مشاهدات علمية

الصخور والمعادن

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع

مشاهدات علمية

الصخور والمعادن

بالتعاون مع متحف التاريخ الطبيعي

شاهد بنفسك الثروة الضخمة من الصخور والمعادن المختبئة تحت أقدامنا، وكيف تتكون، واستخداماتها العديدة فى حياتنا اليومية

شاهد

كيف صنعت الدهانات والألوان لأول مرة من الصخور المسحوقة

تعلم

كل شيء عن الصخور الآتية من الفضاء الخارجي

اكتشف

مم تتكون الأرض، وكيف تكونت صخورها

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع

مشاهدات علمية الصخور والمعادن
01-05-02-01 2795

مشاهدات علمية الصخور والمعادن
تأليف: د/ر.ف. سايمز

مشاهدات علمية

الصخور والمعادن

Ashraf Omar Samour
Arab Commix

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع

تورمالين مقطوع
(سيليكات ألومنيوم
وبورون)

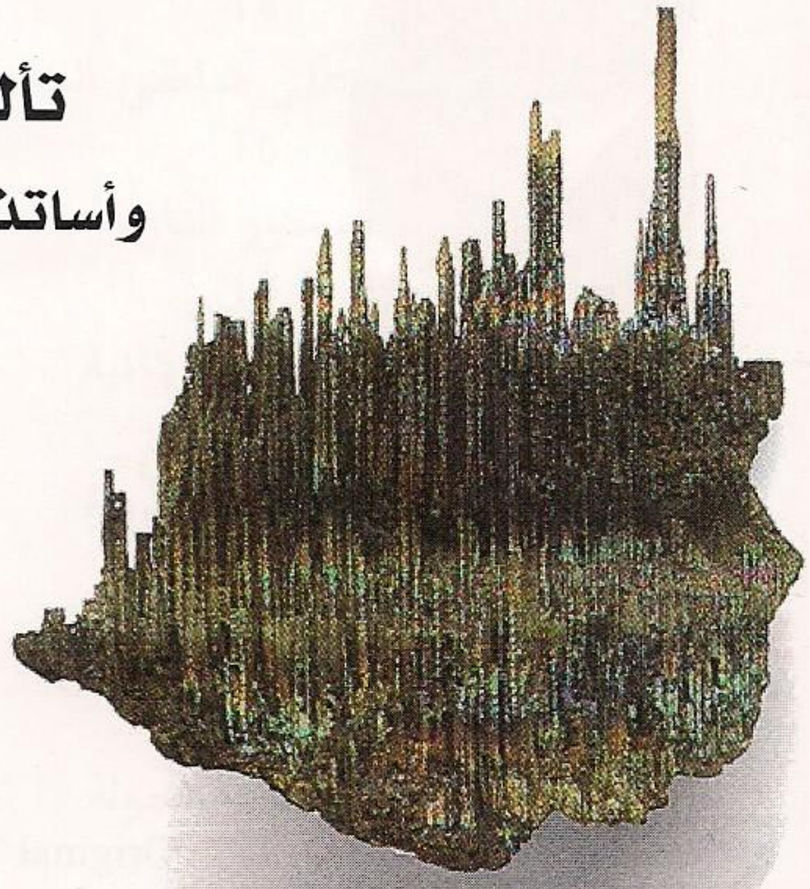
عين القط (حجر
كريم كثير الألوان)

مشاهدات علمية

الصخور والمعادن

تأليف: د/ ر. ف. سايمز

وأساتذة متحف التاريخ الطبيعى ـ لندن



الجيوثيت

أوبسيديان (صخر
نارى مكوّن للزجاج)

البيريت

كبريت

لابرادورايت (سيليكات
ألومنيوم وصوديوم
وكالسيوم)

النفريت
(معدن السيليكات)

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع

شريحة من عُقَيدة
صخرية تتخللها حواجز
كالسيتية

صخر متبلر من
عقيق كلورايت

هيماتيت (أكسيد
الحديديك الأحمر)

الزنجفر: كبريتيد
الزئبقيك

زهر صحراوى
من الجبس

جرانيت

حجر دينلوك الجيرى به
أحافير ثلاثى الفصوص

المحتويات

6
كوكب الأرض
8
ما الصخور والمعادن؟
10
كيف تتكون الصخور؟
12
التجوية والتآكل
14
صخور على شاطئ البحر
16
الصخور النارية
18
الصخور البركانية
20
الصخور الرسوبية
22
كهوف الحجر الجيرى
24
الصخور المتحولة
26
الرخام
28
أولى الأدوات من حجر الصوان
30
استخدام الصخور كأدوات
32
الأصباغ
34
أحجار البناء
36
قصة الفحم
38
الأحافير
40
صخور من الفضاء
42
المعادن المكوِّنة للصخور
44
البلورات

46
كيف تتكون البلورات
48
خواص المعادن
50
الأحجار الكريمة
52
أحجار الزينة
54
أحجار كريمة أقل شهرة
56
خام المعادن والفلزات
58
الفلزات الثمينة
60
قطع وصقل الأحجار
62
جمع الصخور والمعادن
64
هل تعلم؟
66
صخر أم معدن؟
68
اكتشف المزيد
70
المصطلحات
72
الكشاف

اسم السلسلة: مشاهدات علمية

العنوان: الصخور والمعادن

تأليف: د/ ر.ف. سايمز

ترجمة: محمد على النقراشى

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم

‘A Dorling Kindersley Book’
www.dk.com
Original Title :Eyewitness Guides: Rock & Mineral

Copyright © 1988, 2002 Dorling Kindersley Limited.

Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R0RL.

ترجمة كتاب Rock & Mineral

تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع

بترخيص من DK

يحظر طبع أو تصوير أو تخزين أى جزء من هذا الكتاب سواء النص أو الصور بأية وسيلة من وسائل تسجيل البيانات، إلا بإذن كتابى صريح من الناشر.

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع
أسسها أحمد محمد إبراهيم سنة 1938

الترقيم الدولى: 0-3934-14-977 رقم الإيداع: 2007/15997 الطبعة 1 : يوليو 2007

الإدارة العامة :
21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة
تليفون : 33466434 - 33472864 02
فاكس : 33462576 02

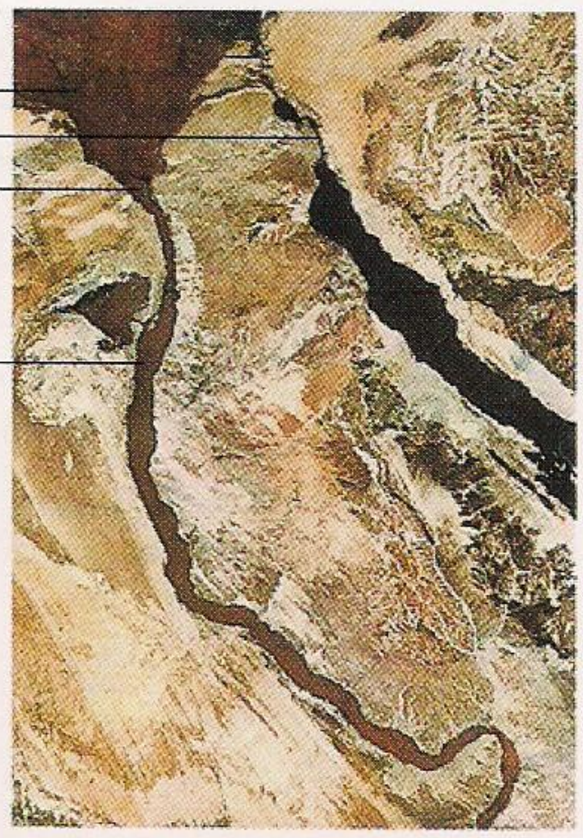
المركز الرئيسى :
80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر
تليفون : 38330287 - 38330289 02
فاكس : 38330296 02

مركز التوزيع :
18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة
تليفون : 25909827 - 25908895 02
فاكس : 25903395 02

فرع الإسكندرية :
408 طريق الحرية - رشدى
تليفون : 5462090 03

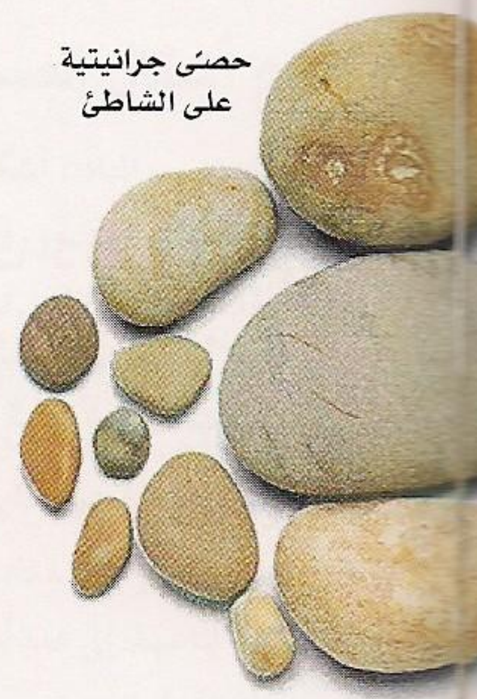
فرع المنصورة :
13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام
تليفون : 2221866 050

E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com
Website: www.nahdetmisr.com



صورة بالقمر الصناعى لنهر النيل والدلتا

يجرى نهر النيل حاملاً بقايا الصخر الدقيقة التى تآكلت من الصخور فى مصر الوسطى ويقوم بترسيبها فى الدلتا والبحر حيث تتكون صخور رسوبية فى النهاية. (ص11 و20).



حصى جرانيتية على الشاطئ

الصخور النارية

أكثر أشكال الصخور شيوعًا، وقد تكوَّنت من صهارة ذائبة . لمزيد من *المعلومات* انظر ص16، 17.

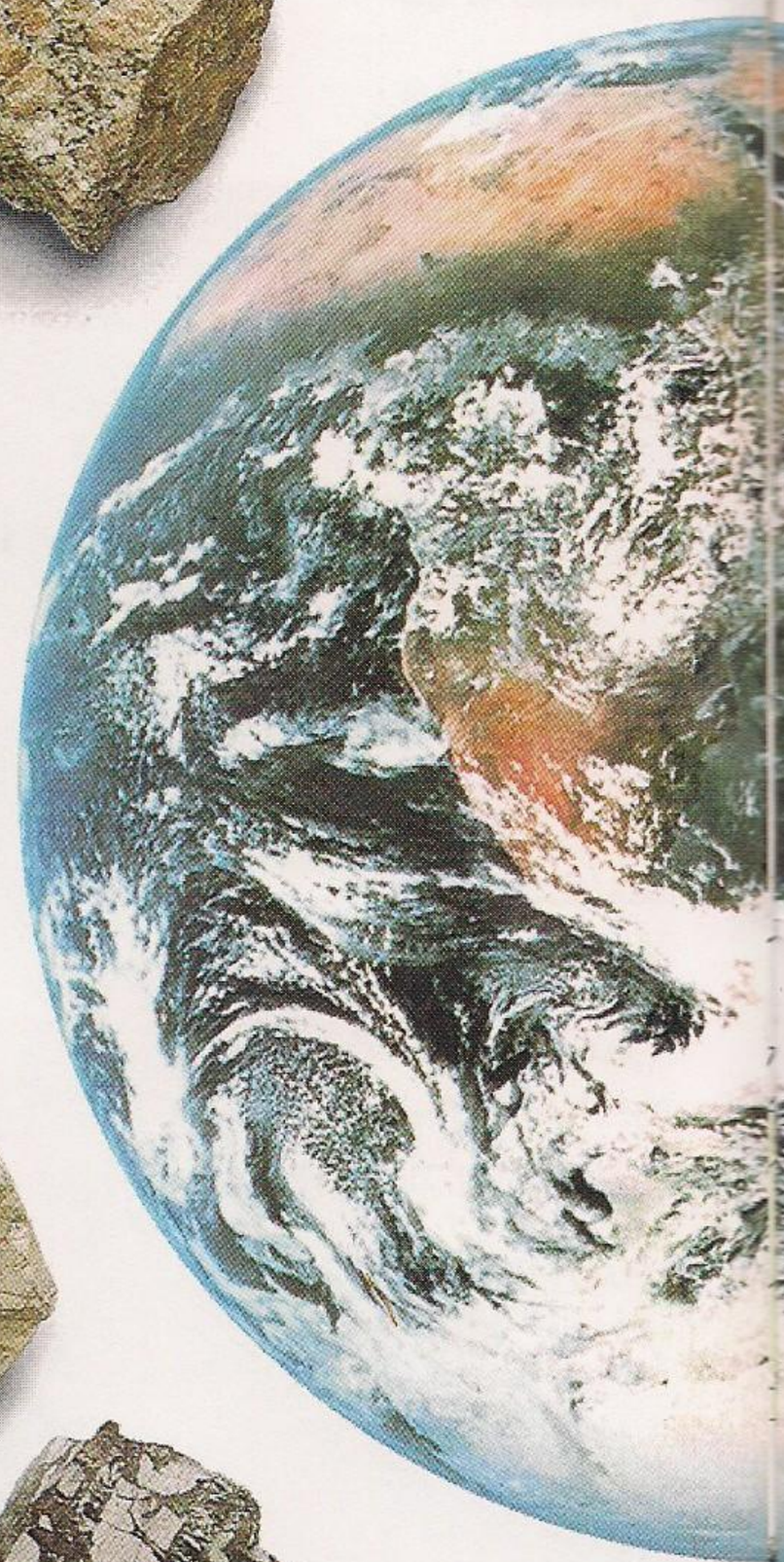
جرانيت

الصخور البركانية

ينتج عن النشاط البركانى أنواعٌ مختلفة من الصخور والحمم . لمزيد من *المعلومات* انظر ص18، 19.

حمم على شكل أحبال فى جزيرة هاواى

حجر جيرى من الكربونيات



صورة بالقمر الصناعى لشرق إفريقيا

فى هذه المنطقة مظاهر طبيعية مختلفة تكوَّنت من صخور مختلفة على سبيل المثال: صخور بركانية (ص 18) نتج عنها جبل كليمنجارو، والمتبخرات (ص 21) فى البحيرات الجافة.

الصخور الرسوبية

تتكون هذه المجموعة من الصخور من رسوبيات مندمجة بفعل تآكل صخور أخرى. لمزيد من *المعلومات* انظر ص20 - 23.

الأنتراسيت، وهو أصلد أنواع الفحم

الفحم

يعتبر الفحم صخرًا رسوبيًّا تكون من أحافير النباتات.
لمزيد من *المعلومات* انظر ص36، 37.

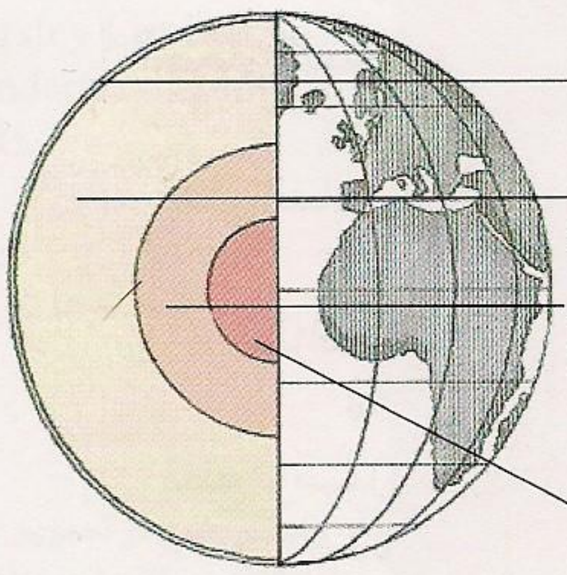
كوكب الأرض

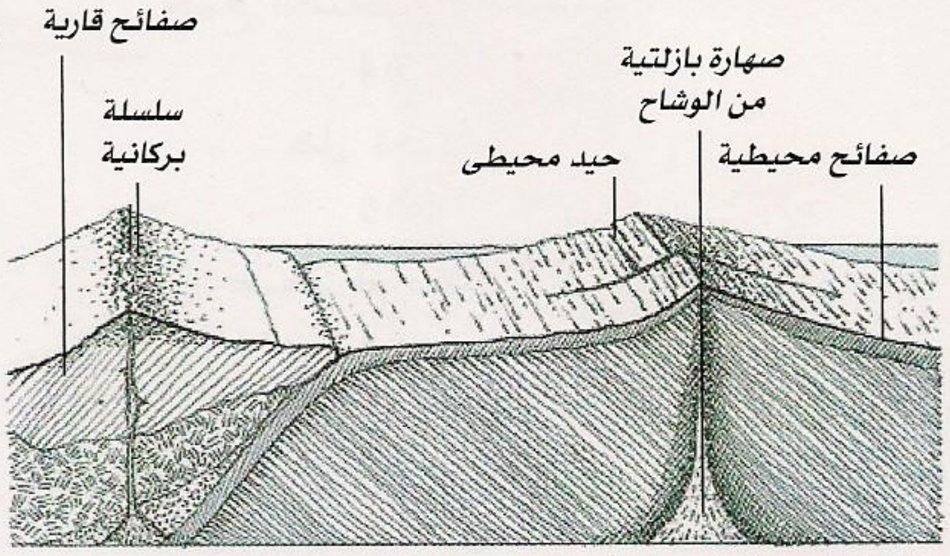
منظر مبكر للأرض يبدو فيه اللب المنصهر

الأرض هى أحد الكواكب التسع التى تدور حول الشمس، ويعتقد أن عمرها يقترب من 4600 مليون سنة. وتعنى كلمة جيولوجيا «دراسة الأرض»، ولأن الصخور يمكن أن تزودنا بمعلومات قيمة عن الأرض فى الأزمنة السابقة؛ فإن الجيولوجيين يدرسونها لاستنتاج العمليات والأحداث التى أدت إلى نشوئها. ولأن الإنسان فى الوقت الحالى لا يستطيع أن يثقب لأكثر من بضعة كيلومترات فى قشرة الأرض؛ فإننا لا نستطيع الحصول على عينات صخور من طبقة الوشاح مباشرة. فعلى سبيل المثال أُخذت الصخور والمعادن التى تراها فى هذه الصفحة من بيئات عديدة، وهى بمثابة مقدمة لملامح هامة، سنتولى شرحها بالتفصيل فى هذا الكتاب.

تركيب الأرض

تتكون الأرض من ثلاثة أجزاء رئيسية: اللب، والوشاح، والقشرة. تكوّن القشرة وطبقة الوشاح العليا صفائح القارات والمحيطات وتتحرك ببطء فوق طبقة الوشاح أسفلها. وكلما ازداد القرب من مركز الأرض ازدادت درجة الحرارة والضغط.



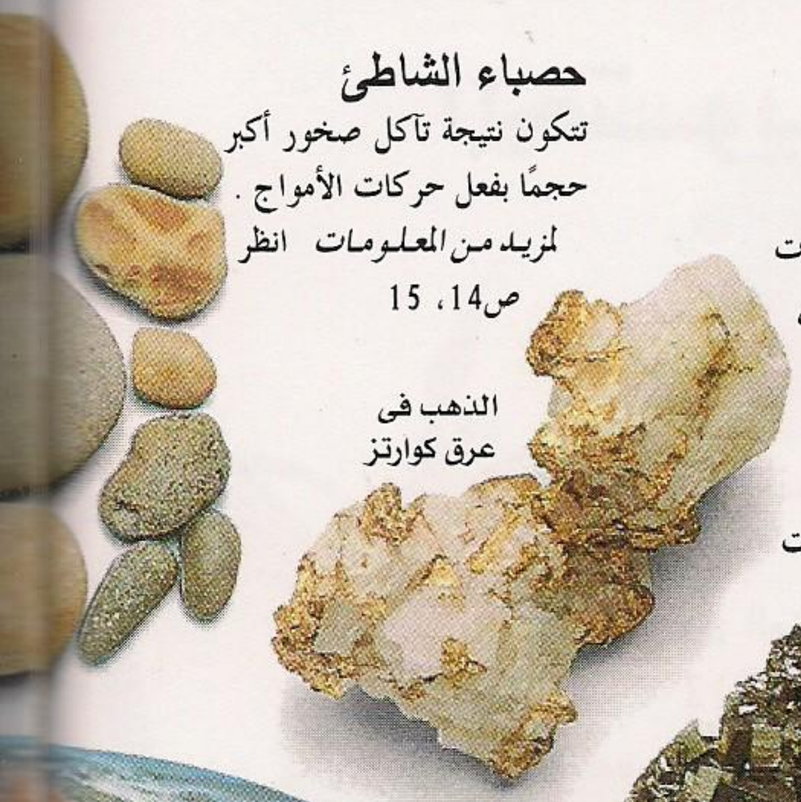


الصفائح المتحركة

عند اصطدام الصفائح القارية، قد تتكون سلاسل الجبال مثل الهيمالايا، ويحدث فى المحيط أن تملأ مواد من الوشاح الفجوة بين الصفائح فينشأ عن ذلك حيد ممتد فى قاع المحيط، وفى المناطق الأخرى تنضغط الصفائح المحيطية أسفل الصفائح القارية، مما يسبب نشاطًا بركانيًّا.

حصباء الشاطئ

تتكون نتيجة تآكل صخور أكبر حجمًا بفعل حركات الأمواج. *لمزيد من المعلومات* انظر ص14، 15



الذهب فى عرق كوارتز

معادن نفيسة

البلاتين والفضة والذهب فلزات نادرة وثمينة. *لمزيد من المعلومات* انظر ص58، 59.

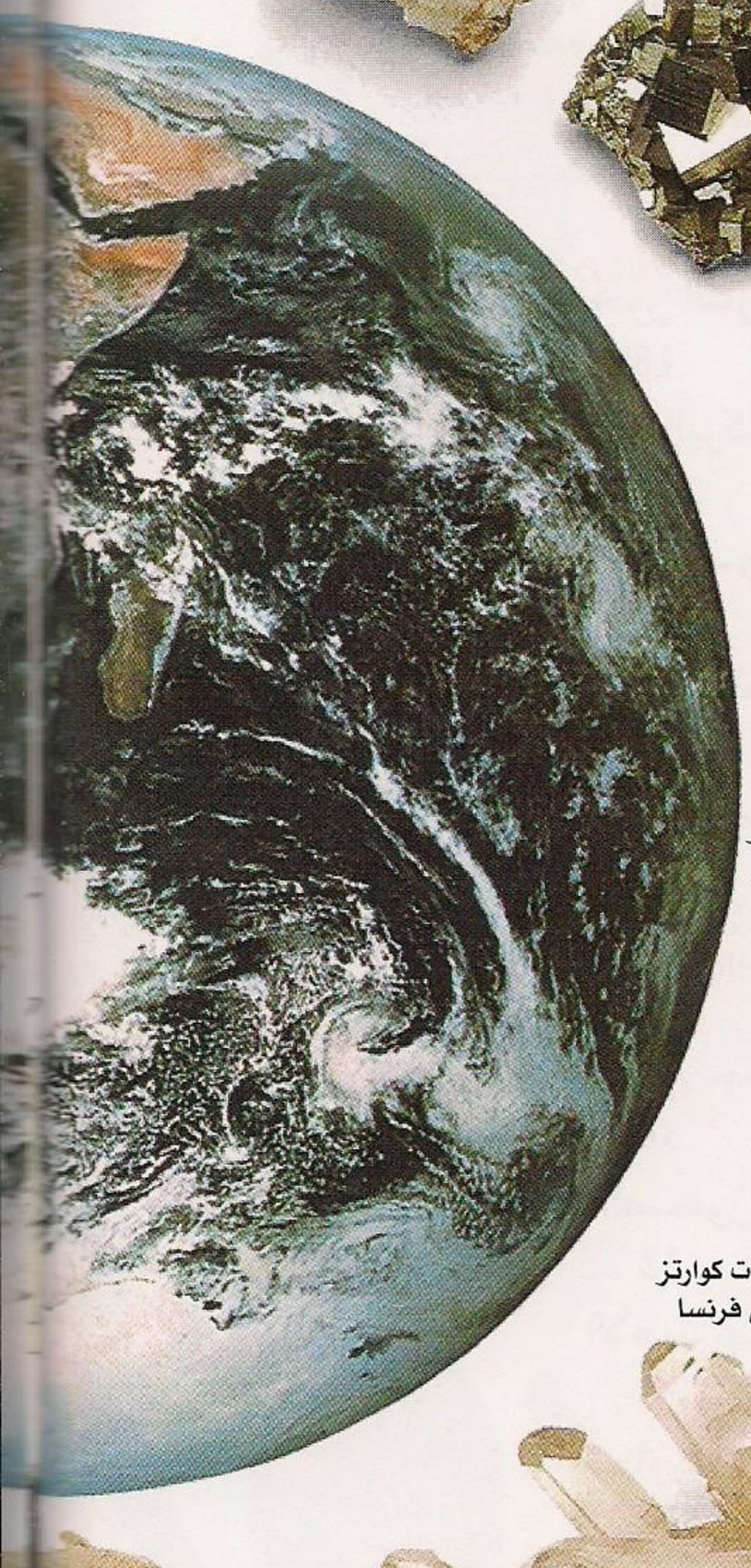
طبيعة البلورات

يطلق على أشكال وأحجام البلورات اسم طبيعة البلورات. *لمزيد من المعلومات* انظر ص46، 47.

مكعبات الـ «بيريت»

خام المعادن

الصخر الخام هو مصدر أغلب الفلزات المفيدة. *لمزيد من المعلومات* انظر ص56، 57



سترين مقطوع: أحد أشكال معدن الكوارتز

أكسيد القصدير المتبلر (خام القصدير من بوليفيا)

عروق الماس

بلورات كوارتز من فرنسا

الأحجار الكريمة

فى بعض الأحيان تُقطع أحجار كريمة نادرة وصلدة من المعادن، وهى تستخدم أساسًا فى صنع المجوهرات. *لمزيد من المعلومات* انظر ص50 ـ 55.

البلورات

تتكون معادن كثيرة من مواد صلبة منتظمة الشكل ذات أسطح مستوية تعرف باسم البلورات. *لمزيد من المعلومات* انظر ص44 ـ 47.

أصداف من الحجر الجيرى

الأحافير

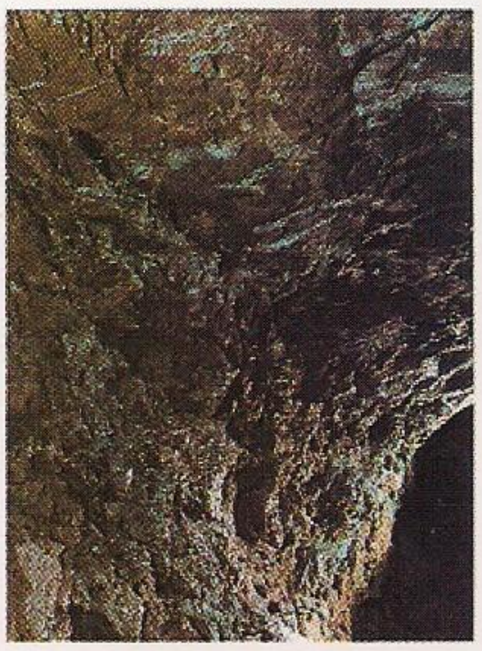
تحتوى هذه الصخور على بقايا أو آثار حيوانات ونباتات بائدة. *لمزيد من المعلومات* انظر ص38، 39.

تنوع أشكال الصخور

تتخذ الصخور والمعادن أشكالاً مختلفة، ليست الصخور بالضرورة صلبة وقاسية؛ فالرمال والطمى تعد صخورًا، ويتفاوت حجم كل معدن على حدة داخل الصخرة من بضعة ملليمترات فى الصخور البركانية ذات الحبيبات الناعمة، إلى عدة أمتار فى بجماتيت الجرانيت.

صخور تكونت بالتبخر

تتكون الهوابط من مواد تترسب وعندما تتبخر المياه الساقطة (ص 22) هذا الهابط الرائع المنظر، ذو اللون الأخضر الممتزج بالزُّرقة يتكون بأكمله من معدن الكالكانثيت (سلفات النحاس)، وقد تكون من مياه مترشحة غنية بالنحاس فى أحد المناجم.



جزء من سقف منجم ملون بترسيبات معدن النحاس الـ (كالكانثيت)

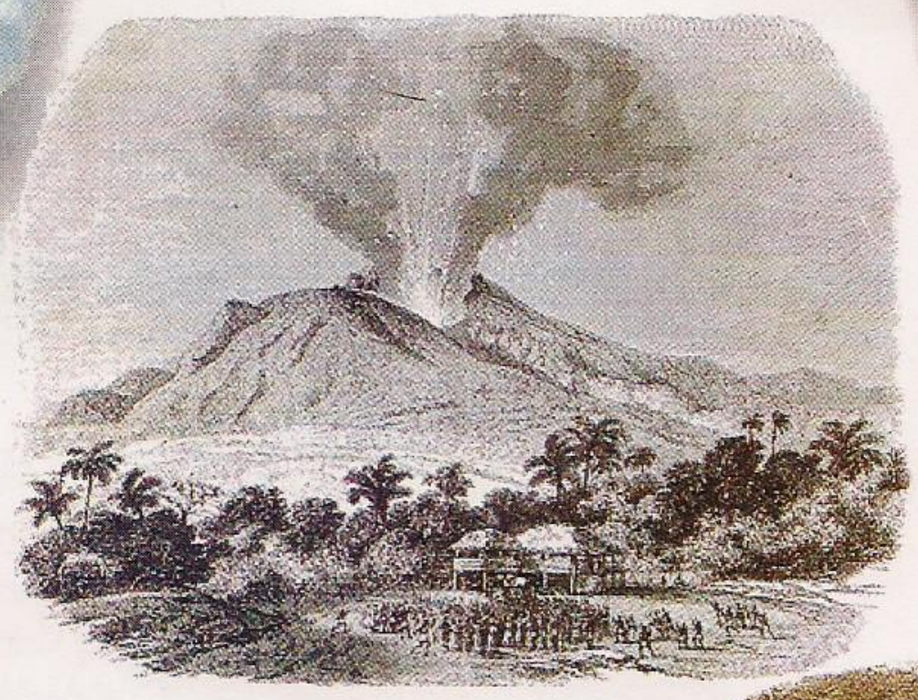
صخور تتكون داخل صخور

هذه العينة من الصخور الرسوبية هى عُقيدة (عقدة صغيرة) من حجر الصلصال تتخللها حواجز كالسيتية متشعبة. تتكون مثل هذه العقيدات عندما تعيد المياه الجوفية توزيع المعادن داخل الصخور بنسق عُقدى معين. تسمى العقد أحيانًا بالدرنات الصخرية، وهنا تكون هذا النمط من العروق المتداخلة من الكالسيت.

بلورات من خام المعدن

تكونت بلورات حمراء برتقالية من معدن ولفينايت ـ أريزونا، الولايات المتحدة الأمريكية. من عروق الخام المُحملة بالرصاص والموليبندم.

ثورة بركان جبل بيليه بجزر المارتينيك، 5 أغسطس 1851



صخور تكونت نتيجة ثورة بركانية

بالرغم من شكلها غير العادى فإن «شعر بيليه» هى صخرة بالمعنى العلمى. وهى تتكون من ألياف زجاج بازلتى لونها بنى ذهبى تحتوى أحيانًا على بلورات أوليفين دقيقة، وقد تكونت من ثورة صهارة بازلتية مع انطلاق الحمم.

الصخور التى تتكون فى طبقات

النوريت صخر نارى يتكون من معادن البيروكسين وفلسبار البلاجيوكلاز ومعدن الكروميت الغنى بالكروم، فى هذه العينة من جنوب إفريقيا، انفصلت المعادن الداكنة والفاتحة اللون عن بعضها فظهرت طبقات الصخر. وتعتبر الطبقات الداكنة مصدرًا هامًا لمعدن الكروم.

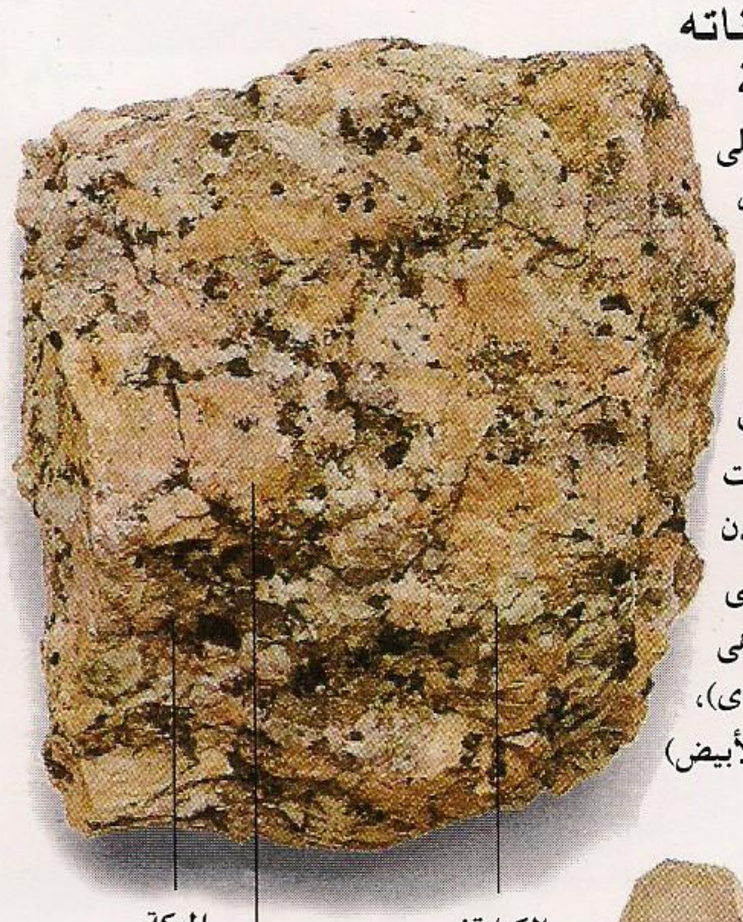
مـا الصخـــور والمعـــادن؟

جيمس هوتن (1726-1797)
أحـد مؤسســى
الجيولوجيا الحديثة

الصخور هى مجموعة طبيعية أو خليط طبيعى من عدة معادن. بعض الصخور، مثل الكوارتزيت الـ (كوارتز النقى)، والرخام الـ (كالسيت النقى) تحتوى على معدن واحد فقط. على أى حال تحتوى أغلب الصخور على أكثر من نوع. والمعادن عبارة عن مواد صلبة غير عضوية تتكون بشكل طبيعى، ولها تكوين كيميائى محدد، وترتيب ذرى منتظم. تجد هنا صخرين شائعين ـ الجرانيت والبازلت ـ مع عينات للمعادن الرئيسية التى تكوَّنا عنها. ويمكن تقسيم المعادن المكوِّنة للصخور إلى عدة مجموعات ـ تجدها مشروحة بتفصيل أكثر ص 42، 43.

الجرانيت ومكوناته المعدنية الرئيسية

يحتوى الصخر عادة على عدة أنواع من المعادن، ويختلف حجمها وتركيبها حسب الطريقة التى تكوَّنت بها. فى صخر الجرانيت النارى ذى الحبيبات الخشنة، يمكن رؤية المعادن الثلاث الرئيسية التى تكونه بالعين المجردة، وهى الكوارتز (الرمادى)، والفلسبار (الوردى والأبيض) والميكة (الأسود).



الميكة
الكوارتز
الفلسبار

البازلت والمعادن الرئيسية المكونة له

يتكون البازلت أساسًا من ثلاثة معادن ـ سيليكات الحديد والمغنسيوم ـ (أوليفين والبيروكسين، فلسبار البلاجيوكلاز ـ على أى حال، لا يمكن تمييزها بالعين المجردة لكون حبيباتها ناعمة، ولقد تم الحصول على هذا البازلت الأوليفين من فوهة بركان كيلويا بهاواى.

1 الزبرجد الزيتونى

بلورات الأوليفين الخضراء الشفافة نادرة وتعرف باسم بيريدوت (زبرجد أصفر) (ص 54).

2 الفلسبار

بلورات مسطحة أو مصقولة من الـ «لبرادوريت» (معدن متعدد السيليكات) وهى فلسبار البلاجيوكلاز من إقليم «لبرادور» بأمريكا الشمالية وتُظْهر روعة فى تنوع الألوان.

تبدو على السطح ألوان الأزرق والبرتقالى المتغايرة

بلورات أوجايت

قالب (رحم) الصخر

3 البيروكسين

عُثر على هذه البلورة الناضجة والأحادية السوداء من الأوجيت (البيروكسين، وهو صخر غنى بالحديد والمغنسيوم) فى إيطاليا، وعادة ما توجد بلورات الأوجيت فى الكثير من الصخور النارية.

3 الفلسبار

بلورات من الأورثوكلاز (نوع من الفلسبار) ولونها قد يكون فى لون اللبن أو أبيض أو ورديًّا فاتحًا.

وجه عليه حُفر بارزة

1 الكوارتز

بلورات الكوارتز المكتملة، مثل هذه المجموعة، قد تجد لها أوجهًا ذات لون يشبه اللبن وبه حفر بارزة.

2 الميكة

بلورات البيوتيت الأسود (نوع من الميكة) يمكن فصلها إلى رقائق فى سُمك البسكويت.

التجـويـــة

تعمل أحوال الطقس عملها فى الصخور، مما يسبب تغيرات كيميائية فيها، وقد تسبب كسرها (ص 12) فتكون موادّ رسوبية. على سبيل المثال: تكون حبيبات الرمل عند تكسر الصخور الحاملة للكوارتز، بينما يتكون الحجر الطفلى من صخور غنية بالفلسبار تعرضت للتجوية.

تنتج أنواع من الطمى من التجوية وتصبح من المكونات الهامة للتربة

إرساء الصخور الرسوبية

تنقل الأنهار الرواسب، كما تنقلها الرياح فى المناطق الصحراوية. فى النهاية، عندما تبطئ سرعة الوسيط الناقل ـ مثلما يحدث عندما يدخل النهر فى بحيرة ـ يحدث الترسيب على شكل طبقات تختلف حجم جزيئاتها. باندماج الجزيئات تتكون الصخور الرسوبية (ص 20).

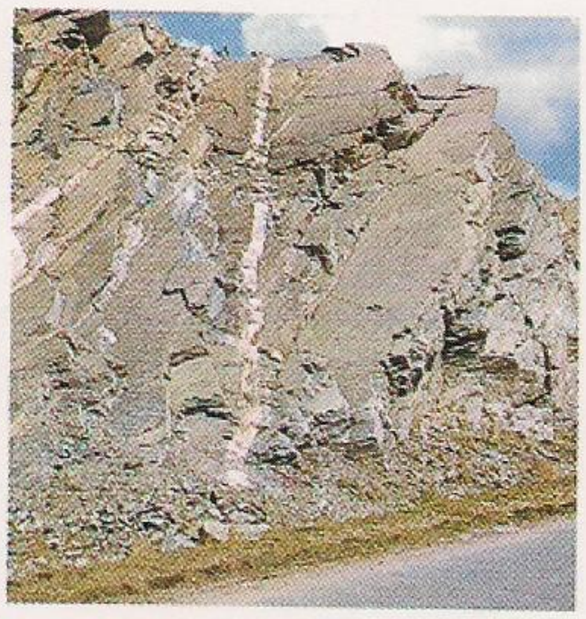
(طبقات حجر رملى من أركنساس بالولايات المتحدة الأمريكية)

حجر طفلى يتخذ شكل شرائط، من أوغندا

نقـل الأنهـار

تعمل أنهار ـ كالتى تراها من أعلى ـ على نقل شظايا الصخور من منطقة إلى أخرى. يرسب نهر المسيسيبى بمفرده آلاف الأطنان من ركام الصخور إلى الدلتا كل يوم.

حجر رملى من إسكتلندا عمره 200 مليون سنة



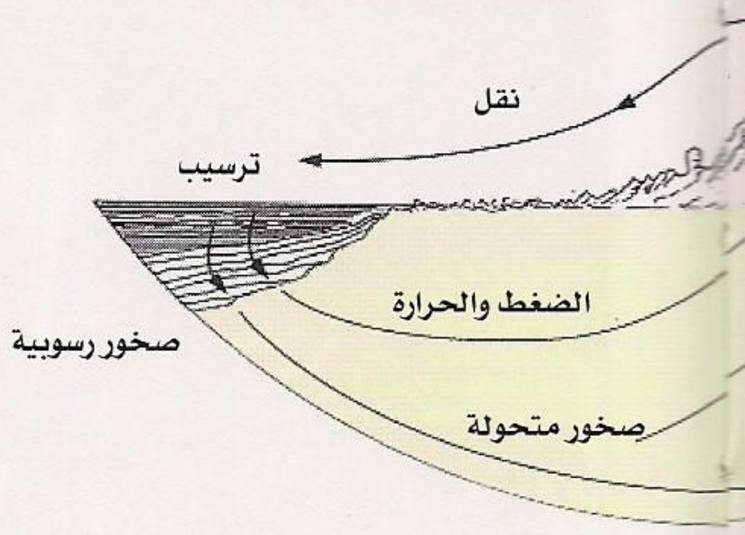
الكوارتزيت، وهو حجر رملى تعرض لتغيير، وقد تكون بفعل الضغط والحرارة تحت سطح الأرض.

الصخـور المتحولـة

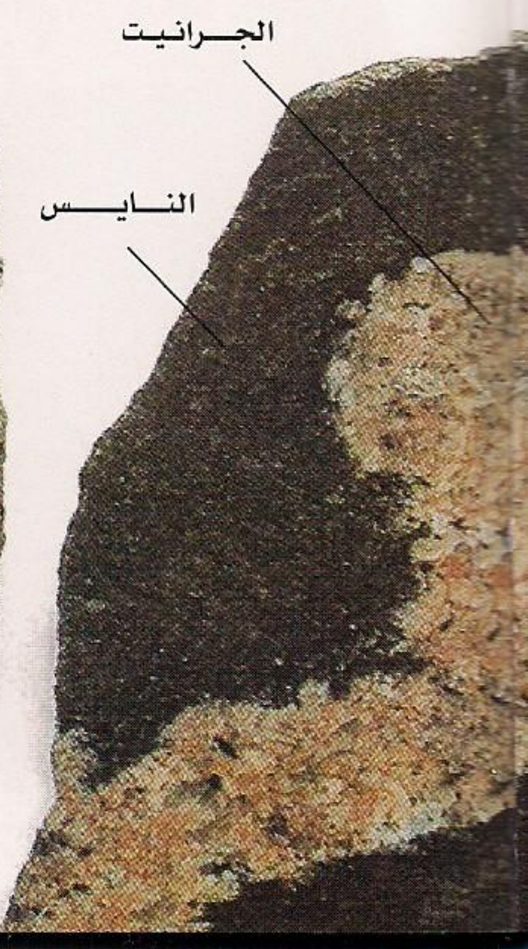
تبرز عروق الكوارتز فى صخر الشست المتحول من إسكتلندا، فى منطقة غنية بالصخور المتحولة.

دورة الصخـور

لا توجد نقطة بداية لهذه الدورة التى استمرت ملايين عديدة من السنين.



شست الميكة، تكونت بفعل حجر طفلى متحوّل



الصخـور المتحـولـة

كلما ازداد عُمق الصخر داخل الأرض تعرض لضغط أشد تمارسه عليه الصخور الرابضة فوقه، وازدادت درجة الحرارة. الضغط والحرارة يجعلان الصخور تتحول حيث تعيد المعادن توزيع بلوراتها، ويطلق على الصخور الناتجة اسم الصخور المتحولة (ص 24).

كيف تتكون الصخور؟

تجرى العمليات الجيولوجية فى دورات دائمة فتعيد توزيع العناصر الكيميائية والمعادن والصخور داخل الأرض وعلى سطحها. كما تعمل حرارة الأرض الداخلية على إحداث عمليات تحوُّل للصخور وتكوين الجبال. وكذا تتسبب الطاقة الشمسية فى حدوث العمليات السطحية مثل تآكل الصخور (التجوية).

الأندسيت، تكون من ثورة بركان فى جزر سليمان بالمحيط الهادى

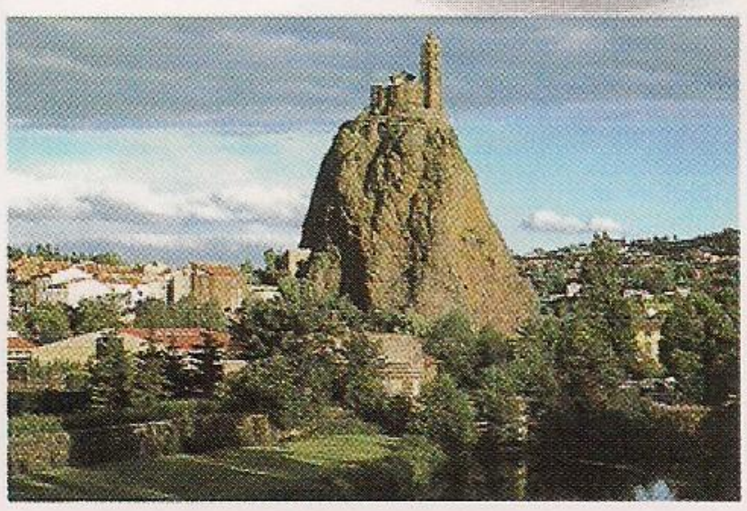
رمال الكوارتز النقية، تكونت من تجوية صخر الجرانيت أو الأحجار الرملية

النشاط البركانى

عندما تذوب صخور القشرة والوشاح العلوى، تكوّن الصهارة التى تندفع بدورها إلى سطح الأرض مع ثورة البركان. وتنتج عن هذا النشاط الصخور النارية (ص 16) وأكثرها شيوعًا البازلت.

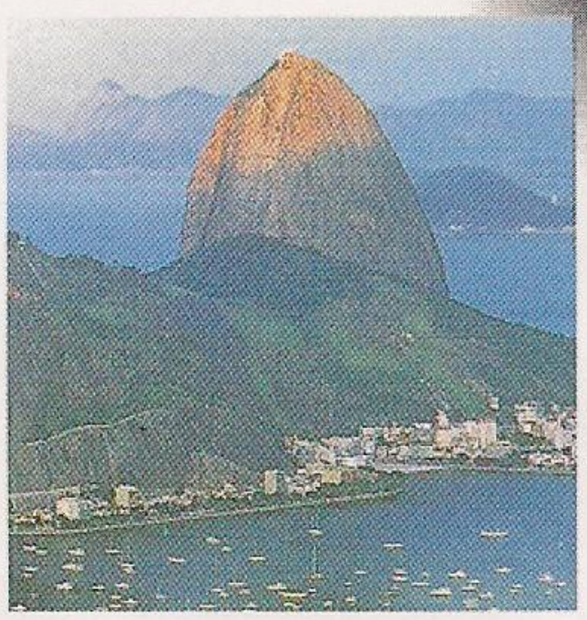
حمم بازلتية من تدفقات حمم بركان بهاواى

الجابرو، المعادل الخشن الحبيبات للبازلت، من فنلندا



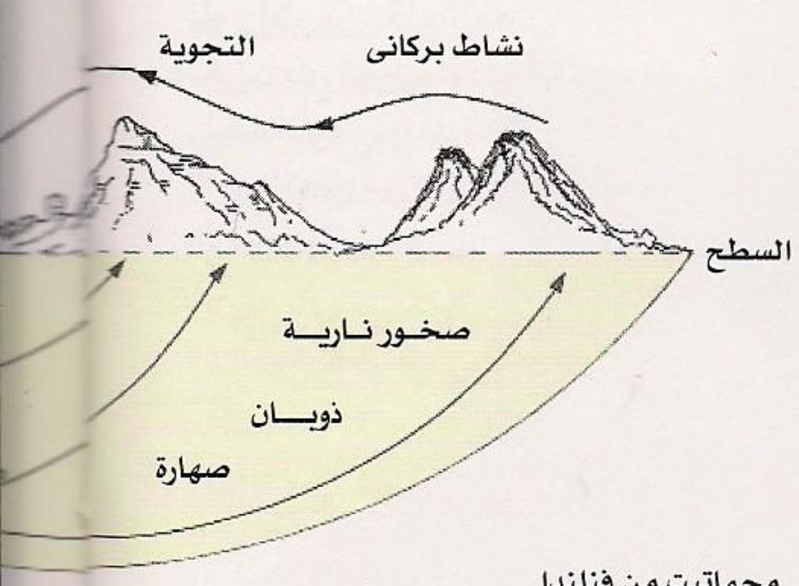
أثر بركانى

«لو بوى دو دوم» بفرنسا عبارة عن ركام صخرى كان ذات يوم اللبّ المركزىّ لبركان قديم.



بروز من صخور نارية

يتكون جبل «شوجَر لوف» بالبرازيل من صخور نارية مترسبة داخله ووصلت إلى السطح بعد أن أزالت عوامل التعرية الصخورَ الجاثمة فوقها.

