

المحاضرة الثالثة

المواد العضوية المنتشرة في الأرض

3-1. المادة العضوية المنتشرة في الستراتسفير:

تنتشر المواد العضوية في جميع أنواع الصخور الرسوبية ، وحتى في بعض الصخور الاستحالية وتكون بحالتين:

1. تكون منتشرة بكميات قليلة وبشكل مبعثر .

2. منتشرة بكميات كبيرة ومجمعة (مكامن).

كمية المادة العضوية المبعثرة في الصخور الرسوبية بشكل عام تعادل $(n10^{15} - n10^{16})$ طن ، وتشكل المادة العضوية التي تكون بحالة مبعثرة القسم الأكبر من هذه الكمية ، وكمية الفحم تشكل $1/5000$ من هذه الكمية ، أما كمية النفط تكون أقل بكثير.

نسبة المادة العضوية المبعثرة في الصخور الرسوبية غير متساوية ، حيث كمية الكربون العضوي تكون في الصخور وفق النسب التالية:

| النسبة% | الصخر |
|---------|-------------------------|
| 0.9 | الصخور الغضارية |
| 0.6 | الصخور الرسوبية العادية |
| 0.2 | الصخور الكربونائية |
| 0.2 | الصخور الرملية |

من الجدول نلاحظ غنى الصخور الغضارية بالمادة العضوية وتقل في الصخور الكربونائية والرملية التي تحتوي على نسبة ضئيلة من الغضار .

توزع المواد العضوية حسب الأحقاب والعصور:

وجد العلماء بعد دراسات طويلة على البلاتفورم الروسي وأمريكا الشمالية ، أن كمية المادة العضوية تنخفض في عصري السيلوري والترياسي ، ويعود ذلك إلى أنه في هذين العصريين

كانت البحار صغيرة جداً ولم تغط مساحات كبيرة من الأرض فمعظم الأرض كانت قارية والصخور القارية فقيرة بالمادة العضوية .

وتزداد المادة العضوية في العصر الكربوني ، ويعود ذلك إلى حصول كوارث أرضية أدت إلى موت أعداد كبيرة من الكائنات الحية بشكل مفاجيء ، واندثار مساحات واسعة من الغابات وانطمارها ضمن الصخور الرسوبية مما أدى لغنى هذه الصخور بالمادة العضوية.

وهذا التطابق بين البلاتفورم الروسي وأمريكا الشمالية يمكن أن يعمم على كل الكرة الأرضية.

3-2. المادة العضوية في الهيدروسفير:

يختلف تركيز المادة العضوية في الهيدروسفير حسب المكان ، حيث يزداد التركيز في بعض البحار عنه في المحيطات ، وتصل قيمته في بعض الخلجان إلى (50 gr/l).

وتتواجد المادة العضوية في الهيدروسفير بثلاثة أشكال :

1. محاليل حقيقية : تكون مذابو بالماء.

2. محاليل غروية.

3. على شكل دقائق معلقة.

ويكون تركيز المادة العضوية في المحاليل الحقيقية أكبر من تركيزها في المحاليل الغروية والدقائق المعلقة.

يكون تركيز المادة العضوية مرتفع في السطح وتنخفض مع العمق ، لأنه مع زيادة العمق البكتريا الموجودة وغيرها من العضويات تقوم بتفاعل حيوي مع المادة العضوية يؤدي إلى تفكيك وتصفية للمادة العضوية وتبقى المادة العضوية ذات المقاومة الاعلى والتي تندمج بالرسوبيات.

المادة العضوية التي تكون على شكل دقائق معلقة يمكن ان تترسب مباشرة إلى القاع ، وتحتاج المادة العضوية الغروية إلى ان تتخثر او تتلبد لكي تتمكن من أن تترسب على القاع أما المادة العضوية المذابة في الماء تقوم المواد الغضارية بادمصاصها عند ترسبها خلال العمود المائي.

وهكذا نجد ان المادة العضوية بمختلف انواعها ستصل إلى الرسوبيات.

3-3. العوامل المؤثرة على كمية ونوع المادة العضوية المندمجة مع الرسوبيات:

أ. إنتاجية المياه التي تعلق الرسوبيات:

معظم المواد العضوية الموجودة في المحيطات تأتي من الكائنات الحية التي تعيش فيها (الطحريات العضوية) لذلك فإن الكمية الاكبر من المواد العضوية توجد في رسوبيات المناطق

البحرية ذات الإنتاجية العالية وهذه تتأثر بوجود المواد الغذائية كالفوسفات والنترات والسيلس ، وتتأثر بوجود الضوء والحرارة .

