منظمة الأمم المتحدة
للتربية والعلم والثقافة

# عالم العلوم

نشرة إعلامية فصلية
عن العلوم الطبيعية

**المجلد ١١، العدد ٢**
نيسان (ابريل) – حزيران (يونيو) ٢٠٠٩

## في هذا العدد

### موضوع الأولى

٢ رعب التنقيب

### أخبار

١٠ القطبان ترتفع حرارتهما بأسرع مما هو متوقع

١٠ الدانمرك تساند تعليم قضايا التغيير المناخي

١١ عشر سنوات لإنقاذ الشعاب المرجانية

١٣ تدشين مركز «بيار - اوجيه» للمراقبة

١٣ إيراني يحصد جائزة في علم البصريات

### مقابلة

١٤ «جاك ويبر» يشرح لماذا يمكن للأزمة المالية أن تشكل فرصة مناسبة

### آفاق

١٦ التنبّه إلى النهر «أم الصين»

١٩ بقايا، عوالم مبتلعة، نهّابو قبور

### باختصار

٢٤ أجندة (جدول أعمال)

٢٤ ظهر مؤخراً

## الافتتاحية

# الأزمة المياه

مسألة مهمة جدا بحيث لا يجوز تركها للإداريين وحدهم. هذه هي رسالة «المياه في عالم متغيّر»، الطبعة الثالثة، من التقرير العالمي بشأن تقييم الموارد المائية، المقدّم من اليونسكو في ١٦ آذار (مارس) في المنتدى العالمي للمياه، في اسطنبول بتركيا، باسم ٢٦ هيئة تابعة للأمم المتحدة.

ويأمل التقرير إقناع الحكومات بالاهتمام أكثر بـ«ذهبها الأزرق». فالاستثمارات الراهنة في المياه ضعيفة جدًا، بالمقارنة مع المبالغ المخصّصة للأزمة المالية، ولتخفيض انبعاثات الكربون – في حين أن الموارد المائية ستكون ضحايا التغيير المناخي. ويقول منسّق التقرير لدى اليونسكو «أولكاي أنفر»: «يجب وضع المياه في صميم السياسات الزراعية والطاقوية والصحية والتعليمية، وسياسات البنى التحتية».

ويوضح واضعو التقرير، أن ازمة الماء ستتفاقم خلال العقود القادمة، اذا لم تتم معالجة المشاكل المنظورة في الوقت المناسب. والطلب على المياه سوف يزداد اكثر، عندما يبلغ عدد سكان العالم ٩ مليارات نسمة في العام ٢٠٥٠، مع وجود سكان في المدن أكثر منه في الأرياف، وزيادة في إنتاج الطاقة، وارتفاع مستوى الحياة، وتطور الأنماط الغذائية. وفي عام ٢٠٣٠، سيكون نصف عدد البشر تقريبًا (٤٧٪)، يعيشون في مناطق معرّضة لضغط مائي هام.

إن البلدان الغنية تستهلك الكثير من اللحوم، أي الكثير من الماء، لأن استهلاكنا يجب أن يُقاس بالاستناد إلى المياه التي نأكلها وليس التي نشربها. وإنتاج كيلوغرام واحد من القمح يحتاج إلى ما بين ٨٠٠ و٤٠٠٠ ليتر من الماء. أما كيلوغرام لحم العجل، فيحتاج إنتاجه إلى ما بين ٢٠٠٠ و١٦ ألف ليتر من الماء. وفي عام ٢٠٠٢ كان السويدي الواحد يستهلك ٧٦ كلغ من لحم العجل سنويًا، والأميركي الواحد ١٢٥ كلغ. اما الدول الناشئة، من ناحيتها، فهي تطوّر ذوقها للحوم ومشتقات الحليب، وتقدّر الدراسات أن الصيني الذي كان يأكل ٢٠ كلغ من اللحم في عام ١٩٨٥، استهلك ٥٠ كلغ في ٢٠٠٩، الأمر الذي سوف يستوجب ٣٩٠ كم$^3$ إضافيًّا من المياه. غير أننا سنراه، في دراسة لحالة مأخوذة من التقرير، يجعل من النقص المائي، أولوية بالنسبة للنهر الأصفر، ثاني أطول نهر في الصين.

ثم، هناك الطاقة التي «نزرعها». فهناك حاجة إلى ما بين ألف و٤ آلاف ليتر ماء، لإنتاج ليتر واحد من الوقود البيولوجي. وهذا الإنتاج يبقى ضعيفًا – وحصة الايثانول المستخدم في وسائل النقل، كانت مقدرة عام ٢٠٠٨ بـ٥ , ٤٪ في الولايات المتحدة، و٤٠٪ في البرازيل، و٢ , ٢٪ في الاتحاد الاوروبي، غير انها على ازدياد متواصل. وبعد ان تضاعفت ثلاث مرات بين عامي ٢٠٠٠ و٢٠٠٨، فإنها سوف ترتفع من ٧٧ إلى ١٢٧ مليار ليتر في العام ٢٠١٧.

ان الحاجات للطاقة يمكن ان تزداد بنسبة ٥٥٪ حتى العام ٢٠٣٠، سيكون نصف هذه الزيادة تقريبًا، عائدًا إلى الصين والهند وحدهما. وبالرغم من تأثيرها البيئي الكبير، وتداعياتها الاجتماعية، فإن للسدود مستقبلًا مهمًا. فالإنتاج الهيدروكهربائي سوف يتطور بنسبة ١ , ٧٪ سنويًا، بين ٢٠٠٤ و٢٠٣٠، اي ان معدل الزيادة المتراكمة سيبلغ ٦٠٪. ويقدّر التقرير، انه في افريقيا، حيث كميات المياه لا تصل معدلاتها إلى أكثر من ٤٪ مقابل ٧٠٪ في معظم البلدان الصناعية، سيكون من المحتّم تطويرها، لكي تتناسب مع إنتاج الطاقة، ومع جميع الحاجات الأخرى للمياه في القارّة.

كيف نُقنع الحكومات بالتحرك والعمل؟ بالنسبة إلى عالم الاقتصاد «جاك ويبر»: بواسطة التبرير الاقتصادي. ففي هذا العدد، يشرح لماذا تتفرع الازمة المالية من التناقص المتزايد للموارد الطبيعية، ولماذا يجعلها ذلك فرصة «من ذهب»، لإعادة إنعاش الاقتصاد العالمي.

والتر ايرديلين
مساعد المدير العام للعلوم الدقيقة والطبيعية

عمال استباريون يضعون غلافًا حول جذع ذراع الحفر خلال العمل في مشروع فوهة بركان «تشيكسولوب»، في شبه جزيرة «يوكاتان» المكسيكية.

# رعـــب التنقيب

**حتى بعد ما يزيد عن ٢٥٠ سنة من أعمال التنقيب الجيوعلمية، فمما لا شك فيه أن «الأرض المجهولة» تبدأ دائمًا على بعد عشرات الأمتار، تقريبًا، تحت اقدامنا. والرغبة في اكتشاف هذا العالم المظلم تحت الأرض، لا تنحصر فقط بالمصلحة العلمية لفهم العناصر المكوّنة للكوكب الذي نعيش فوق سطحه، وهيكليته. والصخور تحت أقدامنا تشكّل مصدر الأخطار المخبأة المتمثّلة بالهزّات الارضية، والثورات البركانية. والطبقات العميقة تكشف عن معلومات بشأن المظهر الخارجي للأرض، قبل ملايين السنوات، والمناخات والتوزّع الجغرافي للمحيطات والقارّات الغابرة. كما انها تحتفظ بسر ولادة الصخور، وزيادة بعض المعادن، واضمحلال بعضها الآخر، وجميع المعارف التي تساعدنا على استغلال موارد كوكبنا بطريقة أفضل وأكثر استدامة.**

**«كم كنت أود أن استطيع النزول للتحقق بنفسي». هذا الاحباط، اختبره جميع علماء الجيولوجيا في العالم. والحفر أو التنقيب، قد يكون السبيل الوحيد لمواجهة النماذج بالحقيقة، لكن هذه عملية مكلفة. فشركات الغاز والبترول تقدّر ان حفر بئر عادية بعمق ٣ كيلومترات، يكلفها تقريبًا خمسة ملايين دولار. ويتساءل الباحثون غالبًا، كيف نبرّر هذا الإنفاق الكبير أمام وكالة للتمويل، اذا كانت نتائج حفر ذات فائدة علمية بحتة، اقل ربحية، من عملية حفر بترولية.**

**وهنا تبرز أهمية البرنامج الدولي للحفريات البرية العلمية (ICDP). فمنذ بداياته، عام ١٩٩٦، موّل البرنامج ٢٥ مشروعًا، اشرف عليها علماء من كافة انحاء العالم، واليونسكو عضو المجلس الاستشاري العلمي، الذي وافق عليها وأقرها. وفي الصفحات التالية، سوف نصف بعض هذه المشاريع المذهلة، ونحدد بذلك نهاية السنة العالمية لكوكب الأرض، عبر رحلة في أعماقه..**

واليوم، يصل قعر أعمق الآبار المحفورة إلى ١٢٢٦٢ مترًا، أي، ما يوازي تقريبًا، ثلث المسافة حتى «قشرة الارض» (٣٥ كلم)، أي جزء من ٥٠٠ من المسافة حتى وسط (قلب) الأرض (٦٣٧٤ كلم). اي جزء من ١٠٠٠ من طول قطر الأرض (١٢٧٤٨ كلم). وهكذا، فإن تكنولوجيا الحفر الراهنة، لا تفعل أكثر من تخديش سطح الارض. غير انه، خلال النزول باتجاه «أحشاء» الأرض، ندخل في عالم مختلف فعليًا. وعلى عمق اقل من ٤ كلم، تصل حرارة الصخر إلى ١٠٠ درجة مئوية، وهي درجة غليان المياه على السطح. وعلى عمق اقل من واحد في المئة، من المسافة حتى قلب الأرض، يصبح «الضغط الحجري» – أي وزن الصخر فوقنا – كافيًا لتحطيم الفولاذ الأشد قساوة وقوة. فالوصول إلى اعماق، متواضعة حتى، هو اذًا، إنجاز تقني فريد وصعب.

## النيزك يطبع ماركته

هيكليات التصادم هي واحد من المواضيع الثمانية للبرنامج الدولي للحفريات البرية العلمية (ICDP). فالنيازك تجتاز الفضاء بسرعة عدة

## نيزك قاتل يفشي أسراره

منذ ٢٥ سنة، أجرى «انطونيو كامارغو»، عالم الجيولوجيا البترولية دراسة في البحر قبالة الشواطئ الشمالية لـ«يوكاتان» في المكسيك. وكشفت المعطيات التي حصل عليها، عن شذوذ في نواميس الجاذبية بأشكال دوائر واسعة جدًا، يصل طول شعاع الواحدة منها إلى ١٠٠ كلم تقريبًا، عند منتصف القرية الساحلية «تشيكسولوب». والتشكيلات الصخرية لا يمكن أن تكون ذات أصول بركانية، ولكن أيمكن أن تكون بقايا فوهة اصطدام؟ وكان الأمر فعلًا كذلك. فقد حظي «كامارغو»، صدفة، بفوهة اصطدام، كانت مطمورة، تدريجيًا عبر عمليات التآكل خلال ٦٥ مليون سنة، وغفلت عنها عيون واهتمامات الجيولوجيين.

ومنذ ذلك الاكتشاف تكاثرت المعطيات العلمية التي أثبتت أنّ الفوهة حصلت نتيجة نيزك قاتل له علاقة بانقراض الديناصورات.

في الفوهة، تقدّم البقايا الناجمة عن الحرارة والضغط الشديدين اللذين نجما عن التصادم، فائدة كبيرة للعلماء. فهذه البقايا ليست فقط صخورًا أرضية تكوّنت قبل التصادم ثم تجمّعت وذابت معًا بواسطة حرارة وموجة صدمة التصادم. وهي تحوي أيضًا قطعًا من الجسم عينه الذي تسبّب بالتصادم.

أما العناصر ذات الأهمية الخاصة، فهي المواد النادرة الشبيهة الخواص، التي كانت وفيرة خلال فترة تكوين النظام الشمسي، لكنها اختفت شيئًا فشيئًا من الصخور الأرضية، على مرّ المراحل الجيولوجية.

وخلال فصل الشتاء ٢٠٠١-٢٠٠٢، تبنّت منظمة (ICDP) اقتراحًا بإجراء حفر عند طرف فوهة التصادم، على بعد ٦٢ كلم تقريبًا من المركز. وبئر (ياكسكوبويل-١) تمّ حفرها بالفعل على بعد حوالى ٤٠ كلم جنوب - غرب «ميريدا»، عاصمة «يوكاتان»، على عمق ١٥١٠ أمتار. وقد جرت الأمتار الـ٧٩٥ الأولى من الحفريات، في صخور كربونية ثالثية، يعود تاريخ تكوينها لما بعد حادث التصادم، وفي الـ٦١٥ مترًا التالية، اخترق جهاز الحفر (أو المثقب الجراح)، صخورًا طباشيرية، يعود تكوينها إلى قبل الصدمة. وكان محصورًا بينها طبقة من المواد «التصادمية»، بسماكة ١٠٠ متر، ومكوّنة من أثلام مواد منصهرة. وكانت بعيدة جدًا من أن تكون حديثة العهد (طازجة)، لأنها تعرّضت لتغييرات كيميائية هامة طوال ٦٥ مليون سنة.

هذا، وقد تمّ اقتطاع أكثر من ٩٠٠ متر من المواد، وتمّ تجهيز كامل البئر بمعدّات جيوفيزيائية للرسوم البيانية، بغية الحصول على سلسلة متواصلة من المعطيات البتروفيزيائية من جوانب البئر. وهذه الصخور التي تمّ جمعها بالإضافة إلى المعلومات الجيوفيزيائية أصبحت كنوزًا بالنسبة إلى علماء الجيولوجيا.

آلاف كلم/ ساعة. وإذا كان احتمال رؤية واحد منها يرتطم بالأرض خلال فترة حياة الانسان، نادرًا جدًا، فانه، في كل الأحوال، ليس معدومًا كليًا. وخلال الـ٤,٥ مليار سنة من تاريخ الأرض، حصلت عدة حوادث تصادم سماوية. وبما ان محور دوران الأرض، مثلًا، منحنٍ بالنسبة إلى سطح مدار الشمس، فإن ذلك يقدّم شرحًا انيقًا لحدث تصادم مع كوكبنا في زمن نشأته الاولى. اما القمر، فيمكن ان يكون نتج عن قطعة انفصلت عن «الأرض الفتية»، عقب اصطدامٍ من هذا النوع.

ثمّة نيازك ومذنّبات اصطدمت بسطح الأرض في أزمنة قريبة، وخلّفت بصماتٍ لا تُمحى، وقد نجح العلماء، حتى اليوم، باحصاء ١٧٤ حالة منها، ليس على أراضي القارات (اليابسة) فحسب، بل أيضًا في أعماق البحار (راجع: نيزك قاتل يبوح بأسراره، وقراءة أرشيفات المناخ في بحيرة).

وحسب أبعاد الجسم السماوي يمكن لتأثيرات ارتطامه بالأرض ان تكون مدمرة فعلًا. ففي لحظة الارتطام، تتحول كامل طاقة النيزك تقريبًا، إلى موجة صدم، يرافقها انبعاث هائل للحرارة. وهذه الحرارة الحارقة يمكن ان تكون شديدة لدرجة تكفي، خلال دقائق معدودة، لتبخّر غلاف الارض، طبقة بعد أخرى. ونتائج ذلك تكون رهيبة ومرعبة. فذوبان الصخور لا يترك فقط أخدودًا عميقًا فوق سطح كوكبنا، بل ان مليارات الأطنان من الغبار والرماد يتم قذفها إلى الطبقات العليا من الفضاء، حيث تخفّف او حتى تحجب كليًا أشعّة الشمس، على مدى عقود من الزمن.

© Christian Koeberl

هذه الصورة الجوية لبحيرة «بوسومتوي» في غانا، تُظهر الهيكلية الدائرية والمغلقة لحوضها، وقد وُلدت البحيرة نتيجة لاصطدام مذنّب بالأرض قبل نحو مليون سنة.

## تعرّف إلى الحدود القصوى

الحدّ الأقصى للارتفاع الذي تبلغه الطيور الجارحة، عندما تحلّق، بدون تعب، في التيارات الحرارية الصاعدة، يعتبر، عمومًا، الحد الأعلى «للكرة الحيوية» (بيوسفير). اما حدّها الأدنى فيقع حيث يلتقي التراب الغني بالمواد النباتية أو الحيوانية، بالطبقة الصخرية – أي غالبًا ما يكون على عمق بضعة أمتار تحت سطح الأرض. ولكن، هل هذه التحديدات صحيحة؟ دلائل عديدة تدعو إلى الاعتقاد بأن «الكرة الحيوية» تتمدد إلى أعماق أكبر داخل الأرض، لا نتوقّعها بشكل عام.

تمّ اكتشاف ما يسمّى «إكستريموفيل» خلال السبعينيات من القرن العشرين. وهذه الكائنات الصغيرة جدًا تعيش في ظروف نتصورها عقيمة، او على الاقل معادية جدًا للحياة. وكائنات «تيرموفيل» الخاصة بالينابيع الحارة في حديقة «يلوستون» الوطنية بالولايات المتحدة، كانت من بين أوائل الكائنات التي تم اعتبارها هكذا. وهذه البكتيريا تستطيع البقاء حية على درجات حرارية تصل إلى ٥٠ درجة مئوية، أو أكثر.

وهناك نوع آخر من الكائنات الصغيرة، مثل «كائنات التركيب الكيميائي»، تمّ اكتشافه في محيط المواقع الهيدروحرارية تحت مياه

## قراءة أرشيف المناخ في بحيرة

أفضل أرشيفات المناخ موجود أحيانًا في ترسّبات بحيرات المياه العذبة. فهي تحتوي على مزيج من اللّقاح، والبقايا النباتية والمعادن، تسمح لعلماء «الإحاثة» (علم مطمورات الأرض)، بإعادة تكوين الظروف المناخية لماضٍ سحيق.

وأحد أفضل الأمثلة على ذلك هو بحيرة «بوسومتوي» في غانا (أنظر الصورة). وهذه البحيرة، ذات الدورة المائية شبة الكاملة، يصل طول قطرها إلى ٨ كلم. أما عمقها الأقصى فهو تقريبًا ٨٠ مترًا، غير أن ترسّباتها تتراكم فوق أكثر من ٣٠٠ م تحت القعر الحالي للبحرية. وهذه البحيرة تكوّنت قبل أكثر من مليون سنة، بقليل، نتيجة لاصطدام مذنّب كبير بالأرض. وهناك عاملان حافظا على ترسّباتها بحالتها الراهنة. أي الارتفاع النسبي لحافّة فوهتها، وعدم اختراقها بأي مجرى نهري. فهي بذلك ملائمة بشكل مثالي للدراسات المناخية. وكونها موجودة في منطقة هبوب الرياح الموسمية في أفريقيا الغربية، فإن ترسّباتها يمكن أن تلقي الضوء على تطوّر المناخ في هذا الجزء من العالم، خلال المليون الأخير من السنوات.

وبين شهري تموز (يوليو) وتشرين الأول (أكتوبر) ٢٠٠٤، تمّ نقل منصّة عائمة للحفر، إلى غانا، حيث جرى حفر ٢٤ بئرًا في البحيرة. وتمّ جمع أكثر من ١٨٠٠ متر من «البقايا» (اللفائف) من أجل دراسة المناخ. وبلغ طول أطول «لفافة» تم الحصول عليها في «سميّة» واحدة، ٢٩٤ مترًا، من الوحل المطروق (المصفّح). واللقاح والبقايا، والمعادن، من كل طبقة سنوية – قشرة – توفّر معلومات عن الوقت الذي تكوّنت فيه الطبقة، وحال البيئة المحيطة خلال سنة. وبالنسبة إلى العلماء، هذه «القشور» تُقرأ كما لو أنها كتاب، كل صفحة فيه تكشف عن أسرار المناخ الماضي.

وبما أن بحيرة «بوسومتوي» هي في الواقع نبع ماء في فوهة تصادم،فإن عدّة آبار قد حُفرت عبر الترسّبات حتى الصخور الواقعة تحت صفيحة افريقيا الغربية، التي يبلغ عمرها ٢,٢ مليار سنة. وكما في حالة «تشيكسولوب» (راجع: نيزك قاتل يُفشي أسراره)، فقد كشفت الطبقات المتراكمة بين الترسّبات والقاع، عن معلومات عن حدث التصادم عينه.

وعلى بُعد حوالى ١٠ آلاف كلم إلى الغرب من بحيرة «بوسومتوي»، على الجانب الآخر من الأطلسي، يوجد نبع ماء صغير آخر، وهو يمسك بمفتاح تاريخ مناخ أميركا الوسطى الاستوائية. فبحيرة «بيتن إيتزا»، المخبّأة في أدغال الأراضي الواطئة في شمال غواتيمالا، تكمّل بحيرة «بوسومتوي»، من على مسافة شاسعة. وهاتان البحيرتان تقعان في منطقة التلاقي الاستوائية، ذات المناخ الرطب، والتي تتحرّك خلال السنة. وينجم عن ذلك نظام مطر فصلي واضح في هذين الموقعين. ويأمل الباحثون من خلال مقارنتهم «للقشور»، من بحيرة «بيتن إيتزا» وبحيرة «بوسومتوي» أن يتمكّنوا من تحديد أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين النظامين المناخيين في أفريقيا الاستوائية ونظيرتها أميركا الوسطى.

ومع منصّة الحفر، تم حفر تسع آبار في بداية العام ٢٠٠٦، في ترسّبات بحيرة «بيتن إيتزا». وكشفت هذه الآبار عن أنه، خلال العشرين إلى الثلاثين ألف سنة الأخيرة، مرّ مناخ الأراضي الواطئة في غواتيمالا، عدّة مرات، وبسرعة، من مرحلة جافة إلى مرحلة في غاية الرطوبة، والعكس بالعكس. وأشد هذه التغيّرات جذرية، حصل نهاية العصر الجليدي الأخير، عندما ذابت جبال جليدية واقعة على مسافة آلاف الكيلومترات في الشمال. وحتى بدايات الزراعة البشرية قبل حوالى ١٠ آلاف سنة، وأفول نجم حضارات المايا، تحت تأثير الجفاف، هي مؤرشفة داخل طبقات الترسّبات في البحيرة.

البحر في جرف غالاباغوس، المهماز الفقري لشرق الباسيفيك. وتتولد طاقة استقلاب هذه الميكروبات، ليس من عملية التركيب الضوئي، بل من تأكسد غاز الميثان، أو الجزئيات غير العضوية، مثل «سولفور» الهيدروجين. ولقد تمّت، حتى الآن، دراسة ١٢ نوعًا، على الأقل، من كائنات الحدود القصوى، ابتداء من «الأسيدوفيل»، وصولًا إلى «الزيروفيل». فالنوع الأول يستهدف السوائل شديدة الحموضة، لا تتجاوز نسبة «بي ايتش» (PH) فيها الرقم ٣، فيما يمكن لنوع «زيروفيل» أن يتطوّر في ظروف جافة ومتيبسة كليًا، مثل صحراء «أتاكاما» بين سلسلة جبال «الانديز» والمحيط الهادي، في أميركا الجنوبية.

إنّ الحد الأعلى المعروف، حتى اليوم، للحرارة التي يتحمّلها اي كائن حي في «الكرة الحيوية» الأرضية، هو ١٢١ درجة مئوية. وهذه الحرارة ازدادت تدريجيًا، سنة بعد سنة، بفضل تطوّر كائنات «تيرموفيل» جديدة مصدرها أماكن حارة أكثر. وإذا اتخذنا هذه الحرارة كقاعدة للحساب، نستطيع تقدير حدود شروط حياة كائنات «ترموفيل» في (باطن) الارض. وكل شخص نزل في منجم عميق يعرف ان الحرارة تزداد كلما كان العمق أكبر.

## ميكروبات نهمة على الميثان

غاز الميثان هو مادة «هيدروكربونية» بسيطة، تتوافر بغزارة في المناطق الجليدية في «أنتاركتيكا»، ليس بالشكل الغازي، ولكن، إذا مُزج بالماء، بالشكل الصلب يتحوّل لـ«هيدرات» غازية. وبالنسبة إلى بعضهم، هذه «الهيدرات» الغازية، تشكّل مصدرًا هامًا للطاقة المستقبلية. وآخرون يرون أنها تشكّل تهديدًا للمناخ الحالي، لأنها، إذا تحلّلت في المياه، فإن كميات هائلة من غاز الميثان، الذي له تداعيات شديدة على صعيد الاحتباس الحراري، سوف تجتاح الفضاء. كذلك، هناك احتمال وجود ميكروبات صغيرة للغاية، تعيش في هذه الأنواع من الهيدرات.

