الطين: تاريخه وبعض تطبيقاته (1)

تاريخ الطين وخصائصه

محمد خوجة [1]، المرحوم غازي عثمانين [2] وميشال روتيرو [3]

[1]أستاذ باحث، سوناطراك – المعهد الجزائري للبترول، بومرداس

[2] أستاذ، جامعة محمد بوقرة، بومرداس

[3]أستاذ، جامعة أورليون، فرنسا

mohamed.khodja@sonatrach.dz

ملاحظة: يحتوي هذا المقال على ثلاثة أجزاء: تاريخ الطين وخصائصه، الطين صحة وغذاء، التطبيقات الصناعية للمعادن الطينية.

1. مقدمة

قام الإنسان باستخدام الطين خلال كلّ الأزمان. وكانت هذه المادّة حاضرة غالبًا بجوار المياه، وأشارت إلى حضورها في أماكن تواجدها أحيانًا. في واقع الأمر، في تاريخ كوكب الأرض، فإنّ ظهور الطين قد سبق بكثير ظهور البشر الذين قاموا بإبراز خصائص الطين العديدة والمفيدة. إذا أخذنا بعين الاعتبار أنّ الحياة قد عُرفت ولادتها تدريجيا في المناطق الرطبة، في الوقت الّذي يتمّ فيه تكوين الطين من عملية تدمير المياه للصخور، من الطبيعي الاعتقاد بأنّ علاقة مميّزة تمكّنت من التطور خلال هذا التاريخ المشترك بين الكائنات الحيّة والمجال المعدني الجدّ خاص بالطين. وهنا يمكننا ملاحظة ألفة العديد من الحيوانات للطين، ونفس الشيء ينطبق على الإنسان. هذا الأخير قام بإدراج الطين تدريجيا في العناصر الثقافية والدّينية.

رغم أنّ الطين مادّة مألوفة ومستعملة عالميا إلا أنها بقيت غير معروفة علميًا إلى وقت قريب؛ لسبب بسيط، وهو لكونها مكوّنة من جزيئات ذات أحجام جدّ صغيرة. هذه الخاصية الحجمية تبقى إلى يومنا هذا مقبولة، بالرّغم من اشتراك معادن أخرى في نفس الخاصية. وعلى عكس المعادن الأخرى الأكثر شيوعا، فإنّ الطين نادرا ما يكون له شكل مميّز يمكن رؤيته بالعين المجرّدة، ولا يملك حتّى حالة صلبة دائمة. لكن بالرّغم من الخصائص التي تجعله غير ملائم للاستعمال، فإنّ الطين يُعرف بسهولة، واتّسع استعماله وامتدّ، مع أنّ خصائص العديد من المعادن، والّتي هي أكثر سهولة في الاستعمال، لم يتم التعرّف عليها إلّا مؤخرًا.

تواجد الطين في المناطق الجيولوجية الرسوبية، يعطي لهذه المادّة مكانة مميّزة بالمقارنة بالماء؛ فهو متكوّن من معادن هي عبارة عن فيلوسيليكات مشبّعة بالماء، أي معادن تواجدت بفعل عملية تحليل المياه لصخور السيليكات في طبقات الأرض السطحية. لهذا تتواجد في الطبيعة عدّة أنواع من "المعادن الطينية". نستعمل إذًا في بقية هذا المقال، إمّا المفرد للتشخيص العشوائي للمعادن الطينية في مجموعها وإمّا الجمع للسّماح باختيار أكثر دقّة في تحديد عائلة أو صنف معيّن.

تعود نشأة الطين بصفة خاصّة، لعملية تحلّل أنواع متعدّدة من الصخور، كانت متواجدة من قبل. وهو يحتفظ بآثار واضحة في البنية البلورية والفيزيوكيميائية للجزيئات: أحجام دائما جدّ صغيرة، وتركيبة كيميائية وعضوية للذرّات دائما تحت تأثير المادّة الأصلية. هذه المعادن غير مستقرة، وهي حسّاسة لكلّ وضعية جديدة ترجّح إلى تغييرهم،

دون أن تمنحهم استقرارا دائما. إنها تتفاعل مع التغيّرات الطفيفة جدّا في الطاقة، وتشكّل وسيطا ممتازا للعديد من التفاعلات الطبيعية.

