برنامج الإنتاج الزراعى للتصدير

# كيمياء المادة العضوية

المستوى الأول – فصل دراسى أول

كود (102)

## إعداد


دكتور
حسن حمزة عباس رمضان
أستاذ ورئيس قسم الأراضى
كلية الزراعة ـ جامعة بنها

دكتور
إيهاب محمد فريد عبدالسميع
أستاذ علوم الأراضى المساعد
كلية الزراعة ـ جامعة بنها

دكتور
محمد حسن حمزة
مدرس علوم الأراضى
كلية الزراعة – جامعة بنها



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

جامعة بنها
كلية الزراعة
التعليم المفتوح

# كيمياء المادة العضوية

إعداد

دكتور
حسن حمزة عباس رمضان
أستاذ ورئيس قسم الأراضى
كلية الزراعة - جامعة بنها

دكتور
إيهاب محمد فريد عبدالسميع
أستاذ علوم الأراضى المساعد
كلية الزراعة - جامعة بنها

دكتور
محمد حسن حمزة
مدرس علوم الأراضى
كلية الزراعة – جامعة بنها

مدونة المرجع الزراعى
http://agri-science-reference.blogspot.com/

# بشأن تنظيم الانتفاع بمقرر علمى
# لطلاب التعليم المفتوح

**البرنامج**: الإنتـــــاج الزراعى للتصدير

**المستوى**: الأول **الفصل**:الأول

**المـــادة**: كمياء المادة العضوية **الكـــود**: (102)

**تم التعاقد مع الأستاذ الدكتور/ / حسن حمزة عباس رمضان "طرف ثانى"**

**مدة التعاقد**: عـــامين

**تاريخ التعاقد** 2012/9/1م **الى** 2014/8/30م

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# المحتويات


| | |
|---|---|
| **الباب الأول: مادة الأرض العضوية** | 1 |
| المادة العضوية فى الأراضي المصرية | 3 |
| مصادر المادة العضوية فى التربة | 4 |
| تركيب المادة العضوية فى التربة | 5 |
| العوامل التي تؤثر فى تحلل مادة الأرض العضوية | 11 |
| **الباب الثاني: تكوين الدبال** | 17 |
| التحور | 20 |
| التخليق الثانوي | 20 |
| خواص الدبال | 21 |
| أهمية الدبال للأراضى الزراعية | 22 |
| كمية الدبال في الأرض | 23 |
| تأثير فعاليات الإنسان الزراعية على كمية الدبال في التربة | 23 |
| نسبة الكربون للنيتروجين C/N Ratio | 24 |
| دور االمادة العضوية فى تحسين خواص الأراضى المستصلحة | 28 |




مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

| | |
|---|---|
| مسارات تكوين الدبال | 29 |
| **الباب الثالث: كيف يمكن الحصول علي دبال التربة** | 32 |
| فصل المكونات الدبالية في الأرض | 34 |
| تنقية المستخلص | 35 |
| **الفصل الرابع: المجاميع الوظيفية المحددة للسلوك الكيميائي** | 39 |
| **الباب الخامس: تفاعلات الدبال مع الفلزات** | 42 |
| الميكانيكيات المقترحة لارتباط كاتيون الفلز مع الدبال | 43 |
| قاعدة لويس للأحامض والقلويات | 45 |
| **الباب السادس: إدمصاص الرطوبة علي أسطح الدبال** | 48 |
| **الباب السابع: تفاعلات الدبال مع معادن الطين** | 51 |
| الميكانيكيات المحتملة لربط الطين مع الدبال | 51 |
| البوليمرات وتخثر الغرويات | 53 |
| **الباب الثامن: معقدات التجوية** | 57 |
| **المراجع** | 62 |




مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# مقدمة

تعتبر المادة العضوية بالتربة إحدى المكونات الأساسية للتربة حيث تمثل جزءاً من مكونات الطور الصلب للترية والذى ينحصر فى مكونين رئيسيين هما المادة المعدنية للتربة والمادة العضوية لها. والمادة العضوية كأحد المكونات الأساسية للتربة فهى تؤثر بدرجة كبيرة على خواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية ومن ثم تؤثر على خصوبة الأرض وإنتاجيتها حيث تعتبر مادة الأرض العضوية أحد أهم عوامل خصوبة الأراضى وإنتاجيتها.

لكى نتعرف على مادة الأرض العضوية يستلزم الأمر دراسة خواصها أو خواص مكوناتها حيث أنه كلما إزداد معرفتنا بهذه الخواص كلما أمكن معرفة مفهوم المادة العضوية بشكل أشمل وأكثر دقة حيث أن أى نظام تتحد معالمه عندما تتحد خواصه وكلما إزدادت معرفة هذه الخواص كماً ونوعاً كلما أمكن تحديد النظام بدقة أكثر.

يتناول هذا الكتاب دراسة المادة العضوية بالتربة بغرض معرفة مصادرها وأصل تكوينها ونسبتها ومكوناتها وتقديرها وأهميتها فى التربة والعوامل المؤثرة على محتوى التربة من المادة العضوية وكذلك تحللها والنواتج البسيطة لهذا التحلل.

لقد حاولنا بقدر الإمكان تبسيط المفاهيم والمعلومات الأساسية ليستفيد به الطالب والباحث والمشتغل فى مجال العلوم الزراعية والتطبيقية وليكون عوناً لهم وبخاصة العاملين فى مجال الأراضى،



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

أملين من الله أن نكون قد وضعنا أسس يمكن للقارئ أن يبنى عليها ويستفيد بها.

ولقد ذيل الكتاب بعدد لابأس به من المراجع المحلية والأجنبية وذلك لأهميتها ، وحتى يستطيع القارئ الرجوع للمصدر الأصلى والمأخوذ منه الكثير حتى تكون الدراسة دقيقة لكل موضوع.

إننا لندين بالفضل والعرفان والجميل لأساتذتنا ومعلمينا ولكل من تعلمنا منهم من الرواد، ونشكر كل من قدم لنا العون لإخراج هذا الكتاب لنور العلم والمعرفة.

**المؤلفون**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# الباب الأول
# مادة الأرض العضوية
# Soil Organic Matter

نظراً لأن التربة يعيش عليها وفيها كائنات حية فإن هذه الكائنات وبقاياها ونفايتها ومخلفاتها والتى توجد بالتربة تشكل المادة العضوية، وتدخل ضمن مكونات المادة العضوية بالتربة جميع الأنسجة الحية سواء كانت حيوانية أو نباتية والتى تتراكم بالتربة وتختلط بجسم التربة ويحدث لها عمليات تحلل وتكسير. لذا يستخدم مصطلح مادة الارض العضوية **soil organic matter (SOM)** ليشمل كل المكونات العضوية من أصل نباتي أو حيواني الناشئة فى التربة أو التي أضيفت إليها بغض النظر عن مراحل التحلل التي وصلت إليها بالإضافة إلي الكتلة الحيوية (الكائنات الحية الدقيقة) في التربة وبذلك تشمل كل من الجزء الغير متحلل والجزء الغروي الذي بلغ مرحلة كبيرة من التحلل والذي يكون له اكبر الأثر علي خواص التربة الطبيعية والكيميائية والحيوية.

تتكون المادة العضوية فى التربة من بقايا الأوراق والثمار والجذور والسيقان والقلف والزهور والفروع والنفايات الحيوانية والروث والأجسام الحيوانية. حيث تبدأ هذه البقايا فى التحلل السريع حتى تصل إلى درجة متقدمة من التحلل بحيث تكون مايسمى بالدبال Humus ، وغالباً مايتبقى أجزاء بدون تحلل لفترات طويلة. والمادة العضوية بالتربة تضفى أثاراً هامة على التربة فهى محزن للعناصر الغذائية الضرورية اللازمة لنمو النبات (المغذيات النباتية) وخاصة النيتروجين وغيره من العناصر بالإضافة إلى أنها تحسن من خصوبة



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

التربـة. ويشـكل الجـزء الغـروى منهـا دوراً هامـاً فـى التفـاعلات التـى تجـرى بالتربة. وتلعب المادة العضوية دوراً هاماً فى تحسين البناء الأرضـى وتحسين العلاقات المائية الهوائية بالتربة، وتشجع تكوين المسام الأرضية ذات القطر الواسع كما تستخدم فى المحافظة على الأراضى الرملية من الإنجراف بالمياه أو الرياح كما أن لها دور كبير فى تأثيرها على درجة حرارة الأرض.

وبخـلاف الأراضـى العضـوية والتـى تحتـوى علـى نسـبة عاليـة مـن المـادة العضوية فإن معظم الأراضى المعدنية لاتتعدى تسبة المادة العضوية بها 7% وزناً (1-7%) وبالرغم من قلة هذه النسبة إلا أنها تؤثر تأثيراً واضحاً على خصائص التربة المختلفة.

ويعنى إحتواء التربة على حوالى 1% مادة عضوية أن الطبقة السطحية للتربة لمساحة واحد فدان بعمق 30سم تحتوى عى حوالى 10طن مادة عضوية.

ويطلق لفظ أراضى عضوية على الأراضى ذات الطبقة التى سمكها 30سم أو أكثر وتحتوى على 30% أو أكثر مادة عضوية مثل أراضى البيت Peat والمك Muck ، ففى أراضى البيت Peats تكون درجة التحلل بطيئة فيمكن تمييز ألياف النباتات بينما فى أراضى المك Muck تكون درجة التحلل سريعة وتصل لدرجة لايمكن تمييز ألياف النباتات بها.

