Sedimentology

Lab 1

علم الرسوبيات Sedimentology

- هو العلم المختص بدراسة الصخور الرسوبية بجميع أنواعها من ناحية أصل نشأتها وخصائصها وصفاتها الطبيعة، ظروف الترسيب والعمليات الرسوبية المختلفة، والبيئات والأحواض الرسوبية.
- يعرف الراسب على أنه أي مادة صلبة كانت في الاصل معلقة أو ذائبة في سائل، ثم ترسبت وتراكمت في القاع بعد اعطائها الوقت الكافي لذلك

مصادر المعلومات الجيولوجية
Geological data sources

- المكاشف الصخرية Outcrops
- الحفر Drilling
- الطرائق الجيوفيزيائية Geophysics methods

النمذجــة Sampling

- نمذجة قناتية channel sample

تتم بأخذ العينة على شكل جزء واحد يشبه القناة حيث تحفر قناة (Channel) على طول سطح التمعدن المستكشف بعد تنظيفه وبإتجاه عمودي على مضرب التمعدن لضمان تمثيل السمك الحقيقي للتمعدن

- نمذجة موضعية Spot sample

ويكون بأخذ العينة من مكان محدد واحد تمثل المكان المأخوذ منه أو الطبقة المأخوذة منها أو الوحدة الترسيبية ويستفاد من هذه الطريقة في معرفة الظروف الترسيبية لتلك الطبقة.

الخصائص الطبيعية للحبيبات الرسوبية

- شكل الحبيبة Shape
- A- الاستدارة (Roundness)
- وهي عبارة عن درجة انحناء أركان الحبيبة، أو بمعنى آخر شكل الحبيبة من حيث احتوائها على النتوآت أو الزوايا الحادة. وتعكس الاستدارة بصورة جزئية مدى تعرض الحبيبات إلى عوامل الحت وعدد دورات الترسيب.
- B-التكور (Sphericity)
- عبارة عن مقياس الدرجة التي تقترب بها الحبيبة من الشكل الكروي.

- حجم الحبيبة Grain size
- تحديد العلاقة بين كل من Gravel و Sand و Mud

- المقاييس الحجميةGrain size Grade
- **. المقياس الملي متري Millimetric scale**

يعرف بمقياس تدرج الحبيبات (Grade scale) للعالم Wentworth, 1922 وهو الأكثر استعمالاً في الجيولوجيا، حيث يقسم كل حجم أو صنف Class إلى اجزاء ولكل منها أسم محدد.

- **المقياس فاي Phi scale**
- أوجد من قبل (Krumbein, 1934) يحتفظ بالأسماء التدريجية في مقياس wentworth ولكن يحول الحدود المتدرجة (Grade boundaries) إلى قيمة فاي باستعمال اللوغارتيم (للأساس 2) للقطر.
- **مقياس Mesh**
- ويعتمد هذا المقياس على عدد الفتحات، إذ يمثل المش عدد الفتحات في الانج المربع الواحد في المنخل.

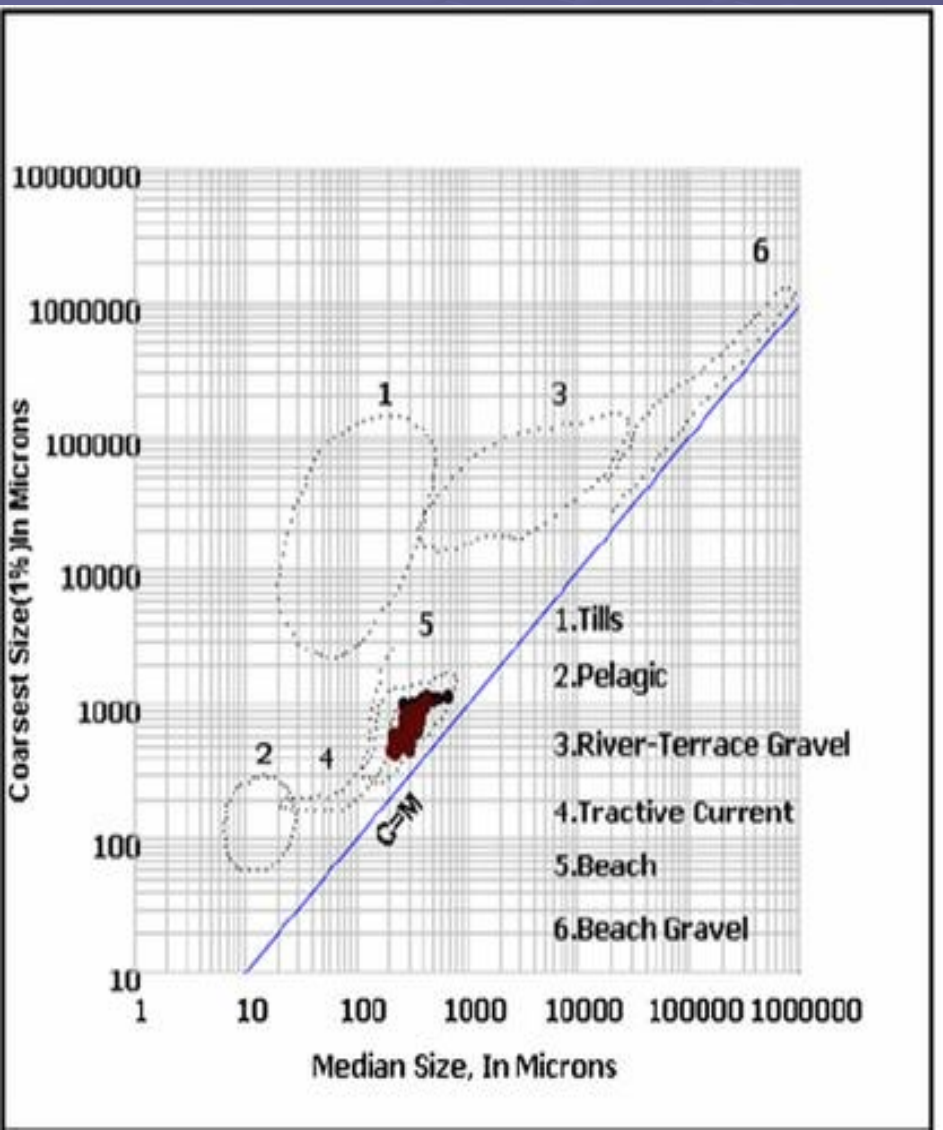
التحليل الميكانيكي أو توزيع الحجم الحبيبي
Mechanical analysis or grain size distribution