حاليا، يمكننا اعتبار الطين كعائلة معادن حسّاسة لظروف المحيط. هذه المعادن تعتبر إلى حد ما نوعًا من "هياكل ذات تطور ثابت". وفقًا لذلك، الأبحاث الأساسية في هذا المجال هي على وجه الخصوص ديناميكية، والتوقعات التطبيقية متنوّعة جدًّا. هذه الخاصية مشجّعة للاستعمال في الميدان الطبي، أين يمكن أن تلتقي العلوم والتقاليد.

لوصف الطين، سوف نحتفظ بتعريفين مهمين:

- **الأوّل** يتعلّق بالحجم: الطين هو عبارة عن جزيئات ذات أحجام تقلّ عن 2 ميكرومتر؛
- **والآخر** معدني: الطين هو عبارة عن سيليكات مشبّعة بالمياه مصفّحة أو نصف مصفّحة.

2. الطين، الماء والحياة

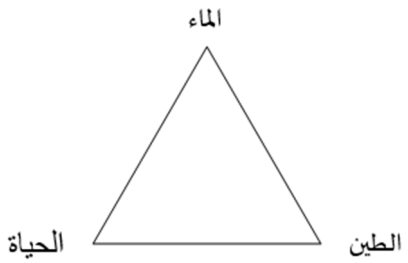
ترتبط حياة الإنسان ووجود العديد من الكائنات الحية على هذا الكوكب بالطين. ومع ذلك، فإنّ معظم الناس لا يدركون هذا الرابط، ويأخذون الطين كأمر مسلّم به مثل الهواء أو الماء. ربما لعبت معادن الطين دورا تحفيزيا رئيسيا في تخليق المركبات العضوية البدائية التي أدّت إلى أصل الكائنات الأولية القادرة على التكاثر [3].

الطين هو عبارة عن مكوّنات أساسية تمّ ذكرها في العديد من المؤلّفات، ومنه تشكّلت جميع أشكال الحياة. دون أن يكون الطين حقّا مصدرًا للحياة، فإننا نقرّ بأنّه كان دائمًا ملازما ومجاورا لها. فلقد ساهم في جعل الحياة ممكنة، ومثّل دورًا فعّالا في هذا. لم تخطئ الحضارات والديانات، فكلّها تتطرّق بطريقة عفوية إلى الطين، وكذلك إلى الماء الذي هو دائم الارتباط به.

تعتمد الخصائص التكنولوجية للمواد الطينية الخام بشكل أساسي على: خصائص المعادن الطينية الموجودة، التركيب المعدني الكلي، توزيع الحجم، درجة التوحيد وشروط المعالجة. تتشكل معظم معادن الطين عن طريق التغيير المائي لمعادن السيليكات. بمجرد وجود الماء السائل بشكل دائم على سطح الأرض، تتراكم معادن الطين وتصبح مشتتة في خزان المياه.

إنّ العلاقة بين الطين والماء أمر أساسي لفهم وشرح الخصائص المتفاوتة لخليط من الاثنين. يستطيع المعدن بالفعل أن يتفاعل بشكل مستمر مع الماء لتشكيل مجموعات مائية زيادة أو نقصا (مسحوق جاف، عجينة، وحل، محلول معلق) بحيث تتلاءم الخصائص والتطبيقات الخاصة. ومن جهة أخرى، خليط عجيني مكون من طين وماء كتوم (أي غير منفذ للسوائل) نسبيا، يعطيه خصائص محددة للغاية ومهمة. سوائل أخرى يمكن استخدامها، ولكن بشكل عام الماء هو السائل الأكثر ارتباطا وبشكل طبيعي مع الطين، وهو علاوة على ذلك المكون الرئيسي للجسم البشري.

تُظهر التجربة أنه في الطبيعة، يرتبط الطين والماء والحياة أو الكائنات الحية ارتباطا وثيقا. يمكن تمثيل هذه العلاقة بالشكل الثلاثي الموضح في الشكل 1.



الشكل1. تمثيل تخطيطي مثلث للعلاقة بين الماء والطين والحياة

من المعروف أنّ الماء مكوّن أساسي لكل من المعادن الطينية والبشر. يتم إنشاء معادن الطين والطين في الطبيعة، وتخضع للتغييرات كما تفعل الكائنات الحية، ولكن بوتيرة أبطأ بكثير. الطين هو عنصر أساسي في التربة التي هي مصدر وأساس الحياة، والتي تعمل كموئل للخضروات والحيوانات. أيضا، فإنّ الطين في التربة مسؤول عن جودة المياه بعد تسرب المياه والترشيح.

