضم إلى النباتات الطليعية وتبدأ في الهيمنة عليها. ويقوي التنافس على الضوء تفوق أحد الأنواع على نوع آخر في سباق صاعد للحصول على «مكان تحت الشمس».
- وفي المناطق الجافة، يوجد غطاء نباتي قليل، ومع ذلك يمكن العثور على طبقات مختلفة من النباتات – النباتات الواطئة، الجنيبات المنخفضة، الشجيرات – حتى في تشكيلات نباتية من قبيل أرض العيص والسافانا.

٦ – اصْنَعْ لوحة النظام الإيكولوجي الجدارية

بعد هذه المرحلة الاستكشافية، يبدأ الفصل في صنع لوحته الجدارية، ويبدأ برسم الخطوط الأساسية بالقلم الرصاص محددا المناطق المزروعة والمناطق الطبيعية في خلفية اللوحة الجدارية.

◄ ويستخدم التلاميذ أية أدوات في متناول يدهم: أقلام التلوين وأقلام الرصاص الخفيفة وألوان الباستيل والألوان المائية وطلاء اللوحات والطلاء المسحوق.

◄ وتوزع مهام الرسم على التلاميذ ويقوم كل منهم بعد ذلك بتلوين أو طلاء الجزء الذي رسمه،

◄ ويستعمل التلاميذ الألوان كأداة أساسية لخلق اللوحة فهي تمكنهم من توضيح الأفكار التي تمخضت عنها المناقشات المبكرة مع المدرِّس.

من ذلك مثلا أن التحديد اللوني لكل من طبقات النبات يساعد على إظهار الفكرة الأعم للتعاقب الإيكولوجي والتي ذكرناها أعلاه.

مثال:

تنتظم النباتات في مناطق زراعة المحاصيل التقليدية في أمريكا الشمالية أو بساتين النخيل في البلاد العربية، في طبقات. وتخلق كل طبقة المناخ المصغر الخاص بها والذي يمكّنها من تعزيز شروط النمو في طبقة دونها. وتمكّن الألوان من التمييز بين الطبقات ومن إظهار أهميتها: فالنخيل في الطبقة العليا يظلل الأشجار المثمرة الصغيرة من قبيل الليمون والبرتقال والتين والزيتون. والأشجار المثمرة هذه بدورها تحمي النباتات المنخفضة من قبيل الطماطم والفليفلاء والجزر والقمح والشعير والفصّة (البرسيم) والحنّاء والذرة.

٧٤ ٧٥

◄ ويبرز التلاميذ الأشكال والنباتات باستخدام الألوان، بقلم التلوين أو فرشاة الطلاء الصغيرة.

◄ كما يستخدم التلاميذ الألوان لإظهار التنافس بين الأنواع ذات الاحتياجات المتشابهة وبين أنواع النبات التي تتطلب الوصول إلى الماء.

مثال:

يستعمل التلاميذ لونين متقابلين في اللوحة الجدارية يمثلان الغطاء النباتي في منطقة شبه صحراوية فيها جُنَيْبات، من قبيل آسيا الوسطى حيث تغطي الأعشاب والجُنَيْبات المنخفضة الأرض.

وفي أواخر الصيف وفي الخريف عندما تكون الأمطار قليلة، تكون الأعشاب جافة (أصفر فاتح) بينما تتألّق الجُنَيْبات المنخفضة بثمار ملونة (أحمر).

ومن المفيد هنا استخدام «نافذة» تبين كيفية انقلاب توازن القوى بين الألوان مع تغير الفصول: يصبح العشب الأخضر هو المهيمن فور عودة الأمطار في فصل الربيع.

على هذا، وبحسب الحالة، تسيطر أنواع معينة على الأنواع الأخرى.

◄ ولإظهار تناوب الهيمنة بين نوع وآخر وتغير ألوان المشهد الطبيعي، يستعمل التلاميذ «النوافذ» في اللوحة الجدارية لإظهار الحالة البديلة أو لإظهار حالة تتغير مع الزمن أو لإبراز تفاصيل إضافية أو صورة مقربة، حيث يضعون ما يريدون «تكبيره» ضمن دائرة منفصلة واضحة الحدود.

ويمكن لنافذة من هذا النوع مقترنةً بخطٍ يصلها بالصورة الرئيسية أن تبين التغير في ألوان النبات والتنافس بين الأنواع في الفصول المختلفة مما يوحي بعنصر الزمن في النظام البيئي.

◄ كما يستعمل التلاميذ التصميم (ضمن نافذة) لإبراز تفاصيل من قبيل أهمية الشكل الخارجي للأنواع في تفاعلها مع البيئة والأنواع الأخرى.

مثال:

تتعايش جيدا **النباتات السريعة الزوال**، ذات الجذور السطحية المتنوعة المعدة لامتصاص الكميات الشحيحة من مياه المطر، مع **النباتات الأرضية** أو النباتات البصلية أو الدرنية (السوسن والزنبق والبصل) التي لديها أعضاء تخزين تحت الأرض أو الأنواع ذات الجذور العميقة من قبيل الأكاسيا.

◄ وأخيرا، يضيف الفصل كله إلى اللوحة مختلف أنواع الحيوانات وكل منها ضمن الموئل الخاص به.

ويظهر جزء من غدير الماء في صورة مقطعية أو في نافذة تكبير. ويرسم التلاميذ أنواع الحيوان الرئيسية التي تعيش في المنطقة: الأسماك والبرمائيات والحشرات. من يأكل الآخر؟ وتبين اللوحة الحيوانات التي تقتات بعضويات حية أخرى وكذلك تلك التي تُؤكل. كما تُدرج مختلف الحيوانات التي تتجمع حول غدير الماء.

مثال:

تستخدم الطيور التي تحمل الماء من قبيل القطا الرفيع الذيل *(Pterocles alchata)* في افريقيا، الريش في صدرها وكأنه إسفنج يمتص الماء لتحمله إلى صغارها. ويمكن أن تُرسم هذه الطيور على اللوحة بهذا الشكل وهي تسقي صغارها.

- ويتأكد المدرِّس من أن تشكيلات المنطقتين النموذجيتين متناسبتان متناغمتان في اللوحة، مع إظهار كيفية عمل النظام الإيكولوجي في كل من أجزاء المشهد الطبيعي من خلال الأنواع المقيمة التي تعيش في كل من هذه الأجزاء.

وأخيرا يتشكل الانطباع العام حول لحوحة جدارية تسكنها الأحياء وتنبض بالحياة. ولا تتمثل الفكرة في تصوير تفاصيل بنية الحيوان أو شكله أو حركته المميزة (فتصوير الطبيعة الحية ليس سهلا) بل التذكير بوجود هذه الحيوانات وبانتمائها إلى النظام الإيكولوجي من خلال إدراجها في اللوحة.

- والهدف الذي يقصده الفصل هو إظهار الجانب الخفي من النظام البيئي من خلال إدخال مثال محدد عن كل من سكان هذا النظام وكأن الأنواع كلها أصبحت مرئية محددة.
- ويمكن إلقاء الضوء على أوجه التآزر التفاعلي المختلفة بين الحيوانات من خلال استعمال النوافذ:

فهناك نافذة تبين الترابط بين أنواع الحيوان في إطار السلسلة الغذائية، بينما توضح نافذة أخرى فكرة دورة النبات التي تشمل الإلقاح (النحل والطير) ونشر البذور (الطير) والإنبات.

ويوفر ذلك طريقة لنقل فكرة التزامن فيما بين مختلف عناصر النظام الإيكولوجي: فكرة الشبكة الدينامية أو «المعمل» الشغال المتطور باستمرار. ويضيف هذا كله طبقة جديدة من التفهم: الجانب المتعلق بالزمن في النظام الإيكولوجي وتعاقب الأحداث فيه، وهو ما يستكشفه النشاط المقبل.

٧٤– بنقراطيون *Pancratium sp.* (نباتات أرضية)
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

٧٥– أزهار الزعفران (نباتات أرضية)
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

٧٦

٧٦– نبتة لحيمة الورق *Malephora crocea*، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٧٧– أزهار من فصيلة الايزونيّات *(Carpobrotus sp.)*، معزل بوكمارك الحيوي، استراليا
© ميشيل لو بير

٧٧

٧ • مسرحيات التنوع البيولوجي القصيرة: حلقات في شبكة الحياة

المستوى: متقدم ★ ★ ★

المكان: داخل الفص

المدة: خمس حصص

مقدمة

نقصد بالتنوع البيولوجي جملة أشكال الحياة على كوكب الأرض فهو يغطي العدد الكلي للأنواع الحية (الحيوان والنبات والعضويات الدقيقة) على الأرض وكذلك الخواص الطبيعية المميزة لكل نوع من هذه الأنواع. وهذا في مجموعه يمثل شبكة الحياة التي تلعب فيها دورا أساسيا والتي نعتمد عليها في الوقت نفسه اعتمادا مطلقا.

ويشكل كل عنصر – أحد الأنواع أو خواصه الطبيعية – حلقة من حلقات سلسلة الحياة وهو متصل بالحلقات الأخرى التي تشكل الشبكة وكل عنصر من هذه العناصر يؤثر في العناصر الأخرى ويتأثر بها. وجميع العناصر مترابطة فكل منها يفعل ويتلقى فِعل العناصر الأخرى.

وسيمكّن هذا النشاط التلاميذ من تفهم وتقدير أن وجود «ثغرة» في شبكة الحياة لا يعني مجرد اختفاء أحد الأنواع أو أنه، ببساطة، لم يعد موجودا، بل كذلك أن حلقة من الحلقات قد انقطعت. ويعني هذا وجود ثغرة أو انقطاع في مجموعة التفاعلات كلها مما يجري بين مختلف عناصر التنوع البيولوجي المعني. وهو يعني أن سلوك أحد العناصر يؤثر على النظام كله؛ فمع انقطاع الحلقات تتضخم الثغرة.

فعند اختفاء أحد أنواع الطير من النظام الإيكولوجي يختفي كذلك دوره في **الإلقاح** وفي **نشر البذور** وهو الدور الذي كان يؤديه ذلك النوع خلال أنشطة حياته اليومية.

الأهداف

١ – المعرفة والفهم

بتصور عدة سيناريوهات ومشاهد قصيرة تضفي الحياة على عواقب اختفاء الأنواع، يدرك التلاميذ أثر خسارة التنوع البيولوجي على النظام الإيكولوجي.

٢ – القدرات

من خلال الإيحاء ولعب الأدوار، يستوعب التلاميذ المسائل المتعلقة بالتنوع البيولوجي ويعتمدون طرائق في التفكير والسلوك تتسم بالمسؤولية، لصالح التنوع البيولوجي.

٧٨

٧٩

٧٨– زهرة الدِفلي *(Nerium oleander)*، إهرير، الجزائر
© ميشيل لو بير

٧٩– نحلة طنانة تجمع الرحيق
© برنامج ماب – اليونسكو، ر. بيل

٨٠– أشجار النخيل البري حول جدْر بركاني
إهرير ، الجزائر
© ميشيل لو بير

المنهجية

١ – اخْتَرْ أحد الأنواع الرئيسية في النظام الإيكولوجي

◄ يعمل التلاميذ في مجموعات ويختارون أحد الأنواع التي حددوها من قبل في النظام الإيكولوجي: أحد النباتات أو الحيوانات أو إحدى الحشرات مما درسوا خواصه في الأنشطة السابقة.

◄ ويساعدهم المدرِّس على اختيار نوع يؤدي عدة وظائف في النظام الإيكولوجي (وظائف السلسلة الغذائية، **الإنبات**، نشر البذور، الإلقاح، تجديد مغذيات التربة). وتمثل هذه الأنواع عدة أشكال من أشكال الترابط مع الأنواع الأخرى: التبعيات المتبادلة التي تعطي النظام الإيكولوجي صفته تلك.

٢ – تَخيّلْ سيناريوهات ممكنة لتكور النظام الإيكولوجي في حال اختفاء النوع المحدد

◄ يناقش التلاميذ في الفصل ما الذي يحصل في النظام الإيكولوجي في حال اختفاء أحد العضويات الحية.

ويصوّر التلاميذ تتابع الأحداث ويصفونه كلٌ بدوره للمساعدة على بناء السيناريوهات. وعملية سرد القصة هي مفعمة بالحياة: فكل من التلاميذ لديه قصة يضيفها. ويبقى المدرِّس على أهبة الاستعداد للعودة إلى تتابع الأفكار في حال الخروج عنه.

مثال – سيناريو رقم ١:

ما الذي يمكن أن يحصل لأراضي جُنَيْبات الشوكيات في المكسيك في حال اختفاء شجيرة الزان الصحراوي *(Olneya tesota)* أو في حال اختفاء غيرها من الجُنَيْبات التي تتعايش مع السجوار *(Carnegia gigantea)*؟

- لا يعود هناك تساقط الأوراق من هذه الجُنَيْبات خلال موسم الجفاف، مما كان يوفر المغذيات للتربة.
- لا تعود أغصان الجُنَيْبات الكثيفة توفر الظل الذي يحمي السجوار في مرحلة الإنبات.
- لا تعود جذورها تحفظ التربة من **سيول الهويكو** وما تسببه من انجرافات وفيضانات مفاجئة.
- لا تعود الحشرات والقوارض والزواحف والطيور التي تقتات بأوراق الجُنَيْبات أو سيقانها أو بذورها، قادرة على العثور على ما تحتاجه من غذاء وبالتالي تتناقص أعدادها أو حتى تختفي بالكامل.
- ويؤثر هذا بدوره على طيور كاسرة من قبيل البومة القزمة التي تعيش على الشوكيات *(Glaucidium brasilianum cactorum)* والتي تقتات بالزواحف، أو على ابن آوى *(Canis latrans)* الذي يقتات بالقوارض.

إن أثر هذه التغيرات مدمر للنظام الإيكولوجي بأكمله. فالسجوار يتعرض للتهديد وخصوصا إذا لم تعد بذوره قادرة على الانتشار من خلال فضلات الطير من آكلات الحبوب أو من القوارت، أو من خلال انتقالها محمولة في فراء اللَبَنِيات الصغيرة.

ويعني هذا أن السجوار لن يعود قادرا على الإنبات ولا على النمو والتطور في ظل هذه الشروط. فالتوازن الطبيعي للنظام الإيكولوجي كله تعرّض للخطر.

◄ ويتخيل التلاميذ سيناريوهات مماثلة تتعلق باختفاء آكلات المخلفات العضوية: النمل والأَرَضِيات وبعض أنواع الخنافس السمراء المنتشرة نسبيا في المناطق الجافة.

٨١

٨٢

٨١– نبْكات (كُوَم) الأَرَضَة، الأقاليم الشمالية، استراليا
© ميشيل لو بير

٨٢– عش النمل، المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

٨٣– و ٨٤– منظر من أدغال المَلي،
معزل بوكمارك الحيوي،استراليا
© ميشيل لو بير

مثال – سيناريو رقم ٢:

ما الذي يمكن أن يحصل في منطقة الساحل بافريقيا في حال اختفاء خنفساء الروث أو غيرها من الجُعليات؟

- تلعب هذه العضويات دورا أساسيا في دورة تجديد المغذيات التي تحفظ خصب التربة في أراضي السافانا في منطقة الساحل بافريقيا واختفاؤها يؤدي إلى العواقب التالي:

– لا تعود الخنفساء تكرّر الكميات الكبرى من الفضلات التي تخلفها آكلات الأعشاب أو الحيوانات المنزلية، بتهشيمها وبفصل المغذيات العضوية التي تقتات بها؛

– ولا تعود تهيئ هذه المادة العضوية للتفسخ النهائي الذي تنفذّه العضويات الدقيقة وعوامل التحلل، وهو ما يؤدي في نهاية المطاف إلى «تمثّل» النظام الإيكولوجي للمغذيات المعدنية.

مثال – سيناريو رقم ٣:

ما الذي يمكن أن يحصل إذا اختفى النمل من مناطق الجُنَيْبات من قبيل أدغال المَلي الأسترالية أو منطقة غران شاكو في شمال الأرجنتين؟

- لا يعود النمل يؤدي دوره في تجديد التربة من خلال تركيز المغذيات في أماكن معينة. من ذلك مثلا ما يقوم به النمل من مضغ الأوراق وتَقيُئِها في **أحواض الفطريات** التي يقيم فيها لتشكل **مادة خليطه** مثالية لنمو الفطريات.
- وبالتالي لا يعود النمل يعزز نمو الفطريات، كما لن يكون هناك مواد خليطه تفتتها عوامل التحلل (بما في ذلك الفطريات) التي تكرر المغذيات الموجودة في المادة الميتة بإعادة العناصر المعدنية (نتروجين، فسفور، منغنيز، بوتاسيوم) إلى التربة.
- لا تعود أعشاش النمل توفر المكان المناسب لتعاقب النباتات السريع من الأعشاب إلى **النباتات العصارية اللحيمة** إلى النباتات الشجرية.

هنا أيضا يتعرض للخطر توازن النظام الإيكولوجي.

٣ – مَثِّلْ «مسرحية النظام الإيكولوجي» القصيرة بمشاهدها الثلاثة

◄ يطلب المدرِّس من التلاميذ كتابة ملخصات للسيناريوهات التي اختاروها ومن ثم تمثيل الحالات التي تصورها.

وينقسم الفصل إلى مجموعات تتبادل دوري المثلين والجمهور. وتضع كل مجموعة مشهدا على أساس ملخص السيناريو وتجهّز اللوحات التفسيرية (كتابةً أو رسما) قبل البدء.

◄ وتقوم جوقة المثلين بتمثيل الحالة باستخدام الإيماء مستعينة باللوحات التفسيرية من آن لآخر لتوضيح ما يجري.

وتبين اللوحات للمشاهدين ما الذي يمثله كلٌ من المثلين («نحن طيور من القَوارِت») أو ما الذي يجري في البيئة («ويستمر الجفاف»، مثلا، أو «مبيدات الآفات تلوّث التربة»).

وتقوم المسرحية على ثلاثة مشاهد:

المشهد ١:

◄ يبدأ المثلون بإظهار كيفية تكيّف الشكل الخارجي لنوع ما وسلوكه مع الشروط القاسية في النظام الإيكولوجي القاحل. ويمكن للتلاميذ استعمال الإيماء للتعبير عن حالات تمثل أنواعا درسوا خصائصها، ويرتجلون بإدخال ما تعلموه سابقا في المشهد الذي يمثلونه.

أمثلة:

حرباء الرمال في صحراء الناميب «تسبح» عمليا في الرمال هروبا من الحرارة.

وعندما يطول الجفاف، يمكن للجربيل المنغولي أن يوسّع نطاق الأغذية التي يقتات بها ليشمل مختلف أجزاء النبات (الأوراق والساق والبذور والجذور ولحاء الشجر).

ويستخدم النمل المواد التي تحملها الرياح لإقامة نظامه الإيكولوجي المتميز في أماكن لا وجود للنبات فيها.

المشهد ٢:

يشرح التلاميذ للجمهور بعد ذلك أن النوع الذي صوّروه مهدَّد أو هو في سبيله إلى الانقراض.

المشهد ٣:

بعد ذلك، من خلال الإيماء، تمثل جوقة المثلين الآثار التي تتعاقب بعد اختفاء النوع المعني.

وهكذا يعيد التلاميذ توضيح بعض ملاحظاتهم وتمييزاتهم:

- إذا كان هناك كثيراً من الأنواع التي تقتات بالنوع المعني (أحد القوارض مثلا)، فإن نتائج اختفائه أكبر مما لو كان هناك نوع واحد فقط يقتات به؛ ذلك أن اختفاءه سيؤدي إلى تقليل عدة أنواع بدورها أو إلى اختفائِها كلياً.

٨٥– مزارع من منطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

٨٦– زراعة حديقة لأغراض السوق على ضفة النهر
المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

٨٧– قرية في منتزه نيوكولو كوبا، السنغال
© يان أرتوس– برتران *La Terre vue du Ciel* (مشهد الأرض من السماء)، اليونسكو

- والعضويات المختصة التي لا تقتات إلا بنوع واحد من الغذاء، من قبيل اليرقات التي تعتبر **مرتبطة** بالنباتات اللحيمة أو تابعة لها، أكثر تعرضا للخطر من تلك التي تأكل أصنافا متنوعة، من قبيل الطيور القوارِت.

وحسب الحالة، يقوم التلاميذ بتصوير الفروقات السلوكية بين نوع وآخر.

◄ وأخيرا، يصور التلاميذ أثر اختفاء الأنواع على الوظائف الإيكولوجية التي لا تعود تنفّذ:

لا يمكن الاستغناء عن أي من الأنواع مهما كانت خصائصه: فالأنواع تؤدي وظائف تنشأ في سياق التفاعلات بين الأنواع (من قبيل تنظيم حجم المجموعة ونشر البذور)، وهي تقدم خدمات لا تقدر بثمن في عمل النظام الإيكولوجي.

ولا يمكن للإنسان أن يعوّض تلك الوظائف إذا اختفت الأنواع التي تؤديها. ويقوم التلاميذ بتمثيل واقعة اختفاء بعض الوظائف الإيكولوجية الحيوية. فهم يصورون، على سبيل المثال، ما يلي:

- اجتياح الآفات (من قبيل الجراد المهاجر أو الأرْق) في غياب آكلاتها (الحرباء أو الدُعسوقة (الزيز))؛
- تناقص الإلقاح الذي يقوم به النحل؛
- عدم صيانة خصب التربة، مما يقوم به النمل والأرَضة؛
- الفيضانات والرياح العاتية التي لم يعد هناك ما يقف في وجهها من شجر وجُنَيْبات عميقة الجذور وكثيفة الورق (من قبيل الزيتون البري والسرو والبلوط الأخضر في النظم الإيكولوجية في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط)

والإيحاء يأتي بمزيد من الإيحاء؛ فالرسومات أو الكلمات في اللوحات التفسيرية تبرز الرسالة التي يحملها الإيماء وتبين كيف يتفكك النظام الإيكولوجي مع اختفاء وظائف إيكولوجية أساسية.

وبالتدريج تصبح مسرحية النظام الإيكولوجي القصيرة أكثر هدوءاً وأقل حياةً: فالحياة تتلاشى إلى أن تصل إلى الصمت المطبق.

٨٩

٨٨– زراعة المحاصيل، منطقة سيدي بلعباس، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٨٩– رعاة، منطقة سيدي بلعباس، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٩٠– الرمان والتين في السوق، تطاوين، تونس
© ميشيل لو بير

٩٠

٨٨

٩١

٩٣

٩٢

٩٤

٩١– صاحب بسطة يبيع الفاكهة والخضروات، منطقة سيدي بلعباس، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٩٢– صاحب بسطة يبيع الفاكهة والخضروات، سوق غرداية، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٩٣– البطيخ الأحمر في بسطة، أوزبكستان
© ميشيل لو بير

٩٤– بهارات في سوق العويد، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٤ – جمِّعْ بين المعلومات واستخلِصْ النتائج

◄ يستغل المدرِّس الصمت الأخير وتوقعات التلاميذ لإبراز بعض جوانب المشاهد المسرحية الثلاثة التي تنتهي باختفاء التنوع البيولوجي:

لقد خسرنا إرثا طبيعيا لا مثيل له: فالمناطق الجافة شديد الأهمية بالنسبة للتنوع الإيكولوجي على نطاق واسع، فهي توفر المأوى لأنواع فريدة أثبتت قدرتها على التكيف مع بيئتها. كما أن المناطق الجافة توفر المسكن لأنواع مقاومة للجفاف بل ومكافحة له.

- وهناك علاقة سببية واضحة بين خسارة التنوع البيولوجي وزعزعة استقرار النظام الإيكولوجي، ذلك أن الأنواع الحية في المناطق الجافة أصبحت أكثر تكيفا، وليس أكثر تنوعا، وتؤدي دورا نشطا وكثيرا ما يكون على عدة مستويات في النظام الإيكولوجي.

وهنا، أكثر من أي مكان آخر، يوجد خطر الإخلال بالتوازن بين الأنواع، فاختفاؤها يزعزع النظام الإيكولوجي كله، فتجزؤ النظام الإيكولوجي ومن ثم تدهوره يقود إلى التصحر وهو أخطر التهديدات المحدقة بالتنوع البيولوجي.

- والإنسان نفسه يعتمد على صيانة التنوع البيولوجي. وفي الوثيقة المعنونة «استدامة الحياة على الأرض» التي نشرتها أمانة **اتفاقية التنوع البيولوجي**، يُفسّر الوضع على النحو التالي: «كثيرا ما يؤدي فقد التنوع البيولوجي إلى الحد من إنتاجية النظام الإيكولوجي مما يقلل من حجم سلة السلع والخدمات التي تأخذ منه على الدوام». فالتنوع البيولوجي هو الذي يعطينا الموارد (بتعايش النبات والحيوان) ذات القيمة الأساسية للمجتمعات الإنسانية التي تعيش في المناطق الزراعية والقاحلة. فهي شبكة ترابط أخرى.

علاوة على ذلك، كلما زاد تنوع الموارد المتاحة للناس كلما تحسنت فرصتهم في تحمل الصعوبات المتعلقة بالمناخ والأوجه غير الأكيدة في النظام الإيكولوجي.

٥ – قَدِّرْ أثر أنشطة الإنسان على التنوع البيولوجي

ما هو الدور الذي يؤديه الإنسان في النظام الإيكولوجي؟

◄ يبحث التلاميذ عن الأسباب الكامنة خلف واحد من أكثر التهديدات التي يواجهها التنوع البيولوجي بسبب أنشطة الإنسان.

◄ من خلال التفكير والمناقشة مع المدرِّس، يتعلم التلاميذ كيف تؤدي تدخلات الإنسان إلى فقد التنوع البيولوجي نتيجة اختفاء الأنواع واستنفاذ رأس المال الوراثي.

ويورد التلاميذ عددا من الآثار الضارة والعوامل المؤذية في المناطق القاحلة، ومنها ما يلي:

- الإفراط في استغلال التربة التي تصبح نتيجة لذلك مستنفذة منهكة (عدم التدوير الكافي للمحاصيل، الزراعة الأحادية، الإفراط في الحرث والحفر).
- تحويل مناطق الغطاء النباتي الطبيعي (من قبيل مراعي السافانا) إلى أراض زراعية ومستوطنات بشرية (استيلاء الزراعة على الموائل الطبيعية للأنواع بهدف تلبية الاحتياجات السكانية المتنامية باستمرار).
- تكثيف تربية المواشي والرعي؛ مضاعفة ضغط القطعان على النباتات (خصوصا في موسم الجفاف عندما تمثل الأشجار، وجُنَيْبات العلف ما يصل إلى ٦٠ في الماء من غذاء المواشي) وتحريك بالتربة.
- زيادة استعمال أنواع معينة من الشجر لأغراض البناء وصنع الأدوات.
- تفاقم حالة إزالة الغابات بسبب استعمال الحطب كمصدر أساسي للطاقة المنزلية.
- دمار الأنواع (من نبات وحيوان) بسبب الإفراط في استعمال مبيدات الحشرات والآفات الملوثة للتربة لأغراض الزراعة المكثفة.
- اختفاء الحياة الحيوانية البرية مما يؤدي إلى انعزال المجموعات النباتية وتجزئتها. وفي الأماكن التي يستمر وجود الحيوان فيها، تتيح الحيوانات الشكل الرئيسي لانتشار البذور.
- انخفاض التنوع الوراثي في المحاصيل المحلية التقليدية، وهي أساسا السرغوم والدُخْن **والبقول** من قبيل البازلاء والفاصولياء.

◄ ويلخص المدرِّس ما سبق: جميع هذه العوامل المرتبطة تؤدي إلى تدمير الغطاء النباتي وإلى انخفاض كبير في عدد أنواع الحيوان واستنفاذ رأس المال الوراثي.

٦ – مَثِّلْ أوجه السلوك والعمل المفيدة للتنوع البيولوجي

◄ بدلا من الاكتفاء بلوم النشاط الإنساني على انخفاض التنوع البيولوجي، يفكر التلاميذ فيما يتعين فعله لتجنب ذلك الوضع.

◄ ويجمع التلاميذ المعلومات ويضعون سيناريوهات السلوك والعمل مما يفيد النظام الإيكولوجي.

◄ وبلا شك، سيكون هناك قدر من الابتهاج عندما يلعب التلاميذ دور الكبار المسؤولين ويختارون تمثيل بعض الحالات التالية:

- مزارع يقيم نظاما للتهوية ولإراحة الأرض؛
- مزارع آخر يقوم، بمساعدة من العلماء، بتحليل منطقة طبيعية برية ويضع كشفا بالأنواع التي تعيش فيها ومن ثم يمتنع عن استغلالها زراعيا؛
- احد الرعاة يتخلص من جانب من قطيعه ويستثمر طاقته في إيجاد مصدر جديد للدخل (من قبيل الحرف اليدوية)؛
- ويعمل راعي آخر على حفظ الموارد الشحيحة في الكتلة الإحيائية التي تولدها الأمطار، ويجد بذلك أغذية بديلة لحيواناته (جلب علف من أماكن أخرى وشراء الحبوب)؛
- ويغامر أحد الأغنياء من أصحاب النخيل بتخفيف استخدام مبيدات الأعشاب والآفات وبتمكين النظام الإيكولوجي من التطور بلا قيد في جزء من أرضه المزروعة.

ما هو طعم الثمار التي تستمر زراعتها في تلك الأرض؟

- إذا كانت المنطقة قريبة من الماء، هل انخفض عدد **الأنواع الغزوية** الضارة، من قبيل الزهرة المُكحَّلَة *(Eichhornia crassipes)* ، بسبب عودة مفترساتها الطبيعية وتسلطها عليها.

وفي هذا السياق، يشرح المدرِّس أن بعض الأنواع من قبيل المُكحَّلَة يعتبرها الإنسان «ضارة» مع أن انتشارها، وهو مرتبط بوضعها وكونها من الأنواع الغريبة الغزوية، إنما يعود لكون الإنسان قد طردها إلى موائل لا يوجد فيها مفترسات طبيعية لها.

الفصل ٢

الحفاظ على الغطاء النباتي

١٠ خطوات نحو تفهم النبات والزهر

المستوى: سهل

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: حصتان

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

يبدأ التلاميذ بجولة حسّية يستكشفون فيها الحياة النباتية في المناطق المحيطة بهم؛ ثم ينتقلون إلى العمل بالألوان لدراسة النباتات كاسيات البذور أو ذات البذور المغلّفة، وبعبارة أخرى النباتات المزهرة.

٢ – المعرفة والفهم

يتوصل التلاميذ إلى فهم دور النباتات المزهرة في دورة تكاثر الأنواع، ويكتشفون أهميتها الأساسية للحفاظ على الغطاء النباتي.

المنهجية

١ – استَكْشِفْ عالم النبات باستخدام الحواس جميعها

يكلف المدرِّس التلاميذ باستكشاف عالم النبات باستخدام الحواس الخمس جميعها، ويفضل أن يكون ذلك خلال موسم المطر:

- وبحسب التشكيلات النباتية التي تتألف منها البيئة المحلية، يتجول التلاميذ في مناطق الأعشاب المرتفعة (السافانا العشبية الجافة) ويتلمسون بأصابعهم مادة الأوراق أو يفركون النباتات ويُمسِّدونها، أو يكتشفون لحاء الشجر والشجيرات، أو يقفون تحت شجرة ناظرين إلى قمتها مستوعبين كل ما يرونه.
- ويُنصِت التلاميذ للأصوات الصادرة عن النباتات التي تحركها الرياح: صرير الأغصان (في شجر السرو والصنوبر والتُبلدي) الباأوباب وحفيف الورق.
- ويلاحظ التلاميذ العشب الذي تحركه الرياح، ويقفون تحت مختلف أنواع الشجر في موسم المطر للاستماع إلى صوت المطر. ما هو الصوت الذي يطلقه المطر الغزير؟ هل يشبه صوت الطبل؟ هل يختلف الصوت باختلاف حجم الورق وبنية النباتات التي يهطل عليها؟

١ – نباتات مزهرة متنوعة بينها الآذريون، المغرب
© ميشيل لو بير

٢ – إزهرار القابضة أو الخزامى البحرية المتماوجة الورق *(Limonium sinuatum)* على رقّ أحمر، المغرب
© ميشيل لو بير

٣– إزهرار نباتات برية مختلفة، هضبة للا سطي، تلمسان، الجزائر
© أوليفييه بريستن

◄ ويشجع المدرِّس التلاميذ على استخدام حاستي السمع والذوق. فهم يستنشقون ويستطيبون ويتنفسون رائحة مختلف النباتات.

ويلاحظ التلاميذ رائحة مختلف الأزهار ويقتطعون نتفاً من الصنوبريات **والنباتات العطرية** ويسحقونها بيدهم لإطلاق رائحتها.

أمثلة:

الأوراق الحَرْشَفية في أنواع السرو من قبيل *Cupressus sempervirens* أو الأوراق الإبرية في الصنوبر الحلبي *(Pinus halepensis)* في مصر وليبيا وموريتانيا.

والبذور والأوراق والأزهار على شكل المظلة في نبات السَنُّون (أو اليَنْسون) *(Anethum graveolens)* الذي ينمو برياً في الشرق الأوسط.

◄ ويخلق التلاميذ مجموعات من الروائح، حتى تلك السريعة الزوال، بتجميع العيّنات في علب أو في زجاجات صغيرة، ثم يحاولون التعرف على العيّنات وعيونهم مغلقة.

◄ ويمكن تكرار هذا التمرين ولكن بطعم ثمار النباتات البرية وبذورها، مع اتخاذ الاحتياطات اللازمة بالطبع: فالمدرِّس يجب أن يكون قادرا على التمييز بين النباتات الصالحة للطعام والنباتات السامة.

أمثلة:

ثمار الخرنوب *(Prosopis chilensis)* الصالحة للطعام في المكسيك وشيلي.

ثمار البأوباب (التِبِلْدي) *(Adansonia digitata)* اللذيذة الطعم في أغلب الأحيان، في منطقة الساحل بافريقيا.

٢ – اصْنَعْ ألواحا ملموسة من الأشياء التي جمعها التلاميذ

◄ يرتب التلاميذ ما جمعوه من عينات الأوراق جنبا إلى جنب أو مقابل بعضها البعض أو فوق بعضها البعض.

ويتعلمون كيفية تثبيتها على الألواح بواسطة الأشواك (مما يسهل العثور عليه في المناطق الجافة) أو بواسطة نقطة من الصمغ. ويعمل التلاميذ في مجموعات ويثبتون نباتاتهم المتداخلة على قطع من الكرتون منعا لسقوطها.

٤

٤– نباتات مخلدة وشوكية في أمريكا اللاتينية وشمال افريقيا بينها *Zilla spinosa* (في الأعلى الوسط) © أوليفييه بريستن و ميشيل لو بير

◄ ويعودون الآن إلى استعمال حاسة اللمس لتحديد المواد المختلفة والأنسجة المتميزة في بنية الأوراق:

- فهناك أوراق مسطّحة وإبرية وحَرشفية وشريطية.
- ويمكن للأوراق أن تكون ناعمة أو طرية أو سميكة أو صلبة أو غليظة (لحيمة) أو شعرية أو شائكة أو لزجة.

◄ ويصنع التلاميذ ألواحا ملموسة باستخدام البذور المتنوعة، سواء المنظورة (العشبية) أو بذور الثمار (الثمار ذات النواة أو الثمار المجففة، من قبيل الفقيرة أو العُليبة أو الثمار الخردلية أو القرنية)، وذلك بلصق الثمار أو البذور على لوح الكرتون. ويساعدهم هذا كله على تحسّس تنوع المواد والأنسجة والأحجام والألوان في الأشياء التي جمعوها.

مثال:

الشكل المعتاد لثمار البقوليات هو القرن. ويمكن للقرن أن يكون وبريا أو صلبا أو طريا أو كبير الحجم أو صغيره، وذلك بحسب النوع (الفاصولياء أو الآس)؛ كما أن هناك فروقات واضحة بين الأنواع ضمن الجنس الواحد (فقرن أكاسيا الطلح يختلف تماما عن قرن أكاسيا السَنْط العربي *Acacia nilotica* أو السَنْط الأبيض *Acacia albida*) انظر الرسومات في الصفحة ٧٢).

◄ ويمكن للتلاميذ عند ترتيب المواد على اللوح أن يصنعوا الأشكال المختلفة بالبذور والثمار أو أن يرتبوها حسب درجة اللون ابتداءً من اللون الأفتح وحتى الألوان الداكنة الغامقة (وهنا تبرز الألوان واضحة جليّة).

◄ ويمكن استعمال لوحة العرض ببذورها وثمارها لتوضيح مختلف مراحل دورة تكاثر النبات: فالثمرة تأتي من الزهرة. وعندما يتم تخصيب الزهرة بغبار الطلع من السَداة تتحول **المِدَقّة** أو الوَزيم (عضو التأنيث) إلى ثمرة. والثمرة تحمل بدورها البذور.

◄ عند ذلك، يختتم المدرِّس الاستكشاف الحسي للنباتات وأجزائها، ويقترح أن يركز الفصل على الزهر أو بالأحرى على النباتات المزهرة (**كاسيات البذور** "أنجيوسبيرم") التي تجتذبنا زهورها وتملأ قلبنا بالمسّرة؛ وتشكل هذه النباتات ٨٠ ٪ من أنواع النبات، حتى في المناطق القاحلة.

◄ ويشرح المدرِّس الموضوع: النباتات المزهرة تنمو بأشكال كثيرة مختلفة: فهي الجُنَيْبات والمتسلقات وهي نباتات عشبية وأعشاب طرية وسيقان؛ وقد تغلبت على جميع البيئات على الأرض، كما أنها تكيفت لتعيش في ظل شروط الحياة الصعبة في النظم الإيكولوجية الجافة (انظر الفصل ٣، النشاط ٣، صفحة ٧٨).

وهناك فطريات وأنواع أخرى من النبات تعيش في المناطق القاحلة، فضلا عن النباتات المزهرة: الأُشنة والطُحْلُب **وعارية البذور** "الجيمنوسبيرم" (الصنوبريات والسيكاس).

٣ – ركِّز على الأزهار بالعمل على الألوان

ينبغي أن يختار المدرِّس موسم المطر لهذه المرحلة من النشاط: فدراسة الزهر تسهل في هذا الفصل.

◄ ويوجّه المدرِّس التلاميذ لاكتشاف الأزهار باختيار عينات عريضة التويج أو، في حال عدم وجودها، أزهار ملونة مفتوحة التويجيات

ويركز التلاميذ في البداية على الأزهار "البسيطة" المتوفرة محليا: تلك التي تنمو منفردة على عنق أو لديها تويج مفتَّح تماما.

◄ ويدرس الفصل تشريح الزهرة النموذجي ويبدأ بالعناصر الأربعة اللازمة للإثمار:

عنصران أساسيان – المِدَقّة أو الوَزيم (وغالبا ما يشمل عدة أُخْبية وهي أعضاء التأنيث) **والسَداة** (عضو التذكير)، وعنصران آخران – **الكأس** (الحلقة الخارجية للكأسيات وهي تحمي الزهرة عندما تكون برعماً) **والتويج** (وهو الحلقة الداخلية للتويجيات) الذي يدلّ على الإزهار وتقع المدقّة والسَداة في وسطه.

أمثلة:

تشمل الأنواع التي يمكن دراستها نباتات الخشخاش المتنوعة (من فصيلة الخشخاشيات) من قبيل الخشخاش الشوكي أو المكسيكي *(Argemone mexicana)* في شيلي والنباتات الرِجْلَيات *(Portulacaceae)* أو الخُبَيْزيات *(Malvaceae)* من قبيل القَلَنْدِرينيَّة أو الكريستاريا، وهي أيضا من النباتات المستوطنة في صحارى أمريكا اللاتينية، أو النباتات الزنبقية التي تنمو في الصحراء الكبرى من قبيل البَرْوَق المتكسر *(Asphodelus refractus)*.

وبعض الأزهار، من قبيل «زنبقة النهار» ليست من الزهر البسيط: فالزهرة هنا تنمو في جماعات على النبتة. ولكن نظراً لأن كل عرق ينتهي بعيّنة مذهلة فريدة من نوعها، فإن من السهل أن نعثر على مختلف أجزاء الزهرة وأن ندرسها.

٥ – نباتات قلندرينية في بيئتها الطبيعية، منطقة خواسكو، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٦ – زهرة القلندرينية، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٧– و٨– زهرة كريستاريا مولينيا، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٩– زهرة نولانا بَرادوكسا، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

◄ ويلاحظ الفصل بمجموعه الألوان البراقة: الأحمر أو الأصفر الفاقع في الخشخاش أو البنفسجي الغامق في القَلَنْدرينيَّة أو البنفسجي في الكريستاريا أو الأزرق الصافي في الجُلْجُل أو النولانة أو الأصفر الذهبي أو الأحمر الساطع أو الأبيض النقي في الصبّار الصحراوي أو النباتات السَوسَنية.

◄ ويشرح المدرِّس أحد الأسباب الكثيرة التي تجعل التويجات بهذه الدرجة من الألوان: فالأزهار القوية الألوان إستراتيجية يجتذب بها النبات حشرات الإلقاح وهي قليلة في الأراضي الجافة.

كما يوضح المدرِّس أن الأزهار كلها تلعب نفس الدور الرئيسي في النظام الإيكولوجي: فبإنتاجها للبذور يتمكن النوع من التكاثر.

◄ ويستخدم التلاميذ العينات التي جاؤوا بها إلى المدرسة فيدرسون بعناية كلا من النباتات ويلاحظون اللون الموحد في جميع التويجيات والبساطة النسبية لتشكيلتها (شكل التويجيات والسيقان والأوراق وحجمها). ويبدأ الطلاب في ترتيب الأزهار بحسب لونها ويفكرون في أفضل الطرق لتصوير لون كل زهرة باستخدام الألوان المائية.

ويتوزع التلاميذ على مجموعتين ويجرّبون طريقتين بديلتين:

- يستخدمون وحدة اللون لتحديد الخطوط العامة للزهرة ولونها الفعلي، راسمين خطوطهم السريعة الملونة استنادا إلى ما أجْروه من ملاحظات.
- ويخلط التلاميذ الألوان للتوصل إلى اللون الفعلي للعينة، قدر الإمكان؛ ثم يغمسون العينة في الطلاء ويستخدمونها لطباعة صورة النبتة على الورق مباشرة.

٤ – أدْرِكْ مفهوم الإزهار ووَسِّعْ نطاق تمرين الألوان ليشمل جميع الأزهار

◄ بعد دراسة النباتات ذات الأزهار البسيطة التي تنمو مفردة على عُنُق (وباستثناء المُرَكّبات التي لا تُعتبر في الواقع أزهارا بسيطة)، يعود التلاميذ الآن إلى الأزهار التي تنمو ضمن جماعات والتي تُعرف باسم "**إزهرارات**". والإزهرار هو عبارة عن ترتيب معين للأزهار المجمّعة سوية على ساق واحدة.

◄ ويبين المدرِّس للتلاميذ كيفية التمييز بين عدة أنواع من الإزهرارات:

- **فالسُنْبُلة** إزهرار تنمو فيه الأزهار على الساق مباشرة بدون عُنق.

مثال:
السُنْبُلة الذهبية العطرة في نبتة الخُرنوب *(Prosopis pubescens)* الواسعة الانتشار في المكسيك.

- **والعنقود** إزهرار ترتبط فيه كل زهرة بالساق بواسطة عُنق.

مثال:
العناقيد الحمراء في نبتة الحُمّاض الحُوَيصلي *(Rumex vesicarius)* في الصحراء الكبرى.

- **والرؤيس** إزهرار يبدو وكأنه زهرة واحدة ولكنه في الواقع عدة "زهيرات" متجمعة على قاعدة واحدة.

مثال:
جميع أصناف اللؤلؤيات أو الأقحوان (النجمية أو المركبة) في أمريكا الجنوبية أو في البلدان العربية.

أمثلة الإزهرار على شكل سنبلة

١٠– الميموزا الاسترالية، الجبال الزرقاء، استراليا
© ميشيل لو بير

أمثلة الإزهرار على شكل عنقود

١١ – الحماض الهندي أو الحماض الحويصلي *(Rumex vesicarius)*
منطقة بسكرا، الجزائر
© ميشيل لو بير

أمثلة الإزهرار على شكل رؤيس

١٢ – أنفيليا راديانا (من الأسطريات أو النجميات)
جنوبي المغرب
© ميشيل لو بير

◄ ويشرح المدرِّس ما يلي: مع أن الرؤيس يبدو وكأنه مركز تحيط به حلقة من التويجيات، فإن الأقحوان، من قبيل الآذَرْيون المصري *(Calendula aegyptiaca)*، ليس زهرة واحدة في الواقع. فالمركز يتألف من مئات الأزهار **الأنبوبية** (الزُهيرات القُرصية)، أما التويجيات الخارجية فهي عبارة عن **لُسَيِّنات** (أو زهيرات شعاعية).

وهناك مُركّبات أخرى رؤيساتها أنبوبية كليا (زُهيرات قُرصية لا غير)، ومن الأمثلة عليها البابونَج *(Matricaria pubescens)* أو القُنْطُرْيون الشيلي *(Centaurea chilensis)*.

◄ وبعد أن يستوعب التلاميذ مفهوم الإزهرار، بما في ذلك إزهرار الخَيمة كما في الشِبْث (أو اليَنْسون) *(Anethum graveolens)*، وإزهرار **السَنَمة** كما في الدِفْلي *(Nerium oleander)*، يقومون بتصنيف أصناف الإزهرار في العينات التي جمعوها بحسب الألوان ويضيفون ألوانا جديدة إلى لوحة ألوانهم الأصلية: البرتقالي من الآذَرْيون المصري والزهري من الدِفْلي والأبيض السكري من الآس *(Myrtus communis)*.

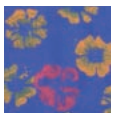
◄ ويعود التلاميذ متوزعين على مجموعات ومزودين بالطلاء ليصوروا هذه الإزهرارات بحسب ألوانها.

• وباستخدام فرشاة التلوين، يصورون بخطوط طويلة السنابل وبخطوط أقصر العناقيد.

فبالنسبة لعناقيد البَقْليات أو القَرْنيات، مثلا، وهي فصيلة شائعة تماما في المناطق الجافة، يتعلم التلاميذ كيفية طلاء تاج الإزهرار الذي يأخذ شكل الفراشة: الوضعية المنتصبة للراية (التويجية العليا من كل زهرة)، زورق الزهرة الممتد إلى الأمام (التويجيات السفلى)، التويجيتان الجانبيتان المنفتحتان كجناحي الفراشة.

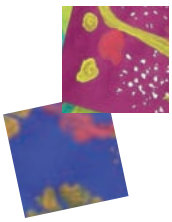
وبضربات مركزة من فرشاة التلوين، يظهر عنقود الإزهرار في مقطعي الزهر الأمامي والجانبي.

• ولأغراض الطباعة المباشرة، تغطس الإزهرارات (السنابل والعناقيد والرؤيسات) ومن ثم تُضغط على الورق لترك بعض العلامات النافرة.



◄ وبعد إجراء بعض التجارب على الورق، ينتقل التلاميذ إلى صنع لوحات تصنيف النبات الملونة بالرسومات والمطبوعات.

ويتيح أسلوب اللوحات التعمق في دراسة الألوان: فالأزهار (الإزهرارات) البسيطة والمركبة تظهر جانبا إلى جنب في اللوحة نفسها ويمكن ملاحظة تدرج اللون الواحد.



مثال:
على اللوح "البرتقالي" يمكن لفصل في المكسيك أن يلاحظ تدرج اللون من سنابل الأوكوتيلة الشائكة *(Fouquiera splendens)* إلى أزهار الصبار (من نوع *Opuntia ficus-indica* وإلى خشخاش كاليفورنيا *(Eschscholzia californica)*.

◄ وإذا رغب التلاميذ في ذلك، يمكنهم أن يرسموا أيضا الساق والورق.

ويتمكن التلاميذ في النهاية من التعرف على الزهر والنبات من لونه.

◄ ويختتم المدرِّس هذا النشاط بتذكير التلاميذ بأهمية الدور الذي تؤديه الزهريات في النظم الإيكولوجية القاحلة.

مُطبَعات النباتات
أعدّها أطفال في ورشة للرسم (انظر صفحة ٢٠٧)
© هيلين جيل

٥ – لاحِظْ أهمية النباتات المزهرة في الحفاظ على الغطاء النباتي

يبدأ المدرِّس بشرح مكانة **الإلقاح** و**التخصيب** في مجمل دورة تكاثر الأنواع.

والدور الذي تلعبه النباتات المزهرة له شقّان: إنتاج البذور والتكاثر الجنسي. إذ يلزم وجود حُبَيْبة من غبار الطَلْع وبُيَيْضة من النوع نفسه لإنتاج البذرة: مثال ذلك أنه لا يمكن لغير حُبَيْبات غبار الطلع من حَشيشة الماعز لتخصيب بُيَيْضة حشيشة الماعز. ولذا يتعين أن تنتقل حُبَيْبة غبار الطلع من السَداة إلى المِدَقّة، وهذا بالتحديد هو الإلقاح.

◄ ويطرح المدرِّس على التلاميذ أسئلة حول عوامل الإلقاح ويشرح ما يلي:

- بعض الأزهار تقوم بعملية الإلقاح ذاتيا: فغبار الطلع يتساقط من السَداة مباشرةً إلى المِدَقّة (الأزهار الخُنْثَوِيَّة).
- على أن الأكثر شيوعا هو انتقال غبار الطلع من زهرة إلى أخرى.

وقد شهد التلاميذ بالفعل كيفية استعمال الأزهار للألوان والأشكال والروائح لاجتذاب حيوانات الإلقاح. فالتويجيات الملونة تُعلن عن وجود الطعام؛ كما أن الأزهار تكون كبيرة الحجم في كثير من الأحيان بحيث توفر منصة ينزل عليها عامل الإلقاح.

وفي بعض الحالات قد يكون هناك أيضا زخارف خطية أو علامات أخرى تقود الزائر إلى غبار الطلع.

- والحشرات هي أهم عوامل الإلقاح على الإطلاق، وخصوصا النحل، فمعظم محاصيل الثمار والخضروات تعتمد عليها.
- كما تقوم الطيور وبعض اللَبَنِيات بدور عامل الإلقاح.

وبعض الطيور التي تعيش على السجوار *(Carnegia gigantea)* تلعب دوراً أساسياً في إلقاح أزهار السجوار الحمراء والبيضاء البديعة. ومن هذه الطيور العصفور الطَنّان بأنواعه ومنها الإسكندراني *Archilochus alexandri* والثعباني *Archilochus colubris*.

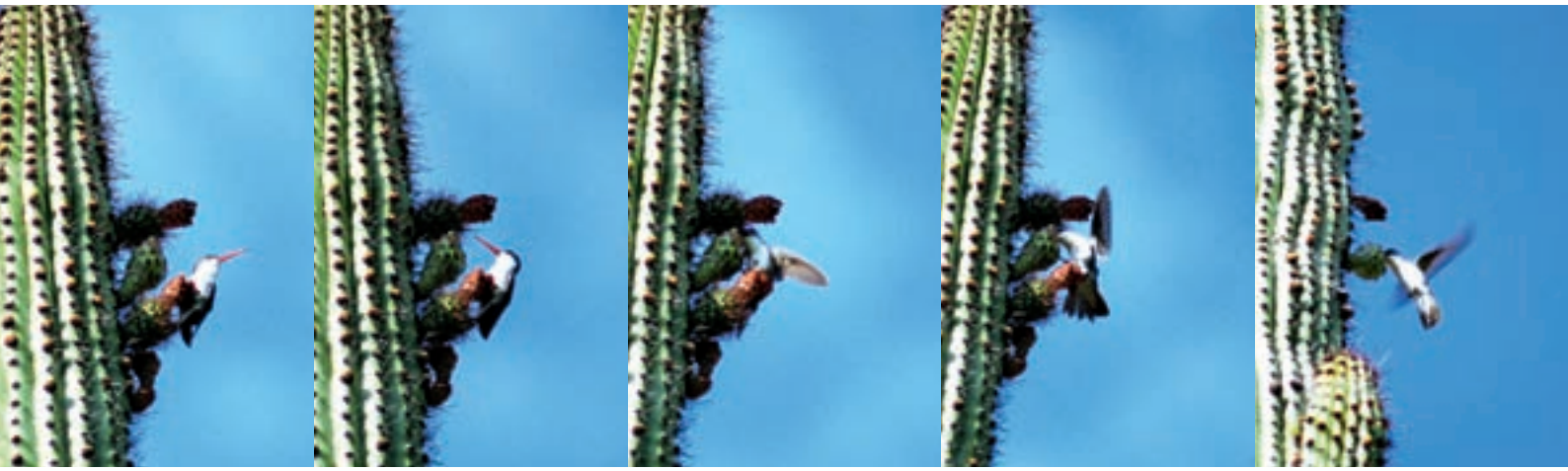
١٣ – مثال عن البقليات، صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

١٤ – البازلاء الصحراوية (من البقليات)، الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

١٥ – التُرْمُس *(Lupinus tassilicus)* (من البقليات)، تاسيلي نجار، الجزائر
© ميشيل لو بير

١٦ – الحُرْبوث *(Astragalus)* (من البقليات)، منطقة كابادوشيا، تركيا
© ميشيل لو بير

١٣ ١٤ ١٥ ١٦



١٧ – الطائر الطنان يلقح شجرة سجوار، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

وعلى الشاكلة نفسها تُلقَح أزهار شجر البأوباب *(Adansonia digitata)* بواسطة الوطواط مصّاص الرحيق *Eidolon helvum* وهو من **آكلات الرحيق**.

وللنباتات التي تُلقّح بواسطة هذه الأنواع سطوح قاسية ملساء تستطيع الحيوانات (الحشرات) أن تنزل عليها.

- وأخير، هناك الرياح التي تُعتبر عامل الإلقاح بالنسبة لبعض النباتات، ومنها العشبيات (القمح) أو البَهْشِيَّة في شمال افريقيا.

وليس لدى هذه النباتات التي تُلقّح بواسطة الرياح أزهار تجتذب الحشرات، فأزهارها أكثر خجلا وأقل ظهورا.

◄ ويتابع المدرِّس الشرح:

لا بدّ من أن يتحقق التخصيب في البُييضة بعد الإلقاح لكي تتولد البذرة.

ويبين المدرِّس أن البُييضة توجد ضمن المَبيض في النباتات المزهرة.

وعندما تسقط حُبيبة غبار الطلع في فتحة صالحة، يتشكل أنبوب يحمل غبار الطلع ويوصله إلى البُييضة في المَبيض. وتتخصب البُييضة لتصبح بذرة.

وتتمثل الحلقة التالية في السلسلة في نشر البذور، مما يضمن أن ينجح النبات في التكاثر.

◄ ويختتم المدرِّس الموضوع بشرح أهمية إنتاج الزهرة للبذور بالنسبة لتشكل الغطاء النباتي واستمراره في المناطق الجافة.

- فالنباتات البرية – أي النباتات التي تنمو في الطبيعة لوحدها بدون تدخل الإنسان – تعتمد في بقائها على التكاثر عن طريق البذور. ولهذه النباتات قيمة كبرى في النظم الايكولوجية الجافة التي يقلّ فيها الغطاء النباتي ويسهل تخريبه، فهي تساعد بنشاط على صون حياة النبات في النظام الإيكولوجي وتطوره، الأمر الذي يحفظ التوازن فيها.
- ويستمر النوع في الحياة طالما أنه يُنتج الأزهار والبذور: ويعتبر النبات **من النباتات السنوية** إذا أنبت وأزهر وأنتج بذوره ثم مات خلال سنة واحدة.

أما إذا كان يزهر وينتج بذوره سنة بعد أخرى فهو **نبات مُعمّر**.

والأزهار، أو بالأحرى البذور التي تنتجها الأزهار، تمكّن النبات من الاستمرار بعد سنوات الجفاف: فالبذور تبقى مدفونة في الأرض مستعدة للإنبات في السنة التالية أو عند عودة الأمطار.

مثال:

من **الأنواع السريعة الزوال** نبتة ليفنهوكيا *Levenhookia sp* في الصحراء الاسترالية.

ولا تكتفي النباتات الزهرة بالحفاظ على الغطاء النباتي، فهي تعمل أيضا على إطالة العمر المتوقع للنبات وعلى استمراره.

٠٢ الشكل والتصميم: تشريح بنية النبات

المستوى: سهل ★ | المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق | المدة: حصتان

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

يتعلم التلاميذ أمورا تتعلق بالبنية التشريحية للنبات وهيأته من خلال ملاحظتم للنبات بعناية (وخصوصا الشجر)، أولا من بُعد ثم عن قرب. ومع الملاحظة، يضع التلاميذ بعض الرسومات.

٢ – المعرفة والفهم

بالتعرف على النباتات من بُعد ودراسة شكلها ونموها، يتعلم التلاميذ كيف تؤثر العوامل الخارجية على هيأة الأشجار والشجيرات؛ ويلاحظ التلاميذ الدور الحيوي الذي يؤديه الغطاء النباتي في النظم الإيكولوجية الجافة، ولاسيّما الأشجار العريضة الورق

المنهجية

١ – لاحِظْ بنية النباتات وهيأتها بمراقبتها من بُعد

◄ يطلب المدرِّس من التلاميذ التركيز على الأشجار والشجيرات في البيئة المحلية.

◄ وينظر الفصل في الأمور التالية:

- ما هي البنية العامة لشجرة ما؟
- ما هو هيكلها؟
- هل يمكن رؤية الجذع والأغصان؟
- هل يقوم الجذع والأغصان بدور إطاري يشبه دور الأعمدة والمُستعرضات في البناء؟

◄ ويركز التلاميذ على الأشجار العريضة الورق وحدها ويلاحظون أن لكل شجرة هيأة خاصة بها تأخذ شكلا متميزا بحسب عدد الأغصان وحجمها والزاوية التي تشكلها مع الجذع.

وهناك شبكة من الأغصان الأصغر ترتبط بالبنية الأساسية وتنتهي بالغُصينات أو العيدان الصغيرة جدا. ويتوزع التاج الورقي في البناء كله عندما تورق الشجرة.

◄ ويصف التلاميذ هيأة الشجرة انطلاقا من جذعها وأغصانها الرئيسية، إلى أن ينتهوا بالغُصينات الصغيرة، ويرسمون رسوماتهم السريعة.هل لكل نوع هيأة خاصة به يتميز بها؟

◄ في هذا التمرين، الذي يهدف إلى تعليم التلاميذ كيفية التعرف على الشجر من بُعد، يستغل المدرِّس المعارف العملية لدى الأهالي وكبار السن في المجتمع المحلي. ويتحرى التلاميذ عن الأمور التالية:

- يتعرف المحليون على أنواع معينة من بُعد – من قبيل الأشجار والشجيرات التي تستحق المشوار الطويل للوصول إليها بهدف قطف ثمارها أو اتخاذها علفا لحيواناتهم. كيف يحدد هؤلاء نوع الشجرة؟
- في البلدان العربية وفي افريقيا، يميز الناس بين مختلف أنواع السَنْط: المفتول واللمّيع والعربي (أو القبطي) والسنغالي. انظر الرسومات، صفحة ٧٢–٧٣). كيف يتعرف الناس على الأشجار أو الشجيرات الشائكة؟ كيف يمكن التمييز بين السَنْط ولوْز الأرغان (اللوز المغربي) *(Argania spinosa)*؟

١٨ – أكاسيا تورتيليس، تاسيلي نجار الجزائر
© أوليفييه بريستن

- كيف يمكن التمييز بين التمر الهندي *(Tamarindus indica)* وجَوز الشيَّة *(Vitellaria paradoxa)* في منطقة الساحل بافريقيا؟
- كيف يمكن التمييز بين مختلف أنواع الشجيرات والجُنَيْبات في أمريكا الجنوبية: أنواع الكريوزُوت (*Larrea divaricata* و *Larrea tridentate*) ومختلف أنواع الخُرْنوب *Prosopis chilensis* و*Prosopis pubescens*)؟

◄ ويعد التلاميذ رسوماتهم واحدا إثر الآخر. ويضفي التلاميذ الحياة على هذه الرسومات التي لا تتحد خطوطها الرئيسية بطريقة عقلية وإنما بتفاعل داخلي بين قوى مختلفة.

فهي تصور طاقة الشجرة وارتفاعها وقوتها، شجرة البأوباب مثلا *(Adansonia digitata)* التي تتميز بها منطقة الساحل بافريقيا والتي تنمو بالطول والعرض.

٢ – أضِفْ بعض الأفكار الأساسية حول نمو النبات

◄ يؤكد المدرِّس على أهمية الجذور الطويلة المتخشبة التي تمكّن الأشجار والجُنَيْبات من تثبيت جذوعها في الأرض.

- يوجد لدى معظم الشجر شبكتان للنقل: واحدة لنقل الماء وتسمى **النسيج الخشبي**، والثانية لنقل أشكال الغذاء الأخرى وتسمى **اللِحاء الداخلي**.
- وتسحب الجذور الماء والأملاح المعدنية، أو تمتصها إلى الأعلى، من التربة.
- ويتحقق هذا الامتصاص الصاعد عبر الجذع بفِعل التبخر من الأوراق ويأخذ شكل عمود من الماء يصعد من أسفل الشجرة إلى أعلاها، على غرار ما تفعله المضخة.

وبدرجة كبيرة، يتحدد الشكل العام للشجرة بما لديها من "شبكة أنابيب"، مثلما يتحدد شكل الورقة بشبكة العروق فيها.

وقد أجرى الرسام السويسري بول كْلي دراسة خاصة لهذه الظاهرة في رسوماته التعليمية عام ١٩٢٦: "يعتمد الشكل الناشئ ذو البُعدين على الهرمية التسلسلية للخطوط. وعندما تنتهي قوة الدفع في الخطوط يبدأ الشكل العام في الظهور. وهذا هو حدّ الشكل المنبسط".

أكاسيا السمر (تورتيليس)

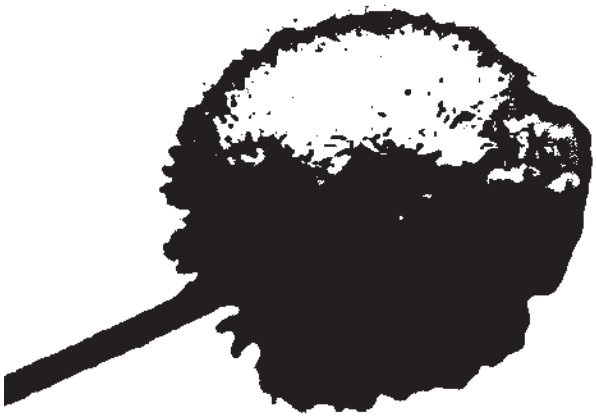
أكاسيا سيال

أكاسيا النيل

القرن

الزهرة

القرن



الزهرة

القرن

الزهرة

٣ – لاحِظْ من خلال المراقبة عن كثب كيفية عمل الهندسة في الطبيعة

◄ وينتقل التلاميذ بعد دراسة شكل الشجرة الكامل إلى أوراق الشجرة ويبحثون على العلاقة بين الشكل العام والهرمية التسلسلية للخطوط.

◄ ويركز التلاميذ على البنية الشكلية للورقة ويلاحظون شكل **نَصْل** الورقة (أو صفحتها) وشكل **الذُنَيْب** أو عنقها.

ويلاحظون كذلك العُروق التي تقسم الورق إلى خلايا مرئية لكل منها إمداداته الخاصة من النَسغ.

ويتبدى منظر الورقة الساحر عندما تدرس بواسطة عدسة يدوية، إن وجدت في المدرسة.