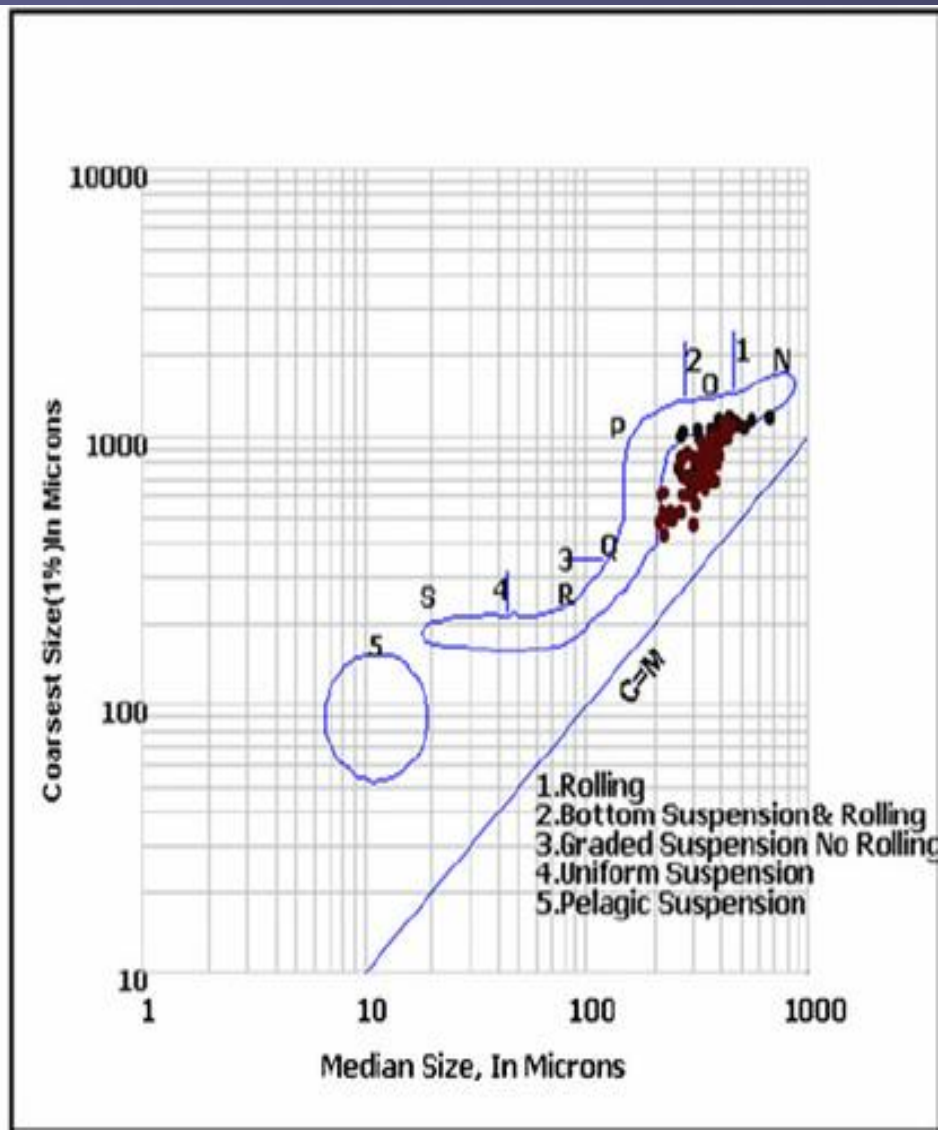
- يقصد بالتحليل الحجمي هو تحديد نسبة وجود الحبيبات الفتاتية في المادة الرسوبية ومعرفة صفاتها النسيجية

فوائد تحليل الحجم الحبيبي هي:-

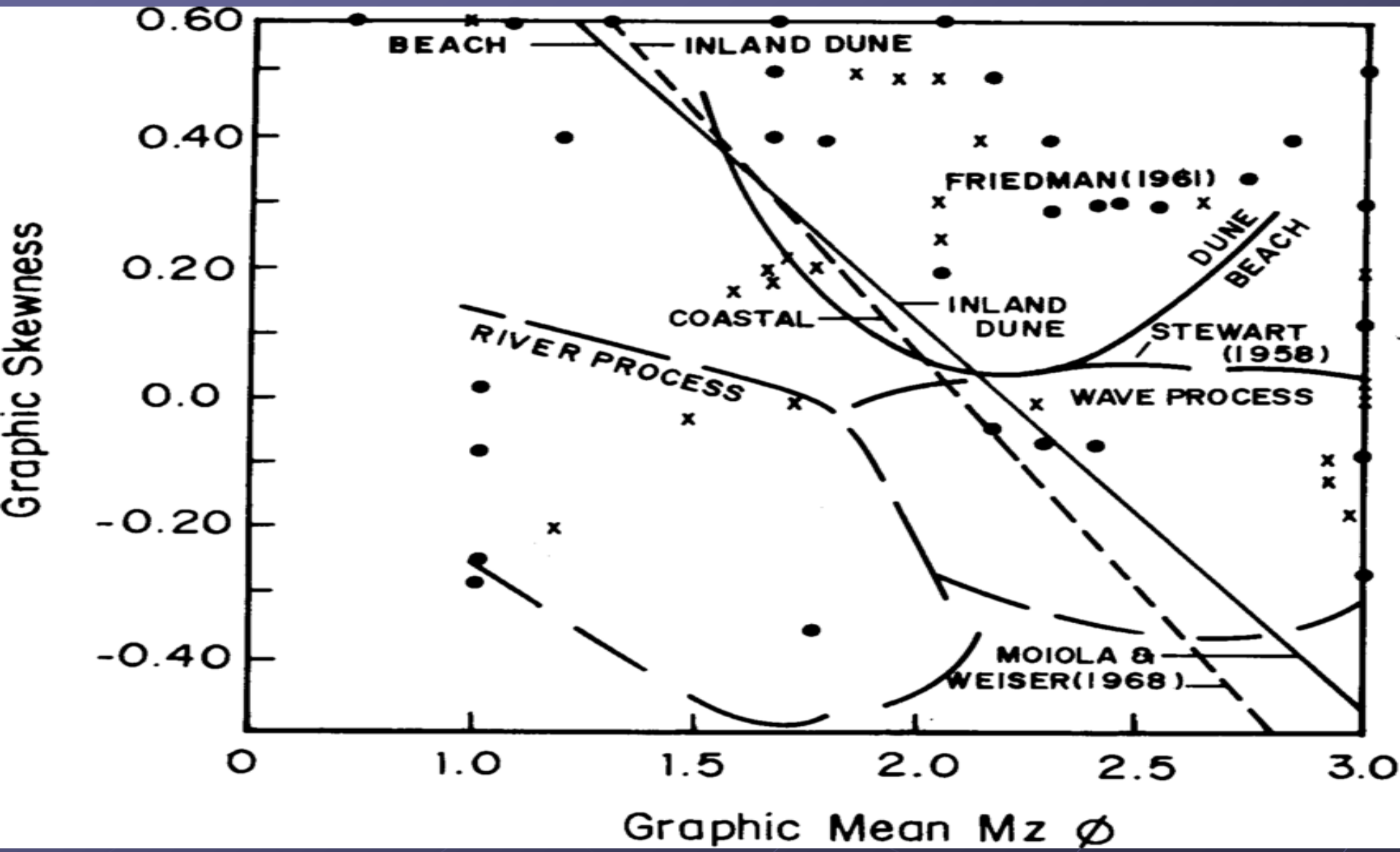
- يمكن وصف النموذج بالاصطلاحات الاحصائية.
- عمل مقارنة للنماذج التي تملك نفس البيئة الترسيبية أو الوحدة الطباقية.
- يعطي معلومات عن نوع وطبيعة العامل الناقل.
- يمكن من خلالها معرفة طريقة النقل هل كانت بالتعلق أو القفز أو الدحرجة.
- يعطي صورة واضحة عن بيئة الترسيب.
- تفيد في معرفة مصدر هذه الرواسب.

CM diagram (Passega 1957, 1964)





stewart and freiedman digram



Method of grain size measuremen قياس حجم الحبيبات

- Direct measuremen القياس المباشر

مقياس حجمي مباشر يقيس احجام الحبيبات الخشنة الجلاميد (Boulders) والحصى الكبير (Cobbles) والحصى الصغير (Pebbles) أو الحصى (Granules)وذلك بقياس أقطار حبيبات كل منها يدوياً باستعمال مسطرة مدرجة أو شريط معدني مدرج، بعد حصر المنطقة المراد اجراء تحليل حجمي للحبيبات التي فيها، وبعد معرفة شاملة لجميع اقطار حبيباتها يتم استخراج متوسط أقطارها.