في الوقت الحاضر هناك ما لا يقل عن خمس فرضيات لأصل الحياة، وتعتبر فرضية تحفيز الطين واحدة من أكثر الفرضيات جدوى لأنها تستند إلى العمل التجريبي. على الأرض وفي وقت مبكر، من الممكن أن تكون المركبات العضوية البسيطة الضرورية للحياة قد أُنتجت عن طريق التفكك الضوئي وبلمرة جزيئات الغلاف الجوي، من خلال مزيج من درجة الحرارة العالية، والأشعة فوق البنفسجية، ومسامير البرق وتحفيز الطين. على سبيل المثال في البرك أو البحيرات أو البحار حول البراكين، وبالقرب منها حيث سقط الرماد البركاني وخضع لتغيير الطين. أجرى فيريس (Ferris) عام 2002 [5] تجارب تبين أنه يمكن تشكيل تسلسل الحمض النووي الريبي الذي يصل طوله إلى 50 نيوكليوتيد باستخدام معدن المونتموريونيت الطيني.

3. تاريخ نشأة الطين وخصائصه

1.3. تاريخ نشأة الطين

ساعدت الغزوات السياسية، الإقليمية والاجتماعية، في القرنين السابع والثامن الميلاديين في بناء الحضارة العربية-الإسلامية. مع العلم أنّ الجهات الفاعلة فيها كانت تتحدث اللغة العربية ولغات أخرى، وتمارس أديانًا مختلفة. كانت اللغة العربية وسيلة التخاطب مما ساعد في وقت قصير على التوفيقية في العلوم في ذلك الزمان (انصهار واحدة أو أكثر من الثقافات والأديان إلى خلفية دينية وثقافية مشتركة)، مع فتح مسارات جديدة للتطبيق وتسهيل النشر والتبادل بين الشعوب من مختلف الأعراق والأديان واللغات. منذ القرن الثامن الميلادي جُمعت أعمال مكتوبة من مناطق جغرافية بعيدة وتُرجمت إلى اللغة العربية.

يذكر القرآن الكريم الأرض والطين مرارا. الأرض بمقابل السماء، ذُكرت كمصطلح في أكثر من أربعمائة وخمسين موضع. إذ كان الفضاء المائي يتعارض مع الأرض الصلبة حيث يظهر النباتات والبشر، عندئذ مصطلح "برّ" يكون هو المستعمل والمألوف. وقد عُرف الطين بعدة مصطلحات وهي: طين، صلصال، حمى، تراب، سجّيل [1].

يملك الطين عدة أوصاف، ويمكن أن يكون رقيقا أو لزبا تبعا للسياق. أثناء خلق الإنسان، يتحول الطين السلس (أو الوحل) أوما يسمى بالحمأ المسنون، إلى صلصال (طين يابس)، عندئذ تأخذ المادة في التغير، كما هو الحال في ورشة الفخار. تماسك غبار الأرض (تراب) يجعل منه وحلا أكثر كثافة، ليتحول فيما بعد إلى وحل سلس أي حمأ مسنون، ليصبح في الأخير صلصالا دون أن تمسه النار (طين لزب) أي الفخار الذي يبعث دويا قويا (صلصلة) عند الاصطدام بها. وهكذا، عند الخلق، يتم إنشاء مادة نبيلة من المواد الأكثر تواضعا مثل التراب (الغبار). وهذه المادة النبيلة تسمى بالسجّيل أي الطين المتحجّر لصنع الحجارة ("تَرْمِيهِمْ بِحِجارةٍ مِنْ سِجِّيل"). وفي القران الكريم: "وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ صَلْصَالٍ مِنْ حَمَإٍ مَسْنُونٍ". والصلصال من حمإ هو الطين، أما المسنون فهو الأملس. والمراد بالصلصال هاهنا: الطين اليابس.

تجريبيا، اختلف العلماء في القرون الوسطى حول المزايا العلاجية المختلفة تبعًا لطبيعة الطين. وللتمييز بين الأنواع المختلفة للطين أشاروا إلى مصدرها. ونظرا لعدم وجود التقنيات الحديثة للفيزياء، فقد قاموا بتصنيف خصائصها الفيزيائية المعروفة كاللون والملمس والرائحة والتفاعل مع الماء. من بين هذه الأنواع من الطين، بعضها

معروف منذ ديسكوريد Dioscorides (القرن الميلادي الأول)، والبعض الآخر تم اكتشافها خلال الإمبراطورية العربية الإسلامية، بعد القرن السابع الميلادي.