تتراوح نسبة المادة العضوية فى أراضى المناطق المعتدلة والباردة الممطرة بين 5-15% بينما تقل هذه النسبة فى أراضى المناطق الجافة والشبه جافة عن 2% أما فى الأراضى العضوية فتزيد عن ذلك خاصة تحت ظروف سوء التهوية والأراضى الغدقة.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

## المادة العضوية فى الأراضى المصرية

تعتبر الأراضى المصرية فقيرة فى محتواها من المادة العضوية نظراً لوقوعها ضمن المناطق الجافة والشبه جافة حيث تسبب درجات الحرارة السائدة الإسراع فى تحلل المادة العضوية. وأيضاً إستخدام البقايا النباتية كوقود وأعلاف وإنتاج أسمدة بلدية منخفضة القيمة والنوعية يسبب إنخفاضاً متزايداً فى محتوى الأراضى من المادة العضوية، وتشير معظم الدراسات إلى أن محتوى الأراضى المصرية من المادة العضوية يمثل حوالى من 0.1 – 2%. تحتوى الأراضى المصرية الرسوبية فى المتوسط على حوالى 2% مادة عضوية ، أما الأراضى الرملية أو الجيرية المتاخمة للوادى والتى تتميز بجفافها الشديد وقلة غطائها النباتى فإن متوسط محتوى المادة العضوية بها حوالى أقل من 1% ، بينما لاتحتوى الأراضى الصحراوية على نسبة تذكر من المادة العضوية بها حيث تتميز بندرة أو إنعدام الغطاء النباتى بها وبالتالى إنخفاض نسبة المادة العضوية بها لقلة المخلفات النباتية الطبيعية فى البيئة الصحراوية ، بالإضافة للظروف المناخية الغير ملائمة والمتمثلة فى إرتفاع درجة الحرارة مما يؤدى لسرعة تحلل المخلفات والبقايا العضوية إن وجدت ولذلك يجب تحسين خصائص الأراضى الصحراوية بطرق عدة من بينها إضافة المواد العضوية للأراضى الرملية من خلال الإستفادة من النباتات الطبيعية فى زيادة نسبة المادة العضوية بحرثها بالتربة، أو زراعة محاصيل البرسيم لتواف مصدر دائم للمادة العضوية الطازجة، أو ترك جميع البقايا والمخلفات النباتية وقلبها بالتربة، أو إضافة البقايا والمخلفات الحيوانية فى التربة وإستخدامها فى التسميد العضوى للأشجار .



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

**مادة الأرض العضوية: هى محتوى التربة من البقايا العضوية الطازجة أو المتحللة (مختلف مراحل تحللها) سواء كانت من أصل نباتى أو حيوانى أو كائنات دقيقة.**

## مصادر المادة العضوية فى التربة Sources of organic matter in soil

تعتبر المادة العضوية فى حالة تغير مستمر لذا يجب العمل على تعويض إنخفاض نسبة المادة العضوية لما لها من أهمية للتربة. وتعتبر البقايا النباتية أهم مصدر من مصادر المادة العضوية حيث تكون حوالى 70% أما المخلفات الحيوانية فهى لاتكون أكثر من 23% والنسبة المتبقية تمثلها مخلفات أخرى.

ويمكن إبراز مصادر المادة العضوية فى التربة فيما يلى:

1- بقايا النباتات من جذور وسيقان وأوراق سواء كانت هذه النباتات محاصيل حقلية أو غابات أو نجيليات.
2- محاصيل السماد الأخضر التى تزرع بغرض حرثها فى الأرض مثل البرسيم .
3- السماد البلدى وسماد الأسطبل وهى مخلفات الحيوانات مختلطة بفرشة من القش أو التراب.
4- الأسمدة العضوية الصناعية (أسمدة المكمورات) والتى تصنع بتخمير البقايا النباتية أو قمامة المدن.
5- مخلفات المجارى والمجازر وغيرها.
6- المخصبات العضوية مثل اليوريا.
7- الكائنات الحية القيقة بالتربة والخلايا الميتة لها.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

## تركيب المادة العضوية فى التربة

تعتبر مادة الأرض العضوية من أكثر المواد الموجودة فى الطبيعة تعقيداً حيث تحتوى على عدد كبير من المركبات العضوية المختلفة فى التركيب الكيميائى ودرجة التحلل. تتركب المادة العضوية من المادة جافة والماء ويكون الماء حوالي 75% أو أكثر من تركيب الأنسجة، أما المادة الجافة فتتكون من كربون وأكسجين وهيدروجين ونتروجين وعناصر معدنية أخرى. يشكل الكربون تقريباً حوالى نصف المادة العضوية وترتبط ذرات الكربون مع بعضها البعض مكونة سلاسل كربونية طويلة أو قصيرة السلسلة على حسب مصدر المادة العضوية مكونة الهيكل الأساسى للمركبات العضوية والتى تشغلها باقى العناصر الأخرى مكونة المجاميع المختلفة لمركبات المواد العضوية مثل الكربوهيدرات والبروتينات واللجنين والشموع والزيوت والدهون وغيرها من المركبات العضوية الأخرى. وتحتوى المواد العضوية ذات الأصل النباتى فى تركيبها على اللجنين بصفة أساسية بينما لاتحتوى المواد العضوية ذات الأصل الحيوانى على اللجنين وإنما تتكون بصفة أساسية من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون.

وبصفة عامة يمكن تقسيم مكونات المادة العضوية فى التربة إلى قسمين رئيسيين:

**أولاً: مكونات عضوية Organic compounds وتتكون من:**

1- مواد عضوية نيتروجينية وتتكون من:

- مواد غير ذائبة فى الماء وهى تمثل الجزء الرئيسى مثل البروتين والقواعد النيتروجينية.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

- مواد ذائبة فى الماء وهذه تمثل جزءاً بسيطاً وتشمل الأحماض الأمينية والأمينات والأميدات.

2-مواد عضوية غير نيتروجينية وتتكون من:

- المواد الكربوهيدراتية: وتشمل السكريات الذائبة فى الماء، السليلوز والهيميسليلوز، النشا، البكتينات.
- مواد تذوب فى الأثير: مثل الدهون والزيوت والشموع والإسنيرولات والراتنجات والصبغات.
- مواد أخرى متنوعة: مثل اللجنين، التنينات، الأحماض العضوية.

**ثانياً: مكونات غيرعضوية Inorganic compounds وتشمل:**

1- الماء

2- الرماد (الجزء المعدنى) والذى يحتوى على أملاح العناصر المعدنية المختلفة المغذية للنبات بالإضافة إلى السليكات.

وبالإضافة إلى جميع هذه المواد توجد المواد الدبالية Humic substances والتى تمثل أكثر من 80% من مادةالأرض العضوية فى الأراضى المعدنية وهى مواد مكثفة غير متبلورة وصلت إلى درجة متقدمة من التحلل ولاتحمل أية أثار للتركيب التشريحى للبقايا سواءاً كانت من أصل نباتى أو حيوانى والتى تكونت منها.

وتختلف الكربوهيدرات والتى تحتوى على الكربون والهيدروجين والأكسجين فى درجة تعقدها من السكريات البسيطة إلى السليلوزات. أما الدهون والزيوت فهى عبارة عن جلسريدات الأحماض الدهنية مثل البيوتريك والأوليك ..... إلخ. وتكون مصحوبة براتينجات من أنواع مختلفة. وتوجد اللجنينات فى الأنسجة



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

النباتية المسنة كالسيقان وغيرها من الأنسجة الخشبية وهى مركبات معقدة شديدة المقاومة للتحلل. وتعتبر البروتينات أكثر هذه المجموعات تعقيداً فهى تحتوى على الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين بالإضافة إلى العديد من العناصر الأخرى مثل الفوسفور والكبريت والحديد وغيرها بنسب مختلفة وهى مركبات ذات وزن جزيئى مرتفع وتوجد فى أنسجة النباتات الغضة وعلى حالة غروية شديدة التعقيد.

