الغرويات المعدنية بالتربة.

Mineral soil colloids

التركيب الكيميائى والمعدنى للارض

المعادن الاولية :primary minerals :

وهى ناتجة عن فعل التجوية الطبيعية من تكسير وتفتيت للصخور الصلبة مع الحفاظ على كل خصائصها الكيماوية والمعدنية وتسود فى الجزء الخشن من الاراضى الممثل فى حبيبات الرمل والسلت التى تتراوح اقطارها من 2مم-0.002مم وهذه المعادن مقاومة فى خصائصها للتجوية الكيماوية وتعكس صفات الصخر الاصلى الذى نشات عنه الارض.

المعادن الثانوية secondary minerals :

وهى نتاج فعل التجوية بشقيها :الطبيعى والكيماوى وهى معادن لم تكن موجودة اصلا فى الصخر الاصلى الذى نشات منه الارض . ويتميز بوجود الجزء الناعم من الارض او بمعنى اخر الجزء الغروى الذى تقل اقطار حبيباته عن 2 ميكرون نتيجة لزيادة فاعلية التجوية الكيميائية لارتفاع السطح النوعى لهذه الحبيبات ويطلق عليها معادن الطين.

التركيب المعدنى والكيماوى للغروى فى الارض (الطين) :

الطين هو الجزء المعدنى النشط فى التربه ، وهو يمثل الغروى المعدنى بها ، وكان يعتقد ان الجزء المعدنى للغرويات الارضية غير بلورى Amorphous ولكن تاكد بالاستعانه باللاشعه السينيه والميكروسكوب الالكترونى ان معظم مكونات معادن الطين بلوريه ولا يمكن اعطاء تعريف دقيق للطين فمن الناحية الكيماوية يمكن اعتبار الطين "املاحا" لاحماض الالومينوسليسيلك Aluminosilicic acid مع بعض قواعد التربة والحديد ومن الناحية الفيزيائية او التوزيع الحجمى للحبيبات فى التربة فهو يمثل الحبيبات ذات الاقطار الاقل من 0.002مم.

<u>مكونات الطين :-</u>

1- المركبات السليكاتية – المركبات الالومينو – سيلكاتية

2- حامض السليسلك

3- أيدروكسيدات المعادن الثلاثة $Al(OH)_3$ ' $Fe(OH)_3$

4- مركبات عسرة الذوبان للكالسيوم و المغنسيوم و الحديد مثل الكربونات و الفوسفات

5- الزيوليتات وهي سليكات مائية مزدوجة اي سليكات ألومنيوم وقلويات وقواعد أرضية

6- المواد الدبالية الغروية الناتجة من انحلال المواد العضوية

7- الكائنات الحية الدقيقة وتسمي الغرويات الحية – ولكن اهميتها قليلة لقلة كميتها إذ لا يزيد ما يوجد منها فى الفدان عادة عن 400 كيلو جرام .

تتميز الغرويات العضوية بانها محبة للماء hydrophilic ولها خاصية الحفظ اي انها تحفظ الغرويات الامائية الاخري سهلة التجمع بالالكتروليتات من ان تتجمع بها.

اما باقي الغرويات الارضية الكارهه للماء فانها حساسة للتجمع بالالكتروليتات ومن هذا يظهر أن خواص التربة تختلف كثيراً حسب نوع الغرويات السائدة فيها .

ومن المعروف مثلاً ان المواد الدبالية (المشبعة بالايدروجين) تساعد على تكوين أراضي بودزول Podsol بسبب حفظها للقواعد ونواتج

التفتت المعدنية من التجمع وتسرب هذه النواتج الى الطبقات السفلي .

و الزيوليتات تقع بين الغرويات المحبة والكارهه للماء وانها تتحول الى هذه او تلك الظروف .

كما ان حمض السلسليك يعتبر تحت ظروف خاصة من الغرويات المائية يكون له فى هذه الحالة خاصة الحفظ ، وقد ثبت من تجارب على ايدروكسيد الحديد الغروي حيث يحتفظ من التجمع الى حد بعيد باضافة حمض السلسيلك الغروي اليه .

خواص الطين :

يمكن تلخيص خواص الطين ومميزاته الى :

1- قابل للتشكيل

2- له قوة التصاق كبيرة فيكفي مثلاً أن يوجد 1% من الطين الغروي على حالة sol لكن يجعله ملتصقاً

3- ينكمش بالجفاف وينتفخ بالماء .

4- نسبة الماء الايجروسكوبي به مرتفعة .

5- تركيبة الكيميائي يختلف باختلاف مادته .

6- له قوة تثبيت بالايونات .

7- له قدرة للتفاعل مع المواد الدبالية فى التربة .

8- حساس بالنسبة للالكتروليات .

9- يمكن ان يرتبط بالحبيبات الخشنة من التربة ويكون حبيبات مركبة .

تكوين الطين :-

يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى تكوين الطين الى اربع خطوات :-

الخطوة الاولى : يعمل الماء على طرد القواعد من المعادن حيث يحل محلها الايدروجين .

الخطوة الثانية : عمليات التجويه تؤدي الى فقد حمض السليسلك ويؤدي ذك الى تكوين H_2SiO_3 منفرد ويظهر ذلك من المعادلة حيث يتحول الارثوكلاز الى الكاؤولنيت.

$$2kalsi_3o_8+3HoH \rightleftharpoons H_4AL_3si_2o_4+4sio_3$$

وقد يستمر إنفراد حمض السلسيلك الى أن تصل نسبة السليكا : الالومينا $sio\backslash al_2o_3$ الى الصفر فيتم انفصال المركبين .

الخطوة الثالثة : وتشمل تكوين الطين : عندما تفقد القواعد من المعدن اثناء الانحلال ينهدم المعدن فى الغالب ويتكون عند ذلك بفعل الماء مركبات مائية من سليكات الالومنيوم تختلف نسبة السليكا :الالومنيا فيها عن المعدن الاصلي وتقترب غالباً من النسبة 3 : 1 ومن هذا يتضح ان هدم المعادن ينتج عنه تكوين مركبات جديدة لها خواص غروية .

