



وزارة التربية  
التوجيه الفني العام للعلوم  
اللجنة الفنية المشتركة لمشرفي المختبرات



# المهارات الفنية اللازمة للعمل في مختبرات الجيولوجيا للعام الدراسي ٢٠١٨-٢٠١٩



م	الموضوع	ص
١	المقدمة	٣
٢	مفهوم الأمن والسلامة في المختبرات وأهدافها	٤
٣	تنظيم وترتيب الأدوات والمواد الخاصة بمادة الجيولوجيا	٦
٤□	أولا : المعادن	٧
٥□	ثانيا: طرق تصنيف المعادن حسب خواصها الفيزيائية	٨
٦□	أهم صفاته المميزة لها حسب جداول التصنيف	٩
٧□	صور لبعض المعادن	١٠
٨□	ثانيا: الصخور	٢٠
٩□	أهم الصخور وصفاتها المميزة	٢٥
٨□	الاحافير	٣٤
٩□	الوسائل التعليمية المقترحة لمنهج الجيولوجيا	٣٥
١٠	أجهزة الجيولوجيا الحديثة واستخداماتها ٣٣	٣٩
11□	المراجع	٤١

## المقدمة

إيمان الوزارة ممثلة بالتوجيه الفني للعلوم بالدور الكبير الذي يلقيه محضر العلوم في إنجاح الدروس العملية التي تشكل العمود الفقاري للأسلوب العملي المبني أساسا على الملاحظة والتجريب .

إن العلوم لم تصل إلى ما وصلت إليه إلا باعتمادها أسلوب التجريب ، وأن تكنولوجيا اليوم هي تكنولوجيا العلم وعليه فإن اليوم إذا لم تتطلع لصعود درجات أكثر وأعلى في سلم التكنولوجيا إنجاب المزيد من العلماء والمزيد من ذوي العقول النيرة من أبنائها ، وإن هذا التطوع لا يمكن تحقيقه إلا من خلال التربية العملية أي المخبرية ، ومن أجل ذلك قامت الوزارة بتزويد المدرسة بالمختبرات ومستلزماتها في ضوء المناهج المدرسية وكذلك اعتمدت إلى تعيين فني المختبر المناسب لكي يكون الساعد الأيمن للمدرس في تحقيق الأهداف المرجوة .

مما سبق عزيز المحضر فإنك تشعر قطعاً بأنك جزء بل ركن مهم من أركان التدريب العملي كما تشعر بأنك أحد عناصر المنهج المدرسي الذي يشمل المدرس والطالب والكتاب المقرر والبيئة المدرسية ككل بما فيها من مختبرات ومكتبة وحديقة وأية مرافق أخرى ذات صلة مباشرة أو غير مباشرة بمناهج العلوم ومن أجل أن تؤدي دورك في التربية العلمية والعملية على أكمل وجه ولتحقيق الأهداف العامة والخاصة في تدريس العلوم نود هنا أن نبين الأعمال والواجبات الفنية لكي تكون دستور عملك في المختبر والمدرسة .

## **أولا : مفهوم الأمن والسلامة في المختبرات وأهدافها**

اتسع مفهوم الامن والسلامة للعمل في مختبرات العلوم ليشمل الاهتمام ثلاثه ركائز تشترك في منظومة العمل داخل المختبرات وهي :

- ١- الأفراد العاملين في المختبرات (معلم – محضر علوم متعلم – عامل التنظيف )
  - ٢- الأجهزة والادوات والمواد المتداولة في المختبرات .
  - ٣- الانشاءات والتجهيزات الثابتة بالمختبرات .
- ولكي نكتمل الحلقات ونصل الي ما نصبو اليه في هذا المجال يجب الاهتمام بأمن وسلامة العناصر الثلاثة معا:

### **١- توفير الأمن والسلامة للأفراد العاملين في المختبرات :**

من الأسباب الرئيسية لمعظم الحوادث التي تحدث في المختبرات الي الخطأ البشري ،وعلى الرغم من الجهود المبذولة من أجل زيادة الوعي بأهمية اتباع برامج السلامة أثناء العمل وبعدم وجود اهتمام والحرص من قبل الفرد نفسه ،سوف تتحول هذه التجهيزات والمعدات الي أصناف راکدة محفوظة في الخزانات .

### **٢- توفير الأمن والسلامة للأجهزة والأدوات :**

يجب المحافظة على الأجهزة والأدوات في حالة صالحة للعمل بكفاءة بصفة مستمرة ،فالاستخدام السيئ يؤدي الي تلف هذه الأجهزة والادوات وقد يسبب أضرار للشخص الذي يستعملها ،كما للصيانة دورا أساسيا في الاحتفاظ بالأجهزة صالحة للعمل لفترات طويلة ،وأيضا يجب قراءة النشرات الخاصة بطرية استخدام هذه الأجهزة مع الحرص على اجراء الصيانة المطلوبة لها .

### **٣- توفير الأمن والسلامة للإنشاءات والتجهيزات الثابتة :**

نعني بذلك الانشاءات والتجهيزات الثابتة من تمديدات ماء وكهرباء وغاز وطاولات .....الخ مما لاشك فيه أن التصميم الذي يوفر شروط الأمن والسلامة يسهم بشكل فعال في توفير بيئة آمنة للعمل داخل المختبرات ويجب متابعة الصيانة الدورية الفعالة للتجهيزات الثابتة في تهيئة الظروف المناسبة للعمل الأمن .

## ثانياً: الأمن والسلامة في مختبرات الجيولوجيا

بالرغم من أن مادة الجيولوجيا تبدو أكثر العلوم أماناً إلا الأمر لا يخلو من الحاجة إلى مراعاة بعض احتياجات الأمن والسلامة ، فهناك بعض المعادن تحتوي علي عناصر مشعة مثل معدن المونازيت الذي يحتوي علي عناصر الثوريوم المشع وبعض المعادن تكون ساما مثل :الجالينا ،والملاكيت ،والأزوريت .  
وهناك الحواف الحادة للصخور التي تسبب جروحا إذا تم تداولها بإهمال ، والمطارق الجيولوجيا التي تستخدم في تكسير الكتل الصخرية والتي قد يسبب الإهمال في استخدامها إصابات مختلفة .

