منظمة الأمم المتحدة
للتربية والعلم والثقافة

عالم العلوم

نشرة إعلامية فصلية
عن العلوم الطبيعية

المجلد ١١، العدد ٣
تموز (يوليو) – أيلول (سبتمبر) ٢٠٠٩

في هذا العدد

موضوع الأولى

٢ مهمة نحو المريخ

أخبار

١١ الأمم المتحدة: خطر حدوث كارثة يتزايد

١١ ٢٢ محمية جديدة للمحيط البيئي

١٣ الرأس الأخضر، ينضم إلى شبكة المحيط الافتراضي

١٣ مكتبة رقمية عالمية

١٤ «الأطلس العالمي للقرود الكبيرة» بالفرنسية الآن

مقابلة

١٥ «كلوديو تونيز» خارج أفريقيا

آفاق

١٨ تعلّم العيش مع الجفاف في أوروبا

٢١ فومة (رشّة) ملح

باختصار

٢٤ أجندة

٢٤ صدر حديثًا

الافتتاحية

مشينا فوق سطح القمر

في العشرين من تموز (يوليو)، قبل ٤٠ عامًا، مشى أشخاص على القمر. وإذا كان تصديق هذا صعبًا، فإن هذا الإنجاز قد يتمّ تخطّيه خلال القرن الحالي، إذ إن وكالة «ناسا» بدأت تخطط لإنشاء محطة دولية فوق كوكب المريخ، في غضون السنوات الثلاثين المقبلة. وقد يستطيع أبناؤنا، ليس فقط مشاهدة صور أشخاص يسيرون فوق سطح المريخ، بل حتى، بالنسبة إلى البعض منهم، أن يكونوا عناصر من ضمن الطاقم. لذلك تصوّرنا سيناريو «مهمّة نحو المريخ»، في هذا العدد، للفت انتباه قرائنا الشباب.

بعد مرور ٤٠ عامًا على السير فوق القمر، نحتفل هذا العام، بتاريخ آخر من تواريخ المكتسبات الإنسانية. ففي ٢٤ تشرين الثاني (نوفمبر) ١٨٥٩، نشر «تشارلز داروين» كتاب «أصل الأجناس». وعرض فيه النظرية القائلة بأنّ الأجناس تتطوّر على مرّ الأجيال، بفضل عملية انتقاء طبيعية تنمّي الخصائص الوراثية التي يمكن أن تحسّن حظوظ جسم ما، للعيش لفترة كافية من الزمن من أجل التكاثر. ومنذ ١٥٠ سنة نجحت علوم «الإحاثة» و«الأجنّة»، و«التشريح»، وغيرها من العلوم الأخرى، في تكوين المزيد من الاكتشافات التي تدعّم نظرية التطوّر.

وقد تمّ الحصول على إثباتات وبراهين جديدة على صحتها، حتى من قطاع غير متوقّع، هو الفيزياء النووية. و«كلوديو تونيز»، من مركز «عبد السلام» الدولي للفيزياء النظرية التابع لليونسكو، يشرح على هذه الصفحات كيف أن أجهزة مقياس الزمان والميكروسكوبات العاملة بالأشعّة السينية، والتي تمّ تحسين إدائها بفضل أبحاث في الفيزياء الأساسية، تساعد على استعراض مسار تطوّر الإنسان، وانتشاره وتشتّته خلال المليوني سنة الأخيرة. والبروفسور «تونيز» شارك في البندقية (إيطاليا) بين ٢٧ نيسان (أبريل) و١٤ أيار (مايو)، في سلسلة من اللقاءات والمعارض بشأن مسائل أساسية للتطور. وهذه الفعاليات كانت من تنظيم معهد البندقية للعلوم البيولوجية، ضمن إطار الذكرى المئوية الثانية لمولد داروين.

ولقد قيل إن كتاب «أصل الأجناس»، كان واحدًا من أمرين اثنين ساهما في الفكرة القائلة بأن الإنسانية كوّنت نفسها بنفسها، والآخر، هو نظرية «نيكولاس كوبرنيك» حول «ثورات الكرات السماوية»، حيث برهن أن الشمس، وليس الأرض، هي في مركز نظامنا الشمسي. ومقاومة علماء اللاهوت في ذلك العصر، كانت قوية لدرجة اضطر معها كوبرنيك إلى الانتظار حتى قبيل ساعة موته، لكي ينشرها في عام ١٥٤٣.

وعندما وضع «نيل أرمسترونغ» قدمه على سطح القمر، قال: «هذه خطوة صغيرة للإنسان، لكنها خطوة عملاقة بالنسبة للإنسانية». وكوبرنيك وداروين، كان بوسعهما القول مثل هذا الكلام، خلال تسليمهما مخطوطاتهما إلى الناشرين. إنها خطوة صغيرة من جانبهما، لكنها خطوة عملاقة للإنسانية، فبفضلهما، يعرف تلامذة العالم كله، من هم ومن أين جاؤوا وأين يذهبون. «إن التفكير العلمي هو التراث المشترك للإنسانية»، هذا ما قاله «عبد السلام»، الحائز على جائزة نوبل. ومهما كانت جنسية الرجال والنساء الذين سيضعون، يومًا ما، أقدامهم على سطح المريخ، فإنهم سيكونون مدينين كثيرًا للروّاد الذين وطئت أقدامهم أرض القمر قبل قرن من الزمن.

والتر ايرديلين
مساعد المدير العام للعلوم الطبيعية

مهمة نحو المريخ

©NASA/Pat Rawlings

تصوُّر فنّي لمحطة بشرية فوق المريخ. حيث رواد الفضاء في الأخدود الكبير «فال مارينيريس». وفي المؤخرة، نلمح بركان «بافونيس مونس».

عندما سألت «مولي»، الفتاة الصغيرة، ذات السنوات التسع، لماذا كانت تبحث بنشاط بارز، عبر الإنترنت، عن ثياب دافئة، أجابت ببساطة: «لقد قرّرت، عندما أكبر، أن أصبح مصممة أزياء للحيوانات أو طبيبة بيطرية، فوق سطح كوكب المريخ». إن مولي، تنتمي إلى الجيل الأول من البشر الذين لم يعد هذا الاحتمال، بالنسبة إليهم، ضربًا من ضروب علم الخيال. «سأحتاج إذًا، إلى جوارب دافئة، دافئة للغاية»، كما أكدّت على ذلك «مولي».

وقد علمت «مولي» للتوّ أن رائد الفضاء السابق لدى وكالة الفضاء الأميركية (ناسا)، «دون توماس»، قام بأول رحلة فضائية له وهو في الـ٣٩ من عمره. وإذا انطلق أشخاص في اتجاه المريخ، خلال السنوات الثلاثين المقبلة، كما أعلنت وكالة «ناسا»، فإن عمر «مولي» سيكون بالضبط في هذا المستوى. وفي أيامنا هذه، يستطيع جميع أطفال العالم، بشكل منطقي، تسجيل اسم المرّيخ على لائحة الأحداث المحتملة التي تؤثر على أعمالهم ومهنهم. ولقد بدأت الوكالات الفضائية في العديد من الدول بالعمل معًا من أجل الإعداد المسبق لمهمّات علمية نحو القمر، والمريخ وما وراءهما. وقبل أن أدعها تُدرج المريخ على لائحتها الخاصة بالأماكن العشرة التي تفضّل العيش والعمل فيها، سوف أشرح لـ«مولي»، أنه سيكون علينا أخذ الوقت من أجل التعلّم أكثر عن الكوكب الأحمر. وفي نهاية المطاف، قد يلزمنا ما هو أكثر من جوارب دافئة وساخنة.

تريد «مولي» أن تعرف كم يلزمنا من الوقت للوصول إلى المريخ لأنها يجب أن تعرف ماذا يجب أن تحمل معها. وسأسألها ما هي المسافة التي تعتقد أنها تفصلنا عن المريخ. وهي تجيب: «لقد تعلّمنا في المدرسة أن الأرض تبعد مسافة ١٥٠ مليون كلم عن الشمس، فيما المريخ يبعد، في المعدّل العام، ٢٢٨ مليون كلم عن الشمس».

وأنا سأحذّرها من أن الأمر ليس بهذه البساطة. وهذا لا يعني أن المسافة بين الأرض والمريخ، تكون دومًا ٧٨ مليون كلم. فالأرض والمريخ يدوران حول الشمس بسرعات مختلفة، وعلى مدارين مختلفين. ومدار الأرض هو أقرب للشكل الدائري مما هو مدار المرّيخ. والمسافة بين هذين الكوكبين تتغيّر إذًا كثيرًا، بين ٥٥ و٢٥٠ مليون كلم. وانطلاقًا من أنهما يتحرّكان، الواحد بالنسبة إلى الآخر، يجب أن نعمل بشكل يجعل مسار المركبة الفضائية يتقاطع مع مدار المريخ. وهذا الإلتقاء، (التقاطع)، المعروف باسم «نافذة التصويب»، لا يتم إلاّ مرّة كل ٢٦ شهرًا. وسواء تعلّق الأمر بإعداد رحلة إلى المريخ، أو بالعودة منه، فإن التوقيت يجب أن يتم احتسابه بعناية فائقة. فالعلماء والمهندسون يدرسون الميكانيكا الجوية، أو «الميكانيكا المدارية» بغية تقرير لحظة الإطلاق. وإذا رغب أخوك أو أختك أن يصبح من هذا النوع من الميكانيكيين، يا مولي، فإنه سيكون من مصلحتهما الانتباه الشديد خلال حصص تدريس الرياضيات في المدرسة.

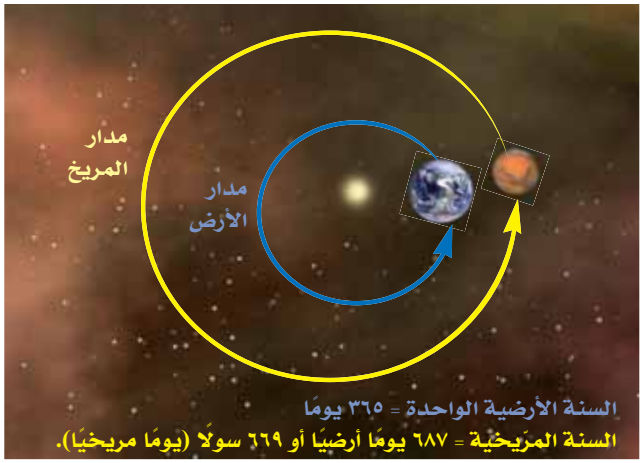
©Susan Hoban

مولي تتأمل مصغّرها التصميمي للمركبة المريخية غير المضغوطة، الذي صنعته صباح يوم سبت

السفر إلى المريخ

الطيران صوب المريخ، قد يستغرق ما بين ٦ إلى ٩ أشهر، وذلك حسب الهيئة أو التشكيلة المدارية، وميزانية الوقود للمهمة. فكلفة الرحلة يمكن أن تكون «كبيرة بحجم الفلك» إذا صحّ التعبير، لدرجة أن الوكالات الفضائية المساهمة في مهمة كهذه، سوف تبذل جهودها لتخفيض السرعة، من أجل التوفير في الوقود، وانتظار نافذة مناسبة للتصويب من أجل الذهاب والإياب. فتسعة أشهر، مدة طويلة بالنسبة إلى رحلة في الفضاء الخارجي، إذ لسنا بحاجة إلى أكثر من ٣ أيام للوصول إلى القمر.

وفي الحقيقة، هناك بعض الأشخاص الذين أمضوا أكثر من تسعة أشهر في الفضاء. والرقم القياسي في هذا المجال يحتفظ به «فاليري بولياكوف»، الذي عمل على المحطة الفضائية الروسية «مير» لمدة ٤٣٧ يومًا. وعلى غرار رواد الفضاء في «مير»، فإن أفراد طاقم الرحلة إلى المريخ، سيعيشون في محيط من انعدام الجاذبية. وفي عالم بدون جاذبية، فإن كل نشاط يومي سوف يتحوّل إلى مغامرة. فماذا يعني أن يكون رأسك إلى الأسفل، في حال انعدام الجاذبية من أجل تحديد الأسفل؟



صورة مقتبسة عن: www.universetoday.com/guide-to-space/mars/distance-from-earth-to-mars/

هذه الصورة تظهر فيها الأرض قريبة من المريخ. وبما أنهما يدوران حول الشمس بسرعات مختلفة، فإن مداريهما لا يسمحان لهما بالاقتراب أكثر الواحد من الآخر. ومدارات الكواكب حول الشمس تدعى «إهليلجات». والاختلاف (المركزي) أي التباعد عن المركز هو قياس لمدى اختلاف شكل الإهليلج عن شكل الدائرة. فالدائرة هي إهليلج ذو إختلاف مركزي يساوي صفرًا.

لم يتطوّر جسم الإنسان في محيط من انعدام الجاذبية. وقد أظهرت دراسات أن البقاء لفترة طويلة خارج نطاق الجاذبية، يؤدّي إلى تضاؤل الكتل العضلية والعظمية، حيث إن الكائن البشري، في الفضاء، يخسر ما بين واحد إلى ٢٪ من كتلته العظمية في الشهر الواحد. فانخفاض قوة الجاذبية يسهّل عمليات التحرّك، غير أن العضلات والعظام بحاجة إلى العمل من أجل الحفاظ على قوّتها ونشاطها. إذًا، خلال رحلة الطيران الطويلة إلى المريخ، سيترتّب على أفراد الطاقم ممارسة الرياضات والحركات السويدية، بغية الحفاظ على نشاطهم الجسدي، وذلك بصورة منتظمة ومكثّفة. وما المانع من إضافة مدرّب أو مدرّبة للرياضة البدنية على طاقم الرحلة إلى المريخ؟

إن انعدام الجاذبية أمر ليس له سوى سيّئات. فتصوّروا أننا نقلب كوبًا مليئًا بالحليب، رأسًا على عقب، في مكان تنعدم فيه الجاذبية. فهل هذا العمل يُسفر عن أضرار؟ كلا. فالحليب يشكل نقاطًا معلّقة في الهواء. وفي الواقع، أنت لا تسكب أبدًا شرابًا في وعاء مكشوف. ففي غياب الجاذبية التي تؤدّي إلى «إنـزال» السائل، لن يكون هناك أي سبب لبقائه في الكأس. وعلى متن المركبة الفضائية، يتم في العادة، تخزين المشروبات بشكل مجفّف، لكي يعاد السائل إليها في جيب، حسب الحاجات. وتمتلك وكالة ناسا في مركز جونسون الفضائي، مختبرًا للأنظمة الغذائية الفضائية، حيث تُجري أبحاثًا على هندسة هذه الأطعمة والأغذية وتكيُّفاتها. وماذا لو أضفنا اختصاصيّ تغذية أو اختصاصية إلى الطاقم الذي يستعد للسفر إلى المريخ؟

على عناصر الطاقم ألاّ يتعلّموا كيف يأكلون ويمارسون التمارين الرياضية، للحفاظ على رشاقة أجسادهم في محيط تنعدم فيه الجاذبية تقريبًا، فحسب، بل عليهم ايضًا أن يُعدّوا أنفسهم خلال الرحلة، بشكل متواصل، لتعوُّد العيش فوق المريخ. وعالم المريخ سيكون جديدًا ومشوّقًا، ومختلفًا كليًا عن عالم الأرض. ولا بأس أن نعرف ماذا تشبه الظروف الخارجية للمريخ، بغية تكوين فكرة عما سيكون في انتظار مولي وأصدقائها الذين سيسافرون إلى هناك.

العثور على الماء فوق سطح المريخ

عندما أطلب من مولي أن تقول لي ماذا تعرف عن المريخ، تبدأ بالقول: حسنًا... إنه أحمر». صحيح، يا مولي، فهذا الكوكب يدعى غالبًا بـ«الكوكب الأحمر». وعندما أسألها عن السبب الذي يجعلها غير متأكدة من ذلك. فالحقيقة هي أن اللون الأحمر ناجم عن الصدأ أي أوكسيد الحديد من التربة، الذي يمنحه هذا اللون. وهذا أحد أول الأمور التي ستلاحظينها لدى اقترابك من المريخ.

وعند الهبوط، ستلاحظين بسرعة أنه لا توجد مياه سائلة. فالجو بارد للغاية. ونحن نعرف منذ زمن بعيد أن «الكمّات» القطبية تحوي مياه مجلّدة، و«ديوكسيد» الكربون المجمّد (الجليد الجاف). وتسأل مولي: «ألا توجد مياه إذًا على المريخ؟ فكيف نشرب ونغتسل؟». وهذا سؤال جيّد.

صورة للمريخ، التُقطت في ٢٦ آب (أغسطس) ٢٠٠٣، بواسطة تلسكوب هابل الفضائي. في الفضاء الخارجي، لا تتأثّر طاقة التلسكوب بالأنوار. ولذلك، فإن صورة هابل هي أوضح بكثير، وألوانها أوضح من الصورة التي يمكن رؤيتها إنطلاقًا من الأرض. والمناطق القطبية للمريخ، المعروضة هنا، مكوّنة من مزيج من جليد الماء وثاني أوكسيد الكربون الصلب. وقرب القطب الجنوبي، يوجد هذا الجليد على متر واحد تحت السطح تقريبًا. وهذه الطبقات تزداد سماكة أو تضعف سماكتها، حسب الفصول، التي تمتد لفترات تساوي ضعفي فترات الفصول على الأرض، وذلك بسبب ابتعادها الأكبر عن الشمس. ويحدث أن خزانات المياه التحأرضية، تتفجّر فوق السطح بشكل ينابيع، لكن المريخ بارد جدًا، وفضاؤه دقيق لدرجة لا تسمح له بالإحتفاظ لفترة طويلة بالمياه السائلة فوق سطحه. ومن غير المحتمل أن هذا الجليد يمكن أن يساهم في نشوء نوع من الحياة يحتاج إلى الماء السائل، لأنّ الحرارة منخفضة جدًا: ١٢٨ درجة تحت الصفر، خلال ليالي فصل الشتاء.

الصور: NASA

عناصر من الطاقم، يتقاسمون وجبة طعام على متن المكوك الفضائي «كولومبيا». في الفضاء يشكل سقف أحدهم أرضية للآخر.

في العام الماضي، هبطت المركبة الفضائية «فونيكس» فوق سطح المريخ، بغية إجراء دراسة عن الجليد قرب القطب الشمالي، والبحث عن جزئيات عضوية في التربة. وقد عثرت البعثة في التربة على كمية كبيرة من جليد المياه على شكل صقيع. إذًا، يوجد ماء على المريخ، لكنه مجمّد. إن تصوّر كيفية استخدامه لتلبية الحاجة الإنسانية، يشكّل مشروعًا للمهندسين في الفضاء. ولذلك لا بدّ من إضافة متخصص أو متخصصة في علوم «الهيدروجيولوجيا»، إلى طاقم الرحلة إلى المريخ.

وفي انتظار ذلك، طوّر العلماء طرقًا ووسائل لإعادة تكرير المياه المبتذلة، وهي تقنية قد تظهر مدى فائدتها بالنسبة إلى مهمّة بعثة على المريخ. وفي تشرين الثاني (نوفمبر) ٢٠٠٨، تمّ شحن جهاز «واتر ريكوفري» الذي طوّرته كلية ميتشيغان

عضو الطاقم «إيلين بيكر» تمارس رياضة قيادة الدراجة داخل مركبة الفضاء «كولومبيا». ومن الضروري تشغيل العضلات خلال الطيران، بغية الحفاظ على قوّتها ونشاطها، لأنها تبذل جهدًا أقل في جو من الجاذبية الضعيفة.

الصورة: Wikipedia Commons

خلال إجراء اختبار حول إمكانية إقامة مستوطنة فوق القمر أو فوق المريخ في يوم من الأيام، تم حبس ثمانية متطوّعين من ١٩٩١ حتى ١٩٩٣، داخل مجمّع مقفل أطلق عليه اسم «بيوسفير». وهذا المجمّع، الذي أُنشئ في الولايات المتحدة، تضمّن عدة أشكال من الأنظمة البيئية، مثل الصحراء، والمحيط والغابة، والبرية. ومع أنه كان من الضروري، إدخال الأوكسيجين، بشكل دوري، إلى داخل المجمّع، ومع أن الزراعات قد انعدمت، فإن هذه التجربة التي امتدّت على مدى عامين، قد علّمتنا الكثير بشأن كيفية تصوّر المستوطنات في الفضاء الخارجي.

التكنولوجية، في الولايات المتحدة، لصالح محطة الفضاء الدولية، التي تدور في مدار على مسافة ٣٥٠ كلم فوق الأرض. ومنذ وقت طويل، يقوم رواد الفضاء في المحطّة بإعادة تكرير كل نقطة ماء، يمكن أن تتبخّر من الحمّام، أو من المياه المستخدمة لتنظيف الأسنان، أو غسل اليدين أو لحلاقة الذقن، وحتى من عرق الجسد.

وجهاز «واتر ريكوفري» الجديد، يذهب إلى أبعد من ذلك، فهو يعيد تكرير البول، ويحوّله إلى مياه صالحة للشرب. ويتم تقطير البول قبل وضعه داخل جهاز لمعالجة السوائل الأخرى التي تم جمعها. وهو يلتقط الأجسام الصلبة مثل الوبر والشعر، ثم تنتقل المياه المبتذلة، ببطء إلى سلسلة من الفلاتر التي تزيل جميع المواد الملوّثة، مثل الميكروبات. وأخيرًا، يقوم جهاز «مفاعل» بتفكيك المواد الملوّثة المتبقّية وتحليلها، وتحويلها إلى ديوكسيد الكربون، وإلى مياه، وإلى بعض الأيونات.

رسم مركبة استكشاف مثل «سبيريت» أو «أوبورتيونيتي»، اللتين تجوبان أرض المريخ منذ العام ٢٠٠٤.

الصورة: NASA

جليد مزروق فوق سطح المريخ، تم تصويره العام الماضي في منطقة القطب الشمالي، بواسطة مركبة «فونيكس»

الصورة: NASA Finding water on Mars

ترتيب الإقامة على المريخ

نحن نعرف منذ زمن بعيد أن الطقس في المريخ أشد برودة بكثير منه على الأرض. وتهزأ «مولي» قائلة: «لم نكن بحاجة إلى إرسال مركبة فضائية إلى المريخ لنعرف هذا، لأن المريخ أكثر بعدًا عن الشمس». حسنًا، ولكن إلى أي حدّ هو أشد برودة؟ إن تقديرات الحرارة شديدة الاختلاف والتغيّر، غير أن المؤكد هو أن الحدود القصوى للبرودة على المريخ تتخطّى كل ما هو معروف على الأرض. فدرجة الحرارة تهبط حتى ١٢٨ درجة مئوية تحت الصفر، خلال ليالي الشتاء.

ولكي يستطيع بشر البقاء أحياء لوقت طويل في جو بهذه البرودة، سيكون من الضروري تحسين تكنولوجيا التركيبات والترتيبات الفضائية، ووسائل التدفئة، وعزل مساكن أفراد الطاقم على المريخ. وهذا يعني أن هناك الكثير من العمل بانتظار المهندسين المدنيين والمعماريين من أصحاب الخيالات الواسعة. ولذلك يجب إضافتهم إلى لائحة المشاركين الضروريين في مهمة استكشاف المريخ.