Sieving استعمال المناخل

- يتم فرز حجوم حبيبات الرمل باستعمال المناخل المخصصة، وتستخدم هذه الطريقة لمعرفة حجوم حبيبات الرمل أو حبيبات حجر الرمل الهش أو غير الملتحمة الحبيبات (Friable or uncemented). كما تستخدم هذه الطريقة لفصل مادة عن مادة أخرى وهي فصل الرمل عن الطمى (الوحل) (Mud) حيث تكون فتحات المنخل هي الحد الفاصل بين الرمل والوحل (المنخل المستخدم للفصل هو 4 فاي، 62.5 مايكرون، 0.0625 ملم).

Sample preparation تحضير النموذج

- التجفيف Drying
- التفتيت Disaggregating
- تجزئة العينة Sample splittingالغرض من تجزئة العينة هو الحصول على العينة الممثلة representative sample

- Hand quartering

Remove of cement إزالة المادة اللاحمة

- إزالة المادة الجيرية (الكاربونات) CaCO3 (Carbonate – cemented Rx.): يكون بإضافة حامض الهيدروكلوريك المخفف 10% ثم يرشح ويغسل ويجفف.
- إزالة أكاسيد الحديد Iron oxides (Ferruginous – cemented Rx.)ويكون بإضافة حامض الهيدروكلوريك بتركيز 50% أو اضافة HCl + ZnCl2 ثم يرشح النموذج ويغسل ويجفف.
- إزالة المادة السليكية (Siliceous – cemented Rx.)اضافة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH المركز الدافئ
- إزالة المادة العضوية Remove Organic matter: يكون باستخدام بيروكسيد الهيدروجين H2O2 والذي يعرف بمصطلح اوكسجين المادة العضوية. إذا كانت الكمية قليلة يكون تركيز H2O2حوالي 6% وإذا كانت المادة العضوية كبيرة الكمية فإن تركيز H2O2 يكون حوالي 30%.

- إزالة الأملاح الذائبة: ويتم ذلك باستخدام جهاز الطرد المركزي أو بواسطة الغسل.
- إزالة الطين والغرين Remove clay & sil
- Heating &cooling
- Pressure

sedimentology

Lab 2

Dry seinving النخل الجاف .

- يتم أخذ وزن معين من النموذج ويفضل أن يكون الوزن بحدود (100- 200) غم.
- . إستخدام مجموعة من المناخل مرتبة عمودياً تبدأ بالمنخل الذي يقيس الحبيبات الأكبر حجماً ثم تتدرج أحجام المنخل إلى المنخل الذي يقيس الحبيبات الأصغر حجماً، وينتهي المنخل الأخير بمقياس يكون دائماً (4 فاي، 62.5 مايكرون، 0.0625 ملم) ويوضح تحت المنخل الأخير وعاء (Pan) لجمع الوحل تحسباً في حالة وجود حبيبات أقل من حجم الرمل.
- . وضع المناخل حسب ترتيبها في هزاز كهربائي ثم وضع النموذج على المنخل الأول بعدها يتم غلق فتحة الجهاز بواسطة غطاء Coverويتم تثبيت المناخل بالهزاز الكهربائي (Shaker) من خلال الأحزمة، ثم يتم ضبط وقت الإهتزاز والذي يكون غالباً (10-15) دقيقة.

- . بعد الإنتهاء من الهزاز الكهربائي يلاحظ انفصال احجام حبيبات النموذج، اي ان كل منخل ينفصل عنده الحجم الذي يلائم فتحاته وهكذا. بعدها تفرغ محتويات كل منخل على حدة على ورق نظيف ثم وضعه في أكياس نظيفة منفصلة ويكتب عليها حجم حبيبات ذلك المنخل.
- . وزن أجزاء النموذج المنفصلة بواسطة كل منخل ويحسب لها (أي لكل جزء) الوزن (Weight) لذلك الجزء من خلال حساب نسبة الوزن للجزء إلى الوزن الكلي للنموذج قبل النخل (الموزن سابقاً قبل عملية النخل).

- Weight of fraction (gm)
- Weight percentage (wt.%) = ——————— X 100
- Weight of total sample of sand before sieving
- حساب النسبة المئوية التراكمية (Cumulative percentage) لكل جزء من الأجزاء المفصولة بواسطة المناخل وذلك من خلال جمع النسبة المئوية لكل جزء مع الذي يليه.
- مثال (1) أحسب النسب المئوية التجميعية لكل حجم من الأحجام المفصولة لنموذج رملي باستخدام طريقة النخل، علماً ان وزن النموذج هو 100 غم.
- Weight of total sample of sand before sieving = 100 gm.

Wet sieving النخل الرطب

- يتم بوضع النموذج على المنخل وصب الماء فوقه فينزل الماء من تحت المنخل مع الوحل إلى الوعاء الموجود تحت المنخل حتى يتم التأكد بأن الذي فوق المنخل هو فقط الرمل وأن جميع الوحل قد نزل مع الماء الى الأسفل.

طرائق الترسيب Sedimentation method

- تسمى بطرائق الترسيب لأن عمليات الترسيب تعتمد على مدى سرعة ترسيب الحبيبات خلال وسط معين مثل الماء مع العامل المشتت، حيث كلما كبر قطر الحبيبة أو الدقيقة ازدادت سرعة ترسيبها خلال الوسط حسب قانون ستوك (Stock's law).

1- Pipette analysis by silt and clay

- تعد هذه الطريقة أكثر طرائق الترسيب شيوعاً، وتعتمد اعتماداً كبيراً على درجة الحرارة لأن تأثير الحرارة يكون على لزوجة المادة، حيث تقل لزوجة المادة كلما ازدادت درجة الحرارة وتزداد اللزوجة كلما قلت الحرارة. وعندما تقل لزوجة الوسط سوف تترسب الحبيبة بسرعة ويعطي الحجم الخاطئ للحبيبة (لأن لكل حجم معين من الحبيبات زمن سقوط اي ترسيب معين).

طريقة العمل

- بعد إتمام عملية النخل الرطب ينقل ما موجود في الوعاء من الـMud مع ماء الغسل إلى اسطوانة ذات سعة (1000 ml) 1 لتر.
- يضاف 50 مل من العامل المشتت (Calgon) ويكمل الحجم إلى حد العلامة 1000 ml بالماء المقطر. (في المرحلة السابقة من النخل الرطب اضيف 10 قطرات من العامل المشتت، وإذا افترضنا ان القطرة الواحدة تساوي 1 مل فيكون قد اضيف 10 مل، اي يمكن اضافة 40 مل من المادة المشتتة ويكون بذلك مساوياً الى 50 مل).

- ترج الاسطوانة لمدة (5-10) دقائق ويكون الرج باستخدام قضيب معدني (Stirring rod)، يكون الرج برفع وخفض القضيب المعدني مع الصفيحة من الأعلى الى الأسفل وذلك ليتحرك الوحل في الماء أي يكون المحلول متجانس وعدم حصول اي انخفاض في درجة الحرارة على طول الاسطوانة.
- يتم تسجيل درجة الحرارة وذلك لتأثيرها على سرعة سقوط الحبيبات حيث يكون لكل درجة حرارة جدول خاص بها، كما يتم تحضير (data sheet) والتي يوضع عليها:
  - d= diameters.
  - Depths of withdrawal.
  - Times of withdrawal.
- كذلك يتم تحضير بيكرات بسعة 50 ml (معروفة الوزن).
عمل رج نهائي بحدود (2-3) دقيقة وبعده تتم عملية التوقيت لأجل السحبات بالماصة (الجدول المرفق).