◄ ويتعلم التلاميذ، ويرسمون، الفارق بين نوعين رئيسيين من الورق:

- **الأوراق البسيطة** التي تجدها في ورق البلّوط أو التين *(Ficus platyphylla)* أو الزيتون *(Olea europaea)*؛
- **الأوراق المركبة** في السَنْط (الأكاسيا) *(Acacia raddiana, Acacia nilotica)* التي تتألف من عدة **وريقات**.

◄ ويتعلم التلاميذ بعد ذلك كيفية التمييز بين مختلف أشكال ترتيب الأوراق على الساق ويلاحظون النمط المنتظم الدقيق في هذا الترتيب لدى كل من الأنواع.

ويميزون، مثلا، ما يلي:

- الأوراق المتناوبة بترتيبها على جانبي الساق، واحدة على أحد الجانبين ثم الأخرى على الجانب الآخر، كما في البلّوط أو التين. كما أن هناك وريقات متناوبة كما في النخيل *(Phoenix dactylifera)*؛
- الأوراق المتعاكسة: ورقتان على الجانبين المتعاكسين لكل عقدة أو مِفْصل، كما في الآس *(Myrtus communis)*.
- ترتيب الكَوْكَبة أو الدُوّارة: ثلاث ورقات أو أكثر عند كل عقدة أو مِفصل، كما في الدِفْلي *(Nerium oleander)*.

١٩– أوراق متعاكسة بسيطة على غصن زيتون *(Olea europaea)*.

٢٠– أوراق الأكاسيا *(Acacia raddiana)* مركبة من عدة وريقات.

٢١– أوراق متناوبة بسيطة في غصن تين *(Ficus platyphylla)*.

٢٢– صف من البأوباب(*Adansonia digitata*)،
جزيرة غوري، السنغال
© ميشيل لو بير

◄ وبفضل الرسومات، يمكن للتلاميذ أن يلاحظوا أن جميع الأغصان الصغيرة في شجرة ما تشترك في شكل ترتيب الأوراق على الساق كما أن التباعد بين الأوراق فيها هو نفسه أيضاً (**انتظام الورق**).

ويلاحظ التلاميذ أن انتظام الورق يحدد أيضا توزّع الغُصينات على الأغصان وتوزع الأغصان على الجذع.

مثال:
نخيل البَلَح (*Phoenix dactylifera*) لا يعتبر شجراً بل هو نبات شجري وحيد الفلْقَة.

والترتيب التبادلي للوريقات التي تتشكل منها جملة الأوراق يتكرر في ترتيب الأوراق نفسها وهي تنمو جانبيا كسنابل على الجذع.

◄ ويقترح المدرِّس الآن قضاء بعض الوقت في المراقبة تمكن التلاميذ من إدراك فكرة التنظيم والهندسة في نمو النبات.

◄ وأخيرا، يطلب المدرِّس من الفصل التفكير في مختلف العوامل التي يمكن أن تعطل النمو الطبيعي لشجرة أو شجيرة ما:

- ما الذي يعطي الشجرة مظهرا شاذا؟
- هل تأثر نمو بعض الأجزاء بسبب نقص ما تحتاج إليه من ماء أو ضوء؟
- هل انحرف اتجاه بعض الأجزاء بسبب الشمس أو الظل أو الريح؟

٤ – فَكِّرْ في كيفية تأثير العوامل الخارجية على هيأة النبات

◄ يستذكر المدرِّس أن شكل النبات مبرمج مسبقا بتكوينه الوراثي. غير أن هناك عوامل خارجية يمكن أن "تعطل" هذا البرنامج.

ويشجع التلاميذ على التفكير في ثلاثة عوامل:

ألف – أثر الريح

يمكن أن يتغير سلبيا شكل الشجرة بسبب تعرضها لرياح عاتية، وخاصة في المناطق الجافة. فكثير من شجر الصنوبر الحلبي، على سبيل المثال، تأخذ شكل العَلَم بسبب الريح.

ويمكن للريح أن تُفَتِّح البراعم عنوةً على الجانب المعرَض من الشجرة مما يجعل معظم النمو يتم على الجانب الآخر.

باء – أثر الإنسان

- في بعض الأحيان يعمد الإنسان إلى الجمع العشوائي لورق الشجر لاستخدامه كعلف لحيواناته وللأغصان لاستعمالها كحطب للوقود أو للطبخ. ويمكن تتبع خط سير الإنسان بمجرد ملاحظة حالة الأشجار التي مرّ بها؛
- وفي بعض الأحيان، يقطع الإنسان الورق بعناية وبشكل متوازن، وهو ما قد يؤدي إلى تنشيط نمو النبات بالفعل.
- وفي أحيان أخرى، يقطع الإنسان كثيرا من الورق ويكرر ذلك بكثرة مما يؤدي بالنبات إلى الذبول والموت.

٢٣– شجرة سرو شوهتها التعرية بالرياح، تمريت
تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٢٤– شجرة لوز مغربي (أرغان)
تحت ضغط أنواع الحيوان من آكلات الأعشاب، المغرب
© برنامج ماب – اليونسكو

٢٥– شجرة معرضة للتعرية الريحية، بنن
© ميشيل لو بير

جيم – أثر آكلات الأعشاب

يستذكر المدرِّس أن النباتات قليلة جدا في المناطق الجافة مما يضطر الحيوانات آكلات الأعشاب إلى أن تقتات مباشرة على النباتات المُخْشَوشَبة.

- في موسم الجفاف، تهاجم الحيوانات أوراق النباتات **دائمة الخضرة** وتلتهم الكمية الصغيرة من الغطاء النباتي الذي توفره هذه النباتات؛
- عندما تفقد الشجرة ورقها، تتحول هذه الحيوانات إلى شوكها وعيدانها. كما تلتهم الفروع الجديدة النضرة التي يحاول النبات أن يستعيد بها أوراقه. ويسمى هذا **الإفراط في الرعي** وهو يخرب النبات.

ويتابع المدرِّس: عندما تؤدي أنشطة الإنسان وآكلات الأعشاب معاً إلى تعريض النبات إلى ضغط مفرط فإن وجود النبات نفسه هو المعرض للخطر. على أن لجميع النبات المُخْشَوشَبة وظيفة هامة تؤديها في المناطق الجافة؛ فالإنسان عندما يدمر الشجر، يسهم في تدهور المشهد الطبيعي كله: فوظائف الشجر تضيع بالكامل، بما في ذلك المنافع التي تقدمها، وخصوصا عندما تكون مورقة بالشكل السليم.

- فالأشجار توفر الظل للإنسان والحيوان لتحميهما من الشمس. ويجتمع شيوخ القرية تحت "شجرة التداول" للتشاور ولاتخاذ القرارات.
- ولتاج الشجرة الورقي أهمية كمصدّ للريح وهو يحمي بذلك المحاصيل. حتى أنه يؤدي دوره هذا بصورة أفضل إذا شُذِّب (أو شُحِّل) بصورة مناسبة.
- كما أن أوراقه المتساقطة تتحلل لتغذي التربة بمادتها العضوية.

(للمزيد من التفاصيل حول الوظائف الإيكولوجية للنبات، بما فيه الشجر، انظر الفصل ٢، النشاط ٤، صفحة ٨٥)

٢٠٣ الحياة في المناطق الجافة: كيف تتكيف النباتات مع الصحراء

المستوى: متوسط ★★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: ثلاث حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

يبحث التلاميذ موضوع النباتات الصحراوية، أي النباتات التي تكيفت مع شروط الجفاف، بربط هذه النباتات بأشياء يرونها في حياتهم اليومية، ويعدّون مجموعات من الرسوم ويقارنون بين اثنتين منها.

٢ – المعرفة والفهم

يحدد التلاميذ الخواص التشريحية والتشكيلية والفيزيولوجية والمناخية الرئيسية للنباتات التي تعيش في النظم الإيكولوجية الجافة، وطرائق تكيفها مع هذه النظم.

المنهجية

١ – راقِبْ النباتات أليفة الصحراء (المحبة للجفاف)

◄ يطلب المدرِّس من التلاميذ التركيز على بعض النباتات الكبيرة الشائعة في المناطق الجافة والمعروفة بجذوعها العريضة أو أوراقها السميكة (أنواع الصبّار، والفَرْبيون المشابه للصبّار، والأَغاف (اللوز المغربي))، أو بجذوعها أو أغصانها المدوَّرة *(Aloe dichotoma, Pachypodium lamerei)* أو بساقها البصلي أو بجذعها المتضخم (البأوباب).

◄ ويشرح المدرِّس أن هذه النباتات، مع الزمن، تكيفت مع الشروط الجافة بتجميع احتياطيات من الماء في أعضاء متخصصة فيها، وهذا هو السبب في حجمها الكبير.

٢ – أْربُطْ بين النبات والأشياء من خلال الرسم

يواصل التلاميذ دراسة **النباتات الصحراوية** بالبحث عن أوجه الربط بين الشكل التشريحي للنبات وبعض أشياء الحياة اليومية.

◄ وفي كل حالة، يقوم التلاميذ بوضع بعض الرسومات التي تقارن بين النباتات والأشياء التي تُذكِّر بها.

مثال:

شجرة البأوباب *(Adansonia digitata)* والقارورة؛

كثيرا ما تسمى شجرة البأوباب (وهناك أنواع كثيرة منها) الشجرة القارورة. فرأسها صغير بالمقارنة بجذعها الهائل، أما جذورها فشديدة العمق مما يمكنها من الوصول إلى المياه الجوفية، وهي تخزن الماء في جذعها كما تخزن القارورة محتوياتها.

أمثلة أخرى ممكنة:

شجرة السَجْوار *(Carnegia gigantea)* والشمعة أو السيجار؛

نبتة باتْشيبوديوم *(Pachypodium namaquanum)* والهراوة؛

الصبارة المتشعبة *(Browningia candelabris)* والشمعدان المتشعب؛

أجزاء ساق الصبار *(Opuntia ficus-indica)* ومضرب التنس؛

الصبار نصف الكروي من قبيل *Echinocactus grusonii* والوسادة؛

صبار البرميل الصحراوي *Ferocactus cylindraceus* والبرميل؛

ورقة اللوز المغربي *(Agave americana)* ونصل السيف.

٢٦

٢٧

٢٨

٢٦- صبار عملاق أمام منزل،
منطقة باتوبيلاس، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٢٧- و٢٨- فربيون شوكي، زمبابوي
(صورة جزئية)
© ميشيل لو بير

٢٩- فربيون شجري، زمبابوي
© ميشيل لو بير

٣٠- صبار منعزل
منطقة باتوبيلاس، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٣١- مجموعة من شجر الصبار،
تينيريف،
جزر الكناري، اسبانيا
© ميشيل لو بير

٢٩

٣١

٣٠

ويُبرز هذا التمرين سماكة أعضاء معينة من النبات وقدرتها.

◄ ويمكن التمرين المدرِّس من شرح فكرة عَبالة النبات (النباتات الكثيرة العصارات) أو فكرة تجميع الماء، وكيفية تخزين الماء في الأعضاء الاحتياطية من قبيل الأوراق والساق والجذع أو حتى الجذر والدرنة، بحسب النبات.

فالعَبالة (أو كثرة العصارات) ليست إلا أحد أشكال التكيف الفيزيولوجي التي طورتها النباتات لكي تتحمل نقص الماء في النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة؛ وهناك بالطبع أشكال أخرى.

٣ – ضَعْ النباتات الصحراوية في سياق الغطاء الصحراوي

تتمتع النباتات بقدرة مذهلة على مكافحة فقدان الماء والنَتْح (خروج الماء).

ويشرح المدرِّس مزايا بعض أشكال التكيف.

◄ يبدأ المدرِّس بتذكير التلاميذ ببعض الخصائص العامة للنباتات ودورها الأساسي في مناطق الأراضي الجافة:

- فبدون النباتات، لا يمكن عملياً للحياة أن توجد على الأرض؛
- فكل ما نتنفسه من أوكسجين إنما انبعث في الهواء عن النباتات؛
- والنباتات مثلنا تتنفس وتتعرق (تَنْتَح).
- ويؤدي **النَتْح** إلى تبريد الجو عدة درجات. ولهذا فإن من الأهمية بمكان المحافظة على الغطاء النباتي في النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة، حيث أن النبات ينظم درجة الجفاف والحرارة في الجو المحلي حوله (المناخات المصغرة)؛
- معظم النباتات متجذِّرة في التربة وتلتقط طاقة الشمس لصنع غذائها بنفسها وذلك بامتصاص الماء عبر جذورها وثاني أكسيد الكربون من الهواء؛
- وتصنع النباتات في أوراقها وساقها أنواعا بسيطة من السكر من الماء وثاني أكسيد الكربون باستخدام الطاقة المنبعثة عن الشمس (الفوتون) بمساعدة الصبغة الخضراء المسماة **كلوروفيل** أو **يُخْضور**. ويسمى هذا التفاعل الكيميائي **التمثيل الضوئي**.

وخلال عملية التمثيل الضوئي، تطلق النباتات الأوكسجين كناتج جانبي.

- ومع استيعاب السكّريات التي يصنعها النبات لاستهلاكه الخاص، ينتج الخضروات التي تأكلها العضويات الحية الأخرى (آكلات الأعشاب).
- وحتى في الأماكن التي يندر فيها الغطاء النباتي، مثل النظم الإيكولوجية الجافة، تعتمد الحياة على هذا الغطاء النباتي عموما، حيث أن هذا الغطاء يوجد في قاعدة السلسلة الغذائية. (للإطلاع على تفاصيل الوظائف الإيكولوجية التي يؤديها الشجر وغيره من النبات، وعلى النظام الإيكولوجي التي تشكله كل شجرة بنفسها، انظر الفصل ٢، النشاط ٤، الصفحة ٨٥).

◄ وبعد عرض مفهومي التمثيل الضوئي والنَتْح، يشرح المدرِّس كيفية تكيف النباتات الصحراوية بحيث تحدّ من فقدان الماء عن طريق النَتْح، وبحيث تتفادى التجفف.

فالنتح يبدأ بفعل جفاف الهواء: والماء يُسحب من التربة بواسطة الجذور ويصبّ عبر الجذع في الأوراق حيث يتبخر من خلال مسامات النَتْح أو **الثُغَيْرات** (فتحات خروج الماء).

كما تمكّن الثُغَيْرات ثاني أكسيد الكربون من دخول النبات، الأمر الضروري لعمل اليُخْضور.

وللحدّ من فقدان الماء في عملية النَتْح، ولتخفيض معدل التمثيل الضوئي (الذي يحتاج هو أيضا إلى قدر كبير من الماء)، تكيفت النباتات بطرق شتى.

٤ – ادْرُسْ طرق التكيف التشريحية والفيزيولوجية الرئيسية لدى النباتات الصحراوية

◄ يشرح المدرِّس النقاط التالية:

- تخفيض مساحة الورقة: كثيرا ما يكون الورق في النباتات الصحراوية صغيرا وسميكا وغليظ القشر مما يؤدي صغر المساحة السطحية الصالحة للتبخر.

أمثلة:

ورق شجيرة الأرغان *(Argania spinosa)* أو العنّاب *(Simmondsia chinensis)*.

وهناك نباتات لا أوراق لها إطلاقا.

٣٢– صبار الحرشف العملاق وأعشاب البامبا *(Cortaderia selloana)*،
منطقة سان بيدرو دي أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

- ويمكن للساق أن يقوم بمهمة الأوراق فيقوم بإنتاج الغذاء عن طريق التمثيل الضوئي.

وهذا هو ما يحدث في الصباريات.

- والثُغَيْرات الغائرة تساعد على الحد من النَتْح.
- وسطوح الورق سميكة وصلبة؛ ولعل التلاميذ قد لاحظوا فعلا صلابة **قُشَيْرَات** الورق. ويمكنهم ملاحظة الطبقة الشمعية على جذع الصبّار وهي أيضا تساعد على الحدّ من النتح.
- وهناك صفة أخرى متميزة في تشريح النبات الصحراوي تتمثل في كون الأوراق قد أصبحت في حالات كثيرة شوكية – وهذا أيضا للحدّ من فقدان الماء. فشوك الصبار في الواقع هو أوراق معدلة تقلصت لتصبح على شكل الإبر كحل وسط بين الحاجة إلى تخفيض النتح من الورق والحاجة إلى وجود سطح، ولو كان محدودا، لأغراض التمثيل الضوئي. وأنواع الصبّار الأمريكية ليست وحدها التي أصبح ورقها شوكا. ففي افريقيا، نجحت أنواع الفَرْبيون في تطوير استراتيجيات مماثلة لتحمل البيئة الجافة. ويعرف هذا بالتطور التقاربي للأنواع المختلفة (انظر الفصل ١، النشاط ٥، صفحة ٤١)

◄ ويشرح المدرِّس ما يلي:
النباتات الشوكية بصورة عامة هي الأكثر شيوعا بين نباتات النظم الإيكولوجية للمناطق الجافة. ولكثير من النباتات المُخْشَوْشَبة أشواكها إلى جانب الورق الصغير، مما يساعدها على مكافحة البيئة الجافة وإبعاد آكلات الأعشاب (مع أن هذا لا يمنع هذه الحيوانات من المرور عليها).

أمثلة:
يمكن للمدرِّس أن يذكر الأشواك الحادة للبَلَح الصحراوي التي يصل طولها إلى ٧ سم، والأشواك القوية للأرغان (اللوز المغربي) *(Argania spinosa)* ولكثير من السَنط (الأكاسيا) *(Acacia nilotica، Acacia raddiana)* ولشجرة البلسم أو الصمغ المرّ *(Commiphora myrrha)*.

٥ – ارْجَعْ إلى الرسم ومسألة الربط بين الأشياء والنباتات الشوكية

◄ استنادا إلى الأمثلة المذكورة، وحسب المنطقة، يركّز المدرِّس على تنوع الأشواك: فهي طويلة أو قصيرة، رفيعة أو ثخينة كما في السَجْوار، ملتوية أو خطّافية أو مسنّنة أو وبرية.
◄ ويطلب المدرِّس من الفصل أن يعدّ مجموعة جديدة من الرسوم تمثل هذه المرة النباتات الشوكية. ويبدأ التلاميذ رسوماتهم بمراقبة الأشواك مباشرة في تواجدها الفعلي.
◄ ويرسم التلاميذ صورا مقرّبة لأجزاء من النباتات وثمارها الشوكية مع التركيز على تفاصيل الأشواك التي تختلف بحسب النبات. وتتفق أنواع الأشواك مع تنوع أشكال هذه النباتات.

٣٣– صورة جزئية لصبار الحرشف العملاق، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٣٤– صورة جزئية لشجرة صبار منطقة باتوبيلاس، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٣٥– صورة جزئية لفربيون شوكي، زمبابوي *(Euphorbia echinus)*، المغرب
© ميشيل لو بير

◄ ويستعرض التلاميذ ما في ثقافتهم من أسماء شعبية كثيرة تُعطى للنباتات الشوكية المختلفة: "طرّاحة الدبابيس" أو "القنفذ" أو "الشَيْهَم" أو "خطّاف السمك".

وهنا أيضا نجد بوضوح فكرة الربط مع الأشياء أو الحيوانات.

◄ ويعود التلاميذ ثانيةً إلى صنع مجموعات من الرسوم والمقارنة بينها؛ وكلما كان الرسم أكثر إضحاكا أو إثارة كان أفضل .

◄ وتكميلا للرسوم، يبحث التلاميذ عن تعابير أو أقوال شائعة (في بلدهم أو منطقتهم أو مجتمعهم المحلي) تذكر أشواك الأشجار أو الشجيرات أو (في أمريكا) أنواع الصبّار، والتي تشير بصورة مباشرة إلى مظهرها المادي أو إلى إيحاءاتها والتعبيرات المجازية التي تنشأ عنها.

٦ – لاحَظْ أشكال التكيف الأخرى التشكيلية والفيزيولوجية والمناخية الأخرى لدى النباتات الصحراوية

◄ يُبرز المدرِّس التطور التشكيلي الخاص بالجذور المصممة بالدرجة الأولى لجمع الماء.

فالنبات تحقق الحد الأقصى من الامتصاص إما بنشر جذورها أفقيا تحت سطح التربة مباشرة؛ مثل الجُنَيْبات (ومنها على سبيل المثال *Zilla spinosa* في شبه جزيرة العرب التي يظهر جزء من جذورها على سطح الأرض أحيانا) أو بتطوير جذور وتَدية تنمو عموديا في عمق الأرض لتصل إلى المياه الجوفية، من قبل أكاسيا الوادي أو السَنْط العربي *(Acacia raddiana)* الذي يمكن لجذوره أن تمتد إلى عمق ٣٥ مترا بحثا عن الماء.

◄ ويوضح المدرِّس مجموعة أخرى من أشكال التكيف الفيزيولوجي: أسلوب تحكم النبتة بأكملها بالتدفق الداخلي لمائها ومغذياتها.

وعندما لا يتوفر ما يكفي من الماء تُغلق الثُغَيْرات لمنع النَتْح كما تُغلق الثُغَيْرات إذا كان النبات يعاني من شدة الحرارة أو من الشمس، كما أن معدل التمثيل الضوئي يمكن أن يهبط وقت الظهيرة لإبطاء نمو النبات.

مثال:

نبات الآس *(Myrtus communis)* الذي يوجد في مختلف أنحاء حوض البحر البيض المتوسط ويصل حتى إلى موريتانيا.

وأخيرا، يذكر المدرِّس طرق التكيف الأخرى المتعلقة بالمناخ والتي تتّبعها النباتات الصحراوية لضمان تزامن فترة نشاطها الاخضراري مع شروط المناخ الملائمة.

٣٦– عصفور دوري صحراوي(Passer simplex) على شجرة بلح صحراوي، النيجر
© ميشيل لو بير

٣٧– ازهرار شجرة مروا كراسيفوليا
تاسيلي نجار، الجزائر
© ميشيل لو بير

٣٨– أشواك الخرنوب *(Prosopis tamarugo)*،
صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

◄ ويعطي المدرِّس بعض الأمثلة المختلفة:

• بعض الأشجار أو الجُنَيْبات تتجنب فقدان الماء المفرط بالتخلص من ورقها ببداية موسم الجفاف، ومنها الصَبْر الشجري في السهول الساحلية من صحراء الناميب، أو السَنْط العَسَلي *Acacia mellifera* وهو من أنواع الأكاسيا.

• وتعمد بعض النباتات، من قبيل المَكْنسة المتوسطية *Calycotome villosus* إلى المناوبة بين الورق في فصل الشتاء والشوك في فصل الصيف. وهناك نباتات أخرى تلجأ إلى هذا التناوب بين الورق والشوك بحسب الشروط المناخية، ومنها بعض النباتات الشوكية في منطقة الساحل بافريقيا، بما في ذلك العنّاب المداري أو تفاح الساحل *(Ziziphus mauritania)*.

• والسنط الأبيض *(Faidherbia albida)* شجرة لها قيمة خاصة بسبب دورتها المعكوسة: فهي تحتفظ بورقها أثناء موسم الجفاف وتتخلص منه عند قدوم المطر وهي بذلك توفر المواد المغذية الغنية أثناء موسم الجفاف.

◄ وينبّه المدرِّس التلاميذ إلى الطريقة التي تتبعها بعض النباتات لإبطاء عملياتها الحياتية أو حتى لكي تغرق في سبات عميق هربا من شروط الجفاف:

• **والنباتات الأرضية** من قبيل الزنبق أو البصل البري (في اللغات الأوروبية *Geophytes* وهي تبدأ بالسابقة ‘gê’ التي تعني باليونانية «الأرض»)، يمكن أن تعيش سنوات طويلة بدون مطر مدفونة تحت الأرض حيث تتغذى بما فيها من ماء تخزنه في أعضاء التخزين لديها (البصلة أو الدرنة أو **الجذمور**).

• وهناك نباتات أخرى تعيش بين فترة مطر وأخرى على شكل بذور: فالنباتات السريعة الزوال (أو نباتات موسم المطر) تنبت سريعا بعد المطر وتُحدث إزهارها الأول خلال بضعة أيام محولة منطقة صحراوية جرداء إلى مرج مزهر. ومن الأمثلة عليها الزهرة الصفراء الصغيرة *Koelpinia linearis* في الجزائر.

٧ – أنْتِجْ مجموعة نهائية من الرسومات المقارنة التي تمثل فكرة الدورة

◄ لتبيان التنوع الكبير في طرق تكيف النبات مع الشروط الجافة، يطلب المدرِّس من التلاميذ أن ينتجوا مجموعة جديدة من الرسومات التي تبين عمليات التكيف لدى النباتات الصحراوية طوال دورتها: دورة التغيرات السنوية أو الفصلية أو دورة التكاثر الخاصة بها.

◄ وينتج التلاميذ رسوماتهم في عدد من الحصص التي تتزامن مع تقلب الطقس أو مع نهاية موسم المطر أو موسم الجفاف.

◄ وتقوم فكرة هذه الرسومات على مبدأ "قبل وبعد".

فالرسومات تشرح عمليات التكيف مع شروط الجفاف واستراتيجيات حفظ الماء. وهي تبين كيفية تدبّر النبات موضوع نموه على الرغم من الشروط الصعبة.

أمثلة:

المثال رقم ١:

شجرة بعد المطر / شجرة خلال فترة الجفاف

شجرة مورقة / شجرة بدون ورق

تكوين الأجزاء المورقة / رسم خطوط بسيطة في الأجزاء الأخرى

المثال رقم ٢:

جُنَيْبة خلال موسم المطر / جُنَيْبة خلال موسم الجفاف

جُنَيْبة مغطاة بالورق / جُنَيْبة مغطاة بالشوك

طبقات من الألوان / رسم خطوط تُظهر الشوك

المثال رقم ٣:

النبات شوكي بعد هطول المطر / النبات شوكي في موسم الجفاف

النبات الشوكي منتفخ مشبع بالماء / النبات الشوكي في حالة جفاف

النبات الشوكي مترهل في أحد جانبيه (صبّار البرميل)، مع انتفاخ الساق واختفاء الثَنْيات فيه / ساق كثير الثَنْيات كالأكرديون (السَجوار)

المثال رقم ٤:

ساق أجرد نسبياً لنبته شوكية جديدة / ساق مليء بالشوك في نبته شوكية ناضجة

سطح ملس ملوّن / السطح مغطى بالتفاصيل ، الرسم بالخطوط

المثال رقم ٥:

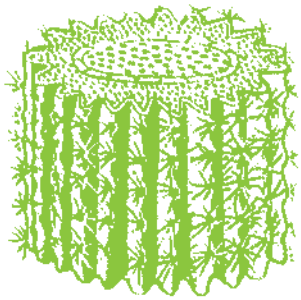
نباتات سريعة الزوال في موسم الجفاف / نباتات سريعة الزوال بعد المطر

حالة انعدام الغطاء النباتي / حالة وجود الغطاء النباتي

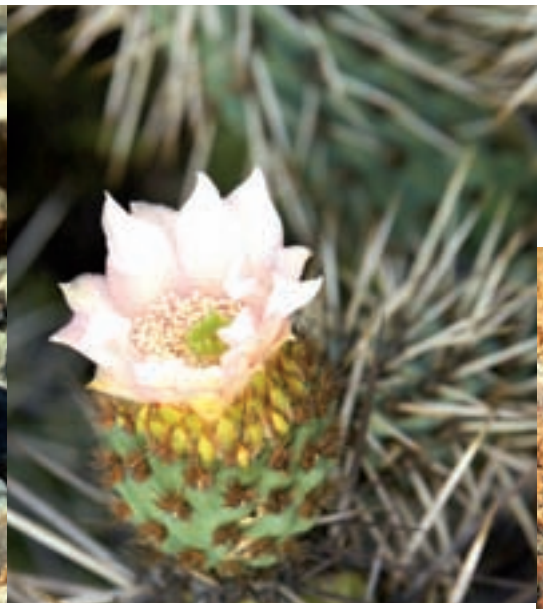
تضاريس معدنية قاحلة / تضاريس مغطاة بالنباتات

ألوان باهتة / ألوان مشرقة

ساق الصبار قبل المطر وبعده



٤١



٤٠

٣٩

٣٩– صبار، منطقة باتوبيلاس، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٤٠ – زهرة نبتة *Miqueliopuntia miquelii*، منطقة خواسكو، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٤١ – عمود الصبار، منتزه بان دي أزوكار، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٤٠ الشجرة كنظام إيكولوجي

المستوى: متوسط ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: خمس حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

من خلال رسم لوحة جدارية عمودية بالحجم الطبيعي تقريباً لشجرة، يكتشف التلاميذ جميع الوظائف البيئية للشجرة في إطار النظام الإيكولوجي ويتعرفون على العضويات الحيوانية والنباتية التي تستخدم الشجرة موئلاً لها (للمأوى والطعام)

٢ – المعرفة والفهم

بدراسة تفاصيل الشجرة، يلاحظ الطلاب أوجه التآزر بين العضويات الحية وبيئتهم (أو موئلهم) كما يفهمون بصورة أفضل أهمية النباتات المُخْشَوشبة: ففي النظم البيئية للمناطق الجافة تقيم الشجرة نظاماً إيكولوجياً حقيقياً خاصاً بها.

المنهجية

١ – ارْسُمْ الشكل العام للشجرة

◄ والقصد هنا هو أن يضع التلاميذ لوحة كبرى تغطي جداراً بأكمله وتصور الشجرة من جذورها إلى رأسها. وبعد تمرين أولي للملاحظة، يجري العمل على إنتاج اللوحة التفصيلية على مراحل، مع إظهار طبقات الموئل واحدة فوق الأخرى من الأسفل إلى الذروة؛ وتبين اللوحة الدور الإيكولوجي النشط الذي يؤديه كل جزء من الشجرة، كما تبين العضويات التي تعيش عليها والتي تستخدمها للوفاء باحتياجاتها هي في مختلف مراحل دورة تكاثر النبات.

◄ ويبدأ التلاميذ برسم مخطط الشجرة و هدفهم وضع مخطط يتسم بالعمومية والبساطة.

في هذا النشاط، يتعين أن تبقى الشجرة غُفْلاً دون تحديد نوعها وهذا ما يختلف عن الفصل ٢ المعنون "النبات كشعار يَتَيَمَّنون به" (انظر الفصل ٢ صفحة ١٠٦) حيث يتمثل الهدف في نوعاً معيناً من النبات وتحويله إلى طوطم أو شعار يجلب البِركة احتفاءً بكل ما يقدمه ذلك النبات للبشر في حياتهم اليومية.

فالشجرة غير محددة النوع هنا تمكن التلاميذ أن يتفهموا أن الشجر، على أنواعه، له أهمية أساسية بالنسبة للنظام الإيكولوجي، والدور الإيكولوجي الكبير الذي تؤديه الأشجار ومكانتها البارزة في الشبكة الغذائية وأنها توفر المأوى للأنواع المختلفة وتمكنها من التناسل الجنسي.

◄ ويشير المدرِّس على التلاميذ أن يخصصوا ٦٠ سم في أسفل الجدار للجذور الباطنية وللتربة. ويُرسم هذا الجزء الواقع تحت الأرض بمقياس أصغر، على أن المسافات الحقيقية يمكن أن تُذكر (عمق المياه الجوفية والتربة العليا والجذور، إلى ما هنالك).

ويمكّن المخطط العام للشجرة التلاميذ من الربط بين الأجزاء المكونة مع الحفاظ على تناسب الحجم بينها.

٢ – أضِفْ جذور الشجرة والتربة المحيطة بها

◄ يطلب المدرِّس من التلاميذ أن ينظروا بعناية إلى جذور النباتات المخشوشبة في البيئة المحلية ويعثر التلاميذ على نباتات جذورها مكشوفة، من قبيل النباتات المُقْتلعة والأشجار الميتة، ويخضعونها للملاحظة. وينتبهون إلى وجود أشكال بين العقد والجذور الملتفة تذكرهم بحيوانات أو بأشياء مألوفة.

◄ ويمكن أن يبحث التلاميذ عن جذور تشبه أشياءً معينة وبوسعهم متابعة تشكيلها لاستخراج الصور غير المرئية تماماً فيها؛ ويستخدمون الأدوات لقطع أجزاء من الجذور و تفريعها ونحتها، وأخيراً يقومون بتنعيم تماثيلهم بورق الصنفرة

ويترك التلاميذ العنان لخيالهم ويخترعون القصص على أساس الصور التي تخيّلوها في الجذور! فكثير من الثقافات فيها حكايات عن الجن والأقزام والأرواح التي تعيش في الأشجار الميتة.

◄ ويتابع التلاميذ هذه الفكرة فيبحثون في المعاني المحلية أو الإقليمية التي ترتبط بالجذور، وفي طرق استخدامها لأغراض منزلية أو طبية أو رمزية أو دينية.

أمثلة:

في افريقيا المدارية، تعتبر أغصان البأوباب *(Adansonia digitata)* مشابهة للجذور مما يوحي بفكرة أن الشجرة هذه تستمد قوتها من السماء.

في مناطق من حوض البحر الأبيض المتوسط، وخصوصاً في شمال افريقيا، لايزال الجذر المتفرع لنبتة اللُّفّاح (اليَبْروح)، والذي يبدو كدُمية، يستعمل في صنع الرقي والطلاسم وفي إعداد مختلف الأشربة السحرية.

وهكذا فإن هناك بعض التقبل لفكرة أن الشجر إنما يستمد قوته من جذوره المدفونة في غياهب الأرض تحت جنح الظلام.

◄ ويواصل المدرِّس شرحه:

بدون الجذور، ما كان للنبات على الأرض إلا أن يكتفي بشكل الطحالب والفطريات.

ولا يمكن للنباتات ذات الجذور أن تعيش أبداً بدون الجذور التي تقيها وتمكنها من امتصاص الماء من التربة.

◄ ويدرك التلاميذ أن أحد الموارد المادية والبيولوجية التي يحتاج إليها النبات والجذور للتمكن من البقاء هو صلابة الأرض التي توفر المسك الثابت لبقاء الشجر منتصباً ولمقاومة التعرية الريحية والسيول.

ويصف المدرِّس كيف تؤدي الأشجار والجذور بدورها وظيفة إيكولوجية مقابلة: فالجذور تحفظ استقرار الأرض وتحدد بتفرعاتها الممتدة توزع التربة. ويسمح هذا للمطر بالتغلغل في الأرض مما يحدّ من الإفراغ ويخفف من التعرية.

◄ بعد ذلك يتحدث المدرِّس عن الماء الذي يحتاج إليه الشجر لصنع غذائه، شارحا ما تقوم به الأشجار لتحقيق أقصى قدر من امتصاص الماء من خلال إنزال جذورها إلى أعماق الأرض إلى أن تصل إلى حوض الماء.

◄ ويستخدم التلاميذ هذه المعلومات، فيعملون، بحسب المناطق التي يعيشون فيها، على التوسع في تفاصيل شبكة الجذور من خلال تصويرها في اللوحة الجدارية.

أمثلة:

في مناطق الصحراء الكبرى بافريقيا، يمكنهم أن يرسموا الجذور الوتدية للسَنْط الشائع من قبيل *Acacia tortilis* أو *Acacia raddiana*، وهي جذور تمتد بصورة شبه مستقيمة عموديا لتصل إلى أعماق مدهشة (تصل إلى ٣٥ مترا)، ولها جذيرات صغيرة متصلة بالجذر الرئيسي.

وفي مناطق الساحل بافريقيا، يمكنهم أن يرسموا شجرة أم القرن (الشيّة) *(Vitellaria paradoxa)* التي يصل ارتفاعها في المتوسط إلى ١٠ أو ١٥ مترا ولها شبكة جذور معقدة تماما شديدة الفعالية في مقاومة التعرية.

وفي المناطق الجافة من أمريكا اللاتينية أو جنوب آسيا، يمكنهم أن يرسموا شبكات الجذور **المُتَعَنْقِدَة** الواسعة الامتداد لشجرة الخرنوب الشيلي أو الغَرّوبو *(Prosopis chilensis)* والتي تصل جذورها إلى عمق ١٥ مترا.

وفي جميع الحالات، تظهر شبكات الجذور بشكل مختصر في الجزء السفلي من اللوحة. ويمكن شرحها بمزيد من التفاصيل في "نوافذ" جانبية صغيرة. ويظهر حوض الماء في الجزء الأدنى من اللوحة، وهو الجزء الذي يشكل إطارها الأسفل. كما تُذكر أرقام الأعماق الحقيقية.

٤٢

٤٢– شجرة البأوباب *(Adansonia digitata)* في موسم الجفاف، وسط غينيا
© ميشيل لو بير

٤٣– الجذور الداعمة لشجرة الكابوك *(Ceiba pentandra)*، بارو، غينيا
© ميشيل لو بير

٤٤– جذور شجرية مكشوفة بسبب التعرية النهريو، ضفاف نهر ميكرو، النيجر
© ميشيل لو بير

٤٥– جذور شجرة التين، المنطقة *W*، النيجر
© ميشيل لو بير

٤٣

٤٤

٤٥

◄ ويصور التلاميذ الترشح التدريجي لمياه الإفراغ من الجذع إلى الجذور الجانبية، باستخدام مجموعة من الأسهم المستقيمة النازلة.

وعلى الأرض حول الجذع، يبين التلاميذ السطح وغطاءه الغني بالنباتات التي تستفيد وتقتات من رطوبة التربة في تلك الأماكن. ويضيف التلاميذ الكثير من النباتات اللحيمة والأعشاب.

وفي النظم الإيكولوجية الجافة، يسهم السحب النشط للمياه الجوفية في التطور العام للنظام الإيكولوجي. والأنواع التي تقوم بذلك مفيدة بشكل خاص.

أمثلة:
يمكن لشجرة السنط أن تسحب من أعماق الأرض ٢٥٠ ليتراً من الماء كل ليلة، مما يفيد جميع النباتات في النظام الإيكولوجي.

◄ ويمكن للتلاميذ أن يصوروا هذه الظاهرة المعروفة باسم "الرفع الهيدروليكي".

فخلال الليل، وعندما تكون الثغيرات مغلقة، تواصل الأشجار امتصاص المياه الجوفية؛ ولا يتعرض الماء للضياع من خلال التبخر بل يعاد توزّعه في التربة مما تنفّذه الجُذَيْرات القريبة من السطح.

◄ ويشرح المدرِّس ما يلي:

توجد الجُذَيْرات في أواخر الجذور الجانبية، وهي تمتص المغذيات المعدنية التي تحتاج إليها الشجرة في صنع خلاياها، وهي النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم وغيرها.

وتمتص شعيرات الامتصاص الدقيقة المحيطة بالجُذَيْرات في التربة الماء والمواد المعدنية والأملاح ثم يُصار إلى نقلها عبر النسيج الخشبي إلى الجذور الرئيسية ومن ثم تصعد نحو الجذع.

◄ ويشرح المدرِّس دورة المغذيات باستخدام الأمثلة قبل أن يطلب من الفصل إدراجها في اللوحة الجدارية.

ويستعرض المدرِّس مختلف الأنشطة الحيوانية التي يُستكمل بها العرض ويبعث في الوصف الحياة والنشاط.

٤٦ – أكاسيا البيدا، إفيروان، آيير، النيجر
© ميشيل لو بير

٤٧– اجتماع القرويين تحت ظلال شجرة التداول، وهي هنا السَنْط العربي(أكاسيا راديانا)
© برنامج ماب – اليونسكو

أمثلة:

تعتبر شجرة السنط Faidherbia albida (أو Acacia albida) شجرة بقولية مثبِّتة للنيتروجين.

وهي تسهم في دورة المغذيات بأكثر من طريقة واحدة:

١ – من خلال تفسخ **بقاياها العضوية** (حطام الشجرة أو المادة النباتية)؛ فالأوراق والأزهار والثمار والخشب واللحاء الميت كلها تتساقط على الأرض تحت الشجرة حيث تتفسخ.

وتقتات آكلات المخلفات العضوية وهي عديدة في المناطق الجافة، من الأرُضَة أو النمل أوالقُراديات أو الخنافس، بهذه المادة العضوية الميتة (سواء في حالتها الجافة أو مبللة بماء المطر) وبالخشب المتعفن والفطريات.

ويتحلل كل مالا تأكله آكلات المخلفات العضوية وذلك بفِعل العضويات الدقيقة وعوامل التحلل ، بما في ذلك البكتريا من قبيل بكتريا النَتْرَجَة.

والمركبات النيتروجينية المتبقية من خليط المخلفات العضوية لهذه الشجرة، بعد امتصاصها أو تحللها، تمتزج بالتربة وتحسّن من خصبها. وتُسقط شجرة السنط أوراقها في بداية موسم المطر (على خلاف معظم الأشجار في المناطق الجافة) مما يجعل مخلفاتها العضوية تتفسخ بسرعة لتصبح هذه المغذيات جزءا من التربة.

بعد ذلك، تمتص شبكة الجذور القوية هذه المغذيات المعدنية وتكررها وتنقلها إلى أجزاء الشجرة الواقعة فوق الأرض، وبذلك تتحقق الدورة الغذائية.

وهناك عضويات حيوانية مثل **دخّال** الأذُن والحَريش (أم أربعة وأربعين) تقدم مساعدة كبرى للأشجار: فالأنفاق التي تحفرها توصل الهواء إلى الجذور وهي تدفن في هذه الأنفاق المادة العضوية المتفسخة، كما تقلب التربة وتجعل المغذيات المعدنية في متناول الجذور.

٢ – عن طريق نقل المغذيات المعدنية إلى السطح:

إن جذور السنط لا تتصف بالقوة فحسب بل كذلك بالعمق وهي تنقل إلى السطح العناصر المعدنية التي تكون أحياناً مدفونة على عمق كبير. ويثبّت الجذر النيتروجين بمساعدة بكتريا التثبيت من قبيل جرثومة الفطر والجذر التي توجد في عقد جذور مختلف نباتات البقول، وهو بذلك ينقل المواد المعدنية إلى أماكن قريبة من السطح.

وفي بعض الحالات، تعاد هذه العناصر إلى التربة إما من خلال إفرازات الجذور أو عندما تتعرض الجذور نفسها للتفسخ والتحلل.

وتدين شجرة السنط لجذورها بقدرتها على تكرير عناصر التخصيب وإعادتها إلى التربة بهاتين الطريقتين.

◄ ويتنشط التلاميذ بالأمثلة المقدمة وبقصة مساهمة الحيوان ويكمّلون الجزء المخصص للجذور في لوحتهم الجدارية.

ويرسم التلاميذ التربة غير الصلبة ، الرملية أو الطينية، (باللون البني الفاتح) والغنية بالمادة العضوية النباتية أو الحيوانية المتفسخة، ويرسمون الدُبال (باللون البني الغامق) مضيفين إليه كمية من الحصو والحجارة .

ويبين التلاميذ في رسمهم التربة التي تحصل على التهوية بفعل العضويات الناقلة، وآكلات المخلفات العضوية على السطح هي وموائلها، وهي بحسب المنطقة:

أعشاش الأرضة *(Amiternes meridionalis)* في استراليا أو النمل الفضي *(Cataglyphis bombycina)* في شمال افريقيا.

◄ وقد يكون من الأسهل على التلاميذ أن يرسموا مختلف أنواع الحيوان والنبات على قطع ورق منفصلة يقطعونها بعد ذلك ويلصقونها إلى جانب صورة الجذور الرئيسية. وتمكن هذه الطريقة التلاميذ من تعداد الأنواع و إظهارها بوضوح أشدّ.

◄ ولإكمال هذا الجزء من اللوحة الجدارية ، يضيف التلاميذ إحدى آكلات الأعشاب التي تأتي لترعى تحت الشجر وتضيف إلى التربة مادتها العضوية.

مثال:

في افريقيا، يمكن إضافة غزال من قبيل *Gazella dorcas* أو جمل عربي أو حمار وحشي أو وعل من نوع *Oryx dammah* أو الظبي النادر *Addax nasomaculatus*.

٣ – أضِفْ الجذع والورق على اللوحة الجدارية

ما هي الأنواع التي تعيش في الدور أو الطابق أو المستوى التالي؟

◄ يطلب المدرِّس من التلاميذ تحسُّس لحاء مختلف الشجر والمقارنة بينها، في إطار دراستهم لحلقات النمو على جذوع الشجر الساقطة، وتفحُّص الجذوع المفرّغة وأغصان العيّنات العتيقة (من قبيل شجرة البأوباب الافريقية *Adansonia digitata*).

◄ ويشرح المدرِّس بعض الصفات الخاصة بالأجزاء الخشبية من الشجر، وهي الجذور والجذع والأغصان والغصيْنات الصغيرة:

- ينمو محيط جسم الشجرة بسبب **القُلْب**، وهو طبقة خلوية رقيقة تنتشر على الأجزاء الخشبية جميعها. وتقع طبقة القُلْب تحت اللحاء وتحت المادة النسيجية التي تنقل النَسغ الغني والمعروفة باسم **اللحاء الداخلي**.

ويوجد النَسغ خلف اللحاء مباشرة وهو يحتوي على العناصر المعدنية المنقولة من التربة بالإضافة إلى المغذيات القادمة من الورق.

- يوهكذا فإن سماكة اللحاء تحمي دوران المغذيات وطبقة القُلْب الخلوية الرقيقة في الداخل مباشرة.

◄ ويقارن التلاميذ بعناية بين ملمس وألوان مختلف أنواع اللحاء : اللحاء الخشن للطَرفاء اللاورقية *Tamarix aphylla* واللحاء الأحمر ذو العروق البيضاء في أغصان شجرة السنط السنغالي *Acacia Senegal*. وكثيرا ما يلاحظون على جذوع الشجر آثار مختلف الندبات والجروح التي تعكِر انتظام اللحاء.

◄ وبتوجيه من المدرِّس، يعاين التلاميذ الثلمات المخلّفة على البلح الصحراوي *(Balanites aegyptiaca)* بعد **تقليمه** والعلامات المتروكة على اللحاء (لتسهيل تسلق الشجر) والندبات المتروكة بسبب قلع اللحاء (كما في حال *Adansonia digitata* مثلاً) والثقوب المحفورة في شجر البأوباب لاستخلاص الماء منه والانتفاخات والبروزات الناتجة عن تكسّر الأغصان أو تحطمها بسبب الرياح، وكذلك آثار الحرائق.

◄ ويعود المدرِّس إلى مسألة تكيف الشجر مع النظم الإيكولوجية القاحلة ويشرح كيف يقوم اللحاء بعلاج نفسه بنفسه أو بالتوسع في دور الحماية الذي يؤديه بطرق خاصة:

- يعندما تتعرض شجرة ما للإصابة، يتدفق النَسغ من الفتحة؛ وتتكاثر خلايا القُلب على أطراف الجرح لملء الفجوة. ويمكن لشجرة *Adansonia digitata*، مثلاً أن تجدّد لحاءها بسهولة.
- يوقد تطور لدى بعض الأنواع لحاء شديد المقاومة يمكنه منع الطفيليات من اكتساح الشجرة أو يمكنه حماية الشجرة من الحرائق.

أمثلة:

عندما يَنْعطب لحاء أنواع معينة من الأوكاليبْتوس الأسترالي بسبب حريق ما، يقوم بإفراز مادة صمغية واقية تمكن الشجرة المصابة من إنتاج أوراق جديدة من براعم مخفية بعناية.

٤٨– شجرة أوكاليبتوس *Eucalyptus melanophloia*،
نيو ساوث ويلز، استراليا
© أوليفييه بريستن

٤٩– شجرة تين *Ficus macrophylla*
نيو ساوث ويلز، استراليا
© أوليفييه بريستن

◄ ويواصل المدرِّس الشرح:

- على الرغم من صلابة اللحاء يمكن لكثير من الحشرات والطيور وحتى النباتات الطفيلية أن تخترقه لتقتات على المواد المغذية التي تسحبها من الشجرة.
- وتشكل هذه العضويات الحية قاعدة سلسلة الجذع الغذائية.

◄ ويلاحظ التلاميذ هذه الأنواع واحداً إثر الآخر ويرسمونها على لصاقات صغيرة توضع على الشجرة في اللوحة الجدارية.

ما هي الحيوانات التي تتخذ من الجذع والأغصان موئلاً لها؟

أولاً – يوجد لدى كثير من الحشرات يَرَقات **آكلة للخشب** تحفر الأنفاق في خشب الشجرة لتغذي نفسها.

مثال:

يرقات الخنفساء الطويلة القرون وغيرها من فصيلة ذوات القرون الطويلة *(Cerambycidae)*.

- ويرسم التلاميذ صورة مقطعية مكبّرة للجذع تظهر فيها البيوض الموضوعة في الأنفاق.

◄ ثم يرسم التلاميذ لصاقات أخرى عليها حشرات آكلة للخشب من قبيل أصناف سوسة الخشب من فصيلة السوسيّات التي تعطب الغُريسات الصغيرة باستخدام فَطْمها الطويل لمضغ الحشاء.

◄ ويواصل التلاميذ رسمهم لمختلف الحشرات التي تعيش على الأشجار وتقتات على نَسغها من قبيل *Crematogaster oasium* التي توجد في الصحراء الكبرى على السنط *Acacia tortilis* أو *Acacia raddiana*، أو الحشرات التي توجد على *Adansonia digitata* مثل *Dysdercus fasciatus*.

٥٠– إزهار شجرة *Butyrospermum pterocarpus*، المنطقة *W*، النيجر
© ميشيل لو بير

٥١– أبو بريص *(Ptyodactylus hasselquistii)*، إهرير، تاسيلي نجار، الجزائر
© ميشيل لو بير

◄ وبهذا الشكل يجمّع الفصل سلسلة غذائية منتظمة تضم حيوانات مختلفة في سلسلة من الصور:

وإلى جانب اليرقات الموجودة حتماً والتي تقتات على النَسغ أو على الخشب و الحشرات التي تستعمر الجذع ، يتعين إضافة مفترساتها.

- وتشمل الزواحف الشجرية التي تأكل اليرقات والحشرات العَضْرَفوت الأحمر الرأس *(Agama agama)* أو الوَزَغَة (أبو بريص) ذات الأصبع المروحي *(Ptyodactylus hasselquistii)*.
- وهناك حشرات أخرى آكلة للّحوم مثل خنفساء الأرض التي تتسلق الشجر تصيداً لفريستها كما يلذّ لها أن تأكل اللافقريات من قبيل النمل واليرقات واليُسْروع.

مثال:

خنفساء التمنراسات (ذات الرؤوس الثمانية) التي توجد في الجزائر وتعرفها الطوارق بهذا الاسم.

- الطيور وخصوصاً الصَوادح التي تبني أعشاشها في السنط، ومنها الزُرَيْقَة *(Sylvia communis)*. وهي من الطير الوُقُوع التي تتغذى بالحشرات وتساعد على الحفاظ على السلسلة الغذائية لجذوع الشجر أثناء زياراتها التي تجريها في سياق هجرتها.

◄ ويدرج التلاميذ كلاً من الأنواع برسمه على لصاقة مع ذكر اسمه في الأسفل.

◄ ويرسم التلاميذ صور مختلف أصناف المأوى على اللوحة الجدارية مباشرة: الأعشاش والثقوب المحفورة في الخشب وحُوَيصلات الفراش من قبيل *Amblypalpis olivierella* المعلقة على أغصان الطرفاء *Tamarix aphylla*.

٤ – أضِفْ تاج الشجرة وورقها

أخيراً، ما الذي يعيش في الطبقة العليا يُعيله تاج الشجرة وما فيه من غصينات وورق وزهر وثمر؟

◄ ويعرض المدرِّس مرحلة جديدة من مراحل تمرين الملاحظة.

يبحث التلاميذ عن آثار الحيوان في أوراق الشجر: ويلاحظون في معاينتهم للأوراق أن في بعضها ثقوب كما يجدون أن هناك أوراق وثمار نصف مأكولة مقروضة الأطراف.

ويجد التلاميذ تحت الشجرة الريش وبذور الفاكهة والشعر ....

◄ إذا كان بعض التلاميذ من الخفة والرشاقة بما يمكنهم من تسلق الشجرة والبقاء فيها بعض الوقت، شريطة أن يفعلوا ذلك دونما مخاطرة، يمكنهم بعد نزولهم أن يسجلوا ملاحظاتهم عما شهدوه.

كيف يبدو من أعلى الشجرة منظر المناطق المحيطة؟

◄ كما يكتشف التلاميذ عالماً صغيراً خاصاً بالحيوانات التي تعيش مختفية بين الأوراق. ويهتم التلاميذ بعدم تخريب أي من الأعشاش أو الثقوب المخفية أثناء مراقبتهم لحركات الأنواع: طنين **حشرات الإلقاح** (النحل والدبابير والزنابير) ورفرفة العصافير وخشخشة بين الورق.

◄ ويصف المدرِّس تلك الوظائف الإيكولوجية لورق النباتات المخشوشبة التي لم يتطرق لها سابقاً.

فإلى جانب فائدتها للإنسان كمصدّ للرياح أو كسياج حي يحمي المحاصيل والواحات من التعرية، يؤدي ورق الشجر دوراً إيكولوجياً شديد الأهمية:

- فهو يخفف من حدة الريح في المناطق القاحلة وبذلك يمنع العصف بالتربة وإزالتها.
- ويذكّر المدرِّس التلاميذ، باقتضاب، بالدور الذي تلعبه مخلفات الشجرة، الأجزاء الميتة منها التي تتساقط على الأرض حيث تتفسخ وتخصِّب التربة بالمادة العضوية.
- ويبين المدرِّس أن الغطاء الشجري، حتى عندما يكون قليلا، يوفر البيئة الظليلة الأساسية للتكاثر، فهو يحمي عمليات الإزهار وانتقال غبار الطلع والإلقاح والتخصيب وإنتاج الثمار ونشر البذور.
- وأخيرا، يشدد المدرِّس على دور المظلة الشجرية في تحسين المناخات المصغرة. فأثر الظل الناتج عن تخفيف درجة الحرارة المحيطة يساعد على الحدّ من تبخر التربة ويُخفّض درجة حرارة الأرض. ومع أن المعلومات حول هذا الموضوع قليلة، فإن من الواضح أن حرارة التربة السطحية، حيثما لا يوجد ظل، يمكن أن تدمر البذور النائمة أو النابتة على السطح. وهذا يمنع تجدد الحياة ويسّرع من عمليات التصحر.

◄ ويطّلع التلاميذ بعد ذلك على المزيد حول دور الورق في النمو ودورة التكاثر في النباتات المخشوشبة.

- عموما، تتشكل البراعم عند إبْط ذُنيب الورقة وعند نهايات الأغصان. ويوجد داخل البراعم خلايا تنمو خلال موسم النمو التالي (يتزامن ذلك في المناطق الجافة مع موسم المطر).
- وفي حال الأشجار المَلْحاوات (أي التي تُسقط ورقها كله) تتزامن دورة النمو مع دورة الورق. وتُسقط الأشجار ورقها في بداية شهر الجفاف (ما عدا السنط *Faidherbia albida*). ويُعزى سقوط الورق إلى انخفاض الرطوبة في التربة. وتعود الأوراق إلى الظهور عندما يعود المطر.

أما النباتات دائمة الخضرة، مثل الآس *(Myrtus communis)* أو العَرْعر الفينيقي *(Juniperus phoenicea)* فهي تحتفظ بورقها طوال السنة.

- والبراعم في معظمها تنتج الورق. وبعضها ينتج الزهر وبذلك تدل على بدء دورة تكاثر الشجرة التي تجري محميةً بالورق.
- وتلعب أنواع الحيوان التي تقتات على أجزاء من المظلة الشجرية دورا أساسيا في تكاثر الشجرة وذلك بصفتها ناقلا للبذور وناشرا لها.

◄ ويواصل التلاميذ عملهم على اللوحة الجدارية: ويمددون جذع الشجرة نحو الأعلى ويضيفون الأغصان من الجذع إلى أبعد الغُصينات.

◄ ويجعلون الشكل العام للتاج مشابها لأحد الأنواع المحلية.

◄ يرسم التلاميذ تاج ورق الشجرة ثم يلونونه مع العناية باستخدام الأشكال والألوان الشائعة في المشهد الطبيعي المحلي.

◄ بعدها، يبدأ التلاميذ دراسة تفصيلية لأنواع الحيوان التي تعيش في المظلة الشجرية، مستعينين بالوثائق وبالملاحظة الفعلية

◄ وبحسب المنطقة التي يعيشون فيها، يرسم التلاميذ لصاقات تبين الحشرات **آكلة ورق** الشجر من قبيل يرقات خنفساء الورق *(Chrysomelidae)* أو الدودة الكيسية المُرَعّثة *(Kotochalia junodi)* أو أنواع اليُسْروع **المُعْبِل** (مُسْقط الورق) من قبيل الفراشات العذراوات التي نجدها على شجر السِّواك *Salvadora persica*.

ويدرج التلاميذ حشرات من **آكلات الثمر** من قبيل الخنفساء أو السوسة التي قد تظهر أيضا في أجزاء أخرى من اللوحة الجدارية. ومن المعروف عن زواحف الشجر حبها الشديد لثمر العُنّاب *(Ziziphus mauritiana)* المعروف بعُنّاب عِظاء الإغْوانا).

◄ يركز التلاميذ بعد ذلك على الأنواع التي لها دور في دورة التكاثر:

- النحل، الذي يقيم مستعمراته في شجر البأوباب، يساعد الشجر بينما يقتات على رحيق زهره.
- وهناك وطواط الثمر *Eidolon helvum* الذي يعمل هو أيضا كناقل لغبار الطلع في شجر البأوباب، وهو يستخدم لسانه الطويل لالتقاط غبار الطلع من زهر البأوباب.

ويرسم التلاميذ هذه الحيوانات وغيرها من اللَبَنِيات المحلية التي تأكل الرحيق أو غبار الطلع من قبيل شُعّ العنكبوت (الغَلَنْجر) الاسترالي الذي ينقل غبار الطلع في فِرائه عند تسلقه الشجر.

كما تُدرج بعض الطيور مثل الطائر الطنّان الذي يستخدم منقاره الطويل لامتصاص الرحيق من زهر الشجر، وهو بذلك يغطي نفسه بطبقة من غبار الطلع.

◄ وأخيرا، يركز التلاميذ على الأنواع التي تساعد على نشر البذور:

- فهم يرسمون الطيور التي تحب أكل التوتيات والبذور وكثير منها ينتمي لفصيلة السُمّان *(Turdidae)* في افريقيا والجزيرة العربية، ومنها طائر السُمْنَة والشحرور والعندليب، وكذلك الصوادح مثل (الأَبْلَق) ذي التاج الأبيض *(Oenanthe leucopyga)* الذي ينسج الطوارق حوله قصصا كثيرة.
- ومِن الأنواع الأخرى مَن يُخرج في فضلاته البذور التي تُشكل بداية شجرة جديدة. فالزراف طويل بما فيه الكفاية للوصول إلى الثمر العالي. كما أن الفيل، خصوصا، وهو المحبّ لثمرة البأوباب، يوفر للبذور حوضا صغيرا من فضلاته يمتاز بشروطه المثلى للإنبات الذي تنشأ به نباتات جديدة.

٥٢– فيلة، سافانا من الجنيبات في موسم الجفاف، النيجر
© ميشيل لو بير

٥٣– فيل،
منتزه أبيرديل الوطني، كينيا
© ميشيل لو بير

٥٧

٥٤

٥٦

٥٥

٥٤– زهرة البأوباب (*Adansonia digitata*)، كينيا
© ميشيل لو بير

٥٥– ثمار البأوباب
المنطقة *W*، النيجر
© ميشيل لو بير

٥٦– عش عصفور الشرشور، المنطقة *W*، النيجر
© ميشيل لو بير

٥٧– بأوباب تحمل الثمر، المنطقة *W*، النيجر
© ميشيل لو بير

◄ وتمثل اللوحة الجدارية، عند انتهائها، منظراً بديعاً.

فهي تغطي الجدار بأكمله وتبين "النسيج الإيكولوجي" فضلا عن كل الطاقة المتدفقة بين أجزاء نظامها الإيكولوجي.

◄ ويمكن للتلاميذ عندما يشاهدون الرسومات الرئيسية واللصاقات والرسومات الهامشية، أن يقدروا حق التقدير حجم اللوحة وأهميتها.

فالشجرة تحتل مكانتها في صميم الشبكة الغذائية بإنتاجها الكتلة الإحيائية بكميات كبيرة وبتنوع واسع (وهو ما تبينه اللوحة) وبتوفيرها الغذاء والمأوى لكثير من الأنواع (المرسومة على اللصاقات).

وتُبرز الرسومات الجانبية المشروحة المرافقة للّوحة الجدارية أهمية وظائف الشجر الإيكولوجية.

◄ واختتاما لهذا النشاط، يؤدي التلاميذ تمرينا مسرحيا يؤدون فيه الأدوار التي تمثل وجهتي نظر.

- ينفذ التلاميذ مشهدا قصيرا ويقومون واحدا إثر الآخر بتقليد الشجرة وتمثيل خصائصها ومنافعها ويقوم تلميذ آخر بأداء دور حطاب يحمل الفأس مصمما على قطع الشجرة.
- ويتجادل الطرفان إلى أن تصبح التكلفة الفعلية لقطع الشجرة واضحة جلية: ففي حالات كثيرة تلعب الشجرة دورا أساسيا وتسهم بنشاط في توازن النظام الإيكولوجي. وفي هذه الحالات يبدو أن تدمير الشجر أكثر تكلفة للإنسان من حمايته.

٥ • إعداد كشفٍ بالنباتات المفيدة

المستوى: متوسط ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: خمس حصص

الأهداف

١ – المعرفة والفهم

باستخدام الرسومات لإعداد كشف مصّور، يتوصل التلاميذ إلى فهم كامل للاستعمالات المباشرة للنباتات في كثير من نواحي حياة المجتمع.

ويُشجَّع التلاميذ على طرح الأسئلة حول طرق استغلال النبات واستعمالاته، وبالتالي، حول استهلاك الموارد الطبيعية.

٢ – القدرات

يشجع المدرِّس التلاميذ على الدخول في حوار حقيقي مع حملة المعرفة المحلية في مجتمعهم.

ملاحظات واقتراحات

في حلقة العمل المخبرية هذه والمعنية بدور النبات في مختلف مراحل دور حياتهم، يمكن للمدرِّس والتلاميذ إما استعمال غرفة مستقلة أو الجانب الخلفي من الفصل.

ويقيم التلاميذ على الجدران ثلاثة ألواح كبيرة من الورق أو الكرتون تُشَكّل في مجموعها ثلاث مناطق: الأولى للكشف وعرض النبات، والثانية منطقة للاستقبال والثالثة منطقة للتذوق وللتجارب الصغيرة (وضع النباتات في أُصُص، صباغة).

وينتهج المدرِّس الذي يقود هذا النشاط نهجا **تكامليا** (أو "**كامليا**") إزاء العلاقة بين الإنسان وبيئته (حيث يعتبر السكان المحليين جزءا لا يتجزأ من النظام الإيكولوجي). وللنشاط الإنساني، سواء في حقل الزراعة أو الصناعة أو التجارة، أثر كبير على النظم الإيكولوجية. فنحن نتلقى دوما جملة من المنافع والمنتجات العديدة من النظم الإيكولوجية، مما يعزز رفاهنا ونوعية حياتنا.

وبموجب هذا النهج، يعتبر النظام الإيكولوجي بالدرجة الأولى مصدرا للمحاصيل ونعمة للإنسان، فهو، بأوسع معاني الكلمة، حديقة غنّاء يقطف المجتمع ثمارها.

