**الأحافير**

يطلق هذا اللفظ -في علم الجيولوجيا- على أي دليل مباشر يشير إلى وجود كائن يرجع عمره إلى أكثر من عشرة ألاف عام. وفي هذه الحالة تكون الحفريات هي بقايا التركيب الأصلي للكائن كالعظام وذلك بعد أن ملئت الأجزاء المسامية منها بالمعادن (كربونات الكالسيوم أو السليكا) التي ترسبت بفعل المياه الجوفية . ومن ثم فإن عملية الترسيب هذه تحمي العظام المتبقية من نفاذ الهواء إليها، فتجعلها أقرب ما تكون إلى الحجارة. كما قد تكون الحفريات مادة أصلية مثل الخشب الذي تم استبداله بمادة معدنية. وفي حالات أخرى تكون الحفريات هي بقايا من الكربون حفظت نفس شكل تكوين الكائن الأصلي. كذلك قد تعد من الحفريات القوالب والأشكال الطبيعية التي تتكون عندما تتحلل الأجزاء الصلبة من الكائنات بفعل المياه الجوفية، وحيث إن التجاويف الناتجة هي الأخرى قوالب طبيعية فإنها تمتلئ بالرواسب الصلبة وتتشكل من خلالها أنماط مكررة أو نسخ من الأشكال الأصلية.
وكذلك من الحفريات آثار الأقدام والأصابع التي تظل بدون تغير وتكون محفوظة في التربة المجمدة وبحيرات الأسفلت والمستنقعات.
وهناك أيضا الحشرات التي تحجز في المادة الصمغية الخاصة بأشجار الصنوبر القديمة ثم تتصلب وتأخذ الشكل الذي يعرف الآن باسم الكهرمان.
ومن الحفريات أيضا البقايا الحفرية التي غالبا ما تحتوي على قشور الأسماك وأجزاء أخرى صلبة من حيوانات التهمت. وعلى الرغم أن الملاحظة لعملية تحجر الكائنات كانت مستمرة على مر العصور، إلا أن تاريخ تسجيل أول تفسير علمي دقيق للحفريات يرجع إلى القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي، وذلك عندما سجل علماء الطبيعة المسلمون نتائج ملاحظاتهم واستدلوا بها على نظريتهم في تغير سطح الأرض على مدى الأزمنة التاريخية الجيولوجية الفائقة الطول اللازمة، كما استرشدوا بها في دراستهم لعمليات الترسيب وتحجر الفتات الصخري. فذكر ابن سينا في كتابه الشفاء ما نصه:"وإن كان ما يحكى من تحجر حيوانات ونبات صحيحا فالسبب فيه شدة قوة معدنية محجرة تحدث في بعض البقاع البحرية أو تنفصل دفعة من الأرض في الزلازل والخسوف، فتحجر ما تلقاه. فإنه ليس استحالة المياه، ولا من الممتنع في المركب ات أن تغلب عليها قوة عنصر واحد يستحيل إليه. لأن كل واحد من العناصر التي فيها، مما ليس من جنس ذلك العنصر، من شأنه أن يستحيل إلى ذلك العنصر، ولهذا ما يستحيل الأجسام الواقعة في الملاحات إلى الملح. والأجسام الوقعة في الحريق إلى النار".
أما البيروني فقد ذكر في كتابه "تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن" علة وجود العظام في الآبار والحياض بقوله: "... فهذه بادية العرب وقد كانت بحرا، فانكبس حتى إن آثار ذلك ظاهرة عند حفر الآبار والحياض بها، فإنها تبدي أطباقا من تراب ورمال ورضراض ثم فيها من الخزف والزجاج والعظام ما يمتنع أن يحمل على دفن قاصد إياها هناك، بل تخرج منها أحجارا إذا كسرت كانت مشتملة على أصداف وودع، وما يسمى آذان الأسماك: إما باقية فيها على حالها ، وإما بالية قد تلاشت، وبقي مكانها خلاء متشكلا بشكلها".
ويستدرك ابن سينا في الشفاء في تعليل وجود الحيوانات المائية في أعالي الجبال فيقول: "فالجبال تكونها من أحد أسباب تكون الحجارة والغالب أن تكونها من طين لزج جف على طول الزمان، وتحجر في مدد لا تضبط، ..." ويضيف مبينا القيمة العلمية للأحافير الصدفية لأنها تعطي الدليل على أن المكان الذي وجدت فيه كان مغمورا تحت الماء فيقول: "... فيشبه أن تكون هذه المعمورة، قد كانت في سالف الأيام غير معمورة، بل مغمورة في البحار، فتحجرت إما بعد الانكشاف قليلا قليلا في مدد لا تفي التأريخات بحفظ أطرافها، وإما تحت المياه لشدة الحرارة المختلفة تحت البحر، والأولى أن يكون بعد الانكشاف... ولهذا يوجد في كثير من الأحجار إذا كسرت أجزاء الحيوانات المائية، كالأصداف وغيرها، ولا يبعد أن تكون القوة المعدنية قد تولدت هناك، فأعانت أيضا".