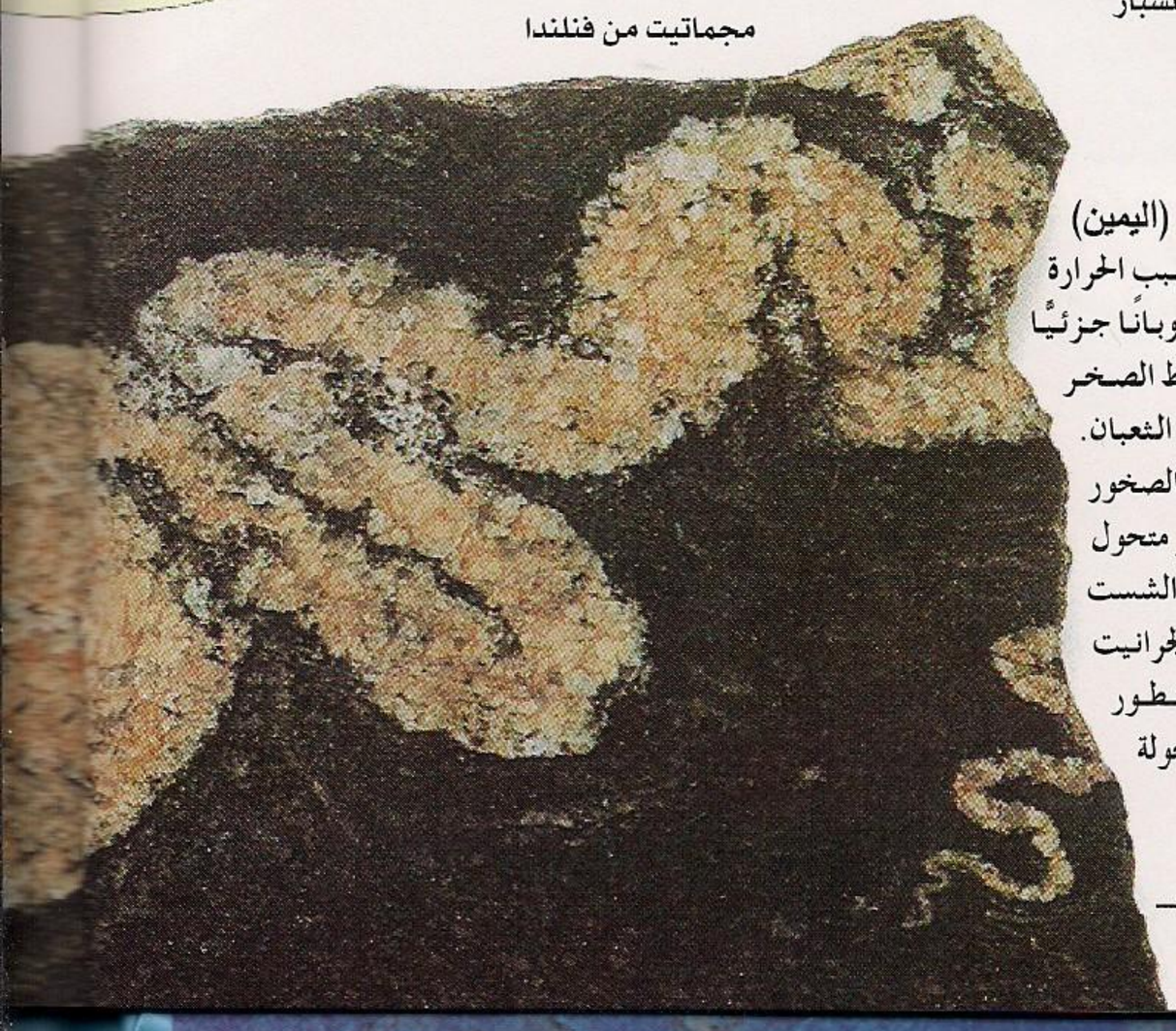


الجرانيت يحتوى على بلورات فلسبار الوردية من شمال إنجلترا

صخور من الصهارة

تسمى الصخور التى تتكون داخل الأرض نتيجة الصهارة الذائبة صخور نارية مسترسبة (ص 16) وتعرف أيضًا بالصخور البلوتونية نسبة إلى بلوتو إله العالم السفلى عند الإغريق. أحدها وهو صخر الجرانيت يمكن أن يكوّن سلاسل جبلية على شكل كتل ضخمة تسمى الباثولية.

مجماتيت من فنلندا



ذوبان الصخور (اليمين)

يحدث أحيانًا أن تسبب الحرارة والضغط الهائلين ذوبانًا جزئيًّا للصخور إذا انضغط الصخر تتكون عروق تشبه الثعبان. والمجماتيت خليط من الصخور التى تتكون من صخر متحول مثل النايس أو الشست تتخللها عروق الجرانيت وهى تبين مراحل تطور الصخر من الحالة المتحولة إلى الذائبة أو النارية.

التجوية الكيميائية

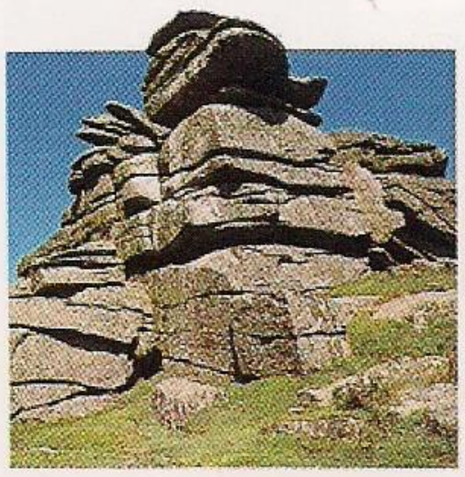
القليل من المعادن فقط يمكنه مقاومة التجوية بفعل الأمطار الحمضية. تذوب المعادن على السطح وقد تنساب داخل التربة وتعيد الترسب أسفل الصخور.

جرانيت يانع لم يتغير

جرانيت خشن بفعل التجوية

المعادن المتغيرة

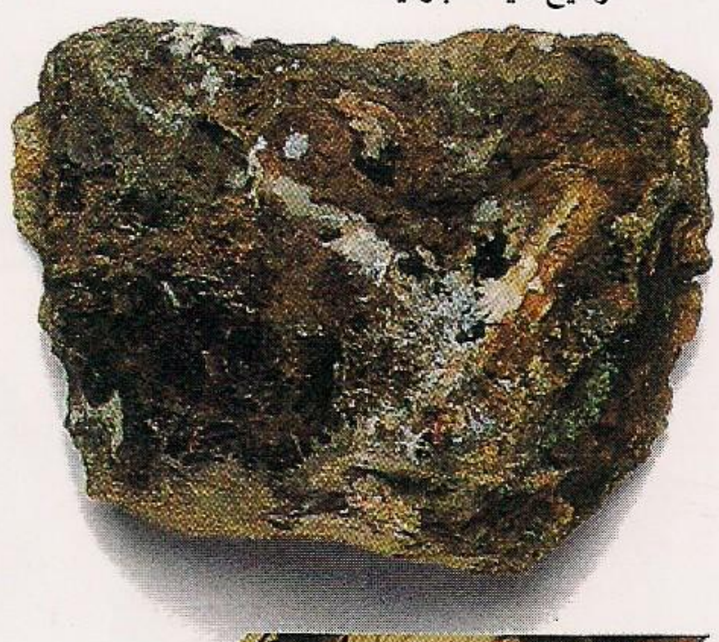
تنقسم أحجار الجرانيت بسبب تمدد الماء عند تجمده، وتتغير مكوناته الكيميائية وتنتج شظايا صخرية خشنة.



الكتل الجرانيتية

تتكون صخور مستديرة بفعل التجوية من بقايا تآكل صخور مجاورة. هذا المثال من دارتمور بإنجلترا.

الجوسان تغير بفعل ترشيح المياه الجوفية



معادن ثانوية

تغيرات كيميائية

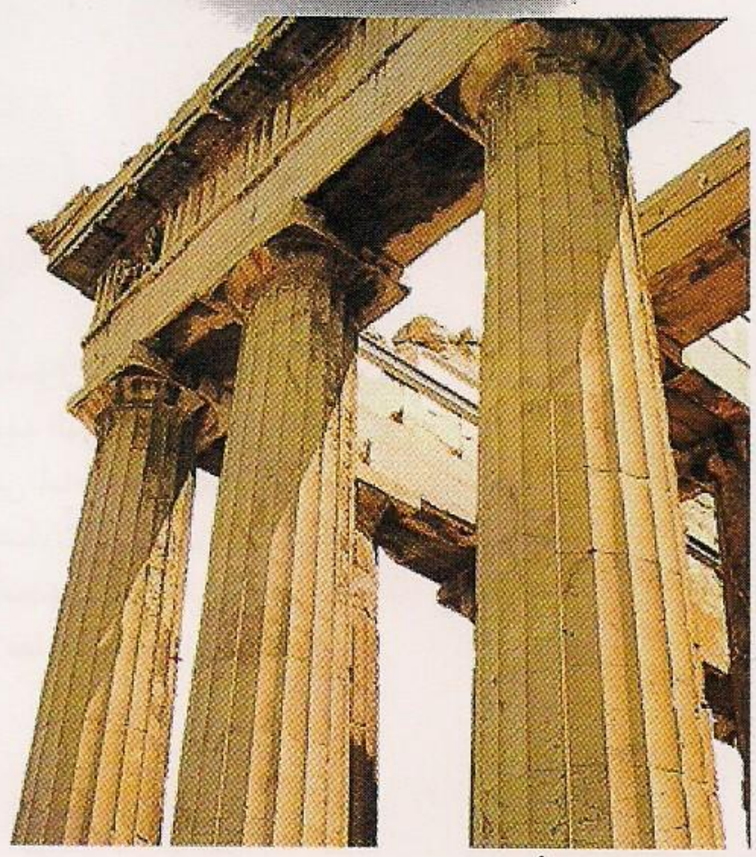
قد تتسبب التجوية الكيميائية بعِرق صخر خام فى إعادة توزيع معادنه . تكونت المعادن ذات الألوان البراقة من ترسيبات معادن ذائبة من صخور تعلوها تعرضت للتجوية، وهى تسمى «ترسيبات ثانوية».

التجوية الاستوائية

يحدث فى بعض المناخات الاستوائية أن يذوب الكوارتز بينما تتحول مكونات الفلسبارات إلى معادن طينية تتجمع على شكل ترسيب سطحى سميك من البوكسيت.

التآكل الجليدى

مع تحرك الأنهار الجليدية فإنها تلتقط بقايا صخور تتجمد فى قاعدة الجليد. تسبب الكتلة المتجمدة المتحركة مزيدًا من تآكل الصخور أسفلها.



البارثينون، أثينا، اليونان

قد تتفاعل المواد الكيميائية الموجودة فى الهواء مع الصخر وتسبب تجوية بالغة. ترى هذا على معبد البارثينون وعلى ميزاب بعض الكنائس.

صخر مخدوش

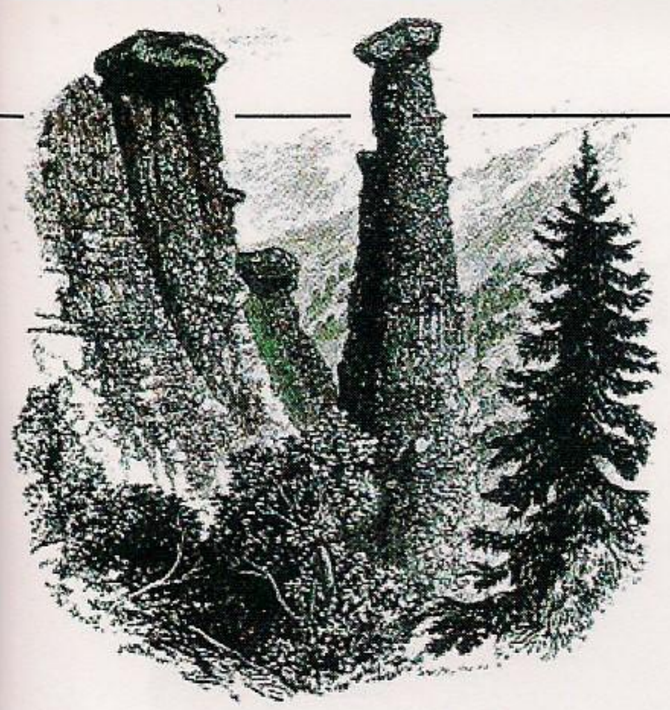
صخر جيرى به آثار إزميل من جريندلوالد بسويسرا، بسبب شظايا صخرية نحاتة، كانت موجودة بالنهر الجليدى الذى غمرها.

ترسيبات النهر الجليدى

يترك النهر الجليدى الذائب ترسيبًا من الطين القاسى يحتوى على شظايا صخر مسحوقة تتراوح ما بين حبيبات بالغة الضآلة إلى حصباء كبيرة. ويطلق على الترسيبات الكبيرة التى ترسخت على شكل صخرة «كتلة الطين القاسى الكبيرة». هذه العينة هى من سلسلة جبال فلندرز بأستراليا، وهى منطقة كانت تغمرها الأنهار الجليدية منذ حوالى 600 مليون سنة.

نهر «مورتيراتش» الجليدى بسويسرا (إلى اليمين)

الأنهار الجليدية سبب رئيسى لعوامل التآكل فى المناطق الجبلية.

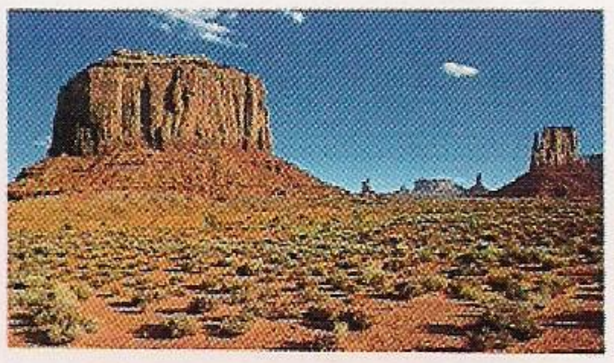


التجـويـة والتـآكـل

تفعل عوامل التعرية فعلها فى كل الصخور على سطح الأرض. وعندما تتفتت الصخور دونَ أن تتحولَ عن موضعها، (وهى فى مكانها) يسمى هذا «تجوية»، والتجوية إما أن تكون كيميائية أو ميكانيكية. أما إذا ما تفتتت الصخور أثناء الحركة أو بفعل وسط متحرك، مثل النهر أو المثلجة (النهر الجليدى)، فيسمى هذا تآكلاً.

التآكـل بفعل الريـح

يتسبب الهبوب المتصل للريح المحملة بشظايا رسوبية فى تفتيت بطىء للصخر وتآكله.



وادى الآثار أريزونا، الولايات المتحدة

ينتج عن التَّحاتّ واسع المدى بواسطة الريح بروز أشكال أرضية تسمى الهضاب شديدة التحدر.

التحـات بالريـح

يعمل التأثير التحاتّى للريح على تفتيت طبقات الصخر الرقيقة فتبرز الطبقات الأصلب، كما هو الحال مع هذه الصخرة من الصومال.

التجوية بفعل تقلب درجات الحرارة

يتسبب تمدد وانكماش الصخر باختلاف درجات الحرارة فى تفتته، كما قد يحدث تحطم للصخور بسبب الصقيع عندما يتمدد الماء المتجمد.

حجر رملى تكون نتيجة لتراكم الرمال منذ 200 مليون سنة فى بيئة صحراوية

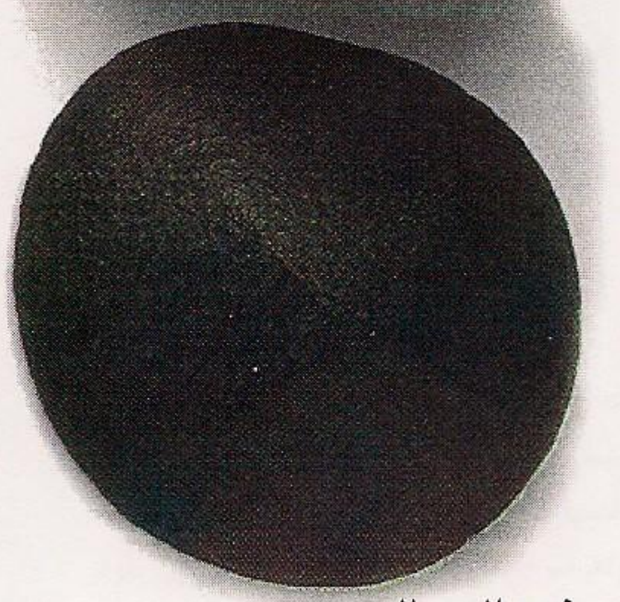
رمال من صحراء فى المملكة العربية السعودية اليوم

تآكل بفعل الصحـراء

يغلب على الصخور التى تتكون فى أحوال صحراوية حيث الرسوبيات تحملها الريح، أن يضرِبَ لونها إلى الأحمر وتتكون من حبيبات رمل تتميز بِكونها مستديرة.

البيئـة الصحـراويـة

تتسبب الرياح والحرارة فى حدوث تجوية متواصلة وفى نشوء مساحات شاسعة قاحلة وغريبة التكوين فى الصحراء الكبرى.



صفـع الرمـال

ينتج عن ارتطام الرمال الدائم بحصباء الصحراء أن تتعدد جوانبها وتسمى «الحصباء ثلاثية الحواف».

تجوية قشرة البصلة

فى هذا النوع من التجوية، تُسبِّب تغيرات درجات الحرارة تمددًا لطبقات الصخر العلوية وانكماشها، وفى نهاية الأمر انسلاخها عن الطبقات السفلى.

دوليريت دقيق الحبيبات

دوليريت (صخر بركانى يشبه البازلت) على شكل قشرة بصلة بفعل التجوية

طبقات منسلخة، تذكرنا بقشرة البصلة، نتجت عن تغير درجات الحرارة

الرمـــال الســـوداء

فى مناطق النشاط البركانى، قد تكثر معـادن سـوداء فـى رمـال الشـواطئ وغالبًا ما تخلو من الكوارتز. تجد رمل الأوليفين فى راساى بإسكتلندا، بينما تعد تنيرايف مصدرًا للرمال الحاملة للمجنتيت.

رمال أوليفين سوداء

رمال حاملة للمجنتيت

شاطئ رماد بركانى أسود على الساحل الشمالى من جزيرة سانتورينى باليونان

رمال الكوارتز — حصباء أكثر نعومة — حصباء ناعمة صغيرة — حصباء خشنة متوسطة الحجم

اكتشفناه فى كربونات الكلس

لأن عُقد الحجر الصوان صلبة، فهى تقاوم التآكل؛ ولهذا تراها تتجمع فى مناطق الشواطئ الطباشيرية مثل التى تراها أسفل «وايت كليفس» بدوفر، إنجلترا.

غالبًا ما تنتج الصخور الطباشيرية عُقد البيريت والصوان

عقدة من المركزيت، وتتميز بسطحها الخارجى ذى النتوءات

داخل المركزيت يكشف عن بلورات متلألئة شعاعية تتجه إلى الخارج

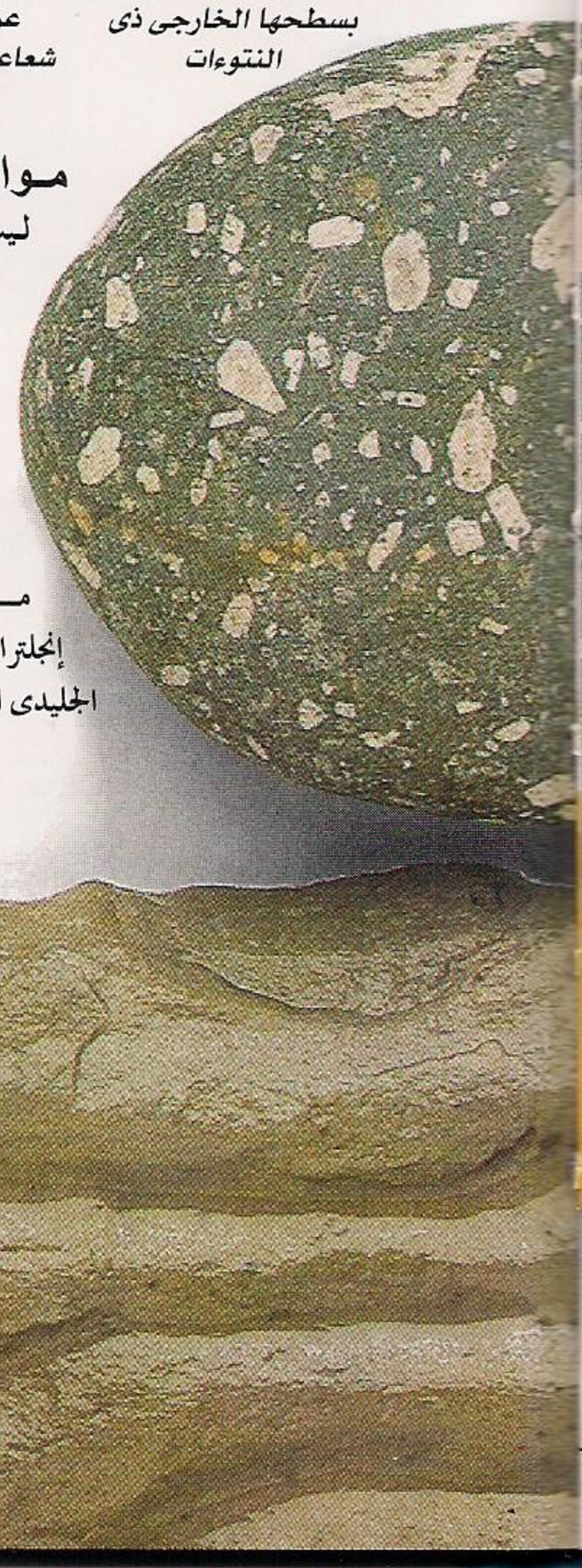
الأصل الجرانيتى

فى مناطق الجرانيت يكثر الكوارتز فى حصباء الشواطئ، وهو عِرق معدنى ممتلئ، كما تجد الجرانيت الوردى أو الرمادى.

عُقد صوان جمعت من سفح صخور طباشيرية عالية

مـواد أجنبيـة

ليست كل صخور الشواطئ من أصل محلى فربما حمل الجليد هذا الصخر السماقى النارى عبر بحر الشمال من النرويج إلى إنجلترا أثناء العصر الجليدى الأخير.



حصباء زجاجية متنوعة

الحصبـاء الاصطنـاعيـة

بخلاف الصخور والمعادن الطبيعية المعتادة، قد تحمل الأمواج أشياء من صنع الإنسان مثل حمولة موازنة السفن أو ما يلقى به على الشاطئ، وقد ينتهى الأمر ببعضها إلى اتخاذ شكل مستدير بفعل الأمواج.

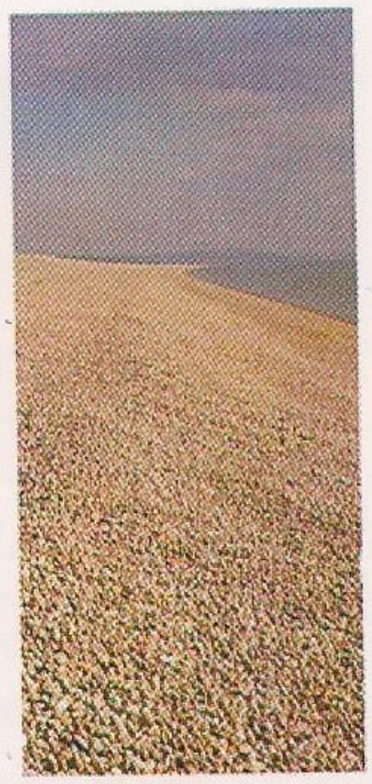
حصباء الطوب

حمايـة الشـاطـئ

تقام حواجز صناعية لوقف انحسار الرمل والحصباء.

صخور على شاطئ البحر

يمكنك أن ترى العمليات الجيولوجية رأى العين وهى تحدث على شاطئ البحر، حيث تعج الكثير من الشواطئ بالأجراف التى ترسبت أسفلها ترسيبات من مواد خشنة سقطت من أعلى. يفتت البحر هذه المواد فيكون الحصباء والدقشوم والرمل والطمى. بعد ذلك تترسب الأحجام المختلفة للصخر الرسوبى بشكل منفصل ـ وهذه هى المادة الخام للصخر الرسوبى الذى سيتكون مستقبلاً (ص20).



حصباء على شاطئ تشيسل بإنجلترا

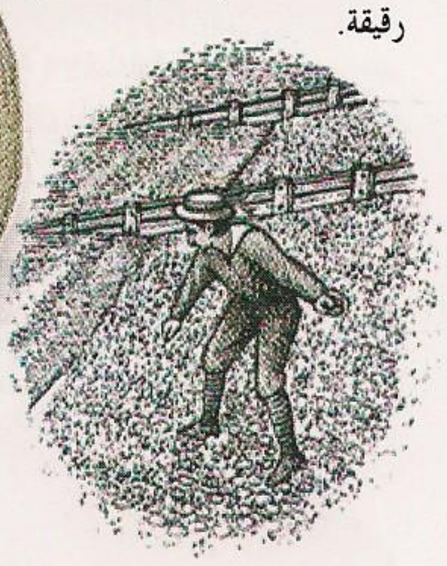
حبيبات متدرجة

على الشاطئ، تشكل الأمواج وحركات المد والجزر هذه الحصباء. يأتى الرمل من منطقة قريبة. إنه الكوارتز النقى بعد أن جرفت حركة الأمواج الدائمة المعادن الأخرى المكونة للصخور.

حصباء كبيرة خشنة

أفضل الأحجار التى يمكن إلقاؤها فى البحيرة

كما يعرف أطفال المدارس، فإن أفضل الأحجار التى تصلح لأن تلقى فى البحيرة هى تلك التى تكون على شكل قرص. من المحتمل جدًا أن تكون صخورًا رسوبية أو متحولة حيث إنها تنقسم بسهولة إلى ألواح رقيقة.



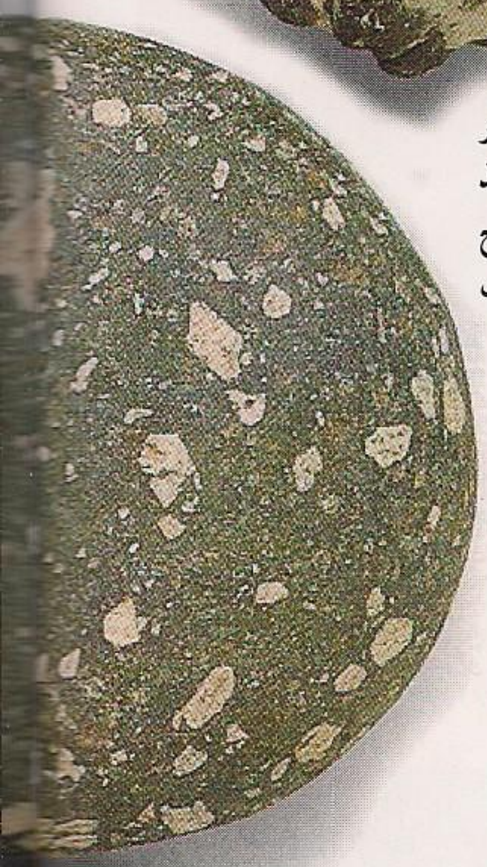
عقدة غير منتظمة الشكل من البيريت

شست الميكة

حجر إردواز

الأحجار المحلية

تعكس هذه الحصباء الجيولوجيا المحلية، وكلها آتية من المناطق المجاورة مباشرة للشاطئ حيث تم جمعها. وهى صخور متحولة تعرضت للتآكل واتخذت شكل قرص مسطح.



بلورات مخفية

عُقد البيريت (سولفيد الحديد) تَكثُر فى المناطق الطباشيرية. وقد تتخذ أشكالاً مثيرة. حيث يتحطم السطح المتجهم لكى يكشف عن بلورات لامعة على عكس المتوقع.

حصباء صدفية

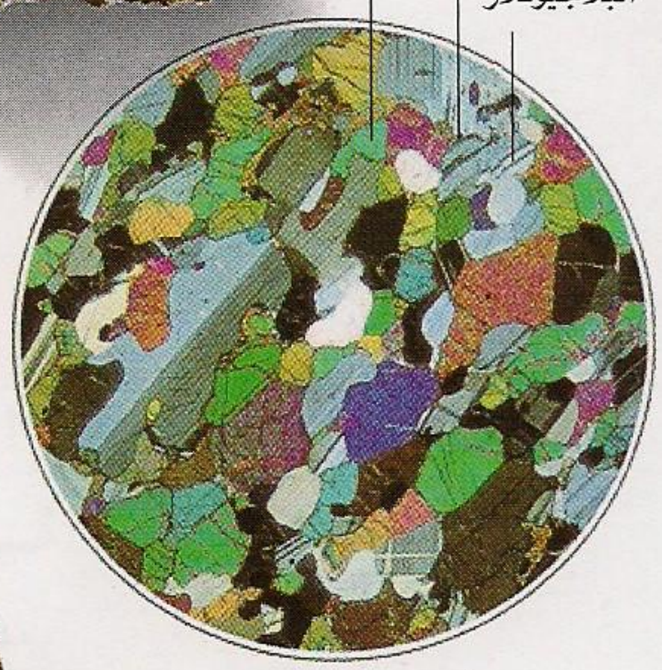
تتعرض الأصداف البحرية الخالية من الكائنات إلى تأثير أمواج مستمر، وبمرور الوقت تتحول الحواف الخشنة إلى حصباء ناعمة. فى الصورة حصباء من أحد الشواطئ فى نيوزيلاند.

أمواج باقية

على وجه الرمال فى ساعات الجزر يمكنك أن ترى آثار تماوج الموج وغيرها من الأشكال على شواطئ عديدة. فى هذه العينة من فنلندا، احتفظ الحجر الرملى بأثر التماوج مشيرًا إلى أن عمليات رسوبية مشابهة لتلك التى تحدث فى الحاضر قد حدثت فى الماضى (ص 20).

حصباء الكهرمان

الكهرمان هو صمغ الصنوبر الأحفورى لأشجار صنوبرية كانت موجودة منذ آلاف السنين. وهو شائع بشكل خاص على السواحل البلطيّة فى روسيا وبولندا.



جابـــرو (صخر نارى خشن)

صخر متداخل يتكون من معادن داكنة اللون مثل الأوليفين والأوجيت. خشنة الحبيبات حيث تكونت بلوراته الكبيرة عندما بردت الصهارة ببطء. هذه العينة من جزيرة «سكاى» بإسكتلندا.

بـورفـيـرات الفلسـبار

هى صخور تحتوى على بلورات كبيرة تسمى «البلورات الظاهرة» داخل صخر متوسط الحبيبات. تحتوى هذه العينة على بلورات الفلسبار وهى من «ويلز».

قطـاع «جـابـرو» رقـيـق

عندما ترى شريحة رقيقة من صخر تحت المجهر باستخدام إضاءة معينة، يتبين لك ما خفى من أمرها مثل شكل البلورات (ص 42) هنا ترى حبيبات ملونة عبارة عن شظايا معادن تسمى أوليفين وبيروكسين، أما الرمادى فهو فلسبار البلاجيوكلاز.

البـازلـت

يتكون من حمم تصلبت، والبازلت أشهر الصخور النابطة. ويشبه فى تركيبه الجابرو، لكن حبيباته أكثر نعومة. عندما تبرد الحمم قد تنشطر إلى أعمدة متعددة الأضلاع، ومن أشهر هذه التركيبات «الإبرة» بجزيرة سانت هيلينا وجيانتس كوزواى بأيرلندا.

صخور بركانية بها ثقوب

كلتا الصخرتين بازلت وقد تكونتا نتيجة احتباس فقاقيع الغاز فى رغوة الحمم والبازلت ذو الثقوب أخف وزنًا. وفى البازلت اللوزى امتلأت الثقوب فى وقت لاحق بمعادن مثل الكلسيت. جمعت هذه الصخور من هاواى وهى منطقة تشتهر بالنشاط البركانى.

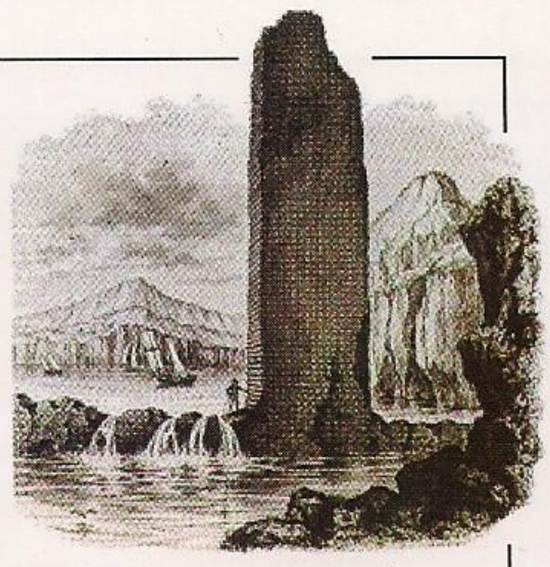
الـ «بـريـدوتـيـت»

صخر ثقيل داكن يحتوى على معادن تسمى أوليفين وبيروكسين. يفترض أنه يرقد أسفل طبقات من الجابرو 10 كم (6 أميال) أسفل قاع المحيط. عثر على هذه العينة فى «أودنوولد» غربى ألمانيا.

سـربنتينيـت

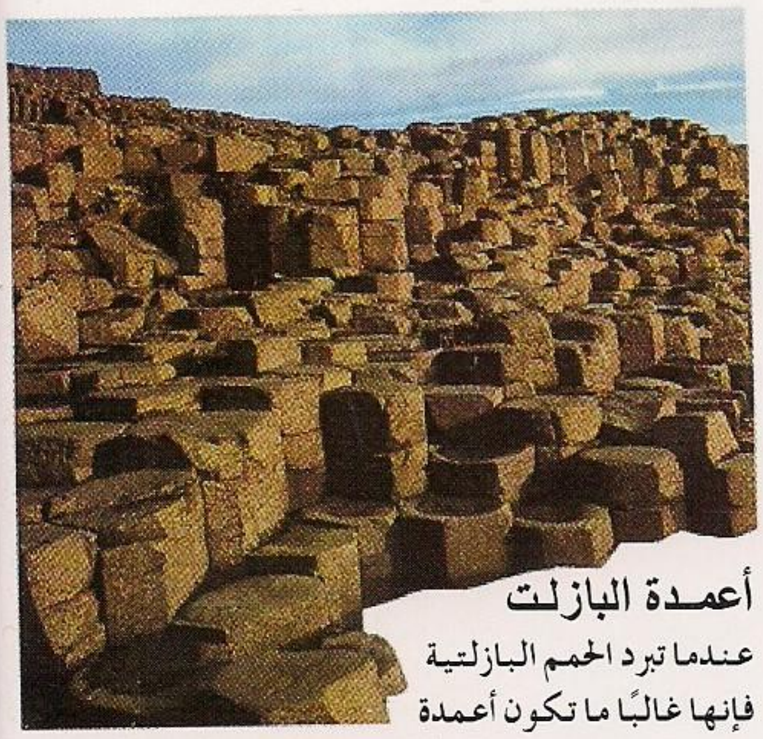
كما يبدو من اسمه، فى هذا الصخر خشن الحبيبات الحمراء والخضراء، يسود معدن السربنتينيت. وتتخلله عروق بيضاء من الكالسيت. والسربنتينيت شائع فى جبال الألب.

الصخـور النارية



(«إبرة» بازلت. سانت هيلينا)

تتكون هذه الصخور عندما تبرد الصهارة الذائبة وتتجمد فى أعماق القشرة الأرضية وطبقة الوشاح (ص6). وهى نوعان: إما متداخلة أو نابطة. تتجمد الصخور المتداخلة داخل قشرة الأرض ولا تظهر على السطح إلا بعد أن تتآكل الصخور الواقعة فوقها. وتتكون الصخور النابطة عندما تنبثق الصهارة من بركان على شكل حمم وتبرد عند وصولها إلى السطح.



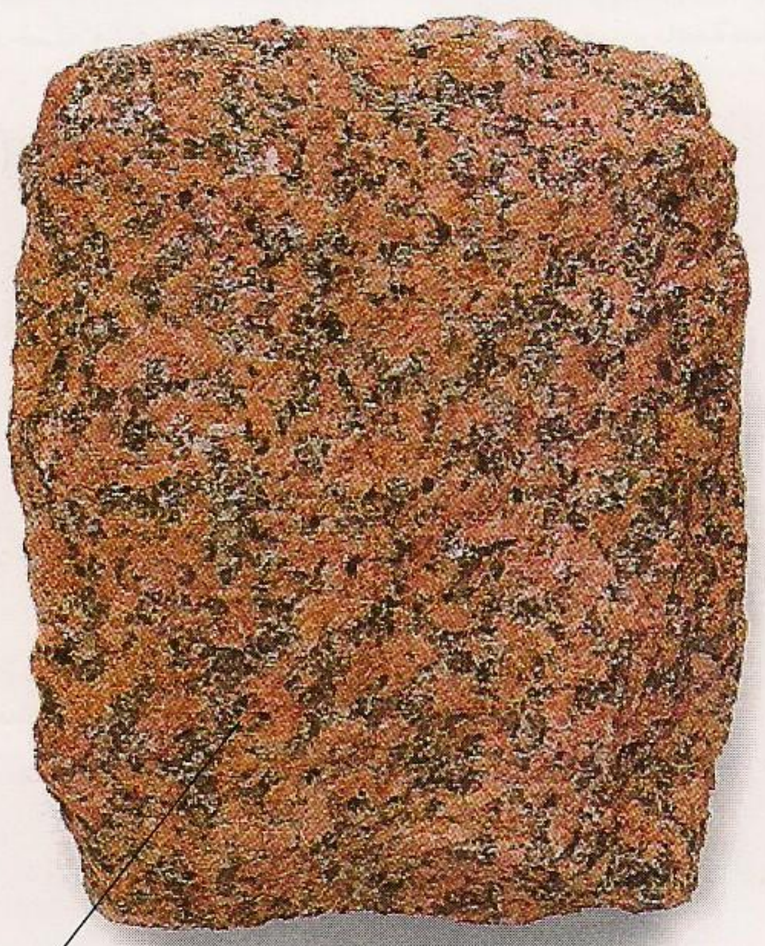
أعمـدة البازلـت

عندما تبرد الحمم البازلتية فإنها غالبًا ما تكون أعمدة سداسية . وهذا المثال الأخاذ هو «جيانتس كوزواى» (ممر العملاق) بشمال أيرلندا.

جرانيت البيوتيت

الجرانيت المنقوش

جرانيت وردى



حبيبات سوداء من البيوتيت، وهو من سيليكات الميكة (ص 42).

بلورات كوارتز طويلة ذات زوايا تبدو مثل كتابة قديمة فى تضادها مع بلورات الفلسبار الأكبر حجما ذات اللون الوردى الفاتح

لون وردى قرمزى بسبب نسبة فلسبار البوتاسيوم العالية فى الصخر

الجـرانيـــت

هو من أكثر الصخور المتداخلة شيوعًا، يتكون الجرانيت أساسًا من حبيبات كوارتز خشنة وفلسبار وميكة (ص 8) . والحبيبات المفردة كبيرة لأنها تكونت بينما كانت الصهارة تبرد ببطء فى أعماق الأرض ورغم أن مظهره العام مرقش فإن عينات الجرانيت يتراوح لونها من الرمادى إلى الأحمر تبعًا للنسب المختلفة للمعادن التى تكونه. ويوجد الجرانيت فى مناطق عديدة من العالم. وجرانيت البيوتيت المبين فى الصورة تم الحصول عليه من منطقة «هاى تور»، بروز بأعلى نقطة بدارتمور جنوب غربى إنجلترا (ص 13).

بيتشسـتـون (الزجـاج البركانـى)

يتكون عندما تبرد الحمم البركانية بسرعة ويحتوى بيتشستون على بلورات صغيرة من الفلسبار والكوارتز ويبدو معتمًا، وهو أشبه ما يكون بالراتينج. وتختلف ألوان بيتشستون ما بين البنى أو الأسود أو الرمادى وتظهر فيه بوضوح بلورات الكوارتز والفلسبار الكبيرة.

أوبسيديـان

على شاكلة البيتشستون، الأوبسيديان، وهو زجاج تكون من حمم بردت بسرعة. ويتكون بسرعة حتى إن البلورات لا تجد وقتًا للنمو، وتوضح الحافات الحادة التى تراها فى هذه العينة من آيسلاند خصائص الأوبسيديان، ومن هنا جاء استخدامه منذ وقت مبكر فى صناعة بعض الأدوات (ص 29).

الحمم الحمضية

تتحرك الحمم الحمضية اللزجة ببطء وقد تتجمد عند فوهة البركان فتحبس الغازات. مع ازدياد الضغط قد تنفجر فتكون صخورًا بركانية فُتاتية.

ثورة فيزوف

ثار بركان فيزوف ثورته الشهيرة عام 79م فأحدث دمارًا شاملاً بسحابته السريعة الحارقة التى امتلأت صهارة ورمادًا. دُمرت مدينة بومباى الرومانية تمامًا.

الزجاج الطبيعى

رغم أنه من الناحية الكيميائية، يماثل الخفاف فإن الأوبسيديان (ص16) له نسيج (ملمس) زجاجى مختلف تمامًا، وبسبب حوافه الحادة، استخدمه الإنسان البدائى فى صنع بعض الأدوات مثل رءوس السهام، وأدوات الزينة (ص29).

صخور طافية

الصخر الخفاف هو زبد حمم متصلبة ولكون الزبد يحتوى على فقاعات غاز فإن الصخر يمتلئ بالثقوب كخلية النحل. وهذا الصخر هو الوحيد الذى يطفو على الماء. هذه العينة من جزر ليبارى، إيطاليا.

حمم تشبه دبس السكر

هذا الصخر ناعم الحبيبات باهت اللون يسمى الريوليت. تكونت هذه الأشرطة المميزة عندما انسابت الحمم اللزجة لمسافة قصيرة.

الحمم القاعدية

تنساب هذه الحمم ببطء وقد تغطى مساحة هائلة بطبقة رفيعة. وكنتيجة لهذا، لا تختنق الفوهة فتتسرب الغازات، لذا ـ ورغم توفر الحمم ـ تتكون القليل من الصخور البركانية الفُتاتية.

الحمم سريعة التدفق

الحمم البازلتية سريعة الانسياب وتنتشر بسرعة لتغطى مساحات كبيرة. هذه العينة من البازلت (ص 17) ترسبت بفعل بركان هوالالاى وهو أحد براكين هاواى العديدة.

بازلت متعدد الألوان

تشمل النقاط اللامعة فى هذا البازلت بلورات أوليفين أخضر وبروكسين أسود.

تجاعيد الصخور

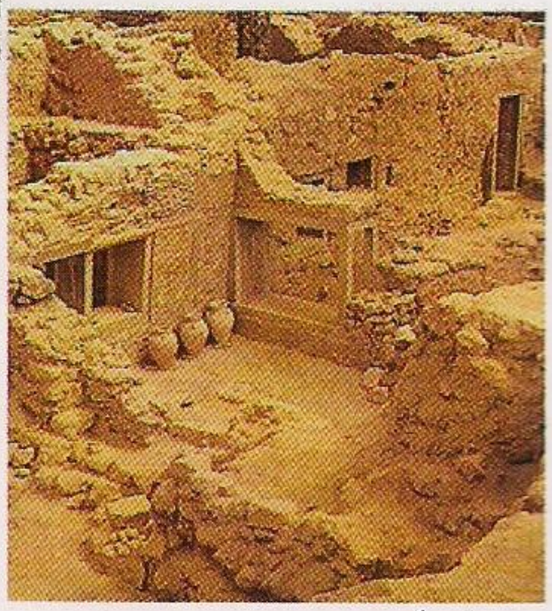
عندما تنساب الحمم، يبرد السطح ويكون طبقة خارجية مثل القشرة. تتجعد هذه الطبقة مع استمرار مركزها السائل فى السريان، وتسمى الصخور الناتجة بالحمم الحبلية.

أفثيتاليت

أفثيتاليت

صخور من الغازات

يقال عن البراكين غير النشطة إنها خامدة. حتى والبراكين خامدة أو وهى تحتضر فإن غازات بركانية قد تتسرب وقد تتكون عيون حارة. وبالفعل تكونت هذه الصخور الملونة بهذه الطريقة فى فيزوف.

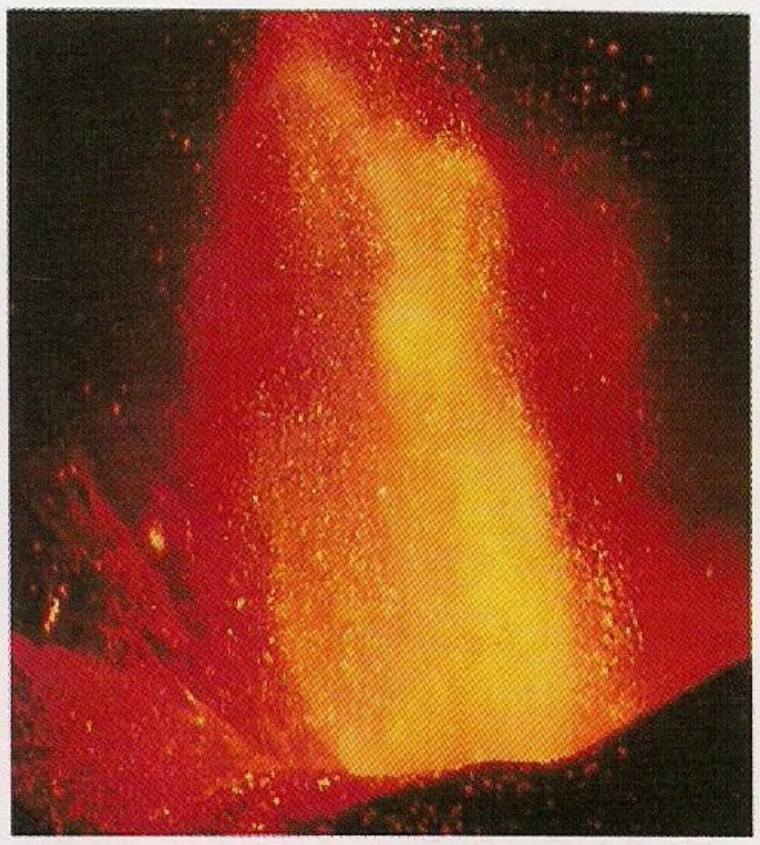


دمار أكروتيرى

دفنت هذه المدينة المينوية على جزيرة سانتورينى تحت الرماد البركانى عام 1450 قبل الميلاد.

الصخـــور البركانيـــة

يمكن تقسيم الصخور التى تكونت نتيجة النشاط البركانى إلى مجموعتين: صخور بركانية فُتاتية، وحمم حمضية وقاعدية. تتكون الأولى إما من شظايا صخرية متصلبة وإما من «قنابل» لدنة من الحمم تُقذف من حلق البركان. فتتصلب خلال انسيابها فى الهواء. وتختلف الصخور الناتجة عن تجمد الحمم حسب نوع الحمم. أما الحمم الحمضية فهى سميكة ولزجة وتندفع ببطء شديد وتكون براكين شديدة الانحدار ، وأما الحمم القاعدية الأكثر سيولة فهى تكون براكين أكثر تسطُّحًا وقد تندفع من شقوق فى قاع البحر. والحمم القاعدية تندفع بسرعة؛ لذا تنتشر لتغطى مساحة أكبر.



اندفاع الحمم من بركان إلدفيل ـ آيسلاند ـ 1973

الصخـــور البركانية الفُتاتيـــة

تعنى الكلمة بالإنجليزية Pyroclastic «قسمتهُ النار» وهى تسمية مناسبة لصخور تتكون من صخر وشظايا الحمم التى تفتتت بفعل الغازات المتفجرة.