ملاحظات حول الجدول

- توضع كل سحبة بالماصة في البيكر سعة 50 مل ثم تجفف بالفرن بدرجة حرارة (100 – 130) م ولمدة 24 ساعة.
- 2. يتم وزن العينة بالبيكر ثم يفصل منها وزن البيكر لأنه معروف قبل استخدامه، ثم فصل وزن العامل المشتت منه ثم ضرب الناتج في 50 ليكون الوزن من 1000 مل وليس من 20 مل.
- 3. تحسب النسبة المئوية لكل سحبة والتي بدورها تمثل وزن حجم معين بـ∅ من خلال وزن السحبة النهائي (P) مقسوماً على (وزن السحبة الاولى التي تمثل الـmud الكلي + وزن الرمل عند النخل الرطب (S)) مضروب الناتج في 100.

- حساب النسبة المئوية التجميعية يكون مختلفاً، حيث (s) وزن الرمل على المنخل، (F) وزن الجزء الناتج من كل سحبة. تحسب النسبة المئوية التجميعية للحجم (Ø4) من خلال القانون التالي:
- ان الحجم (Ø4) هو حجم المنخل الفاصل بين الرمل والـmud لذلك يحسب وزن الرمل وليس الـmud.
- كما أن السحبة الأولى تمثل وجود (clay+ silt) معاً وليس مفصولان عن بعض.
- 5. باقي السحبات تحسب النسبة المئوية التجميعية (التراكمية لها) من خلال القانون التالي:

Cumulative % = S/S+F *100

sedimentology

Lab 5

2- طريقة المكثاف Hydrometer method

- تعتمد هذه الطريقة على استخدام جهاز المكثاف الذي هو عبارة عن انبوبة زجاجية مدرجة من الاعلى وتنتهي بشكل بيضوي من الأسفل، يحتوي التقعر الموجود في نهايته على حبيبات معدنية ثقيلة تساعد الجهاز على النزول وتمنعه من الطفو التي تسببها قوة دفع الماء له.
- - يعمل المكثاف على قياس كثافة المحلول الناتج من عملية النخل الرطب، اي المادة المارة من منخل 63 مايكرون.
- .

- Equipment المعدات .

a. Hydrometer.

b. Two graduated cylinders (1000 ml).

c. timer (stop clock).

d. data sheet.

e. Constant temperature water bath.

f. thermometer.

- . طريقة العمل procedure
- 1. يتم اعداد المحلول والذي يسمى عادة (العالق) والذي هو محلول ناتج من عملية النخل الرطب، يضاف حوالي 100 مل من العامل المشتت (Sodium hexameta phosphate) بتركيز (4%) ويترك لمدة (24 ساعة)، بعدها يحرك المحلول باستعمال خلاط كهربائي لمدة 15 دقيقة ثم ينقل العالق إلى اسطوانة ذات سعة 1000 مل ويكمل الحجم إلى حد العلامة بالماء المقطر، وتسمى هذه الاسطوانة باسطوانة الترسيب. ويتم اغلاق الاسطوانة بالسدادة المطاطية (منعاً من سقوط الغبار وتبخر الماء).

- . تنقل اسطوانة الترسيب الى الحوض المعد مسبقاً وتترك الاسطوانة لمدة ساعة واحدة حتى تتجانس حرارة العالق في الاسطوانة مع حرارة الماء في الحوض.
- 3. يتم اخراج الاسطوانة بعد مرور الساعة الواحدة من الحوض ويتم عمل رج لها بطريقة الدوران باستخدام اليد لمدة 2-3 دقائق. بعدها تعاد الى حوض الماء.
- . قبل تشغيل ساعة التوقيت يكون الوقت (t=0)وعند البدء في ادخال المكثاف يبدأ تشغيل ساعة التوقيت واخذ القراءات عند الاوقات التالية (15, 30 sec., 1, 2, 5, 10, 20, 40,60 min, 2, 4, 8, 16, 24 hr.).

- ملاحظات حول القراءات

- 1. لا يتم اخراج المكثاف في القراءات الأربعة الأولى لأنه يؤدي الى حدوث اختلاط المحلول وبالتالي الحبيبات مما يسبب خلل في عملية الترسيب.

- 2. بعد كل قراءة يتم اخراج المكثاف ونقله الى الاسطوانة الثانية التي تكون مملؤءة بالماء المقطر

- **التصحيحات:**
- 1. تصحيح قراءة المكثاف hydrometer reading
- تسمى قراءة المكثاف المسجلة بالقراءة غير المصححة (R'H). تكون قراءة المكثاف مكونة من اربعة ارقام بعد الفارزة ويتم التصحيح بالطريقة التالية.
- R'H-1*1000
- R'H= 1.0326 ← (1.0326- 1)*1000 = 32.6
- 2. تصحيح درجة الحرارة Temperature correction (Mt)
- في حالة عدم اخذ قراءات بدرجة حرارة (20 C)يتم الاستعانة بجداول معينة مدرجة من (10- 30) درجة مئوية. حيث كل درجة تقابل قيمة معينة، يتم اضافة هذه القيمة إذا كانت درجة الحرارة تتراوح بين (10-20) درجة، بينما تطرح القيمة الجدولية عندما تتراواح درجة الحرارة بين (20-30) درجة.
- 3. تصحيح الكثافة الماء density correction
- كثافة المحلول تختلف باختلاف درجة الحرارة، وبما ان الطريقة اعتمدت على درجة حرارة 20 درجةة مئوية لذا يتم تصحيح الكثافة بالاعتماد على جداول خاصة بدرجات حرارة من (10 -30) وتضاف الى المعادلة التالية:
-

sedimentology

Lab 6

3. طريقة Sedigraph

تعد هذه الطريقة من أحدث طرائق الترسيب وأسرعها، وهي تعتمد على استخدام جهاز يبعث أشعة سينية (X-ray)التي تعمل على حساب زمن انبعاث الأشعة وزمن وصول الأشعة خلال المحلول العالق المتكون من الطين والغرين ومن ثم حساب سرعة الهبوط للحبيبات والتي تعتمد بدورها أحجام الحبيبات التي في حالة النزول والترسيب إلى الأسفل