وتزودنا الحفريات بصفة عامة بسجل للتغيير الهائل الذي امتد عبر ثلاثة بلايين سنة من الزمن الجيولوجي. وعلى الرغم من الاحتمال القائم بأن الكائنات العديدة الخلية كانت منتشرة في بحار العصر ما قبل الكمبيري، إلا أنها كانت كائنات ناعمة الملمس جدا بحيث إنها تصبح غير مناسبة لأن تتكون منها حفريات. ومن ثم فإن العصر ما قبل الكمبيري قد خلف لنا بقايا نادرة. إلا أن هذه البقايا قد زادت بصورة غير محدودة مع وجود المحارات الصلبة وأجزاء هيكلية من الجسم بحلول العصر البلوزيكي منذ 570 مليون سنة خلت. وقد استخدم علماء الجيولوجيا في القرن التاسع عشر هذه الثروة من الحفريات لوضع تقسيم زمني لآخر نصف بليون سنة.
**المياه الجوفية**
مصطلح يطلق على الماء الموجود في مسام الصخور وفي ترسيبات المناطق المتشبعة تماما. وبالرغم من أن هذا النوع من المياه لا يستخدم على نطاق واسع مثل الماء المتوفر على سطح الأرض ، إلا أن المياه الجوفية تمثل أحد أهم مصادر المياه في المناطق الريفية. وفي العديد من المناطق تشكل المياه الجوفية أكبر مخزون من المياه الصالحة للشرب، بل تعد المصدر الأوحد لمياه الري وللأغراض الصناعية والمحلية. وحتى في المناطق الرطبة، يتم استخراج كم كبير من المياه الجوفية لأغراض عديدة.
وبوجه عام تفضل المياه الجوفية على المياه الموجودة على سطح الأرض لأنها أقل تعرضا للتلوث من جراء الطفيليات المسببة للأمراض، كما أنها توجد على بعد طفيف تحت سطح الأرض بالإضافة إلى أنها ذات درجة حرارة ثابتة ومتوافرة في العديد من المناطق حتى تلك التي تعرضت لسنين عديدة من الجفاف الشديد.
منشأ المياه الجوفية
تتكون معظم المياه الجوفية الضحلة بشكل مباشر من رشح كميات صغيرة من مياه الأمطار والثلوج الذائبة إلى الطبقة التي تلي السطح. أما المياه الجوفية البعيدة الغور فقد تمسكها مسام التربة فتظل راكدة لآلاف بل لملايين السنين. وبعض هذا النوع من المياه يحتوي على كميات كبيرة من الأملاح المذابة وقد تكون مياه بحر مالحة أمسكتها الصخور المحيطة بها أثناء تكونها منذ قديم الزمان. غير أن الماء المالح البعيد الغور في أغلب البيئات الجيولوجية ينتقل ببطيء ولا يمثل ذلك الماء المحصور عند تكون الصخور. أما في المناطق البركانية فقد تنتج كميات قليلة من المياه الجوفية من كتل الصخور النارية المنصهرة في الجزء الأعمق من الطبقة التي تلي السطح. وحتى في المناطق التي توجد بها عيون ساخنة، تكون كميات المياه التي مصدرها الصخور المنصهرة بوجه عام أقل من نسبة 1% من مجموع الماء الساخن المتدفق على السطح.
**حركة المياه الجوفية**
يتحدد معدل حركة المياه الجوفية على أساس نفاذية الصخور أو الترسيبات التي تحوي هذه المياه وكذا معدل انحدار مستوى الماء، كما أن معدل تدفق مياه النهر يعتمد على انحدار مجرى النهر. ويعد معدل حركة المياه الجوفية أقل سرعة من مياه السطح، وتقدر في الغالب ببضعة سنتيمترات قليلة في اليوم. وتعد هذه الحركة البطيئة أحد أهم خصائص ال مياه الجوفية لأن ذلك يعني أنها ستظل موجودة في الأرض ومتوافرة لفترات طويلة نسبيا بحيث يمكن للإنسان استخدامها قبل أن تأخذ طريقها إلى البحر. فإذا توافرت الطبقات الحافظة للماء، فقد يتحرك الماء الجوفي من مصدره لمسافة تقدر بمئات الكيلو مترات.
