التركيب البنائي لمعادن الطين:

أنواع الأواصر الكيميائية بين الذرات

الأواصر الكيمائية هي المسولة عن ربط الذرات والايوانات لتكوين الجزيئات وربط الجزيئات لتكوين البلورات وربط البلورات لتكوين الحبيبات وربط الحبيبات والبلورات لتكوين الصخور. ويتحكم نوع الاصره في كثير من الصفات البلوريه كتوصيلها الحراري والكهربائي ودرجه الانصهار والذوبان والصلابه الميكانيكيه وغيرها الا ان نوع الاصره لايكون ذا تاثير كبير على الصفات الهندسيه للبلوره ولكن يتحكم في ذلك حجم الذره او الايون.إن أنواع الأواصر الشائعة في البلورات هي:

1) الاصره الايونيه او الالكتروستاتيكيه Ionic or Electrostatic Bond

تنشأ بين الايونات ذات الشحنات المختلفه وهي اقوي أنواع الأواصر فلذلك تمتاز البلورات الايونيه بصلابه كبيره وشكل هندسي محدد ويكون الايون الموجب في مركز الشكل محاطا بعدد من الايونات السالبه المتصله مباشره اي في حاله تلامس كامل بالايون الموجب. ان عدد الايونات السالبه المحيطه مباشره بالايون المركزي يسمى بعدد الاحاطه Coordination number او عدد الارتباط.

2) الاصره التساهميه المشتركه Covalent bond

وفيها تشترك الذرات بعضها مع بعضها في زوج او اكثر من الاليكترونات وتكون الاليكترونات عاده ذات مسارات متعاكسه. وهي تختلف عن الاصره المشتركه في ان الاليكترونات تقدم من فرد واحد من الفردين المرتبطين.

3) اصره فان درولس Van der Waals bond

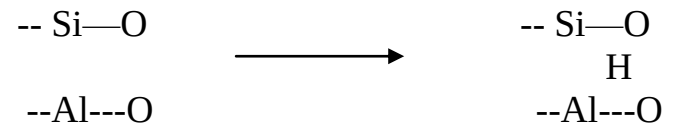
وهي المسؤوله عن تماسك الجزيئات الغازيه في درجات الحراره المنخفضه فمثلا نجد ان جزئيات غاز النايتروجين (N_2) تلتصق مع بعضها بقوى ضعيفه(N_2.....N_2) وتمتاز هذه الاصره بانها غير متجهه وضعيفه وتكون البلورات ذات صلابه قليله.

4) الاصره الفلزيه Metallic bond

وهي اصره قويه ايضا وناشئه عن الحريه النسبيه لانتقال الاليكترونات وتكونها سحابه اليكترونيه حول ايونات المعدن وهي لذلك اصره غير متجهه. وتعتبر الاليكترونات في هذا التركيب حره الحركه ولا تنتمي لنواه معينه وانما تتحرك بحريه في التركيب كله واحيانا تتحرك إلى خارج التركيب نفسه بدون ان تتغير الاصره. هذه الاصره هي السؤوله عن خواص الفلزات مثل التوصيل الكهربائي وخاصيه الكهروضوئيه Photo electricity.

5) الاصره الهيدروجينيه Hydrogen bond

في بعض الاحيان يمكن لذرة الهايدروجين ان تكون اصرة بين ذرتين اخريين بدلا من ذرة واحدة كما يحدث في المثال التالي :



حيث يتذبذب ايون الهايدروجين بين كل من ذرتي الاوكسجين بحيث لا يمكن تحديد ذرة الهايدروجين لكل ذرة اوكسجين. او كما يحدث من ارتباط جزيئات الماء بعضها مع بعض بواسطة اصرة هايدروجينية.

إن قوة هذه الآصرة ضعيفة نوعا ما وغالبا ما تؤدي إلى تكوين خطوط التشقق في البلورات والمعادن.

6) الاصرة الهايدروكسيلية Hydroxyl bond

عندما توجد مجموعتا هايدروكسيل بالقرب من بعضا فأنه يمكن ان تنشأ اصرة نتيجة الجذب الاليكتروستاتيكي بين الاجزاء السالبة والموجبة من هذه المجاميع كما هو مبين في الشكل التالي

والاصرة الهايدروجينية والهايدرزكسيلية موجودة بكثره في معادن الطين بين الوحدات البنائية المكونة للحبيبات كما سيأتي ذكر ذلك فيما بعد.

