معادن طين **محاضرة 8** **د. أكرم عبد اللطيف ألحديثي**

معدن الفيرمكيولايت Vermiculites

يعتبر من معادن الطين المهمة، ومن المعادن واسعة الأنتشار وله قابلية على تثبيت البوتاسيوم . وهناك نوعين من هذا المعدن هما :-

1 – Di-octahedral vermiculite والمتحول من معدن المسكوفايت .

2 – Tri-octahedral vermiculite والمتحول من البايوتايت .

يتواجد الفيرمكيولايت في الترب الرطبة عالية الأمطار والشبه استوائية. ويتواجد الفيرمكيولايت الثنائي الأوكتاهيدرا بصورة أوسع انتشارا من الثلاثي الأوكتاهيدرا، كمل يقل عادة مع العمق داخل مقد التربة .

تكوين معدن الفيرمكيولايت :

يتكون المعدن نتيجة لتحول معادن المايكا ونتيجة لهذا التحول الذي يتم وفقاً للمراحل التالية :

1) إزالة البوتاسيوم K – release .

أن عملية إزالة البوتاسيوم من معدن المايكا وتحوله إلى معدن الفيرمكيولايت والأسباب المؤثرة على هذه الإزاحة (نوقشت سابقاً) .

2) أكسدة الحديد Oxidation of iron .

أن الحديد الموجود في معدن البايوتايت يكون عادةاً في حالة مختزلة بينما يكون معظمه في معدن الفيرمكيولايت بحالة مؤكسدة. ففي عملية التحول يفقد قسم كبير من الإيونات الموجودة في طبقة الأوكتاهيدرا الأمر الذي يؤدي إلى زيادة المواقع الأوكتاهيدرية ويرافق هذا الفقد قصر في طول المحور b . والحديد من بين هذه الأيونات أما أن يفقد إلى المحلول أو يترسب. ففي المحيط القاعدي أو المتعادل فأن نقصان الشحنة في المعدن نتيجة لأكسدة الحديد في البايوتايت كافية لتكوين معدن المونتمورلينايت، بينما في المحيط الحامضي تبقى شحنة المعدن عالية والسبب يعود إلى أنه نتيجة لعملية أكسدة الحديد فأن النقص في الشحنة يتعادل بإزاحة قسم من المغنسيوم Mg أو الحديد Fe من طبقات الأوكتاهيدرا مما يبقى الشحنة عالية الأمر الذي يقود إلى تكون معدن الفيرمكيولايت وكما يلي :

$$\textbf{Mica} \xrightarrow[\textbf{+ فقد في البوتاسيوم أكسدة الحديدوز}]{\textbf{محيط قاعدي أو متعادل}} \textbf{Montmorillonite}$$

محيط حامضي + فقد بوتاسيوم

Mica ⟶ **Vermiculite**

3) ترتيب مجاميع الهيدروكسيل Hydroxyl Orientation .

كما ذكرنا سابقاً في موضوع معدن المايكا حيث تترتت مجاميع الهيدروكسيل في ثلاثية الأوكتاهيدرا بحيث يكون أتجاه الهيدروجين نحو البوتاسيوم في الطبقات الداخلية ويكون المسك للبوتاسيوم واطئ بينما تترتب مجاميع الهيدروكسيل في ثنائية الأوكتاهيدرا بحيث يكون أتجاه الهيدروجين نحو الفراغ الأمر الذي يؤدي إلى زيادة مسك البوتاسيوم في هذه المعادن وبالتالي تتوقع إلى المايكا ثنائية الأوكتاهيدرا تتحول إلى فيرمكيولايت ثنائي الأوكتاهيدرا ببطئ شديد مقارنة بتحول المايكا ثلاثية الأوكتاهيدرا إلى فيرمكيولايت ثلاثي الأوكتاهيدرا .

6. Typical chemical analysis

Element	% by Weight
SiO_2	38 to 46
Al_2O_3	10 to 16
MgO	16 to 35
CaO	1 to 5
K_2O	1 to 6
Fe_2O_3	6 to 13
TiO_2	1 to 3
H_2O	8 to 16
Other	0.2 to 1.2

Typical physical properties of exfoliated vermiculite

Color:	Light to dark brown
Shape:	Accordion-shaped granule
Bulk density :	64-160 kg/m ^{3} 4-10 lb/ft ^{3}
Moisture loss at 110°C (230°F):	4 to 10 %
pH (in water):	6 to 9
MOH Hardness:	1 to 2
Sintering temperature:	1150 to 1250°C 2100 to 2280°F
Cation exchange capacity	50 to 100 meq100g
Specific heat:	0.84 to 1.08 kJ/kgK 0.20 to 0.26 kcal/kgK 0.20 to 0.26 Btu/lb F
Water holding capacity :	220 to 325% by weight 20 to 50% by volume

الصفات الكيميائية :

1 – السعة التبادلية الكايتونية CEC .

تبلغ السعة التبادلية للفيرمكيولايت حوالي 159 ملي مكافئ / 100 غم تربة .