راهصة بركانية تكونت قريبًا من فوهة بركان

بريشة متداخلة تكونت داخل فتحة البركان

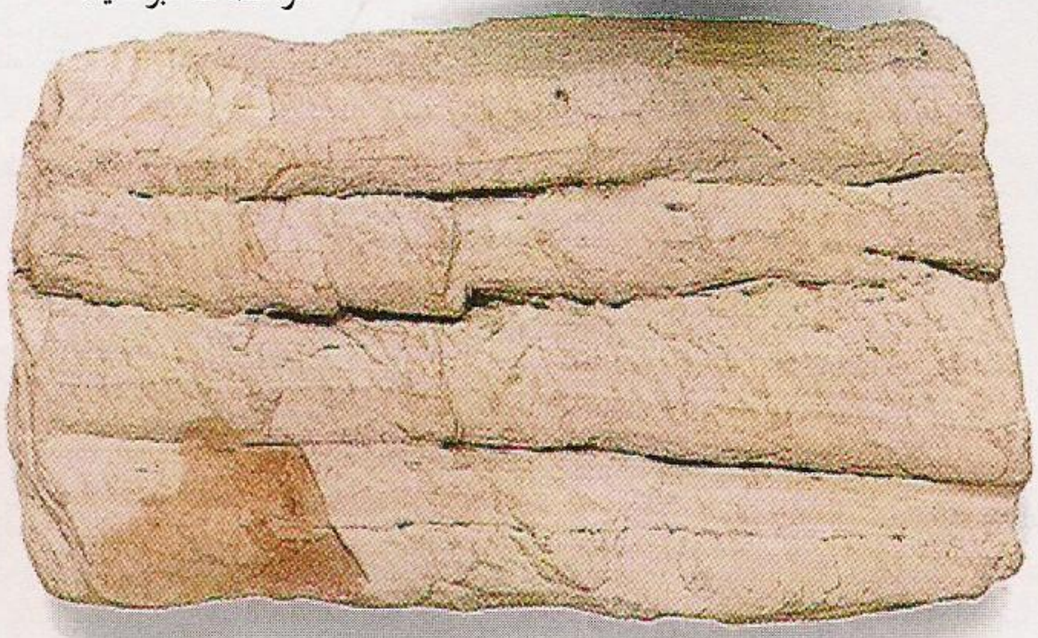
قطـع مختلطـة

قد تسبب قوة الانفجار تحول الصخور إلى شظايا. نتيجة لهذا يملأ خليط من قطع صخرية مدببة الفوهة المركزية أو يسقط قريبًا منها. تكون هذه الشظايا صخورًا تعرف باسم الراهصات البركانية.

قنبلة بركانية

عندما تخرج شذرات الحمم من البركان، يتصلب بعضها فى الهواء فتسقط على الأرض كأنها «قنابل» صلبة. هاتان العينتان تكونتا على شكل كرة رجبى، إلا أن قنابل الحمم قد تكون دائرية أو غير منتظمة الشكل.

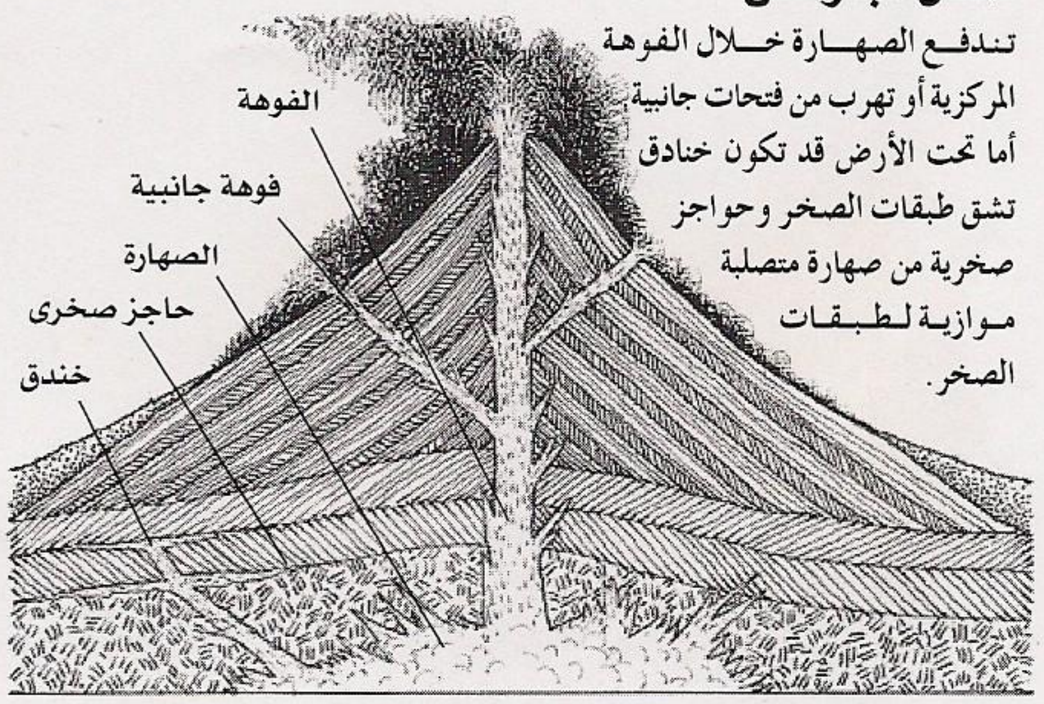
رمـــاد

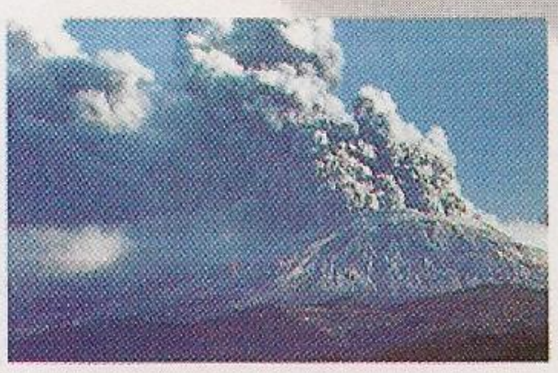


طبقات متراصة من التُّوف (الرماد المتصلب)

داخـل البـركـان

تندفع الصهارة خلال الفوهة المركزية أو تهرب من فتحات جانبية أما تحت الأرض قد تكون خنادق تشق طبقات الصخر وحواجز صخرية من صهارة متصلبة موازية لطبقات الصخر.





ثورة بركان سانت هيلنز، 1980

جزيئـات دفعتهـا الريـــح

تنطلق شظايا دقيقة من الرماد البركانى آلاف الكيلومترات فى الغلاف الجوى. عندما تترسب وتجمد تكون التُّوف (الرماد المتصلب). هذا الرماد اندفع من بركان سانت هيلنز شمال غرب الولايات المتحدة عام 1980. وقد حملت الرياح الحبيبات الخشنة لمسافة وصلت إلى 5كم (3 أميال) بعيدًا عن الفوهة، فى حين حملت الحبيبات الناعمة لمسافة وصلت إلى 27كم (17 ميلاً).

المتبخرات

تتكون بعض الصخور الرسوبية من تبخر المياه المالحة. تشمل هذه الأمثلة الجبس، والهاليت، والأخير يعرف باسم الملح الصخرى، ومنه نحصل على ملح المائدة. يستخدم الجبس فى صناعة «بلاستر باريس» وهى مادة بناء من سلفات الكالسيوم ويطلق على كتلته الضخمة اسم الـ «مرمر» وكل من الجبس والهاليت معدن يمكن أن تجده فى ترسيبات كبيرة فى كل أنحاء العالم وفى مواقع حدث فيها تبخر لمياه البحر.

التوفة الجيرية

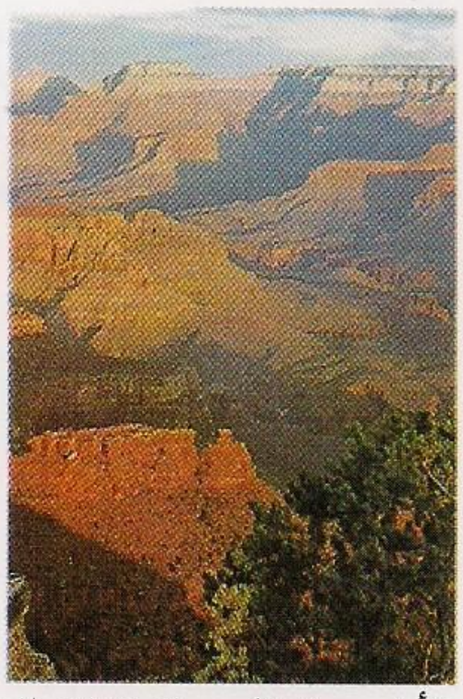
يعتبر هذا من المتبخرات غريبة الشكل، تكون هذا الصخر المسامى مع تبخر مياه العيون، ويوجد أحيانًا فى كهوف الحجر الجيرى (ص 22).

الأحجار الرملية

رغم أن هاتين الصخرتين تكونتا من تماسك حبيبات رمل، فإن نسيجهما مختلف. تكون الحجر الرملى الأحمر فى صحراء حيث قامت الرياح بتدوير وصقل حبيبات الكوارتز. أما حبيبات الرمل الخشن فهى تتحلى بزوايا أكثر، حيث إنها تدفن بسرعة قبل أن تعمل عوامل الاحتكاك على تنعيمها.

الطمى/ الطفل

يتكون من حبيبات دقيقة جدًّا لا يمكنك رؤيتها بالعين المجردة. والطمى لزج عندما يكون مبللاً. قد يكون لونه رماديًّا أو أسود أو أبيض أو أصفر. عندما يتماسك ويفقد كل الماء يكون صخورًا صلبة تسمى حجر الطفل أو الطفَل الصفحى.



الأخدود العظيم، الولايات المتحدة

تكون الأخدود العظيم بمناظره الرائعة من تآكل حجر رملى أحمر، وحجر جيرى.

طبقات الرماد البركانى

فى العديد من الصخور الرسوبية يمكنك أن تميز طبقات الرسوب المفردة لأنها تكون شرائط مرئية. هنا الخطوط المقلمة هى طبقات الرماد البركانى. وقد تم صقل السطح لإبراز هذا الملمح.

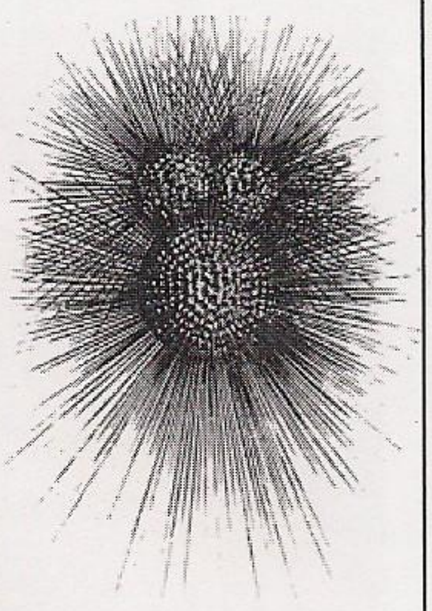
الرصيص

استدارت حصباء الحجر الصوان فى هذا الصخر بفعل المياه التى أخذت تديرها فى قيعان الأنهار والبحار. وبعد أن دُفنت، تماسكت تدريجيًّا؛ لتكوِّن صخرًا يعرف باسم الرصيص.

البريشة

مثل الرصيص، تحتوى البريشة على شظايا صخرية، ومن ناحية أخرى، فإن لها زوايا أكثر إلى حد بعيد، حيث إن المياه لم تعمل على استدارتها ولم تحملها بعيدًا عن موطنها الأصلى. وكثيرًا ما يكون ركام الحصى (الصخر المكسور) أسفل الصخور الكبيرة.

الصخـــور الرســوبيـــة



عندما تتعرض الصخور للتجوية والتآكل (ص 12) فإنها تتفتت إلى قطع من المعادن والصخور . قد تنتقل هذه القطع التى يطلق عليها اسم الرسوب فى نهاية المطاف إلى مواقع جديدة، غالبًا فى البحر أو قيعان الأنهار، وتأخذ فى الترسب فى طبقات وتستحكم جزيئاتها وتُدفن . ومع الوقت يزداد استحكامها فتكون صخورًا جديدة تسمى الصخور الرسوبية. فى الأحجام الكبيرة يمكنك أن ترى طبقات الرسوب المختلفة بالعين المجردة.

قطاع رقيق من الحجر الجيرى

تحت المجهر (ص 42) تتكشف لك تفاصيل دقيقة لحجر الأمونيات الجيرى هذا. تظهر أصداف الآكرمونيات (ص38) بوضوح على خلفية الطمى. وقد انقرضت الأمونيات من ملايين السنين ولابد أن عمر هذه الصخرة حوالى 160 مليون سنة.

مكـونـات خـام (أعلـى)

المنخربات (المثقبات) كائنات بحرية دقيقة تفرز الجير. ورغم أن حجمها نادرًا ما يزيد على رأس الدبوس فإنها تلعب دورًا هامًّا للغاية فى تكوين الصخور. عندما تموت تسقط أصدافها إلى قاع المحيط، حيث تتصلب على شكل حجر جيرى.

الحجر الصوان

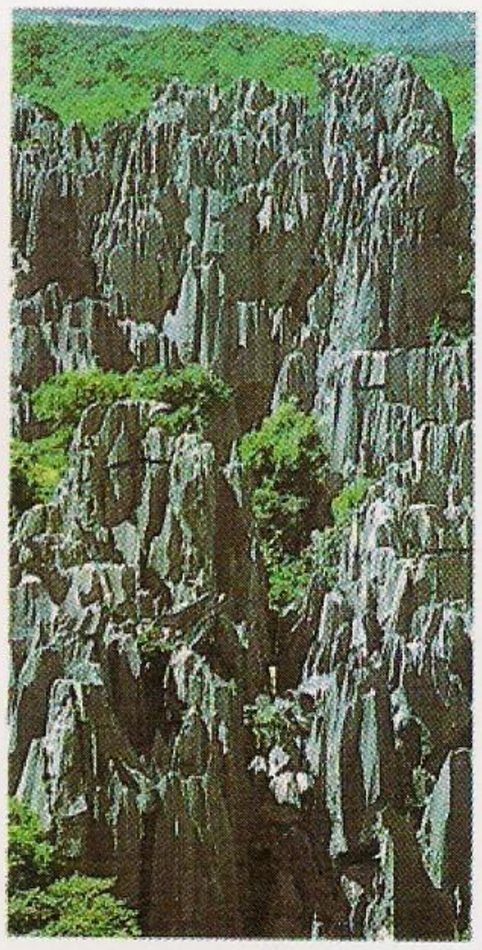
هـذا الحجـر الصـوان شـكـل مـن أشكال السيليكا (ص42) وغالبًا ما يوجد فى الأحجار الجيرية، خاصة فى الطباشير. وهو رمادى أو أسود. لكن سطحه قد تغطيه مادة بيضاء تشبه المسحوق. ومثل الأوبسيديان (ص16) عندما ينكسر الحجر الصوان تظهر آثار «الصدع المحارى».

الأحجـار الجيريـة

يتكون العديد من الصخور الرسوبية من بقايا كائنات منقرضة، وترى فى بعضها، مثل هذه الأحجار الجيرية الصدفية وتلك التى تحتوى على بقايا بطنيات الأقدام بقايا الكائنات ظاهرةً فى الصخور بوضوح. على أى حال، يتكون الطباشير، وهو حجر جيرى، من هياكل حيوانات بحرية دقيقة أصغر من أن تراها بالعين المجردة. وهناك حجر جيرى آخر وهو الأوليت (صخر كلسى) يتكون فى البحر عندما يتجمع الكالسيت حول حبيبات الرمل، مع اندفاع الحبيبات إلى الأمام وإلى الخلف بفعل الأمواج يزداد حجمها.

الحجـــر الجيـــرى الطحلبـــى

هـذه الأشـكـال الممـتـزجـة بالطمى تسمى «رخام المنظر الطبيعى» هذا لأن المعادن عندما تتبلور تعطى أشكالاً عـلـى صـورة أشـجـار وشجيرات.



الغابة الحجرية، الصين

المنظر الأخاذ فى منطقة «هيومان بروفنس» بالصين نموذج لظاهرة «كارست» والتى سميت على اسم منطقة كارست بيوغوسلافيا. ويطلق هذا التعبير على مناطق عديدة من الحجر الجيرى، مثل «كمبرلاند بلاتو» بالولايات المتحدة، وأجزاء من «بلوماونتنز» بأستراليا وكوسيه بفرنسا.

شلالات باموكال، تركيا

تلال صغيرة جميلة من الترافرتين تشبه الشرفات تكونت من ترسيبات الكالسيت من عيون حارة فى مناطق الحجر الجيرى. يستخرج الترافرتين من المحاجر لاستخدامه كبناء ديكورى (ص 27).

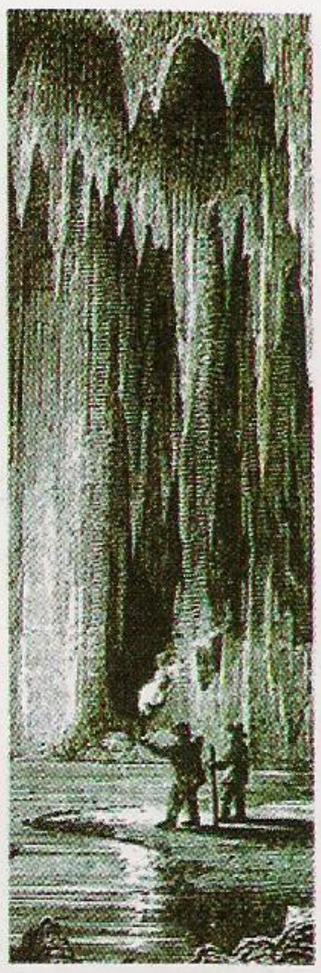
الصواعد

تتكون الصواعد على أرضية الكهوف حيث تساقطت المياه من السقف أو من أحد الهوابط فوقها. ومثل الهوابط يزداد حجمها مع تبخر الماء المحتوى على جير ذائب. ويمكن للهوابط والصواعد أن تنمو معًا وتكون أعمدة. وتوصف هذه الحالة «بأنابيب الأرغن»، و«الستائر المعلقة»، و«الدروع الحصينة».

داخل الهابط

تم قطع هذه العينة إلى المركز لإظهار الشرائط اللونية. تبين الألوان المختلفة كيف تكون الهابط من ترسيبات جير تختلف فى درجة نقائها، أنقى الأجزاء هى الأكثر بياضًا.

كهوف الحجر الجيرى



كهوف بديعة المنظر، حيث الهوابط المتدلية والصواعد الهائلة ولعلها أشهر عجائب الحجر الجيرى. تكونت هذه الكهوف حيث سببت الأمطار الحمضية تحولاً بطيئًا للكربونات إلى بيكربونات تلك المادة التى تذوب فى الماء فيحملها بعيدًا، وبالإضافة إلى الكهوف تتسبب هذه العملية أيضًا فى إحداث بعض الملامح المميزة، ومنها أرصفة الحجر الجيرى والمناظر الطبيعية الجميلة لـ «كارست».

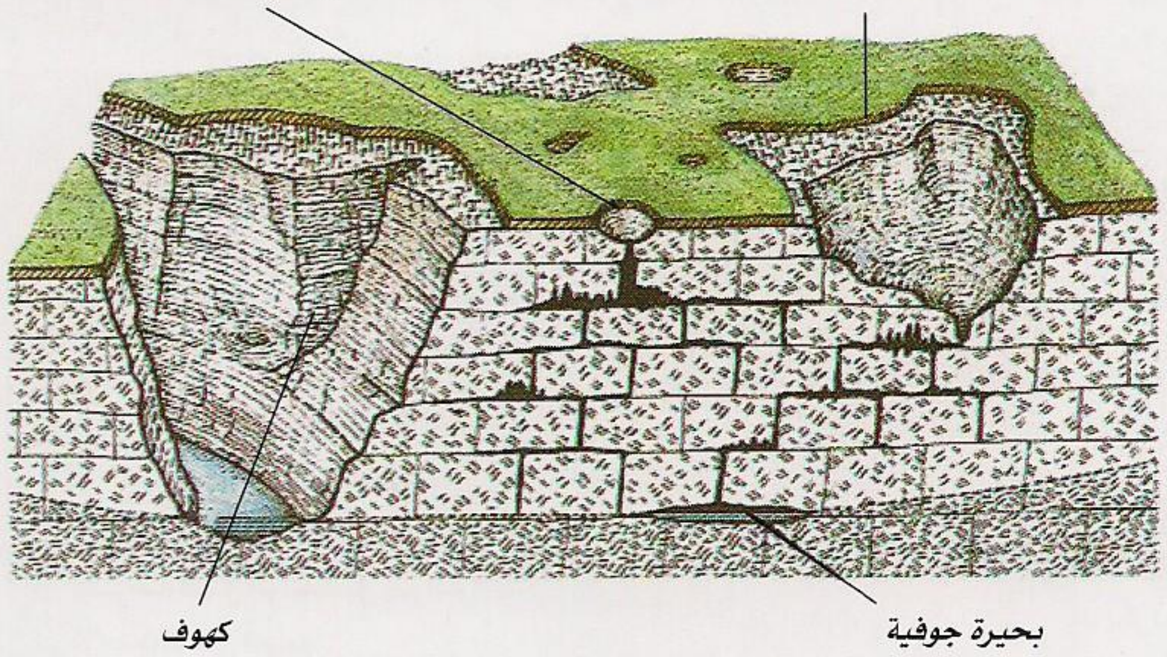
الهوابط

تتكون الهوابط فى الكهوف مع تساقط مياه جوفية مذاب فيها جير من أسقف الكهوف إبان تبخرها. مع تساقطها من أعلى السقف يزداد حجمها ملليمترات قليلة كل سنة، وربما انتهى بها الأمر لأن تصل إلى عدة أمتار طولاً. عندما يسقط الماء بشكل موسمى تكون الهوابط حلقات كالتى تكونها جذوع الأشجار.

هابطة أحادية تكونت من اثنين أصغر حجمًا تزامن نموهما

رصيف حجر جيرى يتكون من كتل كبيرة متصلة

ثقب يبتلع مياه السطح إلى جوف الأرض



تكوينات الحجر الجيرى (أعلى)

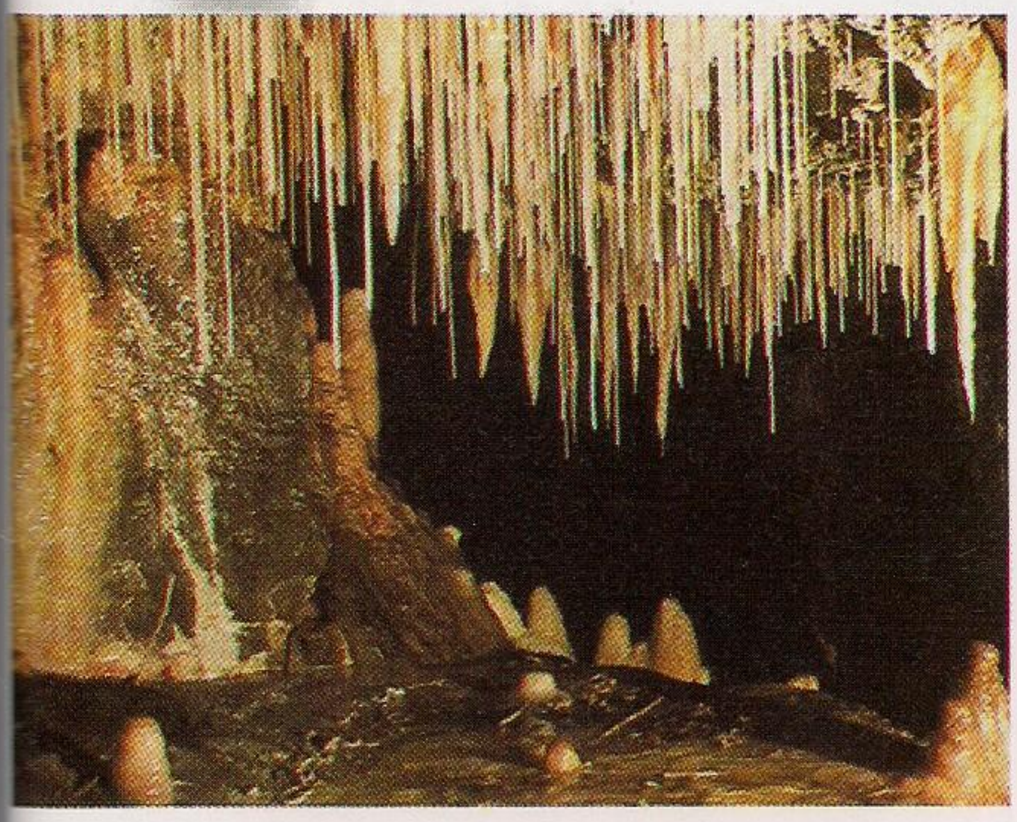
يذيب ماء المطر الكالسيت الموجود فى الحجر الجيرى فتنتج تكوينات ضيقة عميقة grikes. وبمرور الوقت ومع التساقط البطىء للماء تتحول إلى ممرات. ورغم أن السطح يبقى جافًا، فإن المياه المنسابة تذيب الصخر فتنشأ فتحات تسريب بين هذه التكوينات، وتنساب الجداول الجوفية خلال الكهوف وتكون بحيرات تحت سطح الأرض. يعاد ترسيب بعض من الكالسيت فى الكهوف فتتكون الهوابط والصواعد.

«بلان دى سال» فرنسا

تتكون أرصفة الحجر الجيرى من كتل صخرية كبيرة ومشقوقة، وتوجد عندما لا يترك تآكل الحجر الجيرى النقى رواسب غير قابلة للذوبان مثل الطمى، لكى تشكل التربة.

توفة

تتكون رواسب التوفة (ص21) عندما يترسب الجير من الماء إلى سطح الصخر فى مناطق شحيحة الأمطار. إذا ترك شىء من صنع الإنسان فى مياه غنية بالجير فسوف تغطيه التوفة.



كهوف (إيز جيل) بإنجلترا

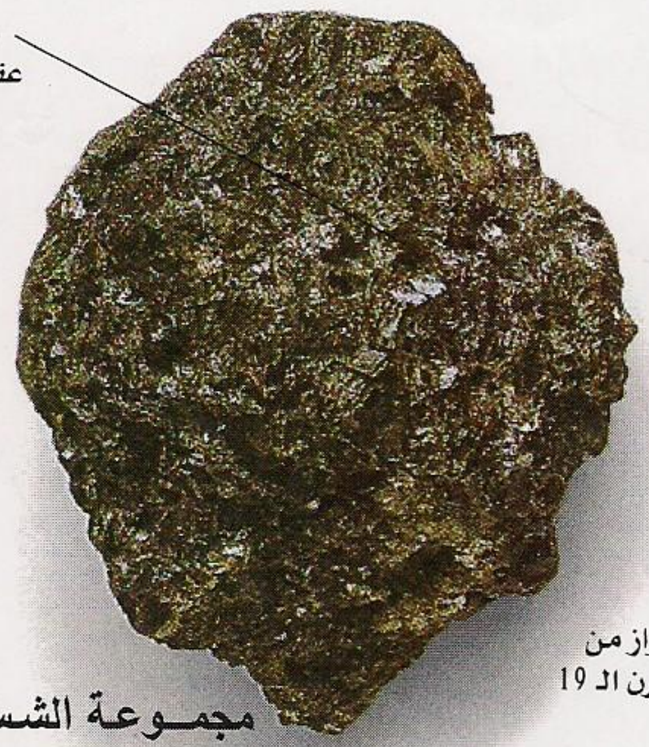
تكون الهوابط والصواعد الرائقة فى هذا الكهف جزءًا رائعًا من سلسلة كهوف أسفل تلال لانكشاير بينز. إنها فى الواقع تمثل أكبر سلسلة كهوف بالمملكة المتحدة.

بلورات كاينايت زرقاء
تشبه الشفرات

شست عقيقى يحتوى على بلورات كلوريت ومسكوفيت

بلورات
عقيق أحمر

شست ستورولیت كاينايت



حجر إردواز من
محاجر القرن الـ 19

مجمـوعة الشسـت

الشست هو مجموعة صخور متحولة هامة. تكونت هذه الصخور متوسطة الحبيبات من الطين أو الطَّفل الصفحى لكن فى درجة أعلى من التى يتطلبها الإردواز . على سبيل المثال، فلابد أن الشست المحتوى على الكلوريت والمسكوفيت تعرض لدرجة حرارة لا تقل عن 500م (932 ف) لأن بلورات العقيق لا تنمو فى درجات حرارة أقل. ويتكون شست الستورولايت كاينايت تحت ضغط عالٍ من 10 ـ 15 كم (6 ـ 9 أميال) تحت سطح الأرض.

الإردواز

أثناء تكون الجبال انضغطت طبقة الطَّفْل الصفحى بشدة فأعاد معدن الميكة الرقيق تشكيل بلوراته بزوايا قائمة. استجابة للضغط الواقع عليه يتكسر الصخر الناتج، الإردواز بسهولة إلى شرائح رقيقة.

طبقة باهتة اللون
تحتوى على كوارتز
وفلسبار

شريط
بيوتيت داكن

نايس ذو شرائط

بلورات بيوتيت سوداء

بلورات كاينايت زرقاء

نايس يحتوى على بيوتيت وكاينايت

بلورات خضراء متنوعة
من البروكسين

بلورات عقيق أحمر

النـــايـــس

قد تتحول صخور نارية أو رسوبية تحت الحرارة والضغط العاليين إلى صخور نايس، وحبيباتها أخشن من صخور الشست، ومن السهل التعرف عليها لأن المعادن داخلها تنقسم إلى شرائط. وطبقات النايس قد تكون غير منتظمة عندما يتعرض الصخر للطى بفعل الضغط.

الإكلـوجـايـت

هو صخر ينتج تحت ضغط عال للغاية، وهو شديد الكثافة ويعتقد أنه يتكون فى الوشاح (ص6)، ولكن على أعماق أكبر من الصخور الأخرى. ويحتوى على البيروكسين وبلورات صغيرة وحمراء من العقيق.

صخرة أم داكنة

صخر جرانيت وردى

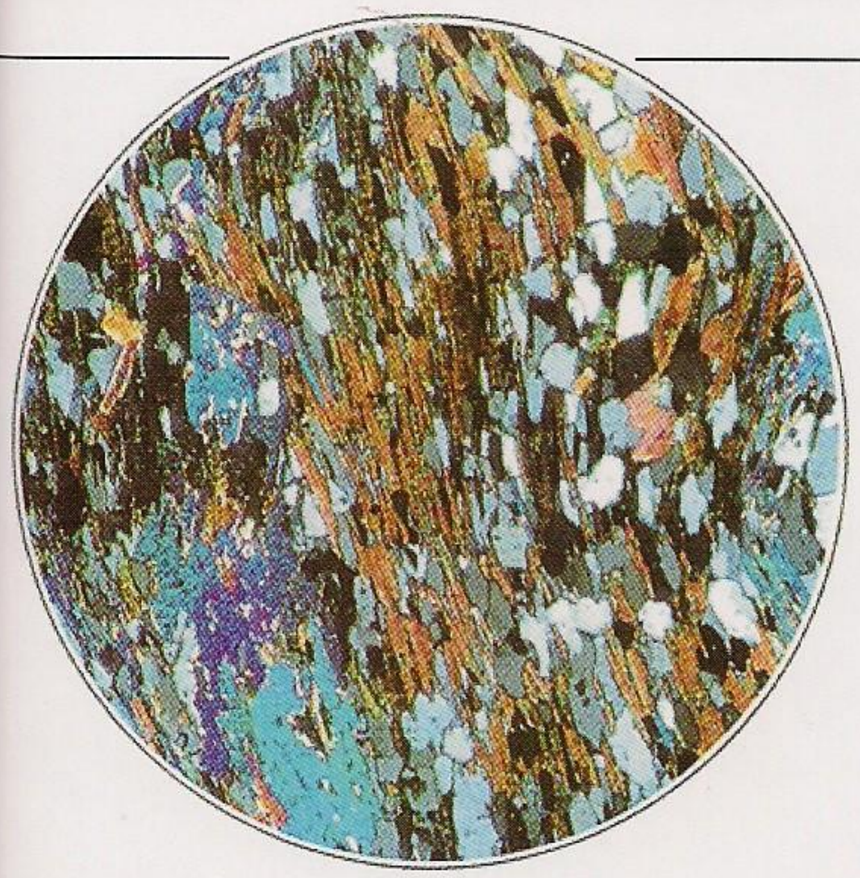
المجمـاتـيـت

بفعل درجات الحرارة العالية، قد تذوب وتتدفق أجزاء من الصخور، مكونة أنماطًا حلزونية، ويتضح ذلك جليًّا فى المجماتيت، والذى لا يتكون من صخرة واحدة فقط وإنما من خليط من الصخور الأم الداكنة مع الصخور الجرانيتية ذات اللون الأفتح، وهذه العينة من المرتفعات الإسكتلاندية.

الصخور المتحولة

شست

اكتسبت هذه الصخور اسمها من الكلمتين اليونانيتين (morphe, meta) وتعنيان «تغيرُّ الشكل» وهى إما نارية (ص 16) أو رسوبية (ص 20) وهى صخور تحولت بفعل الحرارة أو الضغط. تحدث هذه الظروف أثناء عمليات تكون الجبال (ص 6) حيث قد تتعرض الصخور المدفونة إلى درجات حرارة عالية وقد تنضغط بشدة أو تنطوى؛ مما يجعل معادنها تعيد بناءها البلورى، وتتكون معادن جديدة، وتتكون صخور متحولة أخرى عندما تتعرض الصخور المحيطة بكتلة نارية حارة لدرجة حرارة عالية جدًّا.



قَطْعٌ رقيقٌ من الشست الممتزج بالعقيق والميكة

تحت المجهر الخاص بالصخور (ص 42) يكشف هذا الصخر النرويجى بلورات ميكة وهى ذات ألوان براقة وتشبه النصال. يبدو الكوارتز والفلسبار فى درجات مختلفة من الرمادى، بينما يبدو العقيق بلون أسود.

الرخام

عندما يتعرض الحجر الجيرى لدرجات حرارة عالية جدًّا تنمو بلورات كالسيت جديدة وتكون الصخر المتماسك المعروف بالرخام. وكثيرًا ما يخلط الناس بينه وبين صخر شبيه هو الكوارتزيت. على أى حال، فإن الرخام أرق ويمكن خدشه بسكين بسهولة. تبدو بعض أنواع فإن الرخام متوسطة الحبيبات مثل قطع السكر ويطلق عليها الكتل السكرية ويوجد هذا النوع بكوريا، وقد تكونت القطعتان الأخريان من حجر جيرى به شوائب مثل البيروكسين.

رخام سكرى

حبيبات متساوية الحجم تعطى شكل مكعب سكر

رخام رمادى به عُقد

رخام به شوائب

صخر هورنفلس مرقط

إردواز كياستولايت

بلورات كياستولايت طويلة

تراكمات من الكربون

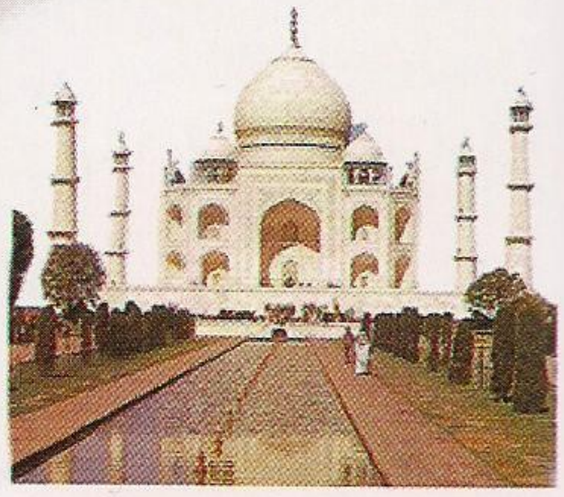
حجر إردواز مرقط

من الإردواز إلى الهورنفلس

النقاط غير المنتظمة الشكل فى الإردواز المرقط هى تراكمات صغيرة من الكربون كونتها حرارة صخر متدخل. فى الصخور القريبة من نقطة التدخل ترتفع درجة الحرارة بشكل كبير وتتكون بلورات رقيقة مثل الإبرة من الكياستولايت فى الحجر الإردواز. الصخور القريبة من نقطة التدخل تزداد درجة حرارتها بشدة حتى أنها تعيد تركيب بلوراتها لتكوين صخر جديد صلب يُطلق عليه اسم «هورنفلس».

الأحجار التوسكانية

النسيج الصخرى المتميز للحجر الإيطالى الديكورى «بريشة فيولتو» كان السبب فى استخدامه فى بناء دار أوبرا باريس عام 1875.



تموجات من جنوب إفريقيا

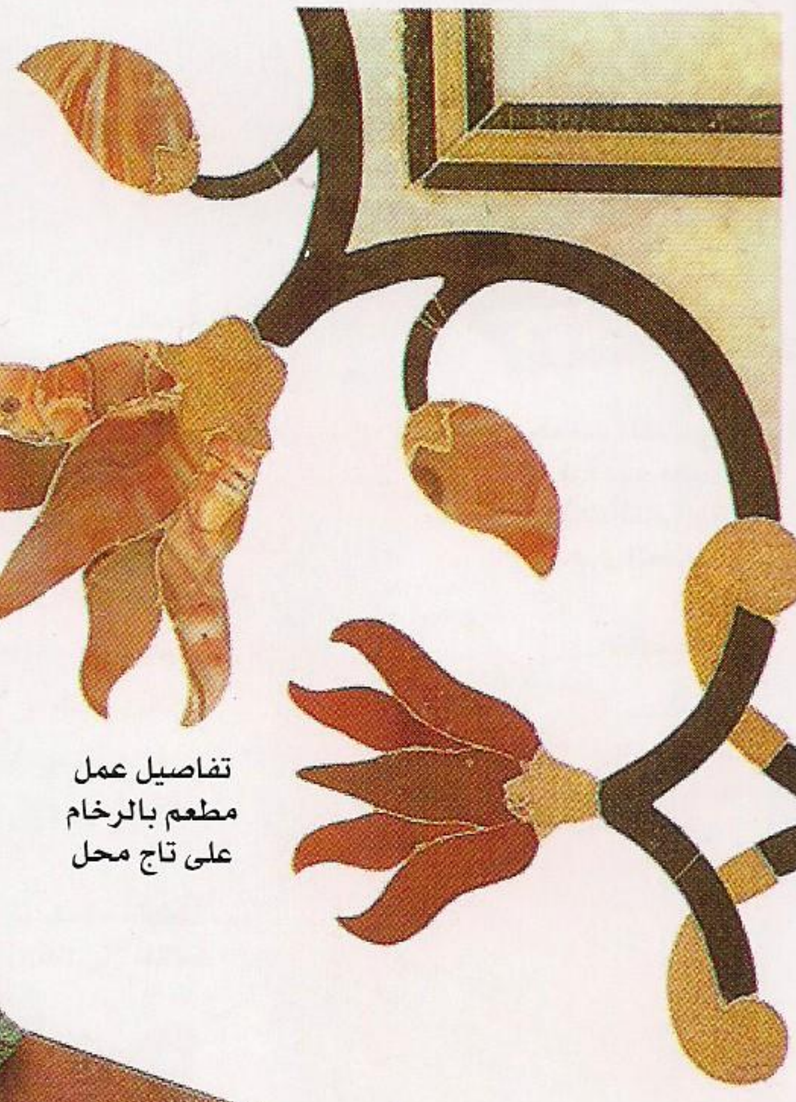
تنويعات صخر ترافرتين الرسوبى من التوفة (ص21، 23) تتميز بتموجات جميلة. هذه العينة من «كيب بروفينس» بجنوب إفريقيا.

تاج محل

أشهر آثار الهند وصنع من عدة أنواع من الرخام.

أصول سويسرية

تعرف «بَريشة الحجر الجيرى» باسم «ماكيا فيتشيا» وتستخرج من محاجر «ميندريسيو» بسويسرا.



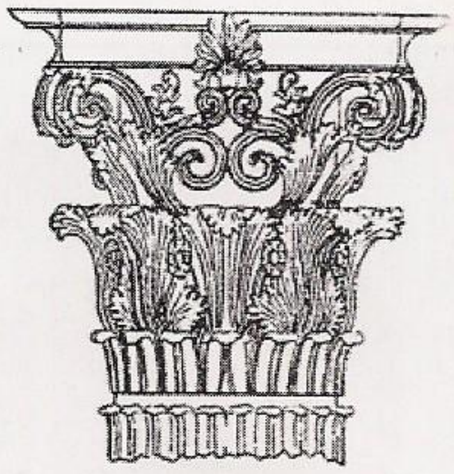
تفاصيل عمل مطعم بالرخام على تاج محل

النحاس الإفريقى (يمينًا)

اللون الأخضر الزاهى فى صخر الفيردايت يسببه وجود النحاس. وهو يأتى من سويسرا.

الصخر الجزائرى (أسفل)

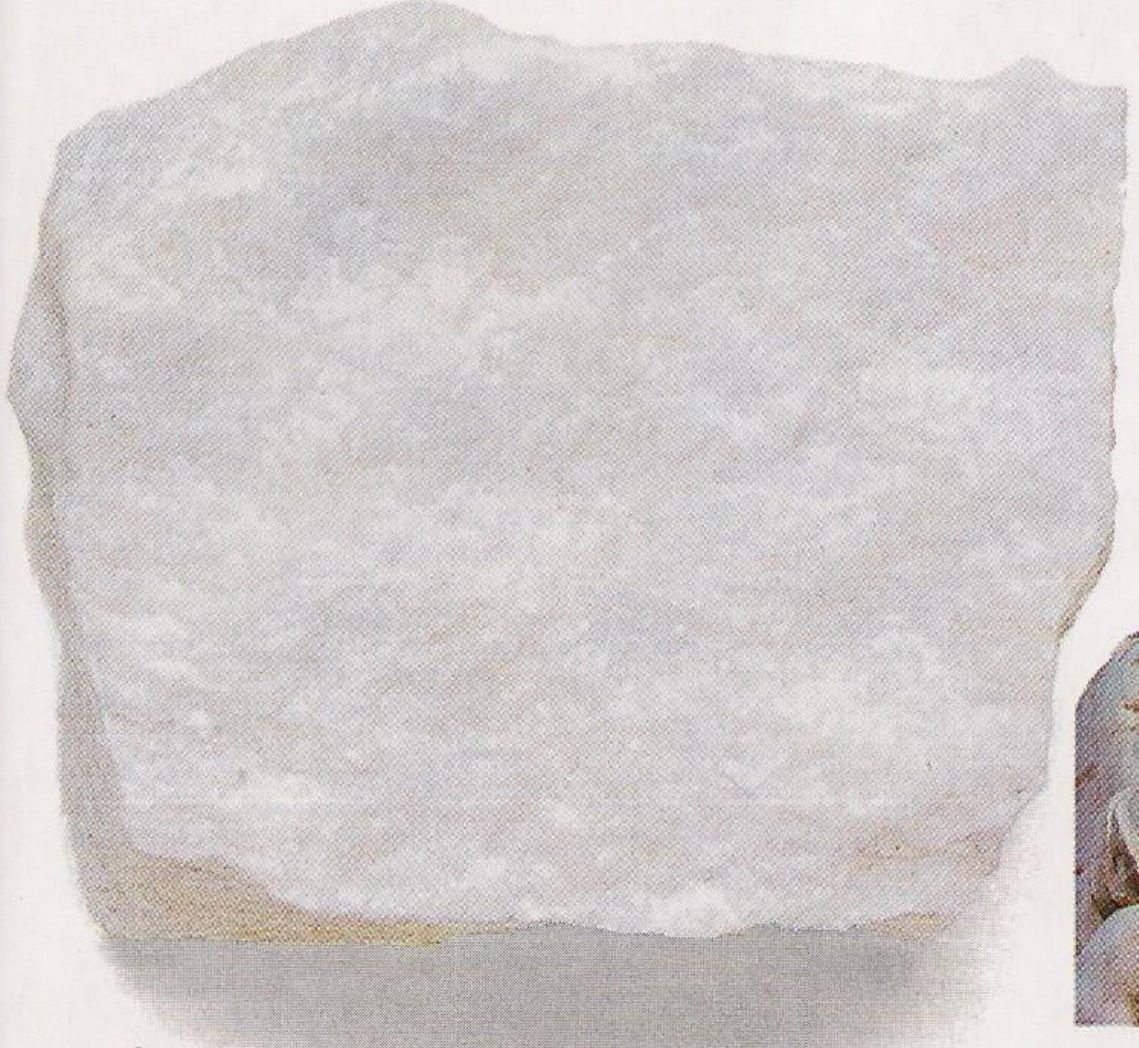
«بريش سانجوين» أو «الأحمر الإفريقى» هو «بَريشة حمراء» (ص 21) من الجزائر، استخدمه الرومان فى بناء معبد البانثيون بروما.



الرخـــام

نستطيع أن نجزم أن الرخام حجر جيرى متحول (ص 24) على أى حال يستخدم اصطلاح «الرخام» فى صناعة الأحجار لمجموعة متنوعة من صخور أخرى. وكلها ذات قيمة؛ لما تتحلَّى به من تنوع جذابٍ فى نسيجها الصخرى وألوانها، ولأن من السهل قطعها وصقلها. منذ زمن بعيد والرخام يستخدم فى صناعة التماثيل على نطاق واسع، وبالذات على يد الإغريق القدماء. بينما وصل استخدامه فى البناء إلى الذروة فى عهد الرومان.

الصخر الخام (أسفل)
الرخام الحقيقى غير مصقول مثل عينة «ميجاس ماربل» خشنة البلورات غير المصقولة من مالاجا بإسبانيا. عندما تنظر لصخر غير مقطوع فلن تستطيع تخيل الأنماط التى سيكشف عنها الصقل.

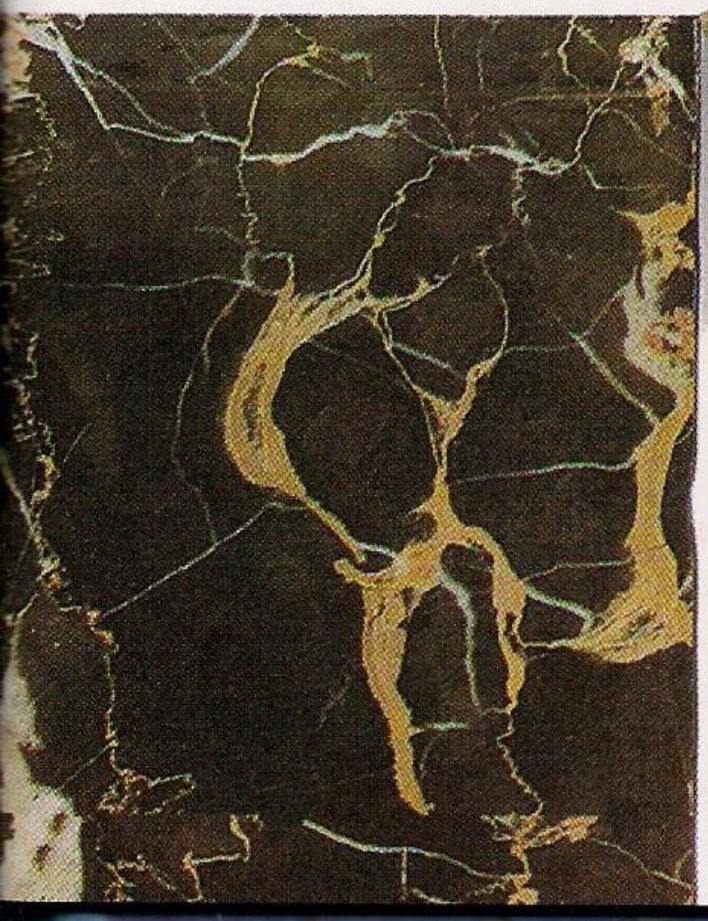


ماديتش مادونا
قام مايكل أنجلو بنحت هذا التمثال من رخام كرارة عام 1530.

محجر كرارة
تأتى أشهر أنواع الرخام فى العالم من محجر كرارة بتوسكانى، إيطاليا. وقد استخدمه مايكل أنجلو حيث إنه كان المحجر المحلى.

تخصص إيطالى (يمينًا)
يأتى رخام باردييللا الرمادى من كرارة بإيطاليا، وهى منطقة اشتهرت بإنتاج الرخام.

الوسيط الإغريقى
تعد الجزيرة اليونانية يوبوا الموطن الأصلى لرخام سيبولينو بتجزيعاته، ويستخرج الآن من محاجر بسويسرا، وجزيرة إلبا، وفيرمونت بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد استخدم فى كنيسة سانت صوفيا بإسطنبول، تركيا، فى العصر البيزنطى.



أناقة إيطالية (إلى اليسار)
هناك رخام إيطالى آخر يتميز بالجمال بتنويعاته السوداء والذهبية من ليجوريا.

استخدمت القدوم ذات المقبض
لتجويف وتهذيب القوارب الطويلة

قدوم من العصر
الحجرى الأوسط

جُلبة من قرن الوعل

القدوم ذات المقبض

كانت القدوم تتميز بحافتها القاطعة غير المتناسقة، وبالطريقة التى كانت تتصل بها بالمقبض بزاوية حادة. وكانت تستخدم رأسيًا أكثر منها أفقيًا لتهذيب الخشب وإعطائه شكلاً. تعود هذه العينات إلى العصر الحجرى الأوسط (10,000 ـ 4000 ق.م).

قدوم رُكّب مباشرة فى المقبض

حافة قاطعة من الحجر الصوان
غير منتظمة الشكل

نسخة طبق
الأصل من
المقبض الخشبى

المنجل

استخدمت مناجل من الحجر الصوان فى زراعة المحاصيل. استعمل النصل الطويل المقوس قليلاً فى الحصاد. كان لبعض المناجل لمعان على الحافة الحادة بسبب تكرار الحصد. هذا المنجل الذى رُكّبَ على مقبض طبق الأصل يعود إلى العصر الحجرى الحديث (4000 ـ 2300 ق.م).