حجم الذرات والايونات : يتوقف نصف قطر الذرة على امتداد مدارات الالكترونات فمثلا ذرة الصوديوم (Na) نصف قطرها 1.55 انجستروم وعندما تتحول إلى ايون يصغر نصف قطرها ويصبح 0.95 انجستروم اي يتضاغط حجمها. وتختلف الايونات اختلافا كبيرا في انصاف قطرها فالايون الموجب عموما اصغر حجما من ذرته وكلما كبرت الشحنة الموجبة (التكافؤ) على الايون كلما صغر حجمه. اما بالنسبة للايونات السالبة فأن زيادة الشحنة السالبة (التكافؤ)يؤدي إلى زيادة نصف القطر الايوني بعكس حالة الايونات الموجبة. الايونات السالبة عموما ذات حجم اكبر من الايونات الموجبة فنصف قطر ايون الاوكسجين مثلا هو 1.40 انجستروم بينما نجد ان نصف قطر ايون السيلكون (Si^{+4}) هو 0.41 انجستروم فقط.والجدولان التاليين يوضحان هذه النقاط المتعلقة بأنصاف الاقطار الايونية للايونات الموجبة والسالبة بأمثلة من بعض العناصر ذات الاهمية في بناء المعادن عموما.

جدول : نصف القطر الايوني (بالانجستروم=1*10^{-8}سم) لبعض الايونات الموجبة الشائعة.

زيادة الشحنة يؤدي إلى نقص نصف القطر الايوني

H^{+}			
Li^{+} = 0.60	**Be^{++} = 0.31**	**B^{+3} = 0.20**	**C^{+4} = 0.15**
Na^{+} = 0.95	**Mg^{++} = 0.65**	**Al^{+3} = 0.50**	**Si^{+4} = 0.41**
K^{+} = 1.33			
Rb^{+} = 1.48			

جدول . نصف القطر الايوني (بالانجستروم) لبعض الايونات السالبة.

زيادة الشحنة السالبه يؤدي إلى زيادة نصف القطر الايوني

F^{-} = 1.36	**$0^{=}$ = 1.40**	**N^{-3} = 1.71**
Cl^{-} = 1.81		

Br^- = 1.95

I^- = 2.16

موقع الايونات الموجبة بالنسبة للايونات السالبة

لكي ينتج ترتيب بلوري ثابت للايونات يجب ان تكون الايونات مرتبة ترتيبا متجاورا على قدر الامكان. لذلك فالايونات الكبيرة في الحجم عادة تأخذ مواقعها بحيث تحيط بالايونات الموجبة الصغيرة احاطة جيدة ولا يتوقف عدد احاطة الايون الموجب على شحنتة وانما يتوقف اساس على نصف قطره وبالتالي إمكانية دخوله إلى الشكل الذي يعطيه اكبر كمية من الثبات والجدول التالي يبين عدد الاحاطة لبعض الايونات الموجبة الهامة في تركيب الكثير من المعادن.

جدول . العلاقة بين نصف قطر الكايتونات وعدد الاحاطة من الانيونات (الاوكسجين).

الايون		نصف القطر انكستروم	نق الكاتيون / نق الانيون	عدد الاحاطه المتوقع	عدد الاحاطه الملاحظ
البوتاسيوم	k^+	1.33	0.95	8	12−8
الحديد الثنائي	Fe^{+2}	0.74	0.53	6	6
الالمنيوم	Al^{+3}	0.51	0.36	4	6.4
السيليكون	Si^{+4}	0.42	0.30	4	4

صور تواجد العناصر في البيئات الرسوبية

يحدد السلوك الجيوكيميائى للعنصر حالة تواجده تحت الظروف الطبيعية وبعض هذه العناصر يتواجد دائما في صورة ذائبة و البعض الآخر يتواجد على صورة غير ذائبة آو شحيحة الذوبان ويحدد الجهد الأيوني Ionic Potential للعنصر الحالة التي يتواجد عليها هذا العنصر في البيئات الرسوبية المختلفة و الجهد والايوني هو النسبة بين شحنة الايون أي تكافؤه ونصف القطر الأيوني – والسلوك الجيوكيميائى للعنصر يتحدد بقيمه جهده الأيوني ، فالأيونات كبيره الحجم ذات الجهد الأيوني المنخفض والأقل من 3 ، تتواجد دائما في صورة قابلة للذوبان بدرجات مختلفة مثل ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والسيزيوم والليثيوم ، أما الأيونات متوسطة الحجم ذات الجهد ألايوني المتوسط والأقل من 6 فإنها تتواجد على صورة رواسب شحيحة أو عديمة الذوبان من الوجهة العملية أمثال الحديد والألمونيوم والمنغنيز والزركونيوم والتيتانيوم والوليبدنم . . . الخ ثم تبقى ألمجموعه الثالثة ، وهى تضم بعض الأيونات غير الذائبة ذات الحجم الصغير والجهد

الأيونى المرتفع الاكبر من 12، و بالتالي فإنها قد تتواجد في صورة الذائبة على صوره مجموعات ذرية أنيونية مثل البورات والسليكات والفوسفات و الكبريتات والمنغنات والموليبدات والفانادات.

