مقدمة

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِيٓ أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ ٱلَّتِيٓ أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَٰلِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَٰلِحًا تَرْضَىٰهُ ﴾ صدق الله العظيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الخلق سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين، المبعوث هدى ورحمة للناس أجمعين، بلسان عربي مبين، وعلى آله وأصحابه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين وبعد:

لو أن أحداً منا قام بفحص رمل الشاطئ بعدسة صغيرة، فسيكتشف أن بين حبيبات الرمل (الكوارتز) والمعادن الأخرى توجد كثير من الأصداف الصغيرة، تلك الأصداف قد تشمل أصداف يرقات من الرخويات Mollusca وبقايا أصداف كائنات بحرية أخرى. كما توجد أعداد لا تحصى من الأصداف الدقيقة التي لا يمكن أن تنمو أكبر من حبيبات الرمل الدقيقة التي تحويها. وهذه الأصداف تشمل درقات ثنائية المصراع لحيوانات من المفصليات المجهرية تسمى الأوستراكودا وأصداف مقسمة لعدد من الغرف لحيوانات وحيدة الخلية هي الفورامنيفرا، إضافة إلى فتات من هياكل الطحالب والمرجان وغيرها من الكائنات البحرية الأخرى.

لو أخذت عينة أخرى من الرواسب المتجمعة في قاع البحر وبعيدا عن الشاطئ لوجدت تنوعا أكثر من بقايا هياكل الكائنات الدقيقة وتكون هذه الرواسب الحيوية ذات لون بني ولزج

من الرزغات (Ooze) يتكون أساسا من بقايا الكائنات الطافية والنباتات والحيوانات وحيدة الخلية ويوجد عشرات الآلاف من هياكلها في الجرام الواحد من رواسب القاع. وهذه الهياكل هي لكائنات دقيقة وبمرور الزمن الجيولوجي تشكل هذه البقايا جزءاً من الصخور الرسوبية وأحيانا تتكون الصخور كليا من بقايا الكائنات.

وتتميز بقايا الكائنات الدقيقة أنه بالإمكان الحصول عليها كاملة من عينة صخرية صغيرة حتى أنه بالإمكان الحصول عليها بكميات من رمل (حفير) الآبار التجريبية أو الآبار التي تدق لاستخراج المياه الجوفية أو البترول. لذا جاءت أهميتها لأنه بإمكان الجيولوجي المتخصص في علم الطبقات الحيوي أن يتعرف على عمر الطبقات التي تخترقها الآبار ومقارنتها بعضها مع بعض. لذا اكتسبت الأحافير الدقيقة أهمية كبيرة في التعرف على البيئات القديمة للطبقات الحاملة للنفط أو المياه أو أي رواسب ذات أهمية اقتصادية أخرى.

إن الصخور الرسوبية المتزامنة تختلف بما تحتويه من أحافير دقيقة وذلك تبعا للبيئة القديمة التي ترسبت تحتها تلك الصخور فمثلا رواسب المياه العذبة للبحيرات القديمة والدلتا تحتوي على دياتومات وأبواغ وحبوب لقاح لنباتات برية أو مائية لكن تزداد نسبة تواجد أحافير

الأوستراكودا كلما اتجهنا ناحية البحر وبزيادة الملوحة باتجاه البحر نجد تلك البقايا السابقة تختلط مع بقايا الفورامنيفرا وخاصة تلك الأشكال التي تتحمل اختلافات الملوحة إضافة إلى

أشكال أخرى من أحافير دقيقة لكائنات دقيقة كانت تعيش وتميز مناطق التقاء البحر مع اليابسة، ومن هنا تكون فائدة الأحافير الدقيقة في التعرف على الشواطئ القديمة أو الجغرافيا القديمة. أما الطبقات التي ترسبت في المناطق تحت الشاطئية أو الرف القاري

فتحتوي على تجمعات أحافير دقيقة بحرية فقط مثل الفورامنيفرا القاعية والأوستراكودا أما بقايا الكائنات الدقيقة التي تميز المياه نصف المالحة فتقل بشكل واضح. أما الطبقات التي ترسبت في قاع المحيطات العميقة فهي عادة غنية بأحافير الفورامنيفرا الطافية وخاصة الجلوبوجيرينا والدياتومات والراديولاريا.