وبناءاً على ماسبق ذكره فإن تركيب المادة العضوية بالتربة يشتمل على المركبات التالية:

1- **الكربوهيدرات Carbohydrates :** وهى مركبات عضوية تتكون من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين وغالباً ماتكون نسبة الهيدروجين للأكسجين كنسبة وجودهما بالماء (1:2) ومن هذه الكربوهيدرات:

- السكريات الأحادية Monosaccharides : وهى إما سداسية الكربون مثل سكر الجلوكوز أو الفركتوز ($C_6H_{12}O_6$) ، أو خماسية مثل الأرابينوز أو الزيلوز ($C_5H_{10}O_5$).
- السكريات الثنائية ومنها المالتوز أو اللاكتوز أوالسكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
- السكريات الثلاثية ومنها الرافينوز ($C_{18}H_{32}O_{16}$).
- السكريات عديدة التسكر Polysaccharides ومنها النشا والسليلوز والهيميسليلوز والبكتين والصموغ. وتلعب السكريات عديدة التسكر دوراً ملموسا فى السعة التبادلية الكاتيونية للتربة soil cation exchange capacity وكذلك لها تأثير هام فى ثبات بناء التربة حيث أنها مواد جيلاتينية صمغية تعمل على تكوين الجزيئات المركبة فى التربة.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

2- **اللجنين Lignins:** هو مركب معقد التركيب يتكون من الكربون والأكسجين والهيدروجين وغالباً مايوجد مرتبطاً مع السليلوز ويسمى عندئذ باللجنوسليلوز. ومن الناحية الكيماوية فإن اللجنين لايعتبر مادة متجانسة التركيب الكميائى ولكن يمكن إعتبارها مجموعة من المركبات تختلف كثيراً فى تركيبها من نبات لآخر. يتميز هذا المركب بإحتوائه على العديد من المجاميع الفعالة Functional groups مثل مجموعات الكربوكسيل، ومجموعات الهيدروكسيل الفينولية والكحولية، ومجاميع الكربونيل. ومركبات اللجنين غير قابلة للذوبان فى الماء الساخن ولاتذوب فى المذيبات العضوية المتعادلة وتقاوم التحلل بالأحماض المعدنية القوية ولكنها تذوب فى القلويات. ويعتبر اللجنين من أبطأ المواد الكربونية فى التحلل بالأراضى لذلك ترتفع نسبته بالتربة مع تقدم تحلل المواد العضوية الموجودة بالتربة نتيجة سرعة تحلل المواد الكربونية الآخرى بالمقارنة باللجنين.

3- **الأحماض العضوية Organic acids :** مثل أحماض الخليك والأكساليك والستريك بالإضافة لأملاح هذه الأحماض سواء الصوديومية أو الكالسيومية أو البوتاسية وغيرها.

4- **الدهون والزيوت والشموع:** وهى تتكون أيضاً من الكربون والأكسجين والهيدروجين وهى إسترات لأحماض دهنية وجليسرول أوكحولات عالية.

5- **الأصباغ:** مثل الكلورفيل والكاروتينات.

6- **المركبات العضوية النيتروجينية (البروتينات):** وتتكون من ترابط الأحماض الأمينية مع بعضها البعض ويتراوح وزنها الجزيئي من عدة الأف لعدة ملايين



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

7- **المواد الدبالية Humic substances:** وتكون هذه المواد أكثر من 80% من مادة الأرض العضوية فى الأراضى المعدنية وهى مواد مواد عضوية فى مراحل متقدمة من التحلل أو فى أدوار التحلل النهائى الذى يتجه للثبات وهى عبارة عن مواد مكثفة Polycondensate بعد وصولها لهذه المرحلة المتقدمة من التحلل لاتحمل أى أثر للتركيب التشريحى للبقايا النباتية أو الحيوانية التى تكونت منها.

**المجاميع الفعالة Functional groups:**
مجموعات كيميائية نشطة مرتبطة بسلاسل عضوية كبيرة ويظهر عليها الشحنات الموجبة أو السالبة نتيجة فقد أو إكتساب بروتونات (أيون الهيروجين) ومن أمثلتها مجموعات الكربوكسيل، ومجاميع الكربونيل ، ومجموعات الأميد، ومجموعات الهيدروكسيل الفينولية والكحولية.

## ماذا يحدث للمادة العضوية الموجودة بالتربة؟

### تحلل وهدم المادة العضوية

عند إضافة المواد العضوية للتربة ودخولها إليها فإنها تنعرض فوراً للنشاط البيولوجى حيث تقوم الميكروبات غير ذاتية التغذية (التي تحصل علي احتياجاتها من الكربون والطاقة من مصادر عضوية) بتحليل المخلفات



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

العضوية في طلبها للغذاء وبناء خلاياها وكمصدر للطاقة والنشاط، أو لتمثيل مكوناتها لبناء أنسجة ميكروبية جديدة. وينتج عن هذا التحلل إنطلاق العديد من العناصر الداخلة فى تركيب هذه المواد العضوية والضرورية لنمو النبات.

تعتمد عملية هدم وتحلل المادة العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة على عاملين أساسيين:

- طبيعة تركيب المخلفات العضوية.
- العوامل البيئية: الرطوبة- التهوية- درجة الحرارة- الرقم الهيدروجينى.

وتقوم الكائنات الدقيقة مثل البكتريا والفطريات والأكتينوميستات وغيرها بعملية هدم وتحليل للمادة العضوية . ومكونات المادة العضوية الموجودة بالتربة لاتتحلل جميعها بسرعة واحدة حيث تختلف درجة تأثر مكونات المادة العضوية لعملية الهدم، حيث نجد أن المركبات العضوية الذائبة فى الماء مثل السكريات أسرع إستجابة لعملية التحلل يليها النشا والسليلوز ثم الهيميسليلوز والبروتين ثم اللجنين أبطؤها فى سرعة التحلل حيث يتم تحللها على مراحل فمثلاً تتحلل مادة السليلوز أولاً إلى مادة السيلوبيوز ثم إلى جلوكوز والذى يتأكسد فى مرحلة ثانية لمركبات وسطية وثانى أكسيد كربون وماء والذى هو موضح بالمعادلات التالية:

سليلوز ← (تحلل مائى) سلوبيوز ← (تحلل مائى) جلوكوز

جلوكوز + طاقة ← (أكسدة) أحماض عضوية ← (أكسدة) ثانى أكسيد كربون + ماء



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ويلاحظ أنه بعد فترة التحلل السريع جداً يقل معدل التحلل وتختفى الأنسجة النباتية وتتكون مادة معقدة لها صفات جديدة أكثر مقاومة لعمليات التحلل من المواد العضوية الطازجة تميل إلى الثبات وتعرف بإسم الدبال Humus .

## العوامل التي تؤثر فى تحلل مادة الأرض العضوية

يوجد العديد من العوامل التى تؤثر فى معدل هدم وتحليل المواد العضوية الموجودة والمضافة للتربة وبالتالى فى معدل تكوين الدبال يمكن تلخيصها فيما يلى:

### 1. درجة الحرارة

من المعروف أن أفضل درجة حرارة لنمو معظم الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة هي أكبر بكثير من درجة حرارة التربة حتى في فصل الصيف، لذلك فمن المتوقع ألا تصل الكائنات الحية الدقيقة إلى أعلى مستوى لنشاطها وبالتالي لاتستعمل إلا جزءً يسيراً من مصادر الطاقة المتوفرة في التربة، وتؤثر درجة الحرارة على سرعة التفاعلات الكيماوية والحيوية الحادثة في التربة حيث أن ارتفاع درجة الحرارة عشر درجات مئوية من شأنه أن يزيد من سرعة التفاعلات الحيوية بمقدارالضضعف أو ثلاثة أضعاف. ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسئولة عن تحليل المادة العضوية وبالتالى زيادة تكوين الدبال وتراكمه وبالرغم من أن درجة الحرارة المثلى للكائنات الحية الدقيقة تقع في حدود 35 م° فإن معظم



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

هذه الكائنات تعيش في مدى كبير من الحرارة وتتأقلم مع تغيرات الحرارة التي تحدث في التربة.

### 2. الأمطار والرطوبة

تؤدي زيادة الرطوبة أو معدل الإسقاط المطري إلى وجود غطاء نباتي كثيف مما يؤدي الى زيادة محتوي التربة من المادة العضوية المتخلفة عن بقايا هذه النباتات كما تؤثر الرطوبة أيضا علي إعداد ونشاط كائنات التربة الدقيقة ويمكن القول أن أنسب محتوي رطوبي لمعظم الكائنات الدقيقة هو 50-70% من السعة القصوى لحفظ التربة للماء ( Maximum water holding capacity) أي في الحدود التي تتطلبها النباتات لنموها وإنتاجها حيث يحتاج نمو النبات وتحلل المادة العضوية لمستويات رطوبة ملائمة. وتتحمل معظم الكائنات الحية الدقيقة مجالات كبيرة من تغير الرطوبة الأرضية فتضمن بذلك توزيعها رغم الاختلافات المؤقتة في الرطوبة الأرضية.

### 3. قوام التربة

تعتبر الأراضي خفيفة القوام أو الرملية أقل في محتواها من المادة العضوية من الأراضي الأثقل قواما أو الطينية وذلك يعود إلى انخفاض محتوى الرطوبة في الأرض الرملية بالإضافة إلي زيادة معدل عملية الأكسدة فيه، وتميل الأراضى الناعمة (الثقيلة القوام) والتى تحتوى على نسبة عالية من معادن الطين إلى



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

مسك كميات كبيرة من الدبال حيث ترتبط أغلب المركبات العضوية بالأسطح المعدنية وبخاصة معادن االطين.

