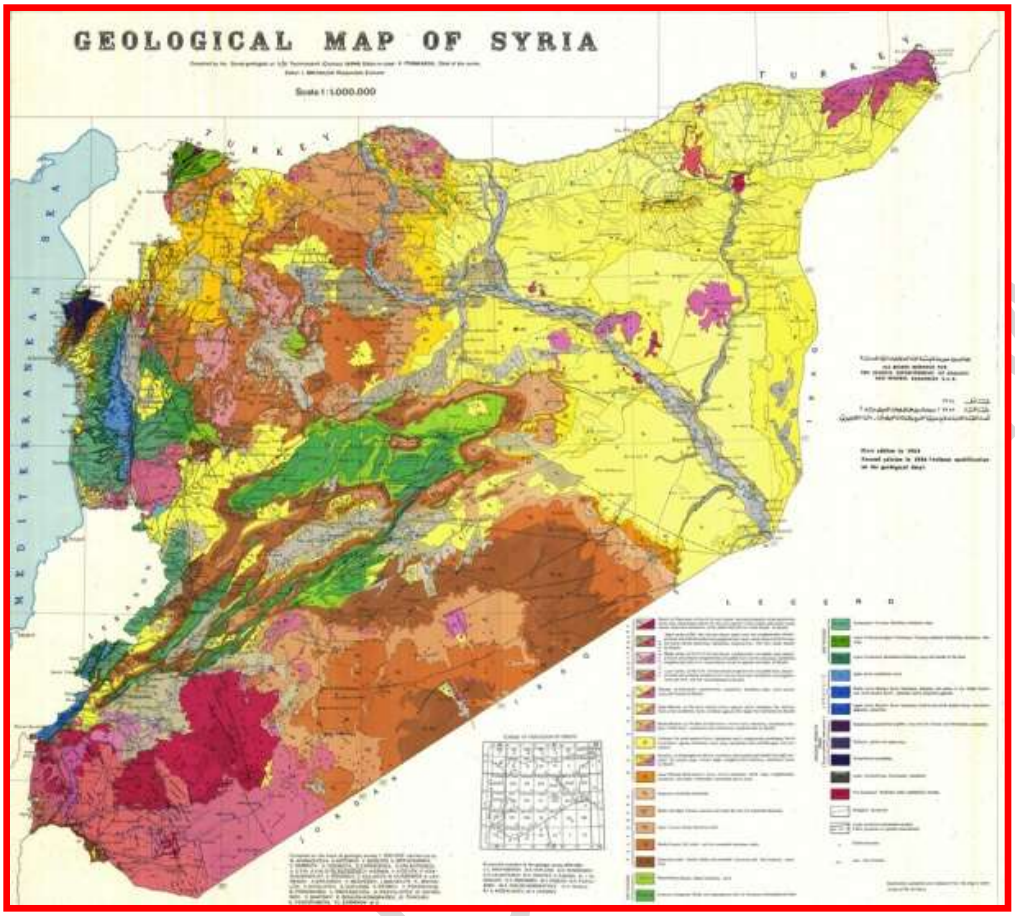
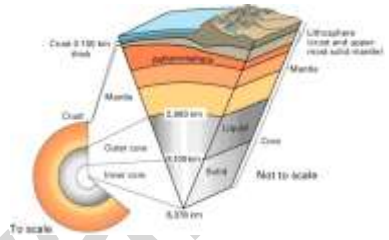
الجامعة السورية الخاصة

كلية هندسة البترول





عملي الجيولوجيا العامة

لطلاب المستوى الأول

م. ج. يوسف رضوان

Youssef Radwan

الجلسات

الجلسة الأولى	التناظر في البلّورات وعناصره وفئاته
الجلسة الثانية	تصنيف البلّورات ضمن الفئات البلّوريّة العليا والمتوسطة والدنيا
الجلسة الثالثة	الصفات الفيزيائيّة للفلّزات
الجلسة الرابعة	التصنيف البلّوريّ الكيميائيّ للفلّزات، الفلّزات السيليكاتيّة والأكاسيديّة
الجلسة الخامسة	الهاليدات والكباريت والكبريتات
فلّزات الهاليدات	كيفية التعرف على الفلّز وتحديد اسمه
الجلسة السابعة	استخدام الحاسوب في التعرف تحديد اسم الفلّز
الجلسة الثامنة	الصخور النارية
الجلسة التاسعة	الجلسة التاسعة الصخور الاستحالية (المتحولة)
الجلسة العاشرة	الصخور الرسوبية
الجلسة الحادية عشرة	الصخور الرسوبية
الجلسة الثانية عشرة	مبادئ في علم الخرائط
الجلسة الثالثة عشرة	نظام تحديد المواقع العالمي
الجلسة الرابعة عشرة	نظام المعلومات الجغرافي

رمز المقرر: PE1211
مدة جلسات العملي: ساعتان أكاديميتان أسبوعياً
درجة العملي: 25 (اختبار أول:5، اختبار ثاني 5، نشاط 5، امتحان نهائي 10)
طريقة الاختبارات والامتحان: مسائل، وأسئلة سردية.

المراجع:

غانم، ع. 1978، البلورات وضوئيات البلورات، الأجزاء الأول والثاني والثالث والرابع، المطبعة الجديدة بدمشق.
سيدا، م. غ.، 1982، علم الفلزات (المينرالوجيا)، المطبعة التعاونية بدمشق.
سيدا، م. غ.، محفوظ، م. أ.، الصخور الرسوبية، 1992، منشورات جامعة دمشق.

Tarbuck, E. J. and Lutgens F. K., 2009. Earth, An Introduction to Physical Geology, 9th edition, Pearson Prentice Hall. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, NJ 07458, USA.

Youssef Radwan

الجلسة الأولى

التناظر في البلّورات وعناصره وفئاته

يتفرع **علم البلّورات (Crystallography)** إلى الأقسام الآتية:علم البلّورات الهندسيّة، علم فيزياء البلّورات، علم كيمياء البلّورات.

البلّورات والبنية البلّوريّة: Crystals & Crystal Structure

البلّورات أجسامٌ صلبة تتشكّل في الطبيعة بتأثير العوامل المحيطة بها من ضغطٍ وحرارةٍ وزمنٍ أثناء عملية التبلور، كما يمكن أن تتشكّل تحت شروطٍ مخبريةٍ خاصّةٍ. تتحدّد البلّورات بسطوحٍ مستويّةٍ تُدعى وجوهٌ بلوريّة.
والبنية البلّوريّة هي البنية الذريّة الداخليّة المنتظمة هندسياً على شكل شبكاتٍ مكوّنة من ذراتٍ (الشبكة الذريّة)،أو شواردٍ (أيونات) (الشبكة الشارديّة)، أو جزيئات (الشبكة الجزيئيّة) تتكرّر بانتظام في الأبعاد الثلاثة لتشكّل جسماً صلباً متجانساً يدعى شكله الخارجي بلورة.

عناصر البلّورة Crystal Elements:

1. وجوه البلّورة: سطوحٌ مستوية طبيعيّة تحدّ البلّورة ويُمكن رؤيتها إمّا بالعين المجردة أو باستخدام عدسة مكبّرة. وهي تعكس الترتيب الذري ّالداخليّ للمادة المتبلّورة.
2. أضلاع البلّورة أو حروفها: تقاطع وجهين من وجوه البلّورة.
3. رؤوس البلّورة: هي نقطة تقاطع ثلاثة وجوه بلّوريّة.

وتربطها العلاقة الآتية: عدد وجوه البلّورة + عدد رؤوس البلّورة = عدد أضلاع البلّورة + 2

التبلّور Crystallization

التبلّور هو عمليّة تشكّل البلّورات، وأبرز أمثلته في مجال علوم الأرض تبرّد المهل (magma) مشكّلاً فلَزاتٍ مختلفة، ومن ثمّ صخورٍ ناريّةٍ مختلفةٍ. ومن أمثلته اليوميّة المألوفة تجمّد الماء وتشكّل بلّورات الثلج، وتبخّر ماء البحر مشكلاً بلّورات الملح، وتبخّر محلولٍ مشبعٍ.
ونظراً لكون الوجوه البلّوريّة هي التعبير الخارجيّ للبناء الذريّ الداخليّ المميّز للفلَزات، لذا فإن دراستها تساعد كثيرا في تمييز الفلَزات والصخور.

Youssef Radwan

فإن افتقدت للبنية الذريّة لداخليّة المنتظمة تكون الفلّزات المتشكّلة غير متبلورة: ومثالها الأوبال والكالسيدوني.
وتقسم البلّورات حسب كمال وجوهها البلّوريّة إلى ثلاثة أقسام:

1. بلّورات كاملة الوجوه: بلّورات تكون جميع وجوهها البلّوريّة موجودة.
2. ناقصة الوجوه: بلّورات يوجد جزءٌ فقط من وجوهها البلّوريّة، أما باقي الوجوه فغير موجودة.
3. عديمة الوجوه: تكون المادة المتبلّورة على شكل حبيبات لا يحدّها وجوهٌ بلورية، وغالبا ما تتجمّع مع بعضها.

ولما كان البناء الذريّ الداخليّ للمادة المتبلّورة ثابت، فإنّ الوجوه البلّوريّة الخارجيّة ذات علاقةٍ ثابتةٍ مع بعضها البعض تتمثّل بثبات الزوايا بين وجوه بلّورات مادةٍ ما متبلورةٍ تحت نفس درجة الحرارة وفق قانون ثبات الزوايا بين الوجهيّة Law of constancy of interfacial angles وهي مميّزة لكل فلّزٍ وتُقاس بجهاز الجونيومتر.

تناظر البلّورات Symmetry of Crystals

التناظر أمرٌ جوهريٌّ وأساسيٌّ في دارسة البلّورات، وهو التكرار المنتظم والصحيح للعناصر الخارجيّة للبلّورات (الوجوه والأضلاع والرؤوس) ليمثّل ظاهرة التوزّع المنتظم والمرتّب للوجوه البلّوريّة (كذلك الذرات والشوارد (الأيونات) المكوّنة للمادة وفق نظامٍ منسقٍ بتكرارٍ محدّد بالنسبة لعناصر التناظر، الأمر الذي ينتج عنه تكرار وجود وجوه البلّورة أو أحد حروفها عدداً من المرات في نفس الأماكن وفقاً لقانونٍ ثابتٍ من خلال عملياتٍ ينتج عنها تموضع مجموعةٍ معيّنة من الوجوه البلّوريّة في نفس المكان الذي تشغله إحداها.

عناصر التناظر في البلّورات Elements of Symmetry

عناصر التناظر هي نقاط ومحاورٌ ومستوياتٌ في البلّورة.

1. مركز التناظر Center of symmetry C

مركز التناظر هو أهمّ نقاط البلّورة، وهو نقطةٌ تقع في مركزها. ويكون لأيّ نقطةٍ على سطح البلّورة بالنسبة لمركز التناظر على امتداد الخطّ المار به، نقطة مشابهة لها تماماً على السطح المقابل وتبعدان عن مركز التناظر نفس المسافة، ويرمز لمركز التناظر بـ C. ويكون للّبلّورةٍ إمّا مركز تناظرٍ واحدٍ فقط أو لا يكون.