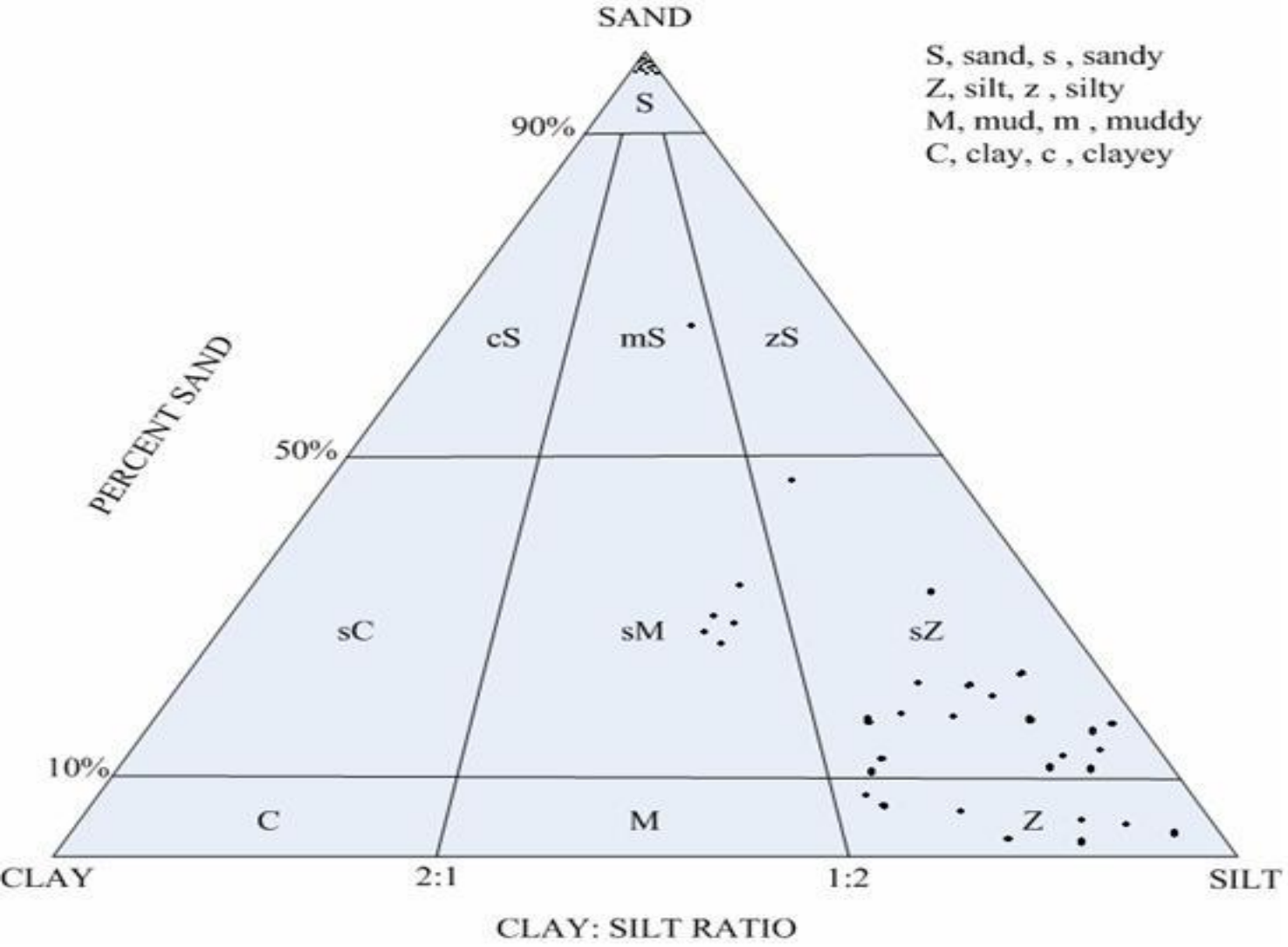
- **طريقة العمل**
- يتم تحضير المحلول العالق المتكون من الطين والغرين بطريقة النخل الرطب. يتم رج المحلول العالق بواسطة استعمال جهاز الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic) الذي يقوم بتوليد موجات صوتية ترج المحلول داخل الإناء لفترة معينة ثم يؤخذ منه حجم (75ml) ويوضع داخل خلية التي بدورها توضع داخل جهاز الـ (Sedigraph) وقبل إدخالها ترج مرة أخرى باليد لمدة خمس دقائق ثم توضع الخلية في مكانها المخصص في الجهاز. خلال تشغيل الجهاز يتم انبعاث اشعة سينية على النموذج الموضوع داخل الخلية التي يتم التحكم في إنزالها إلى الاسفل تدريجياً لتمكين الأشعة من السقوط على كل عمق وقياس أحجام الحبيبات التي في دور لترسيب إلى الاسفل.
- تكون نتيجة الجهاز الظاهرة على شكل مرتسم بياني مكونة من محورين، المحور السيني لوغارتيمي (يمثل الحجم الحبيبي) والمحور الصادي ذو تقسيم اعتيادي (النسبة المئوية التراكمية).

- **الحسابات:**
- 1. يتم اخذ القيم عند لكل نقطة تقاطع على المنحني عند الأقطار التالية على المحور الافقي وملاحظة ما يقابلها من قيمة بالنسبة المئوية التراكمية على المحور الصادي.
- (63 um, 31, 15.6, 7.8, 3.9, 2 um)
- 2. إن نتائج الـSedigraph تخص الحجمين (الطين + الغرين) وتكون نسبتهما معاً على المرتسم البياني (100%) وهذا غير صحيح، لذلك يتم استخراج نسبتهما الحقيقية

المعاملات الحجمية الإحصائية

Statistical size parameters

مثلث فولك



شكل (3-8) تصنيف الرواسب نسبة إلى (Folk , 1974)

Median الوسيط

- يُعد القيمة الحجمية الفاصلة بين الجزء الناعم عن الجزء الخشن في النموذج ، وهو ذو قيمة نسبية لتغيرها من نموذج إلى آخر (Folk , 1974 ; Folk &Word , 1957).
ويمثل كذلك قطر الحبيبات المناظرة إلى 50 %.
- Median (Mds)=Ø50

Graphic Mean size (Mz) الحجم الحبيبي المتوسط

- يمثل المقياس البياني الأفضل لتحديد معدل الحجم الحبيبي للرسوبيات (Folk , 1974)، ويعد الحجم الحبيبي المتوسط التمثيل الأكثر شمول لمعدل الحجم الحبيبي في النموذج لاعتماده على ثلاث قيم حجميه (Ø16 ، Ø50 ، Ø84) وهذه تمثل على التوالي الثلث الأكثر نعومة والثلث المتوسط و الثلث الأكثر خشونة.

$$\text{Mean size (Mz)} = \frac{Ø16 + Ø50 + Ø84}{3}$$

Sorting (ρ) الفرز

- هو مقدار التشابه في التوزيع آلحجمي للرسوبيات فقد يتم حسابه بحساب الانحراف المعياري (Folk, 1974) .
وتعد قيم الفرز دليلاً للطاقة الحركية وسرعة الترسيب (Folk , 1966 ;Tucker , 1988) .

$$\text{Standard deviation } (\rho) = \frac{Ø84 - Ø16}{4} + \frac{Ø95 - Ø5}{6.6}$$

Skewness (sk) معامل الالتواء

- مقياسٌ يشير إلى الجانب الذي تشغله اغلب حبيبات العينة من حيث الخشونة والنعومة(مشرف ، 1989 ، Sahu , 1964). وأوضح (Folk , 1974) أن معامل الألتواء هو أفضل مقياس إحصائي، ويغطي 90% من المنحنى التراكمي . وبحسب (Pettijohn *et al* ., 1973) أنه يمثل درجة التناظر في أي توزيع،إذ تعني القيمة الموجبة تغير موقع الوسط الحسابي والوسيط إلى يمين المنحني (يعني زيادة في حجوم الحبيبات الناعمة للرواسب) وبالعكس فالقيمة السالبة تعني تغير موقع الوسط الحسابي والوسيط إلى يسار المنحني (يعني زيادة في حجوم الحبيبات الخشنة للرواسب) وتتراوح درجات الميل بين 1- ، 1+ .