بدلة فضائية للمريخ

تكوّن البدلة الفضائية، بحدّ ذاتها، مكانًا معقّدًا للسكن. فعليها أن تنظّم الضغط والحرارة، بالتزامن مع إنتاج الهواء الصالح للتنفّس. وأية بدلة فضائية يجب أن تحمي الأشخاص من الأشعة الخطيرة، ومن الجزئيات الصغيرة، مع الإبقاء على ما يكفي من المرونة لكي لا تعرقل التحرّكات.

والتشكيلات التي أجراها روّاد الفضاء فوق القمر، لن تكون مناسبة للشروط فوق سطح المريخ، الذي تفوق جاذبيته جاذبية القمر. وسيتوجب العمل إذًا، من أجل جعلها خفيفة بما يكفي، لكي لا تُتعب رواد الفضاء، وصلبة بما يكفي لمقاومة التآكل في محيط ذي غبار كثيف.

راجع أيضًا:
/www.austronautix.com
craftfam/spasuits.htm

©Susan Hoban

هذا نموذج لبدلة فضائية خاصة بوكالة ناسا.

إستكشاف المريخ

وهكذا، فإنه بعد ترتيب قاعدة إقامة الطاقم، يأتي وقت التحرّك نحو استكشاف الكوكب الأحمر. ولكي نستطيع التنقّل، سنكون بحاجة إلى آليات إستكشاف شبيهة بالآلية التي يجري اختبارها حاليًا في صحراء أريزونا (أنظر الصورة).

والمريخ، كنقطة جذب سياحية، هو غني بالمواقع الجميلة. فهو يمتلك مثلًا، أكبر «أخدود» (كانيون) في النظام الشمسي، وأيضًا أعلى جبل في هذا النظام، ويدعى «اولمبوس مونس»، ويبلغ ارتفاعه حوالى ٢٧ كلم، فيما ترتفع قاعدته ٦٠٠ كلم. و«أولمبوس مونس» هو ترس بركاني على غرار «ماونا لوا» في هاواي، أكبر بركان أرضي. وكلاهما تكوَّنا من خلال ثورات أسفرت عن سيلانات طويلة من الحمم والمواد الملتهبة. ويبدو أن بعض البراكين على المريخ، قد كانت مسرحًا لثورات تفجيرية، الأمر الذي أسفر عن ترسيب رماد وغبار فوق أرض المريخ.

أما ضخامة «أولمبوس مونس» فقد تكون ناجمة ربّما عن غياب الصفائح التكتونية على كوكب المرّيخ. وبالنسبة إلى القشرة الثابتة، لم تتحرّك النقطة الحارة، الأمر الذي سمح للبركان بقذف الحمم والسوائل الملتهبة عبر ثورات انسكابية ودقيقة، حتى بلغ حجمه الحالي. وبراكين المريخ قد تكون منطفئة اليوم، ولكنها إذا كانت بقيت، في السابق، ناشطة لفترات طويلة من الزمن، فإنها قد تكون نفثت كميات كبيرة من الغازات أسفرت، ربما، عن تسخين أجواء هذا الكوكب وتكثيفها.

وقد يكون حتى، ممكنًا أن المريخ كان دافئًا بما يكفي لأن تكون المياه قد جرت فوق أرضه، كما توحي صور ما يشبه قعر بحيرات وأنهار أصيبت بالجفاف.

الجانب الجنوبي من «أولمبوس مونس»، في صورة له التقطت صباح يوم من فصل شتاء مرّيخي عام ١٩٩٨ بعدسة «مارس غلوبال سورفيور»، هذا الجبل مكوّن من الصلصال، صخوره نارية. إنه بركان «مسيّج»، أي أنه يبدو كأنه «قبّة مسطّحة»، مكوّنة من تدفّقات حمم سائلة

الصورة: NASA

الصورة: NASA

مهندسون وجيولوجيون، ورواد فضاء، يقومون هنا باختبار مركبة استكشاف (روفر)، في شهر آذار (مارس) ٢٠٠٨، في صحراء أريزونا، بالولايات المتحدة الأميركية، والتي تشبه كثيرًا سطح القمر والمريخ. والمركبة مكيّفة الضغط بشكل يسمح لرواد الفضاء بالعيش بداخلها لمدة عدة أيام، الأمر الذي يمنحهم الفرصة بالقيام باستكشافاتهم بشكل أفضل ممّا لو كانوا يعملون داخل مركبة ضغطها الداخلي غير مكيّف.

والبشر هم بالتأكيد، بحاجة للغذاء. وفوق سطح المريخ لا ينمو الغذاء في الخارج. ولذلك سيتوجّب علينا، إذًا، خلق بيئة بيولوجية إصطناعية على المريخ، وتطويرها لإنتاج الغذاء. ويبدو أن تربة هذا الكوكب تحتوي على بعض المعادن القابلة للذوبان، والتي يمكن للنباتات إستخدامها. وقد توصّل العلماء إلى هذه النتيجة، بعد أن حلّلوا عيّنة التربة المريخية التي تمّ جمعها، العام الماضي، بواسطة المركبة الفضائية «فونيكس»، وقد أشار عالم حتى، إلى أن «الهليون» يمكن أن ينمو في ظروف الحموضة الشديدة في تربة المريخ. لذلك، لا بدّ من إضافة مهندس زراعي إلى عناصر طاقم الرحلة إلى المريخ. وهنا أيضًا يمكن للطبيب البيطري أن يجد مكانًا له، لأن الناس قد يتمنّون إصطحاب حيواناتهم الأليفة أو أكل اللحوم.

الصورة: USGS

«مارينيرس»، على سطح المريخ، أكبر أخدود في النظام الشمسي، هو مجموعة من الأخاديد تقع مباشرة إلى جنوب خط الاستواء المريخي. ويصل عمقه، في بعض الأماكن، إلى ١٠ كلم، وقد تكون المياه جرت، في مرحلة ما، في هذه المجموعة من الأخاديد (الأودية)، التي يبلغ طولها حوالى ٤ آلاف كيلومتر.

الصورة: NASA

شقوق تكتونية في «أودية مارينيرس» على المريخ. وإذا كان علم تكوّن الأرض، يوضح أن الصفائح تتجانب، فإن علم تكوّن المرّيخ يجد أن الصفائح المريخية، تبدو ذات تأثير عامودي، أي أنها من خلال الدفع نحو الأعلى، تخترق الحمم الساخنة القشرة الأرضية لكي تنتشر على السطح. وعلى الصخرة المتآكلة، توحي الأثلام بحصول جريان قديم لسائل، والصورة تمثل قطاعًا عرضه حوالى كيلومتر واحد.

المخاطر التي يجب تحاشيها على المريخ

كيف ستكون الأحـوال الجـوية؟ بما أن محور دوران المـريـخ منـحنٍ، فهـو يمتلك فصولاً مشابهة للفصول على الأرض (راجع الصفحة التالية «نشرة الأحوال الجوية للنظام الشمسي»). فهناك، إذًا، فترات أكثر طراوة، وخصوصًا حول خط الاستواء (المريخي)، حيث يمكن أن ترتفع الحرارة إلى مستوى ٢٠ درجة مئوية فوق الصفر، ولكن، حتى في مثل هذا الطقس، لا نستطيع الخروج لنتنزّه بثياب البحر والسباحة، لأسباب متعدّدة أهمها اثنان، هما حاجتنا إلى الهواء لكي نتنفّس، وإلى الحماية من الإشعاع الشمسي الخطير.

إن قساوة ظروف الإشعاع هي أحد الأسباب لعدم وجود حياة حاليًا، على سطح كوكب المريخ. وقبل أن يتمكن البشر من الاستيطان لفترة معيّنة على المريخ، سيتوجّب على المساكن والتركيبات الفضائية وأنظمة النقل المصمّمة للمريخ، أن تضمن الحماية ضد الأشعّة الكونية.

إن تركيب جوّ المريخ وتكوينه وكثافته، مختلفة تمامًا عمّا هي عليه في جوّ الأرض. فجوّ الأرض يتكوّن، بشكل رئيسي، من الأزوت الذي نتنشّقه دون أن نستعمله. وهـذا الأزوت هو الـذي يحرف (يعكس) نور الشمس، ويُسبغ على السماء الأرضية هذا المظهر الأزرق. أما على المريخ، فإن السماء تبدو وردية (زهرية) لأن النور الشمسي ينعكس (ينحرف) بواسطة جزئيات الغبار الأكبر من الجزيئيات الأزوتيـة، التي تميل إلى بثّ الضوء الأحمر أكثر من الضوء الأزرق، وطول موجة النور الأحمر أكبر من طول موجة النور الأزرق.

وتتعجّب مولي قائلة: «تعلّمنا في المدرسة أن ديوكسيد الكربون هو غاز يؤدّي إلى الاحتباس الحراري، ويساهم ربما في ارتفاع حرارة الأرض. فإذا كان جو المريخ يتكوّن بشكل أساسي من هذا الغاز، فلماذا لا يحصل ارتفاع في حرارة المريخ؟»

البحث عن مخلوقات مريخية

فكرة وجود حياة فوق المريخ، تشغل قرائح «الأرضيين» منذ زمن بعيد. فقد سافر المسباران (فايكنغ (١) و(٢))، التابعان لوكالة ناسا، إلى المريخ عام ١٩٧٦، بغية دراسة سطحه، والبحث عن آثار للحياة فيه وهاتان المهمتان أثبتتا أن تربة المريخ تتكون من الصلصال الحديدي غير أن تجاربهما البيولوجية لم تكشف عن وجود أي دليل على الحياة. والعلماء يبحثون عن وجود الماء على المرّيخ، لأن هناك اعتقادًا بأن الحياة على الأرض بدأت في المحيطات.

إن الزوجين المكوّنين من الحرارة والضغط على سطح المريخ، لا يسمحان بوجود ماء سائل على السطح. وفي الآونة الأخيرة، نجح علماء في قياس غاز الميثان (ch_4)، في فضاء هذا الكوكب. وهذا ما يسمّى «جزئية عضوية»، حيث إن كلمة «عضوية»، ترسل إلى الكيمياء جزيئيات من سلسلة الكربون. فالكربون حاضر في كل شيء حيّ. والميثان هو الأبسط بين الجزئيات العضوية، لأن سلسلة الكربون، ليس لها هنا إلا ارتباط واحد (وأربع ذرات من الهيدروجين). والاكتشافات الأخيرة لغاز الميثان على المريخ، هي هامة بالنسبة إلى العلماء الذين يدرسون فضاء المريخ، دون أن تعني أننا عثرنا على إشارات للحياة. والميثان، يمكن أن يُحدث نشاطًا جيولوجيًا تحت الأرض.

ومختبر العلوم المريخية، التابع لوكالة ناسا، والبعثات «إكـزومـارس» التي أجرتها وكـالـة الـفـضـاء الأوروبـيـة، سوف تستخدم مركبات «روفر» (مركبات إستكشافية)، من أجـل دراسة جيولوجيا وفضاء وبيئة المريخ، وأيـضًـا البحث عـن إشارات للحياة فـوق المـريـخ، عندما تهبط هناك، في العامين ٢٠١٤ و٢٠١٦، على التوالي. ويبدو أننا سنكون بحاجة إلى متخصّص أو متخصّصة في «الإكزوبيولوجيا» للمشاركة في البعثة إلى المريخ.

الصورة: NASA

ففي كانون الأول (ديسمبر) الماضي، أعلنت وكالة ناسا أن مركبتها (مارس ريكونيسانس أوربيتر) اكتشفت فوق سطح المريخ المعادن الكربونيتية، التي يجري البحث عنها من زمن بعيد، الأمر الذي يشير إلى أن المريخ كان فيه ماء، تراوحت مواصفاته بين القلويّة واللاّقلوية واللاحامضة، خلال الفترة التي تكوّنت فيها المعادن الكربونيتية، قبل ٣,٦ مليار سنة. والكربونات (الملوّنة اصطناعيًا بالأخضر في هذه الصورة، وتمثّل حوالى ٢٠ كلم من الأرض)، التي تشمل التراب، والكلس والطبشور، تذوب بسرعة في الحوامض. أما بقاؤها على المريخ حتى اليوم فلا يسمح بالاعتقاد بأن بيئة حامضة حصريًا، قد سادت على هذا الكوكب بعد ذلك. وهذا يؤشّر، على العكس، إلى أن أنواعًا مختلفة من البيئات المائية قد حصلت. وكلّما كان تنوعها كبيرًا كلّمًا ازداد احتمال وجود حياة في واحدة أو في عدّة حالات منها.

صورة التقطتها بعثة «باثفايندر» عام ١٩٩٧، لوكالة ناسا، على المريخ. وسطح هذه المنطقة الواقعة إلى الشمال قليلاً من خط الإستواء المريخي، هو صخري ومتعرّج، وتلال «القمتين التوأمتين» (توين بيكس)، تبدو في الأفق. والعام الماضي، تم هبوط المركبة «فونيكس» التابعة لوكالة ناسا، فوق سهول القطب الشمالي للمريخ، حيث التربة متلاصقة أكثر، والحجارة والصخور أقل.

NASA

©Samuel Blanc: www.sblanc.com

فجر جنوبي في منطقة أنتاركتيكا، على الأرض. هذا المشهد الخلّاب، يحصل عند منطقتي القطبين عندما يدخل الحقل المغناطيسي للريح الشمسية الملتقطة، في تصادم مع الدرع الواقية غير المرئية للأرض، أي «دائرتها المغناطيسية».

لنقارن بين فضاءي المريخ والأرض

	الأرض	المريخ
متوسط درجات الحرارة	١٥ درجة مئوية	٥٥- درجة مئوية (تحت الصفر)
الضغط على السطح	١ atmosphere = (١٠١٣ mbar)	٦,٣٥ mbar
تكوين الفضاء	٧٨,٠٧٪ - أزوت ٢١٪ اوكسجين ٠,٩٪ ارغون ٠,٠٣٪ ثاني اوكسيد الكربون	٩٥,٤٩٪ ثاني أوكسيد الكربون ٢,٧٠٪ ازوت ١,٦٪ ارغون ٠,١٣٪ أوكسجين ٠,٠٨٪ أول اوكسيد الكربون
كثافة الضغط الجوي* على السطح	١,٢٢ كلغ /م^3	٠,٠١٥ كلغ/م^3

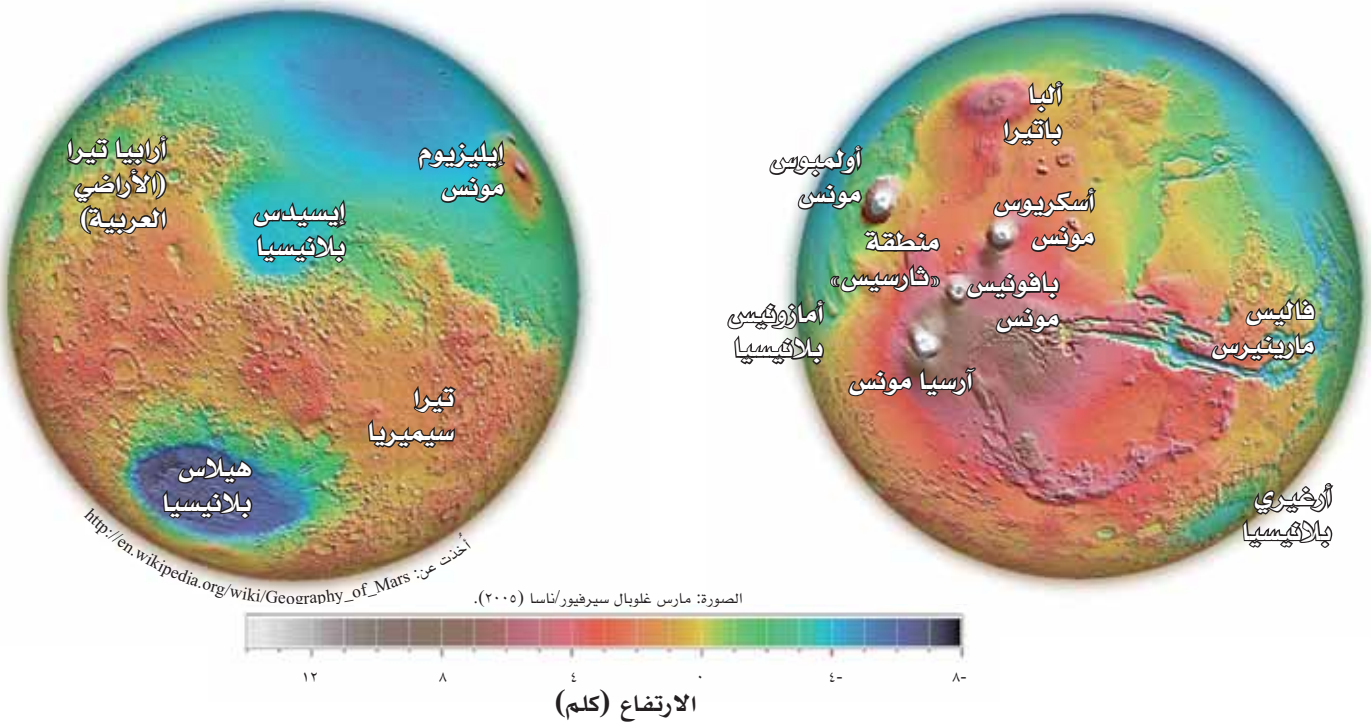
* كثافة الضغط الجوي عى المريخ هي أقل بثمانين مرة، تقريبًا، مما هي على الأرض. وكثافة الضغط الجوي على كوكب تتغير. فهي تنخفض مع زيادة الارتفاع، والحرارة والرطوبة. وهنا، تمّ احتسابها كمعدّل وسطي للحرارة على الكوكبين.

المصدر: www.esa.int

إذا كنت تود إحتساب كثافة الضغط الجوي على المريخ، بنفسك، أنظر:
http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/Exercises/Preparing_%20a_%20mission_%20to_%20Mars.pdf

ليس فقط تكوين الجو المريخي هو الذي يختلف عن تكوين الجو الأرضي. فالواقع المتمثّل في أن المريخ هو كوكب صغير للغاية – وزنه يساوي واحد على عشرة من وزن الأرض – يجعل جاذبيته ضعيفة لدرجة أنها لا تستطيع الاحتفاظ بجو كثيف جدًا. وغاز ثاني أوكسيد الكربون المتواجد هناك يؤدي الى ارتفاع حرارته، ولكن لدرجات قليلة فقط. ونسبة احتواء الجو على ثاني أوكسيد الكربون تكون، حتى، أقل، عندما تتجمّد كمية من هذا الغاز وتتساقط على السطح على شكل ثلج ثاني أوكسيد الكربون. وبذلك، لا نستطيع الاعتماد على ظاهرة الاحتباس الحراري لكي نرفع الحرارة إلى درجات عالية على سطح المريخ.

لا يتصرّف جو الأرض كغطاء يحفظ الحرارة على سطح الأرض فحسب، وهو أمر لا يفعله جو المريخ، بل إنه مع حقل الأرض المغناطيسي، يشكّلان درعًا تحمي البشر من الأشعة الفضائية الضارّة، أي من الريح الشمسية (جزيئات شمسية مشحونة)، والأشعة الشمسية ما فوق البنفسجية (قطاع الطيف الكهرومغناطيسي الذي يتم امتصاص القسم الأكبر منه بواسطة طبقة أوزون الجو الأرضي، ولكنه يسبّب الضربات الشمسية) والأشعة الكونية المجرّاتية (جزيئات ذات طاقة مرتفعة آتية من خارج النظام الشمسي). غير أن المرّيخ لا يمتلك حقلًا مغناطيسيًا، يستطيع أن يحوّل (يحرف) الريح الشمسية أو الأشعة



على هذه الخريطة للمريخ، نلاحظ أن السهول الشمالية قد تسطّحت بسبب تدفّق الحمم، في الوقت الذي يتكوّن فيه الجنوب من مرتفعات تشكلت بسبب ارتطامات قديمة بمذنّبات ونيازك. وأكبر حفرة فوق المريخ، هي حوض إرتطام «هيلاس» والتي يبلغ طول قطرها ٢٢٠٠ كلم، وتُعرَف أيضًا باسم «هيلاس بلانيسيا» (وكلمة بلانيسيا تعني السهل). وبما أن الاعتقاد الأوّلي كان أن سهول المريخ ذات اللون الأكثر شحوبًا، كانت قارّات منفصلة بواسطة البحار، فقد أعطيت لها أسماء مثل «أمازونيا بلانيسيا» و«أرابيا تيرا».

نشرة الأحوال الجوية للنظام الشمسي

لماذا الذهاب إلى المريخ في حين أن كوكب الزهرة أقرب؟ ببساطة، لأن الزهرة هي نوع من منعزَل شديد الحرارة. والمريخ، من بين جميع كواكب النظام الشمسي، هو الكوكب الأكثر شبهًا بشقيقة توأم للأرض. والحرارة على الأرض تناسب الإنسان بشكل جيد جدًا، لأنها تقع على مسافة مثالية من الشمس، فلو كانت أقرب لكانت المياه تتبخّر، كما يحصل على سطح الزهرة، ولو كانت أبعد، لكانت المياه تتجمّد كما يحصل على سطح المريخ.

وعلى جميع كواكب النظام الشمسي، يخضع المناخ إلى العوامل عينها، أي متوسط المسافة مع الشمس، وانحناء محور الدوران – الذي يحدّد الفصول – وشكل المدار حول الشمس، ووجود أو غياب فضاء يمكن قياسه، وطول النهارات. فلنقم بجولة على الكواكب الأخرى لنرى ما الذي يُخبئه لنا الطقس هناك.

المطر

كوكبنا ليس الوحيد، في النظام الشمسي، الذي يعرف المطر. فيكفي أن تتجمّع الظروف والـشروط، لكي يتكون مطر سائل في الجو. وذلك حسب نقطة التكاثف الخاصة بكل عنصر كيميائي. فعلى كوكب الزهرة، تمطر «الحامض السلفيري» (H_2SO_4)، غير أن هذا المطر لا يصل مطلقًا إلى سطح الكوكب، بسبب الحرارة الشديدة التي تسيطر هناك.

وعلى قمر «تيتان»، أحد أقمار كوكب زُحل، تشكّل أمطار الميتان بحيرات، وأنهارًا في المناطق الشمالية. ويسبح «تيتان» في جو غني بالأزوت، يشبه ربما جو الأرض قبل زمن بعيد جدًا.

وتُمطر أحيانًا على الكواكب الغازية العملاقة، والتي هي المشتري، وزُحل وأورانوس ونبتون، التي يتكوّن فضاؤها، بشكل أساسي، من الهيدروجين والهيليوم. والـوجـود الإضـافي لغاز الميتان على «أورانـوس» و«نبتون»، هو السبب وراء تلوّنهما بالأزرق الفاتح. وغيوم المشتري تتكوّن من الأمونياك، وسلفور الهيدروجين والمياه. وسرعة دوران هذا الكوكب يولّد رياحًا شرقية سرعتها ٤٨٠ كلم/ ساعة. وفي أعماق فضائه، يرتفع الضغط والحرارة، الأمر الذي يُسفر عن تكثّف الهيدروجين. ويُعتقد أن «البقعة الحمراء الكبيرة» في المشتري، قد تكون، في واقع الأمر، مجرّد عاصفة تهب هناك منذ ٤٠٠ سنة.