Youssef Radwan

2. محور التناظر axis of symmetry L

هو خطٌ وهميٌّ يمر من مركز البلّورة وتدور حوله البلّورة ليتكرّر بالتالي ظهور أحد وجوه البلّورة أو أحد أضلاعها أكثر من مرة متّخذا في كلِّ مرّةٍ وضعاً مشابهاً للموضع الأول خلال دورةٍ كاملة (أي 360 درجة) ويُرمز لمحورالتناظر بـ " L". ويُطلق على المحور: ثنائيّ التناظر أو ثلاثيّ التناظر أو رباعيّ التناظر أو سداسيّ التناظر، وفقاً لعدد مرّات ظهور وجه البلّورة خلال دورةٍ كاملةٍ. ويُرمز له بـ L

3. مستوي التناظر Plane of symmetry P

هو مستوٍ وهميٍّ يمرّ من مركز البلّورة ويقسمها إلى نصفين متطابقين بحيث إذا وضعنا أحد النصفين أمام مرآةٍ فإنّ الصورة الناتجة تنطبق تماماً على النصف الآخر للبلورة. ويتعامد مستوي التناظر مع المحاور التناظريّة مزدوجة المرتبة.

4. مستوي التناظر الانقلابيّ Inversion symmetry Plane

يجمع هذا العنصر التناظريّ مابين محور التناظر الدورانيّ والانقلابيّ عبر مركز البلّورة. ويجب إتمام العمليتين قبل الحصول على موقع التكرار الجديد. فإن كان في البلّورة مركز تناظرٍ فإنّه يرمز له عادة برمز محور الانقلاب أحادي التناظر، وهذا يكافئ دوران نقطةٍ على البلّورة دورةً كاملة (360 درجة) ثم تكرارها بانقلابها عبر المركز في الجهة المقابلة لهذه النقطة على البلّورة. وهناك أيضا محاور انقلابيّة ثنائيّة وثلاثيّة ورباعيّة وسداسيّة التناظر.

العمليات التناظرية:

1. دوران حول محور التناظر (محور الدوران). بحيث يتم المحافظة على ميامنة ومياسرة عناصر التناظر.
2. انعكاس على مستوي التناظر (مستوي الانعكاس). تنعكس ميامنة عناصر التناظر إلى مياسرة.
3. انقلاب في مركزالتناظر (مركز الانقلاب). تنقلب المواضع من أعلى إلى أسفل.
4. دوران حول (محور التناظر الانقلابي) مصحوب بانقلاب، تنعكس ميامنة عناصر التناظر إلى مياسرة، كما تنقلب مواضعها من أعلى إلى أسفل.

Youssef Radwan

ترميز البلّورة وصيغة التناظر Symmetry formula & Crystal Notation

يرمز لمحور تناظر البلّورة بـL ، ويعقبه حرف n يدلّ على مرتبة المحور ويسبقُه رقم يدل على عدده.

يرمز لمستوي تناظر البلّورة بـ P

يرمز لمركز تناظر البلّورة بـ C

فيرمز للفئة أحاديّة الميل بـ CPL_2

وللفئة المكّعبة بـ $C4L_3\ 3P_3L_2$

صفات الفلّزات المتبلّورة Crystalized minearals properties

1. الأنيزوتروبيّة (Anisotropy) عدم تماثل الخواص: وتعني أنّ معظم الصفات الفيزيائيّة للبلّورات كالقساوة واللون والمغنطة والناقليّة الكهربائيّة وغيرها تكون متساوية في الاتجاهات المتوازية وغير متساوية في الاتجاهات غير المتوازية.
2. القدرة الذاتيّة على تشكيل الوجوه البلّوريّة.
3. التناظر.

تشكيل ونمو البلّورات Formation and growth of crystals

1. التبلّور من الحالة الغازيّة مثالها تشكل بلّورات الكبريت والنشادر وأكاسيد الحديد عند تبرّد الغازات المنبثقة من فوهات البراكين.
2. التبلّور من الحالة السائلة مثالها تبرّد من الماغما: المحاليل الصلبة، خلائط متجانسة من مادتين سائلة وصلبة مثل كلوريد الصوديوم.
3. التبلّور من الحالة الصلبة.

الفئات البلّوريّة Crystallographic Systems

1. الجملة المكّعبة (المكعّبيّة Cubic or Isometric System) وتشمل جميع البلّورات التي تحوي ثلاثة محاور متساوية الأطوال سداسيّة التناظر، وجميع البلّورات التي تحوي أربعة محاور ثلاثيّة التناظر.
2. الجملة الرباعيّة (المربعيّة Tetragonal)، وتشمل جميع البلّورات التي تحوي محوراً رباعيّ التناظر.

Youssef Radwan

3. الجملة المعينيّة) القائمة Orthorhombic)، وتشمل جميع البلّورات التي تحوي ثلاثة محاور ثنائيّة التناظر.
4. الجملة أحاديّة الميل (Monoclinic)، وتشمل جميع البلّورات التي تحوي محوراً واحداً ثنائيّ التناظر.
5. الجملة ثلاثيّة الميل (Triclinic)، لا تحوي بلّوراتها أيّ محاور تناظر.
6. الجملة الثلاثيّة (المثلثيّة، معينية وجوه Trigonal) ، وتشمل جميع البلّورات التي تحوي محوراً واحداً ثلاثي التناظر.
7. الجملة السداسية (المسدسية Hexagonal)، وتشمل جميع البلّورات التي تحوي محوراً واحداً سداسيّ التناظر.

المواد المستخدمة في الجلسة:

نماذج زجاجيّة وخشبيّة للبلّورات.

أجب عن الأسئلة الآتية

1. ما هي عناصر البلّورة مع التعريف؟
2. ما العوامل الطبيعيّة التي تتسبّب بتشكّل البلّورات؟
3. عدّد العمليات التناظريّة مع شرحٍ موجزٍ.
4. عرّف: مركز التناظر، محور التناظر، مستوي التناظر، التناظر البلّوري.
5. عدّد الجمل البلّوريّة.

Youssef Radwan

الجلسة الثانية

تصنيف البلّورات ضمن الفئات البلّوريّة العليا والمتوسطة والدنيا

فئة التناظر	المنظومة البلّوريّة	العلاقة بن أطوال الأضلاع	العلاقة بين الزوايا	مثال
العليا	المكعّبيّة	$a = b = c$	$\gamma = \beta = \alpha = 90°$	هاليت NaCl بيريت FeS ماس C فلوريت CaF_2
الوسطى	المربعيّة	$a = b \neq c$	$\gamma = \beta = \alpha = 90°$ °	كالكوبيريت CuFeS2 زركون $Zn(SiO_4)_2$
	السداسية	$a = b \neq c$	$\beta = \alpha = 90°$ $\gamma = 120°$	كوارتز SiO2 كوروندوم Al_2O
الدنيا	المعينيّة القائمة	$a \neq b \neq c$	$\gamma = \beta = \alpha = 90°$	باريت $BaSO_4$ إنهدريت $CaSO_4$ توباز $Al_2(SO_4)_3$
	أحاديّة الميل	$a \neq b \neq c$	$\beta = \alpha = 90°$ $\gamma \neq 120°$	جص $CaSO_4 (H_2O)$ تالك $Mg_3(SiO_8) (OH)_2)$ أورتوكلاز $K(Al Si_3O_8)$
	المعينيّة الثلاثية	$a = b = c$	$\gamma = \beta = \alpha \neq 90°$	كالسيت $CaCO_3$
	الثلاثيّة القائمة	$a \neq b \neq c$	$\beta \neq \alpha \neq \gamma \neq 90°$	ألبيت $Na(Al Si_3O_8)$ أنورتيت $Ca(Al Si_3O_8)$

الفئة العليا

تنتمي إلى هذه الفئة صفوف تناظر تحوي ثلاثة اتجاهات مرتبطة ببعضها عن طريق محور تناظرٍ من المرتبة الثالثة، لذا لا تضمّ هذه الفئة إلا الجملة المكّعبة والتي تتميّز بالجملة الإحداثيّة:

$$a = b = c \qquad \alpha = \beta = \delta = 90°$$

الفئة المتوسطة

تنتمي إلى هذه الفئة صفوف تناظر تحوي محور تناظر وحيد رئيس من المرتبة العليا وعلى ذلك ينتمي إليها الجملة الرباعيّة ذات الجملة الإحداثيّة

$$a = b \neq c \qquad \alpha = \beta = \delta = 90°$$

الجملة السداسية ذات الجملة الإحداثيّة

$$a = b \neq c \qquad \alpha = \beta = 90° \qquad \delta = 120°$$

Youssef Radwan

الفئة الدنيا

تنتمي إلى هذه الفئة صفوف تناظر ليس لها محاور تناظر من المرتبة العليا وعلى ذلك ينتمي إليها

الجملة المعينيّة القائمة ذات الجملة الإحداثيّة

$a \neq b \neq c \qquad \alpha = \beta = \delta = 90°$

الجملة وحيدة الميل ذات الجملة الإحداثيّة

$a \neq b \neq c \qquad \alpha = \delta = 90° \qquad \beta \neq° 90°$

الجملة ثلاثيّة الميل ذات الجملة الإحداثيّة

$a \neq b \neq c \qquad \alpha \neq \beta \neq \delta \neq 90°$

الجملة المثلثيّة (معينيّة الوجوه)

$a = b = c \qquad \alpha = \beta = \delta \neq 90°$

المواد المستخدمة في الجلسة:

نماذج زجاجيّة وخشبيّة للبلّورات.

أجب عن الأسئلة الآتية

1. ما الجملة الإحداثيّة للمجموعة المكّعبة ؟
2. ما الجملة الإحداثيّة للمجموعة الرباعيّة ؟
3. ما الجملة الإحداثيّة للمجموعة السداسية؟
4. ما الجملة الإحداثيّة للمجموعة المعينيّة القائمة؟
5. ما الجملة الإحداثيّة للمجموعة أحاديّة الميل؟
6. ما الجملة الإحداثيّة للمجموعة ثلاثيّة الميل؟

Youssef Radwan

الجلسة الثالثة

الصفات الفيزيائيّة للفلّزات

تركيب القشرة الأرضيّة : تتكوّن القشرة الأرضيّة من موادٍ مختلفةٍ تنقسم إلى:

- مواد عضوية Organic، بقايا نباتات وحيوانات.
- مواد فلّزية Inorganic، مواد طبيعية تكونت في الطبيعة مثل الفلّزات التي تتجمع لتشكل صخوراً مختلفة.

عنصر ← فلّز ← صخر ← الأرض

الفلّز: جسم غير عضوي ذو تركيب كيميائي محدّد ناتج عن تجمع ذرّات أو جزيئات أو شوارد عناصر كيمائية بروابطٍ كهربائية أو كيميائيّة مشكّلة بنية داخلية محددة (بنية بلورية). وتحدّد طبيعة الذرات المكوّنة للفلّزات وقوة الروابط الكيميائيّة بين مكوناتها كثيراً من خصائص الفلّزات الفيزيائيّة والكيمائية.

وغالباً ما تتكوّن الفلّزات في الطبيعة من ثلاثة عناصر كيميائيّة أو أكثر، مثل الكالسيت $CaCO_3$ والجص $CaSO_4$.

وقد يتكون الفلّزمن عنصرين مثل الكوارتز SiO_2.

ونادراً ما يتكون الفلّزمن عنصر واحد مثل الذهب والماس والكبريت والنحاس.

يمكن تقسيم الفلّزات من وجهة النظر الكيميائيّة إلى:

أولاً: فلّزات أولية *Primary minerals*: وهي فلّزات نتجت بدءاً من تجمد المهل وقاومت عمليات التجويّة والتعريّة وبقيت محافظة على شكلها وتركيبها. ومن أمثلتها:

1. الكوارتز: SiO_2 يمثل 13% من تركيب القشرة الأرضيّة.
2. الفلدسبات: مجموعة فلّزيّة هامّة وهي سيليكات ألمنيوم مع بوتاسيوم أو صوديوم أو كالسيوم. تبلغ نسبتها 60% من القشرة الأرضيّة، مثل ألبيت، أنورتيت وغيرهما. وتتشكل فلّزات الغضار من فساد الفلدسبات.
3. الأمفيبول والبيروكسين: سيليكات كالسيوم ومغنيزيوم وحديد، تبلغ نسبتها 16% من القشرة الأرضيّة، مثل الهورنبلند والأوجيت.