الخطوة الرابعة : وتشمل هدم المعادن :-

ويحدث هذا إذا لم تتفاعل نواتج انحلال المعادن بان وجدت ظروف و عوامل خاصة تمنع ذلك فلا يتكون الطين بل تبقي السليكا و الالومنيا و القواعد منفصلة عن بعضها وينتج عن ذلك تربة رديئة .

أهم عوامل تكوين الطين او هدمة :-

1- نسبة $Sio_2\backslash al_2o_3$:

أثبت أبحاث Sigmoud أنه إذا كانت نسبة Sio_2 الى AL_2O_3 تطابق نسبة 3 : 1 ينتج طين غروي ويظهر أنه يجب وجود نسبة عالية من السليكا لكي يتم اتحاد السليكا بالالومينا لتكون سليكات الالومنيوم . الاراضي التى تنشأ من مادة أصل غنية فى السليكا تكون فيها نسبة الطين مرتفعة إذا توافرت الظروف الملائمة .

2- درجة تجزؤ الحبيبات :-

كلما كانت الحبيبات دقيقة كلما سهل حصول تفاعلات بينها و العكس صحيح و العوامل التى تنشأ عنها كبر حجم الحبيبات تؤدي الى منع تكوين الطين او تقليلة .

أيون الايدروكسيد مثلا يعمل على تجميع أيدروكسيد الالومنيوم اي يزداد حجم حبيباته فتصبح غير قادرة على التفاعل .

3- درجة تركيز الغرويات :

كلما كانت الـSOL المتفاعلة مركزة سهل تفاعلها إذ تكون حبيباتها متقاربة من بعضها البعض وتكون الفرصة اكبر فى تكوين معادن الطين وعليه إذا زادت الرطوبة عن حد معين فإن تكوين الطين يقل ومن اجل هذا يشاهد تكوين الطين بكثرة فى الجهات المتوسطة الرطوبة او المائلة الى الجفاف أما فى الجهات الرطبة جداً فيغلب حدث عمليات الهدم .

4- الالكتروليتات :-

أهم الالكتروليتات من الوجهة الزراعية مركبات الصوديوم و الكالسيوم القابلة للذوبان ،أما مركبات Fe Al، القابلة للذوبان فيندر وجودها حرة فى التربة إلا فى حالة وجود هدم شديد للمعادن . وتختلف الالكتروليتات اختلافاً بيناً فى قدرتها على تكوين أو تنشيط عمليات الهدم .

تساعد مركبات الكالسيوم على تكوين الطين :-

فالتربة الغنية بالكالسيوم تسمح بتكوين الزيوليتات من نواتج الانحلال المعدني (السليكات و الالومنيا و القواعد) قد دلت التجارب على ان الجير $Ca(OH)_2$ يزيد قدرة الاراضي المهدومة على الامتصاص فيحسنها ويرجع ذلك الى تحويل المواد المتهدمة الى مواد طينية زيوليتية .

اما مركبات الصوديوم فتساعد على الهدم ويعزي السبب الى أن الصوديوم يعمل على تحويل الـ gel الى Sol للحبيبات فيقل حجمها و تتعرض لفعل الماء ويسهل هدمها .

5- الدبال الحامضي :

من خواص الدبال الحامضي قدرته على حفظ الغرويات المختلفة على صورة Sol الامر الذي ينتج عنه سهولة تسربها الى الطبقات السفلي للتربة دون ان تتحد و تكون مركبات طينية او زيوليتية و يعتبر الدبال الحامضي لذلك من أقوي عوامل الهدم.

6- الحرارة :-

لم يعرف بعد ان كان للحرارة تأثيراً مباشراً فى عمليات تكوين الطين او فى عمليات الهدم لاننا نشاهد الهدم فى المناطق المعتدلة كما نشاهده فى المناطق الحارة ولو انه أشد فى المناطق الحارة وتكفي الاشارة الى تكوين الاراضي الحمراء و خاصة اراضي اللاتيرايت Laterite soil .

التركيب البنائى لمعادن الطين :

تم التوصل الى ان مكونات الطين عبارة عن بلورات محددة يطلق عليها معادن الطين clay minerals حيث قسمت هذه المعادن طبقا لبنائها وخواصها ، ويوضح (Grim 1968) ان اصطلاح معدن الطين يدل على مفهوم معين يمثل حبيبات متبلورة صغيرة جدا من واحدة او اكثر من عناصر معدنية صغيرة

ومعادن الطين تتكون اساسا من سيليكات الالمنيوم المائية مع الماغنسيوم او الحديد او قد يحدث احلال قواعد التربة محل الالمنيوم وتدخل كمكونات اساسية فى بنائها .

وطبقا لهذا المفهوم فان معادن الطين المتبلورة هى المكون الاساسى لكل انواع الطين تقريبا وعلى هذا فانها تصبح الجزء المسئول عن تحديد خواص الطين لذلك فان دراسة معادن الطين المتبلورة من حيث بنائها وخواصها تعتبر جزءا اساسيا فى دراستنا لمعادن الطين عموما ومعادن الطين كغيرها من المعادن لا تتحدد خواصها المختلفة بتركيبها الكيماوى فقط وانما تتحدد ايضا بطريقة ترتيب الذرات داخل البناء الذرى لبلوراتها.

التركيب الطبقى لمعادن الطين:

التعرف على معادن الطين :

يمكن التعرف على معادن الطين بالاستعانه بالطرق الاتية :

1) التحليل الكيميائى Chemical analysis .
2) التحليل الحرارى Thermal analysis.
3) الاشعه السينية X-rays
4) الميكروسكوب الالكترونى Electron microscope.
5) الاشعه التحت حمراء infra red.

وكلما زادت عدد الطرق المستعملة فى اجراء التحليل كلما كانت النتائج اكثر تعبيرا عن الحقيقة وأمكن التوصل لتحليل معدنى دقيق للطين .

الطبقات المكونه لمعادن الطين :

يتميز تركيب معادن الطين المختلفة والميكا بانه يتكون من طبقات بعضها فوق بعض وتتكون هذه الطبقات من وحدات اساسية بسيطة هى وحدة تتراهيدرا ووحدة اكتاهيدرا ويختلف تكرار تراص هاتين الوحدتين من معدن لاخر مكونه التركيب الطبقى لبلورة معدن الطين.