ومما سبق وبإيجاز تتضح أهمية الأحافير الدقيقة في التعرف على البيئات القديمة التي ترسبت تحتها الطبقات وكذلك السحنات القديمة والجغرافيا القديمة والمناخ القديم والمحيطات القديمة واختلافاتها وبالإمكان تتبعها والتعرف عليها ورسم الخرائط الجيولوجية التاريخية ليس فقط لحقل بترول صغير بل إلى خرائط للكرة الأرضية بكاملها في الزمن الجيولوجي الغابر.

وبدراسة الأحافير الدقيقة يمكن التعرف على كميات تواجدها وتنوعها والتغيرات البيئية التي حدثت لها عبر الزمن الجيولوجي وبالتالي التعرف على التطورات البيولوجية التي حدثت لتلك الكائنات.

إن الأهمية النظرية والعملية للأحافير الدقيقة تزداد يوما بعد يوم بعد معرفة أهميتها واستخداماتها للدراسات تحت السطحية للاستكشافات البترولية والتي عُرفت منذ أكثر من ثمانين سنة. لذا فإن شركات النفط والمساحات الجيولوجية وشركات الاستكشاف والاستشارات الجيولوجية جميعها توظف مختصين بالأحافير الدقيقة أكثر من جميع المختصين في الأحافير الأخرى مجتمعة. لذا فقد زادت أهمية تقديم مقرر الأحافير الدقيقة ليس فقط لطلبة الدراسات العليا في الجيولوجيا وإنما أيضا لطلبة البكالوريوس. ومن هنا حرصت أولا على تأليف كتاب نظري باللغة العربية متخصص بالأحافير الدقيقة أقرته جامعة الملك سعود على طلبة الجيولوجيا. وها أنا الآن أكمل هذا الكتاب ليغطي الجزء العملي لهذا المقرر راجيا من العلي القدير أن يتقبل عملي هذا وينفع به.

في الختام يسعدني أن أقدم الشكر لكل من أبدى أو سوف يبدي ملاحظات أو اقتراحات تسهم في تطوير وتحسين هذا الكتاب وإبرازه مستقبلا في صورة أفضل وأكمل بإذن الله.

والله ولي التوفيق، ، ، .

المؤلف

أ.د. علي بن عبد الله الفريح

obeikandl.com

جمع العينات وتجهيزها

Collection and Preparation of Samples

أولا: الأحافير الدقيقة Microfossils

أ – جمع العينات Collection of Samples:

تجمع العينات الحديثة للكائنات الدقيقة، مثل الفورامنيفرا والأوستراكودا، بأخذ أجزاء من الأعشاب البحرية أو عينة رملية أو طينية من منطقة المد والجزر (النطاق الشاطئ). أما إذا كانت المناطق عميقة فيرسل جهاز إلى قاع البحر ليلتقط عينة من القاع أومن العمود المائي وأحيانا تجمع العينات بواسطة غواص سواء كان الغواص هو الباحث أو غيره. وتعالج عينات الأعشاب البحرية. بوضعها في إناء يحتوي على ماء بحر ويحرك الإناء بشدة كي تنفصل الكائنات من الأعشاب البحرية ثم تنخل بواسطة منخل مناسب، كي تفصل الأعشاب عن الكائنات الدقيقة. أما العينات الرملية أو الطينية فتغسل في منخل مناسب ثم ينقل الراسب الحاوي على الكائنات الدقيقة إلى إناء آخر يحوي ماء بحر كي يفحص. هذا ويمكن تمييز الفورامنيفرا الحية من الميتة بلون الأخيرة الغامق . كذلك يمكن ملاحظة حركة الأقدام الكاذبة وحركة الزوائد بالنسبة للأوستراكودا وبعض العمليات الحيوية الأخرى مثل التغذية وغيرها وذلك تحت مجهر ذي قدرة عالية على التكبير.