المصدر: Cassini-Huygens, NASA/ESA

بحيرة تغذّيها أمطار الميثان فوق قمر «تيتان»

درجات الحرارة

على كوكب عطارد، التباين في درجات الحرارة، هو الأكثر قوّة في النظام الشمسي كلّه. وهي قد تصل إلى ٤٣٠ درجة مئوية خلال النهار، فيما تنخفض إلى ١٧٠ درة مئوية تحت الصفر في الليل، لأن الفضاء (الجو) دقيق جدًا لكي يحفظ الحرارة. ودورانه البطيء يجعل نهاره طويلًا كفاية مما يؤدّي إلى الكبير، الذي يكفي لإعادة تسخين سطح الكوكب. وبما أن إنحناء محوره يعادل الصفر، فلا توجد هناك فصول.

كوكب الزهرة مغطّى بغيوم كثيفة، تتحرّك بسرعة كبيرة، وهي مكوّنة بنسبة ٩٦٪ منها من ثاني أوكسيد الكربون (CO_2)، وهي تمتص الحرارة السطحية، عبر خلق عالم ملتهب، ذي حرارة عالية (٧٠٠ درجة مئوية)، كافية لتذويب الرصاص، وضغط شديد لدرجة أنك إذا وقفت فوق سطح الزهرة، تواجه ضغطًا كما لو كنت موجودًا على عمق ٩٠٠ م تحت مياه أحد المحيطات على الأرض.

حرارة المشتري تبلغ حوالى ١٤٨ درجة مئوية تحت الصفر، عند قمة الغيوم. لكن الحرارة تتغيّر كثيرًا، بسبب التكوين الكيميائي للعناصر المختلفة التي تشكل فضاءه. وكلّما تقدّمنا نحو الداخل، ارتفعت الحرارة، لكي تصل في قلب المشتري، إلى درجة أعلى، حتى من درجة الحرارة على سطح الشمس.

وعلى زُحل، الذي يبعد عن الشمس ضعفي المسافة بين المشتري والشمس، تتراوح الحرارة حول ١٧٨ درجة مئوية تحت الصفر. وحلقات زُحل مكوّنة، بشكل أساسي، من جليد الماء.

وقرب قمة الغيوم، تبلغ حرارة «أورانـوس» ٢١٦ درجة مئوية تحت الصفر. والجزء الأكبر من هذا الكوكب، يسبح في جسم سائل، يتكون أساسًا، من مادة جليدية (ماء، ميتان وأمونياك). ويعرف الكوكب فصولًا، تدوم أكثر من ٢٠ سنة، لكن الحرارة تتغيّر قليلًا بين الشتاء والصيف، بسبب المسافة التي تفصله عن الشمس.

وعلى قمر «تريتون»، أحد الأقمار الـ ١٣ لكوكب نبتون، تنخفض حرارة السطح حتى ٢٣٥ درة مئوية تحت الصفر. والمركبة الفضائية (فوياجر-٢)، اكتشفت فيه، براكين تنفث مادة مجمّدة، حتى ارتفاع ٨ كيلومترات في الجو. ولسبب مجهول، يتجه الجو الدقيق من الأزوت لقمر «تريتون» باتجاه ارتفاع حرارته يوما بعد يوم.

الدروع غير المرئية

الحقل المغناطيسي الذي يحيط بالكواكب يلعب دور «الدرع غير المرئية»، التي تحميها من الجزيئات التي تجلبها الرياح الشمسية ذات القوة الكبيرة، والآتية من الشمس ومن مصادر أخرى. وعطارد، كما الأرض، يمتلك حقلًا مغناطيسيًا يشكّل «محيطه المغناطيسي». أما المريخ والزهرة، فلا محيط مغناطيسيًا لهما، غير أن كواكب المشتري ونبتون وزُحل وأورانوس، كلها مجتمعة لديها محيط مغناطيسي واحد. وحتى المذنّبات، وبعض الأقمار مثل «غانيميد»، وهو قمر تابع للمشتري، لديها محيطاتها المغناطيسية. وهذه المحيطات تؤثّر على الطقس الذي يسيطر على الكوكب، وعلى تكوّن البروق.

والمشتري لديه الحقل المغناطيسي الأقوى في نظامنا الشمسي، وهو أقوى بـ٢٠ ألف مرّة من حقل مغناطيس الأرض، قبل زُحل (٥٧٨ مرّة أقوى من حقل مغناطيس الأرض)، وأورانوس (٤٨ مرة) ونبتون (٢٧ مرة). والحقل المغناطيسي للمشتري، ينجم عن تيار كهربائي تولّده سرعة دوران هذا الكوكب.

إن المحور الرئيسي لحقل نبتون المغناطيسي، هو منحن بحوالى ٤٧ درجة بالنسبة إلى محور دوران هذا الكوكب. وهذا الانحناء يعرّض حقله المغناطيسي إلى تغيّرات غير منتظمة خلال كل دورة. ورياح نبتون هي الأقوى، في كامل النظام الشمسي، أي أقوى بثلاث مرات من رياح المشتري، وبتسع مرات من رياح الأرض.

البروق

في أي مكان فيه فضاء، يمكن حصول البرق، وذلك نتيجة لتراكم شحنة «كهروستاتية». وهذا ما نلاحظه في كامل أرجاء النظام الشمسي. ومسبار «فينوس اكسبرس»، التابع للوكالة الفضائية الأوروبية كشف عن بروق مرئية في فضاء غيوم الحامض السلفوري لهذا الكوكب، بالإضافة الى بثّ متقطّع لموجات صوتية. والعواصف الغبارية الهائلة، فوق المريخ هي مصادر محتملة جدًا لحصول البرق.

وقد لوحظ حصول بروق مباشرة فوق المشتري وزُحل ونبتون. كما اكتشفت المركبة الفضائية (فوياجر- ٢) شحنات كهربائية ساكنة، أثناء تجاوزها لكوكب أورانوس، قبل عقدين من الزمن. وحتى «تيتان» قد تكون لديه القدرة على توليد البرق، بالرغم من أن هذه الظاهرة لم تتم ملاحظتها بعد. والبروق يمكن أن توفّر لنا دلائل هامة على تكوين الجزئيات البيولوجية، التي هي أصول الحياة.

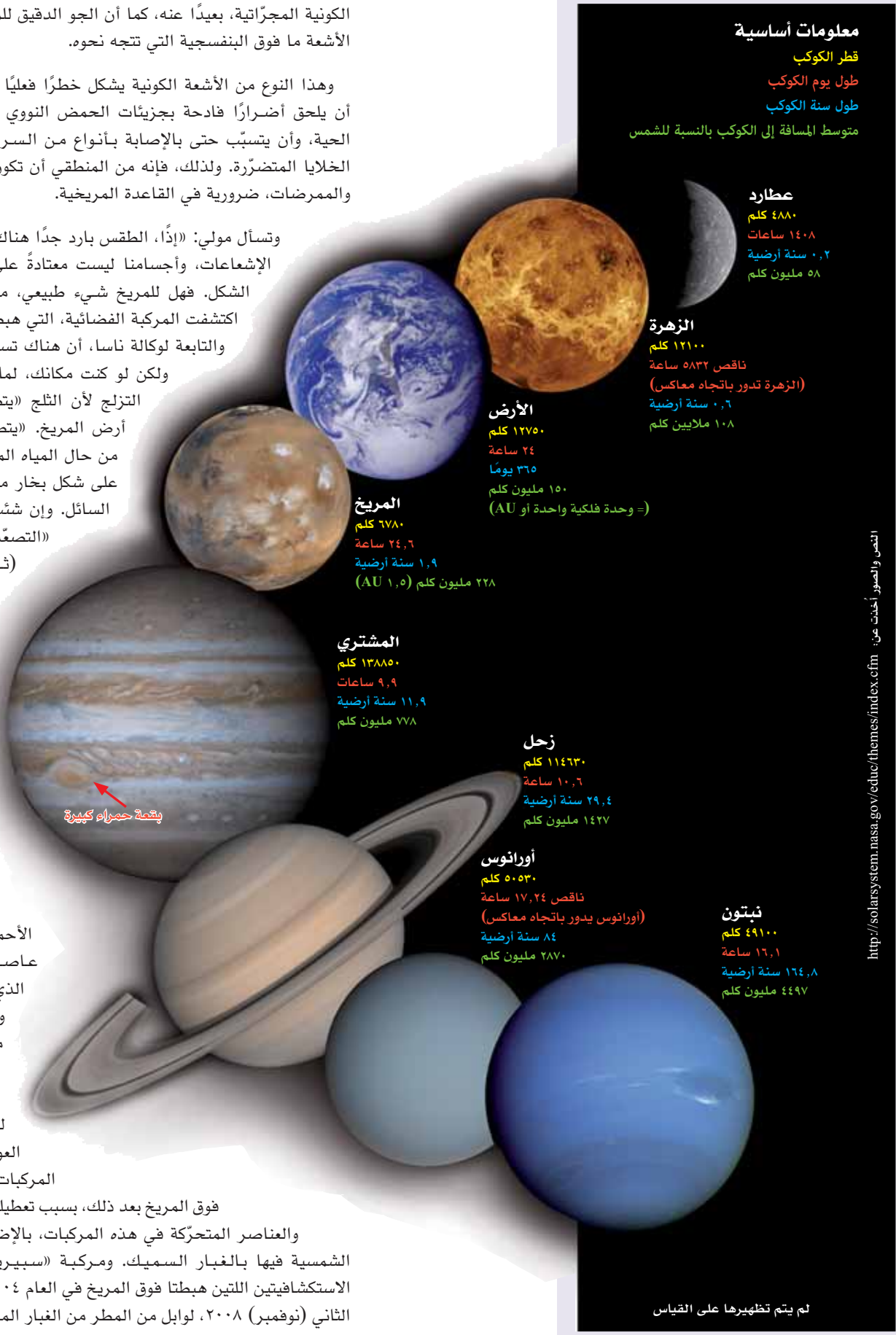
* في الفضاء العالي للزُهرة، يتحلّل ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) إلى أول أوكسيد الكربون (CO)، وأوكسجين ذرّي (O). وهذا الأوكسجين الذري يتفاعل مع ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2)، فينتج عن ذلك ثالث أوكسيد الكربون (SO_3)، الذي يندمج بدوره ببخار الماء (H_2O) ليتكوّن ذلك الحامض السلفوري (H_2SO_4).

الكونية المجرّاتية، بعيدًا عنه، كما أن الجو الدقيق للمريخ لا يستطيع إيقاف الأشعة ما فوق البنفسجية التي تتجه نحوه.

وهذا النوع من الأشعة الكونية يشكل خطرًا فعليًا على البشر، لأنه يمكن أن يلحق أضرارًا فادحة بجزيئات الحمض النووي (DNA) التابع للخلايا الحية، وأن يتسبّب حتى بالإصابة بأنواع من السرطان، في حال انتشار الخلايا المتضرّرة. ولذلك، فإنه من المنطقي أن تكون مراكز العمل للأطباء والممرضات، ضرورية في القاعدة المريخية.

وتسأل مولي: «إذًا، الطقس بارد جدًا هناك، وعلينا أن نخشى من الإشعاعات، وأجسامنا ليست معتادةً على جاذبية ضعيفة بهذا الشكل. فهل للمريخ شيء طبيعي، مثل حال الطقس؟ لقد اكتشفت المركبة الفضائية، التي هبطت على سطح المريخ، والتابعة لوكالة ناسا، أن هناك تساقط ثلوج فوق المريخ. ولكن لو كنت مكانك، لما كنت أحمل معي عدّة التزلج لأن الثلج «يتصعّد» قبل أن يلامس أرض المريخ. «يتصعّد»؟ – أجل يتحوّل من حال المياه المجمّدة، إلى حال الغاز، على شكل بخار ماء، قافزًا فوق مرحلة السائل. وإن شئت رؤية مثال على هذا «التصعّد»، فإن الجليد الجاف، (ثاني أوكسيد الكربون) يتصعّد على الأرض. ويُستخدم غالبًا من أجل حفظ الأغذية لكي تبقى طازجة، ويمكن شراؤه في بعض مخازن الأغذية.

وفي عام ١٩٧١، وصل «مارينر ٩»، أول قمر اصطناعي دار حول الكوكب الأحمر، إلى المريخ، وسط عاصفة هائجة من الغبار الذي غطّى الكوكب بكامله. وكان «مارينر ٩» أول من اكتشف العواصف الغبارية المريخية، التي أصبحت اليوم معروفة لدى الجميع. وهذه العواصف سبّبت عالة على المركبات الفضائية، التي هبطت فوق المريخ بعد ذلك، بسبب تعطيلها للأنظمة الإلكترونية، والعناصر المتحرّكة في هذه المركبات، بالإضافة الى تغطية الألواح الشمسية فيها بالغبار السميك. ومركبة «سبيريت» إحدى المركبتين الاستكشافيتين اللتين هبطتا فوق المريخ في العام ٢٠٠٤، تعرّضت في تشرين الثاني (نوفمبر) ٢٠٠٨، لوابل من المطر من الغبار المريخي الدقيق.



©NASA

هذا ما يشبه مشهد غروب الشمس لو كنت واقفًا على سطح المرّيخ. فالشمس تظهر أصغر بكثير مما تُرى من على الأرض، بسبب المسافة الأكبر. انطلاقًا مما تعلّمته من هذا المقال، فإذا كان اتساع زاوية الشمس على الأرض نصف درجة (٣٠ دقيقة قوس)، فكم سيكون على المريخ كمعدّل عام؟ (الحل في أسفل الصفحة).

غير أن الغبار لم يكن له سوى ظواهر سلبية على المريخ. ونحن نعرف، منذ بعض السنوات أن ثمة زوابع صغيرة من الغبار، على سطح هذا الكوكب، تُعرف باسم «العواصف الغبارية الشيطانية». ويوجد مثيل لها على الأرض، ففي آذار (مارس) ٢٠٠٥، أحاطت واحدة منها بالمركبة «سبيريت» وأزالت الغبار عن ألواحها الشمسية، الأمر الذي سمح لها بتلقّي الطاقة من جديد. وإذا كان هذا «الشيطان» الصغير قد ساعد «سبيريت روفر»، فإن أي كائن بشري، لن يرغب، بالتأكيد، أن يوضع في مواجهة مثل هذا العمل، لأن مركبة «فونيكس» التابعة للناسا، والتي هبطت فوق سطح المريخ، قد حدّدت سرعة رياح «الزوبعة الغبارية الصغيرة» بنحو ٤٠ كلم/ ساعة.

وفي إعادة مختصرة، نرى أننا تحدّثنا عن لوازم الغذاء والهواء والسكن والنقل. ويجب أن نضيف إلى اللائحة تحدّيات ذات صلة بضرورة وجود مصدر ثابت للطاقة. فبدون وقود أحفوريّ فوق سطح المريخ، سيكون على المحطة استخدام الطاقة الشمسية، وربما الطاقة الهوائية (طاقة الرياح). غير أن الإشعاع الشمسي الذي يبلغ المريخ، هو، في معدّله الوسطي، أضعف، إلى النصف، بالنسبة إلى الذي يصل الأرض، كما أن كثافة الجو في المريخ أقل بكثير مما في الأرض، علمًا بأن التكنولوجيات التي يتم استخدامها على الأرض، قد لا يمكن تحويلها مباشرة للاستخدام على المريخ.

وأنا أسأل مولي، ما إذا كانت لا تزال راغبة في استكشاف المريخ، بعد أن أصبحت الآن تعرف أكثر عنه. وهي تجيب: «أعتقد أن علينا استكشاف الفضاء، وخصوصًا الكواكب الأخرى». كما أسألها: لماذا تسارع إلى القول: «وإذا لم نتوصّل إلى الاعتناء جيدًا بكوكبنا... ماذا سيحصل؟». إنه سؤال جيد جدًا، يا مولي.

سوزان هوبان[1]

الحل: الحجم الظاهري لجسم ما يتغيّر بطريقة مستقيمة، وعكسية نسبيًا، مع المسافة. أجر البرهان عن طريق استخدام مسطرة وقلم حبر: ضع كأسًا فوق طاولة، على مسافة معروفة (لنقل إنها متر واحد). مد سبّابتك وحدّد فوقها الحجم الظاهري للكأس. إبتعد الآن بمسافة الضعف عن المسافة الأولى (أي مترين)، وقس مرّة جديدة. ما هو مدى التغيّر الذي طرأ على الحجم الظاهري للكأس؟ إنطلاقًا من هذا المبدأ، ومع العلم بأن كل ٦٠ دقيقة على القوس تساوي درجة واحدة، نستطيع أن نحسب أن بُعد الزاوية الشمسية، المنظورة انطلاقًا من المريخ، يُساوي بُعد الزاوية الشمسية، المنظورة انطلاقًا من الأرض، مضروب (بالمسافة الوسطية بين الأرض والشمس ومقسوم على المسافة الوسطية بين المريخ والشمس). أي x = ٣٠ دقيقة قوس (1AU/1.5AU). والجواب: x = ٢٠ دقيقة قوس، أي ثلث الدرجة.

١. منسّقة مشروع «بيست» للطلاب (بداية الهندسة والعلوم والتكنولوجيا)، التابع لوكالة ناسا، جامعة ميريلاند، ولاية «بالتيمور»: hoban@umbc.edu

أتريد أن تعرف المزيد؟

لقراءة معلومات عن البعثات الماضية والحاضرة والمستقبلية إلى المريخ، وكيفية تصميم مستوطنة فضائية، أو للعثور على تقرير المناخ المرّيخي، يُرجى متابعة الوصلات التالية:

عن مركبة «فايكنغ» الفضائية:
http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/viking.html

عن مركبة «فونيكس لاندر»:
http://phoenix.lpl.arizona.edu/

عن الاكتشاف الأخير لغاز الميثان على المرّيخ:
www.nasa.gov/mission_pages/mars/news/marsmethane.html

عن تقرير المناخ المرّيخي:
www.asc-csa.gc.ca/eng/astronomy/phoenix/weather1.asp

عن مختبر المرّيخ العلمي:
www.marsprogram.jpl.nasa.gov/ms.html

عن بعثة «إيكزومارس» الأوروبية:
www.esa.int/SPECIALS/ExoMars/SEM10VLPQ5F_0.html

عن براكين المرّيخ:
www.solarviews.com/eng/marsvolc.htm

عن تصميم مستوطنة فضائية:
www.lpi.usra.edu/education/explore/colonies/

راجع أيضًا «المرّيخ للأطفال»: http://mars.jpl.nasa.gov

المصدر: NASA/JPL-Caltech/Canadian Space Agency. Wind: University of Aarhus

إشترِ جهاز تلسكوب (غاليليوسكوب) وبادر لمراقبة النجوم

غاليليوسكوب™ هو عبارة عن تلسكوب ذي نوعية عالية، ومنخفض السعر، تم تطويره للسنة العالمية لعلم الفلك، على أيدي فريق من علماء الفلك والمهندسين البصريين، وأساتذة العلوم البارزين. وليس مهمًا أين نعيش، فمع هذا الجهاز السهل التركيب، البالغ طول قطره ٥٠ ملم. بقوة انعكاس تتراوح بين ٢٥ و٥٠، يمكنك مشاهدة وتأمّل الروائع السماوية التي شاهدها «غاليليو غاليلي»، قبل ٤٠٠ سنة، والتي لا تزال تجتذب مراقبي النجوم حتى اليوم. وهذه الروائع (العجائب) هي، مثلًا: الأخاديد القمرية، والجبال المرّيخية، والأقمار الأربعة التي تدور حول كوكب المشتري، ومراحل الزهرة، وحلقات عطارد، والنجوم التي لا تُحصى والتي لا تُرى بالعين المجرّدة. إن غاليليوسكوب هو حجر الزاوية في مشروع للاتحاد الدولي لعلم الفلك، بالتعاون مع اليونسكو، وغيرها.

سعر الغاليليوسكوب الواحد هو ١٥ دولارًا تضاف اليها كلفة تكاليف الشحن أو (١٢,٥ دولارًا) للواحد، إذا كان الطلب يشمل أكثر من ١١٠ قطعة، يضاف اليها بدل الشحن.

للطلب: https://www.galileoscope.org
وللتفاصيل: info@galileoscope.org (هاتف: ٨٢٤٩-٤٠١-٦٠٣ ١ +)
y.berenguer@unesco.org

الأمم المتحدة: خطـر حدوث كـارثة يتزايد

في العالم كله، تتزايد مخاطر حصول كارثة، بالنسبة إلى جميع الظواهر. هذا ما يكشف عنه تقرير لمنظمة الأمم المتحدة، كُشف النقاب عنه في ٨ حزيران (يونيو)، في مقر اليونسكو في باريس. وبالإضافة إلى ذلك، فإن خطر حصول خسائر اقتصادية، بسبب الكوارث، يزداد أكثر بكثير من خطر معدّل الوفيات.

إن أخطار الكوارث تتمركز فوق جزء صغير جدًا من سطح الأرض، وهي الكوارث موزّعة بشكل غير متساوٍ، حسب الطبعة الأولى للتقرير نصف السنوي العالمي للتقييم الخاص بخفض مخاطر الكوارث، بعنوان: «الخطر والفقر في مناخ من التطوّر: الاستثمار اليوم من أجل غد أكثر أمانًا». وهناك فقط، عدد قليل من الدول – ذات الكثافة السكانية المرتفعة – تعرّضت لأكثر من بليّة عظيمة، خلال السنوات الثلاثين الأخيرة، ومنها بنغلاديش والصين والولايات المتحدة، والهند وأندونيسيا واليابان.

وإذا كانت لا تزال نادرة، (قليلة)، فإن نصف الكوارث الـ١٤، الأكثر كلفة بالأرواح والماديات، والتي حصلت منذ العام ١٩٧٦، وقعت خلال السنوات الخمس الأخيرة، وهذه كانت حال الزلزال في «سيخوان» مثلا، في شهر أيار (مايو) ٢٠٠٨، الذي أسفر عن مصرع أكثر من ٨٧٥٦٦ صينيًا، وألحق ضررًا بأكثر من ٦٠ مليونًا آخرين. كما انهار حوالى ٥,٣٦ مليون مبنى، وأصيب أكثر من ٢١ مليون مبنى آخر بأضرار. ومع أضرار قُدّرت قيمتها بحوالى ٣٠ مليار دولار، يحتل هذا الزلزال، المرتبة الثامنة بين الكوارث الكبرى الأكثر قتلًا للناس، خلال العقود الثلاثة الماضية، والمرتبة الـ١٣ للكوارث الأكثر كلفة، بعد إعصار «كاترينا»، الذي ضرب الولايات المتحدة عام ٢٠٠٥، والهزة الأرضية التي ضربت مدينة «كوبيس (اليابان عام ١٩٩٥). وفي أيار (مايو) ٢٠٠٨، قضى ١٣٣٦٥٥ شخصًا نتيجة لإعصار «نرجس» الذي اجتاح منطقة «سلّة - الأكل» في ميانمار.

ويؤكد التقرير الذي يلاحظ أن الاقتصادات الصغيرة هي أكثر هشاشة من الاقتصادات الأكثر تنوعًا، على أنه «بشكل عام» تكون البلدان الأكثر فقرًا، والأسوأ إدارة معرضة للاهتزاز أكثر من سواها. وعندما تعرّضت الزراعات للهجوم من أسراب الجراد في النيجر، في العام ٢٠٠٤، لم يتراجع محصول الحبوب إلاّ بنسبة ١١٪ إلى ما دون المعدّل العام للإنتاج للسنوات الخمس السابقة، وبالرغم من الأزمة، كان بالإمكان شراء الغذاء. لكن ربط ضعف الهيكليات السوسيوإقتصادية والسياسية، بارتفاع الأسعار في السوق

© UNESCO/Mihail Mancas

تشكيل سلسلة بشرية لإنقاذ رجل محصور داخل سيارته، خلال اكبر فيضان عرفته «تشيزيناو»، في التاريخ المعروف. ففي عام ٢٠٠٥، ملأت الأمطار الغزيرة بحيرة «التخزين» في شمال عاصمة مولدوفيا، الأمر الذي تسبب في إنهيار السد. وقد نجح الرجال في إنقاذ السائق.