الأحجام (Ø)	نوع الفرز أو التناسق	
اقل من 0.35	فرز جيد جداً	Very well sorted
- من 0.35 – إلى 0.5	فرز جيد	Well sorted
من 0.5 – إلى 0.71	فرز جيد بشكل معتدل	Moderately well sorted
من 0.71 – إلى 1.00	فرز معتدل	Moderately sorted
من 1.00 – إلى 2.00	فرز رديء	Poorly sorted
من2.00 - إلى 4.00	فرز رديء جداً	Very Poorly sorted
اكبر من 4.00	فرز رديء للغاية	ExtrmellyPoorly sorted

$$\text{kewness (Sk)} = \frac{Ø16 + Ø84\ 2(Ø50)}{2(Ø84 - Ø16)} \quad Ø5 + \frac{Ø95 - 2(Ø50)}{2(Ø95 - Ø5)}$$

درجة الالتواء لـــــ (Folk , 1974)

	نوع الالتواء	الأحجام (Ø)
Strongly fine- skewed	شديد النعومة	- من 1.00 - إلى 0.30 +
fine- skewed	ناعم	- من 0.30+ - إلى 0.10+
Near- symmetrical	متقارب النعومة	- من 0.10+ - إلى 0.10-
Coarse- skewed	خشن	- من 0.10- - إلى 0.30-
Strongly Coarse-skewed	شديد الخشونة	- من 0.30- - إلى 1.00-

Kurtosis التفلطح

- يشير هذا المعامل إلى درجة تدبب المنحنى الترددي الناجم عن أغلبية رتب حجوم عينة الراسب (مشرف ،1989) . وهو أيضا مقياس كمي يستعمل لوصف الانحراف المعياري عن التوزيع الطبيعي (Folk , 1974) .

$$\text{Kurtosis (KG)} = \frac{Ø95 - Ø5}{2.44\,(Ø75 - Ø25)}$$

معدل التفلطح لأنواع الرواسب حسب مقياس (Folk , 1974)

قيمة قمة المنحني	التسمية	
اقل من 0.67	Very platy ku	قمة مستوية جدا
0.67-0.90	platy ku	قمة مستوية
0.90-1.11	Meso ku	قمة متوسطة
1.11-1.50	Lepto ku	قمة حادة
1.50-3	Very Lepto ku	قمة حادة جدا
اكبر من 3	Extrenly lep ku	قمة شديدة الحدة

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: I10 - Average
Sample Source & type:
Sample bulk lot ref:

SOP Name: Hydro MU Starter Sample
Measured by: Unknown
Result Source: Averaged

Measured: Sunday, May 20, 2018 11:55:03 AM
Analysed: Sunday, May 20, 2018 11:55:04 AM

Particle Name: Glass beads (typical)
Particle RI: 1.520
Dispersant Name: Water

Accessory Name: Hydro 2000MU (A)
Absorption: 0
Dispersant RI: 1.330

Analysis model: Single narrow mode (spherical)
Size range: 0.020 to 2000.000 um
Weighted Residual: 0.364 %

Sensitivity: Enhanced
Obscuration: 14.55 %
Result Emulation: Off

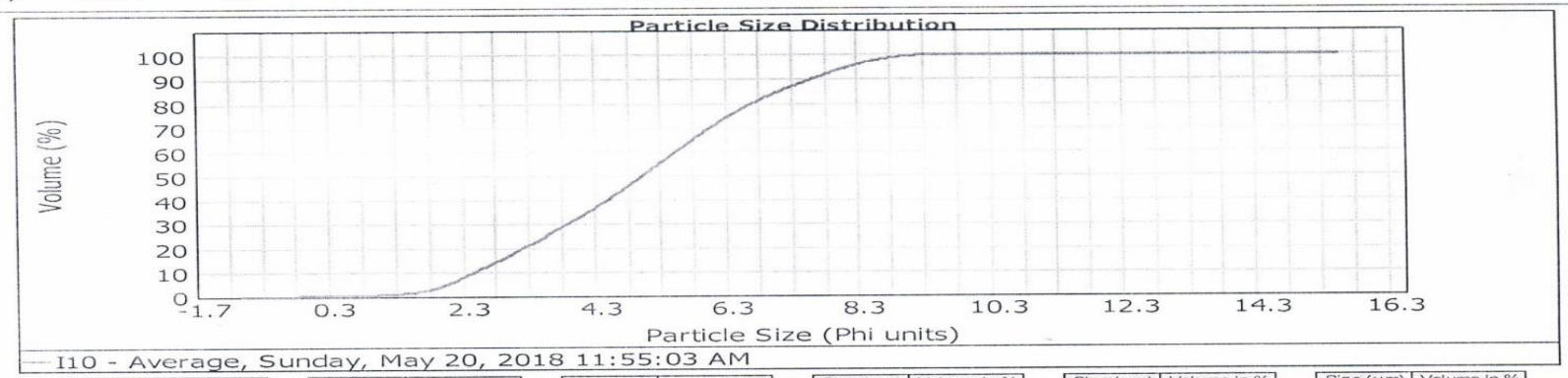
Concentration: 0.0255 %Vol
Specific Surface Area: 0.182 m²/g

Span : 5.578
Surface Weighted Mean D[3,2]: 13.443 um

Uniformity: 1.71
Vol. Weighted Mean D[4,3]: 63.693 um

Result units: Volume

d(0.1): 4.901 um **d(0.5):** 29.739 um **d(0.9):** 170.792 um



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.011	0.00
0.013	0.00
0.015	0.00
0.017	0.00
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.052	0.00
0.060	0.00
0.069	0.00
0.079	0.00
0.091	0.00
0.105	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.105	0.00
0.120	0.00
0.138	0.00
0.158	0.00
0.182	0.00
0.209	0.00
0.240	0.00
0.275	0.00
0.316	0.00
0.363	0.00
0.417	0.00
0.479	0.00
0.550	0.00
0.631	0.00
0.724	0.00
0.832	0.00
0.955	0.00
1.096	

Size (µm)	Volume In %
1.096	0.03
1.259	0.15
1.445	0.29
1.660	0.41
1.905	0.64
2.188	0.89
2.512	1.16
2.884	1.41
3.311	1.63
3.802	1.80
4.365	1.89
5.012	1.97
5.754	2.08
6.607	2.24
7.586	2.43
8.710	2.67
10.000	2.94
11.482	

Size (µm)	Volume In %
11.482	3.22
13.183	3.48
15.136	3.69
17.378	3.82
19.953	3.87
22.909	3.86
26.303	3.82
30.200	3.77
34.674	3.69
39.811	3.56
45.709	3.36
52.481	3.17
60.256	3.08
69.183	3.14
79.433	3.23
91.201	3.17
104.713	2.91
120.226	

Size (µm)	Volume In %
120.226	2.62
138.038	2.50
158.489	2.56
181.970	2.55
208.930	2.16
239.883	1.50
275.423	0.95
316.228	0.57
363.078	0.34
416.869	0.21
478.630	0.09
549.541	0.04
630.957	0.08
724.436	0.10
831.764	0.12
954.993	0.09
1096.478	0.00
1258.925	

Size (µm)	Volume In %
1258.925	0.00
1445.440	0.00
1659.587	0.00
1905.461	0.00
2187.762	0.00
2511.886	0.00
2884.032	0.00
3311.311	0.00
3801.894	0.00
4365.158	0.00
5011.872	0.00
5754.399	0.00
6606.934	0.00
7585.776	0.00
8709.636	0.00
10000.000	

Operator notes:

clay 6.73
silt 69
sand —

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 5.60
Serial Number : MAL1073935

File name: layal
Record Number: 196
5/21/2018 11:13:38 AM

Sedimentology

Lab 8

Heavy minerals المعادن الثقيلة

- وهي المعادن التي لها وزن نوعي أكثر من (2.89) ويمكن عزلها عن المعادن الخفيفة بواسطة سائل البروموفورم Bromoform CHBr3 Specific gravity 2.9.
- كما تسمى ايضا بالمعادن الاضافية Accessory minerals وذلك لقلة نسبتها في الصخور. اذ تكون نسبتها ما بين 0.01- 1% في الرواسب الرملية. ولظروف بيئية معينة تزداد نسب المعادن الثقيلة كثيراً عن هذا المقدار لتصل إلى مستوى الترسبات الأقتصادية (Economic deposits) والتي تدعى حينئذ بالترسبات المتبقية (Placer deposits) ومثالها معادن الزركون والكاستيرايت والإليمنايت والتي تتوافر في القنوات المدية أو في الترسبات الساحلية (Beach deposits)