بلطة مكسيكية من حجر أوبسيديان
تعود إلى القرن التاسع

نسخة طبق
الأصل من
المقبض الخشبى

رأس رمح بنصل من حجر الأوبسيديان
(الزجاج البركانى) من جزر «أدميرالتى»
قرب سواحل بابوا، غينيا الجديدة

الأوبسيديان

مثل الحجر الصوان، استخدم الأوبسيديان فى صنع أدوات بسيطة لأنه ينكسر بحواف حادة. حتى إنه استخدم لصنع مرآة بدائية.

بلطة

خنجر من
الصوان

البلطة الدانماركية والخنجر

وجدت هذه البلطة التى تعود إلى أوائل العصر البرونزى فى نهر التيمز بإنجلترا، وعرف أنها مستوردة بسبب تصميمها. هذه الحقيقة وكونها مصقولة بعناية يوحيان بأنها كانت شيئًا قيِّما. ينطبق هذا أيضًا على خنجر يعود إلى نفس الفترة (2300 ـــ 1200 ق.م)، مصنوع من البرونز. وشكله يعد تقليدًا للخناجر النحاسية المبكرة، والتى كانت نادرة فى بادئ الأمر كما كانت تعد ذات قيمة كبيرة.

رءوس السهام

رغم أن القوس والسهم كانا قد اخترعا فى العصر الحجرى الوسيط السابق مباشرة، فإنهما ظلا يستخدمان فى الصيد فى بدايته حتى شاع استخدام رءوس السهام على شكل أوراق شجر فى العصر الحجرى الحديث. فيما بعد تميز العصر البرونزى (2750-1800 ق. م) برءوس السهام المسننة. لذا كانت لحظة تغيير؛ إذ بدأت المعادن تطرق الأبواب.

رءوس السهام من العصر
الحجرى الحديث
على شكل ورق
شجر

رءوس سهام من العصر
البرونزى

خناجر من الصوان

هذان الخنجران أيضًا من العصر البرونزى، إن ندرتهما، والدقة التى صنعا بها يوضحان أنهما ربما كانا يستخدمان للتعبير عن المكانة الاجتماعية أو كأسلحة.

أولى الأدوات من حجر الصوان

لأن هذا الحجر ينكسر من أى اتجاه بحواف حادة، ولانتشاره على نطاق واسع، فقد استغله الإنسان البدائى فى صنع آلات حادة. فى البداية صنع قاطعات بسيطة لكن بالتدريج بدأ يصنع أسلحة وأدوات أكثر تطورًا مثل المكاشط والسكاكين.

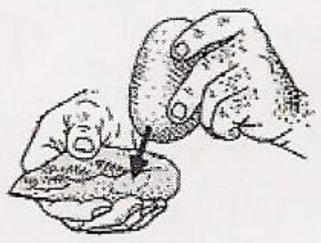
عُقَيدة حجر صوان كما وجد فى مناطق العصر الطباشيرى

سير جلدى لإدخال جلبة الحجر الصوان وقرن الوعل فى المقبض

رقاقات وشظايا الحجر الصوان

أدوات من الحجر الصوان

تم تشكيل الحجر بفصل الأطراف عن العقدة لترك اللُّب يأخذ شكلاً أرقى.

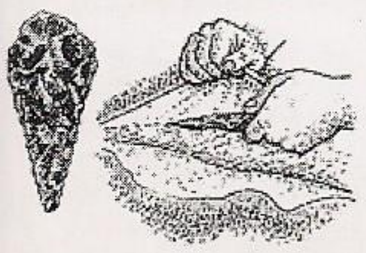


حجر على حجر

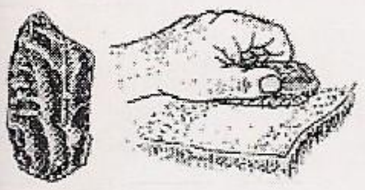
صنعت الأدوات الأولى بطرق الحجر الصوان بحجر آخر لإزالة الزوائد وترك أطراف حادة مسننة.

الضغط للحصول على رقاقات

استطاع الإنسان الحصول على أطراف حادة أكثر كفاءة، وشظيات أنعم باستخدام أدوات مثل عظام قرون الوعل.



أدوات ذات طرف حاد للسلخ والقطع



استخدمت المكاشط فى عملية دبغ جلود الحيوانات أثناء العصر الحجرى الحديث

حافة قاطعة

بلطة يدوية فاتحة اللون

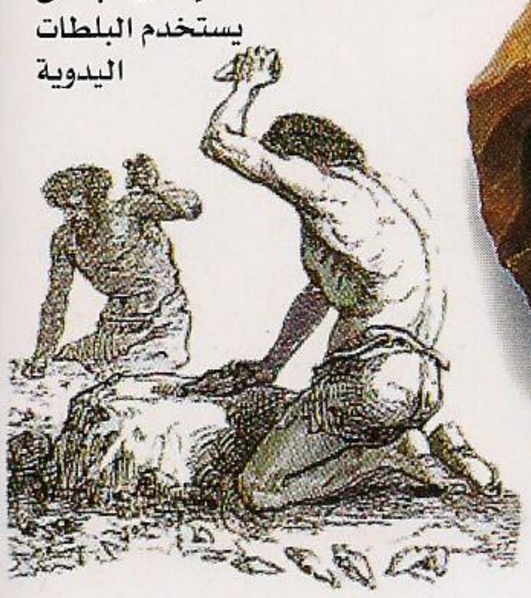
بلطة يدوية كبيرة حادة

بلطة يدوية صغيرة حادة

حافة قاطعة حادة

قاطعة بدائية بسيطة

حافة قاطعة خشنة



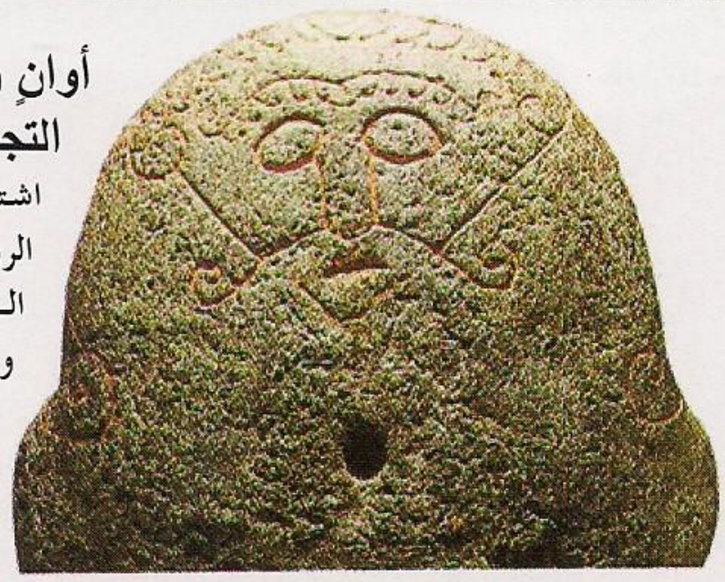
الإنسان البدائى يستخدم البلطات اليدوية

البلطات اليدوية

استخدمت البلطات فى العصر الحجرى لطحن عظام الحيوانات وسلخ جلودها. كما استخدمت لقطع الأخشاب وأحيانًا لقطع النباتات. يعود زمن البلطات السوداء المتطورة إلى ما يتراوح بين 300,000 إلى 70,000 عام مضى. أصغر الاثنتين حجمًا ربما كانت أكبرهما، ثم صغرت مع محاولات الإنسان لجعلها حادةً. يعود زمن البلطة فاتحة اللون إلى حوالى 70,000 إلى 35,000 عام قبل الميلاد.

أحجار السَّن (الشحذ)

حصل الإنسان على أطراف حادة للأدوات المصنوعة من البرونز وذلك بشحذها على حجر طويل. كانت هذه الأدوات مقوسة قليلاً حتى يمكن تعليقها فى أنشوطة حول الرقبة أو فى حزام. هذه الأحجار (المسنات) من العصر البرونزى (2300 – 700 ق. م).



حجر مسبك منقوش من عصر الفايكنج مصنوع من الحجر الصابونى الذى استخدم فى صنع أدوات وأسلحة معدنية

أوانٍ رخامية لمزج مساحيق التجميل

اشتملت مستحضرات التجميل الرومانية على: الطباشير ومسحوق الرصاص لتبييض الوجه والذراعين ومسحوق أحمر طفلى لصبغ الشفتين والخدين، وسناج لتسويد الحواجب. كانوا يستخدمون أدوات دقيقة من البرونز أو عظمة تشبه الملعقة لمزج هذه المواد بالماء أو بصمغ يذوب فى الماء وذلك فى أوان مصنوعة من الحجر. بعد ذلك كانوا يقومون بالطلاء كصبغ أو معجون.

فلكة المغزل الحجرى

استخدم الرومان أيضًا الأحجار كفلكات للمغزل. كانوا يصلون طرف خيوط القطن أو الصوف إلى مغزل عظمى أو خشبى به فلكة تعمل مع اتجاه حركة المغزل لأسفل، كان ثقله والحركة الدائرية يعملان على برم والتواء الخيط والذى بالتالى يلتف حول المغزل.

ملاط (حجر طفلى) على شكل طائر نقشه هنود الهايدا (فى المقابل)

المطحنة الرومانية الدوارة

أثناء العصور الرومانية استخدمت هذه الرحى المحمولة لطحن الغلال فى المنازل. كانت تتكون من حجرين، الأسفل كان يغرس فى الأرض أو يثبت فى دكة، بينما يدور العلوى (الثابت فى مكانه بواسطة مشقبية) فوقه بواسطة يد الرحى. كانت الحبوب توضع فى الفتحة الموجودة فى الحجر العلوى فتدفعها الحركة الدائرية بين الوجهين الطاحنين.

يد الرحاية

الحجر الدائر

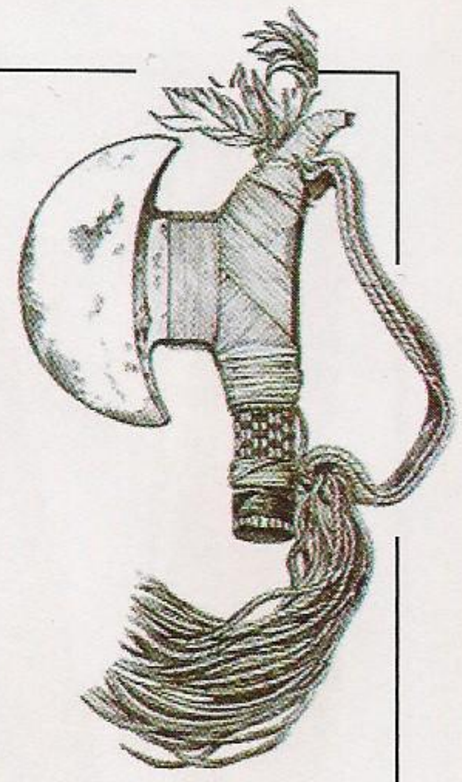
حجر صخرى (ص 21) مثبت فى طاولة أو راقد على الأرض

استخدام رحى حجرية لطحن الغلال أثناء العصر الحديدى

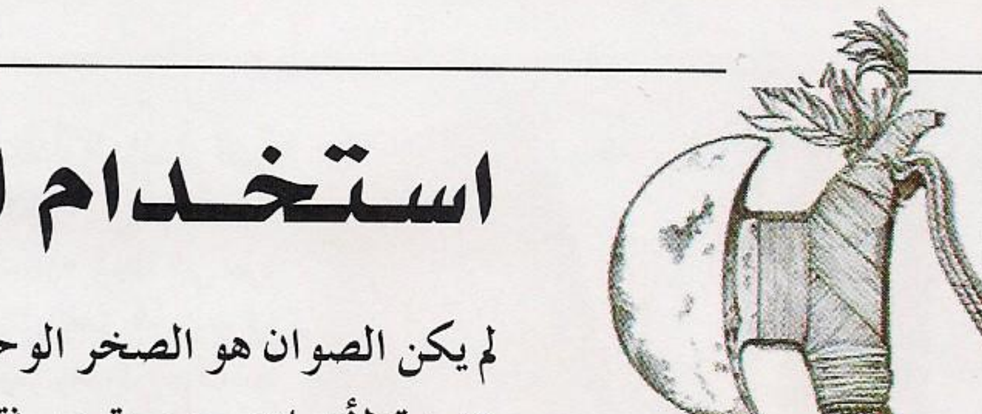
حبوب جاهزة للطحن

استخدام الصخور كأدوات

لم يكن الصوان هو الصخر الوحيد الذى استخدمه أجدادنا، حيث عثر علماء الآثار على شواهد عديدة لأدوات حجرية من ثقافات عديدة مختلفة بطول العالم وعرضه. بعضها استخدم كأسلحة، وبعضها الآخر كأدوات زراعية ومنزلية تتراوح ما بين الملاط وأوعية التخزين إلى لوحة مزج مواد الزينة، ويبدو أن بعض الأسلحة لم يستخدم على الإطلاق. وأن بعضها الآخر كان مجرد رموز للمكانة الاجتماعية.



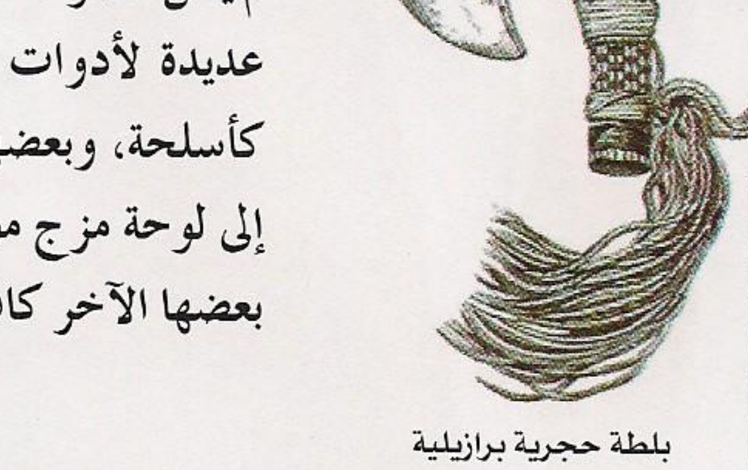
بلطة حجرية برازيلية



بلطة من العصر الحجرى الحديث
ذات سطح مصقول بدرجة عالية

بلطات حجرية

تعود كل هذه البلطات الحجرية إلى العصر الحجرى الحديث فى بريطانيا (4000 ـ 2300 ق.م) وهى مصقولة بدرجة كبيرة وأشد احتمالا من البلطات الصوان ذات الشطرات الرقيقة. ويبدو أنها خضعت للمبادلات التجارية حيث عثر عليها على بعد مئات الكيلومترات من أماكن الصخر الذى صنعت منه.



بلطة من العصر الحجرى الحديث
من الديورايت وهو صخر نارى

بلطة من العصر الحجرى الحديث
من توفا وهو صخر بركانى

بلطات الحرب

تنتمى هذه البلطات المثقوبة إلى بدايات العصر البرونزى (2300 ـ 1200 ق.م) وربما استخدمت الاثنتان العلويتان كأسلحة، أما التى بأسفل الصفحة فتسمى «مطرقة ـ بلطة» لأن أحد الطرفين يستخدم كبلطة والآخر كمطرقة (شاكوش) ولكون العناية التى حوفظ بها عليها جميعًا واضحة يبدو أنها استخدمت للعرض كما استخدمت للأغراض العملية.

منظر جانبى لبلطة حربية من الديورايت

منظر علوى لبلطة حربية

طرف المطرقة

طرف البلطة

«مطرقة ـ بلطة» من الجرانيت ثنائية الغرض

هراوة حرب حجرية منقوش عليها، استخدمها هنود الهايدا، وهى قبيلة بشمال أمريكا، تقيم بجزر كولومبيا البريطانية

وتد لمنع تحرك الحجر

حصَبَة كوارتزيت يتوسطها ثقب

نسخة طبق الأصل من عصا حجرية

رأس خشبى مدبب حاد للحفر

عصا حفر من جنوب إفريقيا لها طرف على شكل قرن وثقالة حجرية

عصا حفر ذات ثقالة

كثيرًا ما استخدمت حَصَبَة (زلطة كبيرة) من الكوارتزيت وثقب مركزها لتعمل كطرف ثقالى لعصا خشبية مدببة. أثناء العصرين الحجرى الوسيط والحديث (10,000 ـ 2300 ق.م) استخدمت هذه العصى لحرث التربة؛ لزراعة المحصولات ولنبش الجذور.

حرث الأرض بعصا حفر تمهيدًا لزراعتها

مسحوق هيماتيت

صبغ أحمر

تلويـــن البشـــرة

توفر الأشكال المتنوعة للهيماتيت الموجودة بالأرض مادة صبغية بنية تميل إلى الاحمرار. واستخدمت أيضًا مادة ناعمة المسحوق كوسيلة لتجميل البشرة وكوسيلة صقل ناعمة (الأحمر الذى يستخدمه الصائغ).

مسحوق رهج الغار

صبغ زرنيخى برتقالى

البرتقـــالـــى المصـــرى

فى حوالى 1500 ق. م طحن المصريون لأول مرة رهج الغار، وهو مكون زرنيخى يوجد فى ترسيبات العيون الحارة للحصول على خضاب برتقالى. أما فنانو العصور الوسطى فقد فضلوا استخدام سلفيد الزئبق الأحمر.

مسحوق الرهج الأصفر (كبريتور الزرنيخ الأصفر)

مسحوق الملكيت

صبغ الملكيت الأخضر

أخضـــر زاه

الملكيت من مركبات النحاس، وينتج عنه أخضر زاه غنى. استخدم لأول مرة أثناء العصر البرونزى فى مصر.

صبغ أصفر ملكى

ذهب الحمقى

استخدم فنانو العصور الوسطى الرهج الأصفر (كبريتور الزرنيخ). وهو مركب زرنيخىّ للحصول على ألوان عديدة ولتقليد الذهب. ولأنه يشبه الذهب فقد منى الكيميائيون بآمال كاذبة فى استخلاص الفلز النبيل منه.

مسحوق اللازورد

صبغ أزرق لازوردى

الأزرق الثميـن

فى بلاد فارس تم لأول مرة تنقية الأزرق اللازوردى إلى درجة أنقى هى اللازوردى الغنى، ولأنه كان غالى الثمن لم يتسع استخدامه مثل اللازورد.

مسحوق الزنجفر

فيرميليـون طبيعـى

استخدم الفيرميليون البراق فى الزنجفر (كبريتيد الزئبقيك) الأحمر فى الصين فى عصور ما قبل التاريخ، لكنه استخدم على نطاق واسع فى العصور الوسطى. استطاع الإنسان الحصول عليه من الزئبق والكبريت فيما بعد.

مسحوق اللازورد

الأزرق الكلاسيكى

اللازوردى من مركبات النحاس، كان يومًا أحد المكونات الأساسية للون الأزرق على عهد أسلافنا. هذه العينة استخرجت من التربة وهى ذات قيمة عالية فى إنتاج اللون.

صبغ أزرق لازوردى

مسحوق فيرميليون

الرسـم بألـوان زاهيـة

فى أواخر القرن الثالث عشر كان الفنانون يستخدمون بانتظام كلا من اللازوردى الزاهى والفيرميليون كما فى هذه الصورة من رسم دوتشيو.

الأصبـــاغ

عندما بدأ الإنسان الأول فى تلوين جسده وبيته، لم يكن عليه أن يبحث عن الخضاب الملونة لكى يحصل على الألوان والأصباغ. لقد استطاع الحصول على ألوان عديدة بطحن الصخور المحلية الملونة أو بخلط المساحيق مع دهن الحيوانات. عبر القرون – ومع توسع طرق التجارة – دخلت ألوان كثيرة إلى طبق مزج الفنان. واليوم تنتج مواد صبغية سامة اصطناعية عديدة.

ألوان من التربة

استخدم الفنانون الأوائل الطمى بشكل مكثف لتوفره على نطاق كبير، ولأن حبيباته الدقيقة سهلة الطحن. استطاعوا الحصول على الأخضر السنجابى والبنى.

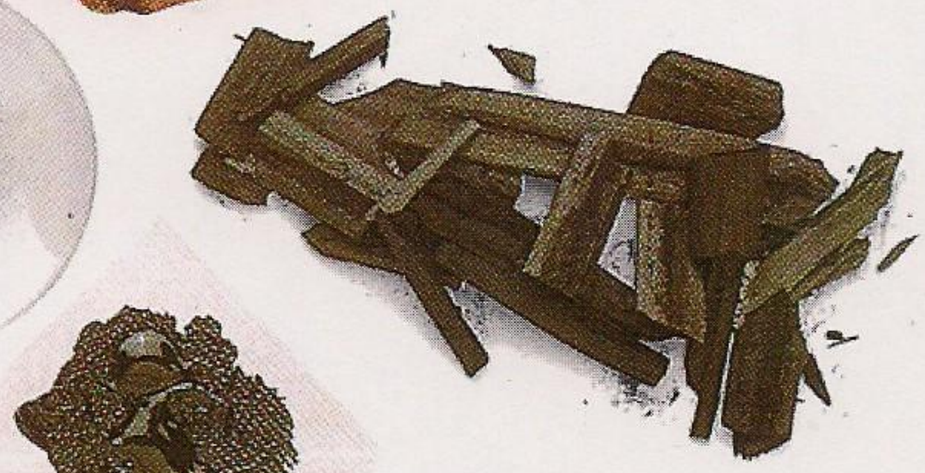
درجات اللون الأبيض

كان أول خضاب أبيض هو الطباشير (ص20) رغم أنه فى بعض المناطق استخدم الكاولين (الطمى الصينى) بدلاً منه.

رسوم الكهوف

قام إنسان الكهف برسم أول أعمال فنية باستخدام مزيج من الطمى، والطباشير، والتربة، والعظام والخشب المحروقين.

رسم ثور من منطقة «جروت دى نيو» بفرنسا 20,000 ق.م



أسود كالفحم

لا تزال أيدى الفنانين تمسك به حتى اليوم، وقد عرفه قبلهم فنانو الكهوف. ولقد وجد هؤلاء كمية وفيرة منه فى جمار الحرائق التى كانوا يشعلونها.

تنويعات اللون فى المعدن

معادن عديدة تتخذ الألوان بنسق يسهل التعرف عليها. والبعض الآخر به ألوان كثيرة. على سبيل المثال قد يكون التورمالين (ص 55) بلورات باللون الأسود، أو البنى أو الوردى أو الأخضر أو الأزرق، وقد يُظهر تشكيلة ألوان فى بلورة واحدة.

مفاتيح اللون

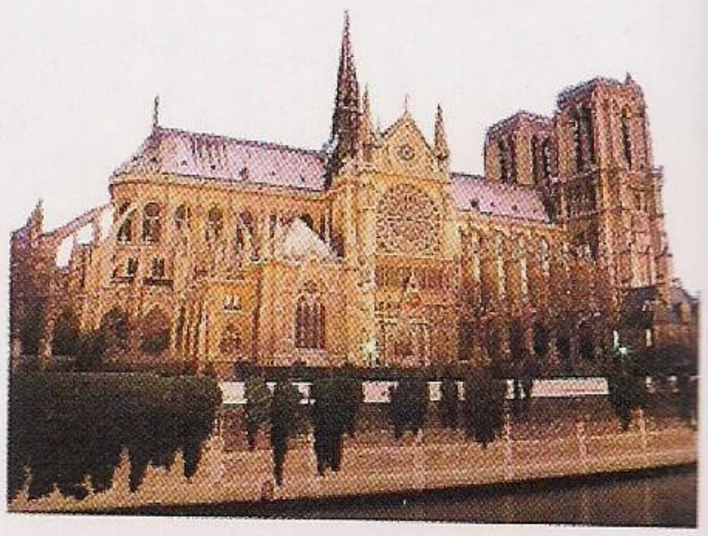
هناك وسيلة ناجحة فى تحديد هوية المعدن وهى اللون الذى يظهر بعد طحن المعدن تمامًا وأبسط طريقة لتحقيق ذلك هى أن تكشط العينة برفق على بلاطة بيضاء غير مصقولة. معادن عديدة تترك تجزيعة لون قد تكون أو لا تكون من نفس لون المعدن، وبعضها ينسحق إلى بودرة بيضاء.

أحجار من صنع الإنسان

صنع الإنسان الآن أحجارًا بديلة للبناء مثل الطوب الطفلى والقرميد والأسمنت والخرسانة المسلحة والزجاج، على أى حال، تعود كلها إلى مصدر صخرى أو آخر.

نوتردام، باريس

بنيت كاتدرائية نوتردام الشهيرة بباريس من حجر جيرى محلى من منطقة سان جاك بباريس بين عامى 1163 و1250م. من المثير أن سراديب الأموات فى باريس محاجر قديمة.



الأحجار الرملية

من الأحجار الرملية مختلفة الألوان تُتَّخذُ أحجار بناء جيدة. تم بناء أغلب بلدة «كاركاسون» الفرنسية من حجر رملى، وكذلك معظم آثار «موجول» الرائعة بالهند.

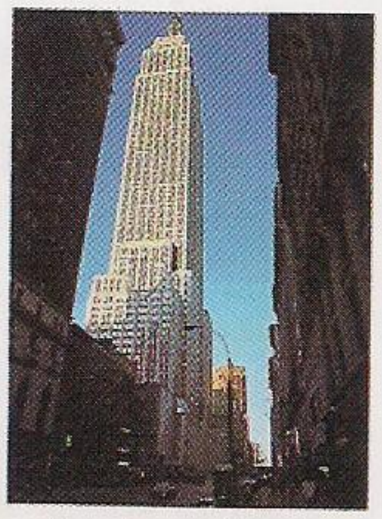
الجرانيت

كثيرًا ما يستخدم الجرانيت المصقول فى واجهات المبانى الكبيرة، كما يستخدم فى شواهد القبور. استوردت مدينة لينجراد جرانيت فنلنديًّا لتشييد العديد من مبانيها بما فيها قصور القياصرة.

قرميد الأسقف

فى أنحاء عديدة من العالم، يصب قرميد أسقف اصطناعى وسخن فى أفران.

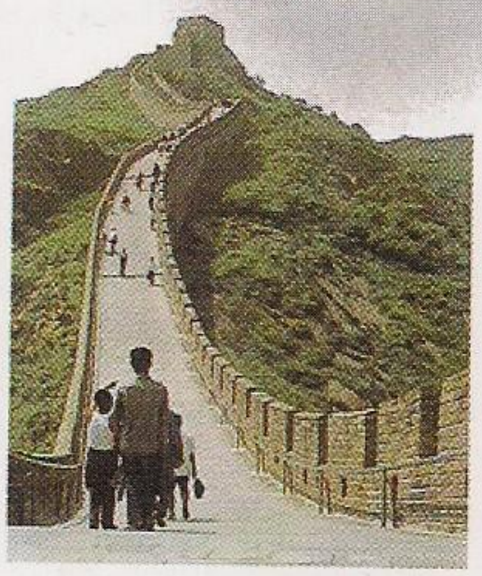
حجر مصقول اصطناعى



ناطحة سحاب الإمباير ستيت، نيويورك

رغم أن أغلبها من الجرانيت والطوب الرملى فإن مواد من صنع الإنسان استخدمت فى بنائها.

حجر أحمر ناعم



سور الصين العظيم

بنى سور الصين العظيم، أضخم عمل فردى على وجه الأرض ويبلغ طوله 2400 كم (1500 ميل) من مواد مختلفة حسب المنطقة التى يمر بها. تجد الحجر الطفلى والجرانيت وصخورًا محلية مختلفة.

الطوب

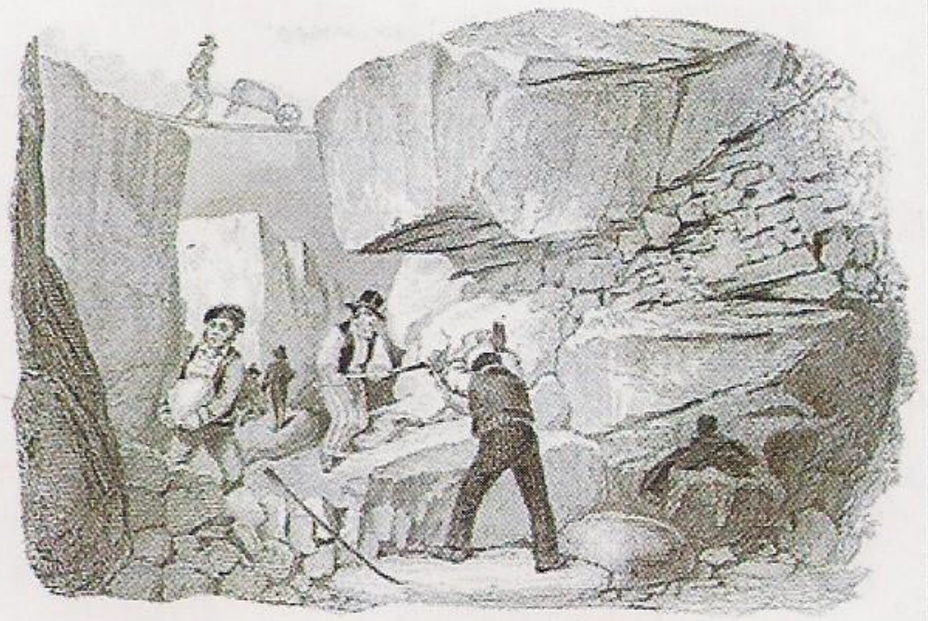
يسخن الطفل السهل الصب فى قوالب لصنع الطوب. تتسبب الشوائب فى اختلاف ألوان الطوب وقوته مما يجعلنا نستخدم كل نوع فى وظيفة معينة.

الأسمنت

يصنع الأسمنت بطحن وتسخين الحجر الجيرى المناسب. عند مزجه بالرمل والحصباء والماء نحصل على الخراسانة التى ربما كانت أكثر وسائط البناء شيوعًا اليوم.

أحجـــار البنـــاء

صمدت أغلب آثار الماضى العظيمة مثل المعابد والقصور؛ لأنها صنعت من حجر طبيعى قوى. وأحجار البناء الجديدة يجب أن يكون استخدامها يسيرًا نسبيًّا، على ألا تكون هشة، معرَّضةً للانقسام أو التأثر بالتجوية. واليوم تستخدم أحجار البناء الطبيعية مثل الرخام (ص 26) أساسًا كأحجار زينة، وتستخدم أحجار اصطناعية لأغراض البناء.

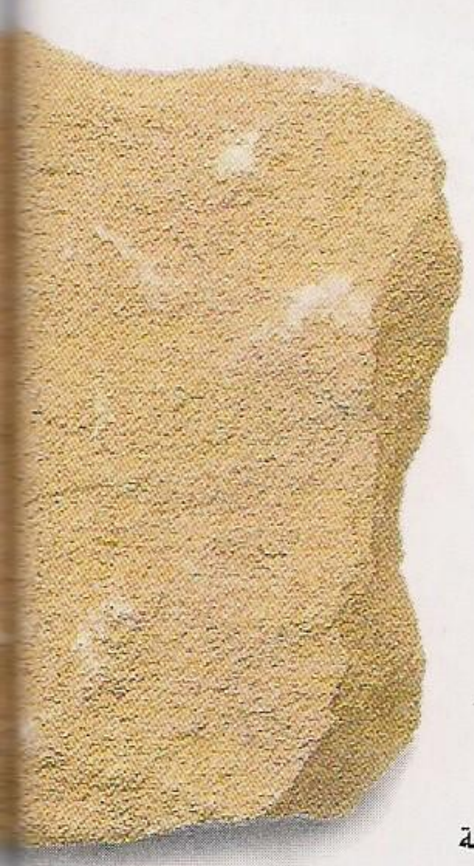


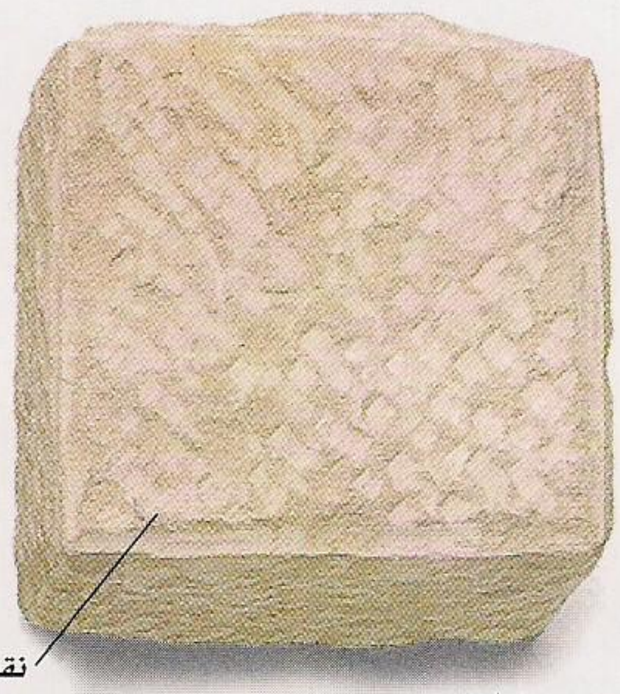
استخراج الأحجار فى أوائل القرن التاسع عشر اعتمد اعتمادًا كليًّا على العمالة اليدوية.

الحجر الجيرى فى العصر الوسيط

هذا الحجر الجيرى الشهير يستخرج من محجر قرب القاهرة بمصر. وهو يحوى حفريات دقيقة تكونت منذ حوالى 40 مليون سنة. بنى المصريون الأهرام من حجارة مصدرها نفس المحاجر.

الأهرامات بمصر بنيت من حجر جيرى محلى





نقش للزينة

حفريات

حجـر بورتلانـد

العلامات على سطح هذا الحجر الجيرى الإنجليزى نتيجة عملية زخرفة بأدوات معينة كانت شائعة فى القرن التاسع عشر. بعد حريق لندن الكبير عام 1666 استخدم حجر بورتلاند لإعادة بناء كاتدرائية القديس بولس.

فسيفساء مسيحية

كثيرًا ما استخدمت شظايا أحجار محلية لصنع أبواب بتصميم فسيفسائى معقد.

حجر الأوليت الجيرى

تكون هذا الحجر الجيرى منذ نحو 160 مليون سنة. وهو يستخدم كحجر بناء وأحيانًا فى صناعة الأسمنت.

حجر جيرى عمره 160 مليون سنة استخدم لبناء الأسقف

حجر إردواز من ويلز

الإردواز

على عكس أغلب مواد البناء يجب اختيار أحجار الأسقف بحيث تنقسم بسهولة إلى ألواح. والإردواز (ص 25) مثالى لهذا الغرض. على أى حال عند عدم توافره، كان البناءون يلجئون إلى استخدام أحجار أقل قيمة فى الأسقف.

أصـــول الفـحـــم

ربما عبر هذا النقش البارز عن شكل مشابه للمستنقعات الفحمية.

المكونات الخام للفحم

لكى يتكون الفحم يجب أن توجد طبقات كثيفة من مادة خضراء فى مناطق يتعذر فيها الصرف مثل المستنقعات والأراضى الإسفنجية. تتشبع النباتات الميتة بالمياه، ورغم أنها تبدأ فى التعفن فإنها لا تتحلل مائة بالمائة.

طبقة فحم المستنقعات

طبقة فحم المستنقعات أكثر تماسكًا من المادة الخضراء المتعفنة . يمكنك أن ترى بعض جذور النباتات وحافظات البذور. فى مناطق معينة من العالم، حيث تتكون هذه الطبقة الآن، يقطعها السكان ويجففونها ثم يحرقونها كوقود.

قطع فحم المستنقعات

مثلما فعل أسلافهم، يقوم الفلاحون فى أيرلندا بجمعه باستخدام وسائل تقليدية.

الفحـم البنـى

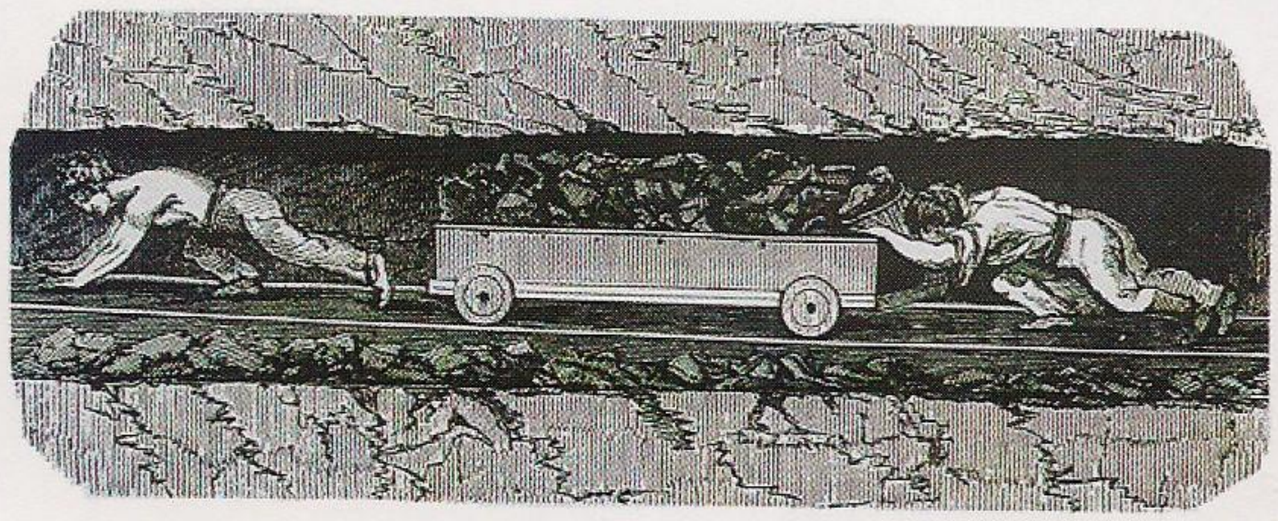
عند انضغاط طبقة فحم المستنقعات تتكون مادة بنية سهلة التفتت تسمى «لجنيت» والتى لا تزال بها بعض أجزاء نباتية يسهل التعرف عليها. بينما يرقد تحت طبقة فحم المستنقعات التى لم تجف 90٪ ماء، فإن اللجنيت يحتوى على نسبة 50٪ ماء.

طبقـات الفحـم

طبقات الفحم تقع بين شطرى مادة أخرى مثل الأحجار الرملية والطفلية التى كونتها رسوبيات الأنهار. طبقات اللجنيت (فى الصورة) من محجر فرنسى.

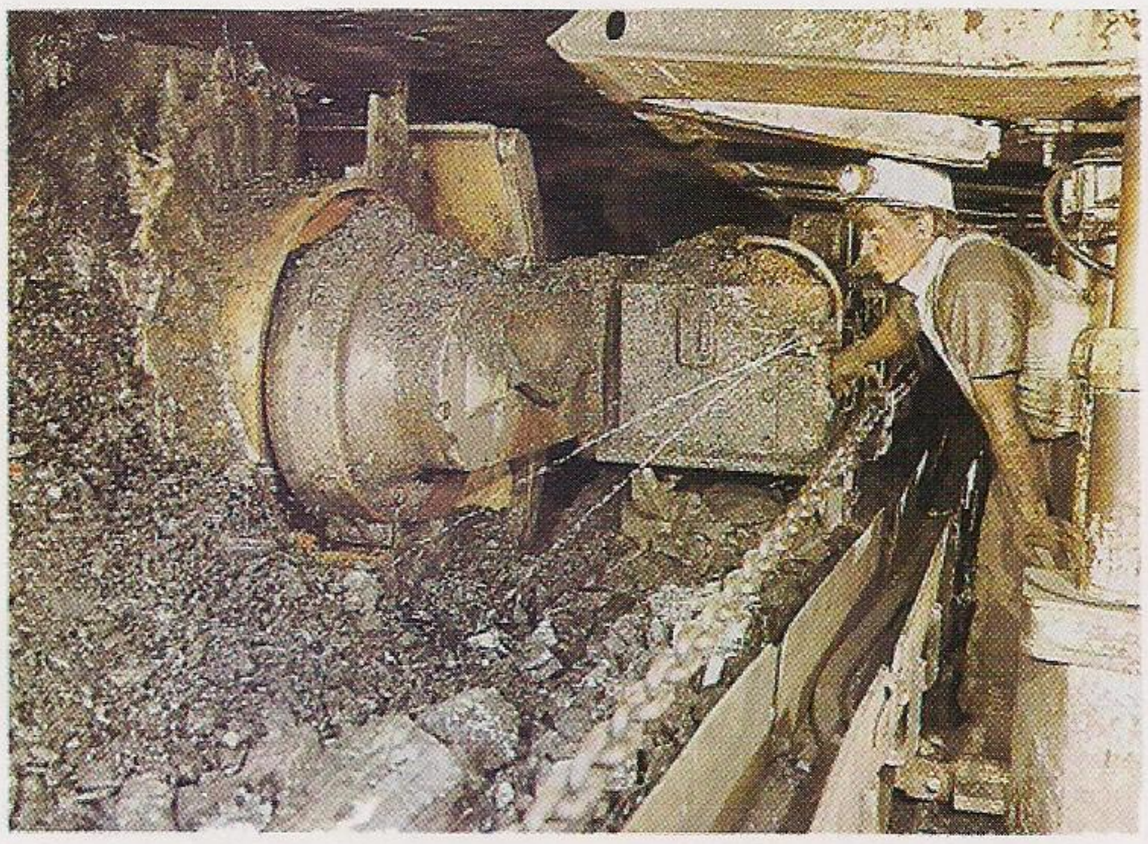
الذهـب الأسـود

تحت الضغط يتحول اللجنيت إلى الفحم البيتومينى أو الفحم المنزلى. وهى مادة سهلة الكسر وبها مكون كربون عالٍ . إذا أمسكتها ستتسخ يدك لاحتوائها على مادة مسحوق يشبه الفحم الحجرى . تجد فى كتلة الفحم طبقات متفاوتة من حيث اللمعان والانطفاء كما تجد آثار المادة النباتية مثل فتحات التنفس.



الأحوال فى المناجم

أثناء الثورة الصناعية، أجبر الأطفال على العمل ساعات طويلة فى ظروف قاسية فى مناجم تحت الأرض كما يبين هذا الحفر الذى رُسم عام 1842م.



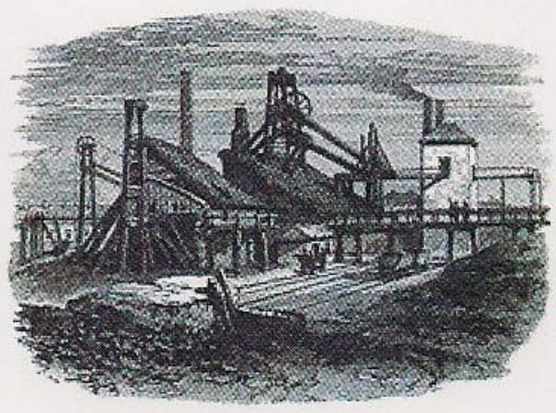
استخـراج الفحـم

ظل الإنسان يستخرج الفحم منذ العصور الوسطى. بعض المناجم سطحى حيث التعدين على سطح الأرض، لكن أغلب المناجم يقع على عمق عدة مئات من الأمتار تحت سطح الأرض أو البحر. واليوم تستخدم تقنيات حديثة فى الطبقات الحاملة للفحم.

أصلـب أنـواع الفحـم

الأنثراسيت هو أجود أنواع الفحم. هذه المادة اللامعة هى أصلب من أى فحم، وستظل يدك نظيفة إذا لمستها. وهى الأثمن لأنها تحتوى على كربون أكثر من أى نوع أخر، كما أنها تطلق قدرًا كبيرًا من الحرارة ودخانًا أقل.

قصة الفحم



إن الفحم الذى نحرقه اليوم يبلغُ عمره ملايين السنين، وقد بدأت قصته كنبات أخضر فى الغابات والمستنقعات التى كانت تغطى أجزاء من أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية. مع تساقط الأوراق والبذور والأغصان الميتة على أرض الغابة بدأت فى التعفن . بعد ذلك دفنت هذه المادة الرقيقة المتعفنة، وبالتدريج، بدأ ثقل الرسوبيات الجاثمة فوقها فى إخراج الماء منها وضغط المادة النباتية وتحويلها إلى كتلة صلبة هى فحم المستنقعات، ثم أخيرًا إلى الفحم. مع ازدياد الضغط والحرارة تكونت خمسة أنواع مختلفة من الفحم على التوالى.

أخشاب أحفورية

الكهرمان الأسود هو مادة سوداء من الأخشاب المتناثرة التى انجرفت إلى البحر. وهو خفيف ومصقول وتصنع منه الحلى أو يستخدم فى أغراض الزينة. ولقد استخدم الإنسان هذه المادة منذ العصر البرونزى.

استخدم الفحم كحلى

يوركشاير بشمال إنجلترا مصدر رئيسى للكهرمان الأسود. هذه العلاقات (الدلايات) الرومانية عثر عليها فى يورك ومن شبه المؤكد أنها صنعت من مادة محلية.

الحجر الزيتى

هذا الصخر الرسوبى يسمى بالحجر الزيتى لأنه يمكن استخراج النفط منه. وهو يحتوى على مادة عضوية من أصل نباتى وحيوانى تسمى كيروجين. عند تسخينها ينطلق بخار يستخرج منه النفط.

جزء من محارة
النوتى

حيوان النوتى

مثل محارة الأمونية، تنقسم محارة النوتى إلى غرف. بتنظيم حجم الهواء فى هذه الغرف يتحرك الحيوان إلى أعلى وإلى أسفل فى الماء. وهو يسبح إلى الخلف ورأسه متجهة لأسفل.

الأسلاف القدامى

عمر هذا الحجر الجيرى حوالى 200 مليون سنة. ويمتلئ ببقايا مئات الأمونيات ذات الأصداف الصلبة الملتفة وقد انقرضت هذه الكائنات البحرية الآن. ولأن هذه الأنواع تغيرت بسرعة وعاشت فى بقاع عديدة من العالم فإنه يمكن استخدامها لتحديد العمر النسبى للصخور التى وجدت فيها. أقرب كائن معاصر للأمونيات هو النوتى الذى يعيش فى المحيط الهادى.

بقايا الأمونيات

مقبرة الحلزون

تحتوى هذه القطعة من الحجر الجيرى على الأصداف الحلزونية الصلبة لبطنيات الأقدام (الحلزونات) منذ حوالى 120 مليون سنة. فى بعض الأماكن تحللت القوقعة البيضاء وتركت أثرًا على ما كان بداخلها.

أثر ما كان بالداخل

صدفة بطن أقدام

اقتفاء أثر الأحافير

توافر الأحافير على شواطئ البحار جعل جمعها هواية فى أوقات الفراغ فى القرن التاسع عشر.

حلزون الحديقة

الأحـــافـــير

الأحافير شواهد على حياة كانت واحتفظت بها صخور قشرة الأرض. وتتكون الأحافير عندما يدفن نبات أو حيوان فى مادة رسوبية. فى العادة تذوى الأجزاء الرقيقة، أما الأكثر صلابة فتبقى. لهذا تجد أغلب الأحافير عظامًا أو أصداف حيوانات أو أوراق نباتٍ أو أجزاء خشبية من النبات. فى بعض الأحافير البحرية، قد تحل معادن محل الأصداف وقد يتم الاحتفاظ ببعض الآثار من الداخل أو الخارج، وقد تجد الأحافير فى الصخور الرسوبية، خاصةً الحجر الجيرى والطفل الصفحى. وأغلب الأحافير لنباتات وحيوانات انقرضت مثل الديناصور، وهى تكشف تفاصيل كائنات عاشت منذ ملايين السنين وتمكن علماء الكائنات المتحجرة من تحديد عُمر الصخور التى توجد بها. والأحافير التى تبين آثار أقدام أو حُفَر لا مخلفات كائنات تسمى «أحافير آثارية».

أثر مطبوع لورقة

هذه الورقة المحفوظة تشابه ورقة شجر الزان الحديثة. ورغم أن عمرها حوالى 40 مليون سنة فإن أغلب تفاصيل النسيج الأصلى يمكن رؤيتها.

ورقة ماجنوليا من العصر الميوسينى

الأحافير النباتية

توجد أحافير عديدة تشبه السرخس فى الصخور الحاملة للفحم (ص 36). ولأنها تكونت فى الفترة الفحمية (الكربونية) فإنها تسمى «الأحافير مقياس الفحم» ورغم أنها ليست من نفس الأنواع النباتية بالضبط مثل السرخس الذى ينمو اليوم، فإن هناك تشابهًا رائعًا بينهما.