وبتنامي الفقر – ٤٠٪ من السكان عام ١٩٩٠، و٦٠٪ عام ٢٠٠٤ – أسفر عن أن ١٢ مليون شخص أصبحوا بحاجة إلى مساعدة غذائية.

إن وسائل البقاء لدى أبناء الأرياف هشّة للغاية، في العديد من الدول النامية. وحوالى ٧٥٪ من الأشخاص الذين يصنّفون تحت الخط العالمي للفقر، أي ١,٢٥ دولار في اليوم، يعيشون في مناطق ريفية، وعددهم يصل إلى ٢٦٨ مليون نسمة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، و٢٢٣ مليونًا في آسيا الشرقية والباسيفيك، و٣٩٤ مليونًا في جنوب آسيا. ويقول التقرير: «حتى في دول تشهد نموًّا اقتصاديًا سريعًا، مثل الصين، هناك ١٧٥ مليون ريفي تحت هذا الخط».

ويدعو التقرير إلى القيام بتغيير جذري في ممارسات التنمية، وإلى تبنّي سياسات التأقلم والاستعداد للاتفاقات النصيبية. والأنباء مشجّعة في هذا الصدد. فالتقارير الوطنية التي تمّ نقلها من جانب ٦٢ دولة بشأن التقدّم المحرز من أجل بلوغ أهداف «إطار العمل» الخاص بـ«هيوغو» (٢٠٠٥)، تشير إلى أن «العديد من البلدان هي في طريقها لتحقيق خطوات كبيرة على طريق وضع أنظمة دستورية، وتشريعات، وسياسات، ومخططات للتحسين، ولاستباق وتحاشي الكوارث، ولردة الفعل، والإنذار السريع». وبين هذه الدول، توجد تلك التي تعرضت لكارثة تسونامي في كانون الأول (ديسمبر) ٢٠٠٤، في المحيط الهندي، والتي قتلت ٢٢٦٤٠٨ أشخاص. ويستخلص التقرير: «أنه بفضل هذه الجهود، نجح العديد من الدول ذات العائدات المتدنّية، بالتقليل جذريًا من مخاطر الموت إزاء خطر الأعاصير الاستوائية والفيضانات».

غير أنه بالنسبة إلى عناصر أعمق للخطر، مثل ضعف الحماية الاجتماعية، فإن التقدّم كان أقل تشجيعًا. ويذكّر التقرير بأن «النمو الاقتصادي لا يكفي لخفض خطر الكارثة. فعندما تطوّر دول اقتصادها، يرتفع معدّل المخاطر المحتملة، دون أن تنخفض نسبة معطوبيتها بالمعدّل عينه، بالمقابل، والعدالة الاجتماعية الأكبر، لا تستطيع خفض المعطوبية فحسب، بل أيضًا تخفيض وطأة الفقر.

ولقد تمّ تنسيق عملية تحرير التقرير عبر الاستراتيجية الدولية لمنظمة الأمم المتحدة لتفادي الكوارث بالتعاون مع الـ (UNDP)، والبنك الدولي و«UNEP» و(WMO) واليونسكو، ومجموعة «بروفنشن»، وعدد كبير من الشركاء الآخرين.

راجع التقرير: www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/
ولمعرفة المزيد: b.roubhan@unesco

٢٢ محمية جديدة للمحيط الحيوي

في ٢٦ أيار (مايو)، وافق المجلس الدولي لتنسيق برنامج اليونسكو «الإنسان والمحيط الحيوي» (ماب) (MAB)، على اعتماد ٢٢ محمية للمحيط الحيوي، تقع في ١٧ بلدًا. وفي الأساس، كان هناك ٣٦ موقعًا مقترحًا من جانب ٢٥ دولة. وبذلك أصبحت الشبكة العالمية لمحميات المحيط الحيوي تضم اليوم ٥٥٣ محمية في ١٠٧ دول.

وفي محمية المحيط الحيوي في جزيرة «جيجو» في كوريا الجنوبية، وحيث انعقد اجتماع المجلس الدولي للتنسيق لهذا العام، وافق المجلس أيضًا على توسيع المحميات الأربع الموجودة سابقًا وهي: محمية «ماتا أطلانتيكا» (البرازيل)، ومحمية «لاكامبانا بينويلاس» (تشيلي)، ومحمية «كاريليا الشمالية» (فنلندا) ومحمية «دايفي» (المملكة المتحدة)، والتي صار اسمها بعد ذلك محمية «بيوسفير دايفي للمحيط الحيوي».

وجزيرة «جيجو» هي أيضًا التي استضافت الحائزين على جائزة «ميشال باتيس» لإدارة محميات المحيط الحيوي، (أو التنوّع الحيوي). وهذه الجائزة التي تُمنح كل سنتين، وهي عبارة عن منحة دراسية قيمتها ٦ آلاف دولار،

تتقاسمها هذا العام، «بشرى سالم»، من مصر، تكريمًا لدراستها بعنوان «العمل معًا لحياة أفضل في محمية الأمويين للتنوع البيئي». و«يوري غورشكوف» من روسيا، عن دراسته بعنوان «إدارة الطبيعة، والمحافظة على مشهد التنوع البيولوجي والنشاط السوسيوإقتصادي، وترميمهما، في محمية المحيط البيولوجي الكبرى في «فولجسكو-كامسكي».

والمجلس الدولي للتنسيق (ICC)، هنّأ أيضًا العشرة الحاصلين، هذا العام، على منح من برنامج «الإنسان والمحيط الحيوي» (MAB)، للعلماء الشباب، وقيمة الواحدة منها ٥ آلاف دولار، وهم: «بيغي بريسكا أوكو يانغونزا»، من جمهورية أفريقيا الوسطى، و«وأنا ماريا أبرازوافاسكيز» و«باولا إيرازابال» و«سوليداداد كونتريراس»، من تشيلي، و«سوريما أورتو بوزو»، من كوبا، و«يون سون سوك» من كوريا الشمالية، و«ستيف نغاما» من الغابون، و«طاهر غادريان» من إيران، و«ديني رايان فيلالبا» من المكسيك، و«مارينا روبتسوفا» من روسيا، و«خالد عثمان هياتالا» من السودان.

ولمعرفة المزيد: www.unesco.org/en/mab

© UNESCO/Favio Mayorga

بحيرة صغيرة في محمية «مونتي بيلو» للتنوّع البيولوجي في المكسيك.

المحميات الجديدة للمحيط الحيوي

غريت ساندي أستراليا	تغطّي مناطق برية، وساحلية وبحرية. وتضم أكبر الغابات الممطرة، التي تنمو في الرمال. وجزيرة «فريزر»، وهي موقع مسجّل على لائحة التراث العالمي الطبيعي منذ العام ١٩٩٢، تشجّع السياحة البيئية والزراعة البيولوجية.
جبل ميوهيانغ جمهورية كوريا الشعبية	تقول الأسطورة إن هذا المكان المقدّس شهد ولادة الملك «تانغون» جد الشعب الكوري، وهو جبل يبلغ ارتفاعه نحو ٢٠٠٠م، ويأوي ٣٠ نوعًا من النباتات المحلّية، و١٦ نوعًا من النباتات المهدّدة بالإنقراض، و١٢ نوعًا من الحيوانات المهدّدة بالانقراض.
بليسغاو ألمانيا	تربط بين مشهدين متضادين: الشمال، ذو الكثافة السكانية العالية، والجنوب الريفي وقليل السكان. أبحاث معمّقة عن التطوّرات البيئية، في إطار التغيّر المناخي.
يورا سوابي ألمانيا	١٥٠ ألف ساكن، منتوجات محلية، صناعة يدوية، تجارة بيئية، زراعة بيولوجية، طاقة متجددة... الخ، معسكر «مونسنغن» للتدريب العسكري، المحظّر دخوله على الجمهور. طوال ١١٠ سنوات، حتى العام ٢٠٠٥، هي إحدى أكبر المناطق المحمية من الضجّة في ولاية «بادن- فورتنبرغ».
نوكريك الهند	في ولاية «ميغهالايا». نقطة أساسية للتنوّع البيولوجي، فيها أفيال ونمور وفهود، ومشهورة بتشكيلاتها البرية من النباتات.
باشمارهي الهند	في ولاية «مادهيا براديش» وسط الهند، فيها نمور وأنواع أخرى. وفيها غابات استوائية، رطبة وجافة، وغابات جنوب - استوائية جبلية. وهي جنة لعلماء النباتات. والقبائل المحلية تساهم في حماية الغابة.
سيميليبال الهند	محمية للنمور في ولاية «أوريسا» في الشرق. وهذا المكان الاستوائي غني أيضًا بالفيلة والفهود، وأنواع النباتات. والقبائل المحلية تعيش من الزراعة والصيد ومنتجات الغابة، وتنقصها موارد إضافية.
جيام سياك كيسيل- بوكيت باتو اندونيسيا	منطقة في سومطرة، فيها محمية مستدامة لإنتاج الخشب ومحميتان للحيوانات، فيهما نمور سومطرة، وأفيال ودببة. وتجري هناك أبحاث حول الأنواع الأصلية، ودراسات معمّقة عن إيكولوجية (بيئة) مناجم التراب العضوي (النفطي). وهي منطقة اختبارية هامة لسوق الكربون.
جبل موسى لبنان	موقع برّي ومحمي، من خلال قوانين وأنظمة بلدية. وتخترق الوادي جداول مائية، وفيها مراعٍ وغابات مختلطة من السنديان والبلوط والزيتون، وأنواع عديدة من النباتات الهامة للاقتصاد. وفيها ذئاب وثعالب، وضباع وطيور وزواحف.
تاسيك تشيني ماليزيا	أول محمية للمحيط البيئي في شرق الجزيرة. وبحيرة «تاسيك تشيني» الواقعة وسط المحمية هي ملجأ للعديد من الأنواع المهدّدة من نباتات المياه الحلوة. وهناك إمكانية قوية لتنمية الصناعات اليدوية الفنية، استنادًا إلى النباتات التي تنمو حول البحيرة والأنهار التي تغذيها.
بحور «مونتيبيلو» قليلة العمق المكسيك	تنوّع بيولوجي كبير. تصل المنطقة الجبلية في «تشياباس» بالسهل الساحلي على شاطئ خليج المكسيك. مشهد رائع مع أكثر من ٥٠ بحيرة. حيوي من أجل جمع مياه الشرب والتنظيم المناخي. الجاليات المحلية تشارك في إدارة الموقع عبر إنتاج البن العضوي، وإعادة التشجير، والنشاطات السياحية وغيرها.
جزيرة «فلوريس» البرتغال	تقع في أرخبيل أزوريس. الجزء البارز من جبل تحت المياه بالقرب من الصفيحة الأطلسية الوسطى، نجمت عن نشاط بركاني بدأ قبل ١٠ ملايين سنة على الأقل. وتشمل المحمية الجزيرة، وبعض المناطق البحرية المجاورة. صيد تقليدي للأسماك، وسياحة بيئية مثل الغطس ومراقبة الحيتان والدلافين.
خيريس/ شوريس البرتغال وإسبانيا	محمية عابرة للحدود بإدارة مشتركة. أنظمة بيئية غنية من الغابات والمناجم العضوية. وعدد كبير من الأجناس المهدّدة والمتأثرة بمناخ المحيط الأطلسي ومناخ البحر الأبيض المتوسط.
شينان دادوهي جمهورية كوريا	أرخبيل في جنوب- غرب البلاد، ويشمل مناطق برية وبحرية، بالإضافة إلى مناطق واسعة ممنوع الدخول إليها وتستخدم كمراكز استراحة لطيور مهاجرة نادرة، أشكال تقليدية لصيد الأسماك (باليد مثلًا)، ولإنتاج الملح.
ألتايسكي الاتحاد الروسي	الأجزاء الشمالية- الشرقية والشرقية لمقاطعة «التاي». على طول سلاسل جبلية شاسعة، مساحتها ٣,٥ مليون هكتار، ويقطنها ١٥ ألف نسمة. ومركزها مدرج على لائحة التراث الثقافي العالمي في الألتاي. دور أساسي في السياحة. ومنذ تصنيفها في العام ١٩٣٢، تعتبر إحدى المناطق في العالم الأقل تأثرًا بعمل الإنسان. سكانها أصليون.
فويرتي فنتورا إسبانيا	هي ثاني أكبر جزيرة في أرخبيل الكناري. وتضمّ مناطق صحراوية أو شبه صحراوية، ومناطق سكنية ساحلية وبحرية. تنوّع بيولوجي كبير (دلافين، سلاحف...). وأحد أهم المراتب الجيو- إحاثية (الإحاطة بمطمورات الأرض) في العالم. وثمّة اهتمام خاص بالسياحة البيئية وبإنتاج الطاقة الهوائية والشمسية.
فهمبي جنوب أفريقيا	تشمل الجزء الشمالي من حديقة كروغر الوطنية، وموقع «رامسار» في مستنقعات «ماكوليكي» و«سوتبانسبرغ» و«بلو برغ»، العناصر الأساسية في التنوع البيئي. وموقع التراث الثقافي العالمي في «مابونغوبي»، وهضبة «ماكفابنغ» التي تقدّم أكثر من ألف عيّنة من النباتات النامية على الصخور، والزراعة وتربية الماشية، ومحميات الصيد البري. سكانها أصليون.
لاجات سوريا	المعزل الحيوي للجاة في سوريا، تقع هذه المحمية في أقصى جنوب سوريا على الحدود مع الأردن. وتتميز بدرجة عالية من التنوع والثراء البيولوجي وباحتوائها على أجمل المناظر الطبيعية في المنطقة. ومن شأنها أن تتيح فرصا عظيمة لتنمية الأنشطة البشرية المستدامة بيئيا من خلال نظم المرعى الدوراني وعمليات الترميم والحفائر على صفحة الأرض وإحياء الأطلال الأثرية. وتنطوي اللجاة أيضا على إمكانيات لتوضيح أهمية النبات والحيوان في الحياة المحلية والاقتصاد المحلي، والترابط بين التنوع الثقافي والتنوع البيولوجي
ديسنيانسكي أوكرانيا	في «بوليزيا» الشرقية. غابات، أنهار، بحيرات، سهول تغمرها الفيضانات، مستنقعات على مساحة 58 ألف هكتار. أنواع نادرة من الدببة وحيوانات الأوس. زراعة عضوية، وسياحة بيئية على نهر «ديسنا». مخيم بيئي للأطفال «ديستيانسكي زوري». سياحة بيئية عابرة للحدود قيد التنمية مع روسيا، جهود لخلق محمية عابرة للحدود.
دلتا ديل أورينوك فنزويلا	تضم أكثر من ٢٠٠٠ نوع من النباتات، وتنوّع بيولوجي كبير من الحيوانات البرية والمائية. إمكانية تقوية الجاليات من «الواراو» لحماية أراضيها ولتحسين ظروفها المعيشية.
كولاوشام- هوي آن فيتنام	موقع ساحلي جزيري وبحري وسط البلاد. مشهور بأنواعه البحرية: الشعاب المرجانية، والصدفيات، والأسماك. ويشمل «هوي آن»، على لائحة التراث الثقافي العالمي. ميناء قديم للتجارة مع أوروبا. مؤهّل من أجل السياحة البيئية المستدامة.
موي كاماو فيتنام	عند الطرف الجنوبي من البلاد، على حدود غابات «نياوليس» منطقة لتوالد وعشعشة أنواع بحرية. مشاريع للسياحة البيئية والسياحة الثقافية، بالإضافة إلى تدريب لتحسين الزراعة وصيد السمك.

الرأس الأخضر ينضم إلى شبكة الجامعة الافتراضية

حصلت الجامعة الافتراضية الإفريقية على شريك جديد، بين ١٦ و١٨ آذار (مارس)، عندما تابع العاملون في جامعة الرأس الأخضر، دورة تدريبية للمدرّسين في داكار بالسنغال. وعدد الدول المشاركة في الجامعة الافتراضية هذه يرتفع بذلك، إلى أربعة، هي: بينين، والرأس الأخضر، وساحل العاج، والسنغال.

فقد تواجد الموظّفون الفنيون والمدرّسون لدى المؤسسات الأعضاء في الشبكة، في داكار، في شهر آذار (مارس)، لكي يُطلقوا برنامج الدروس على الإنترنت للطلاب، بواسطة تكنولوجيا «المدرس السيبرني». وقد عالج برنامج الحلقة التدريبية أيضًا، طريقة استخدام وسائل الاتصالات بين المراكز المشاركة، واستغلال وإغناء المكتبات الإقليمية الافتراضية. كما اكتشف المشاركون المدخل الإقليمي للمحيط الافتراضي الأفريقي، القائم باللغة الفرنسية، بواسطة جامعة الشيخ «أنتاديوب» في داكار بالسنغال.

والرأس الأخضر، بالتزامن مع مشاركته في الشبكة الدولية، يستعد لخلق شبكته الوطنية الخاصة، عبر الوصل فيما بين المراكز العشرة المنتشرة فوق الأرخبيل. وهذا المشروع يُشرف عليه «أنطونيو كوريا إي سيلفا»، عميد جامعة الرأس الأخضر بمساندة «فيرا دوارتي لوبو دي بينا»، وزيرة التعليم، و«غلوريا رندال ريبيرو»، السكرتيرة الدائمة للمفوّضية الوطنية لليونسكو. و«بيترا لانتس» هي نقطة ارتكاز المشروع في مكتب الأمم المتحدة في الرأس الأخضر.

وكون الرأس الأخضر دولة نموذجية لمبادرة «أمم متحدة واحدة»، فإن المشروع سيستقطب عددًا من الشركاء لكي يجتمعوا تحت رعاية برنامج «أمم متحدة واحدة». وبناء لطلب الحكومة، سيتم استخدام الجامعة الافتراضية الإفريقية، لتحسين إمكانية المدرّسين ومؤهلاتهم على كافة مستويات النظام التعليمي.

عدد سكان الرأس الأخضر هو ٥١٩ ألف نسمة، وقيمة الدخل الفردي السنوي تساوي ٢٥٩٠ دولارًا. أما معدّل العمر فهو ٧٢ سنة، ويعتبر من بين الأطول في القارة الأفريقية. كذلك، يُحقق هذا البلد، أفضل النتائج في القارة، على صعيد التعليم، حيث إن ٩٩٪ من الأطفال يذهبون إلى المدرسة الابتدائية، و٩٧٪ من الشباب الذين تتراوح أعمارهم بين ١٥ و٢٤ سنة، يجيدون القراءة والكتابة. كما أن معادلة مدرّس واحد لـ٢٥ تلميذًا هي معادلة مرضية، وحوالى ثلثي المدرّسين الثانويين (٦٢٪)، خضعوا لدورات مهنية، وواحد في المئة من السكان مسجّلون في مجال التعليم العالي، وأكثر من نصف الجامعيين، بقليل، ومن أساتذتهم، هم من الإناث، حسب تقرير «متابعة التعليم للجميع». (اليونسكو، ٢٠٠٩).

لقد تمّ افتتاح الجامعة الإفتراضية الإفريقية في شهر تموز (يوليو) ٢٠٠٨. وبذلك أصبحت «بينين» أول دولة تستضيف الشبكة. وهذا واحد من المشاريع الثلاثة الأساسية لليونسكو، والتي تساهم في تنفيذ مخطط العمل الأفريقي في مجال العلوم والتكنولوجيا. أما المشروعان الآخران فهما مشروع «تدعيم» القدرات في العلوم والتكنولوجيا، وسياسات الإبداع والابتكار، ومشروع تحسين تعليم العلوم والتكنولوجيا.

ويدير الجامعة الافتراضية الإفريقية، «محمد ميلودي» من قسم «السياسات العلمية»، والتنمية المستدامة في مقر اليونسكو، وفي أفريقيا الغربية، بواسطة «آن- تيريز ندونغ- جاتا»، مديرة المكتب الإقليمي لليونسكو للتعليم في أفريقيا، الموجود في داكار. ويحظى المشروع أيضًا بالمساندة المالية من الوكالة الإسبانية للتعاون من أجل التنمية الدولية. (AECID).

وحتى نهاية العام، ستنضم مؤسسات من نيجيريا وغامبيا وتوغو، إلى الشبكة.

لمعرفة المزيد: Cristina.Ferreira@unicv.edu.cv
أو gloria.ribeiro@govcv.gov.cv؛ http://cva.ucad.sn/

صورة فيديو البروفسور «تاكو»، من برنامج «المحيط الافتراضي» في ساحل العاج، يلقي محاضرة عن الطب، أونلاين، عبر استخدامه تكنولوجيا «مدرّس السايبر». وهذه المحاضرات موثّقة إفراديًا، بشكل يمكّن كل طالب من مراجعتها عدّة مرات، حسب رغبته.

مكتبة رقمية **عالمية**

أطلقت اليونسكو، و٣٢ مؤسسة شريكة، في مقر اليونسكو، في ٢١ نيسان (إبريل)، المكتبة الرقمية العالمية، وهي عبارة عن موقع على شبكة الإنترنت، يعرض للجمهور، بشكل حرّ ومجّاني، مواد تاريخية، وخرائط، وكتبًا نادرة، وأفلامًا، وتسجيلات صوتية، ورسومًا وصورًا فوتوغرافية، يعود تاريخ بعضها إلى عدّة قرون.

هذه الفكرة اقترحها، على اليونسكو، «جيمس بيلنغتون» من مكتبة الكونغرس الأميركي. والعملية ترمي إلى زيادة كميّة وتنوّع المحتويات الثقافية على شبكة الإنترنت، وإلى تقديم مواد للمدرّسين والباحثين، وللجمهور أيضًا، بالإضافة إلى خفض مستوى التفاوت الرقمي داخل البلدان وفيما بينها. وهذه المكتبة تعمل بسبع لغات هي الإنكليزية والعربية والصينية والإسبانية والفرنسية والبرتغالية والروسية. كما أنها تعرض محتويات بالعديد من اللغات الأخرى.

ومن بين كنوز المكتبة الرقمية، تبرز نسخة من أشهر أعمال العالم «الصوفي»، أي «كتاب صور الكواكب»، الذي نُشر حوالى العام ٩٦٤م. والصوفي (فارسي: ٩٠٣–٩٨٦م.)، يصف في كتابه هذا، الثريات الـ٤٨ لبطليموس، مع انتقاداته وتعليقاته الخاصة. وعمله هذا حفّز الأعمال في مجال علم الفلك في العالمين العربي والإسلامي، وترك أثره البالغ على تطوّر هذا العلم في أوروبا. وهذه النسخة، المحفوظة في مكتبة الكونغرس، والتي نشرت في آسيا، حوالى العام ١٧٣٠، هي نسخة طبق الأصل، عن مخطوطة مفقودة، كتبها «أولوف بيغ» من سمرقند عام ١٤١٧.

ومن بين الكنوز الأخرى، هناك عظام (مقدّسة) ومسلاّت معروضة من قبل مكتبة الصين الوطنية، ومخطوطات علمية عربية، مقدّمة من المكتبة الوطنية والأرشفة المصرية، وصور قديمة عن أميركا اللاّتينية، مقدّمة من المكتبة الوطنية البرازيلية، و«هياكومنتو دارامي»، المنشور عام ٧٦٤م، والمقدّم من مكتبة البرلمان في اليابان، و«توراة الشيطان» الشهيرة، العائدة للقرن الثالث عشر، من مكتبة ستوكهولم الملكية.