في كتابه دستور الأدوية (الصيدلة في الطب)، أدرج العالم البيروني (973-1050م)، الذي عاش شرق الهضبة الإيرانية (أفغانستان اليوم)، ثماني فئات من الطين. بعد ذلك بقرون، أحصى عالم النبات والصيدلي الأندلسي في القرن الثالث عشر، ابن البيطار (1197-1248م) تسع فئات من الطين مع مزايا علاجية متميزة. يعيّن ابن البيطار الطين وفقا لمصدره لتسهيل التعرف اللازم عليه للتطبيب، ويذكر:

1- جزيرة يمنوس (الطين المكتوم). لمنوس أو ليمنوس هي جزيرة يونانية في شمال شرق بحر ايجه.
2- جزيرة ساموس (الطين الشموس). ساموس هي جزيرة يونانية في بحر ايجه، بالقرب من آسيا الصغرى، وتنتمي الآن إلى اليونان.
3- جزيرة خيوس (طين الجزيرة المستقى). خيوس أو خيو هي جزيرة يونانية في بحر إيجة بالقرب من تركيا.
4- مصر (طين مصر).
5- سجلماسة. سجلماسة هي مدينة تقع في واحة تودغا بالمغرب.
6- اسبانيا.
7- (طين كيمولية). يُقال له بالعربية "طين كيموليا"، وهو من جزيرة كيمواس في الجزر اليونانية.
8- طين مدينة سلوقية في سوريا. وسلوقية هو اسم يطلق على كثير من البلدات التي تم تأسيسها خلال الفترة الهلنستية من قبل حكام من سلالة السلوقي، وبصورة خاصة في سوريا، وبلاد ما بين النهرين والأناضول.
9- طين أرمينيا، قرب كابادوكيا (طين أرماني).
10-طين نيشابور، شمال شرق إيران الحديثة.
11-الأرض أو طين الكروم، لا ترتبط بالجغرافيا ولكن بثقافة النبات.

على الرغم من أنّ جذور علم الطين يمكن تتبعها مرة أخرى -بقدر ما- في القرن 19، وقد تم الاعتراف به باعتباره مفيدا وتقدميا ومتعدد التخصصات، في الواقع، لم يحدث تمايز دقيق لمعادن طينية معينة حتى العشرينات من القرن العشرين عندما تم تقديم طريقة حيود الأشعة السينية. وقد تم تطوير المواد الخام الطينية بطريقة مثيرة للإعجاب. في الوقت الحاضر، لا تكاد توجد جامعة مرموقة تتجاهل علم الطين. ويرجع هذا جزئيا إلى التطبيق الواسع النطاق للمواد الخام الطينية في الممارسة العملية، وأيضا بسبب دور وأهمية المعادن الطينية في العلوم الجيولوجية.

ينبع الطابع متعدد التخصصات لعلم الطين من حقيقة أنه يستمد المعلومات من منهجية ونظرية العلوم الطبيعية وتقنيات أخرى تشمل: الفيزياء والكيمياء الفيزيائية وغير العضوية والعضوية والكيمياء التحليلية، علم المعادن، علم البلورات، علم الصخور، الجيولوجيا، علم الرواسب، الكيمياء الجيولوجية، علوم التربة وميكانيكا التربة وتكنولوجيا السيليكات. على الرغم من أنّ علم الطين اليوم هو من بين العلوم الواسعة والمتعددة التخصصات، إلا أنه في المقام الأول أحد العلوم الجيولوجية.

بالرغم من دراستها بالتفصيل من طرف الجيولوجيين، فإنّ المعادن الطينية ضلّت مدة طويلة غير معروفة لدى خبراء علم المعادن وخبراء علم البلوريات. وقد ساهم مخبر المعدن التابع للمتحف الوطني للتاريخ الطبيعي في باريس إلى حد كبير، في دراسة هذا العلم تحت إشراف البروفيسور لاكروا (Lacroix). وبالفعل فإنّ علم معادن الطين لم يُفهم بصورة مرضية إلا في الثلاثينات من القرن الماضي، وذلك بفضل تطور:

- تحاليل كيميائية وأبحاث حول الروابط الكيميائية [4]؛
- تحاليل حرارية؛
- تحاليل عن طريق انعطاف الأشعة السينية خلال الأعوام 1930-1950؛
- تقنيات القياس الطيفي (سبكترومتر)، وبشكل خاص تحت الأشعة الحمراء.