ويختلف تركيز المادة العضوية من وسط لأخر ، حيث تكون عالية في الخلجان والبحيرات وقليلة في البحار والمحيطات.

ب. حجم الحبيبات المترسبة ونوعية الفلزات الصخرية:

توجد علاقة وثيقة بين مقاييس الحبيبات في الرسوبيات ومحتوى المادة العضوية فيها ، حيث تزداد كمية المادة العضوية في الرسوبيات كلما نقص حجم الحبيبات.

الرمال تحتوي عادة على نسب قليلة من المواد العضوية وذلك بسبب ترسبها في بيئات مؤكسدة وذات طاقة عالية ، بينما الغضار يحتوي على نسبة مرتفعة من المادة العضوية بسبب ترسبها في بيئات مرجعة ، وتحمل الصخور الكربوناتية مكاناً وسطاً بين الرمل والغضار ويعزى ذلك إلى :

1. فعل الأمواج والتيارات المائية :حيث تحمل التيارات المائية المادة الغضارية ودقائق المادة العضوية الصغيرة ذات الكثافة المنخفضة خارج منطقة الرمال وتعود للترسب ثانية مع بعضها في مياه أكثر سكوناً وأقل اضطراباً.

2. الأوساط الترسيبية ذات الطاقة العالية (الشواطئ والرواسب الرملية الحصوية).

3. استقرار ذرات الغضار وقابليتها على ادمصاص بعض انواع المواد العضوية من الماء ونقلها إلى الرسوبيات.

3. الظروف الفيزيائية والكيميائية في وسط الترسيب:

تتأثر كمية المواد العضوية التي يمكن ان تتوضع في الرسوبيات بشكل رئيسي بظروف الاكسدة والإرجاع في بيئة الترسيب، المادة العضوية لا يمكن ان تحفظ في الظروف المؤكسدة ولكنها تحفظ إذا كان وسط الترسيب مرجع.

ويمكن الاستدلال على الظروف المؤكسدة من خلال نوعية المركبات غير العضوية الموجودة فوجود اكاسيد الحديد التي تعطي اللون الأحمر للصخور يدل على وسط مؤكسد ضعيف القدرة على حفظ المادة العضوية، أيضاً الهيماتيت الموجود في الرمال يكون لها محتوى منخفض من المادة العضوية.

يمكن ان نستدل على بعض خواص الاوساط التي تتواجد فيها المادة العضوية من خلال دراسة بعض المركبات الهيدروكربونية، نستدل على الاوساط المرجعة من خلال احتوائها على (H_2S).

ويمكن ان نستدل على طبيعة الوسط من خلال تحديد نسبة كل من البريستان والفوتان ، فإذا وجد بعد تحليل المادة العضوية في الرسوبيات ان نسبة البريستان أكبر من نسبة الفوتان هذا يدل على ان الوسط الرسوبي وسط مؤكسد ، والعكس صحيح

آلية تشكل البريستان والفوتان :

ينشأ كل من البريستان والفوتان من مركب الفينول الذي يتشكل بدوره من الكلورفيل.

ففي الاوساط المؤكسدة يتفاعل الفيتول مع الاوكسجين ويعطي حمض الفيتونيك كما هو موضح بالمعادلة:

، ويتم عادة في البحار حيث يكون الاوكسجين محلولاً في ماءالبحر وغياب لكبريت الهيدروجين

ثم يتحول حمض الفيتونيك بعد خسارته لثاني اكسيد الكربون إلى البريستن وفق المعادلة:

والقسم الذي لم يخسر ثاني اكسيد الكربون يتحول إلى كيروجين.

ثم يتشكل البريستان بعد اتحاد البريستين بجزيئة هيدروجين وفق المعادلة:

وفي الاوساط المرجعة ، وبوجود كبريت الهيدروجين وبغياب الاوكسجين يتحد الفيتول مع الهيدروجين ويعطي ديهيدروفيتول وفق المعادلة:

، ويتشكل الفوتان بعد خسارة الديهيدروفيتول جزئية ماء ثم اتحاده مع جزئية هيدروجين وفق المعادلة:

والقسم الذي لم يخسر الماء ويتحد مع الهيدروجين يتحول على الكيروجين.