لقد تم إنجاز المكتبة الرقمية، وتطويرها، على أيادي فريق عمل من مكتبة الكونغرس بمساعدة فنية من مكتبة الإسكندرية بمصر. ومن بين المؤسسات المساهمة، سواء من ناحية المحتوى أو الخبرة، نذكر المكتبات الوطنية والمؤسسات الثقافية والتعليمية في جنوب أفريقيا، والمملكة العربية السعودية، والبرازيل، والصين، والولايات المتحدة، وفرنسا، والعراق، وإسرائيل، واليابان، ومالي، والمكسيك، والمغرب، وأوغندا، وهولندا، وقطر، والمملكة المتحدة، وروسيا، وصربيا، وسلوفاكيا، والسويد.

للتعرّف إلى المكتبة: www.wdl.org/en/.

الأطلس العالمي للقردة العليا
بالفرنسية الآن

فوق جزيرة «جيجو»، أطلقت اليونسكو، في ٢٨ أيار (مايو) «الأطلس العالمي للقردة العليا وحمايتها»، على هامش اجتماع «المجلس الدولي لتنسيق برنامج اليونسكو «الإنسان والمحيط الحيوي» (ماب) (MAB).

نشرت منظّمة (UNEP) هذا الأطلس باللغة الإنكليزية، وتمّ إطلاقه، خلال الاجتماع الحكومي الأول بشأن القردة العليا في أيلول (سبتمبر) ٢٠٠٥. وهذه «السابقة» تمّ تنظيمها في عاصمة جمهورية الكونغو الديمقراطية، بعنوان «مشروع بقاء القردة العليا (GRASP)، بتنسيق بين اليونسكو و(UNEP). والطبعة الفرنسية تتزامن الآن مع «سنة الغوريلا»، التي هي مبادرة مشتركة لمؤتمر (UNEP) حول الأجناس المهاجرة (CMS)، ومشروع (GRASP)، والاتحاد الدولي لحدائق الحيوانات والأحواض السمكية. وقد ساهمت الحكومة الفرنسية في تمويل العمل.

ومن بين الأجناس الأربعة لقرود الغوريلا، ثلاثة منها مدرجة على اللائحة الحمراء التابعة لمؤسسة (IUCN)، باعتبارها «تواجه خطرًا فعليًا للانقراض». والأكثر تعرّضًا للخطر، هي قرود الغوريلا الجبلية في جمهورية الكونغو الديمقراطية. ورواندا وأوغندا، وقرود غوريلا «عبر النهر» في الكاميرون ونيجيريا، التي لم تعد أعدادها الحية تتجاوز على التوالي الـ٧٠٠ والـ٣٠٠ قرد. وفي جمهورية الكونغو الديمقراطية انخفض عديد الغوريلا في السهول الشرقية بشكل كبير جدًا، خلال العقد الأخير، ولم يبق منها سوى ٥ آلاف فرد. أما النوع الأدنى قيمة، والأكثر انتشارًا، أي غوريلا السهول الغربية الذي يعيش في أنغولا والكاميرون. وجمهورية أفريقيا الوسطى، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وجمهورية الكونغو (كنشاسا)، وغينيا الاستوائية والغابون، فلا يزيد عديدها على ١٢٥ ألف فرد تقريبًا.

والسبب الرئيسي لتناقص عديد قرود الغوريلا هو الصيد، سواء بسبب الحاجة الغذائية (أكثر من مليون طن من اللحوم تأتي سنويًا من غابات حوض (الكونغو)، أو تلبية لحاجات الطب التقليدي. وهناك سبب آخر هو تدمير مواطن سكن الغوريلا بسبب الزراعة وحرائق الأحراج والغابات. أما استخراج الموارد المنجمية الوفيرة، مثل الفحم والذهب والزنك واليورانيوم والكولتان (الذي يستعمل في الهواتف النقالة)، فيزيد في تفاقم الأوضاع أيضًا.

سنة الغوريلا تجمع أموالاً لتمويل مشاريع في أفريقيا في إطار اتفاقية (CMS) = (الأجناس المهاجرة)، لحماية قرود الغوريلا، التي تمّ اعتمادها في تشرين الأول (أكتوبر) ٢٠٠٧. وهي ترمي إلى تحسين إدارة حياة هذه الحيوانات (الوطنية والحدودية) والحفاظ على مواطنها ومساكنها، عبر توفير وسائل العيش الكافية للسكان، وتنظيم النشاطات الأخرى مثل السياحة البيئية، والعناية بالغابات، والممارسات الزراعية البديلة. وأحد هذه المشاريع يهدف إلى حثّ آلاف الناس في الكونغو الديمقراطية، على استخدام أفران خاصة، من انتاج محلّي، من أجل أعمال الطبخ. فهذه الأفران تخفّض حتى ٧٠٪ من كميات الفحم والخشب المستخدمة، وتخلق مراكز عمل محلية، وتحسّن بيئة المنازل. وهناك مشروع آخر أيضًا، لكنه في الكاميرون، هذه المرة، ويقضي باللجوء الى تربية النحل كبديل عن العمل في صيد الحيوانات للحصول على اللحوم. والمشروع الثالث، يطوّر عملية مراقبة الغوريلا الجبلية في رواندا، حيث عائدات السياحة تفوق عائدات الصادرات من البنّ والشاي، كما تقول مؤسسة «الأجناس المهاجرة».

وتدعم اليونسكو مبادرة محمية المحيط الحيوي العابرة للحدود في جرف «ألبرتين المركزي»، التي ترمي إلى ترويج السياحة البيئية بغية حماية قرود الغوريلا، في مواقع التراث العالمي لـ«الغابة العذراء» في «بويندي» في أوغندا، وحديقة «فيرونغا» الوطنية في جمهورية الكونغو الديمقراطية، وحديقة البراكين الوطنية في رواندا.

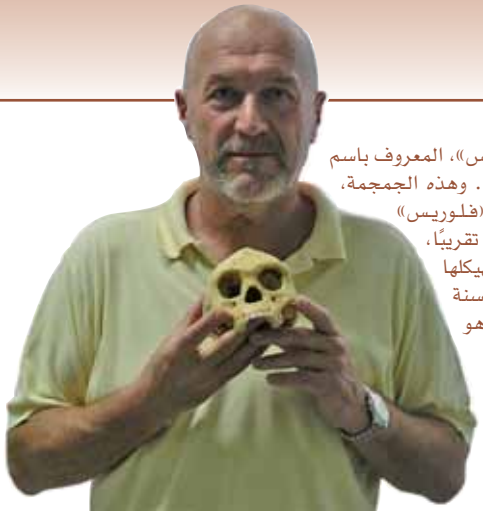
كذلك تساند اليونسكو مسألة إقامة محمية عابرة للحدود بين «كابندا» في أنغولا، ومحميات التنوع الحيوي في «لوكي» بجمهورية الكونغو الديمقراطية، وفي «ديمونيكا» في جمهورية الكونغو (كنشاسا)، من أجل حماية قرود «الشمبانزي» والنظام البيئي في غابة «مايومبي» الاستوائية الممطرة، وذلك عبر الدفع باتجاه التنمية المستدامة هناك. وقد شارك خبراء في كنشاسا، في شهر نيسان (أبريل)، في ورشة عمل إقليمية أولية تحضيرًا للاجتماع الوزاري الثلاثي المقبل للدول الثلاث ذات الصلة.

لقد بدأت سنة الغوريلا، في ٢٩ كانون الثاني (يناير)، في ظل أجواء متفائلة، عندما أعلن العهد الكونغولي لحماية الطبيعة عن نتائج تحقيق أشار إلى أن عدد قرود الغوريلا الجبلية في قطاع «ميكينو» التابع لحديقة «فيرونغا» الوطنية، قد ارتفع من ٧٢ إلى ٨١ فردًا، منذ شهر آب (أغسطس) ٢٠٠٧، كما أعلن حراس الحديقة أنهم ألقوا القبض على أربعة صيادين، خلال الأسابيع السبعة التي استغرقها التحقيق، ودمّروا ٥٣٦ شركًا أو فخًّا.

لمعرفة المزيد: www.unesco.org/mab/grasp
mab@unesco.org :www.yog2009.org

© UNESCO/Ian Redmond

غوريلا صغير من السهول الواطئة، يركب فوق ظهر أمه، في الكونغو.



كلوديو تونيز يمسك جمجمة «هومو فلوريسينسيس»، المعروف باسم «هوبيت»، في المركز الوطني للآثار في جاكرتا. وهذه الجمجمة، التي تمّ إكتشافها عام ٢٠٠٣، في جزيرة «فلوريس» الأندونيسية، تعود لإمرأة بالغة طولها متر واحد تقريبًا، وحجم دماغها ٤٠٠ سنتم٣. والفحوصات لهيكلها العظمي، بواسطة الكربون ١٤، أعطتها ١٨ ألف سنة من العمر. ويعتقد علماء الأنتروبولوجيا أن «هو بيت» هو أكثر قدمًا من «هومو».

كلوديو تونيز
خــارج أفريقيا

لا تتوقّف الدلائل والإثباتات التي تأتينا من أفريقيا، عن التزايد والتراكم. ولكن متى بدأت هجرة هذه الكائنات البشرية، ذات التكوين التشريحي المعاصر؟ وكم استغرقت من الوقت لكي تصل إلى أقاصي الأرض؟ وماذا نعرف عن طريقة عيش أجدادنا وحياتهم، وبصماتهم على البيئة؟

المتخصّص في علم الفيزياء النووية «كلوديو تونيز»، يدرس هذه الأسئلة منذ عدّة سنوات، ومؤخّرًا، بصفته نائب مدير «مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية» (ICTP)، التابع لليونسكو، في «تريبيست». منذ الوهلة الأولى، لا تظهر العلاقة بين الفيزياء، وتطوّر البشرية، بشكل واضح، غير أن وسائل الفيزياء الحديثة وأدواتها، تستطيع، بدقّة، تحديد تطوّر انتشار الكائنات البشرية. وانطلاقًا من أنظمة تسريع الجزيئيات لقياس أعمار المذنّبات والصخور القمرية، توصّل البروفسور «تونيز» إلى استخدامها لتحديد أعمار البقايا العظمية وأسنان البشر.

وفي ٢٩ نيسان (أبريل)، عشيّة مؤتمر اليونسكو بعنوان «داروين، التطور والعلوم»، كان البروفسور «تونيز» في البندقية يشرح كيف تمّ استخدام آخر الاختراقات في الفيزياء، من أجل دراسة تطوّر الأجناس. وبمناسبة الاحتفال بالذكرى السنوية المئتين على ولادة تشارلز داروين، أصدر البروفسور «تونيز»، كتاب «قرّاء العظم»، بالتعاون مع «ريتشارد غيليسبي» و«تشيريل جونز». وقد سردا فيه، بالتفصيل، جوانب النقاشات العلمية والسياسية، وردّات الفعل الثقافية التي واكبت دراسة أصل سكان أستراليا الأصليين.

من أين أتينا نحن؟

هناك نظريتان رئيسيتان بشأن أصل الإنسان المعاصر. فنظرية «من أفريقيا»، تقول إن جذورنا في أفريقيا، أما النظرية المعاكسة، المتعدّدة المناطق والأقاليم، فتقول إن الإنسان قد تطوّر في أوقات متزامنة، في عدة مناطق. ويدعم أنصار هذه النظرية، القول بأن الإنسان المعاصر في جنوب – شرق آسيا، وفي أستراليا ينحدر من «إنسان جاوا»، والصينيين من «إنسان بكين» – وهذان الإنسانان يتحدّران بدورهما من «هومو إريكتوس»، وأن الأوروبيين يتحدرون من «إنسان نياندرتال». غير أن فحوص وتحليلات الحامض النووي (DNA) الحديثة ترجّح بقوة صحة نظرية الأصول الأفريقية، ويستند المدافعون عنها، إلى الدليل المقدّم من البقايا العظمية.

كيف تفرّق البشر وتوزّعوا؟

تشير الدراسات الجينية للشعوب إلى أن مجموعة من الكائنات البشرية المعاصرة (الحديثة)، قد هاجرت قبل ٧٠ إلى ٨٠ ألف سنة، من أفريقيا، حيث سبق لها أن تطورت، قبل ذلك بحوالى ٢٠٠ ألف سنة، انطلاقًا من جنس أكثر قدمًا من سلالة «هومو». وهؤلاء انتشروا، أولًا، نحو الشرق، حتى وصلوا إلى آسيا وأستراليا. ووصلوا إلى أوروبا قبل، وقد تركوا، خلال مرورهم، بعض الدلائل – مثل العظام والأسنان وأدوات حجرية، وبقايا أطعمة – التي تساعدنا في متابعة مسيرتهم واقتفاء أثرهم.

وتسمح تحاليل الحمض النووي بتوكيد هذا النوع من المعلومات الأثرية. وقد أشارت آخر المعلومات بشأن تاريخ الترسّبات العالقة بأدوات حجرية من الهند إلى أن تاريخ هذه الفنون اليدوية يعود إلى ٧٧ ألف سنة. وتشير دراسة التحوّلات الجينية إلى أن الكائنات البشرية المعاصرة (الحديثة التي تركت أفريقيا) قد وصلت إلى الهند قبل ٦٠ إلى ٧٠ ألف سنة. إذًا، لا نستطيع القول، بشكل مؤكد، ما إذا كانت هذه الفنون والأعمال اليدوية، من صنع كائنات بشرية معاصرة، أو من صنع شعب بدائي وقديم إنقرض في وقت لاحق. وهذه المقارنات يمكن إجراؤها أيضًا في أستراليا والأميركتين، حيث تساند تحاليل الحمض النووي، الدلائل الأثرية القائلة بأن أستراليا كانت مأهولة بالسكان منذ ٥٠ ألف سنة، والأميركتين، منذ ١١ إلى ١٦ ألف سنة. وفي الحالتين، فإن وصول البشر يتزامن مع انقراض الحيوانات الكبيرة، التي كانت تستوطن تلك الأراضي خلال العصور الجليدية.

أي دور يمكن أن تلعبه الفيزياء في دراسة تطوّر وإنتشار الإنسان؟

منذ أواسط القرن التاسع عشر، تكوّن لدى «تشارلز داروين» وعلماء الجيولوجيا المعاصرين له، الشعور بأن الأرض والمخلوقات الحية التي توجد عليها، هي ذات أصول قديمة جدًا، ولكن بدون أن تكون لديهم الطريقة العلمية لإثبات ذلك. وهذه الطريقة لم تصبح ممكنة إلاّ في نهاية ذلك القرن، مع اكتشاف ظاهرة الإشعاع الذرّي. فالتقنيات الحديثة التي تستخدمها تساعدنا في التعرّف بدقّة إلى التسلسل الزمني لانتشار الإنسان وتطوّره.

المصدر: «تونيز» وآخرون (٢٠٠٩). «قرّاء العظام». اعتمدها «بالمر، د. (٢٠٠٧)- اصول الإنسان. ناشرو «نيوهولاند»، المملكة المتحدة.

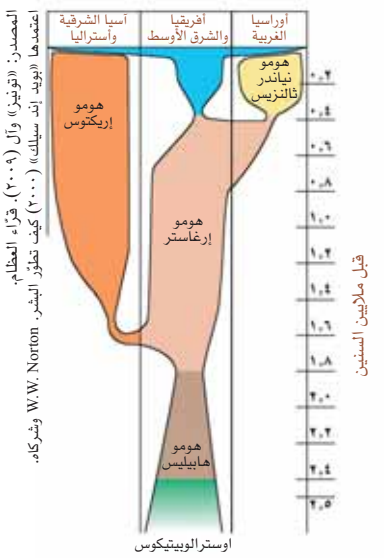
توزّع البشر وانتشارهم حسب الإثباتات الجينية والأثرية. وخطوط السواحل، خلال العصور الجليدية مرسومة باللون الزهري.

ثمّة طرق متعددة لتحليل العناصر حسب أقدميتها. وطريقة «راديوكربون»، التي تستند إلى إشعاعية الكربون ١٤ الذي يتكوّن في الجو بواسطة الأشعة الكونية، تسمح بتحديد تاريخ المادة حتى حوالى ٥٠ ألف سنة. وطريقة أخرى، تعرف باسم «طريقة التأريخ الجينية-الفضائية» (كوسموجينيك)، تستخدم عناصر مشعّة، متشابهة الخواص للألومينيوم و«البيريليوم»، ذات فترة حياة طويلة جدًا، تولّدت في اللحظة التي «قصفت» فيها الأشعة الكونية سطح الأرض. وهذه الطريقة تسمح بالتوغّل في الزمن حتى ما قبل مليون سنة. والطرق الأخرى تستخدم إشعاعية اليورانيوم، وتأثيرات الإشعاعية الطبيعية على حبوب الرمل، وهذه هي طريقة «التاريخ التوهّجي» عن طريق البصر. وهناك الكثير من الطرق من هذا النوع.

وطريقة التأريخ «الكونية - الجينية» (كوسموجينيك)، قد تم تطبيقها، للتو، على «إنسان بكين»، الذي وُجد قبل ٧٠٠ ألف سنة، أي معاصر لأجدادنا الأفارقة. وجماعة «إنسان بكين» يمكن أن تكون غادرت القارة الأفريقية، في مرحلة سابقة للهجرة، قبل مليوني سنة تقريبًا. وخلال تلك الفترة شهدت الأرض عدة عصور جليدية. حتى الأشد برودة من العصر الجليدي الأخير، هناك فترة ٢٠ ألف سنة، كان خلالها الجزء الأكبر من أوروبا وأميركا الشمالية مغطى بطبقات من الجليد سماكتها متر واحد. وقد انخفض مستوى مياه البحار ١٢٠ مترًا، الأمر الذي فتح مسارب جديدة (ممرات) بين القارات. و«لغة العناصر ذات الخصائص المتشابهة»، المعبّر عنها بعناصر مشابهة للأوكسيجين والهيدروجين في الترسّبات البحرية العميقة وفي «اللفافات» الجليدية في منطقة «أنتاركتيكا»، كلها تتحدث بكثافة عن المناخ المتطوّر.

الأدوات والطرق العلمية المطبقة، خصوصًا في البحث الفيزيائي، تساعد في دراسة أسنان «الكائنات البشرية الأولى» وعظامها، وفي فحص الآنية، والسهام والخزف، وغيرها من الأشياء الأثرية. ومن بين هذه الأدوات، لا بدّ أن نذكر الميكروسكوبات الجيدة التي تستخدم أشعة «سنكروترون»، والحزمات من «النوترونات»، و«الأيونات»، ذات الطاقة العالية، والقادرة على الكشف عن هيكلية الأعمال اليدوية الثقافية وتكوينها.

وخلال الثمانينيات من القرن الماضي، أستخدمت أنا الأشعة «السنكترونية» لدراسة النظام الغذائي لقبائل «النورماند» القدماء في صقلية، وجنوب إيطاليا، حيث أقاموا مملكة في القرن الحادي عشر الميلادي. ومن أجل ذلك، استعملت مواد خاصة بالأسنان. وفي الوقت الراهن، نعمل على تحليل سن إنسان تم اكتشافه في «فيزوغليانو»، قرب «تريبستي»، والذي يقول معظم علماء «الأنتروبولوجيا» إنه الجد المشترك لإنسان «نياندرتال»، والإنسان المعاصر. وهو، بسبب انتمائه إلى جنس «إنسان هيدلبرغ»، فإن عمره حوالى نصف مليون سنة. ونحن ندرس أيضًا إمكانية استخدام التأريخ «الكوني-الجيني» – الذي نجحتُ بواسطته، في تحديد تاريخ مذنّبات أنتاركتيكا، قبل فترة طويلة من الزمن– من أجل تحديد عمره بشكل أكثر دقّة.



المصدر: «تونيز» وآل (٢٠٠٩)، فرّاء العظام. اعتمدها «وود إند سيلك» (٢٠٠٠). كيف تطوّر البشر. W.W. Norton وشركاه.

حسب هذا النموذج للتطور ولإنتشار البشر، فإن «هومو إرغاستر» قد تطوّر في أفريقيا، قبل ١,٨ مليون سنة، قبل أن ينتشر في آسيا، حيث أصبح «هومو إريكتوس». واللون الأزرق يمثّل «هومو سابينس».

وماذا عن المستقبل؟

التقنيات الحديثة للأشعّة السينية، تسمح لنا بملاحظة تفاصيل صغيرة للغاية في العظام والأسنان، تجعلنا قادرين على فهم تطوّرنا. وبفضل الإشعاع «السنكروتروني»، نستطيع إنتاج صور بأبعاد ثلاثية للعظام والأسنان، ذات دقة شديدة تفوق بآلاف المرات دقة ووضوح الصور العادية بالأشعة السينية ووضوحها، وكل هذا، بدون تلف العيّنة (النموذج).

ونحن نطبّق حاليًا، هذه التقنية على «الكائنات البشرية» القديمة جدًا، التي أشرت إليها سابقًا، أي «إنسان هيدلبرغ». والمركز الأوروبي للإشعاع «السنكروتروني» (ESRF)، في «غرونوبل» بفرنسا، هو رائد في هذه المجال، ولكن لدينا مشاريع مماثلة، في «سنكروترون» (إيليترا ELETTRA) في «تريبستي».

وفي الأردن، هناك مركز للأبحاث تمّ إنشاؤه برعاية اليونسكو، هو «المركز الدولي للإشعاع السنكروتروني للعلوم التطبيقية في الشرق الأوسط» (SESAME)، وهو يخطّط لبرنامج مخصّص لعلم الآثار، وللتراث الثقافي. وهذا موضوع ذو أهمية بالغة في الشرق الأوسط، حيث التقى البشر المعاصرون، للمرة الأولى، أجناس «الإنسان النياندرتالي» قبل ١٠٠ ألف سنة. وفي المنطقة أيضًا إرث غني يعود تاريخه إلى أزمنة تاريخية، يجب أن تُدرس، وتُحفظ. وأمانة سرّ اليونسكو و(ICTP) تشاركان بنشاط في هذه البرامج.

ففي (ICTP) – المركز الدولي للفيزياء النظرية، نقوم ببناء جهاز «سبيكترومتير» نقّال يعمل بالأشعة السينية، بالتعاون مع (ELETTRA)، سيسمح لنا بإجراء تحاليل، على الأرض، دون أن نكون بحاجة إلى جمع عيّنات، ونماذج الفن الصخرية في «كمبرلي»، و«أرض أرنهم» في أستراليا الشمالية، من أجل إيضاح الطرق المستخدمة من قبل فنّاني

©Claudio Tuniz

في المركز الأوروبي للإشعاع السنكروتروني (الأشعة السينية الساطعة)= (ESRF) يستخدم «كلوديو تونيز» هذه الأشعة، لتوليد صورة ثلاثية الأبعاد لسنّ إنسان قديم، تكون واضحة أكثر بآلاف المرات، من الصورة بالأشعة السينية العادية. وهذه التقنية، المعروفة باسم «ميكروتوموغرافيا»، تعد بحلّ ألغاز بيولوجيا التطور لإنسان «نياندرتال» وإنسان «هومو إريكتوس» وغيرهما من أجناس الإنسان الأول. وقد نجح العلماء في مركز (ESRF)، في الاكتشاف بأن عاج سنّ إنسان نياندرتال أقل سماكة من عاج أسنان الناس المعاصرين، الأمر الذي يدعّم صحة الفرضية القائلة بأن صغار النياندرتال كانوا ينمون بسرعة أكبر من صغار الهومو سابينس، وذلك بفضل استخدام تكنولوجيا «سنكروترون». ويتم إنتاج الأشعة السنكروترونية بواسطة شعاع إلكتروني يتم تسريعه داخل حلقة، حتى سرعة الضوء تقريبًا.