### 4. تهوية التربة

يتطلب تحلل المادة العضوية في التربة توفر الأكسجين بالنسبة للكائنات التي تؤكسد مادة الأرض العضوية وبالتالي فإن زيادة محتوى التربة من الرطوبة في المسام الواسعة المسئولة عن التهوية يؤدي إلى قلة المسامات الهوائية أي رداءة تهوية التربة مما يؤثر سلبا علي نشاط الأحياء المسئولة عن تحلل المادة العضوية مما يؤدي إلي تراكم المادة العضوية في التربة. وتشجع الظروف المائية كما هو الحال في الأراضي سيئة الصرف أو الأراضي ثقيلة القوام عمليات الاختزال المختلفة وتعمل على تراكم المادة العضوية بينما تحد تهوية التربة الجيدة من تراكم المادة العضوية وتساعد على سرعة تحللها كما هو الحال في الأرض الرملية غالباً. تحتاج الكائنات الحية الدقيقة كبقية الكائنات الحية إلى الأكسجين لنموها وتكاثرها لذلك فإنها تتأثر بتركيز بعض الغازات كالنتروجين وثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الهواء الأرضي. وتحتاج هذه الكائنات إلى الأكسجين لعمليات الأكسدة وإلى ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون في حالة الكائنات الذاتية التغذية وإلى النتروجين في حالة الكائنات المثبتة له. ويتطلب تحلل المادة العضوية في التربة توفر الأكسجين سواء بالنسبة للكائنات التي تؤكسد المركبات الحاوية على كربون أو المركبات الحاوية على نتروجين أو كبريت أو غيرها.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

## 5.خصوبة التربة

يؤدي ارتفاع محتوي العناصر الغذائية في التربة إلي زيادة معدل النمو النباتي من جهة و إلي تحفيز نمو وتكاثر الكائنات الدقيقة في التربة والتي تقوم بتحليل المادة العضوية، وتؤثر الأملاح المعدنية في التربة على نشاط الكائنات الحية الدقيقة من عدة نواحي ، فمن جهة تزيد الأملاح المعدنية النمو النباتي فتزيد بذلك كمية البقايا النباتية أو مصادر الطاقة للكائنات الدقيقة وبالتالي يزداد نشاط هذه الكائنات ويعتبر توفر بعض العناصر من جهة أخرى أساساً في عمل بعض أنواع الكائنات الدقيقة كما هو الحال بالنسبة إلى بكتيريا النترتة وحاجتها إلى توفر الكالسيوم هذا بالإضافة إلى ضرورة توفر عناصر أخرى كالنتروجين والفوسفور وغيرها لنمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة. ومن ناحية أخري لاشك أن زيادة تركيز الأملاح المعدنية في المحلول الأرضي له أثر عكسي وضار على النباتات وعلى الكائنات الحية الدقيقة على السواء.

## 6. رقم الحموضة

يلعب رقم حموضة التربة دورا هاما في تحديد أنواع وأعداد الكائنات الحية الدقيقة في التربة فالأكتينو مايستات تفضل العيش في درجة حموضة تتراوح بين 7-7.5، بينما تفضل البكتيريا والبروتوزوا أن يكون تفاعل الوسط بين 6-8 أما أنواع الفطريات فإنها تفضل أن يكون وسط التفاعل في حدود 4-5 ، وتعمل الحموضة الشديدة على تثبيط نمو الميكروبات بدرجة أكبر من القلوية الشديدة، وعليه فإن الأراضي المعتدلة أو القريبة منها تعتبر هي أنسب الظروف لنمو ونشاط الكائنات الحية الدقيقة المختلفة.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

### 7. الملوحة الزائدة والعناصر السامة

تـؤدى الملوحـة الزائـدة ، وكـذلك التركيـزات السـامة لـبعض العناصـر مثـل السلينيوم والكلوريد والمنجنيز والألومنيوم إلـى تثبيط عملية تحلل وهدم المادة العضوية.

### 8. نوع البقايا النباتية

يعتبر نوع البقايا النباتية من العوامل المؤثرة فى تحلل المواد العضوية، حيث أن بقايا النباتات البقولية تكون سريعة وسهلة التحلل بالمقارنة ببقايا النباتات النجيلية أو نباتات الحشائش.

### 9. نسبة الكربون إلى النتروجين

عند إضافة أي مادة عضوية إلي التربة فإن سرعة انحلالها تتوقف على نشاط الأحياء الدقيقة الموجودة في التربة، وهذا بالطبع يتوقف علي كمية الآزوت المتوفرة في وسط النمو، فإذا احتوت المادة النباتية علي كمية مناسبة من النتروجين فإن البكتيريا تستهلك جزءاً من نتروجين المادة العضوية في بناء أجسامها والباقي ينطلق إلي التربة في صورة نشادر ليزداد مستوي النتروجين المعدني في التربة، أما إذا احتوت المادة العضوية على كميات محدودة من النتروجين فإن البكتيريا تلجأ إلي نتروجين التربة لتسود عملية تمثيل النتروجين nitrogen immobilization أي تحول النتروجين المعدني في الأرض إلي نتروجين عضوي في اجسام الميكروبات التي تقوم بعملية التحليل. وتتضح



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

أهمية نسبة الكربون إلى النتروجين في المادة العضوية في التربة فى المنافسة على النتروجين بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة عند إضافة مواد عضوية ذات نسبة عالية من الكربون إلى النتروجين في التربة، المحافظة على مستوى المـــــــــــادة العضـــــــــــوية فـــــــــــى التربـــــــــــة.

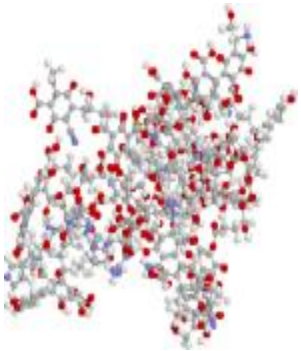
**الدبال Humus : هو مركب معقد ينشأ من الانحلال التدريجي للمواد العضوية بفضل الميكروبات المختلفة ويمكن تقسيمها إلى أحماض الهيوميك وأحماض الفولفيك والهيومين.**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# الباب الثاني

# تكوين الدبال Humus formation



ينكون الدبال من عديد من المركبات الناتجة من تحلل البقايا النباتية والحيوانية والأسمدة العضوية المضافة للتربة، وهو عبارة عن مخلوط معقد من المركبات صعبة التحلل كاللجنين والبروتين مرتبطاً مع بعض القواعد الموجودة بالتربة حيث يحتوى على حوالى 40-45% لجنين وحوالى 30- 35% بروتين. والدبال هو مركب غير ثابت تتزايد كميته بإضافة مواد عضوية جديدة فى حين يتناقص مستواه بالتربة نتيجة تعرضه لعمليات التحلل بإستمرار. ويختلف تركيب الدبال بإختلاف المواد العضوية المعرضة للتحلل الميكروبى إلا أنه يحتوى على نسبة مرتفعة من الكربون تفوق مثيلتها فى أجسام الميكروبات والنبات والحيوان نتيجة لوجود مركبات كربونية حلقية حيث تصل إلى 55- 58% ويحتوى على النيتروجين بنسبة حوالى 3- 6% ولذا تصل نسبة الكربون للنيتروجين حوالى (10: 1)، وكذلك الميكروبات المحللة للمادة العضوية، وكذلك إختلاف ظروف الأرض إذا كانت غدقة أو خفيفة، حامضية أو قاعدية، وكذلك حالة المناخ الذى يلعب دوراً هاماً فى تحلل المادة العضوية وتكوين الدبال.

ويعتبر تكوين المواد الدبالية بالتربة عملية حيوية تشارك فيها الكائنات الحية الدقيقة محدثة تغير فى التركيب الكيميائى للمخلفات منتجة مركبات جديدة فد



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تساهم فى تكوين الدبال كما وقد تحلل هذه المخلفات تحليلاً كاملاً إلى ثانى أكسيد الكربون وماء.

تختلف المواد العضوية من حيث سرعة التحلل بواسطة كائنات التربة الدقيقة والتي تستعملها كمصدر للغذاء والطاقة ويتوقف معدل تحلل المادة العضوية علي عوامل كثيرة أهمها التركيب الأصلي للمادة العضوية، فالمواد ذات المحتوي العالي من السكريات، الاحماض الامينية، البروتينات اسرع في تحللها من المواد اللجنينية والتي تعتبر شديدة المقاومة للتحلل وبصفة عامة فإن المادة العضوية تهاجم بسرعة بواسطة ميكروبات التربة عقب إضافتها إلي التربة ويترتب علي ذلك سرعة تحلل المادة العضوية في التربة وبعد أشهر قليلة يقل معدل التحلل إلي قيمة منخفضة جدا رغم أن نسبة لا بأس بها من الكربون النباتي لا تزال في التربة وعندما يختفي التركيب الأصلي أو الأساسي للمواد العضوية الأصلية و يصعب التعرف علي المادة المتبقية التي تكون ذات لون داكن مقاوم نسبيا للتحلل فإن هذه البقايا تسمي بصفة عامة بالدبال.

وبالرغم من أن تكوين المواد الدبالية Humic substances بالتربة عملية معقدة إلا أننا يمكننا القول بإمكانية حدوثها خلال مرحلتين أثنتين أساسيتين:

**المرحلة الأولى:**

يتم فيها مهاجمة الكائنات الحية الدقيقة المحللة للبقايا والمخلفات العضوية للحصول منها على الكربون والطاقة اللازمة لبناء خلاياها وفى نفس الوقت تحول بعض المواد العضوية المعقدة لمواد أبسط منها فى التركيب من خلال معدنة المواد العضوية الوجودة فى تركيب المخلفات والبقايا العضوية ، أو قد تحدث تغييراً فى التركيب الكيميائى لبعض المركبات مثل الفينولات العديدة



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

Polyphenyl من خلال الأكسدة الأنزيمية أو تكوين الأحماض الأمينية من خلال تحلل البروتينات.