وحدة التتراهيدرا Tetrahedral:

تتكون من ايون السليكون محاط باربعة ايونات من الاكسجين وان المسافة بين ايون السليكون وكل ايون اكسجين متساوية ويتكون شكل هرمى له ثلاثة جوانب وترتبط الوحدات البنائية للسليكا تتراهيدرا ببعضها عن طريق ايونات الاكسجين مكونه صفيحة السليكا .

وحدة الاكتاهيدرا Octahedral:

تتكون من ايون ثلاثى كالالومنبوم يحيط به سته ايونات اكسجين وايدروكسيل وتتساوى المسافة بين الكاتيون وكل من الايونات المحيطة ويتكون شكل ذو ثمانية اوجه متساوية المساحة وتتحدد وحدات الاكتاهيدرا مع بعضها مكونة صفائح الالومينا فى المعدن.

وتقسم معادن الطين حسب التركيب الطبقى لمجاميع رئيسية هى :

تتكون طبقة معدن الطين من صفيحة سليكا وصفيحة الومينا وتسمى crystal lattice 1:1 كما فى حالة معدن طين الكاؤولينيت اوتتكون طبقة معدن الطين من صفيحتين سليكا بينهما صفيحة الومينا وتسمى crystal lattice 2:1 كما فى حالة معدن المونتموريلونيت والفيرمكيوليت القابلة للتمدد ومعدن الاليت الغير قابل للتمدد اما معادن 2:1:1 فهى المعادن التى تتكون من صفيحتين من التتراهيدرا بينهما صفيحة اوكتاهيدرا وتسمى 2:1:1layer silicates كما فى معادن الكلوريت .

معدن الكاؤولنيت Kaolinit :

يشيع وجود هذا المعدن تحت الظروف الحارة الرطبة ويدخل ضمن المجموعه التى فيها نسبة السليكا : الالومينا 1:1وترتبط الصفيحتين ببعضهما بواسطة ايونات الاكسجين كما ترتبط الطبقات برابطة ايدروجينية قوية ذلك لان ايونات الايدروكسيل فى صفيحة الالومينا تكون مقابلة لايونات الاكسجين فى صفيحة السليكا لهذا فان المعدن غير قابل للتمدد فلا ينتفخ او ينكمش بتغير درجة الرطوبة وان المعدن صعب التفرقة وتوجد بلوراته فى صورة متجمعه وقابلة للتشكل منخفضة تتراوح سعة التبادل فيها من 4-10ملليمكافئ /100جم معدن كما ان ايونات الايدروكسيل الموجودة على السطح تكون معرضة للتبادل فيحدث التبادل الايونى فيه. والرمز البنائى لهذا المعدن $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$.

معدن المونتموريلونيتMontmorillonite:

يوجد هذا المعدن فى اراضى المناطق المعتدله الاكثر جفافا ، يدخل ضمن المجموعه التى فيها نسبة السليكا : الالومينا 1:2 وتتكون الوحدة البنائية من صفيحتين من السليكا بينهما صفيحة من الالومينا ورمزه :

وتضعف الرابطة بين الطبقات لمواجهة ايونات الاكسجين فى صفائح السليكا للطبقات المتعاقبة. لهذا فان المعدن قابل للتمدد فيتخلل الماء بين الطبقات فينتفخ او ينكمش بتغير درجة الرطوبة. السعه التبادلية من 100-110ملليمكافئ /100جم معدن ،لا توجد ايونات الايدروكسيل على السطح .

معدن الاليت Illite:

يعرف احيانا بالميكا المتادرته يتكون تحت الظروف المناخية الباردة الرطبة كما ينتشر تحت الظروف الجافة ايضا ويدخل تحت المجموعة التى فيها نسبة السيلكا :الالومينا1:2 الا ان 15%من مراكز السليكون تكون مشغولة بالالومينيوم وينشا عن ذلك زيادة الشحنه السالبه التى تتعادل بايونات البوتاسيوم وهذه تشغل المسافة بين طبقات المعدن فتعمل على ربطها نتيجة التجاذب الالكتروستاتيكى بين الايونات

نتيجة لهذا لا تسمح المسافة بين الطبقات لدخول الماء وتكون سعته التبادلية منخفضة 10-30ملليمكافئ /100جم معدن .

مجموعة معادن الكلوريت The chlorite mineral group:

هذه مجموعة تقترب من مجموعة الميكا حيث لها نفس شحنه طبقة الميكا. فالبوتاسيوم الموجود بين الطبقات يستبدل بصفيحة بروسيت اوكتاهيدرا مشحونه بشحنه موجبة. وتنتج هذه الشحنة الموجبة من استبدال جزئ للماغنسيوم بايون الالومنيوم وهذا الاستبدال غالبا يكون فى حوالى ثلث مواقع الماغنسيوم ليعطى الوحدة الاساسية ($Mg_2Al(OH)_4$) وهذه الوحدة الأساسية الموجبة التى تدخل بين المواقع الطبقية لمعادن السليكا من نوع1:2 وتعطى النوع1:1:2 (معادن الكلوريت) وهذه المعادن غير متمددة ومنخفضة السعة التبادلية الكاتيونية وعموما فهى ثلاثية الاكتاهيدرا .

خواص الجزء الغروى المعدنى بالتربة (الطين):

يلعب الطين دورا اساسيا فى تحديد خواص التربة الكيميائية والفيزيائية وفى وظيفتها كبيئة لنمو النباتات ويمكن ايجاز تلك الخواص فيما يلى :يدخل الطين فى تفاعلات كيميائية هامة نتيجة لخواصه الكهروكيميائية المختلفة مثل تبادل وتثبيت الايونات والتى تعتبر ذات اهمية قصوى فى تحديد صفات التربة الكيميائية ومدى ملائمتها لتغذية النبات .

يعتبر الطين من اهم مكونات التربة القادرة على الاحتفاظ بالماء وله تاثير كبير على سهولة او صعوبة خدمة التربة وعلى تهويتها وقدرة الجذور على النمو فيها نظرا لما لحبيبات الطين من صفات خاصة مثل الانتفاخ والتجمع والانتشار.