أما بالنسبة للأحافير الدقيقة فتجمع من المتكونات الجيولوجية مع مراعاة أخذ العينات من الطبقات الأصلية وليس من الركام المتجمع أسفل الجبل أو الهضبة.

يبدأ أخذ العينات من القاعدة إلى القمة بحيث تكون الأبعاد بين العينات متساوية، إلا إذا تغير التركيب الصخري، عندها تجمع العينات بحسب التغير، ولو كان على أبعاد عدة سنتيمترات. ولكي تكون الدراسة وافية وشاملة لكل المحتوى الأحفوري ينبغي تتبع الطبقات في الاتجاه الرأسي والأفقي مع محاولة ربط بعضها ببعض، أي مضاهاتها.

فإذا حددت دراسة منطقة معينة اقتضى أن تجمع الأحافير من قطاعات جيولوجية متعددة. ولابد من محاولة ربط هذه القطاعات بعضها مع بعض ومضاهاتها أيضا، وتجمع كمية وفيرة من عينات الأحافير من كل طبقة من طبقات هذه القطاعات. فإذا جمعت العينات بهذه الطريقة كانت هناك إمكانية للدراسات الجيولوجية المختلفة، إضافة إلى دراسة وافية للأحافير نفسها.

توضع العينات في أكياس مرقمة بالتسلسل مع وصف موجز لنوع الصخر، وعادة يكتب الجيولوجي ملاحظاته الشخصية عن المنطقة المدروسة في مذكرة حقلية صغيرة.

ب – تجهيز العينات Preparation of Samples:

تجلب العينات التي تم جمعها إلى المختبر وتصنف إلى مجموعات وفقاً لنوعها، وتعامل كل عينة تبعا للمجموعة التي تنتمي إليها. وتكون العينات التي تجمع من الحقل عادة نوعين:

١ - عينات كبيرة وصلبة يعمل لهذه شرائح تدرس تحت المجهر أو تسحق في المعمل وتعامل مثل معاملة النوع التالي.

٢ - عينات فتاتيه مثل الطين والرمل والطفل...الخ وهذه تعامل معاملة خاصة وفق ما يلي:

أ) الغلي Boiling

توضع العينات في إناء زجاجي من البيركس أو إناء حديدي، ويضاف إليها قليل من الماء وقليل من فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بتركيز ٥ - ١٨٪ ، ويغلي الخليط مع التحريك لعدة ساعات قد تصل الى ٨ ساعات. وكلما زاد عدد ساعات الغلي كان الحصول على عينات نظيفة أكثر. مع ملاحظة تجنب ترك العينة دون مراقبة كي لا يتبخر الماء وتتكسر بعض الأحافير وتنتج أضرار أخرى.

ب) الغسيل Washing

بعد الغلي تغسل العينة باستخدام صنبور ماء هادئ وتحرك العينة، وتفرك بلطف بين الأصابع ثم تترك العينة كي تستقر ويتخلص من الماء. وتعاد العملية مرات عدة حتى يصبح الماء المستخدم شبه صافٍ وللإسراع في هذه الخطوة يستخدم في الغسيل منخل دقيق الفتحات مع ملاحظة الدقة والنظافة أثناء العمل كي لا تختلط العينات مع بعضها البعض.

جـ) التجفيف Drying

توضع العينة في فرن هادئ وتترك حتى تجف. ويمكن وضعها في الإناء الذي غسلت فيه أو بعد نقلها إلى بوتقة. ويراعى في ذلك عدم التسخين الشديد كي لا يتحول لون العينة إلى لون أبيض وتفقد شفافيتها وقد تتكسر.

د) النخل Sieving

تفصل أو تجزأ العينة إلى عدة أجزاء وذلك باستخدام عدة مناخل خاصة ومناسبة لحجم الأحافير المدروسة.