**المرحلة الثانية:**

وفيها يتم تكوين المواد الدبالية من خلال تكوين المركبات العضوية ذات الوزن الجزيئى المرتفع عن طريق تكثيف وبلمرة المركبات الحلقية مع الببتيدات أو الأحماض الأمينية.

وحيث أن الدبال مركب معقد فغالباً مايقسم للمكونات التالية:

1- حامض الهيوميك Humic acid : مواد تذوب فى المحاليل القلوية وتترسب بحامض الهيدروكلوريك HCl لونه بنى يحتوى على المجاميع الفعالة مثل الكربوكسيل (COOH) والكربونيل (C=O ) والأمين ($NH_2$) والهيدروكسيل الفينولية أو الكحولية (OH) والتى تشارك فى التفاعلات التبادلية بالتربة وتؤثر على القدرة التنظيمية للأرض لأنها أحماض عضوية ضعيفة التأين وتبلغ السعة التبادلية لها 350- 500 سنتيمول شحنة/كجم.

2- حامض الفولفيك Fulvic acid جزء من مادة التربة العضوية يذوب فى الأحماض والقلويات المعدنية لونه أصفر ذهبى وزنه الجزيئى أقل بالمقارنة بحامض الهيوميك ويحتوى أيضاً على المجاميع الفعالة مثل الكربوكسيل (COOH) والكربونيل (C=O ) والأمين ($NH_2$) والهيدروكسيل الفينولية أو الكحولية (OH) والتى تشارك فى التفاعلات التبادلية بالتربة ، ونسبة الكربون بها أقل منها بحامض الهيوميك ولكن نسبةالأكسجين أعلى، حامض الفولفيك أقل نضجاً من حامض الهيوميك وأملاحها تذوب فى الماءولها القدرة على مسك



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

العناصر فى صورة مخلبية وحفظها فى صورة ذائبة صالحة للإمتصاص بواسطة النبات، وتبلغ السعة التبادلية لها 300- 350 سنتيمول شحنة/كجم.

3- الهيومين Humin : ذو وزن جزيئى عالى لونه قاتم جداً لايذوب فى الوسط الحامضى أو القاعدى، تركيبه الكيميائى يشبه لحد ما التركيب الكيماوى لحامض الهيوميك، سعته التبادلية منخفضة.

**يوجد تصوران لتكوين المواد الدبالية:**

## 1- التحوير Transformation

وينظر إلي المواد الدبالية علي انها مركبات تعرضت للتحوير (حيوي أو كيميائي) أثناء تحلل المخلفات العضوية وهذا التصور من المعتقد ان يسود في البيئات المشبعة بالرطوبة كالأراضي المغمورة، الأراضي سيئة الصرف والمستنقعات.

## 2- التخليق الثانوي Secondary synthesis

تبني المواد الدبالية من النواتج البسيطة لهدم المركبات الموجودة في المخلفات العضوية في صورة مكونات ميكروبية أكثر مقاومة للتحلل من المخلفات العضوية الأصلية وتكون المقاومة الأعلى لهذه المواد المختلفة أثناء التحلل هي السبب التي تبطئ التحلل ولكنها لا توقفه ويفسر هذا المفهوم التشابه الظاهري بين دبال الأراضي المختلفة رغم تباين مواد الأصل العضوية الخام.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

**خواص الدبال:**

1. مادة عضوية غير متبلورة Amorphus ذات كثافة منخفضة تتراوح من 0.31 – 0.41 جم/سم3
2. - يتراوح اللون من البنى القاتم إلى اللون الأسود.
3. مساحة السطح النوعى تتراوح بين 800- 900 م2/جم.
4. لايذوب فى الماء وجزء كبير منه قابل للذوبان فى بيئة قلوية عند الغليان.
5. يتشابه فى سلوكه مع الأحماض الضعيفة مكوناً أملاحاً مع قواعد التربة.
6. يعمل كمادة منظمة للتربة متحداً مع الطين بواسطة عناصر الكالسيوم والحديد مكوناً معقد غروى مميز للتربة يسمى Clay-Humus complex .
7. يتميز بالسعة التبادلية العالية.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

## أهمية الدبال للأراضى الزراعية

1. يعتبر الدبال مخزناً للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات والتى تنطلق تدريجياً أثناء تحلل المادة العضوية بواسطة الكائنات الحية فى صورة صالحة للإمتصاص بواسطة النبات(خاصة النتروجين والفسفور إلخ).
2. يعتبر مصدرا للطاقة والغذاء لكائنات التربة الدقيقة غير ذاتية التغذية والتي تلعب أدواراً هامة في خصوبة التربة.
3. تحسين البناء الأرضى حيث تمنع تماسكها فى كتل وتحسن تهويتها وتسهل إختراق الجذور ونموها بالتربة، وتعمل علي زيادة تماسك حبيبات الأراضي الرملية مع بعضها البعض وبالتالي يعمل علي زيادة قدرة الأرض الرملية علي الاحتفاظ بالرطوبة ويقلل من فرصة حدوث تعرية بالرياح للطبقة السطحية من التربة.
4. تعمل المادة العضوية علي زيادة تماسك الحبيبات الناعمة في الأراضي الطينية وبالتالي يقلل من فرصة نزوحها إلي الطبقات السفلية من التربة مكونة طبقات صماء.
5. يعمل دبال الأرض علي إكساب الأرض اللون الداكن الذي يساعد علي تدفئة التربة خلال الشتاء وبالتالي يزيد من سرعة إنبات البذور ونموها
6. يعمل على زيادة قدرة الأرض التنظيمية.
7. قد ينتج عن تحلل الدبال والبقايا أحماضاً عضوية أومعدنية تؤثر على تيسر وصلاحية العديد من العناصر الغذائية للنبات.
8. لها تأثير مخلبى فى مسك العديد من العناصر مثل الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس فى صورة مخلبية وحفظها فى صورة ذائبة سهلة الحركة فى التربة وصالحة للإمتصاص بواسطة النبات.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

9. تحتوي على المواد المنشطة للنمو مثل الهرمونات والفيتامينات.
10. يزيد من النشاط الحيوى للكائنات الحية الدقيقة بالتربة.

## كمية الدبال في الأرض

يوجد الدبال في الأراضي بنسبة تتراوح بين الصفر و 90% وتكون كميته منخفضة في الأراضي الجافة والحارة والرطبة، وعالية في الأراضي الرطبة الباردة. وتعتبر الأراضي فقيرة في المواد العضوية إذا قلت نسبة الدبال عن 3% وغنية إذا احتوت من 5-10% وتعتبر دبالية إذا زادت عن 20% ويوجد الدبال عادة بأعلى نسبة على السطح ويقل تدريجياً في عمق التربة، وهذا التوزيع طبيعي في أراضي المناطق المعتدلة والحارة، أما في أراضي البودزول فإن أعلى نسبة من الدبال تكون في أفق المادة العضوية.

## تأثير فعاليات الإنسان الزراعية على كمية الدبال في التربة

إن تبدل فعاليات الإنسان الزراعية يمكن أن تؤثر على التوازن بين عمليات تكوين وتحلل الدبال. حيث أن حراثة التربة تزيد من تهوية التربة وتبعاً لذلك تزيد من شدة عمليات التحلل البيولوجي مما يؤدي إلى زيادة سرعة تحلل المواد العضوية. لذلك فإن حراثة وزراعة الأراضي البكر يؤديان في السنين الأولى إلى خفض نسبة الدبال في الطبقة السطحية، حيث تفقد معظم الأراضي المنتجة للمحاصيل مادتها العضوية بمعدل 1- 2% سنوياً نتيجة لإجراء عمليات الخدمة المختلفة من حراثة وعزق هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن المحاصيل تثرى التربة ببقايا الجذور والأوراق والسيقان ويعتبرمصدراً للتكوين الجديد للدبال (تدوير المادة العضوية) حيث تكون ذو أثر وفائدة عظيمة عند إضافة البقايا بصورة منتظمة وتكون سهلة التحلل ، ومقدار ما يتراكم من



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

الدبال في هذه الحالة يعتمد على كمية البقايا النباتية وتوزيعها في التربة وخصائص التحلل له. وتعتبر الأسمدة العضوية والسماد العضوي المتحلل Compost والأسمدة الخضراء مصدراً هاماً للمواد العضوية في التربة. وقد وجدت أقل كمية من الدبال في التربة المزروعة بالشعير والنباتات الحولية، وأكبر كمية في التربة المزروعة بالبرسيم ذو المجموع الجذري الكبير حيث أن قلب محصول البرسيم الحجازى فى الطبقة السطحية بعمق 15سم أدى لزيادة نسبة المادة العضوية حوالى 0.15% .