الطين عامل هام فى خصوبة التربة وما تحتوية من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وقدرتها على الاحتفاظ بها وصلاحية هذه العناصر لتغذية النبات كما انه عامل هام فى ثبات التربة من ناحية تاثيرها الحامضى او القلوى لسعته التنظيمية العالية فلا يسهل تغيير الرقم الهيدروجينى للتربة بسهولة اذا كانت تحتوى نسبة عالية منه كما ان لظاهرة الالتصاق بين حبيبات الطين اهمية فى زيادة مقاومة التربة لعوامل الجرف بالماء والنقل بالرياح .

مصدر الشحنه فى معادن الطين :

1- الاحلال المتماثل فى المعادن Isomorphous substitution:

هو احلال ايون محل اخر فى البلورة دون ان يحدث تغير جوهرى فى البلورة ويجب ان يكون حجم الايون الذى يقوم بالاحلال مقاربا او مساويا لحجم الايون الاصلى والاختلاف فى الحجم عادة يتراوح بين 0-35% ويتوقف ذلك عادة على درجة الحرارة والضغط والظروف التى يحدث تحتها التبلور. كما يجب ان يبقى التوازن الكهربى فى البلورة محافظا عليها. وكمثال للاحلال المتماثل فى المعادن احلال المغنسيوم محل الحديد فى وحدة الاكتاهيدرا .

قواعد Goldschmidt للاحلال المتماثل :

اذا كان لايونين شحنة الكتروستاتيكية واحدة ولهما انصاف اقطار متباينة بحيث يمكن ان يشغلا نفس الموقع فى بلورة معينة فان الايون ذو نصف القطر الاصغر يمكنه ان يدخل التركيب البلورى بدل الايون الاكبر حجما ،واذا كانت الايونات متماثلة الحجم ومختلفة فى الشحنه فان الايون ذو الشحنه الاقل يدخل البلورة بدلا من الاكبر فى الشحنه .

2- الروابط المكسورة Broken Bonds :

توجد الروابط المكسورة على الاطراف وتزيد هذه الروابط بصغر حجم حبيبات معدن الطين. وهى مصدر الشحنة السالبة فى معدن الطين 1:1كالكاؤولينيت وفى المعدن1:2 كالاليت وهذه الروابط محدودة القيمة فى مجموعة المونتموريلونيت.

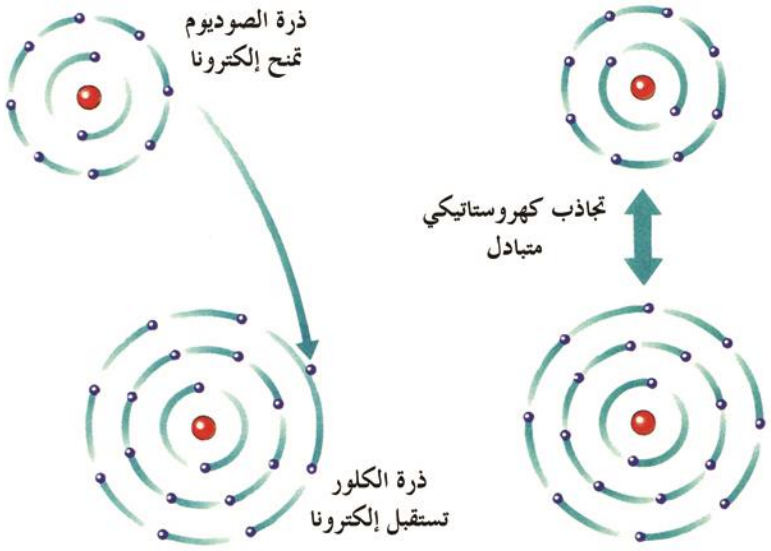
3- العيوب البلورية Crystal defects:

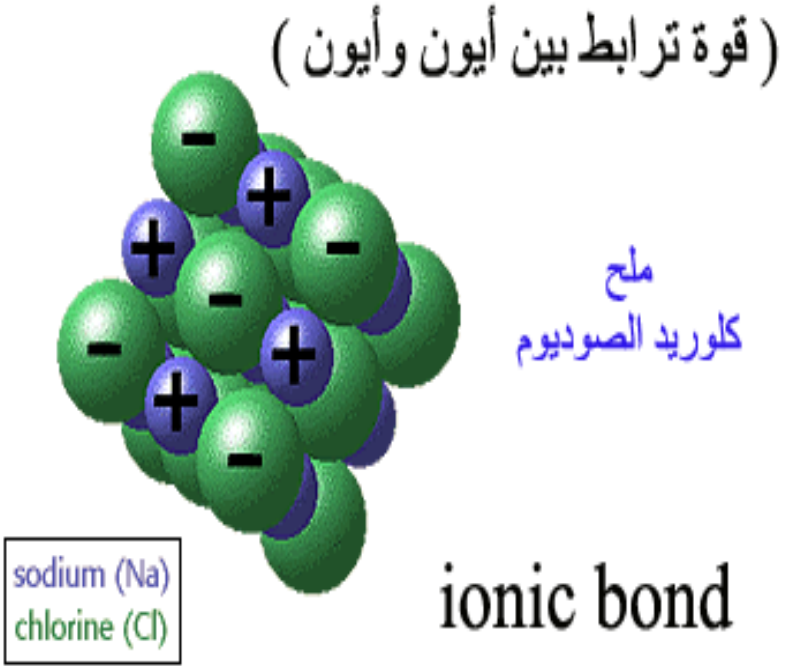
يحدث فى كثير من الأحيان الاتكون الظروف مناسبة ولا الزمن كافيا لحدوث التبلور المثالى للبلورة.وينشأ عن ذلك وجود فراغات فى البلورة ترجع الى نقص عدد الايونات السالبه او الموجبه .فاذا كان النقص في عدد الايونات الموجبه اكبر من النقص في عدد الايونات السالبه المكونه للبلوره ادى ذلك الى اكتساب جسم البلوره شحنات سالبه وتتعادل هذه الشحنات عن طريق جذب ايونات خارجيه الى البلوره وهذه الطريقه يمكن ان تؤدي الى اكتساب البلورات شحنات موجبه ايضا ان توفرت الظروف المناسبه لذلك ويجدر الاشاره هنا الى ان هذا المصدر ذو اهميه قليله في تحديد شحنه معادن الطين بصفه عامه.