هـ) اللقط Picking

بعد تجزئة العينة إلى عدة أقسام يؤخذ كل قسم على حدة ويوضع جزء منه في صينية لقط - تكون هذه الصينية، عادة، سوداء اللون ومقسمة إلى سنتيمترات مربعة- مع ملاحظة نشر العينة بانتظام على الصينية بحيث لا تتراكم على بعضها

obeikandi.com

وتحجب رؤية الأحافير الدقيقة تحت المجهر. ويتم اللقط تحت المجهر باستعمال فرشاة ناعمة مقاس صفر- صفر (٠-٠) بعد ترطيبها بقليل جداً من الماء وتنقل الأحافير الدقيقة إلى شرائح خاصة معدة لهذا الغرض. بعد ذلك تبدأ الدراسة والتعريف.

ومن الجدير بالذكر أن البقايا الحيوانية المستخلصة من الصخور لن تكون لها أهمية إلا إذا تم تصويرها باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح أو غيره، وتعريفها أي معرفة وضعها في المملكة الحيوانية وتسميتها تسمية ثنائية (جنس ونوع) ومعرفة نوع الصخر الموجودة به وانتشارها الجغرافي. ويتم التعرف على هذه البقايا وتسميتها بواسطة مقارنتها بأشكال موصوفة ومرسومة في كتب أو مجلات علمية أو في موسوعات مثالية تسمى (Monographs-atlas) ، وكذلك مقارنتها بمجموعات مثالية أو غير مثالية محفوظة في المتاحف أوفي الأقسام الجيولوجية بالجامعات والهيئات الجيولوجية المختلفة، وتسمى بمجموعات الأنواع المثالية (Type species) أو الأجناس المثالية (Type genera).على أن يكون قد سبق دراسة هذه المجموعات دراسة وافية.

من القواعد الرئيسية في التعريف أن يكتب اسم النوع يليه مباشرة اسم المؤلف - وهو أول من سمى النوع الذي تم تعريفه - وكذلك السنة، مثال:

Species: *Peloriops nodosa* Al-Furaih, ١٩٨٤

أما إذا لم يتم التعريف الدقيق للنوع فيُكتفى بوضع حرفي (.sp)- اختصارا لكلمة نوع (species) - بعد اسم الجنس مباشرة وبالطبع لا يكتب اسم مؤلف في هذه الحالة، مثال: Species: *Hapsicytheridea* sp.

ثانيا: حبوب اللقاح والأبواغ
Pollen grains and Spores

أ – جمع العينات Collection of Samples:

من أحسن أنواع الرسوبيات التي يمكن الحصول منها على كمية كبيرة من حبوب اللقاح والأبواغ هي الصخور الطينية، والطفل وبخاصة إذا كانت سوداء اللون لدلالتها على وجود كميات كبيرة من المواد العضوية. وإن أفضل أنواع العينات في هذه الدراسة هي عينات اللب (Core samples) في الآبار نظراً للآتي:

١ - قلة احتمال تلوثها بالبيئة الحديثة.

٢ - إمكانية تحديد موقع هذه العينات بالضبط.

٣ - إن العينات لا تكون قد عانت من الأكسدة والتعرية التي تحدث للصخور المعرضة للسطح.

ب – تجهيز العينات Preparation of Samples:

يفضل أن تجمع العينات من مسافات متساوية، كل ثلاثة أمتار. وهذا يعتمد كلياً على نوع الرسوبيات في تلك المنطقة. بعد جمع العينات مباشرة تحفظ في أغلفة مقفلة جيداً، وذلك لحفظها من التلوث، والتقليل من احتمال نمو البكتريا والفطريات فيها.ثم تنقل هذه العينات إلى المختبر حيث تمر بعدة خطوات وفقاً للترتيب الآتي:

١ - تطحن العينة إلى حبيبات صغيرة جافة، أما إذا كانت رطبة فتجفف في فرن معملي في درجة حرارة ٣٥°م. ثم يؤخذ من العينة عشرة جرامات، توضع في كأس مدرج من اللدائن سعة ٦٠٠ مل.