تعريف

الجهد ألايوني Ionic Potential : النسبة بين تكافؤ الايوني ونصف القطر الايوني تساوي

$\frac{\text{الايون شحنة}}{\text{الايوني القطر نصف}}$ **وبه يتحدد سلوك العنصر في الطبيعة ليذوب او ليرسب .**

التركيب المعدني لحبيبات التربة الحجمية المختلفةMineralogical Composition of Soil fraction

إن معظم المعادن التي تتواجد في الجزء المعدني من المكون الصلب للتربة هي معادن على صورة سليكات ، سواء كانت في حالتها الأولية (ألابتدائية) أو الثانوية (الجديدة) ، فنجد أن المعادن الثانوية ترتفع نسبتها في الجزء الناعم من الأرض ، فمثلا نجد أن معظم معادن الطين عبارة عن معادن ثانوية تتواجد في الجزء الناعم من الأرض الاقل من 2 ميكرون ، أو ما يطلق عليه الجزء الغروي من الارض ،، بينما تتركز المعادن الأولية مثل الفلسبارات والكوارتز والميكا في الجزء الخشن من الأرض كالرمل و السلت . لهذا فإنه عند دراسة التركيب المعدنى للأراضى فإنه يجب أن نفرق بين تركيب الجزء الخشن (الرمل و السلت) و تركيب الجزء الناعم (الطين).

جدول تصنيف معادن السليكات

القسم	درجة اتصال وحدات التتراهيد	نسبة السليكون :الاوكسجين	أمثلة
سليكات منفردة Nesosilicates	مستقلة Isolted	4:1	الاوليفين $(MgFe)_2SiO_4$
سليكات زوجية Soro silicates	زوجية Dimers	7:2	هيمومورفين $_4(Si_2O_7)$ OH, H_2O
سليكات حلقات Nosilicates	حلقات Rings	3:1	البيريل $Mg_2Si_2O_6$
سليكات سلسلية Inosilicates	سلاسل Chains سلاسل مفردة Single سلاسل زوجية Double	3:1 11:4	انستاتيت $Mg_2Si_2O_6$ التريموليت $_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$
سليكات صفائحة Phyllosilicates	صفائح Sheets	5:2	التلك $_2(Si_4O_{10})(OH_2)$
سليكات إطارية Tectosilicates	هيكل أو اطار Framework ذو ثلاثة ابعاد	2:1	كورارتز SiO_2

تعريف : وحدة التتراهيدرال Tetrahedron Unit وهي الوحدة التي تتكون من كاتيون مركزي هو السليكون محاطا بأربعة ايونات أوكسجين ثلاثة في مستوى قاعدي والرابع في القمة .

التركيب المعدني لحبيبات الطين

تعتبر حبيبات الطين أنشط جزء معدني من المكون الصلب للتربة ، لأنها غالبا ما تكون في صورة متبلورة وغروية Colloidal ، وفي مجال التربة يعبر عن اصطلاح كلمة طين Clay بثلاثة تعبيرات هي:

أ. تعبير حجمي ، أي أنها تعبر من حبيبات التربة ذات الأقطار المكافئة الأقل من 2 ميكرون .

ب. تعبر من اسم لمجموعة معادن معينة مثل معادن الطين Clay minerals

جـ . تعبر من توصيف للخواص القوامية للتربة Textural class، وعليه فهناك مواد متعددة تقع في النطاق الحجمى للطين مثل الجبس Gypsum ، والكربونات Carbonates ، وأحيانا الكوارتز ، وفي نفس الوقت لا تعتبر معادن طين وعلى العكس فالأخيرة قد تتواجد في حبيبات حجمية قد تصل إلى أقطار 5,4 ملليميتر.