ومن هذا المنطلق فإننا نورد هنا لبعض الإرشادات التي يجب إتباعها في الدراسة العملية لمادة الجيولوجيا ، كما يلي :

- ١) يجب أن تحفظ المعادن المشعة في العلب الرصاصية المعدة لهذا الغرض مع عدم مسك العينات باليد .
- ٢) يجب الحرص عند فحص العينات ذات الحواف الحادة .
- ٣) يجب عدم تذوق أي عينة إلا بتعليمات من المدرس .
- ٤) يجب الحرص عند استخدام المطارق الجيولوجيا .
- ٥) يجب أن يكون أن لكل عينة بلاستيكية تحتوي علي جميع البيانات الخاصة بالعينة كما يجب يكون علي العينة نفسها رقم خاص وليكن رقم الصنف بالمخزن .
- ٦) يجب عدم إخراج العينات من عليها لضرورة الفحص علي أن تعاد العينة إلي مكانها بعد الانتهاء من الفحص مباشرة .
- ٧) يجب توفر في المختبرات وغرف التحضير (مطفأة حريق - سطل رمل أحمر - صندوق اسعافات أولية - جرس اندار أو كاشف دخان - إرشادات الأمن والسلامة - خطة الإخلاء والتخطيط الأرضي)

### ملاحظة هامة:-

- ❖ يجب الحرص علي عدم اختلاط العينات الجيولوجيا إذا أنه يصعب فصلها خاصة إذا تشابهت في المظهر الخارجي .
- ❖ بعض العينات تكون محمولة علي قطعة من الصخر ، فيجب التنبيه إلي أن المقصود دراسته هو العينة الصغيرة المحمولة وليست الصخرة الحاملة .

## تنظيم وترتيب الأدوات والمواد الخاصة بمادة الجيولوجيا

### محتويات غرفة تحضير الجيولوجيا :

- ١- حوامل للخرائط لتعليق المصورات والخرائط .
  - ٢- خزائن ذات واجهة زجاجية لعرض الصخور والمعادن المختلفة .
  - ٣- خزائن ذات واجهة زجاجية لعرض عينات الصخور والمعادن والأحافير من الكويت .
- ويراعي أن يتم تصنيف المعادن والصخور والأحافير حسب الأصول المتبعة في تقسيم هذه العينات .

### طرق ترتيب مواد الجيولوجيا في مختبر العلوم

توجد عدة طرق لترتيب مواد الجيولوجيا في المختبر فقد ترتب حسب التركيب الكيميائي أو الأهمية الصناعية أو المنشأ أو التشابه في **الخواص الطبيعية** ، كالتالي :-

## أولا : المعادن MINERALS

- أ) تصنيف المعادن حسب خواصها الكيميائية :
- ب) يفضل ترتيبها تبعا للتركيب الكيميائي على النحو التالي :
- ملاحظات :-

الرقم	المعادن	اسم الصنف
١	مجموعة المعادن العنصرية Native Elements	الذهب - البلاتين - الجرافيت - الكبريت - نحاس - الفضة
٢	(الكبريتيدات) Sulfide	البيريت - الجالينا
٣	مجموعة الأكاسيد Oxide والهيدروكسيدات Hydroxide	الهيمايت - البوكسيت - الماجنيت - كوبريت - ليمونيت - الكروندم
٤	مجموعة الهاليت (الهاليدات) Halide	مثل : الهاليت - الفلوريت .
٥	مجموعة الفوسفات Phosphate	مثل : الأباتيت - المونازيت
٦	مجموعة الكربونات Carbonate	الكالسيت - الدولوميت - الملاكييت - الأراجونيت - أزوريت .
٧	معادن كبريتات Sulfate	الجبس - الباريت - وانهدريت - سينابر - كاكوبيريت - مركزيت .
٨	مجموعة السليكات : Silicate Minerals	الارثوكليز - - توباز - الكوارتز - الزركون - التورمالين .
		معادن الميكا مثل : (البیوتایت - الموسكوفيت) .
		معادن الفلسبار مثل : (الأوليغوكليز - البلاجيوكليز) معادن الكوارتز .

يكتب علي كل عينة رقم الصنف ((وهو رقمها في مخازن الترتيب)).

توضع كل عينة في علبة من البلاستيك عليها بطاقة يسجل البيانات عليها رقم  
العينة وأسمها.

## ثانيا: طرق تصنيف المعادن حسب خواصها الفيزيائية

الخواص الضوئية :

أولا : اللون :

### ❖ معادن ألوانها ثابتة :

م	المعدن	اللون	م	المعدن	اللون
١	الملاكييت	أخضر	٤	أزوريت	أزرق
٢	ماجنتيت	أسود	٥	سينابار	أحمر قاني
٣	الكبريت	أصفر	٦	يبريت	أصفر نحاسي

### ❖ معادن ألوانها متغيرة :

- ١- معادن تحوي شوائب أو مواد ملونة (الكوارتز شفافة مثل الهاليت)
- ٢- معادن تختلف ألوانها إذا دخلت أيونات العناصر التالي في تركيبها (الحديد – الكوبلت – النيكل – النحاس – الكروم – المنجنيز – التيتانيوم – الغانديوم)
- ٣- تكافؤ العناصر المكونة للمعدن (حديدوز / أخضر - حديديك / أصفر أو بني أو أحمر)
- ٤- نوع الرابطة الكيميائية التي تربط الأيونات أو الذرات (الألماس / عديم اللون، رابطة تساهمية – الجرافيت / أسود ، رابطتان تساهميتان في نفس الصفيحة ورابطة فان درفال بين الصفائح) .

### ثانيا : تلاعب الألوان : play of colour

- الألماس .
- اللابر دورايت .
- شبه معدن الأوبال (اللاألة) .

### ثالثا : التلوه : luminescence

تحول الأشعة فوق البنفسجية والسينية إلى لون :

١. الأزرق / فلورايت .
٢. الأحمر / كالسيت .
٣. الأصفر / ملاكييت .
٤. الأخضر / دولوميتو (ويلمنيت) .



#### رابعاً : المخدش أو المحك : streak

١) معادن مخدشها مشابه لونها الأصلي .