أحفور أبواغ السرخس فى الحجر الحديدى

سرخس ينتمى إلى العصر الكربونى

أوراق السرخس من نوع يُطلق عليه اسم «أستيروثيكا»، محفوظ داخل الحجر

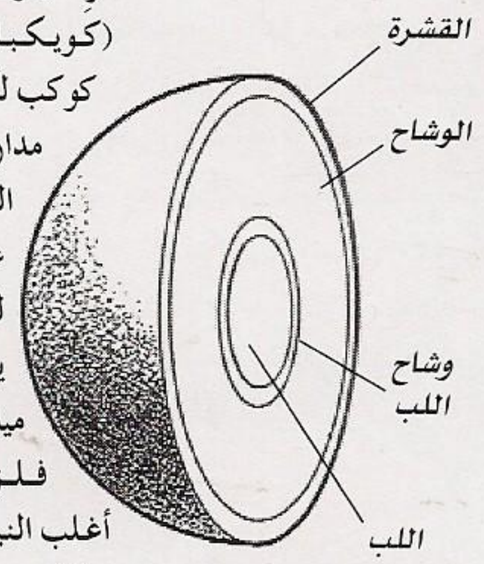
السرخس الذى ينمو فى عصرنا الحالى

مذنب هالى

ربما أتت النيازك الحاملة للماء من مذنبات مثل مذنب هالى الذى نقش هنا على النسيج المنقوش من بايو.

تركيب الكويكبات

ترِدُ نيازك عديدة من كواكب ثانوية (كويكبات) لم تكن يومًا جزءًا من كوكب لكنها تدور حول الشمس بين مدارى المريخ والمشترى. وأكبر الكويكبات «سيريس» يبلغ عرضه 1020 كم (632 ميلاً) لكن قطر أغلب الكويكبات يقل عن مائة كيلومتر (62 ميلاً). ويتكون داخلها من لب فلزى مركزى، وهو مصدر أغلب النيازك الحديدية مثل «كاينون ديابلو»، ومنطقة وشاح مركزى مصدر النيازك الحديدية/ الحجرية مثل «ثيبل ماونتنز»، وقشرة مصدر النيازك الحجرية مثل نيزك «بارويل».



حاملات الماء

سقط نيزك «ميرتشيسون» فى أستراليا عام 1969. كان يحوى مركبات كربون وماء من الفضاء. يعتقد أن مادة مشابهة لهذه تكون نواة المذنب. تكونت مركبات الكربون بواسطة تفاعل كيميائى وليس كائنات حية، وإن نيازك كهذه لنادرة، فهى تمثل حوالى 3٪ فقط من التى تسقط.

صخور من القمر والمريخ

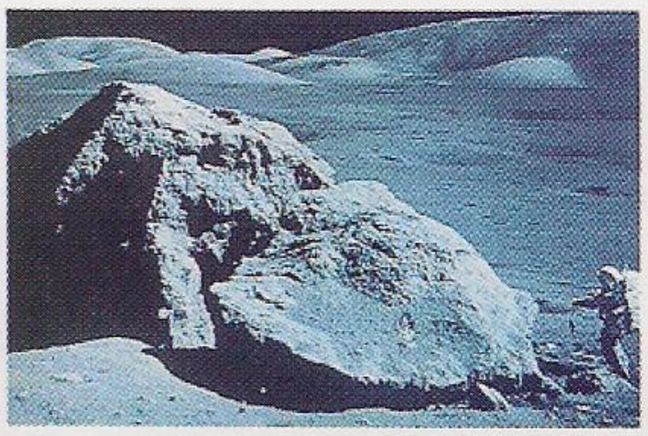
نعرف أن خمسة من النيازك التى وجدت بالقطب الجنوبى مصدرها القمر لأنها تشبه صخور التلال القمرية التى جمعها رواد رحلات أبوللو وهناك ثمانية نيازك أخرى يُعتقد أن مصدرها المريخ.

أصل مريخى

سقط حجر «نخلة» فى مصر عام 1911 ويقال إنه تسبب فى قتل كلب. تكون هذا الحجر منذ 1300 مليون سنة، وهو أحدث من أغلب النيازك، ومن المحتمل أنه أتى من المريخ.

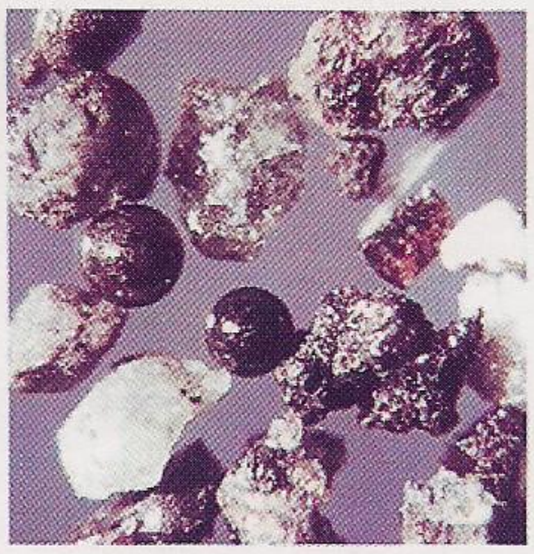
اكتشافات قمرية

تتكون النيازك القمرية من نفس مادة صخور تلال القمر كما يبدو بجوار رائد فضاء أبوللو 17 جاك سميث.



صخور القمر

تغطى سطح القمر تربة من بقايا معدنية وصخرية دقيقة. وقد تكونت بفعل قصف النيازك المتكرر لسطحه. ترابطت جزيئات مواد مثل هذه على سطح الكواكب السيارة لتكون العديد من النيازك الحجرية. هنا، المعدن ذو اللون الفاتح هو الفلسبار والأغمق هو البيروكسين.

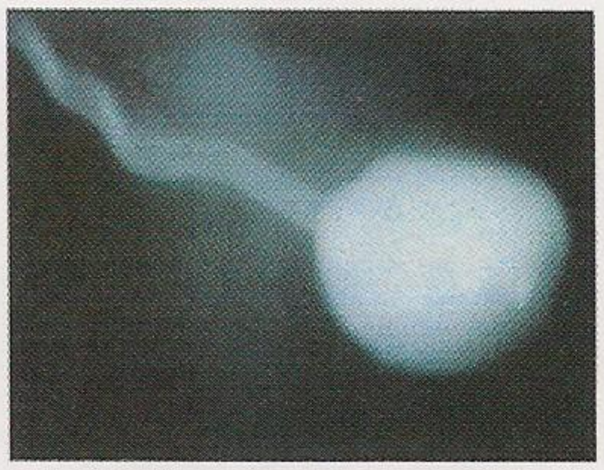


صخور من الفضاء

فى كل عام يسقط على الأرض حوالى 19000 نيزك يزيد وزن كل منها على مائة جرام (4 أوقيات)، ويسقط أغلبها فى البحر أو الصحارى، ولا نعثر إلا على خمسة منها سنويًا. والنيازك أجسام طبيعية تنجو عند تساقطها من الفضاء. عندما تدخل الغلاف الجوى للأرض تذوب طبقة السطح وتضيع، لكن يظل قلبها باردًا. ولأن سرعتها تتناقص فى الغلاف الجوى فإن السطح الذائب يتجمد ويكون قشرة رقيقة داكنة مندمجة.

كرة باساموونت النارية

فى أحد أيام شهر مارس سنة 1933 الساعة الخامسة صباحًا، التقط ملاحظ عمال فى مزرعة بولاية نيو مكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية صورة لهذه الكرة النارية وهى تسقط على الأرض. تسمى النيازك باسم المناطق التى تسقط عليها. كان لكرة باساموونت مسار طويل بزاوية منخفضة وصل طوله إلى 800 كم (500 ميل). ولقد اخترق الغلاف الجوى معلنًا سقوط عشرات الأحجار النيزكية.



شظية من النيزك

قشرة مندمجة سوداء زجاجية تكونت أثناء المرور بالغلاف الجوى للأرض

من الداخل رمادى داكن يتكون أساسًا من معدنى الأوليفين والبيروكسن

نيزك فلزى

اصطدم نيزك «كاينون ديابلو» بالأرض منذ نحو 20000 سنة، وعلى عكس «بارول» هو نيزك حديدى، والنيازك الحديدية أندر من الحجرية وتتكون من سبيكة حديد/ نيكل تحتوى على من 5 ـ 12٪ نيكل . كونت فيما مضى أجزاء من كويكبات (الصورة المقابلة) لكنها تناثرت. أكبر النيازك المعروفة التى تتكون من الحديد «هوبا، ناميبيا» ويزن 60 طنًّا. هذه القطعة التى اجتزئت من كاينون ديابلو تم صقلها وحك سطحها جزئيًّا بواسطة حامض لإظهار بنائها الداخلى.

قرين الأرض (الصورة فى الأعلى)

سقط نيزك بارويل فى باريديل بلايسستر بإنجلترا فى عشية عيد الميلاد عام 1965. وعمر هذا النيزك يصل إلى 4,600 مليون عام وقد تكون فى ذات الوقت الذى تكونت فيه الأرض ولكن فى جزء آخر من النظام الشمسى. ومن بين كل 10 نيازك تسقط، 8 نيازك حجرية مثل بارويل.

فلز وحجر (أسفل)

يكون «الحديد الحجرى» مجموعة منفصلة من النيازك. سطح هذه الشريحة من نيزك «ثيبل ماونتنز» تم قطعه وصقله ليكشف عن فلز لامع يحيط بمادة حجرية، معدن الأوليفين عُثر عليه فى القارة القطبية الجنوبية حيث بقيت النيازك حوالى 300,000 سنة، أغلبها فى حافظات من الجليد.

فلز

جزء حجرى يحتوى على الأوليفين

فوهة الانفجار

عندما ضرب نيزك «كاينون ديابلو» ولاية أريزونا بالولايات المتحدة، انفجر حوالى 15000 طن من مكوناته. خلف الانفجار فوهة ضخمة يبلغ عرضها حوالى 1,2 كم (0,75 ميل) بعمق 180م (600 قدم). بقى 30 طنًّا فقط من مادة النيزك وتناثرت كشظايا صغيرة فى المناطق الريفية المحيطة.

المعادن فى الصخور القاعدية

المعادن السبعة المبينة هنا شائعة فى الصخور القاعدية مثل البازلت والجابرو.

الأوليفيـــن

سيليكات حديد ومغنسيوم، ويوجد بشكل أساسى فى صخور فقيرة فى السيليكا مثل البازلت والجابرو والبريدوتيت وهو يتكون غالبًا كحبيبات صغيرة أو ككتل حبيبية كبيرة. وتقطع البلورات النقية للحصول على أحجار الزبرجد الكريمة.

بلورات أوليفين خضراء

بلورة أوجيت مفردة

كتلة من بركان فيزوف تحتوى على أوليفين (ص18)

بلورات أوجيت (من البيروكسينات) منشورية سوداء مخضرة

قطاع فى صخر قاعدى

يكشف قطاع فى بازلت أوليفين ـ تحت ضوء مستقطب ـ الأوليفين بلونه الزاهى، والبيروكسين الأصفر المائل للبنى، ومجموعة فلسبار بلاجيوكلاز رمادية بخطوط دقيقة.

بلورة لوسيت (من الفلسبار) على صخر بركانى

بلورة منشورية إنستاتيت مع بيوتيت

البيـــروكسينـات

أكثر البيروكسينات شيوعًا هو الكالسيوم، والمغنسيوم، وسيليكات الحديد، والأوجايت بيروكسيد شائع على نطاق واسع ويوجد بوفرة فى الصخور النارية مثل الجابرو والبازلت. والإنستيت أقل انتشارًا، ويوجد فى الجابرو والبروكسينايت وبعض البيرودوتيت.

بلورات أنورثيت وردية، وهى فلسبار البلاجيوكلاز مع الأوجيت

بلورات ألبيت توأم، وهى فلسبار بلاجيوكلاز مع كالسيت

النفيلين وهو شبيه الفلسبار، مع كالسيت

فلسبار البلاجيوكلاز (أعلى)

تحتوى هذه السلسلة من المعادن على نسب متفاوتة من الصوديوم والكالسيوم وفلسبار البلاجيوكلاز مكون شائع للصخور النارية.

أشباه الفلسبارات

كما يشير اسمها، فإن هذه المعادن ترتبط بالفلسبارات، إلا أنها تحتوى على نسب أقل من السيليكا، والبيئة المثالية لتكونها هى الحمم البركانية الفقيرة فى السيليكا.

معادن أخرى مكونة للصخور

توجد مجموعتان أخريان هامتان من المعادن المكونة للصخور ـ الكربونات، والطفل (الطمى).

الكـربـونـات

الكربونات مادة هامة فى تكوين الصخور الرسوبية (الأحجار الجيرية) والمتحولة (الرخام)، وأيضًا فى ترسيبات عروق الخام. وأكثرها شيوعًا الكالسيت وهو أهم مكون للأحجار الجيرية.

الدولوميت، من الكربونات، يوجد فى بعض الترسيبات الرسوبية فى ركاز واحد مع الأحجار الجيرية

مونتموريلونيت

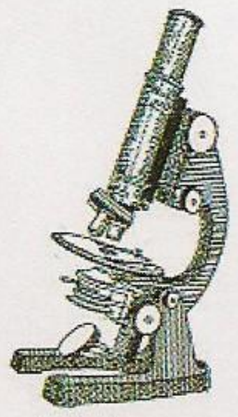
إليت

كاولينيت (طمى الصين) تكون من أورثوكلاز متحلل

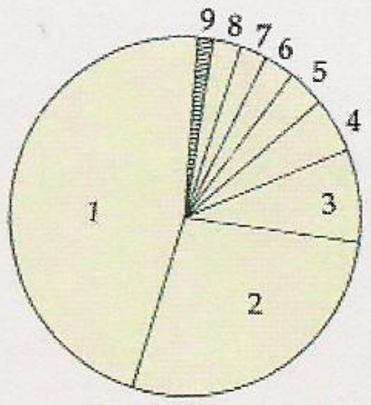
الطمـــى

جزء هام فى سلسلة تكون الصخور الرسوبية. والطمى يتسبب فيه عوامل التجوية وتغير سيليكات الألومنيوم. تشمل عائلة الطمى الكاولينيت والمونتموريلونيت والإليت.

المعادن المكونة للصخور


مجهر لدراسة الصخور

ثمانية عناصر تكون ما يقرب من 99٪ من قشرة الأرض. تتحد هذه لتكون المعادن بشكل طبيعى. وتوجَدُ معادن السيليكات، والسيليكا بشكل أساسى فى أغلب المعادن الشائعة ماعدا الأحجار الجيرية. تشكل الصخور النارية الجزء الأعظم من باطن الأرض الصخرى، وهناك مجموعة معدنية خاصة مكونة للصخور تدل على هوية أنواع معينة من الصخور النارية.



مم تتكون قشرة الأرض؟

بحسب الوزن وبترتيب النسب المئوية: الأكسجين (1)، السيليكون (2)، الألومنيوم (3)، الحديد (4)، الكالسيوم (5)، الصوديوم (6)، البوتاسيوم (7)، المغنسيوم (8)، وباقى العناصر الأخرى.

المعادن فى الصخور الجرانيتية

المعادن التى تكون صخور الجرانيت والديوريت تشمل الفلسبار، والكوارتز، والميكة، والأمفيبول. ومعادن الفلسبار هى أكثر المعادن شيوعًا وتوجد فى كل أنواع الصخور تقريبًا.

معادن السيليكا

تشتمل هذه على الكوارتز والعقيق الأبيض (ص52) وعين القط (ص51) والكوارتز من أكثر المعادن توزعًا فى القشرة حيث يوجد فى الصخور النارية والرسوبية والمتحولة وهو من خصائص مجموعة الجرانيت. والنايس والكوارتزايت.

الكوارتز (بلورة الصخر)

معادن الفلسبار البوتاسى

يوجد الأورثوكلاز (سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم) فى صخور نارية ومتحولة عديدة بينما يوجد الميكروكلين (وهو الأورثوكلاز فى درجات حرارة منخفضة) فى بجماتيت الجرانيت.

ميكروكلين أخضر أو (بلورة صخر الأمازون)

بلورتان توءمتان من الأورثوكلاز الوردى

الهورنبلند (نوع من الأمفيبول) شائع فى الصخور النارية والمتحولة مثل شست الهورنبلند

التريموليت، نوع من الأمفيبول، الشائع فى الصخور المتحولة

قطاع رقيق من صخر جرانيتى

عندما تفحص شريحة ديوريت سمكها حوالى 0,03 ملليمتر تحت مجهر خاص بالصخور (كما تقدَّم)، فإنها تكشف عن الأمفيبولات الملونة، رمادى سادة إلى كوارتز عديم اللون، وفلسبار البلاجيوكلاز الرمادى المخطط.

البيوتيت، وهو ميكة سوداء غنية بالحديد، ويوجد عادة فى الصخور النارية وهو مكون شائع للشست والنايس

الميكة

يوجد نوعان رئيسيان من الميكة: ميكة الحديد الأسود، والميكة الغنية بالمغنسيوم ثم الميكة البيضاء الغنية بالألومنيوم. يتمتع النوعان بالزوايا المثالية (ص48) حيث ينشطران إلى رقائق رقيقة.

الموسكوفايت، وهو مايكا غنى بالألومنيوم يتوافر فى الشست والجينيس

بلورات طولية بنية فضية

الأمفيبولات

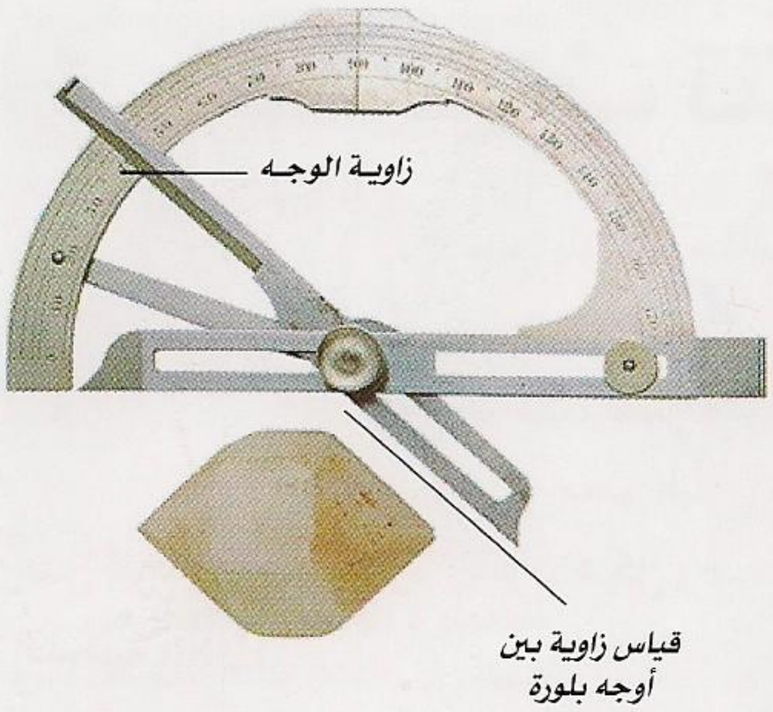
توجد مجموعة المعادن هذه بكثرة فى الصخور النارية والمتحولة. ويمكن تمييزها عن البيروكسين (فى المقابل) بالزوايا المميزة لها بين أسطح انشطارها (ص 48).

نسق البلورات

يمكن تقسيم البلورات إلى سبعة أنظمة طبقًا لنسقها الهندسى. ينعكس هذا فى مظاهر منتظمة معينة للبلورة. على سبيل المثال، قد يكون لكل وجهٍ وجهٌ آخر على الجانب المضاء مواز له ومشابه فى الشكل والحجم. على أى حال، فى معظم عينات المعادن قد يكون من الصعب تحديد هذا الترتيب البلورى لأن البلورات تتكون كركام، وليس لها أوجه تطورت بشكل جيد.

القياس العلمى

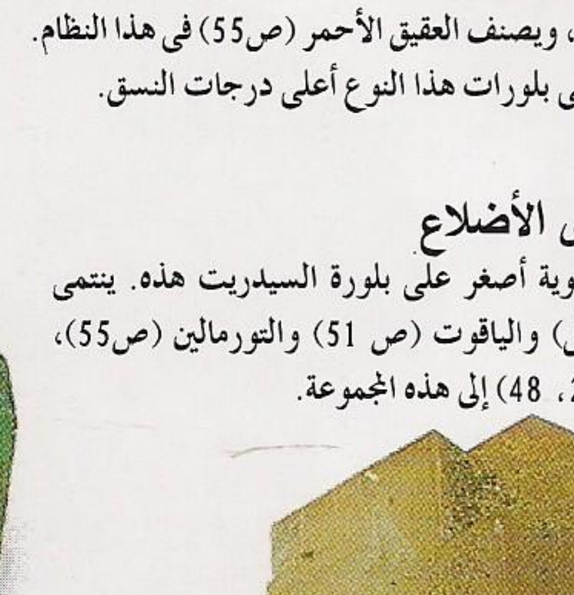
من السمات المفيدة فى التعرف على البلورات أن الزاوية بين الأوجه المتقابلة فى معدن معين تكون واحدة دائمًا. ويقيس العلماء هذه الزاوية بدقة باستخدام مقياس زوايا البلورات.



قياس زاوية بين أوجه بلورة

شبه الثلاثى

تُظهر البلورات فى هذا النوع أقل نسقًا كما يظهر فى بلورة الأكسينيت ذات الشكل الوتدى من البرازيل. ومجموعة فلسبارات البلاجيوكلاز (ص43) هى أيضًا من نفس النوع.



المكعب

يكون البيريت الفلزى (ص59) بلورات مكعبة الشكل لكنَّ هناك أشكالاً معدنية مكعبة أخرى ثمانية ورباعية الجوانب، ويصنف العقيق الأحمر (ص55) فى هذا النظام. ويظهر فى بلورات هذا النوع أعلى درجات النسق.

رباعى الجوانب

بلورات الأيدوكراز الخضراء الداكنة مثل هذه العينة من سيبيريا توضع فى مجموعة الزركون (ص54) والولفينايت (ص9) من النظام رباعى الجوانب.

المنشورية

تشمل المعادن المنشورية الشائعة الباريت (الذى نحصل منه على الباريوم لاستعمالات دوائية)، والأوليفين (ص 43)، والتوباز (ص54).

المعين متوازى الأضلاع

تكونت بلورات ثانوية أصغر على بلورة السيدريت هذه. ينتمى الكوارتز (فى المقابل) والياقوت (ص 51) والتورمالين (ص55)، والكالسيت (ص22، 48) إلى هذه المجموعة.

السداسى

يكون البريل (ص50) – بما فى ذلك تلك التشكيلة من الزمرد الكولومبى – بلوراته فى النظام السداسى وكذلك الأباتيت (ص49)، والجليد. وهذا لا يمنع كل ندفة ثلج من أن يكون لها مظهرها الخاص بها.

ندف الثلج

التوائم

قد تنمو البلورات فى مجموعات فى فراغات فى عروق المعدن. يحدث أحيانًا أن تتقاطع بلورتان أو أكثر بطريقة هندسية. البلورات المرتبطة بهذه الطريقة تسمى «بلورات التوءم».

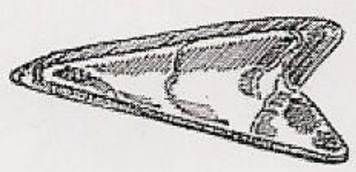
توائم ملتصقة

تنمو بلورات معدن السيروسيت (كربونات الرصاص) بطريقة المنشور المستطيل. وجدت هذه المجموعة من البلورات التوائم فى ناميبيا.

توائم اختراق

ومعدن الستورولیت أيضًا ذو بلورات منشورية. فى هذه العينة البرازيلية على شكل صليب يبدو أحد التوءمين مخترقًا الآخر.

تكون بلورات الجبس التوءم شكلاً متميزًا على هيئة سهم، ومن هنا اكتسبت اسمها الشائع «الذيل الخطّافى» «Swallow tail»



البلـــــورات

عبر العصور فتن الإنسان بالجمال الكامن فى البلورات، وقد ظلّ لقرون يعتقد أن البلورة الصخرية مجموعة من الكوارتز، عبارة عن جليد تجمد لدرجة أنه لن يذوب. اشتقت كلمة بلورة من لفظ يونانى معناه «بارد كالجليد»، والبلورات أجسام صلبة فى الواقع، ولها تركيب داخلى منتظم . وبسبب ترتيب ذراتها، قد تكون للبلورة أسطح خارجية ملساء يطلق عليها الـ «أوجه» ، وقد ينشأ من بلورات مختلفة لنفس المعدن نفس الأوجه لكنها لن تكون بالضرورة بنفس الحجم أو الشكل، ولكثير من البلورات استخدامات تجارية هامة وبعضها يُقطع كأحجار كريمة (ص50).

جمـع البلـــورات
فـى جبـال الألـــب 1870

الجليـــد المنحـــوت

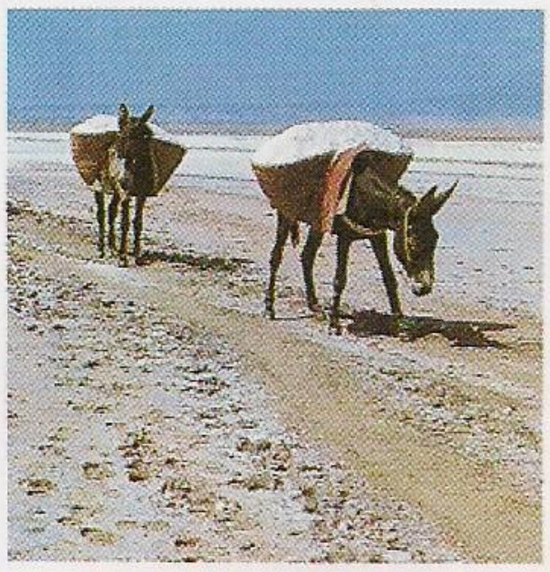
تبدو المجموعات الجميلة من البلورات الطبيعية مثل هذه البلورة الصخرية كما لو أن يدًا حاذقة قطعتها وصقلتها. هذه العينة التى وجدت فى «إيسير» بفرنسا نموذج خاص حيث تتكون من بلورتين توءمتين كبيرتين (الصورة المقابلة) وبلورات بسيطة عديدة، وتسمى الحواف والأخاديد الموجودة عبر بعض أوجهها بالمخززات وقد تكونتا كتوءمتين عندما حاولت بلورتان مختلفتان النمو فى نفس الوقت.

شكل ثنائى

قد يكون البيريت (ص59) بلوراته على شكل مكعبات بسيطة وأيضًا فى أشكال ذات 12 وجهًا صلبًا منتظمًا. إذا تغيرت الظروف أثناء التكون، قد ينمو الشكلان معًا والنتيجة سلسلة من المحززات (ص44) على أوجه البلورة.

أوجه مكعبة محززة بحدّة

أوجه اثنا عشرية منحدرة



البحيرة المالحة، قبرص

عندما تجف البحيرات المالحة تخلف قشرة سميكة من الملح القابل للذوبان.

قمة مجموعة بلورات كالسيت وردية متألقة

قاعدة مجموعة بلورات كالسيت رمادية

خطوط متوازية

أثناء نمو البلورة قد تنمو سلسلة بلورات من نفس النوع فى نفس الاتجاه. يبين هذا الركام الكالسيتى عددًا من بلورات وردية ورمادية فى نظام متوازٍ بديع.

أوجه متدرجة

بلورات متدرجة

تحتوى هذه العينة من الهاليت (ص21) على العديد من حبيبات رملية وهى تبين نموًا مضطردًا فى اتجاهين بطول محاور ممتازة والنتيجة عدد من بلورات مكعبة تشكل درجات.

مكعبات رملية

فراغات متدرجة

معدن الهالايت (ملح ص21) مكعب، لكن البلورات أحيانًا تنمو من محلول أسرع عبر حافة المكعب عنها فى مركز الأوجه، والنتيجة تكون بلورات بها فراغات متدرجة فى كل وجه، ويطلق على هذه البلورات اسم البلورات الشبيهة بالقادوس.

أتوبيس بدورين

يتشابه تركيب بلورات بيريت النحاس (ص59) وكبريتيد الزنك (ص57). وتجد هنا بلورات بيريت النحاس بلمسة لون نحاسية، جاء نموها فى اتجاه مواز لبلورات كبريتيد الزنك السوداء بمسحة بنية.

بلورات بيريت النحاس

بلورات كبريتيد الزنك

فلزات تتفرع

عندما لا يكون الفراغ كافيًا كالفراغات المحصورة بين طبقتى صخر؛ فإن النحاس البادئ فى النمو (ص56) ومعادن أخرى سوف تتخذ شكل شرائح رقيقة على هيئة أغصان، ويطلق على هذا الشكل اسم المتشجر.

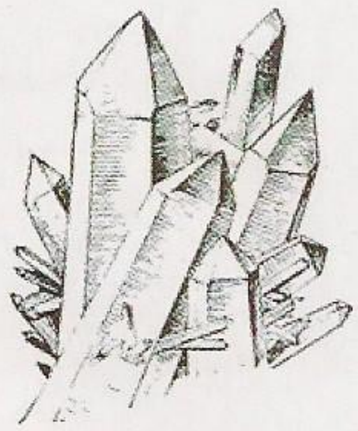
«أغصان» النحاس

شكل إجمالى للكلوريت

الشبح

المناطق الداكنة فى بلورة الكوارتز هذه تكونت عندما غطت طبقة كلوريت رقيقة البلورة فى مرحلة مبكرة من نموها، ومع استمرارها فى النمو، اتخذ الشكل الإجمالى للكلوريت منظر الشبح.

كيـف تتكون البلورات؟



لا تتماثل بلورتان مطلقًا؛ لأن الطريقة التى تنمو بها كل منهما مختلفة. وتنمو البلورات فى مساحة كافية، فإن ضاقت، تظهر تشوهات أو ملامح غير عادية، ويتراوح حجم البلورات من الميكروسكوبى إلى ما قد يصل طوله إلى عدة أمتار، ويكوِّن شكل وحجم البلورة أو ركام البلورات هويتها الشكلية Habit.

شكل شعاب مرجانية

شعب مرجانية بيضاء

الأراجونيت، الذى سمى على اسم مقاطعة أراجون الإسبانية يمكن أن يتخذ أحيانًا مظهرًا يشبه الشعاب المرجانية، ويطلق هذا التعبير على المعادن ذات الشكل المرجانى.

عنب معدنى

تنمو بعض بلورات بيريت النحاس (ص59) من المركز إلى الخارج فيبدو مثل هذا التكوين كعقد مستديرة. والهيئة هنا مستمدة من لفظة تعنى «عنقود عنب».

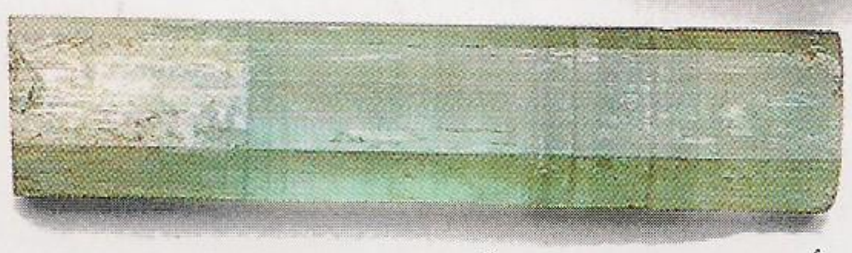
إبر بلورية دقيقة

إبر بلورية متألقة

يقال عن البلورات الطويلة الرشيقة ذات الشكل الإبرى أن مظهرها إبرى الشكل وفى عينة السكوليسيت تتألق بلورات إبرية من المركز.

ركام متألق (أسفل يسارًا)

يتخذ الهيماتيت (ص33) عددًا من الأشكال، يقال عندما يكون بلورات ذات بريق إنه مرآوى من كلمة لاتينية تعنى «يعكس». تبين العينة فى الصورة ركامًا من بلورات متألقة.



أعمدة بلورية

البلورات المنشورية أطول كثيرًا فى أحد الاتجاهات أكثر من الاتجاهين الآخرين. بلورة البريل (ص50) لها ستة أوجه منشورية مستطيلة كبيرة ووجه سداسى ينتهى عنده كل وجه.

أفرع رقيقة

بلورات من التريموليت، أحد عدة معادن تعرف باسم (أسبستوس) رقيقة وقابلة للطى للغاية، ومظهرها يقال عنه ليفى؛ لأن البلورات تشبه الألياف المادية.

طبقات الصفائح

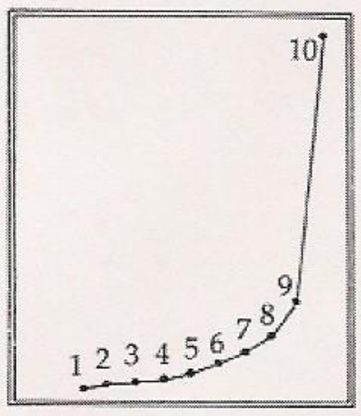
بعض المعادن ومنها الميكة (ص42) تنشطر إلى صفائح رقيقة (ص48) وتوصف بأنها من مجموعة المايكا، ولها شكل ورقى أى أنها رقيقة ومفلطحة.

أضلاع متساوية

معادن عديدة تنمو بلوراتها بشكل أساسى متساوية فى كل الأبعاد، لهذا توصف بأنها متساوية الأضلاع، وعينة العقيق هذه (ص55) فى شست الميكة مثال جيد.

الصـــلادة

إنَّ الروابط التى تمسك بذرات المعدن هى التى تحدد درجة صلادته. وفى عام 1812 اخترع موهس عالم المعادن النمساوى مقياس صلادة لايزال يستخدم حتى اليوم، إذ اختار 10 معادن كمقياس مرجعى ورتبها بحيث لا يخدش المعدن إلا الذى يليه. وحتى الأشياء البسيطة فى حياتنا اليومية يمكنها اختبار موقع المعدن من هذا المقياس. إن لظفر الإصبع صلادة 2,5 والمطواة 5,5. والمعادن ذات الصلادة 6 أو التى تزيد صلادتها عن ذلك يمكنها خدش الزجاج، بينما الزجاج سيخدش الأباتيت والمعادن التى تليه.



رسم بيانى للصلادة النسبية

الفواصل بين المعادن على مقياس موهس غير منتظمة، فالماس أصلب 40 مرة من التلك، بينما الياقوت أصلب بتسع مرات فقط.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
التلك	الجبس	الكالسيت	الفلوريت	الأباتيت	الأورثوكلاز	الكوارتز	التوباز	الياقوت	الماس

المغنسيوم

معدنان شائعان فقط، هما المجنتيت والبرهوتين (وكلاهما من مركبات الحديد) قويان مغناطيسيًّا. بعض عينات المجنتيت وتسمى «الأيودستون» استخدمت فى صنع الأشكال الأولى من البوصلة.

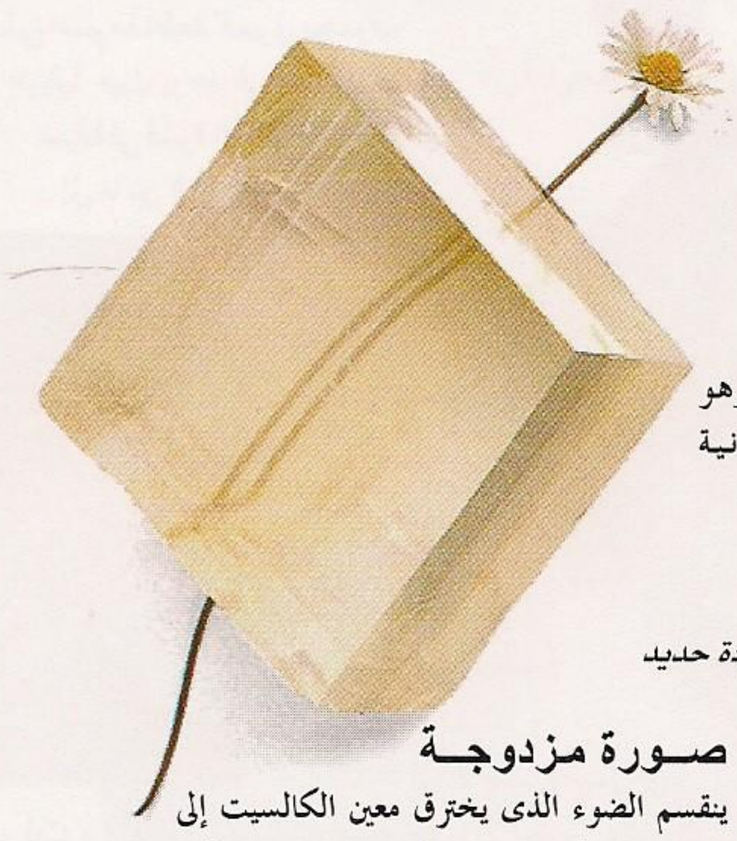
المغناطيس الطبيعى

المجنتيت فى حالة مغناطيسية دائمة وهو يجذب برادة الحديد والأجسام المعدنية الأخرى مثل دبابيس الورق.

تجمعات برادة حديد

الخواص البصرية

عندما يمر الضوء خلال المعادن تحدث تأثيرات بصرية بسبب الفعل المتبادل بين الضوء والذرات فى بناء المعدن.



صورة مزدوجة

ينقسم الضوء الذى يخترق معين الكالسيت إلى شعاعين، فيخلق ما يشبه ساق زهرة برية، يبدو للعين اثنتين.

الأوتوينت الفلورسنتى

تتوهج بعض المعادن توهجًا فلورسنتيًّا عندما تنظر إليها خلال ضوء فوق بنفسجى.

الثقل النوعى

تصل هذه الخاصية بين التركيب الكيميائى للمعدن وبنائه البلورى. وتعريفها العلمى هو نسبة وزن المادة إلى ما يكافئه من الماء، ومن شأن تحديد الثقل النوعى أن يساعد فى تحديد هوية المعدن.

الحجم ضد الوزن

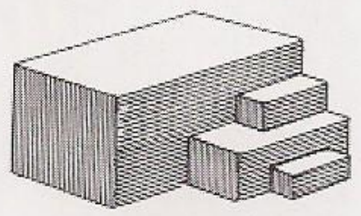
طبيعة الذرات والترتيب الذرى الداخلى يقرران الثقل النوعى للمعدن. هذه العينات الثلاث لها نفس الوزن، لكن لأن الذرات فى الكوارتز والجالينا أثقل أو مرتبطة أكثر من ذرات الميكة، فإن عينات الكوارتز والجالينا أصغر حجمًا.

الميكة

الكوارتز

الجالينا

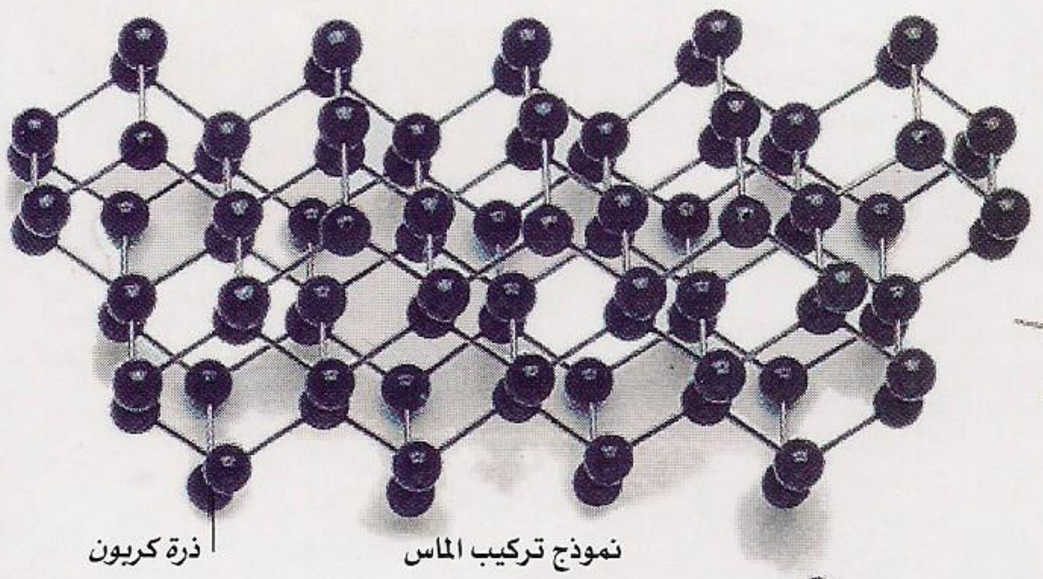
خـــواص المعـــــادن



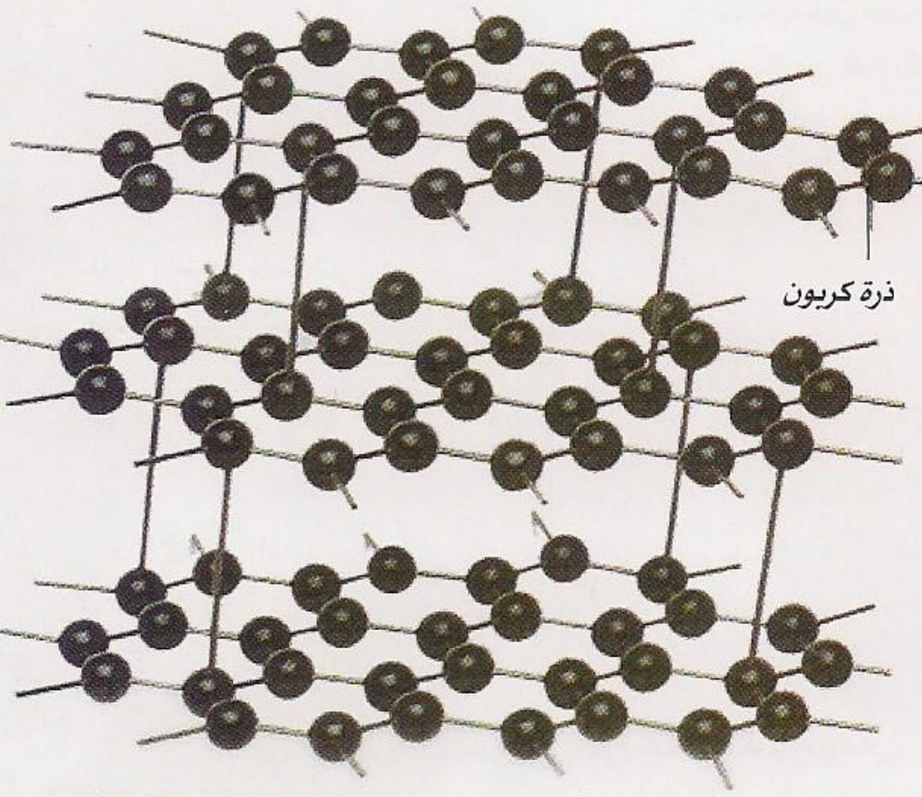
فى أغلب المعادن تجد بناء بلورات منتظمًا وتركيبًا كيميائيًّا محددًا. هذا الانتظام والتحديد يقرران الخواص الفيزيائية والكيميائية الخاصة بكل معدن على حدة، ولبعضها أهمية علمية وصناعية كبيرة. بدراسة خواص المعادن مثل الانشطار والصلادة والوزن النوعى، يستطيع الجيولوجيون معرفة كيف تكون المعدن، ويستخدمونها، مع اللون والشكل والحجم (ص46) لتحديد هوية المعدن.

التركيـب

تـوجـد بـعـض المعـادن المتماثلة كيميائيًّا فى حالة بـنـائـية أو أكثر. عـلـى سـبـيـل المثال، يكون عنصر الكربون مـعـدنين هـمـا الماس والجرافـيـت والسـبـب فى اختلاف خواصهما يـرجـع إلى اخـتـلاف تـــرتـــيـب ذرات الكربون.



نموذج تركيب الماس



نموذج تركيب ذرة الجرافيت

الجـرافـيـت

فى الجرافيت، يتكون معدن سداسى بفعل درجات حرارة عالية للغاية، وترتبط كل ذرة من ذرات الكربون بثلاث ذرات أخرى على نفس السطح، والبناء يعتمد على طبقات تفصلها فراغات واسعة بحيث تكون الرابطة بينها ضعيفة، ويعتبر الجرافيت واحدًا من أنعم المعادن (1-2 بمقياس موهس)، وبناؤه المخلخل يسمح له بترك علامات على الورق، ولذا يستخدم فى صنع أقلام الرصاص.

عينة من الجرافيت

نموذج يبين كيف ترتبط ذرة بأربع ذرات أخريات

ماســـات

المـــاس

فـــى الماس (ص50) تكون معدن مكعب تحت ظروف ضغط عالية، كل ذرة كربون ترتبط بقوة بأربع ذرات أخريات لكى تكون بناء شـديـد الإحـكـام، ممَّا يـجـعـل الماس صلدًا بدرجة هائلة (10 على مقياس مـوهس)؛ ولـذا فـهـو يـسـتـخـدم فى الصناعة كأداة قطع.

انكسـار مثـالـى

تُظهر بلورات الباريت (ص45) انشطارًا تامًّا متقاطعًا. إذا انفلقت هذه البلورة فسوف تنقسم بطول مستويات الانشطار هذه.

الانشـــطار

عندما تنكسر البلورات، يميل بعضها إلى الانقسام إلى أسطح انشطار محددة جيدًا. وهذا يرجع إلى الترتيب المنظم للذرات فى البلورة.

طبقـات رقـيـقـــة

يبين الستبنيت (خام الأنتيمون) انشطارًا تامًّا على شكل ألواح الستبنيت وذلك بسبب ضعف الرابطة البنائية بين سلاسل ذرات الأنتيمون والكبريت.

درجات الرصاص

يظهر الجالينا، خام الرصاص الرئيسى (57) انشطارًا تامًّا مـكـعـب الشـكـل؛ بسـبـب الترتيب الداخلى لذرات الرصاص والكبريت حتى إن وجه البلورة المنشطرة يتكون من درجات انشطار مكعبة صغيرة عديدة.

مـعـيَّـــن تـــام

تُظهر أى قطعة كالسيت انشطارًا مُعَيَّنِيًّا (سداسيًّا) مكتملاً حتى إن الانكسار فى أى اتجاه آخر يكاد يكون مستحيلاً.

التـصـــدع

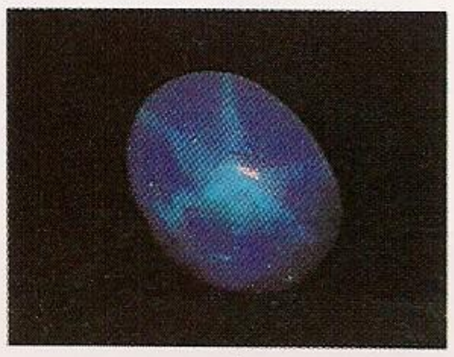
تـنـكـسـر بـلـورات الـكـوارتـز بحيث يتكون صدع زجاجى محارى الشـكـــل بـــدلاً مـــن الانشطار بطول مستوى معين.

الياقوت

يكمن جمال الياقوت الأحمر والأزرق فى ثراء وشدة لونيهما . وهما من تنويعات الياقوت، وهو عديم اللون فى حالة النقاء، وتتسبب كميات ضئيلة من الكروميوم فى إكسابه اللون الأحمر، أما الحديد والتيتانيوم فمسئولان عن الأزرق والأصفر والأخضر الموجودين فى الياقوت الأزرق.

نجمة الياقوت الأزرق

تحتوى بعض الأحجار على بلورات دقيقة تشبه الإبر تتجه فى ثلاثة اتجاهات. يستطيع القاطع الماهر أن يعطى ياقوتًا نجميًّا من كلا النوعين الأحمر والأزرق.



مصادر الأحجار الكريمة

تعد أستراليا أهم مصدر وافر بالياقوت الأزرق والأصفر بينما يستخرج الأحمر من بورما وتايلاند وإفريقيا الوسطى. على مدى ألفى سنة حمل لنا دقشوم الأنهار الغنى بالأحجار الكريمة فى سرى لانكا ياقوتًا أزرق ووردىًّا على مستوى عال من الجودة.

بلورة الياقوت الأزرق

على الرغم من أن الياقوت الأحمر يميل إلى تكوين بلورات مسطحة، فإن الياقوت الأزرق يميل إلى تكوين البلورات البرميلية أو الهرمية. وهى تبين مناطق تتراوح ما بين الأزرق إلى الأصفر تبدو أهميتها فى اختيار أى البلورات تقطع.

بلورة الياقوت

هذه البلورة المعروفة باسم ياقوت إدواردز ذات نوعية استثنائية، حيث تزن 162 قيراطًا. ومن شبه المؤكد أنها من ترسبات الأحجار الكريمة من موجوك بدولة بورما.

ياقوت مقطوع

مجوهرات الأنهار

يستخرج أغلب الياقوت الأزرق والأحمر من دقشوم أنهار غنية بالأحجار الكريمة. وهذه الأحجار أصلد وأكثر مقاومة للتجوية الكيميائية من صخورها الأم، وتتركز فى قيعان الأنهار.

استخدام الأحجار الكريمة فى المجوهرات

عُثر على أقدم المجوهرات فى مدافن العظماء وترجع إلى 20000 سنة. فى الصورة ياقوت وزمرد وماس تزين دلاية ذهبية مطعمة من أواخر القرن السادس عشر.