التركيب ألبنائي لمعادن الطين: (The Structure of Clay Minerals)

تتبع الغالبية العظمى من معادن الطين مجموعة معادن السليكات الصفائحية ويتكون تركيب معادن الطين من طبقات تتراص فوق بعضها البعض ، وتتكون هذه الطبقات من وحدتين أساسيين هما : وحدة التتراهيدرول Tetrahedron $(SiO_4)^{4-}$ والتي يتكون منها طبقة التتراهيدرا ل Tetrahedral Sheet $Al_2(OH)_6$ ووحده الاوكتاهيدرول ..... ومنها نوعان الأول Al- Octahedron $(SiO_2O_5)^{2-}$ يكون منها الـ Gibbsite Sheet والثاني $Mg_3(OH)_6$ Mg-octahedron ويتكون منها الـ Brucite Sheet والجدول رقم (6) يوضح طريقة اشتقاق معادن الطين السليكاتية من الطبقات الأساسية والشكل رقم (11) يقدم نموذج تخطيطي لطريقة اشتقاق معدن الكاؤوليرايت (نوع 1:1) من الطبقات الأساسية. وبالمثل يمكن اشتقاق المعادن من نوع 2: 1 ،2: 1: كما في التركيب التخطيطي الوارد في شكل رقم (12).ويمكن القول : إن أغلب معادن الطين clay تكون في حالة تبلور ، حيث يكون لها ترتيب تكراري محدد للذرات الداخلة في التركيب وحيث نجد أن الغالبية العظمى تتكون من مستويات من ذرات أكسجين مرتبطة مع ذرات كل من السليكون والألمونيوم حيث يربطان ذرات الأوكسجين مع بعضها عن طريق الرابطة الأيونية Ionic bond وهى التي تتواجد بالتجاذب بين الذرات السالبة الشحنة مع الأخرى الموجبة الشحنة.

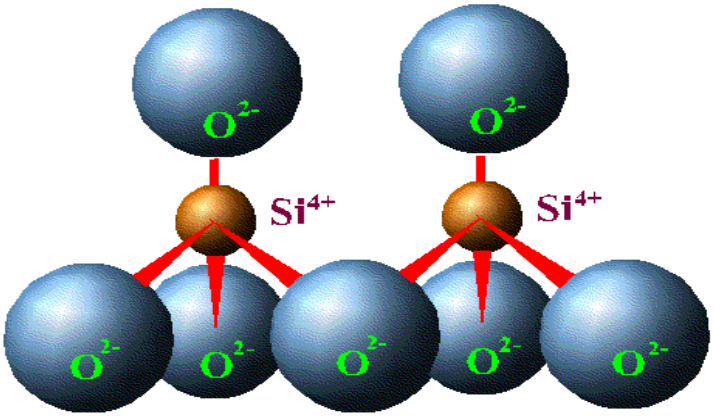
تعريفات

- **الرابط ألايوني Ionic bond هي الرابطة الناتجة عن انتقال اليكترونات من ذرة تاركة إياها في صورة كاتيون موجب لتتحد مع ايون سالب الشحنة نتيجة اكتسابه لهذه الاليكترونات .**
- **وحدة الاوكتاهيدرول Octahedron unit : وحدة تتكون من كاتيون مركزي عادة يكون الالومنيوم او المغنسيوم محاط بسته ايونات أوكسجين او مجموعات هيدروكسيل في مستويين.**

يتميز تركيب معادن الطين المختلفة والمايكا بأنه يتكون من طبقات بعضها فوق بعض وتتكون هذه الطبقات من وحدات أساسية بسيطة هي وحدة التتراهيدرا Tetrahedral unit ووحدة الاوكتاهيدرا Octahedral unit .

1 طبقة التتراهيدرا :

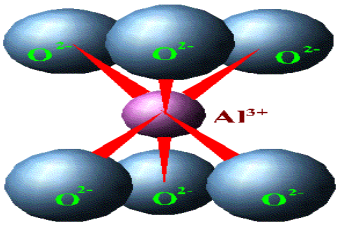
تتكون من وحدات سيليكا تزاهيدرا متصلة ببعضها خلال ثلاث ذرات اوكسجين في اتجاهين ورمزها العام $[Si_2O_5]^{-2}_n$ وتتكون كل تتراهيدرا من ايون سيلكون مركزي على مسافة متساوية من اربعة ايونات اوكسجين او هايدروكسيل لموازنة الشحنة وتتجمع وحدات التتراهيدرا بحيث تكون قممها في اتجاه واحد والقواعد بمستوى واحد .