ويمكن للمدرِّس أن يصْف النباتات في ثلاثة موضوعات تُعرض على الألواح المعلقة على الجدران:

ألف – حديقة التغذية

باء – حديقة الشفاء

جيم – حديقة الحماية

المنهجية

◄ يقسم المدرِّس الفصل إلى ثلاث مجموعات من التلاميذ كل واحدة منها مسؤولة عن أحد الألواح الثلاثة المجهزة لإعداد كشف النباتات المفيدة للمجتمع. وتفكر كل مجموعة في كيفية ترتيب اللوح الخاص بها. وفي حال اللزوم، يمكن للتلاميذ استعمال ارتفاع السطح لتعليق العينات مقلوبة عاليها سافلها فوق كل من الألواح.

◄ ويبدأ التلاميذ في تصنيف النباتات حسب استعمالاتها:

- الأغذية؛
- العلاج والطب والطقوس الدينية (أي شؤون الصحة الجسمية والسلامة الروحية)؛
- المواد الخام لبناء المنازل (كغطاء واقٍ للأسرة) وصنع الملابس (الحماية الفردية).

ولبعض النباتات عدة استعمالات، ولذا فإنها ستظهر في أكثر من لوح.

◄ ويتفق التلاميذ، في إطار مجموعاتهم، على كيفية ترتيب اللوح الخاص بهم. وبتوجيه من المدرِّس يبتّ التلاميذ في فئات التصنيف الفرعية لكل لوح.

ألف – حديقة التغذية

١ – صنِّفْ

◄ يضع التلاميذ تصنيفا أوليا للنباتات الصالحة للطعام في المنطقة وفقا للفئات التالية:

- البَصَليات الصالحة للطعام، ومثالها الثوم والبصل،
- **السُوَيْقات الصالحة للطعام**، ومثالها، فوق الأرض، السُوَيقات اللحيمة من قبيل التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)* والأنْجُدان، وتحت الأرض، الدرنيات من قبيل البطاطس؛
- **الجذور الصالحة للطعام**، ومثالها الجزر والكَرَنْب.
- **الأوراق الصالحة للطعام**، ومثالها الرَشاد
- الثمار اللحيمة:

– **التوتيات والثمار ذات البذور** ومثالها توت الياسمين وتوت شجرة السَّوَاك *(Salvadora persica)*، والبطيخ الأحمر، والكوسا، والخيار الافريقي (المنتمي إلى فصيلة اليقطين)؛

– **الثمار ذات النُوى، الوحيدة البذرة**، ومثالها البلح والزيتون والعنّاب وثمر الكاريت؛

- **الثمار الجافة**:

– القرنيات، ومثالها مختلف أنواع البازلاء والفاصوليا (التي تنتمي إلى فصيلة البقول) بما في ذلك بِسِلّى الهندية *(Cajanus cajan)* والتمر الهندي *(Tamarindus indica)* وبسلى البقر *(Vigna unguiculata)*؛

– الحبوب، من قبيل القمح وذُرة السرغوم والدُخْن المنتمية إلى فصيلة العشبيات

– الثمار الجافة الوحيدة البذرة من قبل ثمر بلُّوط القرمز

وعلى هذه الشاكلة، يصل التلاميذ إلى رؤية أولية **للموارد الطبيعية** المتاحة من النباتات، سواء المزروعة أو البرية.

٢ – اخْتَر واحدا من الأنواع الصالحة للطعام

◄ يختار كل تلميذ نباتا واحدا ويُطلب إليه تحديده في بيئته الطبيعية وتصويره رسما.

◄ فإذا كان النبات الذي اختاره من الأنواع الشائعة، يمكن للتلميذ أن يحضر عينة منه إلى الفصل ويقتطع التلميذ بحذر جزءا صغيرا من النبات ويعلقها لكي تجف (في حال العشب مثلا)، كما يمكن للتلميذ أن يحاول إعادة غرس نبتة صغيرة (جزء مقطوع من التينة المغربية، على سبيل المثال).

٣ – ارسُمْ على اللوح الجداري

◄ يقوم كل تلميذ بعد ذلك بتصنيف النبات في إطار الفئات المحددة أعلاه ويرسم على اللوح مباشرة وبالألوان الكاملة.

ويقسَّم اللوح إلى عدة أقسام بحسب الفئات المختلفة.

ويُنبّه التلاميذ إلى ضرورة وضع الرسومات في الفئة الصحيحة.

٥٨

٥٨– امرأة تهيء القمح للطبخ، منطقة ألتيبلانو، بوليفيا
© اليونسكو / بيير أ. بيتيه

٥٩– عمال زراعيون، زراعة البطاطس، السنغال
© اليونسكو / بيير أ. بيتيه

٦٠– الانتاج التقليدي للطماطم المجففة تحت الشمس، السنغال
© اليونسكو / بيير أ. بيتيه

٦١– نظام الفكارات للري، واحة تيميمون، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٦١

٥٩

٦٠

٦٢

٦٢– الإنتاج التقليدي لمركّز الطماطم ، السنغال
© اليونسكو / دومينيك روجيه

٦٣– امرأتان تحملان الماء على رأسيهما، الهند
© اليونسكو / برنار هنري

٦٤– امرأتان تطحنان الدخن، دْجينه، مالي
© اليونسكو / ألكسيس ن. فورونزوف

٦٣

٦٤

٤ – تَذَوَّقْ

◄ بينما يرسم أحد التلاميذ على اللوح، يقوم آخر بتذوّق النبات الذي يجري رسمه ، أو يطلب من الآخرين أن يتذوقوه. ولأغراض هذا التمرين، يوصى بألا تستخدم إلا الأنواع الصالحة للطعام والمعروفة جيدا.

وبإمكان المدرِّس أن يختبر قدرة التلاميذ على التعرف على الطعم من خلال تعصيب عيني التلاميذ المكلفين بتحديد النباتات.

◄ كما يمكن للتلاميذ أن يأتوا بالأطعمة المنزلية من قبيل الحساء أو عصير الفاكهة أو عينات من وصفات منزلية بسيطة (من حيث الوقت اللازم للطبخ أو استعمال عشبة معينة)، مما يمكنهم من إعادة اكتشاف طعم النباتات الشائعة الاستعمال أو النباتات التي قد تكون معروفة ولكنها أصبحت قليلة الاستعمال أو هُجرت بالكامل نظرا لندرتها.

ملاحظة:

يتمثل هدف المدرِّس من تمرين التذوّق هذا في مضاعفة فرص تذوق وتحديد طعم نباتات محلية معروفة (سواء كانت متاحة أو نادرة)؛ وفي حالة النباتات البرية يعني ذلك البحث مطولا عن عينات نباتية نادرة.

٥ – ابْحَثْ عن المعلومات وأدْرِجْها في اللوح

◄ ونعود الآن إلى اللوح الجداري، ويضيف التلاميذ إلى الرسوم الملاحظات والمعلومات حول استعمال النباتات:

- هل هي نباتات مزروعة أم برية؟
- إذا كانت مزروعة، هل هي مَبْذورة أم مَغْروسة؟
- هل تؤكل نيئة أم مطبوخة؟
- ما هي الكلمات التي تستخدم في وصف طعم النبات؟
- هل هي من الأنواع الشائعة أم النادرة؟
- إذا كانت تنمو طبيعيا، هل قلّ وجودها مع الزمن؟ هل من الممكن جمع معلومات عن **تزايد أعداد** نوع معين؟
- هل هي من الأنواع المهددة بالانقراض أم أنها محمية؟
- هل تسهم في التنوع الغذائي وفي النمو (بتلبيتها لمتطلبات تغذوية محددة)؟

ملاحظة:

من الأهمية بمكان أن تدرج هذه الملاحظات المكتبة في اللوح الجداري بصورة فنية واضحة حول الرسومات، وأن تتوضع على خطوط وهمية، وأن تكون متنوعة من حيث أسلوبها بحسب الحس والمعنى، وأن تتضمن الرموز التي تبيّن ما إذا كان النبات نادرا أو مهددا.

٦ – ناقِش مع ذوي الخبرة الإنتاج المحلي من النباتات والأغذية

◄ في هذه المرحلة من التمرين، يشجع المدرِّس التلاميذ على التواصل والتفاعل مع اثنين على الأقل من حملة المعرفة الإيكولوجية المحلية:

- أحد الشيوخ (من أعضاء المجتمع المحترمين) ممن يتمتعون بمعرفة جيدة بالتنوع البيولوجي كمصدر تكميلي أو تعويضي للمواد الغذائية (وكمصدر للدخل) في أوقات الشدّة؛
- أحد المزارعين أو مربي الحيوانات ممن يدركون أهمية النباتات المزروعة في إنتاج الأغذية ويفهمون دور **النباتات البلدية المحلية** في حفظ النظام الإيكولوجي المحلي.

◄ ويشجع المدرِّس الفصل على الدخول في حوار مع هذين الخبيرين المحليين. وتتمحور المناقشات حول أثر استعمال الموارد الطبيعية (وخصوصا النبات) واستهلاكها على التنوع البيولوجي والأمن الغذائي:

- هل أصبحت أنواع النبات البرية أميل إلى الندرة في بعض المناطق؟
- ما هي نتائج هذا التراجع (بل وحتى **الانقراض**) في أنواع معينة على الصحة التغذوية للسكان المحليين ووسائلهم للعيش؟

- كيف يتهدد **صون** النبات، وحتى الأمن الغذائي في النظم البيئية الهشة خاصة، باستنفاذ الأرض (**بالزراعة الأحادية**) وتناوب الموائل الطبيعية لأغراض الزراعة وتربية الحيوان؟
- لماذا يعتبر التنوع البيولوجي، ولاسيما النباتات الطبيعية، أساسيا للزراعة لإنتاج الأغذية بسبب الوظائف التي يؤديها هذا التنوع في النظام الإيكولوجي؟

باء – حديقة الشفاء

١ – قابلْ أحد الخبراء المختصين بالنبات وخصائصه

◄ يزورَ التلاميذ المعالج التقليدي أو أخصائي الأعشاب المحلي، وهو الخبير على صعيد المجتمع المحلي بالزيوت الأساسية **والنباتات الطبية**.

◄ ويدعو التلاميذ المعالج التقليدي إلى الاشتراك في صنع اللوح الجداري.

ويطلب التلاميذ منه أن يعرض على الفصل عينات من النباتات. ويمكنهم، إذا كان من المسموح لهم بذلك، أن يخرجوا مع المعالج لجمع العينات.

٢ – ارْسُمْ وسَجِّلْ النباتات الطبية على اللوح الجداري

◄ وعلى أساس المساهمة القيمة التي يقدمها الأخصائي، يقوم التلاميذ بتصنيف النباتات بحسب خواصها العلاجية ويرسمونها بالألوان على اللوح الجداري ويجففون العينات ويعلقونها من السقف.

وبتقسيم اللوح إلى أقسام، تصنّف النباتات حسب خواصها: فهي منشِّطة أو خافضة للحرارة أو مليّنة أو مدرّة، الخ. ويمكن للمدرِّس أن يبسّط هذه المصطلحات وأن يكتفي بوصف الحالات التي تعالجها هذه النباتات.

أمثلة:

في افريقيا، تستعمل بذور اليَنْسون والشمرة في أغراض كثيرة، فالشمرة العملاقة مخفف للأوجاع وهي في الوقت نفسه مليّن (يساعد على إخراج الفضلات).

٦٥– بلوط صحراوي، منطقة كاتا تيوتا، الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

٦٦– عش الأرضة، منطقة كاتا تيوتا، الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

٦٧– شجرة أوكاليبتوس، نيو ساوث ويلز، استراليا
© أوليفييه بريستن

٦٨– إزهار الألوة أو الصبر، لا غوميرا، جزر الكناري، اسبانيا
توماس شاف ©

٦٩– زهرة أوكاليبتوس *Eucalyptus annulata*
غرب استراليا
© أوليفييه بريستن

٦٦

٦٥

وللحاء البالأوباب خواص خافضة للحرارة (تخفّف من الحمّى) ولورقها عدد من الاستعمالات العلاجية وخصوصا كونها مدرّة للبول، وهي منشّطة، كما تستعمل لعلاج الزُحار (الإسهال) والقُطان (آلام أسفل الظهر). كما تستخدم في الطبخ كعنصر من عناصر المَرْق. أما نبتة الخبّاز ذات الزهر الأحمر (والمعروفة أيضا باسم "كَرْكديت" أو "بيساب") فهي من النباتات المزروعة الغنية بفيتامين سي (مما يعني أنها منشّطة).

٣ – حدِّدْ الترابط بين عملية العلاج والطقوس الدينية من خلال النبات

◄ يعرض المدرِّس الجانب المقدس من النبات ويشجع مناقشته.

هل تُستخدم بعض النباتات في الطقوس أو الشعائر؟

هل تستخدم في طقوس أو شعائر التكريس؟ أم في طقوس الإشفاء وفي وقاية مناطق محددة؟

وتوصف على اللوح الجداري استعمالات كل نبات (للأغراض الدينية أو الروحانية) في إطار الفئات العلاجية المذكورة أعلاه.

أمثلة:

في بعض المناطق الجافة، يُستخدم الآس والبخور في مراسم الدفن وفي شعائر التطهير والأضحية.

وتزرع بعض الأنواع على مداخل المنازل أو حولها لأغراض الحماية، وهي تستعمل أيضا لتعليم الحدود الإقليمية.

وفي سهول الجزائر العليا، تُستخدم بصلات العُنصُل أو الإسْقيل البحري *(Urginea maritima)* لرسم حدود قطع الأرض الزراعية.

ويمكن للتلاميذ إبراز المعلومات على اللوح الجداري برسم هذه الطقوس كما يتصورونها استنادا إلى حكايات المعالج التقليدي أو أخصائي الأعشاب. وكما في الماضي، يشترك النص والصورة هنا أيضا لخلق تناغم بصري على اللوح.

٤ – اسْتَكْشِف العلاقة بين النباتات والتقاليد الثقافية وحفظ البيئة

◄ أخيرا، يستكشف الفصل استهلاك الزيوت الأساسية والنباتات الطبية وأثر هذا الاستهلاك على التقاليد الثقافية المتعلقة بالعلاج وبالطقوس

- ما هي الطرق غير الإتْلافية التي يمكن إتباعها في قطف نباتات برية ثمينة؟
- كيف يمكننا أن نضمن حفظ هذه الأنواع؟
- هلي هناك حالات انقراض نباتات معينة؟

٦٩

٦٨

٦٧

- ما هي العواقب على التقاليد الثقافية؟
- إلى أي مدى تشكل المعارف الواسعة لدى أخصائي الأعشاب أو المعالج التقليدي الذاكرة الحية للروابط بين مختلف النباتات المحلية والثقافة المحلية؟
- هل يمكن لاستعادة المعرفة المحلية والبلدية بهذه الطريقة، أن تسهم في حفظ النظام الإيكولوجي؟
- هل يمكن للمعالج التقليدي أو أخصائي الأعشاب أن ينقلا معارفهما من جيل إلى جيل عن طريق الفصل الدراسي؟
- هل تؤدي القيمة المعطاة لنباتات معينة إلى حفظ مناطق محددة بصورة طبيعية؟
- هل يُعترف بهذه المناطق باعتبارها **مواقع طبيعية مقدسة**؟ هل يمكن لحفظ البيئة أن يستلهم هذه المواقع؟

جيم – حديقة الحماية

إلى جانب ما توفره النباتات من الأغذية ومن المنتجات المستخدمة لأغراض طبية أو في الطقوس، تقدم النباتات المأوى الذي يوفر الحماية والأمن. واستخدام النباتات كمواد لبناء المساكن هو موضوع اللوح الجداري الثالث. كما يمكن على الصعيد المحلي أن تستخدم الألياف واللحاء في صنع الملابس التي تعتبر شكلا آخر من أشكال الحماية، ولذا يمكن إدراجها في اللوح الجداري.

١ – ارْسُمْ صورة سريعة لمنزلك الخاص

◄ يطلب المدرِّس من التلاميذ إلقاء نظرة على منازلهم عن قرب وأن يضعوا مجموعة من الرسومات على قطع منفصلة من الورق.

هل يوجد أصناف مختلفة من المنازل في القرى في المناطق الجافة؟

هل هناك ما يدلّ على التحول من نمط حياة البدو الرحّل إلى نمط أكثر استقراراً، أو ما يدل على التناوب بين نمطي الحياة بين السكان؟

٢ – ارْسُمْ على اللوح الجداري منزلا محليا معتادا

◄ يقارن الفصل بين مختلف الرسوم ويختار واحدا أكثر تمثيلا لأنواع المنازل المحلية.

ويعاد بعد ذلك رسم المنزل المختار بمقياس أكبر على اللوح الجداري.

◄ يستخدم بقية التلاميذ الكلمات والأسهم لتحديد النباتات التي تُصنع منها المنازل، ولكتابة أسمائها (وذلك بالنسبة لكل نوع من أنواع المنازل المرسومة على اللوح).

المساكن البدوية:

- ممّ تصنع الخيمة؟ هل تصنع من مواد حيوانية كليا مثل وبر الماعز أو جلد البقر أو الماعز أو الجمل؟ ممّ تصنع القشعة المغَولية (أو اليورتة) أو الجيرة؟ (وهي شائعة الاستعمال في آسيا الوسطى ولا تزال تستخدم في مَنغوليا.)
- هل يسهل تفكيك المسكن البدوي من قبيل أكواخ القش المُسوّى أو الأكواخ المصنوعة من ألواح متشابكة؟ ما هي النباتات المستخدمة فيها؟

المساكن المستقرة:

- حتى عندما يكون المسكن مصنوعا من الحجر أو الطين (ما يسمى "البانكو")، هل تستخدم النباتات أيضا في بنائه؟
- مم يصنع غطاء السقف؟

مثال:

أسقف القش، ومنها ما يغطى بسَعَف النخيل، ولكن كثيرا منها يغطى بأعشاب التيفا، كما في السنغال والجزائر وموريتانيا.

- ما هو الخشب المستخدم في صنع العارضات الرئيسية للمسكن؟
ما هو الشجر الأشيع استعمالا لهذه الغاية؟

٧٠– و٧١– البيت والقرية،
مقاطعة دوغون، مالي
© اليونسكو / ألفريد وولف

٧١

٧٠

مثال:
كثيرا ما يستعمل شجر النخيل، ولكن في حال عدم وجوده، ما هي أنواع الشجر المستعملة بدلا عنه؟ السنط بأنواعه؟ وإذا كانت هذه الأنواع نادرة، هل هناك أنواع أخرى من الشجر تستعمل بدلا عنها؟

- هل هناك مساكن مستقرة مصنوعة كليا من مواد نباتية؟

أمثلة:
يشيع في بعض المناطق الافريقية استعمال المباني الدائرية المصنوعة من الحشائش.
والزريبة بناء خفيف الوزن يمكن استعمال نباتات مختلفة في إقامته – القش مثلا أو أوراق الشجر المضفورة أو المشبوكة.

٣ – صَوِّرْ المسكن بتفاصيله

◄ ومع استمرار التركيز على تصوير المساكن، تضع مجموعة أخرى من التلاميذ رسومات تخطيطية تفصيلية للصورة الرئيسية مع إبراز تفاصيل عملية التشييد برسم صور مقرّبة للمواد المضفورة ولنقاط التثبيت أو بإنتاج مجموعة من الرسومات التخطيطية التي تبين مراحل التشييد.

◄ ويسجل التلاميذ أسماء النباتات المستخدمة في صنع الحبال أو الأوتار لربط القطع أو تثبيتها معا.

مثال:
ألياف السيزال *(Agave sisalana)* المستخرجة من أوراق الأغاف في أمريكا الجنوبية. واستعمال الحلفاء الإبرية *(Stipa tenacissima)* شائع في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط وشمال افريقيا.
وتستعمل أعشاب الغامبا *(Andropogon gayanus)* في مناطق الساحل بافريقيا.

٤ – ارْبُطْ بين المساكن المهيأة بيئيا والموارد الطبيعية

◄ يصف التلاميذ الخصائص التي توضح كيفية تكيف النباتات مع الشروط البيئية والمناخية عبر الزمن. فقد تعلم السكان، مع الزمن، كيف يستفيدون من هذه الخصائص بتطوير استعمالات معقدة متخصصة تماما لتلك النباتات، ومنها مثلا في تشييد المساكن.

- ما هي النباتات التي تعطي أفضل حماية من الرياح؟
- ما هي النباتات القادرة على مقاومة الحشرات؟
- ما هي النباتات التي تقي من الحرارة الشديدة والجفاف المتطرف؟

مثال:
يسمح سعف النخيل عندما يرتّب واحدة جنب الأخرى بدوران الهواء دون إعاقة وبالحفاظ على البرودة داخل المسكن.

وتكتب هذه المعلومات أو تُرسم مباشرة على اللوح الجداري.

٥ – قُمْ باستعراض كيفية استعمال النباتات في بناء المساكن

◄ أخيرا يمكن للفصل بأكمله أن يناقش الدور الهام الذي يؤديه النبات في تحسين مستويات المعيشة لسكان المناطق الجافة.

يُجمع الخشب لبناء هياكل المساكن ولأغراض البناء العامة (خشب أشجار أكاسيا البيدا أو الغاو في افريقيا)

٧٢

٧٤

٧٣

٧٢– أكواخ وأشجار منعزلة، غينيا
© ميشيل لو بير

٧٣– مأوى للطوارق،
تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٧٤– خيمة للطوارق، تاسيلي نجار
الجزائر
© أوليفييه بريستن

كما يُجمع الخشب لأغراض الحرف اليدوية وصناعة المفروشات. على أن هذه الاستعمالات المختلفة، إلى جانب جمع **الحطب** لأغراض الوقود، تُعتبر أحد الأسباب الرئيسية **لإزالة الغابات** والتي تؤدي إلى رقّة الغطاء النباتي وإلى اختفائه.

◄ ويشجع المدرِّس التلاميذ على التفكير في الأسئلة التالية:

بالرغم من الاحتياجات المتزايدة أبداً، هل من الممكن تشجيع الأعمال وأشكال السلوك التي تلجم هذا الاتجاه وتحدّ منه؟

ما هي الطرائق غير الإتلافية التي يمكن استعمالها لاستغلال الأخشاب ، مع الحفاظ في الوقت نفسه على الغابات؟

- استعمال الأساليب التقليدية المتعلقة بقطع الأخشاب:

مثال:
التقليم والتشذيب الانتقائي.

- تشجيع حفظ الموارد الطبيعية من خلال اختيار واستهلاك الأنواع بصورة رشيدة حسب الحاجة:

يبين المدرِّس أن التنوع بحكم طبيعته وبحكم الوظائف المتنوعة العديدة التي يؤديها، يلبي احتياجات السكان المحددة.

- تعزيز التجدد الطبيعي:

إعادة البذر وإقامة المزارع والحفاظ على الغابات؛ تفادي قطع صغير الشجر والنبتات الجديدة؛ إخضاع مناطق الرعي للمراقبة برسم حدود المناطق المحمية؛ توفير بدائل متجددة لمصادر الطاقة من قبيل الطاقة الشمسية.

أخيرا، يمكن للمدرِّس أن يتطرق إلى فوائد مواد البناء الحديثة الحضرية، ومضارّها.

أمثلة:
يُنتَج الاسمنت والفولاذ صناعيا ويتميزان بالمتانة. غير أن إنتاجهما عالي التكلفة ويستهلك الكثير من الماء والطاقة.

مبادئ توجيهية لعمل أكثر تقدما:

في مراحل مختلفة من هذا النشاط، أو عند انتهائه، من المفيد الجمع بين الكشف البصري أساسا والمجهز بالصور وبين كشوفات أكثر علمية جُمعت كجزء من برامج العمل الوطنية أو الإقليمية في البلدان التي صدقت على **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لمكافحة التصحر.**

وفيما يتعلق برصد التنوع البيولوجي وتقييمه، يُشجَّع المدرِّسون على الاسترشاد بقواعد البيانات العلمية من قبيل **قاعدة بيانات النظام العالمي لمراقبة الأرض**، التي توفر تحليلا لمؤشرات النوعية البيئية في مواقع في مختلف أنحاء العالم، ومبادرة المراقبة المتكاملة **لمَعازل المحيط الحيوي**، التي يديرها **برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (ماب)** في **اليونسكو**، والقائمة الحمراء بالأنواع المهددة الصادرة عن **الاتحاد الدولي لصون الطبيعة والموارد الطبيعية**، وهي الكشف الأكثر شمولا في العالم لوضع أنواع النبات والحيوان من حيث أعمال الصيانة العالمية.

٧٥– مزرعة لوز مغربي، ولاية سيدي بلعباس، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٦ النبات كشعارٍ يَتَيَمَّنون به

المستوى: متقدم ★ ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: ست حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

بعد النشاط المعنون "إعداد كشف بالنباتات المفيدة" (انظر الفصل ٢، النشاط ٥، صفحة ٩٦)، يركز التلاميذ على نبات بعينه ويعتبرونه شعارا يجلب البركة، وذلك من خلال إبراز ما يقدمه من خدمات في حياة السكان اليومية، والاحتفاء بهذه الخدمات.

ويتمحور جزء من هذا النشاط على الاستعمالات التقليدية لأنواع النبات البرية في صنع منتجات تمثل عادة التراث الثقافي المحلي.

٢ – القدرات

نتيجة لمناقشات تجري داخل الفصل، يتعلم التلاميذ كيفية إدارة الموارد الطبيعية في منطقتهم بقدر يكفي لمناقشة الموضوع مع المختصين بشون البيئة وغيرهم من ذوي الخبرة في إطار اجتماع ينظم خصيصا لذلك.

ملاحظات واقتراحات:

يمكن الاضطلاع بهذا النشاط على مستويين اثنين. ويقسم المدرِّس الفصل إلى مجموعتين.

وتختار المجموعة الأولى (المستوى المتوسط) أحد النباتات الشائعة تعتبره شعارا يجلب البركة (نبات مزروع في كثير من الأحيان)، وهو بلا شك مصدر من مصادر الدخل لدى السكان. وقد يكون هذا النبات مرتبطا بهوية المنطقة أو البلد.

أمثلة:

في افريقيا والبلدان العربية: نخيل البلح *(Phoenix dactylifera)* أو غيره من أنواع النخيل "المزروع" مثل شجرة الدوم أو المُقْل، أو نخيل التال (التار) الافريقي *(Borassus aethiopum)*.

أما في أمريكا الوسطى، فإن التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)*، ومنشؤه المناطق القاحلة وشبه القاحلة في المكسيك، يُزرع حاليا على نطاق واسع.

أما المجموعة الثانية (المستوى المتقدم) فتختار نباتا بريا ينمو بصورة طبيعية في البيئة المحلية ولكن الوصول إليه أكثر صعوبة. ويذكرنا شيوخ المجتمع المحلي باستعمالات هذا النبات وبفوائده.

ومن شأن اختيار نبات كهذا أن يتيح للتلاميذ فرصة تفهم تدهور الحياة النباتية الطبيعية، فضلا عن إبراز الدور الذي تؤديه المعرفة التقليدية في حفظ موارد الغابات وغيرها من النباتات.

أمثلة:

يمكن للتلاميذ أن يختاروا نباتا واسع الانتشار من قبل شجرة بلح الصحراء أو الزقوم *(Balanites aegyptiaca)* الموجودة في مختلف أرجاء الساحل بافريقيا وفي الشرق الأوسط وباكستان؛ أو نباتا يتواجد بكثرة في بعض المناطق الجافة ولكنه يندر في مناطق أخرى، مثل العُنّاب *(Ziziphus spina-christi)* و *Ziziphus mauritiana)* أو التمر الهندي *(Tamarindus indica)*؛ أو حتى نوعا من النبات يصعب عليه أحيانا التكاثر في المناطق البرية، مع أنه معروف ومحبوب على نطاق واسع *(Adansonia digitata, Combretum micranthum, Commiphora africana)*.

٧٦– من اليمين واليسار ومن الأعلى إلى الأسفل: نخيل واشنطونيا *(Washingtonia robusta)*: الذُنيبات، الرأس وعليه ورق جاف ذاوي، امرأة من تاراخُمارا تضفر أوراق النخيل، قبعات وسقف من ورق النخيل، المكسيك © اليونسكو / أوليفييه بريستن

المنهجية

١ – ابْحَثْ في النبات وراقِبْهُ وارْسُمْهُ

◄ بمساعدة المدرِّس، يبحث التلاميذ عن معلومات خاصة بالنبات الذي اختاروه: موطنه الأصلي وتوزعه الجغرافي والرموز العامة المتصلة به سواء في ثقافتهم أو في الثقافات الأخرى.

مثال:

يزرع نخيل البلح (من الفصيلة النخلية) منذ آلاف السنين. وقد نشأ أول الأمر في مكان ما في المنطقة الممتدة من الخليج الفارسي إلى غربي الهند وهو الآن واسع الانتشار في شمال افريقيا والشرق الأوسط. كما يرتبط بالنظم الإيكولوجية في واحات منطقة الساحل بافريقيا، والتي لا تزال تستخدم أحيانا للإنتاج الزراعي التقليدي، وهو يشكل جزءا محترما من التراث الثقافي والإيكولوجي.

وفي ثقافات البحر الأبيض المتوسط المشبّعة بالتراث اليوناني والروماني، تعتبر شجرة النخيل الرمز الحقّ للانتصار.

عندما تتواجد في أكثر من قارة أنواع محلية تنتمي إلى نفس الفصيلة الزراعية، فإن من المفيد أن يُطلب من التلاميذ إجراء مقارنة بينها وتحديد أوجه التوازي فيما بينها.

مثال:

تشمل الفصيلة النخلية أيضا نخلة المروحة، التي تنتمي إلى الجنس الواشنطوني، بنوعيه (*Washingtonia robusta* و*Washingtonia filifera*) وتنتشر مستعمرات هذه النخلة في الوديان الضيقة والعميقة الأكثر رطوبة في المناطق القاحلة في شمال غرب المكسيك.

ويمكن لهذا النوع من الملاحظة المتوازية أن يتيح فرصة جيدة لتبادل الآراء والوقائع مع مدارس أخرى في مختلف المناطق الجافة في العالم، وذلك بإرسال دفتر يجمّعه الفصل إلى مدارس شريكة أخرى في **شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة (ASPnet)**.

◄ بعد ذلك يرسم التلاميذ بالقلم الرصاص النبات المعني مع إظهار جميع خصائصه المميزة بوضوح:

- في حالة نخلة البلح، التاج يتألف من أوراق ريشية مقسومة بدقة، الساق رفيع تماما بالمقارنة مع الحجم العام للشجرة، يوجد ذُنيب طويل في أسفل كل ورقة، وإزهرارات مؤنثة طويلة جدا مثقلة بالثمر (وهو نوع "**ثنائي المسكن**": أي أن في الشجرة الواحدة إما أزهار مذكرة أو أزهار مؤنثة).

وهذه كلها جوانب يتعين ملاحظتها ويمكن رسمها بسهولة.

٧٧– من اليمين إلى اليسار: محصول صبار التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)*، ثمار الصبار على الساق، جزء من السلق (نوباليتو) وطبيخ الصبار، حشائش السلطة، وطبق أعدّ من الصبار وحشائش السلطة، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

- ينطبق الأمر نفسه على **الأغصان الورقية** التي تأخذ شكل مضرب التنس في شجرة التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)*. وهذه عناصر محددة بوضوح، بنفس وضوح الأزهار أو الثمار. ويمكن للغصن الورقي الخيصب أن يحمل ما يصل إلى ٣٠ ثمرة، بحسب مكانه والتوجه العام للشجرة – وهذه نقطة تفصيلية تستحق أن تُدرج في الرسم.

كما ينبغي إظهار خصائص النبات المادية أو التشكيلية المعروفة في رسم أو نموذج؛ كذلك البلح الصحراوي *Balanites aegyptiaca* العديد الأغصان ومنظره الشوكي ولونه الأخضر غير المألوف (والذي يمكن رسمه بالطلاء)؛ والجسم العريض لجذع شجرة البأوباب *(Adansonia digitata)* وأغصانها المشابهة للجذور. فهذه كلها صفات تشدد على الأهمية الرمزية للشعار وتمنحه قيمة الطَوْطَم وتمثلُه بطرق شتى.

٢ – تَذَوَّقْ النبات واسْتَمْتِع به بجميع أشكاله

◄ يستذكر التلاميذ حدائق "التغذية" و"العلاج" و"الحماية" في النشاط السابق، ويجددون مختلف استعمالات النبات الشعار:

- كطعام للإنسان وكعلف للحيوان؛
- لصحة الإنسان والحيوان؛
- لاحتياجات الطاقة؛
- للبناء والحرف اليدوية.

ومن الأهمية بمكان أن يكون النبات الشعار جزءا من الغذاء المعتاد للإنسان، فالطعام هو دائما في المقام الأول في ثقافات البشر. ويصدق هذا بشكل خاص في المناطق القاحلة مهما كانت ثقافتها: ثقافة رعوية، أو ثقافة الصيد والجمع، أو الزراعة.

◄ وبناء على مشورة أسرهم وتوجيهات المدرِّس، يجلب التلاميذ إلى المدرسة مختلف المواد المكوِّنة ويُعدّون الأطباق والوصفات مستعملين النبات الشعار.

- في أمريكا اللاتينية، يمكن للتلاميذ الذين يختارون شجرة التين المغربي أن يُحضروا وأن يتذوقوا الفاكهة الطازجة ومربى التين والسكر المستخرج منه وحتى شراب التين وورق شجرة التين العريض الذي يُطهى كالخضروات أو يستعمل في السلطات، وفي بعض الأحيان عسل أزهار التين التي يحبها النحل المحلي كثيرا.

- وفي شمال افريقيا، مثلا، يمكنهم أن يحضروا البلح، وهو ثمر نخيل البلح، بمختلف الأشكال: البَلَح الطازج والتمر المخمَّر والتمر المجفف ومربي التمر وحلويات التمر والخلّ المستخرج من التمر المخمّر وكعك الزيت المصنوع من طحين نوى التمر كعلف للماشية.

كما يمكنهم أن يحضروا نبيذ التمر أو بذور النخيل المشوية المستعملة كنوع من "القهوة".

ويمكن القيام بالشيء نفسه فيما يتعلق بالأنواع البرية.

- فالبلح الصحراوي مثلا يمكن أن يُعرض كفاكهة حلوة مرّة، وهي تُمتص كبديل عن البَلَح وتؤكل أوراقه الغضّة مثل الخضروات أو تُستعمل في صنع المرق للدُخن (الثُمام السُنْبُلي)، أو على شكل زبدة مستخرجة من سويق الثمرة وكثيرا ما تُخلط بجوز الشيّة، أو على شكل عجين مصنوع من الأوراق يستخدم في إعداد فطائر مقلية.

◄ ويلاحظ التلاميذ أن جميع هذه الأطعمة والمذاقات إنما تأتي من نبات واحد!

ويعتبر هذا التمرين استمرارا للتمرين المعنون "إعداد كشف بالنباتات النافعة". فهو يأخذ نبتة واحدة ويربطها بمجموعة عريضة من المنتجات والمذاقات.

◄ وتُمَدّ على الطاولة جميع العينات التي يمكن تناولها (ما عدا علف الماشية)، كعرض خاص.

◄ ويُعِدّ التلاميذ النص المكتوب الذي يصف طرق الإعداد والوصفات، فضلا عن تجربتهم في تذوق مختلف الأطباق.

كلمات تجعل اللُعاب يسيل!

٧٨– شجرة البأوباب
(Adansonia digitata)
© برنامج ماب – اليونسكو

٧٩– البلح الصحراوي (صورة جزئية)،
منطقة أيير، النيجر
© ميشيل لو بير

٨٠– شجرة *Balanites aegyptiaca*
(وتسمى أحياناً البلح الصحراوي)،
منطقة أيير، النيجر
© ميشيل لو بير

٨٠

٧٩

٣ – اكتَشِفْ القيمة التغذوية للنبات الشعار

◄ في هذه المرحلة يقدم المدرِّس بعض المعلومات الأساسية:

فقد أظهر الناس براعة كبرى في تطوير استعمالات بعض الأنواع المدهشة في تراثنا الإيكولوجي. وليست هذه البراعة إلا المقابل المناسب للمنافع المتنوعة التي تقدمها لنا هذه الأنواع.

◄ ويُطلب بعد ذلك من التلاميذ تسجيل الخواص التغذوية للنبات الشعار الخاص بهم، فكثيرا ما تكون هذه الخواص خارجة عن المألوف.

◄ ويحاول المدرِّس هنا أن يتصل بأحد خبراء النباتات المحلية من المختصين بأساليب التغذية، والتحدث إليه حول هذا الموضوع.

- كمية فيتامين سي الموجودة في برتقالة تعادل ٥٧ مغ في كل ١٠٠ غ، بينما تعطي ثمرة البأوباب ٣٦٠ مغ في كل ١٠٠ غ، وتعطي ثمرة العُنّاب (*Ziziphus mauritiana* وتعرف أيضا باسم *Ziziphus jujube*) ١٠٠٠ مغ في كل ١٠٠ غ.
- وتحتوي ورقة البلح الصحراوي على ٣٧٠٠ مغ من الكالسيوم في كل ١٠٠ غ. وتعطي بضعة أوراق من البأوباب *(Adansonia digitata)*، حوالي ٣٣ غ منها، كل ما يحتاج إليه الإنسان من الكالسيوم في يوم واحد.
- كما أن أوراق البأوباب تتميز بأنها غنية بالبروتين وكثيرا ما تؤكل طازجة كبراعم متفتحة حديثا. وهي مفيدة غذائيا لدرجة أنها تُحفظ بالتجفيف وتستخدم كتوابل لتنكيه مختلف أشكال المرق، وهو استعمال ذكي في التنكيه!
- ويُنتج لُباب ثمر البأوباب أشربه غنية بالفيتامين ب١، أما طحين بذورها فهو بروتين بنسبة ٤٨ في المائة ويوصى كثيرا بتقديمه غذاءً للأطفال. وإذا تمكن التلاميذ من المقارنة بين ملاحظاتهم فسيدركون أن الطحين المستخرج من ثمار نخلة واشنطون، وهي ثمار مغذية جدا، يتصف بنفس خواص طحين بذور البأوباب.

٨١– من اليمين إلى اليسار ومن الأعلى إلى الأسفل: صبار الثريا (الحرشف)، سقوف وباب وأشياء
تقليدية مصنوعة من ساق صبار الثريا، منطقة سان بيدرو دي أتاكاما، شيلي
© اليونسكو/ أوليفييه بريستن

◄ وهكذا، فإن التلاميذ يدرسون الدور التغذوي الذي تؤديه النبتة الشعار، ويكتبون على بطاقات صغيرة تفاصيل العينات المعروضة.

- ما هو أفضل وقت لتناولها؟
- ما هي المأكولات الأخرى التي تناسبها؟
- هل يمكن تطوير تطبيقاتها الغذائية؟ وهل يمكن فهمها بصورة أفضل؟
- هل يمكنها أن تقي من سوء التغذية لدى الأطفال الرضع؟
- هل هي مفيدة كغذاء تكميلي – مثل الصمغ العربي المستخرج من الأكاسيا السنغالية أو أكاسيا نهر النيل مما يعتبر مصدرا أساسيا للغذاء لدى جامعي الغذاء في المناطق الدَغلية، ولكن يمكن استعمالها على نطاق أوسع بكثير كغذاء تكميلي نظراً لخاصّة فيها تمكنها من تعزيز امتصاص الجسم للفيتامينات؟
- هل يمكن للنبات الشعار أن يستعمل كغذاء بديل في أوقات المجاعة؟ هل من الممكن تعليبه وحفظه؟ هل هو مقاوم للجفاف بما فيه الكفاية؟

◄ ويغتنم المدرِّس الفرصة، مسترشدا بخبير النباتات، لاستعراض ما تعلمه التلاميذ في شأن الأغذية البديلة.

وهذه الأغذية كثيرا ما تكون قليلة الجاذبية بالمقارنة بما يجمعه الناس عادة من ورق وثمر، فهي تحتاج إلى إجراءات معقدة للنقع والطهو؛ على أن مما له أهمية حيوية أن نتذكر وجودها في هذا السياق وأن نعطي التلاميذ فكرة عن كيفية تطور معرفتنا بهذه الأغذية مقترنةً بتطورات استعمالنا لها.

◄ واختتاما لهذا الجزء، وإذا كان من الممكن الحصول على آلة تصوير (كاميرا)، يلتقط التلاميذ صورا للعرض: لقطات مقربة لكل من الأطباق ولقطات بعيدة للعرض كله، ويعدّون البطاقات والشروحات الخاصة بهذه اللقطات بعناية.

٤ – إبراز استعمالات هذا النبات الأخرى: التطبيقات الحِرَفية

◄ بمساعدة المدرِّس، يواصل التلاميذ تحديد وعرض الخدمات التي يقدمها النبات للإنسان. وفي كل حالة يستنبطون الطريقة الأفضل لعرض كيفية استعمال النبات من خلال شرح الإجراءات المتّبعة والمهارات المطلوبة، فضلا عن النتائج.

◄ ويبدأ التلاميذ في تفهم وتقدير عملية تطورت عبر الزمن لاستعمال الموارد النباتية التقليدية لأغراض البناء والحرف الأخرى.

فالناس يختارون أحد النباتات بدلا عن نبات آخر لما له من خواص. وفي حال كثير من النباتات، يختارون نوعا معينا من عدة أنواع لما يتصف به خشبه من صلابة أو كثافة ولخواص **النَضْح** أو الراتينج الذي يسيل منه أو لمحتواه من الأصباغ.

ويربط التلاميذ بين النبات الشعار والأشياء والمواد التي تأتي منه ويردّون صفات هذه الأشياء والمواد إلى النبات نفسه.

- فنخيل البَلَح الصحراوي، وهو شجرة خشبها صلب قوي مقاوم للتعفن، يستخدم في صنع عوارض البناء وأدوات العمل اليومي من قبيل المدقّة أو قبضة الفأس والسكين، أو أدوات الحفر.
- أما البَلَسان الافريقي *(Commiphora Africana)* من فصيلة البخّوريات، فهو يستعمل لصنع أشياء كبيرة من قبيل السرج للحصان أو الراحلة للجمل وكذلك أوعية اللبن الحليب. وخشب البَلَسان مثالي لصنع المفروشات والأشياء الكبيرة عموما بسبب انخفاض كثافته مما يجعله خفيف الوزن ويسّهل التعامل معه وحمله.
- وتعطي شجرة العَسَم *(Combretum micranthum)* خشبا يسهل التعامل معه وهو يستعمل في صنع الأشياء الصغيرة الأكثر صَقْلاً من قبيل الكراسي أو الإطارات أو تجهيزات السرير.

فكل شيء يقابل نوعا من الأنواع أو نوعية معينة من الأخشاب وهو ما يعتبر معرفة عامة لدى الأهالي.

◄ وكلما ازداد عدد الأشياء التي يُستعمل في صنعها النوع الشعار الذي يختاره التلاميذ، كلما كان هذا النوع شعارا أفضل.

- فنخيل البلح الصحراوي، مثلا، يُستعمل أيضا في صنع الصابون الذي يتحصّل بنقع النُوى وقِطع اللحاء في الماء ومن ثم فركها.
- كما يُصنع الصابون من زيت الزيتون *(Olea europaea)*. وقد دُرست عمليات صُنعه كجزء من المشروع العلمي الدولي المعنون **"الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية" (SUMAMAD)**، وطورتها وحدة البحوث في معزل المحيط الحيوي في دانه في الأردن، وهو أحد مواقع المشروع الدولي التسعة.
- ويعطي راتنج شجرة البَلَسان الافريقي الصمغية (المذكورة أعلاه) أنواعا من الأصماغ والبخّور.

ويستخدم البَلسان الافريقي في كثير من الأنشطة الاجتماعية والثقافية، من صنع المنتوجات الحِرفية إلى الطقوس التي تحرق البخور استثارةً للمشاعر الدينية.

◄ ويجلب التلاميذ من بيوتهم أشياء وأدوات مختلفة ومواد تنظيف ومواد تجميل وأدوية وقطعاً تستخدم في العبادات مصنوعة من النبات الشعار وذلك لعرضها، ولو لفترة قصيرة، إلى جانب صور النبات ورسوماته ومخططاته البيانية التي تشرح عمليات التصنيع.

◄ ويشدّد المدرِّس على أهمية عرض المنتجات الكاملة الصنع والمواد المجهزة ومصدرها (أي النبات في حالته الطبيعية) جنبا إلى جنب.

ويعتبر كل من هذه القطع جزءاً من دورة كاملة. وهناك علاقة ثلاثية عناصرها كما يلي:

– الطبيعة؛
– الإنسان الذي يشكل بيده وعقله القطعة بهدف استعمالها والتعامل معها يوميا؛
– القطعة نفسها، التي يجمع تصنيعها بين الإنسان والطبيعة معا.

◄ ثمّ يطرح المدرِّس على التلاميذ مزيدا من الأسئلة: هل تفضَّل أحيانا الأشياء أو المواد المصنوعة باستخدام المعارف المحلية على تلك المجهزة صناعيا؟

- إذا كان الطحن اليدوي ليس عملا يوميا تقوم به النساء ويحرمهنّ من الوقت الذي كان بوسعهنّ قضاؤه في المدرسة أو التدريب – هل طعم الطحين المطحون يدويا أفضل من طعم طحين المطاحن الصناعية؟
- أيهما أطيب مذاقا اللبن الحليب المحفوظ في وعاء خشبي أو في قرعة الدُبّاء، أم اللبن الحليب المحفوظ في علب من البلاستيك أو المعدن؟

وكثيرا من المجموعات الرعوية في افريقيا تجهز الحليب في أوعية ذات منشأ نباتي محافظة على معايير صارمة للنظافة. وتأتي قرعَة الدُبّاء من نبات من فصيلة القرعيات أو اليقطين، ومنها، غالباً، النبتة المسماة قنّينة الدُبّاء *(Lagenaria siceraria)*.

٥ – ابْحَثْ في كيفية استغلال النبات الشعار محليا

◄ يلخص المدرِّس الوقائع المجمّعة حتى الآن:

- يمكن للمعارف التقليدية أن تسهم في صيانة التنوع البيولوجي لأنها تعزز استعمال الموارد النباتية المحلية بصورة متسقة دقيقة حسنة التكيّف وفقا لاحتياجات السكان. وعلى هذا، كيف يمكن تنظيم استغلال هذه الموارد بصورة تحمي رفاه الجميع وتحسّنه؟

- عندما لا يعود هناك وجود للتوازن بين احتياجات السكان وقدرة الموارد الطبيعية على تجديد نفسها بنفسها، يأتي دور المعرفة التقليدية التي تحمي التنوع البيولوجي.

◄ ويواصل المدرِّس الشرح:

في كثير من المناطق الجافة اختلّ هذا التوازن بفعل عدة عوامل:

– الضغط الديموغرافي يتزايد باستمرار وهو يؤدي إلى زيادة الطلب؛
– تغير المناخ أدى إلى تفاقم حالات الجفاف خلال السنوات الأخيرة؛
– إساءة استغلال الشجر كحطب وعلف يُعتبر مشكلة شديدة الضرر إنسانية الصنع.

٨٢

٨٣

٨٢– مزرعة زيتون *(Olea europaea)*،
وادي الخناصر، سوريا
توماس شاف ©

٨٣– لفيف من التلاميذ، وادي الخناصر، سوريا
© هيلين جيل

٨٤– ألواح الصابون المصنوع من الزيت، مِعزل المحيط الحيوي في دانه، الأردن
© الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، الأردن

٨٥– شجرة زيتون مغروسة في حوض محفور في التربة، سوريا
© توماس شاف

٨٤

٨٥

٨٦

٨٦– إقحام السرمق الملحي مع الشعير، وادي الخناصر، سوريا
© هيلين جيل

٨٧– مزارع يحمل السرمق الملحي، سوريا
© هيلين جيل

٨٨

٨٧

٨٨– شتلة منقولة من نبتة السرمق الملحي، وادي الخناصر، سوريا
© هيلين جيل

◄ وبناء على اقتراح المدرِّس، ينظر الفصل في الأمور التالية:

هل يُستعمل النبات الشعار كحطب أو كمصدر لعلف الماشية؟

وغالبية النباتات الشعار التي ذُكرت في هذا النشاط تُستخدم لواحد من الاستعمالين: الحطب أو العلف.

أمثلة:

يستخدم على نطاق واسع سويق نخلة البلح، الذي يعطي خشبا ممتازا يستعمل كروافد للسطوح الخشبية أو كعضادات للأبواب، وكوقود في المناطق التي يقلّ فيها الشجر.

وفي بعض مناطق أمريكا الوسطى، يستخدم المزارعون شجرة التين المغربي طوال السنة لاستكمال تغذية حيواناتهم نظرا لما لورقها العريض من قيمة بروتينية.

◄ ويلاحظ التلاميذ أن الأمر نفسه ينطبق على النباتات الشعار البرية: فالأنواع المخشوشبة تعطي العلف الإضافي الضروري للماشية عندما تندر النباتات العشبية وتنخفض قيمتها التغذوية.

أمثلة:

في مناطق الساحل بافريقيا، تشكل قرون الأكاسيا البيضاء *(Faidherbia albida)* من ٣٠ إلى ٤٠ في المائة من العلف وهي تُعطى للحيوانات الضعيفة وتُباع في الأسواق لخصائصها المقوّية.

وتحب الماشية أوراق شجرة البلح الصحراوي *(Balanites aegyptiaca)* وكثيرا ما يقلّم الشجر لأغراض العلف.

◄ ويتابع المدرِّس طالبا من التلاميذ أن يفكروا في أحوال استغلال الأهالي للنبات الشعار.

ما هو الوضع على أرض الواقع؟ في كثير من الأحيان تستغل النباتات بسرعة أكبر مما لديها من قدرة على تجديد نفسها بنفسها.

٦ – حَدِّدْ أشكال تقطيع النبات وإنتاجه وتوزعه التي تضر بالنظام الإيكولوجي

◄ يعود المدرِّس إلى أنواع النبات التي استُخدمت في السابق كأمثلة، ويصف حالات يُقطّع فيها النبات (من قبيل نخلة البلح الصحراوي) عدة مرات في فصل واحد مما يفقده عمليا كل ورقه.

- هذا التقطيع يضّر بصيانة النوع: فالشجرة تضطر إلى تحمل تقطيعها لغايات متنوعة مما يخضعها لضغط مفرط. وهكذا فإن تجدد أنواع كاملة من النبات مهدد بالخطر. ويصدق هذا في حال نخلة البلح الصحراوي التي تُقلّم أو تجرّد من ورقها لأغراض الاستهلاك الإنساني ولاستعمالها كعلف للحيوان وكحطب وكذلك لإنتاج الفحم.

◄ ويعيد المدرِّس تأكيد هذه الملاحظة:

أصبح من النادر أن تجد عينة من نخيل البلح الصحراوي ذات جذع عريض جيد.

◄ ويلاحظ التلاميذ بعض النقاط المتميزة الأخرى:

- بعض طرق الاستغلال تضرّ بصورة مباشرة بفرادى النباتات من النوع المعني. فإذا قُلع اللحاء كله عن شجرة مثل البالأوباب *Adansonia digitata* أو أكاسيا السَيَال *Acacia seyal* لاستخدامه كليف في صنع الحبال فإن هذا يعرّض الشجرة لأهواء المناخ الجاف ولإغارة الحشرات عليها ولصعوبات توفير الماء (يتعرض النسيج الخشبي للدمار وبالتالي تجفّ الشجرة في نهاية الأمر).
- وأخيرا، هناك أشكال من الاستغلال تضر مباشرة بالنظم الإيكولوجية.

فلإنتاج الفحم، مثلا، تقتطف الأشجار بصورة عشوائية، وكثير من الأنواع التي كانت موجودة في البداية أصبحت الآن معرضة للاختفاء. وعندما يكون الاستغلال مكثفا واسع الانتشار، لا يؤدي ذلك إلى مجرد تناقص الكتلة الإحيائية بل كذلك إلى تناقص التنوع الوراثي وعدد الأنواع المختلفة.

ويجد بعض الأنواع، مثل البالأوباب، صعوبة في التجدد لأنها لم تعد تتمتع بوجود غطاء نباتي تحتها يتألف من النباتات المنخفضة الطول ومن الدغلات الشوكية.

◄ وإذا كان النبات الشعار من النباتات المزروعة، فإنه يطرح الأسئلة التالية:

- هل أُدخلت زراعته بصورة تمكّن من الاستدامة؟
- هل جرى توسيع رقعة الأرض الخاضعة للزراعة بهدف إدخال النبات الشعار؟
- هل جرى تدمير موارد الغابات أو حتى تدمير نظام إيكولوجي بأكمله للتمكن من زراعة هذا النبات؟

مثال:

في بعض أجزاء منطقة الساحل بافريقيا، يتراجع النظام الإيكولوجي لدغلة النمر المخطط، وذلك بسبب تطوير عدد من المحاصيل المتنوعة لإنتاج الأغذية في مناطق ريفية مختلفة.

- في حال الزراعة المكثفة لنباتات مثل الحبوب، هل روعي وجوب اقترانها بأنواع معمّرة مما يمكّن من زراعة محاصيل متنوعة في نفس المكان (**إقحام المحاصيل**).

مثال:

في الموقع السوري لمشروع الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية المذكور أعلاه، والذي يديره **المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (الإيكاردا)**، تجري بنشاط البحوث المتعلقة بإقحام المحاصيل من قبيل الشعير و**النباتات الملحية أو أليفة الملح** مثل السرمق الملحي *(Atriplex halimus)*، التي تحمي محاصيل الحبوب من الرياح الجافة وتمنع تعرية التربة. ومن شأن زراعة النوعين معا أن يوفر المزيد من العلف، كما يمكن أن يتعزز التنوع البيولوجي بذلك.

◄ ويختتم المدرِّس بطرحه مجموعة أخيرة من الأسئلة:

هل تنتشر زراعة النبات الشعار في إطار النظام الإيكولوجي بصورة قابلة للاستدامة؟

- هل ينمو النبات انطلاقا من **أنواع مستزرعة** أتت عبر طرائق البستنة وهي غير موجودة بين النباتات البرية من نفس النوع؟
- هل هو نوع أجنبي أُدخل هنا خارج منطقة توزعه الأصلي؟
- إذا كان الأمر كذلك، هل ينتشر في النظام الإيكولوجي في ظل ضوابط سليمة؟

فالنوع الأجنبي الغزوي هو النوع الذي يُدْخل ثم ينمو وينتشر بسرعة تجعله ينافس الأنواع المحلية البلدية، ويمكن أن يصعب ضبطه ولا سيما إذا كان النظام الإيكولوجي الجديد الذي أصبح يعيش فيه يفتقر إلى المفترسات أو العوامل المُمْرِضَة له والموجودة في موطنه الأصلي.

مثال:
يمكن لشجرة التين المغربي، وهي من أنواع الصباريات الكبيرة المعمرة أن تنتشر في مناطق الريف؛ وفي الماضي، عندما بدأ إدخالها، كانت في بعض الأحيان "تغزو" النظم الإيكولوجية في بعض أنحاء استراليا وغرب افريقيا وجنوب افريقيا. وتمثلت الطريقة الوحيدة للحد من انتشارها في استعمال الضوابط البيولوجية، بإدخال الطفيليات عليها.

◄ أما السؤال الأخير الذي سيفكر فيه التلاميذ في هذه المرحلة من البحث النقدي فهو كالتالي:

هل يمكن أن يعتبر النبات الشعار شعارا بحق إذا كان تقطيعه أو إنتاجه أو توزعه في النظام الإيكولوجي غير قابل للاستدامة؟

٧ – قابِلْ الناس الذين يعملون في حقل البيئة وضَعْ الأسس لمشروع مشترك يعني بالإدارة المستدامَة للموارد الطبيعية

◄ والآن وبعد أن وصل الفصل إلى مرحلة طرح هذه المسألة، فإنه ينظم لقاءً (بناء على اقتراح من المدرِّس) مع مختلف الأشخاص من أصحاب الخبرة وأصحاب المصلحة وصنّاع القرار على صعيد المجتمع المحلي: المزارعون والرعاة والحرجيون وعمال الحرف اليدوية، مثلا، فضلا عن العلماء وخبراء الحراجة والمهندسين الزراعيين.

◄ ويعرض التلاميذ معروضاتهم على هؤلاء الأشخاص الذين يتصل عملهم بالبيئة ويشرحون لهم ماذا تمثل هذه المعروضات. ويدورون بهم على مختلف المعروضات المتعلقة بالنبات الشعار.

◄ وتناقش مجموعة العمل هذه – التلاميذ والمدرِّسون وأصحاب الخبرة – مختلف العوامل وأشكال السلوك التي تؤدي إلى إدارة غير رشيدة للموارد الطبيعية، وخصوصا إساءة التعامل مع النبات الشعار.

◄ ويشرح كل فريق مشارك وجهة نظره:

- لدى الرعاة الرحل طلب قوي على الأخشاب، فهم في افريقيا يستفيدون أيضا من عمل جانبي مدرّ للدخل يتمثل في حرق الفحم.
- والرعاة أصحاب القطعان الكبيرة يبحثون دوما عن الكتلة الإحيائية العشبية. ويندر وجود العشب للرعي خلال موسم الجفاف ولذا فإنهم يتدبرون الأمر بورق الشجر علفا لمواشيهم. كما يسمحون للمواشي بأن ترعى في الحقول المزروعة، مما يضّر بالمزارعين ومصالحهم ويؤدي سريعا إلى نشوب المنازعات.
- ويرغب الحرجيون في تحقيق أقصى قدر ممكن من تجدّد الأنواع المخشوشبة.
- أما المزارعون فإن التربة هي سبيل العيش لهم. وهم يتأثرون مباشرةً بنتائج تدهور الأراضي وتغيرات المناخ. وكثيرا ما يشهدون كيف تدوس حوافر القطعان وأقدام الرعاة حقولهم، أو كيف تتدهور التربة وتفتقر بسبب اختفاء أنواع لها وظائف إيكولوجية هامة. كما أنهم هم أنفسهم يتسببون في انقراض بعض الأنواع وفي التصحر عندما يمارسون الزراعة واستخدام الأرض بطرق غير مواتية (الزراعة المفرطة، ترك أقل ما يجب من الأراضي لكي ترتاح، الزراعة الأحادية).
- كما أن لموقف مجموعات السكان القروية المستقرة أهميتها هي أيضا فهي تخرج لجمع الأخشاب وتلتقط أكثر مما يجب من الأماكن نفسها وعلى مقربة من القرية. وكثيرا ما يقصمون ظهر الأنواع لتحقيق فوائد فورية آنية لهم.

◄ ويتفق المشتركون في المناقشة أمام التلاميذ على وضع مشروع مشترك يضع الأسس لحلول أكثر إنصافا للجميع وأكثر استدامة (انظر النشاط التالي: الحديقة التجريبية، صفحة ١٢٠).

ويدير العلماء المناقشة بمساعدة المدرِّس والتلاميذ.

◄ ويحاول فريق العمل بصورة مشتركة أن يجد الإجابة على الأسئلة المطروحة ويقترح الحلول لكثير من المسائل وبعضها مسائل حادة تماما.

وإليك بعضُها:

- هل يجب إنشاء مزارع جديدة للنبات الشعار إذا كان لنا الحفاظ على أعداده؟
- هل يتعين الحدّ من عدد الحيوانات المنزلية في النظام الإيكولوجي منعا للإفراط في الرعي؟

- هل تعتمد الإدارة البيئية على إدارة الأراضي؟
- هل هناك حاجة إلى تحديد مناطق معينة منفصلة لتنشئة الأنواع (منطقة رعوية تُعطى فيها الأولوية للرعي ولتجدّد غطاء الأراضي العشبية) بهدف تنمية موارد الغابات وإنتاج الأخشاب وللزراعة؟
- هل يتعين إقامة ممرات رعوية يستخدمها الرعاة والقطعان؟
- هل ينبغي أن يكون هناك مناطق خاصة لجمع كميات معقولة مما يحتاج إليه الناس (قطف الثمار، والحطب والأخشاب والألياف)؟
- هلي يجب إخضاع نسبة معينة من الأشجار للحماية في المناطق المزروعة؟
- هل ينبغي بذل جهود خاصة لتجنب الزراعة الأحادية ولإدخال تناوب مناسب في المحاصيل التي تنمو تحت ظلال الشجر؟
- هل ينبغي وضع قيود على التوسع في الأراضي المزروعة؟
- هل ينبغي وضع قيود على غرس أنواع مخشوشبة مزروعة؟
- هل ينبغي تقييد غرس الأنواع المُدْخَلة ورصدها لفترات طويلة؟
- هل ينبغي العودة إلى إدخال **الأنواع المعمّرة**؟
- هل ينبغي الحفاظ على **النباتات الدخيلة أو العَرَضِية** بإقامة مناطق للصيانة المتكاملة في إطار النظم الإيكولوجية المختلفة؟

٨٩– راع مع قطيع من الماعز، منطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

٠٧ الحديقة التجريبية

المستوى: متقدم ★ ★ ★

المكان: في الهواء الطلق

المدة: • • • على امتداد عدة فصول مع نمو النبات... فالصبر فضيلة!

الأهداف

١ – المعرفة والفهم

كجزء من أنشطة **عقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة**، يقوم التلاميذ بإنشاء حديقة تجريبية للمدرسة كلها وتنميتها خلال عدة سنوات، وهي بمثابة أرضية لاختبار عدة أنشطة تتعلق بحماية البيئة.

ويطّلع التلاميذ على وظائف أنواع النبات المعمّرة وطرق استعمالها لأغراض صيانة النظم الإيكولوجية الطبيعية وشبه الطبيعية والزراعية.

٢ – القدرات

ينمي التلاميذ قدرات عملية وفنية في مجالي زراعة الحدائق والحراجة الزراعية ويحرزون المعارف النظرية لإثبات تجربتهم العملية من خلال الاتصال بالضالعين على الصعيد المهني في التعامل مع البيئة.

ملاحظات واقتراحات:

لأغراض هذا النشاط، نوصي بشكل خاص بتشكيل فريق يضم عددا من المدرِّسين، بل قد يشمل أيضا أكثر من مدرسة واحدة. ويبدأ المدرِّسون بتقديم المبادئ الأساسية لحماية البيئة وسيعملون على إنشاء مشروع عملي للتدريس يستند إلى هذه الحديقة كتطبيق عملي لمفهوم **التنمية المستدامة**، وهو مفهوم يضعونه في صميم المشروع بتدريس التلاميذ كيفية اتخاذ تدابير طويلة الأجل سيستفيدون منها في المستقبل – لا لوحدهم بل مع غيرهم من التلاميذ جيلا بعد جيل.

وتعتبر الحديقة التجريبية استمرارا طبيعيا لبرنامج إدارة الأراضي الذي بدأ في إطار النشاط السابق. ولذا ينبغي ربطها بمختلف المواقع التي اختارها صنّاع القرار المحليون للتدابير الرائدة في مجال حماية البيئة.

وسيتردد التلاميذ كثيرا بين أرض الاختبار (حديقتهم التجريبية) والمناطق الفعلية الكبيرة التي يزرعها مهنيون مختصون.

٩٠

٩٠– محاصيل نباتات منخفضة بين شجر النخيل، بني عباس، الجزائر © ميشيل لو بير

٩١– اقتران أشجار المحاصيل
والأنواع العشبية في الحراجة الزراعية
بمنطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

المنهجية

١ – تَفهَّمْ المبادرات المحلية الخاصة بحماية البيئة

◄ يجري المدرِّسون المشاورات مع الذين يتصلون بالبيئة من خلال سبل العيش الخاصة بهم (صناع القرار على الصعيد المحلي والمزارعون والرعاة والحرجيون وأصحاب المعرفة وأهل التأثير والمهندسون والطلاب والمدرِّسون الآخرون). ويستكشف فريق المدرِّسين المبادرات الخاصة بحماية البيئة والتي اتخذت في أعقاب إطلاق برنامج إدارة الأراضي الذي اتُفِق سابقا على مبادئه وأفكاره الأساسية.