ياقوت أزرق

ياقوت وردى

سافاير عديم اللون

ياقوت أصفر

ياقوت بنفسجى غامق

ياقوت صافر

عين القط (الأوبال)

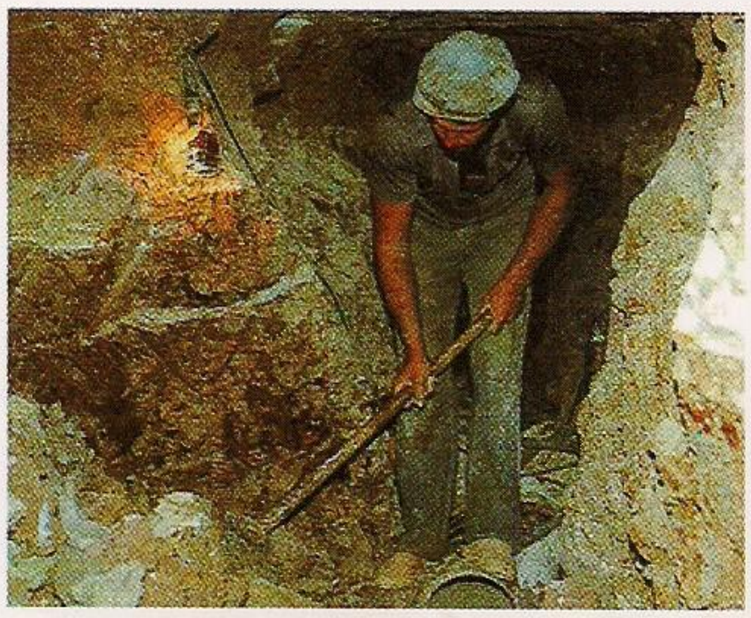
ربما اشتق الاسم من كلمة سنسكريتية تعنى حجرًا كريمًا. على أى حال، لم يأت الأوبال الذى استعمله الرومان فى مجوهراتهم من الهند، ولكن من تشيكوسلوفاكيا. فى القرن السادس عشر دخل الأوبال أوروبا عن طريق أمريكا الوسطى ولم تتول أستراليا صدارة السوق العالمى إلا بعد عام 1870.

أصول الأوبال الصخرية

يتكون معظم الأوبال على فترات زمنية طويلة فى الصخور الرسوبية، كما فى هذه العينة من أستراليا، على أى حال يتكون الأوبال فى المكسيك وتشيكوسلوفاكيا فى فراغات غازية فى الصخور البركانية. وهو يقطع على شكل قطع بدون أوجه (ص60) لكن العروق فى الصخور الرسوبية عادةً ما تكون رقيقة وقد تلتصق شرائح منها بالعقيق اليمانى أو الزجاج لكى تكون ثنائيات. وقد يتطور الأمر فتكتسب غطاء من الكوارتز الشفاف لكى تكون وحدة ثلاثية.

تعدين الأوبال فى أستراليا

بالإضافة إلى استخدام الأوبال فى المجوهرات فإن المستخرج منه اليوم يستخدم فى صناعة منتجات الكشط والعزل.



تنويعات اللون فى الأوبال

يعود تقزح الألوان الجميلة – الأزرق والأخضر والأصفر والأحمر – فى الأوبال الثمين إلى انعكاس وتشتت الضوء من مناطق السيليكا الرقيقة داخل المعدن مما يخالف لون الخلفية (الأساسى) الذى قد يكون صافيًا كما فى الأوبال المائى، أو لبنيًّا كما فى الأوبال الأبيض أو رماديًّا أو أسود كما فى أثمن الأنواع: الأوبال الأسود.

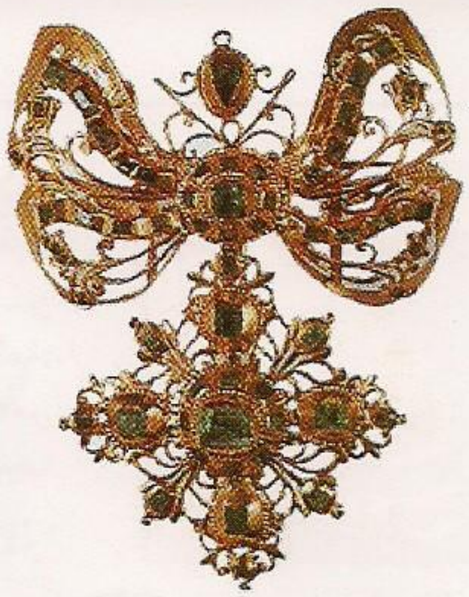
أوبال أسود متقزح اللون

أوبال لبنى

أوبال أبيض

الأوبال اللامع

المكسيك وتركيا مصدرًا أنقى أنواع الأوبال البراق، وهو يقطع كأحجار ذات أوجه، وقيمته العالية تأتى من تركز اللون وتقزُّحه.



الأحجار الكريمة

الأحجار الكريمة تتكون بشكل طبيعى وهى استثنائية لجمالها وندرتها، ولديها القدرة على مقاومة عوامل التآكل اليومى عند استخدامها لإضفاء لمسة جمالية على المجوهرات والأعمال الفنية. ويندرج الماس والزمرد والياقوت الأحمر والياقوت الأزرق والأوبال (عين القط) كلها تحت هذا الوصف. وينعكس الضوء وينكسر مع المعادن ليبرز الألوان المركزة للياقوت والزمرد. وبريق الماس. وعادةً ما يُجلى اللون، والسطوع، والبريق فقط من خلال القطع والصقل بأيدٍ خبيرة (ص60). وتوزن المجوهرات بالقيراط وهو يساوى خُمس جرام، ولا يصح الخلط بينه وبين قيراط الذهب.

البريل

لقرون عديدة، استغل الإنسان تنويعات الأحجار الكريمة مثل الزمرد وحجر اللازورد. وتعود مناجم الزمرد بمصر إلى عام 1650 ق.م . وقد توجد بلورات البريل الجميلة السداسية فى صخور البجماتيت والشست بالبرازيل، وروسيا، وبلدان أخرى عديدة.

زمرد مقطوع

الزمرد

مصدر أنواع الزمرد مثل تلك التى تزين التاج البريطانى هو كولومبيا حيث توجد فى عروق مع الكالسيت والبيريت. والزمرد النقى نادر جدًّا وتحتوى أغلب البلورات على شوائب قليلة من المعادن. وقد يبدو من نظرة متعجلة أنها انفصلت عن الحجر لكنها فى الواقع قد تكون حاسمة فى إثبات أصله الطبيعى.

الألوان المتنوعة فى البريل

البريل النقى لا لون له. وسبب ألوان البريل وجود شوائب مثل المنجنيز والذى ينتج عنه المرجنيت الوردى بأنواعه. وبلورات حجر اللازورد الزرقاء والمائلة للخضرة تعالج غالبًا بالحرارة للحصول على لون أزرق أكثر قوة.

هليودور أصفر

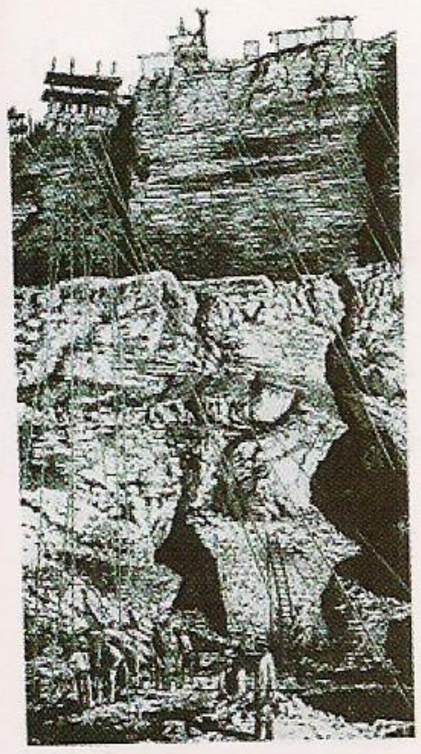
هليودور مخضر

حجر اللازورد

مرجنيت وردى

مجوهرات رومانية من البريل

يحتوى الحلق والعقد على الزمرد.



منجم كمبرلى
جنوب إفريقيا

الماس

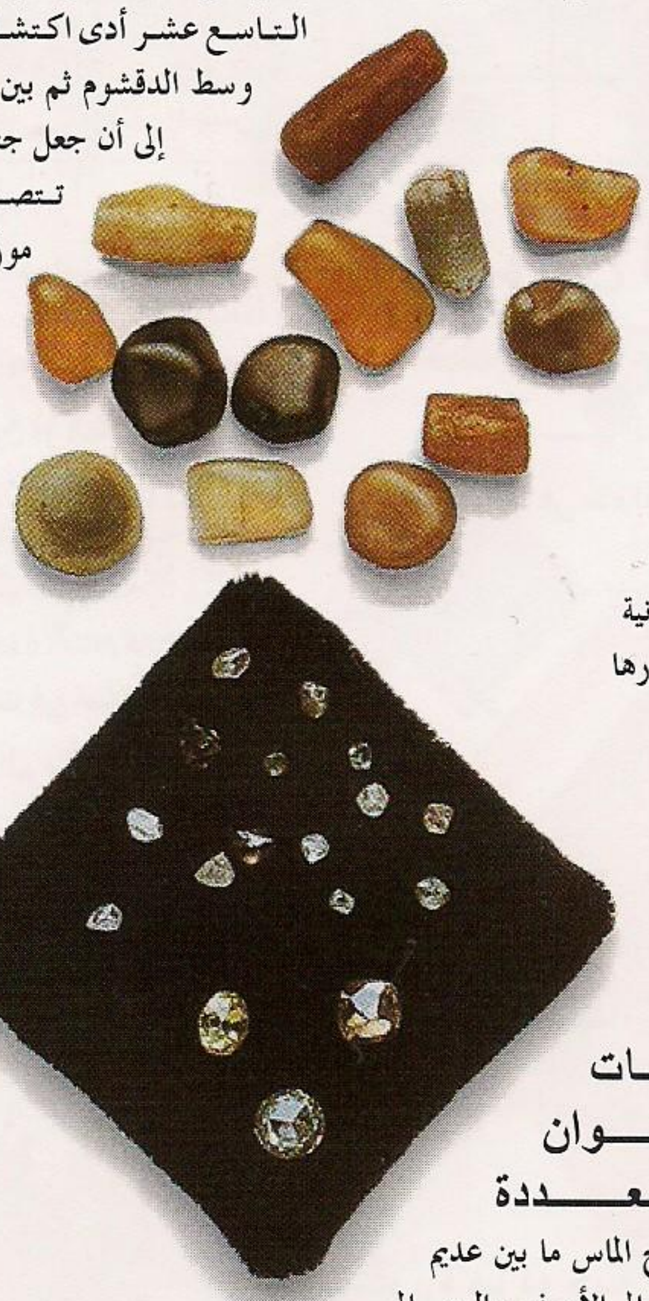
اشتق اسمه من كلمة يونانية تعنى «الذى لا يُقهر»، وهو أصلد المعادن المعروفة (ص49)، وقد اشتهر بلمعانه الدائم. وتقاس جودة الماس بلونه وصفائه، وطبيعة قطعه ووزن قيراطه، وهو ما يعرف ببساطة بحروف الـ C الأربعة.

بلورة ماس

كمبرليت

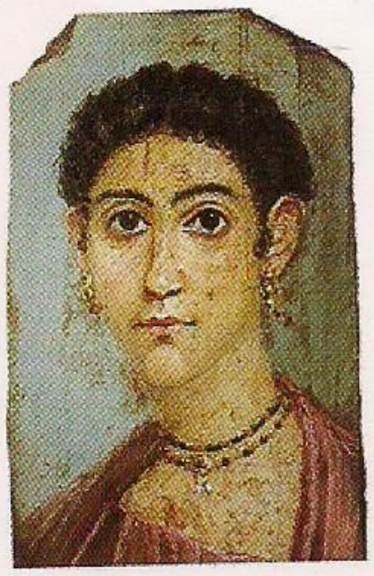
كنوز فى الحجارة الصغيرة

قبل عام 1870 كان الماس يوجد فقط كبلورات أو كقطع صغيرة وسط دقشوم الأنهار فى الهند أو البرازيل على نحو رئيسى. فى أواخر القرن التاسع عشر أدى اكتشاف وجوده وسط الدقشوم ثم بين الكمبرليت إلى أن جعل جنوب إفريقيا تتصدر قائمة موردّيه.



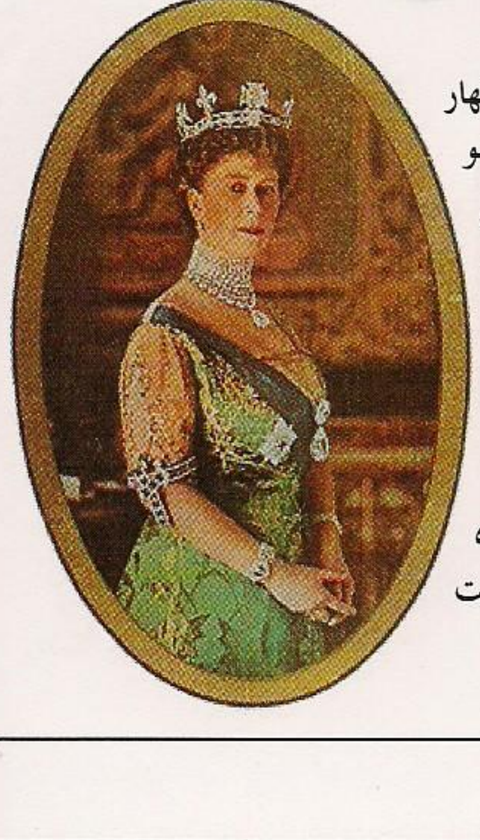
ماس فى الصخور

صخر الكمبرلايت هو المصدر الأساسى لأغلب الماس. وقد سُمى على اسم مقاطعة كمبرلى بجنوب إفريقيا حيث يوجد فى أنفاق بركانية عميقة فى قشرة الأرض تمتد جذورها إلى ما بين 100 ـ 200 ميل.



ماسات بألوان متعددة

يتراوح الماس ما بين عديم اللون إلى الأصفر والبنى إلى الوردى والأخضر والأزرق. والماس الأحمر شديد الندرة. ولإظهار أروع ما فى الحجر، صمم قاطعو الماس أشكالاً مستطيلة وعلى شكل زهرة، ومؤخرًا ابتدعوا أساليب تظهر اللمعان والبريق الكامنين.



ماسة كو- هى نور

مارى ملكة إنجلترا تتحلى بهذه الماسة الهندية والشهيرة التى أُهديت إلى الملكة فيكتوريا عام 1850م.

العقيق

يتكون العقيق ناعم الحبيبات ذو الشرائط، فى تجويفات فى الصخور البركانية. تعد البرازيل وأوروجواى أكبر مصدرين للعقيق الجيد.

بلورات

العقيق المصقول

نتجت هذه الأشكال الجميلة فى شرائح العقيق المصقول عندما تكونت بلورات دقيقة جدًا فى أشرطة وترسيبات ملونة عندما ترشحت سوائل حارة غنية بالسيليكا خلال فتحات صخور مسامية.

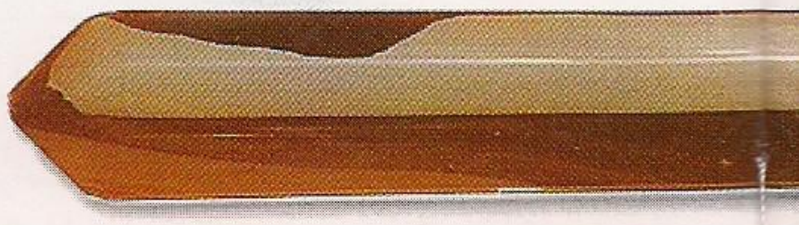
شريط داكن اللون

صورة شخص منحوتة

الحفر البارز على حجر الدم (عقيق مخضر به نقط حمراء) كان شائعًا فى العصور الرومانية.

منظر طبيعى على حجر كريم

يظهر جمال التصميم فى هذا العقيق المؤشن أو فى هذا الحجر ذى اللون البنى الفاتح المصقول الرقيق.



سكين مزخرفة

استخدم العقيق الأحمر بوفرة فى تزيين المجوهرات وتطعيم المشغولات عبر التاريخ. استخدم فى الصورة لصنع سكين.

اليشب

جاء اسمه فى الأصل من تعبير إسبانى يصف الحجر الأخضر الذى كان الهنود يحفرون عليه فى أمريكا الوسطى. واليشب يشير فى الواقع إلى مادتين مختلفتين هما الجاديت والنفريت.

قناع توت عنخ آمون

طُعم الذهب باللازورد والعقيق الأحمر والأوبسيديان والكوارتز مع قطع زجاج متنوعة ملونة.

خنجر مغولى

كان النفريت الأخضر والرمادى مادة مفضلة عند الصناع المغول الذين صمموا مقابض خناجر، وأوعية، ومجوهرات شخصية مطعمة غالبًا بالياقوت وأحجار كريمة أخرى.

اليشب النادر

قد يكون الجاديت أبيض أو برتقاليًا أو بنيًا أو نادرًا بلون الليلك (الزنبق) لكن أثمنها هو «اليشب الإمبريال» وهو من تنويعات الزمرد الخضراء نصف الشفافة.

الفن الصينى

عرف الصينيون صلابة اليشب منذ أكثر من ألفى عام وأبرزوا هذا فى الحفر الدقيق، ونفذوا هذا على النفريت حتى توافر لديهم الجاديت القادم من بورما عام 1750.

جلمود النفريت

النفريت أكثر شيوعًا من الجاديت وهو عمومًا أخضر أو رمادى أو أبيض بلون القشدة، يتكون قدر كبير من اليشب كجلمودات الماء التى تعرضت لتآكل المياه كما يبين مثال النفريت هذا من نيوزيلاندا.

أحجار الزينة

يتكون الفيروز والعقيق والصخر اللازوردى واليشب من بلورات عديدة. وتعود قيمتها أساسًا إلى ألوانها، إما الموزعة بنظام واحد كما فى الفيروز، أو ذات التشكيلات كما فى أحجار العقيق ذات النقش البارز. وصلابة اليشب والعقيق تجعلهما مثاليين للنقش الرقيق، بينما يستخدم التركواز الأقل صلابة فى الإطارات المحمية مثل الدلايات أو التطعيم. ويتنوع الصخر اللازوردى فى النوعية، ولا يتيسر والحفر الرقيق إلا فى المادة عالية القيمة.

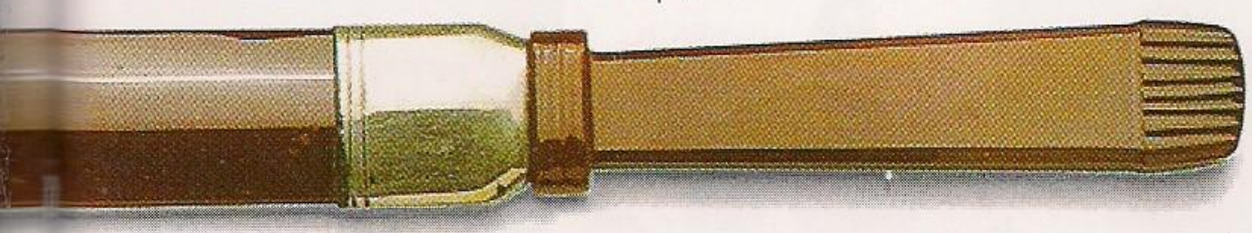
العقيق الأبيض

العقيق الأحمر، والعقيق اليمانى، والعقيق والكريزوبريز، كلها أشكال من العقيق الأبيض. والعقيق الأبيض النقى نصف شفاف، رمادى أو أبيض، ويتكون من طبقات رقيقة من ألياف كوارتز صغيرة. وعندما تتخلله شرائط داخلية يسمى عقيقًا، وتتسبب الشوائب فى اختلاف الألوان والأنساق.

كريزوبريز كابوتشون

مفضل من قديم الزمن

استخدم الكريزوبريز الأخضر التفاحى فى المجوهرات منذ العصور قبل الرومانية كنقشٍ بارز أو غائر فى الخواتم والدلايات.



حجر اللازورد

يتكون اللازورد الأزرق أساسًا من معادن اللازورايت والسودالايت مع مقادير أصغر من الكالسيت الأبيض ونقاط من البيريت الملون بلون النحاس.

أنقى العينات

يتم تعدين أنقى أنواع حجر اللازورد فى باداخشان بأفغانستان حيث يتكون فى بؤر وعروق من الرخام الأبيض.

الفيروز

وجد فى أقدم المجوهرات، وهو معروف عالميًا بالتركواز الأزرق، وهو تعبير متعارف عليه للأزرق المخضر. ويعود لونه أساسًا إلى النحاس وآثار الحديد. وكلما زاد الحديد ازدادت خضرة التركواز، وقلّت قيمته.

مجوهرات قديمة من اللازورد

لقرون شكل الإنسان مسابح ونقوشًا على حجر اللازورد. عرفناه لمدة تزيد على 6000 سنة وجاء اسمه من كلمة فارسية تعنى «أزرق».

فسيفساء بلاد الرافدين

استخدم اللازورد لتزيين صندوق خشبى يسمى «نموذج أور» عام 2500 ق.م.

تميمة مصرية

عُثر فى مقابر ملوك الفراعين على قطع فنية راقية من الإبداع المصرى.

الأزرق الحقيقى (يمينًا)

يعود الأزرق الزاهى فى شريحة اللازورد هذه إلى مقادير بسيطة من الكبريت، وقد تم تقليده فى الزجاج وحتى فى اللازورد الصناعى.

الفيروز المقطوع

يتكون أنقى فيروز أزرق سماوى فى نيسابور بإيران حيث ظلوا يستخرجونه حوالى 3000 عام. كما أن هناك مصدرًا قديمًا آخر، عرفه الأزتيك (المنطقة الآن جنوب غرب الولايات المتحدة) وتردُ منه أغلب إمدادات الفيروز.

حلى من الفيروز

قد تعود هذه الحلية إلى أصل فارسى، الثعبان ذو الرأسين (أعلى) يمثل عقدًا من حضارة الأزتيك. أرسله مونتزيما إلى كورتيز فى القرن الخامس أو السادس عشر.

العقيــق الأحمــر

مجموعة العقيق اسم يطلق على أحجار متنوعة تشمل الألماندين (وهو أكثرها)، والبيروب (أحمر وأحمر أرجوانى)، والإسبسارتين ذا 12 وجهًا (أحمر برتقالى) والجروسيولار (برتقالى أو أخضر أو شفاف)؛ والديمانتويد (أخضر) والديمانتويد النقى له لون يضارع الزمرد ولمعان يفوق الماس. ولجماله وندرته فهو غالى الثمن. وكتل الألماندين والبيروب، والأحجار ذات الأوجه المتقابلة، والأحجار المنقوشة حظت بشهرة كبيرة لما يزيد على عشرين ألف سنة. والبرازيل وسريلانكا هما مصدرًا أفضل الإسبسارتين والـ «جروسيولار» (عقيق كالسيوم ألومنيوم)، كما يأتى أفضل ديمانتويد (أثمن عقيق) من جبال الأورال.

عقيق جروسيولار

عقيق ديمانتويد

أقـراط عقيـق

الأحجار المقطوعة على شكل زهور (ص60) تعطى مجوهرات بديعة الشكل عند تطعيم الذهب بها، كما فى هذه الأقراط التى تعود إلى القرن الثامن عشر.

حجر مقطوع على شكل زهرة

ذهب

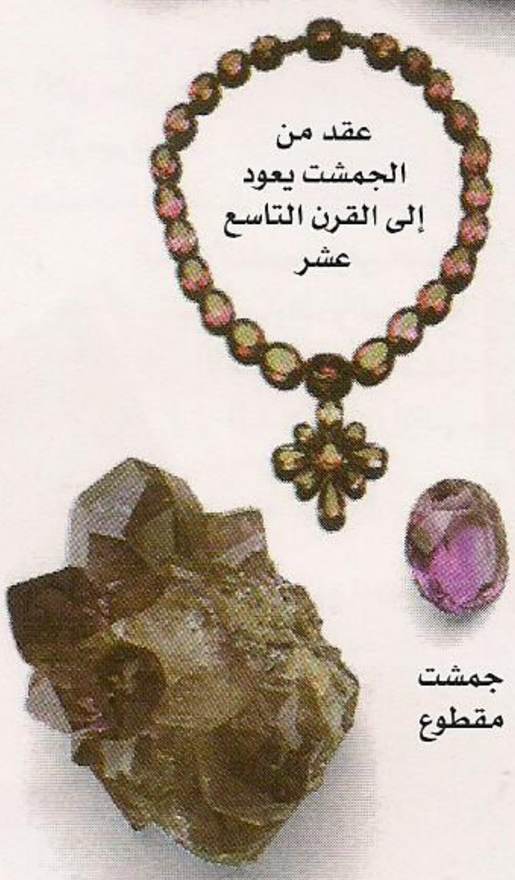
ألماندين — هسوينت — بيروب — ديمانتويد

تـاج إغـريـقـى

يعود هذا الجزء المرصع المطلى الذى يعود إلى العصر الهلينستى إلى القرن الثانى، وهو مطعم بالعقيق. وتصميمه مألوف لدى كثير من الصناع اليونانيين.

التـورمـالـيـن

يفوق التورمالين فى تنوع ألوانه أى حجر كريم آخر، بل إن بعض بلوراته المفردة متعددة الألوان. تتشكل البلورة، لكن تختلف الخواص الكهربية فى كل من طرفيها، وهذا الاستقطاب ينعكس أحيانًا على شكل اختراقات لونية، خاصة الوردى والأخضر. والأحجار المقطوعة والمنقوش عليها توضح هذا الاختلاف فى أجمل صورة. تأتى أفضل بلورات التورمالين من نوعية الجواهر من صخر البجماتيت النارى. اشتهرت بعض مناجم كاليفورنيا بالولايات المتحدة بالبلورات الوردية والخضراء. وتوجد مادة أخرى عالية القيمة فى جبال الأورال، والبرازيل، ومدغشقر.



عقد من الجمشت يعود إلى القرن التاسع عشر

الجـمـشـت

الجمشت الأرجوانى مجموعة متنوعة من الكوارتز (ص44). بلورة الصخر الشفاف عديم اللون هى أنقى أشكال الكوارتز. أما ألوان الجمشت والسترين (الكوارتز الأصفر) والكوارتز الوردى فسببها شوائب الحديد أو التيتانيوم. ويتكون أفضل جمشت متبلر فى فجوات غازية مبطنة ببلورات فى صخور بركانية فى الهند، وأوروجواى، والبرازيل.

جمشت مقطوع

تورمالين ماء البطيخ

تورمالين موف رمادى

تورمالين بنى

تورمالين وردى

تورمالين أزرق

تورمالين أخضر

تورمالين أخضر مصفر

تورمالين متدرج اللون

أثـر بيزنطـى عـام 955

صُنعت مشغولات بيزنطية عديدة من الذهب وزينت بأحجار كريمة.

أحجار كريمة أقل شهرة

بالإضافة إلى الأحجار الكريمة الشهيرة مثل الماس والياقوت بأنواعه والزمرد والأوبال، استخدم الإنسان معادن أخرى عديدة لزينته الشخصية. وقد جذب انتباهه الخواص الجميلة مثل بريق ولمعان الزركون والعقيق، والأطياف اللونية المتعددة لعائلة التورمالين. ولا يتسع المقام هنا إلا لذكر بعض أمثلة من الأحجار التى استخدمت فى عمل المجوهرات، مع ملاحظة أن تنوع ألوانها رائع وكبير.

توباز متعدد الألوان

توباز أزرق

توباز أصفر

التوباز

يتكون أساسًا فى أحجار البجماتيت والجرانيت. بعض بلورات التوباز كبيرة الحجم – بمستوى الأحجار الكريمة – وتزن عدة كيلوجرامات. أكبر الأحجار حجمًا إما عديمة اللون أو بلون أزرق فاتح لكن أثمنها عند تقييم السعر للقيراط هما ذوا اللونين الأصفر الذهبى «التوباز الأمبريال» أو الوردى، وكلاهما يوجدفى البرازيل، وباكستان هى المصدر الآخر الوحيد للتوباز الوردى لكن التوباز الأصفر هو الأكثر شيوعًا إلى حد ما، بينما يوجد التوباز عديم اللون فى كل أنحاء العالم.

بروش توباز

شاع استخدام التوباز البنى فى مجوهرات القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. وقد استُخْدِمَت التكنولوجيا التخليقية للحصول على الأحجار الوردية النادرة بتسخين التوباز الأصفر.

إسبنيل مقطوع

الزبرجد

الزبرجد هو تنويعة الجواهر الشفافة الأوليفين (ص43) وهو معدن شائع فى الحمم البازلتية وبعض الصخور النارية العميقة، وتتحكم نسبة الحديد فى المعدن فى درجة اللون ـ الأخضر الذهبى الأكثر قيمة والأحجار الخضراء الداكنة التى تحتوى على حديد أقل من تلك التى بها مسحة بنية. والزبرجد أقل صلابة من التوباز وله بريق زيتى مميز، وقد ظل يستخدم فى صناعة المجوهرات منذ العصور القديمة، وكان المصدر الأصلى له «جزيرة الزبرجد» بالبحر الأحمر، غير أنَّ الزبرجد الأعلى قيمة جاء بعدها من بورما، والنرويج، وولاية أريزونا بالولايات المتحدة.

زبرجد مقطوع

الإسبنيل

تشبه أحجار الإسبنيل الحمراء الياقوت الأحمر، وكانت تسمى يومًا ياقوت بالاس ربما نسبة إلى بلدة بالاتشا بأفغانستان والمعروفة الآن باسم باداخشان، وهى مصدّرها المعتمد. ويأتى الإسبنيل الأحمر الممتاز أيضًا من بورما ومن سريلانكا، حيث توجد تشكيلة من الأحجار الوردية والليلاك والزرقاء.

إسبنيل أزرق

إسبنيل وردى

إسبنيل موف

ياقوت الأمير الأسود

هذا الإسبنيل الشهير هو الحجر المركزى فى تاج الإمبراطورية البريطانية.

زركون فيرميليون

زركون وردى

زركون أخضر

زركون أصفر

زركون أزرق

الزركون

اشتق من كلمة عربية (زرجون) وتعنى فيرميليون أو أحجارًا ذات لون ذهبى وقد استخدمت والأحجار بهذه الألوان – بالإضافة إلى تنويعات البنى والأخضر – فى صناعة المجوهرات الهندية لقرون عديدة. وعندما تُقطع الأحجار الشفافة وتُصقل فإنها تعطى بريقًا ولمعانًا كالماس، لكنها أقل صلادة فتنكسر بسهولة أكثر.

النيكـل قوى التحمل

يستخرج النيكل من ترسيبات صخر متداخل كبير متدرج من عائلة الجابرو (ص17)، ومن ترسيبات كوَّنتها تجوية صخور نارية بازلتية. وتتكون كميات صغيرة من النيكالاين فى ترسيبات اليورانيوم والفضة يكون فيها النيكل منتجًا ثانويًّا. ويستخدم النيكل فى السبائك المقاومة للتآكل مثل الصلب الذى لا يصدأ، وفى السبائك مستديمة القوة والمقاومة للحرارة المناسبة لصناعة الطائرات والمحركات النفاثة.

نيكالاين (خام النيكل)

بطارية سبيكة نيكل

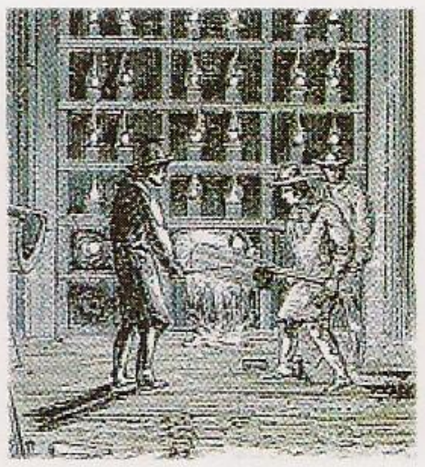
كبريتيد الزنك (خام الزنك)

مسمار مجلفن

زنـك بـلاك جـاك

كبريتيد الزنك أو «بلاك جاك» كما يطلق عليه رجال المناجم هو أهم خامات الزنك ويوجد فى ترسيبات فى صخور رسوبية وبركانية. والاسم مشتق من لفظة يونانية تعنى «المخادع» حيث ينخدع بعض الناس فيظنونه معادن أخرى، ويستخدم الزنك أساسًا فى عملية الجلفنة، حيث تغطى شرائح الصلب بطبقة زنك رقيقة لحمايتها من الصدأ.

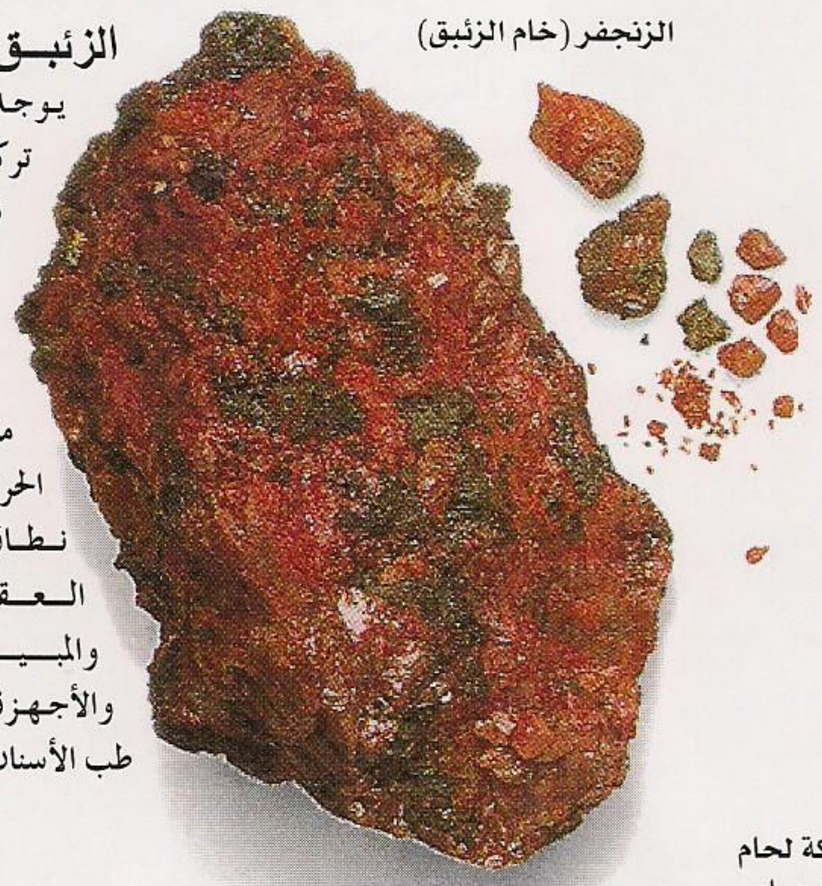
استخلاص الزنك فى بلجيكا عام 1873

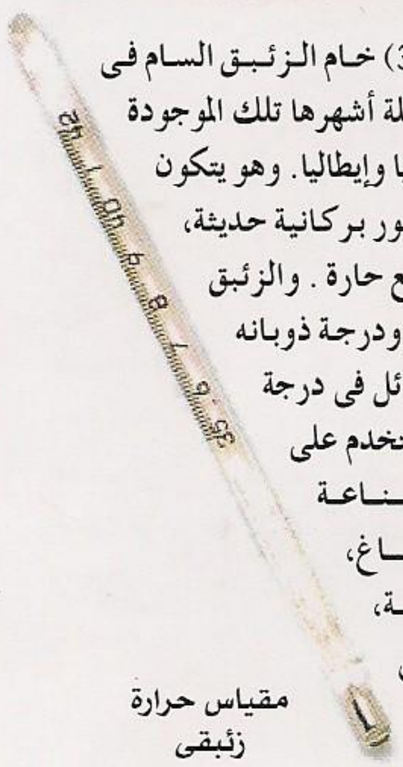


الزئبـق الأحمـر

يوجد الزنجفر (ص33) خام الزئبق السام فى تركيزات بمناطق قليلة أشهرها تلك الموجودة فى الصين وإسبانيا وإيطاليا. وهو يتكون قريبا من صخور بركانية حديثة، وعيون وينابيع حارة . والزئبق عالى الكثافة، ودرجة ذوبانه منخفضة، وهو سائل فى درجة الحرارة العادية، ويستخدم على نطاق واسع فى صناعة العقاقير، والأصباغ، والمبيدات الحشرية، والأجهزة العلمية، وفى طب الأسنان.

الزنجفر (خام الزئبق)





مقياس حرارة زئبقى

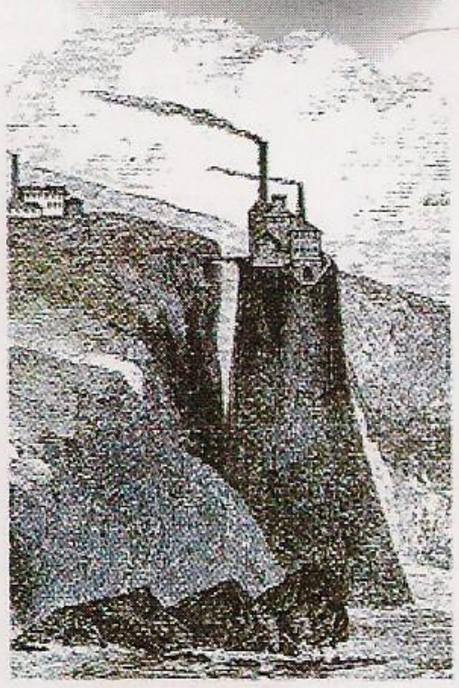
الرصـاص الناعـم واللامـع

يستخلص الجالينا (أهم خامات الرصاص) أساسًا من ترسيبات فى الأحجار الجيرية، مثل الموجودة بجنوب الولايات المتحدة الأمريكية. وبعض ترسيبات الرصاص مجدية اقتصاديًّا فقط لأنها تحتوى على محتوى فضة عال. والرصاص أكثف وأنعم فلز شائع ويتمتع بمقاومة عالية للتآكل لكنه ليس متينًا جدًّا، وهو يستخدم فى صنع بطاريات الطاقة، وفى صناعة النفط والهندسة وأعمال السباكة ومع القصدير فى سبائك اللحام.

سبيكة لحام من الرصاص

جالينا (خام الرصاص)

أكسيد القصدير المتبلر (خام القصدير)



منجم قصدير فى كورنش، إنجلترا، القرن الـ19

القصدير الصالح للاستخدام

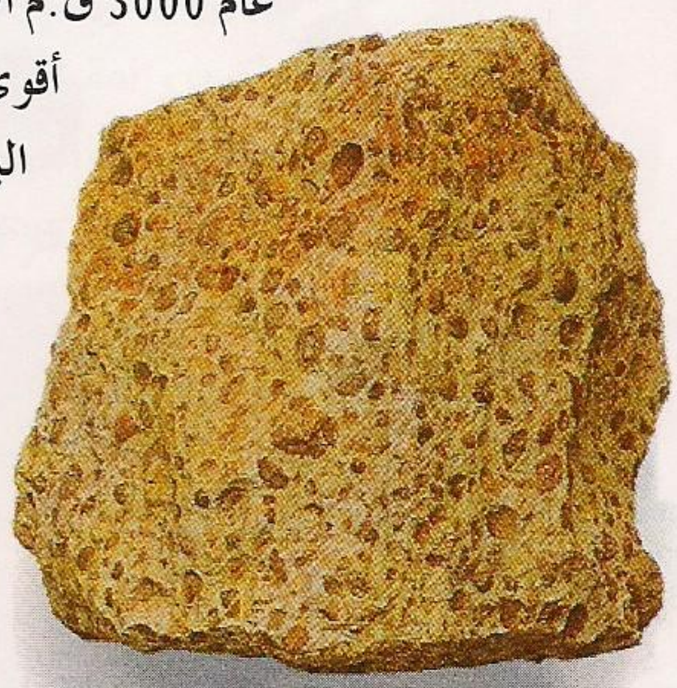
أكسيد القصدير المتبلر (خام القصدير) صلد وثقيل ومقاوم للتآكل. والبلورات المتكونة مثل هذه العينة من بوليفيا نادرة نسبيًّا. ويعتمد الاستخدام الحديث للقصدير على درجة انصهاره المنخفضة، ومقاومته للتآكل، وقابليته للتطريق، وخلوه من السموم، وقدرته العالية على التوصيل الكهربى. وهو يستخدم فى السبائك الخاصة باللحام وكألواح رغم أن الألومنيوم الآن أكثر استخدامًا فى التعليب. والبيوتر سبيكة تتكون من حوالى 75٪ قصديرًا و25٪ رصاصًا.

علبة من قصدير

خـــام المعـــادن والفلـــزات

خام المعادن هو مصدر أغلب الفلزات المفيدة. بعد التعدين أو الاستخراج من المحاجر أو الحفر بالكراكات، يتم تركيز الخام بعمليات طحن وفصل قبل تنقيته وصهره لإنتاج الفلز. حتى قبل خمسة آلاف عام ق.م كان النحاس يستخدم فى إنتاج الخرز والدبابيس. على أنَّ سكان بلاد الرافدين (العراق) كانوا أول من بدأ عمليات الصب والصهر على نطاق واسع. ثم فى حوالى عام 3000 ق.م أضيف القصدير إلى النحاس للحصول على فلز أقوى هو البرونز. كان إنتاج الحديد أكثر أهمية وانتشر نحو عام 500 ق.م . والحديد أصلد من البرونز، كما أن خام الحديد كان متاحًا فى أماكن عديدة.

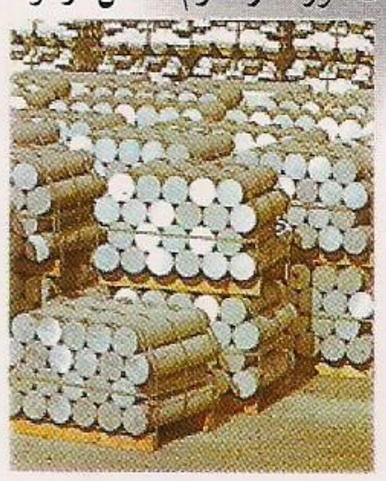
آنية طعام شعائرية برونزية من الصين تعود إلى القرن العاشر ق.م.



البوكسيت خام الألومنيوم (ص13)

الألومنيوم خفيف الوزن

الألومنيوم موصل جيد للكهرباء، وخفيف الوزن، ومقاوم للتآكل. وهو يستخدم فى شبكات الكهرباء، وفى البناء والتشييد، وفى صناعة السيارات والسلع الاستهلاكية مثل الغسالات وأوانى الطهى.



أكداس من سبائك ألومنيوم

ورق ألومنيوم للمطبخ

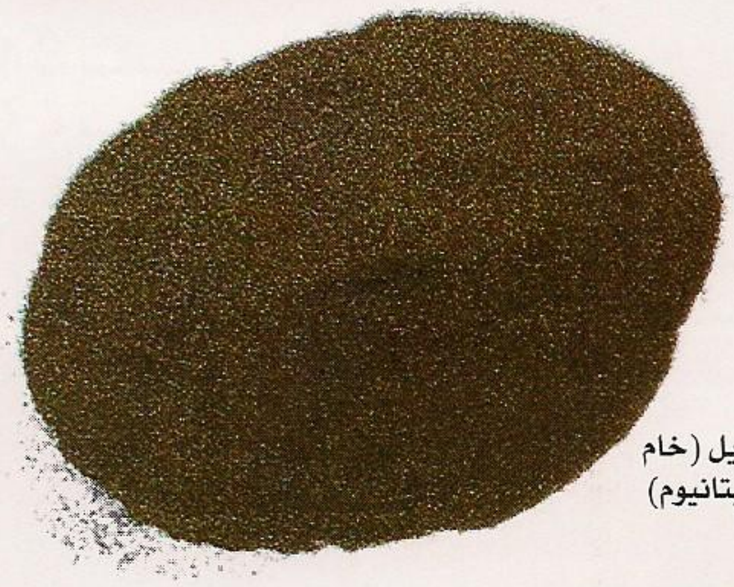
تعدين الحديد عام 1580

الحديد القوى

يتكون الهيماتيت، أهم خامات الحديد، غالبًا على شكل «حجر الكلية» وأطلق عليه هذا الاسم بسبب شكله. والحديد صلب وصلد ومن السهل تشغيله، فيمكن صبه وطرقه وإدخاله فى صنع الآلات والسبائك وسحبه. وهو يستخدم على نطاق كبير فى صناعات التشييد. والصلب والعديد من الأوانى المنزلية مصنوعة من الحديد.

الهيماتيت (خام الحديد)

قلاووظ من الصلب



روتايل (خام التيتانيوم)

النحاس الملون

بيريت النحاس الأصفر، والبورنيت الأرجوانى المشوب بزرقة من خامات النحاس الشائعة وعادةً ما توجد كتل الخام فى ترسيبات منفصلة بحيث تكون عمليات استخراجه غير اقتصادية، وأغلب النحاس نحصل عليه الآن من ترسيبات كبيرة ذات نوعية منخفضة؛ ولكونه موصلاً جيدًا، يستخدم النحاس فى الصناعات الكهربية. كما أن قابليته للتطريق تجعله مناسبًا لصنع مواسير المياه المنزلية. ويستخدم فى سبائك مع الزنك (النحاس الأصفر)، ومع القصدير (البرونز).

بيريت النحاس (خام النحاس)

البورنيت (من خامات النحاس)

وصلة سباكة من النحاس

التيتانيوم القوى

الروتايل والإلمنايت هما خاما التيتانيوم الرئيسيان؛ وعادةً ما يوجدان فى الصخور النارية أو المتحولة ويتركزان بعوامل التجوية فيكوِّنان ترسبات مع معادن أخرى، يستخرج أغلبها كمنتجات ثانوية. وبسبب خفة وزنه وقوته العالية يستخدم التيتانيوم على نطاق واسع فى صناعة الطائرات، فى الهيكل والمحركات.

طائرة صُنعت جزئيًا من التيتانيوم

الذهــب

لا يخفى على أحد قيمة هذا الفلز الأصفر فى صناعة المجوهرات، وفى طب الأسنان والصناعات الإلكترونية. ومع ذلك فإن نصف الذهب الذى يستخرج بعد كل هذا المجهود يعود إلى الأرض حيث يدفن فى سراديب البنوك لأغراض الاستثمار.

منجم بجنوب إفريقيا
اعتمدت الطرق التقليدية فى تعدين الذهب على العمالة البشرية ـ عام 1900.

حُمّى الذهب

أثناء القرن التاسع عشر تسبب اكتشاف الذهب فى كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، وفى أستراليا فى إلهاب خيال آلاف المنقبين الذين اندفعوا يبحثون عنه بجنون.

بيريت النحاس المتبلر

عـرق الذهب

قد يوجد الذهب فى عروق الكوارتز ويكون أحيانًا طبقات غنية. ويستخرج الذهب بطحن الخام والحصول على تركيز يتم تسخينه.

كتلة كبيرة من بيريت النحاس

ذهـب الحمقـى

يظن بعض عديمى الخبرة أحيانًا أن خام بيريت النحاس أو البيريت ذهب. من هنا جاء هذا التعبير إذ إن بيريت النحاس – وهو الخام الرئيسى للنحاس – أصفر تشوبه خضرة إذا قورن بالذهب، وهو يتفتت رغم أنه أصلب، لكنه ليس فى صلابة البيريت.

البيــريــت

يكوّن البيريت عمومًا بلورات مكعبة على سطح نضر اللون، يكون أقرب إلى الذهب الأبيض، أو الإلكتروم (سبيكة الذهب والفضة)، أكثر منه إلى الذهب الخالص. على أى حال فإن البيريت أصلب كثيرًا من الذهب.

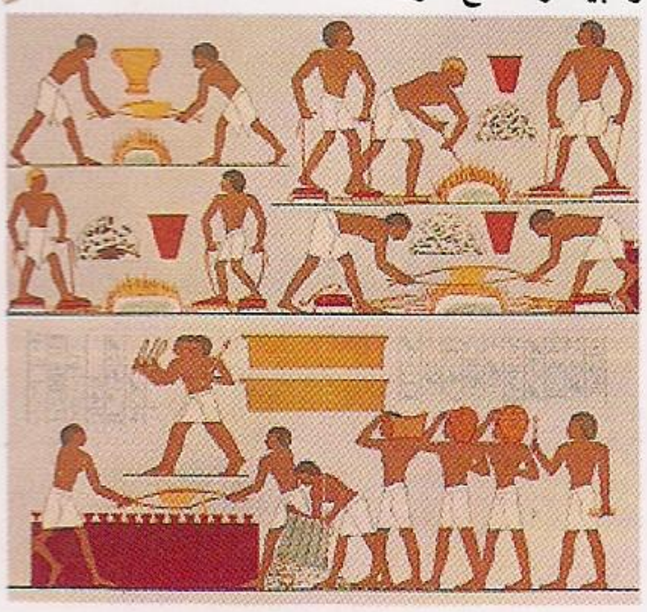
بيريت متبلر

كتلة بيريت

حبيبـات الذهـب

ويستخرج الذهب أيضًا من الحبيبات المستديرة التى توجد فى بعض ترسيبات الدقشوم والرمال، وتستخرج هذه الحبيبات إما باستخدام أوانى الطهى وإما بكراكات على نطاق واسع، وتُفصل جزيئات الذهب قبل التسخين.