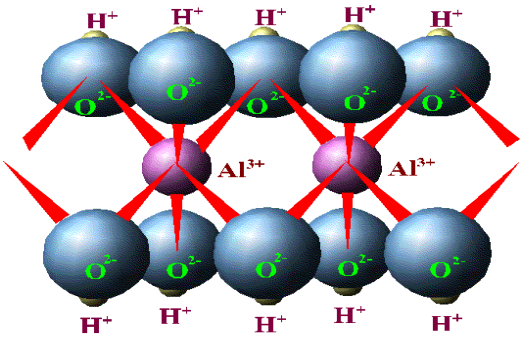


لذا يمكن تصور تركيب الطبقة على انها مكونة من مستوى من ايونات الاوكسجين وهو مستوى قواعد التزهيدرا ومستوى من ايونات الاوكسجين او الهيدروكسيل وهو المكون القمم التتراهيدرا والمسافة بين 0–0 تبلغ حوالي 2.55 انكستروم والفراغ الموجود في وحدة التتراهيدرا يسع ايوناً له نصف قطر حوالي 0.55 انكستروم وسمك الطبقة حوالي 4.94 انكستروم في معادن الطين .

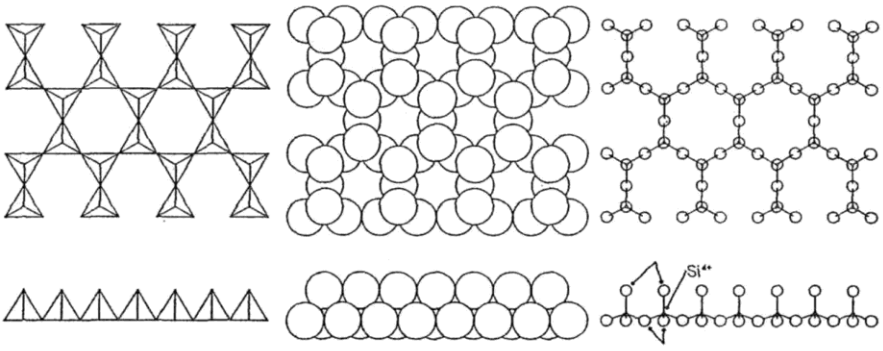
2 طبقة الاوكتاهيدرا

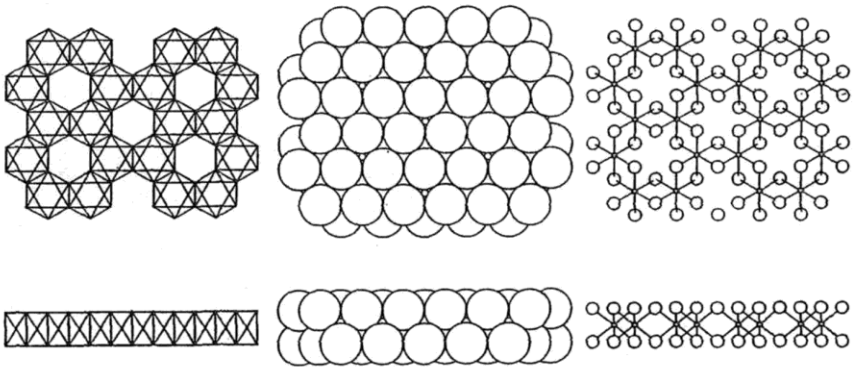
تتكون من تكرار وحدات اوكتاهيدرا في اتجاهين. وتتكون كل اوكتاهيدرا من طبقتين من ايونات الاوكسجين او الهيدروكسيل داخلها ايون موجب من اما الالمنيوم او الحديد او

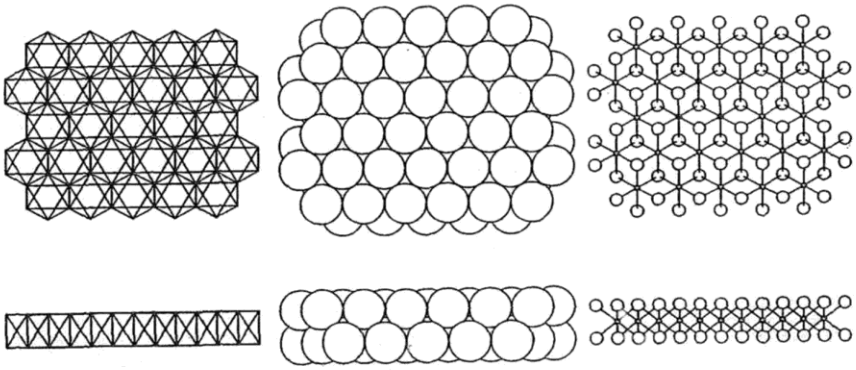




Tetrahedral sheet







Tri-octahedral sheet[$Mg(OH)_2$]

المغنيسيوم في ارتباط سداسي بحيث يبعد الايون المركزي بعداً متساوياً من ايونات الأوكسجين أو الهيدروكسيل الستة مكوناً وحدة الاوكتاهيدرا. ويوجد نوعين من طبقة الاوكتاهيدرا حسب نوع الايون الموجب المركزي الذي يشغلها ثلاثياً كان أم ثنائياً.