وهناك مجموعة واسعة من المبادرات المحتملة:

- تحسين مردود المحاصيل السنوية بإقحام زراعة أصناف معمرة عليها مما يصلح للطعام وله وظائف بيولوجية متنوعة (سواء من الأصناف البرية أو الأنواع المأخوذة من نفس الموئل الطبيعي):
- تسميد قطعة أرض حجرية فقيرة بإدخال غرسات منقولة من **المشاتل** ومن خلال أساليب البستنة؛
- تحديد موارد الغابات وإقامة منطقة استغلال رشيد لمنتجات الغابات التي يستخدمها الناس: الحطب والثمار والبذور والنباتات الطبية؟
- تجديد الطبقة العشبية وتطوير المراعي في منطقة مكرسة للمواشي؛
- تنمية منطقة مراقبة لإنتاج الأخشاب لأغرض البناء وغير ذلك من استعمالات لا تستنفذ الموارد الطبيعي بتفريغ الأراضي وقطع الشجر،
- استخدام طرائق **الحراجة الزراعية** لإدخال المحاصيل على الغابات دون قطع الشجر؛
- منع تصحر **الواحات** وتثبيت الكثبان الرملية باستخدام شبكة من **مصدّات الرياح** أو من الأحزمة الخضراء التي تشمل مزارع النباتات العشبية والشجيرات والأشجار المختلفة.

٩٢

٩٣

٩٢– نساء مزارعات يجففن بذور السرمق الملحي،
وادي الخناصر، سوريا
© هيلين جيل

٩٣– علماء مشروع "الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية" (SUMAMAD)
في المشتل، وادي الخناصر سوريا
توماس شاف ©

وهذه المبادرات جميعها تنطوي على غرس أو بذر أنواع معينة وعلى معرفة صيانة النباتات المعمرة (سواء الصالحة أو غير الصالحة للطعام). المتكيفة بشكل خاص مع مختلف الشروط التي نجدها في النظم الإيكولوجية القاحلة.

◄ ويتلقى المدرِّسون التدريب من المهنيين المختصين بشؤون البيئة. وهم يتعلمون كيفية تخصيب التربة وإعداد **السماد الخليط** وانتقاء البذور والعناية بالنباتات ونقلها وإنشاء مشتل المدرسة والعناية ببستان بري.

مثال:
كجزء من النشاط الذي يضطلع به الموقع السوري في وادي الخناصر التابع لمشروع الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية، لتيسير التعاون بين السلطات المحلية والمزارعين أو الرعاة وعلماء المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (الإيكاردا)، قد يقبل بعض الافراد من المجتمع المحلي المعني نقل بعض خبرتهم العملية إلى فريق من المدرِّسين.

وبمساعدة "ميسّرين" يؤمِّنون الاتصال بالمزارعين ويشرحون منافع مشروع الحديقة التدريبية، يطّلع المدرِّسون على المسائل المتعلقة بطرائق زراعة المقحمات من قبيل الجمع بين الحبوب ونبات معمّر مثل السَرْمَق *Atriplex halimus*. ويمكنهم بعد ذلك استعمال هذه الطريقة في الحديقة التجريبية مع تلاميذهم.

◄ وبعد أن يتلقى فريق المدرِّسين التدريب يجتمعون للبتّ في نطاق الحديقة.

◄ وتتمثل الخطوة التالية في عقد اجتماع لجميع المشتركين في المشروع: التلاميذ والمدرِّسون والمختصون بشؤون البيئة والعلماء وقادة المنظمات المحلية غير الحكومية. ويطّلع التلاميذ على الأنشطة التي يضطلع بها الأهالي لحماية البيئة والحفاظ على النظم الإيكولوجية.

◄ وتقرر المجموعة بصورة مشتركة المكان الذي ستُنشأ فيه الحديقة التجريبية. ويتحدد محيط الحديقة بحيث يشمل النباتات المعمرة ذات الوظائف الإيكولوجية الهامة (مما يمكّن من حفظ الماء والموارد المغذية)، كما يشمل، إن أمكن، نباتات يمكن أن يأكلها الإنسان والحيوان.

وليس من السهل دائما العثور على قطعة أرض هي موئل لكثير من الأنواع المختلفة، غير أن من الأهمية بمكان أن يوجد في المكان المختار أربعة أو خمسة على الأقل من الأنواع المعمرة وذلك للتمكين من إجراء تجارب معينة.

أمثلة:

في منطقة الساحل بافريقيا، من المفيد أن يكون هناك نماذج من أربعة أو خمسة أنواع مما يلي:

البلح الصحراوي *Balanites aegyptiaca* ونبتة *Maerua crassifolia* والأعشاب مثل *Panicum turgidum* والباأوباب *Adansonia digitata* وجُنبية *Boscia senegalensis* وأشكال السنط مثل أكاسيا السيال *Acacia seyal* وسنط السمر *Acacia tortilis* والبيدا *Faidherbia albida* وحشائش غامبا *Andropogon gayanus* والعنّاب المداري أو تفاح الساحل بمختلف أشكاله *Ziziphus mauritiana* و *Ziziphus spina-christi* وشجرة أم القرن (الشيّة) *Vitellaria paradoxa* والتمر الهندي *Tamarindus indica*.

وفي أمريكا اللاتينية، أنواع جُنيبات الكريوزُوت *(Larrea divaricata, Larrea tridentata)* والتين المغربي *(Opuntia ficus-indica)* وأنواع الخُرنوب *(Prosopis chilensis, Prosopis pubescens)* من أجل ثمرها ونخلة المروحة، وهي من الجنس الواشنطوني واللوز المغربي (الأغاف) وأنواع اليُوكّة الدائمة الخضرة.

كما يعتبر توفر مصدر للماء من المزايا الهامة للحديقة.

◄ وبعد مسح مفصّل للموقع المختار، يشرح فريق المدرِّسين للتلاميذ، بمساعدة شركاء المشروع، الأنشطة التعليمية الرئيسية التي يزمَع استخدام الحديقة فيها:

- دراسة الأنواع المعمّرة البلدية الرئيسية في البيئة المحلية؛
- ممارسة طرائق البذر والغرس ونقل الغرسات؛
- إنشاء مشتل وصيانته؛
- تسميد التربة؛
- زراعة الأنواع المخشوشبة البلدية مقترنةً بزراعة النباتات العشبية وزراعة البساتين والمحاصيل السنوية؛
- صيانة نظام إيكولوجي لغابة طبيعية واستغلال المنتجات؛
- تجديد أراضي المراعي العشبية؛
- إنتاج الأخشاب في نظام إيكولوجي طبيعي؛
- حماية المحاصيل بأساليب مختلفة: مصدات الريح، الأحزمة الخضراء، السياجات، مآوي من الشمس؛
- إدخال نباتات نادرة ومستوطنة على المنطقة الإحيائية الملائمة؛

٢ – هَيِّءْ كشفا بالأنواع البلدية الهامة التي تنمو في المنطقة الأوسع متجاوزة حدود الحديقة نفسها

◄ بمساعدة من المدرِّس، يقوم التلاميذ بدراسة تفصيلية للأنواع البلدية الرئيسية، سواء المخشوشبة أو العشبية، التي تنمو طبيعيا في بيئتهم.

◄ ويبدأ التلاميذ المشروع بالتفكير في الخواص المناخية والمتعلقة **بعلم الأتربة** في المنطقة:

- هل هي منطقة جافة أو قاحلة (يقل فيها هطول المطر عن ١٥٠ مم في السنة)؟
- هل هي منطقة شبه قاحلة (يتراوح فيها هطول المطر بين ٣٠٠ و ٦٠٠ مم أو أكثر)؟
- وعلى الصعيد الميداني، يجمع التلاميذ والمدرِّسون المعلومات حول طبيعة **الطبقة التحتية** أو **صخر الأديم** (الصخر القاعدي تحت التربة).
- هل هي من الحجر الكلسي أو الصوّاني؟ هل هي رملية في بعض المواضع؟ أم من الصخر الملحي؟
- ما هي بنية التربة والصخور المتعرية المكشوفة؟
- هل التربة رملية أو من الطمي أو الطين؟
- هل هناك **حمادات** في المنطقة (الحمادة = الصحراء الحجرية)؟
- هل هناك صحراء حصوية (صحراء **الرق**)؟
- هل هناك صحراء رملية (صحراء **العِرقْ** أو بحر رمال)
- هل هناك من وديان أو أغوار تربتها خصبة وتتجمع فيها مياه السيل بعد انقطاع المطر؟ هل هناك مساحات من التربة الطينية؟ أو مناطق تربتها غنية بالمادة العضوية وبالدُبال (الذي ينشأ عن تفسخ المادة العضوية ذات الأساس الحيواني أو النباتي)؟

◄ والتلاميذ على معرفة بشحة المطر وبالحرارة المفرطة التي تتميز بها النظم الإيكولوجية في الأراضي الجافة.

ويحاول التلاميذ، في قطعة الأرض التي يدرسونها، أن يقيّموا قدرة النبات على تحمل نقص الماء والتعرض للشمس وأن يحّددوا الموارد والشروط الموجودة في البيئات التي ينتمون إليها.

هل المواقع التي مسحوها معرضة بشدة للشمس أو هي ظليلة نسبيا؟ ما هي درجة الحرارة القصوى؟ ما هو نوع التربة فيها؟ هل يوجد هناك منطقة إحيائية محددة من نوع معين – بِركة ماء أو غابة؟ هل هناك أي غدير ظاهر الماء أو أي دليل على وجود مياه جوفية؟

◄ ويتعرف التلاميذ على البيئات المختلفة ومن ثم يضعون كشفا بالأنواع المقابلة لها والتي تستفيد من مواردها وشروطها.

أمثلة:

في المناطق القاحلة من الساحل بافريقيا، يسهل ملاحظة نباتات من قبيل سنط السمر *Acacia tortilis* في نواح شديدة الحرارة من صحاري الرِق الحصوية.

وفي الأغوار والوديان، هناك نباتات تكيفت على الشاكلة نفسها مع شروط الجفاف، أو أحيانا الجفاف المفرط، وهي من قبيل سنط اللِيْتَة *Acacia laeta* والبلح الصحراوي *Balanites aegyptiaca* والأعشاب مثل *Panicum turgidum* وهو من الحبوب البرية وسنط السمر *Acacia tortilis*، والأنواع المثمرة مثل جُنيبة *Boscia senegalensis* التي يمكنها أن تحمل الثمر حتى في موقع شديد الجفاف. وحيثما يوجد قدر ولو طفيف من المطر، تنمو نخلة البلح الصحراوي حتى على الكثبان الرملية المستقرة وذلك لوجود مياه جوفية تحت هذه الكثبان يمكن للنباتات ذات الجذور العميقة أن تصل إليها. وفي ظل الشروط نفسها يمكن أن توجد نبتتا *Panicum turgidum* و*Commiphora Africana* أيضا.

وفي المناطق التي تحظى بمطر أكثر (المناطق شبه القاحلة)، ينمو غطاء عشبي من *Panicum laetum* على التربة الطينية إلى جانب الشجر (العُنّاب أو تفاح الساحل *(Ziziphus mauritiana)* والأكاسيا السَيَال *Acacia seyal* و *Faidherbia albida*، وهي من النباتات التي تنمو عادة حول البُرك وجداول الماء.

وتهيمن في مناطق السافانا الشجرية شبه القاحلة مجموعة من الأشجار، منها *Combretum glutinosum* المقترنة بالأكاسيا السنغالي *(Acacia senegalensis)* والأكاسيا السيال *(Acacia seyal)* مع البأوباب *(Adansonia digitata)*؛ كما تهيمن فيها طبقة الغامبا العشبية *(Andropogon gayanus)*.

٣ – ضَعْ قائمة بالوظائف الإيكولوجية والغذائية والمدرة للدخل التي تؤديها النباتات البلدية، وخَطِّطْ لزراعتها معا

◄ من بين الأنواع المدرجة، هناك كثير من النباتات المعمّرة (التي تزهر وتثمر عاما بعد عام)، ويميز التلاميذ ما يلي:

- نباتات لها وظائف إيكولوجية هامة ضمن النظام الإيكولوجي؛
- نباتات صالحة للطعام توفر أغذية من نوعية جيدة، بل إنها قد تكون لذيذة الطعم؛
- نباتات تنتج المواد الخام أو تولّد مصادر ممكنة للدخل.

◄ ومهما كانت القارة التي يعيشون فيها، سيجد التلاميذ فصائل معينة مثل البقليات تؤدي وظائف أساسية في تطور النظام الإيكولوجي.

- في افريقيا تعتبر أكاسيا السمر *(Acacia tortilis)* مضخة ماء مدهشة ترفع الماء من أعماق الأرض إلى السطح؛ كما يساعد هذا النوع على الحفاظ على مستويات الفسفور في التربة الواقعة تحت غطائه الورقي.
- أما طلح البيدا *(Faidherbia albida)* فهو نبات معروف مثبت للنيتروجين يسمّد الأرض بتكرير المغذيات من خلال تفسيخ الفضلات وبنقل المغذيات المعدنية من العمق إلى السطح. وهو يساعد، نتيجةً لكون توقيت دورته مقلوبا، على توفير الظل والعلف مما له شديد الأهمية خلال موسم الجفاف. كما أنه، بفضل شبكة جذوره القوية، يسحب الماء من الأحواض الجوفية دون أي منافسة مع المحاصيل السطحية الأخرى. إضافة لذلك يؤدي الطلح دور المِجْثَم (مكان الوقوف العالي) المثالي للطيور، وهذا بدوره يسهم إسهاما كبيرا في زيادة المردود الزراعي. وهو النوعَ المختار في الحراجة الزراعية وفي أي نظام يقوم على الجمع بين الشجر ومحاصيل الحقل أو الحديقة.

٩٤– من اليمين إلى اليسار ومن الأعلى إلى السفل:
أنواع في نظامها الايكولوجي: مزرعة وأوراق الخُرنوب (شيلي)، نوع من النجيليات *Pennisetum sp* (الجزائر)، السافانا العشبية (النيجر)، البأوباب *Adansonia digitata* (النيجر)، العُنّاب (النيجر)، أوكاليبتوس وكتل صخرية (استراليا)، عش طير أرضي في أدغال الملي الاسترالية
© أوليفييه بريستن، ميشيل لو بير

- كما أن الأكاسيا السنغالية أو سنط السنغال *(Acacia senegalensis)* ونخلة البلح الصحراوي *(Balanites aegyptiaca)* ترفعان هما أيضا حيثما وجدا محتوى التربة من النيتروجين. وتساعد جذور البلح الصحراوي على تصفية المياه الملوثة وعلى تنقية التربة.
- وأكاسيا الشوك الأبيض *(Acacia polyacantha)* تحتفظ بالعناصر المعدنية الموجودة في أوراقها بعد إسقاطها مما يعزز تكرير هذه العناصر إلى حد بعيد.

◄ ويدرج التلاميذ أسماء نباتات أخرى يمكن اعتبارها "إيكولوجية".

من ذلك مثلا النباتات التي تساعد على صيانة الماء وتحمي البيئة في الوقت نفسه. وهي تقوم بهذا بطرق متنوعة:

- فهي تتفادى الحاجة إلى الري العالي التكلفة بما لديها من شبكة جذور قوية جدا تمكنها من الوصول إلى حوض المياه الجوفية أو الانتفاع بالرطوبة المتبقية في التربة بعد موسم المطر.
  ومن الأمثلة على ذلك البقول من قبيل أنواع الأكاسيا المختلفة.
- وهي تعيش على ماء المطر وتخزنه في أعضاء التخزين لديها وتحافظ عليه بتنظيم عملية **النَتْح** التي تقوم بها.
  ومن الأمثلة على ذلك الشوكيات من قبيل التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)*
- كما تنّوع من احتياجاتها أو تتعايش مع أنواع أخرى فيما يتعلق باستعمال الماء.
  وهذه هي حال النباتات العشبية، في مناطق السافانا الشجرية الجافة، التي تمتص كميات كبرى من الماء خلال موسم المطر (منتجةً الكتلة الإحيائية ومحافظةً على النباتات الأخرى المنخفضة)، لتعود وتتحول في موسم الجفاف إلى حالة انعدام الوظائف والسبات مما يعني ضمان توفر المياه للأشجار.

◄ كما يدرج التلاميذ نباتات منطقتهم التي تساعد على تثبيت التربة، مثل نبتة الشية *(Vitellaria paradoxa)* التي تمنع شبكة جذورها التعرية في غرب افريقيا أو التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)* التي تزرع على خطوط التضاريس لتحمي التربة على منحدرات جبال الأنديز.

◄ وبعد دراسة الأنواع "الإيكولوجية" في المنطقة، ينتقل التلاميذ إلى الأنواع المنتجة للأغذية و/أو للأخشاب؛ وبالطبع، هناك أنواع تنتمي إلى المجموعتين.

◄ ويفكر التلاميذ في أفضل أشكال الجمع بين الأنواع (كما يبحثون على أشكال الجمع التي توجد على الطبيعة).

ما هو النوع المعزز للخصب الذي يتماشى جيدا مع نوع منتج للغذاء، بحيث يمكن جمعها معا في بستان بري؟

أمثلة:

الأكاسيا السَيَال والباأوباب؛

طلح البيدا والعُنّاب أو تفاح الساحل.

◄ وعند انتهاء مرحلة الدراسة هذه، يُشجَّع الفصل على التفكير في بعض الأسئلة العملية:

كيف يمكن تجديد مجموعة من النباتات ذات الوظائف الإيكولوجية الهامة تميل حاليا إلى التراجع وحتى إلى الاندثار؟ ما هي النباتات المنخفضة التي من المفيد إدخالها حول قاعدة الشجر؟ ما هي أنواع النشاط الإنساني التي يتعين تشجيعها وتعزيزها؟ هل هناك من تحوطات يجب الأخذ بها؟

٤ – عُدْ إلى دراسة موقع الحديقة

◄ بعد الانتهاء من تسجيل ارتباطات النباتات المفيدة في البيئة الطبيعية، يتفحص التلاميذ موقع حديقتهم ويمسحون النباتات التي تنمو فيه ويتخيلون أنواع التجارب التي يمكنهم إجراؤها هناك.

◄ ويفكر التلاميذ في الأنواع الصالحة للطعام التي سيقومون بحفظها وتجديدها وإدخالها في الحديقة، وينصب اهتمامهم على الجانب التجريبي الخلاق من المشروع ويعطون الأولوية لواحد أو أكثر من الأنواع التي تعزز الروابط بين:

- النظم الإيكولوجية الطبيعية،
- الصحة والتغذية والسلامة البدنية،
- الطَعم.

ويعتبر الاستمتاع بالنكهة – لذة تذوق الثمار وغيرها من الأطعمة من النظام الإيكولوجي مباشرة – جانبا هاما من جوانب الحديقة التجريبية.

٩٥

٩٦

٩٧

٩٥– بلح بسكرا، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٩٦– مال محمّلة بالبلح، قابس، تونس
© ميشيل لو بير

٩٧– قطاف البلح، واحة تيميمون، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٩٨

٩٨– تجفيف المشمش، منطقة كابادوشيا، تركيا
© ميشيل لو بير

٩٩– بطيخ أحمر في السوق، أوزبكستان
© ميشيل لو بير

١٠٠

١٠٠– من الأعلى إلى الأسفل:
تجفيف القمح، المنيهوت،
أنواع الفلفل، بنن
© ميشيل لو بير

١٠١

١٠١– من الأعلى إلى الأسفل:
أشجار البرتقال تحمل الثمر الوفير، اسبانيا
الليمون الأخضر والبرتقال، المكسيك
© أوليفييه بريستن، ميشيل لو بير

١٠٢– إنتاج النباتات في مشتل، السودان
© برنامج ماب – اليونسكو

◄ وستزرع الثمار والخضروات في الحديقة.

وبعد بعض الوقت، ستصبح الحديقة مكانا لتذوق مختلف النكهات الممتعة، وبعضها يثير الدهشة أحيانا، من الطبيعة مباشرة.

فهي مكان يمكّن التلاميذ من معرفة نكهات قد تكون مهملة أو منسية ومن اكتشاف دقائق الطَعم الحلو والسكري والحلو المر والمرّ والقوي والحار والحمضي، الخ.

◄ وهكذا فإن هذه الحديقة مركز للتجارب يعاين فيه التلاميذ الإمكانات التغذوية للنباتات المعمرة الصالحة للطعام كما يطورون فيه طرق إعداد أطعمة معينة بحيث يقدرون طعمها حق التقدير.

وبحسب المنطقة التي يعيشون فيها، يمكن للتلاميذ إجراء تجاربهم على ما يلي:

أوراق نبتة *Maerua crassifolia* وثمارها، وثمرة *Boscia senegalensis* وفاكهة شجر العُناب اللذيذة بمختلف أصنافها *(Ziziphus mauritiana, Ziziphus spina-christi, Ziziphus nummularia)*، والثمار القوية النكهة من شجرة البأوباب وأوراقها وبذورها، والخضروات المقطوفة من أنواع مثل *Parkia biglobosa* في افريقيا، و*Prosopis cineraria* أو *Euphorbia caducifolia* في راجستان، و*Prosopis pubescens* أو التمر الهندي *Tamarindus indica* في أمريكا الوسطى، وكذلك ثمار النخيل من الأنواع شبه البرّية مثل نخيل المروحة القزمة *(Chamaerops humilis)* ونخلة الدوم *(Hyphaene thebaica)* ونخيل المروحة الافريقية *(Borassus aethiopium)*.

٥ – أنْشِئ مَشْتَلاً وتعلّمْ كيف تبذر البذور وكيف تغرس فِراخ النبات

◄ في بداية المرحلة العملية، قد يقرر التلاميذ زيادة عدد النباتات المعززة للخصب في حديقتهم – بغرس أشجار الأكاسيا الجديدة، مثلا.

ملاحظة واقتراح:
ويُنصح ببذر البذور في المشتل أولا قبل الانتقال إلى غرس فراخ النبات.

وفي البلدان المدارية، تنقل النباتات الفِراخ في بداية موسم المطر، لتمكينها من الإبلال والنمو قبل أن يأتي موسم الجفاف.

◄ ويلتقط التلاميذ البذور الناضجة من قرون الأكاسيا المدْروسة (أو من الثمار الناضجة للأنواع الأخرى المختارة) ويزرعونها مباشرة في أصُص ترابية قطرها حوالي ١٠ سم، أو في أكياس بوليثيلين طولها حوالي ٤٠ سم وهي أرخص ثمنا ولكنها قد تكون مصدرا للتلوث.

◄ وقبل الزرع، يعمد التلاميذ إلى ملء الأُصُص بخليط خصب من الرمل والتراب، رخو بقدر الإمكان. ويحتوي التراب على جزيئات من الحجارة المتكسرة – من الطين **والطمي** والرمل – مخلوطة بالدُبال (المادة العضوية المتفسخة). ويمكنهم أن يحسّنوا من تركيز الدُبال بصنع **سماد خليط** (انظر أدناه).

◄ ويضع التلاميذ الأصص على أرض منبسطة تتّقي الشمس والريح.

وعندما تبدأ الشتلات في الظهور، يُزال الضعيف منها ولا يحتفظ في الأسس إلا بأقواها، كما تُزال الحشائش العشوائية ويتناوب التلاميذ على سقاية النباتات؛ وينبغي القيام بالسقي بانتظام بحيث ينمو للنباتات جذور كثيفة مع تناميها إلى ارتفاع ٣٠ أو ٤٠ سم.

◄ ومع نمو الشتلات، يقرر الفصل في مجموعه، التلاميذ والمدرِّسون معا، أين ستزرع ويعتمد ذلك على ما يفضّله كل نوع من موارد وشروط بيئية.

ويقرر الفصل بعد ذلك أين ينبغي زيادة الأعداد الموجودة من أنواع معينة أو إدخال أنواع جديدة في الحديقة (أو كلاهما).

٦ – سَمِّدْ المنطقة التي ستزرع وانْقُلْ الشتلات

◄ يتعلم التلاميذ، من خلال عنايتهم بالمشتل، كيفية إعداد السماد الخيط لتخصيب التربة التي **ستنقل** إليها الشتلات.

◄ ولهذا الغرض، يقوم التلاميذ بحفر حفرة كبيرة لا تبعد كثيرا عن المدرسة أو الحديقة.

◄ ويرمي التلاميذ في حفرتهم هذه فضلات الحديقة والمطبخ: الأوراق الميتة المكنوسة والحشائش العشوائية وقشور الثمار والخضروات ويضيفون عليها فضلات الماعز والجمال والماشية، كما يمكنهم أن يضيفوا القش المتبقي بعد الحصاد، ثم يغطونها بطبقة من التراب ويتركونها عدة أسابيع.

◄ ويبين المدرِّس للتلاميذ كيفية تقليب الخليط وتسقيته بانتظام لكي يتفسخ.

بعد بعض الوقت، يتحول الخليط إلى سماد خليط ممتاز!

◄ وبعد البتّ في مسألة مكان غرس الشجرة أو الجُنيبة الفتية، ينظف التلاميذ المكان ويحفرون حفرة عميقة نسبياً (حوالي ٥٠ سم للجُنيبة أو ٨٠ سم للشجرة). ويتركون الحفرة مكشوفة عدة أيام لتهوية التربة السفلية.

◄ وبمساعدة المدرِّسين، يعمدون الآن إلى تخصيب التراب الذي أخرجوه من الحفرة، فيزيلون منه الحجارة والشوائب الأخرى ويخلطونه بكميات متساوية من السماد الخليط الذي انتهوا من إعداده. وفي اليوم المحدد للغرس، يرمون في أسفل الحفرة كمية قليلة من هذا التراب يجعلونها مُقبّبة.

◄ ثم يقومون بنزع الشتلة من الأصيص بالنقر على جوانبه ويرطّبون كرة الجذور ويفككون عقدها بعناية، ثم يضعون النبتة منتصبة في وسط الحفرة ناشرين جذورها على التربة.

ويتأكد المدرِّسون من بقاء أعلى جذور الشجرة أو الجُنيبة على مسافة ١٠ سم تحت سطح الأرض.

◄ ويملأ التلاميذ الحفرة بالتراب ويثبتونه باليد أو القدم مع عدم الإفراط في الرصّ. وأخيراً، يُهيّأ حويض صغير حول أسفل الشجرة ويُملأ بالماء (حوالي ١٠ ليترات).

٧ – عَزِّزْ علاقة الارتباط بين أنواع معينة وجَدِّدْ نظام الغابة الإيكولوجي الطبيعي

◄ أما وقد انتهى التلاميذ والمدرِّسون من زيادة أعداد النباتات المخشوشبة المعززة للخصب، أو من إضافة أنواع جديدة إليها، فإن بإمكانهم الآن الانتقال إلى المرحلة التالية: الجمع بين النباتات الصالحة للطعام والنباتات المعززة للخصب.

والمهمة المطلوبة في هذه المرحلة هي تجديد وتنشيط ما يوجد فعلا في الحديقة من الجمع بين نوعين من أنواع النبات (أحدهما للتخصيب والآخر للطعام).

ويجري العمل على زرع عدة أنواع من نباتات الطعام المنتقاة في المشتل ومن ثم إدخالها في الحديقة على غرار ما سبق فعله.

والهدف من ذلك كله يتمثل في تعزيز النظام الإيكولوجي للأرض الشجرية بإدخال أشجار مثمرة جديدة بحيث ينمو مع الوقت بستان بري حقيقي.

◄ ولتفادي إزعاج الكتلة الإحيائية وما يوجد من حياة نباتية، يمكن للتلاميذ إتباع طريقة أخرى لتكثيف الأعداد الموجودة دون نقل نباتات جديدة من المشتل.

فبوسعهم أن يجربوا البذار المباشر – أي إدخال نباتات معمّرة ببذر بذورها مباشرة في التربة متجاوزين كليا مرحلة المشتل أو متجنبين الحاجة إلى كميات كبرى من الماء الثمين.

◄ ويشرح المدرِّس هذه الفكرة:

النباتات المعمّرة التي تُبذَر مباشرة أميل إلى أن تُوَلِّد بسرعة كبيرة نسبيا شبكة جذور واسعة، بينما تتزاحم الجذور التي تُنتجها نباتات المشتل في أوعيتها (سواء الأصص الترابية أو أكياس البلاستيك). ويعني هذا أن النباتات التي تُبذر مباشرة تستفيد من شبكة جذورها الواسعة وتحظى بفرصة أفضل من نباتات المشتل للوصول إلى الماء المتبقي في الأرض بنهاية موسم المطر. وهذا يعزز من قدرتها على تحمل الجفاف.

◄ ويختار التلاميذ البذور بعد ذلك.

مثال:

يمكن انتقاء بذور البأوباب *(Adansonia digitata)* الصالحة باستخدام اختبار الطفو (البذور الفارغة تطفو على وجه الماء).

وقبل البذار، يمكن أن توضع البذور لمدة خمس دقائق في ماء يغلي، مما يساعد على وقف حالة السَبات التي توجد فيها (وهي حالة تباطؤ الوظائف الفيزيولوجية في ظل شروط غير مواتية للنمو).

◄ وتزرع بذور البأوباب عندما يكون موسم المطر قد ثبت تماما. وتُنبت البذور بعد ثلاثة أسابيع. فإذا كانت البذور تتلقى العناية الجيدة (تُعطى الماء بكثرة إلى أن تصل شبكة الجذور إلى حوض المياه الجوفية) فإنها تُنتِج غرسات صحية قوية – ويمكن للأشجار أن تنمو خلال سنتين إلى ارتفاع يصل إلى مترين اثنين.

◄ ويمكن للتلاميذ أن يزرعوا أشجار البأوباب على مسافة لا تقل عن ٢٠ مترا فيما بينها بحيث تنمو بحرية دون عائق.

كما يزرع التلاميذ نباتات مخشوشبة أخرى توفر الطعام، وبعض العشبيات أو النباتات المنخفضة عند أسفل الجذوع (انظر الفقرة التالية) بهدف تكثيف الغطاء النباتي في البستان.

على أن الأمر يتطلب عدة سنوات (في حال البأوباب مثلا) قبل الوصول إلى قطاف الثمر، مع أنه يمكن استغلال الورق قبل ذلك، وذلك رهنا بالقيود التي يتعلم التلاميذ كيفية ملاحظتها:

- يجب عدم المساس بالمظلة الشجرية والبيئة الظليلة التي توفرها، فهي ذات أهمية قصوى للتكاثر الجنسي في مرحلتي الإزهار والإثمار.
- عليهم التحلي بالانضباط في استغلالهم لمنتجات الشجر بحيث يتم ذلك بروح من الإنصاف إزاء كل من "عمال الحديقة" وباقتطاف كميات صغيرة من النباتات الأصغر عمرا.

١٠٣

١٠٤

١٠٣– حدائق السوق وحقول القمح،
إيفيروان، النيجر
© ميشيل لو بير

١٠٤– أشجار الموز والنخيل على ضفاف
النيل، مصر
© ميشيل لو بير

- عليهم أن يعاينوا عمر الشجرة ونضجها وقدرتها على حمل منتجات جيدة النوعية وحسنة المذاق يمكن قطافها دون إعطاب أجزاء أخرى من الشجرة لها أهميتها للنمو في المستقبل.
- يلتزمون بفترات "مواسم الامتناع" التي لا يجري فيها أي استغلال ويترك البستان بأكمله دون المساس به مما يتيح للنباتات فترة تستريح فيها.

٨ – جَدِّدْ المحاصيل والأرض العشبية في الحديقة واجْمَعْ بينها وبين النباتات المخشوشبة

◄ يجري الفصل تجاربه، خارج المجال المحمي من البستان، بالجمع بين مختلف النباتات المخشوشبة والأنواع العشبية.

◄ ويتعلم التلاميذ أولا، كيفية زيادة الكثافة في طبقة رقيقة جدا من الأعشاب، من قبيل *Panicum turgidum*، *Andropogon gayanus*، *Aristida pungens* في افريقيا أو الصَنْدبور الهندي *(Cenchrus biflorus)*.

◄ ويحدثهم المدرِّس عن الأنواع العشبية المعمّرة التي "تتنقل" سنة بعد أخرى، فهي تبدّل مكان تجذّرها في الأرض.

١٠٥– نباتات زهرية وأشجار فاكهة مختلفة،
هضبة للا سطي، تلمسان، الجزائر
© أوليفييه بريستن

وفي موقع الحديقة، يلاحظ الفصل كيف تتكاثر بعض النباتات العشبية محليا بإنتاج امتدادات أو **فروع زاحفة**، هي شكل من أشكال **الانتشار** تتدلى فيه السويقات إلى الأرض وتأخذ في التجذّر حالما تلامسها.

وبهذه الطريقة تتمكن العشبيات من التكاثر بدون بذور في عملية تدعى **التكاثر النباتي**.

فالنبتة الأم تشكل الفروع التي تنمو زحفا على الأرض وتأخذ في التجذّر لتصبح في نهاية المطاف نباتات مستقلة.

ويمكن للتلاميذ أن يفرغوا قاعدة احد النباتات العشبية ليروا بأنفسهم كيف يتم ذلك.

- ويقوم التلاميذ بأخذ فَسْلات يقطعونها من النباتات المختلفة.

ففي أمريكا اللاتينية يمكنهم أن يتعلموا كيفية زرع نباتات جديدة من الأوراق العريضة لمختلف أنواع الصبّار أو بقُطيفات كبيرة تؤخذ من الساق وتضم ٤ أو ٥ غصينات يمكن فصلها بسهولة. وتُقطع هذه الفسْلات وتجفف عدة أيام (منعا للتعفن) قبل أن تزرع في الأرض مباشرة.

- وللقيام بتجديد حقيقي لطبقة رقيقة من الحشائش أو للمروح، يبذر التلاميذ البذور.
- وتبدأ العملية بالعثور على البذور في الثمار الناضجة أو من رؤوس البذور التي يقطفونها من النباتات العشبية من قبيل الفصّة (البرسيم) أو البقول أو الأعشاب النجيلية. ويفضَّل أن يعملوا سوية وأن يقطفوا النباتات باليد مباشرة.
- ويقومون بعد ذلك بدرسها وغربلتها (باستخدام الغربال) وتذريتها لكشفها للهواء وتجفيفها وتيبيسها.
- وأخيرا يقومون ببذرها قرب النباتات المخشوشبة المعززة للتخصيب بحيث تستفيد من السماد العضوي.

◄ ويمكن للتلاميذ الأفارقة، في سعيهم الدائم للجمع بين النباتات الطبيعية المخشوشبة والنباتات المنخفضة، أن يضيفوا محاصيل سنوية مثل دُخن الثُمام السُنبلي *(Pennisetum glaucum)* أو السرغوم أو أنواع الحبوب البرية الأشد ندرة والتي تستحق أن يعاد اكتشافها من قبيل عشبة افيزو (بلغة الطوارق) *Panicum turgidum* أوالحلفاء الثلاثية *(Stipagrostis pungens)*.

ويمكن استعمال هذه الحبوب البرية على غرار الدُخن في تحضيرات تؤكل نيئة، وتعطي بذورها طحينا بريا يمكن للتلاميذ اختباره وتعلم كيفية تحضيره.

◄ كما يزرع التلاميذ بذور قرون البقول من قبيل الفاصوليا، وبُصيلات النباتات البصلية من قبيل البصل.

والنباتات الأرضية أو البصليات مهمة في المناطق الجافة نظرا للتنوع الكبير لأصنافها البرّية، بحسب المنطقة، ومنها فصيلة السوسنيات في الصحراء الكبرى، أو الزنبق الصغير. وتنمو هذه النباتات من بصلات تحت الأرض تنتج بصيلات أصغر حجما يمكن فصلها وإعادة زرعها.

◄ وأخيرا، في إطار تجاربهم البستانية، يزرع التلاميذ بذور الأزهار البرية المأخوذة من عليبات (جِرْوات) أو جوزات البذور الناضجة وستنتج هذه البذور بدورها نباتات مزهرة جميلة في الموسم المقبل.

◄ ويمكن للتلاميذ إن يُعِدّوا أحواض زهور صغيرة أو مربعات زهور أو بُسُطا من الإزهرارات البرية الخفيفة مثل التُرْمُس *(Lupinus tassilicus)* أو غيره من البقول مما قد لا يزهر لفترة طويلة ولكنه متعة للناظرين ولو لوقت قصير!

٩ – اجْمَعْ بين العلم والجماليات في الحديقة

عند التفكير في الأماكن التي يجب الزرع فيها وأنواع النباتات التي ستزرع وأحجامها وشكلها ولون زهرها، والجمع المقترح بين النباتات، وتنوع اللون والحجم، وترتيب الطبقات المختلفة، يتعلم التلاميذ كذلك كيف يجعلون البيئة أكثر جاذبية وكيف يقدرون جمالها.

١٠٦– محصول التين المغربي *(Opuntia ficus-indica)*،
صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو/ أوليفييه بريستن

١٠٧– حقول المحاصيل،
ولاية سيدي بلعباس، الجزائر
© اليونسكو/ أوليفييه بريستن

◄ ويضع التلاميذ مسبقا رسوما تخطيطية على سبيل التصور والتنبؤ بما ستكون عليه تشكيلة الألوان والأشكال والأحجام، ثم تقارن هذه الرسوم فيما بعد بالنتائج المتحققة.

◄ وبتصميم الزراعات، يحاول التلاميذ، ضمن الإطار العلمي والتجريبي لحديقتهم، أن يعثروا على تشكيلات معينة للألوان والأشكال، مع أن الكلمة الأخيرة تعود للطبيعة في نهاية المطاف.

ومن وجهة النظر البيئية، يُعتبر ما يفعلونه الآن استمرارا لعمل الطبيعة؛ وهم يلاحظون كيف يتم ذلك مع الوقت.

ولذا فإن الحديقة تجمع بين الجانب الجمالي والجوانب التعليمية والعلمية. فهي مكان لتجارب الحراجة الزراعية: الجمع بين استزراع الشجر وزراعة الأنواع العشبية بصورة تنهض بالتنوع البيولوجي للنظم الإيكولوجية الزراعية وتحفظ النظم شبه الطبيعية والطبيعية وتحسِّن من خصبها، مع صيانة التربة وانحنائها.

◄ ويزور التلاميذ، مسلحين بما أحرزوه من خبرات في العمل المنتظم في حديقتهم، المواقع الأخرى التي يكسب أهلها رزقهم من خلال العمل مع البيئة.

وفي هذه المواقع، يستفيد التلاميذ من خبرتهم فيقارنون بين الممارسات ويكتشفون طرائق جديدة تطبق على نطاق مختلف عن نطاق تطبيقاتهم هم.

ويمكنهم هذا من التثبت من خبراتهم ومن متابعة التعلم والمشاركة في المناقشات، مما يساعد على تقوية مَلَكاتهم النقدية.

ويعمل المدرِّسون المشاركون في مشروع الحديقة (وهو يعتبر فرصة حقيقية للتعلم من خلال العمل) بتيسير التبادل بين عالَمين: عالم أهل التجريب وعالم خبراء البيئة العاملين. ويشجعون على إجراء الزيارات والتبادلات بين الموْقعين.

١٠٨– أنواع مختلفة من النباتات الطبيعية،
تينيريف، جزر الكناري
© ميشيل لو بير

الفصل ٣

حفظ موارد المياه

١٠ قصيدة: الماء مصدر الحياة

المستوى: سهل

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: حصتان

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

يتحرى التلاميذ، استنادا إلى مصادر وثائقية وإلى تجربتهم الخاصة، أهمية الماء كمصدر للحياة في ثقافتهم وبيئتهم اليومية، ويعدّون تقريرا كتابيا عن ذلك شارحين النتائج التي يخلصون إليها في قطعة شعرية أو قصيدة حول مختلف جوانب الماء كمصدر حيوي.

٢ – المعرفة والفهم

بعد إجراء هذه البحوث الأولي، يتحسن فهم الفصل لوظائف الماء الرئيسية في النظام الإيكولوجي وللرابط القوي بين استعمال الماء والحاجة إلى مياه نظيفة.

المنهجية

١ – تَفحَّصْ الماء بوصفه مصدرا للحياة في الطبيعة وفي عالم التخيل

◄ يفكر كل تلميذ فيما يعنيه له "الماء"

ما هي الصور التي تتوارد لخاطره؟

روي العطش؟ النبع أم البركة أم غدير الماء؟ عملية حمل الماء يوميا؟ التنقل النهري؟ مياه الفيضانات؟ الوادي في حالة تدفق أو في حالة جفاف؟

ويتحدث التلاميذ عن تجربتهم اليومية مع الماء، وخصوصا الصعوبات الناشئة عن عدم توفر المياه، وعن جلب المياه وإدارتها (تقنين الاستهلاك حسب الاحتياجات المختلفة).

◄ ثم يطلب المدرِّس من التلاميذ أن يتذكروا لحظةً في حياتهم انتبهوا فيها إلى أهمية الماء، بما له من قوة على التنشيط أو التخصيب، كمصدر للحياة.

أمثلة:

- تذوُّق الماء العذب من النبع؛
- اكتشاف غدير ماء ضحل مخفي تحت الأرض في وقت كان فيه القطيع يعاني من العطش؛
- تأمُّل المحاصيل بعد أن يخصّب المطر الأرض؛
- العثور على قليل من الماء مخفيا تحت حوض من الأوراق الميتة،
- صيد السمك في بِركة ماء غنية به، أو العثور على مستنقع يعجّ بالتنوع البيولوجي.

◄ ويشدد المدرِّس على أهمية الماء كمورد حيوي لجميع الكائنات العضوية.
فالماء عنصر يتدفق في جميع العضويات الحية وهو أساسي لنموها وينظم عمليات الأيْض (التمثيل العضوي) لديها.

أمثلة:

يعتمد نمو النبات على المياه؛ فهو يشكل ٩٥ في المائة من الطماطم مثلا.

أما الإنسان فهو ماء بنسبة ٧٠ في المائة، وكذلك جلد الإنسان. أما دماغ الإنسان فهو ماء بنسبة ٧٥ إلى ٨٠ في المائة.

١– وادي إهرير، تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

- ويمكن للإنسان أن يفقد في يوم حار واحد عشرة ليترات من الماء من خلال التنفس والتعرّق والإخراج.
- ولا بدّ لهذا الماء من أن يُعوَّض: فالإنسان يستطيع أن يعيش قرابة الشهر بدون طعام ولكنه لا يعيش أسبوعا بدون ماء للشرب.
- وعلى الشكل نفسه، يحتاج الحيوان إلى الماء لينظّم جسمه، وكذلك حال النبات الذي يفقد الماء بالنَتْح.

◄ وبتوجيه من المدرِّس، يوسع الفصل موضوع المناقشة ويلاحظ أن الماء مصدرٌ للحياة في جميع جوانبه:

- كمادة فيزيائية وكموضوع للبحث العلمي؛
- كمورد طبيعي يؤدي وظائف إيكولوجية هامة في النظام الإيكولوجي؛
- كعنصر له أهميته في خيالنا فهو في صميم كثير من الأساطير والرموز.

◄ ويبدأ التلاميذ بحوثهم الوثائقية بالتركيز على ثلاثة من جوانب الماء كمصدر للحياة. ويسجل كل تلميذ ملاحظاته في دفتر خاص بهذا النشاط.

◄ وتحت عنوان "الماء كمادة فيزيائية وكموضوع للبحث العلمي"، يصف التلاميذ، بمساعدة المدرِّس، الدور الذي لعِبَه الماء في أصل الحياة على الأرض.

ويسجل التلاميذ ملاحظات ورسومات بسيطة تستند إلى صور علمية (صور مجهريه) تمخضت عنها بحوث المدرِّس، ويلخصون قصة التطور ابتداءً من ظهور الأوّليات الأحادية الخلية، والبكتريا، والأُشْنَة أو الطحالب – في الماء – منذ بلايين السنين. فمن هذه العضويات الدقيقة الأحادية الخلية والتي لا تراها العين المجردة تطورات الكائنات العضوية العديدة الخلايا من قبيل الإنسان.

٢

٣

٤

٥

٦

٢– البط ابري يشرب من نهر ريو فيلاما،
شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٣– طيور البحر جاثمة على أنابيب الماء،
منطقة خواسكو، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

٤– شلال، وادي إهرير،
تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٥– حصان، منتزه القلعة الوطني،
الجزائر
© أوليفييه بريستن

٦– طفلة من تاراخُمارا
تروي عطشها، المكسيك
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

وبعد هذا البحث الأولي يجد الفصل نفسه أمام عدة خيارات.

◄ يربط بعض التلاميذ بين الماء والتخيّل من خلال الأساطير والقصص حول بدء الخليقة وبداية الحياة. فالماء مذكور في كثير من قصص النشوء، ويقدم التلاميذ عرضا سريعا في دفاترهم مستشهدين بهذه القصص وواصفين لها.

أمثلة:
في القرآن الكريم، يرتبط الماء بخلق الله للعالم: "إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ وَاخْتِلاَفِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنزَلَ اللّهُ مِنَ السَّمَاء مِن مَّاء فَأَحْيَا بِهِ الأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَآبَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاء وَالأَرْضِ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ.» القرآن الكريم، سورة البقرة، الآية ١٦٤

وتتضمن قصص النشوء الهندية إشارات عديدة للماء من خلال النباتات المائية التي تنمو في المياه الوحلية: فبينما يستلقي يِشْنُو نائما فوق الماء، تنبت من سرّته زهرة لوتس ويتبدى بْراهْما عليها.

◄ وترتبط مجموعة أخرى من التلاميذ بين الماء كمصدر للحياة وبينه كمورد طبيعي وموئل فريد من نوعه في النظم الإيكولوجية للمناطق القاحلة وشبه القاحلة.

ومن الأمثلة التي يمكن إيرادها هنا المستنقعات العشبية:

فالمستنقع يعجّ بالحياة كمنطقة إحيائية للعضويات الدقيقة وللنبات والحيوان وكمكان تغطية النباتات العشبية المائية، من قبيل قصب التيفا، وكمستودع للجينات (المورِّثات) وكبؤرة تتولد فيها الطيور والأسماك والحشرات.

ويجمع التلاميذ المعلومات عن هذه المنطقة الإحيائية الثمينة مع تسجيل ملاحظاتهم التفصيلية ورسوماتهم.

◄ وتستكشف مجموعة ثالثة فكرة ارتباط الماء بنشأة الحياة الإنسانية:

فالسائل أو الماء الأميني داخل الرحم، ومن ثم اللبن الحليب والسائل اللبني والماء الذي يغذي الإنسان.

◄ ويرسم التلاميذ ما يوجد من طقوس، أو يصفونها بسرعة، في ثقافتهم أو في ثقافة أخرى، يعتبر فيها السائل الأميني مقدسا وله دوره في الترحيب بالمواليد الجدد.

مثال:
في قبائل البَمْبَرَة في غينيا، اعتادوا على تشريب الطفل الوليد قطرة من ماء حمّامه الأول قبل أي شيء آخر. فالوليد المغطى بسوائل الولادة يتذوق ماء حمّامه الأول هذا، وهو بذلك يشعر بهويته الفردية من خلال "تذوقه لنفسه".

◄ ويعمد تلاميذ آخرون إلى التمعّن في أوجه الثقافة التي تربط بين الماء واللبن الحليب:
فكثير من أناشيد القيدا الهندية تشير إلى مياه أمِّنا التي تعطينا "الحليب"

والماء واللبن الحليب جزءٌ من الغذاء الأساسي لدى الرعاة الرحّل وكثيرا ما يُربط بين الاثنين في الأمثال.

ويسجل التلاميذ بعناية هذه الأقوال المأثورة ويتذكرونها.

مثال:
"إذا حَمُضَ الماء في إنائك فلأنك أضفت إليه خاثر اللبن".

◄ ومن المفيد أن يستند التلاميذ، بغض النظر عن المنطقة التي يعيشون فيها، إلى ثقافتهم هم لاستقاء الإشارات إلى الماء كمصدر للتغذية.

فمياه البرك أو البحيرات كثيرا ما توصف أو يشار إليها باعتبارها مغذية أو خصبة أو مفعمة بالأسماك: في عبارات من قبيل "بِركة الحياة" أو "بحر من الغذاء" من قبيل تشبيه البحر بأنه مثل "المادة المخاطية" الغنية بالعضويات المجهرية.

◄ وبوسع تلاميذ مختلف المناطق أن يقارنوا بين ملاحظاتهم وأن يقتسموا نتائج بحوثهم، بطرق منها مثلا نسخ دفاتر (كراسات) الصف، في حال تيسر الوسائل لذلك، وإرسالها إلى مدارس أخرى تنتمي إلى **شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة** (ASPnet). فهذا يمكنهم من اكتشاف توازيات بديهية بين مختلف المناطق الجافة.

٧– وادي المحاصيل، المكسيك
© ميشيل لو بير

٢ – لاحِظْ بعض الجوانب الأساسية للماء كمورد حيوي

◄ يلخص المدرِّس وظائف الماء الرئيسية

- هو بمثابة "منطقة إحيائية" أو موئل طبيعي ومستودع للتنوع البيولوجي.
- ويؤدي الماء وظائف تفيد الإنسان مباشرة، من حيث كونه عنصرا أساسيا يقوم عليه إنتاج الأغذية والطاقة.
- وله وظيفة ناظمة في البيئة على أكثر من مستوى:

– فالماء يحكم المناخ (انظر الفصل ٣، النشاط ٣، الصفحة ١٥٤)؛

– وهو يحكم تشكل التربة: فطبقة الماء الرقيقة التي تُمسك بين القطع المتكسرة من الصخر المتعرض للتعرية مشكّلةً التربة هي مكون أساسي لكل ما على كوكب الأرض من تربة، شأنها في ذلك شأن الهواء الذي يملأ الثغرات فيها.

– وهو يحكم الممارسات الزراعية: فالمطر الذي يبلل الأرض يؤدي إلى الحصاد، فهو أساسي للإنبات وإلى نمو النبات (إلى جانب المغذيات). ويحكم الماء النشاط الزراعي بإبقاء المحاصيل حيّة – مما يتحقق بالريّ حيث يلزم ذلك في حال عدم كفاية المطر – وبغسل التربة (فالماء هو عامل التنظيف الرئيسي للتربة) مما ييسّر تناوب المحاصيل.

٣ – رَكِّزْ على الماء كمصدر للتخصيب أو للتغذية في حياة التلاميذ اليومية

◄ يعود التلاميذ بعد ذلك إلى موضوع الماء كمصدر للتخصيب أو للتغذية.

ويتوسعون في هذا الموضوع بربطه بالكتل المائية التي يعرفونها والتي يزورونها بانتظام في بيئتهم المحلية.

- كيف تعتبر هذه الكتل المائية، بما تتيحه للأهالي من سبل الحصول على الماء العذب سواء من فوق سطح الأرض أو من باطنها، مصدرا لحياتهم؟
- أَلَعلَّها هي السبب في قيام القرية وتشكل المجتمع المحلي في المقام الأول؟
- كيف تسهم في النشاط الإنساني؟
- هل يستخدم الماء في ري المحاصيل؟
- هل هناك من نظام، طبيعي أو من صنع الإنسان، لإزالة تلوث الماء أو تصفيته بحيث يبقى نظيفا خصبا؟
- بعد أن يجف الوادي بانقضاء موسم المطر، هل هو غني بالتربة الغرينية (الطمي)؟
- هل هناك نظام تقليدي أو قديم لجمع المياه الجوفية، من قبيل **الفَكّارة** (وهي ما يعرف في المغرب باسم "الخطّارة" وفي سورية وإيران باسم "القنوات")؟
- هل يُعترف بهذا النظام ويُصان في مجتمع اليوم باعتباره الأنسب لخصائص مياه المناطق الجافة.
- هل لا يزال النظام يضمن توفر استعمال المياه العالية الجودة (النظيفة) في القرية بصورة متوازنة.

◄ ويجمع التلاميذ المعلومات في دفاترهم بالاستناد إلى المعارف والقصص التي يتناقلها الناس الذين يتعاملون مباشرة مع الماء (المزارعون والرعاة وزرّاع الخضروات والأمهات وربّات الأسر والسلطات المعنية (مصلحة المياه))

◄ ويسجل التلاميذ الكلمات (المصطلحات المحلية والمفردات الفنية) والأعمال والحوادث والظروف والألوان التي تروي قصص الكتل المائية في المنطقة. ويدرجون مختلف الأسماء التي تُعرف بها هذه الكتل في لغتهم.

مثال:
في الصحراء الكبرى، يطّلع التلاميذ على تعريفات "الوديان: وهي السيول المؤقتة التي تتدفق وقت المطر ولكنها تبقى جافة خلال فترات كبيرة؛ و"القَلْتات"، وهي برك ماء أكثر دواما ولا يلاحظ فيها عادة تدفق للمياه (فهي خزانات طبيعية في مناطق صخرية مثلا)؛ والسَبْخات، أي المستنقعات المالحة المؤقتة؛ وبِرك الماء العذب بمختلف أنواعها سواء المليئة أو المتجففة أو المتجددة؛ وكذلك (في بعض الحالات) ضفاف الأنهار والبحيرات والمستنقعات.

٨– و ٩– بئر مجهز برافعة
بني عباس، الجزائر
© ميشيل لو بير

ويضع التلاميذ قائمة أسماء الآبار بالعربية وبلغة الطوارق حسب خصائصها.

الشدوف، وهو بئر مجهز بقلاّب؛

القرقار، وهو يعمل بالطاقة الحيوانية؛

الحطاطة، وهو بئر مؤقت ينبثق فيه الماء عند البدء بالحفر يدويا؛

الآنو، وهو بئر عميق دائم. ويتغير هذا الاسم في حال تجهيزه بِبَكَرَة إلى صيغة المؤنث "التانوت"

- ولكل مصطلح، يعطي التلاميذ أمثلة من بيئتهم المحلية.
- وفي بعض الحالات، يذكرون الاسم الرسمي أو غير الرسمي لمكان وجود الغدير، وقد يتضمن الاسم نفسه إشارة إلى الماء.

ويصفون ما يحيط به وحالته ومنظره وأصواته والنبات والحيوان والأشياء الموجودة حوله.

- وفي كل حالة، يتضمن الوصف الذي يضعه التلاميذ إشارة للناس ووصفا لأنشطة الإنسان عند نقطة الماء وحولها، مما يبرز أهميتها في حياة السكان.

مثال:
فيما يتعلق بالنهر: ركوب قارب أو زورق، الجهد المبذول في دفع قارب البُنط وتوجيهه بعمود واحد، والصورة الجانبية للنخيل المروحي الافريقي على ضفة النهر. وتحليق طائر القاوَنْد أو الرَفْراف الرشيق ثم انقضاضه المفاجئ من السماء الافريقية، وحركات صياد السمك وهو يرمي بشبكته أو يسحبها، وحَصاد الدُخن على ضفة النهر.

١٠ فرخ ابن الماء (الإغريت)، بحيرة تونغا، الجزائر
© أوليفييه بريستن

١١– صيد الأسماك بالشبكة،
بحيرة نوكويه، جانفيه، بنن
© اليونسكو/ جورج ماليمبريه

◄ ويشرح المدرِّس دور الماء كحامل للخصوبة، وهي وظيفة تتصل جوهريا بنظافته:

• تستعمل الزراعة المروية وتربية الحيوانات،وهما النشاطان الاقتصاديان الرئيسيان في المناطق الجافة، كميات كبرى من المياه لإنتاج الأغذية: الثمار، والحبوب، وغيرها من المحاصيل الغذائية، والخضروات لاستهلاك الإنسان والحيوان، واللحوم.

• ويقتضي إنتاج الأغذية النباتية الأساس استخدام المياه النظيفة الصحية، ابتداءً من ري الأراضي إلى غسيل المنتجات: فاستعمال مياه الري الرديئة يؤدي إلى ملوحة التربة المشبعة أصلا بمبيدات الآفات وبالأسمدة، ويُنتج المواد الغذائية الملوّثة بالعناصر الضارة (**المعادن الثقيلة** و**النيترات**، وبالعضويات المسببة للأمراض). فهذه الأغذية تؤدي إلى تلوث جسم الإنسان:

• إضافة لذلك، فإن مياه الري الرديئة، والمبيدات والأسمدة الموجودة في التربة بكميات مفرطة، تتسرب إلى أحواض **المياه الجوفية** وتلوثها.

وتبدأ بهذا سلسلة متتابعة من التلوث لا نهاية لها.

• ويشدد المدرِّس على أن الماء لا يشكل مصدرا للحياة إلا إذا كان نظيفا نقيا رقراقا. فالماء الذي يؤخذ من الطبيعة ويستعمل لا بد من "تطهيره" قبل إعادته إلى الطبيعة.

٤ – اختَتِمْ البحث الوثائقي بفكرة كون الماء مطهِّرا

تتمثل إحدى الوظائف الأساسية للماء في كونه يزيل القذارات. وفي كثير من الثقافات، تتصل وظيفة التنظيف هذه بفكرة "التطهير"؛ فالماء، على ما يُعتقد، لا يزيل العلامات الخارجية وحدها بل يزيل الشوائب الداخلية أيضا. وكثيرا ما يوصف ذلك ويُختبر بوصفه تغيرا في الحياة أو ولادة جديدة.

ويبحث التلاميذ عن الأمثلة في الممارسات الثقافية حول العالم والتي تستند إلى فكرة الماء كمطهِّر.

أمثلة:

- التعميد بالماء المقدس لدى المسيحيين؛
- الوضوء قبل الصلاة لدى المسلمين؛
- طقوس الابتداء أو التكريس التي تستخدم الماء في المجتمعات الافريقية والهدف منها تطهير المُحتفى بابتدائهم وحمايتهم:

– من ذلك مثلا أن المبتدئين من البَمْبَرة عند الانتهاء من عملية التكريس يُرشّون بالماء من فم رئيس دائرة المكرَّسين. ثم يُغسلون مرتين: يغسلهم أولا أحد المكرَّسين من أصحاب المكانة بماء مسحوب من البِركة المقدسة في القرية؛ ثم يُغسلون ثانية عند البئر المقدس.

– وفي افريقيا، يعتبر الرش بالماء احد الشعائر الشائعة وبها تُطرد الأرواح الشريرة ويطهّر أعضاء المجتمع.

◄ ويفكر الفصل حول صور الماء كرمز للنقاء في ثقافتهم:

- هل يوحي منبع الماء بصورة النقاء؟
- الماء المقدس في بِركة القرية؟
- بضعة نقاط تُرشّ بغصن زيتون أو بغُصَين الزوفا أو بغصن نبات مقدس؟
- الندى عند الصباح؟
- الماء المجرور عبر الفكّارة من باطن الأرض والمتدفق في أقنية قديمة مرصوفة بعناية بخليط من الطين والقش؟

◄ ويضيف التلاميذ بعض الأقوال المأثورة الأكثر شيوعا والتي تتصل بموضوع نقاوة الماء.

مثال:

"جرة ماء قِراح لا يمكنها مقاومة ملعقة ماء قذر".

وهو مثل افريقي.

٥ – اكْتُبْ قصيدة حول الماء كمصدر للحياة

◄ انطلاقا من هذه التمارين، التي تتضمن مجموعة غنّاء من الكلمات والتعابير والصور، يختار كل تلميذ فكرته التي يفضّلها ويكتب قصيدة أو قطعة من النثر الشعري حول موضوع الماء كمصدر للحياة.

◄ وتزيّن هذه الكتابات بالرسوم وتعرض معا في عرض منفصل.

١٢– شابة تغسل شعرها في نهر، إكوادور
© UNESCO/ Andes/ CZAP/ASA

٢٠ الطلاء والسيولة والشفافية: الماء والحواس

المستوى: سهل

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: حصتان

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

باستعمال الألوان المائية والتجاوب معها، يتعامل التلاميذ مع الخواص المادية الفيزيائية للماء، ويقدّرونها، وهي خصائص السيولة والشفافية، وبذلك يتحسن فهمهم لشكل الماء ولونه، ولأثره على البيئة، ولا سيّما فيما يتعلق بالتعرية.

٢ – المعرفة والفهم

بدراسة الماء في المشهد الطبيعي، يبدأ التلاميذ تعرّفهم على الموارد الطبيعية – المياه الواقعة على سطح الأرض وفي باطنها – في سياق الدورة المائية سواء في الزمن أو في المكان

المنهجية

١ – استعمل الطلاء لإبراز الخواص المادية للماء

الماء يوقظ أو "يُحْيي" حواسنا جميعها.

◄ يناقش التلاميذ، داخل الفصل، خبراتهم المتعلقة بخصائص الماء الحسّيّة. ويفكرون في لحظات خاصة كانوا فيها على اتصال بالماء ويصفون مشاعرهم.

أمثلة:

- إطفاء العطش بجرعة ماء عذب من النبع؛
- الغطس في مياه قَلَتَة صافية؛
- الاستماع إلى أصوات المياه الجوفية وهي تخرج أو تتفجر إلى سطح الأرض؛
- إذا كان البحر قريبا، الاستماع إلى صوت انحسار موج البحر عندما يكون المدّ مرتفعا؛
- الطوف على سطح الماء؛
- مراقبة الغيوم؛
- مراقبة جريان مياه النهر؛
- تشمُّم رائحة المَصيد من بِركة السمك؛
- الإحساس برطوبة الماء فوق المستنقعات؛
- تذوق عصائر معظم أنواع الأطعمة، فهي محتوى الأطعمة المائي.

إن تصوراتنا للماء، أو أحاسيس التوق التي يخلقها فينا، تعتبر جزءا من تفتح إدراك الإنسان للبيئة وخصوصا في مناطق الأراضي الجافة حيث يشعر المرء عادة بالحاجة إلى الشرب وإلى التبرّد، وحيث يعتبر الماء سلعة لا تقدر بثمن بل حتى سلعة مقدسة. وتقول الطوارق "أمان – إيمان" (مما يعني أن الماء هو الحياة) وهي تروي عطشها من وعاء اليقطين التقليدي أو عندما تحتسي الشاي، ثلاثة كؤوس صغيرة ثلاث مرات.

١٣– فتى يراقب زورقاً من قصب البردي يغادر الشاطئ، أثيوبيا
© اليونسكو/ دومينيك روجيه

- يطلب المدرِّس من التلاميذ استعمال الألوان المائية لتصوير خصائص الماء الملموسة والمرئية مثل السيولة والشفافية.
- ويستعمل التلاميذ في التلوين عدة أدوات: الفرشاة أو ما شابهها من أدوات، قطعة إسفنج، قطعة عود، أصابعهم، أيديهم. كما يرسمون على مواد متنوعة مثل الكرتون أو الورق الرقيق أو الورق المكرّر أو القماش المشدود على إطار.
- وباستعمال أساليب معينة في الرسم من قبيل التسْييل والسحب والرشّ والتنقيط، وبملاحظة أثر كل أسلوب على الأدوات وعلى الطلاء نفسه (فهو أحيانا مكثف سميك وأحيانا مُمَدَّد خفيف)، يصور التلاميذ عمليات الماء الدينامية فتصبح مرئية كالآثار التي يتركها الماء نفسه في البيئة الطبيعية.
- ويلاحظ التلاميذ عن كثب نتائج اختباراتهم هذه في تبدي السيولة والحركة الانسيابية في لوحاتهم. كما أنهم يكتشفون في ذلك الآثار الطبيعية للامتصاص والمدّ والإغراق والرش مما يخلقه الماء، والطريقة التي يتصرف بها، والتي يستخدمها الإنسان في تعامله مع النظام الإيكولوجي (من خلال الريّ مثلا).
- في البداية، يعمل التلاميذ ضمن مجموعات لتلوين سطوح بسيطة بلون واحد وبعدة طَلْيات منه.