انواع الروابط :-

1_ الرابطه الايونيه :

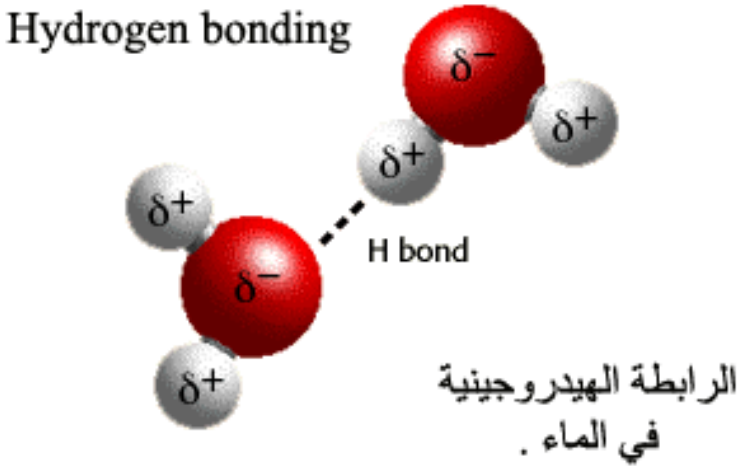
- **الرابطة الأيونية** هي الرابطة التي تنشأ بين ذرتين تختلفان في المقدرة على كسب أو فقد الإلكترونات وتكون بين أيوني هاتين الذرتين الموجب والآخر السالب الشحنة فتنشأ قوة جذب كهربائي بينهما،

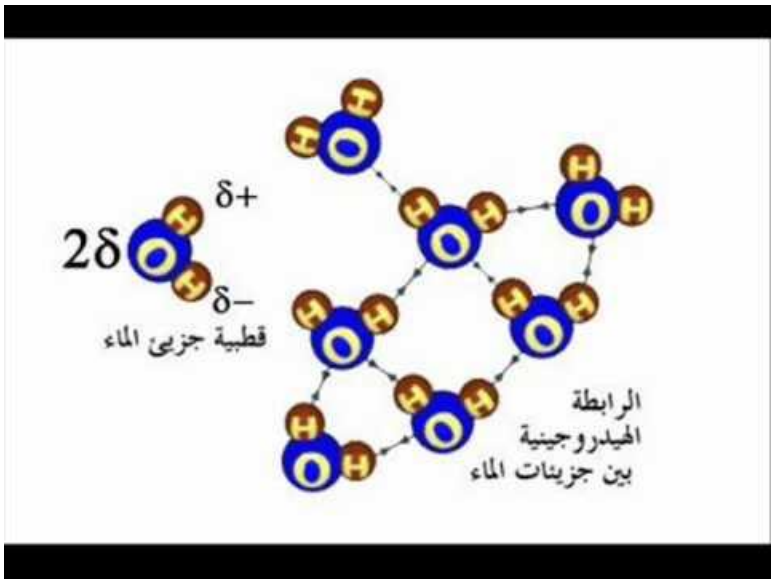




2_الرابطه الهيدروجينيه

الترابط الهيدروجيني هو ترابط يحدث بين الجزيئات التي تحتوي على **رابطة** تساهمية قطبية يشترط فيها تواجد احدى الذرات ذات الكهروسالبية العالية مثل فلور، اوكسجين أو نيتروجين مرتبط إلى الهيدروجين