Youssef Radwan

4. الميكا :سيليكات ألمنيوم مع بوتاسيوم ومغنيزيوم وحديد، وهناك ميكا بيضاء (مسكوفيت)، وميكا سوداء (بيوتيت).
5. كربونات: مثل كالسيت $CaCo_3$
6. فسفات :مثل أباتيت $CaS(PO_4)_3$ (Fe, Cl. H_2O)

<u>ثانياً :فلَزات ثانوية *Secondary minerals*:</u> وهي فلَزات ناتجة عن تأثير عمليات تجويّة وتعريّة الفلَزات الأوليّة ومنها:

1. كبريتات :جص كبريتات الكالسيوم $Ca\ SO_4.2H_2O$ وتتكوّن من تبخّر مياه فوق مشبعة بكبريتات الكالسيوم.
2. كربونات :مالاكيت .$CuCO_3\ (0H)_2$
3. أكاسيد :كأكاسيد الحديد مثل الهيماتيت Fe_2O_3 ذو اللون الأحمر، والليمونيت $Fe_2O_3.\ H_2O$ ذو اللون الأصفر.
4. سيليكات :فلَزات الغضارمثل الكاولينيت، المونتموريلوينت.

الصفات الفيزيائيّة للفلَزات

1. اللون Colour

اللون أحد أوضح الصفات وأكثرها وروداً في أي توصيف وينتج اللون إمّا بسبب:

<u>أولاً: التركيب الكيميائي للفلَز:</u> إذ يتلون الفلز نتيجة وجود ذرات محددة كالحديد أو الكروم التي تمتص بشدة معظم ألوان الطيف وتعكس الباقي كالأوليفين (أخضر) والكبريت (أصفر) والمالاكيت (أخضر)، والأزوريت (أزرق).

<u>ثانياً: وجود شوائب ضئيلة الكمية محتملة:</u> ففلَز الكوروندوم يتلون بالأزرق (زفير) لوجود كميّات قليلة من الحديد والتيتانيوم في بلّوراته الصلبة، والكالسيت والفلوريت اللذان يتلونان بألوانٍ مختلفة لاختلاف أنواع الشوائب فيهما.

<u>ثالثاً: لعدم اكتمال نمو البنية البلّوريّة للفلَز:</u> حيث يتداخل الضوء المار عبر البلّورة ما يظهره أكثر قتامة أو بلون أسود كالكوارتز الدخاني (الأسود).

Youssef Radwan

2. المخدش Streak

هو لون مسحوق الفلّز، فبسحق الفلّز يُحيّد تأثير لون الشوائب أو عيوب النمو، لذا فهو أكثر تشخيصاً من لون الفلّز.

ويتم الحصول عليه عادة بسحق الفلّز على سطح بورسلان غير مصقول. وغالبا ما يتماثل لون الفلّز ولون مخدشه. وأحياناً يكونا متباينين.

3. الشفافية Transparency

هي الطريقة التي يسمح بها الفلّز للضوء أن يخترقه، ويقسم الفلّز حسب الشفافية إلى:

- شفاف transparent إن سمح لشئ أن يُرى من خلاله.
- شاف translucent إن سمح للضوء أن يمر عبره ولكن دون رؤية الأشياء من خلاله بوضوح.
- غير شفاف (كامد) opaque إن لم تسمح حتى حواف الفلّز الرقيقة للضوء أن يمر عبره.
-

4. البريق Luster

البريق هو الطريقة التي يعكس بها الفلّز الضوء الساقط عليه ويمكن لفلّز ما أن يكون له أكثر من بريق باختلاف العينات، وما من طريقة علمية لتحديد البريق فيتباين تحديده باختلاف الأشخاص. ويقسم البريق إلى:

- بريق فلّزي metallic بريق معظم الفلّزات غير الشفافة والعاكسة للضوء مثل الكباريت، والأكاسيد والمعادن الحرّة كالذهب.
- بريق تحت فلّزي submetallic بريق فلّزات غير شفافة نسبياً وتعكس الضوء جيداً.

- بريق لا فلّزي Non-metallicبريق غير فلّزي مطلقا ويقسم إلى:

  - زجاجي *vitreous70%* من الفلّزات بريقها زجاجي كالسيليكات والكربونات والفسفات والكبريتات والهاليدات والهيدروكسيدات.
  - بريق شديد adamantine بريق معظم الفلّزات الشافة إلى الشفافة شديد أي أنها ذات لمعان وتألق فوق عادي كالألماس والكوارتز والكاسيت والسربنتين.
  - بريق صمغي *resinous* وهو بريق معظم الفلّزات الصفراء والبرتقالية والحمراء كالكبريت.
  - بريق حريري silky بريق ناتج عن البنية الليفية الناعمة للفلّز، مايكسبه خصائص ضوئية كبريق الأقشمة الحريرية، مثل الأسبستوس، وبعض أنواع الجص.

Youssef Radwan

- بريق لؤلؤي pearly تكون الفلّزات الشافة وال شفافة ذات بريق شديد أي أنها ذات لعان وتألق فوق عادي كالألماس.
- بريق دهني شحمي greasy بريق فلّز كما لو أنه مدهون بالدهن.
- بريق شمعي waxy بريق فلّز كما لو أنه ذو طبقة شمعية.

- **بريق باهت dull** لوصف فلزات ضعيفة عكسها للضوء كالبوسلان غير المصقول ومعظم الفلّزات ذات البريق الباهت ذات سطوح مسامية أو خشنة.

5. القساوة Hardness

القساوة تعبير عن مقدار المقاومة التي يبديها فلّزلقوة ميكانيكية خارجية ويستخدم مقياس موس Mohs Scale في تقدير القساوة حيث رتب العالم موس الألماني 1812 قساوة الفلّزات في عشر درجات باستخدام فلّزات قياسية أدناها قساوة التالك وأعلاها قساوة الماس.

- التالك: قساوة **1** $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$

سيليكات مغنيزية مائية لاذوابة عاتم إلى شاف وبريقه لؤلؤي يستخدم كبودرة وكمخفف للاحتكاك وفي صناعة الورق.

- الجص: قساوة **2** $CaSO_4.\ 2(H_2O)$

كبريتات الكالسيوم المائية لاذوابة يوجد في الطبيعة كبلّورات وكتل قابلة للانفصام شفافة يستخدم كمواد بناء وديكور.

- الكالسيت: قساوة **3** $CaCO_3$

كربونات الكالسيوم من أكثر الفلّزات انتشار على سطح الأرض وهو مكون أساسي في الصخور الرسوبية كمواد بناء وديكور.

- فلوريت: قساوة: **4** CaF_2

فلور الكالسيوم سمي بذلك لخاصية التألق بتعرضه للأشعة فوق البنفسجية.

- أباتيت قساوة: 5 $Ca(Po4)_3(OH\text{-},Cl\text{-},F\text{-})$

هيدروكسيل أباتيت، فلور أباتيت، مجموعة فلّزات فسفاتية تشكلت بنشاط متعضيات حية. والهيدروكسيلأباتيت هو المكون الرئيس لمينا الأسنان.

- أورتوكلاز قساوة: **6** $KAlSi_3O_8$

Youssef Radwan

سيليكات بوتاسية ألومينية ومكوّن أساسي في الصخور النارية وسميت لذلك من الكلمة اليونانية مستقيم لتعامد سطوح الانفصام بخطوط مستقيمة. يتبلور في الفئة أحاديّة الميل.

- كوارتز قساوة: **7** SiO_2

من أكثر الفلّزات انتشاراً على سطح الأرض له بنية سداسية (مسدسيّة) مكوّنة من ثاني أكسيد السيليكون.

- توباز قساوة: **8** $Al(SiO_4\ (OH\text{-},F\text{-})_2$

فلّز سيليكاتي ناتج عن اتحاد الألمنيوم والفلور ويتبلور في الفئة المعينيّة القائمة وبلّوراته موشورية.

- كوروندوم قساوة:**9** Al_2O_3

هو شكل مبلور لأكسيد الألمنيوم وهو أحد الفلّزات الأساسية المكوّنة للصخور. وهو عموماً ملون نتيجة وجود شوائب يستخدم في صناعة ورق التنعيم.

- الماس قساوة:10 C

هو أصلب المواد على الإطلاق. وهو فحم طبيعي تبلور تحت ظروفٍ خاصّة جداً من الضغط والحرارة.

6. الانفصام Cleavage

الانفصام هو قابلية الفلّز للانفصام على امتداد سطوح مستوية تكون الروابط ضعيفة على امتدادها ومن أشهر فلّزات القابلة للانفصام الميكا.

7. المكسر Fracture

المكسر هو تعبير ووصف السطح الذي يتشكل نتيجة كسر الفلّز (زجاجي، مخروطي، إلخ).

8. الثقل النوعي Specific gravity

الثقل النوعي هو نسبة كتلة الفلّز في الهواء إلى (كتلته في الهواء- كتلته في الماء) ومن أمثلته الغالينا والباريت.

9. الشكل Hapit Form

- شجري – بعض فلّزات المنغنيز
- ليفي – فلّز الاسبستوس
- كلوي – هيماتيت
- حبيبي – الماغنتيت
- صفائحي أو الورقي – الغرافيت، المسكوفيت.

Youssef Radwan

10. صفات أخرى مغنطة، رائحة، طعم

- مغنطة الماغنيتيت Magnetism Fe_3O_4
- رائحة smell الكبريت F
- طعم taste الهاليت NaCl السيلفيت KCl
- النشاط الإشعاعي Radio activity اليورانينيت والبيشتبلاند
- تفاعل مع الأحماض الضعيفة كحمض كلور الماء 10% أو حمض الخل.

المواد المستخدمة في الجلسة:

عينات فلّزية مختلفة، مواد ذات قساوات مختلفة (ظفر اليد، قطعة جص، قطعة كالسيت، قطعة نقود نحاسية، سكين، قطعة زجاج، لوح مخدش من البورسلان، مغنطيس، قارورة حمض كلور ماء مخفف)

أجب عن الأسئلة الآتية

1. عرف الفلّز.
2. ما الفلّزات الأولية مع مثالين عنها؟
3. ما الفلّزات الثانوية مع مثالين عنها؟
4. ما الصفات الفيزيائيّة للفلّزات مع شرح اثنتين منها؟
5. ما العوامل التي تحدّد لون الفلّز؟

Youssef Radwan

الجلسة الرابعة

التصنيف البلّوريّ الكيميائيّ للفلّزات

الفلّزات السيليكاتيّة والأكاسيديّة

يبلغ عدد الفلّزات المعروفة في قشرة الأرض 2000 معظمها إمّا نادر أو قليل الوجود، بينما لايتجاوز عدد الفلّزات شائعة الوجود 200 فقط، حيث توجد إمّا كمكوناتٍ في الصخور الناريّة والمتحولة والرسوبيّة، أو على شكل تجمعاتٍ اقتصاديّةٍ تُعرف باسم الخامات الفلّزيّة أو المعدنيّة. وتمثّل الخامات ركيزة معظم الصناعات المختلفة (مواصلات، اتصالات، توليد الطاقة ونقلها، والأدوات المختلفة المستخدمة في مختلف الأنشطة الحياتيّة).