التصنيف الموثوق الناتج عن هذه الأعمال تم عرضه في عام 1959 من قبل كايير Caillère وحنين Hennin دون أن يعرف منذ ذلك الحين تغييرات جذرية.

2.3. التمييز بين الطين والطين المعدني

أشار مور Moore (1996) إلى أنّ "الطين" يُستخدم كمصطلح معدني (بالإضافة إلى مصطلح الحجم ومصطلح الصخور)، ومع ذلك فإنه يجب التمييز بين الطين والمعادن الطينية. يمكن أن يشير الطين إلى صخرة، ورواسب رسوبية، ومنتجات التغيير (التجوية) لمعادن، السيليكات الأولية [6].

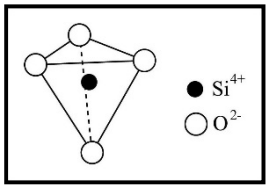
يجب دائما مراعاة التمييز بين الطين والمعادن الطينية، حيث أنّ المعايير المذكورة أعلاه مختلفة. ومع ذلك، فإنّ الأدبيات، في كثير من الأحيان، تستخدم مصطلح "الطين" لـ "معدن الطين" لأن الأول أقصر وأقل تعقيدا [2]. يهتم هذا الموضوع في المقام الأول بمعادن الطين بدلا من الطين.

3.3. الخصائص التركيبية للطين

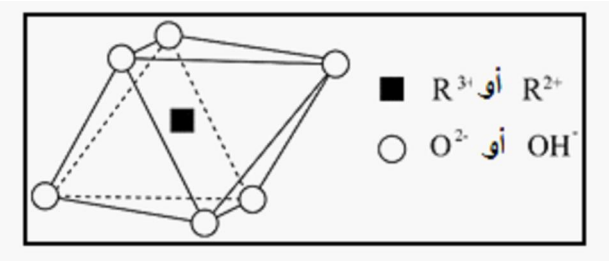
لفهم التطبيقات المعروفة عند الطين أو إيجاد تطبيقات أخرى جديدة، يجب علينا أن نعرف ونفهم الهيكل البلوري للمعادن الطينية التي يتكون منها. لذا يجب علينا أن نبدأ بتحديد مفهوم الهيكل. بشكل عام وبصفة مختصرة جدا، يمكننا تحديد عائلتين من المركبات:

- الأولى، تتفق مع المركبات التي لديها عدد معروف من الذرات المرتبطة فيما بينها في حجم محدود، وهي ما يعرف بالجزيئات؛
- الأخرى، تخص البلورات، حيث موضع الذرات أو الأيونات التي تتشكل منها يتكرر بشكل دوري وفقا لشبكة بسيطة.

من حيث المبدأ فإنه لا يمكن وضع حد للبلور (أي الكريستال)، بل يمتد إلى ما لا نهاية. في الواقع، حجم الكريستال لا يزال يعتمد إلى حد كبير على متطلبات التكوين والعيوب التي قد يمكن أن تشترك فيها هاته المعادن. المعادن الطينية، التي نتعامل معها هنا، هي جسيمات بلورية تنشأ في معظم الأحيان في ظروف طبيعية متغيرة وغير متجانسة، لذلك فهي تتسبب في العديد من العيوب. انتماء المعادن الطينية إلى العالم البلوري يساعد على تفسير الكثير من خصائصها. سنقوم في بداية الأمر بتقديم العناصر الجوهرية لهذا الفهم. في البداية يتعلق الأمر بوصف الهيكل العظمي النظري المثالي دون الخوض في التفاصيل التقنية تماما. ويدور هذا حول اثنين من الوحدات الهيكلية: رباعي السطوح (الشكل 2) وثماني السطوح (الشكل 3).