## نسبة الكربون للنيتروجين C/N Ratio

تعتبر نسبة الكربون للنيتروجين (Carbon/nitrogen ratio) للمادةالعضوية المضافة أو للكائنات الحية الدقيقة من العوامل المحددة لسرعة تحلل المادة العضوية. ويمثل عنصرى الكربون والنيتروجين الإحتياجات الغذائية الأساسية للميكروبات حيث تحصل الميكروبات الهيتوتروفية (عضوية التغذية) على الكربون والطاقة من المركبات العضوية أما الميكروبات الأوتوتروفية (معدنية التغذية) فتحصل على الكربون من غاز ثانى أكسيد الكربون والطاقة من أكسدة المواد الكياوية القابلة للأكسدة أو من التمثيل الضوئى. وتحصل الميكروبات على النيتروجين من المركبات العضوية النيتروجينية أو من الأملاح المعدنية النيتروجينية كأملاح النترات والأمونيوم. وتحدد نسبة الكربون للنيتروجين فى المادة العضوية المضافة للأرض موقف الميكروبات بالنسبة لنيتروجين التربة. وتحتوى المواد العضوية الطبيعية على حوالى 40% كربون وتتراوح النسبة الحرجة للنيتروجين فى هذه المواد بين



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

(C/N ratio 1 : 30-20 للنيتروجين الكربون نسبة أن أى 1.8% – 1.2
(20-30:1 فإذا كانت نسبة النيتروجين فى المادة العضوية أقل من هذا المستوى الحرج فإنه تحدث عملية التقييد Immobilization بينما إذا كانت مرتفعة عن هذا المستوى فإنه تحدث عملية المعدنة Mineralization .
وتمثل البكتريا من 1 – 30% من كربون المادة العضوية بمتوسط حوال 7% فى أجسامها عند تحليل المواد العضوية، بينما تمثل الفطريات فى أجسامها عند تحليل المواد العضوية مابين 20 – 50% بمتوسط 25% من كربون المادة العضوية ويتحلل الباقى إلى ثانى أكسيد الكربون والماء وعلى ذلك تحتاج هذه الميكروبات عند تمثيلها للكربون إلى جزء من النيتروجين لبناء أجسامها فإذا فرض أن نسبة الكربون للنيتروجين داخل جسم الميكروب 1:5 يعنى ذلك أنه يلزم لكل 5 جزء من الكربون 1 جزء من النيتروجين لبناء خلايا وجسم الميكروب وعلى ذلك تحدد نسبة نسبة الكربون للنيتروجين (C/N ratio) للمادةالعضوية المضافة إلى الأرض موقف الميكروبات بالنسبة لنيتروجين التربة.

- إذا كانت نسبة الكربون للنيتروجين (C/N ratio) للمادة العضوية المضافة للأرض مماثلة للنسبة المميزة لتركيب الخلية الميكروبية فإن كل النيتروجين الموجود فى المادة العضوية يستخدم وينفذ فى بناء الخلايا وأجسام الميكروبات ولاتستفيد التربة من نيتروجين المادة العضوية.
- إذا زادت نسبة النيتروجين فى المادة العضوية عن الحد اللازم لبناء حلايا وأجسام الميكروبات (نسبة C/N ratio ضيقة) فإن الميكروبات تأحذ إحتياجاتها وينطلق الجزء الزائد إلى التربة على صورة أمونيا وسزيد من مقارالنيتروجين الصالح للإستفادة بواسطة النبات.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

- إذا إنخفضت نسبة النيتروجين فى المادة العضوية عن الحد اللازم لبناء حلايا وأجسام الميكروبات (نسبة C/N ratio واسعة) فإن الميكروبات تعمل على سد العجز عن طريق إستخدام المركبات النيتروجينية المعدنية الموجودة بالتربة (أملاح الأمونيوم أو النترات) أى أن هناك تنافس بين الميكروبات والنبات على النيتروجين وحيث أن الميكروبات تستفيد من النيتروجين الموجود بالتربة أسرع وأكثر من النبات لذلك يظهر على النبات النامى أعراض نقص النيتروجين. ويتضح من ذلك مدى الضرر الذى يحدث للنباتات عند تسميد التربة بأسمدة عضوية فقيرة فى النيتروجين كقش الأرز أو الذرة أو السماد البلدى الحديث قبل الزراعة بوقت قصير أو أثناء النمو لأنها تقلل كمية النيتروجين المعدنى الموجود بالتربة والصالح للإمتصاص بواسطة النبات مع مراعاة أن هذا النقص نقص مؤقت حيث أن الميكوبات بعد موتها تتحلل خلاياها ويتحول النيتروجين العضوى لأمونيا نتيجة عملية النشدرة والتى تتحول لنترات يستفيد منها النبات، ولذلك عند تسميد التربة بأسمدة عضوية فقيرة فى النيتروجين فإنه يجب إضافتها للتربة قبل الزراعة بفترة كافية حتى لاتعانى النباتات الناميةمن نقص النيتروجين الميسر.

**C/N Ratio للمادة العضوية: هى النسبة العددية بين النسبة المئوية للكربون بالمادة العضوية والنسبة المئوية للنيتروجين بها.**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

**عملية المعدنة Mineralization : هى عملية التحول البيولوجى للمركبات العضوية (النيتروجين) للصورة المعدنية.**

**عملية التقييد Immobilization : هى عملية التحول البيولوجى للمركبات المعدنية (النيتروجين) الموجودة بالتربة إلى مركبات عضوية فى أجسام الميكروبات.**

**مثال:** وضح مايحدث عند معاملة فدان أرض بإضافة 1 طن من بقايا قش الأرز نسبة النيتروجين بها 0.5% ونسبة الكربون : النيتروجين 90 : 1 وعند معاملة الأرض ببقايا الفول نسبة النيتروجين بها 1.5% ونسبة الكربون : النيتروجين 30 : 1 وذلك بإفتراض أن نسبة الكربون : النيتروجين بالتربة 10 : 1 .

**الإجابة:** أولاً: فى حالة بقايا قش الأرز:

كمية النيتروجين فى الطن = 1000 × 100/0.5 = 5 كجم

كمية الكربون فى الطن = 5 × 1/90 = 450 كجم

كمية الكربون الممثل = 450 × 100/30 = 135 كجم

كمية النيتروجين الممثل = 135 × 10/1 = 13.5 كجم

إذاً النتيجة النهائية:

هى حدوث نقص فى مستوى النيتروجين فى التربة بمعدل = 13.5 – 5 = 8.5 كجم نيتروجين / فدان

ثانياً: فى حالة بقايا الفول:

كمية النيتروجين فى الطن = 1000 × 100/1.5 = 15 كجم

كمية الكربون فى الطن = 15 × 1/30 = 450 كجم



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

كمية الكربون الممثل = 450 × 100/30 = 135 كجم

كمية النيتروجين الممثل = 135 × 10/1 = 13.5 كجم

إذاً النتيجة النهائية:

إنطلاق كمية من النيتروجين الميسر فى التربة بمعدل = 15 – 13.5 = 1.5 كجم نيتروجين / فدان.

## دور االمادة العضوية فى تحسين خواص الأراضى المستصلحة

**أولاً: الأراضى الرملية**

1. زيادة قدرة الأرض الرملية فى الإحتفاظ بالماء
2. يقلل من حركة الماء بالقطاع الأرضى فى الأراضى الرملية مما يقلل من سرعة رشح المياه ويعمل على تقليل الفاقد من الأسمدة ومياه الرى.
3. يؤدى لزيادة تماسك الحبيبات ويحسن من البناء الأرضى.
4. يكون جزءاً هاماً من معقد الإدمصاص الذى يحتفظ بالعناصر الغذائية فى صورة ميسرة للنبات بتكوين بعض المركبات المخلبية، كما يقلل من فقدها بالغسيل نظراً لأن السعة التبادلية للمادة العضوية أعلى من مثيلتها بالطين.

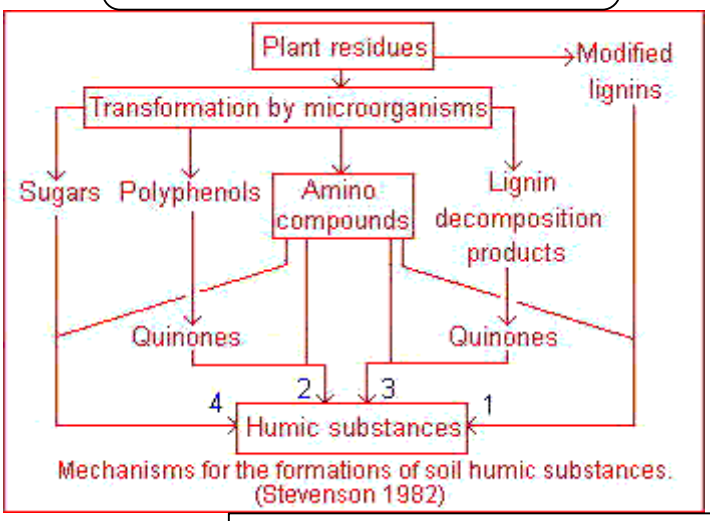
**ثانياً: الأراضى الجيرية**

تعمل على تحسين بعض الخواص الطبيعية ومنها مشكلة تكوين القشرة نتيجة للتحلل الميكروبى للمادة العضوية وتنشيط الجزء الحيوى بالتربة، وكذلك إدمصاص الجزيئات ذات الوزن الجزيئى الكبير على الحبيبات مما يعدل القوى بين الحبيبات والجهد الرطوبى بالتربة وبالتالى سعتها الكلية فى الإحتفاظ بالماء والعناصر المعدنية.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

## مسارات تكوين الدبال



Mechanisms for the formations of soil humic substances. (Stevenson 1982)

### المسار 1 -- نظرية اللجنين

وطبقا لهذا المسار فإن ميكروبات التربة لا تستفيد كلية من كل اللجنين الموجود في التربة وبالتالي فإن اللجنين المتبقي يصبح جزء من دبال التربة.