٢ - تغمر العينة تماماً بمحلول حمض كلوريد الهيدروجين (HCl) ذي التركيز ٢٠٪ لكي تذوب الكربونات الموجودة فيها. عندما يتوقف التفاعل يكمل ملء الكأس

بماء مقطر حتى ٦٠٠ مل . وبعد ٢٤ ساعة تكون العينة قد ترسبت في قاع الكأس ويبقى محلول الحامض والماء الذي يسكب بحرص شديد حتى لا ينزلق معه أي شيء من الراسب.

٣ - يغمر الراسب بعد ذلك بمحلول حمض فلوريد الهيدروجين (HF) ذي التركيز ٧٠ ٪ على الأقل وذلك لإذابة جميع أنواع السيليكا. وتُعَدُ هذه الخطوة شديدة الخطورة، ولذلك يجب الحرص والحذر الشديد نظراً لخطورة حمض (HF) حيث إن أبخرته تذيب الأنسجة وتخترق العظام، فلابد من استخدامه تحت مفرغة هواء (Fume hood) من الدرجة الأولى مع ارتداء نظارة وقفازات لدنة واقية. كذلك ينبغي أن تكون عملية إضافة الحمض بطيئة حتى إذا حدث فوران شديد نتيجة لوجود كميات كبيرة من السيليكا في العينة وجب التوقف بسرعة عن إضافة المزيد من الحمض ، وإذا كان الفوران أكثر شدة لدرجة أنه على وشك الخروج عن سطح الكأس، لزم وقف التفاعل بسرعة وذلك بإضافة ماء مقطر. وبعد ١٢ ساعة من إضافة الحمض يكمل الكأس بالماء المقطر إلى ٦٠٠ مل ويترك لمدة ٢٤ ساعة، ثم يسكب بعد ذلك المحلول بحرص شديد مع الاحتفاظ براسب العينة المتبقي في قاع الكأس.

٤ - يضاف حمض كلوريد الهيدروجين (HCl) ذو تركيز ٣٠ ٪ لإذابة أكسيد السيليكون الذي تكوَّن نتيجة تفاعل حمض فلوريد الهيدروجين مع السيليكا في الخطوة السابقة. وبعد ٢٤ ساعة يتم سكب محلول حمض كلوريد الهيدروجين بحرص شديد ثم تكرر هذه الخطوة مرة أخرى. وبعد ذلك ينقل الراسب من كأس اللدن إلى كأس زجاجي بيركس (Pyrex) سعة ٦٠٠ مل ثم يضاف إلى الراسب حمض كلوريد الهيدروجين ذو تركيز ٣٠ ٪ حتى نهاية تدريج الكأس ومن ثم يوضع في حمام مائي لدرجة الغليان لمدة أربع ساعات. بعد ذلك يخرج الكأس من الحمام المائي ويترك لمدة ٢٤ ساعة بعدها يتم سكب المحلول ويوضع الراسب في أنبوبة جافة نظيفة لجهاز الطرد المركزي (Centrifuge) .يضاف إلى الراسب ماء مقطر وتوضع الأنبوبة في جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق وبسرعة دوران ٢٠٠٠ لفة في الدقيقة. يتم إخراج الأنبوبة

وسكب المحلول المائي ويكون الراسب متماسكاً في قاع الأنبوبة نظراً لسرعة لف جهاز الطرد المركزي.

٥ - يضاف بعد ذلك إلى الراسب في أنبوبة جهاز الطرد المركزي محلول يتم تحضيره قبل استخدامه مباشرة من حمض النتروجين (HNO_3) تركيز ٥٠٪ مضافاً إليه نقطتان من حمض كلوريد الهيدروجين النقي المركز (conc. HCl).تسمى هذه الخطوة بمعاملة لوبر (Luber treatment) وتستخدم هذه الخطوة لأكسدة المركبات العضوية. عندما يبدأ التفاعل ويظهر فوران يضاف ماء مقطر بسرعة ثم توضع الأنبوبة في جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق بسرعة ٢٠٠٠ لفة في الدقيقة. ثم يسكب المحلول من الأنبوبة بعد إخراجها من جهاز الطرد المركزي.