٢) معادن مخدشها يختلف عن لونها الأصلي مثل :

الرقم	المعدن	اللون	المخدش
١	يبريت	أصفر نحاسي	أسود
٢	ماجنيت	سوداء	أسود
٣	ماجنيت	سوداء	أحمر
٤	لليموليت	سوداء	بني مائل إلى الأصفر

#### خامساً : البريق : luster

تصنف المعادن إلى :

الرقم	بريق فلزي	م	بريق لافلزي
١	الذهب	١	بريق زجاجي (كوارتز - كالسيت)
٢	الفضة	٢	بريق صمغي (كبريت)
٣	البيرايت	٣	بريق لؤلؤي (التلك)
٤	الجالينا	٤	بريق حريري (جبس ساتان - الاسبيستوس)
٥	الأماس	٥	بريق ماسي (الأماس)

## الخواص التماسكية :

يمكن تصنيف المعادن كالآتي:

أولا : صلادة المعدن: hardness

تصنف المعادن على حسب صلابتها باستخدام مقياس ((موهس)) للصلادة ، وهو مكون من عشرة معادن مرتبة تصاعديا من الأقل صلادة الي الأعلى صلادة :

الترج	المعدن
١	تلك talc
٢	جبس Gypsum
٣	كالسيت Calcite
٤	فلوريت Fluorite
٥	أباتيت Apatite
٦	أرثوكليز Orthoclase
٧	كوارتز Quartz
٨	توباز Topaz
٩	كوراندوم Corundum
١٠	ماس Diamond

- ويمكن اختبار المعادن عمليا باستخدام (الأظفار – نصل سكين – زجاج النافذة)

ثانيا : التشقق والانفصام :

تصنف المعادن إلى :

١. معادن تشقق في اتجاه واحد ( الميكا ) .
٢. معادن تشقق في عدة اتجاهات : أ) اتجاهين متعامدين (البيروكسين)  
ب) اتجاهين غير متعامدين (الأمفيبول)  
ج) ثلاثة اتجاهات متعامدة (هاليت)  
د) ثلاثة اتجاهات غير متعامدة (كالسيت)

## ثالثا : المكسر : Fracture

تصنف المعادن إلى :

١. معادن ذات مكسر مستو (السطح الناتج أملس تماما) .
٢. معادن ذات مكسر غير مستو .
٣. معادن مكسرها محاري (كوارتز) .

**ويمكن تصنيف المعادن إلى :**

## ١. معادن الخامات الفلزية :

- (أ) معادن خامات الحديد (ماجنتيت - هيماتيت - الليمونيت - السبدرت - البابررت)  
(ب) معادن خامات النحاس (الكوبريت - الكالكوسيت - الكالكوبيرت - الملاكيت)  
(ج) معادن خامات الرصاص (الجالينا)  
(د) معادن خامات الألمونيوم (البوكسيت)  
(هـ) معادن خامات الزئبق (السيناوار)

## ٢. بعض المعادن اللافلزية:

- الكبريت - الجرافيت - الجبس - الانهيدريت - الكالسيت - الهاليت - الفلوريت  
٣. بعض المعادن البانية للصخور:  
كوارتز (بأنواعه) - الفلسبار (ارثوكليز - بلاجيوكليز) - الميكا (موسكوفيت - بيوتات) - الهورنبلند - الأوجيت - الأونفخن.

(معرفة الخواص التماسكية للمعدن)

- ١- نموذج لمحاور بلورية
- ٢- نماذج كرات بلاستيك توضح ترتيب البلورات
- ٣- نماذج للوحدات البنائية ( جاهزة ) .
- ٤- بلورات واضحة التبلور ( كاملة ) مثل: معدن الكوارتز - كالسيت - جالينا - هاليت.
- ٥- بلورات غير واضحة التبلور ( غير كاملة ) مثل : عين القط - العقيق .
- ٦- نماذج مجسمة للبلورات ( بلاستيك جاهزة )
- ٧- جهاز الجونيو متر التماس ( لقياس قيمة الزاوية بين الوجهة في بلورة المعادن ) .

## الأنظمة البلورية:

توجد المعادن في أشكال بلورية مختلفة والبلورة يحدها أسطح ومستويات طبيعية تعرف باسم أوجه البلورة وتتميز بوجود علاقات تماثل معينة. ويمكن تقسيم البلورات عادة إلى سبعة نظم بلورية وذلك على أساس أطوال المحاور البلورية  $a$ ،  $b$ ،  $c$ ، والزوايا البلورية  $\alpha$ ،  $\beta$ ،  $\gamma$ ، والنظم البلورية السبعة هي:

- ١- نظام المكعب: ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية متساوية ومتعامدة. أي إن:  
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$  وتمثل هذا النظام بلورة الألماس.
- ٢- نظام الرباعي: ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية متعامدة، المحوران الأفقيان متساويان والمحور الثالث رأسي وهو أطول وأقصر منهما، أي إن:  
 $\alpha = \beta \neq \gamma$  ويمثل هذا النظام الزيركون.
- ٣- نظام السداسي: ويمتاز هذا النظام بأربعة محاور بلورية، ثلاثة منها أفقية ومتساوية ومتبادلة وتتقاطع في زوايا مقدارها  $120^\circ$  درجة والمحور الرابع رأسي أطول وأقصر منها وعمودي على مستواها، أي إن:  
 $\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$  ويمثل هذا النظام بلورة البيريل.
- ٤- نظام الثلاثي: ويمتاز هذا النظام بأربعة محاور بلورية مثل النظام السداسي. وهما متشابهان من حيث عدد المحاور البلورية وكيفية توزيعها والاختلاف الوحيد بينهما هو أن المحور (ج) في النظام الثلاثي محور تماثل بينما في النظام السداسي محور تماثل سداسي. وتمثل هذا النظام بلورة الكوراندوم.
- ٥- نظام المعيني القائم: ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية غير متساوية ولكنها متعامدة، أي أن:  
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma = 90^\circ$  وتمثل هذا النظام بلورة الكبريت المعين.
- ٦- نظام أحادي الميل: ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور غير متساوي والمحور (ب) عمودي على مستوى أ، ج لكن المحور ميل على مستوي المحورين ب، ج، أي أن:  
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma = 90^\circ$  وتمثل هذا النظام بلورة الأورثوكليز.
- ٧- نظام ثلاثي الميل: ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية غير متساوية وتتقاطع في زوايا غير متساوية أيضا، أي إن:  
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$  ويمثل هذا النظام بلورة الميكروكلين.