ويكررون العملية مع استعمال قدر أكبر من الماء كل مرة أي نفس الطلاء ولكنه ممدّد أكثر فأكثر.

- ثم يُدخلون علاماتهم على السطح الكثيف الموحد اللون بفرشاة مبلولة تماما: خط مستقيم أو حركة سيّالة مِلؤها المنحنيات والتجعيدات.

ويراقبون النتائج: فالماء يمدّد اللون أو يخفّفه أو يحركه من نقطة إلى أخرى. ويلاحظون حركته وديناميته، وأحيانا شكله الطبيعي الجميل، مع كل ضربة فرشاة.

◄ ويتابع التلاميذ عملهم بتوجيهات المدرِّس، فيضيفون ألوانا مختلفة: على شكل كتل من الألوان الصامتة في البداية يضعونها جنبا إلى جنب (دون انتظار جفافها)، ثم علامات تتركها الفرشاة في حركتها وهي تحمل عدة ألوان معا، ثم باستعمال عدد من الفراشي. ويلاحظ التلاميذ كيف يتحرك الطلاء والآثار المتداخلة الناتجة عن حركته.

ثم يجرّبون رش الطلاء أو النقر به ثم المزيد من التنقيط المضبوط.

◄ ويقترح المدرِّس بعد ذلك أسلوبا آخرَ:
يُسقط أحد التلاميذ نقطة طلاء على قطعة من الورق ثم يُميِّل الورقة ويحركها بعدة اتجاهات مما يؤدي بنقطة الطلاء إلى خلق رسومات تتحدّد بحركة الورقة وحدها إلى أن تمتص الطلاء السائل.

ويراقب التلاميذ آثار الامتصاص والجمع بين عدة نقاط من الألوان ويستعملون الأسلوب نفسه في إنتاج لوحاتهم.

ويمكن وضع لمسات أخيرة على اللوحات الناتجة بعد أن تجف، بالقلم أو بالفرشاة، وذلك لإضافة عناصر تشكيلية أو تقابلية.

◄ وأخيرا، يدرس التلاميذ العلاقة بين الماء والزيت باستعمال الطريقة التالية للكشف عن تصميمات يُحدثها إسقاط نقاط من طلاء زيتي على سطح الماء.

- يُملأ وعاء كبير – حوض أو صحن – بالماء
- يسقط فريق من التلاميذ بضعة نقاط من طلاء زيتي، بألوان مختلفة، على سطح الماء (لا تستعمل إلا كميات قليلة من هذا الطلاء تفاديا لتلويث البيئة فيما بعد).
- وباستخدام عود خشبي، أو ما شابه ذلك، يحرك التلاميذ الخليط الطافي – وتبدأ الأشكال في الظهور.
- وعند ظهور شكل لطيف، يلتقطه التلاميذ بوضع قطعة ورق على سطح الماء.
- ثم يرفعون قطعة الورق بعناية بعد أن انطبعت عليها، بالامتصاص، الأشكال والألوان الطافية.

ويمكن تنويع هذا التمرين بتغطية جزء من الورقة بقطعة استنسل (تلصق عليها بالصمغ مثلا).

ويخفي الجانب المغطى زخارف مرسومة لا تتعرض لها الألوان الطافية، وتشكل أشكالها خلفية تتأطر بها الزخارف عند رفع الاستنسل: فهي قد تمثل الأمواج أو النهر أو البحر أو المحيط...

كما يمكن استعمال المشط لتشكيل زخارف مختلفة على سطح الماء.

◄ وبعد أن يستوعب التلاميذ جميع هذه التجارب التعبيرية المتأتية عن الطلاء وخصائصه السائلة المائية، يعرض التلاميذ لوحاتهم على الجدار، وهي معا تصوّر نماذج مختلفة لنهج اتبعوه إزاء الماء يقوم على الحواس والحساسية: السيولة المراوِغة والقدرة على التداخل والترشح والطفْح والتغطية.

٢ – تَعَلَّمْ قراءة آثار التعرية المائية في المشهد الطبيعي

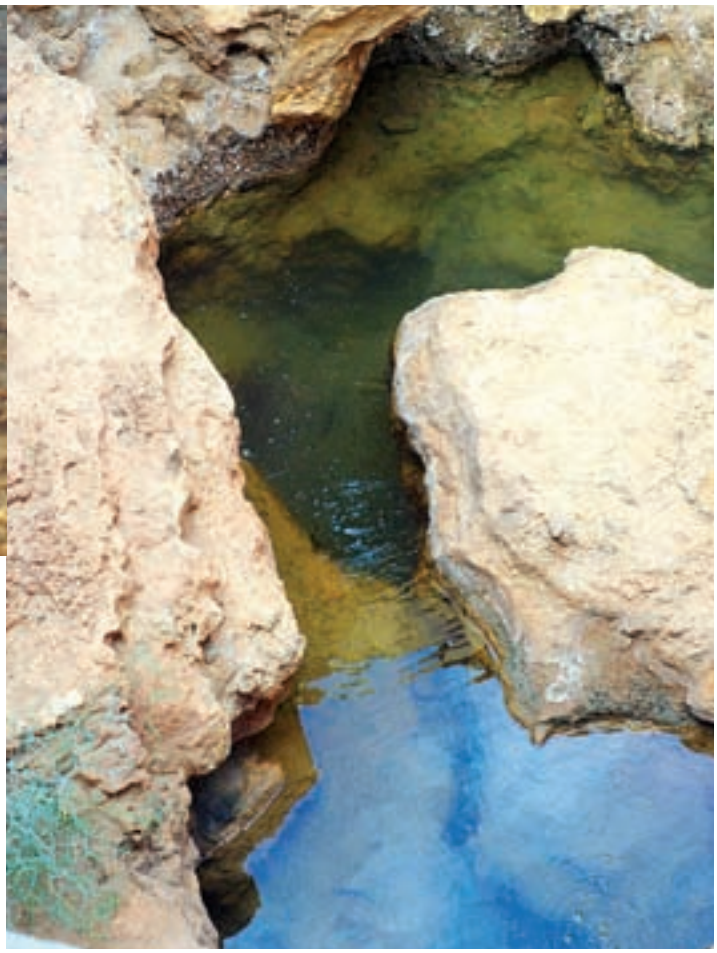
◄ يخرج المدرِّس بالتلاميذ إلى العَراء، وهم الآن، وبعد أن زادهم هذا التمرين إحساسا بالماء، قد أصبحوا جاهزين للملاحظة وفهم ما يتركه الماء وحركته من أثر في المشهد الطبيعي وفي البيئة.

- ويلاحظ التلاميذ آثار السيل: العلامات التي يتركها الماء في انتقاله عبر المنحدرات وسفوح الهضاب.

أمثلة:
يلاحظ التلاميذ القنوات المتشكلة نتيجة لتدفق السيل، والخطوط الملتوية، كالحيّة، التي تلفّ حول جيوب النباتات، والتي تشكل مع هذه الجيوب لوحة مشهد طبيعي متقاطع المربعات.

١٤ – من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل:
التعرية النهرية (النيجر) ماء يجري على أرض غرانيتية (زمبابوي) وادي إهرير أثناء الجفاف (الجزائر)، أشجار النخيل الأفريقي على نهر النيجر، بركة مؤقتة (الجزائر)، وادي الغريس أثناء الجفاف في الراشدية، المغرب، سيل يكاد يجف وتعرية مائية حادة (المكسيك)
© ميشيل لو بير، ألكسندر أوتي، أوليفييه بريستن

16



15

١٥– بئر ارتوازي، الراشدية، المغرب
© ألكسندر أوتي

١٦– سيل نهري يحمل الترسبات
© أندراس زولوسي– ناجي

- كما يتعرف التلاميذ على علامات **الترشح** من خلال الشقوق الطبيعية في الصخر والتربة.
- ويلاحظون مجاري الوديان التي قد تكون عريضة تماما في أماكن انبساط الأرض.
- وإذا كانوا على مقربة من أحد الأنهار، فإنهم يلاحظون علامات **التعرية النهرية** بالتعرف، حيثما أمكن، على المنحدرات التي نُحتت لتكون ضفافا منْصبّة تحدّد حواف السهل الفيضاني وضفاف مجاري الأنهار الدائمة التي تعرضت هي الأخرى للانجراف الشديد.

فالماء حيثما يجري يشق قنوات يتدفق عبرها ويفيض عنها أحيانا.

- وينشط المدرِّس أخيلة التلاميذ بالاستشهاد بنصوص توحي بجبروت الماء، وغير ذلك من عناصر.

أمثلة:

"هل هناك ما هو أكثر سيولة ومرونة من الماء؟

ومع ذلك فإنه يعود ليُجهِد القوة الصلبة التي لا يمكنها الوقوف أمامه.

وبذلك يتغلب الضعيف على القوي والمسكين على الجبار.

إننا نعرف ذلك ولكننا لا نتعلم قطّ."

لاو تزو، فيلسوف صيني، ٥٧٠ ق.م.

٣ – رَكِّزْ على لون المياه السطحية

الصفة الأخرى من صفات الماء التي أبرزها استعمال الطلاء هي شفافيته وهي تتناسب، كما ظهر من التمرين في الفصل، مع درجة تمديد المادة (أي الطلاء) بالماء.

- هل الماء شفاف في البيئة الطبيعية؟
- الماء ليس كله شفاف كالنبع المتفجر.

◄ وبأخذ عينات من مختلف مصادر المياه، يبين المدرِّس للفصل أن الماء الذي يبدو مليئا بالجسيمات الدقيقة يمكن أن يكون أكثر شفافية من مظهره.

◄ ويفسر المدرِّس ذلك:

- في البيئة الطبيعية غير الملوثة، يمكن للماء أن يكون نظيفا حتى ولو بدى للعين مشوبا بالألوان.
- ومع ذلك، عندما يُجرّ الماء لاستعماله، ينبغي أن يكون صافيا. فإن لم يكن كذلك، يتعين تصفيته أو تنقيته وإزالة الملوثات عنه قبل أن يُشرب أو يستخدم في صنع المواد الغذائية أو المنتجات الورقية أو النسيجية.

◄ ويدرس الفصل بعد ذلك لون الماء.

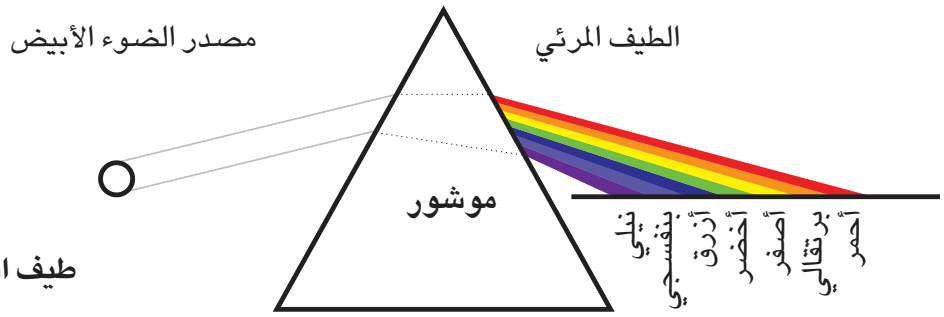
ويخرج المدرِّس بالتلاميذ إلى العراء ويدعوهم إلى التفكير في تصورهم للماء عند تواجدهم على مقربة من الغدران أو من الكتل المائية الموجودة في المنطقة.

◄ ويشرح المدرِّس أولا العلاقة بين نور الشمس ولون الماء.

- عندما يخترق الضوء قطرات الماء الدقيقة، تتجلى ألوان قوس القزح.

◄ ويفسر المدرِّس الموضوع كالتالي:

- في حالة الضوء المرئي، نحن نعرف أن **مُعامل انكسار الضوء** في الماء أو في أي بيئة سائلة أخرى، يختلف عن مُعامل انكساره في الهواء، مثله مثل اختلافه في الزجاج الشافّ (شبه الشفّاف).
- نتيجة لذلك، تنعكس جميع الأطوال الموجية التي تشكل معا الضوء الأبيض (والتي لا تُرى في العادة كألوان منفصلة)، بمدى انعكاس مختلف، أثناء مرورها من الهواء إلى الماء ومن الماء إلى الهواء – وبذلك تصبح ألوانها المنفصلة مرئية لعين الإنسان. وهكذا يتجلى قوس القزح.



طيف الضوء المنكسر

◄ ويسجل التلاميذ، على شكل ملاحظات ورسومات، لون الماء في مختلف المواقع التي يزورونها.

◄ ويواصل المدرِّس الشرح:

- يُعزى لون الماء إلى المواد العضوية والمعدنية الموجودة فيه.
- وتمتص هذه المركّبات المختلفة ترددات الضوء المختلفة. وعلى هذا فإن اللون العام لكتلة ما من الماء هو نتاج إدراكنا لمجموعة كاملة من المركّبات الملونة المتحللة في الماء أو الراكدة في قاعِهِ.

أمثلة:

يمكن للماء أن يبدو باللون الأحمر بسبب مواد معدنية متحللة فيه مثل الحديد.

أما اللون الأخضر، فقد يعود لمواد عضوية من قبيل الأشنة؛ بينما قد يؤدي وجود نواتج تفسخ نباتي – من قبيل الأصباغ أو المواد الدُبالية – إلى تحويل اللون الأخضر إلى أصفر أو إلى بني.

◄ ويفكر التلاميذ في بشفافية الماء في مناطقهم الجافة حيث تكون الينابيع عادة في حالة جفاف ولا يستمر طويلا وجود المياه السطحية.

ويلاحظ التلاميذ المياه المختلفة الألوان في البِرك والقَلْتات وتجمعات الماء الخَضِمّ (شبه المالح) والمستنقعات.

ويأخذون العينات من هذه المواقع.

◄ ويدرك التلاميذ أن المياه "تحمل" معها ألوان البيئات التي مرت عبرها أو التي استقرت عندها.

١٧– السباحة قرب سد تيفوناسين،
كولينة، الراشدية، المغرب
© ألكسندر أوتي

ويتحدّد لون الماء بتركيب الصخر الذي شطفته (عند رفع الماء من الآبار في القَلْتات)، أو الترسبات التي حملها معه (الماء المتدفق في تجمعات الماء أو في الوديان)، أو النباتات التي سحبتها معها أو حلّلتها (ماء المستنقعات والأنهار والتجمعات والبحيرات). كما يعكس خصائص البيئة الحالية التي تحيط به (الأشنة والنباتات المائية وطبيعة الترسبات في القاع).

وهكذا، فإن لون الماء يروي قصة من الماضي ومن الحاضر.

- ويرسم التلاميذ مخططات سريعة لكتل الماء هذه في ظل أحوال جوية مختلفة وفي ساعات النهار المختلفة. ففي المكان نفسه، يتعدّل لون الماء بتغيرات حدة الضوء.
- كما يضع التلاميذ رسومات من زوايا مختلفة: من زاوية نظر مباشرة أو مقربة أو بعيدة. وهنا أيضا يختلف لون الماء.
- وعلى مقربة من الماء، يشعر التلاميذ بتفاصيل الامتداد المائي الذي لا يحمل كله الألوان نفسها. وباستعمال أقلام التلوين، يحاولون تصوير تلاعب الانعكاسات والظلال الملونة على السطح.

٤ – تَذَوّقْ مياه الشرب وتَفَهَّمْ منشأها

واختتاما لهذا النشاط ولتكريس الأفكار المتعلقة بوجود تاريخ للماء وبأن جريانه مسألة تتصل بالزمن، يزور الفصل عدة أماكن من أماكن الحصول على الماء: بئر القرية، نافورة ماء، نبع طبيعي يتفجر من الأرض.

- ويتذوق التلاميذ مختلف عينات الماء الصالح للشرب.

ومع أن الماء غالبا ما يكون بلا رائحة، فإن له طعم، وهذا الطعم يعكس هو أيضا خصائص البيئات التي يعبرها الماء.

- ونظرا لأن هذا الطعم قد لا يُفهم دائما، فإن المدرِّس يطلب العون من "عرّاف الماء" أو العارف بمياه القرية.

وغالبا ما يتمكن عرّاف الماء أو العارف بمياه القرية، بمعاينته لشكل الأرض، من تحديد موقع **طبقة المياه الجوفية** إذا لم تكون شديدة العمق.

◄ ويصف عّراف الماء أو العارف بمياه القرية مسار الماء منذ أن تدفق من المناطق الجبلية وترشّحه عبر شقوق الصخر الطبيعية ليصل ببطء، إلى مختلف أشكال التربة.

◄ كما يستطيع عرّاف الماء، وكثيرا ما يكون هو "ذوّاق الماء" أيضا، أن يساعد التلاميذ على وصف طعم عينات الماء التي جلبوها. وبحسب أنواع التربة أو الصخور أو النباتات التي يمر الماء عبرها، قد يكون الطعم كبريتيا، حديديا، يوديا، ويترك في الفم أحيانا شيئا من المذاق النباتي.

ويحتاج الأمر إلى التدريب ليتمكن المرء من التعرف على الفروقات الدقيقة: فذواقو الماء الخبراء يذكرون طعم الكافور والخيار والبصل وكثير غير ذلك.

◄ ويواصل المدرِّس دراسته لماء الشرب والطرق التي سلكها ويقيم علاقة بين الماء الذي نشربه والمياه الجوفية المجرورة من البئر أو من النبع. فأفضل ماء للشرب هو الماء المترشح طبيعيا أثناء عبوره للتربة والصخر، سواء استُعملت المضخات لرفعه من أحواض باطن الأرض أو أُخذ مباشرة من النبع الذي ينبثق أو يتفجر على سطح الأرض.

◄ كما ينبه المدرِّس إلى علاقة أخرى: هي بين ماء الشرب المجرور من جوف الأرض والمياه السطحية التي تتسرب داخل الأرض. فهو نفس الماء: يبدأ كمياه سطحية جاءت من الأمطار ثم ترشحت إلى باطن الأرض ليعود بعضها في نهاية الأمر إلى السطح بطرق مختلفة:

- تلتقي طبقة المياه الجوفية مع سطح الأرض في نقطة ما ليخرج عبرها الماء وينبع في مختلف الأماكن؛
- يحفر الناس الأرض بهدف الوصول مباشرة إلى الحوض المائي الجوفي تلبيةً لطلبهم المستمر على الماء للشرب وللري؛
- تمتص النباتات الماء بواسطة جذورها وتنتَحْه من خلال ورقها.

وهذه النقطة الأخيرة تفتتح فكرة الدورة المائية التي ستشكل موضوع النشاط المقبل.

١٨– طفل يغسل يديه، قرية تينفالا، مالي
© اليونسكو / دومينيك روجيه

١٩– طوارقي يصبّ الشاي،
تاسيلي نجار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٣٠ الدورة المائية

المستوى: سهل ★ | المكان: داخل الفصل | المدة: حصتان

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة
يركز التلاميذ على حالات الماء المادية المختلفة؛ ويبدؤون، بتوجيهات المدرِّس، في فهم مكان كل حالة من حالات الماء المتغيرة في المراحل المختلفة من الدورة المائية.

٢ – المعرفة والفهم
يطّلع التلاميذ على أمور الدورة المائية وأثرها على البيئة، وذلك من خلال سلسلة من «المسرحيات الصوتية» تستخدم الإيماء والتأثيرات الصوتية.

المنهجية

١ – ابْحَثْ في حالات الماء المختلفة ومنشأ الموارد المائية

- يعلّم المدرِّس التلاميذ كيفية التمييز بين حالات الماء الثلاث: السائلة (أو المائعة) والصلبة والغازية. ويمكن أن يجري المدرِّس بعض التجارب البسيطة فيما يتعلق بهذا الموضوع.
- يغلي التلاميذ الماء ويلاحظون عملية **التبخر**؛ فبخار الماء يدل على الانتقال من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.

وهناك حاجة إلى برّاد، وهو ما لا يتوفر دائما في مناطق الأراضي الجافة، لملاحظة التحول من السائل إلى الصلب. فإذا وُجد البرّاد، يمكن للتلاميذ أن يصنعوا بعض الثلج ثم يضعون قطعة ثلج كبيرة تحت الشمس لتذوب.

ويمكن وضع لوح زجاجي بارد فوق وعاء الماء عند غليانه للتدليل على التحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة، فالبخار يتكاثف فورا على اللوح.

- كما يمكن للمدرِّس أن يشجع تلاميذه على إعداد قائمة بالأسماء التي تُستعمل معها صفات "السائل" و "الصلب" و"الغازي".

أمثلة:

تقترن الأسماء التالية بالحالة السائلة: النبع والمطر والقَلْتَة والبحيرة والنهر والبِركة والمستنقع والبحر والمحيط.

وتقترن الأسماء التالية بالحالة الغازية: البخر والضباب والبخار والرذاذ (وهذا ليس دقيقا فالرذاذ والضباب من أشكال الماء السائل ويتشكلان بتكاثف بخار الماء الذي لا يُرى بالعين المجردة).

بينما تقترن الأسماء التالية بالحالة الصلبة: مربعات الثلج والجليد ونُدْفَة الثلج والنهر الجليدي وجبل الجليد العائم وحقل الثلج والإغلو (كوخ الإسكيمو المصنوع من ألواح الثلج).

- ويلخص كل تلميذ في سطر واحد تداعيات حالات الماء الثلاث بالنسبة له.

ما الذي يعنيه "البحر" أو "الثلج" أو "جبل الجليد العائم" لطفل في منطقة الساحل بافريقيا أو في سهوب منغوليا؟

- ويستخدم المدرِّس الصور المدرجة في وثائق متاحة أو أعدّها مسبقا لتوضيح الحالات المختلفة لتواجد الماء لوضعها والتعليق عليها.
- ويقدم المدرِّس بعض المعلومات الوقائعية التي تعتبر شرطاً مسبقاً للفهم الصحيح لسلسة التحولات التي يمرّ فيها الماء في دورته:

٢٠– نهر الجليد أليتش، سويسرا
© أندراس زولوسي– ناجي

٢١– سيل،تشيلي، ٢٠٠٦
© UNESCO/Olivier Brestin

- يعتبر الماء العذب سلعة نادرة؛ فالماء يغطي ٧٠ في المائة من سطح الأرض ولكن ٩٧,٥ في المائة منه ماء مالح (في البحار والمحيطات)؛
- وبالتالي، فإن أقل من ٣ في المائة من الماء هو ماء عذب ومعظمه لا يمكن الوصول إليه، فهو إما متجمد في القمم الجليدية أو في أحواض جوفية عميقة. أما الماء العذب الذي يسهل الحصول عليه فهو لا يزيد عن ١ في المائة من إجمالي مياه الكرة الأرضية، وهو في الأنهار والبحيرات والبرك والأحواض الجوفية التي يمكن استغلالها بحفر الآبار؛
- وهذه الموارد محدودة مع أنها تتجدد غالبا لأن الماء يوجد في حالة حِراك دائم ويدور من المحيط إلى الغلاف الجوي إلى الأرض في دورة معقدة مُحرّكها الأساسي هو الشمس. ومع ذلك، يشدّد المدرِّس على أهمية المياه الجوفية غير المتجددة في المناطق القاحلة: وهي كتل مائية أحفورية لا تتجدد إما لأنها محبوسة في جيوب جيولوجية مغلقة أو لأن الإضافات المائية إليها إما قصيرة الأجل أو لا تحدث إلا نادرا.

٢– جَزِّئ مراحل الدورة المائية تيسيرا للفهم.

◄ في هذه المرحلة، يرسم المدرِّس، أو ينسخ، على اللوح الأسود رسما بيانيا للدورة المائية. ثم يشرح للتلاميذ المراحل الرئيسية فيها:

- تدفع طاقة الشمس الماء ليتبخر من البحار والمحيطات إلى الغلاف الجوي على شكل بخار مائي.

وتجري العملية نفسها في سطوح البحيرات وأنهار الجليد والأرض (البخر)، وحتى من جلد الحيوان (التعرق) وأوراق الشجر (النَتْح). والمصطلح المستخدم للتعبير عن هذه الظاهرة هو "**البَخْر والنَتْح**"؛

- ويتكثف هذا البخار غير المرئي في الغلاف الجوي فيتحول إلى قطيرات مائية دقيقة تتشكل منها السُحب. وتدفع الرياح السُحب من البحر نحو اليابسة.
- وتَتَبَّرد هذه السحب عندما تصل إلى قمم الجبال. وتتصادم قطيرات الماء الدقيقة وتتحد في نقاط أكبر حجما وأثقل وزنا تتساقط مطرا على الأرض.
- وهكذا يعود بخار الماء المحمول في السحب إلى سطح الأرض على شكل مطر أو غير ذلك من أشكال الهطول ويهطل سبعة أتساع المطر كله فوق البحار بينما يهطل تسعان منه فقط على الأرض اليابسة. ويعود ليتبخر وتستمر الدورة.
- على أن جزءا من الماء المتساقط على الأرض اليابسة يتسرب إلى التربة ويصل إلى أحواض المياه الجوفية. وتستخدم العضويات الحية بعضه بمختلف الطرق: فقد تمتص جذور النبات المياه المترشحة بينما يمكن أن يُمتص الماء الموجود في الجو عندما يلمس أوراق النبات أو سويقاته أو الجلد. وهذا ينطبق على جميع العضويات الحية.
- وعندما يهطل المطر على الأرض اليابسة بغزارة دون أن يتسرب فورا إلى باطن الأرض أو دون أن تستوعبه العضويات الحية، تصبّ المياه الفائضة في البحيرات والأنهار ومن ثم تعود إلى البحر. على أن هذا الفائض يجري أحيانا في نهيرات أو جداول لا تصل إلى البحر بل تصبّ في وديان مؤقتة أو تتجمع في تجويفات في التضاريس لتشكّل بحيرات أو بِرك مؤقتة.
- وإليك ما يلي، على سبيل التلخيص: في الدورة المائية، يعود معظم الماء المتبخر سريعا إلى البحر؛ ولا يصل إلا جزء ضئيل منه إلى الأنواع الحية (بما فيها الإنسان) ليمكّن الخلايا والعضويات والنظم الإيكولوجية من العمل. ويذكّر المدرِّس التلاميذ، عند هذه النقطة، أن الماء يشكل ما يزيد عن ٨٠ في المائة من إجمالي الكتلة الفيزيائية للنبات والحيوان معا.

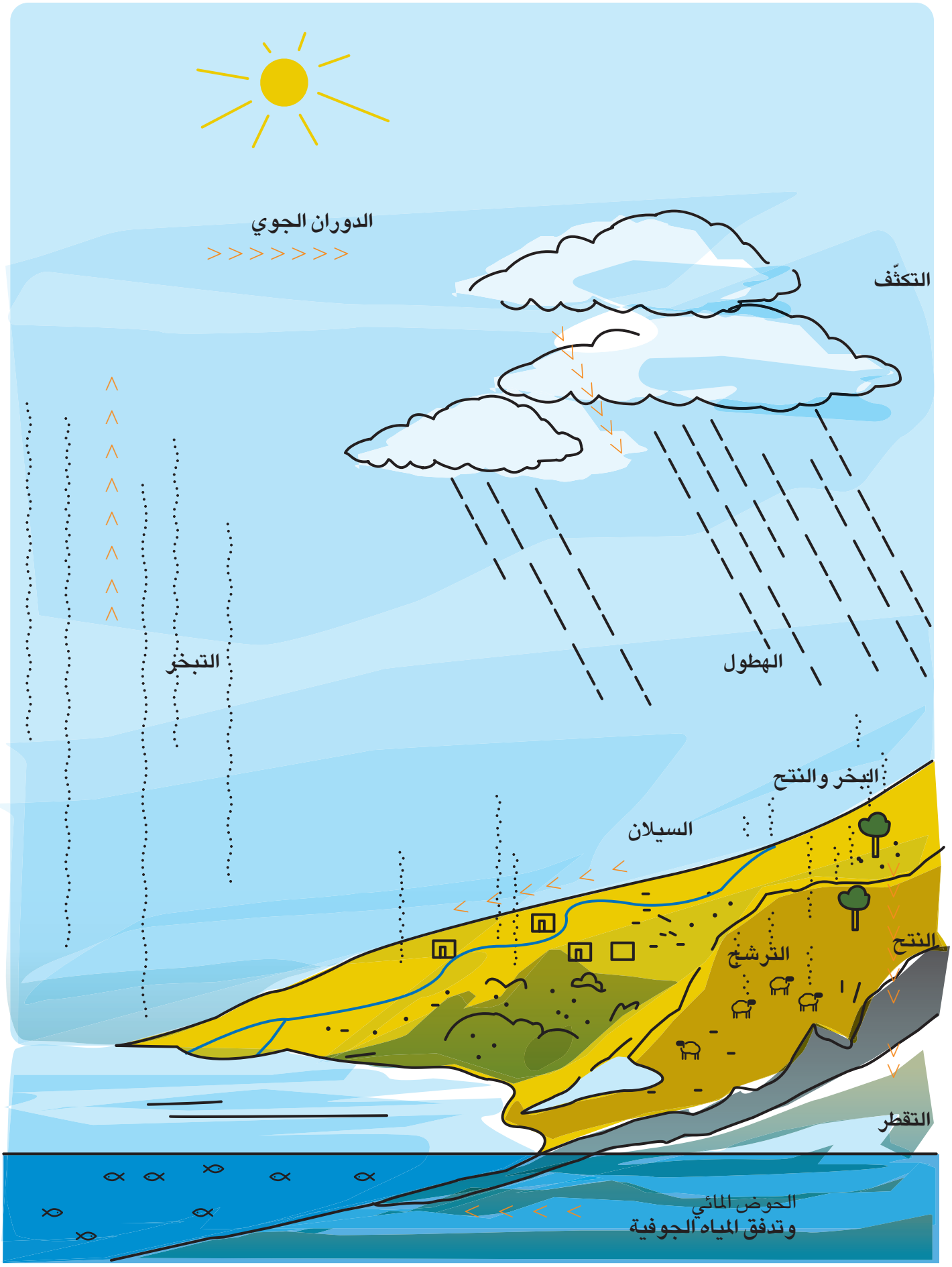
◄ وينتقل المدرِّس، بعد شرح مختلف مراحل الدورة المائية إلى التأكيد على عدد من النقاط الهامة:

- للنبات تأثير على الدورة المائية لا بد من أن يؤخذ في الاعتبار؛
  - فالماء يتبخر بعد هطوله مطرا على النباتات أو بعد أن يظهر على شكل الندى.
  - كما أن الماء الذي تمتصه الجذور وتنْتحه الأوراق يتبخر هو أيضا.
  - وتساعد جذور النبات على تسرب المياه والحفاظ عليها في التربة، مما يساعد على تثبيت التربة.
  - ويحتفظ النبات لنفسه ببعض الماء أيضا.

وبالتالي، فإن تعرض منطقة ما إلى إزالة غاباتها يؤثر بقوة على الدورة المائية وخصوصا في عمليات سيل فائض المياه وترشحها. وكثيرا ما يؤدي ذلك إلى التعرية، وإلى الفيضانات إذا انهمر المطر وابِلاً.

- كلما كان دوران الماء أبطأ كلما ازداد تفاعله الكيميائي مع البيئة. ومن الناحية الأخرى، كلما ازدادت سرعة دوران الماء – وخصوصا عندما يكون الهطول مركّزا في نواحٍ محدودة من مناطق الأراضي الجافة – كلما كان تأثير التعرية أكبر: فالسيول تتفاقم لأنها لا تجد غطاءا نباتيا يقاومها أو يوقفها. وهناك سبب آخر لتسريع العملية يتمثل في أن البخر يحدث فورا بسبب ارتفاع درجة الحرارة ونشفان الهواء.

الدورة المائية



٢٣– سيارة تقطع نهير شرنساید كريك بعد المطر،
الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

٢٢– سُحُب فوق صخرة أيرز (اولورو)
الأقاليم الشمالية، استراليا
© أوليفييه بريستن

٣ – تَفَهَّمْ الدورة المائية وفَسِّرْها من خلال سلسلة من المسرحيات الصوتية

◄ في هذه المرحلة من عرض الدورة المائية، يقدم المدرِّس فكرة تمثيل الأدوار التي تربط بين المراحل المختلفة من الدورة المائية وبين أصوات تقلّد أصوات الماء في حالاته المتغيرة العابرة. وتساعد سلسلة المسرحيات الصوتية هذه التلاميذ على استيعاب مراحل الدورة المائية بوضعها في إطار نمطي واضح.

◄ ويبدأ المدرِّس طالبا من التلاميذ وهم موزعون على مجموعات، أن يكتبوا تصورهم عن أصوات الماء في مختلف حالاته أو في ظل شروط مناخية أو جوية مختلفة.

أمثلة:

- ضجيج العاصفة؛
- قصف الرعد؛
- صوت المطر وهو يقرع على سطح المنزل؛
- إيقاع المطر وهو يسقط على الخيمة؛
- دَلْف الماء من السقف بعد العاصفة؛
- اندفاع السيل الشديد، فهو يهدر إذا كان قريبا أو يخرّ إذا كان بعيدا؛
- تدفق السيل الجارف؛
- هدير النهر في اندفاعه؛
- خرير ماء النبع فوق الحصو؛
- طقطقة الماء وهو ينصبّ من الجرة.

◄ كما يمكن للتلاميذ أن يتصوروا نوعاً من الأصوات التي يعرفون أنهم لم يسمعوها من قبل قطّ، مثل صوت تكسّر الجليد على سطح بحيرة أو الصوت المكتوم الصادر عن القدم عندما تغوص في الثلج.

◄ ثم يحاولون أن يمثّلوا بصورة إيحائية صامتة، بأجسامهم، أصوات العضويات الحية وتعبيراتها وسلوكها عند تعرضها لشروط المناخ أو الطقس المتصلة بالمطر.

مثال:

الجو قبيل العاصفة: الخمول الذي يُمْسِك بالكائنات، طنين الحشرات، التبخر في ذرْوته، الأصوات التي يطلقها سرب من الطيور، وطيرانها العصبي وهي تُحَلِّق بخفَّة فوق السطوح، ورفرفة أجنحتها غير المنتظمة؛ ثم يقصف الرعد ويهطل المطر مدرارا؛ أسلوب كثير من اللَبَنِيات في وقوفها ساكنة تترطب تحت المطر، أو تقلبها فيه أو شربها له، وهَلُمّ جراً.

٢٤– لفيف من القرويين والخبراء
أمام شلالات النيل، أثيوبيا
© اليونسكو / دومينيك روجيه

٢٥– فتيات يحملن جرار الماء، غواتيمالا
© اليونسكو / أندريه أبي

- وبعد إعداد عدد من هذه المشاهد وإتقانها، يبدأ التلاميذ معا في "أداء" مختلف مراحل الدورة المائية.
- فهم يصْدِرون الأصوات ويقلّدون التعابير بالإشارة والحركة وبمختلف أشكال الأدوات والتأثيرات الصوتية.
- كما يستعملون الأدوات الموسيقية المتنوعة والأشياء الخشبية التي تصدر أصوات الطقطقة والصرير، والأشياء الحديدية التي يمكن أن تُقرع أو أن تُدقّ، والحجارة والحصو التي تخشخش في الأواني المختلفة، وبالطبع، الماء الذي يمكن أن يُرشّ أو يُسكب أو يُنقّط (باعتدال).
- ويقترح المدرِّس تجزئة مراحل الدورة المائية على عدة مسرحيات صوتية تنفذها مجموعات مختلفة. وهكذا يمكن البدء بتثاقل الجو قبيل العاصمة، ثم الانهمار نفسه، ثم السيل وتدفق الماء، ثم الترشح والامتصاص، **والتقطّر**، والعودة إلى البحر.
- ويجمع كل فريق بين التأثيرات الصوتية والتمثيل في تنفيذهم لمشهدهم.

أمثلة:

يمكن تمثيل سلوك الحشرات قبيل العاصفة بأصوات الحنجرة وبالحركات المختلسة؛ ويمكن محاكاة هطول المطر المنهمر بإسقاط قطرات سريعة فوق عدد من السطول أو الأجران، أو بمواصلة الضرب على جلد مشدود على طبل، أو بصوت الحصو وهو يخشخش في وعاء، أو بإمكان أحد التلاميذ أن يؤدي بالإيحاء دور الفيل يغتسل بصب الماء غزيرا بخرطومه.

أما التقطر، من ناحية أخرى، فيمكن أن يصوّر بتنقيط شديد البطء وبصوت الماء الخافت جدا عند سقوطه على سطح سطل.

- وبعد أن يتعلم التلاميذ في كل مجموعة أو فريق أدوارهم وكيفية الربط بين جميع المشاهد سوية (في إطار ترتيبات مختلفة إن أمكن)، يمكن، بل ويجب، أداء العرض أمام المجتمع المحلي كله.

ويمكن إطلاق الاسم التالي مثلا على العرض: "الاستماع إلى الدورة المائية"

٢٠٣ يوميات موْرِد ماء

المستوى: متوسط ★ ★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: أربع حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

يحتفظ التلاميذ بدفتر يوميات يسجلون فيه اكتشافاتهم، وهم بذلك يطّلعون على الجوانب الرئيسية لمواقع المياه السطحية في مناطق الأراضي الجافة – وهي مناطق ساحرة، كثيرا ما تكون بحيرات أو بِرك ماء، مفعمة دوما بالحياة.

٢ – المعرفة والفهم

مع امتلاء دفتر اليوميات بالرسومات والملاحظات والمدخلات، يكتسب التلاميذ فهما متعمقا لمورِد الماء ككلٍ خفي يؤدي مهامه الأساسية الإيكولوجية والثقافية والعملية المباشرة إزاء الأهالي في النظام الإيكولوجي.

المنهجية

١ – اخْتَرْ مورِد ماء في الريف وافْتَتِحْ دفتر يوميات له

◄ يقترح المدرِّس مورِد ماء معين في الجوار يركز عليه الفصل. ويفضل أن يكون هذا المورِد موقعا طبيعيا لمياه سطحية، من قبيل بِركة مؤقتة في افريقيا أو قَلْتَة في العالم العربي أو استراليا، أو جدول ماء متقطع في أمريكا الوسطى؛ ويتمثل الهدف في دراسة الدور الإيكولوجي للمورِد في النظام الإيكولوجي.

بعد اختيار مورد الماء يضعه التلاميذ في السياق المناسب لبحثهم.

لهذه الغاية، يفتح كل من التلاميذ دفترا متوسط الحجم يستخدمونه طوال هذا التمرين لتسجيل الملاحظات والمقابلات والانطباعات واللقيّات التي يعثرون عليها والصور الملصقة والرسمات المدعوكة، مما ينقل المعلومات الخاصة بمورِد الماء: كل ما يوجد فيه من اكتشافات وكل ما يتعلق به من معلومات يمكن العثور عليها .

◄ ويناقش التلاميذ مع المدرِّس الصفات الأساسية لمورِد الماء المختار ويسجلونها في دفاتر اليوميات، مستعينين بهذه الأسئلة كدليل يسترشدون به (بحسب نوع المورِد):

ففي حال البركة:

- هل هي بِركة مؤقتة أم دائمة؟
- هل تجف في موسم الجفاف؟
- هل تتشكل بتراكم ماء المطر الجاري من المنحدرات وتجمعه في موقع تجويف؟
- هل هو قاع بحيرة قديمة، أو مكان ينتشر فيه سيل الوادي أفقيا بحيث لا يعود يتدفق، أم هو مكان انقطاع نهر مجلوب جاء من مناطق أخرى مما يعرف في افريقيا باسم "الساعد" أو "مَريغو»؟

وفي حال القَلْتَة:

- هل هي كتلة مائية دائمة (معظم القلْتات دائمة)؟
- هل نشأت عن صعود مياه جوفيه وانبثاقها عبر شقوق التربة، مما يجعلها تشكل نافذة على حوض المياه الجوفية؟

٢٦– قلتة تفنيتين، تاسيلي نجار، الجزائر
© ميشيل لو بير

- هل يغذيها جدول ظاهر يتدفق من نبع تلتقي عنده طبقة المياه الجوفية بسطح الأرض (عادة عند المنحدرات)؟

مثال:
تتغذى معظم القَلْتات بينابيع السفوح التي تتفجر وتهوي في شلالات المناطق الجبلية من الصحراء الكبرى.

- هل تشكل مستودعا طبيعيا في الصخر؟
- هل هي محمية بتضاريس طبيعية؟

مثال:
في استراليا، توفر الهضاب الآجرية والحجرية الرملية العتيقة، من قبيل هضاب الأولغا، أماكن محمية مثالية للقلْتات القديمة.

وفي حال الجدول:

- هل يجري بصورة غير منتظمة؟ من أين يأتي الماء؟
- هل يجري سريعا؟
- هل له مجرى حجري حاد الجانبين؟ وهل يتدفق هابطا من منحدر مُخَدَّد سابقاً؟
- هل هناك ما يشير إلى وجود سيل قوي عارم؟

مثال:
عندما يهطل المطر بغزارة شديدة، تتسبب الجداول في أمريكا الوسطى بفيضانات مفاجئة تجرف التربة العلوية. وهي تُعرف في هذه الحالة باسم **سيول الهْوايْكو**، وفيها تختلط المياه بالطين والحجارة لتشكل تيارا جارفا مدمرا يتدفق بسرعة هابطا من المناطق الجبلية عبر قنوات خلّفتها عملية **التَخَدُّد**.

◄ ويمكن للتلاميذ أن يكتبوا صفحة أو صفحتين من الملاحظات في دفاتر اليوميات على سيل الإجابة على أسئلة مناسبة حول اختيارهم للموقع

◄ ثم يضعون رسما تخطيطيا أوليا لمورد الماء؛ وهذه هي نقطة البداية في بحثهم.

◄ كما يضيف التلاميذ بانتظام رسوماتَ أخرى مع سير العمل، تبين كيف يتغير مورد الماء مع تغير الفصول (الجدول المتدفق/الجدول الشحيح؛ تجفف البركة/امتلاؤها).

٢٧– و ٢٨– قلتة، هغار تاسيلي، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٢ – ادْرُسْ الوظائف الطبيعية والإيكولوجية لمورِد الماء.

◄ يوزع المدرِّس التلاميذ على مجموعات ويزودهم بالخلفية الأساسية اللازمة لعملهم من خلال دراسة الدور الإيكولوجي لمورِد الماء في النظام الإيكولوجي من منظورات مختلفة.

ويدرس التلاميذ جغرافية المنطقة الإحيائية المائية وتطورها من خلال مراقبتها المنتظمة خلال فترة من الزمن.

◄ وتدرس إحدى المجموعات أثر المنطقة الإحيائية على البيئة المحيطة بها، على البيئة اللاإحيائية وعلى مورد الماء.

وتُجري المجموعة عدة محاولات لحساب وقياس كمية ما يوجد من الماء، بمساعدة عرّاف الماء أو العارف بمياه القرية، وكذلك، من خلال المدرِّس، بمساعدة الدوائر العلمية المحلية.

- ما هو نمط تواتر المطر؟
- كم من الماء ينصب في البِركة عند تشكّلها؟
- هل تختلف كمية الماء من سنة إلى أخرى حسب كمية المطر؟ هل يمكن تقدير ذلك؟
- هل طرأت زيادة في **الانسياب** خلال السنوات الأخيرة؟
- هل لتسرب الماء عبر التربة أثر كبير على منسوب مياه البركة؟
- في حال الجدول، هل يمكن قياس معدل تدفق الماء فيه (عدد الأمتار المكعبة من الماء الجاري في نقطة معينة خلال ثانية واحدة)؟
- هل يمكن قياس الاختلاف الموسمي في التدفق؟
- في حالة القَلْتة، كم من الماء تفقده القَلْتة بسبب التبخر في الفترة بين انتهاء موسم المطر وعودته؟

◄ وتنظر مجموعة أخرى في لون الماء وتنتبه، بمساعدة المدرِّس، إلى عدة أمور.

يدلّ لون الماء على الوظائف الإيكولوجية التي يؤديها المورد. ماذا يعني لون الماء العكر في البِركة إذا كان بنيا أو رماديا أو أميل إلى الخضار؟

- السيل الذي جاء بالماء كان مليئا بالترسبات.
- البِركة مكشوفة أمام الريح التي تضيف مزيدا من الترسبات.
- هناك تبادل كبير الحجم يجري بصورة متواصلة بين الماء والطمي.

٢٩– و ٣٠– برك مؤقتة تؤمن الماء للماشية،
منطقة الساحل بافريقيا
© برنامج ماب – اليونسكو

◄ ويواصل المدرِّس:

- هذه الترسبات خصبة على الغالب: فالمغذيات تحملها الريح أيضا أو تختلط بالطين المترسب.
- إضافة لذلك، تتقارب درجة حرارة البركة ودرجة حرارة الهواء.

◄ ويلاحظ التلاميذ والمدرِّس معا أن البِركة المؤقتة في منطقة الأرض الجافة تعتبر ككل منطقة إحيائية خصبة، ومكانا يترسب فيه الطمي والجزيئات المغذية القادمة من المنحدرات المجاورة. وخلال فترة قصيرة من الزمن، تتعاقب عدة دورات حياتية (خلال موسم المطر وبداية موسم الجفاف)؛ وهي أنواع تكيفت مع شروط حياة معينة تتميز بها البرك المؤقتة، أنواع من النباتات والقشريات والبرمائيات والأسماك.

على أن هذه الأنواع ليست بالنادرة، فهي تعيش في معظم البرك؛ ولكن الأمر الذي يثير الدهشة هو درجة تكيفها مع حياة متقطعة.

◄ وللاطلاع على بيئة أخرى لأغراض المقابلة والمقارنة، يلاحظ التلاميذ ألوان القَلْتَة.

ما معنى لون الماء هنا، وهو أصفى من ماء البِركة في كثير من الأحيان وقد يكون صافيا رقراقا في بعض المواضع أو أخضر في مواضع أخرى؟

◄ ويوضح المدرِّس الأمر:

- القَلْتَة منطقة إحيائية محمية، محمية من الرياح وأحيانا من الشمس لفترة طويلة؛ والتبخر قد يكون أقل هنا منه في البركة، وتتجدد مياه القَلْتَة باستمرار من خلال ترشح الماء.
- ويمكن أن تعيش هنا أنواع لا تتحمل البِركة لأن مياه البِركة المحملة بالجزئيات تؤثر على انتقال الضوء وتعطل عملية التمثيل الضوئي لدى بعض أنواع الأشنة وغيرها من النباتات المائية.
- وبسبب توفر إمدادات مستدامة من المياه، كثيرا ما تكون القَلْتَة دائمة بل إنها أحيانا قديمة جدا. وبوسعها أن ترعى أشكال التكافل المتنوعة التي تتطور فيها مع مرور الزمن.

◄ ويلاحظ التلاميذ والمدرِّس ما يلي:

يتخذ كثير من النباتات من القَلْتَة موطنا له: وهي نباتات تعيش مغمورة بالكامل تحت الماء، وأشنات، ونباتات جذرها في الماء بينما ساقها وأوراقها تعلو فوق سطح الماء. والنباتات التي تتجذر في حوض القَلْتَة تجد الماء شفافا بدرجة كافية تمكنها من الحصول على الضوء. ومع استمرار وجودها زمنيا وانعزالها مكانيا، يمكن للقَلْتَة أن تكون موئلا لأنواع محلية بلدية (أي لأنواع لا توجد إلا في تلك المنطقة).

وتساعد القَلْتَة على حفظ الإرث النباتي وما يتصل به من حياة حيوانية، الأمر الذي له أكبر قيمة في حفظ التنوع البيولوجي.

۳۱

۳۲

٣٣

٣٤

٣ – صَوِّرْ في دفتر اليوميات، بالتفصيل، الدور الإيكولوجي الذي يؤديه مورِد الماء

◄ يقترح المدرِّس على التلاميذ أن يصوّروا النظام الإيكولوجي للقَلْتَة من حيث المكان، والنظام الإيكولوجي لبِركة مؤقتة من حيث الزمن.

◄ فبالنسبة للقَلْتَة، يبدأ التلاميذ برسم صورة مقربة للمورِد عندما يُنظر إليه من الأعلى، مما يبين جانبا من سطح الماء وما يحيط به. كما يمكنهم رسم مقطع عرضي للحوض.

◄ وباستخدام الأشكال والألوان، يرسم التلاميذ حدود النباتات من المنطقة حول حافة الماء إلى وسط الحوض، وهم بذلك يتعلمون كيف يميزونها.

- فالشجر، إن وُجد، ينمو على الضفاف. ويمكنهم أن يرسموا النخيل من قبيل *Tamarix aphylla, Tamarix (senegalensis)*.
- وتنمو النباتات الكثيفة، مثل الدفْلى ذات اللون الأخضر الغامق *(Nerium oleander)* قريبة حول القَلْتَة.
- أما النباتات على حافة القَلْتَة مباشرة فهي تنمو في الأجزاء الضحلة منها، وهي تجمعات عمودية من البَرْدي والقصب، ومنها أنواع التيفا *(T. latifolia, T. elephantina, T. angustifolia)* وقصب المكانس.
- وأما النباتات المغمورة بالمياه فهي في وسط القَلْتَة.
- وتشمل هذه النباتات الأشنة الخيطية من فصيلة الحبقيات (إذا كان الماء صافيا بدرجة كافية)، والنباتات المائية بأوراقها الدقيقة المتقاربة والتي تؤدي دورا هاما في المحافظة على النظام الإيكولوجي من خلال تزويد الماء بالأوكسجين وتنقيته. كما يمكن أن نجد في الماء، إذا كان طبشوريا أو **خَضِماً** (أميل للملوحة)، أَلفِيات الورق المعمّرة (من قبيل *Myriophyllum spicatum*) أو أعشاب البُرَك *(Potamogeton perfoliatus)*.

◄ ويستكمل التلاميذ الرسوم بإضافة عينات من كل نبات (أو قطيفات من الأنواع الصغيرة النموذجية) تؤخذ من الحوض، من حافته إلى وسطه.

ويعلقون هذه العينات لتجف ثم يضغطونها بين صفحات الجرائد ليلصقوها في نهاية الأمر في دفاترهم حسب ترتيب الرسومات.

◄ ويحدد التلاميذ بعد ذلك أنواع الحيوان المرتبطة بكل مجموعة من النباتات.

ويُنظر مرة ثانية إلى القَلْتَة من المنظور المكاني بحثا عن البيئات الدقيقة التي تشكل الموائل الكثيرة فيها.

ويصف التلاميذ هذه البيئات الدقيقة ويرسمونها واحدة إثر الأخرى، مع تلوينها وإظهار الأنواع المختلفة في أوضاع الحياة الفعلية.

◄ ويمكن أن يشمل هذا ما يلي:

- يسكن تحت الماء في منطقة قد تكون مضاءة جيدا أو قليلة الضوء عدد من أنواع السمك، ولعلّ بعضها لا يوجد إلا في هذه المنطقة.

مثال:

يوجد في قَلْتات أحقّار في أقصى جنوب الجزائر خمسة أنواع من الأسماك المحلية.

- وفي منطقة القاع حيث يوجد الطين بدرجات ملوحة مختلفة، يعيش الضفادع واليرقات البرمائية واللافقريات (قريدس المياه العذبة).

في الصفحتين السابقتين:
٣١– امرأتان في زورقيهن، جانفيه، بنن
© اليونسكو / جورج ماليمبريه

٣٢– رجل في زورق مصنوع من أعشاب البرك (التوتورا)، بحيرة تيتيكاكا، بيرو
© اليونسكو / جورج ماليمبريه

٣٣– على ضفاف نهر النيجر، مالي
© اليونسكو / دومينيك روجيه

٣٤– امرأة تحمل سلال الخيزران على رأسها، سوق كوتونو، بنن
© اليونسكو / جورج ماليمبريه

٣٥– بركة ماء خَضِم، عليها النخيل والتيفا والأسَل، منطقة إهرير ، الجزائر
© ميشيل لو بير

٣٦– أعشاب مائية ألفية الورق في قلتة حليلة، تاسيلي، الجزائر
© ميشيل لو بير

٣٧– بركة عليها الدِفْلى والأسَل وشجرالنخيل، إهرير، الجزائر
© ميشيل لو بير

٣٨– انعكاسات النخيل والقصب على سطح البركة، إهرير، الجزائر
© ميشيل لو بير

- وفي منطقة ما فوق الماء، تعشش الطيور المحلية والمهاجرة في نباتات على حافة الماء، كما يعيش في قصب البَردي طيور النسّاج (أبو نسَاج) التي تتغذى بالبذور. وهذا المكان مليء بالحشرات الطائرة: الذباب والبعوض واليَعْسوب مثل *Hemianax ephippiger*، الذي تقتات به الطيور.
- وفي منطقة على سطح الماء مباشرة، يمكن أن نجد بعض **النباتات الطافية** النادرة في المناطق الجافة، **والنباتات البازغة** (ذات الجذور المغمورة) التي تضع الحشرات بيوضها فيها وتنمو عليها يرقاتها، لتكون جزءا أساسيا من غذاء الأسماك (وخصوصا يرقات اليَعْسوب).
- وفي المنطقة الحدودية الهامشية، تعيش أنواع كثيرة من اللَبَنِيات (الماشية والجمل والوعل) ترِد الماء للشرب والتبرُّد.

وبالطبع، تعتبر القَلْتَة مكان اجتماع الأهالي من البدو وقطعانهم فضلا عن حيوانات الصحراء التي تكتشف بسرعة أماكن تواجد موارد الماء.

واللبنيات بدورها تسمّد التربة حول القَلْتَة بما تُخرجه، موفّرة بذلك موئلا للحشرات، وبعضها محلية بلدية (الجُعَل والخنفساء **أليفة الملح**).

◄ وبالمقابل، يصوِّر النظام الإيكولوجي للبركة المؤقتة في تطوره مع الوقت.
◄ ويبين التلاميذ المراحل التي ترافق ظهور مختلف الحيوانات واختفاءها، بحسب امتلاء البِركة أو جفافها.

٣٩– بركة أثناء موسم المطر، المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

٤٠– بركة مليئة بالماء، المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

وللقيام بذلك، ينطلق التلاميذ من رسوماتهم الأصلية التي تصوّر منسوب الماء في البِركة في مختلف الأوقات ويربطونها برسومات الأنواع التي تتواجد في المراحل المختلفة من التعاقب الإيكولوجي.

◄ كما يصور التلاميذ القدرات على التكيف أو الاستراتيجيات التي تتبعها هذه الأنواع لتحمل نمط الحياة الدوري وأوقات شحة الماء أو انعدامه: إذ يتعين على هذه الأنواع جميعا أن تتكيف مع شروط المعيشة الصعبة في البِركة المؤقتة.

● من ذلك مثلا أن بعض الضفادع تستمر في الحياة بعد جفاف البِركة بأن تحفر أنفاقا عميقة في القاع الطيني: ويعدّ هذا من أشكال التكيف السلوكي. وهي تتخلى عن هذه الأنفاق فور عودة المطر.

◄ في البداية، يصور التلاميذ هذه الضفادع مختبئة في أنفاقها، ثم وهي طليقة مع عودة المطر.

وخلال موسم الجفاف، في المناطق العربية، عندما تتبخر مياه البِركة حتى تصل إلى القاع، تهلك الأنواع القشرية مثل القريدس *(Triops granarius)*: على الأقل يهلك القريدس الكبير البالغ ولكنه يضع بيوضه قبل أن تجف البِركة تماما، وبذلك يستمر وجود النوع بصورة تمكنه من تحمل شروط الجفاف، فهذه البيوض تتحمل درجة حرارة تصل إلى ٩٠ درجة مئوية، وهي تفرّخ خلال أسبوعين من عودة المطر.

◄ وهنا أيضا، يرسم التلاميذ شكلي الحيوان (بصورة يمكن التعرف عليها) مع تغير منسوب المياه.

◄ ويرسم التلاميذ الأنواع في دفاترهم، وقت ظهورها في دوائر متداخلة تبين عمق الماء.

ومع بداية موسم المطر، تأخذ في الظهور طبقة رقيقة من نباتات المستنقعات في قاع البِركة وتنمو حولها النبتات الصغيرة. وهذه هي المرحلة الأولى في تعاقب دورات الحياة.

◄ بعد تصوير طبقة النباتات هذه، يرسم التلاميذ القشريات والزواحف الناشئة على القاع الطيني الذي أصبح مفعما بالفعل بالمادة العضوية.

وفيما بعد، إذا رُفِدَت البِركة بمياه الوديان الغزيرة عدة مرات خلال موسم المطر، يمكن لارتفاع منسوب الماء في البِركة أن يأتي بالأسماك، وهي عادة أسماك البارِيل من قبيل *Barbus biscarensis* أو *Barbus deserti*.

◄ كما يمكن للتلاميذ أن يرسموا سمك السلّور المداري الذي يوجد في كثير من برك البلدان العربية والصحراء الكبرى وكثير من أنواع هذه الفصيلة كبير الحجم ويأكل اللحوم: فهو يقتات بغيره من السمك. وعندما تجف البركة، تزحف هذه الأسماك، من قبيل سلّور وادي امرهو *(Clarias gariepinus)* في الطين بحثا عن بِركة أخرى.

٤١– بركة ماء ولقالق أبو سُعن (المربوت)، المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

٤٢–ظبي القصب قرب بركة ماء، المنطقة W، النيجر
© ميشيل لو بير

فهذا هو حلها للتكيف مع الانعزال والانقطاع في دورة حياتها.

وهو أيضا تذكير بفترات قديمة كانت فيه الصحراء أكثر ماءً.

◄ وبتنفيذ هذا الجانب من النشاط، يكتشف التلاميذ الأهمية الإيكولوجية للمناطق المائية بالنسبة للنظام الإيكولوجي ولصيانة بيئات المناطق الجافة.

فهذه المناطق الإحيائية تحمل علامات التنوع البيولوجي المحيط بها، باعتبارها موئلا لكثير من أنواع الحيوان، بعضها منتشر والبعض الآخر تنفرد به المنطقة المحلية ولا يوجد إلا فيها، بينما يعتبر بعضها الآخر نادراً، كما أن منها ما هو مهدد بالانقراض.

إضافة لذلك، ومع أن هذه البرك مؤقتة، فإنها تلعب دورا حاسما في تحديد مياه الأحواض الجوفية من خلال ترشح الماء من **تدفقاتها التحتية**.

٤ – تَفَهَّمَ فائدة مورِد الماء المباشرة بالنسبة للإنسان، من خلال تسجيل استعمالاته في دفتر اليوميات

◄ يدرج التلاميذ في دفاترهم قائمة بطرق انتفاع الإنسان بمورد المياه بصورة مباشرة، كمكان لصيد الأسماك أو كمكان تنمو فيه وحده نباتات معينة، من قبيل النباتات البَرّية التي يمكن أن تكون مصدرا شديد الأهمية للعلف في سنوات القحط.

كما توفر هذه المواقع المصادر الطبيعية لمياه الشرب التي تحتاج إليها الحيوانات المنزلية.

◄ ويرسم التلاميذ الحيوانات المائية الصالحة للطعام التي يمكن تصيدها في البركة أو المستجمع أو الجدول.

◄ كما يرسمون المعدات اللازمة لذلك: القوارب الصغيرة وشباك الإرساء وشبَاك الأسماك وسنّارات الصيد المرتجلة وخطافات السمك. وكثير من التلاميذ خبروا بالفعل صيد السمك: ويمكنهم أن يصفوا رحلات الصيد، وبصورة خاصة ما تعلموه من أساليب ومهارات.

◄ ثم يسجلون وصفات طهو الأسماك وغيرها من المَصيد.

◄ كما يقومون بتصوير النباتات التي تُستغل في منطقة الماء أو ما حولها لمختلف الأغراض: النباتات الصالحة للطعام والتي تؤكل طازجة في السلطة، والأشنات الصالحة للطعام، والنباتات الطبية، ونباتات العلف.

٤٣– بركة بولي في قرية بارو، غينيا: منظر جزئي للبركة (على اليمين)، محاصيل موسمية على الجانب الجاف من البركة بعد موسم المطر (في الأسفل)، وجمع من شيوخ القرويين يحتفلون
© ميشيل لو بير

٥ – أضِفْ في دفتر اليوميات عرضا تفصيليا لوظائف مورِد الماء الثقافية

وأخيرا، ما هو الدور الذي يؤديه مورد الماء في عالم التخيل، أو في الممارسات الدينية أو الطقوس المقدسة لدى المحليين؟

◄ يبدأ التلاميذ بحثهم في الدور الثقافي لمورد الماء بالتحري عن قدسية الماء لدى سكان الصحراء.

فمع شحّة المياه السطحية وندرتها وعدم الثقة بتوفرها، حتى المياه الجوفية يمكن أن تنضب – فبعض أحواضها يتجدد من مياه الفيضانات بينما بعضها "مياه أحفورية" لا يعاد ملؤها أبدا – فالماء مادة ثمينة ومطلوبة لدرجة تعطيها مكانة شديدة الخصوصية في الخيال الجماعي وعمل الثقافة الخلاّق.

◄ في كثير من البلدان التي تسود فيها ديانات التوحيد (أمريكا الجنوبية، البلدان العربية)، يبحث التلاميذ عن قصص وتعابير ثقافية أخرى تعتبر المطر هبة من الله.

◄ في كثير من البلدان التي ينتشر فيها تعدد الآلهة أو روحانية الطبيعة، يصف التلاميذ البطل أو الروح أو الشخص الذي يشخِّص ماء المطر ويرمز إليه.

وباعتبار ماء المطر شيئا قد يتوفر وقد لا يتوفر، فإنه في أحوال كثيرة يقترن بروح ما.

مثال:
يمكن للتلاميذ في بلد افريقي مثل مالي أن يرسموا، أو أن يصفوا كتابةً، روح الماء "نومو" التي تتمتع بقوى خارقة وتأخذ كثيرا من الأشكال، بعضها نافع وبعضها مرعب: فهذه الروح يمكن أن تجلب المطر أو أن تعاقب من يهمل عبادتها بإنزال القحط والفقر عليه.

◄ ويحاول الصف أن يصور الجوانب العديدة من شخصية الروح وأن يقرنها بتنظيم العبادات في القرية.
◄ وانطلاقا من هذه الخلفية، يتابع التلاميذ تحرياتهم وتسجيلاتهم حول ارتباطات البِركة أو القَلْتة

توصية:
إذا لم يكن بامكانهم وصف أو تصوير شعائر تتصل بالبُركة نظرا لأنه لا يسمح لهم عادة بحضورها (طقوس الابتداء أو التكريس، مثلا، التي يُغسل فيها المرشّحون بماء البِركة) فإن من الممكن أن يركزوا على أهمية مورِد الماء، في كل مراحله، بالنسبة للتراث والقصص الأسطورية.

ويمكنهم أن يستخدموا صورا من القصص التقليدية التي يتناقلها الرواة، ممن يطلق عليهم اسم "griots" في افريقيا.

◄ ويدرج التلاميذ في دفاتر اليوميات عرضا لدور مورد الماء في قصة تأسيس القرية، أو سردا لقصتها المعتادة كما يرويها شيوخها.

كيف تقترن البِركة بالصيغة الأسطورية لتاريخ المجتمع المحلي؟

هل هي مدخل أو قناة للاتصال بالأرواح أو للتبادل معها ؟

في القصص التي تُروى عن البركة، هل لها خصائص سحرية أو هل لها منافع خاصة تحققها للقرية؟

◄ وبمناسبة الاحتفالات العامة، يعزز التلاميذ دفاتر يومياتهم برسومات الأقنعة وأعمدة الطوْطم والتماثيل المستعملة في طقوس الاحتفالات العامة المتصلة بالماء وبالبِركة.