©Claudio Tuniz

موقع في «أندرا براديش» في الهند، تمّ تأريخه بواسطة الإشعاع البصري، على أيدي مجموعة أسترالية. ويحتوي هذا الموقع على مصنوعات يدوية يعود تاريخها إلى نحو ٧٧ ألف سنة. ويمكن أن تكون من صنع الهوموسابينس، أو بشر أكثر قدمًا. وهذه المصنوعات وُجدت وسط طبقات رسوبية، تحت وفوق رماد من «الثورة السوبر» لبركان «توبا» في سومطرة، قبل ٧٤ ألف سنة. وهذه الثورة كانت أكبر انفجار بركاني خلال المليوني سنة الماضية، إذ إنها قذفت ٢٧٠٠ كلم^3 من الصخور والرماد في الفضاء.

«بليستوسين». وهذه الآلة يمكن نقلها بين المتاحف الافريقية لإجراء دراسات الحماية وفهم المادة المرتبطة بالتطور البشري. وهكذا، فإن التحليل يمكن أن يجري على الأرض، دون الحاجة إلى نقل البقايا البرية القيّمة والسريعة العطب.

وأخيرًا، وليس آخرًا، نحن ندرس استخدام طريقة التأريخ «الفلكي-الجيني»، لتوكيد التواريخ الزمنية لبعض البقايا البشرية، التي يعود تاريخها إلى ما بين ٥٠٠ ألف و١,٥ مليون سنة. وهذه فترة أساسية للتطوّر، ومن المهم استخدام تقنيات أخرى للتأريخ.

كيف توصّلت إلى الاهتمام بتطوّر البشر؟

منذ البداية، كنت مهتمًّا بتطوّر البشرية وعلم الآثار. وبعد عدّة سنوات من العمل في الفيزياء البحتة، والنووية، أدركت أن جزءًا من المنهجية يمكن تطبيقه في مجالات أخرى متعدّدة. وخلال الثمانينيات من القرن الماضي، طبّقت أساليب الأشعة السينية، ونظام التسريع، على دراسة الإرث الثقافي. وخلال التسعينيات، استخدمتُ طريقة التأريخ عبر (الكربون ١٤) بواسطة نظام التسريع، بالنسبة إلى حقبة ما قبل التاريخ الأسترالية. وشغفتُ لاحقًا بالطريقة التي يمكن للفيزياء النووية أن تساعد في دراسة هذا الإرث وحمايته.

إن الإرث الثقافي ما قبل التاريخ، مهم للغاية، من أجل معرفة هوية المجموعة الأصلية، مثل مجموعة «أبوريجين» الأسترالية، أو مجموعات السكان الأصليين في أميركا الشمالية.

حدّثنا عن كتابك «قرّاء العظام»

في هذا الكتاب نفحص الوقائع ذات العلاقة بالوصول الأول للإنسان إلى أستراليا، وبما يعلّمنا الحمض النووي الحديث عن أصل جماعة «أبوريجين» الأستراليين، والنظريات بشأن جماعات «هوبيت» الأندونيسية، ومَنْ، أو ماذا أسفر عن اختفاء الحيوانات «الجرابية» العملاقة. والاكتشافات الخاصة بأستراليا والبلدان المجاورة تجد صداها في النقاشات حول اختفاء «إنسان نياندرتال»، وتقدّم توضيحات عن تطوّر الإنسان. كذلك، نحن نناقش الطريقة التي يمكن للسياسة والأيديولوجيا أن تتداخلا مع الطريقة العلمية. هناك توتّر بين العلم، وإدارة الإرث الثقافي، ومعتقدات الشعوب البدائية.

لقد طلبت مجموعات «أبوريجين» الأسترالية من متاحف ومؤسسات العالم الأخرى، إعادة البقايا العظمية لأسلافها، بما فيها الأكثر قدمًا، والتي تعود إلى ما قبل ٤٠ ألف سنة. ونحن نصف ذلك في كتابنا، بالقول: «هذا الجدل تعود جذوره إلى التاريخ الاستعماري لأستراليا، فمجموعات «أبوريجين» الذين تعرّضوا للاحتقار في القرن التاسع عشر، وإعتبارهم بمثابة شعوب بدائية، وأسرى العصر الحجري، كان يُنظر إليهم كما لو أنهم «عيّنات» مهمّة لعلماء الطبيعة، في المستعمرات وفي أوروبا. والبقايا العظمية العائدة لـ٣ آلاف فرد على الأقل، أرسلت إلى خارج البلاد، إلى ٧٠ مؤسسة، وحتى إلى أكثر من ٢١ بلدًا بغية إغناء مجموعاتها». واليوم، عندما تعيد المتاحف البقايا العظمية القديمة جدًا، إلى جاليات «أبوريجين»، فإن هذه تقوم بدفنها أو بإحراقها باعتبارها بقايا عظمية لأجدادها.

وهذا يخلق توتّرات مع الجالية العلمية. وفي كتابنا نوضّح «أن العديد من العلماء وخبراء الآثار يساندون الفكرة القائلة بأن البقايا القديمة جدًا تشكّل جزءًا من الإرث المشترك للإنسانية. والبحث بشأن الهياكل العظمية، قد يساعد في فهم مدى الأمل بالحياة، والحالة الصحية، والممارسات الثقافية، والنظام الغذائي، وتحرّكات الشعوب الماضية. والبقايا الأسترالية قد تساهم في تخفيف حدّة بعض المجادلات حول التطور البشري».

وقد عارض بعض الأبوريجين مشاريع مرتكزة إلى تحليل الحمض النووي، مثل المشروع الدولي لتنوّع المجموعة الجينية البشرية، خلال التسعينيات من القرن الماضي. وكان هذا المشروع يهدف إلى رفع بعض عيّنات الحمض النووي لمئة ألف شخص، ينتمون إلى ٤٠٠ أو ٥٠٠ شعب مختلف. وإحدى سيّئات هذا المشروع كانت النيّة لحفظ جزء من الحمض النووي «كمرجع» للخلايا، أو (خط النسب للخلايا). فهذا كان يثير رفض الأبوريجين. ومن واجب العلماء أن يكونوا حريصين على فهم مثل هذه الحساسيات الثقافية.

كثيرون هم الأبوريجين الذين يخلطون بين العلم والعالم الغربي، عالم المستعمرين. وعندما يفعلون ذلك، أودّ أن أردّد على مسامعهم ما قاله «عبد السلام»، مؤسس (ICTP) – المركز الدولي للفيزياء النظرية: «إن الفكرة العلمية هي الإرث المشترك للبشرية». وبعض الأبوريجين الأستراليين في شمال البلاد، يتقبّلون هذه الفكرة، ويفضّلون الدخول في مشروع تندمج فيه الوسائل العلمية بالمعرفة التقليدية. وتقاليدهم المحكيّة انتقلت بشكل جيّد على مئات الأجيال، ولذلك يقولون إن العلم لن يفعل سوى توكيد ما يعرفونه مسبقًا.

ما زال أمامنا الكثير الذي يجب أن نعرفه عن شمال أستراليا، والسكان الأبوريجين في هذه المنطقة، والذين تحدّثتُ إليهم، سوف يكونون سعداء في التعاون مع العلماء. ومن المهم أن يتم، بصورة غير اقتحامية، تفكيك رموز المعلومات الواردة عبر الآثار الثقافية، وعلاقتها بثقافة الشعب الذي صنعها. وأنا أعتبر أن ثمّة فرصة مناسبة ومهمّة أمام سكرتاريا اليونسكو، لكي تقوم بذلك، كما أن المركز الدولي للفيزياء النظرية، يمكن أن يلعب دورًا أيضًا في العملية.

مقابلة أجرتها «ماري آن وليامز»[٢].

الناشر يعرض مقتطفات من كتاب «قرّاء العظم»، على موقعه: www.allenandunwin.com. وهذا الكتاب نشره أيضًا «ليفت كوست برس» – الولايات المتحدة، و«شبرنغر» – إيطاليا.

٢. مسؤولة عن الإعلام الجماهيري. mwilliams@ictp.it.

تعلّم العيش مع الجفاف في أوروبا

خلال السنوات الأخيرة، شهدت أوروبا، في بعض مناطقها، سلسلة من مراحل الجفاف القاسي، وفي مناطق أخرى، أمطارًا غزيرة، الأمر الذي يدفع إلى التخوّف من أن تغيرًا مناخيًا في طريقه إلى الحصول. وقد تأكّدت الفكرة الداعية لوضع سياسة أوروبية لمواجهة الجفاف، بغية إعداد وتهيئة المنطقة إزاء هذا الاحتمال، وذلك بفضل المراقبة، والتوقّع المسبق، وتبادل المعلومات بين البلدان. ومع اقتراب انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة، الذي سيتم في شهر كانون الأول (ديسمبر)، لاعتماد اتفاقية تخلف «بروتوكول كيوتو»، نقوم بفحص مدى خطورة مشكلة الجفاف المتصاعد في أوروبا، وذلك عبر عدسة برنامج لليونسكو بشأن الأنهار.

الصور: Droege/Reiss

مشاهدة سفن الشحن، كانت نادرة، في «كاوب»، في نهر الراين بألمانيا، قبل ٣ أيلول (سبتمبر) ٢٠٠٣. فمستويات المياه كانت منخفضة لدرجة لم تكن تسمح إلا بإبحار السفن ذات الحمولة المنخفضة، التي لا تغرق كثيرًا داخل المياه. وقد تمّ حفر أخدود وسط المجرى المائي بغية رفع مستوى الماء وتضييق عرض مجرى النهر. وهذا ساعد في زيادة سرعة الدفق المائي في النهر، وبالتالي منع الترسبات من التراكم في ممر مسار السفن. والشباك مصنوعة من الحصى، ويتم تغطية سطحها بالحجارة لاحقًا.

ففي العام ٢٠٠٤ بدأ البرلمان الأوروبي يهتم، للمرة الأولى، بضرورة وضع سياسة لمواجهة الجفاف، وذلك بفضل شبكة «يور أكوا» التي تضمّ مؤسسات أوروبية للبحث بشأن المياه الحلوة، عند ظهور وثيقة التفكير «باتجاه سياسة أوروبية للجفاف». وهذه السياسة ترتكز إلى المعطيات المقرّرة، ضمن إطار البرنامج الهيدرولوجي الدولي لليونسكو، برنامج أنظمة السيلان المحددة استنادًا الى سلسلة من المعطيات الدولية الاختبارية والشبكات (FRIEND). وهذه الوثيقة، بعنوان «مواجهة تحديات نقص المياه والجفاف في أوروبا»[٣]، هي عبارة عن تشخيص جديد باتجاه دراسة أوروبية متعلقة بالجفاف.

فصول صيف كارثية

شهدت أوروبا في العام ٢٠٠٣، فصل الصيف الأكثر حرارة منذ البدء بتسجيل المعلومات الجوية، الأمر الذي أدّى إلى خسارة اقتصادية بحوالى ١٢ مليار يورو (راجع المخطط). وانخفاض مستوى المياه، أسفر عن إلحاق الضرر باستقرار السدود، وتوقّف الملاحة في نهر الدانوب، ونهر «إلبي» ونهر «الراين»، وإبطاء عمليات إنتاج الطاقة. ففي إسبانيا، كانت السدود الهيدرو-كهربائية تعمل بما دون طاقتها، وفي فرنسا، لم تعد تعرف أين تجد المياه لتبريد مفاعلاتها. أما الخسائر في المحاصيل الزراعية، فكانت عامة، وحرائق الغابات كانت كثيرة وواسعة النطاق، فيما غادرت أعداد كبرى من السيّاح مراكز قضاء الإجازات، هربًا من أعمال تقنين المياه. كما أن المناظر الطبيعية تلوّنت باليباس، ودرجات الحرارة ارتفعت إلى مستويات قياسية.

وبعد سنتين، تكرّر السيناريو عينه، ثم في السنة التالية، والسنة التي بعدها. وقد سيطرت موجات من الحرارة والجفاف، على مناطق واسعة من وسط أوروبا، وغربها. وأكثر البلدان تضرّرًا كانت ألمانيا والنمسا وبلجيكا وكرواتيا وإسبانيا وفرنسا وهنغاريا وإيطاليا وسلوفاكيا وهولندا وبولندا والبرتغال ورومانيا، والمملكة المتحدة وسلوفاكيا وسويسرا. وعند ذاك أدرك الاتحاد الأوروبي أن الجفاف قد أصبح من المواصفات الهامة للمشهد الأوروبي.

هل هذه هي قابلية تبدّل في المناخ أو هي ظاهرة تغيّر مناخي؟

ينكبّ العديد من المتخصّصين على العمل لمعرفة ما إذا كان توافر وقوة الفيضانات وحالات الجفاف في أوروبا يمكن ربطهما بمسألة «قابلية التبدّل المناخي»، أو بظاهرة التغيّر المناخي. إن أحدًا لا يعرف ذلك، والمراقبة قد تسمح بحسم الجدل، شرط أن تكون كاملة ومتواصلة، وعلى مدى طويل، بطريقة تسمح باستخلاص المعلومات المؤكدة، والتوجّهات المتوقّعة.

وهذه الفكرة فُرضت، بالصدفة، على فريق عمل صغير من العلماء الأوروبيين منذ العام ١٩٨٥. وقام هؤلاء بتأسيس برنامج (FRIEND)، من أجل الحصول على الجزء الأفضل من مجموع المعلومات التي تمّ جمعها خلال الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، عن أحواض تمثيلية واختبارية في أوروبا الشمالية. ومنذ ذلك الحين، تحوّل برنامج (FRIEND) إلى شبكة دولية، تضم ثماني مجموعات إقليمية، مقر سكرتاريتها في اليونسكو. وتشارك أكثر من ١٤٥ دولة في هذا البرنامج (راجع الخارطة).

وينقسم برنامج (FRIEND) الأوروبي (أو يورو- فرند) إلى خمس مجموعات، تعالج كل واحدة منها عدة مواضيع للبحث. ومن خلال أحد هذه المواضيع، يعمل العلماء على تحديد مدى تأثير إدارة المياه، والنشاطات

الكلفة الاقتصادية للجفاف في أوروبا ١٩٩٢ – ٢٠٠٨

السنة	البلد أو الأراضي المتأثّرة بالجفاف	الكلفة الاقتصادية بمليارات اليورو
١٩٩٢-١٩٩٥	إسبانيا	أكثر من ٣,٧
١٩٩٩	إسبانيا: الأندلس، أراغون، كاستيليا، كاتالونيا، إكسترامادور مورسي، فالنسيا	أكثر من ٣
٢٠٠٠	بلغاريا، ألمانيا، جمهورية تشيكيا، اليونان، هنغاريا، بولندا، رومانيا، تركيا، بلاد البلقان الغربية.	أكثر من نصف مليار
٢٠٠٣	ألمانيا، النمسا، بلجيكا، بلغاريا، جمهورية تشيكيا، الدانمرك، إسبانيا، فرنسا، اليونان، هنغاريا، إيطاليا، النرويج، هولندا، بولندا، البرتغال، رومانيا، المملكة المتحدة، سويسرا، بلاد البلقان الغربية	أكثر من ١١,٦
٢٠٠٥	فرنسا، البرتغال، إسبانيا، المملكة المتحدة	أكثر من ٢
٢٠٠٦	جنوب - شرق المملكة المتحدة	أكثر من ٠,١٥
٢٠٠٧	اليونان، مولدافيا، وباقي جنوب - شرق أوروبا	أكثر من ١,٥
٢٠٠٨	إسبانيا والبرتغال	٠,١٥

المصدر: FRIEND

الإنسانية، ومحرّكات المناخ، على الجفاف، ويرسم المشروع خريطة لهذه الظاهرة في أوروبا كلها، في محاولة منه لاستخراج نموذج لقابلية التبدّل الهيدرولوجي للجفاف، ولتحسين المراقبة والمعلومات الخاصة بالأحوال الجوية، والتوقّع المسبق[٤]، وتخفيف وطأة النتائج.

أوروبا تجهد لتطوير المواصلات النهرية

أبحاث (يورو- فرند) عن الجفاف تثير اهتمام قطاع نقل البضائع على مجاري المياه الداخلية –أنهار وأقنية– فالنقل (أو المواصلات) النهري هو أكثر ثقة وأمانًا من المواصلات البرية أو الحديدية، بالرغم من تعرّضه أكثر لتغيّرات الدفق المائي للأنهار. وهناك، بالتأكيد، قطاعات أخرى، مثل الزراعة، والتزوّد بالماء، والسياحة والكهرباء، حسّاسة أيضًا. فإننا هنا، لا نهتم إلا بالحالة الخاصة للنقل الداخلي عبر المياه. ويأمل الاتحاد الأوروبي بتطوير وتنمية المواصلات والنقل المائي في الداخل لعدّة أسباب. فوسيلة النقل هذه، تلعب دورًا إقتصاديًا لا يستهان به، يقدّر بعشرة يورو لكل ألف طن/ في الكيلومتر الواحد، مقابل ٣٥ يورو بالنسبة إلى النقل البري، و١٥ يورو بالنسبة إلى النقل بالسكك الحديدية.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن إعادة التوازن مع النقل المائي الداخلي، من شأنه أن يساعد الأوروبيين على خفض انبعاثات الغازات المسبّبة للاحتباس الحراري، حيث إن إنبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون للطن/ كلم، أقل منه بالنسبة للنقل البرّي والحديدي.

واليوم، يمثّل النقل النهري ٦٪ فقط من مجموع حركة النقل في الاتحاد الأوروبي. وهناك أكثر من ٣٦ ألف كلم من المجاري المائية تربط بين مئات المدن، والمناطق الصناعية. ومن بين الدول الأعضاء الـ٢٧، هناك ١٨ دولة تمتلك هذه الطرق المائية، منها ١٠ فيها شبكات مائية متداخلة في ما بينها ومتواصلة. وهذ النموذج في النقل يلعب دورًا أساسيًا في كل شمال - غرب أوروبا، غير أنه يبقى أقل أهمية في معظم بلدان أوروبا الجنوبية حيث الأنهار غير صالحة للملاحة، بشكل عام.

هل تسارعت موجات الجفاف؟

في عملية غير مسبوقة، استوردت مدينة برشلونة، ومنطقة كاتالونيا الإسبانية، في أيار (مايو) ٢٠٠٨، ناقلة مياه من مرسيليا، المدينة الفرنسية المجاورة الواقعة على البحر الأبيض المتوسط. بعد مضي أشهر من الأمطار غير الكافية، انخفض مستوى المياه الجوفية في إسبانيا إلى النصف من إمكانياتها الاستيعابية، فيما انخفض هذا المستوى إلى الربع تقريبًا في كاتالونيا. وقد وصلت إلى هناك ست شحنات آتية من مرسيليا، ومن موانئ إسبانية، كلّفت البلدية مبلغ ٢٢ مليون يورو تقريبًا.

وإسبانيا تمر حاليًا في أسوأ مراحل الجفاف، منذ البدء بأعمال التسجيل، قبل ٦٠ سنة. ولكن السؤال هو: هل هذا عارض من عوارض ظاهرة أكثر شمولية؟ إن أوروبا تضم عدة مناطق مناخية مختلفة، كلّها معرّضة لتغييرات قوية، حتى داخل بعض الدول الكبيرة مثل فرنسا وألمانيا. وإذا كان المناخ المتوسّطي يميل إلى الحرارة وشبه الجاف، فإن مناخ أوروبا الوسطى والشرقية هو قارّي وأكثر برودة ورطوبة.

وفي العام ٢٠٠٠، تمّ فحص وتحليل أكثر من ٦٠٠ عيّنة مياه أُخذت يوميًا من مياه الأنهار، من قبل «أرشيف المياه الأوروبي»، في محاولة لمعرفة التعديلات في صورة الجفاف في أوروبا كلّها بين عامي ١٩٦٢ و١٩٩٠. وهذه الدراسة، التي أجراها برنامج «يورو - فرند» ضمن إطار مشروعه بعنوان (أريد)، (راجع الإطار)، لم تتوصل إلى اكتشاف تعديلات هامة في معظم المحطّات.

المجموعات الإقليمية الثماني المنضوية تحت لواء مجموعة (فرند)، يُشير نموذج معين، إلى وجود تباين بين مجموعتين. وأعضاء مجموعة (فرند) يتبادلون المعلومات والمعرفة والتقنيات، داخل المناطق لتحسين عملية فهم الاختلافات والتماثلات الهيدرولوجية، في الزمان والمكان.

التجمّع بين أصدقاء

تنظّم مجموعة (فرند) مؤتمرها العالمي السادس بين ٢٥ و٢٩ تشرين الأول (أكتوبر) ٢٠١٠، في كلية العلوم والتكنيك في «فاس» بالمغرب، تحت عنوان «التغيّر الكوني: مواجهة الأخطار والتهديدات على الموارد المائية».

والمؤلّفون مدعوّون لتقديم ورقة عمل حول واحد من مواضيع المحاضرات الأربع: الأخطار الهدرولوجية، استراتيجيات التأقلم، الضغوطات البشرية على موارد المياه المحدودة، والمعلومات البيئية وأنظمة المراقبة. وآخر موعد لتقديم الملخص من ٣٠٠ كلمة، بالإنكليزية أو الفرنسية، هو **٣٠ أيلول (سبتمبر) ٢٠٠٩**.

وسيتم إبلاغ المؤلّفين بتاريخ ٣١ كانون الأول (ديسمبر) ٢٠٠٩، ما إذا كانت ملخّصاتهم قد قُبلت. وآخر موعد لتقديم الورقة الكاملة، هو ٣١ آذار (مارس) ٢٠١٠.

لمزيد من التفاصيل، وللتسجيل، (هناك رسم): http://typo38.unesco.org/en/about-ihp/ihp-partners/friend.html

نحو نظام أوروبي شامل لمراقبة الجفاف واستشرافه

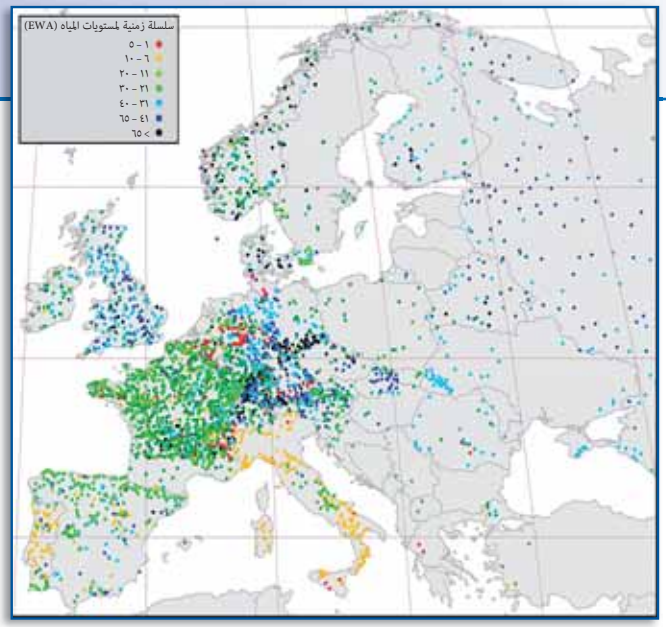
إستنبط العلماء طريقة إبداعية لتحليل فترات الجفاف التاريخية في القارة الأوروبية ودراستها. وهم يحتسبون كم مرّة متوسط الدفق التاريخي لمياه نهر ما تساوى مع الدفق العادي أو تجاوزه، في يوم معيّن. وبالنسبة إلى مديري المياه والمخطّطين، فإن هذه الطريقة في إحتساب الدفق هي أكثر وضوحًا وأهمية من القراءة البسيطة لحجم إجمالي، لأنها توضح فورًا كيفية تموضع ارتفاع أو انخفاض مستوى نهر، بالنسبة إلى القياسات التاريخية في الموقع المحدّد.