م	اسم المعدن	الصفات المميزة بالنظر
١.	كوارتز	شكل سداسي لون ابيض شفاف او بني او وردي
٢.	كالسيت	انكسار مزدوج ( احادي الميل )
٣.	جبس	ملمسه حريري شكله ليفي
٤.	جرافيت	لونه رصاصي ملمسه دهني صابوني خفيف الوزن
٥.	كبريت	لونه اصفر ريحته قوية
٦.	جالينا	ثقيل الوزن وفيه بريق فلزي لونه رصاصي
٧.	بيريت	لونه ذهبي بريقه فلزي مخدشه اسود
٨.	كالكوبيت	فيه لمعة فلزية خفيفة وحبيباته اكبر من البيريت
٩.	هيماتيت	لونه اسود او احمر داكن لانه يحتوي على اكسيد الحديد الثنائي ثقيل الوزن مخدشه احمر او بني محمر
١٠.	ماجنيتيت	ثقيل الوزن لونه اسود لانه يحتوي على اكسيد الحديد الثلاثي دخاني ينجذب للمغناطيس
١١.	كوراندوم	فيروز
١٢.	هاليت	طعمه مالح ( شكله بلوري شفاف لونه ابيض او له الوان زاهية مثل اللون الوردي - اصفر فاتح ) خفيف الوزن
١٣.	مايكا	صفائح سوداء ( ابتيت - مسكوفيت - مايكا بيضاء )
١٤.	اوليفين	ثقيل الوزن - لونه زيتوني
١٥.	فلورايت	لونه اخضر فاتح
١٦.	دولوميت	يتفاعل مع الحمض
١٧.	ارثوكليز	لونه وردي مثل الرخام
١٨.	تلك	ملمسه صابوني صلابته منخفضة
١٩.	ارسينوبيريت	رائحته مثل الثوم عند الحك لونه اصفر داكن
٢٠.	ملاكيت	لونه اخضر واضح ( كربونات النحاس )

## اهم المعادن وصفاتها المميزة

	اسم المعدن	كوارتز
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	شكل سداسي لون ابيض شفاف او بني او وردي

	اسم المعدن	جبس
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	ملمسه حريري شكله ليفي

	اسم المعدن	جرافيت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	لونه رصاصي ملمسه دهني صابوني خفيف الوزن

	كبريت	اسم المعدن
	لا فلز	نوع المعدن
	لونه اصفر ريحته قوية	الصفات المميزة بالنظر

	جالينا	اسم المعدن
	فلز	نوع المعدن
	ثقيل الوزن وفيه بريق فلزي لونه رصاصي	الصفات المميزة بالنظر

	بيريت	اسم المعدن
	فلز	نوع المعدن
	لونه ذهبي بريقه فلزي مخدشه اسود	الصفات المميزة بالنظر



	اسم المعدن	كالكوبيت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	فيه لمعة فلزية خفيفة وحيبياته اكبر من البيريت

	اسم المعدن	هيماتيت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	لونه اسود او احمر داكن لانه يحتوي على اكسيد الحديد الثنائي ثقيل الوزن مخدشه احمر او بني محمر

	اسم المعدن	ماجنيتيت
	نوع المعدن	فلز
	الصفات المميزة بالنظر	ثقليل الوزن لونه اسود لانه يحتوي على اكسيد الحديد الثلاثي دخاني يجذب للمغناطيس



	اسم المعدن	هاليت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	طعمه مالح (شكله بلوري شفاف لونه ابيض اوله الوان زاهية مثل اللون الوردي - اصفر فاتح) خفيف الوزن

	اسم المعدن	مايكا
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	صفائح سوداء (ابتيت - مسكوفيت - مايكا بيضاء)


	اسم المعدن	كوراندوم
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	فيروز

	اسم المعدن	اوليفين
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	ثقيل الوزن - لونه زيتوني

	اسم المعدن	دولوميت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	يتفاعل مع الحمض

	اسم المعدن	ارثوكليز
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	لونه وردي مثل الرخام

	اسم المعدن	تلك
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	ملامسه صابوني صلابته منخفضة

	اسم المعدن	ارسينوبيريت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	رائحته مثل الثوم عند الحك لونه اصفر داكن

	اسم المعدن	مالاكييت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	لونه اخضر واضح (كربونات النحاس)

	اسم المعدن	كالكسيت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	انكسار مزدوج (احادي الميل)

	اسم المعدن	فلورايت
	نوع المعدن	لا فلز
	الصفات المميزة بالنظر	لونه اخضر فاتح

## ثانياً: الصخور Rocks

تصنيف وترتيب الصخور داخل المختبر :

عند بداية تصنيف الصخور (عيناتها المتوفرة المختلفة) داخل المختبر ، يجب أن نقسمها إلى الأنواع الثلاثة الرئيسية (نارية – رسوبية – متحولة) كل في مكان على حدة داخل علب الحفظ البلاستيكية ، ويكتب على كل عينة اسمها ( اسم الصخر )

### وأهم صفاته المميزة لها حسب جداول التصنيف التالية

#### أ) تصنيف الصخور النارية :

يمكن تصنيف عينات الصخور النارية بطريقتين هما :

١- تصنيف الصخور النارية حسب تركيبها الكيميائي والمعدني :-

وهي تعتمد في هذا على أساس نسبة السيلكا ( $SiO_2$ ) الداخلة في تكوين المجما المكونة للصخر ، وتنقسم إلى أربعة أقسام هي

١. صخور نارية حمضية : مثل : **صخور الجرانيت – أوبسيديان – البيومس .**

٢. صخور نارية متوسطة : مثل : **تراكيت – دايوريت – سيانيت – أنديزيت**

٣. صخور نارية قاعدية : مثل : **بازلت – جابرو .**

٤. - صخور نارية فوق قاعدية : مثل : **صخور بريدتيت**

#### ٢- . تصنيف وترتيب الصخور النارية

حسب أماكن تصلبها في الطبيعة إلى ثلاثة أنواع هي:

١- **صخور نارية سطحية .**

٢- **صخور نارية تحت سطحية .**

٣- **صخور نارية جوفية**

ويمكن تصنيف الصخور وتسجيل العينات المتوفرة

حسب الجدول التالي :

م	اسم الصخر	اللون	نسبة السيلكا	تصنيفه الكيمياء	النسيج الصخري المميز	مكان اتصاله	ملاحظات أخرى
١	الجرانيت	حسب العينة	عالية أكثر من ٦٠٪	حمضي	خشن	جوفي	تسجل بمعرفة مدرسو الجيولوجيا مثل التركيب المعدني والوزن النوعي
٢	جرانيت بيوتيت				خشن	جوفي	
٣	أوبسيديان				زجاجي	سطحي	
٤	جرانيت بورفيرى				بورفيرى	تحت سطحي	
٥	ريوليت				دقيق/مجهرى	سطحي	
٦	البيومسي (الحجر الخفاف)				إسفنجي	سطحي	
٧	تراكيت	حسب العينة	متوسطة ٥٢٪ - ٦٠٪	متوسط	بورفيرى	تحت سطحي	
٨	دايوريت				خشن	جوفي	
٩	سيانيت				بورفيرى	تحت سطحي	
١٠	أنديزيت				دقيق	تحت سطحي	
١١	بازلت	حسب العينة	قليلة ٤٥٪ - ٥٢٪	قاعدي	دقيق	تحت سطحي	
١٢	بازلت فقاعي				فقاعي	سطحي	
١٣	جابرو				خشن	جوفي	
١٤	بريدوتيت		أقل من ٤٥٪	فوق قاعدي	خشن	جوفي	

## ت) تصنيف الصخور الرسوبية :

تصنف الصخور الرسوبية إلى ثلاثة أنواع رئيسية حسب نشأتها هي :

١. صخور رسوبية ميكانيكية.

٢. صخور رسوبية عضوية.

٣. صخور رسوبية كيميائية.

وكل نوع من هذه الصخور له صفات مميزة يمكن تسجيلها على كل عينة من العينات

حسب الجدول التالي :

(١) الصخور الرسوبية الميكانيكية :

م	اسم الصخر	اللون	حجم الحبيبات وأشكالها	المسامية	النفاذية	ملاحظات أخرى
١	بريشيا	السبب العينة	كبيرة حادة الحواف	عالية	عالية	تسجل بمعرفة مدرسي الجيولوجيا من المادة اللاحمة، التركيب المعدني، طريقة التماسك
٢	أركوز		متوسطة	عالية	عالية	
٣	حجر رملي سليس		صغيرة	متوسطة	عالية	
٤	حجر رملي حديدي		صغيرة	متوسطة	عالية	
٥	حجر رملي جيري		صغيرة	متوسطة	عالية	
٦	كونجلوميرات		كبيرة مستديرة الحواف	عالية	عالية	
٧	حجر طيني		دقيقة	عالية	ضعيفة	
٨	طين صفحي		دقيقة	عالية	ضعيفة	



(٢) الصخور الرسوبية العضوية :

م	اسم الصخر	اللون	المواد الأساسية المكونة له	صفات أخرى
١	فحم انثراسيت	أسود	كربون من مواد نباتية	
٢	فوسفات	بيج	بقايا عظام الفقاريات	
٣	جوانو	رمادي	بقايا تبرزات الطيور	مركبات نيتروجيني
٤	حجر جيرى عضوي	رمادي	بقايا أصداف الكائنات البحرية	CaCO <sub>3</sub>
٥	حجر جيرى طباشيري	أبيض	بقايا أصداف الكائنات البحرية	CoCa <sub>3</sub>

(٣) الصخور الرسوبية الكيميائية :

م	اسم الصخر	اللون	تركيب الكيميائي المعدني	نسيجه الصخري	ملاحظات أخرى
١	الحجر الجيري الكيميائي	أسود بني أخضر	CaCO <sub>3</sub>	حبيبات دقيقة	تسجل أي صفات أخرى بمعرفة مدرسو الجيولوجيا
٢	الحجر الجيري الحبيبي		CaCO <sub>3</sub> □	بطروخي	
٣	الحجر الجيري دولوميتي		Mg CaCO <sub>3</sub> □	حبيبات دقيقة	
٤	الدولوميت		Mg CaCO <sub>3</sub> □	حبيبات دقيقة	
٥	الانهيدريت		CaSO <sub>4</sub> □	حبيبات دقيقة	
٦	جبس بلوري		CaSO <sub>4.2</sub> H <sub>2</sub> O□	بلورات	
٧	جبس ليفي		CaSO <sub>4.2</sub> H <sub>2</sub> O□	ليفى	
٨	هاليت (ملح الطعام)		NaCl□	بلورات	

### ج. تصنيف الصخور المتحولة :

تصنف الصخور المتحولة حسب نوع النسيج الصخري المميز لكل منها كالتالي:

- صخور متحولة ذات نسيج صخري حبيبي .
- صخور متحولة ذات نسيج صخري صفائحي.

م	اسم الصخر	اللون	النسيج الصخري	عوامل التحول	الصخر الأصلي	ملاحظات أخرى
١	رخام	البيج	حبيبي	الحرارة	حجر جيري	تسجل أي ملاحظات أخرى بمعرفة مدرسو الجيولوجيا
٢	كوارتزيت		حبيبي	الحرارة	حجر رملي	
٣	إردواز		صفائحي	الحرارة والضغط	حجر طيني	
٤	تلك شيست		شيستي	الحرارة والضغط	صخور نارية	
٥	ميكاشيست		شيستي	الحرارة والضغط	صخور نارية	
٦	كلوريت شيست		شيستي	الحرارة والضغط	صخور نارية	
٧	نيس		نيسي	الحرارة والضغط	صخور نارية	

من خلال الجداول السابقة والتي يمكن الاستعانة بها في تصنيف الصخور في مختبر الجيولوجيا ، يمكن تنظيم وضعها على أشكال مجموعات في خزانات الحفظ مما يسهل الحصول عليها أثناء الحصر وعند طلبها لأي غرض ، ومما يسهل ذلك إعداد قوائم بأسماء عينات الصخور التي تحتوي عليها كل خزنة . عمليات التصنيف وذلك لتسهيل عملية التعرف على العينات المختلفة ، وعند نهاية كل حصة إعادة كل عينة إلى مكانها الصحيح ، حتى لا يحتاج الأمر إلى مجهود آخر لإعادة التصنيف مرة أخرى .