فصل المعادن بالسوائل الثقيلة Heavy liquid separation

- تعد هذه الطريقة من أكثر طرائق التحاليل المعدنية شيوعاً، حيث يتم فصل حبيبات المعادن المكونة للصخرة الأصلية المفتتة إلى جزأين، الأول يسمى بالمعادن الثقيلة Heavy minerals والآخرى تسمى بالمعادن الخفيفة Light minerals وهذه المصطلحات عبارة عن أسماء نسبية لسائل معين يستخدم في عملية الفصل يدعى بالسائل الثقيل Heavy liquidحيث تطفو على سطحه المعادن ذات الوزن النوعي الأكبر منه. ولذلك تسمى هذه الطريقة ايضاً بطريقة الفصل بالكثافة Density separation لأنها تعتمد على الفرق بين كثافة المعادن المختلفة المكونة للصخرة وكثافة السائل المستخدم في عملية الفصل

فوائد تحليل المعادن الثقيلة

- تعطي دراسة الأنواع المختلفة من المعادن الثقيلة في الصخور الرسوبية معلومات هامة عن أصله ونشأته والمصدر الصخري له، إذا ما كان صخور نارية أو متحولة أو صخور رسوبية قديمة أعيد ترسيبها.
- تختلف المعادن الثقيلة في درجة ثباتها ومقاومتها لعمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية أثناء النقل والترسيب، لذلك فإن هذه المعادن لها اهمية في معرفة التاريخ الجيولوجي للصخور الرسوبية والظروف المختلفة التي مرت بها منذ نشأتها، مثل نوع ودرجة التجوية وعامل النقل المسيطر (هوائي، مائي، جليدي) وخواص بيئة الترسيب والعمليات ما بعد الترسيب، المناخ السائد، الجغرافيا القديمة وحدود الشواطئ.
- إن معرفة نوعية وكمية وتوزيع المعادن الثقيلة لها أهمية في تقسيم التتابعات الطباقية إلى عدة أنطقة أو تكاوين مختلفة، خاصة التتابعات التي تكون خالية من المتحجرات. فضلاً عن استخدامها في عملية المضاهاة.

السوائل الثقيلة Heavy liquids

- هناك عدة أنواع من السوائل المستخدمة في عملية الفصل المعدني تتميز كل منها بكثافة معينة. يعتمد اختيار السائل الثقيل على كثافة المعادن المكونة للصخرة أو وزنها النوعي. يجب ان تتوفر في السوائل الثقيلة الشروط التالية:
- ان يكون متوفراً وغير باهظ الثمن ويمكن تحضيره في المختبر.
- يمتاز بخاصية السيولة، أي يكون سائلاً بدرجة حرارة المختبر 20°C، وذو لزوجة Viscosity منخفضة.
- يجب ان يكون خاملاً كيميائياً، أي لا يتفاعل مع حبيبات المعادن الثقيلة أو الخفيفة.
- له القابلة للتركيز أو التخفيف للحصول على نسب متفاوتة من الوزن النوعي.
- يجب ان يكون غير قابل للتحلل وذو قوة تطاير ضعيفة عند التعرض للحرارة أو الضوء.
- يجب ان يكون سائل الفصل شفافاً ليتسنى رؤية المعادن الثقيلة والخفيفة من خلاله.
- من الضروري ان يكون غير ساماً، حتى لا يعرض حياة أو صحة الباحث للخطر.

بعض انواع السوائل الثقيلة وكثافتها

الصيغة الكيميائية	السائل	الكثافة
بروموفورم	$CHBr_3$	2.89
اسيتلين رباعي البروم	$C2H2Br_4$	2.96
يود المثيل	CHI_3	3.32

- وقد يكون من الضروري الحصول على كثافة معينة لسائل الفصل حتى يلائم كثافة المعادن المختلفة المكونة للصخرة، وفي هذه الحالة يمكن تخفيف أو تركيز السائل عن طريق خلطه بسوائل اخرى مثل:
- تخفيف البروموفورم بالأسيتون للحصول على كثافة تتراواح بين 2.87-0.79.
- تخفيف البروموفورم بالكحول للحصول على كثافة تتراوح بين 2.87-0.79.
- تخفيف البروموفورم بالبنزين للحصول على كثافة تتراوح بين 2.87-0.88.
- تخفيف البروموفورم بالنيتروبنزين للحصول على كثافة تتراوح بين 2.87-1.20

طريقة العمل Procedure

- يعتمد توزيع المعادن الثقيلة في الأحجام الحبيبية المختلفة للرسوبيات على الوزن النوعي للمعدن ، إذ إن هناك علاقة بين الوزن النوعي والحجم الحبيبي والذي تتمركز فيه المعادن الثقيلة, بالإضافة إلى عوامل أخرى تحدد الحجوم التي تتواجد بها المعادن الثقيلة كالشكل الحبيبي لهذه الحبيبات وحجمها وسرعة وطبيعة الوسط الناقل.
- يؤخذ وزن معين من النموذج بعد تفتيتها، ثم تنخل بواسطة منخل مقاس 500 مايكرون.
- تؤخذ الحبيبات المارة من هذا المنخل إلى الفحص (كون المعادن الثقيلة تتركز في الأحجام الحبيبية الناعمة، أما الحبيبات المتبقية فوق المنخل فيفضل عدم استعمالها).
- يتم اختيار احجام حبيبية معينة مثلاً 75، 90، 150، 250 والتي عادة تتركز فيها المعادن الثقيلة.
- توضع كمية من سائل الفصل في قمع الفصل (Seperating funnel) وهو اناء زجاجي كمثري الشكل كروي الشكل من الأعلى ينتهي بانبوبة طويلة تحتوي على صنبور. يجب عدم ملء القمع حتى نهايته بالسائل.

- توضع كمية من النموذج من أعلى القمع، ثم تحرك جيداً داخل السائل ثم يتم ملء القمع بسائل الحفر لمنع الحبيبات من الالتصاق على جدار القمع.
- نلاحظ هبوط المعادن الثقيلة أسفل القمع وطفو المعادن الخفيفة على سطح السائل.
- يترك السائل لمدة لا تقل عن نصف ساعة حتى تتم عملية الفصل بصورة صحيحة.
- يفضل ازالة غطاء القمع بين لحظة واخرى لإخراج الهواء منه، قد تحاط بهواء وتقل كثافتها
- يفتح صنبور قمع الفصل الزجاجي ويستقبل أولاً جزء المعادن الثقيلة على ورقة ترشيح، ثم يستقبل جزء المعادن الخفيفة على ورقة ترشيح اخرى.
- بعد ذلك تغسل المعادن بسائل الأسيتون لإزالة البروموفورم الملتصق بها، ومن ثم تعد (300) حبيبة على كل شريحة لغرض تهيئتها للدراسة المعدنية بالمجهر المستقطب (Polarized Microscope