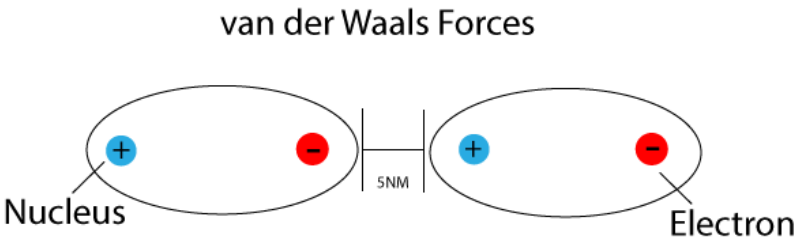


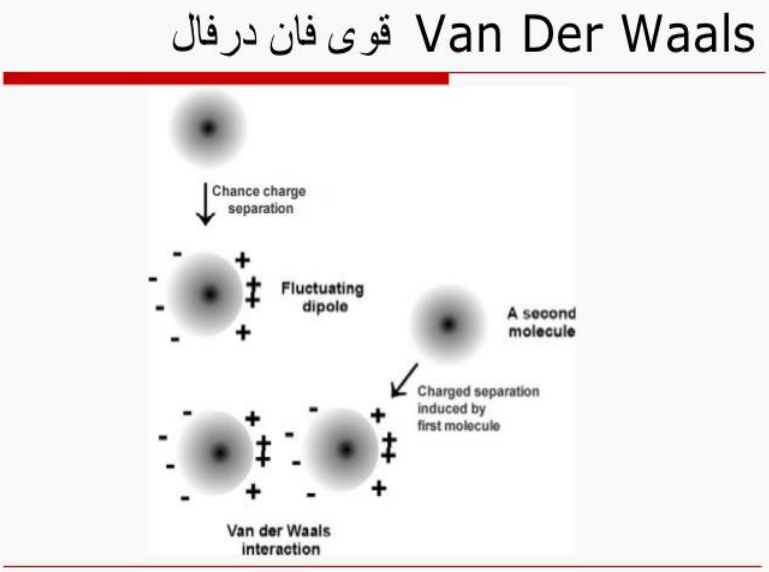


3

3_رابطه فاندرفالز

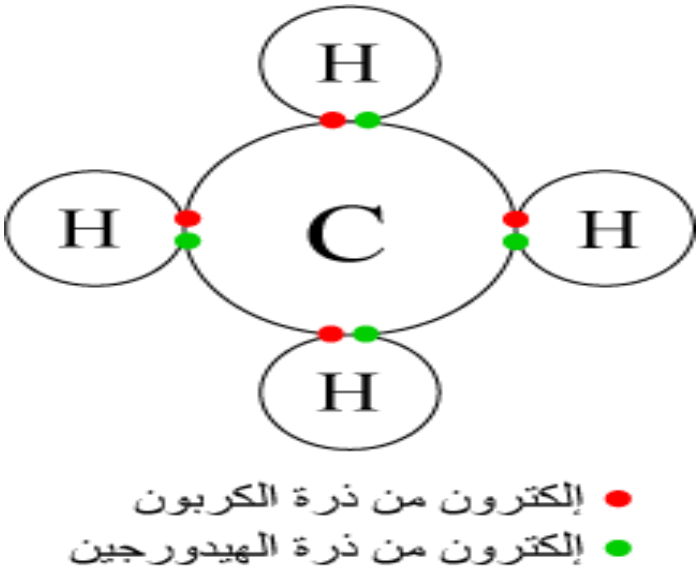
ترتبط جزيئات المركبات التساهمية غير القطبية بعضها ببعض بروابط فيزيائية ضعيفة جداً ناتجة من تجاذب أنوية الذرات في جزيء معين مع الكترونات التكافؤ في جزيء مجاور

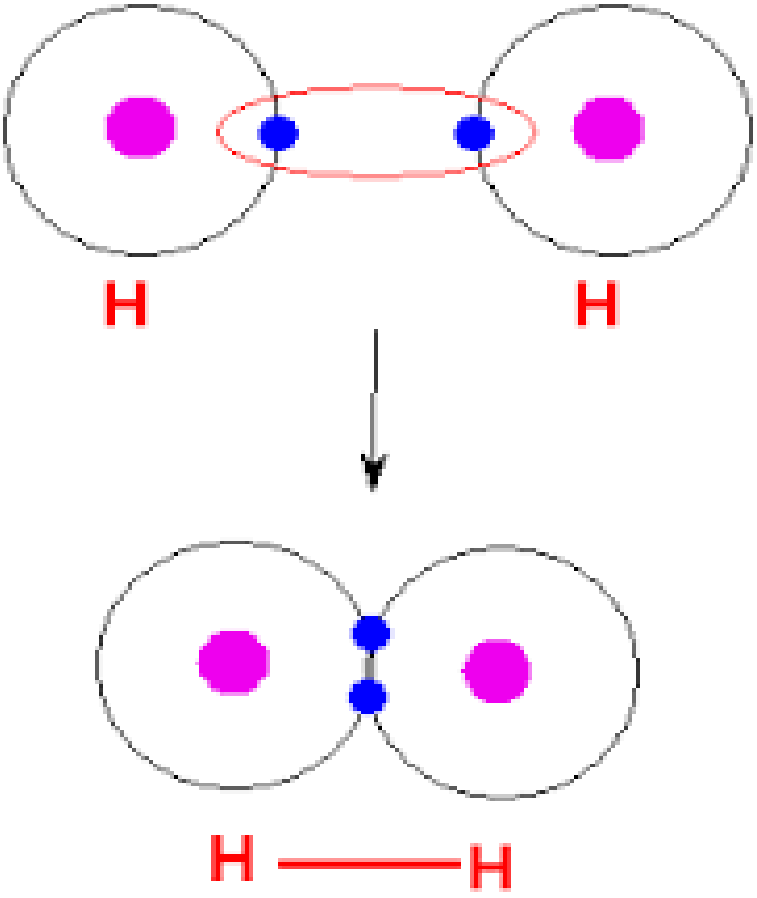


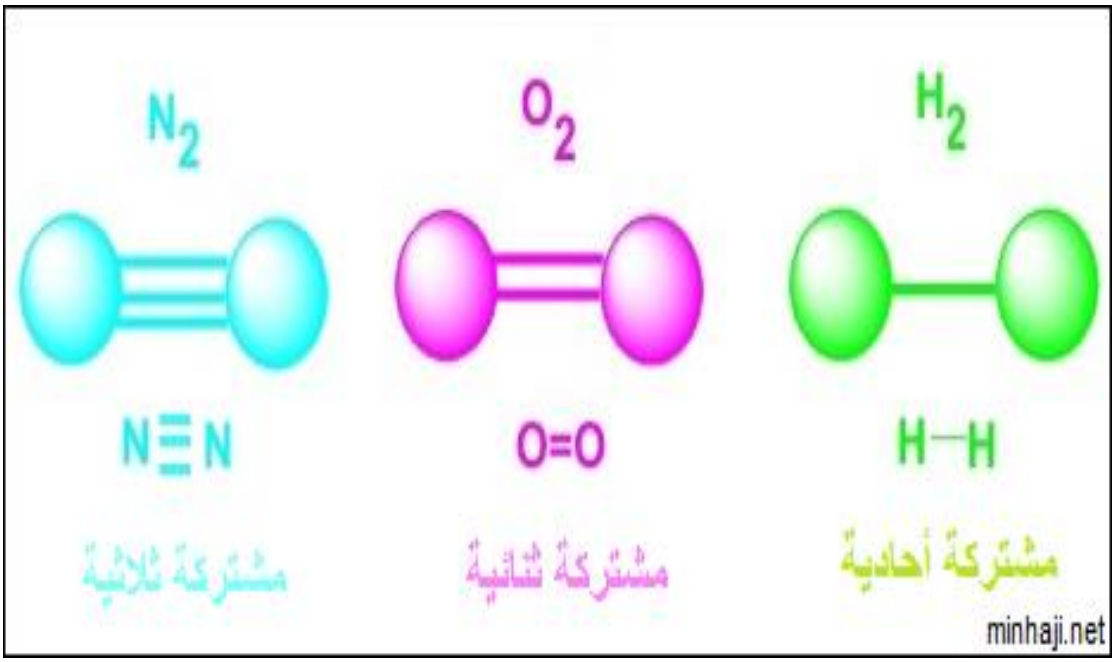


4_الرابطه المشتركه

الرابطة التساهمية هي أحد أشكال الترابط الكيميائي وتتميز بمساهمة زوج أو أكثر من الإلكترونات بين الذرات، مما ينتج عنه تجاذب جانبي يعمل على تماسك الجزيء الناتج. تميل الذرات للمساهمة أو المشاركة بإلكتروناتها بالطريقة التي تجعل غلافها الإلكتروني ممتليء. وهذه الرابطة دائما أقوى من القوى بين الجزيئية مثل الرابطة الهيدروجينية.