2 – التثبيت الأيوني Ion fixation .

يعمل الفيرمكيولايت على تثبيت كل من Cs , Rb , NH_4 , K . فقد بينت الدراسات أن سبب هذا التثبيت يعود إلى ملائمة حجم الفتحة السداسية في طبقة النتراهيدرا مع حجم هذه الكاتيونات .

طرق تشخيص معدن الفيرمكيولايت Identification of vermiculite .

1) الأشعة السينية :

يبلغ الحيود الأول لمعدن الفيرمكيولايت بين 14 – 15 A° حيث تظهر عند هذا الحيود العديد من المعادن منها السمكتايت والكلورايت والفيرمكيولايت. وبغية التفريق بين هذه المعادن يلاحظ في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والمجففة هوائياً فأن الحيود الثاني لمعدن الفيرمكيولايت يكون عند 14.3 A° وعند تشبيع العينة بالبوتاسيوم فأن هذا الحيود سوف ينضغط ويتراجع إلى 10 A° بينما تعطي المشبعة بالأثلين كلايكول حيود عند 17 – 18 A° في حين يعطي الموتمورلينايت حيود عند 14 A° .

2) التحليل التفاضلي الحراري DTA :-

فيرمكيولايت ثلاثي الأوكتاهيدرا حاوي على Ca ، Mg

150 C° داخلي
240 C° داخلي

الفيرمكيولايت المشبع بالليثيوم والباريوم والصوديوم

160 C° - 140 داخلي
800 C° داخلي
840 C° خارجي

3) المجهر الأليكتروني Electron micros copy .

Verm. **Kao.**

معدن الكلورات Chlorite .

يعتبر معدن الكلورايت من معادن 1 : 1 : 2 ويتواجد المعدن في الطبيعة على هيئة دقائق ناعمة جداً خضراء اللون. والكلورايت في التربة عادةاً موروث من مادة الأصل والتي هي عموماً أما صخور نارية أو متحولة أو من الممكن أن يتواجد على هيئة معدن متحول من معادن أخرى هي أما البايوتايت أو الهورنبلند (Hornblend) تكون درجة انتشاره وسيادته في التربة قليلة والسبب يعود إلى قلة ثباتية المعدن وإلى صعوبة تشخيصه وذلك بسبب تواجد معادن الكاؤلينايت .

التركيب البنائي لمعدن الكلورايت Structural properties of chlorite .

يتكون التركيب الكيميائي لمعدن الكلورايت من أربعة طبقات four layers ثلاثة منها بشكل طبقات 1 : 2 والتي هي مشابهة إلى تركيب معدن المايكا والتي تحتوي على طبقتين من التتراهيدرا أو طبقة واحدة من الأوكتاهيدرا وأن سمك (1 : 2) هو 10 A°. أما بقية التركيب فقد وصف في كثير من الدراسات على أساس أما : طبقة داخلية لصفيحة الهيدروكسيل interlayer hydroxide sheet أو طبقة أوكتاهيدرا أو من الممكن أن تكون طبقة بروسايت Brusite أو طبقة Gibbsite .

لذا يكون تقسيم التركيب العام لمعدن الكلورايت إلى ثلاثة مجاميع هي :-

1 – Di-octahedral chlorite : فيكون فيه 1 : 2 ، interlayer هي Di-octahedral في تركيبها .

2 – Di , tri-octahedral chlorite وفيه طبقة 1 : 2 هي Di بينما interlayer تكون Tri .

3 – Tri-octahedral chlorite وفيه تكون كل من طبقة 1 : 2 وألـ interlayer هما Tri .

The idealized Crystal Structure of Tri – Chlorite

السعة التبادلية الكايتونية لكلورايت

تعتبر السعة التبادلية الكاتيونية للكلورايت منخفضة حيث تتراوح بين 10–40 مليمكافئ/100 غم حيث تعطي طبقة 1 : 2 سعة تبادلية مساوية للسعة التبادلية للمايكا حيث تظهر الشحنة السالبة نتيجة الأحلال المتماثل لكل من Al^{3+} أو Fe^{3+} أو $C+^{3+}$ محل السليكون Si^{4+} في طبقة النتراهيدرا أما الطبقة الداخلية hydroxide interlayer فتحمل شحنة موجبة نتيجة لأحلال الأيونات الثلاثية مثل Al^{3+} ، Fe^{3+} محل الأيونات الثنائية مثل Mg^{2+} أو Fe^{2+} وأن الشحنة الموجبة الناتجة من هذا الأحلال تتعادل مع الشحنة السالبة الناتجة من طبقات 1 : 2 الأصلية ونتيجة لهذا الأحلال ومعادلة الشحنة تتدرج السعة التبادلية لمعدن الكلورايت .