وتصنف الفلّزات كيميائياً (تبعاً للأنيونات الداخلة في تركيبها كشوارد الأكسجين والكبريت وغيرها، وكجذور الكبريتات والفسفات والسيليكات وغيرها)، وبلوريّاً (وفقاً لبنيته االذرية) في ثمان صفوف Classes وينقسم كل صف منها وفق التسلسل الآتي:

- تحت صف Subclass
- المجموعة Group
- النمط Type
- النوع Species
- تحت النوع Subspecies
- السلسلة Series
- الصنف Variety

الصفوف الكيميائيّة للفلّزات:

1. الفلّزات العنصرية Native elements
2. الأملاح الكباريتية Sulfides
3. الأكاسيد Oxides والهيدروكسيدات Hydroxides
4. الهاليدات Halides.
5. الكربونات Carbonates، النترات Nitrates، البورات Borates.

Youssef Radwan

6. الكبريتات Sulfates، الكرومات Chromates، الموليبدات Molybdates، التنغستات Tungstates .
7. الفوسفات Phosphates، الزرنيخات Arsenates، الفانادات Vanadates.
8. السيليكات Silicate.

الفلّزات السيليكاتيّة Silicate Minerals

سيليكات ذات رباعيات وجوه منفردة: نيزوسليكات Nesosilicates

أو (الأوروثوسليكات) أو الجزر المستقلة من تتراهيدرون (رباعي الوجوه) (SiO_4)، والبناء الأساسي فيها يتكون من وحدات منفردة من رباعي الوجوه ومن أمثلتها: توباز، زركون.

سيليكات ذات رباعيات وجوه مزدوجة: سوروسليكات Sorosilicates

يتكون البناء الأساسي فيها من وحداتٍ تتكوّن كل وحدةٍ منها من اثنين من رباعي الوجوه مرتبطين ببعضهماعن طريق المشاركة في أيون أكسجين (ركن واحد من التتراهيدرون) بينهما، وبذلك يصبح تركيبها (Si_2O_7) ومن أمثلتها: تورمالين ، إيبدوت.

سيليكات ذات رباعيات وجوه حلقية: سايكلوسليكات Cyclosilicates

تتكوّن الوحدة في البناء الأساسي فيها من ثلاثة من التتراهيدرون أو أربعة أو ستة مرتبطة مع بعضها البعض عن طريق المشاركة في أيون أكسجين (ركنين) لتكوّن حلقات ثلاثيّة أو رباعيّة أو سداسيّة الشكل (SiO_8) 3,4,6.، ومن أمثلتها زافير، بيريل.

سيليكات ذات رباعيات وجوه سلاسلية: إينوسليكات Inosilicates

تتكوّن وحدة البناء الأساسي في هذه السيليكات من سلسلةٍ مستمرةٍ من رباعي وجوه مرتبطة مع بعضها عن طريق ركنين فيها لتمتد باستمرار في اتجاهٍ واحد (عادة يكون اتجاه المحور البلوري C) ، وقد تكون السلسلة مفردة $(SiO_8)n$، كما هو الحال في بيروكسين، أو مزدوجة (شريطيّة) $2(SiO_8)n$ كما في حالة الأمفيبول.

سيليكات ذات رباعيات وجوه صفائحية: فيللوسليكات Phyllosilicates

تتكوّن وحدة البناء الأساسي في هذه السيليكات من صفائح من رباعيات وجوهٍ مرتبطة ببعضها عن طريق أركان ثلاثة وبذلك تمتد باستمرار في اتجاهين أو بعدين لتأخذ شكل صفائح أو وريقات متراصّة فوق بعضها بعضا (Si_4O_{10}).

Youssef Radwan

الفلّزات الأكاسيديّة

الأكاسيد والهيدروكسيدات Oxides & Hydroxides

- كوبريت *Cuprite* Cu_2O
- إلمنيت *Illmenite* $FeTiO_8$
- بيريكليز *Periclase* MgO
- روتيل *Rutile* TiO_2
- زنكيت *Zincite* ZnO
- بيرولوسيت *pyrolusite* MnO_2
- كوراندوم *Corundum* $Al2O_8$
- كاسيتريت *Cassiterite* SnO_2
- هيماتيت *Hematite* Fe_2O_8
- يورانيتيت *Uraninite* UO_2
- غوتيت *Goethite* $FeO(OH)$
- سبينيل *Spinel* $MgAl_2O_4$
- ماغنيتيت *Magnetite* $Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2O_4$
- كروميت *Chromite* $FeCr_2O4$
- مانغانيت *Manganite* $MnO(OH)$
- ليبدوكروسيت *Lepidocrocite* $FeO(OH)$
- كروميت *Chromite* FeCr2O4
- مانغانيت *Manganite* $MnO(OH)$
- ليبدوكروسيت *Lepidocrocite* $FeO(OH)$

المواد المستخدمة في الجلسة:

عينات فلّزية سيليكاتيّة وأكاسيديّة مختلفة

Youssef Radwan

أجب عن الأسئلة الآتية

1. ماالمعياران المتبعان في تصنيف الفلّزات؟
2. عدد الصفوف البلّوريّة للفلّزات.
3. عدد أنواع الفلّزات السيليكاتيّة مع مثالٍ لكل منها.
4. اذكر أسماء أربع فلّزات أكاسيديّة.

Youssef Radwan

الجلسة الخامسة

الهاليدات والكباريت والكبريتات

فلَزات الهاليدات

الهاليدات Halides فلَزات توجد في الطبيعة تتميز بسيادة شوارد الهالوجينات ذات الشحنة الكهربائية السالبة Cl^-, F^-, I^-, Br^-. وهي شوارد كبيرة الحجم وضعيفة الشحنة، الأمر الذي يسهل استقطابها لتشكل بالتالي فلَزات الهاليت والسليفيت والفلوريت والتي تتبلور في الفئة المكعبيّة بروابطٍ شاردية. والهاليدات المكعّبيّة لها قساوةٌ منخفضة ودرجات انصهار متوسطة وعالية، كما أنّها موصلاتٌ رديئة للحرارة والكهرباء في الحالة الصلبة ولكنها موصلاتٌ جيدة للكهرباء عدا ذلك.

تضمّ هذه المجموعة الفلَزات الآتية:

1. هاليت *Halite* NaCl المكعّبيّة
2. سيلفيت *Silvite* KCl المكعّبيّة
3. سيراجيريت *Ceragyrite* AgCl المكعّبيّة
4. فلوريت *Flurite* CaF_2 المكعّبيّة
5. كريوليت *Cryolite* Na_2AlF_6 أحاديّة الميل
6. أتاكاميت *Atacamite* $Cu_8Cl(OH)_8$ المعينيّة القائمة
7. كارناليت *Carnalite* $KMgCl_{26}H_2O$ المعينيّة القائمة

هاليت (NaCl)

فلَزٌ واسع الانتشار في الطبيعة على هيئة بلّورات مبلورة في الفئة المكعّبيّة، أو كتل حبيبية متبلورة لها انفصام مكعبي وتعرف باسم الملح الصخري Rock salt كذلك يوجد في هيئة كتل حبيبية أو متماسكة، تبلغ قساوته 2.5، ووزنه النوعي 2.16. انفصامه كامل مكعبي {111}، بريقه زجاجي. وهو عادة شفاف إلى شاف أو يتلّون بلونٍ أبيضٍ مائل للصفرة أو الحمرة أو الزرقة أو البنفسجة لاحتواءه على شوائب. مذاقه ملحي ويذوب بسهولة في الماء.

سيلفيت (KCl)

يتبلور الفلَز في الفئة المكعّبيّة يوجد عادة في هيئة كتل حبيبية متبلورة تبدي انفصاما مكعبياً. تبلغ قساوته 2 ووزنه النوعي 1.99 وانفصامه مكعبي كامل {100}، ويكون شفافاً إن كان نقياً. وتتراوح ألوانه مابين

Youssef Radwan

عديم اللون إلي الأبيض وقد يتلون بالأزرق أو الأصفر أو الأحمر تبعا لنوع الشوائب الموجودة . يذوب في الماء بسهولة. مذاقه ملحي ويتميز عن الهاليت بكونه أكثر مرارةٍ وكذلك بلونه البنفسجي.

سيرارجيريت (AgCl)

فلَز ثانوي هام لفلَز الفضة يتبلور في الفئة المكعّبيّة. ولكون بلّوراته نادرة الوجود لذا يوجد غالبا ككتل تشبه الشمع سهلة التقشر، تتأرجح قساوته مابين2 و 3. ويبلغ وزنه النوعي 5.5 وهو شفاف إلى شاف. ويتلون مابين الرمادي اللؤلؤي إلى عديم اللون. وسرعان ما يتغير لونه إلى بني مائل للبنفسجي عند تعرضه للضوء.

فلوريت (CaF_2)

يتبلور الفلَز في الفئة المكعّبيّة. يوجد غالبا في هيئة مكعبات توأمية متداخلة حسب القانون {111}، أو كتل ناتجة من الانفصام. كما يوجد ككتل دقيقة أو خشنة الحبيبات وكذلك كمجموعات عمدانية .

تبلغ قساوته 4، ووزنه النوعي 3.18انفصامه كامل {111}. شفاف أو نصف شفاف. بريقه زجاجي. تتباين ألوانه للغاية فتتراوح مابين الأخضر الفاتح أو الأصفر أو الأخضر المائل إلى الزرقة أو الأرجواني، كما توجد أنواع منه شفافة أو بيضاء أو وردية أو زرقاء أو خضراء. وقد تكون البلّورة الواحدة ذات ألوان عدة. يمكن التعرف على الفلَز عادة ببلّوراته المكعّبيّة وانفصامه ثماني الوجوه، و ببريقه الزجاجي وألوانه المميزة.

فلَزات الكباريت

تعتبر هذه المجموعة من أهم المجموعات الفلَزية ويحتوي تركيبها على الكبريت وتنبع أهميتها من كونها تضم أغلب الخامات الفلَزية، وتشمل الفلَزات الآتية:

- أرجنتيت *Argentite* Ag_2S مكعبية
- كالكوسيت *Chalcocite* Cu_2S معينية قائمة
- بورنيت *Bornite* Cu_2FeS_4 مكعبية
- جالينا *Galena* PbS مكعبية
- سفاليريت *Sphalerite* ZnS مكعبية
- كالكوبيريت *Chalopyrite* $CuFeS_2$ رباعية
- بيروتيت *Pyrrhotite* FeS سداسية

Youssef Radwan

- سينابر *Cinnabar* HgS سداسية
- ريالغار *Realgar* AsS أحاديّة الميل
- أوربيمنت *Orpiment* As_2S_8 أحاديّة الميل
- ستبنيت *Stibnite* Sb_2S_8 معينية قائمة
- بيريت *Pyrite* FeS_2 مكعبية
- مركزيت *Marcasite* FeS_2 معينية قائمة
- أرسينوبيريت *Arsenopyrite* $FeAsS$ أحاديّة الميل
- مولبدينيت *Molybdenite* MoS_2 سداسية

فلَزات الكبريتات

وهي مجموعة فلَزية هامة أيضاً ويحتوي تركيبها على جذر SO_4 ومن أشهر فلَزاتها: الجص، والباريت.

المواد المستخدمة في الجلسة:

عينات فلَزية هاليدية وكباريتيتة وكبريتاتية.

أجب عن الأسئلة الآتية

1. عرف الهاليدات مع ذكر مثالين عنها
2. عرف الفلَزات الكباريتيّة وإذكر ثلاث أمثلة عنها.
3. اذكر مثالين عن فلَزات كبريتاتية.

Youssef Radwan

الجلسة السادسة

كيفية التعرف على الفلَّز وتحديد اسمه

لا يتطلب تحديد الفلَّزات يدوياً سوى بعض المعدّات البسيطة:

1. عدسة يدوية مكبرة
2. مقياس موس للقساوة: أو جص، كالسيت، قطعة نقود نحاسية، مفك براغي، كوارتز.
3. لوح مخدش بورسلان.
4. مغنطيس
5. حمض HCl تركيز (10%)
6. مصباح أشعة فوق بنفسجية للتحقق من صفة التألق ولون التألق (إن وجد).
7. عداد غايغر للتحقق من صفة النشاط الإشعاعي وشدته (إن وجد).