ومن أجل دراسة هذه القضايا، وغيرها، قام علماء الجيولوجيا بحفر ٣ آبار متوازية في حقل هيدرات الغاز «مالك» في دلتا «ماكنزي» في المنطقة القطبية، في شمال- غرب كندا، بمساعدة منظمة (ICDP). وتبيّن أن طبقة تزيد سماكتها على ٢٠٠ م، تحتوي على هذه الغازات، وهي حبيسة المنطقة الجليدية على عمق ٩٠٠ متر. وهذه الميكروبات النهمة على الميثان، تمّ العثور عليها عام ٢٠٠٢، في العديد من «اللفافات» التي تم استخراجها خلال حملة الحفر. وبما أن نسبة تكثّفها كانت أقل بكثير مما كان منتظرًا، فإن النتائج زادت في تعقيد سر البكتيريا الصغيرة جدًا الموجودة في أعماق البيوسفير.

والأشد غرابة من الميكروبات التي تعيش في هيدرات الغاز، هي الفرضية المتعلّقة بـ«حفرة إيغر»، وهي منخفض موجود بين ألمانيا وجمهورية التشيك. وقد لاحظ الباحثون وجود علاقة قوية بين قوة «ثؤل» الهزات الأرضية، ومستوى احتواء مياه الينابيع لغاز الميثان، أي كلّما ازداد تكرار الهزات الأرضية الصغيرة، كلما ارتفع مستوى الميثان في المياه. والعلاقة بين هذين الأمرين اللذين يبدوان غريبين، قد تكون البكتيريا التي تعيش في الأعماق السحيقة. فمع كل هزّة أرضية صغيرة، تتشكّل شقوق خفيفة في طبقة الغرانيت السفلية في منطقة «إيغر». والهيدروجين الذي يتكوّن عندما يفكّك الإشعاع الطبيعي للصخور المياه، إلى عنصريها، يمكن عند ذاك ان يتطاير. والبكتيريا المتواجدة في الأعماق تبتلعه، الأمر الذي يجعل الميثان بمثابة «منتج ثانوي» من نتاج التغيّر الغذائي لها. وكلما تكاثرت الهزات الأرضية، حسب هذه النظرية، كلما ارتفع معدّل إنتاج الهيدروجين، وبالتالي، ارتفع معدّل حصول البكتيريا على «الغذاء»، وزاد إنتاجها من الميثان.

وأحد أهم الأهداف لأي مشروع حفر، في منطقة «إيغر»، هو العثور على هذه البكتيريا ودراسة عملية «أيضها» أو تحوّلها الغذائي.

والدرجات «الجيوحرارية»، أي وحدات قياس هذا الارتفاع في الحرارة، تتراوح بين ١٠ و٦٠ درجة مئوية للكيلومتر الواحد. وإذا وضعنا في معادلة الحد الاعلى للحرارة التي يتحمّلها الكائن الحي، والدرجات الجيوحرارية، والحرارات الوسطية على سطح الارض – بين صفر و٢٥ درجة مئوية – نجد ان كائنات «تيرموفيل» يمكن ان تكون موجودة على عمق ١٢ كلم من سطح الأرض. ومن المعقول جدًا، ان يكون غاز «الميثان» هو «الغذاء» لهذه الأنواع من البكتيريا (راجع: ميكروبات نهمة على الميثان).

### اللعب بالنار

أحد أهداف «علم البراكين» هو خفض المخاطر التي تشكّلها «جبال النار»، البالغ عددها ٦٠٠ والناشطة في العالم. وقد وضع الباحثون أساليب لمراقبة البراكين عن كثب، بما يسمح باكتشاف دلائل وعلامات على حصول ثورة وشيكة. ومنذ عشر سنين، تم إنقاذ حياة العديد من البشر، لأن العلماء عرفوا كيف يتوقعون مسبقًا نشاط البراكين الخطيرة. ولكن يحصل أحيانًا، أن بعض العلماء الذين تعوّدوا ركوب المصاعب يفقدون حياتهم في ثورات البراكين.

قليلون هم علماء البراكين الذين تضطرهم أعمالهم إلى التواجد على مقربة مباشرة من بركان ثائر أو على وشك الثورة. ومعظم معلوماتنا بشأن العمل الداخلي للبراكين، قد تم استخلاصها من فحص الصخور والحمم المقذوفة عبر ثورات سابقة للبراكين. ومن خلال دراسة نسبة المعادن والبترول في الصخور البركانية، والنارية، يحصل الباحثون على معلومات بشأن حرارة المزيج المنصهر في غرفة الحمم القديمة، وتكوينه الكيميائي. والدراسة الجيولوجية، للمحيط المباشر لبركان، تسمح بتحديد الحد الأقصى لمدى ثورته. ومعرفة المدى الذي وصلت إليه الحمم والمواد الحارقة، على سفح البركان، في ثوراته السابقة، تساعد على التنبّؤ بمدى اتّساع مناطق الخطر المحتمل، بالنسبة إلى ثورات مستقبلية.

الحصول على العناصر الميكروبيولوجية وسط «لفافات» الحفر يتطلّب عملية تعقيمية واستخراج السوائل ويجب اتخاذ تدابير وقائية أخرى ضرورية خلال الحفر، بغية منع الميكروبات على السطح، من تلويث الآبار.

إن المناطق البركانية هي عبارة عن ثقوب أقفال تصل إلى النار الجهنّمية التي تلتهب في أحشاء الأرض. والحفر ليس سهلًا، لكن إجبار البراكين على إفشاء أسرارها، من خلال الدخول إلى بواطنها، يشكّل تحديًا تقنيًا فريدًا. فكيف نحفر في صخرة كانت في حالة ذوبان قبل عدة أسابيع او عدة أشهر؟ وكيف تمنع الحمم الهائجة في الأعماق، من اكتشاف ثقبك، والاستفادة منه واستغلاله كمجال لثورة جديدة؟

لقد لعب العلماء، وشركات الحفر، بالنار، عبر قيامهم بحفر عدة آبار في بركان «كيلويا» في «هاواي». ففي العام ١٩٥٩، كان هذا البركان دخل في ثورة، وقذف تيارات كبيرة من الحمم، أسفرت عن تكوين بحيرة من الحمم الذائبة. وفي غضون اسابيع قليلة، تغطّت البحيرة بطبقة دقيقة من الصخور المتجمدة. ولم يكد يمضي عام واحد على نهاية الثورة البركانية، حتى تمّ تركيب منصّة للحفر فوق هذه الطبقة الصخرية الدقيقة إلى حد

## من أين أتت هاواي؟

في العام ١٩٩٩، تمّ تركيز منصّة فوق الجزيرة الكبرى، في محاولة لحلّ لغز أصول هاواي. وحمم بركان «ماونا كيا» التي بردت منذ زمن بعيد، تمّ الحفر فيها عدة مرات، وفي أزمنة مختلفة. وفي نهاية العام ٢٠٠٤، وصلت البئر إلى عمق ٣٣٤٠ مترًا. وانطلاقًا من نجاح الحفّارين في رفع «لفافة» شبه كاملة، فإن عيّنات الصخور التي تمّ جمعها، قدّمت أطول التسجيلات الطبقية (طبقات الأرض)، غير المتقطّعة، التي أمكن الحصول عليها قبل ذلك من بركان جزيري، يعود تاريخه إلى ما قبل ٦٠٠ ألف سنة على الأقل. وهذه «اللفافة الجزرية» تمثّل ليس فقط هيكلية البركان بحد ذاته، بل عيّنة دقيقة عن «القنزعة» (الجزء الأعلى). ومع تواصل التحرّك البطيء لـ«ماونا كيا»، فوق القنزعة، وصلت دفعات من الحمم (المواد الملتهبة)، ذات الأعمار المختلفة، والآتية من أعماق متفاوتة، إلى الجزء العلوي «القنزعة»، وبدأت تتراكم وتتجمّع فوق سابقاتها، كما تلتصق شريحة «الكريب» فوق الصحن. ولكل طبقة خصائصها، التي بمجملها، تقدّم صورة دقيقة عن تطوّر «النقطة» الحارة.

ويُقدّر العلماء أن هذه «النقاط الحارة» هي أصل، ليس فقط، لمجموعات الجزر والجبال التحمائية، بل أيضًا لمراحل الهيجان البركاني الكثيف، التي أغرقت عدة مناطق شاسعة من القارات. ومصائد «ديكان» مثلًا، تغطّي منطقة واسعة جدًا، في وسط الهند، فيما المواد البازلتية تشكّل الأرضية الصخرية للقسم الأكبر من سيبيريا شمال خط العرض الستين. ومن المحتمل، أن تكون «قنزعات»، (أي أجزاء علوية) من الغلاف، قد خرقت فيه ثقوبًا، عبر حرق القشرة الأرضية السميكة، قبل أن تُغرق السطح بالحمم، وتسمح بتكوين ما نسمّيها «المقاطعات النارية الكبرى». وهناك منطقة أخرى، من هذا النوع، تغطّي جزءًا من ولايات «أيداهو» و«واشنطن» و«أوريغون» في شمال-غرب الولايات المتحدة. وثمّة، حسب فرضية «القنزعة»، علاقة بين الصخور البازليتية في نهري «كولومبيا» و«سنيك»، وبين «النقطة الحارة»، التي لا تزال تغذّي البراكين، وينابيع المياه الحارة في حديقة «يلوستون» الوطنية.

Ph. Bouysse (2007) *Explaining the Earth*, UNESCO/NANE Publishing

تدفق الحمم في بركان «مادنا كيا». واذا حسبنا المسافة في قاع المحيط الهادئ، فإن ارتفاع هذا البركان يكون ١١ كلم.

الخطورة. وقد أراد الباحثون أن يعرفوا ما إذا كانت الحمم، تحت هذه الطبقة، لا تزال سائلة. وبعد حفر الأمتار السبعة الاولى، وصلت آلة الحفر إلى السائل البركاني الذائب، وكانت درجة حرارتها ١١٠٠ درجة مئوية وهذا إنجاز، لم يتم تجاوزه، في غضون ٤٠ سنة.

إن أعمال الحفر في منطقة بركانية ناشطة (نقطة ساخنة)، تساعدنا، ليس فقط على فهم طرق عمل هذه الجبال النارية، بل أيضًا على تخفيض تداعيات وتأثيرات الثورات البركانية. كما أنها تسمح لنا باستغلال الخزّانات الشاسعة من الطاقة «الجيوحرارية»، وفهم كيفية تكوُّن المعادن تحت تأثير النار التي تشتعل داخل الأرض. (راجع: كيف يصبح الفحم ألماسًا).

### كيف يمكن تظهير «العملية البركانية» بعيدًا عن المناطق البركانية؟

معظم البراكين الـ٦٠٠ الناشطة في العالم، تقع على هوامش الصفائح الواسعة في طبقة «ليتو سفير» التي تكوّن القشرة الارضية. فلنأخذ مثلًا، البراكين الايطالية مثل بركان «فيزوف» الخطير، قرب نابولي. فهي تقع على حدود الصفيحتين الأفريقية والأوروبية. وجبل «اونزن» في اليابان، الذي حفر منفذه في العام ٢٠٠٤، عبر مشروع من (ICDP)، يقع على خط الالتقاء بين صفيحتي الباسيفيك وأوراسيا. وبراكين الأنديز مثل البركان الضخم «كوتو باكسي» في الإكوادور، وبركان «فيلاريكا» في وسط تشيلي، كلها تدلّ على خط الترسيم بين صفيحتي الباسيفيك وأميركا الجنوبية.

وعلى هذه الهوامش المتلاقية (المتقاربة)، فإن «العملية البركانية» تعود إلى الواقع بأنّ قشرة الصفيحة الواحدة تدخل عميقًا تحت غلاف الأخرى، حسب نظرية علم تكوّن الصفائح. وهذه القشرة تبدأ اذًا بالذوبان، والصخور «الذائبة، والملتهبة»، تبدأ بالعوم للعودة إلى السطح، حيث ان ثورتها تشكّل البراكين.

وحتى أيسلندا، وهي جزيرة وسط المحيط، مثل هاواي – فإنها تقع على حدّ الصفيحتين المكوّنتين للهامش بين أوروبا وأميركا الشمالية. لكنّ هذا هامشٌ تباعديٌ، حيث تتباعد الصفيحتان الواحدة عن الاخرى، تاركتين وراءهما منطقة قشرية في غاية الدقة. والصخور الذائبة في الغلاف، يمكن بسهولة، ان تخترق هذه المنطقة الضعيفة، وان تولّد جزرًا مثل ايسلندا، او جزر «أكوريس» في الاطلسي ايضًا. وأطراف هذه الصفائح، سواء كانت متقاربة أم متباعدة، تشبه دروب خياطة شديدة الوضوح للقشرة الأرضية التي تترك الحمم تصعد إلى السطح.

غير ان «هاواي» تقع بعيدًا عن كل هذه «الدروب». فبين مجموعة الجزر وحدود الصفيحة الأقرب، في كاليفورنيا، ليس هناك اي شيء آخر غير الـ٣٠٠٠ كلم من صفيحة الباسيفيك غير المتقطّعة. فكيف يتساءل كثيرون من العلماء قائلين: هل يمكن ان تتبلور العملية البركانية على هذه المسافة من أية منطقة بركانية معروفة؟

ان جوابًا جزئيًا على هذا السؤال يوجد غرب وشمال الجزيرة الكبرى في هاواي. فمن خلال الأخذ في الاعتبار عمر هذه «الأخوات» في الشمال-الغربي، لاحظ العلماء ان عمر الجزر مرتبط نسبيًا بمدى ابتعادها عن البراكين الناشطة حاليًا. فصخور «ماوي»، الجزيرة المجاورة مباشرة للجزيرة الكبرى، يصل عمرها إلى نحو مليون سنة، فيما صخور «هونولولو»، على «أواهو»، يبلغ عمرها ٣,٥ مليون سنة. وهذه العلاقة بين العمر والمسافة تتواصل على طول سلسلة الجروف والجبال تحت الماء من شمال-غرب هاواي حتى الوصول إلى ٨١ مليون سنة عند طرف جبال «امبيرور» تحت سطح المياه، بالقرب من الحفرة «الأليوتينية».

### أنبوب حممي للتلحيم

قبل حوالى ٣٥ سنة، عُرضت فرضية لتوضيح هذه العلاقة. وتمثّلت في صعود «كتلة» ضيقة من الحمم الحارة جدًا، من أعماق غلاف الأرض. وحرارتها المرتفعة، التي تلعب دور أنبوب للتلحيم، تخترق القشرة الأوقيانوسية الواقعة تحته. ومع ان الصفيحة تتحرك فقط من هذه النقطة الساخنة، فإن الكتلة، من جهتها، تبقى جامدة ومنتظمة بشكل عام. وينجم عن ذلك تصفيف للثقوب الناجمة عن أنبوب التلحيم، على شكل مجموعة من الجزر تزين البراكين كما لو انها سلسلة من اللؤلؤ. وهذا يبدو منطقيًا، لكنه مجرّد «فرضية» لا تزال بحاجة إلى الإثبات.

# علمـــاء جيولوجيا يراهنون

في العام ١٩٨٥، حدّد الباحثان «بيل باكون» و«آلان لند»، في شؤون الهزات الأرضية، لدى «المركز الأميركي الجيولوجي للمراقبة» (USGS)، رهانًا معيّنًا أمامهما. فقد تجرّآ على التنبّؤ بأن هزّة أرضية بقوة ٦ درجات، سوف تحصل، بعد ٨ سنوات على طول خط التصدّع في «سان أندرياس»، تحت مدينة «باركفيل» الصغيرة في كاليفورنيا، عند منتصف الطريق بين سان فرنسيسكو ولوس انجلس. وبعد مضي أكثر من ١١ سنة على انتهاء هذا الموعد، تعرّضت المدينة، أخيرًا، لهزّة من هذا النوع. ففي صباح يوم ثلاثاء، نهاية ايلول (سبتمبر) ٢٠٠٤، ضرب زلزال بقوة ٦ درجات، كما كان متوقّعًا، هذه المدينة، ولكن لم تنجم عنه أية أضرار تذكر، لحسن الحظ.

إذا انطلقنا من أن الهزة الأرضية حصلت بعد هذه الفترة الزمنية الطويلة، من التاريخ المحدّد، فإننا نستطيع القول إن التوقّع قد فشل فشلًا ذريعًا. ولكن، وبالرغم من التأجيل،فإن هذا الرهان، شكّل، ربما، بداية لواحدة من المحاولات الأكثر أهمية في علوم الأرض الحديثة والمعاصرة. وفي عام ١٩٨٥، أثار هذا الإعلان، موجة من الاضطراب. فقد كان الباحثان يكتشفان، بدون توقّف، إشارات، أو معلومات جديدة، كان يمكن اعتبارها كدلائل على حصول هزات أرضية. وقد يكون هذ مثلًا، التصرّفات الغريبة للحيوانات والماشية، أو أيضًا تغيّر معدّل كثافة الغازات المحلولة (الذائبة) في المياه الجوفية.

وبدا أن «باركفيلد» هو المكان المثالي لإجراء إثبات علمي على صحة هذه الفرضيات. وفي غضون سنوات قليلة، تمّ تجهيز المدينة بمئات الأجهزة التي ركّزها علماء الجامعات، ومؤسسات الأبحاث، والوكالات الحكومية. وكانت هذه الأجهزة تعمل على قياس جميع المعلومات والمعطيات الجيوفيزيائية التي يمكن للإنسان أن يتصوّرها، ابتداء من مستوى مياه الآبار، وصولًا إلى توتّرات القشرة الأرضية، علمًا بأن بعض هذه المعلومات لم تكن تبدو أنها ذات علاقة بالهزات الأرضية.

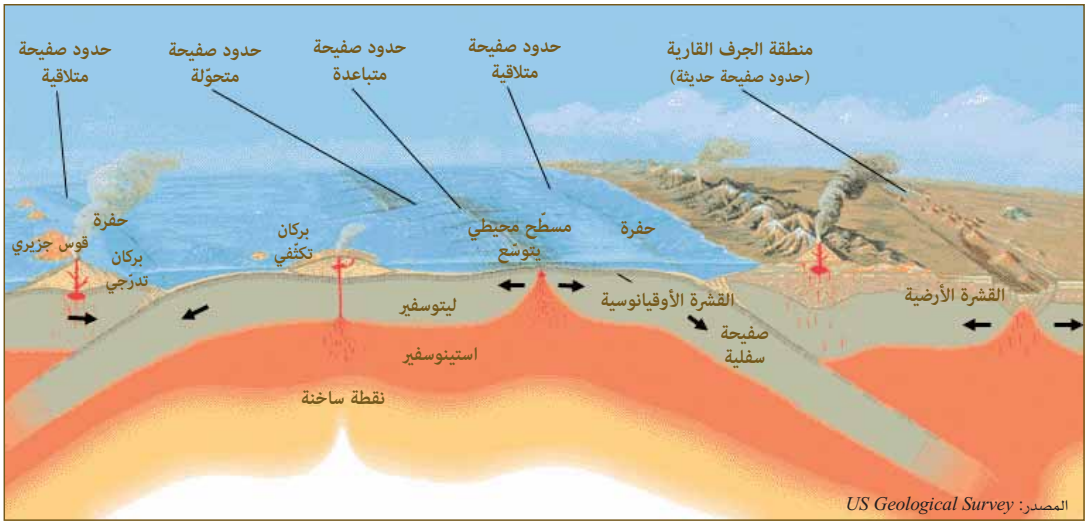
ويعتبر خط صدع «سان انـدريـاس»، واحـدًا من المناطق الزلزالية الأخطر في العالم. وهو، أحدث، عدّة مرات، هزات أرضية قوية ومدمّرة في منطقتي سان فرنسيسكو ولوس انجلس، مع ضواحيهما. وعلى كامل امتداد خط الصدع هذا تقريبًا، أي على طول ١٢٠٠ كلم، لم تظهر أية إشارة، منتظمة بشأن تاريخ حصول الأحداث. لكن «باركفيلد» شكّل استثناء لهذه المراقبة، لناحية الإيقاع المنتظم لاحتمال حصول هذه الزلازل. وبالرغم من الدراسات التي جرت، منذ أكثر من قرن من الزمن، على خط صدع «سان أندرياس»، وعلى العديد من خطوط الصدع الأخرى، لم يتمكن الباحثون من توضيح العمليات الفيزيائية التي تحصل في المنطقة المحدّدة للتصدّع الزلزالي. ومع أن التقنيات الحديثة للقياس تسمح لعلماء الزلازل، بإعادة تشكيل مجموعة العوامل التي تسبّبت بهزّة أرضية، بعد حدوثها، لم تكن لديهم أجهزة ومعدّات تستطيع أن تتوقّع متى وأين وكيف، سيحصل الزلزال التالي. وهذا يعني أن المعلومات بشأن الظروف الفيزيائية والكيميائية، داخل منطقة معرّضة للزلازل، ليست كافية، من أجل تمكيننا من التنبّؤ بما سوف يحصل.

وخلال السنوات التي لم تشهد فيها القشرة الأرضية، تحت أرض «باركفيلد»، أية هزّة قوية، طوّر فريق من العلماء في جامعة «ستانفورد»، وفي «المركز الأميركي الجيولوجي للمراقبة» (USGS)، مشاريع جديدة، بحيث تقرّر إجراء عمليات حفر عميقة جدًا في خط الصدع الأكثر شهرة في العالم. وحيث إن أي جزء آخر من هذا الخط، لم يكن خضع للدراسة المعمّقة والمكثّفة، مثل منطقة «باركفيلد» فإن فريق العمل وجد أنها المكان المثالي.

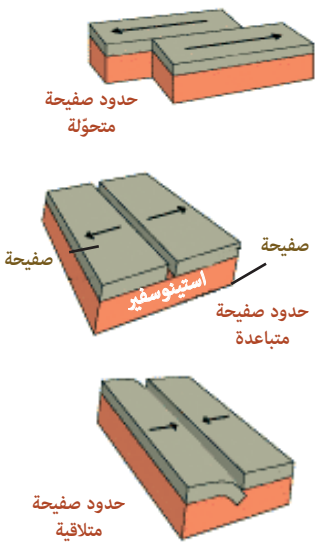
عالمة تتفحّص «لفافات» الحفر المرفوعة من خط الصدع «سان اندرياس» في كاليفورنيا، بالولايات المتحدة.

وبدأت أعمال الحفر الفعلية عام ٢٠٠٢، وتم حفر بئر نموذجية، على بعد كيلومترين من خط الصدع، وصل عمقها إلى ٢٢٠٠ متر. وفي حزيران (يونيو) ٢٠٠٤، بدأ العمل في حفر البئر الرئيسية، على بعد عدة أمتار فقط من البئر النموذجية. وعندما وصلت آلة الحفر إلى عمق كيلومترين، قام المسؤولون بحرفها عن الخط العمودي، لتوجيهها نحو خط الصدع. وفي آب (اغسطس) ٢٠٠٥، وعلى اكثر من ٣ كلم من العمق، دخلت آلة الحفر في خط الصدع. وكانت المفاجآة في التعرّف إلى أنه لم تكن هناك طبقة بسيطة وضيّقة، تتجاور فيها الكتل – أي صفيحتا أميركا الشمالية والباسيفيك – وأنّ التحرّكات التي حصلت خلال ملايين السنين أسفرت عن تكوين منطقة سميكة من الصخور المكسّرة والقشور المضغوطة والمتحجّرة.

وفي العام ٢٠٠٧، تمّ القيام بثلاث عمليات حفر، على أعماق مختلفة، في منطقة التصدعات الزلزالية. وقد وصل بعضها إلى جيب، حيث كانت هزات أرضية صغيرة تحدث على فترات منتظمة. وقد تم ملء البئر الأخيرة من هذه الآبار الثلاث، بمعدات وأجهزة، سوف تعمل على تسجيل ولادة الزلزال، في مصدره. وهذا المركز للمراقبة، الموجود في الأعماق، في قلب منطقة معرّضة للهزات الأرضية، سوف يشكّل سابقة بالنسبة إلى العلوم الجيولوجية.



المصدر: US Geological Survey




يُتوقّع أن تعوم «ليتوسفير» أو تتحرّك إلى المنطقة «الرخوة» في الغلاف الأعلى (أستينوسفير)، الأمر الذي يؤدّي إلى تحرّك صفائح القشرة. (لمشاهدة رسم هندسي لحدود الصفيحة الرئيسية، راجع نشرة «عالم العلوم» – نيسان (ابريل) ٢٠٠٥).

## تصادمات تحت الأرض

«تكتونية» الصفائح (علم صفائح الكرة الأرضية) لم يتم التعرف اليها إلاّ منذ نصف قرن. والقوى الداخلية الهائلة التي تكوّن وتدمّر جبالاً، لعبت دورًا فعالاً في وضع وتطوير هذه النظرية. ومحرّك هذه القوى، يوجد في تيارات «الحمل الحراري» القوية التي – كالمياه التي تغلي داخل طنجرة – تجري في كل أرجاء غلاف الأرض. والقشرة – الطبقة الدقيقة جدًا، فوق السطح الخارجي – تتعرّض للتشقق والتقطيع بسبب هذه التيارات، إلى نحو ١٢ صفيحة كبيرة بحجم القارات.