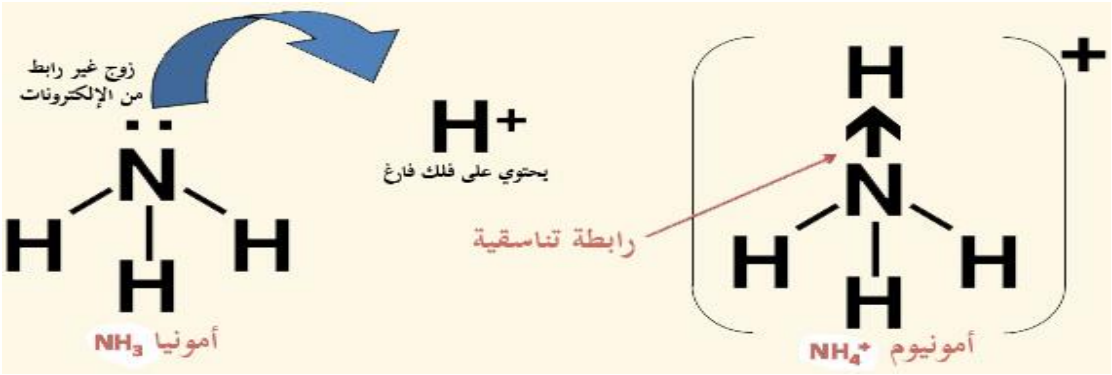


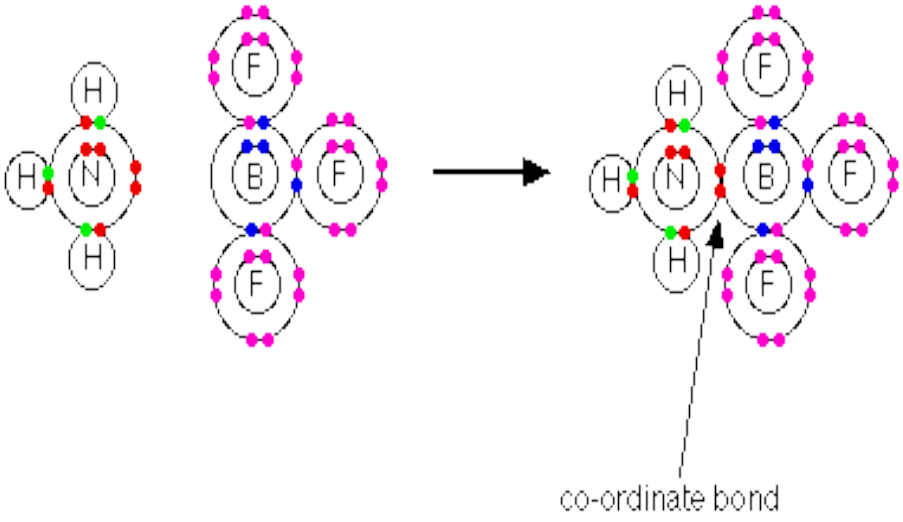


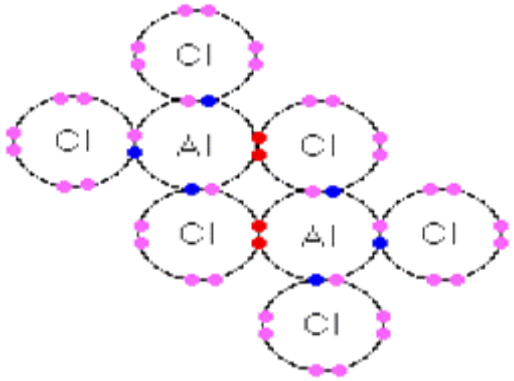


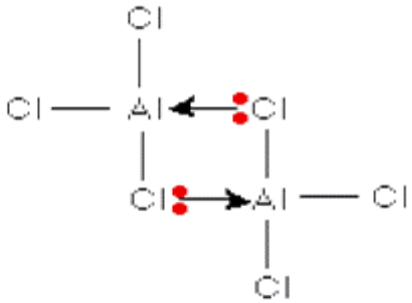
5_الرابطه التناسقيه

نوع من أنواع الروابط التساهمية تتكون نتيجة مساهمة ذرة مع الأخرى بزوج من الإلكترونات غير المشتركة في روابط. تسمى الذرة التي تقدم زوجا من الإلكترونات بالذرة المانحة، والذرة الأخرى تسمى بالذرة المستقبلة والتي تقدم مدارًا فارغًا. وتنشأ هذه الرابطة بين الذرات لتكوين جزيئات، أو بين ذرة في جزيء وأيون، أو بين ذرة في جزيء وذرة في جزيء آخر ومثال عليها الرابطة في أيون الهيدرونيوم.