وسيتم في هذه الجلسة اختبار الصفات الفيزيائيّة الآتية لعددٍ من الفلَّزات المجهولة وتدوينها في جدول ومقاطعة الصفات للوصول إلى تحديد أسمائها ما أمكن:

اللون، المخدش، الشفافية، البريق، القساوة، المكسر، الثقل النوعي، الشكل، المغنطة، الرائحة، التفاعل مع حمض كلور الماء 10%، النشاط الإشعاعي، التألق.

Youssef Radwan

رقم العينة	مصدر العينة وموقعها							اسم الفاحص		تاريخ الفحص	
	اللون	المخدش	الشفافية	البريق	القساوة	الانفصام والشقوق	الشكل	المغنطة	تفاعل مع HCl رائحة طعم	الفلّز

Youssef Radwan

الجلسة السابعة

استخدام الحاسوب في التعرف تحديد اسم الفلّز
وفق برامج لتحديد أسماء الفلّزات يقوم الطلاب بتحميلها من الإنترنت

المواد المستخدمة في الجلسة:

لابتوب، جهاز عرض شرائح شفافة، برامج لتحديد أسماء الفلّزات يقوم الطلاب بتحميلها من الإنترنت، للتعرف على الصفات الفيزيائيّة للفلّزات.

المطلوب من الطلاب:

البحث في الإنترنت عن برامج لتحديد الفلزات بناءً على صفاتها الفيزيائيّة وتحميلها والتعرّف على منهجياتها المختلفة وتطبيقها باستخدام الصفات الفيزيائيّة التي تم تحديدها في الجلسة السابقة وعرضها في الجلسة.

Youssef Radwan

الجلسة الثامنة

الصخور النارية Igneous Rocks

يتألف الغلاف الصخري Lithosphrere من أنواع متعددة من الصخور. ويعرف الصخر بأنه مادة طبيعية صلبة تختلف بتركيبها الفلّزي وبنشأتها ومكان تشكلها وتتكوّن من عدة فلّزات وأحياناً تتكوّن من فلّز واحد.

وتقسم الصخور بحسب منشئها وشروط ومكان تشكلها إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي النارية والمتحوّلة والرسوبية. يقدر ما تشغله الصخور الرسوبية من اليابسة بـ 75٪ بينما لا يتعدى ما تشغله الصخور النارية والمتحولة منها ما يقارب 25٪. والعلاقة بين هذه المجموعات الصخرية الرئيسية وثيقة جداً وفقاً للدورة أو الصخرية Rock Cycle بحيث تمثل في الواقع الصخور الرسوبية غطاءً ثخيناً متباين الثخانة قد يصل إلى بضعة كيلومترات. ويقدر حجم الصخور النارية والمتحولة بـ 95٪ من القشرة الأرضيّة الصلبة أما الرسوبية فلا يتجاوز حجمها 5٪ من القشرة الأرضيّة.

الصخور النارية هي صخور كتلية massive غير متطبقة non-stratified نشأت نتيجة لتبرّد وتجمّد المهل (magma) أو الحمم (lava) التي تصعد إلى السطح مباشرة. وعند تبرّد المهل على عمق كبير بعيداً عن السطح تتاح الفرصة للفلّزات بالتبلور والنمو والكبر، أما عندما تندفع إلى الأعلى لتصل على السطح فلا تتاح الفرصة للفلّزات بالتبلور لذا تكون الصخور المتشكلة زجاجية عديمة التبلور.

تصنيف الصخور النارية Classification of Igneous Rocks:

هناك عدة طرق لتصنيف الصخور النارية اعتماداً على خصائص ومميزات محددة أهمها:

1- النسيج Texture. 2- التركيب الكيميائي Chemical Composition. 3- التركيب الفلّزي Mineral Composition. 4- أسلوب التشكل Mode of Occurrence. 5- اللون Color.

1. التصنيف اعتماداً على النسيج Classification according to texture:

تتراوح درجة حرارة المهل الحامضيّة حول 900° م أم تلك القاعدية فحرارتها تصل إلى 1000° - 1200° م. وهي تحتفظ بحرارتها لفترات تبرّد قد تمتد لبضعة ملايين من السنين للكتل العميقة batholiths لتنقص على بضع عشرات آلاف من السنين للسدود والعدسات dikes and sills ولتنخفض إلى سنتين أو أقل للحمم البركانية. ولمعدل التبريد وسرعته علاقة مباشرة بحجم بلّورات الفلّزات المكوّنة للصخر الناتج عن تصلب

Youssef Radwan

المهل وعموماً كلما كان التبريد عميقاً كان بطيئاً وبالتالي كان حجم البلّورات أكبر والعكس بالعكس. ويتحدّد نسيج صخرٍ ما بشكل بلّورات الفلّزات المكوّنة وحجمها النسبي وعلاقتها وطريقة ترتيبها.

حيث يمكن تقسيم الصخور النارية تبعاً لنسيجها إلى:

أ. نسيج خشن الحبيبات Phaneric or coarse grained texture: يميز صخوراً تبرّد ت ببطء وذات بلّورات متساوية الحجم منتظمة التوزّع ترى بالعين المجرّدة.

ب. نسيج دقيق الحبيبات Aphanitic or fine grained texture: يميز صخوراً تبرّد ت بسرعة أو بشكل فجائي لذا لا يمكن تمييز بلّوراتها بالعين المجردة، بل بمكبرة أو بميكروسكوب.

ج. نسيج زجاجي Glassy or vitreous or non crystalline texture: يشبه الزجاج لذا لا يمكن مشاهدة أي بلّورات فيه حتى باستخدام المجهر ومثال ذلك الاوبسديان. وقد يؤدي تحرر فقاعات الغازات نتيجة التبرّد الفجائي والسريع إلى تشكل فراغات صغيرة تجعل للصخر الناتج نسيجاً اسفنجياً Spongy texture مميزاً لصخر البيومس والسكوريا أو ذو نسيج فقاعي vesicular.

د. نسيج دقيق الحبيبات "بورفيري" Porphyritic aphaneric texture: يميز صخوراً تشكلت على مرحلتين الأولى بطيئة على أعماق كبيرة تشكلت خلالها بلّورات فينوكرست أعقبها اندفاع المهل إلى قرب السطح أو إلى السطح ما أدى إلى تبرّد سريع أعطى بلّورات يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

ه. نسيج اتجاهي Directive texture: وهو يميز صخوراً ترتبت بلّورات فلّزاتها بشكل موازٍ لاتجاه سطح الأرض أثناء انسياب الحمم وقد يسمى أيضاً تراكيتي Trachitic نسبة إلى صخر التراكيت.

2. التصنيف اعتماداً على محتواها من السيليكا: عندما تكون المهل غنية بالسيليكاSiO_2 فإن الفلّزات المتكونة تأخذ كفايتها من السيليكا ويتبلور الفائض منها على شكل كوارتز وتقل كمية فلّزات الحديدوالمغنيزيوم. إما إن كانت فقيرة بالسيليكا فإن الفلّزات المتكونة تكون غير مشبعة بالسيليكا ولا يظهر الكوارتز ضمن مكونات الصخر المتكون بينما تزداد نسبة فلّزات الحديد والمغنيزيوم. وعلى ذلك فقد أخذت نسبة السيليكا كمعيار لتحديد نوع الفلّزات المتكونة من المهل وبالتالي كأساسٍ لتقسيم الصخور النارية إلى:

أ. صخور حامضية Acidic rocks: تتراوح نسبة السيليكا فيها ما بين 65٪ - 85٪ فلّزاتها مشبعة بالسيليكا ويظهر فيها الكوارتز بشكلٍ ملحوظٍ مما يعطيها لوناً فاتحاً كالغرانايت Granite والرايولايت Rhyolite.

ب. صخور متوسطة Intermediate rocks: تتراوح نسبة السيليكا فيها ما بين 52٪ - 65٪ ورغم أن فلّزاتها مشبعة بالسيليكا إلا أنه لا يفيض منها ما يسمح بظهور الكوارتز كفلّزٍ مستقل، يصحب ذلك

Youssef Radwan

زيادة ملحوظة في نسبة فلّزات الحديد والمغنيزيوم ما يعطي الصخر لوناً رمادياً وأخضراً فاتحاً كالديورايت Diorite والأنديزايت Andesite.

ج. صخور قاعدية Basic rocks: تنخفض نسبة السيليكا فيها إلى 43٪ - 52٪ لتغدو غير مشبعة بالسيليكا ومن ثم تزداد نسبة فلّزات المغنيزيوم ما يعطي الصخور ألواناً سوداءً وبنيةً وخضراء داكنة كالبازلت Basalt والغابرو Gabbro.

د. صخور فوق قاعدية (فوق مافية) Ultrabasic rocks (Ultramafic): تنخفض نسبة السيليكا فيها إلى ما دون 43٪ فتندر الفلّزات الفاتحة فيها وتزداد نسبة فلّزات الحديد والمغنيزيوم زيادة كبيرة نتيجة تبلورها تحت درجات حرارة عالية ويغلب بالتالي عليها اللون الأسود والبني القاتم ومن أمثلتها الدونايت Dunite والبيريدوتايت Peridotite.

3. التصنيف اعتباراً على التركيب الفلّزي Classif. according to mineral composition:

يمكن تقسيم الصخور اعتماداً على نوعين من الفلّزات

أ – الفلّزات الأساسية Essential minerals: تحدّد الفلّزات الأساسية صفات الصخر وخصائصه واسمه مشكّلةً نحو 95٪ من تركيبه ويؤدي الاختلاف الكبير في نسبة هذه الفلّزات إلى وجود أنواع متعددة كثيرة للصخور الناتجة وتضم هذه الفلّزات الكوارتز، والفلدسبات البوتاسي القلوي (أورتوكلاز، ميكروكلين) وفلدسبات كلسي صودي (بلاجيوكلاز ونيفيلين)، وميكا (بيوتيت و موسكوفيت)، وبيروكسين وأمفيبول وأوليفين.

ب – الفلّزات الثانوية Accessory minerals. ورغم اتساع طيفها إلا أنها نسبة مجموعها لاتتعدى 5٪.

افحص الصخور المعطاة وحدّد نسيجها ما أمكن ثم حدّد أسماءها متبعاً الخطوات الآتية:

1. حدّد نسيج الصخر باستعمال العدسة ثم حدّد بالتالي الصف الأفقي من الجدول الآتي الذي يقع الصخر المعطى لك فيه.
2. حدّد ما أمكن نسبة الفلّزات الداكنة اللون إن كان الصخر خشناً أما إن كان ناعماً فحدّد اللون العام للصخر (فاتح/متوسط/داكن) مع اعتبار أن الأحمر بدرجاته المختلفة يعتبر فاتحاً والأخضر بدرجاته المختلفة يعتبر لوناً داكناً.
3. حدّد نسبة الكوارتز الذي يظهر كبقع ذات لمعان دهني أو زجاجي وذلك لتعزيز الخطوة 2. فالصخور القاعدية لا تحوي كوارتز أو ربما تحوي كوارتز بشكلٍ نادر.

Youssef Radwan

4. حدّد نوع الفلدسبات وذلك للتمييز بين مختلف أنواع الصخور كالغرانايت والديورايت أو الريولايت والأنديزايت وأيضاً لتعزيز وتأكيد الخطوة 2 فالصخور الحامضيّة تحوي على فلدسبات بوتاسي (قلوي) بوفرة.