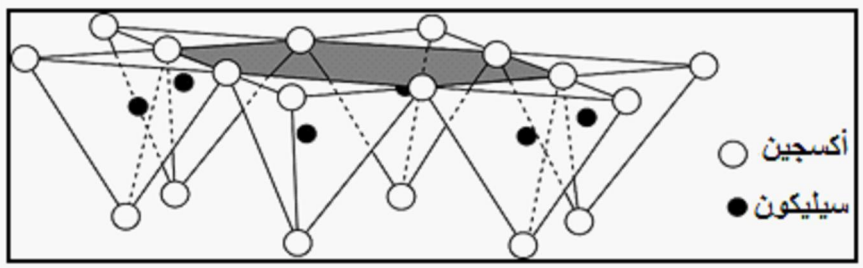
الشكل 2. رباعي السطوح $[SiO_4]$



الشكل 3. ثماني السطوح $[R^{n+}O_6]$

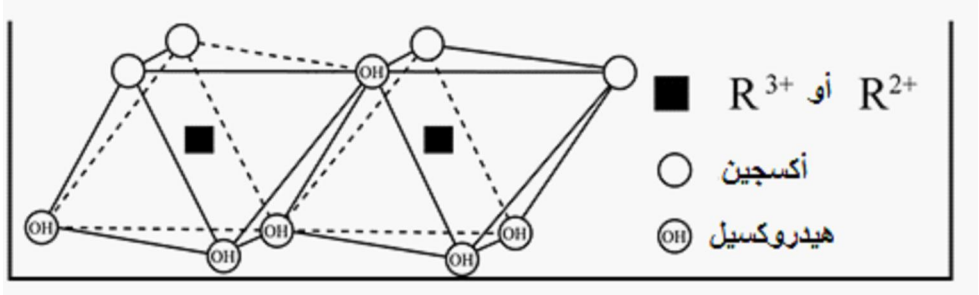
$R^{2+} = Mg^{2+}, Fe^{2+}; Ni^{2+}$ $R^{3+} = Al^{3}+, Fe^{3+}$ $[R^{2+ ou\ 3+}\ O_6]$ أكثر عموما

تتضافر رباعيات السطوح فيما بينها لإعطاء "طبقة رباعية السطوح" مسطحة (الشكل 4)، تضم في سمكها ثلاث مستويات من الأيونات. يؤدي هذا الترتيب إلى تناظر مستو سداسي الأضلاع والزوايا، ويتميز بوجود منطقة قاعدية فارغة من أيونات تسمى "التجويف السداسي"، وهي ذات أهمية جوهرية في خصائص الطين. في الواقع، هذه المنطقة تسمح للجزيء أو الأيون الخارجي المتواجد بالقرب من السطح، بالشعور بانحرافات عن الأيونات الداخلية للهيكل. ومن الواضح أنّ التوازن الكهربائي لا يكتسب في هذه الظروف، ولكن المقصود هنا حاليا لا يتعلق إلا بالطبقات الكبيرة التي تشكل الورقة.



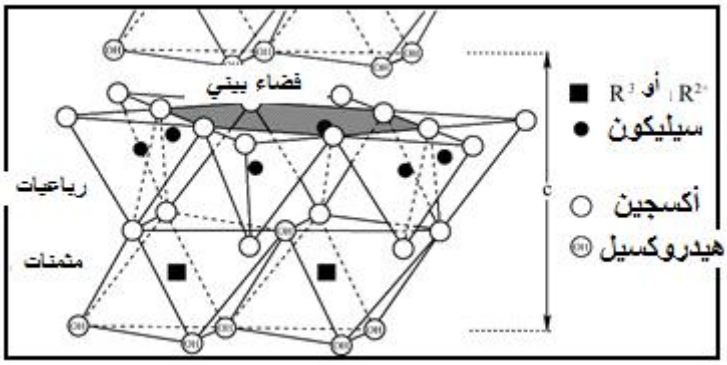
الشكل 4. رسم تخطيطي لطبقة رباعية السطوح يقتصر فقط على تجويف سداسي الأضلاع (رمادي الون).

وبنفس المبدأ، تتجمع الأشكال ذات ثماني السطوح لتشكل طبقة ثماني السطوح (الشكل 5)، إذ تضم في سمكها أيضا ثلاث مستويات من الأيونات، على التوالي: $Mg^{2+}O^{2-}$ أو Al^{3+}، OH^- أو O^{2-}، OH^-.



الشكل 5. طبقة ثماني السطوح

$R^{2+}= Mg^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}\ldots$ $R^{3+}= Al^{3}+, Fe^{3+}\ldots$



الشكل 6. مخطط عام لطين معدني TeOc

$R^{3+}=Al^{3}+Fe^{3+}\ldots$ $R^{2+}=Mg^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2}$

الكؤولنيت تتوافق مع الحالة التي يكون فيه R^{3+} هو الألومنيوم.