تشخيص معدن الكلورايت

1) الأشعة السينية X – ray:- يعطي المعدن انعكاسه الأول عند 14 A° أو 14.4 A° وهذا الانعكاس يعتمد على درجة الإحلال للـ Al^{3+} محل Si^{4+} في طبقة النتراهيدرا أو Fe^{2+} أو Mg^{2+} محل Al^{3+} في طبقة الأوكتاهيدرا الأمر الذي يؤدي إلى تذبذب قراءة الحيود الأول بين 14 – 144 A° . وهذه القراءة لا تتغير في معاملات الأثلين كلايكول أو درجة التسخين إلى 550 مْ . للتميز بين السمكتايت والكلورايت فتتم من خلال التشبيع بالكالسيوم والمغنسيوم مع إضافة بضع قطرات من الأثلين كلايكول حيث يتمدد السمكتايت إلى 17 – 18 A° بينما يبقى الكلورايت على

وضعه الطبيعي كذلك تعطي العينة المشبعة بالبوتاسيوم قراءة للسمكتايت عند 12 A° وعند التسخين إلى 110 مْ تنضغط إلى 10 A° .

أما التمييز بين الكلورايت والفيرمكيولايت فيمكن المقارنة بينهما من خلال معاملة التشبيع بالبوتاسيوم حيث ينضغط الفيرمكيولايت إلى 10 A° بينما يبقى حيود 14 A° للكلورايت تايت في جميع المعاملات .

2) طريقة التحليل الحراري DTA .

600 C° داخلي كبير

750 C° خارجي متوسط

3) المجهر الأليكتروني .

المعادن المتداخلة Inter-stratified minerals

كما هو معروف إن معادن المايكا، الفيرمكيولايت، السمكتايت والكاؤلينات تتكون وحداتها البنائية من وحدات التتراهيدرا والاوكتاهيدرا. وهذه الوحدات أساسا تتكون من مستويات مختلفة من Si، Al ، Mg وكذلك O و OH . وتكون هذه الوحدات معادن الطين 1 : 1 والتي تشترك وحدات التتراهيدرا مع وحدات الاوكتاهيدرا مكونة معدن الكاؤلينايت. وكذلك معادن 1 :2 التي هي وحدتي تتراهيدرا مع أخرى اوكتاهيدرا كما في معادن المونتمورلينات، الفيرمكيولايت والمايكا. وقد تكون 1 : 1: 2 بالاشتراك بين وحدتي تتراهيدرا مع وحدة اوكتاهيدرا مع طبقة هيدروكسيل داخلية كما في معدن الكورايت. ونتيجة لهذا التشابه في التركيب البنائي الأساسي لمعادن الطين فمن الممكن أن ترتبط (تلتصق) هذه الوحدات إلى بعضها مكونة عدة طبقات أو وحدات بلورية مكونة ما يسمى بالمعادن المستطبقة .Interstratified min هذه لمعادن تلعب دوراً مهماً في التأثير على الكثير من صفات التربة المختلفة. حيث بينت الدراسات أن المعدن المستطبق على سبيل المثال مايكا – فيرمكيولايت له قابلية اعلي من المعدن الأصيل (المايكا) في عملية تثبيت البوتاسيوم.

تقسم المعادن المتداخلة عادةً إلى:

(1) المعادن المتداخلة المنتظمة Regular Interstratified

(2) المعادن المتداخلة غير المنتظمة Random Inter. Min.

(3)تجمع الطبقات مع بعضها Zonal Segregation of layer

المعادن المتداخلة المنتظمة :

تترتب المعادن المتداخلة المنتظمة مع بعضها بانتظام حيث تتعاقب طبقات السليكا بترتيب متناسق. فمثلاً إذا ارتبطت وحدة بلورية مكونة من طبقتين A مع طبقتين B فان النظام يترتب كما يلي : ABABAB وعلى هذه الأساس سيكون سمك وحدة الخلية هو مجموع A+B ، كذلك يمكن أن تترتب هذه الطبقات كما يلي AABAABAAB وبعض أنواع المعادن المتداخلة يعطى لها تسمية معدن مستقل (جديد) والبعض الأخر تبقى محافظة على أسماء المعادن الأصلية المتداخلة والمكونة للتركيب فمثلاً :

Mica – Semectite → Rectorite

Chlorite – Swelling chlorite → Corrensite

Biotite – Vermiculite → Hydrobiotite

المعادن المتداخلة غير المنتظمة

تعتبر هذه المعادن أكثر شيوعاً من المعادن المنتظمة وكذلك أكثر تعقيداً منها. وسبب التعقيد يعود إلى التوزيع العشوائي لطبقات السليكا فيما بينها وقد يحصل أن تتداخل أكثر من طبقتين في وحدة بلورية واحدة وان طرق تشخيصها بواسطة X-ray تعتبر معقدة هي الأخرى.

تجمع الطبقات مع بعضها

في هذه الحالة تتجمع عدة طبقات مع بعضها في محيط واحد أو قد تتجمع عدة معادن متداخلة مع بعضها مكونة ما يسمى بالتجمع المعدني وفي حالة قياسها أو فحصها بواسطة X-ray تعامل هذه التجمعات على أساس أنها معادن مستقلة وليست متداخلة وهي ذات أهمية بسيطة في التأثير في خواص الترب المختلفة.