والآن، أصبح بالإمكان الإطّلاع على سلسلة زمنية للقيم الزائدة للمياه، في أوروبا كلّها، من خلال استخدام برنامج حاسوبي تجاري متوافر، يستطيع توضيح وتحليل تطوّر الجفاف على مسافة زمنية محدّدة.

وطريقة التجاوز (أو الزيادة) هذه، تمّ تطبيقها، للمرة الأولى في العام ٢٠٠٠، من ضمن مشروع (فرند)، لإجراء تقييم بشأن التداعي الإقليمي لحالات الجفاف في أوروبا (أريد). وقد انتقت الدراسة أكثر من ٥٠ محطة قياس، في ١٧ بلدًا، للتحويل الآلي لمعلوماتها، إلى النظام المركزي: ألبانيا، البوسنة والهرسك، بلغاريا، كرواتيا، قبرص، ألمانيا، إيطاليا، الأردن، مالطا، جمهورية مقدونيا (اليوغسلافية السابقة)، المغرب، النرويج، البرتغال، سلوفينيا، تونس، تركيا والمملكة المتحدة. وقد تمّ اختيار الدول للدراسة، انطلاقًا مما إذا كانت المعلومات متوافرة أم لا على الأونلاين.

وبالنسبة إلى الدول المتوسّطية، استخدم برنامج (فرند)، خدمة أونلاين للمعلومات، طوّرتها منظمة (WMO)، والنظام المتوسطي لمراقبة الدورة الهيدرولوجية (MED-HYCOS).

أما مشروع (أريد)، فقد أوضح أنه بالإمكان استخدامه فنيًا، لإنشاء نظام أوروبي شامل لمراقبة واستباق الجفاف في الوقت الحقيقي، إستنادًا إلى مبدأ (فكرة) زيادة الدفق، وقراءتها. ولكي تكون الطريقة ذات فعالية كاملة، ستكون الدول بحاجة إلى جمع معلومات فضائية وطقسية أكثر. وهذا سيعني إنشاء محطات للقياس، حيث يلزم، ومراقبتها بصورة منتظمة.



أرشيف المياه الأوروبي، هو أحد أهم إنتاجات «يورو- فرند». فقاعدة المعلومات هذه تجمع قياسات التدفّقات اليومية المسجّلة في أكثر من ٤ آلاف محطة للقياس في ٣٠ بلدًا أوروبيًا، وبعضها يعود إلى ما قبل ٦٠ سنة. وهذا واحد من الأرشيفات المائية الأكثر اكتمالًا في العالم.

غير أن الدراسة قد لحظت فروقات إقليمية. ففي إسبانيا، وكذلك في الجزء الغربي من أوروبا الشرقية، والجزء الأكبر من المملكة المتحدة، تبيّن أن هناك ميلًا باتجاه تفاقم ظواهر الجفاف. وعلى العكس من ذلك، فإن معظم مناطق أوروبا الوسطى، والجزء الشرقي من أوروبا الشرقية، قد أظهرت ميلًا باتجاه تعرّضها لظواهر جفاف أقلّ قساوة مما كان يحصل في السابق.

هذه الميول قد تكون في جزء كبير منها ناجمة عن تغيّرات إقليمية في نمط هطول الأمطار وتساقط الثلوج. غير أنه ليس من السهل التمييز ما إذا كانت هذه التغييرات ناجمة عن الإنسان، أو عن التغيّر الطبيعي للمتساقطات مع الزمن، أو من الاثنين معًا. وهناك واقع آخر يدعو إلى الحذر، وهو أنّ الظواهر الإقليمية التي تمّت ملاحظتها، كانت متأثّرة بشدّة باختيار الفترة الزمنية، ومحطّات أخذ العيّنات التي تمّ تحليلها، وكذلك بمعطيات الجفاف عينها. وهذا يعني أن عملًا كثيرًا لا يزال ينتظر برنامج «يورو- فرند».

هل إن شتاء جافًا يُعلن عن صيف جاف؟

عرفت المملكة المتحدة سبع سنوات كانت الأمطار خلالها حسب المعدّل الوسطي تقريبًا، قبل ان يحل شتاء (٢٠٠٤–٢٠٠٥) الحار والجاف، ويُسفر عن نقص بنسبة ٤٠٪، في المياه، في جزء كبير من وسط وجنوب إنكلترا، وتواصل هذا الجفاف على مدى فصل الصيف التالي. وقد أوضح متحدّث باسم «مركز البيئة الهيدرولوجية» في المملكة المتّحدة، «أن الجفاف كان محدّد الموقع، لكنه امتدّ على فترة طويلة وقاسية جدًا في المناطق الأكثر تضرّرًا». وبعد فصل شتاء ثانٍ جاف في ٢٠٠٥–٢٠٠٦، نشر مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة، أرقامًا أكدت أنّ الأجزاء الجنوبية من أنكلترا عرفت فصلي شتاء متتاليين هما الأشد جفافًا منذ ٨٠ سنة.

واستنتج العلماء من هذا الاختبار، ومن سيناريوهاتهم الخاصة لتعديلات الضغط الجوي على البلد، أن الأمطار الشتوية تؤثّر إلى حدّ كبير على ظهور الجفاف في جنوب - شرق المملكة المتحدة.

فهل كانوا على حق؟ إستنادًا الى دراسة مبتكرة، اهتمت بتوضيح العلاقات بين أنظمة العواصف، وانخفاض الضغط الجوي، وغيرها من القوى الجوية التي تجتاح أوروبا، من جهة، وبين موجات الجفاف القاسية التي تضرب القارة، من جهة ثانية، كانوا على حق، بشكل كامل. فقد استندت الدراسة إلى معطيات من الأرشيف الأوروبي للمياه بين ١٩٦٢ و١٩٩٠. وقد أظهرت النتائج أن ثمّة فرصًا أكبر لحصول جفاف في أعقاب فصل شتاء قليل الأمطار والثلوج.

ومن خلال الاعتماد على أطلس إلكتروني لسيناريوهات تعديلات تاريخ حصول الدورة الفضائية، وتردّدها، سيكون بوسعنا، بعد اليوم، التعرّف إلى دينامية فترات الجفاف، وبالتالي التنبؤ مسبقًا بحصولها. وقد أبرز برنامج «فرند»، في العام ٢٠٠١، هذا النظام الرائد، أمام أعين المشرفين الأوروبيين على إدارة المياه. ولكن هؤلاء، للأسف، لا يبدون أنهم تبنّوا فكرة استخدامه.

سيغفريد ديموث[٥]

عن «فرند» (FRIEND):
http://typo38.unesco.org/en/about-ihp/ihp-partners/friend.html

أحد الإنتاجات المتفرّعة عن برنامج يورو- فرند» هو «المركز الأوروبي الافتراضي للجفاف»، الذي أُنشئ عام ٢٠٠٤، خدمة المعلومات الموجودة حاليًا في النرويج: www.geo.uio.no/edu

٣. http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm.

٤. التوقّع المسبق يعني تقييم الظروف المستقبلية خارج كل إشارة من فترة محدّدة، على عكس التنبؤ.

٥. منسّق برنامج «فرند» لدى اليونسكو: s.demuth@unesco.org.

فومة (رشّة) ملح

إذا كان علماء المحيطات قادرين على التمييز، بواسطة حاسة الذوق، بين الأنواع المختلفة من الأملاح والمعادن في المحيط، فإنه من الأسهل أكثر تحليل مياه البحر. أن يقوم عالمٍ بأخذ جرعة من عيّنة، ويمضمض بها داخل فمه، لفترة قصيرة، قبل أن يبصقها، تاركًا بقايا الملح على شفتيه، ويقول: «أجل، أجل، هذه عيّنة جيدة من شمال الأطلسي، رقم ٣٥». ولكن، هل هذا أكيد؟ ألا يمكن أن مذاقًا لثاني أوكسيد الكربون الذائب قد علق، لبرهة، في فمه، أو أن طرف لسانه استشعر وجود مادة كربونات الكالسيوم، بسبب ترسّبها فوق أسنانه؟ إن مثل هذه الاختلافات يمكن أن توضّح للعالم بأن مصدر هذه المياه ليست منطقة شمال الأطلسي[٦].

بدلًا من تذوّق مياه البحر لتحديد مدى ملوحتها، يقوم علماء المحيطات، بما يسمّى «كهرلة» (التحليل بالكهرباء) عيّنات المياه، بغية قياس السهولة التي تخترق فيها الكهرباء هذه العيّنات. وهذا القياس للقابلية «الموصلية» للكهرباء، يأخذ في الاعتبار، «المحاليل الكهرلية» الناجمة عن الأملاح الذائبة، دون غيرها من المواد المتوافرة. وطريقة «الموصلية الكهربائية»، المعروفة باسم «المقياس العملي للملوحة»، هي قيد الاستخدام منذ العام ١٩٧٨، وقد دمجتها اليونسكو في معادلات العام ١٩٨٠، لاحتساب كثافة مياه البحار.

واليوم، تمّ استنباط طريقة أكثر دقة لتحديد «الملوحة المطلقة» لكامل المحيط، وضمّها إلى المعادلة «الترموديناميكية» لمياه البحر. وهذه المعادلة، ستكون، بدءًا من العام ٢٠١٠، المعيار الأوقيانوسي المستقبلي، بعد أن كانت تحوّلت، العام الماضي، إلى معيار صناعي. وكل مؤسسة سوف تعرض، مثلًا، توفير مياه الشفة لمدن صحراوية قريبة من الشواطئ، عليها أن تطبّق هذه الطريقة في الحساب الخاص بإنشاء معامل تحلية مياه البحر. والمعادلة الترموديناميكية سوف تسمح أيضًا بتحسين النماذج المناخية الراهنة. وفي ٢٤ حزيران (يونيو)، أوصى الخبراء الذين شاركوا في باريس، في الاجتماع الخامس والعشرين للّجنة الأوقيانوسية الحكومية (IOC)، التابعة لليونسكو، لجنة علماء المحيطات، باعتماد المعادلة الترموديناميكية، بدون تحفّظ، وباستخدام الملوحة المطلقة.

ويعترف «راينر فايستل» من معهد «لايبنيتس» لأبحاث «بحر الشرق» في «فارنيموندة» بألمانيا، قائلًا: «لم أكن أعرف مياه البحر جيدًا، قبل ٢٠ سنة». غير أن عالم الرياضيات والفيزياء هذا، كان على اطّلاع واسع ودقيق بحفظ وصيانة طاقة الأنظمة المعقّدة، وترموديناميكيتها ورياضياتها. وفي نهاية الثمانينيات من القرن الماضي، وبعد أن أمضى عقدًا من الزمن في برلين عاد «فايستل» إلى منطقته الأصلية على مشارف بحر البلطيق، ووضع موهبته في خدمة علم المحيطات. والمعادلات التي اكتشفها خلال رحلاته البحرية، كانت تعمل بشكل جيد جدًا في عرض البحار، لكنها كانت تصبح مشوّشة بالإضافة إلى التبخّر، والأمطار ودرجات الحرارة المرتفعة. وفي هذا الصدد، يقول فايستل: «ما أن تصل إلى نقاط حسّاسة، حتى يتحوّل الأمر إلى بازار حقيقي». وهذا ما حصل في بحر البلطيق، «الأمر الذي فاجأني بالفعل». فقد كان ينقص عنصر رياضي، و«خاصية غيبس»، التي كان الفيزيائيون حدّدوها بالنسبة إلى جميع أنواع السوائل، ما عدا، كما يبدو، مياه البحار. وخاصيّة غيبس، التي كسبت اسمها من عالم الرياضيات الأميركي «جوسيا ويلارد غيبس» (١٨٣٩–١٩٠٣)، تحدّد سائلًا ما استنادًا إلى طاقته وقدرته الحرارية، أي ترموديناميكيته.

المياه ذات الحرارة الأعلى من التي فوقها، ترتفع، تمامًا كما الهواء الساخن لمنطاد الذي يرفعه إلى ما فوق الهواء البارد، والأكثر كثافة، الذي يحيط به. ولذلك، فإن المياه العذبة للأنهار والمطر، تطفو على السطح، إذا كان السطح ساكنًا، فيما المياه الباردة أو المالحة تتوجّه نحو الأسفل.

ما هو الملح؟

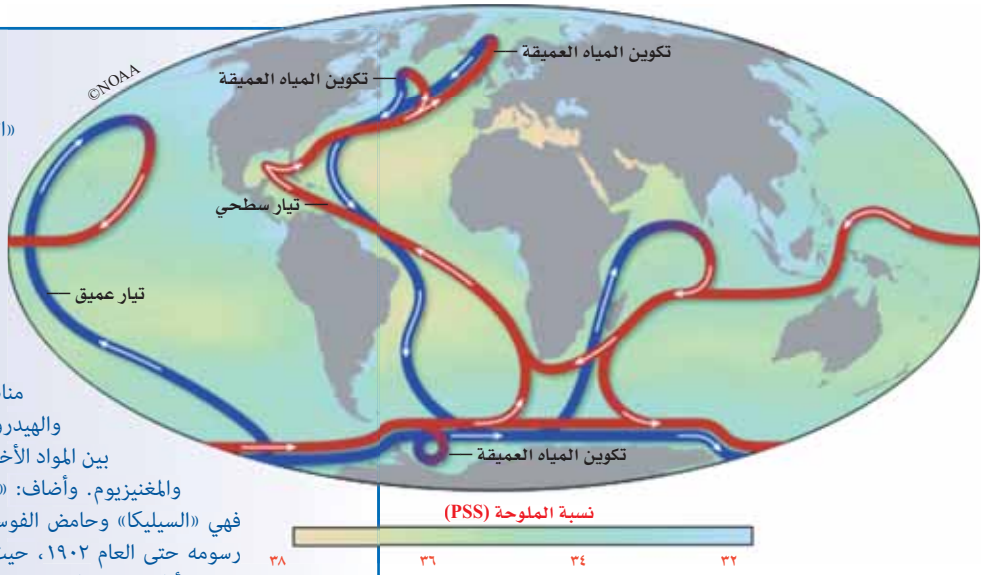
يوضح عالم الجينات الجزيئية، والخبير في شأن «الحواس الكيميائية» (الطعم والرائحة)، «هيرواكي ماتسونامي»، من جامعة «ديوك»، بالولايات المتحدة قائلًا: «في الكيمياء، كل أيون موجب موصول بأيون سالب، يُدعى ملحًا». وفي المحيط، تتحلّل الأملاح إلى أيونات موجبة وسالبة متحرّكة، تُدعى أيضًا «المحاليل الكهرلية». وهذه الجزئيات المشحونة كهربائيًا هي التي تسمح للطاقة الكهربائية باختراق المياه. والأيونات عينها التي يتكوّن منها ملح الطعام – الصوديوم (NA^+) وكلورور (CL^-)، تمثّل أكثر من ٨٦٪ من وزن ١١ أيونة رئيسة في البحر، وتمنحه الطعم المالح. وبشكلها الجاف، تشكّل ملح الطعام الذي نستخدمه في غذائنا.

وبعد الكلورور والصوديوم، فإن الأيونات الاكثر انتشارًا في المحيط، هي «السلفات» (SO_4^{2-})، والماغنيزيوم (Mg^{2+}). أي طعم كان ليكون للمحيط لو أن هذه الأيونات كانت أكثر عددًا؟ يجيب «ماتسونامي»، واصفًا هذا العنصر المكوِّن لأملاح الإستحمام، بقوله: «لقد تذوّقت سولفات الماغنيزيوم، وكان طعمه كريهًا جدًا، لكني لا أقول إنه كان مرًّا».

وخلال قرن من الزمن، احتسب علماء المحيطات ملوحة المياه، استنادًا إلى معدّلات الأيون الملحي الأكثر انتشارًا، أي أيون الكلور (راجع الإطار على الصفحة التالية).

الثغرات والنواقص في طريقة «الموصلية»

طريقة الموصلية، التي اعتُمدت عام ١٩٧٨، حسّنت دقة القياسات، من خلال اقتفاء أثر جميع الأيونات في البحر، وليس فقط أيون كلورور.



تشير هذه الخريطة إلى معادلة أجزاء الملح مع آلاف أجزاء المياه في المحيطات العالمية، حسب قياس الملوحة العملية. كما أنها توضح الطريق الذي يسلكه «البساط المتحرّك» للمحيط، وتبدو التيارات الحارة السطحية باللون الأحمر. وهذا «البساط المتحرّك»، يتحرّك بسبب الإختلافات في كثافة مياه البحر.

البحث عن الملوحة

«التكوين الكيميائي لمياه البحر ليس معروفًا بالضبط، في الوقت الراهن». هذا ما أعلنه «فرانك ميليرو» من معهد «روزنستيل» للعلوم البحرية والفضائية، في جامعة ميامي بولاية فلوريدا في الولايات المتحدة. وهذا ليس نتيجة لعدم التجربة. فمنذ أكثر من ١٥٠ سنة، يُجري الأختصاصيّون في علوم البحر، أبحاثًا حول «المعادلة السحرية» لقياس الملوحة.

فمنذ ١٨٦٥، اكتشف الخبير الدانمركي في الجيوكيمياء البحرية، «جورج فورشهامر»، ٢٧ مادة مختلفة في مياه البحر، عثر عليها في مناطق مختلفة من المحيط. وكتب قائلًا: «بعد الكلور والأوكسيجين والهيدروجين، فإن الصوديوم هو المادة الأكثر غزارة في مياه البحر». ومن بين المواد الأخرى المهمة، هناك الحامض السلفوري، والصودا، والبوتاس، والكلس والمغنيزيوم. وأضاف: «أما المواد المتوافرة أيضًا، بكميات قليلة، ولكنها قابلة للاكتشاف، فهي «السيليكا» وحامض الفوسفوريك، وحامض الكربونيك، وأوكسيد الحديد. وقد تمّ استخدام رسومه حتى العام ١٩٠٢، حيث قام عالم المحيطات الدانمركي، «مارتن كنودسن» بتصفية مياه شمال الأطلسي وبتقطيرها باعتبارها معيارًا لمياه البحار، يستطيع كل عالم استخدامها لضبط أجهزته ومعداته بسهولة، ومقارنة عيّنات العالم كله، بمرجع واحد.

وخلال الثلاثينيات من القرن الماضي، دفع إدخال الأجهزة القادرة على قياس «الموصلية الكهربائية» لمياه البحار، بعلماء البحر، إلى العمل لمعرفة ما إذا كان التحليل الكيميائي، أو الطريقة الجديدة للتحليل الفيزيائي، أفضل لقياس واحتساب الملوحة وخاصية«الموصلية»، هي كانت الرابح الأكبر. وحوالى منتصف الخمسينيات من القرن الماضي، بدأ العلماء باستخدام مجموعة من أنابيب الاختبار المجهّزة بأجهزة لتسجيل الموصلية والحرارة والعمق (CTDs)، في جميع أعمالهم ودراساتهم الأوقيانوسية. وتفاديًا لحصول عدم تطابق، تم وضع معيار عالمي لمياه البحار عام ١٩٧٨، يسمح لعلماء المحيطات بإجراء مقارنة الموصولية على مقياس عملي للملوحة.

وعلى عكس هذا المقياس، الذي لا يأخذ في الحسبان إلاّ الأيونات، فإن الملوحة الجديدة المطلقة، سوف تشمل المركّبات غير القابلة للتحليل بالكهرباء، بواسطة جداول تأخذ في الاعتبار تبدّلات هذه المواد، بين منطقة وأخرى. وهنا أيضًا، ستلعب خطوط الطول والعرض لأماكن أخذ العيّنات من مياه البحر، دورًا هامًا في احتساب الملوحة.

ولكن من أجل احتساب الملوحة، انطلاقًا من «خاصية الموصلية»، على عكس التحليل الكيميائي القديم، كان من الضروري التضحية بتحديد الملوحة. ولأن الموصلية لا تقيس إلا الأيونات الحرّة، و«المحاليل الكهرلية»، أي هذه الأملاح الذائبة التي نجدها في المشروبات الطاقوية. وفي الحقيقة، فإن أي مادة غير موصلة وذائبة، مثل «ثاني أوكسيد السيليسيوم، وثاني أوكسيد الكربون «يتم تجاهلها، بكل بساطة»، حسب قول «فايستل».

وبحر البلطيق هو مثال ممتاز لمياه ذات تكوين فريد، ومختلف جدًا عن معيار شمال الأطلسي. فهو يحتوي على «محاليل كهرلية» موصلة للكهرباء، دون أن تكون من مادة «كلورور الصوديوم». فالأنهار البولندية والروسية الغزيرة، عندما تصب في البلطيق، تجلب معها مادة كربونات الكالسيوم الذائبة ($CaCO_3$)، الناجمة عن المواد الكلسية في مجاريها. وهذه الكربونات، عندما تذوب، تتجزّأ إلى أيونات موصلة (Ca^{2+}). وهذه الإيونات تفضّل أن تبقى متّصلة في ما بينها، وإلاّ، فإنها تتّصل غالبًا بجزئيات أخرى تسبح في المياه، وهذا ما يعدّل بكميات الجزئيات، وينعكس سلبًا على قياسات «الموصلية».

المرور إلى الملوحة المطلقة

إعادة التقييم التي أجراها «فايستل» على المعادلات عام ١٩٨٠ منحت مياه البحر «خاصيّة غيبس». والمعادلات الرياضية السابقة لتحديد خصائص مياه البحر، لم تكن تأخذ في الحسبان، قدرة المياه على تحويل الحرارة من التيارات الحارّة نحو التيارات الباردة. ولم تكن تعرض معايير لمقارنة درجة صعوبة مثل هذا التحويل الطاقوي بضغط المياه وبحجمها، المرتبطين الواحد بالآخر. والمعادلة الترموديناميكية لمياه البحر تستوعب جميع المعادلات التي سبقتها، وترمي سلّة جديدة من «الألغوريتم» الرقمي، الذي تتشابك نماذجه.

وفي العام ٢٠١٠، سوف يأخذ «ألغوريتم» قياس الملوحة، للمرة الأولى، في حسبانه، عناصر أخرى غير الأيونات في تحويل الموصلية. و«فايستل»، و«ميليرو» الذي هو أيضًا عمل على معادلة مياه البحر عام ١٩٨٠، تعاونا من أجل إجراء التغيير. وهما يعملان مع المبرمج «تريفور ماكدوغال»، من المركز الأسترالي للبحث في شؤون الأحوال الجوية والمناخ، في «هوبارت»، كعضوين من فريق دولي تمّ تشكيله عام ٢٠٠٥، من قبل اللجنة العلمية للبحث الأوقيانوسي، والاتحاد الدولي للعلوم الفيزيائية للمحيط. وهم يقومون حاليًا بدمج قياسات الموصلية، مع التحاليل الكيميائية الآتية من هذه المناطق، في احتساب الملوحة المطلقة. وهذه المجموعة أعادت أيضًا تحديد طريقة احتساب خصائص مياه البحر، بواسطة طريقة الملوحة المطلقة، المرتبطة بمبادئ الترموديناميكية، بشكل يسمح بتشكيل معادلة جديدة ترموديناميكية وحيدة، لجميع أنواع مياه البحار.