ضروري جدا الاحتفاظ بكشوف مسجل بها جميع عينات الصخور الموجودة في المختبر ، وعدد العينات المتوفرة من كل نوع وذلك للوقوف على إمكانيات المختبر في أي موقف يحتاج العينات الصخرية ، وكذلك يعطي فرصة لنوع وعدد النواقص ومحاولة استكمالها بالطرق المعروفة من المخازن .




إن عملية تصنيف وترتيب عينات الصخور الموجودة في المختبر توفر جهد الزميل محضر الجيولوجيا ووقته وتسهل له عملية البحث وتجهيز العينات المختلفة المطلوبة ، بدقة تامة متى طلب منه ذلك .

### أهم الصخور وصفاتها المميزة

م	فحم حجري	رسوبي عضوي	هو الفحم
١	اردواز	متحول بالضغط وقليل الحرارة	صفائح سوداء – او حمراء او صفراء (اقل ضغط من الميكا)
٢	جرانيت	ناري جوفي حمضي	فاتح اللون بلوراته واضحة خفيف الوزن
٣	بازلت	ناري سطحي قاعدي	لونه اسود وناعم الملمس وثقيل الوزن
٤	شيست	متحول بالضغط والحرارة	صفائح متراصة ولامع لونه اخضر زاهي
٥	نايس	متحول بالضغط والحرارة	شكله صفائحي الوانه ابيض واسود متناوبي
٦	جابرو	ناري جوفي قاعدي	ثقيل الوزن – لونه اسود فيه بلورات بيضاء واضحة نسيجه خشن
٧	جرانيت بورفيرى	ناري جوفي قاعدي	حببيات كبيرة مخلوطة بحبيبات صغيرة
٨	اوبسيديان	ناري سطحي حمضي	زجاجي اسود ناري مكسره محاري صلابته عالية

م	فحم حجري	رسوبي عضوي	هو الفحم
٩	بيومس (حجر خفاف)	ناري سطحي حمضي	ابيض مثل الاسفنج وزنه خفيف
١٠	تراكيت	ناري سطحي حمضي	لونه اسود وعند طرقه يعطي صوتا رنانا
١١	ديورايت	حمضي	لونه مثل الجرانيت ولكن اغمق قليلا
١٢	حجر طيني	رسوبي ميكانيكي	حبيباته دقيقة جدا وشره للماء
١٣	حجر احفوري	رسوبي عضوي	فيه احافير وبقايا كائنات
١٤	بريشيا	رسوبي ميكانيكي	حبيبات حادة الحواف جاءت من اماكن قريبة
١٥	كونجلوميرات	رسوبي ميكانيكي	حبيباته مستديرة وكبيرة واضحة جاءت من اماكن بعيدة
١٦	حجر رملي	رسوبي ميكانيكي	حبيباته وسط واضحة
١٧	كوارتزيت	متحول بالحرارة	حجر متحول مضغوط بالحرارة
١٨	الرخام	متحول بالحرارة	حجر متحول مضغوط بالحرارة
١٩	الججر جيري مرجاني	رسوبي عضوي	عبارة عن شعاب مرجانية

	اسم الصخر	فحم حجري
	نوع الصخر	رسوبي عضوي
	الصفات المميزة بالنظر	هو الفحم


	اسم الصخر	حجر جيرى مرجاني
	نوع الصخر	رسوبي عضوي
	الصفات المميزة بالنظر	عبارة عن الشعاب المرجانية

	اسم الصخر	اردواز
	نوع الصخر	متحول بالضغط وقليل الحرارة
	الصفات المميزة بالنظر	صفائح سوداء - او حمراء او صفراء (اقل ضغط من الميك)

	جرانيت	اسم الصخر
	ناري جوفي حمضي	نوع الصخر
	فاتح اللون بلوراته واضحة خفيف الوزن	الصفات المميزة بالنظر

	بازلت	اسم الصخر
	ناري سطحي قاعدي	نوع الصخر
	لونه اسود وناعم الملمس وثقيل الوزن	الصفات المميزة بالنظر

	شيست	اسم الصخر
	متحول بالضغط والحرارة	نوع الصخر
	صفائح مترابطة ولامع لونه اخضر زاهي	الصفات المميزة بالنظر

	اسم الصخر	نايس
	نوع الصخر	متحول بالضغط والحرارة
	الصفات المميزة بالنظر	شكله صفائحي الوانه ابيض واسود متناوبي

	اسم الصخر	جابرو
	نوع الصخر	ناري جوفي قاعدي
	الصفات المميزة بالنظر	ثقيل الوزن - لونه اسود فيه بلورات بيضاء واضحة نسيجه خشن

	اسم الصخر	جرانيت بورفيري
	نوع الصخر	ناري جوفي قاعدي
	الصفات المميزة بالنظر	حبيبات كبيرة مخلوطة بحبيبات صغيرة


	اوبسيديان	اسم الصخر
	ناري سطحي حمضي	نوع الصخر
	زجاجي أسود ناري مكسره محاري صلابته عالية	الصفات المميزة بالنظر

	بيومس (حجر خفاف)	اسم الصخر
	ناري سطحي حمضي	نوع الصخر
	ابيض مثل الاسفنج وزنه خفيف	الصفات المميزة بالنظر

	تراكيت	اسم الصخر
	ناري سطحي حمضي	نوع الصخر
	لونه اسود وعند طرقه يعطي صوتا رنانا	الصفات المميزة بالنظر




	اسم الصخر	ديورايت
	نوع الصخر	حمضي
	الصفات المميزة بالنظر	لونه مثل الجرانيت ولكن اغمق قليلا