مثال:
كثيرا ما تجري عند البِركة الاحتفالات الشعبية الهامة التي تجتذب الناس من كامل المنطقة ويتخللها الرقص احتفالا بالماء وتقديسا له: من الأمثلة على ذلك مهرجَان بِركة بولي في غينيا.

◄ كما يتشاور التلاميذ مع المسؤول عن المياه، وهو الشخص الذي ينظّم، بالتشاور مع آخرين، المسائل المتعلقة بالوصول إلى الموارد المائية والقيود على الاستهلاك وأحيانا تقنين الماء عندما تشحّ موارده.

◄ ويدوّن التلاميذ في دفاترهم القواعد الناظمة للوصول إلى مصدرٍ للمياه (بهدف صيد السمك مثلا) ولتوزيع المياه على الأهالي.

◄ كما يجتمعون إلى مجلس شيوخ الماء، وكثيرون منهم يُعتبرون مسؤولين عن العبادات المائية المحلية. وإذا كان من المسموح به طرح هذا النوع من الأسئلة، فإن التلاميذ يسألونهم عن الأعطيات والأضاحي المقدمة للماء أو عن طقوس الاستسقاء التي تضمن هطول المطر وخصب الأرض ووفرة المحاصيل المتأتية عن الماء.

٥ • تأمين المياه النظيفة للقرية: خريطة وشريط من رسومات الكرتون

المستوى: متقدم ★★★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: ست حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

بوضع خريطة للمياه المحلية مزينة بالرسومات البيانية، يقيِّم التلاميذ الموارد المائية السطحية والجوفية في بيئتهم من حيث كميتها ونوعيتها.

٢ – المعرفة والفهم

يجرب التلاميذ عدة طرائق وتقنيات لتصفية الماء وتكريره وإزالة ملوحته؛ ويستكشفون، بالعمل على مقاييس يمكن تدبّرها، الحلول الناجعة لمكافحة التلوث واستنفاذ الموارد؛ ثم يُطلِعون الأهالي على هذه البدائل باستعمال رسومات كرتون.

المنهجية

١ – ضَعْ خريطة للمياه المحلية

◄ بمساعدة المدرِّس يستقصي التلاميذ مختلف الأماكن التي يحصل منها الأهالي على مواردهم المائية.

أين يجد الناس مياه الشرب؟ ما هي المصادر التي يستخدمونها لري محاصيلهم أو لسقي مواشيهم؟ ماذا عن غسيل الملابس والأواني الخ ...؟ وماذا عن النظافة الشخصية؟

◄ تُعلّق قطعة ورق كبيرة على الجدار ليرسم عليها التلاميذ خريطة للقرية ومحيطها. ويضعون العلامات التي تدلّ على نقاط الوصول إلى المياه السطحية والجوفية لاحتياجات القرية. أو يمكنهم بدلا عن ذلك استعمال خريطة موجودة.

◄ ويحدد التلاميذ نقاط الوصول إلى المياه على الخريطة (وفي بعض الحالات يكون عددها محدودا تماما) فيبينون الآبار ونافورات الشرب والمضخات وأماكن أخذ الماء مباشرة من النبع أو من حافة البِركة أو البحيرة أو الجدول أو النهر.

وبدلا من رسم صور المواقع أو طرائق الحصول على الماء، يستنبط التلاميذ طريقة مجموعة من الرموز أو من الحروف التصويرية تبين، مثلا، إذا كانت المياه الجوية تُسحب بواسطة بئر مجهز بعَتَلة أو باستعمال الحيوان، أو تجمَع من بئر مؤقت محفور يدويا في الرمل، أو من بئر عميق مرصوف؛ أو يستخدم رافعة أو مضخة؛ أو إذا كان هناك شبكة من الأقنية الباطنية تحمل المياه إلى سطح الأرض (الفكّارات أو القَنَوات أو الخطّارات).

◄ ثم يرسمون الحروف التصويرية على الخريطة لتحديد نقاط الوصول إلى المياه.

◄ وفي كل حالة، توضع نقطة ملونة تبين كيفية استخدام الماء.

أمثلة:

- نقطة زرقاء لماء الشرب (الشرب والطهو)؛
- نقطة خضراء لري الحدائق والحقول؛
- نقطة بنفسجية للنظافة الشخصية؛
- نقطة صفراء لسقي الحيوانات... الخ.

٤٤– امرأة تملأ أوعيتها بالماء من النهر، بوليفيا
© اليونسكو/ م. زيفاكو

◄ ثم يُقيِّم الفصل المياه السطحية والجوفية من حيث كميتها ونوعيتها بناء على معاينتهم لنقاط التوريد.

ويقدم المدرِّس مجموعة من الأسئلة يعكف التلاميذ على الإجابة عليها بمساعدة قيمة من أعضاء المجتمع المحلي الأكبر سنا ومن المسؤولين عن إدارة موارد المياه.

- هل توفر المياه العذبة السطحية محدود؟
- هل تناقصت إجمالا؟
- هل توجد آبار سطحية ضحلة (**بويسار**) في أماكن كانت تتواجد فيها في الماضي المياه الجوفية أو حيث كانت تتفجر ينابيع اندثرت الآن؟
- هل المياه غزيرة في الوديان أو الأنهار في موسم المطر؟
- هل هناك بركة موسمية تتغذى بالمطر ولكنها أصبحت الآن لا يعوَّل عليها؟
- هل تعوِّضَ أحواض المياه الجوفية بعض الشيء، في إطار النظام الإيكولوجي، عن عدم انتظام هطول المطر؟
- هل يتسبب نقص مياه الشرب أحياناً في مشاكل، مما يعني أن القرية تضخ أكثر مما يجب من الموارد الجوفية؟
- هل تدهور حال النظام الإيكولوجي؟

ويستفسر التلاميذ لدى شيوخ القرية عن هذه النقطة بالتفصيل: أتُراهم يذكرون أية أنواع اندثرت ولم يعد لها أي وجود؟

- هل تناقص التنوع البيولوجي منذ تاريخ معين في الماضي (تناقص تنوع الأنواع أو التنوع الوراثي أو تنوع النظم الإيكولوجية)؟

◄ ويستنبط التلاميذ مجموعة أخرى من الرموز تبين مستوى الماء في كل مورِد (أو معدل تدفق المياه، أو الثقة بها، حسب ما يتمشى مع طبيعة المورد).

◄ وتُستخدم مجموعة الحروف التصويرية للدلالة على أن الماء مُصان أو أنه على العكس مُهمل ومُستنفذ. كما يضعون العلامات في مواقع موارد المياه السابقة التي جفَّت الآن أو استُنفِذت بالكامل.

◄ ويشرح المدرِّس كيف يمكن للإفراط في ضخ المياه الجوفية – وهي أحياناً المصدر الوحيد لمياه الشرب في مناطق الأراضي الجافة – أن يلحق الضرر بالماء كماً ونوعاً. فالمياه الجوفية العذبة تصبح خَضِمَة مع ازدياد نسبة الملح فيها.

◄ ويأخذ الفصل عينات من مختلف نقاط الوصول إلى الماء ويضعها في زجاجات أو أوعية شفافة.

◄ ويلصق التلاميذ على الأوعية بطاقات تبين منشأ الماء؛ ويصفون رائحة عينات الماء ولونها وطعمها (إذا كان هذا ملائماً).

ويمكن أن يضاف هذا الوصف لنوعية الماء إلى الخريطة على شكل ملحوظات قصيرة.

مثال:
اللون: غامق

الرائحة: حادّة

الطعم: لم يجرّب.

◄ وبمساعدة من المسؤول عن المياه وخبراء الصحة، يحدّد التلاميذ مصادر التلوث التي قد تؤثر على طعم الماء ورائحته ولونه أو قد تجعله خَضِما أو جرّيفا.

◄ وهنا أيضا، يستنبط التلاميذ مجموعة حروف تصويرية تصف مصادر التلوث، وقد تكون هذه المصادر كالتالي:

- تلوث كيميائي مباشر من استعمال الأسمدة أو مبيدات الآفات في الزراعة؛
- تلوث المياه من فضلات سامة طُرحت في موقع قريب؛
- التلوث من فضلات منْجم أو مقْلَع حجارة؛
- التلوث بمياه الفضلات الصناعية من الورشات الكيميائية.

وإذا كان الماء خَضِما، هل هذا نتيجة لنشاط الإنسان؟ مثلا:

- سوء نظم التصريف الخاصة بالري؟
- تأثر المياه الجوفية بمياه البحر بسبب الإفراط في الضخ؟
- تبخر الماء بسبب تغير استخدام الأرض؟
- تلوث كيميائي مباشر؟

وأخيرا، يمكن للتلوث أن يكون كالتالي:

- تلوث بكتريولوجي (مسببات الزحار والكوليرا)؛
- تلوث حيواني (عضويات مختلفة مسببة للمرض: يرقات بعوض الملاريا، البلهارسيا، الديدان المُثَقَّبة، الديدان المعوية).

ويوضح المدرِّس أن السبب الرئيسي للأمراض (٨٠ في المائة) في معظم بلدان الأراضي الجافة يأتي من التلوث البكتيري وليس الكيميائي للمياه.

◄ وقبل أن يضع التلاميذ الحروف التصويرية في مصادر التلوث المحددة على الخريطة، عليهم أن يتأكدوا أولا من كون مورد الماء ملوّثاً فعلا (أو هو معرض للتلوّث).

◄ وللقيام بذلك، يتعين أن يطرحوا الأسئلة على مختلف مستعملي المياه ومستهلكيها من أصحاب الاحتياجات المختلفة.

فإذا لم يكن بوسعهم أن يكتشفوا الأمر بأنفسهم، يمكنهم أن يطرحوا أسئلة بسيطة:

- هل الآبار المختلفة التي توفر مياه الشرب مرصوفة مبطّنَة جميعها؟
- هل لها غطاء يقيها؟
- هل هي مسورة بحيث لا تصلها الماشية؟
- هل لها حواف مرتفعة أو دائرة معبّدة حولها تفصل الماء عن الطين أو الأرض التي تدوسها الماشية؟
- إذا كان الماء يؤخذ من سيل أو نبع جار، هل يؤخذ من مواقع أعلى من مواقع شرب الماشية أو غسيل النساء للملابس؟
- هل أواني مياه الشرب محمية أو مغطاة في منازل الناس؟

٤٦– حمير ترد الماء، أبيدي، السنغال
© اليونسكو / دومينيك روجيه

٤٥– راع فتي يسقي قطيعه عند بئر القرية المجهز ببكرة، أبيدي، السنغال
© اليونسكو / دومينيك روجيه

هل ترِدُ الحيوانات موارد الماء التي يغتسل أو يستحم فيها الناس، أو هل تستخدم هذه الموارد لأغراض أخرى من قبيل الزراعة أو الصناعة؟

◄ واستنادا إلى الإجابات على هذه الأسئلة وإلى المعلومات المستقاة من المسؤول عن المياه والطبيب أو المعالج، يضع التلاميذ العلامات على الخريطة لتدلّ على موارد المياه الملوثة أو المعرضة دوما لخطر التلوّث.

٢ – فَسِّرْ خريطة المياه

عند انتهاء الخريطة، يجد التلاميذ أمامهم رؤية عامة لحالة موارد المياه في منطقتهم.

◄ يقرأ التلاميذ والمدرِّس الرموز معا لتقييم حالة الموارد المائية السطحية والجوفية بدقة ولفهم التفاعل فيما بينها.

◄ ويمكنهم في هذه الصورة المركّزة أن يروا أوجه النقص في شبكة توريد المياه وضغط المجتمع المحلي على احتياطيات المياه الجوفية؛ ويلاحظون أن هذه الاحتياطيات يمكن أن تنضب وهي تكاد لا تتجدد، إلا من خلال ترشح الماء من قاع الأنهار والجداول. وقد أصبحوا على علم بالخطر المُحيق المتمثل في تجفف طبقات الماء الرقيقة التي تتغذى من **التدفقات التحتية**؟ والتي تعتبر موارد المياه الدائمة الوحيدة في مناطق الأراضي الجافة.

◄ وهنا يشرح المدرِّس عملية ترشيح الماء وخزنه تحت الأرض بمحاذاة مجاري الأنهار والجداول وكذلك تحت المياه غير الجارية (البحيرات الدائمة والبرك المؤقتة).

◄ ويمكن للفصل أن يقدّر مدى استنفاذ المياه الجوفية بمعاينة أحوال النباتات السطحية، وهي معتادة على منطقتها ومقاومة للجفاف، ولكنها قد تجف وتذوى لأنها لم تعد قادرة على امتصاص الماء بواسطة جذورها.

◄ ويشير المدرِّس إلى دمار نظم إيكولوجية في المنطقة لها قيمتها الحيوية الاقتصادية والاجتماعية والإيكولوجية بالنسبة للسكان.

◄ كما يرى التلاميذ، من خلال قراءتهم لخريطة المياه وتفسيرهم لها، كيف يؤدي النقص في كميات المياه إلى نقص في صفائها ونظافتها.

وتوضح الحروف التصويرية ارتباط الإفراط في استقلال الموارد المائية بانخفاض نوعية الماء.

وبتفسير الرموز، يحدّد التلاميذ السلوك غير السليم واخفاقات المسؤولية الجماعية المشتركة وسوء إدارة المياه.

◄ ويتابع المدرِّس مذكرا التلاميذ أن الماء سلعة عالمية الانتشار ولها أهميتها الحيوية للمجتمع المحلي، بل للإنسانية جمعاء، ونحن نقتسمها كلنا أحيانا.

وتبين قصة الدورة المائية أن الماء مادة واحدة وحيدة: فالماء الذي نشربه هو نفس الماء الذي أدى فعلا أدوارا عديدة ووظائف شتى لعدد من الناس لا يمكن حسابه قبلنا.

ولذا علينا ألا نفرّط فيه: علينا أن نحترم نقاوته إلى أقصى حدّ ممكن وأن نستخدمه باقتصاد وأن نديره بصورة منصفة مستدامة.

◄ ويشجع المدرِّس التلاميذ، بعد ذلك، على التفكير في طرق تعزيز صيانة موارد المياه المحلية والنهوض باستخدامها المستدام.

ويمكن أن يذكر عدة طرائق وتقنيات وأن يعرضها على التلاميذ: ومنها ما ينطوي على احتمالات مثيرة للاهتمام من قبيل تصفية مياه الفضلات وتكريرها واستعمال الطاقة الشمسية وغيرها من تقنيات الطاقة المتجدّدة في تحلية المياه.

من ذلك مثلا أن فريق البحوث في محمية (معزل) المحيط الحيوي "العميد"، وهو الموقع المصري التابع لمشروع الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية، قد صمَّم نظاماً لتحلية وتصفية الماء الخَضِم من آبار المنطقة باستخدام مبدأ التبخر والتكثف الوارد شرحه في الصفحة ١٧٧ أدناه. ويجري الماء من صهريج بفعل الجاذبية الأرضية ليصب في أربع وحدات للتقطير تستخدم الطاقة الشمسية لفصل الملح عن الماء.

٣ – أجْرِ داخل الفصل تجارب لإزالة التلوث

بمساعدة من المدرِّس، يجرّب الفصل عددا من الطرائق العملية لمعالجة مياه الفضلات أو المياه الخَضِمة، أو إزالة التلوث منها، في المدرسة.

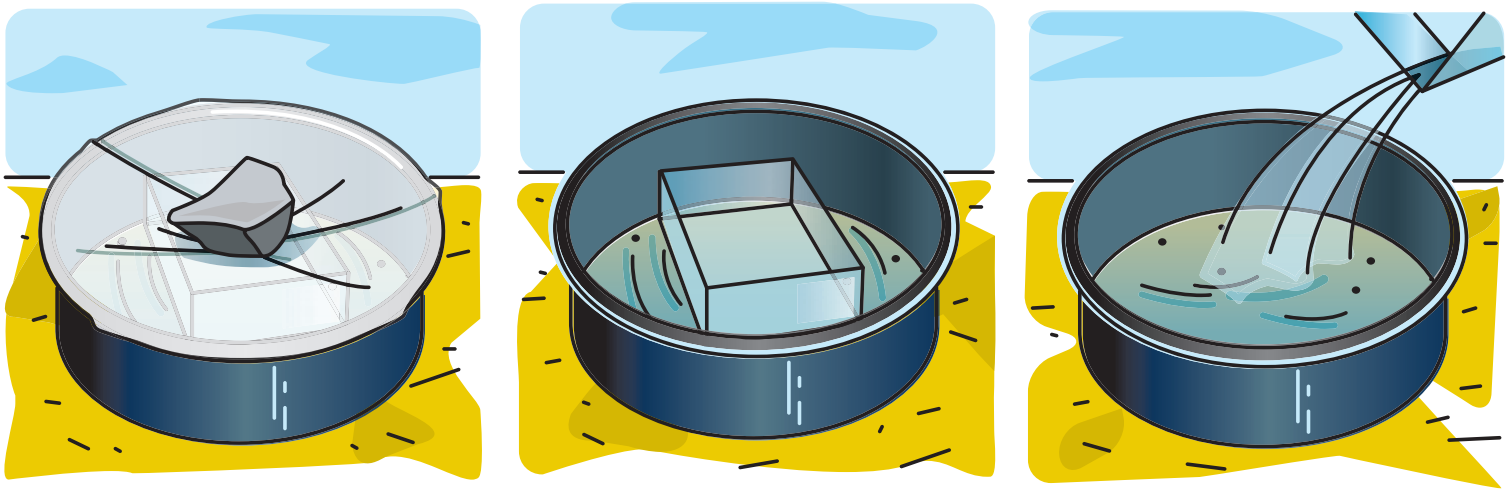
كيف يمكن إجراء تنظيف أولي لماء قذر مليء بالجسيمات؟

يقترح المدرِّس طريقة التصفية بالرمل التي تزيل **عَكَر** الماء وتخلِّصه من المادة العضوية العالقة فيه.

◄ يُحضِر الصف مِنْخلاً دقيق الشبك (غربال).

◄ توضع طبقة سميكة نوعا ما (عدة سنتيمترات) من الحصو على شبكة المِنخل ثم طبقة أسمك من الرمل ثم طبقة أخرى أرق من الحصو. وتساعد طبقة الحصو على تثبيت الرمل.

مراحل تجربة تنقية الماء بالتقطير الشمسي



١ ٢ ٣

◄ وتُصب على طبقة الحصو العليا كمية كبيرة من مياه الفضلات فيها دهون وجزيئات عضوية وغير ذلك من المواد الملوِّثة، وتبدأ الملاحظة...

فطبقات الحصو والرمل تلتقط وتفصل الجزيئات التي يحملها الماء، حسب حجم هذه الجزيئات: أولا الكتل العضوية الكبيرة وكتل الحطامات المختلفة، ثم الحشرات والعضويات الصغيرة وغيرها من الأشنة والعوالق (بلانكتون) والجزيئات العالقة.

◄ وعلى سطح الرمل تحت طبقة الحصو العليا، يلاحظ التلاميذ وجود غشاء رقيق من الغبار والجزيئات والعضويات الدقيقة التي فُصلت خلال العملية، والغشاء هذا يشكل غشاء بيولوجي رقيق أو "جلداً" رقيقاً.

◄ ويشرح المدرِّس عند انتهاء التجربة أن هناك نظم رملية الأساس لتصفية الماء مصممة بحيث تشكل طريقة اقتصادية **لتنقية** الماء لأغراض استعمال المجتمعات المحلية.

ويصف المدرِّس نظاما يتألف عامةً من حوض يتضمن طبقة من الماء غير المعالَج، وقاعدة من مواد التصفية تشمل الرمل، فيها مصارف خاصة مثبتة، ثم، أخيراً، جهاز ناظم ضابط للمصفاة.

◄ ويُجري الفصل تجربة أخرى لتنقية الماء **بالتقطير** الشمسي.

والتقطير يستخدم هو أيضا في كثير من مناطق العالم لإزالة التلوث عن الماء ولتحويل الماء الخَضِم أو مياه البحر إلى ماء عذب.

◄ يُحضِر التلاميذ حوضا كبيرا مستديرا من البلاستيك، لونه غامق على الأفضل، فالألوان الغامقة، وخاصة اللون الأسود تمتص قدرا أكبر من الحرارة (١).

◄ ثم يحضرون وعاءً مليئاً بالماء الخَضِم من البِركة أو البئر ويصبونه في الحوض (١).

◄ ثم يشطفون الوعاء الفارغ بعناية ويضعونه في وسط الحوض (٢).
ويغلقون الحوض بلوح نظيف من البلاستيك ويفضل أن يكون شفافا (٣).

◄ ويثبت لوح البلاستيك بحبل يحيط بالحوض، ويوضع فوق اللوح في وسطه حجر ثقيل يجعله كالقمع. فوزن الحجر يدفع بوسط اللوح إلى الأسفل بحيث يشكل مخروطا موجها إلى الوعاء الموجود داخل الحوض (٤).

◄ ويترك التلاميذ جهاز التقطير تحت الشمس (٥). وتسخن حرارة الشمس الماء في الحوض ويتبخر بسرعة.

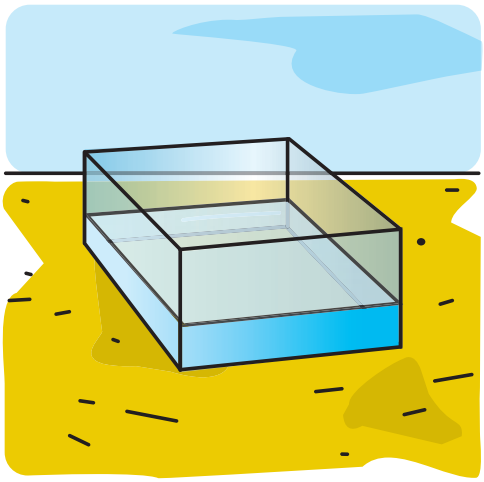
◄ يتكثف بخار الماء على لوح البلاستيك من الداخل ويسيل في المخروط ليتساقط في الوعاء (٥)
ويمتلئ الوعاء بعد يوم أو يومين من التعرض للشمس.

◄ وينزع التلاميذ اللوح البلاستيك ويلاحظون ما تبقى بعد تبخّر الماء من الحوض.

ويجدون ترسبات من الملح أو غيره من المواد التي كانت عالقة في الماء الخَضِم خلفتها عملية التبخر فبقيت الطبقة رسوبية في قعر الحوض. فقد تمت تصفية الماء من العوامل الكيميائية والبكتريولوجية (٦).

٤

٥



٦

مراحل إنشاء محطة لتنقية الماء باستخدام عملية الأحواض

١ ٢ ٣

◄ يتذوق التلاميذ الماء. هل هو طيب الطعم؟

على أن هذا الماء لا يفي بجميع المعايير المطلوبة لماء الشرب: فمن الناحية المثالية، يتعين للماء لكي يصلح تماما لتركيبة الإنسان البيولوجية، أن يحتوي على كمية من المواد المعدنية وأن "يحيا" بمعنى أن يتضمن بعض العضويات الحية (البكتيريا) غير الضارة بالإنسان.

فالماء المقطر لا يتضمن أية مواد معدنية وهو مصفى بصورة مطلقة.

◄ ويمكن للتلاميذ أن يتعلموا إعادة مَعْدَنة الماء (بإضافة بعض الطين النظيف مثلا).

ومع ذلك فإن الماء المتأتي عن عملية التقطير الشمسي فيه ميزة الوقاية من انتشار التلوث البكتيريولوجي بين الناس. وهو لذلك يستخدم على نطاق واسع جدا في كثير من البلدان الجافة. ومن فوائده أنه يخفض كثيرا من عدد حالات الإسهال لدى الأطفال.

◄ ويسجل الفصل في عرض خطي مختلف مراحل التجارب التي أجراها بحيث يمكنه بعد ذلك وضعها في قالب شريط من رسومات الكرتون (انظر الفقرة ٥ أدناه، صفحة ١٧٩–١٨٠)

٤ – أُنْشِئْ محطة مصغرة لتنقية الماء على أساس عملية الأحواض (lagooning)

قد يكون من الممكن إجراء تجربة أخيرة: عملية إزالة تلوث كبيرة مصممة لتنقية المياه لاستخدامها في الحديقة.

ملاحظات اقتراحات

هذا المشروع أكثر طموحا من التجارب السابقة ويتطلب التزاما طويل الأجل من جانب الفصل كله، لا لبناء النظام (فهذا لا يستغرق الكثير من الوقت) بل لإبقائه قيد الملاحظة. وسيلزم بعض الوقت – عدة أشهر – لتتحقق فوائد عملية التنقية البيولوجية.

ويتعين اختيار موقع تربته كتيمة بما فيه الكفاية للاحتفاظ بشكل فعال بالمياه السطحية.

كما يفضَّل أن يكون الموقع على أرض منحدرة بعض الشيء.

وأخيرا، يحتاج الفصل إلى مشورة الخبراء وإلى دعم مستمر من جانب الكبار من ذوي المعرفة.

◄ في أواخر موسم المطر، عندما يصبح الهطول خفيفا متقطعا، يقوم الفصل كله بحفر حفرتين في الموقع المختار ويساعده في ذلك عدة متطوعين من المجتمع المحلي.

الحفرة الأولى بقياس ٣ × ٤ أمتار تقع في أعلى المنحدر.

والحفرة الثانية تلي الأولى على المنحدر وهي أصغر حجما.

وعمق كل من الحفرتين ٥٠ سم وسيسيل الماء، بفعل الجاذبية من الحفرة العليا إلى السفلى، رهنا بسرعة امتلاء الأولى (١ و ٢)

٦ ٥ ٤

- ولا يضع التلاميذ أي نبات في الحفرة الأولى وهي ممتلئة بعض الشيء بماء المطر الأخير (٢)
- ويدعو التلاميذ الأهالي بعد ذلك إلى صبِّ مياه الفضلات المتبقية عن غسيل الأطباق والاستحمام وغسل اليدين وغسيل الملابس) في تلك الحفرة. وقد يكون من الممكن أيضا ترتيب تدفق مياه الفضلات الزراعية مباشرة إلى الحفرة (٤).
- ولأغراض تنقية الماء في الحفرة الأولى، ترمي الخطة إلى الاعتماد على أثر ضوء الشمس والنمو السريع للأشنات التي تتمثل ضوئيا وتتكاثر وتوفر الأوكسجين لأنواع البكتيريا التي تحتاج إليه لتعيش (وتعرف باسم "**البكتيريا الهوائية**"). وتعمل مستعمرات البكتيريا الهوائية هذه على تفتيت المادة العضوية العالقة في الماء مما يطلق النيترات والفوسفات التي تستهلكها الأشنات (٥).

وبهذه الصورة يتم استيعاب معظم الأملاح المعدنية الملَّوثة ويستقر في قاع الحفرة جانب كبير من المادة العالقة.

- وبمساعدة المتطوعين الكبار هنا أيضا، يعمد التلاميذ إلى بناء جدار كتيم للماء على حافة الحفرة السفلى، وذلك لضبط تدفق الماء.

ويجعلون الجدار منخفضا في وسطه بحيث ينسكب الماء فوقه إلى الحفرة السفلى.

- ثم يغرس التلاميذ نباتات كبيرة في الحفرة الثانية (٣).
- ولهذه الغاية يجلب التلاميذ نباتات مستنقعية، ومنها خاصة قصب المكانس أو التيفا العريضة الورق *(Typha latifolia)* من أطراف بِركة أو بحيرة.

ويختارون عينات سليمة يزرعونها على حواف الحفرة مع الحفاظ على مستوى الماء منخفضا.

- ويتناوب التلاميذ في العمل لضمان أن الحفرة لا تجف وأنها تتغذى بمياه المطر العذبة من أي مصدر آخر.

وهذا يساعد النباتات على التجذّر بسرعة.

وعندما يصل الماء من الحفرة الأولى إلى النباتات، تتمثل هذه النباتات ما تبقى فيه من عناصر معدنية، وخصوصا بتثبيت مركبات الفسفور أو النيتروجين وكذلك أية مواد منظفة – وأحيانا أية معادن ثقيلة أيضاً (٥).

- ويمكن للتلاميذ أن يضيفوا بعض النباتات الطافية، مثل عدس الماء، فهو عامل تنقية فعال للمعادن الثقيلة.
- ويعمل التلاميذ دوريا للتأكد من اسمرار سيل الماء، وذلك بقطع النباتات الزائدة التي قد تتكاثر وتخنق الحفرة. وتلتهم **العوالق الحيوانية** المقترنة بالنباتات (براغيث الماء ويرقات الحشرات والرخويات) كل ما يتبقى من الجزيئات العضوية العالقة (٥).
- وبعد أن أمضت مياه الفضلات شهرين من الزمن في الحفرتين يمكن للتلاميذ أن يعيدوا استخدامها، على أن يختبروا نوعيتها أولا، فإذا وجدوا أنها نظيفة وصافية بما فيه الكفاية فإن من الممكن أن تستخدم في ري أحواض البذور أو لسقي حديقتهم (أنظر الفصل ٣، النشاط ٢٧، صفحة ١٢٠) (٦).

٥ – ارْسُمْ وانْشُرْ شريطا من رسوم الكرتون يستند إلى تلك التجارب.

◄ في هذا القسم الأخير، يخلق التلاميذ شريطا من رسوم الكرتون تشرح، في عدد من الصور المتتالية، مختلف الحلول التي تحرّوا عنها لمكافحة التلوث واستنفاذ الموارد: التصفية والتقطير **والتنقية بطريقة الأحواض (lagooning)**.

◄ وللحفاظ على وحدة الموضوع في شريط الرسومات، يخلق التلاميذ والمدرِّس شخصية متميزة، هي شخصية بطل الرسوم الذي يمثّل جميع التلاميذ معا. على أن بوسع التلاميذ أيضا أن يخلقوا مرافقين لهذا البطل من أطفال أو كبار غير محددي الهوية وذلك لتنويع العمل الفني.

أما الشخصية المركزية، وهي التي تدفع وتوجّه عمليات التصفية والتقطير والتنقية، فيتعين أن يكون التعرف عليها سهلا من قبل الجميع وأن يسهل رسمها.

◄ ويوزع المدرِّس الفصل على عدة مجموعات بحسب عدد السيناريوهات التي يخطط لها.
ويوجد في كل مجموعة مجموعات فرعية ستقوم برسم الشريط للسيناريو الخاص بها: شريط واحد لكل مجموعة فرعية. ويفضل أن يقسَم كل سيناريو إلى عدة أشرطة وأن ينصب التركيز في كل شريط على فكرة واحدة أو اثنتين.

أمثلة:

سيناريو التصفية بالرمل:

١ – شريط يبين إعداد المصفاة؛

٢ – شريطة يبين تجربة التصفية نفسها.

سيناريو الأحواض:

١ – شريط يبين حفر الحفرة الأولى؛

٢ – شريط يبين حفر الحفرة الثانية وزرعها؛

٣ – شريطة يبين مياه الفضلات تصب في الحفرة الأولى وعملية التنقية وانسكاب الماء من الحفرة الأولى إلى الثانية.

٤ – شريط يبين عملية التنقية في الحفرة الثانية ومن ثم جمع الماء المنقّى ثم استعماله في الري.

◄ ويتفق التلاميذ على أسلوب مشترك قبل البدء برسم الأشرطة.

- وتمارس كل مجموعة رسمها للشخصية الرئيسية.
- ويجري اختبار كل رسم أولا ضمن المجموعة لضمان فهمه وللتأكد من أن الأشياء والأشخاص في الشريط يمكن التعرف عليها وأن الرسالة أو الفكرة التي تنقلها كل صورة يمكن للجميع فهمها.

◄ ويقوم التلاميذ بعد ذلك بإنتاج أشرطة كل من السيناريوهات، ويرسمون البطل في أوضاع واقعية وهو يجرّب الطرائق الثلاث: التصفية والتقطير والتنقية.

كما تبين الرسوم فرحة إعادة اكتشاف منظر الماء النظيف وطعمه، وهو منظر يتعين أن يبدو صافيا قدر الإمكان وذلك باستخدام الضوء واللون لإظهار خواصه المرئية.

◄ وعند الانتهاء من رسم الأشرطة يقوم التلاميذ بتوزيعها على الأهالي جميعا.

٤٧

٤٧– مختبر تحليل المياه، بحر آرال، كزاخستان
© اليونسكو/ جاناة كولينوف

٤٨– و٤٩– دراسات واختبارات يجريها علماء معهد الجغرافيا، بحر آرال، كزاخستان
© اليونسكو/ جاناة كولينوف

٤٨

٤٩

٥٠

٥٠– امرأة تغسل الآنية، قرية كولوني– بونديو، مالي
© اليونسكو/ إينيس فوربس

٥١– امرأة ترفع الماء من بئر القرية المغطى، قرية كولوني– بونديو، مالي
© اليونسكو/ إينيس فوربس

٥٢– بئر، حاسي خليفة، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٥٢

٥١

٦٠ نظام إدارة مياه القرية في لوحات من الجبس "فريسكو"

المستوى: متقدم ★★★

المكان: داخل الفصل وفي الهواء الطلق

المدة: ست حصص

الأهداف

١ – اكتشاف البيئة

يدرس الفصل أثر الزراعة المروية من حيث استنفاذ الموارد ويعيد اكتشاف أساليب تقليدية لجمع الماء وجرّه ونقله باستكمال طرق الاكتشاف، وبالاستكشاف، وبرسم الصور، مما يمكنه من تقدير دقة وبراعة هذه النظم والأساليب.

٢ – المعرفة والفهم

بإعداد سلسلة من الرسومات تشكل في مجموعها لوحة الفريسكو يبرز التلاميذ الأهمية الإيكولوجية لنظام إدارة مياه القرية سواء إن كان نظاما معقدا للري قائما على توفر المياه الجوفية أو شبكة منظمة من القنوات والخزّانات المكشوفة.

المنهجية

١ – استَقْصِ المشهد الطبيعي لتحديد البنى الحجرية المعدّة لاحتجاز الرطوبة ومياه السيل

◄ بتوجيه من المدرِّس، يبحث التلاميذ في منطقتهم عن أمثلة من البنى الحجرية في الأرياف. وقد يجدون جدرانا حجرية أو ركاما من الحجارة أو أكوام التومولي (أو ما يعرف بتلال الأضرحة) أو ما شابه ذلك من الترتيبات، أو خزانات مغطاة بأكوام الصخر الكلسي، أو حواجز أو زنابيل في أخاديد المنحدرات، أو نطاقات حجرية، وما إلى ذلك.

٥٣– مشهد تظهر فيه جدران حجرية منخفضة، منطقة حنين، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٥٤– بيت حجري تقليدي، وادي اهرهار، الجزائر
© أوليفييه بريستن

٥٥– كسرية في فكّارة بين شجر النخيل
في طلَقة، الجزائر
© أوليفييه بريستن

أمثلة:

التومولي أو المساكن الحجرية المستديرة (الصَعْدات) الموجودة في بعض بلدان الشرق الأوسط: الزنابيل، وهي سلال الحجارة في إطار معدني، مما صدّرته أوروبا لمقاومة عوامل التعرية وهي الآن واسعة الانتشار في افريقيا، والصهاريج الفخارية، أي مستودعات الماء التي هيأها الأجداد وتضم بنية فخارية كبرى في الأرض مغطاة بكوم من الصخر الكلسي، وهي تسحب الرطوبة من الجو: وهي شائعة تماما في مختلف مناطق البحر الأحمر.

◄ ويتجول التلاميذ في منطقة تواجد هذه التركيبات الحجرية وبعضها عتيق وأصبح جزءا من المشهد الطبيعي فيه زوايا خفية ومخابئ وبيئات صغرى تتيح اكتشاف كنوز كثيرة. ويدورون في المنطقة مستكشفين التضاريس الوعرة.

◄ ويشرح المدرِّس أن لهذه البنى الحجرية دورا مزدوجا في إدارة المياه. فهي أولا تسهّل احتجاز مياه السيل وجمعها بتمكينها من الغور في الأرض. وهي ثانيا تمكن من سحب الرطوبة، عندما تكون رطوبة الهواء عالية، وذلك بتركيز وتكثيف رطوبة الجو بحيث تصبح ماءً

◄ وعلى مقربة من صفٍّ من الحجارة، يتابع المدرِّس شرحه:

تُبنى الجدران المنخفضة على أرض منبسطة أو منحدرة في مناطق السيل.

وهي تخفف من قوة السيل باحتجاز بعض الماء وتبطِّئ تدفقه عبر الحقول بحيث تنشر المياه على الأرض مما يجعلها تتسرب بسهولة في التربة بدلا من ضياعها على السطح.

وفي الأماكن التي لا تستعمل فيها هذه الطريقة، كثيرا ما تؤدي سيول الوديان بقوة تيارها إلى تعرية الأرض وتخدُّدها لترشح عاجلا في الرمل حيث تتبخر بسبب الحرارة المفرطة.

◄ ويطّلع التلاميذ على طرق دراسة البيئة المصغرة التي يخلقها الجدار.

فالنباتات المحلية تنمو على خط الحجارة حيث يتركز الدُبال. كما يحفظ الجدار رطوبة الجو في أكثر ساعات النهار حرارةً بحيث تغور في الأرض؛ وهو يوفر الظل ويقي من الرياح والحرارة

◄ ويكتشف التلاميذ هذه النباتات ويرسمونها؛ وبعضها من النباتات النادرة، من الكنوز الخفية التي تنمو هنا، وهنا فقط، بفضل هذا الأسلوب البارع لاحتجاز الماء.

◄ ويعدّ التلاميذ رسومات تفصيلية أو سريعة للمنطقة المحيطة ثم رسومات تقنية للجدار نفسه، ملاحظين تركيبته الحجرية: هل بُني بصفائح الصخور البركانية أو بكتل الحجر الكلسي أو بحجارة مشذبة في مِقلع أو بقطع الغرانيت الغليظة أو بالحصو الخشن؟

◄ ويُشدد المدرِّس على الربط بين التمرين والواقع الفعلي بأن يطلب من التلاميذ أن يعاينوا عن كثب الصخور والحجارة المستخدمة في بناء الركامات أو المآوي (صَعْدات وخزّانات مسقوفة) أو المستخدمة في تغطية خزّان مكشوف على مستوى الأرض.

◄ ويشرح المدرِّس أن هذه الحجارة المسامية توفّر الماء طوال النهار والليل.

- ففي النهار، وخصوصا بنهاية موسم المطر، تستمر رياح المناطق الجافة في حمل قليل من البخار؛ وينفذ هذا البخار عبر فجوات البُنى الحجرية، وداخلها أبرد من خارجها: وبسبب الفارق الحراري بين داخل الحجارة وخارجها، يتكثف البخار ليصبح قطرات ماء تتساقط وتمتصها التربة أو تتجمع في الفراغات.
- كما يجري التكثف أثناء الليل على السطوح الخارجية للحجارة فهي أبرد من الهواء؛ ويتسرب الندى المتشكل عبر فجوات البنى الحجرية ويتجمع داخلها.

◄ ويبدأ التلاميذ، بعد العودة إلى الفصل، في تهيئة اللوح الأول للفريسكو الذي يروي قصة النظام التقليدي لإدارة مياه القرية.

ويرسم التلاميذ على هذا اللوح الأول، بالحجم الكبير، مختلف أشكال التركيبات الحجرية التي شاهدوها وما يتصل بها من طرائق احتجاز المياه السطحية وإدارتها.

٢ – ادْرُسْ أشكال استعمال المَصاطِب في المشهد الطبيعي وافْهَمْ بناء المَصاطِب كطريقة لإدارة المياه السطحية

◄ إذا كانت المنطقة الريفية المحيطة مناسبة، يخرج التلاميذ لمعاينة المَصاطِب المهيئة على المنحدرات. ويتسلقون هذه السلالم (الأدراج) العملاقة من أسفلها إلى عاليها، ويتجولون على منحنيات مستوياتها المختلفة؛ ويكتشفون البيئات الصغرى على كل مستوى والمحاصيل المقترنة بها، ويستقصون ممراتها من مستوى إلى آخر، ويستكشفون الفجوات المخفية وينظمون الألعاب أو البحث عن الكنوز فيما بين المَصاطِب.

◄ ويقف التلاميذ في أعلى المَصاطِب ليرسموها من زاويتهم تلك بأقلام التلوين.

ويرسمون ما يلي:

- خطوط ومنحنيات التسوية التي شُيدت عليها المصطبات؛
- الخطوط الملتوية لكل مستوى والتي تمتد أحيانا من مصطبة إلى أخرى على مسافات طويلة؛
- حدود قطع الأرض المختلفة وأشكالها المختلفة على خطوط التسوية؛
- رقع فسيفساء الألوان والظلال التي تشكلها المحاصيل المختلفة.

◄ ويعرض المدرِّس فكرة **منحنيات التسوية** التي تصل بين جميع النقاط ذات الارتفاع الواحد في المشهد الواحد.

وتستخدم منحنيات التسوية في أمور منها تبيان الهضاب على الخريطة.

◄ ويحكي المدرِّس للتلاميذ أن المَصاطِب تبنى على منحنيات التسوية حيث تشيّد جدران منخفضة لتدعم سطوح الأرض المُسَوّاة.

◄ ويتابع المدرِّس شارحا أن المَصاطِب تسهل إدارة المياه السطحية بالشكل السليم، بحيث تنتشر الرطوبة كلها، وهي تساعد خاصة على مكافحة التعرية.

◄ ويلاحظ التلاميذ أنفسهم كيف تميل حافة المصطبة، التي يشكلها جدار منخفض، باتجاه المنحدر بعض الشيء بحيث تتمكن مياه السيل من التدفق بثبات دون إحداث أي تعرية أو انجراف.

وبهذه الطريقة تساعد المَصاطِب على تخفيف التعرية الناشئة عن الأمطار الغزيرة المِدرارة.

◄ وأخيرا، يشرح المدرِّس أن بعض المَصاطِب أكثر تعقيدا في تصميمها كنظم لاحتجاز المياه وإدارتها.

◄ والطبقة العلوية من التربة الخصبة تُمدّ على طبقة من الحجارة الصغيرة وهذه بدورها تُمدّ على طبقة من الحجارة الأكبر حجما؛ وهذا كله يساعد على تصريف مياه الري. والأثر المقصود هنا هو تنشيط تسرب الماء ومنع التعرية السطحية: وهما أمران لا غنى عن الربط بينهما إذا كان للمياه أن تدار بالصورة السليمة.

٣ – هَيِّئْ لوح الفريسكو الثاني، الذي يغطي الجوانب المتعلقة بنظام إدارة المياه السطحية

◄ ويعود التلاميذ إلى الفصل لإعداد لوح الفريسكو الثاني.

◄ ويرسم التلاميذ، بالحجم الكبير هنا أيضا، أرضا زراعية مقسمة على مَصاطِب مجهزة بجدران حجرية وبمستويات وممرات للعبور (وكثيرا ما تبنى سلالم (أدراج) صغيرة في تلك الجدران الحجرية).

◄ ويعدّ التلاميذ رسومات تخطيطية تلخّص طريقة إيجاد هذه الخصائص:

- بناء الجدار، ابتداءً من أساساته على الحجارة الكبيرة إلى الحصو الصغير الذي يسد فجواته؛
- تسوية المصطبة والنتيجة البارعة: قطعة أرض أصبحت مستوية جاهزة للزراعة انتُزعت من سفوح جبلية كانت جدباء، ولم يُستخدم في ذلك إلا مواد الأرض نفسها.

٥٦ – و٥٧ – مصاطب المحاصيل،
منطقة سوكير، صحراء أتاكاما، شيلي
© اليونسكو / أوليفييه بريستن

56 57

58

60

59

61

٥٨– امرأة تملأ الآنية من مورد ماء، قرية منعزلة في جبال الأنديز، إكوادور
© اليونسكو/ جان كاسانييه

٥٩– زراعات تجريبية لشجر الزيتون في أحواض على شكل هلال تحتجز الماء، الايكاردا، سوريا
توماس شاف ©

٦٠– حقول مروية، المكسيك
© اليونسكو/ فرانس بيكويت

٦١– الري بالرش بمساعدة أنابيب علوية لتوزيع المياه، السنغال

◄ ويضيف الفصل في إحدى زوايا اللوح وصفا خطيا لمختلف مراحل تطور هذا المشهد الطبيعي الفريد من نوعه، مع إبراز العلاقة التكاملية بين الإنسان والطبيعة:

والمقصود هو نقل الأفكار التالية:

- عمل الإنسان الدؤوب في إعادة تصميم المنحدرات في مناطق الأراضي الجافة دون المساس بمنحنيات تضاريسها؛
- تعرُّف الناس على فجوات وتصدعات السفوح وملؤها بالبحصاء لمنع الانهيارات، وبناء الجدران الحجرية المنخفضة ورفع مستوى الأرض طبقة فوق الأخرى لخلق المساحات الصالحة للزراعة؛
- كيف يصبح الناس بذلك بناةً للتضاريس وفنانين حقيقيين للمشاهد الطبيعية.

مثال:
يمكن ذكر المَصاطِب البديعة في اثيوبيا أو شمالي الكامرون أو جبال الأنديز أو البلدان العربية، وخصوصا اليمن حيث تُبنى الحواجز الحجرية على طول منحنيات التسوية لاحتجاز مياه السيول وتوزيعها على قطع الأرض.

◄ في الصورة المرسومة في وسط اللوح، يستعمل التلاميذ الألوان لإظهار تناوب المحاصيل والمزروعات على مختلف المستويات واقتران أنواع مختلفة بكل مستوى.

مثال:
في مناطق جبال الأنديز، توصل العلماء إلى تحديد مستويات خمسة عشر نظاما إيكولوجيا، بحسب الارتفاع، يزرعها المزارعون بمجموعة من أنواع النباتات القرينة. أما أكثر المحاصيل انتشارا فهي الذرة والفاصولياء والبطاطس الحلوة والشعير الكينوا.

◄ ويمكن تصوير المحاصيل في لوح الفريسكو باستعمال مختلف المواد وطرق القصاصات الملصقة.
◄ كذلك في الصورة المرسومة في وسط اللوح، يعرض التلاميذ مختلف عمليات إدارة المياه الممكنة بواسطة إقامة المَصاطِب.

- تُستعمل الأسهم لتبيان كيفية تجمع الماء على مختلف المستويات وتوزعه طبيعياً على المنحدر.
- كما تظهر كيف تتباطأ مياه السيل عندما تشيد المصطبة على زاوية منحرفة باتجاه ميل المنحدر.
- وإذا كان السيل يُحتجز بحواجز حجرية، يَضَع التلاميذ الأسهم التي توضح اتجاه تدفق المياه.
- وفي حال المَصاطِب المدعّمة العالية، يبين التلاميذ ترشح المياه السطحية عبر التربة.

ولبعض المَصاطِب نقاط تُستجمع فيها مياه المطر وشبكة لنقلها؛ ويمكن أن يوجد هذا النوع من الشبكات في مناطق لا يوجد فيها مَصاطِب زراعية.

◄ وهكذا يعكف الفصل على تصوير نظام إدارة المياه في القرية التي يعيشون فيها (في حال وجود هذا النظام، سواء كان يستعمل المَصاطِب أو لا).
◄ ويحدد التلاميذ مواقع خزانات ماء المطر وأية شبكات من قنوات النقل والري.
◄ فإذا كانت الشبكة تستخدم المصطبات، يحاول التلاميذ التوصل إلى إجابات على هذه الأسئلة:

- هل يخزن الماء في أعالي الهضاب في أحواض أعلى من قنوات الري؟
- هل يأتي الماء من ذوبان الثلج أو من الجداول أو السيول؟
- هل يتوزع الماء من مصطبة إلى أخرى بواسطة قنوات حجرية؟
- هل يتوزع عن طريق أنابيب مختلفة الأحجام، للتحكم في كميات الماء بحسب مساحات قطع الأرض؟
- هل هذه الأنابيب مصنوعة من القصب أو الخشب أو الحجر؟
- هل توزع المياه عبر قنوات للري يشترك فيها، مثلاً، سكان القرية الواحدة الواقعة على نفس السفح؟

◄ وبعد أن تتوضح هذه النقاط، ينتقل التلاميذ إلى رسم كامل نظام إدارة المياه على لوح جبس الفريسكو.
◄ أما إذا لم تكن الشبكة على مصطبات، فإن التلاميذ يعملون على تحديد أحواض تجميع الماء في المنطقة، وهي عادة في أسفل السفوح أو مناطق السيل.

- هل هي أحواض محفورة يدوياً ببساطة في الأرض من قبيل "الجوهاد" في الهند؟
- هل تأخذ شكل سدّ أو أكثر تحتجز مياه سيول الوديان؟
- هل هناك صهاريج منتقلة يحملها الإنسان أو الحيوان لنقل الماء من هذه الخزانات إلى نقاط ري البساتين والمحاصيل؟

◄ وهنا أيضاً، وبعد الإجابة على هذه الأسئلة، يعمد التلاميذ إلى رسم نظام إدارة المياه السطحية بصورة ملونة مشرقة.

٤- أظْهِرْ في لوح الجبس الصلة بين الاستعمال السليم للمياه وكفاح الإنسانَ ضد التعرية

◄ يقوم التلاميذ، مع المدرِّس، بزيارة المناطق الشديدة التأثر بالتعرية الناتجة عن المطر.
◄ ويشاهدون بأنفسهم الوديان المحفورة ويطّلعون على مختلف الطرق المستخدمة في منطقتهم لتخفيف **التخدّد** وآثاره.

وكثيراً ما تشمل هذه الطرق إقامة حواجز حجرية تحدُّ من قوة التيار ويرتشح عبرها الماء وتتعزز بها عملية التسرب في الأرض.

وفي الأماكن التي لا تكفي فيها حواجز مقاومة التعرية، يلاحظ التلاميذ الدور النشط الذي تؤديه النباتات الجديدة أو المساحات المحرّجة حديثاً فوق المناطق المجروفة.

◄ وبزيارة عدة مواقع متأثرة يتوفر، لديهم تقدير عام لموضوع إعادة التحريج وأهميته بالنسبة لإدارة مياه القرية.
◄ ويشرح المدرِّس هذه المسالة:

- تُعلّق أهمية خاصة على إعادة التحريج في المناطق التي لا يوجد فيها مصطبات، فهي تكافح التعرية وتحفظ موارد المياه.
- وإذا كانت الهضاب وغيرها من مناطق السيل جرداء لا نبات فيها، فإن التعرية تؤدي إلى ملء الخزانات بالطمي ولا تترشح المياه إلى الأحواض.

◄ ويؤكد المدرِّس على ما يلي:

مستجمعات المياه وإعادة التشجير وأنشطة مكافحة التعرية، كلها عوامل مترابطة في محاولة استصلاح الأراضي المتراجعة.

◄ ويركز التلاميذ بعد ذلك على طرائق الزرع المقترنة بأساليب الري المناسبة.
◄ وفي لوح الجبس الفريسكو الثالث، يرسم التلاميذ سلسلة تبين كيفية غرس الأشجار على الهضاب وحفر خندق على شكل هلال في سفح كل هضبة.

مثال:
في سوريا وتونس وكثير من البلدان الأخرى، تتجمع المياه اللازمة لشجر الزيتون في هذه الوهدات الضحلة، التي كثيراً ما تعزز بدائرة حجرية، وهي تساعد على احتفاظ التربة بالماء.

◄ وعلى الشاكلة نفسها، يصور التلاميذ الطريقة القائمة على تشكيل أنصاف دوائر من الحجارة في صفوف متناوبة فوق حفرة الغرس عندما يكون انحدار الهضبة حاداً.

مثال:
في افريقيا، يوضع الروث في حفرة ثم تُبذر بضعة بذور من الدخن. ويساعد الماء الذي تحتجزه أنصاف الدوائر الحجرية في عملية النمو.

◄ ويصور التلاميذ على هذا اللوح طريقة "**الزاي**" التي تُحفر فيها حفرة ثم تخصّب بالأسمدة.

ويستخدم التلاميذ أسلوب الرسم المقارن ليظهروا كيفية توسيع الحفرة في موسم الجفاف، قطراً وعمقاً، وإضافة مزيد من الماء والروث.

وهنا أيضاً، يمكّن الفِعل المشترك بين الماء والسماد من استمرار المحاصيل، الدخن أو السرغوم، لفترات طويلة بدون مطر.

٦٢

٦٣

٦٢– قرية شلالة الصغيرة،
وادي الخناصر، سوريا
© توماس شاف

٦٣– قرويو شلالة الصغيرة،
وادي الخناصر، سوريا
© توماس شاف

٦٤

٦٤– ساقية خارجية في شبكة قنوات
شلالة الصغيرة، سوريا
© هيلين جيل

٦٥– و٦٦– فتحة عمودية أرضية مجهزة
بباب
يؤدي إلى قنوات جوفية، سوريا
© هيلين جيل

٦٧– لفيف من القرويين،
الشلالة الصغيرة، سوريا
توماس شاف ©

٦٨– حوض تخزين قنوات الري، سوريا
© هيلين جيل

٦٦

٦٥

٦٨

٦٧

٧٠

٦٩

٦٩– ناعورة تقليدية، حماة، سوريا
© توماس شاف

٧٠– ناعورة ماء، حماة، سوريا
© توماس شاف

٥– اسْتَعْمِلْ لوح جبس الفريسكو الرابع لتصوير الطرائق التقليدية لسحب المِياه الجوفية

◄ يستقصي التلاميذ منطقتهم بحثاً عن الأساليب التقليدية المستعملة في جرّ المياه الجوفية إلى السطح.

ومعظم هذه النظم يستند إلى الاستعمال المستدام للموارد ويحفظ توازن الماء في طبقة المياه الجوفية – من ذلك مثلاً نظام **الفَكّارات** وهو شبكة من الأقنية المدودة تحت الأرض تجمع الماء، وهي تسمى **الخطّارات** في المغرب **والقنوات** في آسيا الوسطى وإيران وسوريا.

◄ ويبدأ التلاميذ بوضع هذه النظم في سياقها الفعلي:

- **فالناعورة** (دولاب الماء) الخشبية التقليدية كثيراً ما توفر شبكة من الأحواض والأقنية. وتوجد عادة على مقربة من النهر مما يعطي تدفقاً تحتياً مستمراً في المنطقة الجافة، أو في نقاط الوصول المباشر إلى احتياطي المياه الجوفية.
- أما نظام الفَكّارة فهو يقترن بسياق الواحات التقليدية ويحكم كل ما يجري فيها.

ونظراً لاعتماد هذا النظام على الجاذبية الأرضية لنقل الماء، يتعين أن توجد الواحة في منطقة وديان أو في سفح صدع جيولوجي بحيث تكون في موقع أدنى من الحوض المائي.

◄ في هذه المرحلة من هذا النشاط، يُعطى التلاميذ تعليمات تساعدهم على استكشاف مرافق إدارة المياه بأنفسهم؛ ويتجولون مسلحين بدفاترهم ليرسموا المناطق المحيطة بهم.
◄ ويسجّل التلاميذ المنظر الساحر والأثر المرئي لدوران الناعورة والهيكل الذي تنتمي إليه وسلسلة الأحواض.
◄ ويرسمون **الواحة** من زوايا مختلفة وبدرجات متباينة من التفصيل، كعالم مصغر قد لا يعطي صورة مثالية، "جنة الرغد" التي صورها القرآن الكريم، ولكنه مع ذلك مكاناً أخضر يمكن لأهل المنطقة أن يستجموا فيه ويستمتعوا به.
◄ ويصوّر التلاميذ معالم المكان: بستان النخيل وصفوف المحاصيل التي تغذي السكان، بل وتعطيهم ثروة من الصور ونقاط المرجعية الثقافية.
◄ ويواصل المدرِّس شارحاً الأهمية الإيكولوجية لنظم إدارة المياه في مناطق الأراضي الجافة.
◄ ويصف المدرِّس واحداً أو أكثر من هذه النظم بصورة تفصيلية:

- أقنية الفَكّارات الممتدة تحت الأرض تجمعُ المياه الجوفية العميقة وتحملها إلى السطح في الواحة، وهي تتمكن من ذلك بفضل وجودها في الأرض على زاوية انحدار خفيف (بحيث تهبط ميليمتراً واحداً أو اثنين للمتر الواحد).
- تستجمع أقنية التصريف شبه الأفقية المياه الموجودة في طبقات مسامية وتحملها بفِعل الجاذبية إلى الواحة على مدار السنة.

◄ ثم يعرض المدرِّس عدداً من النقاط:

- تحمي الشبكة احتياطات المياه الجوفية لأنها تستعمل بشكل مقتصد قابل للاستدامة، على خلاف بعض طرائق الضخ الكهربائي التي تجفف طبقات المياه الجوفية، وغالباً ما يكون هذا بلا رجعة عنه.
- ونظراً لأن الماء يسيل بفعل الجاذبية وحدها فإن الأرض لا تنجرف ولا تتعرض الأقنية إلى التعرية الباطنية.
- يتجمع الماء وينقل تحت الأرض مما لا يعرضه للفقد الناتج عن التبخر.
- من غير المناسب أن تستخدم في المناطق الجافة أساليب الري بالرش أو الأساليب المبالغة في ري المحاصيل ، وذلك بسبب التملّح وارتفاع معدلات التبخر والضغط على احتياطات المياه. فاستعمال الموارد الباطنية والري بالغمر المعتدل في هذه المناطق، وهو ما توفره الفَكّارات، هو الأنسَب بكثير.
- والنقطة الأخيرة هي أن استعمال الماء، عند وصوله إلى الواحة، تنظمه السلطات المجتمعية المشاعية المسؤولة عن المياه. فهو يُقتسم حسب الحجم ويُخزن في أحواض، مما يدل على أن نظام الاستعمال كله مصمم على أساس الاستدامة.

◄ ويلاحظ التلاميذ صدق ذلك في معاينتهم النظم القائمة عن قرب.
◄ فهم يفحصون عملية إدارة المياه الشديدة الأهمية بالنسبة لهم، ويجزئونها على عدة مراحل:
نظام الناعورة الميكانيكي يستند إلى فكرة سلسلة يدفعها الماء تحمل عدد من الصواني أو السطول التي ترفع الماء؛ ويمكن استعمال هذا النظام أيضاً لقياس وتنظيم كميات الماء المستعمل وفقاً للموارد المتاحة.
◄ وعند العودة إلى الفصل وقد شجعهم مارسموه، يعمل التلاميذ على إعداد لوح الجبس الفريسكو الأخير.

- ويصورون الماء جارياً في الفَكّارة من أول بئر في الهضاب إلى قِطع الأرض المروية في الواحة.
- ويبدأ التلاميذ لوح الفريسكو هذا بتبيان حجم شبكة إدارة المياه: حركة الماء عبر الأقنية تحت الأرض، عدد الآبار العمودية الكبير التي تؤمِّن التهوية والرطوبة للشبكة وتسمح بالدخول لأغراض الصيانة.
- ثم يعكفون على تصوير الجوانب المرئية من نظام الري في الواحة:

– الشكل الطريق لحوض تجمع المياه أو "**القصري**" أو (المشق) في نهاية القناة حيث يخرج الماء إلى سطح الأرض؛
– المنحنيات المثيرة للفواصل أو "الكسريات"، التي تقيس وتوزع الماء بين المستعملين؛
– الشبكة الكثيرة التشعّب في الأقنية المكشوفة أو **السواقي** التي تنقل الماء إلى المواجِن المختلفة (أحواض حفظ الماء) قبل استعماله.
– المياه المحبوسة في الماجن قبل إطلاقها إلى قطع الأرض: مرحلتان متتاليتان تبينان "أوقات الماء" واستعمال نظام التناوب أو "النوبات" في استعمال الماء.
– الألوان والمواد المستخدمة في التصميم الأصلي للشبكة (الحجارة وخليط من القش والطين في الفَكّارات) مما يضمن انسجامها الكامل مع المشهد الطبيعي الذي تشكل جزءاً لا يتجزأ منه، دون أي تلوث مرئي.

٧٢

٧١– ساقية (قناة ري مكشوفة) في واحة
تغوشت، تنجداد، الراشدية، المغرب

٧٢– حوض توزيع الماء في واحة تغوشت،
تنجداد، الراشدية، المغرب
© ألكسندر أوتي

٧٣– الأستاذ سيّد أهنغ كوسر،
برفقة مجموعة أطفال يستكشفون بيئتهم،
ايران
© الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، الأردن

٧٤– حقول مروية بقنوات الري من الدرجة
الثانية والثالثة، واحة تغوشت، المغرب
© ألكسندر أوتي

٧٥– حقول مروية،
واحة تغوشت، المغرب
© ألكسندر أوتي

٧٤

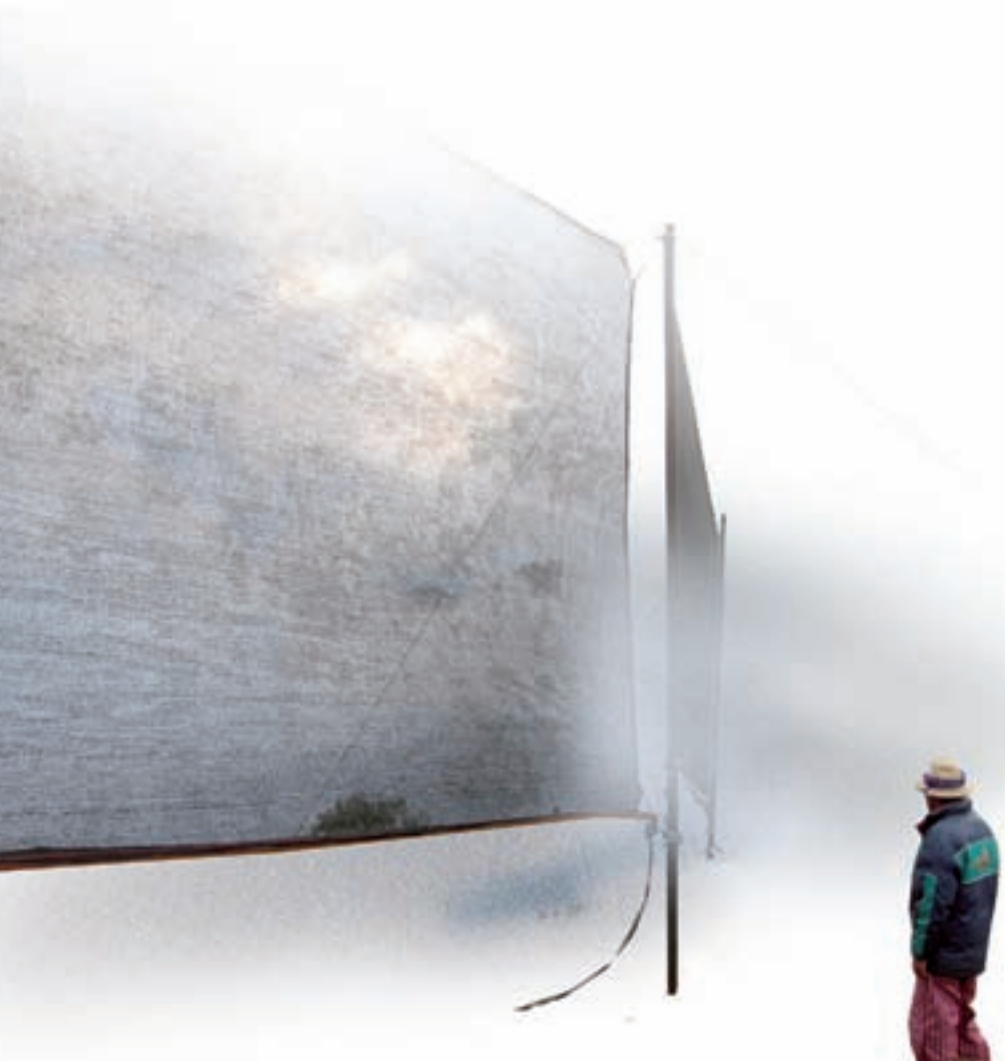
٧١

٧٣

٧٥

٦ – أضِفْ إلى ألواح الجبس طرائق لإدارة الماء أحدث، ولكنها مستدامة أيضاً

- وختاماً لهذا النشاط، يُدرج التلاميذ في ألواح الفريسكو المختلفة بعض الرسومات التي تمثل طرق تجمع المياه وأساليب الري التي تظهر مؤخراً أنها مناسبة تماماً للمناطق القاحلة.
- في اللوح الأول، يرسم التلاميذ مكثفاً لهواء الجو يستخدم في التقاط الرطوبة من الهواء من خلال عملية التركّيز والتكثّف، من قبيل أجهزة التقاط الضباب المستعملة في أمريكا اللاتينية (شيلي وغواتيمالا).
- ويرسم التلاميذ شبكة البوليبروفيلين المشدودة بين عمودين بزاوية قائمة باتجاه الريح، وعملية تجمع المياه التي تمر فيها طبقات الضباب المستمرة لتشكل قطيرات من الماء على الشبكة تسيل بعد ذلك عبر سلسلة من البوابات إلى الحوض.
- وأخيراً، يصور التلاميذ طريقة الري بالتنقيط على أحد الألواح الذي يبين أساليب الري (سواء الخزانات الفخارية القريبة من المحاصيل، أو الاحتياطات الجوفية المحمولة إلى السطح).
- وهذه الرسومات مصممة لشرح أهمية هذه الطريقة بالنسبة لمناطق الأراضي الجافة: فهي تبين كيفية عمل نظام الري بالتنقيط باستخدام الأنابيب المثقّبة المركّبة على سطح الأرض. وهذه الأنابيب تطلق كميات محدودة من الماء تصل إلى جذور النبات، وتحد من الفقد الناتج عن التبخر والتسرب مما يطرأ، كما لاحظ التلاميذ، عند استعمال أسلوبي الرش أو الغمر في الري.