### المسار 2 و 3 -- نظرية البوليفينول

وطبقا لهذه النظرية فإنه تتحول عديدات الفينول (المشتقة من اللجنين النباتي أو تلك المصنعة بواسطة الكائنات الدقيقة) إنزيميا إلي الكوينونات والتي يعتريها التكثيف الذاتي أو ترتبط مع مركبات الأمينو لتكون بوليمرات.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

**ملحوظة:**

أثناء التمثيل العادي داخل الخلية الميكروبية، فإنه يوجد وفرة من الالكترونات مما يتسبب في منع تكوين الكينونات وبالتالي تصبح البيئة المناسبة الوحيدة في الخلية هي قبل الموت مباشرة حيث يحدث أكسدة للفينولات وقد تتبلمر وفي نفس الوقت تنطلق الأحماض الامينية الناتجة عن التحلل الذاتي للبروتينات(حيث يمكن ان يستمر عمل إنزيمات التحلل الذاتي في الخلية الميتة بعض الوقت) وهكذا تتوفر جميع المكونات اللازمة لتكوين بوليمرات غير متجانسة داكنة اللون.

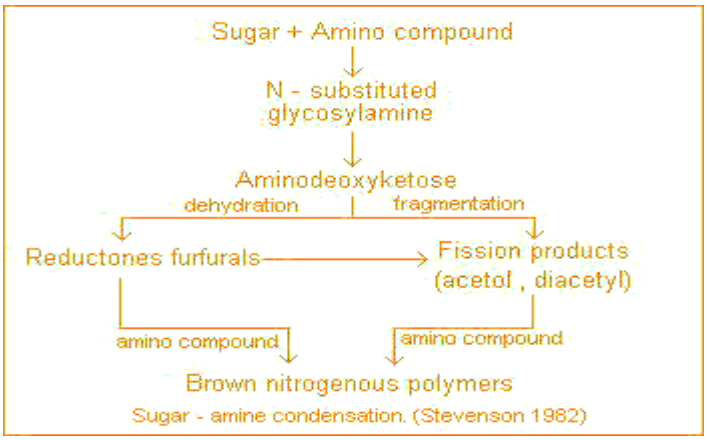
## المسار 4 -- نظرية عديدات التسكر الأمينية

## Sugar-amine condensation

**طبقا لهذه النظرية فإن يحدث تكثيف لمركبات الأمينو مع السكريات تكون بلمرات نتروجينية بنية اللون.**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/




**وطبقا لتصور Enders فإن احسن ظروف التربة لبناء المواد الدبالية العالية في محتواها من النتروجين هي تلك التي تتعرض لتغيرات متكررة من الحرارة والرطوبة.**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# الباب الثالث

# كيف يمكن الحصول علي دبال التربة

للحصول علي دبال الأرض فإنه يجب استبعاد المواد العضوية الغير متدبلة والتي تشمل الأنسجة الغير متحللة والانسجة جزئية التحلل وكذلك الكتلة الحيوية

**مادة عضوية كبيرة الجزيئات**
**Macro organic matter**

والتي يمكن تمييزها بمجرد النظر والتي تم فصلها عن طريق الطفو في محلول مائي وتجمع علي غربال ناعم 0.06 مم.

**مفصول ضعيف**
**Light fraction**

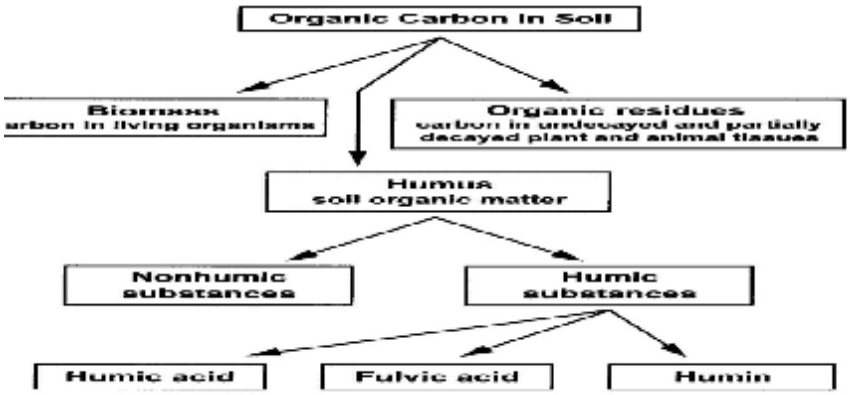
حيث يتم تجميع الجزء الراسب في الخطوة الأولي ثم يجفف ويعامل بالموجات فوق الصوتية لتفكيك المجمعات ثم يتم فصلها عن طريق الطفو في مذيب عضوي ثقيل كثافته 2 جم/سم3



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

حيث يتم تقديرها عن طريق

1. العد تحت الميكروسكوب (طريقة مباشرة).
2. قياس أحد الأنشطة التمثيلية (طريقة غير مباشرة) مثل: الأكسوجين المستهلك، ثان اكسيد الكربون الناتج، النشاط الانزيمي ، الحرارة الناتجة .




أما بالنسبة للمواد الدبالية المفصولة فهي عبارة عن بوليمرات ذات وزن جزيئي كبير وبناء عشوائي غير متجانس وتركيبه معقد صعب-علي الأقل في الوقت الحالي يصعب وضع تصور محدد لتركيبه الكيميائي وبالتالي تنحصر وصف تركيب الدبال في التالي:



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

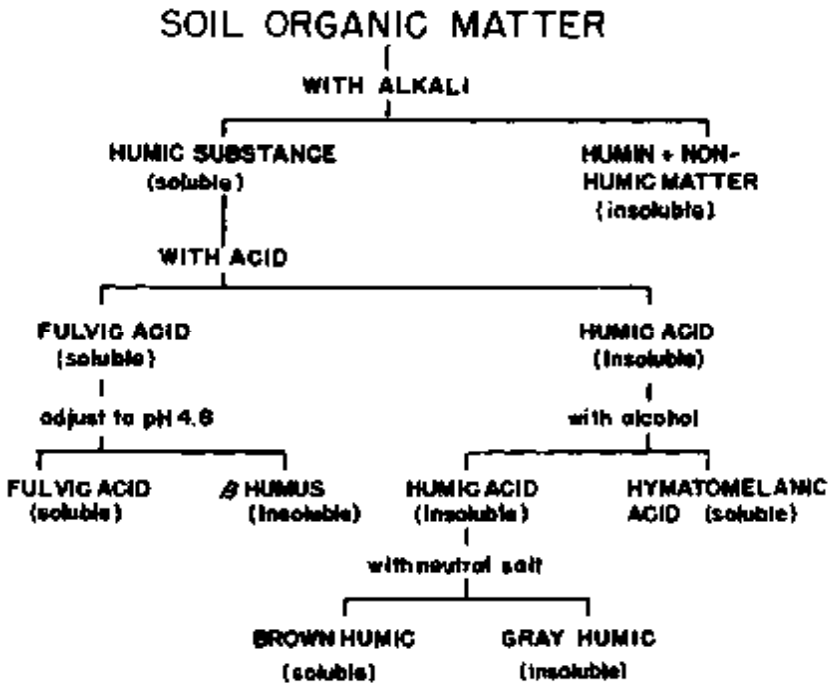
1. تجزئة مكوناته Fractionation علي أساس الذوبان في المذيبات المختلفة.
2. قياس المجاميع الوظيفية الفعالة المحتمل وجودها.

## فصل المكونات الدبالية في الأرض

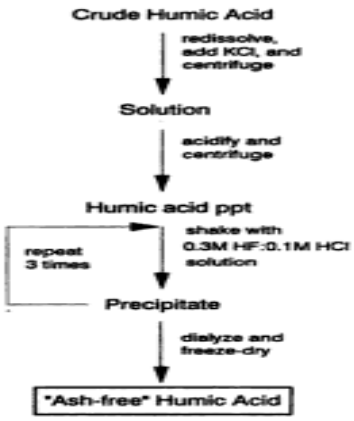
يعتبر الدبال بمكوناته المختلفة مادة غير قابلة للذوبان في الماء ورغم أن بعضه يصبح في حالة غروية عند إضافة الماء إليه ولكنه يذوب لدرجة كبيرة في محاليل قلوية خفيفة وقد يذوب بعض منه في محاليل حامضية. يوجد العديد من مواد الاستخلاص المستخدمة في تجزئة الدبال إلي مكوناته المختلفة والتي تعتمد علي فكرة عدم تساوي مكونات الدبال في درجة ذوبانها في المستخلصات ويعتبر الاستخلاص بالقلوي $0.1\ mol\ dm^{-3}\ NaOH$ هي أكفأ الطرق المستخدمة والتي يراعي إجرائها تحت ضغط غاز النتروجين لتلافي الأكسدة الذاتية



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/




## Purification of the extract تنقية المستخلص




قد تحتوي المفصولات المختلفة للمواد المتدبلة علي مكونات معدنية مثل معادن الطين والأملاح والتا لابد من إجراء عملية التنقية لاستخلاص ختي نتمكن من الحصول علي مكونات الدبال علي صورة نقية حيث يتم تنقية حمض الدبال الراسب عن طريق إعادة معاملته بواسطة 0.1 mol dm–3



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

HCl/0.3 mol dm–3 HF ثم تأتي خطوة خفض محتوي الأملاح الموجود في الدبال من خلال الخطوات التالية :