- **تعيين كمية المعادن الثقيلة في الرواسب**
- توجد طريقتان لحساب كمية المعادن الثقيلة في النموذج:
- **1. طريقة الوزن Weight**
- بعد غسل جزء المعادن الثقيلة وتجفيفها يتم وزنها بدقة، ويتم التعبير عن هذا الوزن إما بالنسبة المئوية لكميتها نسبة للوزن الأصلي للعينة المستخدمة في التحليل.
- أو باستخراج ما يسمى بالمعامل النسبي = النسبة المئوية للمعادن الثقيلة / المعادن الخفيفة
- وهذا المعامل له أهمية في عملية المضاهاة الطباقية للمناطق المختلفة.
- **2. طريقة العد Counting**
- تتم باستخدام المجهر المستقطب، وذلك بوضع حبيبات المعادن الثقيلة او الخفيفة على شريحة ويتم تثبيتها بواسطة الكندابلسم ثم حساب نسبتها. ويجب عد ما لا يقل عن 500 - 1000 حبيبة في الشريحة الواحدة.
- بعد ذلك يتم حساب النسبة المئوية لكل معدن بالنسبة للعدد الكلي للحبيبات التي تم عدها وتوضع في جدول، ويمكن استخدام بعض المصطلحات العالمية التي تشير الى كمية توفر هذه المعادن

Flood	F	100-75	المصطلح
Dominant	D	75-50	مستفيض
Abundant	A	50-25	مسيطر
Common	C	25-10	وفير
Present	P	10-5	شائع
Rare	R	5-1	موجود
Trace	T	أقل من 1	نادر

تصنيف المعادن الثقيلة Folk, 1974

مجموعة المعادن الصفائحية	Biotite	Chlorite	
مجموعة المعادن غير المستقرةUnstable	Pyroxen	Amphobole	
مجموعة المعادن المعتمة Opaque	Magnetite	Geothite	Hematit, Limonite
مجموعة المعادن شبه المستقرة Metastable	Epidote	Garnet	Kyanite, Staurolite
مجموعة المعادن فوق المستقرة Ultrastable	Zircon	Tourmaline	

Sedimentology

Lab 9

- **دراسة التركيب المعدني باستخدام الاشعة السينية**
- يقتصر استخدام هذه الطريقة على حجوم الحبيبات الدقيقة مثل حجوم الطين والغرين والتي يتعذر معرفة حجوم حبيبات كل منهما عن طريق استخدام طريقة المناخل.
- تعد طريقة الأشعة السينية من أكثر الطرائق المتبعة في تشخيص نوع المعادن المكونة للنموذج الصخري وأكثر استعمالاً لكونها طريقة غير تحطيمية للتركيب المعدني فضلاً عن كونها تمتاز بسرعتها ودقتها في التحليل

- **مبدأ عمل جهاز الأشعة السينية**
- يعمل هذا الجهاز على اساس أن لكل معدن تركيب بلوري معين ذو أبعاد ثابتة مرتبة بنظام معين وعند سقوط الاشعة على هذه البلورات تنحرف بزاوية خاصة تميزها عن غيرها من البلورات، ويظهر ذلك على شكل منحنى له ذروة (Peak) وكل ذروة تمثل تركيبا معيناً

- **تحضير النموذج الكلي Bulk sample**
- يتم تجفيف النموذج الصخري بدرجة حرارة 60 ◦C لمدة 24 ساعة، بعدها تؤخذ كمية قليلة منه وتسحق باستخدام المدق والهاون الخزفي بحالة جافة لحين الحصول على مسحوق بحجم اقل من 150 مايكرون (100 mesh) بعد ذلك يوضع المسحوق في قالب من الالمنيوم (Aluminum holder) مع الانتباه الى عدم تسليط ضغط كبير عليه للحصول على نموذج غير موجه (Unoriented sample) ثم يوضع القالب في جهاز الفحص.
- بعد اجراء التحليل يتم الحصول على مخطط الحيود والذي يكون على شكل مجموعة من القمم تمثل المعادن، يتكون المخطط من محور عمودي يمثل الشدة (%) ومحور افقي يمثل الزاوية (2Θ)وباستخدام جداول خاصة يتم من خلالها تشخيص المعادن المكونة للنموذج الصخري

- **مراحل فصل المعادن الطينية وتحضير الشرائح الموجهة**
-
- يتم فصل المعادن الطينية عن الجزء الرملي والجيري باتباع الطريقة التالية:
- 1. يؤخذ حوالي (25 gm) من النموذج بعد طحنه باستعمال هاون العقيق وغربلته بغربال (150 µm).
- 2. يتم التخلص من الجزء الجيري بوضع النموذج في بيكر سعة (500 ml) مع إضافة (50 ml) من الماء المقطر ثم يضاف حامض الهيدروكلوريك المخفف (10% HCl) بشكل تدريجي مع التحريك المستمر لحين إنتهاء التفاعل، بعدها يغسل النموذج بالماء المقطر لأكثر من مرة.
- 3. الفترة اللازمة لهذه العملية من يوم الى عدة أيام ويفضل عدم ترك الحامض لفترة طويلة بتماس مع مكونات النموذج.

- بعد ذلك يتم فصل الطين والغرين عن الرمل بطريقة الغربلة الرطبة حيث أستعمل غربال
(63 µm)، إذ تتخلف حبيبات الرمل فوقه وتنزل أجزاء الطين والغرين من خلال الفتحات.
- 5. لغرض زيادة تشتت وإنتشار دقائق الطين تم التخلص من الأملاح الذائبة من خلال غسل
العالق المتكون من الطين والغرين في إسطوانة مدرجة بسعة (1000 ml)وذلك بإضافة (300 ml) من الماء المقطر إلى النموذج وتترك الى أن تستقر الأجزاء الصلبة منه ثم يتم التخلص من الماء المضاف، وتعاد العملية لعدة مرات.
- 6. بعدها تضاف كمية من محلول بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) لإذابة المواد العضوية.
- 7. يُنقل العالق إلى إسطوانة مدرجة أخرى بسعة (1000 ml) ويكمل الحجم إلى حد العلامة وذلك بإضافة الماء المقطر، ثم يضاف إليه مادة (Sodium hexametaphosphate) بوزن (0.5 gm) والذي يعمل كمادة مشتتة للمحلول العالق، ثم يحرك جيداً لفترة قصيرة بعدها يترك لمدة (4) ساعات ثم يؤخذ الجزء العلوي من العالق على عمق (5 cm) بوساطة إنبوب مطاطي ثم ينقل الى البيكر، بعدها تعاد عملية السحب للحصول على كمية من الطين تكفي لعمل الشرائح.

- . يُنقل عالق الطين إلى فرن ذي درجة حرارة حوالي (50˚C) لغرض التخلص من الماء الزائد.
- 9. يتم عمل شرائح موجهة من خلال نقل عالق الطين بوساطة قطارة إلى الشريحة الزجاجية ذات السطح المستوي ويترك ليجف بدرجة حرارة الغرفة.
- 10. بعد عمل ثلاث شرائح من العينات الموجهة تم فحص شريحة إعتيادية غير معاملة في مدى الزاوية (˚32-2)، ثم يتم فحص شريحة أخرى بعد تسخينها في فرن بدرجة حرارة (500˚C) ولمدة ساعتين، ثم تعامل الشريحة الثالثة وللنموذج نفسه بمادة الاثلين كلايكول حيث توضع في حاوية زجاجية تحوي حوالي (100 ml) من هذه المادة ثم توضع في حمام مائي بدرجة حرارة (60˚C) ولمدة ساعة واحدة على الأقل بعدها تستخرج الشريحة منها وتفحص مباشرة بالأشعة السينية الحائدة.
- 11. تقارن مخططات الأشعة السينية الحائدة مع بعضها وملاحظة التغيرات الحاصلة على المعادن الطينية جراء المعاملات المختلفة لها مع تشخيص نوع المعدن الطيني.