وقد تفوق العرب في العصور التاريخية الأولى في معرفة استنباط الماء من باطن الأرض بواسطة بعض الأمارات الدالة على وجوده، فيعرف بعده وقربه بشم التراب، أو برائحة النباتات فيه، أو بحركة حيوان مخصوص، وسمي هذا عندهم "بعلم الريافة"، وهو من فروع الفراسة من جهة التعرف على مكامن في باطن الأرض، ومن فروع الهندسة من جهة الحفر وإخراجه إلى وجه الأرض. ويقال لمن يقوم بالحفر واستخراج الماء"القناء".
وتطورت هذه المعرفة الفطرية عند العرب، إبان عصر النهضة العلمية الإسلامية، وأصبحت تقنية مدونة بأساسيها النظري والتطبيقي، وما يتطلبه ذلك من اختراع موازين وأجهزة لقياس ارتفاعات الأرض وتحديد مناسيب المياه. ويعد كتاب إنباط المياه الخفية الذي صنفه أبو بكر محمد بن الحاسب الكرجي بين عام 406هـ-1016م / و420هـ-1029م نموذجا لما وصلت إليه هذه التقنية. وينبئ الكتاب عن الخبرة الفنية الهندسية التي اكتسبها المؤلف، والمعارف النظرية التي حصلها، ففي وصف شكل البربخ وصناعته وعملية إجراء الماء فيه، يقول: "شكل البربخ أن يكون أحد رأسيه أوسع من الآخر ليدخل الرأس الأضيق في جوف الأوسع عند نصبها قدر أصبعين (حوالي أربعة سنتيمترات)، ويكون طول البربخ أربعة أمثال قطر دائرة رأسه الأوسع، بل كلما كان أطول كان أجود أن يتماسك طينه ولم يفسد، ويكون رأسه الأضيق أرق خزفا من الأوسع، وتكون مستقيمة الطول، متخذة من طين حر عذب، مطبوخة طبخا تاما، والطين الحر المخلص من الرمل والحصى يخالط بالماء كان أبقى... ، أما نصب البرابخ: أن يحفر في الأرض موضعها مثل ساقية، يكون قرارها إذا مد عليه خيط لم يوجد في قرارها اعوجاج من صعود ونزول، ويكون مخرج الماء منها أسفل من مكان الماء فيها بأي قدر أمكن أن ينزل عنه، ويبتدأ بموضعها من مكان مخرج الماء منها، على أن يدخل الماء فيها من أوسع بابيه ويخرج من أضيقها. ويطلى الرأس الأضيق قدر أصبعين بالنورة التي أصف عجنها من بعد، ويدخل في جوف الذي يليه، ويطلى بعد ذلك الوصل خار جا بالنورة المذكورة".
ويضيف أبو بكر الكرجي: "ويترك في كل مائة ذراع (حوالي 55 مترا) إلى أجوافها متنفس لئلا تختنق الريح فيها فتشققها، فإذا فرغ من ذلك تركت ثلاثة أيام أو أكثر، ثم يرسل الماء فيها على رفق، وإن طلي داخلها قبل نصبها بالشحم المذاب أو الدهن كانت أحفظ للماء، فإذا انطبقت في موضعها على ما وصفت، طم حواليها وظهورها بطين حر حتى لا يبقى في أسافلها موضع خال منه".
**تنمية المياه الجوفية**
إن غالب المياه الجوفية التي نستخدمها الآن مصدرها الآبار، ومنها ما يكون مصدرها العيون وأنفاق التجميع الأفقية. وأول مراحل تنمية مخزون المياه الجوفية هو معرفة الآبار والعيون الموجودة وعن طريق الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية، يتم تقدير موارد المياه الجوفية المتوفرة في المنطقة. ثم تجرى بعد ذلك اختبارات من خلال التنقيب للتأكد من مدى صحة ودقة البيانات التي تم جمعها، ثم تتم عمليات ضخ للآبار الموجودة حاليا والآبار الحديثة الاكتشاف لتحديد كم المخزون وخصائص انتقال الماء في مواد الطبقة الأرضية التي تلي السطح. وكانت هذه النقطة في الماضي هي نهاية المطاف التي يتم بعدها التنقيب عن الآبار تمهيدا للخطوة النهائية المتمثلة في إنتاج المياه الجوفية. وقد تعاظم الاتجاه في الآونة الأخيرة لتصميم نماذج رياضية تعبر عن الوضع المستقبلي لمخزون المياه الجوفية يمكن بعد ذلك استخدام هذه النماذج في التعامل مع موارد المياه الجوفية.
ويعكف علماء الزراعة على تقييم تقنيات ري جديدة وتصميم نماذج تتعلق بالدراسات الخاصة بجودة المياه الجوفية. هذه الدراسات سيكون من شأنها المساعدة على ضمان الاستغلال الأمثل للمياه الجوفية التي تعد أحد المصادر الهامة.