٧٦– جهاز ملتقط للضباب،
لا فنتانا، غواتيمالا
© فوغتكويست – فرجينيا كارتر

مسرد المصطلحات

يبين خط التشديد المصطلحات التي ترد في هذا المسرد ككلمات رئيسية يمكن الرجوع إلى شرحها. وقد أوردنا إلى جانب كل مصطلح مقابله بالانجليزية تسهيلاً للبحث. ولأغراض الترتيب الأبجدي في هذا المسرد أهملت الـ التعريف.

أ

الاتحاد الدولي لصون الطبيعة والموارد الطبيعية (IUCN): ويعرف أيضاً باسم «الاتحاد الدولي لصون الطبيعة والموارد الطبيعية» وهو أكبر منظمة غير حكومية مكرّسة لصون الطبيعة. ويشمل الإتحاد ٨٣ بلداً وأكثر من ٨٠٠ منظمة غير حكومية وحوالي ١٠,٠٠٠ من العلماء الخبراء في شبكة من الشركاء لا مثيل لها. وتتمثل مهمة الإتحاد في التأثير على المجتمعات في مختلف أنحاء العالم وتشجيعها ومساعدتها على صون سلامة الطبيعة وتنوعها. كما يعمل على ضمان استعمال الموارد الطبيعية على أساس من الإنصاف والاستدامة.

اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD): اتفاقية دولية اعتُمدت في باريس عام ١٩٩٤. وقد صادق على الاتفاقية ١٩١ بلداً حتى الآن (٢٠٠٥). وهي تهدف إلى مكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف في البلدان التي تعاني من الجفاف الشديد و/أو من التصحر. وترمي برامج العمل في إطار الاتفاقية إلى تحسين إنتاجية الأرض واستعادة التربة (أو حفظها) وتحديد أفضل السبل لاستعمال المياه وتحقيق التنمية المستدامة في البلدان المناطق المتأثرة.

اتفاقية التنوع البيولوجي (Convention on Biological Diversity): إحدى اتفاقيتين وُقِّعتا في مؤتمر قمة الأرض الذي انعقد في ريو دي جانيرو (البرازيل) عام ١٩٩٢؛ أما الأخرى فهي اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ. وقد صادق عليها حتى الآن ١٦٨ بلداً، مما يُعتبر التزاماً تاريخياً شديد الأهمية: فهي أول معاهدة عالمية تتناول جميع جوانب التنوع البيولوجي، أي ليس مجرد حماية الأنواع بل كذلك حماية النظم الايكولوجية والتراث الجيني، فضلاً عن الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية. كما أن الاتفاقية هي الأولى التي سلّمت بأن حفظ التنوع البيولوجي يُعتبر «تراثاً مشتركاً للإنسانية» وجزءاً أساسياً من التنمية الاجتماعية الاقتصادية المستدامة.

إزالة الغابات (Deforestation): جميع العمليات التي يحوّل بها الإنسان النظم الايكولوجية للغابات متسبباً باختفائها: ومن ذلك الإفراط في استخدام الأخشاب وحرائق الغابات وإقامة المزارع في المناطق التي تغطيها الغابات.

الإزهار أو الإزْهِرار (Inflorescence): هو انتظام الزهر على ساق النبتة المزهرة (في النبتة كاسية البذور أو ذات البذرة المغلّفة (أنجيوسبيرم)). وهناك عدة أنواع من الإزهار حيث تتوزع الأزهار بطرق مختلفة: في رُؤيسات أو كعنقود أو كسُنبلة، وما إلى ذلك.

الإزهرار الإبري (Spike): أحد أشكال الإزهرار، وفيه تلتصق الأزهار أو الإبر (الأعشاب) بسويق رئيسي مباشرةً دون أن يكون لها عنق.

آكلات الخشب (Xylophagous): مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اللاتيني «كزيلون» (ويعني الخشب)، ويدلّ هذا المصطلح على الحيوانات التي تقتات بالخشب وتأكل، سواء منها اليرقات أو الكاملة النمو، أغصان الأشجار الحية أو الميتة وجذوعها وجذورها.

آكلات الرحيق (Nectarivore): مصطلح يستعمل في علم الحيوان وعلم الطيور للدلالة على حيوان يقتات على الرحيق، وهو مادة سكرية، لزجة بدرجة أو بأخرى، تفرزها النباتات المزهرة. ومعظم آكلات الرحيق من الحشرات أو الطيور، مع أن منها أيضاً بعض اللبَنِيّات، من قبيل الوطواط والأبو سُمّ. وللرحيق دور هام في تلقيح كثير من النباتات المزهرة لأنه يجتذب الحشرات التي تنقل غبار الطلع.

آكلات المخلفات العضوية (Detritivore): عضويات حية، عادة من اللافقاريات، تعتاش على المواد العضوية المتخلفة عن الحيوان أو النبات (الروث والسلوخ والجيف وحطام النباتات). ومنها النمل والدخال وآكلات الجيف. وهي تحلل المادة العضوية بهضمها وإفرازها مما يجعلها صالحة لاستعمال الأحياء البكتيرية والنباتية الدقيقة في التربة. أنظر عامل التحلل.

آكلات الورق (Phyllophagous): عضويات خاصة من آكلات النبات (وهي جميع العضويات التي تقتات بالنبات) تقتات خصيصاً بالنسيج الورقي إما بالتهامه كله أو بامتصاص السائل أو النسغ منه. والماشية مثال على آكلات الورق.

الإنبات (Germination): عملية تطور البذرة ابتداءً من اتصالها بالماء وحتى تشكل البادِرَة (وهي النبتة الصغيرة التي ليس فيها سوى بضعة وريقات). ولا يتم الإنبات إلا إذا كانت الشروط الخارجية مواتية (توفر الرطوبة والحرارة والأوكسجين) وكانت الشروط الداخلية مستوفاة (حيوية البذرة ورقادها ونضجها وتأثير الضوء عليها).

الأنبوبية (Tubular): تشير إلى الزهيرات ذات الشكل الأنبوبي التي تشكل قلب الزهر في فصيلة الأقحوان.

الانتشار (Propagation): إحدى طرق التكاثر النباتي تقوم على اقتطاع قطعة غصن من نبتة (من الأنواع العشبية أو المخشوشبة) أو ورقة (في أنواع معينة فقط من قبيل صبار التين المغربي (Opuntia ficus–indica)) ودفنها بحيث تنتج جذوراً ونبتة جديدة (نسخة طبق الأصل بالمقارنة مع النبتة الأم). ويحدث التكاثر من هذا العضو أو بالنبتة المفصولة.

انتظام الورق (Phyllotaxy): هو نظام ترتيب الأوراق أو الأغصان في اتصالها بجذع النبتة، وبنفس المعنى، مواقع أجزاء الثمرة أو الزهرة أو البُرعم أو الرُؤَيْس. كما يدل مصطلح «انتظام الورق» على عِلم يُعنى بهذا الترتيب الذي يُعتبر دالة عدد أوراق الأوراق في العقدة الواحدة وترتيب هذه الأوراق على الساق. ويكون الأوراق إما «متناوبة» إذا كانت متتالية ومتناوبة على جانبي الساق، أو «متعاكسة» إذا كانت على نفس المستوى من الساق، أو «مُتَكَوْكِبة» إذا كان هناك ثلاث أوراق أو أكثر على كلّ مستوى.

انعدام الانسياب (Areism): يستخدم هذا المصطلح في علوم الهيدرولوجيا لوصف المنطقة التي لا يوجد فيها أية شبكات مائية منتظمة.

الانقراض (أو الاندثار) (Extinction): اختفاء أحد الأنواع بأكمله عن وجه الأرض.

الأنواع البلدية أو المحلية (Native species): أنواع توجد طبيعياً في منطقة جغرافية معينة.

الأنواع السنوية (Annual species): النباتات السنوية هي تلك التي تستمر دورة حياتها سنة واحدة (ابتداءً بالإنبات وحتى موتها). وعلى هذا فإنه يتعين أن يعاد بذارها دورياً، على غرار القمح مثلاً.

الأنواع الغزوية (Invasive species): النوع الغزوي في العادة نوع أدخله الإنسان وتمكن من الهجرة غلى منطقة تكاثر فيها وانتشر بدرجة جعلته يتزاحم مع الأنواع البلدية المحلية. ومن الممكن أن يستعصي النوع الغزوي على المكافحة وأن يكون ضاراً لنظام ايكولوجي لا تتوفر فيه مفترسات أو عوامل مُمْرضة له من موئله الأصلي قادرة على احتوائه.

الأنواع المستزرعة (Cultivar): أنواع من النبات لا تنمو في المناطق البرية ولكنها تُستزرع، وعموماً بالانتخاب باستخدام طرق زراعة البساتين.

أنواع النبات المُعَمِّرة (Perennial species): النباتات المُعَمِّرة هي التي تعيش سنتين على الأقل وكثيرٌ منها يعيش أكثر من ذلك (على خلاف النباتات السنوية أو نصف السنوية). والنباتات المخشوشبة (الأشجار والجنيبات والشجيرات) هي بالتعريف نباتات مُعَمِّرة. ويمكنها أن تحتفظ بورقها أثناء فصل الشتاء أو الموسم الماطر (أو خلال فصل الجفاف في المناطق القاحلة)، غير أنها تُسقطها عادة وتعيش بفضل جذورها أو بفضل عضو التخزين فيها من قبيل (البصل والجُذمور).

ب

بئر «البويسار» (Puisard): مصطلح مأخوذ عن الفرنسية ويعني البئر الضحلة المحفورة بأدوات يدوية. وتوجد آبار البويسار في منطقة الساحل بأفريقيا. ومياهها ليست شديدة العمق مما يمّن الرعاة من الوصول إليها دون اللجوء إلى طرائق أو معدات خاصة. ويمكن حفر البويسار بوعاء أو طاس خلال بضعة ساعات. ويمكن أن تكون هذه الآبار أكثر عمقاً إذا حفرت في سطح بركة جافة. وهي تُهجر بعد استعمالها وتجفّ سريعاً.

البخر والنتح (Evapotranspiration): هو تراكم الماء، وبعبارة أكثر دقة، كمية الماء التي تنتقل من الأرض إلى الجو من خلال التبخر على مستوى التربة والنتح من النباتات.

برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (برنامج ماب) (MAB): هو برناج متشابك التخصصات يستند إلى البحوث وبناء القدرات ويهدف إلى تحسين العلاقة بين السكان والبيئة. بدأ البرنامج عام ١٩٧٠ وتتمثل مهمته الرئيسية في الحد من خسارة التنوع البيولوجي من جلال النُهُج الايكولوجية والاجتماعية والاقتصادية. وهو يستخدم الشبكة العالمية لمعازل المحيط الحيوي، وهي شبكة تتبع له وتشمل ٥٠٧ مواقع في مختلف أنحاء العالم، كأداة لاقتسام المعارف وللبحوث والرصد والتعليم والتدريب ولتشجيع الإدارة التشاركية.

البشري أو الإنساني (أنثروبي) (Anthropic): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمة اليونانية «أنثروبوس» (أي الإنسان).ويقصد بهذا المصطلح في علم البيئة أي عنصر أو عامل يتسبب النشاط البشري به بصورة مباشرة أو غير مباشرة مما يكون له أثره على البيئة: تعرية التربة والتلوث بمبيدات الآفات والهضاب التي تنشئها السدود، وما إلى ذلك.

البقول (Legume): نباتات تنتمي لفصيلة البَقْلِيّات أو القَرْنِيّات. وهي فصيلة كبرى تضم أكثر من ١٨،٠٠٠ نوع من النباتات العشبية والجُنَيْبات والأشجار والنباتات الزاحفة، ومنها الفول السوداني والمكنسة والفاصولياء والتُرْمُس والبازلاء والأكاسيا (السنط) والخُرْنوب. وهذه النباتات جميعها تستطيع أن تمتص النيتروجين من الهواء وأن تثبته في التربة بفضل بكتيريا مثبتة للنيتروجين توجد في عُقَد على جذورها. ويستعمل مصطلح البقول في الزراعة والاقتصاد للدلالة على الأنواع المزروعة كغذاء للإنسان وكعلف للحيوان. وفي ذلك يُميَّز البقول كعلف (النفَل أو البرسيم والفِصّة والإدْصَرون) والبقول المزروع لبذوره (الفاصولياء والبازلاء).

البكتيريا الهوائية (Aerobic bacteria): كائنات حية،هي في هذه الحالة عضويات دقيقة، تحتاج إلى الأوكسجين لإنتاج الطاقة اللازمة للاستقلاب.

بيدولوجي (Pedological): مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اليوناني «بيدون» (ويعني تربة)، فالبيدولوجيا هي أحد الفروع الرئيسية من علوم التربة وتشكل الأتربة وتطورها. وهي تركز على التفاعلات بين مختلف حالات التربة (السائلة والغازية والصلبة). وللبيدولوجيا تطبيقاتها خصوصاً في الزراعة والبستنة والحراجة والهيدرولوجيا (احتفاظ التربة بالماء) وفي دراسة التلوُّث (تصفية الماء).

ت

التبادلية أو التكافل (Mutualism or symbiosis): هي علاقة بين نوعين من الأحياء تُفيد كلاً من المبادِل والمُضيف (أو الحاضن). ويتكيف النوعان مع هذه العلاقة بحيث أن تغير سلوك أحدهما يعرض الآخر للخطر. من ذلك مثلاً أن الراتل، وهو من أنواع الغُرَيْر الأفريقية يمكن أن يعيش في علاقة تبادلية أو تكافلية مع الطائر الكاشف الذي يقود الراتل، بتغريده، إلى عشّ النحل أو خليته. ويفتح الراتل العشّ ليأكل العسل تاركاً الشُهد واليرقات للكاشف.

التبخر (Evaporation): هو التحول التدريجي للمادة السائلة إلى مادة غازيّة. والتبخر في دورة الماء هو الظاهرة التي ينتقل فيها الماء السائل إلى الجو على شكل بخار الماء دون أن تمتصه الكائنات الحية.

التَخَدُّد (Gullying): التَخَدُّد هو تشكل الأخاديد والوديان الصغيرة و وتنشأ هذه الفجوج أو الشقوق العميقة بسبب سيلان الماء بصورة مركزة على المنحدرات. وقد يكون التَخَدُّد في المناطق الجافة أكثر وضوحاً بسبب عري المنحدرات وغياب النباتات التربة كتيمة في أجزاء منها بسبب تعرضها لهطول المطر بقوة ولكن لفترات قصيرة جداً.

الترسبات (Sediments): المواد الناشئة أساساً من تعرية الصخر (كالتراب والرمل والطين والحصباء والحجارة)، مما ينتقل بفِعل عوامل

عدّة، مثل الماء والريح والجليد والجاذبية، ويصبح مضغوطاً عندما يستقر ويشكل الصخر. كما يمكن أن ينشأ من مواد عضوية (تراكم حطام الصدف والمرجانيات).

الترشُّح (Infiltration): في الهيدرولوجيا، يعني الترشُّح نفوذ المياه السطحية إلى التربة الدنيا من خلال الشقوق الطبيعية في التربة والصخور. ويسهل هذه العملية وجود النباتات وحركة المياه عند قاعدتها. وتغذي المياه السطحية أحواض المياه الجوفية من خلال التقطّر عبر التربة. أنظر السيلان.

تزايد العدد أو نمو العشيرة (Population growth): ويقال في حال الإنسان تزايد السكان. زيادة عدد الأفراد المنتمين إلى نوع واحد مقاساً عبر فترات زمنية. ويجري التقدير عادة في منطقة إحيائية واحدة.

تشتت البذور الحيواني (Zoochory): هو العملية التي تقوم فيها الحيوانات بمهمة نشر البذور. ويمكن أن تنتشر البذور بواسطة فضلات الحيوانات (التشتت الداخلي) أو بشكل خارجي بواسطة أشواك أو خطافات موجودة على الثمار تعلق بفرو الحيوان (التشتت الخارجي).

التطفّل (Parasitism): هو علاقة بين كائنين من الأحياء يستفيد فيها الطُفيلي منهما على حساب المُضيف أو الحاضِن بالعيش عليه أو في داخله. الطُفيلي نوع خاص من المفترسات لا يهدف إلى قتل المُضيف أو الحاضِن له بل أن يقتات عليه أو منه. على أنه ضار بالمُضيف. ومن الأمثلة عليه قُرادة العِلِّ المختصة بالجمل.

التطور التقاربي (Convergent evolution): عندما تتطور أنواع من الحيوان أو النبات بنفس الطريقة وبسبب التشابه في الشروط البيئية، بغض النظر عن التقارب الجغرافي بينها وبدون سلف مشترك بينها (أي أنها تنتمي إلى فصائل مختلفة)، فإن عملية التطور هذه تدعى عملية التطور التقاربي، فسمك التونة والقرش والدلفين تبدي تقارباً في خصائصها الدينامية المائية مع أن القرابة بينها بعيدة تماماً.

التعاقب الايكولوجي (Ecological succession): في الايكولوجيا، يمثل التعاقب الايكولوجي تطور النظام الايكولوجي عبر الزمن. وتشمل هذه العملية مجموعة من المراحل المتتالية التي تحدث بترتيب معين، من قبيل المراحل المتميزة الواضحة للنباتات العشبية الرائدة (أو الغازيَة) التي تتحول بسرعة إلى جُنيبات ومن ثم إلى شجيرات. ويتصف التحول في الحياة النباتية أو الحيوانية وفي التربة والمناخ المحلي الذي يميز عملية التعاقب بالوضوح بشكل خاص عقب التعرض لاضطراب كبير، من قبيل قطع الأشجار أو عاصفة هوجاء.

التعايش (Commensalism): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين اللاتينيتين «كوم» (وتعني «مع») و «منسا» (وتعني مائدة)، وبالتالي «شريك المائدة». والمقصود بالتعايش العلاقة بين كائنين من الأحياء أحدهما المضيف الذي يقدم المائدة وبعض ما فيها من طعام دون أن يتلقى أي مقابل. فالعلاقة لا تفيد الطرفين معاً، مع أن المضيف قادر على الحياة والاستمرار بحضور الضيف. وتتعايش بعض أنواع الخنافس مع النمل على هذا الأساس.

التعرية (Erosion): التأثير نحتاً في سطح الأرض وتحويلها له بفعل الماء (ماء المطر والأنهار والبحار) أو الجليد أو عوامل المناخ (الرياح والحرارة والتهطال). وعلى هذا، يشار إلى التعرية بالماء أو بالرياح أو بالحرارة. وكثيراً ما يتفاقم تأثير هذه الظاهرة بفعل الإنسان (إزالة الغابات والزراعة وشق الطرق) وتؤدي إلى تغير التضاريس وإزالة التربة.

التعرية النهرية (Fluvial erosion): تدهور المشهد الطبيعي وتحوله بسبب الأنهار. وقد تحدث على الأمد القصير أو الطويل، من ذلك مثلاً أن تعرية ضفاف الأنهار تحت ضغط التيار على الجانب الخارجي من منعطفات النهر تختلف عن التعرية بالماء في الوهدات (مجاري السيول) أو الفجّات (الوديان الضيقة) مما ينتج عن استمرار التعرية النهرية لفترات طويلة من الزمن في مناطق الصخور الرسوبية من قبيل الوديان العميقة في التضاريس الطباشيرية في المناطق القاحلة.

التعرية بالرياح أو الريحية (أو تحات ريحي) (Eolian erosion): تأثير الرياح نحتاً في سطح الأرض وتحويلها له. وهي أحد أشكال التعرية السطحية، وتشمل ما يلي: التذرية التي تعني حمل جزيئات التربة الدقيقة ونقلها إلى مكان آخر (والمقصود هنا حبيبات التراب أو الرمل أو الغبار الصغيرة والمتوسطة الحجم)؛ والحتّ الطبيعي أي الأثر الميكانيكي الساحج الذي تخلّفه الريح المحملة بالجزيئات (وتتضمن حبيبات الرمل والمرو (بلّور الصخر)، وجزيئات الجليد في المناطق القطبية) على التضاريس المختلفة والتربة.

التقطر أو الترشيح (Percolation): التقطر أو الترشيح في الهيدرولوجيا هو ظاهرة تسرب الماء ونفوذه عبر مسامات التربة أو الصخر وتحركه البطيء داخل الأرض. والرشح والترشيح أو التقطر عمليتان متعاقبتان لا يُستغنى عنهما في تجدد حوض المياه الجوفية بالمياه السطحية. أنظر السَيَلان.

التقطير (Distillation): طريقة لإزالة المواد العضوية من الماء، وتُعتبر عموماً الطريقة الاقتصادية الأوفر لتحلية مياه البحر على نطاق صناعي. والمبدأ الأساسي فيها بسيط ويقوم على أن الأملاح المنحلّة لا تتحول إلى بخار بتأثير نفس شروط تحول الماء إلى بخار، وبالتالي فإن البخار الناتج عن تسخين الماء المالح هو ماء صاف. ويستخدم التقطير الشمسي في المناطق الجافة لنزع ملوحة الماء وتصفيته، حيث أن الماء كثيراً ما يتصف بالملوحة في تلك المناطق. وبتعريض الماء للشمس ومن ثم تبخّره وتكثّفه، ينفصل عنه الملح والشوائب الكيميائية والبكتريولوجية.

التقليم أو التشذيب أو التشحيل (Pruning): في الحراجة، عملية تشمل قطع الأغصان الجانبية من الشجرة وأحياناً الجذع بغية خلق نبتات جديدة، وتستخدم المقطّعات كخشب أو حطب.

التكاثر النباتي (Vegetative reproduction): التكاثر النباتي هو أحد أشكال التكاثر غير الجنسي. وعلى خلاف البذور، التي تُنتج عينات جديدة (بصفات وراثية جديدة)، يُنتج التكاثر النباتي نسخاً طبق الأصل (بصفات وراثية فردية مماثلة تماماً لصفات النبتة الأم). ويمكن أن يحدث هذا التكاثر تلقائياً أو بالتحريض، دون استعمال البذور باستعمال قُطَيعات (للانتشار)، أو طُعوم، أو أغصان رَكوب أو زاحفة. وعلى هذا فإن التكاثر النباتي مختلف كل الاختلاف عن التكاثر التناسلي أو الجنسي الذي يتطلب وجود البذرة.

التكافل البيولوجي (Biocenosis): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين

اليونانيتين «بيوس» (وتعني الحياة) و«كوينوس» (وتعني الاشتراك أو الجماعة). والمقصود هو جماعة من العضويات الحية (من الحيوان والنبات والعضويات الدقيقة) التي تتعايش متكافلة في مكان محدد (البيوتوب).

التلقيح (Fertilization): في علم النبات، لكي تَنتُج البذرة، لابد أن تجري عملية تلقيح أو إلقاح البُذيرَة (أو البُيَيْضة) عقب التَنْبيغ بغبار الطلع. ففي عملية التَنْبيغ، ينتقل غبار الطلع من المِئْبَر (وهو الجزء المنتفخ من السَداة الذي يحتوي على غبار الطلع في السَداة) إلى المِيسَم في الزهرة نفسها أو في زهرة أخرى من نفس النوع. وعند وصول حبيبة الطلع إلى المِيسَم، تقوم بإرسال أنبوب الطلع عبر المبيض حتى يصل إلى البُيَيْضة. وتتجه الأمشاج الذكورية عبر هذا الأنبوب إلى البُيَيْضة لتلقحها.

التلقيح (Pollination): عملية ينتقل فيها غبار الطلع من السَداة (عضو التذكير) إلى المِدَقّة (عضو التأنيث) في نبات من نفس النوع مما يمكّن من عملية التخصيب. وتتلقّح بعض النباتات بالنحل أو الحشرات وبعضها بالطيور وبعض اللبنيات، وبعضها بالرياح. والتلقيح المتبوع بالتخصيب هو الطريقة الرئيسية للتكاثر في النباتات ~~المزهرة~~.

التمثيل الضوئي (Photosynthesis): عملية طاقية بيولوجية تمكّن النبات من تركيب مادته العضوية بنفسه، أي من صنع المُركّبات العضوية من ثاني أكسيد الكربون والماء والأملاح المعدنية المأخوذة من التربة، وذلك باستعمال طاقة الشمس. وبامتصاص السكريات الناتجة أثناء عملية التمثيل الضوئي، يُنتج النبات مادته النباتية التي تأكلها بدورها العضويات الحية الأخرى (آكلات العشب). أنظر «اليَخْضور».

التمويه (Camouflage): طريقة غريزية أو أسلوب غريزي يستخدمه الحيوان للتخفي أو لاتخاذ مظهر غير مظهره يخدع به كائنات حية أخرى. وفي البيولوجيا يكون التمويه على شكل مُحاكاة.

التنقية (Purification): تنقية المياه أو إزالة التلوث عنها هي عملية تنقية مياه الفضلات المنزلية أو الزراعية أو الصناعية قبل إعادتها إلى البيئة الطبيعية. وهناك حاجة متزايدة إلى التنقية بهدف منع تلوث البيئة وتدهور الأراضي. أنظر التنقية بالأحواض.

التنقية بالأحواض (Lagooning): نظام تصفية أو تنقية مياه الفضلات يترك فيه الماء في أحواض كبيرة مكشوفة ليتنقى بفِعل العضويات الدقيقة والأشنات والنباتات المائية المؤكسِد والمزيل للتلوث. ويتعين أن يترك فيه الماء لفترة طويلة.

التنمية المستدامة (Sustainable development): في عام ١٩٨٧ عرّفت اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية التنمية المستدامة بأنها تلك التي «تلبي احتياجات الحاضر دون الإضرار بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية ما سيكون لديها هي من الاحتياجات». وقد أدخلت على هذا التعريف تدقيقات عدة مع مرور السنين، ويمكن اليوم وصفها بأنها شكل من أشكال التنمية يحترم البيئة ويستعملها بحكمة، من خلال الاستغلال الرشيد المعتدل للطبيعة ومواردها، وبذلك يضمن حفظ الإنتاجية البيولوجية في المجال الحيوي واستمرارها إلى ما لانهاية. ويعدّد جدول أعمال القرن ٢١، وهو خطة عمل عالمية اعتمدها ١٧٣ بلداً خلال مؤتمر القمة العالمي في ريو دي جانيرو في ١٩٩٢ ،مجموعة كاملة من المبادئ التي تهدف إلى مساعدة الحكومات والسلطات على تنفيذ سياسات تستند إلى التنمية المستدامة. ولا يزال جدول أعمال القرن ٢١ اليوم يعتبر نقطة الانطلاق لتنفيذ التنمية المستدامة في أي بلد.

التنوع البيولوجي (Biodiversity): تنوع العضويات الحية بغض النظر عن مصدرها (النبات والحيوان والعضويات الدقيقة) على كوكب الأرض، بما في ذلك التنوع ضمن كل نوع من الأنواع وفيما بين المجموعات الايكولوجية التي تنتمي إليها هذه الأنواع، أي أنه يعني التنوع ضمن الأنواع وفيما بين الأنواع وفي النظم البيئية.

التومولي أو الجثوة (Tumulus): هو ركام من صنع الإنسان، أحياناً بشكل دائري، يغطي أرض مقبرة. ويندر العثور في الوقت الحاضر على تومولي التراب، على أن التومولي الحجري موجود ومحفوظ جيداً. وقد استخدم هذا النوع من البنى في حضارات مصر القديمة وأمريكا قبل كولومبس.

ث

الثَغْيَرَة (Stomata): فتحة مسامية دقيقة في الأدمة أو البشرة من الأجزاء الهوائية من النباتات (وهي في العادة على الوجه السفلي للورقة). وتضبط الثَغْيَرات تبادل الغازات بين النبتة والهواء (ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وبخار الماء). ويمكن أن يوجد مابين ٥٠ و ٥٠٠ ثَغْيَرَة في المليمتر المربع الواحد من الورقة، مع أن هذا العدد يهبط كثيراً في النباتات الصحراوية حيث كثيراً ما تكون في هذه النباتات مدفونة في الأدمة أو البشرة في أسفل أخاديد الورقة. ومن خلال الثَغْيَرَات، يتحكم النبات بجريان الماء والمواد المغذية فيه. من ذلك مثلاً أنه، عند تكون الحرارة شديدة للغاية أو عندما ينقص الماء، يمكن للثَغْيَرَات أن تنغلق وبذلك توقف عمليتي التمثيل الضوئي والنتح.

ثنائي المسكن (Dioecious): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين اليونانيتين «ديس» (وتعني مرّتين) و«أويكوس» (وتعني المسكن). ويصف المصطلح نوع من أنواع النبات تكون فيه أعضاء الذكورة وأعضاء الأنوثة في نبتتين منفصلتين؛ فالزهرة الذكورية (وتتضمن السَداة) والزهرة الأنوثية (وتتضمن المِدَقّة أو الوَزيم) تظهران منفصلتين كل منهما على نبتة مستقلة. ولا يتم الإثمار إلا إذا كانت النبتتان قريبتين من بعضهما البعض. والنخيل هو من هذا النوع.

ج

الجُذْمور (Rhizome): الساق الموجود تحت التربة في بعض النباتات المعمرّة، والممتد عادةً بشكل أفقي، وهو لا يحتوي على أي يخضور. وللجُذْمور أوراق صغيرة على شكل قشيرات أو عُقد أو براعم تنتج السويقات الهوائية والجذور.

التوَيْج (Corolla): جميع بتَيْلات الزهرة التي تشكل غلاف الزهرة الداخلي. ويقال إن الزهرة قد أزهرت أو تفتّحت عندما يتفتّح التوَيْج.

التيار التحتي (Underflow): تيار يجري تحت مجرى النهر في كتلة ترسباته من الطمي النَفيذ (القابل للنفوذ فيه).

ومع تفرّعه وامتداده، ييسّر الجُذْمور عملية التكاثر النباتي وانتشار النبتة بهذه الطريقة (القصب مثلاً). والجُذْمور السميك، من قبيل الزنجبيل، يصلح للطعام، بينما تتحول أنواع منه إلى درنيات صالحة للطعام أيضاً (ومنها البطاطس اليام).

الجُذير (Radicle): هو الجذر الثانوي الصغير. وتوجد الجُذيرات بكميات مكثفة، وهي تسحب الماء والمغذيات من التربة وتتألف من شعيرات امتصاص عديدة.

الجليب أو المجلوب (ألوكتونوس) (Allochthonous): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين اليونانيتين «ألوس» (وتعني الأجنبي) و«كثتونوس» (وتعني الأرض) مما يعني حرفياً «الأرض المجلوبة من مكان آخر»، والمقصود بالأراضي أو الأنهار الجليبة تلك التي حُملت أو تحولت من مناطق أخرى أجنبية. و«ألوكتونوس» هو عكس «أوتوكتونوس» الذي يعني حرفياً «الأرض نفسها» أي الأرض الأصلية.

الجِنْث (Taproot): هو الجذر الوتدي الرئيسي للنباتات، وهو يندفن عمودياً في الأرض مهيمناً على الجذور الثانوية.

ح

الحراجة الزراعية (Agroforestry): أسلوب للإنتاج يجمع بين زراعة الأشجار والجنيبات وزراعة الأنواع العشبية. ويُشجّع اللجوء إلى الحراجة الزراعية لزيادة التنوع البيئي في النظم البيئية الزراعية ولتحسين الإنتاج وفي الوقت نفسه تخفيف تدهور الأراضي.

الحطب (Firewood): الخشب الذي يستخدمه السكان مصدراً رئيسياً للطاقة المنزلية، لأغراض من قبيل الطهي والإنارة.

الحفظ (Conservation): حماية النظم البيئية والأنواع والموارد الطبيعية من التدهور والدمار بحيث يمكن للأجيال القادمة أن تستفيد منها. ويمكن أن يؤدي حفظ النظم البيئية والأنواع والموارد الطبيعية إلى تنظيم إدارة استخدام الإنسان لها.

الحَمادة (Hamada): أرض صخرية صحراوية تحيط بها في أحوال كثيرة الجرُف الصخرية. والحمادات تتواجد بكثرة في الهضاب الكبيرة، وهي ترسبية في العادة. وحمادات الصخور الرملية تُدعى «تاسيلي»، ومنها تاسيلي ناجر في الجزائر. ولا تدع حقول الكتل الصخرية والحجارة الكبيرة الكثير من المجال للنباتات النادرة فيها، وعلى العموم يتألف سطح أرضها من الصخور العارية التي صقلتها التعرية.

الحمل (Phoresy): كلمة مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اليوناني «فوروس» (وهو فعل الحمل)، وتقوم علاقة الحمل بين اثنين من الكائنات الحية حيث يقوم أحدهما بحمل الآخر أو نقله، بصورة مؤقتة في العادة. وهي علاقة مجانية (بلا فائدة للحامل) غير مدمرة. ومن أمثلتها أنواع الشَفْنين الكبيرة التي تحمل أو تنقل الأسماك.

خ

الخريطة الجينية (الوراثية) (Genetic make-up): جملة التعليمات اللازمة لإنتاج الصفات الوراثية للأفراد ضمن نوع معين هي الخريطة الجينية لذلك الفرد. وتُخزن المعلومات الجينية في نوى الخلايا.

الخَضِم أو المَسوس (Brackish): الماء الخَضِم أو المَسوس هو الماء الذي تقل نسبة ملوحته عن ملوحة ماء البحر، وهو في العادة خليط من ماء البحر والماء العذب كما في البحيرات الساحلية أو الأهوار.

الخَطّارة (Khettara): اسم يطلق في المغرب على شبكة أقنية الماء المسماة الفكّارة في الجزائر.

د

دائم الخضرة (Evergreen): مصطلح مترجم عن اللاتينية «سِمبِر فيرنس» (أي الأخضر دائماً). وهو يشير في علم النبات إلى النباتات التي تحتفظ بأوراقها طوال السنة، على خلاف الأشجار «المَلحاوات» (جمع مفرده المَلحاء)التي تفقد أوراقها في بعض السنة عادة. وفي المناطق الجافة، تتساقط أوراق المَلحاوات في مطلع فصل الجفاف؛ فانخفاض رطوبة التربة يؤدي إلى تساقط الأوراق. أما النباتات ذات الأوراق الباقية أو الدائمة الخضرة فتحافظ على خضارها حتى في فصل الجفاف. ومن الأمثلة عليها الآس (Myrtus communis) والعَرْعَر الفينيقي (Juniperus phoenicea) وتمر الهند (Tamarindus indica) والبَهْشِيّة أو الإيلَكس (Quercus ilex).

الدُبال (Humus): خليط مركب من مواد عضوية تنشأ عن تفسخ النبات (أوراق ميتة) وحطام الحيوان بفعل عضويات دقيقة (من لافقريات وبكتيريا وفطريات) تعيش في التربة. والدُبال مادة ترابية سمراء توجد في التربة العلوية وتُسهم في خصوبة التربة بإطلاقها النيتروجين وغيره من العناصر المغذية الضرورية لنمو النبات.

الدَخّال (Iule): هو الاسم الشائع لحشرة من كثيرات الأرجل مشابهة لأم أربعة وأربعين. وهي تعتبر طائفة من الحيوانات المُتَمَفْصِلة تتألف من رأس تتتابع بعده أجزاء عديدة متماثلة لكل منها رِجلان.

الدغل (Bush): تعبير إنجليزي يستعمل في استراليا ونيوزيلندا وجنوب أفريقيا للإشارة إلى مناطق السافانا والغابات القليلة السكان (مع أن السكان الأصليين يعيشون في الأدغال الاسترالية)، ويعني أيضاً أراضي الجُنيبات المشجرة التي تمتاز بها منطقة البحر الأبيض المتوسط. وتتصف مناطق الدغل بشحّة نباتاتها وبقلّة تعداد حيواناتها.

ذ

ذُنَيْب الورقة (Petiole): هو ساق الورقة الذي يربطها بباقي النبتة.

ذوات الحافر (Ungulates): مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اللاتيني «أونغولا» (ويعني الظِفْر)، وذوات الحافر تشكل مجموعة من اللبنيات لها حافر أو أكثر بنهاية قوائمها. والحافر بنية ظِفرية عالية التطور (مثل الأظفار في رتبة الرئيسات) تقي أصابع الحيوان أثناء مشيه. ومن الأمثلة عليها الغزال.

ر

الرُؤَيْس (Capitulum): نوع من أنواع الإزهرار الذي يتشكل من تجمع زهرات صغيرة لاطئة (لا ترتكز إلى محور فهي بدون عطفة أو ذنيب أو عنق) تشترك في قاعدة واحدة، من قبيل أنواع زهر الربيع (المرغريتا).

الرعي المفرط (Overgrazing): ممارسة تسمح برعي عدد كبير من الماشية لفترة طويلة جداً في أرض معينة لم تعد قادرة على التجدد أو على تجديد غطائها النباتي. كما يستعمل المصطلح للدلالة على ممارسة تسمح برعي الحيوانات المُجتَرَّة على أرض لا تصلح للرعي بسبب تضاريسها، من قبيل المنحدرات. والرعي المفرط يؤدي إلى تعرية التربة ودمار الغطاء النباتي بعد أن أصبح هشّاً ضعيفاً.

الرِق (Reg): هو الصحراء الحجرية، امتداد كبير من الأرض الصخرية التي لا يوجد فيها، إلا فيما ندر، أية نباتات وهو ينشأ عن تفتت الصخر و انهياره أو تذريته بسبب الرياح. وتغطّى الحجارة عادة بالطلاء الصحراوي (أو ما يسمّى بطلاء الريح).

الرَهْوان (Amble): الحيوان الذي يمشي رَهْواً أي بتحريك قائمتي الجنب الواحد معاً، مثل الزراف أو الدببة أو الجمال.

ز

زايّ (Zaï): في أفريقيا، طريقة تقليدية لإعداد التربة تقوم على حفر الحفر في الأرض لاحتجاز كميات قليلة من مياه السيول، ومن ثم يذر بذور السرغوم أو الدخن في تلك الحفر. وتكون النُبيتات الناتجة أقل تأثرا في حال عدم انتظام هطول المطر. وهذه الطريقة أكثر فعالية إذا أُعِدت الأرض الحفر قبل قدوم المطر بوقت طويل: فالفضلات العضوية تُترك في الحفر لتأكلها الأرضة التي تحفر أنفاقها، مما يزيد من فرصة ترشح الماء؛ ثمّ تبذر البذور ويضاف السماد الطبيعي.

الزراعة الأحادية (Monoculture): شكل من أشكال الزراعة يقوم على زرع نوع واحد على مساحات واسعة. والزراعة الأحادية تسبب اختلالات ايكولوجية خطيرة، فهي تؤدي إلى تعرية التربة وتعزز من تواجد الآفات والأمراض.

زراعة المُقْحَمات أو إقحام الزُروع (Intercropping):زراعة محاصيل مختلفة في نفس المكان. وفي هذا النظام، تُزرع المحاصيل السنوية والمحاصيل المعمرة معاً فوق قطعة واحدة من الأرض، طالما أنها مفيدة لبعضها بعضاً ولا تتنافس فيما بينها. ويمكن بهذه الطريقة تحقيق مردود أكبر من الأرض.

الزنابيل (Gabions): (جمع مفرده زنبيل) كلمة مأخوذة في اللغات الأوروبية من الكلمة اللاتينية «غابيون» (أي القفص الكبير)، وتعني نوعاً من الوعاء المصنوع من الأشرطة الصلبة المضفورة توضع فيه الحجارة ويستخدم، مثلاً، في بناء السدود الصغيرة. واستعمال الزنابيل شائع في أفريقيا وأمريكا الجنوبية لمكافحة التعرية النهرية. فهي توضع على زاوية موازية لضفة النهر بحيث تقاوم التعرية النهرية أو السيول الجارفة. كما تُستخدم لتثبيت المنحدرات المتهاوية والحد من أثر السيلانات الناشئة عن الأمطار.

س

الساق الورقية (Cladode) (كلادود): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمة اليونانية «كلادوديس» (وتعني الغصن). فهي ساق مرققة تشبه الورقة. ولصبار التين المغربي ساق ورقية على شكل مضرب كرة التنس تعرف باسم 'nopales'.

الساقية (Seguia): يجري الماء في أنحاء الواحة ، بعد خروجه من الفكّارات، وينصرف في أقنية مكشوفة هي السواقي التي توزعه على مختلف مناطق الواحة.

السُبات الصيفي (Estivation): حالة فتور الحياة في الحيوان، وهو يشبه السُبات الشتوي (الأرُوز)، وفيه يغرق الحيوان في سبات عميق. ويحدث السُبات الصيفي خلال الفترات الأكثر حرارة في فصل الجفاف، وهو ينتظم تلقائياً لدى كثير من الحيوانات بحسب درجة الحرارة.

السبْخة (Sebkha): السبخات مستنقعات مالحة مؤقتة في الصحراء. ويمكن أن يأتيها الماء من مياه السيلان أو غير ذلك من المصادر المؤقتة.

السَداة (Stamen): عضو التذكير في الزهرة، وطرفه المنتفخ (المِئبر) يحتوي على غبار الطلع (أكياس غبار الطلع).

سرج التحميل (Pack saddle): سرج خاص يوضع على ظهر حيوانات معينة يساعدها على حمل الأشياء. ومن هذا المعنى، تستعمل عبارة «حيوانات التحميل» من قبيل الجمال (الوحيدة السنَم أو ذات السنَمَين) وهي الحيوانات التي تحمل الأثقال.

السلسلة الغذائية (Food chain): مجموعة من الكائنات الحية يأكل واحدها الآخر الواقع دونه في سلسلة متتالية. ونظراً لأن الصلات بين الأنواع في النظام الإيكولوجي كثيراً ما تكون متعلقة بالطعام، فإن هذه العلاقات يمكن أن تُمثل حلقات متتابعة يقتات كل عضو من أعضائها على العضو الواقع دونه بينما يقتات عليه العضو الواقع فوقه. وتعتبر كل حلقة من حلقات السلسلة مستوى من مستويات التغذية. أنظر شبكة التغذية.

السماد الخليط (Compost): سماد طبيعي يتألف من النفايات النباتية العضوية ويُستخدم في تسميد المحاصيل.

السنمة (Cyme): إزهرار بسيط توجد فيه الزهرة على رأس الساق الرئيسية بينما يتجاوز طول السيقان الثانوية طول الساق الرئيسية.

السيلان (Runoff): يقصد بالسيلان في الهيدرولوجيا تدفق الماء على سطح الأرض، على خلاف الترشح. فالماء يجري هابطاً على المنحدرات وهو في هذه الحالة أحد أسباب التعرية. ويؤدي الماء إلى تدهور التربة التي يجري فوقها بحمله جسيمات التربة معه. وتتحدد قوة التعرية بنوعية الماء وشدة الانحدار.

سيول الهوايكو (Huaycos): سيول تطرأ في أمريكا الجنوبية كتدفقات مدمرة من الماء المخلوط بالطين والحجارة تتشكل بعد هطول الأمطار الشديد. وهي تتدفق سريعة إلى سفوح الجبال في لقنوات خلّفتها عملية التخدد.

ش

شبكة التغذية (**Trophic network**): تشير شبكة التغذية إلى جميع سلاسل الغذاء المترابطة في نظام ايكولوجي معين. وتربط سلاسل الغذاء هذه جميع الفئات البيئية التي تشكل التكافل البيولوجي: المنتجون، أو النباتات الخضراء التي تمثل المستوى الغذائي الأول؛ ومستهلكو الدرجة الأولى ، أي الحيوانات آكلات الأعشاب التي تمثل المستوى الغذائي الثاني؛ ومستهلكو الدرجة الثانية، أو آكلات اللحوم والطفيليات أساساً ممن يقتات بآكلات الأعشاب وهم يمثلون المستوى الغذائي الثالث؛ ومستهلكو الدرجة الثالثة ، ممن يقتات بآكلات اللحوم وهم يمثلون المستوى الغذائي الرابع. وينبغي ألا ننسى عوامل التحلل التي تفتت المادة العضوية الميتة وتمعدنها (تحولها إلى مواد معدنية). (أنظر المخطط البياني في الصفحة ٢١).

شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة(**ASPnet**) : بدأ مشروع شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة عام ١٩٥٣، وهي شبكة عالمية تضم قرابة ٨،٠٠٠ مؤسسة تعليمية في ١٧٧ بلداً (تتراوح من مدارس الحضانة إلى المدارس الابتدائية والثانوية ودور المعلّمين) وتعمل على دعم مستوى التعليم.

الشروط (**Conditions**): تنقسم العوامل اللاإحيائية في النظام الايكولوجي إلى فئتين: الموارد والشروط. وتشمل الشروط، بالمعنى اللاإحيائي، الحرارة والمناخ ونتائج الاحترار العالمي ومفهوم 'الاضطراب' المرتبط بالحرائق والعواصف الهوجاء والانهيارات الجليدية وثورة البراكين والانهيارات الطينية.

ص

الصَفيحة أو النَصل (**Lamina**): الجزء المنبسط من ورقة النبات وفيه تظهر العروق. كما توجد الصَفيحة في التوَيْجيّة والكأسيّة أو الفِصْلَة.

ط

الطائفة (**Class**): في البيولوجيا، الطائفة هي الدرجة الثالثة في التصنيف التقليدي للأنواع الحية. فرتبة آكلات اللحوم (Carni–vora) التي تشمل ثماني فصائل (ومنها القط) تنتمي إلى طائفة اللبنيات (Mammalia).

الطبقة التحتية (**Substratum**): في الجيولوجيا، تقع الطبقة التحتية تحت طبقة جيولوجية. وهذه الطبقة التحتية الجيولوجية تعطي التربة تركيبها المعدني الأصلي. أنظر القاعدة الصخرية.

طبقة مياه جوفية (**Aquifer**): طبقة من الأرض أو الصخر تتصف بأنها مسامية (قادرة على تخزين الماء) وغير كتيمة (يتحرك فيها الماء بحرية) بدرجة تكفي لتمكينها من احتواء كتلة مائية. ويستخدم مصطلح «المياه الجوفية» للدلالة على هذا النوع من الخزان الطبيعي للماء العذب الذي يمكن استغلاله لتوفير مياه الشرب عن طريق الآبار أو نظم جمع الماء من قبيل نظام قنوات الري «الفكّارات» (وهي جمع مفرده الفكّارة) في مناطق الأراضي الجافة.

الطلاء الصحراوي (أو طلاء الريح)(**Desert varnish (or eolian polish**): طبقة غشائية من اللون البني الغامق أو البرتقالي تغطي سطح الرمل أو الصخر في الصحراء. ويأتي هذا التلون في الجسيمات المعدنية والصخر من وجود أكسيدات معدنية (الحديد والمنغنيز) مقترنة بفعل الرياح وأشعة الشمس.

الطمي أو الغرين (**Alluvium**): جميع الجزيئات المعدنية والعضوية التي تحملها الأنهار وترسّبها في قاع مجراها أو على ضفافها لتشكل طبقة رسوبية مترققة من الجزيئات الحبوبية أو ما يعرف باسم تربة الطمي أو التربة الغرينية.

ع

عامل إعْبال أو عامل تساقط الورق (**Defoliator**): الإعبال أو تساقط الورق هو ظاهرة تعرية الورق عن الشجر والجنيبات والعلّيق والنباتات العشبية. وقد تتسبب بذلك، إلى جانب التعرية الطبيعية، الفطريات والفيروسات والبكتيريا، وبشكل خاص حشرات التعرية التي تظهر دورياً، من قبيل الجراد المهاجر. ويرجّح أن يزداد تأثير أسراب هذه الحشرات في النظم الايكولوجية الهشة التي يقل فيها عدد الأنواع (والمفترسات)، مثل النظم الايكولوجية في المناطق الجافة.

عامل الانعكاس أو التكسر (**Refractive index**): يُقصد بعامل الانعكاس أو التكسر تغير اتجاه الضوء عند مروره في من بيئة إلى أخرى من قبيل العبور من الهواء إلى الماء أو الزجاج. وتتحدد قيمة هذا العامل بالطول الموجي لشعاع الضوء. وهو يتباين لأن الضوء الأبيض المرئي مركب من عدة «ألوان» يختلف الطول الموجي لكل منها عن الآخر.

عامل التحلل (**Decomposer**): مصطلح يشمل مجموعة العضويات الحية، بما فيها الفطريات والعضويات الدقيقة التي تعيش في المناطق الإحيائية الترابية والنائية والتي تحلل المادة العضوية الميتة لتصبح مركبات معدنية.

عامل التلقيح (**Pollinating agent**): أحد العوامل المختلفة (القوى أو العضويات) التي تنقل حبيبات غبار الطلح من أعضاء التذكير إلى أعضاء التأنيث في النباتات المزهرة، مما يمكّن من عملية التخصيب وتكاثر النبات. وتشمل عوامل التلقيح الرياح والماء والحشرات والطيور وبعض اللبنيات.

العِرْق أو بحر الرمال (**Erg**): الصحراء الرملية، وبصورة أكثر دقة، منطقة الكثبان الرملية الثابتة التي يتغير فيها الرمل السطحي باستمرار بفعل الرياح. ويغطي هذا النوع من الصحراء قرابة ٢٠ في المائة من مساحة الصحراء الكبرى. وهو يتشكل عموما في أحواض بتراكم ما تنقله الوديان من حطامات. على أن منه ما يتشكل نتيجة لتحريك الرياح للرمال من الحمادات والرُقّات (أو الرُقوقة باللهجة الدارجة وهي جمع مفرده الرَق أي السهل) لتتراكم في المنخفضات وتتحول إلى كثبان. ومع أن كلمة العِرْق مستخدمة في المصطلحات الجغرافية الدولية، فإن الطوارق تستخدم كلمة «إديين» بينما تُستخدم في الجزيرة العربية وآسيا الوسطى كلمتا «الندوف» و«الكوم».

عقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة (**Decade of Education for Sustain–able Development**): في كانون الأول / ديسمبر ٢٠٠٢، اتخذت الجمعية العامة للأمم المتحدة قراراً أعلنت فيه عقداً للتعليم من أجل

التنمية المستدامة في الفترة من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٤. وطُلب إلى اليونسكو أن تتولى قيادة العقد وأن تضع المحتوى المفاهيمي للتعليم من أجل التنمية المستدامة. ويعني هذا عملياً استعراض البرامج التعليمية وتعديلها للتمكن من تطوير مفهوم الاستدامة بحيث يربط بين الأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، فضلاً عن احترام التنوع البيولوجي والكفاح ضد الفقر. أنظر «التنمية المستدامة».

العكر (Turbidity): هو التكدّر في سائل، عادةً الماء، وينتج عن وجود جزيئات عالقة تمتص الضوء وتشتّتُه وتعكسُه.والعكر عامل له أهميته في البيئة، فهو مؤشر على ارتفاع نسبة الترسبات أو العوالق أو تلوث المياه.

العنقود (أو الكتلة العنقودية) (Cluster):نوع من أنواع الإزهرار يشمل الساق تنمو فيه الأزهار على رأس أعناق مختلفة الطول.

العوالق الحيوانية (Zooplankton): جزء من الكتلة الإحيائية التي تشكل العوالق (البلانكتون) في البيئات البحرية أو في المياه العذبة أو الخَضِمة في مناطق الأراضي الجافة. وتشمل العوالق الحيوانية مختلف العضويات الحيوانية التي تعيش معلّقة في الماء، وهي عادة من الأوليات أو اللاحشويّات أو القشريات، سواء منها اليرقات أو الكاملة النمو. وللعوالق الحيوانية أهمتها الكبيرة في السلاسل الغذائية و الدورات البيوكيميائية (دورات الكربون) ونظم تنقية المياه (طريقة الأحواض).

غ

الغصن الرَكوب أو الزاحف (Stolon): غصن أو ساق هوائي يزحف على سطح الأرض، ويمكّن النبتة من التكاثر بالأسلوب النباتي. ويُنتج الرَكوب عند عقدة من عقده،، وفي الغالب عندما تلامس هذه العقدة الأرض، نبتة جديدة تبدأ في التجذّر في نقطة انتهاء العقدة. ويموت الغصن الرَكوب ويختفي عندما تصبح النبتة الجديدة مستقلة.

الغطاء النباتي (Plant cover): مجموع النباتات التي تغطي الأرض.

ف

الفربيون (Euphorbia): نبات عشبي ذو منشأ أفريقي منتشر في البيئات المدارية ويعيش في بعض الأحيان على الشجر.وقد يشبه في منظره العام شوكيات أمريكا الجنوبية. ويتشابه الفربيون مع الشوكيات في الاستراتيجيات التي يتبعها الاثنان للتكيف مع شروط الجفاف. أنظر النباتات العصارية.

الفصيلة (Family): في علم النبات، هي مجموعة من الأنواع المتماثلة التي تشترك أو تتشابه في معظم صفاتها. وهي الدرجة الخامسة في التصنيف التقليدي الذي يشمل ما يلي: المملكة والشعبة والطائفة والرتبة والفصيلة والجنس والنوع. من ذلك مثلاً أن جنس الكلب الذي يشمل ثمانية أنواع منها الضبع ينتمي إلى فصيلة الكلاب التي تشمل في مجموعها ٣٥ نوعاً من الأنواع.

الفكّارة (Foggara): (مفرد جمعه الفكّارات) مصطلح جزائري يعني القنوات الجوفية الطويلة التي تنقل الماء إلى بعض الواحات من الهضاب أو الجبال الصخرية. وفيها تعترض الأنفاق المياه الجوفية لتنقل المياه من المنخفضات إلى السطح على مقربة من الأراضي التي تحتاج إلى الري. و للفُكّارات انحدار خفيف فالشبكة كلها تستند إلى قوة الجاذبية الأرضية. وتخترق الآبار العمودية الفُكّارات مما يمكّن من تهويتها وتنظيفها. وأول ما استخدمت في إيران حيث تحمل اسم «فنوات»، كما توجد في المغرب، وهي هناك باسم الخَطّارات (جمع مفرده الخطّارة).

ق

القارِت (Omnivore): العضوية الحية التي تقتات بالحيوان والنبات معاً.

القاعدة الصخرية (Parent bedrock): القاعدة الصخرية للتربة هي الطبقة التحتية أي الواقعة تحتها. ويغطي هذا المفهوم كل ما يتصل بطبيعة الصخور التي تشكل طبقة جيولوجية، بما في ذلك خصائصها الفيزيائية والمادية.

القرمزية (أو الحشرة القرمزية) (Cochineal): حشرة صغيرة مفلطحة (Dactylopius coccus) تعيش على كثير من أنواع النبات، مثل التين المغربي (Opuntia ficus-indica)، وتمتص نُسْغَها. وتتصف القرمزية بخاصية إنتاج صباغ قرمزي طبيعي. وهي تُجمَع وتجفَّف لاستخراج صباغها.

القُشَيْرة (Cuticle): طبقة رقيقة من قُشيْرين الشجر، وكثيراً ما تكون شمعية وكأنها طلاء كتيم للماء، تغطي أوراق النبات أو ساق الشوكيات في المناطق الجافة. والقشيرين مادة دهنية تمنع فقدان الماء وهي توجد خلايا الأدمة الخارجية للنبات والملامسة للهواء.

القَلْب (Cambium): نسيج خلوي يشكل طبقة رقيقة في الجذوع والجذور بين خشب الشجر ولحائه وهو يساعد على نمو الخلايا في الأنسجة الداخلية والخارجية من الشجرة.

القَلْتة (Guelta): هي في العادة سطح مائي دائم تتميز به المناطق الجبلية في الصحراء الكبرى، وهي غير متدفقة على ما يظهر. والقَلْتة في العادة محاطة بالصخور، وهي تشكل حوضاً طبيعياً يغذيه نبع (من الماء ينبثق متدفقاً من الصخر) أو تغذيه فيضانات موسم المطار.

القنوات (Quanat): الاسم ا لمستخدم في إيران لشبكة أقنية المياه المسماة فكّارة في الجزائر.

ك

كأس الزهرة (Calyx): جملة الفِصلات التي تشكل اللفافة الخارجية للزهرة. ويحمي الكأس الزهرة خصوصاً في مرحلة التبرعم.

الكاملي (Holistic): كلمة مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اليوناني «خولوس» (ويعني الكل) وهي تصف نظام تفكير لا يمكن فيه تقدير خصائص كائن أو عنصر ما إلا إذا نُظر إليها أو فُهمت في مجموعها وضمن سياقها العام ككل، وليس من خلال دراسة كل جزء من الأجزاء على حدة. وفي الايكولوجيا، يمكن إتّباع وجهة النظر هذه في تفهم التفاعلات بين بيولوجيا الكائنات الحية والشروط البيئية، أو

عند النظر إلى الإنسان كجزء لا يتجزأ من النظام الايكولوجي.

الكِسرية (**Kesria**): الكِسرية في نظام الفكارة آلية تقسيم مثل المشط (مشيدة من نفس مواد بناء الفكارة، وكثيراً ما تكون من خليط الطين والقش) توزع الماء بين عدة قطع أرض (وبين مستعملي الأرض) في الواحة.

ل

لاإحيائي (**Abiotic**): يستعمل لوصف أحد عناصر النظام البيئي، مثل عنصر الماء ونوعيته وكميته وتوزعه في النظام البيئي، أو عنصر التربة وبنيتها ومحتواها ~~الهبالي~~ (العضوي المتحلل). ويتحدث علماء البيئة عن «العوامل اللاإحيائية» ويقصدون بها عوامل النظام البيئي الفيزيائية والكيميائية.

اللبَنِيّات (**Mammal**): كلمة مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اللاتيني «ماما» (ويعني الصَدْر)، وهي حيوانات من ذوات الدم الحار التي تعيش أصلاً على اليابسة، غير أن بعضها تكيّف مع العيش في الماء (مثل الحوت وكلب البحر). ومع أن أشكال حيوانات هذه الطائفة وأحجامها وأنماط حياتها شديدة التنوع، فإن معظمها مغطاة بالشعر وتُرضع جميعاً صغارها. وليس هناك من حيوانات أخرى تشترك بهذه الصفة. ومن الأمثلة المختلفة عليها الزراف والوطواط والقردة والكنغرو والثعلب والكلب الدِنغو.

اللِحاء الداخلي (**Phloem**): في بنية الشجرة، هو النسيج الذي ينقل النسْغ. والنسْغ ينتقل في اللِحاء الداخلي باتجاهين، بينما ينتقل المحلول الغذائي (الماء والخلايا الميتة) من التربة في النسيج الخشبي باتجاه صاعد باستمرار.

اللسَيْن (**Ligule**):يقصد باللسَيْنات الزهيرات التي لها شكل اللسان والتي تشكل، مثلاً، تويج الزهور من فصيلة الأقحُوان.

م

المُتعَنْقِد (**Fasciculated**) مأخوذ عن الكلمة اللاتينية «فاسيكولوس» (أي الحزمة الصغيرة) وهو يشير إلى الجذور المحزومة أو المُتعَنْقِدة سوية، من قبيل تعَنْقُد جذور القمح.

مُثبِّت الصِباغ (**Mordant**): مادة تُستخدم في الصباغة لإعداد الأنسجة بحيث يثبت عليها الصباغ.

المُحاكاة أو التخَفي (**Mimicry**): قدرة بعض الكائنات الحية على التشبه بأجزاء من بيئتها أو بكائنات حية أخرى من حيث الشكل. وتهدف إستراتيجية التقليد هذه إلى تمكين صاحبها من تمويه نفسه والتخفي بحيث لا تراه المفترسات أو بحيث يتمكن من التقاط فريسته أو تيسير تعامله مع غيره من الكائنات. أنظر التمويه.

المخلفات العضوية (**Litter**): في علم الأتربة، هي البقايا النباتية (غبار الطلع والأوراق والثمار والبذور والأغصان والغصينات) التي تسقط على الأرض عندما يُسقط الشجر ورقه (في بداية فصل الجفاف في المناطق القاحلة). وهي تتبعثر على التربة السطحية في الغابات والمناطق الدغلية. وتتحول البقايا العضوية إلى ~~دُبال~~ بفِعل نشاط العضويات الحيوانية الدقيقة (من قبيل القُراد والدخّال والنمل) والفطريات والبكتيريا.

المِدَقّة (**Pistil**): أعضاء التأنيث في الزهرة، وهي تشمل المبيض وقلم المِيسم والمِيسم (أو السِمة).

المرتبط (**Associated**): يعتبر نوع من الأنواع مرتبطاً ببيئة معينة إذا كان وجوده يعتمد على الشروط الفيزيائية والكيميائية السائدة في تلك البيئة وعلى مجموعة من الأنواع الحية الأخرى الموجودة في تلك البيئة. ويكون الارتباط هذا على أشده إذا كانت البيئة المعنية محدودة جداً من حيث المكان والزمان وكانت شروطها خاصة بها تماماً.

المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (الايكاردا) (**ICARDA**): أنشئ المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (الايكاردا) عام ١٩٧٧ وهو أحد المراكز الخمسة عشر التي أقيمت في نقاط إستراتيجية في مختلف أنحاء العالم بتمويل من الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية. ويقع مقر المعهد ومحطة البحوث الرئيسية فيه بمدينة حلب في سوريا. وتتمثل مهمة المعهد في تحسين رفاه السكان وتخفيف حدة الفقر في المناطق القاحلة من البلدان النامية من خلال البحوث والتدريب، وخصوصاً بزيادة الإنتاج والمردود والقيمة للأغذية مع العمل في الوقت نفسه على حفظ الموارد الطبيعية وتعزيزها.

المستهلك (**Consumer**): في إطار السلسلة الغذائية، يمكن أن يوجد المستهلك في عدة مستويات غذائية. فمستهلك المستوى الأولي أو الحيوان آكل الأعشاب يعتاش على المنتجين؛ والمستهلك الثاني أو آكل اللحوم والطفيلي يعتاش على الحيوان آكل الأعشاب؛ والمستهلك الثالث يعتاش على آكل اللحوم. أنظر السلسلة الغذائية.