رقابية توت عنخ آمون



براعـة المصريـين

مثل قدماء المصريين واحدة من أول الحضارات التى برعت فى فن صناعة الذهب، فقد استخدموا الذهب الصلب المطحون، واليوم عادة ما تضاف الفضة أو النحاس إلى الذهب لإكسابه المزيد من الصلادة، ثم يقاس محتوى الذهب بعد ذلك بالقيراط.

الفلـزات الثـمينـــة

كـان الـذهب والـفضـة مـن بين أوائـل الـفـلـزات الـتـى اكتشفت وحظيت بقيمة عالية لجمالها وندرتها. استخدم الاثنان فى صنع النقود وكانا دليلين مرئيين على الثروة، ووسيلتى تبادل أساسيتين، كما استخدما فى صناعة الحلى ومشغولات أخرى. جاءت الأنباء عن البلاتين لأول مرة من كولومبيا فى منتصف القرن الثامن عشر لكنه لم يستخدم على نطاق واسع فى صناعة المجوهرات والنقود حتى القرن العشرين.

البـــلاتـــيـــن

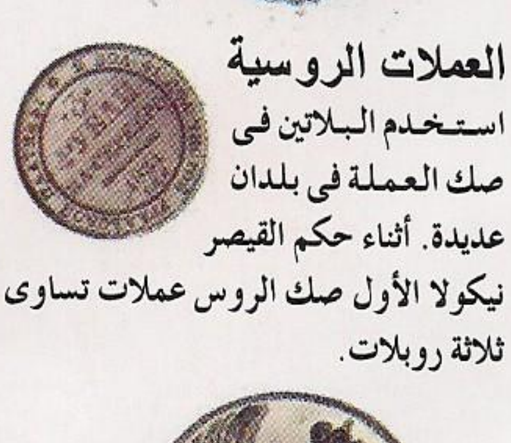
البلاتين أكثر قيمة من الذهب الآن حتى ويستخدم أساسًا فى الصناعة فى تكرير النفط وفى تقليل التلوث الناجم عن عوادم السيارات.

بلورة الإسبرليت

يوجد البلاتين فى معادن عديدة أحدها الإسبرليت. وجدت هذه البلورة جيدة التكوين فى ترانسفال بجنوب إفريقيا حوالى عام 1924. وهى أكبر بلورة فى العالم لهذا المعدن.

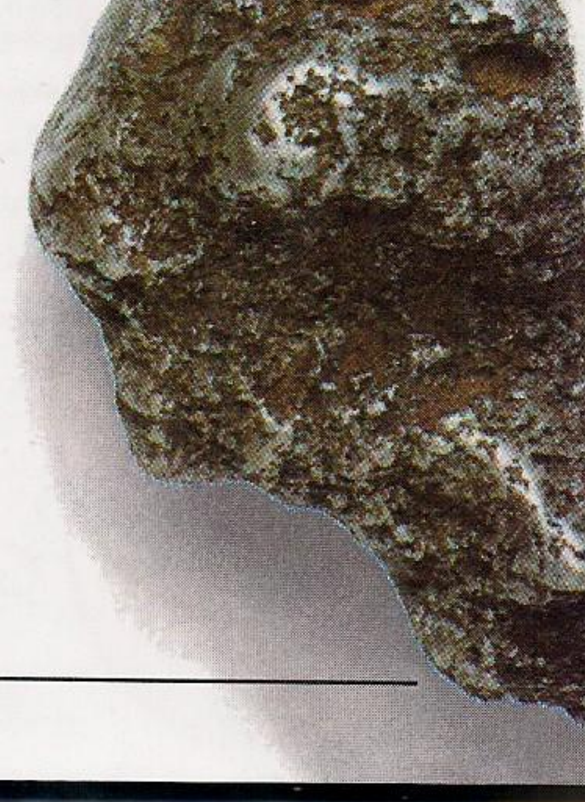
حبيبات البلاتين

تتكون أغلب معادن البلاتين على شكل حبيبات صغيرة فى ترسيبات النيكل، وبالرغم من ذلك، تستخرج الحبيبات الحاملة للبلاتين أثناء التنقيب عن الذهب. هذه العروق من ريو بنتو بكولومبيا.



العملات الروسية

استخدم البلاتين فى صك العملة فى بلدان عديدة. أثناء حكم القيصر نيكولا الأول صك الروس عملات تساوى ثلاثة روبلات.



كتلـــة البلاتـــين

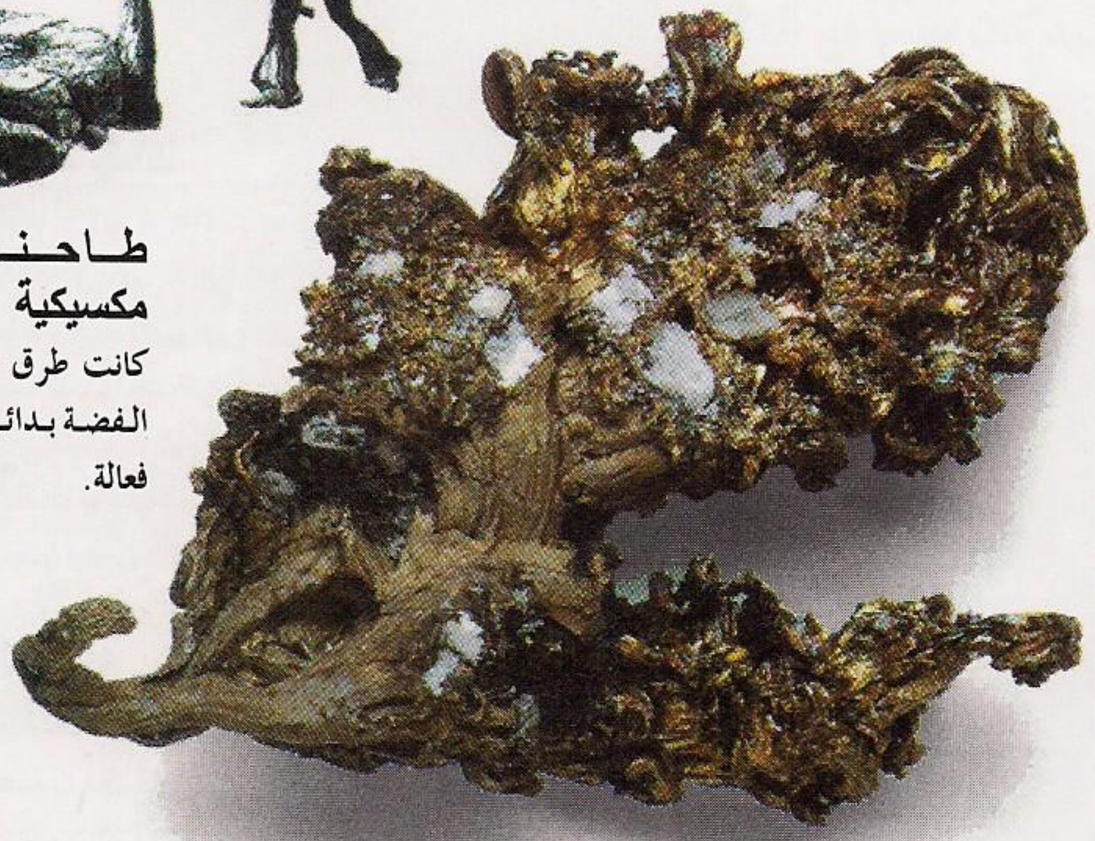
نادرًا ما يحدث أن يعثر على كتل كبيرة من البلاتين. هذه واحدة من نجنى تاجيلسك بجبال الأورال وتزن 1,1 كجم (2,3 رطل). إنه وزن مثير لكنه أقل من وزن صاحبة الرقم القياسى، والتى تزن 9,7 كجم (22 رطلاً).

الفضـــة

الفضة أقل قيمة من الذهب والبلاتين، ومن أبرز عيوبها أنها تفقد بريقها بسهولة.. وتستخدم الفضة الإسترلينية والمطلية فى صنع مجوهرات وحلى، كما تستعمل فى صناعة التصوير.

طـاحـنـة خـام مكسيكية

كانت طرق طحن خام الفضة بدائية لكنها فعالة.



أسلاك فضة رقيقة

غالبًا ما تستخرج الفضة حاليًّا كمنتج ثانوى من تعدين ترسيبات النحاس والرصاص والزنك. وفى القرن التاسع عشر كانت تستخرج كمعدن فلزى أصلى. ومن أشهر ما تم استخراجه أسلاك الفضة من مناجم كونجز برج بالنرويج.

بـــروش مـــن غرب أوروبا

صمم سكان غرب أوروبا الأقدمين قطعًا فنية راقية من الفضة.

أغصـان الفضـة

يحدث أحيانًا – كما فى هذه العينة من كابيابو بتشيلى – أن تكون الفضة على هيئة أشكال رقيقة تشبه أغصان الشجر.

جـــرس للمعبـــد

جرس تورا، وهو أحد زوجين من الأجراس، وقد صنع فى إيطاليا فى أوائل القرن الثامن عشر واستخدم فى الطقوس اليهودية.

الأناكيت (أسفل)

هناك مادة أخرى يستعملها قاطعو الأحجار الكريمة الهواة، عبارة عن صخر يتكون من الفلسبار الوردى، والأبيدوت الأخضر يُعرف بلفظ دارج وهو الأناكيت، وتكون أحجاره مبرقشة.

بلورة صخرية ضخمة (كوارتز)

الكوارتز (إلى اليمين)

نظرًا لوفرتها وصلادتها (ومن ثم قابليتها للصقل الجيد) فإن مجموعة معادن السيليكا التى تشمل الكوارتز (ص44,42) هى الأكثر استخدامًا فى إنتاج الأحجار الكريمة مصقولة بالتدوير.

قطع أناكيت صغيرة

أناكيت مصقول

قطع من كوارتز وردى

كوارتز وردى مصقول

بلورة صخرية مصقولة (كوارتز)

صورة وجه بالنقش الغائر

صورة وجه بارز كلاسيكية

أحجار محفور عليها

الكاميو لفظ يطلق على الحفر البارز على الأحجار، بينما الأنتاجليو حفر غائر.

الجمشت (أسفل)

يندر أن تجد اللون البنفسجى فى هذه المجموعة من الكوارتز موزعًا بشكل متجانس (ص55)؛ لذا تجد الأحجار بعد تدويرها قد اتخذت شكلاً منقوشًا جميلاً.

الكوارتز الوردى

هذه المجموعة الوردية أكثر ندرة من الكوارتز الحليبى، أو الجمشت. يأتى أغلبها من البرازيل، ولكن الولايات المتحدة الأمريكية كذلك تعد منتجًا هامًّا.

عقد

عقيق مصقول بالتدوير تم ثقبه ونظمه فى خيط مع فواصل.

نقش غائر لمشهد من الإنجيل

نقش بارز فى العقيق الأحمر اليمانى

جمشت مصقول

قطع جمشت صغيرة

توموسونيت

ينتج عن قطع التومسونيت ذات الخطوط والشرائط الملونة أنماط غير عادية وأشكال تشبه «مقلة العين» عند تدويرها. وتوجد أفضلها فى مينيسوتا بالولايات المتحدة الأمريكية. والتومسونيت معدن سيليكات (ص42) ينتشر على نطاق واسع، وهو يتكون فى مقذوفات الحمم البازلتية (ص19).

كتلة توموسونيت

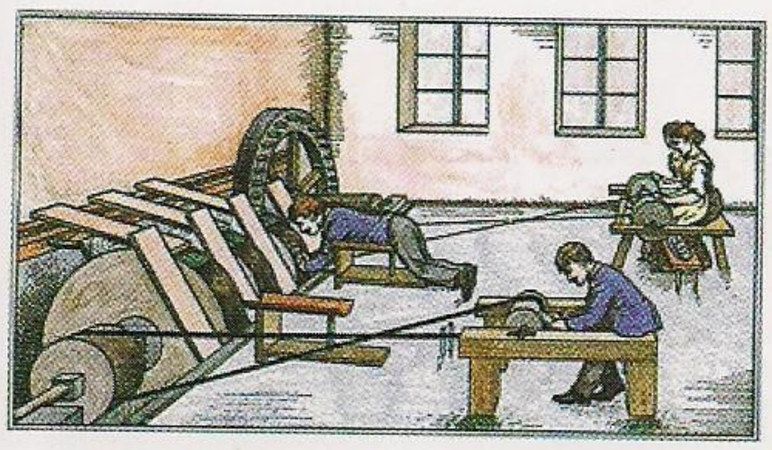
توموسونيت مصقول

أحجار متنوعة

تصلح أحجار وأنواع صخور مختلفة فى إنتاج الأحجار الكريمة المصقولة بالتدوير ويشمل بعضها ما يتسم بجمال المنظر: عين النمر (1) والأفنتورين الأزرق (2)، والأمازونيت (3)، والأوبسيديان ذا الشظايا الثلجية (4)، ودموع الأباش (5)، والعقيق المؤشن (6)، والعقيق ذا الشرائط الحمراء (7)، والصوداليت (8)، والعقيق الشريطى (9)، وعقيق جلد الثعبان (10).

قطع وصقل الأحجار

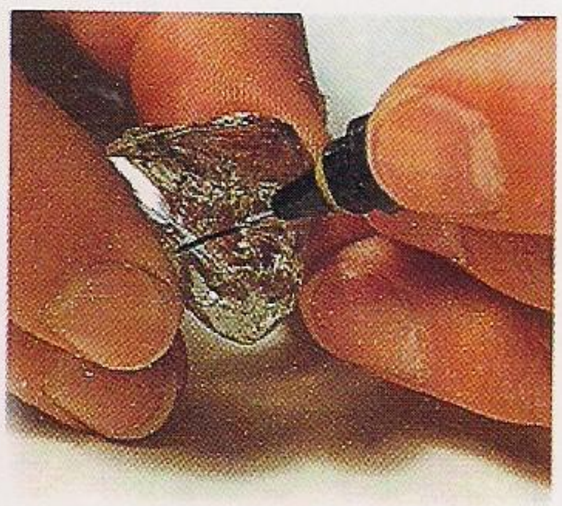
كانت أولى طرق تهذيب الأحجار حكها ببعضها للحصول على سطح ناعم يمكن الحفر عليه. بعد ذلك بوقت كبير، اكتسب أهل الصنعة مهارة أكبر فى قطع الأحجار الثمينة للحصول على أفضل تأثير بصرى، وللوصول بحجم الحجر المقطوع إلى الحد الأقصى. فى العصور الحديثة لجأ القاطعون الهواة إلى تشكيل معادن مختلفة على شكل حصباء مستديرة بالرجوع مرة أخرى إلى حك الأحجار ببعضها البعض باستخدام برميل دوار.



شحذ وصقل العقيق فى ورشة ألمانية عام 1800

قطع الأحجار

عند استخراج الأحجار الكريمة من المعادن لا تكون جميلة (ص50)، وللحصول على الشكل البراق المرغوب، يقوم المختص بقطعها وصقلها لإبراز صفاتها الطبيعية واضعًا فى حسبانه مواضع العيوب لتلافيها.

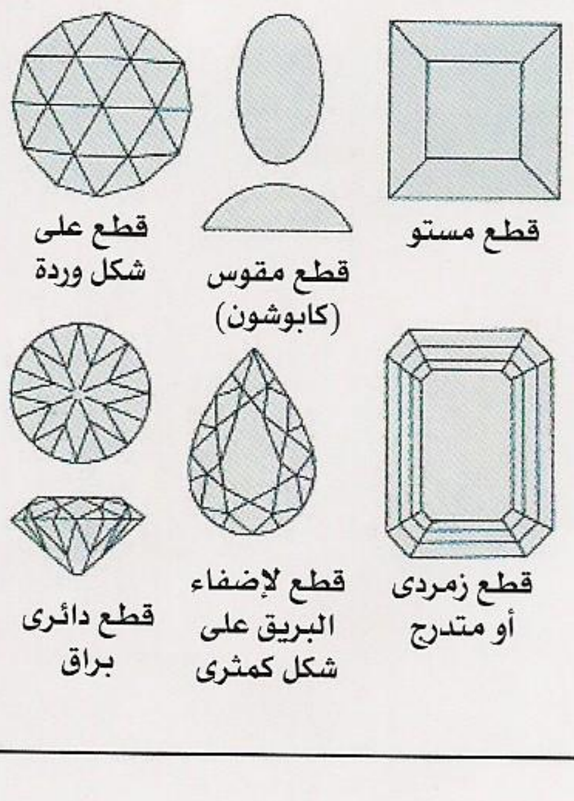


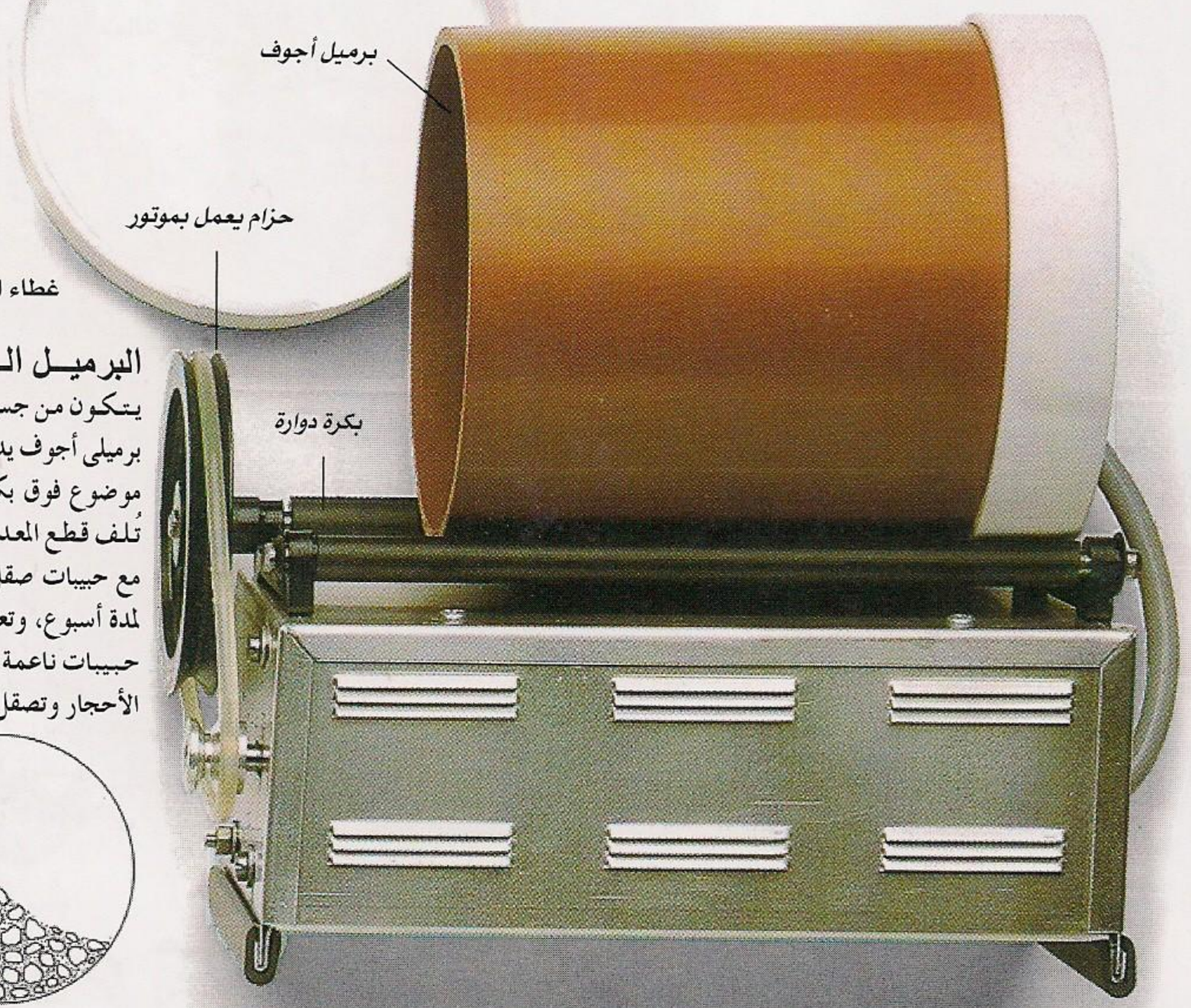
قطع الماس الصلد

تُحدد قطع الماس غير المصقولة بالحبر الهندى قبل قطعها.

أشهر القطعات

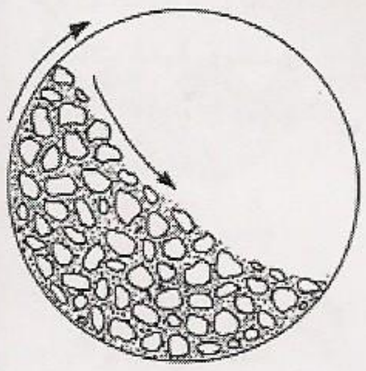
فى بداية التعامل مع الأحجار الكريمة، كانت تقطع إلى أشكال بسيطة كسطح مستوٍ وكتلة مقوسة، ومع كثرة التجريب، لجأ القاطعون إلى أشكال أكثر تعقيدًا بأوجه متقابلة، مثل المتدرج للأحجار الملونة ،واللامع للماس وأحجار أخرى شفافة.





البرميل الدوار

يتكون من جسم أسطوانى برميلى أجوف يدور بالكهرباء موضوع فوق بكرات دوارة، تُلف قطع المعدن فى البرميل مع حبيبات صقل خشنة وماء لمدة أسبوع، وتعاد العملية مع حبيبات ناعمة حتى تستدير الأحجار وتصقل.



الحركة الدوارة

مع دوران البرميل، تنعم الأحجار وتستدير باحتكاكها بعضها بالبعض بفعل الحبيبات.

أحجار معدنية خشنة مُعدة للصقل بالتدوير

يضاف الماء إلى الحبيبات

حبيبات الصقل

تستخدم مواد منوَّعة كاشطة وشاحذة مكونة من حبيبات رملية بالتتابع تبدأ بالأخشن وتنتهى بالأنعم حتى الوصول بملمس الحجر إلى النعومة، يعقب ذلك مسحوق للصقل.

حبيبات شحذ خشنة تستخدم فى بداية التدوير

حبيبات شحذ ناعمة تستخدم فى المرحلة الثانية من التدوير

يستخدم أكسيد السيريوم - وهو مادة صقل ناعمة جدًا - آخر الأمر، لجعل الحصباء ناعمة ولامعة

احتـــرس

هناك تعليمات يجب اتباعها فى جميع الأحوال أثناء جمع الصخور، يجب احترام قوانين المنطقة، والحصول على إذن قبل دخول أرض خاصة، وتجنب إيذاء الحياة البرية، وارتداء ملابس مناسبة، واستخدام المعدات المناسبة، وعدم تعريض الآخرين للخطر.

مفكرة

قلم رصاص

قلم جاف

تسجيـل الاكتشـاف

يجب تسجيل تفاصيل الاكتشاف ومكان العثور عليه بدقة فى مذكرة، ويجب ترقيم العينات بعناية باستخدام قلم أو شريط لاصق. سوف توفر صورة فوتوغرافية أو رسم تخطيطى للعينة تسجيلاً ميدانيًا دائمًا.

كاميرا لتسجيل موقع الاكتشاف، عند التقاط صورة حاول أن تشير إلى المقياس

تحديد هويـة الصخـر

يمكن فحص العينات فى مكان العثور عليها باستخدام عدسة تكبير يدوية عشرة أضعاف بين أربعة جدران، سوف يكشف مجهر ثنائى العدسة عن تفاصيل أدق.

جريدة

حقيبة من الموصلين

أنبوبة بلاستيكية

كيس فقاعات

كيس بلاستيكى يمكن غلقه

نقـل العينـات

يجب تغليف كل عينة على حـــدة فـــى ورق صحيفة أو أى مـادة وقـائـيـة لمنع تشظيها أو خـــدشـــهـــا. مجموعات البلورات تكون عادة هشة ويجب تـكـديسـهـا فـى أنـابـيـب أو صناديق باستخدام غلاف مناسب وحملها فى حقائب خاصة بالجمع.

التعامل مع العينات بطريقة خاصة

لتفادى إلحاق ضرر بالعينات يجب تخزينها فى صناديق أو أدراج ضحلة فى دولاب خاص. بعض المعادن تتدهور بسرعة فى الرطوبة والحرارة العالية، أو تحت تأثير الضوء، لذا يجب وضع احتياطات خاصة بظروف كل معدن عند تنظيم ما تم جمعه.

صناديق كرتون لحفظ العينات

ملصقات للتدوين على العينات

سكين صيدلى للعمل الدقيق مثل إزالة أشياء حول الحفريات

سكين جراحة للتمهيد للعمل الدقيق على الحفريات

سكين رسم لاستخراج البلورات الدقيقة من الحفريات أو المعادن

أدوات للعمـل الدقيـق

يمكن إزالة الصخر الزائد عن العينة بالغسل بالمياه ثم بالكشط برفق باستخدام فرشاة ناعمة. ثم استخراج الصخر الهش مثل الطفل باستخدام المالج ثم استخدام مصفاة (منخل) لعزل البلورات الصغيرة أو شظايا الصخر.

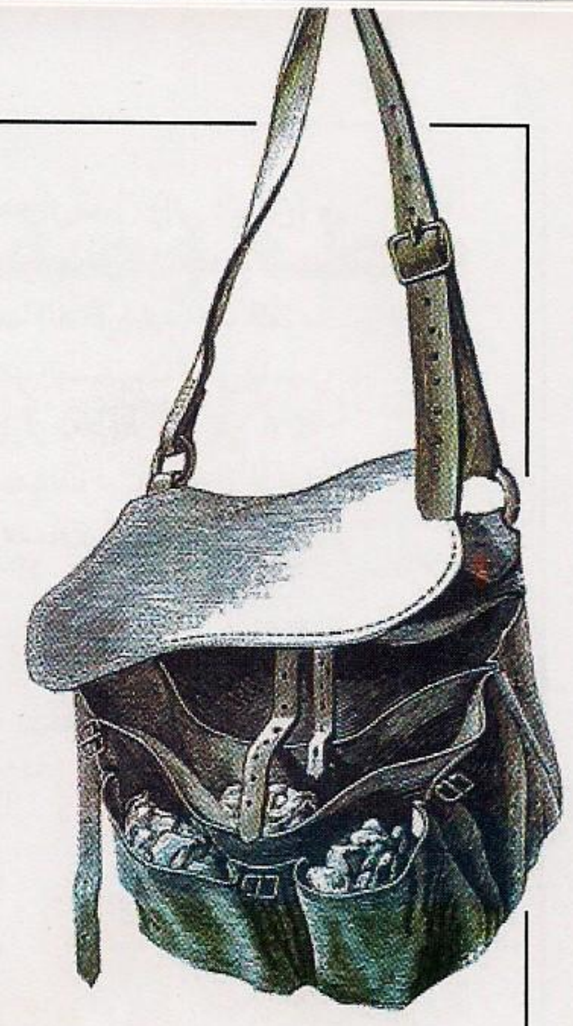
المالج لاستخراج الصخور الناعمة

منخل لعزل المواد

فرشاة رسم لتنظيف العينات

جمـع الصخـور والمـعـادن

إن جمع عينات المعادن والصخور وتسجيل الاكتشافات تعد هواية شائعة ومجزية، وكهواية تعد تقليدًا يرجع إلى هواة الجيولوجيين فى القرن التاسع عشر وقد اكتنز العديد منهم مجموعات ذات قيمة.



أدوات الجمـع

تشمل المعدات الأساسية الشاكوش الجيولوجى ويزن بين نصف إلى واحد كجم (من 1 إلى 2 رطل) ومجموعة من الأزاميل. وهذه الشواكيش لها عادة رأس مربع وحافة إزميل لفصل الصخور. وهى معدة خصيصًا للمهمة ولا يصح استخدام الأنواع الأخرى من الشواكيش حيث إنها عرضة أكثر للانكسار.

شاكوش الجيولوجى (نصف كجم . رطل واحد)

شاكوش الجيولوجى للتهذيب

شاكوش هراوة للاستخدام مع الإزميل

إزميل نهايته عريضة

إزميل حاد مدبب

العمـل الميدانـى

أثناء القرن التاسع عشر، طـور الجيـولـوجـيـون الـعـامـلـون فـى الميـدان تقنيات لجمع الصخور ووضع خرائط لمواضعها.

التخطيط الجيـد

يجب إعداد العمل الميدانى لجمع العينات مقدمًا بالرجوع إلى كتب وخرائط المرشد الجيولوجى. يجب الحصول على إذن بزيارة المنطقة أو الموقع فى أرض خاصة. إذا كنت تقوم بالجمع بمفردك، تأكد من أن هناك من يعرفون وجهتك. تزود ببوصلة لمعرفة الاتجاهات، وضع كتاب إحداثيات بوصلة ضمن أغراضك.

خريطة

بوصلة

كتاب استرشادى

ملابـس واقيـة

يجب الاحتراس بشدة أثناء طرق الصخور بالشاكوش لتفادى الشظايا المتناثرة. ارتدِ منظارًا وخوذة وقائين وقفازات وحذاء عاديًا أو برقبة، وملابس متينًا ضد الماء.

خـوذة أمـان

قفازات متينة

منظار وقائى

أسئلة وأجوبة

س: ما أكثر الصخور شيوعًا فى قشرة الأرض؟

ج: الصخور البركانية، مثل البازلت، هى أكثر الصخور وجودًا فى قشرة الأرض. ينجم البازلت من سائل الحمم المائع عندما يبرد ويتصلب. وهو يكون قيعان المحيطات التى تغطى 68٪ من سطح الأرض.

س: كيف علمنا أن الديناصورات كانت موجودة؟

ج: وجدت عظام وأسنان ديناصورات كأحافير فى الصخور فى جميع أنحاء العالم، وحتى آثار أقدامها وفضلاتها حُفظت فى الصخر فى بعض الأماكن. من الحفريات أساسًا نعلم أن نباتات وحيوانات معينة عاشت على الأرض فى الزمن السحيق.

آثار أقدام ديناصور متحفرة

تنين صينى من النفريت

س: ما اليشب؟ ولماذا كان له أكثر من اسم؟

ج: اعتقد الناس يوما أن هناك حجرًا واحدًا أخضر يسمى اليشب. لكن فى عام 1863، اكتشف أنه فى الحقيقة معدنان هما الجاديت والنفريت.

س: لماذا تتنوع ألوان حصباء الشاطئ؟

ج: تتكون هذه الحصباء من أنواع صخور مختلفة. والألوان تبين أنواع المعادن التى تحتوى عليها. إن الحصباء على شاطئ معين قد تكون جرفتها مياه البحر من عدة أماكن مختلفة.

س: ما أقدم الصخور الموجودة على الأرض؟

ج: جاءت أقدم الصخور المعروفة من الفضاء الخارجى على شكل نيازك. قطعة الكوندريت (يسارًا) عبارة عن نيزك عمره حوالى 4600 مليون سنة. لم تتطور أول صخور على الأرض إلا بعد ذلك منذ حوالى 4200 مليون سنة.

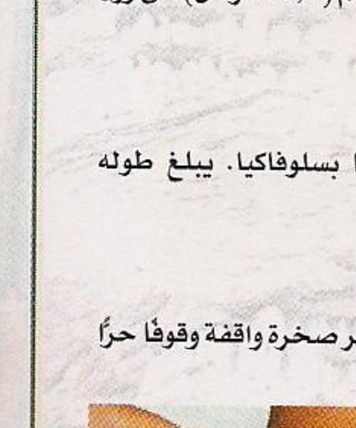
الكوندريت

س: من أين أتت الصخور الجديدة؟

ج: تتكون صخور جديدة طول الوقت على سطح الأرض، وفى أعماق قشرتها. وقد تكونت بعض الصخور من طبقات مادة رسوبية، وتكونت صخور أخرى نتيجة نشاط بركانى، فى قيعان المحيطات وفوق سطح الأرض على السواء. والأرض تعيد تشكيل الصخور باستمرار بواسطة عوامل الحرارة، والضغط والتآكل.

س: ما زهرة الصحراء، وكيف تكونت؟

ج: تتكون زهرة الصحراء من معدن الجبس. وقد تكونت فى صحراء عندما تبخر الماء بسرعة. تخلفت الشوائب الموجودة بالماء وكونت بلورات اتخذت شكل بتلات الزهرة.



زهرة الصحراء

س: لماذا يكون لون الرمال أسود على بعض شواطئ العالم؟

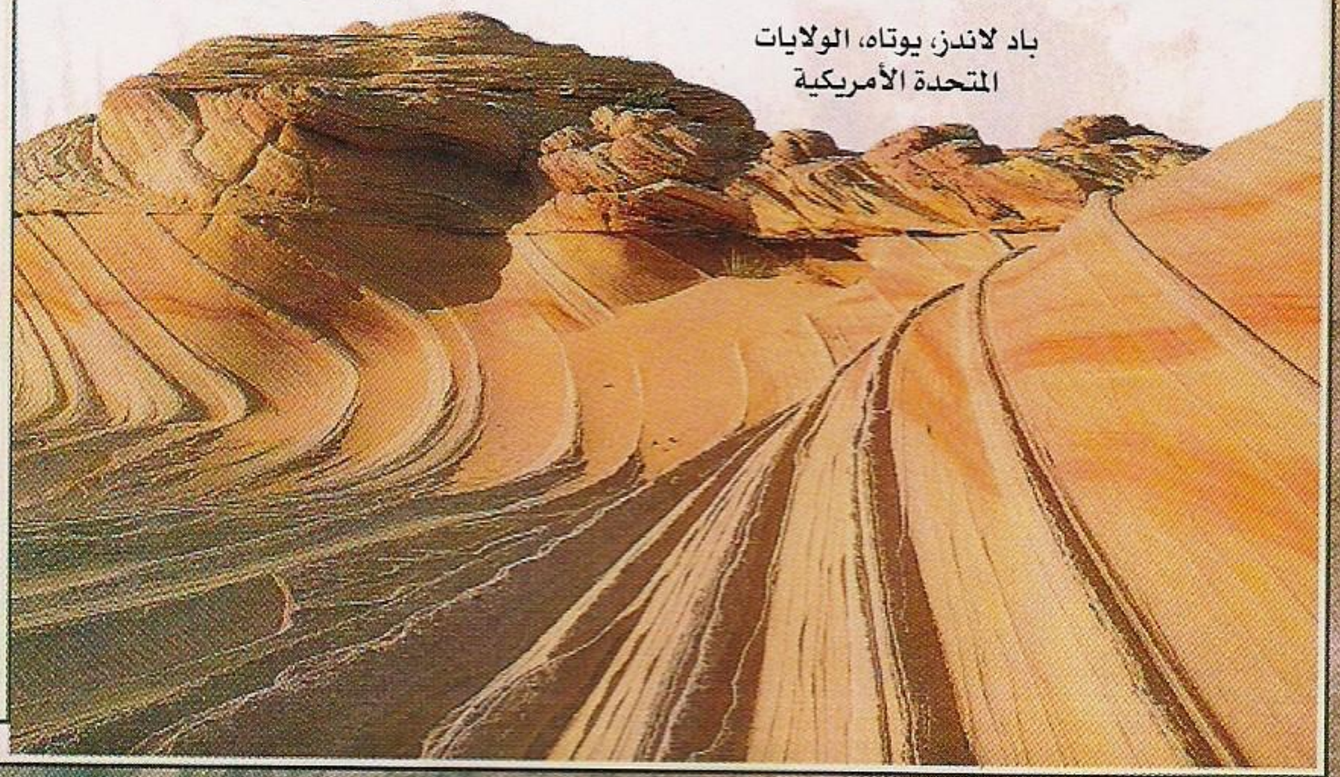
ج: يتكون الرمل من صخور وحصباء تآكلت إلى حبيبات دقيقة. فى بعض الأماكن - مثل جزر الكنارى - يكون الرمل أسود لأنه تكون من رماد بركانى غنى بمعادن داكنة.

س: إذا كان الخفاف صخرًا فكيف يطفو على الماء؟

ج: حجر الخفاف عبارة عن إرغاء حمم بركانية وهو ملىء بفقاعات هواء صغيرة للغاية. وهذا الهواء أسير الفقاعات يجعل وزن الخفاف خفيفًا فيطفو.

س: ما سبب وجود هذه الشرائط على صخور يوتاه، بالولايات المتحدة الأمريكية؟

ج: تتكون صخور الصحراء من طبقات حجر رملى. تضافرت الأيام الحارة والليالى الباردة والعواصف على إزالة طبقة الصخر الأضعف بسرعة مما شكل هذه الأخاديد الرقيقة فى المنظر العام.



باد لاندز، يوتاه، الولايات المتحدة الأمريكية

محطمو الأرقام القياسية

أثمن فلز
البلاتين حاليًا هو أثمن فلز وهو أثمن من الذهب.

أكبر كتلة ذهب
أكبر كتلة ذهب عُثر عليها تزن 70,9 كجم (156,3 رطل)، فى وزن إنسان تقريبًا.

أكبر صاعد
يوجد أكبر صاعد فى كراسنوهورسكا بسلوفاكيا. يبلغ طوله 31,5 متر (105 أقدام).

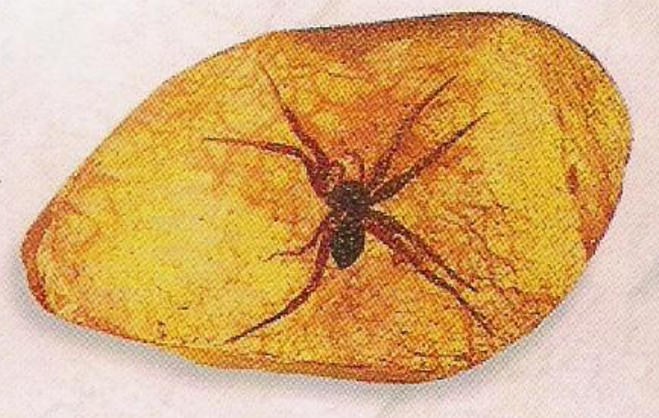
أكبر صخرة
أولورو (صخرة آير) فى أستراليا هى أكبر صخرة واقفة وقوفًا حرًا فى العالم، وطولها يزيد على 3,6 كم (ميلان).

أصلد معدن
الماس هو أصلد معدن معروف ولا يمكن خدشه بأى معدن آخر.

هـل تعلـم ؟

حقائـق مذهلـة

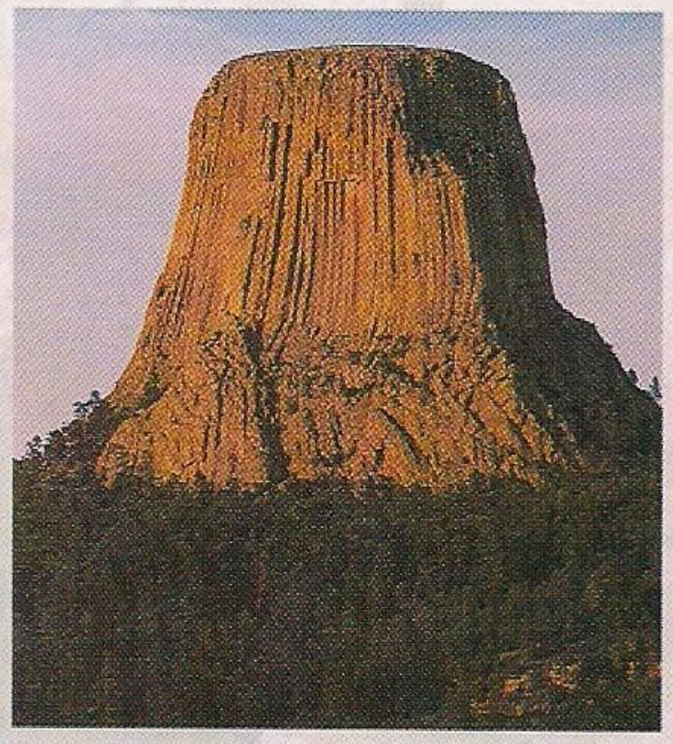
بعد عودة رواد الفضاء من القمر، اكتشف العلماء أن معظم الصخر الشائع على القمر نوع من البازلت يوجد مثيله على الأرض.



عنكبوت محفوظ فى الكهرمان

تكون الكهرمان الذى نجده اليوم عندما تساقط سائل حلو من الأشجار منذ ملايين السنين ثم تصلب. حدث أحيانًا أن وقعت حشرات أسيرة فى السائل اللزج حيث احتجزت كحفرية إلى يومنا هذا.

كلما توغل نفق فى الأرض ارتفعت درجة الحرارة. فى جنوب إفريقيا يتم تبريد مناجم الذهب اصطناعيًا حتى تستطيع فرق البحث العمل.



برج الشيطان، وايومنج

برج الشيطان فى وايومنج بالولايات المتحدة الأمريكية عبارة عن عمود هائل من الصخر تكون بفعل حمم تصلبت داخل فوهة بركان. عبر آلاف السنين تعرض صخر البركان الأقل صلادة نفسه للتآكل.

يكون معدن السيليكات أكثر من 75٪ من قشرة الأرض، وهى تتكون من سيليكون وأكسجين وبعض الفلزات.

ربما جاءت النيازك الموجودة بالقارة القطبية الجنوبية من المريخ، ويبدو أن بعضها يحتوى على بكتيريا متحفرة.

على بعض السواحل التى تتكون من صخر رقيق، يعتدى البحر على اليابسة عدة أمتار كل عام كما فى دونويتش بسافولك فى إنجلترا، والتى تلاشت جزئيًا عندما انهارت الصخور أسفلها بفعل التآكل.

للجليد القدرة على تحطيم الصخور فالجرانيت، وهو من أصلب الصخور، يحطمه الماء الذى يتمدد داخله بفعل التجمد. ويستطيع ثقل وحركة نهر جليدى تجويف جانب أحد الجبال بالكامل.

استخدمت النساء فى روما القديمة معدن الزرنيخ كمسحوق تجميل على جلودهن غير مدركات أنه سام.

الجرافيت، ذلك المعدن الناعم الذى يستخدم فى الأقلام الرصاص، يستخدم أيضًا فى محطات الطاقة النووية. تساعد قضبان جرافيت ضخمة على التحكم فى سرعة التفاعلات النووية فى قلب المفاعل.

حفرية الأركيوبتيركس (طائر أولى)

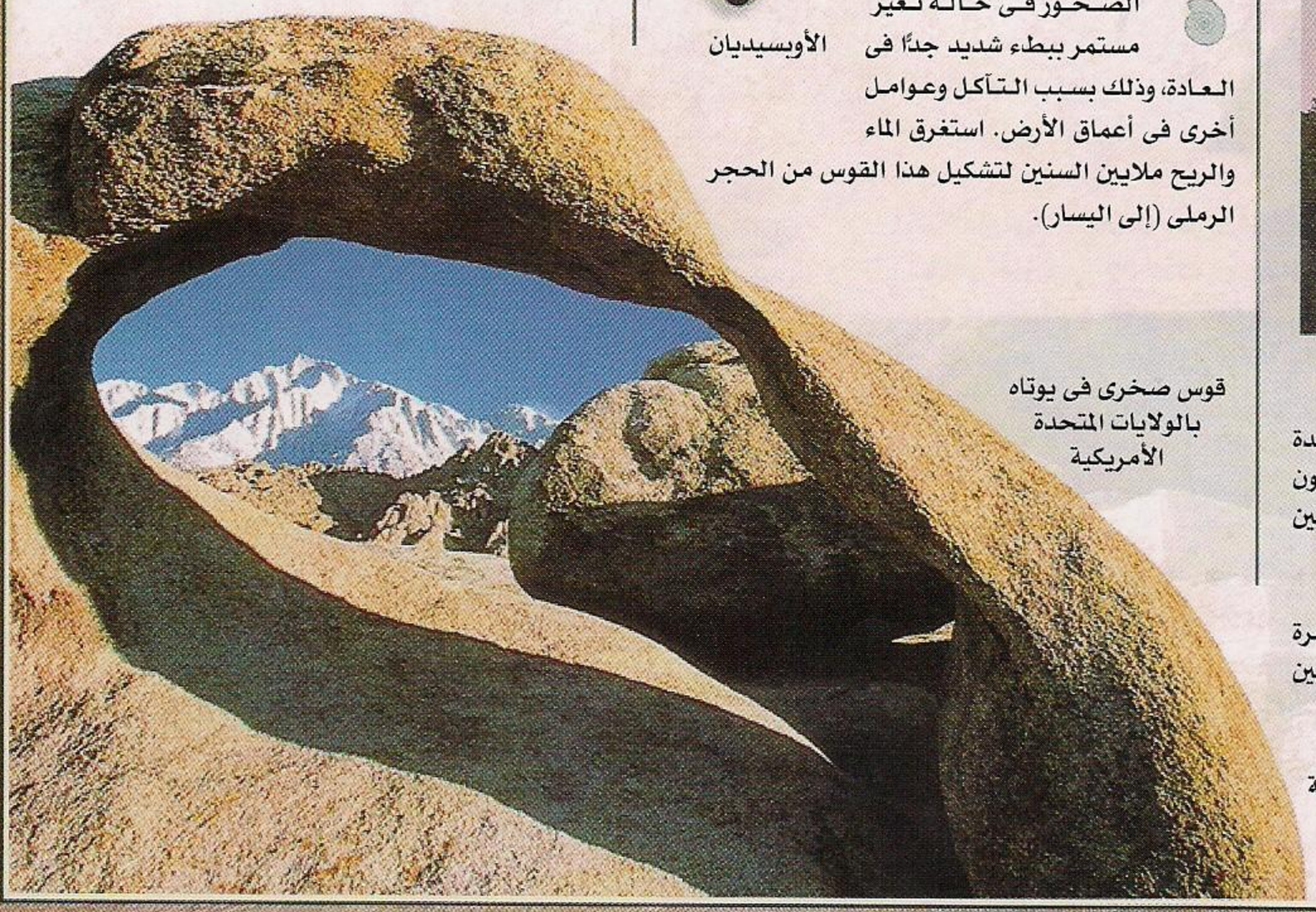
عام 1861 كسر أحد رجال المحاجر كتلة حجر جيرى، ووجد حفرية مخلوق يشبه الطائر وله ريش كان يعيش منذ 150مليون سنة. هذا المخلوق الذى يطلق العلماء عليه «أركيوبتيركس» ربما كان حلقة الوصل بين زواحف ما قبل التاريخ وبين الطيور المعاصرة.

المعادن لا توجد فقط فى الصخور. عظامك أيضًا تتكون من معادن.

الأوبسيديان

الأوبسيديان صخر بركانى أسود يتميز بشدة اللمعان حتى إن الناس فى الأزمنة القديمة كانوا يستخدمونه كمرآة، كما أنه يكون ذا حواف حادة إذا انكسر، لذا استخدموه فى صنع الآلات الحادة.

الصخور فى حالة تغير مستمر ببطء شديد جدًا فى العادة، وذلك بسبب التآكل وعوامل أخرى فى أعماق الأرض. استغرق الماء والريح ملايين السنين لتشكيل هذا القوس من الحجر الرملى (إلى اليسار).



قوس صخرى فى يوتاه بالولايات المتحدة الأمريكية

تحديد هوية المعادن

لا يتشابه معدنان أبدًا، فالعديد من المعادن له شكل أو لون يميزه عن غيره، البعض يكون بلورات كبيرة، والبعض يكون كتلاً فقاعية، أو ينمو كقشرة فوق الصخور، وإليكم عينات المعادن ومظاهرها المميزة.

بلورة بريل منشورية

البريل

يتكون البريل عميقًا داخل قشرة الأرض ويوجد أساسًا فى صخور الجرانيت والبجماتيت. والبريل الشفاف صلب ونادر مما يجعله حجرًا كريمًا ذا قيمة. وله عدة أسماء ويتوقف ذلك على لونه. وأفضل تنويعاته الزمرد الأخضر، والزبرجد الأخضر الذى تشوبه زرقة.

بلورات ياقوت أزرق مندمجة مع تورمالين

الياقوت

رغم أنه عديم اللون فى صورته النقية فإنه يتوافر بألوان عديدة. والياقوت الأحمر والأزرق نادران ويوجدان فى حصباء الأنهار. والياقوت صلد للغاية ويكون بلورات ذات أشكال مختلفة.

بلورات هاليت برتقالية

الهاليت

ينتمى الهاليت إلى مجموعة معادن تسمى المتبخرات، تتكون عندما يتبخر الماء المالح. وهو يتكون حول البحار والبحيرات فى المناخ الجاف ويعرف باسم «الملح الصخرى». ويتكون عادة على شكل كتل، لكنه يكون أيضًا بلورات مفردة مكعبة الشكل.