واستنادًا إلى الحرارة الهائلة المخزّنة داخل الارض، فإن الغلاف يوصف غالبًا بأنه «محيط عميق من الحمم الصخرية الذائبة». ولكن اذا تمّ إثبات وجود ذوبان في مكان معين، فلا يكون كامل الغلاف في حالة ذوبان. وصخوره تكون، في الواقع، بلزاجة الزجاج، والذي هو عبارة عن مادة تُعتبر، بشكل عام، صلبة وسريعة العطب. لكن الزجاج يذوب فعلًا، إذا عرفنا ان ننتظر، اذ بعد مضيّ ١٠٠ سنة او اكثر، يصبح اللوح الزجاجيّ أقلّ سماكة في الجهة العلوية مما في الجهة السفلية، وذلك بطريقة غير مرئية، ولكن يمكن قياسها. وعلى المستوى الجيولوجي، فإن هذه السرعة البطيئة للغاية ينتهي بها الأمر بإفساح المجال امام تيارات «الحمل الحراري» للغلاف. وصفائح سطح الأرض، الأكثر برودة والأقل كثافة، تطفو فوق هذه التيارات من الصخور الساخنة واللّزجة.

ولم يفهم علماء الجيولوجيا بعد، بشكل كامل، طبيعة القوى التي تُسيِّر حركة الصفائح. ومهما يكن من امر، فإن الصفائح، تتدافع، او تدفع جاراتها لكي تتقدم، في مناطق التصادم او – بتعبير تقني – في الهوامش المتقاربة. ويحدث ان تنحصر صفيحة تحت أخرى، وهذه هي عملية «تجزئة التصفيح». فالصفيحة النازلة يمكن متابعتها حتى عمق ٧٠٠ كلم تحت السطح، إذا تمّت دراسة ظهور هزات ارضية.

وفي مناطق «تجزئة التصفيح» هذه، فكلما كانت صخور القشرة مطمورة في أعماق أكبر، كلما تعرّضت لحرارة أشد، وبالتالي، كلما تعرّضت لمزيد من الضغوط بواسطة ضغط الصخرة التي تحتها، والسرعة الحاصلة من عملية التصادم. وفي غالب الأحيان، يرتفع الضغط لدرجة تتغير معه طبيعة القشرة. وتحت تأثير الضغط والحرارة، اللذين يحوّلان المعادن، فإن هيكلياتها البلورية تتبدّل، او إن تركيبها الكيميائي يتبدّل جزئيًا. وهذه هي ظاهرة التحوّل (او المسخ). وبما ان ثمة صخورًا متحوّلة، في كل مكان، فإننا نعلم بأن هذه الظاهرة قد حصلت على مرّ تاريخ الأرض. وكل قطعة مرمر و«كوارتز»، وجميع الصخور الصلبة (الصوّان)، هي حصيلة هذه التحوّلات.

وبفضل «تكتونية» (علم صفائح الكرة الأرضية) الصفائح، يشرح الباحثون، بسهولة، طريقة توغّل قطع من القشرة، إلى أعماق يشتد فيها الضغط، وترتفع فيها الحرارة لدرجة تكفي لحصول التحوّل، غير أنّ احدى قطع «لعبة التجميع» (بازل) تبقى بدون جواب، وهي: «كيف ينتهي الامر بهذه الأجسام المتحوّلة – الناجمة عن هذا التغيير – وتعود إلى سطح الأرض؟ وأية قوة قادرة على إعادتها من عمق ٥٠ كلم أو أكثر؟

## كيف يتحوّل الفحم الحجري إلى ألماس؟

الصخور التي تعرّضت لعملية تحوّل (أيض)، بسبب ضغط مرتفع جدًا (UHP)، خضعت لظروف في غاية القساوة- أكثر من ٢٠ ألف ضعف لضغط الهواء العادي، عند مستوى سطح البحر، وعلى درجات حرارة تزيد على ٥٠٠ درجة مئوية- بحيث إن الفحم الحجري العادي يتحوّل إلى ألماس، والكوارتز المعروف إلى «كوزيت». وإذا كان التحوّل (الأيض) الطبيعي والعادي، تحت ضغط منخفض، يحصل في كل مكان، فإن هذه العملية (أي عملية UHP)، تتميّز بوجود «انفقاسات» (إيكلوجيت) ناجمة عن التحوّل بسبب الطاقة العالية للصخور النارية (البازلت أو الغابرو، في غالب الأحيان)، التي يتم سحبها من تحت الغلاف، في منطقة للتواصل. وهذه «الانفقاسات» تحوي بلّورات من «الغرانا» الأحمر الغامق، بالإضافة إلى معدن شديد المقاومة والصلابة هو «زيركون». وكون هذه البلورات تحتوي، هي بدورها، على حبيبات ماسية صغيرة جدًا، وعلى «كوزيت» غير نقي، فإن العلماء متأكدون بأنها تعرضت لعملية تحوّل تحت ضغط مرتفع للغاية (UHP)،

ومن بين المناطق العشرين التي تحوي «انفقاسات» (UHP)، هناك المنطقة في الصين، الأكبر في العالم، والحزام الجبلي، «سولو- دابي- ألتون»، يبدأ في شمالي «نان جنغ»، على ساحل البحر الأصفر. ويتّجه أولًا نحو الجنوب، قبل أن يستدير باتجاه الغرب، ويتمدّد حتى جبال «ألتون»، في الصين الغربية. ويفوق طوله الإجمالي ٤ آلاف كيلومتر.

المنصّة العملاقة في «دونغهاي» في الصين.

©Luigi Burlini

وفي عام ٢٠٠١، بدأ البرنامج الصيني لأعمال الحفر البرية العلمية، بالحفر في هذا الحزام، بغية دراسة تعقيدات عملية التحوّل تحت الضغط العالي (UHP)، وحل مسألة معرفة كيفية صعود ونزول هذه الصخور في قشرة الأرض. وقد تمّ اختيار موقع في كانتون «دونغهاي»، التابع لمقاطعة «جيانغ سو»، قرب الطرف الشرقي لهذا الحزام الضخم. وعندما بلغ المشروع خواتمه، بعد مرور ٤ سنوات، كان جرى حفر بئر في قلبه وصل عمقها إلى ٥,١ كلم. وعثر العلماء على بقايا من الزيركون والكوزيت، تكوّنت من التحوّلات (UHP)، قبل حوالى ٢٣٠ مليون سنة. ويُعتقد أن هذا حصل عندما تصادمت كتلتا الصفيحتين، كتلة الصين الشمالية، وكتلة «يانغ تسي»، في العصر «الميزوزويكي». وهذه المواد الناجمة عن التحوّلات تحت الضغط العالي جدًا، رُفعت لاحقًا من الأعماق، بعد حوالى ٢٠ مليون سنة من تكوّنها. وفي العيّنات التي رُفعت من البئر، عثر العلماء على أكثر من ٥٠ نوعًا من المعادن بينها الحديد والنيكل والكروم في حالاتها الأصلية.

وإذا كان حزام «UHP» في الصين عبارة عن أثر للعصر «الميزوزوكي»، فإن مناطق أخرى كثيرة في العالم، تشهد هذه الظاهرة في أيامنا هذه. ففي مكان ما، في مناطق التصادم الناشط، مثل مناطق «التواصل» في اليابان وجبال الأنديز، فإن الصخور المضغوطة (المحصورة) إلى أقصى الحدود، تتحوّل من حالة إلى أخرى. وأحد الأهداف المعلنة من قبل منظمة (ICDP) لهذه المناطق، ليس فقط استخراج معادن نادرة، بل أيضًا مراقبة مسارات العمل، في مجال تشكّل الجبال فوق مناطق التصادم، الذي يمنح كوكب الأرض شكله الخارجي.

# الميـــاه الحرجة جـــدًا والبخار المجّاني

أيسلاندا، حيث البراكين تتجاور مع الجبال الجليدية، تقع فوق ظهر الصفيحة «الميديو-أطلسية»، التي ترسّم الحدود «التكتونية» بين أميركا الشمالية وأوروبا. ويستخدم الأيسلانديون، منذ عدّة قرون، حرارة الأرض، بفضل الموارد الكثيرة والمجانية التي يحصلون عليها من الينابيع الساخنة.

غير أن ثمة إمكانية للاستحمام في مورد من المياه المعدنية الحارة، في يوم بارد، يقع مباشرة جنوب الدائرة القطبية، وأخرى في أن تُستخدم الطاقة الجيوحرارية على المستوى الصناعي. ففي ايسلاندا، تمّ حفر العديد من الآبار من أجل الحصول على الحرارة من الأرض، التي تظهر، فوق هذه الجزيرة، على شكل مياه حارة أو بخار. وأكثر من ٨٠٪ من المنازل الفردية، أو المباني السكنية والمكتبية، تتم تدفئتها بواسطة الطاقة الجيوحرارية. و٢٠٪ من الكهرباء التي يتم إنتاجها في ايسلاندا تأتي من مصدر جيوحراري. أما الباقي فمصدره الطاقة الهيدروليكية، وفقط ٠,١٪ مصدره من احتراق المعادن الأحفورية.

ولكن، حتى في بلد مثل ايسلاندا، حيث الموارد من الطاقة المتجدّدة تحتل الصدارة، فإنه لا يزال بالإمكان فعل ما هو أفضل. ويبقى، في الواقع، أن ندرس قضايا أساسية من وجهة النظر العلمية تتعلّق بظرف وبحركة سوائل القشرة الأرضية. لذلك، تتعاون منظمة (ICDP) في المشروع الأيسلاندي للحفر العميق فوق شبه جزيرة «رايكيانيس» في الجنوب- الغربي، وفي المجال البركاني في «كرافلا» في الشمال- الشرقي. وقد تم إطلاق هذا المشروع المتزامن من قبل الحكومة والصناعة الأيسلاندية للطاقة. أما هدفه فهو تحسين عملية استغلال الموارد الجيوحرارية، عن طريق زيادة عائد الآبار بالنسبة إلى كلفة الحفر.

وفي الوقت الراهن، تُنتج آبار الطاقة الجيوحرارية ذات الحرارة المرتفعة، مزيجًا من الماء والبخار على درجات حرارة تتراوح بين ٢٠٠ و٣٢٠ درجة مئوية. وفي أيسلاندا، فإن حفر بئر بعمق ٢,٥ كلم، وتُنتج مثلًا، بخارًا جافًا على درجة حرارة ٢٣٥ درجة مئوية، ويمكن أن توفّر حوالى ٥ ميغاواط من الكهرباء، يكلّف نحو ٤ ملايين دولار. وإذا استطعنا استغلال خزان، حرارته وضغطه مرتفعان جدًا، فإن الإنتاج الكهربائي منه يتحسّن بشكل كبير جدًا.

وأحد مصادر هذه الطاقة «غير التقليدية» هو المياه «الحرجة» جدًا. فهي تظهر عندما ترتفع حرارتها إلى ما فوق ٣٧٥ درجة مئوية، مع بقائها تحت الضغط بقوة ٢٢ ميغاباسكال، أي نحو ٢٢٠ مرّة للضغط العادي للهواء على سطح الأرض. وهذه هي النقطة التي ينتهي عندها التمييز بين السائل والغاز، لأن المياه، عند هذه النقطة، تصل إلى حالة جديدة كلّيًا، بحيث إنها تصبح في «غاية الحرج» (سوبركريتيك). وأي بئر يتمّ حفرها في خزان من هذا القبيل، قد تستطيع إنتاج حتى عشرة أضعاف ما تنتجه بئر تقليدية، لها الطاقة ذاتها، من الكهرباء. وهذا الربح سيخفّف بسرعة من الكلفة الزائدة للحفر، التي تقدّر بتسعة ملايين دولار في أيسلاندا.

ويعتقد علماء الجيولوجيا أن المياه ذات الحراجة الزائدة «سوبركريتيك»، تلعب دورًا مهمًّا جدًا، ليس فقط في حركة المعادن في جوف القشرة الأرضية. فهي قد تكون ذات علاقة في تشكيل المخزونات المعدنية. أما خصائصها الفيزيائية والكيميائية فهي مختلفة كلّيًا عن خصائص المياه الحارة التي تصفّيها العناصر المعدنية للصخر بسرعة اكبر بكثير، وحسب أساليب مختلفة تمامًا. وفقط، عبر أعمال الحفر في خزّانات المياه «الشديدة الحراجة» (سوبركريتيك)، يمكن دراسة هذه الظواهر. ومشروع الحفر في أيسلاندا، هو مختبر طبيعي في هذا الخصوص، لأنه يرمي إلى حفر، خلال السنتين القادمتين، عدّة آبار بأعماق تتراوح بين ٤ و٥ كلم، ضمن نظام المياه «الشديدة الحراجة». وقد تمّ إنجاز حفر بئر اختبارية، بعمق ٣,١ كلم، في العام ٢٠٠٥. ولكن مياه القعر لم تكن بعد قد بلغت الحالة «الشديدة الحراجة»، بل كانت درجة حرارتها دون ٣٠٠ درجة مئوية.

## زوجان ليسا في غاية الغرابة

بالنسبة إلى جميع الناس، فإن فكرة الحفر تذكّر بآبار البترول والغاز الطبيعي. ومنذ ان أحدثت أول طفرة بترولية هزّة في العالم سنة ١٨٥٩، في ولاية «بنسلفانيا» الأميركية، تمّ حفر معظم الآبار، إما للبحث عن المواد الهيدروكربونية وإما لاستخراجها ونقلها إلى المصافي.

واذا أحصينا العدد الكبير للآبار المحفورة بحثًا عن (الركاز)، اي المعادن غير الخالصة، مثل الفحم، وغيره من المقالع، نتأكّد من أنّ حوالى ٩٩٪ من الآبار العميقة قد حُفرت، ليس من أجل البحث العلمي، بل من أجل أهداف اقتصادية. ومن خلال مقارنة الاستثمارات الضخمة في الصناعات البترولية والتعدينية، بالتمويلات الهزيلة في مجال علوم الارض، نتساءل، فورًا، عن السبب الذي يدفع منظمة أُنشئت أصلًا من اجل تقدّم العلم، ومعرفة الأرض، مثل منظمة (ICDP)، إلى القيام بحفريات بحثًا عن موارد طبيعية.

ويوضح «رولف إيمرمان»، رئيس اللجنة التنفيذية لمنظمة (ICDP)، قائلًا: «لن نتنافس مع الصناعة في مجال حفر الآبار من أجل أهداف اقتصادية بحتة». ولكنه يشير إلى أهمية تنسيق تعاون العلم مع الصناعة. فالشركات وخدماتها التقنية والفنية على الأرض، تمتلك خبرة لا مثيل لها في مجال حفر الآبار ووضع الرسوم البيانية لها، بالإضافة إلى تحليل النتائج. وفي الوقت عينه، فان علماء الجيولوجيا، لديهم شهية تكاد لا تشبع، على استكشاف المجهول. وخاصة عندما يتعلق الأمر بالحفر عميقًا في أماكن صعبة، وعلى درجة حرارة مرتفعة، وفي صخور «سامجة»، او في سوائل تآكلية (نحرية)، فإن هاتين المجموعتين لديهما – بدون أدنى شك، الكثير مما تتعلّمه الواحدة من الأخرى.

ينابيع مياه معدنية ساخنة كهذا، في ايسلاندا تؤكد وجود طاقة حرارية هائلة، مخزّنة داخل الأرض.

## هل ترانا جالسين فوق حل لمشاكل الطاقة؟

نحن نعرف جميعنا أن الضخّ إلى ما لا نهاية، للبترول الخام، من الخزانات تحت الأرض، لن يقدّم لنا الجواب على حاجاتنا المستقبلية للطاقة. ولا بدّ من إيجاد مصادر متجدّدة للحلول محل الوقود الأحفورية، حيثما كان ذلك ممكنًا. وكما بالنسبة إلى الفحم والبترول والغاز، فإن أوسع خزانات الطاقة المتجددة، موجود في جوف الارض. وحسب التقديرات التي وُضعت عام ٢٠٠٤، من قبل الوكالة الدولية للطاقة، فإن كميات الطاقة «الجيوحرارية»، التي يمكن استخراجها بواسطة التقنيات الحالية، تساوي ضعفي الكميات من مجموع المصادر الأخرى للطاقة المتجددة – الهواء والشمس، والهيدرولوجيا، والوقود البيولوجية – وقد احتسب علماء هذه الوكالة، كمية الحرارة المخزّنة في الكيلومترات الثلاثة العليا من سطوح القارات بـ $١٢ \times ١٠^{١٢}$ جيغاواط/ ساعة.

وإذا كان بالإمكان الحصول على هذه «الحرارة القارية» بأكملها، فإنها ستكون كافية لسد حاجات البشرية من الطاقة لمدة ١٠٠ ألف سنة، حسب الإيقاع الحالي للاستهلاك، مع الأخذ بالاعتبار حتى، أن القارات لا تغطّي سوى ربع مساحة الأرض تقريبًا.

## مشاريع منظّمة (ICDP) للحفر العلمي
### تاريخ إنجاز المشروع بين قوسين

ولكن، من المؤكّد ان هذه الحرارة لا يمكن استغلالها بكاملها، غير ان كل صاحب منزل في أوروبا الوسطى، يستخدم مضخة حرارية، يعرف أنه من السهولة بمكان استخدام، جزء، على الأقل، من الحرارة المتوفّرة تحت اقدامنا. وفي الوقت الراهن، ثمة ٢٤ بلدًا تستخدم الطاقة الجيوحرارية. وأكبر دولة مستهلكة للطاقة في العالم، الولايات المتحدة الأميركية، تُنتج، على الأقل، من هذه الطاقة، ثلث الكمية الإجمالية. (راجع ايضًا: المياه الحرجة جدًا والبخار المجاني).

## كيفية المشاركة

منذ أكثر من عشر سنوات، يقوم البرنامج الدولي للحفريات القارية العلمية، بضمّ موارد جنوب افريقيا، وألمانيا، والنمسا، وكندا، والولايات المتحدة، وفنلندا، وايسلاندا، واليابان والمكسيك، والنروج، وبولندا، وجمهورية تشيكيا. واليونسكو هي عضو في الفريق العلمي الاستشاري، الذي يقرّ اقتراحات المشاريع للتمويل والمساندة. كما أن شركة «شلومبرغر» هي عضو نقابي تعاوني. وهناك أربع دول أخرى تفاوض من أجل الانضمام إلى هذه المجموعة.

ولكي يكون أي مشروع للحفر العلمي سائغًا، يجب أن يعرض (يقترح) أبحاثًا على واحد أو أكثر من المواضيع الثمانية، الموضّحة على الرسم البياني أدناه. والمسائل التي تجب معالجتها في طلبات المساعدة من منظمة (ICDP)، يجب أن تكون جوهرية ومهمة. أضف إلى ذلك، أن الموقع المقترح يجب أن يمثّل بصورة مثالية هيكليات أخرى مماثلة من الأرض، لم تجرِ دراستها بعد بما يكفي. وأخيرًا، يجب أن يكون كل اقتراح مشروع معدًّا من قبل عدّة باحثين وأخصّائيين في حقول مختلفة من علوم الأرض، يتعاونون بشكل يسمح باستخراج أفضل الممكن من عملية حفر واحدة.

لمعرفة المزيد: *www.icdp-online.org; icdp@gfz-potsdam.de*
أو الاتصال بـ *Ulrich Harms: ulrich@gfz-postdam.de* أو *r.missotten@unesco.org*

## العودة نحو المستقبل

حتى ولو تمّ حفر المئات من الآبار لأهداف علمية، فإن كل واحدة منها لن تكون أكثر من غرزة دبوس في القشرة الأرضية. ولذلك، يجب على كل مشروع مموّل من جانب (ICDP)، ان يكون عبارة عن (موقع نموذجي)، له بعد عالمي على صعيد علوم الجيولوجيا.

وبذلك، فإن مجموعة كبيرة من الأسئلة الملحّة والأساسية حول ماضي الأرض، والعمليات الداخلية في باطن كوكبنا، يمكن ان تجد الأجوبة عليها من خلال آبار أقل عمقًا. كذلك، فإن الترسّبات يمكن ان تبوح بأسرارها، مثل أرشيفات المناخ، منذ المئات الاولى من الأمتار تحت سطح الأرض. وفي بعض الحالات، فإن المناطق التي تتولّد فيها الزلازل، يمكن الوصول إليها على مسافة ٣ او ٤ كيلومترات تحت سطح الأرض. فأحيانًا، تقوم الأرض نفسها، بنقل صخور من أعماق طبقة «الليتوسفير»، نحو السطح، وذلك عبر عملية لم تتوضّح خيوطها بعد.

لكن هناك حدودًا أخرى، أساسية، لأعمال الحفر، حتى الشديدة العمق منها. فلا بدّ من أن نذكّر بأن قطر الأرض هو ١٢٧٤٨ كلم، فيما البئر الأكثر عمقًا، حتى الآن، لا يزيد عمقها على ١٢٢٦٢ مترًا، اي جزء من ألف من طول قطر الأرض. ومهما بلغت تكنولوجيا الحفر من تطور في المستقبل، فإن بلوغ الحفر مسافة ١٥ او ٢٠ كلم يبدو امرًا غير قابل للتحقيق، في نظر المراقبين الأكثر تفاؤلًا.

وبالرغم من جميع الصعوبات، فإن الحفر في قشرة كوكبنا، يشكل واحدًا من الحدود الأكثر جاذبية للعلم الراهن. فهذه المغامرة، قد تسمح لنا بتوضيح بعض الأسرار الكثيرة المخبّأة تحت اقدامنا منذ ملايين السنين، في «الأرض المجهولة» (تيرا انكوغنيتا) المظلمة.

هورست راديماخر[١]

تمّ اقتباس هذا التحقيق عن نشرة منظمة (ICDP) التي نشرت عام ٢٠٠٧ بعنوان «إثارة للحفارة».

١. عالم في شؤون الزلازل وصحافي علمي حر.

# حـــرارة القطبين ترتفع أكـــثر مما هو متوقّع

**إنتهت السنة القطبية العالمية (APY) في ٣١ آذار (مارس) بعد مرور سنتين من الأبحاث المكثّفة، التي كشفت عن ان حرارة القطبين ترتفع أكثر مما هو متوقّع. وقد تم عرض نتائج الأعمال والأبحاث عبر إعلان في ٢٥ شباط (فبراير)، صدر عن عرّابي السنة، وهما منظمة (OMM) والمجلس الدولي للعلوم. وكانت المفوّضية الحكومية لعلوم الميحطات (COI)، التابعة لليونسكو، واحدة من العديد من الشركاء.**

ومن بين المعلومات التي تمّ الحصول عليها خلال السنة القطبية العالمية (APY)، تأكّد أن الكتل الجليدية في «غرينلاند»، كما في «أنتاركتيكا» تخسر من أحجامها، الأمر الذي يؤدّي إلى ارتفاع مستوى مياه البحار، وأن إيقاع الخسائر يتسارع في غرينلاند.

وعندما تمّت مقارنة المعطيات التي تمّ جمعها بواسطة الفواشات «الروبوطية» – المنشورة ضمن إطار «النظام الدولي لمراقبة المحيط»، بتنسيق من مفوّضية (IOC) التابعة لليونسكو – مع المعطيات المقدّمة من جانب الثديات البحرية المجهّزة بمعدات، ومن جانب سفن البحث التابعة للسنة القطبية العالمية (APY)، تمّ التأكد من أن المحيط الجنوبي قد ارتفعت حرارته بأسرع من مجموع المحيط العالمي. أضف إلى ذلك، أن المياه العميقة والكثيفة، التي تتكوّن على مقربة من منطقة «أنتاركتيكا»، قد ازدادت «عذوبة»، في بعض الأماكن، وذلك بسبب الذوبان المتسارع للكتل الجليدية ولحواجز الجليد في أنتاركتيكا، وأن حرارتها ارتفعت في أمكنة أخرى.

وخلال عامي ٢٠٠٧ و٢٠٠٨، نقصت مساحة الجليد الدائم لأدنى حدّ صيفي له، في منطقة القطب الشمالي بحوالى مليون كلم مربع، لتصل إلى قيمتها الحالية، وهي الأدنى منذ البدء بتسجيل هذه التغيّرات بواسطة الأقمار الصناعية. إلى ذلك، وللمرّة الأولى منذ البدء بأعمال المراقبة، لم تعد منطقة القطب الشمالي مغطّاة، منتصف فصل الشتاء، إلاّ بطبقة، دقيقة نسبيًا، من الجليد من السنة السابقة. وقد سجّلت بعثات السنة القطبية العالمية، تحوّلًا لا سابقة له في الجليد، في أرجاء حوض القطب الشمالي.

وفي شمال المحيط الأطلسي، أظهرت تغيّرات طفيفة في حالة المحيط، والتقلّبات الحرارية والدينامية بين الجو والمحيط، دورها الحاسم (التقريري) في قوة ومسار العواصف الشديدة. فهذه العواصف تشكّل التقدمة الرئيسية للحرارة والرطوبة الجوية نحو القطب الشمالي. وهذه المعلومات سوف تتيح لنا تحسين المعرفة المسبقة لمسارات العواصف وقوتها.

إن التغيّر الحاصل في زمن التساقطات الشتوية ونوعيتها، بسبب ارتفاع حرارة منطقة القطب الشمالي، يضطر مربّي حيوانات «الرنّة» في شمال-غرب أوروبا، إلى التأقلم مع هذا التبدّل. وأكثر نحو الشرق، تتعرّض حيوانات «الرنّة»، إلى المزيد من الضغط، بسبب النقص في المراعي، وسد منافذ ومسارب الهجرة، الناجمين عن تغيّر استخدام الأراضي، وعن بناء البنى التحتية. كما أن الحشرات والطحالب أصبحت جارفة. والعديد من الجاليات المحلية، ساعدت شبكات السنة القطبية العالمية (API)، في جمع وتبادل المراقبات بشأن جليد البحر، وأحوال الطقس والمناخ، في القطب الشمالي.