الصخور النارية				
فاتحة اللون ←				→ داكنة اللون
تركيب كيميائي / موقع من السطح	حامضية	متوسطة	قاعدية	فوق قاعدية
سطحية بركانية	ريولايت	أنديزايت	بازلت	–
وسطية	غرانايت بغماتايت غرانايت كوارتز	بورفيري أنديزايت بورفيري تراكايت	بورفيري بازلت دولورايت	–
عميقة	غرانايت بغماتايت	ديورايت	غابرو	كمبرلايت بيريدوتايت
٪١٠٠	كوارتز	(فلدسبار بوتاسي)	(فلدسبار صودي)	
٪٧٥	أورثوكليز	بلاجيوكليز صودي	(فلدسبار كلسي)	
٪٥٠		بلاجيوكليز كلسي	(البروكسينات)	
٪٢٥		بيوتيت هورنبلاند (امفيبولات)	أوجيت	أوليفين
النسبة المئوية للكوارتز				
نسبة المعادن الداكنة	أقل من ٢٥٪	٢٥٪ إلى ٥٠٪	غالبة	أساسية

المواد المستخدمة في الجلسة:

عينات من صخورٍ ناريةٍ مختلفةٍ.

أجب عن الأسئلة الآتية:

ما أهم الخصائص أو المميزات المحددة المعتمدة في تصنيف الصخور النارية ؟

ما تقسيمات الصخور النارية اعتماداً على نسيجها ؟

ما الذي يحدّد نسيج صخر ناري ؟

ما هي تقسيمات الصخور النارية اعتماداً على محتواها من السيليكا ؟

Youssef Radwan

الجلسة التاسعة

الصخور الاستحالية (المتحولة) Metamorphic Rocks

تدل كلمة metamorphic على تحويل أنماط الصخور الموجودة سابقاً إلى أنماطٍ صخرية أخرى عبر عملية طويلة الأمد تدعى metamorphism والتي تعني "تغير في الشكل". إذ يتعرض الصخر الأولي protolith إلى حرارة تتراوح مابين (150-200°C) وضغط يصل إلى (1500 بار) ما يتسبب بتغير فيزيائي و/أو كيميائي جوهري فيه ليحيله إلى صخرٍ أخر. وقد يكون هذا الصخر الأولي صخراً رسوبياً أو نارياً أو صخراً استحالياً آخراً.

تشكل الصخور الاستحالية جزءاً معتبراً من قشرة الأرض وتصنف وفقاً لتركيبها الكيميائي والفلّزي والذي يصطلح عليه بالسحنة الاستحالية كلمة metamorphic facies.

أنواع الاستحالة :

1. استحالة إقليمية regional metamorphism: استحالة مدفونة burial metamorphism : تحدث على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض نتيجة عمليات تكتونية على مستوى كوكب الأرض ما يحدث جهداً انضغاطياً في صخور الأحزمة الجبلية الضخمة مسبباً طيها وتصدعها وتثخن القشرة ومن ثم دفعها إلى أعماق أكبر تخضع فيها لدرجات حرارة وضغوط هائلة، لتتشكل صخور استحالية مورّقة بشدة مثل السليت (الصفح) والشيست والغنايس تحت ظروف يتضافر فيها عاملان أساسيان هما حرارة عالية (300 °م) وضغط هائل غير موجه ناجم عن الثخانة الكبيرة للصخور التي تعلو بيئة الاستحالة.
2. استحالة تماسية contact metamorphism : استحالة تحدث على أعماق متوسطة-عميقة نتيجة تسخين الصخور بسبب اندساس المهل المنبثقة من الجزء العلوي للمعطف ضمن القشرة، حيث يؤدي تماسها مع صخور هذه القشرة إلى تحول صخور المنطقة المحيطة بالمهل إلى صخور جديدة ناعمة الحبة غير مورقة (هورنفلّز) في ظروفٍ حرارة عالية وضغط منخفض.
3. استحالة تهشيمية Cataclastic metamorphism: يمكن أن تحدث استحالة نتيجة عوامل ميكانيكية نتيجة انزلاق كتلتين صخريتين ضخمتين بجانب بعضهما بعضاً على امتداد نطاقٍ

Youssef Radwan

صدعي مسبباً احتكاكاً ضخماً يفضي إلى تشوه ميكانيكي للصخور حيث تتحطم وتنسحق. وهذه الاستحالة وهي غير شائعة عموماً إذ تقتصر على نطاقات ضيقة يحدث فيها جهد قص.

4. استحالة مائية حرارية hydrothermal metamorphism: استحالة صخور سابقة نتيجة حرارة عالية وضغط متوسط بتأثير سوئل مائية حرارية وهي شائعة في تحول فلَزات صخور البازلت إلى فلَزات تالك وكلوريت وسربتين وأكتينوليت وتريموليت وزيوليت وغضار.

وتعود الصخور الاستحالية للتكشف مرة أخرى على سطح الأرض نتيجة عمليات الحت والنهوض الدائبتين. وتعتبر الصخور الاستحالية ميداناً بحثياً على درجة عالية من الأهمية، إذ توفر دراسة الفلَزات الداخلة في تركيبها معلومات نوعية حول درجة الحرارة، ومقدار الضغط، والأوضاع التكتونية والجيولوجية والأعماق التي تشكلت عندها الصخور الاستحالية .

تصنيف الصخور الاستحالية وتسميتها

تصنف وتسمى الصخور الاستحالية اعتماداً على ثلاثة معايير:

1. فلَزية:حيث يسبق اسم الفلَز الأكثر تميزاً اسم المصطلح النسيجي للصخر (بيوتيت غارنت شيست، هورنبلاند-بيروكسينغنايس.
2. كيميائيّة: إن أمكن تقدير التركيب الكيمائي للصخر، فيمكن أن يستخدم اسم كيميائي مثل غارنت-موسكوفيتكوارتزوفلدسبات شيست).
3. الصخر الأولي: إن خضع صخر أولي لاستحالة خفيفة فقط، بحيث يبقى نسيجه الأولي مرئياً فيسمى بإدخال بادئة على الاسم الأولي للصخر (ميتابازلت، ميتاغرانايت).

صخور نارية بلوتونية		غنايس
صخور كلسية	استحالة ⇦	رخام
صخور ميكانيكية ناعمة (غضار)		سليت، فيلليت، شيست
صخور ميكانيكية خشنة (حجر رملي)		كوارتزيت

جدول لبعض الصخور الاستحالية وصخور الأصل

Youssef Radwan

	درجة حرارة التحول					
البيئة	200° مئوية منخفضة		متوسطة		800° مئوية عالية	
التركيب الفلزي		كلورايت				
			موسكوفايت			
				بيوتايت		
					غارنت	
						ستورولايت
						سيلمانايت
	كوارتز					
	فلدسبات					
نوع الصخر	لاتحول	إردواز (سليت)	شيست	نايس	انصهار	

جدول لمكونات بعض الصخور الاستحالية و درجة حرارة التحول

المواد المستخدمة في الجلسة:

صخور استحالية متنوعة، عدسة مكبرة، مقياس موس، سكين، قطعة نقود نحاسية.

تعرف على الصخور المعطاة لك بناء على المعايير التي شرحت في الجلسة

أجب عن الأسئلة الآتية

1. عدد واشرح أنواع الاستحالة .
2. ما المعايير الثلاثة المتبعة في تسمية الصخور الاستحالية ؟
3. سم بعضاً من أشهر الصخور الاستحالية.

Youssef Radwan

الجلسة العاشرة

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

الصخور الرسوبية، وتدعى أيضاً الصخور الثانوية أو الصخور المتطبقة، هي أنماط من الصخور تشكلت نتيجة إما نتيجة توضع deposition مواد ضمن أجسام مائية متباينة المساحة والحجم على سطح الأرض. والترسيب sedimentation هو اسم شامل لكافة العمليات وراء هبوط settle الجزئيات المعدنية والعضوية (الحطام أو الفتات detritus) وتراكمها accumulate، أو ترسب precipitate فلَزات من محاليل. وتدعى الجزيئات التي تشكل صخراً رسوبياً بالرسوبات،و تنتج الرسوبات عن فعلي التجويّة والتعريّة في مناطق المصدر ومن ثم نقلها إلى مكان الترسيب بعوامل التعريّة أو النحت denudation وهي الماء، أو الرياح أو الثلج، أو حركة الكتل، أو الجليديات.

و غطاء الصخور الرسوبية في قارات قشرة الأرض واسع الامتداد، ولكن نسبة ما تشكله من هذه القشرة يقدر فقط بـ 8% من الحجم الكلي للقشرة. فهذه الصخور تمثل ملاءةً رقيقة فقط فوق قشرة مكوّنة بصورة رئيسة من صخور نارية ومتحولة.

تترسب الصخور الرسوبية في طبقات Strata مشكلةً بنية مميزة تدعى التطبق bedding. وتقدم دراسة الصخور الرسوبية معلومات هامة تحت سطح الأرض، وبخاصة معلومات تتعلق بالثروات الطبيعية وأهمها النفط والغاز والفحم، وكذلك بالخامات المعدنية واللامعدنية ، إضافة إلى أهم الثروات على الإطلاق وهي الماء. إن دراسة متتالية لطبقات صخور رسوبية هي المصدر الرئيس لمعرفة تاريخ الأرض بشكل علمي بما تتضمنه من الجغرافية القديمة، والمناخ القديم، وتاريخ الحياة. وعلم الترسيب هو علم يعني بدراسة خصائص ومنشأ الصخور الرسوبية وهو جزء من كل من علمي الجيولوجيا والجغرافيا الفيزيائية.

تقسم الصخور الرسوبية وفقاً لطريقة نشأتها إلى:

1. صخور رسوبية ميكانيكية المنشأ: وهي صخور نتجت عن تفتت ونقل وترسيب فتات الصور الأولية (نارية، متحولة ورسوبية)ومثالها الحجر الرملي والكونغلوميرا.
2. صخور رسوبية كيميائيّة المنشأ: صخور ترسبت من مواد كانت ذائبة في المياه نتيجة انخفاض درجة الحرارة أو الضغط أو عبر تفاعلات كيميائيّة ومن أمثلتها الجص والملح الصخري.

Youssef Radwan

3. صخور رسوبية عضوية المنشأ: صخور رسوبية نتجت عن تراكم البقايا النباتية والحيوانية والتي تصلبت لاحقاً ومن أمثلتها الحجر الكلسي القوقعي والفحم الحجري، والفوسفات.