ويمكن ان يتحول الوسط المؤكسد إلى وسط مرجع بسرعة مع زيادة كمية الرسوبيات ، حيث لا تستطيع الميكروبات الهوائية تن تستمر لفترة طويلة في أكسدة المادة العضوية وتخريبها ، ثم يبدأ تخريب المادة العضوية بواسطة الميكروبات الغير هوائية التي تعتمد على استخدام الاوكسجين من السلفات ولكن دورها يتناقص بسرعة مع تزايد عمق طمر الرسوبيات.

إن تحديد نوعية الوسط هام جداً للدراسات الجيوكيميائية لأن الصخور الام لا تتشكل إلا في الاوساط المرجعة.

دليل الكربون:

ويمكن من خلال حساب دليل الكربون (CPI) للألكانات النظامية أن نميز الاوساط البحرية عن الأوساط القارية التي تشكلت فيها المادة العضوية

$$CPI = 0.5 \left[\frac{C_{21} + C_{23} + C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31}}{C_{20} + C_{22} + C_{24} + C_{26} + C_{28} + C_{30}} + \frac{C_{21} + C_{23} + C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31}}{C_{22} + C_{24} + C_{26} + C_{28} + C_{30} + C_{32}} \right]$$

إذا كان :

CPI=1 يكون النفط خام.

3-5 CPI < الوسط الذي تتواجد فيه المادة العضوية بحري حيث تسود المزوجة

3-5 CPI > الوسط الذي تتواجد فيه المادة العضوية قاري حيث تسود الألكانات المفردة على المزوجة.

3-4. المكونات الرئيسية للمادة العضوية :

يعتبر التركيب الكيميائي للمادة العضوية المدفونة في الرسوبيات مع نسبتها ومقدارها الكلي من الامور الهامة في الدراسات الجيوكيميائية وتتكون المادة العضوية من :

1. الكربوهيدرات: عبارة عن وحدة بنائية جزيئية صيغتها $(C(H_2O)_n)$ وهي تتضمن السكر والسيللوز وهي ضرورية لحياة النباتات والحيوانات ، ولها دور هام في تشكيل البيتومينات.

2. البروتينات: عبارة عن بوليميرات من الحموض الامينية والتي تحوي بنيتها الجزيئية على الجذر الاميني (NH_2) والمجموعة الحمضية $(COOH)$ وهي تشكل اكثر من (50%) من الوزن الجاف للاحياء وتعتبر من اكثر المواد الحاوية على النتروجين في العضويات الحية.

3. اللبغينين: يعد الاصل الرئيسي للفحوم الهيومية ، يوجد فقط في اوعية النباتات الارضية ولا يوجد في العضويات البحرية.

4. الليبيدات : تعد الاصل الرئيسي للتراكمات الهيدروكربونية وهي مواد بيولوجية لا تتحلل بالماء ولكنها تتحلل بالمذيبات العضوية.

3-5. التحولات التي تطرأ على المادة العضوية أثناء تشكل الصخور:

إن التحولات التي تطرأ على المادة العضوية أثناء تشكل الصخور تتعلق بالمراحل الثلاث لتشكل الصخور وهي:

الدياجينيز: تحول الرسوبيات الطرية إلى صخر.

الكتاجينيز: تعرض الصخر للضغط والحرارة.

الميتاجينيز : مرحلة الاستحالة.

ففي كل مرحلة تتحول المادة العضوية من شكل لآخر وتتشكل مركبات عضوية جديدة خاصة بكل مرحلة .

بازدياد الضغط والحرارة(ازدياد العمق) يزداد العامل البيتوميني وبالتالي تزداد كمية البيتومين المستخرجة من المادة العضوية.

وحسب دراسة العالم لويس على حوض باريس ،فإن كمية المواد الهيدروكربونية تزداد بازدياد العمق، ففي الصخور القديمة (العميقة) تظهر المواد الهيدروكربونية الخفيفة (C_4-C_5) ولا تظهر في الصخور الحديثة .

يحصل في الصخور الرسوبية العميقة تمايز للمركبات العضوية، حيث نميز مركبات عضوية متحركة ومركبات عضوية ثابتة لا تنتقل من منشئها ، المركبات العضوية المتحركة التي تترك المادة العضوية الاولية تعطينا ما يسمى ميكرو نفط والذي يشكل اساساً للمركبات النفطية.

إن دراسة الميكرو نفط والمركبات العضوية الثابتة المنتشرة في الصخور الرسوبية تساعد في تحديد الصخور الام ومعرفة نوع البيتومين وتعطينا فكرة عن هجرة النفط من الصخر الام إلى الصخر الخازن.