وجيوب الكربون الموجودة في طبقة «برجيليسول» هي أكبر مما كان يُعتقد. علاوة على ذلك، فإن هذه الطبقة تتعرّض للتلف بأسرع مما كان متوقعًا، وتبعث في الجو غازًا آخر مساهمًا في عملية الانحباس الحراري، هو غاز «الميثان». وقد اكتشف الباحثون أن هيدرات الميثان الغازية، الموجودة في قعر المحيط تتصاعد إلى الجو بصورة أسهل، كلّما تقلّص الغطاء الجليدي. وعلى الشواطئ السيبيرية، لاحظ الباحثون نشاطًا مهمًا لتصاعد غاز الميثان الآتي من الترسّبات البحرية.

وقد أحصى علماء البيولوجيا ٧٥٠٠ نوع من الحيوانات في منطقة أنتاركتيكا، و٥٥٠٠ نوع في منطقة القطب الشمالي، منها عدة مئات غير معروفة. وهذه المخلوقات الجديدة هي في معظمها حيوانات غير فقرية. وإحدى أكبر المفاجآت كانت عبر اكتشاف أن بعض الفصائل الميكروبية، ذات أشكال متماثلة تقريبًا في الأنظمة البيئية في أنتاركتيكا ومنطقة القطب الشمالي اللتين تبعد الواحدة عن الأخرى ١١ ألف كلم. وثمة أنواع أخرى تطوّرت بطريقة مختلفة للغاية، والبعض الآخر تطوّر وانتشر على ارتفاعات منخفضة أكثر. وقد اصبح واضحًا، مثلًا، أن اعدادًا كبيرة من المخلوقات التي تعيش في أدنى الأعماق، على ارتفاعات أقل، تتحدّر من أصول مشتركة لا تزال تحيا في المحيط الجنوبي. ودراسة الأنظمة البيئية الحالية، أكدت أيضًا الهجرة القريبة، نحو القطبين، لأنواع برّية وبحرية، كردة فعل على ظاهرة الاحتباس الحراري. وهناك منطقتان، مساحة الواحدة منهما نحو ٤٠٠ كلم٢، تمّ إعلانهما مناطق بيئية بحرية هشّة وسريعة المعطوبية، في المعاهدة الخاصة بحماية النباتات والحيوانات البحرية في منطقة انتاركتيكا، وتم تسجيلهما في سجلّ دولي للحماية.

لمعرفة المزيد: k.alverson@unesco.org; www.ipy.org

# الدانمرك تســاند **تعليم قضايا التغيير المناخي**

**في ١٤ كانون الثاني (يناير)، خصّصت الدانمرك مبلغ ١,٢ مليون دولار، لتمويل ثلاث مبادرات لليونسكو بشأن تعليم قضايا التغيير المناخي. وهكذا ستتمكن منظمة اليونسكو من تطوير منتداها الدولي النظري «على جبهات التغيّر المناخي»، وبرنامج «ساندواتش» لتعليم مراقبة الشواطئ. وهذا سيموّل، أيضًا، مؤتمرًا دوليًا حول تدريس أسباب التغيّر المناخي بين ٢٧ و٢٩ تموز (يوليو).**

وهذا التخصيص من الدانمرك يُترجم القلق العام أمام سرعة وخطورة التغيّر المناخي. وهو يحصل خلال سنة سوف تقرّر المعركة. فالدول الأعضاء في «معاهدة – إطار» الأمم المتحدة، بشأن التغيّرات المناخية، سوف تجتمع بين ٩ و١٧ كانون الأول (ديسمبر) في العاصمة الدانمركية «كوبنهاغن»، بغية وضع مشروع النص، الذي سيكون بديلًا لبروتوكول كيوتو.

وبمناسبة انعقاد المؤتمر الدولي حول تعليم أسباب التغيّر المناخي في شهر تموز (يوليو)، فإن خبراء العالم كله سيتواجدون في مقر اليونسكو، في باريس، بغية إعداد إرشادات لإدخال التغيير المناخي في البرامج المدرسية. وهذه الارشادات، يمكن، لاحقًا، أن تشكّل موضوع نقاش استطرادي خلال مؤتمر كوبنهاغن.

ومنتدى اليونسكو، الذي تمّ إطلاقه في حزيران (يونيو) الماضي، يعطي الكلام لسكان الدول الجزيرية الصغيرة النامية، وللجاليات (المجموعات) الأصلية التي تجد أنفسها في الخط الأمامي للتغيّر المناخي. والدعم المالي من الدانمرك سوف يسمح للمنتدى بأن يطوّر نفسه، عبر خلق قاعدة لمعطيات المراقبات الدولية الخاصة بتداعيات التغيّر المناخي، واستراتيجيات التأقلم المحلية. وسوف تجمع أبحاث تجري على الأرض، معلومات كاملة عن الحالات ذات الأهمية الخاصة.

أما برنامج (ساندواتش)، الذي أطلقته اليونسكو في العام ٢٠٠١، فهو برنامج تثقيفي يدرّس التلاميذ، عبر أساتذتهم ومدرّسيهم، كيفية مراقبة

حالة شواطئهم، من خلال تطبيق أساليب علمية، (أي راقبْ وقسْ). وعلى مرّ السنوات، راكم برنامج «ساندواتش» معطيات ومعلومات قيّمة حول صحة الشاطئ. ومع الأموال الدانمركية، سوف تؤسس اليونسكو قاعدة معلومات أونلاين، يجري أكمالها وتحليلها، من قبل المشاركين – سوف تسمح بتقييم تأثير التغيّر المناخي، وظواهر أخرى على الشواطئ، وبإعداد سياسات أفضل للإدارة. ومن ناحيتها، فإن اليونسكو سوف تعمل مع وزارات التربية والتعليم بغية توسيع شبكة المدارس المشاركة في برنامج «ساندواتش»، الموجودة حاليًا في ٥٥ بلدًا، وتشجيع الحكومات على تضمين هذا البرنامج في مناهجها المدرسية.

وتساهم الدانمرك بمبلغ ٣,٧ مليون دولار تقريبًا في السنة، في برامج اليونسكو للتعليم والاتصالات، ولكنها المرّة الأولى التي يستهدف فيها هذا البلد، بشكل محدّد، تعليم التغيّر المناخي.

لمعرفة المزيد: d.nakashima@unesco.org; www.climatefrontlines.org أو مراجعة «عالم العلوم»، نشرة كانون الثاني (يناير) ٢٠٠٧ أو www.sandwatch.org

©Claudia Benavides/UNESCO

في هذا الحقل في جبال الأنديز البيروفية، على علو ٣٨٠٠م عن سطح البحر، تقوم «جوليا» بشَيّ البطاطس. والجبال الجليدية في الأنديز تتراجع، كما ان نظام هطول الأمطار بدأ يفقد انتظامه. ومنذ الثمانينيات من القرن العشرين أوجد خبراء الزراعة بعض النوعيات الهجينة من البطاطس، الأكبر حجمًا، والتي تتطلب كميات اكبر من المياه. وهذه المنتوجات الهجينة، التي يبدو انها تحظى بتقدير اكبر في أسواق المدن، بدأت تحل تدريجيًا مكان المنتجات المحلية المختلفة. غير ان كل تآكل في التنوع البيولوجي يجعل المزارعين أقل إصرارًا أمام التغيير المناخي، لأنه يصبح من الأصعب عليهم أقلمة زراعاتهم مع الظروف المناخية الجديدة. والتعليم على التغيير المناخي يسمح بتقييم أهمية الطرق المحلية لمواجهة هذا التغيير، وبتخفيف الضغوط التي تمارسها على الجاليات المحلية، قوى خارجية، بغية حملها على ترك الممارسات التقليدية الفعالة.

## عشر سنوات **لإنقاذ الشعاب المرجانية**

**منذ العام ١٩٥٠، خسر العالم ١٩٪ من شعابه المرجانية. و١٥٪ من الشعاب الباقية في حالة حرجة، ومهدّدة بالزوال خلال السنوات العشر إلى العشرين القادمة، فيما ٢٠٪ أخرى مهدّدة بالزوال خلال السنوات العشرين إلى الأربعين القادمة. وهذه التوقّعات صدرت عن ٣٧٢ عالمًا وخبيرًا في الشعاب المرجانية، من ٩٦ جنسية. وهي مختصرة في التقرير الدوري للعام ٢٠٠٨ بعنوان «حال الشعاب المرجانية في العالم»، الذي أعدّته «شبكة مراقبة الحاجز الكوني للمرجان»، التي تشارك فيها اليونسكو ومنظمة (NOAA)، ومنظمة «مراقبة الشعاب وقاعدة الشعاب»، من بين منظمات أخرى.**

ثمة ٤٦٪ من الشعاب المرجانية في العالم تُعتبر أنها في حالة جيّدة، وخارج نطاق الخطر المباشر. غير أن الفئات «المهددة جدّيًا»، أو «بحالة حرجة» أو «بصحة جيدة»، لا تأخذ في الحسبان المخاطر والتهديدات المرتبطة بارتفاع حرارة الأرض، الذي من المتوقع ألاّ يكون بالإمكان تفاديه، ولكن بدون تحديد التاريخ.

ويقول كبار العلماء والخبراء في العالم، إن ارتفاع حرارة المحيطات، والتأكسد المتزايد لمياهها، بالاضافة إلى تزايد العواصف الاستوائية، كلها، تمثّل اليوم أشد التهديدات خطورة على الشعاب المرجّانية. فالأقمار الصناعية التابعة لمنظمة (NOAA)، تكشف عن ان المحيطات الاستوائية، قد ارتفعت حرارتها بإيقاع، أسرع أكثر فأكثر، خلال السنوات العشر الأخيرة، الأمر الذي يحمل على الاعتقاد بأنه لم يبقَ أمامنا سوى ٨ إلى ١٠ سنوات، لكي نعالج الوضع، حيث إن أي تكاثف لغاز ثاني أوكسيد الكربون ($CO_2$)، في مياه البحر، يزيد على (450 PPM)، يعرّض للخطر إمكانية بقاء الشعاب المرجانية، بالشكل الذي نعرفه. وهناك ثلث أنواع المرجان في العالم مهدّد بالانقراض.

وفي البلدان الأعضاء في «مبادرة مثلّث» المرجان، أي أندونيسيا والفيليبين وماليزيا وتيمور الشرقية، تواصل الشعاب توجّهها الانقراضي بسبب الصيد المكثّف، والترسّبات المتزايدة، والتلوّث المدني والصناعي. وفي شمال - شرق آسيا، فإن الشعاب تتعرّض للتلف للأسباب عينها، ويضاف إليها مشكلة التبييض. فهناك، على الأقل، تتطور حساسية على الطبيعة بسبب تقدّم الاقتصاديات الوطنية، والتعاون الإقليمي.

وفي الشرق الأوسط، فإن شعاب البحر الأحمر، وخليج عدن بصحة جيدة، لكن شعاب الخليج الفارسي، وبحر العرب، وخليج عُمان، لا تزال مترنّحة وضعيفة، بعد الإعصار الشديد في صيف العام ٢٠٠٧. والشعاب المرجانية الواقعة على طول شواطئ شبه الجزيرة العربية، قد تعرّضت أيضًا إلى خسائر فادحة بسبب الأشغال العمرانية الواسعة النطاق الجارية هناك.

إن أوسع المناطق البحرية المحمية (AMP) في العالم قد تحدّدت مؤخرًا في المحيط الهادي. ففي العام ٢٠٠٦، أعادت الولايات المتحدة، النظر، في تصنيف المعلم القومي البحري في «باباهانوموكواكيا»، ومنحَت صفة «الحماية العالية»، لهذه المساحة البالغة ٣٥٦٨٩٢ كلم$^2$، من المحمية البيئية للشعاب المرجانية التابعة للجزر في شمال- غرب هاواي. ثم، في شهر كانون الثاني (يناير) ٢٠٠٩، طالب الرئيس الأميركي رؤساء الشركات بخلق مساحة محمية في ثلاث مناطق من الباسيفيك (المحيط الهادي) تغطّي نحو ٣٢٠ ألف كلم$^2$ من سلسلة الجزر المعزولة، وغير المأهولة تقريبًا. وهي تشمل شعابًا مرجانية سليمة، وأنواعًا في طريق الزوال، والمغارة الأعمق في الأرض، وحفرة «ماريان». وهذه المناطق الثلاث هي «جزر ماريان» في غرب الهادي، والمعلم القومي للجزر البعيدة في الهادي، والجرف الوردي (روز) مقابل سواحل «ساموا» الأميركية. والمساحات المحميّة ستمتدّ على طول ٨٠ كلم. وأوسع مساحة بحرية محمية (AMP) في العالم، هي جزر «فونيكس»، التي تمتد على ٤١٠٥٠٠ كلم$^2$، والتي أنشأتها حكومة «كيريباتي». وهي تحجب مساحة الحديقة البحرية لحاجز المرجان الكبير، التي تمّ انشاؤها عام ١٩٧٥، وأعيد تصنيفها في العام ٢٠٠٤، بحيث تم الإعلان عن الحظر الشامل لأخذ أي مواد، من مساحة تبلغ ٣٤٤٤٠٠كلم$^2$، بعد أن أضيفت إليها مساحة جديدة بلغت ١١٥٣٩٥ كلم$^2$.

وتعهّدت منطقتان بحماية ٢٠ إلى ٣٠٪ من كائناتها البحرية والساحلية حتى العام ٢٠٢٠: «تحدّي ميكرونيزيا»، الذي تمّ إطلاقه من قبل «بالو»، والولايات الفدرالية في ميكرونيزيا، وجزر مارشال، وغوام وجزر ماريان الشمالية، و«تحدّي الكاريبي» الذي تم إطلاقه عام ٢٠٠٨ من قبل الباهاماس، وجمهورية الدومينيكان وجامايكا، وغرينادا، وسان فنسان والغرينادين.[٢]

ثمة حوالى ٥٠٠ مليون شخص ترتبط معيشتهم بموارد من الشعاب المرجانية، سواء للغذاء أو لتحسين مداخيلهم. ومنهم ٣٠ مليونًا يعتمدون بشكل كلي عليها لكي يتمكّنوا من البقاء.

لمعرفة المزيد اقرأ التقرير: www.gcrmn.org.

٢. بشأن حالة الشعاب المرجانية في الكاريبي، راجع نشرة «عالم العلوم» عدد نيسان (ابريل) ٢٠٠٨.

| الحائزات على جوائز اليونسكو (حسب المنطقة) | جدول مشروع البحث في علوم الحياة | مؤسسة / مؤسسات الإستقبال |
|---|---|---|
| **فينا كوريمان** جزر موريس | دراسة الجينات المرتبطة بالتحديد بمرض داء المفاصل | مدرسة الطب في هارفرد ومستشفى النساء في بوسطن، الولايات المتحدة |
| **نونهلانهلا دلاميني** جنوب افريقيا | الطب التقليدي الأفريقي لمعالجة الورم اللحمي «كابوزي»، الذي يتميز بنموّ غير طبيعي للأوعية الدموية تتبعه أضرار في الأغشية المخاطية (أورام). وهذه الأورام السرطانية شائعة لدى المصابين بداء الإيدز | جامعة فلوريدا (غينسفيل)، الولايات المتحدة |
| **جوان مونيسّي** تنزانيا | المواد المضادة للميكروبات المعزولة، من خلال طحالب بحرية في تنزانيا | جامعة «غوتنغن» ألمانيا |
| **ماري عبود** لبنان | تصوير بصري «غير اختراقي» للأوعية الدموية التي تتكوّن من أجل تغذية ورم ناشئ، بغية تحديد مكان الورم، وتحسين تشخيصه | جامعة بريتاني الغربية، برست، فرنسا |
| **خديجة تو لخويري** موريتانيا | دراسة انتقال مرض «الماليريا» في العاصمة «نواكشوط» | معهد البحث للتنمية، داكار، السنغال |
| **ريما البشارات** سوريا | عزل وتحديد هوية أورومات البكتيريات المحلية، الحيوية (بروبيوتيك) من أجل استخدامها في المواد الغذائية | جامعة ميونيخ التقنية. ألمانيا |
| **جنغوي شي** الصين | جينية اللوكيما «الميلودية» الحادة، سرطان الكريات البيض | معهد البحث السرطاني سوتون، المملكة المتحدة |
| **بين بين تشان** ماليزيا | إستخدام اللواقط البيولوجية الكهروكيميائية للحمض النووي من أجل اكتشاف الأمراض المعدية في عيّنة من سائل جسدي. إنفتاح على طريقة متدنّية الكلفة، لتشخيص الأمراض المعدية | جامعة نيوساوث ويلز. سدني، استراليا |
| **عشرات بانو** باكستان | تصور جزيئيات صغيرة جدًا مغناطيسية من أجل وصف الأدوية | جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة |
| **إيفانا بيسيتش** صربيا | دراسة وتحديد بروتينات بولية، طريقة لتشخيص وتفادي الأمراض الكلوية | جامعة «جورج أوغست» غوتنغن، ألمانيا |
| **ماريكي بوسنر** ألمانيا | دراسة مقاومة هيكليات الأنزيمات للكائنات التي تأقلمت مع ظروف صعبة | مركز بحث «الإكستريموفيل» جامعة «باث»، المملكة المتحدة |
| **ليديا لنش** أيرلندا | دراسة طبقة الدهون البشرية، باعتبارها وسيلة للتشخيص المناعي، والطبقة الدهنية التي تغطي الأمعاء | مدرسة هارفرد للطب بوسطن، الولايات المتحدة |
| **باولا فيلار** الأرجنتين | تصوّر نموذج حاسوبي للقلب بثلاثة أبعاد | مركز برشلونة للحاسوبية المتقدمة، إسبانيا |
| **بيرتا غونزاليس فرانكنبرغر** المكسيك | تطوير اللغة والصوت عند الأطفال الحديثي الولادة، والمولودين قبل الأوان | جامعة سانت جوستين، المركز الطبي، مونتريال، كندا، والمركز الطبي، جامعة أميان فرنسا |
| **سيسيليا غونزاليس مارين** البيرو | العلاقات بين الالتهابات الفموية والاشتراكات الصحية لدى النساء الحوامل | مدرسة الملكة ماري للطب وطب الأسنان، لندن، المملكة المتحدة |

## جوائز علمية **لسيدات مميزات**

**حصلت كل واحدة من الحائزات الخمس على جائزة «اليونسكو للنساء في العلوم»، على مبلغ ١٠٠ ألف دولار، في الخامس من آذار (مارس)، خلال احتفال تمّ تنظيمه في المقر الرئيسي لليونسكو في باريس. وقد حصلت ١٥ باحثة شابة على جوائز بقيمة ٤٠ ألف دولار الواحدة، من أجل مواصلة أعمالهن في علم الحياة، في مختبر معروف في الخارج، حسب اختيارهن. (راجع الجدول).**

أما اللواتي حصلن على الجائزة لهذا العام فهنّ:

- **أفريقيا والدول العربية:**

**البروفسورة «تيبيلو نيوكونغ»** من قسم الكيمياء في جامعة «رودس» في جنوب أفريقيا، تكريمًا لمساهمتها في استخدام الطاقة الضوئية في معالجة السرطان، وفي مداواة الأضرار الناجمة عن البيئة.

- **آسيا – الباسيفيك:**

**البروفسورة «أكيكو كوباياشي»**، من قسم الكيمياء، في جامعة «نيهون» اليابانية، تكريمًا لمساهمتها في تحديد نواقل (موصلات) جزيئية، وتصوّر وتركيب معدن جزيئي من مكوّن واحد.

- **أميركا الشمالية:**

**البروفسورة «يوجينيا كوماتشيفا»** من قسم الكيمياء في جامعة تورونتو في كندا، تكريمًا لتصوّر وتطوير مواد جديدة قابلة للاستخدام في العديد من التطبيقات، بينها الوصف الاستهدافي للأدوية في معالجة السرطان، ومواد تسمح بكثافة عالية في تخزين المعطيات البصرية.

- **أوروبا:**

**البروفسورة «أثين إم. دونالد»**، من قسم الفيزياء في جامعة كامبريج بالمملكة المتحدة، تكريمًا لعملها في توضيح أسرار فيزياء المادة غير المنتظمة، ابتداء من الإسمنت، وصولاً إلى النشاء.

- **أميركا اللاّتينية:**

**البروفسورة «بياتريز باربوي»**، من معهد علم الفلك والجيوفيزياء والعلوم الفضائية في جامعة «ساوباولو» في البرازيل، تكريمًا لأبحاثها في مجال حياة النجوم، منذ ولادة الكون حتى العصر الحالي.

وقد ترأس لجنة الحكّام هذه السنة، المصري «احمد زويل» الحائز على جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٩٩.

لمعرفة المزيد: r.clair@unesco.org :www.forwomeninscience.com

## ٢٠١١ سيكون **عام الكيمياء**

**أعلنت الأمم المتحدة العام ٢٠١١، السنة الدولية للكيمياء، ووضعت منظّمة اليونسكو، والاتحاد الدولي للكيمياء النقية والتطبيقية (UICPA)، على رأس هذه العملية، قرارًا أصدرته خلال جمعيتها العمومية الـ٦٣، التي انعقدت في كانون الأول (ديسمبر) في نيويورك.**

وهذا القرار قدّمته أثيوبيا إلى المنظّمة الدولية، بعد أن كان وافق عليه المجلس التنفيذي لليونسكو. وهذه السنة ستحتفل بإنجازات الكيمياء ومساهماتها في المعرفة، وفي حماية البيئة وفي التنمية الاقتصادية.

وقد أعلن البروفسور «جونغ - ايل جين» رئيس الاتحاد الدولي للكيمياء النقية والتطبيقية (UICPA) قائلًا: «نحن نأمل ان نرسّخ أهمية الكيمياء، وفهم الجمهور لها». كما أضاف «كويشيرو ماتسورا» مدير عام اليونسكو «ان إيقاظ الجمهور على الكيمياء، هو الامر الذي يرتدي الأهمية الكبرى، أمام التحديات التي يجب مواجهتها من أجل تنمية مستدامة. والكيمياء سوف تلعب دورًا رئيسًا في استكشاف مصادر الطاقة البديلة، وتغذية سكان العالم الذين تتزايد أعدادهم بشكل مضطرد». والتحولات الجزيئية هي ضرورية لإنتاج الأغذية والأدوية، وفحم الماء، وعدد لا يحصى من المنتجات المصنّعة والمعادن.

هذه السنة، التي تتزامن مع الذكرى المئوية لمنح جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩١١، إلى «ماريا سلوكودوفسكا كوري»، ستكون أيضًا مناسبة لتكريم مساهمات النساء في العلوم. كما أنّ الاتحاد الدولي لجمعيات الكيمياء (IACS)، كان قد تأسس في عام ١٩١١، من أجل تسهيل الاتصالات والتعاون العلمي على الصعيد العالمي بين علماء الكيمياء، عبر توحيد التسميات والمفاهيم. وفي العام ١٩١٩ خلف الاتحاد الدولي للكيمياء النقية والتطبيقية، الاتحاد الدولي لجمعيات الكيمياء.

www.chemistry2011.org ؛j.hasler@unesco.org ؛secretariat@iupac.org

## تدشين **مركز «بيار أوجيه» للمراقبة**

**في ١٤ تشرين الثاني (نوفمبر)، جرى تدشين مركز «بيار- أوجيه» للمراقبة في «مالارغوي» بالأرجنتين. وهو يدرس أسرار الأشعة الكونية ذات الطاقة الفائقة القوة والتي تقصف الأرض بجزيئات محمّلة بطاقة تساوي عشرة ملايين ضعف طاقة جهاز تسريع الجزيئات الأكثر قوة في العالم. وهذا المركز، الذي أُطلق العمل فيه قبل أكثر من عشر سنوات برعاية اليونسكو، هو شبكة من ١٦٠٠ مجسّة موزّعة في الأرجنتين على مساحة ٣٠٠٠ كلم٢.**

إن مركز «بيار أوجيه» للمراقبة هو جهاز «اكتشاف هجين»، يعمل بطريقتين مختلفتين. الأولى تكتشف الأشعة الكونية المزوّدة بطاقة عالية بسبب تفاعلها مع المياه الموضوعة في أوعية خاصة. والثانية تدرس تكوين الرزم الجوية، عبر مراقبة الضوء ما فوق البنفسجي الذي ينبعث في الأجواء المرتفعة للأرض.

ففي مقر اليونسكو في باريس، عام ١٩٩٥، بدأ التعاون الدولي من أجل المشروع يتحوّل إلى حقيقة، عندما وافقت جميع الأطراف على العرض المقدّم من قبل الأرجنتين باستضافة مركز المراقبة الجنوبي. وفي ١٣ تشرين الاول (اكتوبر) ١٩٩٨، التأمت لجنة تمويل مشروع «بيار- أوجيه» في مقر اليونسكو، بغية وضع اتفاقية بشأن تنظيم وإدارة وتمويل المشروع. وأعلن كارلوس منعم، رئيس الارجنتين آنذاك، خلال الاجتماع، أنّ أعمال البناء يمكن أن تنطلق مع بداية العام التالي. وتمّ التوقيع على الاتفاقية في آذار (مارس) ١٩٩٩، أي قبل شهرين من البدء بأعمال بناء جهاز الكشف في الأرجنتين.