يلخص الجدولان الآتيان الصخور الرسوبية الميكانيكية المنشأ

اسم الصخر	بيئة الترسيب	التركيب الفلزي	النسيج		
كونغلوميرا	مياه بحرية ضحلة	قطع صخرية	مستديرة الحواف	كبيرة الحبيبات	حبيبات خشنة > 2 مم
بريشيا	خلجان مقفولة، مياه بحرية ضحلة قريبة من المصدر		زاويّة الحواف		
رمل Sand	شواطئ بحرية، كثبان رملية	كوارتز	مستديرة الحواف	متوسطة حجم الحبيبات	تتراوح أبعاد الحبيبات بين 2 إلى 1/16 مم
حجر رملي Sandstone	شواطئ بحرية	كوارتز + فلزات أخرى			
حجر رملي كلسي Calcitic Sandstone	شواطئ بحرية أو نهرية	كوارتز + كربونات كالسيوم كمادة لاحمة			
حجر رملي حديدي Ferruginous Sandstone	شواطئ بحرية أو بحيرية	كوارتز + أكاسيد حديد كمادة لاحمة			
حجر رملي سيليسي Siliceous Sandstone	وسط مائي	كوارتز + سيليكا ثانوية كمادة لاحمة			
حجر الطاحون Gritstone	بحرية ضحلة	كوارتز	زاويّة الحواف		
أركوز Arkose	بحرية ضحلة	كوارتز + ≤ 25% فلدسبات			
غريواكي Greywacke	بحرية ضحلة أو قارية	كوارتز + 50 – 75 % بيوتايت + هورنبلاند + فلدسبات			
حجر الطين (الوحل) Mudstone	بحرية عميقة	كوارتز + فلزات الغضار	مستديرة الحواف عموماً	دقيقة الحبيبات	أبعاد الحبيبات < 1/16 مم ناعم الملمس كتلي
حجر غرين Siltstone	بحرية عميقة	كوارتز + فلزات الغضار			أبعاد الحبيبات بين 1/16 مم إلى 1/256 مم
غضار صلصالClaystone	بحرية عميقة	فلزات الغضار + 15% ماء			أبعاد الحبيبات < 1/256 مم ناعم الملمس كتلي
طفل Shale	بحرية عميقة	فلزات الغضار			أبعاد الحبيبات < 1/256 مم ناعم الملمس متورّق

Youssef Radwan

			تركيب الصخور الميكانيكية				
			لا كلسية			**كلسية**	
		حبيبات	معظمها كوارتز	كوارتز + فلدسبات	كوارتز + بيوتايت + هورنبلاند + فلدسبات	كالسايت + دولومايت	
		قالب	مختلف، لا يوجد	مختلف، لا يوجد	مختلف، لا يوجد	طين، طفل، كلس	
		مادة لاحمة	مختلف، لا يوجد	مختلف، لا يوجد	مختلف، لا يوجد	كلسي	
Texture نسيج	**ميكانيكية**	حصى خشنة > 2 مم	كونغلوميرا كوارتز بريشيا كوارتز	كونغلوميرا أركوز بريشيا أركوز	كونغلوميرا غريواك بريشيا غريواك	كونغلوميرا كلس دولوميت بريشيا كلس ودولوميت حجر كلسي خشن	فتات صخري وفرفعي وفلزات محلية أو منقولة، ونواتج تجوية (فلزات غضار)، وبقايا مختلفة، تترسب ثم تتماسك إما نتيجة الضغط المطبق عليها بسبب ثقل الرسوبات التي تعلوها، أو لوجود مادة لاحمة. أصل الرواسب
		رمل من 1/16 مم إلى 2 مم	حجر رملي حديدي حجر رملي كلسي حجر رملي سيليسي	حجر رملي فلدسباتي فلدسبات ≤ 15% حجر رملي أركوزي فلدسبات ≤ 25%	غريواكي داكنة اللون بسبب وفرة الفلزات الداكنة	حجر كلسي ودولوميتي متوسط	
		سلت من 1/256 مم إلى 1/16 مم	حجر غرين Siltstone حجر الطين (الوحل) Mudstone			حجر كلسي ودولوميتي ناعم	
		طين (وحل) < 1/256 مم	غضار صلصالClaystone طفل Shale			حوار (قواقع وحيدات الخلية)	
	كيميائية متبلورة	خشنة أو متوسطة أو دقيقة أو عديمة التبلور	صوان Flint (سيليكا متبلورة وغير متبلورة). ظر Chert صوان به شوائب كلسية	هيماتيت، ليمونيت بعضها بيوضي oolitic hematite	جص، أنهدرايت، هالايت	حجر كلسي ودولوميتي متوسط إلى خشن، بعضها أووليتي oolitic limestone، ترافيرتين	ترسب الأملاح المنحلة في مياه أحواض مغلقة أو في مياه ضحلة بتأثير ازدياد التركيز وسيادة التبخر.
			سيليسية	**حديدية**	**ملحية**	**كلسية**	
			تركيب المادة المتبلورة				

Youssef Radwan

يلخص الجدول الآتي الصخور الرسوبية الكيميائية المنشأ

اسم الصخر	تركيب كيميائي	النسيج	بيئة الترسيب
حجر كلسي متبلور crystalized LS	$CaCO_3$	خشن إلى متوسط الحبيبات	مياه بحرية أو بحيرية
حجر كلسي بيوضي oolitic LS	$CaCO_3$	تجمعات بيوض	مياه بحرية ضحلة أو بحيرية
حجر كلسي مستحاثي fossiliferous LS	$CaCO_3$	تجمعات قواقع مستحاثات على أرضية من كربونات الكالسيوم	مياه بحرية
ترافيرتين travertine	$CaCO_3$	دقيق إلى متوسط الحبيبات	حول الينابيع الحارة (قاري)
ستالاكتايت stalaktite	$CaCO_3$	خشن إلى دقيق الحبيبات	سقوف الكهوف (قاري)
ستالاغمايت stalagmite	$CaCO_3$	خشن إلى دقيق الحبيبات	أرضيات الكهوف (قاري)
دولومايت dolomite	$Ca,Mg\ (CO_3)_2$	خشن إلى متوسط الحبيبات وأحياناً على هيئة بلورات معينية واضحة	مياه بحرية أو بالإحلال في الحجر الكلسي على القارة

يلخص الجدول الآتي الصخور الرسوبية العضوية المنشأ

صفات	رسوبات حيوانية Animal deposits						رسوبات نباتية Plant deposits		
نسيج	أصداف مجهرية (فورامينيفيرا)	هياكل مرجانية ملتحمة جيداً	قواقع وحطام قواقع مفككة	عظام وحطام قواقع أسماك	إفرازات طيور	هياكل راديولاريا ضعيفة التماسك	ليفي هش	ليفي متوسط الصلابة	كتلي صلب
تركيب	كالسايت	كالسايت	كالسايت	فوسفات كالسيوم	مواد عضوية معقدة	سيليكا silica	55 % كربون ألياف خشنة	55 - 72 % كربون ألياف	93 - 98 % كربون ألياف
اسم الصخر	حوار Chalk	حجر كلسي مرجاني Coral LS	كوكينا Coquina LS	فوسفات Phosphate	غوانو كوبرولايت	وحل راديولاريتي Rad. Ooze	خث Peat	لغنايت Legnite	أنتراسيت Anthrasite

طريقة التعرف على الصخور الرسوبية:

تحديد ما إذا كانت العينة صخراً كلسياً أم لا وذلك بتنقيط حمض كلور الماء وملاحظة حدوث فوران.

تحديد نسيج الصخر وملاحظة وجود تركيب متميز مثل التطبق، التطبق المتصالب.

تحديد حجم الحبيبات والنسيج بين الحبيبي.

أ – بالنسبة للصخور الكلسية المتبلورة: تحديد كبر البلّورات (كبيرة، متوسطة) أما الصخور ذات النسيج الدقيق فيصعب تمييز حجم بلّوراتها لنعومتها.

Youssef Radwan

ب – بالنسبة للصخور الكلسية الميكانيكية: تحديد حجم مكوناتها (كونغلوميراتي، متوسط، رملي، سلتي، غضاري).

جـ - بالنسبة للصخور غير الكلسية المتبلورة: لا يلزم تحديد حجم الحبيبات أو النسيج بين الحبيبي.

د – بالنسبة للصخور غير الكلسية الميكانيكية: تحديد ما إذا كانت الحبيبات ذات حجم كونغلوميراتي، حصوي، رملي، طيني بالعين المجردة وباللمس.

المواد المستخدمة في الجلسة:

صخور رسوبية متنوعة، عدسة مكبرة، مقياس موس، سكين، قطعة نقود نحاسية.

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. ما هي عوامل تشكل الرسوبات؟
2. ما أهم بنية مميزة في الصخور الرسوبية؟
3. ما أهمية دراسة الصخور الرسوبية؟
4. ماهو معيار تصنيف الصخور الرسوبية؟ وما هي أقسامها؟

Youssef Radwan

الجلسة الحادية عشرة

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

نظراً للأهمية الكبيرة للصخور الرسوبية بالنسبة لهندسة البترول لكونها تمثل الصخور الأم والصخور الخازنة للنفط والغاز، فقد خصصت جلستان عمليتان للتعرف على كمٍ أكبر من الصخور الرسوبية.

المواد المستخدمة في الجلسة:

حدّد آخر من عينات صخور رسوبية متنوعة، عدسة مكبرة، مقياس موس، سكين، قطعة نقود نحاسية.

حدّد الصخور المعطاة لك بناء على المعايير التي شرحت في الجلسة السابقة وصنفها في جدول وفق منشئها.

Youssef Radwan

الجلسة الثانية عشرة

مبادئ في علم الخرائط

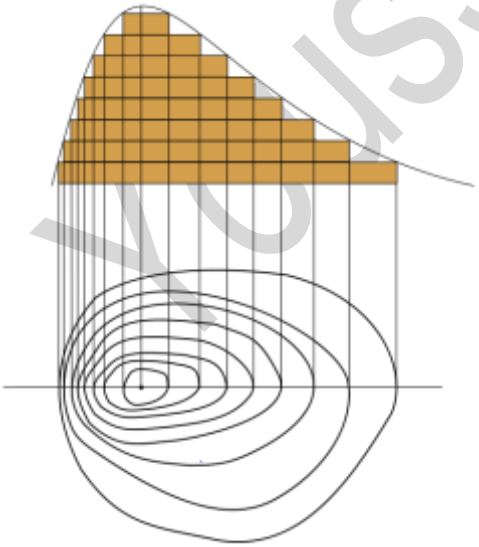
Principles of Cartography

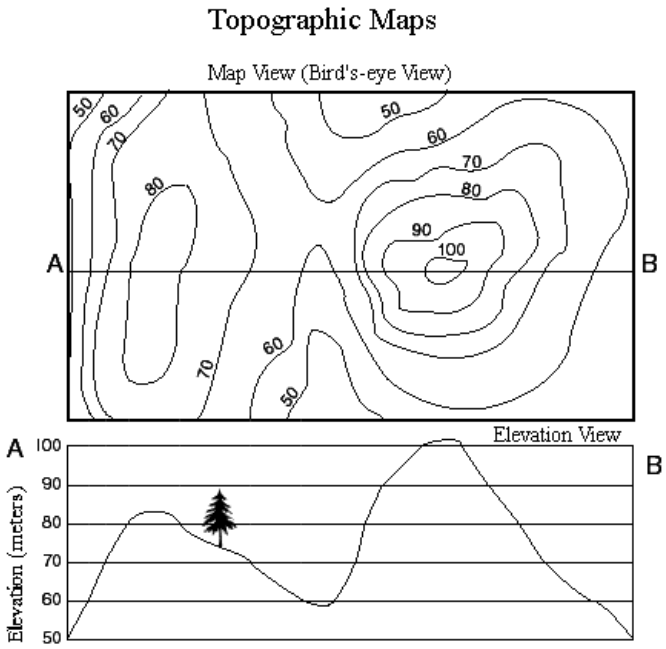
منحنيات التسوية (خطوط التسوية): Contour lines (isolines, isopleths, isorithm) خطوط على الخريطة منحنية عموماً تصل مابين نقاط تقع على نفس الارتفاع للتعبير على الخريطة عن الطبوغرافيا أو التضاريس، حيث تظهر ارتفاع الأرض بالأمتار (الأقدام) فوق مستوٍ محدّد كمتوسط مستوى البحر (M.S.L.) وترسم بفرق ارتفاع فيما بينها مناسب ومرغوب. وهي تمثل تقاطع سطح حقيقي أو افتراضي مع مستوٍ أفقي أو أكثر.

المقطع الطبوغرافي:

منظر لمقطع عرضي عبر جزء من خريطة طبوغرافية على امتداد خط، فلو افترضنا أنك استطعت أن تقتطع شريحة لجزء من الأرض وتسحبها خارجاً وتنظر لجانبها المقتطع فسيكون ما ستراه هو مقطع طبوغرافي.