٦ - يضاف إلى الراسب محلول من صوديوم هكساميتا فوسفات (Sodium hexametaphosphate) وذلك لإذابة المركبات العضوية المؤكسدة الناتجة من الخطوة السابقة ثم توضع العينة في جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق بسرعة ٢٠٠٠لفة في الدقيقة. ثم تخرج الأنبوبة ويسكب المحلول ويغسل الراسب بالماء المقطر عدة مرات مع وضع الأنبوبة في كل مرة في جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق إلى أن يصبح لون المحلول المائي شفافاً للتأكد من تمام غسيل الراسب. يتم سكب المحلول المائي بحرص شديد.

٧ - يضاف محلول كلوريد الخارصين كثافته ٢ (ZnCl d=٢) إلى الراسب ثم توضع الأنبوبة بعد ذلك في جهاز الطرد المركزي بسرعة دوران ١٠٠٠ لفة في الدقيقة لمدة خمس دقائق حيث ينتج من ذلك فصل حبوب اللقاح والأبواغ من الراسب، تجمع على هيئة حلقة سوداء على سطح المحلول مع تمركز الحبيبات الكبيرة من الشوائب في قاع أنبوبة جهاز الطرد المركزي. بعد إخراج الأنبوبة من الجهاز وبعد عملية الفصل يتم نقل الحلقة السوداء إلى أنبوبة أخرى نظيفة حيث يتم تقليل الكثافة بإضافة الماء المقطر مما ينتج ترسب الحلقة العالقة في قاع الأنبوبة، ثم توضع الأنبوبة بعد ذلك في

جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق وبسرعة ٢٠٠٠ لفة في الدقيقة. ثم تخرج الأنبوبة من الجهاز ويسكب المحلول بحرص شديد.

٨ - يضاف إلى الراسب محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) ذي تركيز ١٠٪ ثم توضع الأنبوبة في حمام مائي ساخن جداً لمدة ١٠ دقائق ثم يرشح الراسب بواسطة شبكة نحاسية اتساع فتحاتها (٢٠٠ ميكرون) ثم يضاف إلى الراسب المرشح ماء مقطر ثم توضع في جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق بسرعة ٢٠٠٠ لفة في الدقيقة. والمقصود من هذه الخطوة هو تعادل الراسب بعد الأحماض التي تمت المعالجة بها في الخطوات السابقة.ثم يسكب المحلول المائي وتكرر عملية الغسيل بالماء المقطر عدة مرات إلى أن يصبح لون المحلول المائي في الأنبوبة شفاف تماماً.

٩ - يضاف إلى الراسب خليط من الجلسرين النقي والماء المقطر والفينول بتركيز ٣٠ ٪ ثم توضع الأنبوبة في جهاز الطرد المركزي لمدة عشر دقائق بسرعة٢٠٠٠ لفة في الدقيقة ثم تخرج الأنبوبة ويسكب المحلول وتوضع الأنبوبة في وضع مقلوب لمدة ساعتين حتى يتم التخلص من أى قطرات مائية متبقية في الراسب.

١٠ - بماصة دقيقة مدرجة (Pipetman Gilson) يضاف إلى الراسب كمية محدودة من الجلسرين النقي تتراوح بين ٢٠٠ - ٤٠٠ ميكروليتر تبعاً لحجم الراسب المتبقي في الأنبوبة ثم يخلط الراسب جيداً بمحلول الجلسرين النقي ثم يعاد سحب الخليط بالماصة على أن يكون الفرق بين مقدار كمية الجلسرين النقي المضاف وبين المقدار النهائي هو حجم الراسب الفعلي، وعلى أساسه يخفف الراسب بالجلسرين النقي بنسبة ١ : ١٠ حتى نحصل على محلول تكون فيه حبوب اللقاح والأبواغ غير متراكمة مما يسهل رؤيتها بوضوح في القطاع تحت المجهر.

١١ - تؤخذ كمية مقدارها ٥٠ ميكروليتراً من المخلوط السابق بعد التخفيف ثم توضع على شريحة زجاجية نظيفة وتغطي بغطاء زجاجي رقيق، وتلصق بمادة الهيستولاك النقي (Histolaque).