ويحمل هذا المشروع اسم «بيار أوجيه» مدير العلوم في اليونسكو بين عامي ١٩٤٨ و١٩٥٨، الذي توفي عام ١٩٩٣. ولعلّ أهم انجاز حقّقه كان من خلال تنسيقه دور اليونسكو في تأسيس «المنظّمة الأوروبية للبحث النووي» (CERN)، التي أطلقت في ٢١ تشرين الأول (أكتوبر) الماضي، جهاز «هادرون» الكبير للتصادم.

لقد كان بيار أوجيه متخصصًا في الفيزياء الاختبارية في المجال الذرّي (التأثير الضوئي-الكهربائي)، والنووي (النوترونات البطيئة)

©Pierre Auger Observatory

واحد من اجهزة الكشف الـ١٦٠٠ على السطح، في الأنديز. وكل واحد منها يعمل بصورة مستقلة عن الأجهزة الأخرى، مع فقط ٢٠ واط من الطاقة الشمسية. وإشارات جهاز الكشف تُرسل بشكل آلي، بواسطة الراديو، إلى مركز المراقبة المركزي.

والإشعاع الكوني (الرزم الجوية). وبعد سنوات عمله لدى اليونسكو، أصبح مديرًا لخدمة الفيزياء الكونية في المركز الوطني للبحث العلمي (١٩٥٩–١٩٦٢) في فرنسا، ومديرًا عامًا للمجلس الأوروبي للأبحاث الفضائية (١٩٦٢– ١٩٦٧).

ضمّت مؤسسة بيار أوجيه، ستعاون حوالى ٣٥٠ عالمًا من ألمانيا والأرجنتين وأستراليا وبوليفيا والبرازيل وإسبانيا والبرتغال والمملكة المتحدة وسلوفينيا وجمهورية التشيك وفيتنام. وكان «جيمس كرونين» من جامعة شيكاغو (في الولايات المتحدة)، الحائز على جائزة نوبل للفيزياء، مصمّم مركز المراقبة هذا، بالتعاون مع «ألان واتسون»، من جامعة «ليدز» في المملكة المتحدة.

والمشروع يدخل الآن في مرحلته الثانية، حيث تجري دراسة خلق موقع في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، في كولورادو (الولايات المتحدة)، وإجراء تحسينات في الموقع الجنوبي.

لمعرفة المزيد: www.auger.org ؛m.alarcon@unesco.org

## إيراني يحصد **جائزة في علم البصريات**

**حصل الدكتور «سيف الله رسولي» من معهد الدراسات العليا للعلوم الأساسية في «زنجان» بإيران، هذه السنة، على جائزة «غاليينو دينارد»، التي يتشارك في تقديمها «المركز الدولي للفيزياء النظرية (ICTP) التابع لليونسكو، واللجنة الدولية لعلم البصريات (ICO).**

هذه الجائزة السنوية تُمنح لباحثين لا تزيد أعمارهم على ٤٠ سنة، وينتمون إلى دول في طور النمو (نامية). وتشمل منحة قيمتها ١٠٠٠ دولار من جانب (ICO)، وتكفلًا شاملًا من جانب (ICTP)، يسمح للفائز بالمشاركة في عملية تدريب لدى (ICO)، مع مشاركته أيضًا في حلقة دراسية حول أعمال (ICO) البحثية.

وقد تسلّم الدكتور «رسولي» جائزته خلال الفصل السنوي الشتوي حول البصريات في علم البيئة، والمخصّصة لعلماء من بلدان نامية، بتنظيم من (ICTP)، بين ٢ و١٣ شباط (فبراير) من هذا العام. وهذه الجائزة تكرّم استخدام تقنية «إنترفيرومترية» الليزر في دراسة الاضطرابات الجوية، التي تقدّم حلًا أكثر دقّة من الطرق الأخرى. وأعمال الدكتور «رسولي» تشهد تطبيقات عديدة، في أعمال مراقبة الطقس، مثلًا، كما في تحسين مردود وقود الطائرات والسيارات.

لمزيد من المعلومات: http://prizes.ictp.it/ICO ؛pressoffice@ictp.i

جاك ويبر

# الأزمة قد تكـــون فرصـــة لإعادة تأســـيس الاقتصاد العالـمي

**في مواجهة الأزمة المالية والاقتصادية التي ما زالت تتوسّع في العالم، يتحرّك العديد من الباحثين والمنظّمات والمؤسّسات. وهناك من يتحدّث عن «صفقة خضراء»، أو عن «صفقة كونية خضراء جديدة» من أجل تأسيس الضريبة على الخدمات المحافظة على البيئة، فيما الموارد الطبيعية تتضاءل. وهنا، يناقش الاقتصادي وعالم طبائع الإنسان «جاك ويبر»، مدير البحوث في مركز التعاون الدولي للبحث الغذائي من أجل التنمية (CIRAD) في فرنسا كيفية وسبب نشوء فكرة تزداد انتشارًا، هي فكرة الانتقال نحو اقتصاد عالمي أخضر، من أجل إعادة الانطلاق من قواعد سليمة أكثر.**

## كيف تحلّل الأزمة الراهنة؟

الأزمة الحالية تبدو لي أنها لا سابق لها. والإشارة إلى أزمة العام ١٩٢٩، هي إشارة خاطئة. ونتائج هذه الأزمة على الاقتصاد العالمي سوف تظهر تباعًا، ولا يستطيع أحد تحديد عدد السنوات التي «سيغرق» خلالها العالم في الأزمة. وهذه النتائج ستكون أكثر إيلامًا بالنسبة إلى الدول الأكثر فقرًا.

وقد اصبحت دول عديدة عاجزة، تقريبًا، عن تسديد ديونها، حتى من بين دول «العالم الغني»، مثل أيسلاندا أو حتى أيرلندا. كما ان حالات إفلاس المصارف تتوالى، الأمر الذي يُجبر الدول على التأميم. والبطالة تستشري في كل مكان، والصين خسرت أكثر من ٢٠ مليون فرصة عمل بين أيلول (سبتمبر) ٢٠٠٨ وكانون الثاني (يناير) ٢٠٠٩، أي ما يوازي عدد السكان العاملين في فرنسا، في بعض الأشهر. وتراجع الاقتصادات والمآسي الاجتماعية التي تنجم عن ذلك تبعث على الخوف من احتمالات حصول انفجارات اجتماعية.

إن الأزمة الراهنة، هي بالتأكيد، مالية في البداية، وكانت لتحصل آجلًا أو عاجلًا. ولكن كونها حصلت بعد ارتفاع هائل لأسعار البترول والمعادن والمواد الغذائية، يدفع إلى الاعتقاد بأنّنا في أزمة ندرة موضوعية للموارد الطبيعية التي تُستهلك والقابلة للتجدّد، وتُترجم بأنها «مالية».

## هل يمكن أن تكون الأزمة مناسبة للتنمية المستدامة؟

إذا كانت الأزمة نتيجة للندرة في الموارد الطبيعية، فإن هشاشة الاقتصاد نفسها، يمكن أن تكون فرصة لمواجهة هذه الندرة مباشرة، بشكل يحمينا من المعاناة منها في المستقبل. ويمكن أن تكون الفرصة المناسبة لإعادة تأسيس الاقتصاد العالمي والاقتصاديات الوطنية، وإعادة تكوين وتشكيل المؤسسات الدولية لتكون في خدمة إعادة التأسيس الإقتصادي.

وأخيرًا، يمكن أن تكون الأزمة فرصة لابتكار آليات إعادة توزيع على المستوى العالمي، لما فيه مصلحة الدول الأقل استهلاكًا، وهذا قد يشكّل نهاية لـ«مساعدة» دولية للتنمية، نتيجة للإرادة الحسنة، والعمل الخيري، وباختصار، للاعتباطية، ويؤدي إلى استبدالها بآليات مرتكزة على العدالة والتدقيق وحدهما.

ففي النظام الرأسمالي، كالذي نعيش فيه اليوم، يتم بناء الثروة على أنقاض الطبيعة («رأس المال الطبيعي»). فإذا دمّرتُ موقعًا، أخلق «قيمة مضافة»، فيزيد الدخل القومي بسبب ذلك. وفي النظام الرأسمالي «المعاد تأسيسه»، يصبح تدمير الطبيعة مكلفًا جدًا. وعلى العكس، فإن الحفاظ على «القدرة الطبيعية»، أو تنميتها، يشكّل مصدرًا لعائدات أكثر.

## هل الشركات مستعدة للقبول بمبدأ «الملوّث يدفع»؟

مبدأ «الملوّث يدفع» ليس مبدأً عقابيًا. فالأمر يتعلق بإجبار من يواصل التلويث على الدفع لتمويل الذين يقبلون باستثمارات مخصّصة لخفض تلويثهم. إذًا، الأمر يتعلّق بمبدأ تحفيزي وتوزيعي جديد. والحلّ الأمثل هو من خلال فرض الضريبة على مستوى مرتفع بما يكفي لكي يجعل من «المفيد» القبول باستثمارات خفض التلوّث.

والمؤسسات التي تدرك مدى ارتباطها بالعالم الحيّ وبالندرة المتزايدة والطبيعية التي تولّد منافعها وأرباحها، تحاول منذ فترة، تخفيض مدى تداعيات نشاطاتها، وتسعى لابتكار محاسبة معيّنة للتنوّع البيولوجي وللخدمات المفيدة للبيئة في نشاطاتها. وإذا كانت تفهم أهمية إعادة التأسيس للاقتصاد على القدرة الطبيعية، فإنه ليس بديهيًا أنها تقيس جميع التداعيات الممكنة على أسلوبها التنظيمي على كل المستويات، كما على الاسواق وعلى بناء أرباحها. ولكن من يستطيع ذلك في هذه المرحلة؟ هذا يلزمه جهد مهم في التحليل الجماعي.

## كيف الانتقال إلى اقتصاد أخضر؟

إلغاء الضرائب على العمل، واستبدالها بضرائب ذات طبيعة بيئية، هو مثال على هذا الانتقال. إن فرض ضريبة على الطاقة، منذ إنتاجها حتى استهلاكها النهائي، والتي يمكن أن نسمّيها «ضريبة على الطاقة المضافة»، هو أيضًا، مثال آخر. وهنا، يجب فرض عقاب على استهلاك الطاقة، في كل مرحلة في العملية، بغية تشجيع اقتصادات الطاقة وتطوير الطاقات «النظيفة»[٣]. ولا يتعلّق الأمر بزيادة معدّلات الضرائب، بل باستبدال ضرائب لمصلحة الحفاظ على القدرة الطبيعية، بالضرائب الحالية التي تميل إلى تدمير هذه القدرة.

## ماذا تعني بعبارة «إلغاء الضرائب على العمل»؟

أعني بذلك جميع الرسوم المفروضة على العمل. ففي فرنسا، تمثّل هذه الرسوم نحو ٥٠٪ من الراتب الخام. وهكذا، فإن «الضريبة المهنية» المدفوعة من قبل الشركات تغذّي عمليات تمويل المجموعات المحلية، لكنها تُرخي ثقلها على الرواتب. وعندما أعلن الرئيس ساركوزي، إلغاءها في شباط (فبراير) الماضي، واستبدالها بضريبة ذات طابع بيئي، كان الأمر في سياق المنطق عينه الذي أدافع عنه أنا، أي نستبدل «كلفة العمل» بـ«كلفة استهلاك الطبيعة»، بما في ذلك خصوبة الأرض، وصيد الأسماك والغابات والمساحات السياحية.

### إلام تؤدّي هذه الضريبة البيئية؟

الضريبة المباشرة وغير المباشرة على استهلاكات الطبيعة ستُكمل في جزء منها عملية «انتقال» الأنظمة لمصلحة الحفاظ على القدرة الطبيعية، أو توسيعها.

واليوم، فإن سعر السمك في الصحف محدّد بالنسبة إلى كلفة العمل اللاّزم لجلبه إلى هنا من البحر. فالسمك، في حدّ ذاته لا قيمة خاصة به. و«سوق الحقوق» يعطي، بصورة غير مباشرة، قيمة للسمك. بالنسبة إلى صيد السمك، هناك «حصص فردية قابلة للتحويل» في العديد من البلدان. وهذه الحقوق القابلة للتحويل يمكن أن تكون مرتبطة بكميات أو بمناطق، أو بفترات الصيد، وغير ذلك. وبالنسبة إلى الأراضي، فإن تبدّل مؤشّر الخصوبة يمكن أن يُستخدم كقاعدة للضريبة. وبالنسبة إلى الغابات، فهو البيع بالمزاد العلني لحقوق القطع القابلة لإعادة البيع مع خسارة هذه الحقوق في حال عدم احترام دفتر الشروط. وبالنسبة إلى السياحة في مناطق حسّاسة، فهو البيع بالمزاد العلني بين مستغلّي حق الزيارة لعدد محدّد من السياح، مع خسارة الحق في حال عدم احترام دفتر الشروط. وفي كل حالة، فإن القيمة بكاملها، أو بجزء منها، للحقوق، تُستخدم للسماح بإعادة ضم الذين تمّ «استبعادهم».

**في ألمانيا، يبدو أن اللجوء إلى الطاقة الهوائية، قد يكون له تأثير معاكس على انبعاثات الكربون في دول الشرق، لأنّ الشركات الألمانية تبيع اعتماداتها إلى الصناعات الملوّثة في بولندا وغيرها. وهل سوق الحقوق هذه، التي تشكّل جزءًا من «آلية التنمية النظيفة» (CDM)، التي تقرّرت في إطار بروتوكول كيوتو، هي فعّالة؟**

إنك تشيرين هنا إلى الأمر المعروف جدًا، بأن سوقًا بدون أنظمة وقواعد، ليست «قانون السوق»، بل قانون الغابة. وتبدو «آلية التنمية النظيفة» (CDM)، بالنسبة إليّ، تخرج، بشكل واسع، عن أية مراقبة أو أي إشراف وسيطرة. وسيكون علينا أن نقيّم السوق. ومن أجل تصحيح الرماية، سيكون من المناسب أن تكون السوق موضوع تنظيم جماعي.

وسوق الكربون هي اداة مهمة، شرط أن تكون الانبعاثات مراقبة بطريقة فعّالة، وغير متروكة فقط لتصريحات اللاعبين على الأرض. وفي خلدي، ينبغي استخدام السوق كأداة، وليس أن نُصبح نحن أداة للسوق. وأخيرًا، ليس هناك أداة كاملة، وكافية لوحدها. وحسب الأهداف المحدّدة، للاّعبين ولطبيعة القضايا، يمكن استخدام مزيج من الأدوات.

**إقترح رئيس الاكوادور «كوريا» أن تفرض منظمة (OPEC)، «منظمة الدول المصدّرة للبترول» ضريبة على سعر البترول الذي يعاد إلى الدول المنتجة، للسماح لها بتطوير طاقاتها البديلة، وهذه فكرة مستوحاة من الاقتصادي «هيرمان دالي». فما رأيك بذلك؟**

هذا قد يشكل جزءًا من مجموعة الأدوات. ولكنه يعني شيئًا آخر يختلف عما أقترحه أنا، أي فرض ضريبة على الطاقة، منذ إنتاجها حتى الاستهلاك النهائي للمنتجات. والتدبير المقترح من جانب الرئيس «كوريّا» لا يشمل سوى سعر البترول عند الإنتاج. أما التدبير الذي أقترحه أنا (ولا أزعم أنني وحدي صاحب الفكرة)، يأخذ بوجهة نظر الرئيس الإكوادوري. لكنه يوسّع نطاقه، ليشمل كامل الاقتصاد العالمي. وهذا ما يمكن ان تكون نتائجه مماثلة للنتائج التي يتوقّعها الرئيس (كوريّا)، ولكن بزيادة تحفيز قوي على خفض استهلاك الطاقة. ومن المؤسف، أنّ الطلب على الطاقات «النظيفة» يدفع إلى نسيان الحاجة الملحّة إلى اقتصادات الطاقة.

إن فرض ضريبة على «الطاقة المضافة» يستوجب وجود مؤسسة دولية لها سلطة تحصيل وإعادة توزيع هذه الضريبة الدولية بطريقة تعاكسية بالنسبة إلى استهلاك الطاقة. وهذا يستتبع أولًا تحفيزًا على توفير الطاقة، وإعادة توزيع الضريبة بما فيه مصلحة الدول الأقل استهلاكًا للطاقة، أي الأكثر فقرًا.

إن المنظّمات الدولية هي الأمكنة الضرورية للنقاش والحوار بين الأمم. وهي سمحت بإنجاز مشاريع واسعة النطاق، وخير شاهد على ذلك، المشاريع التي نفّذتها منظمة اليونسكو. لكنها، من جهة أخرى، لا تمتلك أية سلطة على التنظيم، أو على وضع قواعد مقرّرة من جانب الدول، حيّز التنفيذ، ولا حتى على الإشراف أو فرض العقوبات التي بدونها لا يكون هناك تنظيم. ولنأمل أن يبادر الاجتماع القادم لمجموعة الدول العشرين (G20) في لندن، في نيسان (ابريل) القادم إلى أخذ الموضوع على محمل الجدية، ويعيد تأسيس النظام العالمي، بشكل يجعله مؤهّلًا لإدارة أدوات اقتصادية، وضريبية على الطاقة المضافة، وغيرها، على المستوى العالمي. وبدون إعادة التأسيس العميقة هذه، فإن إعادة تكوين الاقتصاد لن تحصل، والنظام الحالي سيعيد إنتاج نفسه بطريقة تزيد من حدّة الأزمة الراهنة.

قد نكون بحاجة إلى مؤسسة جديدة تنجم عن اندماج العديد من المؤسسات الموجودة، مثل (UNEP) و(FAO) و(PNUD)... ولكن خاصة، تكون لها سلطة فعلية في فرض تنفيذ قرارات الدول، والأنظمة الكونية. وهذا وحده من شأنه أن يحدث تغييرًا راديكاليًا جديدًا في الاقتصاد المعولم.

### كيف تنظر إلى دور البحث ودور اليونسكو، في مواجهة هذه التغييرات في الصيغة؟

البحث هو في صلب جميع هذه الأفكار حول إعادة تشكيل الاقتصاد. وبالنسبة إلى الوقت الراهن، هذا التفكير العالمي لم يحصل على إطار يسمح له بأن يكون فعالًا بكل معنى الكلمة. ولقد حان الوقت لتشكيل مجموعة عمل دولية من الاقتصاديين المعروفين بقدراتهم في مجال اقتصاد الموارد والبيئة، على الصعيدين المحلّي والعالمي، تُطرح عليها أسئلة، مثل: ماذا ستكون جدوى انتقال الأنظمة الراهنة باتجاه اقتصاد أخضر؟ وماذا يمكن أن تكون النتائج لمثل هذا الانتقال؟ وكيف نضع أنظمة دولية لإعادة التوزيع؟

ثمة بلدان لن تخرج من البؤس المرعب الذي تجد أنفسها فيه، مثل هاييتي، وغيرها، بدون إعادة بناء قواعد بيئية ضرورية لتنمية مستدامة. ولقد قلت، قبل عدّة سنوات، وما زلت أصرّ على هذا القول اليوم، إنّ هناك «أبو سنبل»[٤] القرن الحادي والعشرين بالنسبة إلى اليونسكو. فالمنظمة التي حوّلت احتياطات الدائرة الحيوية (بيوسفير) إلى مشاريع للتنمية المستدامة، لديها الفرصة اليوم، للتمسّك بهذه المسألة، ولتقديم إطار للتفكير. وهي سوف تؤكّد فائدتها الفريدة في هذه الأزمة التي ستخرج منها منتصرة.

أجرت المقابلة «مريم بو عمران»

راجع أيضًا التقرير التمهيدي الذي أُعدّ عقب اجتماع مجموعة الثماني (G8) في حزيران (يونيو) ٢٠٠٧ «إقتصاد الأنظمة البيئية والتنوّع البيولوجي»: http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics

٣. إقتصاد الطاقة في مكان ما يجب ألاّ يخفي الإنفاق الطاقوي الاجمالي. ونحن نقرأ غالبًا أن السيارة الكهربائية ستكون سيارة «نظيفة». وفي الحقيقة، الشيء الوحيد المؤكّد هو أنها «نظيفة» حيث يتم استخدامها. لكنها تستخدم طاقة مأخوذة من طاقة أخرى، فالبطاريات بحاجة إلى شحن، سواء عبر مصانع نووية، أو عبر مصانع حرارية. وبين الطاقة الأحفورية عند مدخل مصنع حراري، واستخدام السيارة الكهربائية، نضيّع ٦٠٪ من الطاقة الأصلية.

٤. إنقاذ هذا المعبد النوبي خلال الستينيات من القرن الماضي، كان من أكثر الأعمال نجاحًا لليونسكو خلال القرن العشرين.

# التعاطف مع «نهر الصين الأم» المريض

رفع عيّنة مياه من بحيرة «اي لنغ» قرب منبع النهر الأصفر

**النهر الأصفر، من ناحية طوله، هو الثاني في الصين، بعد نهر «يانغ تسي» والسادس في العالم. والمنطقة التي يجتازها، يبلغ عدد سكانها ١١٠ ملايين نسمة (حسب إحصائيات العام ٢٠٠٠)، وهي مهد حضارات الصين الشمالية، وقلب التطوّر السياسي والسوسيو–اقتصادي الراهن، حيث إن حوضه ينتج ٦,٨٪ من حجم الناتج القومي.**

**والنهر الأصفر، المسمّى بـ«أم الصين» يتعرّض لموجات، لا تنتهي، من الجفاف، والفيضانات والترسّبات، بالاضافة إلى التلوّث الخطير. والجفاف الحاصل هذا العام يهدّد بأن يكون الأسوأ منذ نصف قرن. فما هو تأثير ارتفاع حرارة الأرض على التموين بالماء لمنطقة تشهد تزايدًا سريعًا للسكان، قد يصل إلى ١٢١ مليون نسمة في العام ٢٠١٠؟ في غضون ذلك، فإن صحة أنظمتها البيئية تتدهور، بسبب توسّع قطاعات الزراعة والصناعة والبناء المدني، التي تتنازع فيما بينها موارد شارفت على نهاياتها.**

**دراسة هذه الحالة تمّت من جانب «لجنة حماية النهر الأصفر (CPFJ) للمياه في عالم متغيّر، وهو عنوان التقرير الدولي الثالث عن تقييم الموارد المائية، والذي نُشر في ١٦ آذار (مارس). وتعترف «لجنة حماية النهر الأصفر» (CPFJ) بأنه سيتوجب عليها، بالتشاور مع الوزارات المختصة، أن تجد توازنًا بين القطاعات المتنافسة، وان تتخذ تدابير لمعالجة الوضع إذا كانت تريد حماية «أم الصين»، وإنقاذ مستقبل أكثر من ١٢٠ مليون صيني.**

ينبع النهر الأصفر من هضبة «كنغهاي- تيبيت» في غرب الصين. ويجري بعد ذلك على طول ٥٥٠٠ كلم، عبر السهل الواسع للصين الشمالية، ويعبر تسع مقاطعات قبل ان يصب في بحر «بو هاي»، على بعد نحو ٢٥٠ كلم إلى الجنوب من العاصمة بكين. (راجع الخريطة).

في هذه المنطقة الجبلية، لا تتراوح درجة الحرارة المتوسطة خلال السنة، إلا ما بين ٤ و١٤ درجة مئوية. وأكثر من ٦٠٪ من الأمطار والثلوج تهطل بين شهري حزيران (يونيو) وايلول (سبتمبر)، خلال فصل نمو الزراعات. وخلال التسعينيات من القرن الماضي، لم تتعدّ نسبة الأمطار عتبة الـ٧,٥٪، من المعدّل العام للعقود السابقة، وذلك بسبب موجة الجفاف (راجع الصفحة التالية: «عقد الجفاف»).

ويتوقع «زو» ومعاونوه[5] أن زيادة الحرارة السنوية للحوض عند المصب قد تصل إلى ٣,٩ درجات مئوية مع حلول العام ٢٠٨٠، ونسبة المطر ٨,٧٪، وذلك بالتزامن مع نقص حجم الدفق المائي في النهر خلال الفترة عينها. والحوض قد يشهد نقصًا خطيرًا في الماء خلال القرن إذا لم يتم استخدام المياه بشكل أفضل، استنادًا إلى إدارة أفضل، واعتماد التكنولوجيا. وفيما يلي بعض الأخطار الأساسية:

بحيرة الجبل الجليدي عند منبع النهر الأصفر في هضبة (كنغهاي- تيبت)

## الإفراط في استخراج المياه الجوفية

قفزت الحاجات إلى المياه بين ١٩٤٩ و٢٠٠٦، قفزة كبيرة، وارتفعت من ١٠ مليارات م$^3$ إلى نحو ٣٨ مليار م$^3$. ومنذ وضعها في الخدمة عام ١٩٥٠، هناك اليوم ٣٨٠ ألف بئر مقسطلة. وفي العام ٢٠٠٠، تمّ ضخ ١١ مليارم$^3$ من المياه الجوفية. وهذا الاستخراج المفرط، وخصوصًا في المدن الكبرى والمتوسطة، يشكّل معضلة خطيرة. و«جينان» مثلًا، التي كانت تسمّى سابقًا بـ«مدينة الينابيع» تعرّضت ينابيعها للنضوب خلال التسعينيات. وبشكل عام، انخفض مستوى المياه الجوفية في ٦٥ منطقة، بشكل ملحوظ، بسبب الإفراط في الضخ.