لمزيد من المعلومات، يمكن للقراء أن يرجعوا إلى [2]، [4] و [7].

يجب أن نلفت انتباه القارئ إلى سمة أساسية أخرى للمعادن الطينية وهي وجود خليط من أنواع مختلفة من الأوراق الرقيقة ضمن نفس الجسيم. هذه المعادن تسمّى اصطلاحا المعادن ذات الطبقات المتعاقبة، ويعكس وجودها الظروف الطبيعية المتغيرة للنشوء. لا تمثل الجزيئات المميزة لمعدن طيني ذي طبقات متعاقبة، خليطًا من مختلف المعادن الطينية، ولكن سلسلة متوالية من الأوراق الرقيقة حيث يتغير ترتيب التكديس. وتحت هذا الشكل، فإنه من المستحيل فصل الأوراق الرقيقة لأصناف متعددة، ولكن هذا الكم هو ما ينبغي التعامل معه بطريقة إجمالية. هذا الوضع هو الشائع، وخلال جمع المعادن الطينية في الحقل، من الممكن أن تجد مثل هذه المعادن المتعاقبة الطبقات في الصخور. ومن الصعوبة بمكان التعرف عليها مباشرة، ولكن التحاليل المعقدة فقط هي التي تسمح بتحديدها.

4. لون الطين وأهميته

كثيرا ما يُذكر لون الطين خلال تسويقه، ويشكّل عاملَ اختيارٍ لاستخدامه. ماذا يمثّل لون هذه المعادن وما مدى ارتباطه مع خصائصها ونقاوتها؟ يرتبط لون الطين بالإدراك البصري الأوّلي الذي يتمتع به الطين، وكثيرا ما يستخدم اللون بالتزامن مع خصائصه. في بعض الأوجه يبقى هذا الاقتراح مقبولا، ولكنه غير مؤكد دائما بدليل مثبت علميا.

يعتبر لون الطين معيارا مهما جدا في تطبيقاته. هناك بالفعل تأثير بصري عالٍ للّون على علاقة الشخص مع المادة، حيث يتم استخدامه بهدف الاستعمال الشخصي. وهكذا يُباع عادة الطين الأخضر أو الأبيض أو البني، إلخ. وفي هذه الحالة، اللون هو عبارة عن معيار لعلامة أساسها بصري بالنسبة للمشتري. في كثير من الأحيان معيار اللون هو عامل الجودة، لكن العديد من المستخدمين لا يستطيعون تفسير سبب اختيارهم.

ماذا يمثل لون هذه المعادن وما مدى ارتباطه بمميزاتها؟ هذا موضوع حساس يستحق مقاربة أكثر تفصيلا بحيث يطعن في ظاهرة الإدراك الذي هو شخصي جدا. تعتبر أنواع الطين الأبيض من المعادن التي غالبا ما تكون قريبة من النماذج الهيكلية المثالية دون تعكير ناتج عن عيوب خلال تكوينها. هذه الخاصية تتطلب توحيد الظروف الأولية للتكوين. تتواجد هذه المعادن في حقول كبيرة على سبيل المثال (كاؤولينيت، التلك، سمكتيت)، أو أيضا في مواقع للتحويل الميكروسكوبي في الصخر الأم (كاؤولينيت سابت أوستيل في منطقة كارنوأي). اللون الأبيض مطَمئِن لأنه يدل على النظافة. بينما يرتبط اللون الأخضر بالهدوء والطبيعة والتوازن والراحة. إنه يحفز النشاط الروحي، وهو علامة

الأمل، لا بل حتى الخلود. ترتكز كل هذه الميزات تدريجيا في الأعماق السيكولوجية الإنسانية. لا أحد يشك في أنّ العلاقة بين لون الطين واستخدامه لديها تركيبة ذات طابع نفسي.

1.4. أصل اللون

جدير بالإشارة أننا نناقش هنا فقط حالة الطين الذي يكون نقيا بما فيه الكفاية بحيث لا يعتمد اللون سوى على الطين ذاته. في الحالة المتكررة إلى حد ما، لخليط مع معادن أخرى أو جزيئات عضوية أخرى، قد يكون اللون نتيجة؛ وهذا هو الحال، على سبيل المثال، عندما يكون أكسيد الحديد أو الألومنيوم حاضرا.