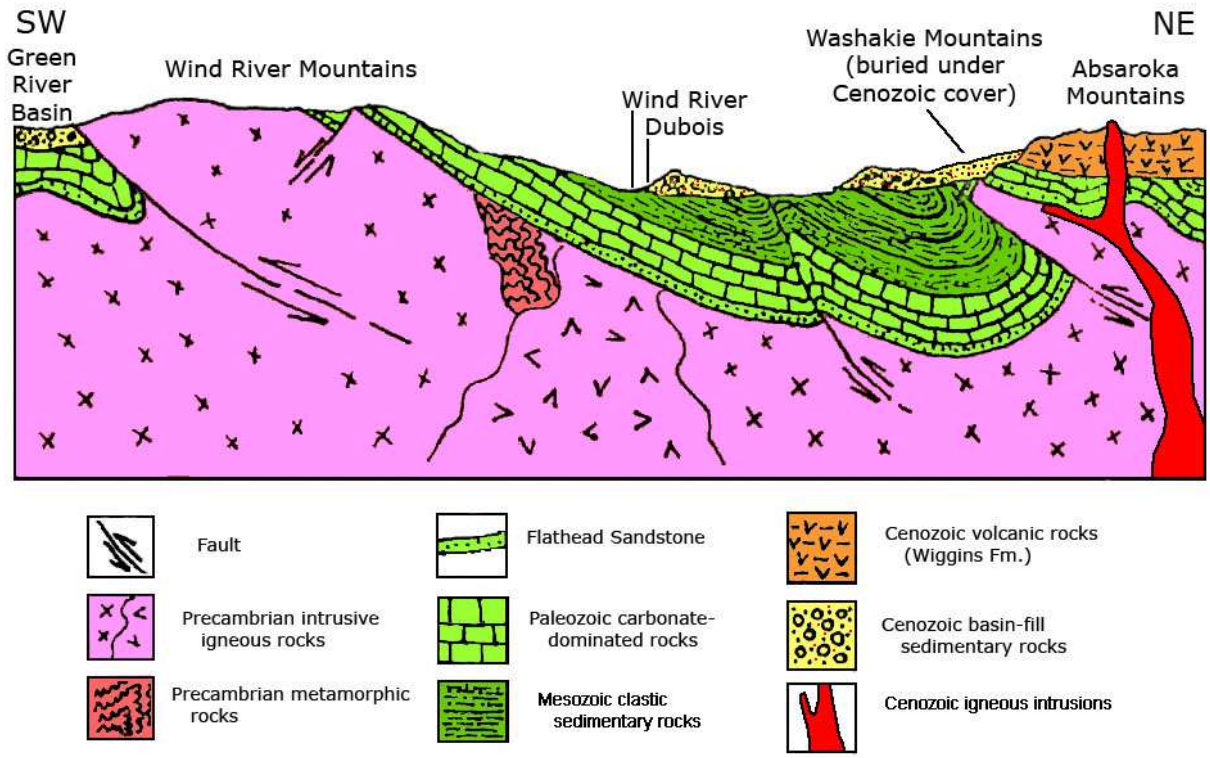
المقطع الجيولوجي:





Youssef Radwan

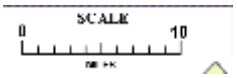
مقطع شاقولي لجزء من قشرة الأرض اعتباراً من سطح الأرض إلى عمق محدد، ينجز بادئ الأمر كمقطع طبوغرافي على خريطة جيولوجية وتحمل عليه معطيات هذه الخريطة وقد يضاف إليها معطيات العمل الحقلي ومعطيات الأعمال المنجمية ومعطيات الآبار وومعطيات التحريات الجيوفيزيائية وغيرها. وتنجز المقاطع الجيولوجية بشكلٍ عمودي على البنى الجيولوجية على امتداد خطوط مستقيمة أو متكسرة، بمقياس الخريطة التي رسم منها، ويسجل عليها موقع المقطع واتجاهه وتركيب التشكيلات الصخرية التي يخترقها وأعمارها.



Generalized northeast to southwest cross section of the Wind River Mountains, Wind River Basin, Washakie Mountains, and southern Absaroka Mountains through Dubois, Wyoming.

مقياس الخريطة: هو نسبة المسافة على الخريطة إلى نفس المسافة على الأرض ويعطى إما رقمياً أو خطياً.

1:25000



أنواع الخرائط: هناك أنواع عديدة من الخرائط منها

1. خرائط طبوغرافية
2. خرائط جيولوجية
3. بنيوية (تركيبية)

4. خرائط جيومورفولوجية
5. خرائط ثروة معدنية
6. خرائط تساوي الثخانات الحقيقية (إيزوباك)
7. خرائط تساوي الثخانات الظاهرية (إيزوكور)
8. وغيرها الكثير، وقد ساعد نظام GIS على إنتاج خرائط المواضيع لتطبيقات متنوعة للغاية.

المواد المستخدمة في الجلسة:

خرائط متنوعة، إضافة إلى أشكال معدة بواسطة نظام GIS.

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. عرف منحنيات التسوية؟
2. ما هو المقطع الطبوغرافي؟
3. ماهو المقطع الجيولوجي؟
4. ما أهمية خرائط الثخانات الحقيقية (إيزوباك) لمهندسي البترول؟
5. ما أهمية خرائط الثخانات الظاهرية (إيزوكور) لمهندسي البترول؟
6. كيف يمكنك كمهندس بترول الإستفادة من نظام GIS؟

Youssef Radwan

الجلسة الثالثة عشرة

نظام تحديد المواقع العالمي
Global Positioning System (GPS)

إن القدرة على معرفة المكان الذي تقف فيه وتحديد وجهة السير أمر حيوي وهام في المسوحات الجيولوجية والاستكشاف البترولي وفي العديد من الأنشطة الحياتية اليومية.
وقد دأب التقنيون على تطوير ورفع سوية دقة التقانات وأجهزة المسح الجيوديزي وتحديد المكان أو منحى التوجه.
وقد استطاعت تقنية مبتكرة في عصر الأقمار الصنعية أن تغير وبشكل جذري ومتطور وعالي الدقة من أسلوب هذا التحديد هي تقنية نظام تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System(GPS.
لقد طُوّرت وزارة الدفاع الأمريكية هذا النظام كأسلوب اهتداء وتحديد مواقع على مستوى العالم يقوم على الإستعانة بـ 24 تابع صنعي تدور في مدارات عالية حول الأرض. تستخدم مستقبلات GPS على الأرض هذه التوابع كنقاط مرجعية في حساب إحداثيات مواقع مجهولة الإحداثيات بدقة متر واحد تقريبا وذلك عبر استقبال وتحليل الإشارات المستقبلة منها.
تطور GPS ليصبح نظاماً ملاحياً لتحديد المواقع ومناحي التوجه عالي الموثوقية أبرز ميزاته:

1. قدراته الفنية العالية جداً في الحصول على المعلومات الجغرافية الضرورية لتحديد المواقع ووضع الخرائط المتنوعة وتحديثها.
2. توفره على مدار الساعة لأيّ مستخدم في أيّ مكان على الكرة الأرضيّة ,
3. اقتصاديته وصغر حجم مسقبلاته مما جعله بمتناول أيّ مستخدم.
4. عدم تأثره بأية تداخلات كهرومغنطيسية إذ أنه صُمّم أصلاً لأغراضٍ دفاعيةٍ.
5. تفاديه للمشاكل المتأتية من المحطات المرجعية الأرضيّة نظراً للإرتفاع الكبير للتوابع الصنعية المرجعية.
6. السرعةٍ العالية جداً في الحصول على المعلومة مما يوفر المال والزمن والجهد, وعليه فإن أعمال المسح التي كانت تنفذها فرق متخصصة خلال أسابيع يمكن لها أن تنجز الآن بيومٍ واحد.
7. إتساع دائرة مستثمري GPS لتشمل العلماء , الرياضيين, المزارعين, ضباط الأحراج المراعي, القوات المسلحة, الملاحة البحرية والجوية, الدفاع المدني.
8. ظهور أجيال جديدة من مستقبلات GPSفائقة الدقة مما مكّن من بلوغ دقة سنتمترات بل ميليمترات.

مستقبلات GPS شائعة الاستخدام مستقبلات GPSفائقة الدقّة

Youssef Radwan

الجلسة الرابعة عشرة

نظام المعلومات الجغرافي
Geographic Information System

نظام المعلومات الجغرافي GIS هو نظام قوي وفعّال للغاية لوضع الخرائط بالإستعانة بالحاسب الآلي يقوم بالربط مابين المواقع الجغرافية والمعلومات المتعلقة بها مما يمكّنه من تحليل المعلومات بطرقٍ وأساليب ترتيبٍ وعرضٍ متنوعة ومبتكرة، ومن ثم توقُّع هذه المعلومات على خرائطٍ تبين مواقعها تبعاً للروابط فيما بينها.
يستطيع GISنتيجة تعامله المرن والمتزامن مع معلومات مختلفة أن يقوم بـ :

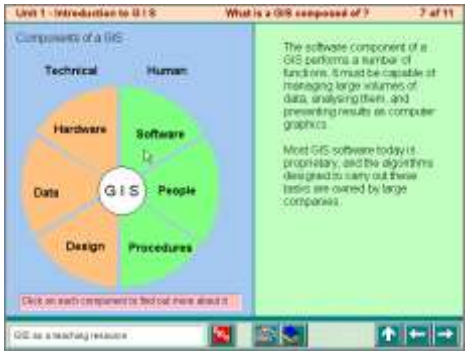
1. إعادة تنظيم المعلومات.
2. اكتشاف أمور جديدة
3. إيجاد حلول واقترحات منطقية
4. التزود بمعلومات جديدة مستنتجة

مما يعطيه فرصاً واسعة لعرض المعلومات للآخرين عبر جداولٍ وبياناتٍ وخرائط متنوعة بسيطة لعموم المستفيدين من هذا النظام، وأخرى متخصصة للأخصائيين بمقاييس ومعايير وبرموز وبألوان وبنصوص وبرتب وبصفوف تصنيف مناسبة.

آلية عمل GIS

1. حفظ كل المعلومات التي تصف القسمات في قاعدة بيانات تدعى: صفات attributesتتكوّن من أعمدة وصفوف مرتبة في جداول.
2. يربط كل قسمة feature في الخريطة مع الصفة المميزة لها، مما يمكن من إيجاد أي قسمة بناءً على صفة محددة بسرعة كبيرةمع ملاحظة أنّه بتغيير أية صفة من الصفات المطلوب البحث عنها يقوم الحاسب بتغير الخريطة اوتوماتيكياً. وتستخدم النقاط والخطوط والمساحات والرموز والكلمات لإظهار العلاقات مابين هذه القسمات على الخرائط كما هي عليه في الطبيعة.ويحدّد مقياس الخريطة حجم هذه القسمات وتبعاً لذلك يتغير حجم هذه الأخيرة بتغير المقياس.
3. يربط مابين القسمات والصفات عبر وحدة تدعى موضوعاً theme ويمثّل مجموع المواضيع كلها مع بعضها بعضاً قاعدة بيانات databaseنظام المعلومات الجغرافي.

ويمتاز تصميم قاعدة البيانات بقوته نظراً للمرونة الفائقة التي يتمتّع بها. وتحدّد كيفية التعامل مع قاعدة بيانات GIS مدى تنّوع التصاميم المختلفة للخرائط الناتجة. ومما لاشكّ فيه أنّ البيانات عاملٌ أساسيٌّ وهامٌّ جدّاً في أيّ مشروع GIS منفذ، لذا كان لزاماً على القائم على تنفيذ مشروع GIS أن يحدّد:



Youssef Radwan

1. نوع البيانات
2. كيفية تقييم البيانات ومجالات استخدامها
3. مكان وجود البيانات.
4. كيفية عرض البيانات: جدولياً / مكانياً عبر نظام إحداثيات / عبر صور ممسوحة / عبر صور فضائية / عبر صور رقمية / أو عبر مخططات.

Youssef Radwan