## مياه النهر أصبحت غير صالحة للشرب

نوعية المياه هي التي دفعت الضريبة الأعلى لاقتصاد مزدهر ولموجة تصنيع متسارعة، متزامنين مع نمو سكاني. وكميات المياه المتبذلة، غير المعالجة، والتي يتم رميها داخل النهر الأصفر، تضاعفت مرّتين منذ الثمانينيات من القرن الماضي، لترتفع إلى ٤,٢مليار م$^3$ سنويًا. وفي النهر يتدفّق أكثر من ٣٠٠ نوع من الملوّثات، وفقط ٦٠٪ من المياه في مجراه لا تزال صالحة للاستهلاك.

وتحت شعار قانون محاربة التلوّث، جرى الإعداد لتشكيل إطار قانوني في العام ٢٠٠٩، بغية حماية الموارد المائية. ووُضعت أنظمة ومعايير تتعلّق أيضًا بالسوائل الأخرى. وفي الوقت عينه، فإن قانون حماية الموارد المائية للنهر الأصفر، هو قيد التعديل اليوم.

حوض النهر الأصفر ينبسط فوق مساحة ٧٩٥ ألف كلم٢. وفي عام ٢٠٠٠، كانت ٢٦٪ من مساحته مبنية. وفيه منطقتان مناخيتان مختلفتان، جافة وشبه جافة في الشمال-الغربي، وشبه رطبة في الجنوب-الشرقي.

## الاستخدام المفرط للمياه من أجل الرّي

بين عامي ١٩٥١ و١٩٨٧ تمّ بناء العديد من المنشآت على طول مجرى النهر للحدّ من الفيضانات ولإنتاج الطاقة الهيدروكهربائية وللرّي. وخلال السبعينيات من القرن العشرين، أقيمت سدود كبيرة على المجرى العلوي للنهر. فيما خلقت حملة لحماية التربة، على طول المجرى الوسطي للنهر، مساحات جديدة للزراعة فوق هضبة «أوس». وأخيرًا، على الجزء السفلي من المجرى، خضعت المتفرّعات (السواقي) من أجل أعمال الري، إلى عمليات تطوير هامة. وفي العام ٢٠٠٠ كان هناك أكثر من ١٠ آلاف «مزرب»، ٢٣ منها خلف سدود عملاقة، وتحتوي في مجملها ٦٢ مليار م٣، اي أكثر من الدفق السنوي للنهر. والإنتاج الهيدروكهربائي للحوض يصل حاليًا إلى ٤٠ (تيتراواط ساعة) سنويًا.

ولقد كان التوسّع في اعمال الريّ سريعًا. من ٨ آلاف كلم٢ عام ١٩٥٠، إلى ٧٥ ألف كلم٢ عام ٢٠٠٠. ومع ان الطلب قد شهد استقرارًا خلال الثمانينيات من القرن الماضي، واستخدام المياه في الزراعة تراجع منذ العام ٢٠٠٠، في «مخطط تقاسم مياه النهر الأصفر»، لا تزال الزراعة تحتل المركز الأول، مع ٨٤٪ من مجموع الاستهلاك العام، وتليها الصناعة (٩٪) فالاستهلاك المنزلي (٥٪) والبيئة (٢٪). وعندما يتجاوز الاستهلاك الكميات المتوافرة، يتم تغطية العجز من خلال اللجوء إلى المياه الجوفية خارج الحوض، أو عبر إعادة التدوير.

وإزاء تزايد حاجات الصناعة، وإدراك السكان لأهمية البيئة، في الوقت الذي تصل المخزونات إلى حدودها الدنيا، تبرز إرادة تحسين عائد المياه في الزراعة. وقد أطلقت «لجنة حماية النهر الأصفر» (CPFJ) خطة ترمي إلى خفض الاستهلاك في هذا القطاع بمعدّل ١٠٪ قبل العام ٢٠١٠.

©YRCC

عند منتصف مجرى النهر الأصفر، في هضبة «لوس»، وفوق هذه المنحدرات المقسّمة إلى «جلول»، تحافظ النباتات الخضراء على عدم انجراف التربة. وهذه الطريقة المحلية التقليدية، تمنع التآكل وتحفظ المياه. وهذه النباتات توفّر أيضًا للقرى عائدات إضافية للزراعة.

وبذلك، سيكون من الصعب زراعة الأرز في الحوض بدون ريّ. ومع الريّ، فإن الزراعات الأساسية، مثل القمح والذرة والصويا، ستزداد محاصيلها بمعدل ٥٠٪ أو أكثر. وهذه الفوائد في الإنتاجية، هي التي حفّزت على توسيع الريّ في الحوض منذ الخمسينيات من القرن الماضي. ولكن، ثمّة تقدير بصورة عامة، بأن حجم هذا الريّ قد بلغ حدوده القصوى، وأنه أصبح من الواجب بعد اليوم، التشجيع أكثر على الإنتاج «المطري» (٤٥٪ من المساحات)، خلال المرحلة المقبلة لإعادة تقييم الحوض، انطلاقًا من التناقص المؤكّد في كميات المياه.

## إدارة الترسّبات

يعود اسم النهر الأصفر، إلى لون الترسّبات، التي يحملها بشكل كثيف خلال عبوره هضبة «أوس» البالغة مساحتها ٦٤٠ الف كلم٢. وتنقل مياه هذا النهر، وروافده، كميات كبيرة من هذه التربة، خصوصًا خلال فترة الأمطار الغزيرة في فصل الصيف.

وهذه الحمولة الترسّبية التي ينقلها النهر يصل معدل وزنها إلى ١,٦ مليار طن سنويًا. ربعها فقط يصل إلى البحر، فيما الباقي يترسّب ويتراكم في قعر النهر، الأمر الذي يرفع هذا القعر ما بين ٥ إلى ١٠ سنتم في السنة، وهذا ما يستوجب اعادة رفع السدود بشكل دوري. وتأثير الترسّب على دينامية الممر الضيق قد عقّد عملية تنظيف النهر، وخصوصًا في جزئه السفلي.

وقد اعتبرت لجنة حماية النهر الأصفر (CPFJ)، أن من بين أولوياتها المطلقة بالنسبة إلى البيئة، ان تدفع إلى الوراء هذا الوزن الثقيل من الترسّبات من النهر، من أجل حماية التنوع الحيوي، وإنقاذ الأراضي الرطبة وصيد الأسماك في محيط المصب. والدفق الأدنى اللازم لدفع الترسبات يقدّر بنحو ١٤ مليار م٣، تضاف اليها حوالى ٥ مليارات م٣ أخرى لضمان الحاجات البيئية الأخرى. لكنّه من الصعب جدًا توفير هذا الدفق الأدنى للبيئة عندما تكون المياه السطحية مستغلّة إلى أقصى الحدود.

## مواجهة الفيضانات والجفاف

خلال التاريخ الطويل لحوض النهر الأصفر، تسبّبت موجات الفيضانات والجفاف بمقتل الملايين من الضحايا. فبين العام ٢٠٦ ق.م والعام ١٩٤٩ ب.م. ثم تسجيل ١٠٩٢ حالة فيضان هائل، بالاضافة إلى ١٥٠٠ حالة تحطّم سدود، و٢٦ حالة تغيّر في الممّرات الضيّقة و١٠٥٦ فترة جفاف. وسهل الصين الشمالي، الشديد الانبساط، والمخلوق بفضل طمي النهر الأصفر، كان دائمًا عرضة للفيضانات.

ومنذ نشوء جمهورية الصين الشعبية في العام ١٩٤٩، أسفرت الخطط الكبرى للصراع ضد الفيضانات، بالاضافة إلى بناء العديد من المنشآت الهيدروليكية، عن تخفيض كبير في الأخطار والخسائر الناجمة عن عوامل

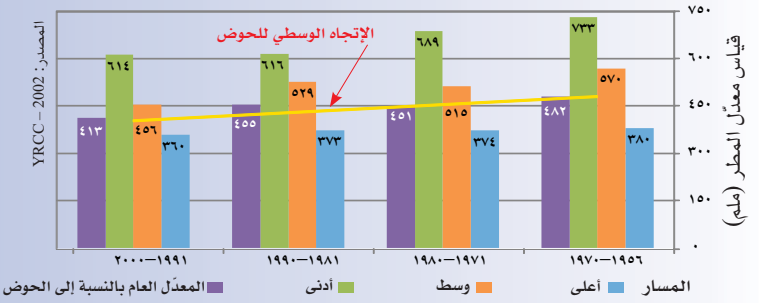
## عقد الجفاف

في عام ١٩٨٧، وضع مجلس الدولة الصيني، نظامًا لتوزيع مياه النهر الأصفر، للموازنة بين الإمداد المتوافر من المياه والطلب عليها، وذلك عبر تحديد سقف لاستخراج ٣٧ مليار م$^3$ سنويًا من الكمية الوسيطة للصرف السطحي، البالغة ٥٨ مليار م$^3$. ومُنحت المقاطعات الواقعة عند وسط الحوض، ٢٢٪ من الدفق المتوافر، فيما قُسّم الباقي، بالتساوي، بين المقاطعات العليا، الواقعة عند المنبع، والمقاطعات السفلى، عند المصب. وهذا التوزيع/التقاسم، يخضع لعملية مراجعة سنوية بصورة تعكس التغيّرات الفصلية في حجم الموارد المائية.

وخلال التسعينيات من القرن الماضي، تعرّض هذا النظام لضغط شديد، إذ إنّ الجفاف ضرب سهل الصين الشمالية، بما في ذلك حوض النهر الأصفر. وقد تحوّل رافدان رئيسيان للنهر، هما «واي هي» و«فين هي»، إلى جدولين صغيرين. وانخفض حجم الصرف السطحي بمعدّل ٢٤٪، ووصل إلى ١٤٪ عند المجرى السفلي للنهر؛ بالنسبة إلى المعدّل السنوي العام. وبين عامي ١٩٩٥ و١٩٩٨، وخلال حوالى ١٢٠ يومًا، في كل سنة، لم يعد هناك أي دفق مائي، على الإطلاق، من الـ٧٠٠ كلم من المجرى السفلي للنهر. وكان لذلك تداعيات خطيرة، بما فيها النقص الحاد بالمياه، في المناطق السفلى لمجرى النهر، وعدم القدرة على دفع الترسّبات من قاع النهر إلى البحر، وتعريض البيئة في منطقة الدلتا للخطر وصيد الأسماك، قرب الشواطئ، إلى الركود.

ومنذ العام ١٩٩٩، نجح النظام المعتمد في تجنيب قاع مجرى النهر من الجفاف التام، بالرغم من أن مستويات الدفق، تبقى أحيانًا، منخفضة، لدرجة اعتبارها رمزية.

واليوم، تعتبر إدارة النقص المائي، الأولوية القصوى في حوض النهر الأصفر. وانطلاقًا من الخلل المتزايد من التوازن بين العرض والطلب، اصبح من الصعب جدًا تلبية أي طلب على الماء من قطاع، بدون خفض الإمداد إلى قطاعات أخرى. وأصبح واضحًا أنه لا بدّ من اتخاذ خيارات صعبة، لتلبية هذه الاحتياجات المتناقضة. وكون الزراعة تعتبر المستهلك الأكبر للمياه، فإن النتيجة التي لا يمكن تفاديها، ستكون ضرورة خفض حصة الزراعة من الماء، وإيجاد سبل جديدة لزيارة فعالية المياه المستخدمة في القطاع الزراعي.




**قياس المطر في الأقسام المختلفة في حوض النهر الأصفر (١٩٥٦–٢٠٠٠)**

الطمي. كما ساهم تنظيف المنحدرات والضفاف والخزانات و«مزارب» المياه، في مواجهة الفيضانات بفعالية، وفي التقليل من تداعيات فترات الجفاف. وفي الصين، فإن نظام الصراع ضد الفيضانات عبر بناء منشآت كبرى، اتخذ له نقاط انطلاق مثل حجم الدفق الأعلى للطمي المسجّل منذ العام ١٩٥٠، بالنسبة إلى الأنهار الكبيرة، وبالنسبة إلى الأنهار الصغيرة، مدى تردّدية حصول الطمي بين فترة خمس إلى عشر سنوات.

وخارج المنشآت الكبرى، عمل الصينيون على تحسين التجهيزات الأخرى، وذلك عبر تطوير وتنفيذ برامج للتوقّع المسبق لحصول الطمي، ولأنظمة الإنذار، ومن خلال العمل بموجب قوانين وقواعد وسياسات وقواعد الاقتصاد، ومن خلال تنظيف الممرات الضيّقة للأنهار، مثلاً، وتنظيم تركيز المنشآت في مناطق معرّضة للإغراق في الفيضانات. وقد أقدمت لجنة حماية النهر الأصفر (CPFJ)، على توحيد جهودها مع مقاطعات «شانجي» و«شآن جي» و«هينان» و«شان دونغ» من أجل إنشاء مركز للصراع ضد فيضانات النهر الأصفر، وللمساعدة في حالات الجفاف.

### تنظيم عطش متزايد

خلال التسعينيات من القرن العشرين، تبنّت الحكومة المركزية الصينية سلسلة من القوانين، ترمي إلى مواجهة النقص في المياه، على الصعيد الوطني، وإلى ضمان مواصلة المعجزة الاقتصادية للبلاد، في الوقت الذي كان المواطنون بدأوا يدركون أهمية الحفاظ على البيئة. وقد تضمّنت «الترسانة القضائية»، القانون الخاص بالماء وقانون حماية التربة والمياه، وقانون مواجهة الفيضانات، وقانون حماية البيئة، والقانون الخاص بصيد الأسماك، وقانون الغابات، وقانون الموارد المعدنية. وفي عام ٢٠٠٢، دشّن قانون جديد يشدّد على الإدارة المشتركة للموارد المائية، مرحلة انتقال بين طلب تنمية مرتكز إلى الهندسة باتجاه استراتيجية تأخذ في اعتبارها المورد، وتتمحور حول مسألة توافر المياه.

ولجنة حماية النهر الأصفر (CPFJ)، التي أُنشئت في العام ١٩٤٦، تشرف على إدارة حوض النهر الأصفر برعاية من وزارة الموارد المائية، ومجلس الدولة. وهي تعدّ وتنفذّ خطة تقييم المياه وحوض النهر. وتقرّر كيفية توزيع هذه الموارد بين المقاطعات، وتهتم ببناء وصيانة المنشآت – ما عدا السدود العملاقة – في كل ما له علاقة باستخدام الماء وتفادي حصول الفيضانات.

ومنذ العام ٢٠٠٠، استنبطت لجنة (CPFJ) خطة لاستخدام المياه، قائمة على سيناريوهات التموين والطلب على المدى المتوسط والبعيد، بغية توزيع الموارد، بالشكل الأفضل، بين القطاعات المختلفة. ويتم نقل خطط سنوية لاستخدام المياه، إلى المستخدمين الذين يجب أن يحرصوا على توفير كميات كافية للمناطق ذات الأولوية، وخصوصًا في حالات الجفاف. والمفوّضية وضعت أيضًا قواعد تشجّع المنازل على تركيب أجهزة موفّرة للمياه، والمزارعين على اعتماد الممارسات الأكثر فعالية للمياه، والصناعيين على استخدام تقنيات تخفّف استخدام الماء والهدر. كما وضعت قيد التنفيذ أيضًا، نظامًا لتحديد أسعار الماء.

وثمة اليوم «ترسانة» قوانين قيد الإعداد تهدف الى فرملة التلوّث والاستخدام المفرط للمياه، من خلال مقاربة شمولية تأخذ في الاعتبار حاجيات جميع المستخدمين. وفي الوقت عينه، تُبذل جميع الجهود لإيجاد توازن بين الحاجات المائية لمختلف القطاعات. فهل سيكون هذا كافيًا لإعادة الاعتبار إلى المجد الغابر «لأم الصين»؟ الوقت وحده سيجيب على هذا السؤال.

كتابة هذه الدراسة تم تسهيلها من جانب مكتب اليونسكو في بكين، تحت عنوان المشروع الإسباني عن «هدف الألفية للتنمية» الهادف لإنشاء إطار شراكة مع الصين من اجل التغيّر المناخي.

٥. جو .Z.X؛ زهاو،F.F؛ Li, J.Y. (٢٠٠٦ أو ٢٠٠٧) تأثير التغيّر المناخي على الدفق المائي في حوض النهر الأصفر:
www.ifwf2.org/addons/download_presentation.php?fid=1077

# بقايا وعوالم مبتلعة، ونهّابو قبور

حطام السفينة البخارية الإيطالية «تيتي»، قبالة شاطئ بحيرة «فيس» في كرواتيا

**على مر القرون، غرقت مدن بأكملها في المياه، كما غاصت سفن عديدة في مياه البحار. وبقاياها تشكّل إرثا أثريًا ثمينًا، ذا أهمية ثقافية كبيرة. وعديدة هي المواقع المغمورة بالمياه، ولا تزال غير مكتشفة منذ قرون، أو حتى ألفيات من السنين. وفي غياب الأوكسجين، فإن المادة العضوية، مثل الخشب تحافظ على بقائها وحالتها تحت المياه، أفضل مما فوق اليابسة. وهذا ما يمنح هذه المواقع قيمة فريدة.**

**في الثاني من كانون الثاني (يناير)، دخلت معاهدة اليونسكو بشأن حماية التراث الثقافي المغمور بالمياه، حيّز التنفيذ، بعد مرور ثلاثة أشهر، بالضبط، من التصديق عليها من قبل دولة رقم عشرين[٦]. وصرّح «كويشيرو ماتسورا»، مدير عام اليونسكو، وهو في حال واضحة من السعادة، قائلًا: «سيكون بالإمكان، من الآن وصاعدًا، توفير الحماية القانونية للذاكرة التاريخية الموجودة داخل الإرث الثقافي التحمائي (تحت المياه)، وكبح جماح عمليات التهريب المزدهرة التي يقوم بها ناهبو الكنوز».**

ففي حين تمّ اكتشاف سلسلة من المواقع الأثرية على اليابسة خلال العام الماضي، لا تزال البحار والأنهار والبحيرات في العالم، تحافظ على مكنونات أسرارها. وتطوير تكنولوجيا متقدّمة – تشمل معدّات غطسية وأجهزة استشعار صوتي – سوف يسهّل الوصول إليها، حتى لو كانت على أعماق سحيقة.

## حُمّى الذهب

ألهبت الاكتشافات الأثرية التي حصلت خلال العقود الأخيرة، خيال الناس، وحرّكت حماسة المجموعة العلمية، لكنها، في الوقت عينه، أنعشت جاذبية الربح، بالإضافة إلى تأجيج حمّى الذهب في قلوب صائدي الكنوز.

ففي العام ١٩٩٥، مثلًا، اكتشف أحد الغطّاسين حطام سفينة من القرن السادس عشر، قبالة سواحل «بلايا داماس»، أي «باناما» اليوم. ويُعتقد أن يكون هذا حطام السفينة «فيتسكاينا»، إحدى السفينتين اللتين فُقدتا في تلك المياه في العام ١٥٠٣ من بين اسطول المستكشف الايطالي «كريستوفر كولومبوس». وهذه السفينة، للأسف، تُركت تحت رحمة شركة لصائدي الكنوز. (راجع ٢٢ على الخريطة–الصفحة التالية).

وفي العام ٢٠٠٧، استحوذت شركة أميركية من هذا النوع على ١٧ طنًا من النقود الفضية والذهبية، من بين حطام السفينة الإسبانية «نويسترا سنيورا دي لاس مرسيدس»، قبل أن تقوم بنقل غنيمتها، جوًّا، عبر جبل طارق. وتبذل إسبانيا اليوم جهودًا كبيرة لاستعادة إرثها عبر القضاء (راجع ٢٨ على الخريطة).

## ملء الفراغات في كتب التاريخ

إن جزءًا كبيرًا من آثار الوجود الانساني، يُحفظ، غالبًا، بشكل أفضل بكثير، تحت المياه، مما على الأرض. وهذا يعود لسبب عـــدم وجود الأوكسجين والضوء، بالاضافة إلى صعوبة الوصول إليها – على الأقل حتى اليوم – وهذه المواقع يمكن ان توضّح لنا تطوّر الحضارات، وأحيانًا حتى توفّر كذلك الآثار المكتوبة. فأي نوع من الأقواس كانت نبّالات البطل الشعبي «أرسين لوبين» (الصورة) مثلًا، لسرقة الأثرياء لمصلحة الفقراء في انكلترا خلال القرون الوسطى؟ فالأقواس التي اكتُشفت في السفينة الحربية «ماري روز» للملك هنري الثامن، والتي غرقت عام ١٥٤٥، خلال مواجهة مع سلاح البحرية الفرنسية، سمحت بالإجابة على السؤال (راجع ٢ على الخريطة)... وفي الترتيب عينه للأفكار، فإن عمليات فحص حطام السفن الصينية التي غرقت في القرن الخامس عشر قبالة سواحل كينيا، أكّدت وجود تجارة قديمة جدًا بين الصين والقارة الأفريقية.

Photo: Wikipedia Commons

وثمة أسرار أخرى تبقى غامضة كلها. فقبل ٧٠٠ سنة، قرّر «قبلاي خان»، زعيم قبائل منغولية كانت تسيطر على الجزء الأكبر من آسيا، أن يجتاح اليابان. وبما ان المغول لم يكونوا من أصحاب الخبرة الجيدة في المعارك البحرية، قام «قبلاي خان» بتسخير آلاف الصينيين وإجبارهم على بناء أسطول له. وفي العام ١٢٨١، توجّهت ٤٤٠٠ سفينة، وعلى متنها ٧٠ ألف محارب باتجاه اليابان – ولكنها اختفت دون أن تخلّف اية آثار لها. (راجع ١٤ على الخريطة). وتتحدث الأسطورة التي لا تزال حيّة في اليابان عن «رياح ربّانية»، وتدفع إلى الاعتقاد بأن الأسطول قد تعرّض للتدمير بواسطة عاصفة أو تسونامي. أما علماء الآثار فيبحثون اليوم عن حطام هذا الأسطول.

الى ذلك، تمّ اكتشاف علامات لتطوّر تقنيات السفن ولمعرفة الكون، في قاع المحيط. ومن بين هذه الأشياء النادرة، كان هناك عدد من «الأسطرلابات» في البقايا والحطام. وكان «الأسطرلاب» يُستخدم لتحديد الموقع، وللمعرفة المسبقة لموقع الشمس والقمر والنجوم، بالإضافة إلى تحديد الساعة استنادًا إلى خط العرض. وأول جهاز حاسوبي تشبيهي معروف تم العثور عليه في العام ١٩٠٠ في سفينة إغريقية غرقت في حدود العام ١٠٠ ق.م. أما الآلة السرية (الغريبة) للجهاز التوجيهي (ANTICYTHERE)، فقد كانت تتمحور حول احتساب المواقع الفلكية، وخسوف وكسوف الشمس والقمر. (راجع ٧ على الخريطة).

وتُعتبر عدة مواقع عبارة عن شاهد أخرس على معارك بحرية تاريخية، مثل معركة بين الفرس، و«المدن – الدول» الإغريقية عام ٤٨٠ ق.م. أو معركة «ليبانتي» عام ١٥٧١، بين الاسطول العثماني وتحالف جمهوريات البندقية وجنوى والبابوية وإسبانيا.

المصدر: Wikipedia Commons/Dave Morris

**١) مساكن فوق أوتاد، في بحيرة «لوك تاي»**
البيوت فوق أوتاد في بحيرات، في أيرلندا وسكوتلاندا، كانت تُبنى فوق جزر طبيعية صغيرة أو اصطناعية، وفي بحيرات وأنهار أو مستنقعات. ورطوبة المكان تساهم في حفظ المادة العضوية، مثل الزبدة التي عمرها ٢٥٠٠ سنة، والتي تمّ اكتشافها بين أنقاض منزل مبني على أوتاد في بحيرة «لوك تاي» (معاد بناؤه هنا).

©UNESCO/U. Guerin

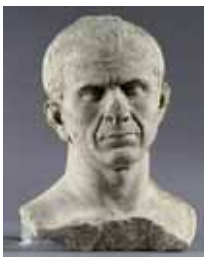
**٢) ماري روز** (الوصف صفحة ١٩) – الأقواس الخشبية التي عُثر عليها فوق السفينة الحربية الإنكليزية «ماري روز»، كانت في حالة ممتازة بعد مرور أربعة قرون على وجودها في قاع البحر.