التأكّد من أنّ نموذجًا مناخيًا يساوي ثقله من الملح

المواصفات الأساسية لمياه البحر –الملوحة والحرارة والضغط، وكذلك، نقاط التجمّد والغليان، والقدرة الحرارية، وسرعة انتشار الصوت والكثافة– هي مرتبطة، بشكل وثيق، في ما بينها. ومن المهم أن نكون قادرين على قياس الملوحة، لأنّ نسبتها مؤشّر على التغيير المناخي. وهي تكشف عن كمية المياه الحلوة التي تتبخّر من المحيطات. ويبدو، مثلًا، أن ملوحة بعض أجزاء المحيط الأطلسي، في ازدياد. وهذا قد يعني أن الحرارة التي تُحصر بواسطة التركيز المتزايد من غاز ثاني

أوكسيد الكربون (CO_2)، في الفضاء العالي، تسبّب تزايدًا في التبخّر، الأمر الذي يخلّف وراءه المزيد من الملح.

وفي درجة ثانية، تؤثّر نسبة الملوحة على كثافة المياه. فهذه الكثافة تحدّد ما إذا كان أي تيار يصعد إلى السطح أو ينزل إلى الأعماق، لأنه كلّما كانت كثافة المياه أكثر، كلّما نزلت أكثر نحو الأسفل. والكثافة ترتبط بالحرارة والضغط، وكميات المواد الذائبة في المياه. ومعرفة كثافة مياه البحر أمر ضروري لمراقبة مناخ الأرض. فالمحيط ينقل الحرارة عن طريق التيارات – المنظّمة على شكل يشبه البساط المتحرّك– حسب عملية تسمّى «الجريان التيرموهالايني». وفي المحيطين، المتجمد الشمالي، والمتجمد الجنوبي (أنتاركتيك، أركتيك)، تغرق المياه الباردة والمالحة لكي تشكّل تيارات عميقة. وطوال آلاف السنين، تقوم هذه التيارات بالدوران حول العالم، وبلغت مناطق ترتفع فيها المياه الباردة إلى السطح. وهناك، فإن التيارات التي تسخّنها أشعّة الشمس، وتعيد إنعاشها الأمطار، تعود باتجاه القطبين، حيث يسمح تكوّن الجليد، لهذه الدورة، بأن تتابع سيرها. ووصول كميات كثيفة من المياه العذبة، كتلك التي تنجم عن ذوبان الجليد القطبي، يمكن أن يمنع المياه السطحية من الولوج إلى الأعماق، وبالتالي تخفيف سرعة، أو حتى توقيف «البساط المتحرّك» للمحيط، من خلال إحداث تقلّبات كبيرة في المناخ على الأرض. ويقول «كيت ألفرسون»، الذي يدير شعبة المراقبات والخدمات الأوقيانوسية، التابعة لليونسكو: «لكي يكون نموذجًا مناخيًا مساويًا ثقله من الملح، يجب أن نكون قادرين على معرفة ما إذا كانت المياه الحارة ترتفع والمياه الباردة تنزل، وكذلك حجم وسرعة هذه التحرّكات».

أما نوعيات «الجريانات» الأوقيانوسية فتحكمها عوامل متعددة هي الرياح والأمطار، وتوبوغرافيا قاع البحر، وحال المياه المجاورة، بالإضافة إلى القمر، ودوران الأرض. ونوعيات الجريان تجمع كل هذه العوامل والعناصر، ويلزم عدة أسابيع لإعداد الألغورثميات الرقمية التي تُنتج النماذج.

وبالنسبة إلى نماذج التغيّر المناخي، التي تضم قدرة المحيط على نقل الحرارة، فإنها تستغرق وقتًا أطول. ويوضح «ماكدوغال» قائلًا: «تقرير أي نموذج يعمل بالشكل الأفضل، ومعرفة ما يتناسب مع أرشيف مناخ الأرض، ثم فرض النموذج لكي يكون استباقيًا مدة قرن أو قرنين، فإن كل هذا قد يستغرق حوالى السنة من الوقت». ومن أجل تضمين المواد «غير الكهربائية» في معادلة الملوحة، ثم توحيد المعادلات الأخرى المختلفة التي تحتسب الخصائص المتنوّعة لمياه البحر، ركّز فريق عمل «ماكدوغال» اهتماهه على نظريات «جوسياه غيبس». وهذا الفريق يدمج بين نظرية القرن التاسع عشر، والحسابات الألغورثمية الرقمية للقرن الحادي والعشرين.

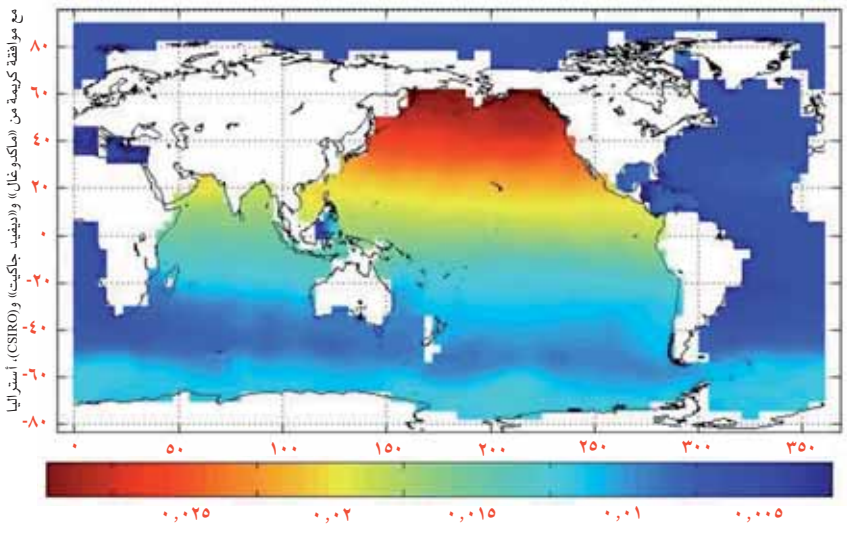
وانطلاقًا مما أنجزوه حتى اليوم، فإن «ماكدوغال» يعتقد أن المعادلة الجديدة سوف تؤشّر إلى تغيير بنسبة ٣٪ في الطريقة التي يُعيد فيها المحيط عملية توزيع الحرارة انطلاقًا من خط الاستواء بإتجاه القطبين. والتغيير الآخر الذي يلاحظه، هو فارق قدره نصف درجة مئوية في حرارة سطح مياه المحيط الهادي، عند خط الاستواء، سواء في الشرق أو في الغرب. وقبالة شواطئ البيرو، فإن الرياح التي تهبّ بين دائرتي الانقلاب من الشرق إلى الغرب (أليزيه)، تُبعد المياه الحارة السطحية عن الشاطئ، والتي تحلّ مكانها مياه من الأعماق، باردة وغنيّة بالمواد الغذائية. والمياه الحارة تتجمّع أكثر في الغرب، وتسخّن الهواء الذي يضربها، الأمر الذي يزيد في معدّل هطول الأمطار في أندونيسيا.

وخلال سنوات إعصار «النينو»، سمح ضعف الرياح «الانقلابية»، للمياه الدافئة، الفقيرة بالمواد الغذائية، بالبقاء على مقربة أكثر من الشاطئ البيروفي. فالرياح، إذًا، لم تعد تدفع المطر إلى ما وراء منطقة الباسيفيك الوسطى، وبذلك تشهد أندونيسيا فترات جفاف.

إن المعادلة الترموديناميكية الجديدة لمياه البحر، تسمح للنماذج بأن تأخذ في الاعتبار، بشكل أفضل، التغييرات في الكثافة، وفي تحويل الحرارة، الناجمة عن هطول المطر فوق سطح الأرض. ويستخلص «ماكدوغال» قائلًا: «الهدف الأساسي لهذه الأعمال هو جعل هذه النماذج دقيقة قدر الإمكان».

كريستينا ريد[٧]

لمعرفة المزيد:
k.alverson@unesco.org ؛http://www.ioc-unesco.org/



هذه الخريطة تُظهر المناطق حيث قياس الملوحة هو الأكثر اختلافًا بالطريقة الجديدة للملوحة المطلقة (المعبّر عنها بالغرام من المادة الذائبة في الكيلوغرام الواحد من الماء) والملوحة المطلقة، على عكس مقياس الملوحة العملية، تأخذ في الحسبان جميع المواد الذائبة، وليس الأملاح فقط. واللون الأحمر القاني، يرتبط بثاني أوكسيد السيليكون الإضافي، الموجود في هذه المنطقة من المحيط الهادي، والذي لم يكن ظاهرًا على مقياس الملوحة العملية. واللون الأزرق الداكن، يشير إلى وجود تبدّل قليل أو حتى معدوم.

٦. مياه الأطلسي الشمالي، ذات الملوحة البالغة ٣٥ جزءًا بالألف، كانت تشكّل دائمًا مرجعًا معياريًا لعيّنات المياه. وهي تتكوّن، أساسًا، من كلورور الصوديوم.

٧. صحافية علمية، حرّة، متعاونة مع (IOC) التابعة لليونسكو، ومؤلّفة كتاب «العلوم البحرية: عقد وراء عقد» (٢٠٠٩)،الذي يعيد توضيح تاريخ العلم الأوقيانوسي للقرن العشرين: c.reed@unesco.org.

أجندة

٢٣ حزيران (يونيو)–٢٢ تشرين الثاني (نوفمبر)
الفضاء الخارجي: حتى تخوم الكون
معرض، قصر الاكتشافات، باريس.

٢٩ حزيران (يونيو)–١٠ تموز (يوليو)
كون غير مرئي
مادة قاتمة وطاقة سوداء: معرض (٢٩ حزيران/ يونيو - ١٠ تموز / يوليو)، منتدى (٢٩ حزيران/ يونيو - ٣ تموز/ يوليو)، حلقة عامة (٦ - ١٠ تموز (يوليو)، اليونسكو باريس:
www.unesco.org/iya2009

٦–٨ تموز (يوليو)
خفض تأثيرات الزلازل: ورشة قاعدة داخلية/ اليونسكو، مع دعوة السلطات المحلية لتقاسم دروس الماضي ومواجهة المستقبل. إسطنبول- تركيا: t.imamura@unesco.org

٦–١٣ تموز (يوليو)
محميات التنوع البيولوجي في «إيبيرو-أميركا»
منتدى داخلي. جزر «غالاباغوس- الإكوادور»
m.clusener-godt@unesco.org

٧–٨ تموز (يوليو)
الحق في المياه
إجتماع لخبراء الهيدرولوجيا ولمتخصّصين في القانون، يُنظّم بالتعاون بين برنامج (PCCP) التابع لليونسكو، ومركز اليونسكو الباسكي (Etxea).
www2.ohchr.org/english/issues/water/iexpert/index.htm
mancisidor@unescoeh.org

١٢–١٨ تموز (يوليو)
النسبية العامة والدوران
إجتماع «مرسيل غروسمان» الـ١٢. دراسة تقدّم التجربة بشأن نظرية الدوران لأينشتاين- اليونسكو- باريس.
www.icra.it/MG/mg12/en/welcome.htm

١٧–٢٦ تموز (يوليو)
علم الفلك والإرث العالمي
معسكر صيفي للشباب الذين تتراوح أعمارهم بين ١٦ و٢٠ سنة، من جميع البلدان. مراقبة الكسوف الشمسي، وزيارة لموقع الإرث العالمي في «سوجو» (الصين).
whitr-suzhou@yahoo.com

٢٧–٢٩ تموز (يوليو)
تعليم خاص بالتغيّر المناخي
تضمينه في البرامج المدرسية، وخاصة في دول الجزر الصغيرة. ومنتدى داخلي. اليونسكو/ حكومة الدانمرك- اليونسكو- باريس.
h.aarup@unesco.org, p.dogse@unesco.org

٥–٨ آب (أغسطس)
سياسات نظام العلوم والتكنولوجيا والابتكار (sti) في أميركا اللاتينية والكاريبي: نحو عقد اجتماعي جديد للعلوم.
المنتدى الثاني للإعداد للمنتدى الدولي بشأن العلم (تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠٠٩)، بعد عشر سنوات من المؤتمر الدولي للعلم، برعاية الوزارة الأرجنتينية للعلوم والتكنولوجيا والابتكار: بوينس أيرس:
www.unesco.org.uy, glemarchand@unesco.org.uy

٢٠ آب (أغسطس)
تقاسم مورد مائي غير مرئي
منتدى للبرنامج الهيدرولوجي الدولي التابع لليونسكو، يقترح على الدول إجراءات عملية للالتزام بقرار الأمم المتحدة (٢٠٠٨)، بشأن قانون الأحواض المائية العابرة للقارات. ستوكهولم (السويد): www.worldwaterweek.org

٥–١١ أيلول (سبتمبر)
من البيغ بانغ إلى الحضارة
ثاني مدرسة «إيبيرو- أميركية» لعلم بيولوجيا الكواكب، التقارب بين الطلاب والعلماء. جامعة الجمهورية/ اليونسكو- مونتيفيديو (أورغواي): glemarchand@unesco.org.uy
www.astronomia.edu.uy/astrobiologia2009/

١٤–١٨ أيلول (سبتمبر)
الحدائق الجغرافية الأوروبية
المؤتمر نصف السنوي الثامن، مفتوح أمام العلماء وغير العلماء، ووكالات السياحة، والسياسيين. حديقة «ناتور تيخو» (البرتغال):
www.naturtejo.com/coteudos/em/home.php :m.patzak@unesco.org

٢١–٢٥ أيلول (سبتمبر)
مراقبة المحيط ٢٠٠٩
مؤتمر برعاية اللجنة الحكومية لشؤون المحيطات (IOC) التابعة لليونسكو، حول المعلومات الأوقيانوسية للمجتمع: جعل الفوائد مستدامة، استغلال الإمكانية. إنقضاء عقد على نظام مراقبة المحيط. البندقية (إيطاليا): info@oceanobs09.net

ليالي مراقبة النجوم

١٧ تموز (يوليو)–٢٤ آب (أغسطس)
«الشهب»
التي يمكن مشاهدتها في العالم كله، بالعين المجرّدة، بأفضل طريقة بعد ١٢ آب (أغسطس) بواسطة قمر جديد.

٢٢ تموز (يوليو)
أطول كسوف شمسي كلّي في القرن. (٦ د و٣٩ ث).
يمكن مشاهدته من «بهوتان» (الصين)، والهند واليابان والنيبال.

١٤ آب (أغسطس)
المشتري يقترب من الأرض
يُمكن مشاهدته طوال الليل، في كل مكان، بالعين المجرّدة.

١٧ أيلول (سبتمبر)
أورانوس يقترب من الأرض
يُمكن رؤيته طوال الليل، من كل مكان بواسطة التلسكوب.

٦ تشرين الأول (أكتوبر)
المسافة القصوى بين عطارد والشمس (١٨ درجة)
يمكن رؤيته قبل شروق الشمس، من كل مكان، بالعين المجرّدة.

٢٣–٢٤ تشرين الأول (أكتوبر)
٥٠ ساعة علم فلك
ينظم الاتحاد الفلكي العالمي (IAU) حلقات عامة للمراقبة عبر التلسكوب، ما شاهده غاليليو قبل ٤٠٠ سنة: الأقمار الأربعة لكوكب المشتري.

كانون الاول (ديسمبر)
أفضل وقت لمراقبة المريخ
يُمكن رؤيته من كل مكان، طوال الشهر، بالعين المجرّدة.

١٤ كانون الأول (ديسمبر)
الشُهب
يُمكن مشاهدتها من كل مكان، بالعين المجرّدة.

٣١ كانون الأول (ديسمبر)
خسوف جزئي للقمر
يكن مشاهدته بالعين المجرّدة بداية المساء في أفريقيا وآسيا وأوروبا، عندما يمر القمر في ظل الأرض من الساعة ١٧,١٥ حتى الساعة ٢١,٣٠.

من أجل مناسبات أخرى: www.astronomy2009.org

صدر حديثًا

Risk and Poverty in a Changing Climate
Invest Today for a Safer Tomorrow
أول تقرير نصف سنوي دولي لتقييم انخفاض مخاطر الكوارث،
ISBN/ISSN: 9789211320282، بالإنكليزية، (٢٠٧ صفحة)، (راجع ص١١)

Biofuels and Environmental Impacts
Scientific Analysis and Implications for Sustainability
مجوعة اليونسكو - سكوب (SCOPE) - يونيب (UNEP). بالإنكليزية، (٦ صفحات).
ملخّص استنتاجات المشروع الدولي حول الوقود البيولوجي، الذي تمّ إطلاقه من قبل اللجنة العلمية لقضايا البيئة (SCOPE)، والذي يحلّل حسنات وسيّئات الوقود البيولوجي المستخدم، بالإضافة إلى احتمالات توافره.

Global Open Oceans and Deep-Seabed (GOOD)
Biogeographic Classification
مجموعة تقنية للّجنة الحكومية لشؤون المحيطات (IOC) رقم ٨٤، بالإنكليزية. (٨٨ صفحة).
وتكاد تكون ٦,٠٪ من المحيطات و٦٪ من المياه على اليابسة محمية. والتصنيف البيوغرافي للأجناس، ولمواقع التواجد والإدارة. وهذا العمل من إنتاج مجموعة من الخبراء. ووُضع بتصرّف مجموعة العمل الخاصة التابعة للأمم المتحدة التي تدرس مسائل الحماية والاستخدام المستدام للتنوع البيولوجي البحري، ما وراء مناطق السيطرة القانونية الوطنية.
للتحميل: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001824/182451e.pdf

Urban Water Security
Managing Risks
«بلانكا خيمينيز» و«اخوان روز»، إنتاج مشروع البرنامج الهيدرولوجي التابع لليونسكو. طباعة اليونسكو/ تايلر وفرنسيس، ISBN: 978-92-3-104063-4، بالإنكليزية، (٣٤٨ صفحة)، ٤٢ يورو.
التلوّث الميكروبيولوجي والكيميائي للمياه المدنية وظهور أمراض تنقلها المياه، تعود أساسًا إلى النوعية السيئة للمياه وإلى اختلاطها بالمياه المستخدمة في الصناعة أو في المنازل، غير المعالجة والتبدّل المناخي يزيد في الطين بلة.

Museum International
Underwater Cultural Heritage
إيزابيل فنسون، دورية، المجلد الـ٦٠، العدد ٤، طبعة ٢٠٠٨، اليونسكو/ بلاكويل، رقم ٢٤٠, ٢٤ يورو، ISSN: 1350-0775، بالإنكليزية والفرنسية، (١١٢ صفحة).
ويوضح المجلد الابتكارات التكنولوجية لحماية الأجسام المغمورة، مع تفضيل صيانتها في مكانها. ويحذّر من مخاطر الاستغلال التجاري للإرث الثقافي التحماني. راجع «عالم العلوم»، نيسان (ابريل) ٢٠٠٩.

World Heritage
Earth heritage: A Common Past... and Future
نشرة دورية رقم ٥٢، منشورات اليونسكو/ برس غروب، ISBN: 92-3-1-WH005-2، ٥ يورو. بالإنكليزية والفرنسية والاسبانية. (١١٦ صفحة).
مساهمة للسنة العالمية لكوكب الأرض. كثير من مواقع التراث العالمي، تضم براكين. ومواقع أخرى لديها مناظر رائعة، مثل مغاور «سكوكيان» (سلوفينيا)، موقع «جنوب الصين»، دون أن ننسى مواقع المتحجّرات، والحدائق الوطنية التابعة للشبكة العالمية لحدائق اليونسكو.

Learning and Knowing in Indigenous Societies
«ب. بيتس»، «إم. تشوبا» ، «إس كيوب»، «دي ناكاشيما» (ناشرون) الإرث غير المادي- اليونسكو. بالإنكليزية، (١٢٨ صفحة).
جهود مشكورة لضم المعارف واللغات المحلية في البرامج التربوية، لكنّ التوازن بين الأشكال المختلفة للمعرفة يبقى صعبًا. دراسات حالات: توتسوانا، أندونيسيا، ناميبيا، فنزويلا... الخ.
للتسجيل: p.bates@unesco.org: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001807/180754e.pdf

L'atlas mondial des grands singes et leur conservation
«كالديكوت» و«مايلز» (الناشران)، إنتاج اليونسكو، والمتحف الوطني الفرنسي للتاريخ الطبيعي. مشاركة مالية من فرنسا، طبعة بالفرنسية للأطلس المنشور بالإنكليزية عام ٢٠٠٥.
ISBN: 978-92-3-204098-5، (٤٩٢ صفحة)، (راجع ١٤)

Soixante ans de science à l'UNESCO : 1945–2005
إنتاج قطاع العلوم الدقيقة والطبيعية. طبعة فرنسية للكتاب المنشور باللغة الإنكليزية عام ٢٠٠٦.
منشورات اليونسكو. ISBN: 978-92-3-204005-3، ٣٠ يورو

East Asian Biosphere Reserve Network
من إنتاج اليونسكو (برنامج المناطق البحرية المحمية. بالإنكليزية. ١٢ صفحة).
كيف تتعاون محميات التنوّع البيولوجي في الصين واليابان وكوريا الجنوبية، ومنغوليا وروسيا (العضو أيضًا في (يورو- ماب)، بشأن ثلاث أولويات: السياحة البيئية، والحماية، والتعاون العابر للحدود.
للتحميل: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001825/182543e.pdf

Science Programme Activities in Africa (2008–2009)
إنتاج المكتب الإقليمي لليونسكو للعلوم. (نيروبي- كينيا) بالإنكليزية. (٧٦ صفحة).
يصف نشاطات اليونسكو في أفريقيا.
للتحميل: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001817/181746e.pdf.
لمزيد من المعلومات: a.ochanda@unesco.org

«عالم العلوم»، هي نشرة فصلية تصدر باللغات العربية والإنكليزية والإسبانية والفرنسية والمالوية والروسية عن قطاع العلوم الطبيعية والدقيقة، التابع لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو).
١، شارع ميوليس، ٧٥٧٣٢ باريس سيديكس، ١٥، فرنسا. إن كلّ المقالات لا تخضع لحقوق الطبع والنشر ويمكن إعادة إصدارها، شرط الإشارة إلى اسماء الكتّاب، والى نشرة «عالم العلوم»؛ مراجعة «د. جوزيف أبو نجم»؛ تنسيق الصفحات: درغام ش م م؛ بيروت
مدير النشر: والتر إردلين؛ الناشر: سوزان شنيغانز؛ تحقيق «ي. فيهل»؛ ترجمة إلى العربية «جوزيف حرب»؛ للاشتراك مجانًا للمكتبات والمؤسسات: s.schneegans@unesco.org – y.mehl@unesco.org
للاشتراك مجانًا: تلاشتراك مجانًا للمكتبات والمؤسسات: s.schneegans@unesco.org – y.mehl@unesco.org
صورة الغلاف: رسم تخيّلي لقاعدة بشرية على المريخ: بات روثفز/ ناسا
ISSN 2074-0719 (اليونسكو)