المستوطِن (**Endemic**): يُعتبر أحد الأنواع مستوطناً إذا كان ينمو في منطقة جغرافية معينة، بغض النظر عن حجمها، ولكن توزعه الجغرافي يقتصر عليها، أي أنه لا يوجد في أي مكان آخر.

مَسْكبة الفطريات (**Fungus bed**): مكان تحت السطح عادة تنمو فيه الفطريات على طبقات خاصة من التربة. وتزرع بعض أصناف النمل الفطر في أعشاشها. وهي تقطع الأوراق وتلوكها لتصنع منها السماد الخليط الذي تسمّد به مساكب الفطريات التي تعتني بها. ومساكب الفطريات الطبيعية هذه تسمّد بدورها النظام الإيكولوجي.

المَشْتل (**Nursery**): في الزراعة والحراجة وغِراسة الشجر وزراعة البساتين، المَشْتل هو حقلة أو قطعة أرض مخصصة لاستكثار النباتات المخشوشبة، خاصة (الأشجار والجنيبات)، وغيرها من النباتات المعمِّرة ورعايتها إلى أن تصبح جاهزة لنقلها وغرسها.

مشروع الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية (**SUMAMAD**): مشروع تابع لبرنامج الإنسان والمحيط الحيوي (ماب) في اليونسكو يهدف إلى تعزيز الإدارة المستدامة للأراضي الجافة الهامشية في شمال أفريقيا وآسيا، ويقترح المشروع طرقاً في الإدارة تشجع الاستدامة الاقتصادية للموارد وصيانتها،

لاسيما موارد التربة وأحواض المياه، وتعزز من استصلاح الأراضي المتدهورة باستخدام نهج يقوم على مشاركة المجتمعات المحلية. ويتمثل أحد جوانب المشروع الأساسية في التدريب وبناء القدرات والتفاعل مع مالكي الأراضي والمزارعين وغيرهم من أصحاب المصلحة المعنيين، وهو يقرن بين ممارسات الإدارة التقليدية المستدامة وبين الخبرة العلمية.

مِصَدّ الريح (**Windbreak**): حاجز يبنى غالبا من الأغصان وسعف النخيل للتصدي للرياح أو تثبيت الكثبان الرملية أو حماية المحاصيل.

المعادن الثقيلة (**Heavy metals**): حلّت في الآونة الأخيرة فكرة «العناصر المعدنية النَزْرة» محل فكرة «المعادن الثقيلة». على أن الفكرة هذه تبقى غامضة بعض الشيء. ويعرب بعض المؤلفين المعادن الثقيلة باعتباره العناصر المعدنية الواقعة بين النحاس والقصدير في الجدول الدوري للعناصر، بينما يعتبر آخرون أنها تشمل عملياً جميع العناصر المعدنية. والمعادن الثقيلة من قبيل الزئبق والقصدير والكادميوم شديدة السمّية. ويوجد أثر من جميع المعادن الثقيلة في التربة بصورة طبيعية، غير أن من الممكن أن النشاط الإنساني قد تسبب بزيادة نسبتها فيها. ولذا، فإن استعمال بعض المعادن الثقيلة يخضع لقيود صارمة أو حتى يُمنع كلياً. وينبغي عدم طرحها بعد الاستعمال بل تدويرها.

معزل المحيط الحيوي (**Biosphere reserve**): منطقة تشمل نظماً بيئية أرضية أو بحرية أو ساحلية تعترف بها اليونسكو كموقع يتصف بالأولوية للبحوث ولتعزيز العلاقة المتوازنة بين الإنسان والطبيعة. أنظر برنامج الإنسان والمحيط الحيوي.

المُغَذِيات (**Nutrients**): مواد مغذية (عناصر كيميائية أو مُركّبات)، سواء معدنية أو عضوية، أساسية لعمل جميع العضويات الحية. أما المُغَذِيات التي تمتصها النباتات لتحقق نموها فهي الفوسفات والنيترات والأملاح المعدنية والبوتاسيوم.

المفترس (**Predator**): كائن عضوي يقتات على عضويات أخرى. فآكلات الأعشاب هي مفترسات بالنسبة للنباتات. ولكي تُطعم نفسها وصغارها، يلجأ بعض المفترسات إلى استراتيجيات متعددة. وتؤثر المفترسات بشكل مباشر على أعداد عشيرة فريستها، وهي بذلك تساعد على الحفاظ على التوازن البيولوجي في النظم الإيكولوجية. أما المفترسات العليا، فهي تلك التي تفترس دون أن تكون بدورها فريسة لمفترسات أخرى.

المقتات بالثمار (**Frugivorous**): تنقسم أنواع المقتات بالنبات، وهي عضويات تتغذى بالنباتات، إلى عدة مجموعات بحسب الجزء الذي تأكله من النباتات. فالعضويات المقتاتة بالثمار تأكل الثمار أو أشكال الإثمار الأخرى من النباتات، وهي تشمل أنواعاً مختلفة منها القرود.

المملكة (**Kingdom**): هي أعلى درجات التصنيف العلمي. وباستبعاد الفيروسات، تنقسم الكائنات الحية إلى خمس ممالك: الحيوان والنبات والفطريات والبروتِستا أو الكائنات الأولية (العضويات الحقيقية النواة الوحيدة الخلية) والكائنات البدائية النواة (مثل البكتيريا).

المنتِج (**Producer**): في الشبكة الغذائية التي تشمل سلاسل الغذاء الموجودة في نظام إيكولوجي، تنتقل الطاقة من منتجي الغذاء إلى مستهلكيه (من الحيوان) في سلسلة من التغيرات تعرب باسم المستويات الغذائية، وتمثل تقليدياً بمراحل الهرم المتعاقبة. ويُقصد بالمنتجين أنواع النبات التي تنتج البروتينات والسكريات من طاقة الشمس بتحويلها إلى جزيئات يمكن أن تستعملها العضويات الأخرى.

منحنى التسوية (**Contour line**): يصل منحنى التسوية بين جميع النقاط ذات الارتفاع الواحد في مشهد واحد. وتمثل خطوط منحنيات التسوية في خريطة تضاريس المنطقة. وكلما تقاربت هذه الخطوط كانت المنحدرات أشد حدّة. وفي المناطق الجافة، تبنى المصطبات المدرّجة على خطوط منحنيات التسوية مقترنة بالجدران الحجرية لحماية قطع الأرض الزراعية.

المنطقة الإحيائية (**Biotope**): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين اليونانيتين «بيوس» (وتعني الحياة) و«توبوس» (وتعني المكان). هي منطقة طبيعية محددة تتميز بشروط خاصة بها من حيث البنية الجيولوجية والتربة والمناخ، وهي بإحجام مختلفة ولكنها صغيرة عادةً، وتعيش فيها أنواع من الحيوان والنبات تتكيف مع تلك الشروط. ومن الأمثلة عليها برك الماء والأرض العشبية الرطبة وغابات الصنوبر.

الموئل (**Habitat**): المكان الذي يعيش فيه نوع معين من النبات أو الحيوان والذي يتوفر له فيه كل ما يحتاج إليه من أسباب الحياة.

مواد الدباغة أو الأصباغ (**Tannins**): مواد ذات منشأ عضوي توجد في جميع الأجزاء (اللحاء والجذر والورق) في معظم النباتات وتتميز جميعها بأنها لاذعة (تعطي الشعور بالجفاف في الفم) وتستخدم في صنع الخمر ودباغة الجلود وحمايتها وصباغ الملابس. ولحاء شجرة أكاسيا السيال غنية بمواد الدباغة المستخدمة في صنع الصبغة الحمراء. أنظر النبات الصبغي.

الموارد (**Resources**): تنقسم العوامل اللاإحيائية في النظام الإيكولوجي إلى فئتين: الموارد والشروط. وتشمل الموارد، بالمعنى اللاإحيائي، الماء وأكسيد الكربون والضوء ومغذيات التربة وعنصر المكان.

الموارد الطبيعية (**Natural resources**): العناصر المعدنية أو البيولوجية التي وجد الإنسان استعمالاً لها. فمفهوم المورد نفسه ينطوي على الاستعمال. وتصنف هذه الموارد في فئتين اثنتين: الموارد غير المتجددة التي تشمل المواد الخام المعدنية من قبيل فلزات المعادن؛ الموارد المتجددة التي يمكن أن استعمالها دون استنفاذها، حيث أن معدل استهلاكها أبطأ من معدل تجددها، وهي من قبيل الغابات. على أن هناك اليوم اتجاه مستمر متزايد نحو استنفاذ موارد العالم الطبيعية.

الموقع الطبيعي المقدس (**Sacred natural site**): تعطي المجتمعات التقليدية في مختلف أنحاء العالم مكانة مميزة لبعض المواقع الطبيعية باعتبارها مقدسة لديها: وتدل هذه المواقع على تعدد نظم الاعتقاد التقليدية وتنوع أشكال تواجدها. وسواء كانت هذه المواقع غابات أو جبال أو ينابيع أو أنهار أو بحيرات أو كهوف مقدسة، أو غير ذلك من أنواع المواقع والأماكن المبجّلة، فإن البعد الروحي يضفي عليها إحساس بالمعنى والأهمية. وقد شكلت هذه الأماكن، في جوهرها، المواقع المحمية الأولى في العالم.

المياه الجوفية (Groundwater):احتياطات مائية تحت الأرض تتشكل إما بفعل ترشح مياه الأمطار (وهي في هذه الحالة متجددة) أو «متحجرة» عندما تكون قد بقيت محبوسة تحت الأرض منذ تشكل الموقع الجيولوجي (وهي في هذه الحالة غير متجددة). وتوجد تحت الأرض في أعماق مختلفة بحسب نشأتها. وتلعب المياه الجوفية دوراً شديد الأهمية في المناطق القاحلة حيث تشكل الجانب الأعظم من الموارد المائية.

ن

الناعورة (Noria): نظام تقليدي لجمع الماء يحمل المياه الجوفية إلى السطح ويعمل بمبدأ السلسلة المدفوعة بالماء. والناعورة عبارة عن دولاب كبير له شَفرات ومجهز بسلسلة تحمل ألواحاً أو سطولاً، وهو يركب على النهر ليرفع الماء الذي ينسكب بعد ذلك في قناطر توزعه.

النبات الأرضي (Geophyte): صنف من النباتات المعمّرة تمكنه أعضاؤه من البقاء مدفوناً في الأرض طوال الفصل الذي لا يناسب نموه (مثلاً فصل الجفاف في المناطق القاحلة). والعضو المعني هنا قد يكون بصلة (كما في البصل والزنبق) أو جذمور (من قبيل القلقاس الرومي أو الأرضي شوكي المقدسي) أو درنة أو أكثر (مثل البطاطس).

النبات البازغ (Emergent plant): نبات جذوره مغمورة بالماء ولكن معظمه فوق السطح، ومنه مثلاً التيفا أو عشبة البرك (Juncus sp.).

النبات البلدي (أو المحلي) (Indigenous plant (or local plant)): نبات ينمو بصورة طبيعية في منطقة جغرافية معينة (وهو جزء من النطاق الكامل لنوع ما) وقد تكيّف تركيبه الجيني مع ذلك الموقع. وعندما يقتصر وجود النبات على مكان واحد أو منطقة بعينها من العالم فإنه يُدعى نباتاً مستوطناً (بالمعنى الأضيق).

النبات الصباغي (Tinctorial): هو النبات الذي يستخدم في الصباغ، وتعتبر النباتات والمواد صبغيات إذا أعطت مادة تستخدم في صباغ المنسوجات والجلود والخزفيات والجدران وجسم الإنسان... وتزيينها، أو في إعداد ملوّنات الطعام.

النبات الطبي (Medicinal plant): نبات يستخدمه الإنسان في أغراض العلاج الطبي.

النبات العطري (Aromatic plant): النباتات العطرية نباتات تستخدم في الطهي وفي الأدوية الطبيعية لما فيها من عطور تفرزها ومن زيوت أساسية تستخرَج منها. ومن الأمثلة عليها الينسون النجمي أو الباديان والينسون الأخضر وإكليل الجبل والأوكاليبتوس.

النبات القصير الأجل أو السريع الزوال (Ephemerophyte): نبات في المناطق الصحراوية يتكيّف مع شروط الجفاف من خلال تقصير دورة حياته. فهذه الدورة، من الإنبات إلى الإثمار، لا تستمر إلا من ٨ أيام إلى ١٥ يوماً، أو حتى من يوم واحد إلى ٣ أيام في بعض الحالات. وهذا النبات يحتاج إلى ٤ مم من المطر لكي يتمكن من النمو.

النبات الملحي (Halophyte): النبات الملحي أو أليف الملح هو النبات الذي ينمو في التربة المالحة أو الذي يتحمل الملوحة عموماً.

النبات الوحيد الفِلْقَة (Monocotyledon): نباتات مُزهرة كاسية البذور تتألف بادِراتها (أو شَتْلاتها) من فلقة واحدة أو ورقة بِذرية رئيسية. ومن الأمثلة عليها القمح والذرة وشجرة النخيل والسَوْسَن. ويمكن التعرف عليها عادة من ورقها ذي العروق المتوازية، وهو أحياناً إبري. أما النباتات من قبيل الفاصولياء أو البازلاء أو نباتات الفصيلة الوردية أو الفصيلة الأسطرية أو النجمية فهي ثنائية الفِلْقَة أي بفلقتين.

النباتات الدخيلة أو العَرَضِيّة (Spontaneous vegetation): يتعرض النبات، بدون تدخل من الإنسان، إلى تحول بطيء عشوائي تتعاقب فيه مجموعات نباتية مختلفة بطرق متنوعة واحدة إثر الأخرى. وتسمى هذه المجموعات الجديدة دخيلة أو عرَضِيّة. وهي تتأثر بالنشاط الإنساني وتستمر بسبب طرائق استغلالها المختلفة، مع أنها تتطور بنوع من الاستقلال ونادراً ما تختل، وهي في العادة شديدة التباين.

النباتات الصحراوية (Xerophytes): هي نباتات تكيفت مع البيئات الجافة.وتوجد في بيئات مختلفة من قبيل الصحاري الصخرية أو المساحات الدغلية التي تتميز بها المناطق القاحلة أو شبه القاحلة. ولهذه النباتات قدرات خاصة على مقاومة نقص الماء أو مواجهة الضغط على الماء وعلى الحصول على قدر ما يمكن لبيئتها أن توفره لها منه. ومن أنواع التكيف المورفولوجي للنباتات الصحراوية ما تملكه نباتات، من قبيل الصبّار، من سطوح سميكة صلبة مغطاة بقُشيرة شمعية (غشاء لا ينفذ منه الماء يشبه الطلاء) تحدّ من النَتْح. ومن الأمثلة الأخرى شبكة الجذور العميقة في الأكاسيا المهيأة للوصول إلى أحواض المياه الجوفية الصعبة المنال. أنظر النباتات العصارية والفربيون.

النباتات العائمة (Floating plant): نباتات بلا جذور تطفو طليقة على سطح الماء، من قبيل الطحالب أو عدس الماء.

النباتات العصارية أو اللحيمة (Succulent plant): كلمة مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اللاتيني «سَكولنتوس» (ويعني المليء بالعصارات)، فالنباتات العصارية هي النباتات اللحيمة التي يمكنها أن تعيش في البيئات القاحلة على ما تتميز به هذه البيئات من خصائص تتصل بالتربة والمناخ. ويمكنها أن تعيش بسبب قدرتها على خزن الماء في ورقها وساقها وجذورها. ومن الأمثلة عليها اللوز المغربي (الأغاف) الفَرْبَيون والألوَه والصبّار.

النباتات المخشوشبة (Ligneous plant): مأخوذة في اللغات الأوروبية من اللفظ اليوناني «لِغْنوسوس أو لِغْنوم» (ويعني الخشب)، ونعني بالنباتات المخشوشبة تلك المؤلفة من خشب. وقد يكون للنبات ساق خشبية بدلاً من عشبية. والمصطلح يشير إلى الأشجار والشُجيرات والجُنَيْبات على خلاف النباتات العشبية.

النبتة عارية البذور أو النبتة ذات البذرة العارية (جيمنوسبيرم) (Gymnosperm): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين اليونانيتين «جيمنوس» (وتعني العاري) و«سبيرما» (وتعني البذرة). والمقصود بعاريات البذور النباتات التي توجد فيها البُيَيْضَة مكشوفة (غير مغلفة بالمَبيض على خلاف النبتة كاسية البذور أو ذات البذرة المغلّفة (أنجيوسبيرم)). وتحمل النبتة بذورها في ثمرة مكشوفة كما في حال الذرة. وجميع

الصنوبريات هي من عاريات البذور، وهناك حوالي ٧٠٠ نوع منها.

النبتة كاسية البذور أو النبتة ذات البذرة المغلّفة (أنجيوسبيرم) (Angiosperm): مصطلح مشتق في اللغات الأوروبية من الكلمتين اليونانيتين «أجّيون» (وتعني الوعاء أو الغلاف) و«سبيرما» (وتعني البذرة). والمقصود بالبذرة المغلّفة البذرة التي لها وعاء يغلفها، على خلاف عارية البذور أو النبتة ذات البذرة العارية (جيمنوسبيرم). والبذور المغلّفة نباتات مزهرة، بمعنى أنها نباتات تحمل ثماراً تتضمن بذورها في داخلها. وهي تمثل ٨٠ في المائة من أنواع النبات مما يزيد تعداد أنواعه المعروفة حالياً عن ٢٠٠،٠٠٠ نوع. وفي التعاقب الذي شهدته عملية التطور تأتي البذور المغلّفة (أنجيوسبيرم) بعد البذور العارية (جيمنوسبيرم).

النتح (خروج الماء) (Transpiration): هناك فارق بين تعرّق الحيوان ونتح النبات. فالتعرق هو خروج العرق من مسامات جلد الإنسان واللبنيات، وهو يساعد على تنظيم حرارة الجسم. أما نتح النبات فهو تخلّص النبات من بخار الماء الفائض عن الحاجة. وهو عملية مستمرة تشمل تبخر الماء من خلال الأوراق، وفي الوقت نفسه، امتصاص الجذور للماء في التربة. ويجري النتح عن طريق الثغيرات (فتحات النتح الدقيقة) وهو ينشط حركة النسغ.

النسيج الخشبي (Xylem): هو، في بنية الشجرة، مادة نسيجية قادرة على نقل كميات كبيرة من الماء من التربة المغذية إلى الأوراق التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي. فهي ترفع، كمضخة، محلولاً من الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى الشجرة وإلى أوراقها.

نشر البذور أو بعثرتها (Seed dispersal): من خلال نشر البذور أو بعثرتها تتمكن النباتات من الانتشار في أنحاء بيئتها. ويمكن أن تُبعثر البذور بفِعل لبرح أو الحيوان (من طيور أو حشرات أو غير ذلك). ولهذه الظاهرة فوائد كبرى من وجهة النظر الإيكولوجية لأنها تمكّن البذور من الوصول إلى موائل مناسبة لنمو نبتات جديدة في المستقبل. وعلى نحو أعمّ، تخفف هذه الظاهرة من التنافس بين فرادى النباتات بتوسيع رقعة الأرض التي تنتمي إليها؛ وهي تسهّل التبادل الوراثي وتساعد على إنشاء مجموعات منفصلة جديدة من النباتات.

النَضْح (Exudate): تسرّب سائل عضوي من جزء ملتهب من جسم الإنسان أو الحيوان. وهو، في علم النبات، السائل الذي يتسرب من النبات من خلال شقوق نشأت بسبب التجفف أو التجرحات (الأصماغ والعصارات وتحلبّات الجذور) والذي يمكن أن يستخدمه الإنسان لأغراض الأدوية أو في الأغراض التجارية.

النظام الايكولوجي (Ecosystem): مجموعة متفاعلة مترابطة من العضويات الحية وبيئتها الفيزيائية والكيميائية والجغرافية. فالهواء والأرض والماء والعضويات الحية، بما فيها الإنسان، كلها عناصر تتفاعل فيما بينها لتشكل النظام الايكولوجي.

النظام العالمي لمراقبة الأرض (GTOS TEMS): هو برنامج لمراقبة النظم الايكولوجية الأرضية ووضع نماذجها وتحليلها بهدف تعزيز التنمية المستدامة، وهو بتمويل من منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو).

النقل أو إعادة الغرس (Transplant): اقتلاع نبتة عشبية أو شجرة (عادة كشتلة صغيرة) وإعادة غرسها في مكان آخر.

النوع (Species): مجموعة من الكائنات الحية المتلاقحة (أي التي تتلاقح أو تتناسل فيما بينها) المنعزلة عن المجموعات الأخرى من حيث أسلوبها في التناسل.

النيترات (Nitrates): النيترات هي الأملاح المعدنية للحمض النيتري. وهي عناصر معدنية مغذية للنبات، مع أن استعمال الأسمدة ذات الأساس النيتري بكميات كبيرة في مناطق الزراعة المكثفة كثيراً ما يؤدي إلى تلوث المياه السطحية والجوفية.

هـ

الهجرة الحيوانية (Animal migration): الهجرة هي انتقال أنواع عديدة عبر مسافات طويلة بهدف التكاثر أو هروباً من الأحوال المناخية الباردة أو الجافة. وتهاجر الحيوانات دورياً حيث تعود عادة إلى المنطقة التي غادرتها. والهجرات الأرضية الأكثر إثارة هي هجرات الحيوانات الثديية من قبيل البقر أو حمار الوحش بأعداد كبيرة متعقبةً المطر التماساً للعشب أو الماء العذب.

الهيئة (Habit): المقصود بالهيئة في علم النبات الشكل العام الذي تتخذه النبتة. فالشكل النحيل لشجرة السرو يختلف عن شكل المظلة في السنط (الأكاسيا) المفتول أو عن شكل الأرز المتهدل الذي تتدلى منه أغصانه.

و

الواحَة (Oasis): هي مساحة من الأرض خصبة ومعزولة في منطقة صحراوية. وهي توجد قرب مصدر للماء أو عندما يكون الحوض الجوفي على مقربة من السطح أو على مجرى نهر تعرض للجفاف. ويستغل الإنسان بساتين النخيل في الواحات بشدّة (أنظر البشري أو الإنساني (أنثروبي)) وهي مناطق مروية تستعمل في الزراعة المكثفة المتعددة الزروع المتعددة.

الوادي (Wadi): كلمة عربية تستعمل اصطلاحاً للدلالة على النهر أو السيل المؤقت (أو السيل) الذي يتصف بصفات هيدرولوجية غير منتظمة في المناطق شبه القاحلة في الصحراء الكبرى. والوديان جافة معظم الوقت، ولكن يمكن أن تطوف بصورة عنيفة مفاجئة وخصوصاً في المناطق الجبلية. وهي تحمل كميات كبرى من الطين.

الورقة البسيطة (Simple): هي الورق التي يتألف نصلها أو سطحها من قطعة واحدة غير مركّبة. ومن الأمثلة عليها ورقة التين أو الزيتون.

الورقة المركبة (Compound leaf): ورقة تتألف من عدة صُفيحات تسمى «وُريقات». ومن الأمثلة عليها: نبات السنط أو الأكاسيا.

الوُريقة (Leaflet): جزء من ورقة النبات المركّبة.

ي

اليخْضُور (**Chlorophyll**): هو المادة الصبغية الخضراء الرئيسية في النبات. وفي التمثيل الضوئي، يحبس اليَخْضُور طاقة ضوء الشمس في المرحلة الأولى من عملية تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كيميائية أساسية لإنتاج المادة العضوية الكربونية أثناء التمثيل الضوئي.

اليونسكو (**UNESCO**): هي منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة. وتضع برامج اليونسكو المتصلة بالبيئة علوم البيئة وعلوم الأرض في خدمة التنمية المستدامة. وتُسهم هذه البرامج، فيما تُسهم فيه، في مكافحة التصحر. وبرنامج الإنسان والمحيط الحيوي (برنامج ماب) هو المسؤول عن معظم الأنشطة المتصلة بالتنوع البيولوجي. أما البرنامج الهيدرولوجي الدولي فهو يعالج المسألة الرئيسية فيما يتصل بموارد المياه والنظم الإيكولوجية بالعمل على الحد من التهديدات المحيطة بنظم المياه. وتجري معظم البحوث في حقلي الجيولوجيا وفيزياء الأرض برعاية البرامج البرنامج الدولي لعلوم الأرض.

مُطبَّعات النباتات
أعدّها أطفال في ورشة للرسم، ٢٠٠٦
© هيلين جيل

شكر وتقدير

نتوجه بالشكر بشكل خاص إلى الأشخاص المذكورين فيما يلي لمساهمتهم في مجموعة الموارد التدريسية هذه: جان– بيير أبلار، نيل كوبر، نينا كوبر، روغو كوفي فيانغور، كاتي لي، كاترين كيلبان، فريدريك ليتان، آنا بيرسيك، وإلى إيكول بيرسيفال شاتو، وإلى المصورين يان أرتوس– برتران، أوليفييه بريستن، ميشيل لو بير.

المدرسة

البلد/البلدة

الفصل

اسم المدرّس

دفتر الفصل

نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة

مجموعة موارد تدريسية لبلدان

الأراضي الجافة

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة

Programme sur l'Homme et la biosphère

Ecoles associées de l'UNESCO

مجموعة موارد تدريسية لبلدان الأراضي الجافة

نهج خلاق إزاء التعليم الخاص بالبيئة

المسؤول:
توماس شاف، اليونسكو

المحرر ومصمم المشروع:
هيلين جيل

الاستشارة العلمية:
ميشيل لو بير، توماس شاف

التنسيق والتصميم الإيكونوغرافي:
هيلين جيل
بالتعاون مع:
كاثي لي

التصميم الفني:
ميكانو، لورَن بتار
بمساعدة من ماريون مالبيرات
وكلير موريل فاتيو

المساعدة الإدارية:
ناتاشا لازيك
الحفر الضوئي:
نوم كرياتيف

الطباعة:
ل. م. غرافي

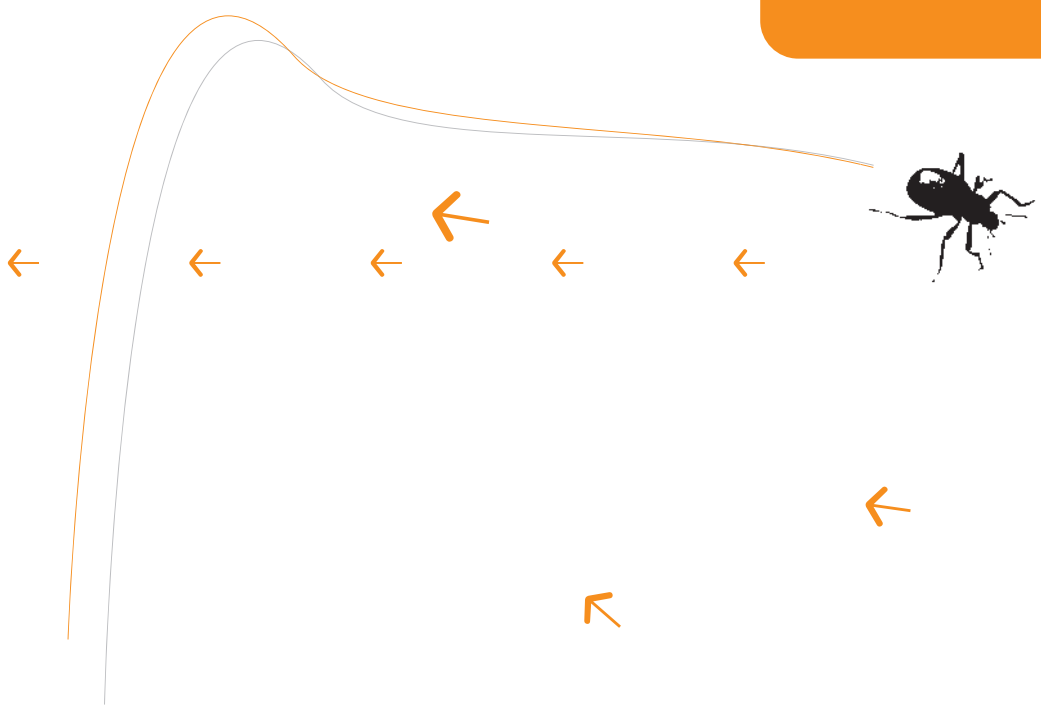
طبع على ورق غالاكسي أبيض سوبر مات مصقول
٣٠٠ غ ١٢٠ غ

صدر عام ٢٠٠٨ عن
برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (الماب) ، اليونسكو
1, rue Miollis
75732 Paris Cedex 15, France
البريد الإلكتروني: mab@unesco.org
www.unesco.orb/mab

© اليونسكو ٢٠٠٨

والآن جاء دوركم أنتم ...

تحَدّثوا عن النشاط!



لمَ يلزمنا دفتر الفصل؟

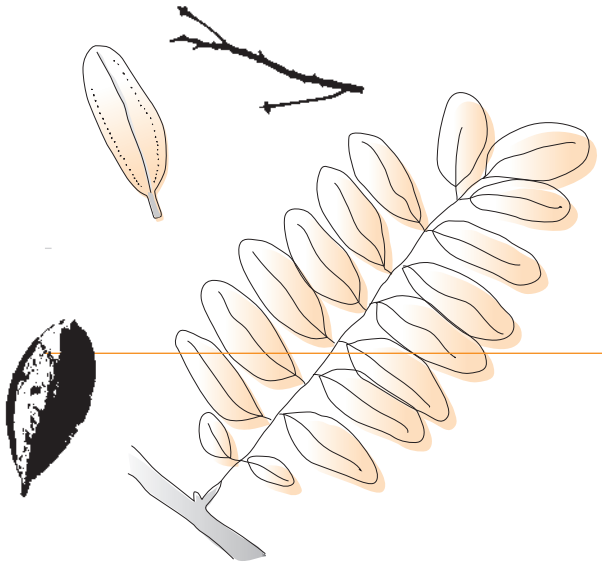
بعد الانتهاء من أحد الأنشطة في هذه المجموعة... هل أنتم مستعدون بأقلامِكم؟
إليكم هذا الدفتر، خصيصاً إليكم، وهو يتابع دليل المدرَّس.

تجدون في الدفتر صفحتين متقابلتين تتوازيان مع النشاط الذي انتهيتم لتوِّكم منه، فقد جاء دوركم أنتم الآن لملء فراغاته...
وبمساعدة من المدرِّس، يتوزع التلاميذ إلى مجموعات، ومع تنفيذ النشاط، تقوم كل مجموعة، على سبيل التناوب واحدة إثر الأخرى، بملء الصفحتين الموازيتين لذلك النشاط.

حاولوا أن تتذكروا التمرين الذي أجريتموه... حاولوا أن تسترجعوا أجواء ذلك النشاط...
ما هي مراحل النشاط؟ ما هي أهدافه؟
ما هي الصور والمشاهد التي تعلق بالذاكرة؟
هل هناك خطوة معينة من خطوات النشاط كانت موضع إعجاب خاص؟
صِفوا ذلك إن أمكنكم... باستعمال لغتكم وتعابيركم أنتم، والمصطلحات التي تعلمتموها.
أجيبوا على الأسئلة، ولا تنسوا الرسم وإضافة الألوان.
بين مختلف المواضيع أو العناصر أو الجزئيات، ما الذي ترك لديكم أكبر أثر أثناء تنفيذ النشاط معاً؟ هل يمكنكم وصف ذلك؟
حاولوا مراراً... واستعينوا بالرسم. فالمهم أن تحتفظوا بسجلٍ عن الأمر.

وإذا احتجتم إلى مساحة أكبر، يمكن استعمال صفحات الدفتر الأخيرة المخصصة للمزيد من الملاحظات والرسومات (انظر الصفحات ٤٤ إلى ٤٨).

وبعد أن يمتلئ الدفتر، أطلبوا من المدرِّس أن يستنسخ صورة عنه، وفي حال موافقة الفصل كله، يمكنكم أن ترسلوا نسخة عن الدفتر إلى إحدى المدارس الشريكة الأخرى في شبكة اليونسكو للمدارس المنتسبة (ASPNet).
وبمساعدة من المدرِّس، يمكنكم الاستفسار عن المدارس الأعضاء في الشبكة بالاتصال بالمنسق الخاص بكم من خلال مكتب اليونسكو في بلدكم أو بمراجعة صفحة هذا المشروع على: **http://www.unesco.org/education/asp**، وبهذه الطريقة يمكنكم تبادل الدفتر مع مدرسة منتسبة أخرى والمقارنة بين ما لديكم وما لديهم، كل في منطقته، من تجربة وملاحظات واكتشافات ونظم بيولوجية!



الفصل رقم ١ | النشاط رقم ١

العثور على الكنوز وجمعها

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

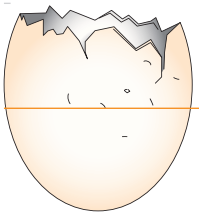
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

ماذا تعني عبارة المنطقة الإحيائية؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟

ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

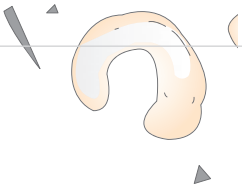


الفصل رقم ١ | النشاط رقم ٢

تركيب الأشكال على الأرض

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟



كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

لماذا يتعين على الأنواع أن تعتمد على بيئتها وعلى الأنواع الأخرى لكي تستطيع أن تعيش؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

الفصل رقم ١ | النشاط رقم ٣

الأرض والصخر والتعرية

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

كيف تؤدي التعرية الريحية إلى تدهور التربة الجرداء التي لا يوجد عليها نبات؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

الفصل رقم ١ | النشاط رقم ٤

لوحة ألوان طبيعية

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

ما هي الأصبغة الطبيعية (النباتية والمعدنية) التي يستعملها السكان للصبغ والتلوين (للمنسوجات والجلود والأخشاب والخزفيات والجدران وجسم الإنسان)؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

الفصل رقم ١ | النشاط رقم ٥

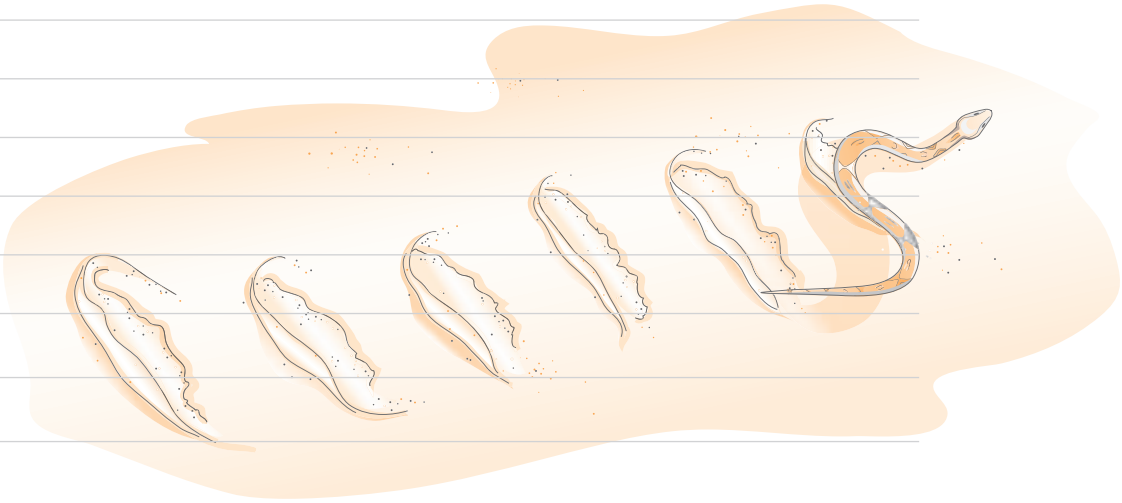
تعقب آثار الحيوانات البرية

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

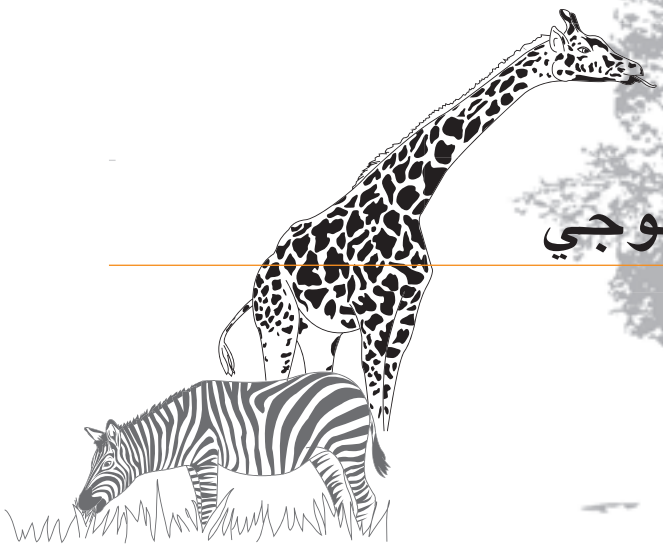
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



أي نوع من المعلومات يمكننا جمعها حول أشكال السلوك المتباينة لدى أنواع الحيوان من خلال تعقب الآثار والعلامات المختلفة التي تتركها الحيوانات؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ١ النشاط رقم ٦

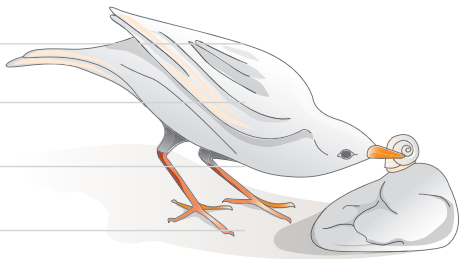
لوحة جدارية للنظام الإيكولوجي

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

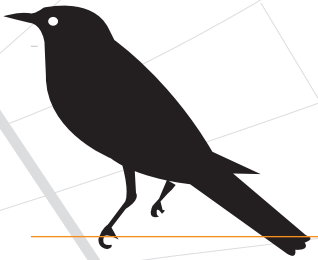
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



ما هي الأنواع التي تعمل كمنتجة أو مستهلكة أو كعامل تحلُّل في شبكة غذائية أو شبكة طعام درستموها بهدف فهم طبيعة النظام الإيكولوجي المحلي؟ (انظر الشكل في الصفحة ٢١ من دليل المدرِّس.)

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ١ | النشاط رقم ٧

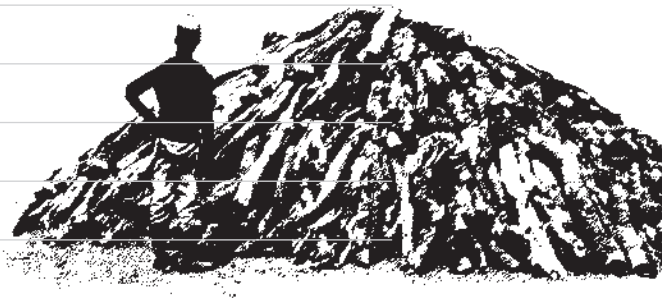
مسرحيات التنوع البيولوجي القصيرة: حلقات في شبكة الحياة

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



هل يمكنكم إعطاء أمثلة أخرى عن ممارسات زراعية تؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي في النظم الإيكولوجية للأراضي الجافة؟

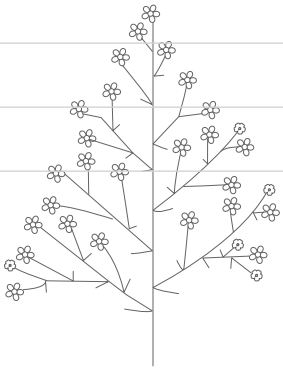
ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ١

خطوات نحو تفهم النبات والزهر

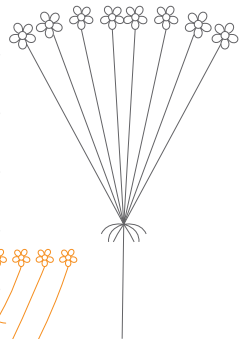
استعدوا وهيئوا أقلامكم!

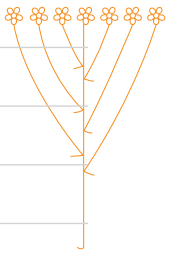
أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

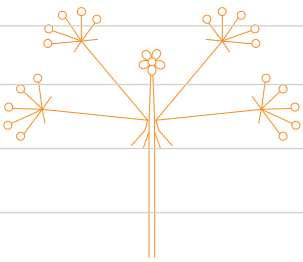


كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

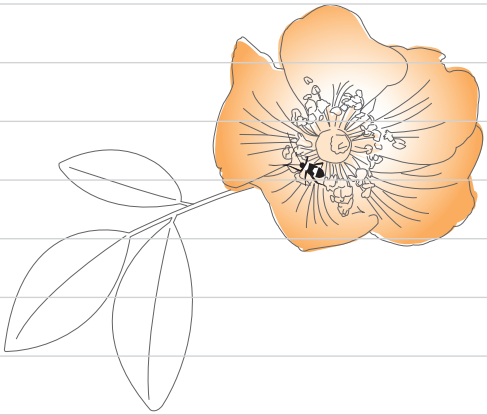






بين الأزهار التي تجدونها حولكم، هل يمكنكم إعطاء ثلاثة أمثلة مختلفة عن الإزهرار، وهل يمكنكم وصفها وتلوينها؟ وكيف يتم الإلقاح في هذه الأزهار؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ٢

الشكل والتصميم: تشريح بنية النبات

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

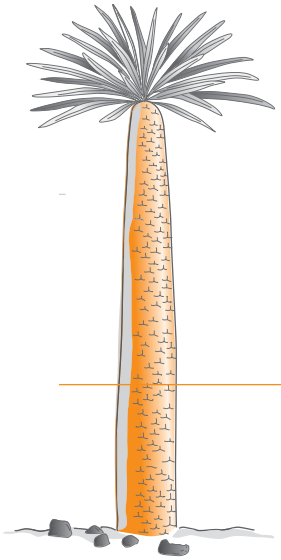
أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

ما هي العوامل الخارجية التي تجعل الشجرة تتخذ شكلاً غير نظامي وتحوّلها عن مسار نموها الطبيعي؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ٣

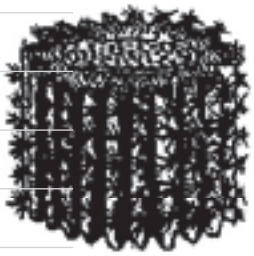
الحياة في المناطق الجافة:
كيف تتكيف النباتات مع الصحراء

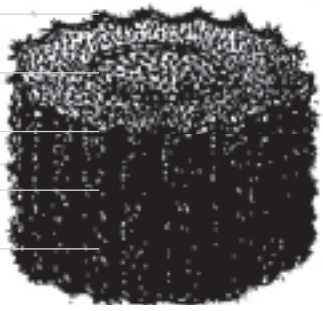
استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

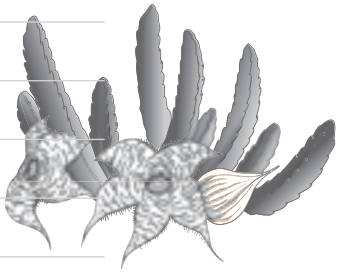
اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

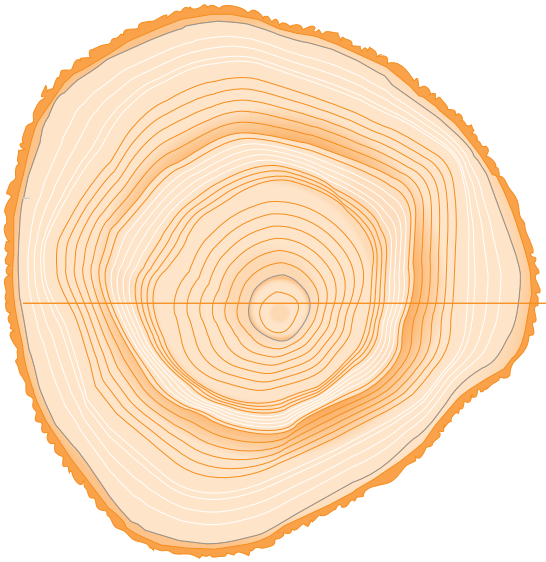




ما هي طرق التكيُّف المورفولوجي (التشكيلي) التي تلجأ إليها النباتات الصحراوية للحصول على الماء من جهة، وللحدّ من فقدان الماء من خلال النَتـْح، من جهة أخرى؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...





الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ٤

الشجرة كنظام إيكولوجي

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

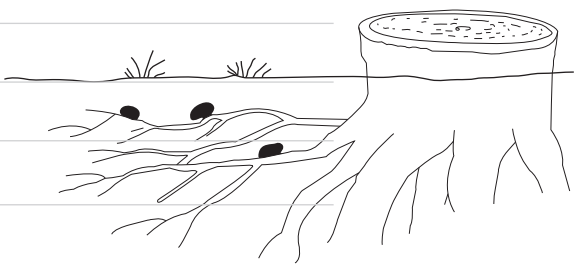
أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

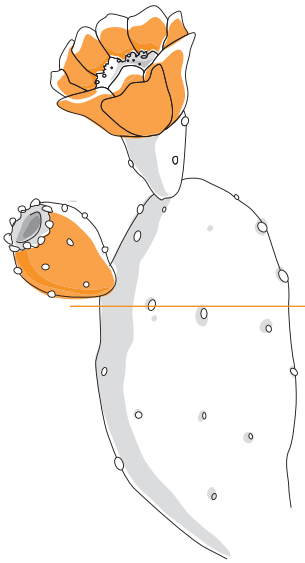
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

ما الهدف من وجود جذور للنباتات، وما هو بالتحديد دور الجُذيْرات؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...





الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ٥

إعداد كشفٍ بالنباتات المفيدة

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

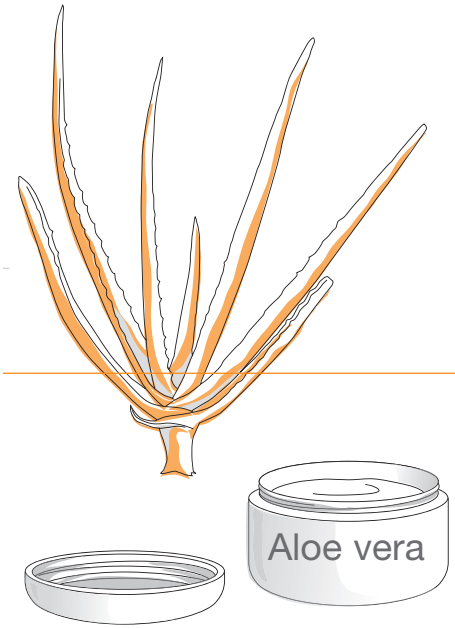
أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

هل تعرّفتم على نبتة تصلح في آن واحد للطعام وللأغراض الطبية ولتشييد المساكن؟ ما اسمها وهل يمكنكم وصف استعمالاتها بالتفصيل؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ٦

النبات كشعار يَتَيَمّنون به

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

في ظل أية أحوال يمكن لنوع من النبات له منافع خاصة للسكان أن يحقق تجدده في إطار النظام الإيكولوجي؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

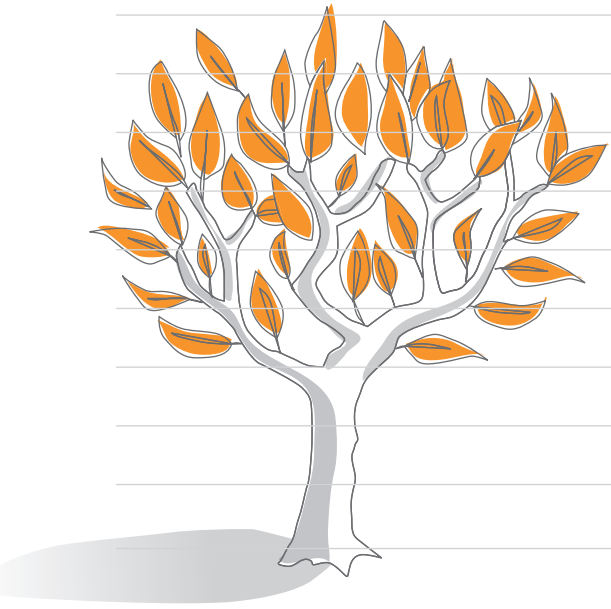
الفصل رقم ٢ | النشاط رقم ٧

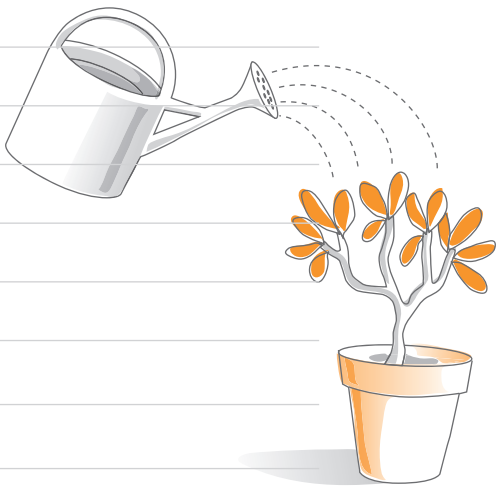
الحديقة التجريبية

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

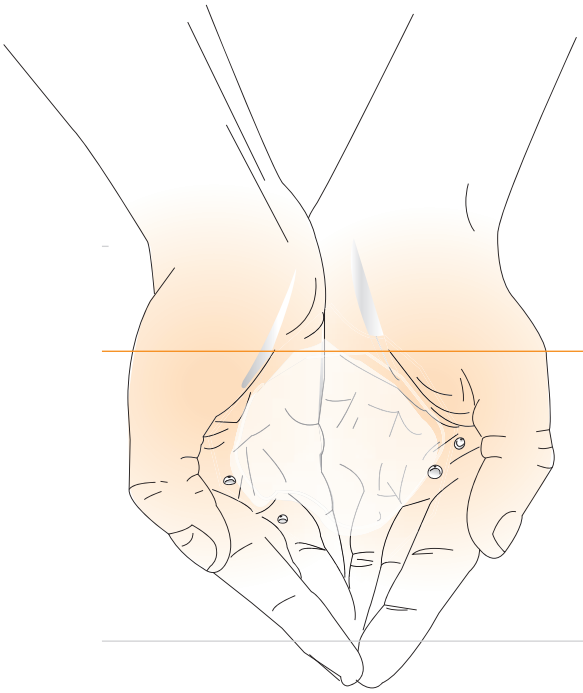
اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟





ما هي النتائج التي يمكن أن تستخلصوها من تجاربكم العملية في حديقة النباتات، ومن تمارين الغرس والاستنبات في المشتل ومن تمارين نقل الغرسات والبذار وأخذ القُطيعات؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٣ | النشاط رقم ١

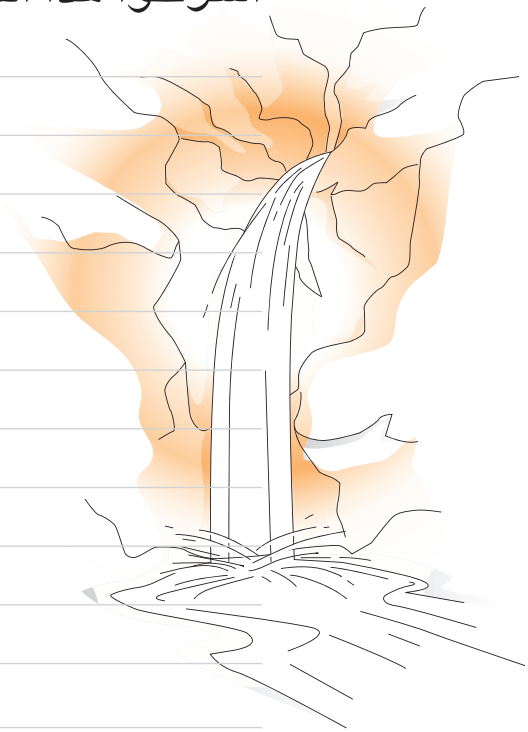
قصيدة: الماء مصدر الحياة

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



ما هي صور الماء التي ترمز إلى خصائصه في التنشيط والتخصيب والتطهير؟ هل يمكنك وصفها ورسمها؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

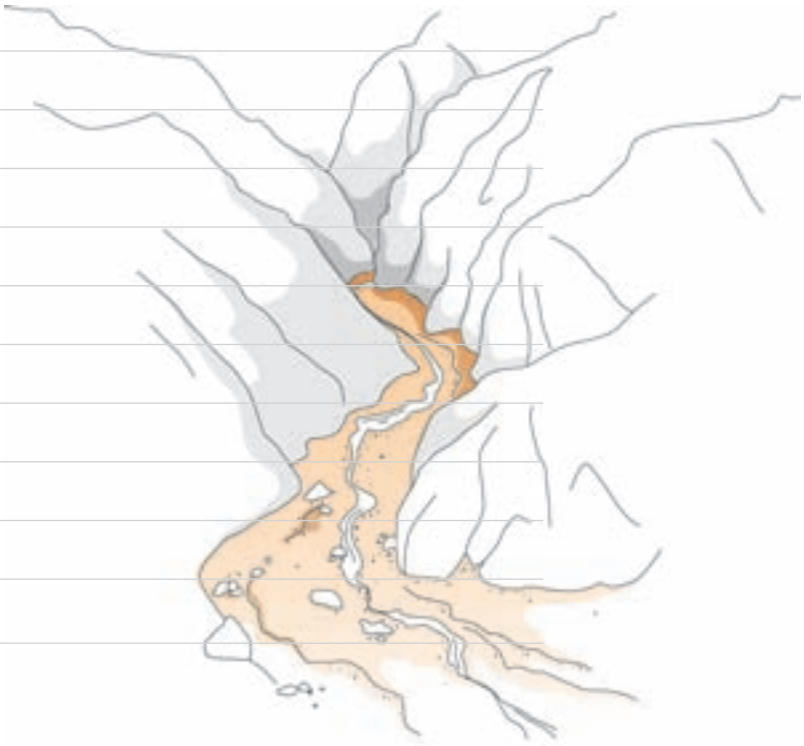
الفصل رقم ٣ | النشاط رقم ٢

الرسم بالألوان والسيولة، والشفافية: الماء والحواس

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

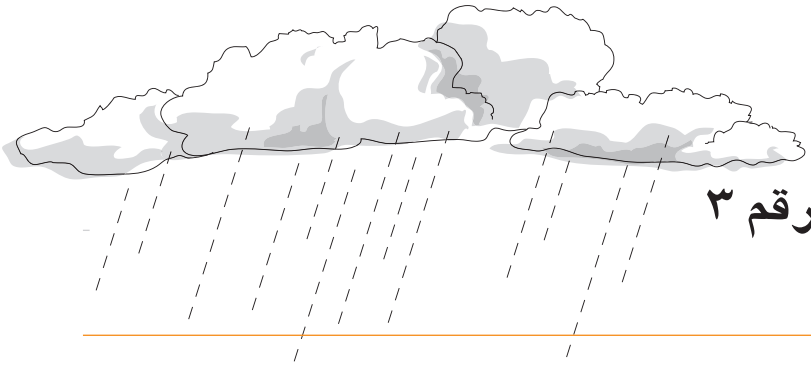
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



ما هي الآثار التي يخلفها الماء في الطبيعة؟ أي ما هي آثار سيولته وقدرته على الجريان وعلى التسبب في التحات؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٣ | النشاط رقم ٣

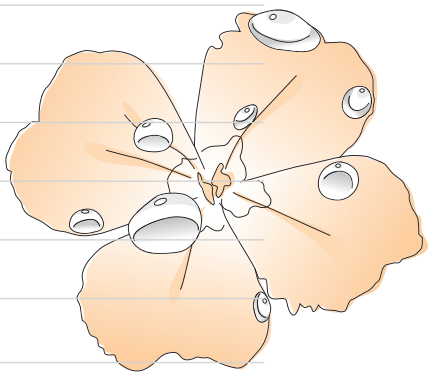
الدورة المائية

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

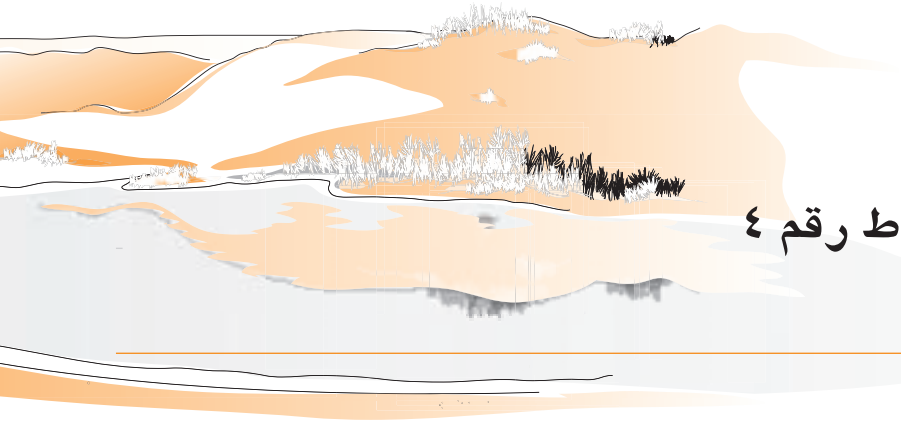
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



هل يمكنكم وصف المراحل المتعاقبة في الدورة المائية؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٣ | النشاط رقم ٤

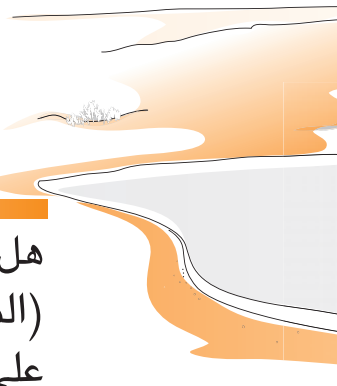
يوميات موْرد ماء

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

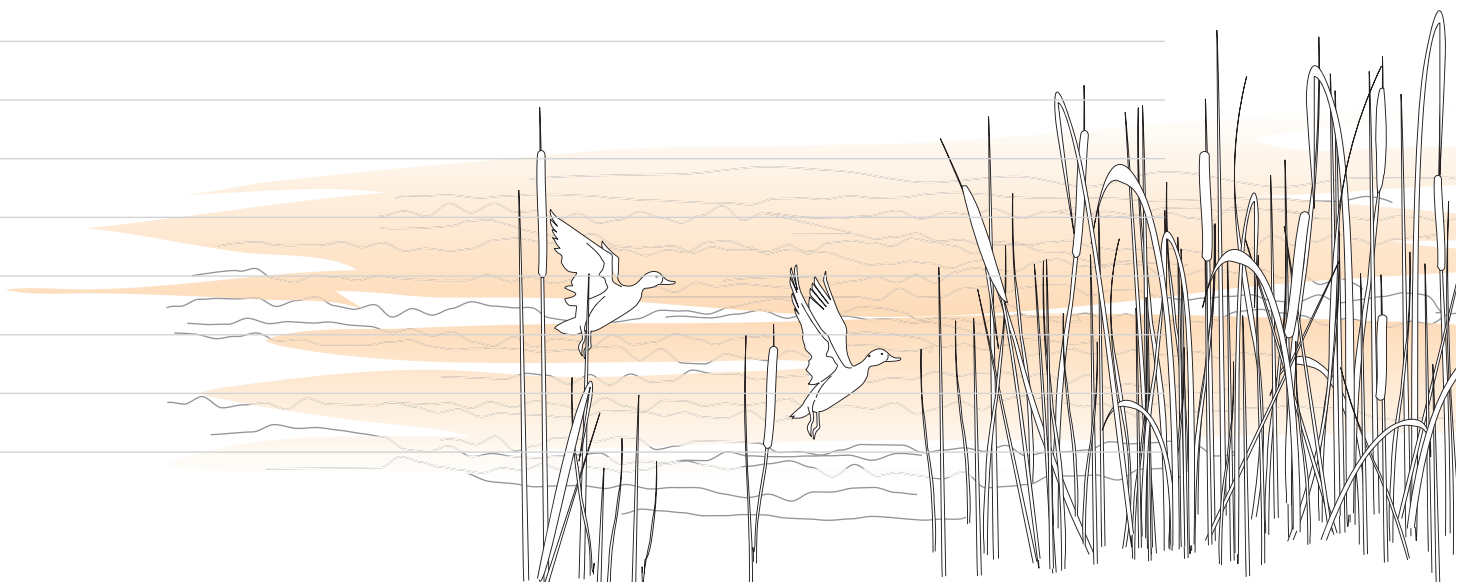
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



هل يمكنكم أن تحددوا الوظائف الإيكولوجية والنفعية لموارد الماء السطحية (البركة والقلتة والسيل) التي تعرفونها في منطقتكم، وأن تضربوا الأمثلة على هذه الوظائف؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



الفصل رقم ٣ | النشاط رقم ٥

تأمين المياه النظيفة للقرية:
خريطة وشريط من رسومات الكرتون

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟

ما هي أنواع السلوك لدى السكان التي يمكن اعتبارها غير ملائمة أو ضارة لإدارة الموارد المائية الطبيعية وصونها؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟ هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...

استعدوا وهيئوا أقلامكم!

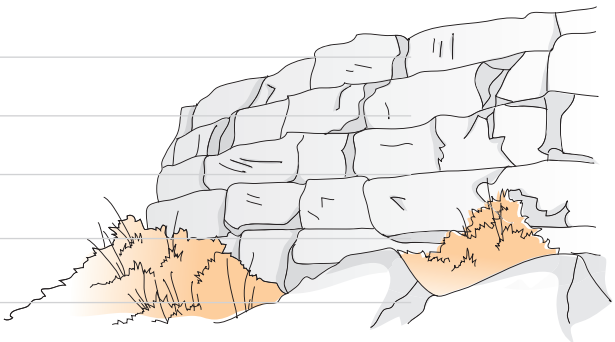
الفصل رقم ٣ | النشاط رقم ٦

نظام إدارة مياه القرية في لوحات من الجبس «فريسكو»

أين ومتى قمتم بهذا النشاط؟

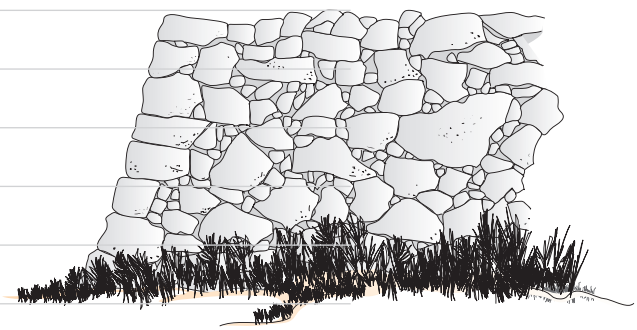
كيف أجريتموه؟

اشرحوا هذا النشاط بمزيد من التفصيل؟



ما الذي كان مصدر متعة خاصة بالنسبة لكم في إعادة اكتشاف الأساليب التقليدية لاستغلال المياه السطحية والجوفية وجمعها ونقلها؟

ما هو العنصر (أو الشيء) الذي ترك لديكم أقوى انطباع أثناء تنفيذ النشاط ؟
هل يمكنكم وصفه؟ رسمه؟ تلوين صورته؟
ألصقوا صوراً يمكن أن تكونوا قد أخذتموها أثناء التمرين...



ملاحظات ورسومات

ملاحظات ورسومات

ملاحظات ورسومات

ملاحظات ورسومات

ملاحظات ورسومات

أسماء التلاميذ في الفصل

منظمة الأمم المتحدة
للتربية والعلم والثقافة

Programme sur l'Homme
et la biosphère