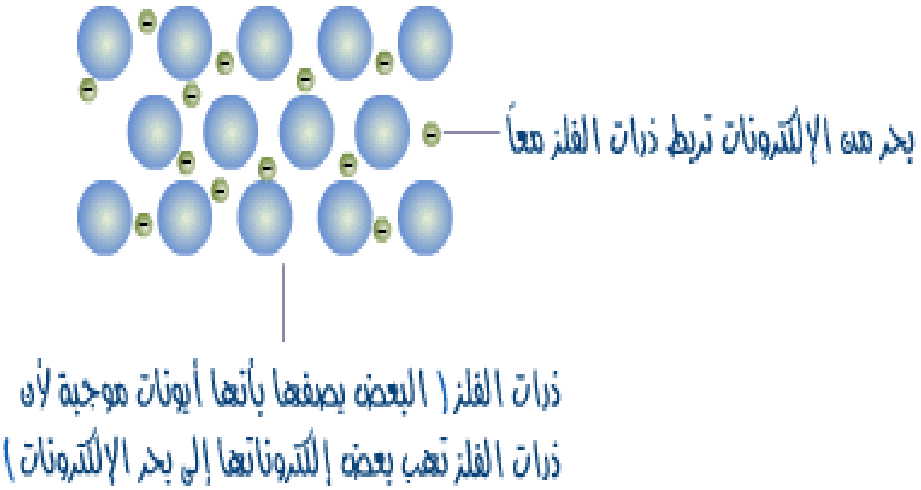


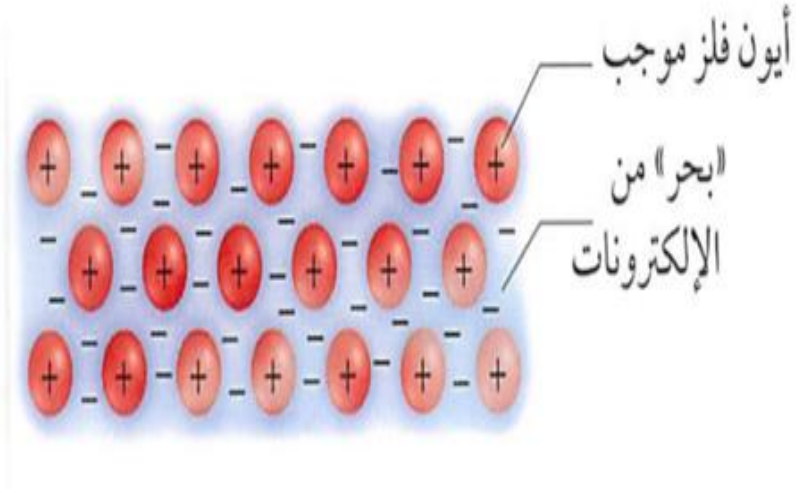


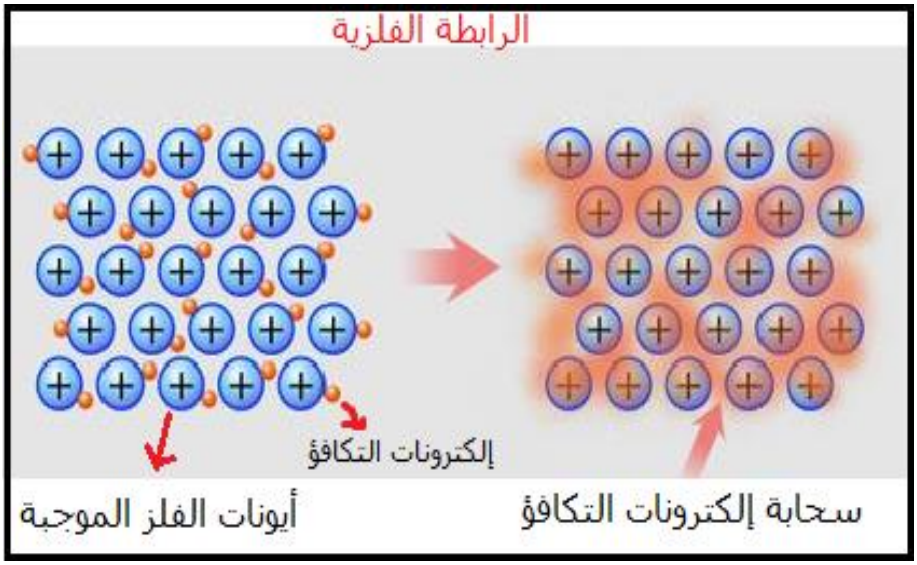


6_الرابطه الفلزيه

رابطة كيميائية تحصل بين عنصرين من الفلزات، وهي قوى التجاذب الكهربائي الناتجة بين الايونات الموجبة وهذه الالكترونات السالبة **بالرابطة الفلزية** وهي التي تربط البلورة **الفلزية** (المعدنية) بالكامل.

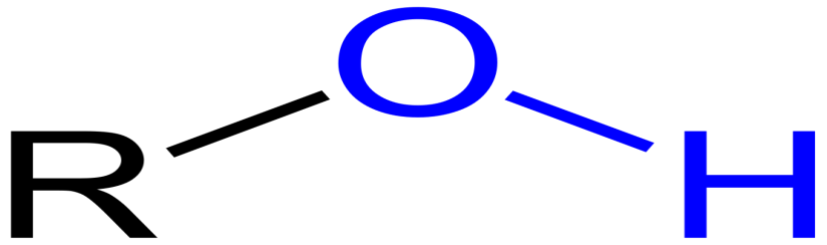


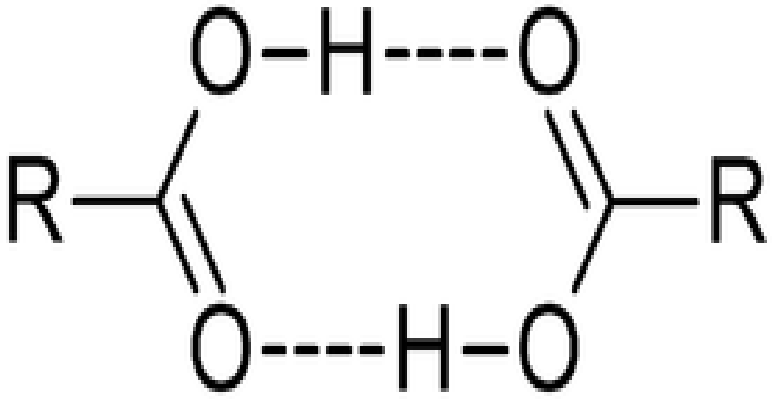




الرابطه الهيدروكسيليه

رابطه توجد في جزيئ الهيدروكسيل. **الهيدروكسيل** في الكيمياء وخاصة الكيمياء العضوية تمثل مجموعة جزيئية تتكون من الأكسجين والهيدروجين مرتبطة مع باقي الجزيء برابطة تساهمية (*رابطة مشتركة*). يمثل الهيدروكسيل المجموعة الوظيفية في الكحولات والفينولات.


R
O
H


O–H----O
R
R
O----H–O