	اسم الصخر	حجر طيني
	نوع الصخر	رسوبي ميكانيكي
	الصفات المميزة بالنظر	حبيباته دقيقة جدا وشره للماء

	اسم الصخر	حجر احفوري
	نوع الصخر	رسوبي عضوي
	الصفات المميزة بالنظر	فيه احافير وبقايا كائنات

	بريشيا	اسم الصخر
	رسوبي ميكانيكي	نوع الصخر
	حبيبات حادة الحواف جاءت من اماكن قريبة	الصفات المميزة بالنظر

	كونجلوميرات	اسم الصخر
	رسوبي ميكانيكي	نوع الصخر
	حبيباته مستديرة وكبيرة واضحة جاءت من اماكن بعيدة	الصفات المميزة بالنظر

	حجر رملي	اسم الصخر
	رسوبي ميكانيكي	نوع الصخر
	حبيباته وسط واضحة	الصفات المميزة بالنظر



	كوارتزيت	اسم الصخر
	متحول بالحرارة	نوع الصخر
	حجر متحول مضغوط بالحرارة	الصفات المميزة بالنظر

	الرخام	اسم الصخر
	متحول بالحرارة	نوع الصخر
	حجر متحول مضغوط بالحرارة	الصفات المميزة بالنظر

## الأحافير

ترتب طبقا للعصور الجيولوجيا التي سادت فيها بحيث يختص العصر الواحد بمجموعة واحدة ، وتحمل كل أحفورة البيانات التالية :-



- اسم الجنس والنوع .
- الرتبة أو الطائفة .
- العصر الجيولوجي .
- طريقة التآحر أو التكوين .

### ملاحظة :

تحفظ كل عينة بلاستيكية ويوضع أسفل منها كمية من القطن .  
ملاحظات عامة بالنسبة لترتيب الأدوات :-

#### a. المجموعات العلمية :-

نظرا لما يوجد من تشابه بين محتويات مجموعة أجهزة علمية وأخرى ، وخوفا من فقدان بعض هذه المحتويات أو اختلاطها ننصح بإبقاء كل مجموعة في صندوقها الخاص ، ويؤخذ من الصندوق مايلزم للتجربة وتعاد الأجزاء إلي مكانها من الصندوق الخاص بها بعد الانتهاء من الدرس وبعد تنظيفها .

#### b. مجوعات الجيولوجيا :-

يكتب علي كل عينة اسمها واسم المجموعة والرقم المسلسل داخل المجموعة .

#### c. الأدوات العامة :

مثل الحوامل والمواسك وأنايب التوصيل والسدادات وأنايب الاختبار ودوارق في أسفل الخزانات .

## الوسائل التعليمية المقترحة لمنهج الجيولوجيا (محتويات مختبر الجيولوجيا)

يحتوي مختبر الجيولوجيا على مواد وأدوات وأجهزة تخدم في تدريس مقرر مجال الجيولوجيا ، نذكر منها :-

### الأرض والكون :

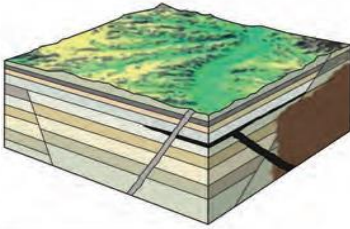
١. مصور جاهز يوضح النظام الشمسي .
٢. مجسم للمجموعة الشمسية.
٣. صفائح شفيفة يمكن عرضها على جهاز العرض العلوي .

### الأشكال التوضيحية :

- صور نظرية سحابة الغبار .
- صور النظام الشمسي

### تركيب الأرض :

١. مصور تركيب الأرض .
٢. مجسم للكرة الأرضية.
٣. عينات من الصخور النارية ( جرانيت – بازلت ) .
٤. صور توضيحية (شفاقيات) تعرض على جهاز العرض العلوي .



### (المعادن):

- ١- مقياس موهس : يستخدم لقياس صلادة المعادن ، وفي هذا المقياس رتبت مجموعة من المعادن ترتيبا نسبيا تبعا لزيادة الصلادة وهي كالتالي :

الصلادة	المعدن
١	تلك
٢	جبس
٣	كالكسيت
٤	فلورايت
٥	أباتيت
٦	ارثوكليز
٧	كوارتز
٨	توباز
٩	كوراندوم
١٠	ماس

ويمكن تعيين الصلادة التقريبية للمعدن باستخدام :

- أ) ظفر الإصبع ( صلادته = ٢.٥ )
- ب) قطعة نقود نحاسية ( صلادتها = ٣ )
- ت) نصل سكين ( صلادته = ٤ )
- ث) قطعة من زجاج النافذة ( صلادتها = ٥.٥ )
- ج) مبرد من الصلب ( صلادته = ٦.٥ )

## ٢- الأدوات والمواد والأجهزة المطلوبة لدراسة الخواص البلورية للمعادن :

١. نماذج كرات بلاستيك توضح ترتيب البلورات .
٢. نماذج للوحدات البنائية ( جاهزة ) .
٣. بلورات واضحة التبلور ( كاملة ) مثل : معدن الكوارتز - كالسيت - جالينا - هاليت .
٤. بلورات غير واضحة التبلور ( غير كاملة ) مثل : عين القط - العقيق .
٥. نماذج مجسمة للبلورات ( بلاستيك جاهزة ) .
٦. جهاز الجونيومتر التماس .
٧. نماذج مجسمة بلاستيك تحتوي على المحاور البلورية .
٨. لوح المخدش .

## التغيرات التي تطرأ على سطح الأرض :

أولاً : العمليات الخارجية ( التجوية ولتعرية )

الوسائل المطلوبة

١. صور ثابتة للمظاهرة التضاريسية الجيولوجية عن عمليات التجوية الطبيعية والكيميائية وعوامل التعرية ( صور لمظاهر النحت ومظاهر الترسيب ) .
٢. عينات من تربة اللاتريت والبوكسيت وصخور البريشيا .