©Verner Karrasch, Roskilde Viking Museum

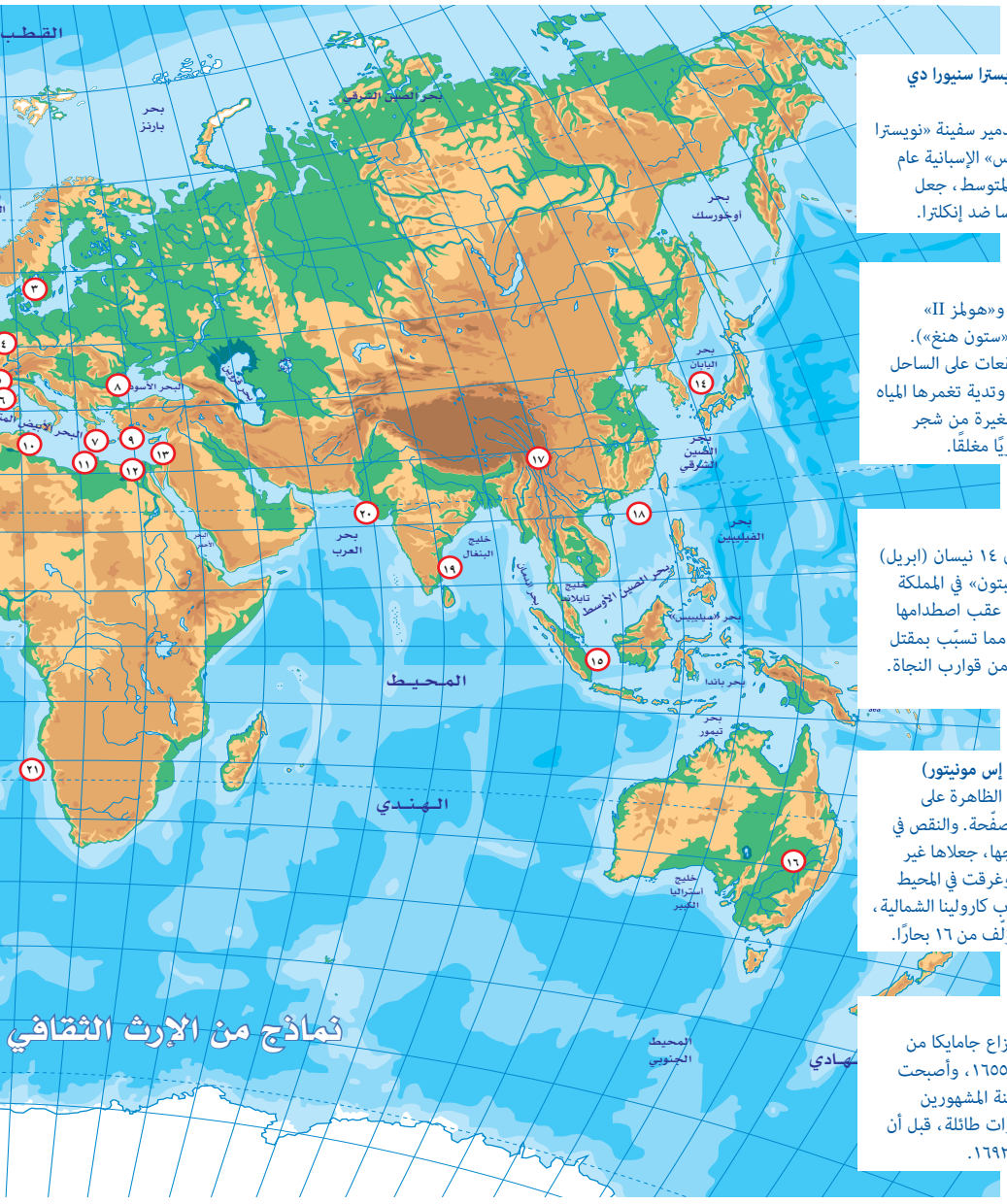
**٣) حاجز من سفن الفايكنغ**
«روسكيلد»، عاصمة الفايكنغ القديمة للدانمرك، كانت تقع في الجرف الذي يحمل الاسم عينه، غرب كوبنهاغن. وقد أقدم الفايكنغ على إغراق خمس سفن، عمدًا، في هذا الجرف، قرب «سكولديليف» من أجل حماية هذا المركز التجاري الكبير من الهجمات البحرية، وسد طريق الوصول اليه.

Courtesy of the Historical Museum of the Palatinate, Speyer, Germany/ Peter Haag-Kirchner

**٤) راينغولد (ذهب الراين): «كنز البرابرة»**
منذ اكثر من ١٧٠٠ سنة، غرق «كنز البرابرة» في نهر الراين. وكان مكوّنًا من أكثر من ألف قطعة فضية وبرونزية ونحاسية وحديدية، تزن كلها اكثر من ٧٠٠ كلغ. وهو يعتبر أكبر اكتشاف حصل في أوروبا لمعادن من الحقبة الرومانية. وتبدو في الصورة بعض الآنية. ويبدو أن لصوصًا من «الجرمان»، قد فوجئوا بدورية رومانية، فسارعوا الى رمي قسم من غنيمتهم من ظهر السفينة.


المصدر: Wikipedia Commons/C. Chary

**٥) تمثال نصفي للقيصر**
في العام ٢٠٠٨، تمّ اكتشاف تمثال نصفي من المرمر يمثل الامبراطور الروماني «يوليوس قيصر»، في نهر «الرون»، في «آرل» بفرنسا. وهذا التمثال، ذو النوعية الممتازة، يعود تاريخه تقريبًا إلى الحقبة التي أسّس فيها الامبراطور «آرل» في العام ٤٦ ق.م.



©F. Sartorius/National Maritim Museum, U.K.

**٢٨) حطام السفينة «نويسترا سنيورا دي لاس مرسيدس»**
(الوصف صفحة ١٩)–تدمير سفينة «نويسترا سنيورا دي لاس مرسيدس» الإسبانية عام ١٨٠٤ في البحر الأبيض المتوسط، جعل إسبانيا تتحالف مع فرنسا ضد إنكلترا.

©UNESCO/Nautical Archeology Society

**٢٧) «سي هنغ»**
المكانان المقدّسان «هولمز I» و«هولمز II» سُمّيا «سي هنغ» (على غرار «ستون هنغ»). و«سي هنغ» الواقع في مستنقعات على الساحل الإنكليزي، يتكوّن من دوائر وتدية تغمرها المياه بصورة دورية، مع جذوع صغيرة من شجر السنديان، فتشكّل مكانًا دائريًا مغلقًا.

صورة مقدّمة باخرة «تايتانيك» التقطتها عدسة «مير–١» الروسية تحت الماء
©NOAA

**٢٦) حطام باخرة «تايتانيك»**
هذه الباخرة السياحية الضخمة غرقت في ١٤ نيسان (ابريل) ١٩١٢، خلال رحلتها الأولى من «ساوثهامبتون» في المملكة المتحدة، إلى نيويورك بالولايات المتحدة، عقب اصطدامها بجبل جليدي في شمال المحيط الأطلسي، مما تسبّب بمقتل ١٥١٧ راكبًا، بسبب عدم توافر ما يكفي من قوارب النجاة. وقد تمّ اكتشاف حطامها عام ١٩٨٥.

© Wikipedia Commons/ المصدر

**٢٥) حطام البارجة الأميركية (يو إس إس مونيتور)**
سفينة الولايات المتحدة «مونيتور»، الظاهرة على الصورة، كانت أول سفينة حربية مصفّحة. والنقص في ارتفاع واجهاتها الأمامية، ووزن برجها، جعلاها غير صالحة للملاحة بالشكل المطلوب، وغرقت في المحيط الأطلسي خلال عاصفة عام ١٨٦٢ قرب كارولينا الشمالية، في الولايات المتحدة، مع طاقمها المؤلّف من ١٦ بحارًا.

© Wikipedia Commons/ المصدر

**٢٤) «بور رويال» في جامايكا**
«بور رويال» تأسّس بعيد انتزاع جامايكا من الإسبان على يد الإنكليز عام ١٦٥٥، وأصبحت ميناء للتجّار الأثرياء والقراصنة المشهورين والمزارعين الذين جمعوا ثروات طائلة، قبل أن يدمّرها زلزال قوي في العام ١٦٩٢.

© INAH/SAS J. Avilés/UNESCO

**٢٣) «أختونكعب»، مغارة الأيادي**
«مغارة الأيادي»، «اختونكعب» بلغة المايا، هي مغارة جافة في ولاية «يوكاتان» بالمكسيك. وفيها اكثر من ٣٠٠ بصمة يد، على الوجه والقفا، ويعود تاريخها إلى نحو ١٥ ألف سنة.

المصدر: Wikipedia Commons/ US Library of Congress

**٢٢) حطام الباخرة «فيزكاينا»** (الوصف صفحة ١٩)
المستكشف الإيطالي «كريستوفر كولومبوس»، فقد تسع سفن في المحيط الأطلسي خلال عدة رحلات، بينها الباخرتان «غاليغا» و«فيزكاينا» عام ١٥٠٣، بالقرب من باناما اليوم. وفي عام ١٩٩٥، اكتشف غطّاس ما يمكن ان يكون حطام «فيزكاينا»، المحمّلة بمدافع ومراسٍ وقطع سيراميك تعود إلى القرنين الرابع عشر والخامس عشر. وهذا الحطام، أقدم ما تم اكتشافه قبالة شواطئ القارة الأميركية، تُرك تحت رحمة شركة لصائدي الكنوز.

© AFP/ Google.com

**٢١) حطام «اورانجيموند»**
هو حطام سفينة برتغالية من القرن السادس عشر، يحتوي على أكثر من ٢٣٠٠ قطعة نقود، والعديد من الأشياء، وتم اكتشافه على أيدي عمال في مناجم الماس. إنه الحطام الأفضل حفظًا عن هذه الفترة خارج البرتغال. وقد تم رفعه على أيدي علماء آثار، تحت إشراف حكومة «ناميبيا» لكي يتم عرضه في يوم من الأيام داخل متحف. وقد تم العثور عليه قرب «أورانجيموند»، على «شاطئ الهياكل العظمية»، الذي سُمّي هكذا بسبب الأخطار التي كانت تشكّلها الصحراء الناميبية على البحّارين الضائعين.

المصدر: Wikipedia Commons/Baaj.han

**٢٠) دواركا**
«دواركا» هي أحد أمكنة الحج الأقدم في التاريخ، والأكثر تقديرًا واحترامًا في الهند. وتقول الأسطورة إن هذه المدينة المقدسة قد تعرضت للاجتياح والدمار من قبل موجة هائلة، قبل زمن بعيد. وقد بدأت أعمال التنقيب عنها في بداية الثمانينيات من القرن الماضي، عندما اكتشف علماء آثار البحر جدرانًا من الحجارة وستّة مستويات من الأنقاض.

©French Ministry of Culture

### ٦) مغارة «كوسكيه»

مدخل مغارة «كوسكيه»، بالقرب من مدينة مرسيليا الفرنسية، مغمور بالمياه على عمق ٣٧ مترًا. وجوانبها مغطاة بالصور الزيتية من صنع الإنسان، قبل ما بين ١٩ و٢٧ ألف سنة. وهذه الصور تمثل حيوانات وأيادٍ، ومنحوتة غير عادية «لرجل جريح». وقد تكون اللوحات شاهدة على بعض أعمال تقطيع الأوصال، أو الطقوس للأضاحي، أو الأمراض.

الصورة: Wikipedia Commons/Marsyas

### ٧) حطام يحتوي على «أنتيسيتير»

اكتُشف حطام يحتوي على قطع من منحوتات وتماثيل وأشياء أخرى في العام ١٩٠٠ بواسطة جامعي الإسفنج قرب الجزيرة اليونانية «انتيسيتير». وهذه المكتشفات الأكثر شهرة (صورة)، التي يعود تاريخها لحوالى ١٠٠ ق.م. هي عبارة عن آلية تعتبر اليوم بمثابة أقدم حاسوب تشبيهي. وهذه الآلية، التي كانت تُستخدم لاحتساب الموقع الفلكي، يمكن أن تكون مستوحاة من أعمال أرخميدس.

الصورة: Wikipedia Commons

الرسم بريشة «إي. هيكس»، وتبدو الحيوانات تصعد إلى متن سفينة نوح

### ٨) تاريخ «سيفنة نوح»

(راجع التوصيف، صفحة ٢٢)

قبل حوالى ٧٥٠٠ سنة، أي عند نهاية العصر الجليدي، أسفر ذوبان الجبال الجليدية عن ارتفاع مستوى مياه البحر الأبيض المتوسط، وإغراق البحر الأسود، الذي لم يكن حينذاك سوى مجرد بحيرة. وهذا الحدث قد يكون أساس رواية الطوفان الموصوف في التوراة. تشهد على هذه المأساة قرية «ميزوليتيكية» مغمورة بالماء، اكتُشفت قرب «سوزوبول».

الصورة: Wikipedia Commons

### ٩) حطام «أولوبورون»

في نهاية العصر البرونزي (حوالى القرن الرابع عشر قبل الميلاد)، غرقت سفينة تجارية في البحر الأبيض المتوسط، قبالة شواطئ «أولوبورون»، على الساحل الجنوبي لتركيا. وتمكّنت الدراسات العلمية للحطام، وهو من الحطامات الاكثر قدمًا التي تم اكتشافها، من انتشال ٢٠ طنًا من الفخاريات والحلي الذهبية والفضية، والأدوات والأسلحة البرونزية، بالإضافة إلى بقايا فاكهة طازجة وجافة. وبقايا السفينة، التي كانت ربما قبرصية، موجودة حاليًا في متحف «بودروم» للآثار التحمائية.

©Yvon Fruneau/UNESCO

### ١٠) قرطاج القديمة

تأسست قرطاج في القرن التاسع ق.م. على يد الفينيقيين في خليج تونس، ثم جرى تدميرها على أيدي الرومان عام ١٤٦ ق.م. ثم تدمّرت مجددًا على أيدي الغزاة المسلمين عام ٦٩٨ ب.م. وقد تم العثور على أجزاء من الميناء ومن المدينة تحت مياه البحر قبالة الشاطئ. وهذا الموقع التابع للتراث العالمي، يضم منازل من ست طبقات.

الصورة: Wikipedia Commons

### ١١) أبولونيا

أبولونيا، في ليبيا، انشأها الإغريق في القرن السابع قبل الميلاد، لكي تكون ميناء لمدينة «سيرين» القريبة. وهي اليوم موقع تابع للتراث العالمي. و«سيرين» التي أصبحت رومانية، فيما بعد، بقيت عاصمة كبيرة للعالم «الهيليني» (اليوناني) حتى العام ٣٦٥ ب. م. وقد أسفر زلزال ضرب المنطقة، عن إغراق بعض الأحياء، بالاضافة إلى ميناء «أبولونيا».

الصورة: Wikipedia Commons

### ١٢) أطلال خليج الإسكندرية

(الوصف صفحة ٢٢) – في أيام حكم بطليموس، كانت الإسكندرية أكبر ميناء وأكبر مركز ثقافي في مصر. ومنارة «فاروس» القديمة (الرسم)، وغيرها من البقايا الغارقة في المياه، اكتُشفت في الميناء الشرقي. ومن المتوقع بناء متحف تحت الماء هناك.

الصورة: Wikipedia Commons/Joe

### ١٣) ميناء «قيصرية»

ميناء قيصرية شُيّد على ساحل البحر الأبيض المتوسط لفلسطين، في حوالى العام ١٠ ق.م. على يد الملك «هيرودس»، تكريمًا لحاميه الروماني، أغسطس قيصر. وكان ذلك أول بناء كبير يُستخدم فيه الإسمنت الذي يجفّ تحت الماء. وهو اليوم متحف تحمائي، حيث يستطيع الغطّاسون الاستمتاع بمشاهدة ٣٦ موقعًا لأطلال المنارة، والمراسي، والقواعد، وحتى بقايا رومانية.

الصورة: Wikipedia Commons

صورة كوبلاخان – القرن ١٣

### ١٤) أسطول «قبلاي خان»

(الوصف، صفحة ١٩) – لماذا اختفى اسطوله المكوّن من ٤٤٠٠ مركب دون أن يترك أثرًا له، عندما كان في طريقه لاجتياح اليابان، قبل سبعة قرون؟ يأمل علماء الآثار أن يوضحوا مكنونات هذا السر.

©C. Kirchner, Deutsches Technikmuseum Berlin

### ١٥) حطام «تيك سونغ»

عندما غرقت «تيك سونغ» إحدى آخر السفن الشراعية الصينية، قبالة شواطئ أندونيسيا، في العام ١٨٢٢، أغرقت معها ١٥٠٠ شخص. وفي العام ١٩٩٩، تعرّضت أكثر من ٣٠٠ ألف قطعة من البورسلان (الخزف) للسرقة من قبل صائدي الكنوز وتمّ تدمير الحطام (صورة نموذج مصغّر).

©Vince Scarcella

### ١٦) أفخاخ محلية للأسماك

(الوصف، صفحة ٢٣) – الأفخاخ القديمة للأسماك في «بريوارينا» في نهر «دارلنغ» تنعش أصداء فكرية ورمزية قوية لدى السكان الأصليين.

© China Internet Information Center

### ١٧) «هيدروغلوفيات» «باي هي لينغ»

باي هي لينغ (عرف العرنقة البيضاء)، هي سلسلة من الحجارة التي تمّ اغراقها مؤخرًا بسبب سد المضائق الثلاثة الجديدة على نهر «يانغ تسي». وهي تعرض عددًا من المحفورات الهيدروغلوفية الأقدم في العالم، وتشهد على ١٢٠٠ سنة من التغييرات في مستويات مياه النهر. ويجري حاليًا بناء متحف تحمائي هناك.

© M. Manders/UNESCO

نتهاي رقم (١)، متحف قيد الإنشاء

### ١٨) نتهاي رقم واحد

نتهاي رقم واحد هو مركب عمره ألف سنة، تمّ اغراقه خلال حكم سلالة «سونغ» (٩٦٠ – ١٢٧٩ ب.م)، قبالة الساحل الجنوبي للصين، على الطريق البحري للحرير، الذي كان يربط الصين بالشرق الأوسط وأوروبا. وحطام هذا المركب، الذي تم رفعه في العام ٢٠٠٧، مع الأشياء التي تتراوح أعداداها بين ٦٠ و٨٠ ألف قطعة من الحمولة القيّمة التي كانت على متنه سوف تُعرض داخل «أكواريوم» يحتوي على مياه مماثلة من حيث النوعية، والحرارة والظروف الموصفات المياه التي كان مغمورًا فيها.

الصورة: Wikipedia Commons/Baijhan

### ١٩) «مهابالیبورام»

تمّ حفر مجموعة من التماثيل المقدّسة، التي أسّسها ملوك «بالافا»، داخل الصخر في القرنين السابع والثامن، على طول ساحل «كورومانديل» في الهند. وهو معروف بمعابده على شكل عربة، أو ما يسمى «راتاس» وبتماثيله داخل المغاور، المسمّاة بـ«منداباس»، بالإضافة الى أصنامه السبعة، منها ستّة غرقت في البحر خلال تسونامي العام ٢٠٠٥. وقد تم اكتشاف بقاياها وميناء قديم، في هذا الموقع المصنّف من ضمن التراث العالمي.

## المغمور بالمياه حول العالم

عالم **العلوم**، المجلد ١، العدد ٢، نيسان (أبريل) – حزيران (يونيو) ٢٠٠٩

الصورة: Wikipedia Commons

لوحة للرسام «ارنالد جورج»، تمثل انفجار سفينة «اوريون» الحربية الفرنسية عقب إصابتها بقذائف المدفعية البريطانية في معركة «أبو قير». في آب (اغسطس) ١٧٩٨. وخسارة جزء كبير من الأسطول الفرنسي، أسفرت عن بقاء الجيش الفرنسي جامدًا في مصر.

وخسارة المركب «لوريان» (الشرق) الخاص بالإمبراطور نابوليون بونابرت، كانت أحد عوامل هزيمة فرنسا أمام الإنكليز في معركة «أبو قير» في مصر، عام ١٧٩٨ (راجع الصورة). وقد تمّ اكتشاف الحطام لاحقًا، في قعر مياه البحر.

## ملايين «منقبضات» الزمن

أكثر من ثلاثة ملايين حطام قد تكون مبعثرة في قاع المحيطات في العالم، بعضها يعود تاريخه إلى آلاف السنين. والحطام يعمل كأنه «منقبض للزمن»، (أي تجمّع زمني)، يقدّم «لمحة كاملة» عن الحياة على متن السفينة لحظة غرقها.

غير أنه ليس من الضروري أن تكون لكل حطام روايته المأساوية. فالحطامات تشكل أحيانًا حواجز (سفن- حاجزة)، تمّ اغراقها قصدًا، بغية منع مرور نهر أو قناة أو خليج صغير. وبعض السفن تمّ اغراقها من قبل مدافعين بغية اعتراض وصول أسطول معادٍ (راجع ٣ على الخريطة) أو من قبل مهاجمين لمنع انسحاب أسطول المدافعين. وبعض الحطامات الأخرى لم يتم تصميمها أبدًا من أجل الملاحة، بل من أجل التحليق فوق منطقة معيّنة أو لعبورها. فهناك حطامات طائرات وقطارات أو سيارات، جرى اكتشافها في أعماق البحار أو البحيرات.

## مدن غارقة

بقايا (أطلال) العديد من المباني، أو أماكن السكن، هي اليوم مغمورة بالمياه. وقد حدّدت مصائرها الزلازل والفيضانات، وانزلاقات التربة أو ظاهرة التآكل. والبعض منها بُني عمدًا فوق الماء، مثل قرى «كامبونغ»، فوق أرض «بيلوتيس»، أي ماليزيا اليوم.

وأسطورة المدينة «المبتلعة»، (الغارقة) «أتلانتيس»، وردت في النصوص التي يعود تاريخها إلى ٤٠٠ سنة قبل الميلاد، للفيلسوف الإغريقي أفلاطون. واذا لم نستطع بعد تحديد موقع «أتلانتيس» بشكل دقيق ومقنع، فإن مدنًا أخرى «مبتلعة» قد ظهرت إلى العلن. فأطلال مدينة «هيراكليون» القديمة تشهد على ارتفاع المياه التي غمرتها وابتلعتها. فهي كانت أهم المرافئ البحرية المصرية للتجارة مع بلاد الإغريق، قبل إنشاء مدينة الإسكندرية، في العام ٣٣٢ ق.م. على يد الإسكندر الكبير. و«هيراكليون»، الواقعة على مسافة ٢٥ كلم تقريبًا، إلى الشرق من الإسكندرية الحالية، غمرتها المياه قبل ١٢٠٠ سنة نتيجة لزلازل تسبّبت بفيضان هائل لنهر النيل. وقبل ٢٠٠٠ سنة، كان عدد سكان الإسكندرية نصف مليون نسمة. وقد كشفت أعمال التنقيب الشهيرة، مثلًا، عن بقايا «منارة فاروس» (أنظر ١٢ على الخريطة)، التي بُنيت في القرن الثالث قبل الميلاد، وعن قصر الملكة كليوباترا السابعة (٦٩- ٣٠ ق.م). أما بقايا القصر الملكي في جامايكا، فقد تم اكتشافها أيضًا من قبل علماء آثار غطاسين. (أنظر ٢٤ على الخريطة).

## مشاهد عن الحياة في العصر الجليدي

توجد مواقع تعود إلى ما قبل التاريخ، وهي من أفضل المواقع المحفوظة بشكل جيد جدًا، في أعماق بحر الشمال. وهي بالرغم من أنها تعود إلى ما قبل ٥٠ إلى ٦٠ ألف سنة، فإنها تحمل آثار حيوانات قتلها صيادون، بالإضافة إلى تجمّعاتها السكنية ما قبل التاريخ، والباقي من آلاف حيوانات «البهموث» ووحيد القرن الصوفي، وغيرها من الحيوانات اللبونة من العصر الجليدي. وفي جنوبي بحر الشمال، تمّ اكتشاف ٢٠٠ قطعة فنية من العظم والصوّان وخشب «السرفيدس» تعود إلى العصر الحجري[٧]، وقد صنعها بشر من ذوي «السحنات» المعاصرة.

اما بحر البلطيق فيحوي حوالى ٢٠ ألف موقع من العصر الحجري. قبل حوالى ٩ آلاف سنة، كانت كل من الدانمرك والسويد والمملكة المتحدة، تشكّل قارة واحدة، فيما كان بحر البلطيق والبحر الأسود مجرّد بحيرتين صغيرتين. وعندما أسفر ارتفاع حرارة الأرض، عن ذوبان الجبال الجليدية في نهاية العصر الجليدي، أدى ارتفاع مستوى مياه البحر إلى إغراق العديد من الأماكن السكنية، والغابات والشواطئ. ومن بين القطع الفنية، تّم العثور على فخاريات، وقوارب، وقطع خشبية، وحتى أقمشة، وحبوب وأسلحة.