لقد نتج عن الهيكل البلوري لون الطين معتبرا إياه في حالة معينة وفي سياق معين. لذا فإن تركيبته الكيميائية غير المفصولة عن البنية البلورية، هي التي صارت موضوع الخلاف. لفهم اللون، من الضروري ربط حالة الشحن للأيون وموقعه في البنية. يكفي أن تكون نسب الإحلال الأيونية ضعيفة جدا لتعكير صفو لون الطين. على سبيل المثال، آثار ضئيلة من الحديد تلوّن الكؤولنيت بلون أحمر قاتم، وبالتالي تقلل إلى حد كبير استخدامه الصناعي لطلاء الورق مثلا.

في مجال الطين الاصطناعي، تسمح السيطرة والتحكم على التركيب الكيميائي بمراقبة اللون. وهكذا تم الحصول على "بودرة التلك ذات الألوان المختلفة" من طرف مارتن Martin عام 2007، عن طريق إدخال أيونات مختارة ذات ألوان مختلفة في مواقع ثماني السطوح مثل الكوبالت (وردي)، النيكل(أخضر) أو أزرق مع النحاس. إدخالها في التطبيقات شبه الطبية هو الآن محل تفكير لبدء العمل بها. من أجل مقاربة علمية أكثر اكتمالا لهذه القضية، يمكن للمرء أن يشير إلى الكتاب المنسق من طرف ديكارو Decarreau (1990).

5. خلاصة

كلّ الحضارات الّتي كان بإمكانها التوّصل إلى الطين والّتي استعملته تأثرت به. عند بداية القرن العشرين، بدأنا فقط بفهم أحسن لخاصيات هذه المعادن على السلّم الميكرو والماكروسكوبي، وبالتّالي تعلّم كيفية التحكّم فيها. في الوقت الّذي ينتج فيه العلم والتكنولوجيا مواد رائعة ومفيدة، فإنّ الطين ينجح دائما في التواجد بطريقة لافتة للأنظار على قِدم استعمالاته. كلّ تطبيقات الاستعمال معنية بهذا، بدءًا بأعمال الهندسة المدنية ووصولًا إلى تكنولوجيا النانو.

بطبيعة الحال، غياب المعارف العلمية يجعل بعض الكتّاب يضع أسبابا لبعض الأفعال من دون أي شرح محكم. غير أنّ هذا لا يعني منذ البداية بأنّ ملاحظاتهم غير مبنية على أسس صحيحة. إنّ الميزات المعمول بها، هي الّتي يجب أن تكون أكثر دقة. ملخّص القول، دراستنا ليست موّجهة نحو مجادلة مستهدفة للأمور غير المثبتة، ولكنّها جاءت لتجعل لها مكانا في مجال المعارف العلمية المعترف بصحّتها. بطبيعة الحال بإمكانها التطور، موجّهة بعزم نحو استعمال موسّع لهذه المعادن الخاصة جدا حيث استعمالها قد تمّ تطويره في الوقت الحالي من طرف مخابر الأبحاث.

المراجع

[1] عثمانين غازي، محمد خوجة، الطين والصحة خصائص وعلاجات. ترجمة الكتاب من الفرنسية إلى العربية. ميشال روتيرو، نيكول ليفينج، سالسو جومس وَمحاناز كاتوزبان صفادي. دار الخلدونية، الجزائر، 2023.

[2] Bergaya, F., Lagaly, G., General Introduction: Clays, Clay Minerals, and Clay Science. In Developments in Clay Science, Elsevier, Oxford, Chapter 1, 2006, pp. 1–18.

[3] Bernal, J.D., The physical basis of life. Proceedings of the Physical Society Section A 62, 1949, 537-558.

[4] Caillère, S., Contribution à l'étude des minéraux des serpentines, Thèse de doctorat d'Etat es sciences, Muséum National, Paris, 1933.

[5] Ferris, J. P., Montmorillonite catalysis of 30-50 mer oligonucleotides: Laboratory demonstration of potential steps in the origin of the RNA world. Origins of Life and Evolution of the Biosphere, 32, 2002, 311-332.

[6] Grim, R., Applied Clay Mineralogy. McGraw-Hill, New York, 1962.

[7] Rautureau, M., Gomes, C.S.F., Liewig, N., Katouzian-Safadi, M., Clays and Health: Properties and Therapeutic Uses. Springer International Publishing AG, Switzerland, 2007.

***