الذهب

هو فلز، وعنصر أصلى نادر. ويوجد عادة فى بثور صفراء فى الصخور، وغالبًا ما يتكون مع الكوارتز فى عروق معدنية عندما تبرد السوائل المائية. ويحدث أحيانًا أن يكون الذهب كتلاً متبلرة ذات حواف مستديرة.

بريق لؤلؤى على البلورات

الباريت

رغم مظهره البلورى فإن الباريت أثقل من بعض المعادن الفلزية. وهو يتكون فى بيئات عديدة، من الينابيع البركانية الحارة إلى عروق المعادن. وباريت عُرْف الديك يتكون من كتلاً متبلرة ناعمة تشبه الطبق.

بلورة صفراء زاهية مستوية القمة

الكبريت

عنصر أصلى، والكبريت يتبلر حول الينابيع الحارة وفوهات البراكين، وهو يكون أحيانًا قشرة تشبه المسحوق، بلوراتها صغيرة، لكن البلورات الكبيرة شائعة كذلك والبلورات النقية دائمًا صفراء وهى ناعمة بحيث يسهل قطعها بسكين.

بريق زجاجى

الكوارتز

أحد أكثر المعادن شيوعًا. يتكون الكوارتز فى صخور عديدة ويوجد غالبًا فى عروق معدنية مع خامات الفلزات. لبلورات الكوارتز عادة ستة أضلاع وقمة هرمية. يطلق على الكوارتز الشفاف «بلورة الصخر» ويظنه البعض خطأ ماسًا.

كتلة بلورات ألبيت ذات سطح علوى

الألبيت

الألبيت مجموعة متنوعة هامة من الفلسبار مكونة للصخور، وتوجد غالبًا فى الجرانيت والشست والأحجار الرملية. وهو مكون من حبيبات فى أغلب الأحوال، ولا من بلورات جيدة التكوين. وهو إما أبيض، وإما عديم اللون.

الكالسيت

يكون الكالسايت صخر حجر جيرى، وهو ينمو أيضًا فى مياه البحر، وفى العظام والأصداف. وهو المعدن الذى يكون الهوابط والصواعد. بالإضافة إلى تكوينه لبلورات يمكن أن يكون كتلاً حبيبية ليفية.

صخـــر أم معـــدن ؟

يصنف الجيولوجيون الصخور طبقًا للطريقة التى تكونت بها. توجد ثلاثة أنواع صخور رئيسية: نارية ومتحولة ورسوبية. فى السطور التالية ستتعرف على الخصائص المميزة لكل نوع.

أدوات الجيولوجى

تحديـــد هويـــة الصخـــور

الصخـــور النـــاريـــة

تتكون الصخور النارية من صخور ساخنة ذائبة فى أعماق الأرض تصلبت بعد أن بردت. ومثل الصخور المتحولة فإنها تتكون من بلورات متداخلة من معادن مختلفة، وكلما كان تبرد وتصلب الصخر بطيئًا كانت البلورات المتكونة داخله كبيرة.

الجرانيـــت

الجـــابـــرو

البـــازلـــت

الأوبســـيديـــان

الصخـــور المتحولـــة

تتكون الصخور المتحولة بالكامل عندما تتعرض صخور نارية أو رسوبية لعمليات تحول نتيجة الحرارة والضغط داخل قشرة الأرض. تكون معادن الصخور المتحولة عادة بلورات تعكس درجة الحرارة والضغط التى تعرضت لها.

الشـــست المطـــوى

الأردواز

النـــايـــس

الصخـــور الرسـوبيـــة

تتكون الصخور الرسوبية عادة من جزيئات من صخور أخرى، تعرضت للتجوية وتآكلت. بمضى الوقت تترسب هذه الجزيئات التى يتراوح حجمها بين حجم حبيبات الرمل إلى حجم الجلمود (الصخر الكبير)، تترسب فى طبقات وتصبح صخورًا. والصخور الرسوبية أكثر الصخور التى توجد بها حفريات.

ركـــام صـــخـــرى

حـــجـــر رمـــلـــى

بـريـشـــة

الطباشـــير

مواقع إلكترونية مفيدة بالإنترنت:

- يمكنك الاتصال بقاعدة بيانات معمل الأرض فى موقع متحف التاريخ الطبيعى بلندن:
www.nhm.ac.uk/museum/earthlab
- يمكنك العثور على معلومات مفيدة عن الصخور فى موقع البى بى سى:
www.bbc.co.uk/education/rocks
- روك ووتش هو ناد على الشبكة لصغار الجيولوجيين:
www.rockwatch.org.uk.
- موقع جمعية الجيولوجيين تجد فيه معلومات ومصادر بشأن «الصخور والمعادن والأحافير»:
www.geolsoc.org.uk

الأحجار الكريمة والمجوهرات

الأحجار الجذابة، مثل اليشب نقش عليها الإنسان لقرون للحصول على الزينة. هناك مكان جيد ترى فيه مجوهرات وتحفًا أخرى محفورة على الأحجار الكريمة فى متحف فنون زخرفية، مثل متحف فيكتوريا وألبرت بلندن.

عقد يشب
من حضارة الأزتيك

التاريخ فى الصخور

يرى زوار الأخدود العظيم بالولايات المتحدة الأمريكية منظرًا رائعًا لطبقات مختلفة من صخور الأرض. نحت نهر كلورادو هذا الأخدود فى عدة ملايين من السنين. وبينما النهر يشق طريقه لأسفل كشف طبقات من الصخر كانت مخفية تحت الأرض. والصخور أغلبها أحجار رملية وأحجار جيرية وتحتوى على خطوط وشرائط بها حفريات من فترات جيولوجية مختلفة. ونزولك عبر هذه الخطوط المنحدرة إلى سفح الأخدود تشبه السفر فى الزمن إلى الوراء مع تاريخ الصخور.

جراند كانيون «الأخدود العظيم» بالولايات المتحدة

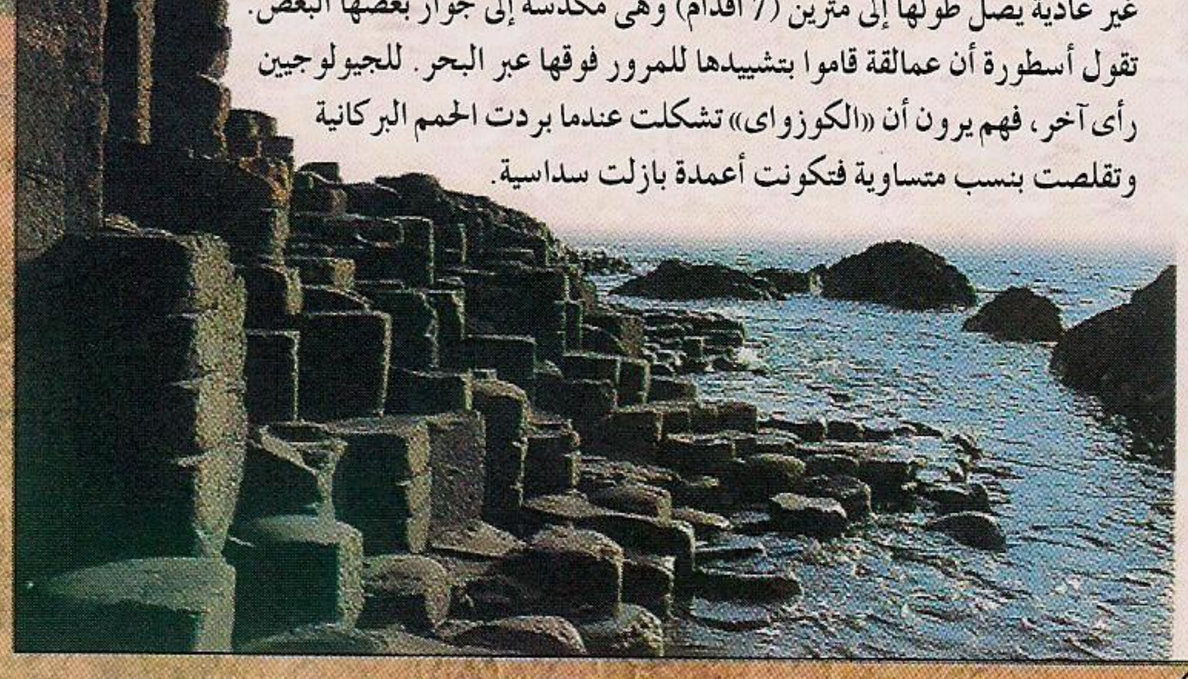
أعمال نحت

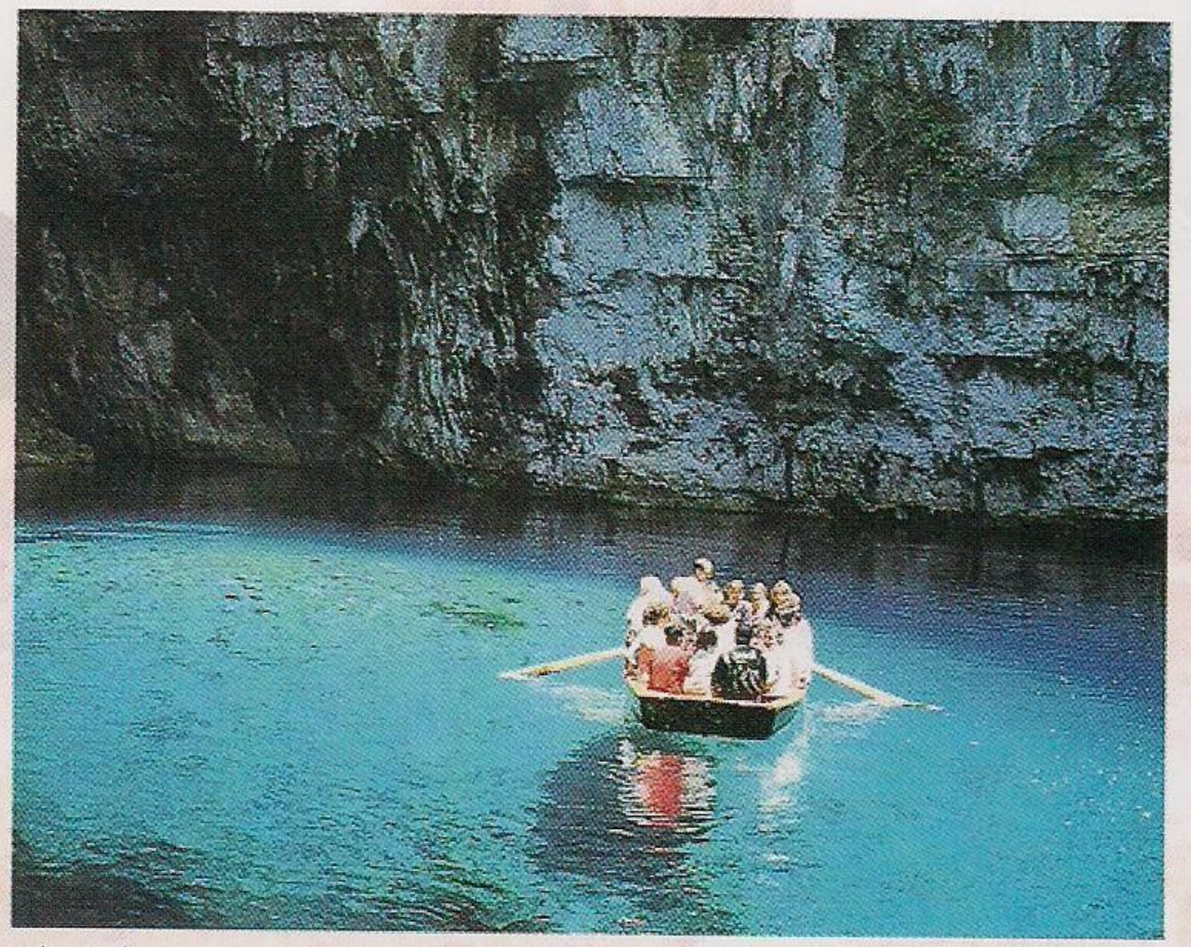
استخدم الإغريق والرومان القدامى الرخام لنحت أجمل تماثيلهم وبناء أعظم مبانيهم لأنه مثالى فى الحفر. والرخام النقى أبيض، وهو ناعم ولامع عند صقله. ألق نظرة فاحصة على التماثيل لتتأكد ما إذا كانت مصنوعة من الرخام، أو من مادة أخرى.

تمثال من الرخام لبيتا، كاتدرائية
سانت باتريك، نيويورك

دَرَج العمـــلاق

عند «جيانتس كوزواى» فى أنتريم بشمال أيرلندا، يستطيع الزوار رؤية أعمدة صخرية غير عادية يصل طولها إلى مترين (7 أقدام) وهى مكدسة إلى جوار بعضها البعض. تقول أسطورة أن عمالقة قاموا بتشييدها للمرور فوقها عبر البحر. للجيولوجيين رأى آخر، فهم يرون أن «الكوزواى» تشكلت عندما بردت الحمم البركانية وتقلصت بنسب متساوية فتكونت أعمدة بازلت سداسية.





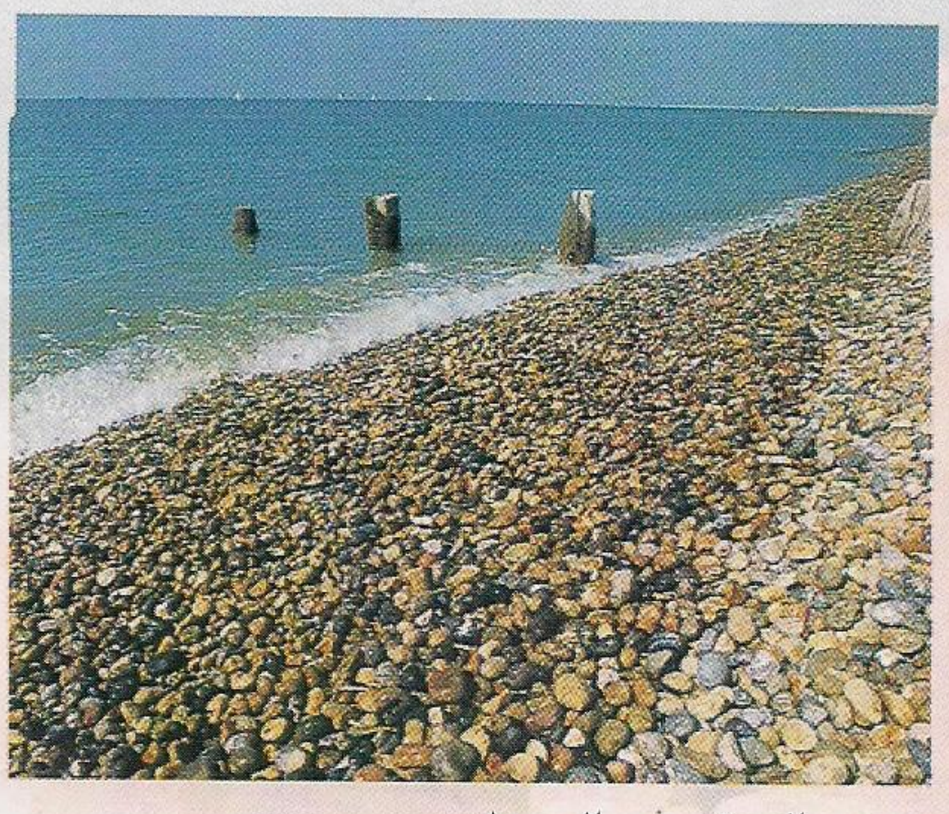
كهف فى ميليسانى، سيفالونيا، اليونان

كهوف ومغارات الحجر الجيرى

كهوف الحجر الجيرى أماكن جيدة لرؤية الهوابط التى تبدو كأوتاد ثلجية عملاقة، ولرؤية المياه ذات اللون الفيروزى كما توجد كهوف زرقاء فى عدة جزر بالبحر الأبيض المتوسط، مثل جزيرة سيفالونيا باليونان. تشمل كهوف الحجر الجيرى الشهيرة كهوف لاسكو بفرنسا، حيث يمكنك أيضًا أن ترى رسومات أبدعها إنسان الكهوف قبل التاريخ.

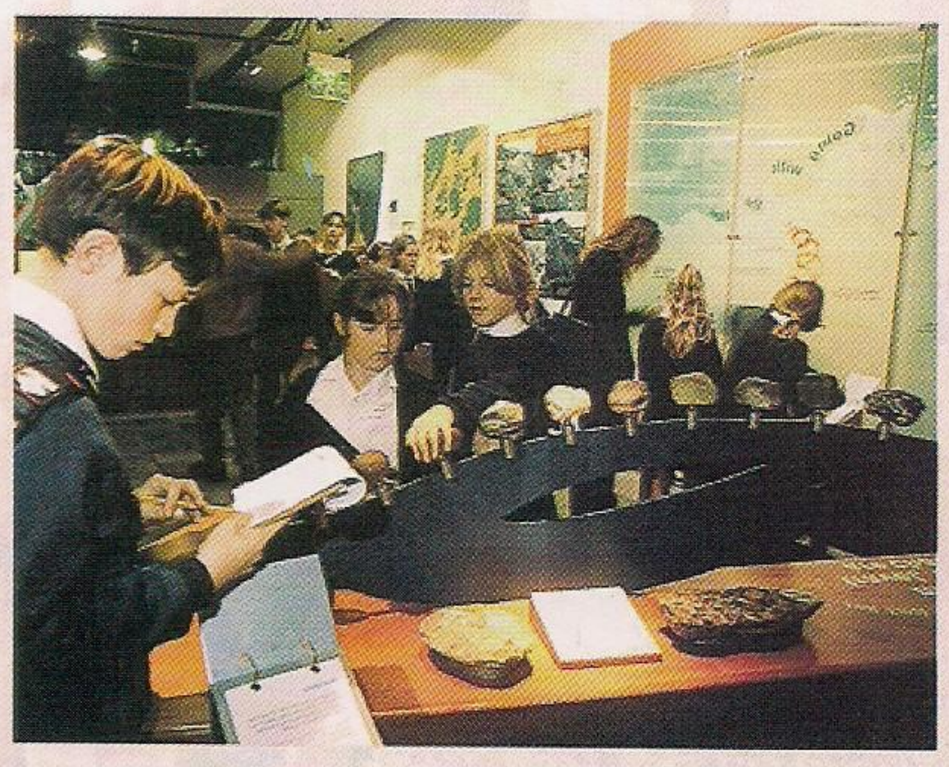
اكتشف المزيد

تستطيع أن تنطلق لجمع الصخور والمعادن فى أى مكان تقريبًا. إن الصخور تحيط بك، ليس فقط على الأرض، ولكن فى الحوائط، والمبانى، وأعمال النحت. وأفضل طريقة لمعرفة المزيد عنها هى أن تقوم بجمعها. هناك اقتراحات خاصة بنقطة البداية تجدها مع الصورة على اليمين. وفى متاحف عديدة ستجد مجموعات صخور كثيرة تعد مصدرًا لمعلومات قيمة، والخروج فى رحلات أيام الإجازات يتيح فرصًا جيدة للعثور على صخور مختلفة، واكتشاف المزيد من التشكيلات الطبيعية. ستجد هنا اقتراحنا بشأن أماكن الزيارة، بالإضافة إلى قائمة بمواقع على شبكة الإنترنت للمزيد من المعلومات.



جمع الصخور والمعادن

إن الشواطئ التى تكثر بها الحصباء أماكن صالحة للبحث عن عينات. بادئ ذى بدء، ابحث عن حصباء ذات ألوان مختلفة وانظر كم نوعًا وجدت. وهناك أماكن أخرى مثيرة مثل جوانب البحيرات وضفاف الأنهار، لكن تذكر دائمًا أن تتوخى الحذر.



جمع المعلومات

قم بزيارة أقرب متحف جيولوجى أو تاريخ طبيعى لمشاهدة مجموعات المعادن والصخور، النادر منها والشائع، لكى تكتشف كيف تكونت الصخور. فى متاحف عديدة ستجد خرائط مجسمة وعينات، والكثير من المعلومات عن البراكين والزلازل والصخور الآتية من الفضاء.

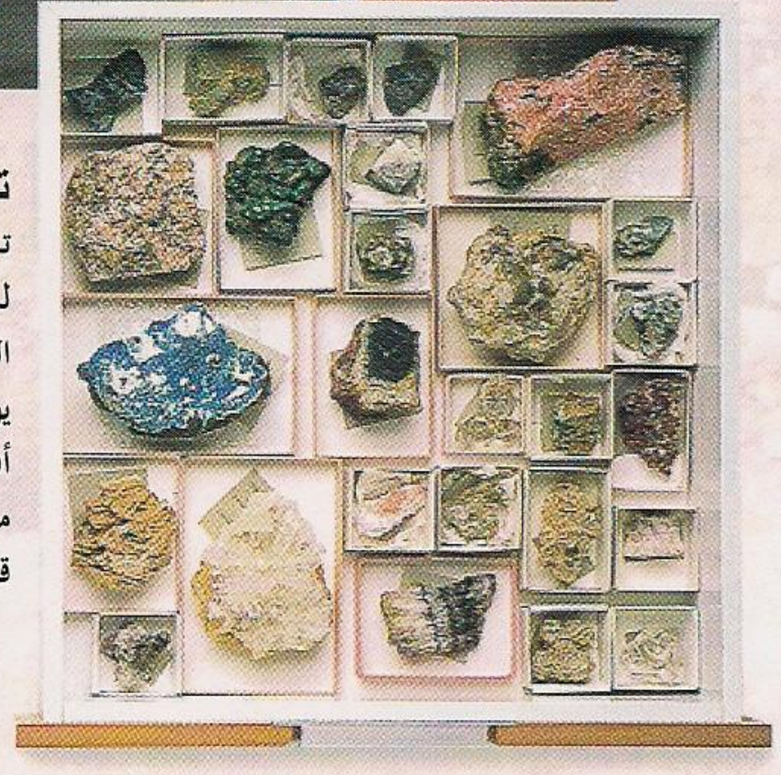
معمل الأرض

تحديد هوية العينات

تستطيع حمل العينات التى جمعتها والتوجه لبعض المتاحف للمساعدة فى تحديد نوعها. فى معمل الأرض فى صالة العروض الخاصة بالأرض فى متحف التاريخ الطبيعى بلندن، يوجد أكثر من 2000 عينة صخور ومعادن وحفريات. تستطيع أن تحدد نوع العينات التى جمعتها بفحص المواد باستخدام ميكروسكوب معملى وسؤال هيئة المتحف عن خواص ما قمت بجمعه.

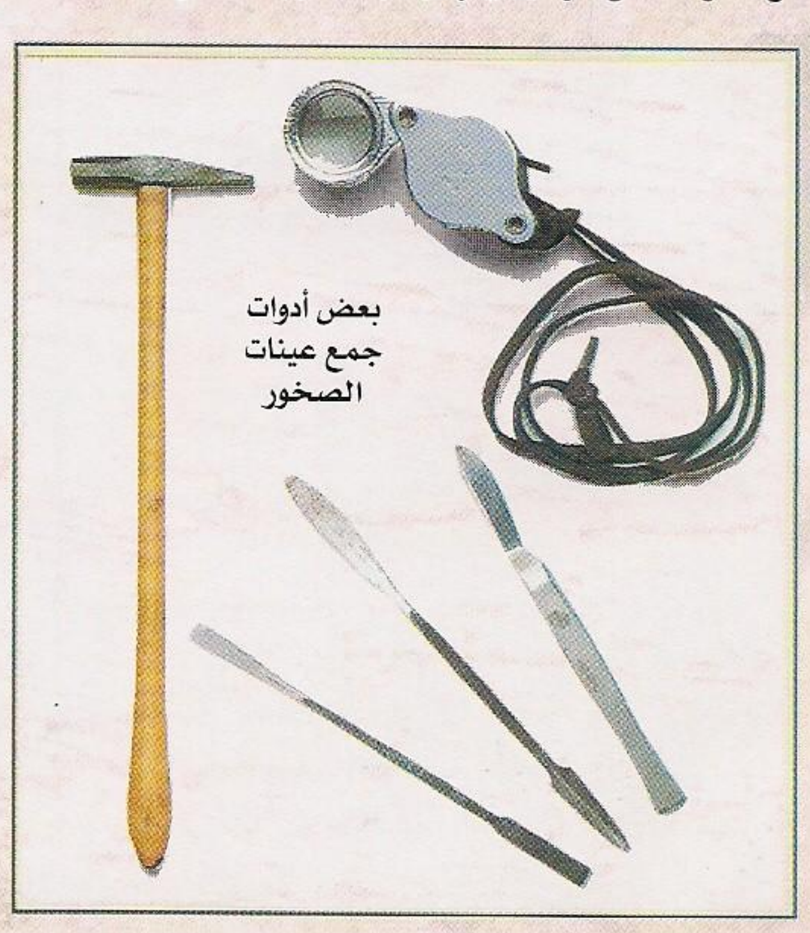
عرض مجموعتك

نظف عينات صخورك بعناية بالماء واتركها تجف، ثم رتبها فى علب كرتونية أو صناديق أعواد الثقاب الفارغة. بالنسبة للعينات الرقيقة، افرش الصندوق بالمناديلِ الورقية. ضع بطاقة بيانات على كل صندوق مسجلاً عليها اسم العينة، وأين ومتى وجدتها. اجمع العينات فى دولاب صغير ورتبها حسب اللون أو حسب أماكن عثورك عليها.



بطاقة بيانات العينة

صناديق كرتونية مبطنة بالمناديل الورقية



بعض أدوات جمع عينات الصخور

نيـــزك

شـــكل البلـــورة: هو شكل وحجم والمظهر العام للبلورة أو لمجموعة من البلورات.

الصاعد: نتوء حجرى يقف مثل العمود المستدق على قاعدة كهوف الحجر الجيرى. وتتكون الصواعد فى المكان الذى تقطر فيه الماء من أحد الهوابط أو من سقف الكهف، مما يؤدى إلى حدوث تراكمات جيرية بطيئة.

صاقل الأحجار الكريمة: هو شخص يتمتع بمهارة عالية فى قطع الأحجار الكريمة للحصول على أفضل تأثير بصرى ممكن.

الصـبـغـــة: مادة تلوين طبيعية تستخدم فى الطلاء والصبغات. وقد صنع العديد من الصبغات فى الأساس من خلال طحن الصخور الملونة ومزجها بالمساحيق وبدهون الحيوانات.

الصخرة الأم: الكتلة الصخرية المحيطة بالبلورات.

الصخـور البركانيـة الفُتـاتيـة: كافة شظايا الصخور والخفاف والحمم المتصلبة التى قد يقذف بها البركان.

الصخور المتداخلة: هى الصخور النارية التى تتصلب داخل قشرة الأرض ولا تظهر على السطح إلا بعد تآكل تلك الطبقة الصخرية الجاثمة فوقها.

الصخور النابطة: الصخور التى تكونت عند خروج الصهارة من الأرض فى هيئة حمم وبردت عند وصولها إلى السطح.

الصهارة: هى الصخور الذائبة الكامنة تحت سطح الأرض.

عالـم الإحـــاثـــة: العالم المتـــخصص فـــى دراســـة الأحافير.

عـرق المعدن: شق فى الصخور تراكمت فيه المعادن مـن الســوائـل الحارة.

كان اللازورد الأزرق يطحن فى بعض العصور للحصول على الصبغة الزرقاء

العرق: طبقة رفيعة أو رسوب من المعدن أو الخام ما بين طبقات أكبر من صخر أو من معدن مختلف.

العُقَيدة: كتلة دائرية من المعدن توجد فى الصخور الرسوبية.

العنصر الأصلى: عنصر يتواجد طبيعيًا فى حالة حرة ولا يعتبر جزء من مركب.

العنصر: أحد المواد الأساسية التى تتكون منها المادة، ولا يمكن أن يتفتت العنصر أو أن يتحول إلى مادة أبسط.

فتحة البركان: هو الممر المركزى الموجود فى البركان والذى تخرج منه الصهارة وتندفع منه الحمم.

هوابط تتدلى من سقف أحد الكهوف

القـشـــرة: هى الطبقة الخارجية الرقيقة من الأرض، ويتراوح سمكها ما بين 7 إلى 70 كم (4 و43,5 ميل).

القنبلة البركانية: قطرة من الحمم يدفع بها البركان وتتصلب حتى قبل أن تصل إلى الأرض.

القـيـــراط: هو المعيار القياسى المستخدم فى وزن الأحجار النفيسة، ويعادل القيراط المترى الواحد و0,2 جم. ويستخدم هذا المصطلح كذلك فى وصف نقاء الذهب، حيث يوصف الذهب النقى بأنه 24 قيراطًا.

الكابوشون: حجر كريم مقطوع بحيث يكون للحجر سطح علوى مقبب دون أية أوجه.

الكتلة: مصطلح يستخدم فى وصف المعدن الذى ليس له شكل محدد.

الكشـــط: هو التآكل الناجم عن احتكاك المياه أو الرياح أو الجليد المحمل بالرسوبيات بسطح الصخور.

اللـــب: هى تلك المساحة المؤلفة من الحديد والنيكل والتى تكون مركز الأرض، ويصل قطرها إلى ما يقرب من 1,370 كم (850 ميلاً).

اللمعـــان: ويعنى مدى لمعان المعدن، ويؤثر فى ذلك عدة عوامل منها طريقة انعكاس الضوء من سطح المعدن.

المتبخرات: هى معادن أو صخور تكونت بفعل تبخر المياه المالحة أو مياه الينابيع.

المتشجر: يتميز بشكل يشبه أغصان الشجر.

المحـــززات: خطوط أو أخاديد أو خطوط غائرة متوازية على وجه البلورة، التى تنمو مع نمو البلورة نفسها.

المسامى: قابلية امتصاص الماء أو الهواء أو السوائل الأخرى.

مشهد كارست: التكوينات المميزة من الصخور المتكسرة لمساحات الحجر الجيرى.

المصهـور: ما ذاب وتحول إلى سائل بفعل درجات الحرارة الهائلة، خاصة فيما يتعلق بالصخور.

المعتـم: مادة لا تسمح للضوء بالمرور من خلالها.

المعدن: جسم صلب طبيعى غير عضوى يتمتع بخصائص معينة، مثل البناء البلورى والتركيب الكيميائى.

مقياس موهس: مقياس وضعه عالم المعادن النمساوى فريدريك موهس، لقياس صلادة المعادن طبقًا لما يمكن أن تخدشه هذه المعادن.

عروق كالسيت

نـصـف الشـفـــاف: مادة تسمح لبعض الضوء بالمرور من خلالها.

النيزك: جسم من الفضاء الخارجى، مثل الصخور، يتمكن من اختراق الغلاف الجوى حتى يصل إلى الأرض.

الهـــابـــط: نتوء غير منتظم يتكون من كربونات الكالسيوم (الجير) تتدلى من سقف الكهوف فيما تراكم المياه المتساقطة هذا الجير. وبمرور الوقت، يزيد حجم تلك الهوابط الحجرية وقد يصل طولها إلى عدة أمتار من سقف الكهف.

الوجـــه: سطح البلورة.

الوشـــاح: هو تلك الطبقة من الأرض الواقعة ما بين اللب والقشرة ، ويصل سمكها إلى 2,900 كم (1,800 ميل).

المصطلحات

إبرى الشكل: هو مصطلح يستخدم فى وصف المعادن المؤلفة من بلورات تشبه الإبرة فى شكلها.

الأثر: هو اللون الذى ينتجه المعدن عند سحقه إلى بودرة ناعمة، ويساعد لون الأثر فى التعرف على المعادن. وهى وسيلة أفضل للتعرف على المعدن أكثر من لون المعدن نفسه حيث إنه يكون أقل تباينًا.

الأحفور: بقايا أو آثار النباتات أو الحيوانات التى تم الاحتفاظ بها فى قشرة الأرض، وقد توجد فى الصخور أو الكهرمان أو الجمد السرمدى أو حفر القطران. ومن بين الأحافير آثار أوراق النباتات الرقيقة والريش أو الجلد وكذلك بعض الآثار الأخرى كآثار الأقدام.

الانشقاق (الانشطار): هو الطريقة التى تنفلق بها البلورة بمحازاة أسطح محددة طبقًا لطبيعتها الداخلية.

الانصهار: هو عملية إذابة الخام لاستخراج الفلز الذى يحتويه.

الوجه الصغير (الوُجَيْه): جانب من حجر كريم مقطوع.

الأوليث: حبيبات صغيرة ودائرية وتعتبر وحدة بناء معظم الصخور الرسوبية.

البارزة: المساحة الكلية التى يغطيها صخر ما على أحد الخرائط الجيولوجية، بما فى ذلك الأجزاء التى تغطيها التربة أو الأبنية.

مجموعة من البلورات الطبيعية

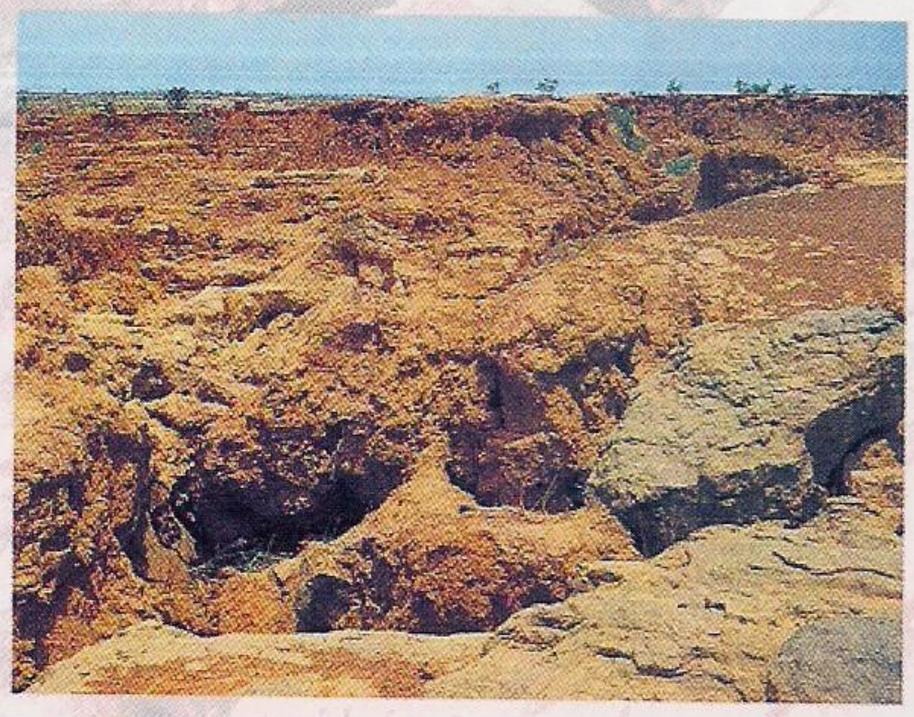
البريق: مصطلح يستخدم لوصف الضوء المتفرق، وخاصة فى وصف بعض الأحجار الكريمة مثل الماس.

البلورات ذات الفراغات: هى البلورات التى تمتاز بوجود تجويفات متدرجة ومنتظمة على كل من أوجهها.

البلورة: جسم صلب موجود فى الطبيعة يتميز ببنائه الداخلى المنتظم وأوجهه الخارجية الناعمة.

التآكل: هو محو السطح الخارجى للأرض من خلال عمليات تشتمل على الحركة، مثل حركة الأنهار والأنهار الجليدية.

التبلر: تكوين البلورات، أو التسبب فى تكوينها.



أرض محى سطحها بسبب عوامل التآكل

التجوية: هى تفتت الصخور على سطح الأرض. وهى تفاعل كيميائى بالدرجة الأولى، ويساعد على ذلك وجود الماء، وقد تحدث نتيجة لبعض العمليات الأخرى مثل تناوب عمليات التجمد والذوبان.

التحول: التعرض لتغيير فى البناء والتركيب، وفى الصخور عادة ما ينشأ ذلك عن الحرارة والضغط.

التدوير: عملية تدوير قطع المعدن الخشن فى أداة التدوير مع الحبيبات والماء حتى تصير الحصباء مستديرة ومصقولة.

الترسيب: هو تلك العملية الكيميائية التى تترسب فيها المادة الصلبة مثل الجير من محلول، مثل المياه الغنية بالجير.

التقزح: مجموعة من الألوان تشبه قوس قزح تظهر على سطح المعدن وهى تشبه طبقة رقيقة من الزيت على الماء.

التورق: أنماط موجية تنشأ عن توازى البلورات فى الصخور المتحولة.

ثقب البلع: هو ثقب فى الأرض وخاصة فى الحجر الجيرى حيث يختفى جدول سطحى عن الأنظار ليتدفق تحت الأرض.

أحفور أمونية

الثقل النوعى: خاصية فى المعادن وهى التى تربط ما بين تركيب المعدن الكيميائى وبنائه البلورى. ويحدد من خلال مقارنة وزن المعدن بوزن حجم مساوٍ من الماء.

الجلفنة: عملية يضاف من خلالها الزنك إلى غيره من المعادن أو السبائك لوقايتها من الصدأ.

الجيولوجى: هو الشخص القائم على دراسة الصخور والمعادن ليعرف المزيد عن بنائها وعن قشرة الأرض وكيف تكونت.

الحجر الكريم: معادن طبيعية، عادة ما تكون على شكل بلورات، وتكمن قيمتها فى جمالها وندرتها وصلادتها.

الحمم: صخور حمراء ساخنة وذائبة (صهارة) من باطن الأرض، وتخرج إلى السطح من البراكين أو من بعض الفتحات.

الحويصلة: فقاعة من الغاز أو تجويف داخل الحمم يبدو كثقب بعد أن تبرد الحمم وتتصلب.

الخام: الصخر أو المعدن الذى يمكن استخراج الفلز منه.

الخواص البصرية: مجموعة التأثيرات البصرية الناجمة عن مرور الضوء داخل المعادن، وهى إحدى الخصائص التى تساعد فى التعرف على المعادن.

الراتينج: مادة لزجة تسقط من بعض النباتات.

الرخام أو الحجر السماقى: صخر نارى يحتوى على بلورات كبيرة إلى حد ما، وعادة ما تكون الصخرة الأم من مادة أنعم.

الرسوب: تراكم الرسوبيات التدريجى.

الرسوبيات: مادة صخرية من كافة الأحجام، تتراوح ما بين الجلمود والطمى، وتنشأ عن التجوية والتآكل بالإضافة إلى الشظايا وبعض المواد العضوية الأخرى.

الركام: شظايا مكسورة ومتفرقة من المادة الناجمة عن التجوية والتآكل.

السبيكة: مادة فلزية، مثل النحاس أو البرونز أو الصلب، تتألف من خليط من نوعين من الفلزات.

الشفاف: مادة تسمح للضوء بالمرور من خلالها، حتى إنه يمكن رؤيته من خلالها.

بادبارادشا

مـــاس

الكشـــاف

(أ)

الأباتيت 45، 49
الأحافير 6، 14، 34، 38، 39، 64، 65، 66
أحجار البناء التى صنعها الإنسان 35
أحجار البناء 34-35
الأحجار الكريمة 6، 50-55، 60-61، 69
الأخدود العظيم 21، 69
الأدوات 28-31، 62-63
الإردواز 14، 24، 25، 34
الأرض، بناؤها 6، 64، 65
الإسبرليت 58
الإسبنيل 54
أشباه الفلسبارات 43
الأصباغ 32-33
الأصداف 6، 14، 20، 38-39، 67
أكروتيرى 19
أكسيد القصدير المتبلر 6، 57
الألبيت 67
الألوان، الأصباغ 32
الألومنيوم 56
الأمفيبولات 42
الأمونيات 20، 39
الأناكيت 61
الانشطار 48
الأنهار الجليدية 13
الأنهار 11
الأهرامات 34
الأوبسيديان 16، 19، 29، 64، 66
الأوجيت 8، 17، 43
الأورثوكلاز 8، 42، 45، 49
الأوليفين 8، 9، 15، 17، 19، 40، 43، 45، 54
الإيكلوجايت 25

(ب)

البارثينون 13
باريت عرف الديك 67
باريت 45، 48
الباريت 67
البازلت 8، 9، 10، 16، 17، 19، 64، 65، 66، 69
بجماتيت 67
البراكين 10، 18-19، 64، 65
البريشة 18، 21، 27، 66
البريل 45، 46، 50، 67
البريدوتيت 17
البلاتين 6، 58، 65
البلورات التوأمية 45
البلورات 6، 44-47، 66، 67
بلورة الصخر 44، 61، 67
بلوتونى انظر الصخور المتداخلة
بنية الأرض 6
البورفيرات 17
أحجار بورتلاند 34
البورنيت 56
البوكسيت 13، 56
بومباى 19
بوى دو دوم 10
البيتشستون 16
البيروتين 49
البيروكسين 8، 9، 17، 19، 24، 25، 40، 41، 43، 66
بيريت النحاس 32، 46، 47، 56، 59
البيريت 6، 15، 45، 47، 59
البيوتيت 8، 16، 25، 42

(ت)

تاج محل 27
التآكل 12-13، 64
تآكل بفعل الرياح 12
تآكل السواحل 64
التجوية 10، 11، 12-13
التجوية الكيميائية 13
التجوية على شكل قشرة البصل 12
تحديد هوية الصخور والمعادن 66-67
التدوير 60-61
الترافرتين 23، 27
الترموليت 42، 46
تكون الجبال 6، 24
تكوين الصخور 10-11
التلك 49
تماثل البلورة 45
التوباز 45، 49، 54
التورمالين 32، 45، 54، 55
التوف 18، 30
التوفة 21، 22، 27
التومسونيت 61
التيتانيوم 56

(ث)

الثقل النوعى 49
ثقوب البلع 22

(ج)

الجابرو 10، 17، 66
الجاديت 53، 65
الجالينا 48، 49، 57
الجبس 21، 45، 49، 65
جبل بيليه 9
جبل سانت هيلنز 18، 19
جبل شوجر لوف 10
جبل كليمانجارو 7
الجرافيت 48، 64
الجرانيت 7، 8، 10، 13، 15، 16، 35، 42، 64، 66، 67
الجليد 13، 64
الجمشت 55، 61
الجمع 62-63
الجوسان 13
جيانتس كوزواى 16، 17، 69

(ح)

الحبيبات الرملية 21
حجر الأوليت الجيرى 20، 34
الحجر الجيرى 6، 7، 20، 24، 34-35، 64، 67
الأرصفة 22
الكهوف 22-23، 69
الحجر الرملى 11، 12، 14، 21، 35، 64، 65، 66
حجر الشحذ 31
الحجر الطفلى 9، 11
الحديد 56
النيازك 40، 41
الحرارة، التجوية 12
الحصباء 6، 14-15، 65، 68
الحمم 7، 10، 17، 18، 19، 64
الحمم الحبلية 7، 19
الحمم الحمضية 18، 19
الحمم القاعدية 18، 19

(خ)

خام المعادن 6، 56-57
الخث 37
الخفاف 19، 65
الخواص البصرية 49
خواص المعادن 48-49

(د)

الدرنات الصخرية 9
الديناصورات 65
الديوريت 30، 42

(ذ)

الذهب 6، 58، 59، 64، 65، 67

(ر)

الراهصة البركانية 18
رخام كرارة 26، 27
الرخام 8، 24، 26-27، 39، 69
الرسوبات 12، 13، 20، 38
الرصاص 48، 57
الرماد البركانى 15، 18، 21، 65
الرمال 11، 12، 14-15، 47، 65
الرهج الأصفر 32، 33
رهج الغار 33
الريوليت 19، 30

(ز)

الزبرجد 8، 54
الزبرجد الأزرق 67
الزركون 45، 54
الزرنيخ 64
الزمرد 50، 60، 67
الزنجفر 32، 33، 57
الزنك 57
زهرة الصحراء 65
زهرة، الكوارتز 61
الزيت الحجرى 36

(س)

الستبنيت 48
السترين 6
الستورواليت 45
السربنتينيت 17
سور الصين العظيم 35
السيدريت 45
السيروسيت 45
السيليكا 20، 42
السيليكات 64

(ش)

شاطئ البحر 14-15، 64، 65
الشست 10، 11، 14، 25، 66
شعر بيليه 9
الشكل، البلورات 46-47
شلالات باموكالى 23
الشواطئ 65، 68

(ص)

الصحارى 11، 12
الصخور البركانية 7، 17، 18-19، 64، 65، 66
الصخور البركانية الحويصلية 17
الصخور البركانية الفُتاتية 7، 18
الصخور الرسوبية 7، 10، 11، 20-21، 38، 66
صخور القمر 41، 64
الصخور المتحولة 10، 11، 24-25، 66
الصخور المتداخلة 16
الصخور المستديرة 13
الصخور النابطة 16
الصخور النارية 7، 10، 11، 16-17، 42، 66
الصفير، الياقوت الأزرق 51، 67
الصلادة 49
الصندوق 52
الصهارة 6، 7، 10، 16، 18
الصواعد 23، 65، 67
الصوان 15، 20، 21
الأدوات 28-29

(ط)

الطباشير 15، 20، 32، 66
الطفل الصفحى 21
الطفل 11، 13، 21، 32، 35، 43
الطوب 15، 35

(ع)

عطارد 57
العظام 64، 67
العقيدات 9، 14، 15
العقيق الأبيض 42، 52-53
العقيق 52، 53، 60، 61
عين القط 51

(ف)

فحم الأنتراسيت 7، 37
الفحم النباتى 32
الفحم 7، 36-37
الفضة 66، 58
الفلزات 56-59، 67
الفلزات الثمينة 6، 58-59
فلسبار البلاجيوكلاز 8، 9، 17، 43، 45
الفلسبارات 8، 10، 11، 13، 16-17، 24، 41، 42، 66، 67
الفلوريت 49
الفيروز 52
فيزوف 19

(ق)

قشرة الأرض 6، 10، 64، 65
قطع الأحجار الكريمة 60-61
قيعان المحيطات 65

(ك)

الكالسيت 8، 17، 20، 22-23، 24، 45، 47، 48، 49، 67
الكالكانثيت 9
الكاولين 32، 43
الكبريت 67
كبريتيد الزنك 47، 57
الكربون 24، 41، 48
الكربونات 43
الكمبرلايت 50
الكهرمان 14، 64
الكهوف
الأسمنت 35
الحجر الجيرى 22-23، 69
كهوف إيز جيل 22
الكوارتز 8، 16، 24، 42، 59، 66، 67
البلورات 6، 44، 45، 47
التكوين 11
الحصباء 15
الخواص 48، 49
الرمال 14
الصقل 61
الكوارتزيت 6، 8، 11، 14، 24، 30
الكواكب السيارة 41
الكوندريت 65
كوهى نور 50

(ل)

اللازورد 33، 45، 52
لب الأرض 6
اللبرادوريت 8
الليجنيت 37

(م)

الماس 6، 48، 49، 50، 60، 65
مبنى الإمباير ستيت 36
المتبخرات 7، 9، 21، 67
متعددة الجوانب 12
المجماتيت 10، 25
المجنتيت 15، 49
مختلط 21، 31، 66
المذنب هالى 43
المريخ 41، 64
مشهد كارست 23
المغناطيسية 49
المفاعلات النووية 64
مقياس موهس 49
الملح 21، 47، 67
الملح الصخرى 21، 47، 67
الملكيت 33
المنقل (مقياس الزوايا) 45
الميكة 8، 11، 14، 24، 25، 42، 46، 49، 66

(ن)

النايس 10، 11، 25، 66
النحاس 33، 47، 56
النفاثة 36
النفريت، 53، 65
نقش بارز على الحجر 53، 61
النقوش الغائرة 61
نقوش الكهوف 32
نهر المسيسيبى 11
نهر مورتيراتش 13
نهر النيل 7
نوتر دام 35
النوريت 9
النيازك 40-41، 64، 65
النيكل 57

(هـ)

الهماتيت 32، 33، 46، 56
الهوابط 9، 22، 23، 67
الهورنبلند 11، 42
الهورنفلس 24

(و)

وادى الآثار 12
وشاح الأرض 6، 10
الولفينايت 9، 45

(ى)

الياقوت 45، 59، 62، 67
الياقوت الأحمر 51، 67
ياقوت الأمير الأسود 54
اليشب 52، 53، 65، 69

مشاهدات علمية

الصخور والمعادن

بالتعاون مع متحف التاريخ الطبيعي

شاهد بنفسك الثروة الضخمة من الصخور والمعادن المختبئة تحت أقدامنا، وكيف تتكون، واستخداماتها العديدة فى حياتنا اليومية

شاهد

كيف صنعت الدهانات والألوان لأول مرة من الصخور المسحوقة

تعلم

كل شيء عن الصخور الآتية من الفضاء الخارجي

اكتشف

مم تتكون الأرض، وكيف تكونت صخورها

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع

مشاهدات علمية الصخور والمعادن
01-05-02-01 2795

مشاهدات علمية الصخور والمعادن
تأليف: د/ر.ف. سايمز