الى ذلك، فإن منطقة ساحلية مغمورة بالمياه على عمق ١٧ مترًا، تحت سطح البحر الأسود، تشهد على حصول فيضانات قبل ٧٥٠٠ سنة، الأمر الذي قد يوضح فترة «سفينة نوح» (أنظر ٨ على الخريطة). وتقول التوراة إن الله أمر نوحًا ببناء سفينة لأسرته ولأزواج من جميع الأصناف الحيوانية، بغية إنقاذهم من الطوفان الكبير الذي سيعاقب البشرية بسبب خطاياها. والبحر الأسود، الذي كان حينذاك بحيرة مياه عذبة، كان على مستوى ١٠٠ م تحت سطح المياه في البوسفور. ويعتقد العلماء، أنه مع إرتفاع حرارة الطقس، أسفر ذوبان الجليد عن ارتفاع مستوى مياه البحر الأبيض المتوسط. وهكذا، فإن المياه حطّمت حاجزًا طبيعيًا في البوسفور. وهذه النظرية يدعمها وجود بقايا وأطلال قرية «ميزوليتيكية» مغمورة، تمّ اكتشافها قرب تركيا، بالإضافة إلى بقايا مركب قديم من الخشب، في موقع آخر.

©D. Frka/UNESCO

تمثال إغريقي من البرونز لرياضي شاب طوله ١,٩٢ م، في قاع البحر قرب جزيرة «فيلي اور جولي» في كرواتيا. ويعود تاريخ التمثال إلى القرن الثاني قبل الميلاد.

إن هذه الاكتشافات تسمح بإلقاء نظرة قيّمة على وجه كوكبنا في العصر الجليدي، ولكن ايضًا على ما يمكن ان يكون في انتظارنا، في حال حصول ارتفاع جديد وكبير لمستوى مياه البحر.

## حماية التراث الثقافي المغمور بالمياه

تحدّد هذه المعاهدة التي تبنّتها الدول الأعضاء في اليونسكو في العام ٢٠٠١، التراث الثقافي المغمور بالمياه بأنه يشمل «جميع آثار الوجود البشري ذات الطابع الثقافي أو التاريخي أو الأثري، الموجودة، كليًا أو جزئيًا، تحت الماء، سواء لفترات زمنية متقطّعة أو متواصلة، منذ ما قبل مئة سنة على الأقل». ويشمل هذا التحديد، الهيكليات، والمباني، والأعمال اليدوية، والبقايا البشرية، وبقايا السفن والطائرات، وحمولاتها، والأشياء العائدة إلى حقبة ما قبل التاريخ. أما الأنابيب والخطوط (الكابلات) أو المنشآت، التي لا تزال قيد الاستخدام، والموضوعة في قاع البحر، فلا تعتبر جزءًا من «التراث الثقافي» ولا المواد الأحفورية أو المستخرجات من حفريات الأرض. غير أن فترة المئة سنة المذكورة، لا تمنع دولًا معيّنة من توفير الحماية للبقايا الحديثة، مثل البقايا المغمورة بالمياه في مواقع معارك الحربين العالميتين الأولى والثانية (١٩١٤-١٩١٨) و(١٩٣٩-١٩٤٥).

وترمي المعاهدة لحماية التراث الثقافي المغمور بالمياه، ولتسهيل التعاون بين الدول ذات العلاقة. ولكنّها لا تنظّم حقوق ملكية أنقاض السفن، أو الخرائب والأطلال. وهي أيضًا، لا تعدّل السلطة القضائية أو السيادة للدول. وهي تشجّع على تنمية وتطوير علم الآثار المغمور بالمياه، وعلى وصول الناس بشكل مسؤول إلى الآثار الغارقة. وهي كذلك، توفّر إطارًا لتفادي الاتجار غير الشرعي بالمخلّفات الأثرية أو الذخائر، العائدة لمثل هذه المواقع. وعلى عكس معاهدة حماية التراث العالمي، فإن المواقع المحمية، غير مدرجة على لائحة خاصة، وذلك من أجل عدم الكشف عن مواقعها المحدّدة.

وترتكز هذه المعاهدة إلى أربعة مبادئ أساسية، هي:

✓ التراث الثقافي المغمور بالمياه.

✓ التوصية بحماية هذا التراث في موقعه (تحت الماء)، باعتبار ذلك، خيارًا مفضّلًا، قبل اتخاذ أي قرار بشأن انتشاله.

✓ رفض الاستغلال التجاري لهذا التراث.

✓ التشجيع على التعاون بين الدول، لحماية التراث الثمين المغمور بالمياه، والترويج للتدريب في مجال علم الاثار الغارق، ورفع مستوى الوعي العام، على أهمية الملكية الثقافية الغارقة.

هذا، ويضع ملحق المعاهدة، قواعد خاصة بالنشاطات ذات العلاقة بالتراث الثقافي المغمور بالمياه. وهذه القواعد تستهدف محترفين وسلطات حكومية رسمية. وهي تلقى دعمًا قويًا من جانب علماء الآثار الذين يأملون في أن يضع هذا الملحق، معايير مهنية للتدخل في المواقع.

لمزيد من التفاصيل: www.unesco.org/culture/en/underwater

©INAH/SAS J. Avilés/UNESCO

غطّاسون يسجّلون إحداثيات بقايا بشرية تمّ اكتشافها في مغارة «تشان هول»، قرب «تولوم» في المكسيك (وكلمة تشان هول تعني الثقب الصغير في لغة المايا). وفي كهف آخر قريب من هذا المكان، يدعى «ناهارون» عثر غطّاسون على هيكل عظمي أنثوي، أسموه «حواء ناهارون». وقد أكدت فحوصات الكربون ١٤ أن عمره ١١٦٧٠ سنة. وهيكليته العظمية قريبة من الهيكلية العظمية لشعوب آسيا الجنوبية، الأمر الذي يدفع إلى التشكيك بالنظرية القائلة بأن مجموعات من آسيا الشمالية قد استوطنت الأميركتين.

### «سي هنغ»، وأماكن أخرى مقدّسة

كثير من الشعوب من ذوي التقاليد البحرية أو الساحلية، كانوا يدفنون موتاهم في البحر، مثل «الفايكنغ». فهؤلاء المستكشفون والتجار والقراصنة الإسكندينافيون كانوا يهاجمون ويجتاحون مناطق شاسعة في أوروبا خلال الفترة ما بين القرنين الثامن والحادي عشر الميلاديين. وكان هناك ايضًا «ألاريك»، ملك الـ«ويزيغوث»، وهي قبيلة «بربرية»، معروفة بأنها سيطرت على روما في العام ٤١٠ ب.م. وتروي الأسطورة، أن «ألاريك» قد دُفن في نهر «بوزنتو» في ايطاليا. لكن هذا الموقع لم يتمّ العثور عليه بعد.

بعض الأماكن المقدّسة القديمة ذات العلاقة بالمياه، لا تزال تحظى بالتكريم والعبادة، مثل أحواض الأسماك في «هاواي». وبالمقابل ثمة أماكن أخرى أصبحت في طور النسيان منذ زمن بعيد، مثل «سي هنغ»، على الساحل الإنكليزي (أنظر ٢٧ على الخريطة).

### مغاور مغمورة، وأفخاخ للأسماك

يشمل التراث الثقافي المغمور بالمياه أيضًا، قطعًا فنية (تحفًا) وبقايا للحياة البشرية محفوظة داخل مغاور مغمورة بالمياه، سواء منذ الأزل، أو بعد ارتفاع مستوى مياه البحر. ومثل هذه البقايا وُجدت داخل مغارة مطليّة في البحر الأبيض المتوسط، وداخل «كهوف» مكسيكية، هي عبارة عن مغاور كلسية – صلصالية في الهواء الطلق امتلأت بالمياه مع مرور الزمن. (أنظر الصورة).

وكانت شعوب قديمة تصنع أفخاخًا، أو «أشراكًا» للأسماك، وهي واحدة من التكنولوجيات الأكثر قدمًا، ولا تزال معمولًا بها حتى اليوم. أما موديلاتها فتختلف وتتنوّع كثيرًا، ابتداء من البرك البسيطة الاصطناعية في الصخور المحاطة بالحصى، وصولًا إلى جدران حجرية يصل طولها إلى مئات الأمتار. وآخرون كانوا يستخدمون عواميد موصولة بعضها ببعضها الآخر بمواد نباتية، وتركّز وسط جدول مائي أو قرب الشاطئ. وكانت الأسماك تُدفع باتجاه المنطقة المقفلة حيث بالإمكان التقاطها. ولقد تمّ العثور على أفخاخ للأسماك على الشاطئ جنوب – غرب مدينة «الكاب» في جنوب افريقيا، وفي شمال مقاطعة «وايلز»، وفي الدانمرك، وفي جزر متعددة في المحيط الهادي، مثل هاواي، وفي كندا وأستراليا (أنظر ١٦ على الخريطة).

### فراغ قانوني تم ملؤه أخيرًا.

جميع الكنوز التي جرى توصيفها على هذه الصفحات سيكون بالإمكان تغطيتها بواسطة ترتيبات المعاهدة الخاصة بحماية الإرث الثقافي التحمائي، باستثناء الكنوز التي لا تزيد أعمارها على ١٠٠ عام (أنظر الإطار).

وتهدف المعاهدة إلى المساهمة في ملء الفراغ القانوني العائد إلى المواقع الأثرية المغمورة بالمياه. وهكذا، فإن البلدان سيكون بتصرّفها بعد اليوم، أداة فعّالة لحماية كنوزها الثقافية التحمائية، شرط أن تتوافق هذه الدول، بأكبر عدد ممكن، بغية التصديق على المعاهدة وإقرارها.

أولريكي غيرين وكاترين كولر

---

٦. إسبانيا، الإكوادور، أوكرانيا، باراغواي، باناما، بربادوس، البرتغال، بلغاريا، رومانيا، سانتا لوسيا، سلوفينيا، كمبوديا، كرواتيا، كوبا، لبنان، الجماهيرية الشعبية العربية الليبية، ليتوانيا، المكسيك، مونتينيغرو، نيجيريا.

٧. عبارة «العصر الحجري» تدلّ، بالنسبة إلى علماء الآثار، على فترة زمنية واسعة، ما قبل العصر المعدني، التي لم تخلّف تقريبًا سوى أدوات حجرية. وهي بدأت مع ظهور أول نوع من أنواع «هومو»، قبل نحو ٢,٥ مليون سنة، لتنتهي مع العمل بالنحاس، الذي بدأ قبل نحو ٥ آلاف سنة. وهي تنقسم إلى العصر «الباليوتيليكي» (بداية العصر الحجري) والعصر «الميزوليتيكي» (منتصف العصر الحجري)، والعصر «النيوليتيكي» (نهاية العصر الحجري).

٨. أمانة سر (سكرتاريا) المعاهدة الخاصة بحماية الإرث الثقافي التحمائي: u.guerin@unesco.org; k.koeller@unesco.org

# أجندة

### ٢–٥ نيسان (أبريل)
**الوصول إلى تقاسم الأرباح**
الإجتماع السابع لمجموع العمل المفتوحة الخاصة بمعاهدة التنوّع البيولوجي. يونسكو، باريس:
www.cbd.int/doc/?meeting=ABSWG-07

### ٦–٢٤ نيسان (أبريل)
**مفاوضات ووساطة لإدارة الأزمات المرتبطة بالمياه**
دراسة مقترحة من قبل برنامج اليونسكو «من حصول الأزمة إلى حصول التعاون»، ومن اليونسكو- IHE للمدراء وأصحاب القرار والطلاب. ويفلت، هولندا:
I.salame@unesco.org

### ٥–أيار (مايو)
**مواضيع أساسية للتطوّر**
منتدى بمناسبة مرور ٢٠٠ سنة على ولادة تشارلز داروين. اليونسكو و(IUBS)، والمعهد البندقي للعلوم والآداب والفنون - البندقية. ايطاليا: w.erdelen@unesco.org؛
www.iubs.org :bernardi@szn.it

### ٤–٨ أيار (مايو)
**الإستخدام المستدام للتربة، والحفاظ على الأنظمة البيئية**
مؤتمر دولي للمشروع الصيني- الألماني للبحث البيئي لحماية البيئة في الصين (ERSEC)، بالتعاون مع وزارة التربية، والجامعة الزراعية الصينية ومكتب اليونسكو في بكين:
www.unesco.org/beijing-new/index.php?id=3079

### ٢٤–٢٩ أيار (مايو)
**محميات التنوّع البيولوجي (بيوسفير)**
إجتماع المجلس العالمي للتنسيق (MAB)، لإقرار محميات البيوسفير، واختيار الأشخاص الذين ستمنح لهم جوائز (MAB). محمية التنوّع البيولوجي في «جيجو»، (كوريا الجنوبية)
www.unesco.org/mab :mab@unesco.org

### ٣–٥ حزيران (يونيو)
**البرنامج الهيدرولوجي الدولي**
الدورة الـ٤٣ للمكتب. يونسكو، باريس:
www.unesco.org/water :a.tejada-guibert@unesco.org

### ٨–٢٦ حزيران (يونيو)
**المفوضية الأوقيانوسية الحكومية**
إجتماع المجلس التنفيذي، والهيئة العامة:
www.ioc.unesco.org

### ٩–١١ حزيران (يونيو)
**تحديد أماكن المنتجات**
نحو مقاربة مستدامة للتنوّع الطبيعي والثقافي في بلاد الجنوب؟ منتدى (MAB) العلمي التابع لليونسكو وIRD وCIRAD وMNHN وIDDRI الخ... يونسكو، باريس:
www.mnhn.fr/colloque/localiserlesproduits/index_va.php

### ٣٠ حزيران (يونيو)–٢ تموز (يوليو)
**إدارة الأخطار الهيدرو-مناخية**
حلقة تدريب لمسؤولين عن الشؤون المائية من أثيوبيا وجيبوتي والسودان. يونسكو و(IRI)- أديس أبابا (أثيوبيا):
a.mishra@unesco.org :أديس أبابا
a.makarigakis@unesco.org

### ٢–٥ نيسان (ابريل)
**١٠٠ ساعة من علم الفلك**
عملية من قبل (IAU) ترمي لتحفيز الجمهور على النظر عبر تيليسكوب، في لحظة مثالية للمراقبة، بداية المساء، عندما يمر القمر من المربّع الأول إلى مرحلة الإحـداب. لاكتشاف هـذا المشروع الرائد للسنة: www.100hoursofastronomy.org

### ١٦–٢٠ حزيران (يونيو)
**تعليم خاص بالفضاء وعلم الفلك**
ورشة دولية للطلاب الثانويين والمدرّسين، تليها ورشة رائدة لتعليم المدرّسين (الأساتذة) عن علم الفلك (١٨-٢٠ حزيران/يونيو). يونسكو بالتعاون مع (UAI). ساليناس (إكوادور):
*www.unesco.org/science/earthsciences/space_education*

### ٢٣–٢٥ حزيران (يونيو)
**تعليم خاص بالفضاء وعلم الفلك**
تمامًا كما سبق. ورشة رائدة: ٢٥- ٢٧ حزيران (يونيو)- ليما وكويزو (البيرو):
*www.unesco.org/science/earthsciences/space_education*

**مشاريع رائدة على مدار السنة**
«صحيفة الكون الحميمة» (نشرة يحرّرها علماء فلك من القارات الخمس) «بوابة الكون» (اونلاين منذ ٢٠٠٩)، «تحسيس السماء الليلية» (التلوث الضوئي في المدن). هي عالمة فلك (عكس الأفكار المسبقة والأفكار الخاطئة بشأن أعمال النساء). «علم الفلك والتراث العالمي»، «غاليلوسكوب» (يقدّم لعشرة ملايين شخص في العالم كله، إمكانية استخدام تيليسكوب فلكي للمرة الأولى). «مشروع غاليلي لتعليم المدرّسين. تحسيس للكون» (للأطفال الصغار من الطبقات الفقيرة). «الكون من خلال مشاهدته من على الأرض» (إستخدام الحدائق العامة، ومحطّات قطار الأنفاق... الخ، من أجل عرض صور فلكية أمام الجمهور). «تطوير علم الفلك في العالم كله» (للمدارس والجامعات، والرأي العام في مناطق ليس معروفا فيها هذا العلم بشكل كاف):
*www.astronomy2009.org/globalprojects/cornerstones*

# ظهر حديثًا

### Water in a changing World
الطبعة الثالثة للتقرير العالمي حول تقييم الموارد المائية نشرها البرنامج العالمي لإظهار قيمة المياه، ويضم ٢٦ مؤسسة تابعة للأمم المتحدة. مجلدان، باللغة الإنكليزية، يباعان معًا. التقرير الأساسي (٣٣٦ صفحة) مع سي دي روم. و٢٠ دراسة حالات معيّنة (٨٨ صفحة). الناشران هما اليونسكو و«ايرشكان»، في المملكة المتحدة.
http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml

### Managing Water Resources
### Methods and Tools for a Systems Approach
سلوبودان سيمونوفيتش. مجموعة دراسات وتقارير هيدرولوجية. الناشران: اليونسكو وإيرشكان. *ISBN:978-92-3-104078-8*. بالإنكليزية ٦٨ صفحة. يعرض المقاربة التنظيمية وتطبيقها الراهن في مجال إدارة الموارد المائية، عروض وتمارين على سي دي روم. للطلاب وللمحترفين.

### Rising tides
تقرير بي بي سي عن الارض، بالتعاون مع اليونسكو، ومكتب «أوروبا ايد» التابع للاتحاد الاوروبي و*(UNEP)*، باللغة الإنكليزية أول حلقة في ٥ آذار (مارس). المحمية الطبيعية في «براونتون بورو» في المملكة المتحدة، ومحمية «مالندي- واتامو» في كينيا، لديهما مشكلة مشتركة هي التغيّر المناخي، وارتفاع مستوى مياه البحر، الأمر الذي يلحق ضررًا بشواطئهما، ويهدد حياة السكان. ما هي سرعة هذا الارتفاع؟ وماذا ستكون نتائجه؟ لقد تضافرت جهود المحميتين من أجل توثيق سيناريوهات التغيير المناخي، بغية إعداد استراتيجيات للتأقلم. لمشاهدة التقرير:
www.unesco.org/mab ؛ www.tve.org/earthreport/index.cfm?cat=thisweek

### Indigenous Knowledge
ثمة ٧ منشورات صدرت عن برنامج اليونسكو حول أنظمة المعارف المحلية لدى السكان الأصليين *(LINKS)*، في المركز الثقافي الوطني في «هانواتو». في كانون الاول (ديسمبر) ٢٠٠٨، بالفرنسية والإنكليزية والإسبانية وبلغة «بيسلاما» (لغة فانواتو). دراسة حالات معيّنة وصور من العالم، تسلط الضوء على فائدة الأفكار والتصورات والحلول المقترحة لأنظمة معارف ومعلومات مجتمعات السكان الأصليين اليوم. ومحتوياتها التربوية تقوّي لدى هذه الشعوب، مشاعر النهوض والتعرّف إلى الحسنات والسيّئات التي تحيط بهم. لشحن او طلب منشورة:
d.nakashima@unesco.org ؛ www.unesco.org/links

### International Research Centre on Karst
رئيس التحرير: «غو فانغ» منشورة المركز الدولي للبحث في الطبقة الكلسية الصلصالية في الصين. بالإنكليزية ٢٨ صفحة.
وهي تعرض المركز الذي تمّ انشاؤه عام ٢٠٠٨ بإشراف اليونسكو في إطار السنة الدولية لكوكب الأرض. أهداف، مهمات، مواقع ومجلس إدارة. راجع نشرة «عالم العلوم»، عدد تموز (يوليو) ٢٠٠٨.
إكتشف الموقع: www.irck.edu.cn ؛ r.missotten@unesco.org




### Volga Kits
حقائب أنتجتها اليونسكو- موسكو، وكوكا كولا- آوراسيا، مع محمية «أستراخنسكي» الطبيعية، ضمن إطار «برنامج فولغا حي» بالروسية، مع أجزاء بالإنكليزية. هذه الحقائق، التي تستهدف شرائح واسعة من الجمهور، تحتوي على بروشورات عن حال البيئة في المنطقة، واستراتيجية، ومخطّط عمل لتحفيز الرأي العام، بالإضافة إلى بطاقات بريدية ومعلومات عن الأنواع النادرة من الحيوانات والنباتات، وخريطة للمحميات الطبيعية في حوض نهر الفولغا. وهناك حقيبة مخصّصة للصحافة مع توضيحات السلوك البيئي للفصائل المختلفة من المستخدمين. لمعرفة المزيد e.tveritinova@unesco.ru
www.unesco.ru/eng/articles/2004/e.tveritinova11032009142850.php (بالإنكليزية)

### European Geoparks
كتاب غني بالصور عن قسم اليونسكو لمراقبة الأرض وشبكة الحدائق الأوروبية، يباع بسعر ٣٥ يورو، في متحف التاريخ الطبيعي في «ليسفوس بيتريفايد فورست» *ISBN: 978 960 7646 91-0*، بالإنكليزية ١٧٦ صفحة. كتاب للجمهور يؤشّر للشبكة العالمية للحدائق، وللسنة الدولية لكوكب الأرض مخصّص لغير الأخصّائيين، ويوصّف جميع حدائق أوروبا. مقدّمة بقلم «كوتشيرو ماتسورا» و«والتر ايرديلين». لطلبه: www.europeangeoparks.org؛
لمعرفة المزيد: www.lesvosmuseum.gr ؛ m.patzak@unesco.org ؛ lesvospf@otenet.gr

### Status of Coral Reefs of the World: 2008
رئيس تحرير «كليف ولكنسون». إنتاج: الشبكة الكونية لمراقبة الشعاب المرجانية بالإنكليزية *ISBN:1447-6185*. ٢٩٨ صفحة. راجع ص ١١. لمعرفة المزيد: clive.wilkinson@rrrc.org.au ؛ m.hood@unesco.org ؛ www.gcrmn.org:

### The Future of Drylands
رئيسا التحرير: «سي. لي» و«تي. شاف». مجموعة الإنسان والمحيط البيولوجي. منشورات اليونسكو. دار «شبرنغر» للنشر، ٩٥ يورو *ISBN: 978-92-3-104052-8*، بالإنكليزية ٨٧٢ صفحة.
محاضر المؤتمر الدولي للبحث في شؤون التصحّر والأراضي الجافة والقاحلة، المنعقد في تونس بين ١٩ و٢١ حزيران (يونيو) ٢٠٠٦. راجع ايضًا نشرة «عالم العلوم» عدد تشرين الأول (اكتوبر) ٢٠٠٦

### Towards Sustainable Agriculture
موجز رقم ٨ لسياسة اليونسكو- سكوب- UNEP. بالإنكليزية ٦ صفحات.
وهو يختصر نتائج التقييم المذكور ادناه، مع الإشارة إلى مسارب لجعل الزراعة مستدامة. ويوصي بسياسات وبإجراءات للمؤسسات: www.unesco.org/mab; mab@unesco.org

### Agriculture at a Crossroads
سبعة أجزاء مطبوعة باللغة الإنكليزية، تبيعها «ايلاند برس»، صدرت عن مشروع الثلاث سنوات لتقييم المعلومات والعلوم والتقنيات الزراعية من اجل التنمية والتطوير، ويضم البنك الدولي ومنظمات FAO وPNUD وFEM وPNUE، واليونسكو، ومنظمة الصحة العالمية. وهذه الكتب هي عبارة عن ملخّص دولي موجّه لأصحاب القرار (٥٩ دولارًا) وتقرير تركيبي، وخمسة تقييمات اقليمية (٦٥ دولارًا) للواحد: آسيا الوسطى والغربية، أفريقيا الشمالية (المجلد رقم ١)، آسيا الجنوبية والشرقية، الباسيفيك المجلد رقم ٢)، أميركا اللاتينية ومنطقة الكاريبي (مجلد رقم ٣)، أميركا الشمالية وأوروبا (مجلد رقم ٤) افريقيا جنوب الصحراء (مجلد رقم ٥).
لمزيد من المعلومات، راجع نشرة «عالم العلوم» عدد تموز (يوليو) ٢٠٠٨. وللتحميل:
www.agassessment.org Order a copy: www.islandpress.org/iaastd وتستطيع مؤسسات الدول النامية طلب نموذج عنها، بالمجان، من اليونسكو، حتى نفاد المخزون. g.calvo@unesco.org; s.arico@unesco.org

السنة العالمية لعلم الفلك: www.unesco.org/iya2009; www.astronomy2009.org

منشورات للبيع: www.unesco.org/publishing
موقع «عالم العلوم»: www.unesco.org/science

(«عالم العلوم»، هي نشرة فصلية تصدر باللغات الإنكليزية، والإسبانية والفرنسية، والعالوية والروسية عن قطاع العلوم الطبيعية والدقيقة، التابع لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، ١، شارع ميوليس، ٧٥٧٣٢ باريس سيدكس، ١٥، فرنسا. إن كل المقالات لا تخضع لحقوق الطبع والنشر ويمكن إعادة إصدارها، شرط الإشارة إلى اسماء الكتّاب، والى نشرة «عالم العلوم» (اليونسكو). ISSN 2074-0719
مدير النشر: والتر إردلين؛ الناشر: سوزان شنيغانز؛ تحقيق «ي. فيهل»؛ ترجمة إلى العربية «جوزيف حرب»؛ تنسيق الصفحات: د.غام ش م م؛ بيروت ٤٥٧٨ ٥٨٧٧ (٣٣١).
للإشتراك مجانًا للمكتبات والمؤسسات: s.schneegans@unesco.org؛ فاكس: للإشتراك مجانًا – y.mehl@unesco.org
صورة الغلاف: بعيرة الجليد عند منبع النهر الأصفر في هضبة «كهاي – التبت». الصورة: «دوانغ باوهوا»)