أ –وحدة ثنائية الاوكتاهيدرا Dioctahedra unit

في هذه الوحدة يكون الايون المركزي عباره عن ايون الالمنيوم الثلاثي التكافؤ وبالتالي يحتاج البناء الى ايونين من الألمنيوم فقط. اي ان ثلثي مواقع الاوكتاهيدرا فقط مشغولان بايونات الألمنيوم والثلث الباقي خال، مكوناً فراغاً يطلق عليه بالفراغ الاوكتاهيدري والرمز العام للوحده $Al_2(OH)_6$ كما في معدن الجبسايت (Gibbsite) لذا تسمى طبقة الجبسايت.

ب وحدة ثلاثية الاوكتاهيدرا Trioctahedra

وتسمى طبقة البروسايت Brucite [$Mg(OH)_2$] وفي هذه الوحدة يكون الايون المركزي عبارة عن ايون المغنيسيوم الثنائي التكافؤ وبذلك يحتاج البناء إلى ثلاثة ايونات فقط. اي ان جميع مواقع الاوكتاهيدرا تكون مشغولة بايونات المغنيسيوم الثنائية. وبصورة عامة فان المسافة في طبقة الاوكتاهيدرا بين الاوكسجين هي 2.6A وبين OH-OH هي 2.94 والفراغ الموجود يسمح لايون نصف قطره حوالي 0.61A وكل طبقة الاوكتاهيدرا حوالي 5.05A في معادن الطين .

تقسيم Grim لمعادن الطين :-

1 -طين غير متبلور : وتشمل مجموعة الالوفات Allophanes group

2 -طين متبلور

أ –البناء مكون من طبقتين احدهما تتراهيدرا السيلكون وثانيهما اوكتاهيدرا الالمنيوم ويشتمل على :-

1 -بناء متساوي الإبعاد Equal dimensional مثل مجموعة الكاؤلينات Kaolinite group

2 -بناء مستطيل او مطول Elongate مثل مجموعة الهالوسايت Hallo site group .

ب البناء المكون من ثلاث طبقات Three – layer types اثنين منها تتراهيدرا سيليكا وثالثها طبقة مركزية ثنائية او ثلاثية الاوكتاهيدرا وتشمل :-

1 -معادن قابلة للتمدد Expanding types وتشمل

a- متساوية الابعاد مثل معادن مجموعة المونتمورلينايت Smectite G. مثل Sauconite و Montmorillonite .

b- مستطيل او مطول Elongate بعض مجموعة المونتمولاينايت مثل

Hectorite , Nontronite, Saponite

2 -غير قابله التمدد Non expanding مثل مجموعة الالايت illite G .

ج- البناء المكون من خليط الطبقات مرتبة بعضها فوق بعض بنظام معين مثل مجموعة الكلورايت chlorite G. .

د. بناء السلاسل Chain structure : إذ ترتبط سلاسل من تتراهيدرا السيليكا مع اوكتاهيدرا الالمنيوم بواسطة ذرات الاوكسجين او ايونات الهيدروكسيل مثل الاتوبولكايت Attapulgite والسيبولايت Seplotite والبلايجورسكايت Playgorskite .

المعادن غير متبلورة :

مجموعة الالوفان Allophane Group

تشمل تركيبات غير متبلورة (amorphous) وهي عباره عن ترتيب غير منتظم لتزاهيدرا السيليكا وأحيانا تتراهيدرا الفوسفات واوكتاهيدرا الألمنيوم او ايونات موجبة اخرى دون ظهور اي نوع من التماثل البلوري. نسبة $SiO_2:Al_2O_3$ تتراوح بين 1:1 و 2:1 وغالباً ما تكون 1.5:1 تحتوي على حوالي 30-40% ماء يفقد عند درجة حرارة 140 مْ. من الصعب دراسة هذه المجموعة لصعوبة فصلها عن غيرها من المكونات المتبلورة التي توجد مختلطة بها .