## ثانياً : العمليات الداخلية المؤثرة في قشرة الأرض ( الحركات الأرضية السريعة )



### (أ) البراكين :

الوسائل التربوية المطلوبة :

١. فيلم DVD يعرض بالكمبيوتر على الداتشو أو السبورة التفاعلية .
٢. مجسم يوضح أجزاء البركان
٣. صفائح شفافة جاهزة توضح أجزاء البركان ، رسومات تعرض على السبورة التفاعلية
٤. عينات مختلفة من الصخور البركانية أمثلة : (بيومس - بازلت فقاعي - السيديان)

## **(ب) الزلازل :**

### **التقنيات التربوية المطلوبة :**

١. فيلم DVD يعرض بالكمبيوتر علي الداتشو أو السبورة التفاعلية.
٢. الاستعانة بقصاصات من الجرائد التي تعرض الزلازل في الوقت الحاضر.
٣. بعض الصور الحقيقية للدمار الذي يخلفه الزلزال.
٤. خريطة توضح التوزيع الجغرافي للزلازل والبراكين.
٥. مجسم يمكن عمله لجهاز رختر ( يمكن عمل مصور لذلك ).



## **(ج) الحركات الأرضية البطيئة :**

### **التقنيات التربوية :**

١. خريطة العالم توضح الصفائح الكبيرة ( الألواح ) .
٢. صفائح شفافة يمكن رسم القارات قديما الانجراف ومراحل تزحزح القارات من الكتاب المدرسي .
٣. صفائح شفافة توضح حركة الألواح أو الصفائح من الكتاب المدرسي .



## **الحياة في الماضي :**

### **الوسائل المطلوبة :**

### **عينات من الهياكل والبقايا الأصلية لكائنات حية حديثة مثل :**

١. أسماك - قواقع - أصداف - أوراق شجر - حشرات .
٢. صلصال ( لبيان القالب والنموذج والطبعات ) .
٣. عينات مختلفة من الأحافير أمثلة :
٣. هيكل أصلي - بقايا أصلية - أسنان - شعر - أصداف - أحافير متفحمة - بقايا مستبدلة - أحافير متحجرة - نماذج لطبعات أحافير
٤. عينة من الفحم الحجري .



## **كيف نقرأ تاريخ الأرض :**

### **الوسائل المطلوبة :**

### **سلم الزمن الجيولوجي :**

### **الوسائل المطلوبة :**

### **الخرائط الجيولوجية**

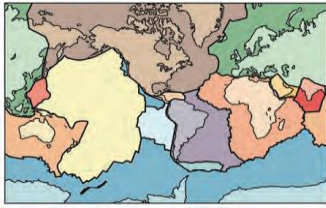
## الوسائل المطلوبة:

١. خريطة تضاريسية ( خريطة الكويت - خريطة العالم ) .
٢. خريطة طبوغرافية .
٣. خريطة الكويت الكنتورية ( خريطة جاهزة في المختبر ) .
٤. ورق كرتون أبيض يجهز لبيان عمل القطاعات البروفيلية والجيولوجية .
٥. صفائح شفافة يوضح عليها المظاهر التضاريسية على شكل خطوط كنتورية .
٦. تمارين مختلفة ومتعددة لخرائط جيولوجية .



## جولوجية الكويت :

لتوضيح الجزء الخاص بجولوجية الكويت السطحية والتركيبية والاقتصادية ، يمكن الاستعانة بالوسائل التعليمية التالية :



١. خريطة الكويت التضاريسية .
٢. خريطة شبه الجزيرة العربية .
٣. خريطة العالم العربي .
٤. خريطة الكويت الكنتورية .
٥. شرائح تصويرية لمظاهر الكويت السطحية .
٦. شكل توضيحي لتتابع وتركيب التكوينات السطحية في الكويت .



## • النفط :

١. عينة من الصخور مشبعة بالنفط .
٢. عينة من النفط الخام .
٣. خريطة لدولة الكويت موضح عليها الحقول النفطية وعدد الآبار لكل منها .

## • المياه الأرضية :

١. لوحة توزيع المياه تحت السطحية .
٢. شكل توضيحي للتكوينات الجيولوجية الحاوية للمياه الأرضية في الكويت .
٣. خريطة لدولة الكويت توضح المواقع التقريبية لحقول المياه الأرضية .
٤. جدول يوضح المعلومات العامة عن حقول آبار المياه الأرضية في الكويت .
٥. صفيحة شفافة لقطاع جيولوجي يوضح تركيب حقل الروضتين للمياه الأرضية .

## اجهزة الجيولوجيا

م	اسم الجهاز	صورة الجهاز	استخدامات الجهاز
١	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> المياه <input type="checkbox"/> الجوفية		يوضح كيفية حركة المياه الجوفية في الطبيعة واستخراجها من الابار والينابيع
٢	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> القبة الفلكية		يوضح ترتيب وحركة كواكب المجموعة الشمسية والقمر حول الشمس وحول محورها
٣	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> تضوء المعادن		لمعرفة ألوان تضوء المعادن



<p>حساب مسامية ونفاذية عينات من الصخور الرسوبية</p>		<p> <input type="checkbox"/>  ايقونة المسامية  <input type="checkbox"/> والنفاذية  <input type="checkbox"/> </p>	<p> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> ٤ </p>
<p>لقياس الضغط الجوى</p>		<p> <input type="checkbox"/> الباروجراف </p>	<p> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> ٥ </p>
<p> <input type="checkbox"/>  فحص المعادن والصخور  والاقمشه والجلد  والمجوهرات </p>		<p> الميكروسكو  ب الرقمى </p>	<p> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> ٦ </p>
<p>لمعرفة درجة الحرارة وسرعة الرياح</p>		<p> <input type="checkbox"/>  الانوميتر </p>	<p> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> ٧ </p>



## المراجع

١. دليل محضر العلوم ٢٠٠٩-٢٠١٠.
٢. موسوعة ويكيبيديا الحرة ٢٠٠٩.
٣. وزارة التربية والتعليم، دليل استخدام الوسائل التعليمية، قطر ١٩٩٢.
٤. دليل محضر العلوم ٢٠٠٥-٢٠٠٦.
٥. الأحياء الدقيقة، د.علي دياب الصرماني.

المصادر الالكترونية:

<http://www.cals.ncsu.edu:8050/course/pp318/profiles/pm/techniques.html>

<http://www.micro.fsu.edu/optics/intelplay/polsamples.html>

<http://www.ccompost.css.cornell.edu/preparing.html>