1. الاستخلاص بواسطة قلوي أو أملاح متعادلة
2. يتم إزالة الحامض من خلال الفصل الغشائي dialysis مع الماء المقطر حتي يتم خفض تركيز أيونات الكلوريد إلي أقل تركيز ممكن
3. أما المعادن المرتبطة فيتم إزالتها من خلال تعديل رقم حموضة محلول الدبال إلي 8 بواسطة 0.1 mol $dm^{-3}$ NaOH ثم يتم إمرار الناتج علي أسطح تبادل أيوني نشطة ion exchange resins بمعدل 0.5 ml $min^{-1}$. ثم يتم نقل الناتج كميا باستخدام الماء المقطر حيث يتم تقدير وزن الناتج وأيضا حجمه ثم يتم حفظ الناتج علي درجة حرارة 4 درجات مئوية في الظلام

وقد تم التوصل إلي المتوسطين العامين لتراكيب هذه الاحماض الدبالية

**Humic acid (HA)** $C_{187}H_{186}O_{89}N_9S$

**Fulvic acid (FA)** $C_{135}H_{182}O_{95}N_5S_2$

**وفيما يلي يمكن إيجاز توضيح خصائص كل مكون دبالي في النقاط التالية:**

## حامض الهيوميك Humic acid



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

هو عبارة عن أحماض قابلة للذوبان في القلوي ولكن لا تذوب في الحامض وزنها الجزيئي مرتفع حوالي 25,000 وسعتها التبادلية تتراوح بين 350-500 سنتيمول شحنة لكل كجم حامض.

## حامض الفولفيك Fulvic acid

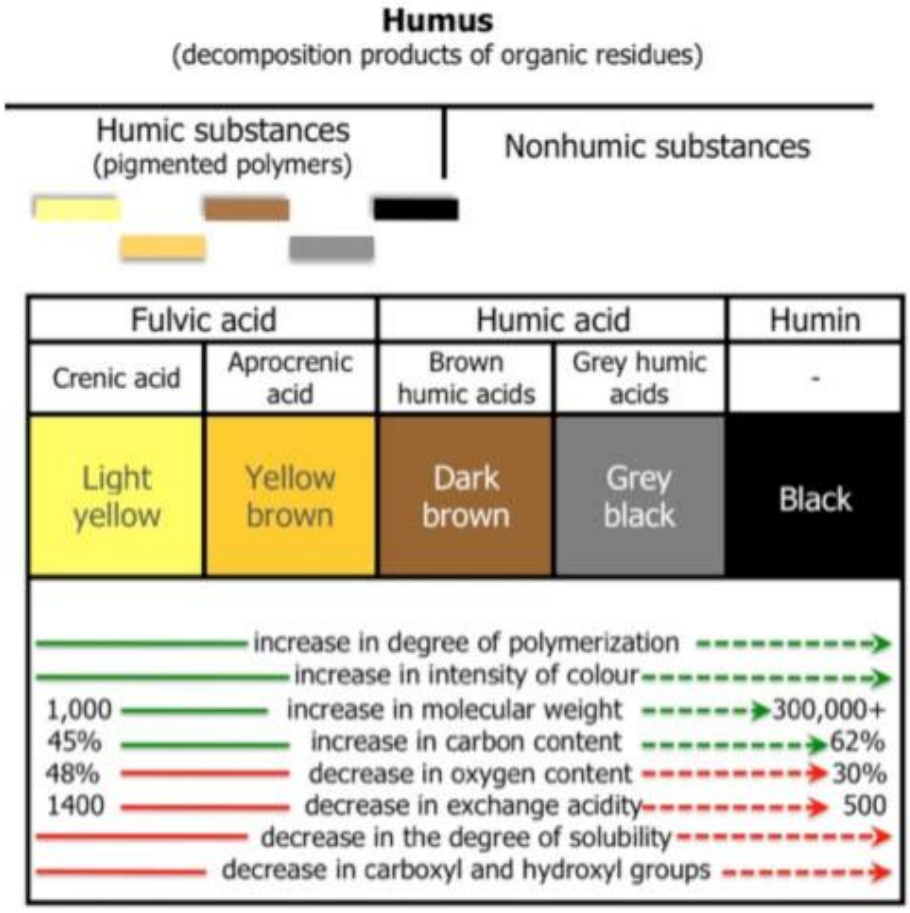
هي عبارة عن مواد دبالية ذات لون أصفر إلي احمر خفيف، له القدرة علي ربط العناصر علي صورة مخلبية ذائبة وزنها الجزيئي منخفض نسبيا حوالي 3,000 وتتراوح سعته التبادلية الكاتيونية بين 300-350 سنتيمول شحنة/كجم حامض.

## الهيومين Humin

الهيومين هو ذلك الجزء من المواد الدبالية الخاصة والذي لا يستخلص من التربة بالمحاليل القاعدية والتي قد ترجع أساسا إلي ارتباطه مع معادن الطين ويجدر بنا الإشارة إلي أهمية هذا الجزء من المواد الدبالية في تكوين المجمعات الثابتة في الماء.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/






http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

# الفصل الرابع

# المجاميع الوظيفية المحددة للسلوك الكيميائي

# Functional groups determining chemical behavior

تعرف المجاميع الوظيفية للمادة العضوية بالحموضة الكلية total acidity والتي تنصب اساسا علي مجمل مجموعات الكربوكسيل والفينولات ويتم تقدير الحموضة الكلية من خلال إضافة كمية كبيرة من Ba(OH)2 تكفي لمعادلة الحموضة الكلية

وزيادة ويتم معايرة الزيادة من Ba(OH)2 بواسطة حامض قياسي.

## أ. المجموعات الكربوكسيلية

يتم إضافة خلات كالسيوم حيث يحل الكالسيوم الموجود في الخلات محل هيدروجين مجموعة الكربوكسيل ليعطي في النهاية حامض خليك. حيث يتم معايرة حامض الخليك الناتج بواسطة محلول NaOH قياسي.

## ب. المجموعات الفينولية

يتم الحصول علي مجاميع الفينولات من خلال العلاقة التالية:

**المجاميع الفينولية = الحموضة الكلية - مجاميع الكربوكسيل**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

علي الجانب الأخر يحتوي الدبال علي مجموعات قاعدية أهمها ( مجموعات الأمينو-الكحولات)

## مجموعات الهيدروكسيل الكلية Total –OH groups

وهذه المجاميع يمكن أن تكتسب البروتون تبعا للتفاعل التالي:

$$2R-COOH+(CH_3COO)_2Ca \rightarrow (R-COO)_2Ca+2CH_3COOH$$

**أما فكرة تقديرها فتعتمد علي:**

أولا: استبدال هيدروجين مجاميع الهيدروكسيل بواسطة مجاميع الميثيل

$$ROH + NaOH \leftrightarrow RO- + Na^+ + H_2O$$

$$RO^- + CH_3–O–SO_2–O–CH_3 \rightarrow R–OCH_3 + CH_3–O–SO_2–O^-$$

ثانيا: هو تقدير مجاميع OCH3– عن طريق التفاعل مع حامض الهيدرويوديك تحت تأثير غاز من يوديد الميثيل حيث يتم استقبال الناتج في ماء البرومين ثم يتم معايرته تبعا لطريقة Zeisel .

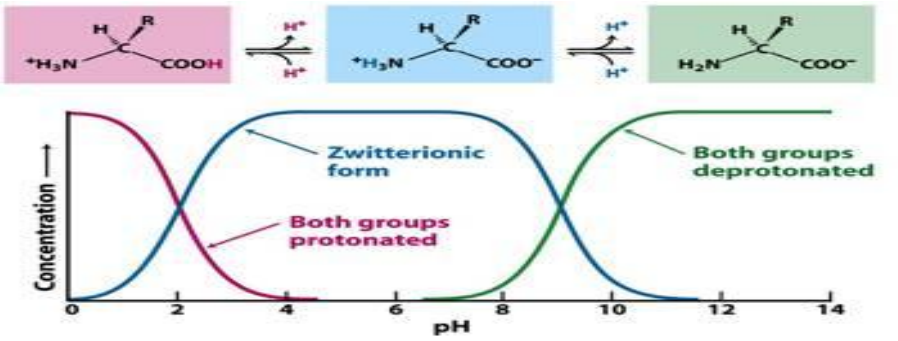


مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

**ملحوظة:**

**لا تسهم المجموعات الكحولية في الشحنة الكهربية بصورة فعالة نظرا لأن تأينها يحتاج إلي قيم pH عالية جدا**

يجب أن نشير أن شحنة الدبال هي محصلة الشحنات الموجبة واالسالبة وتعتبر هذه الشحنات من النوع المتوقف علي رقم حموضة التربة، فمثلا تحت ظروف الحموضة تتأين مجاميع الأمين والنتيجة هي زيادة الشحنة الموجبة الصافية للمكون الدبالي بينما يحدث العكس عند ارتفاع رقم حموضة الوسط.




وفي ضوء ذلك فإنه يتبين أن الشحنة النهائية للمكون الدبالي يمكن أن تصبح متعادلة عند رقم حموضة يعرف بنقطة التعادل الكهربي Isoelectric point (IEP) وقد اثبتت النتائج ان نقطة التعادل الهربي تكون في حدود رقم حموضة 2.5 ولهذا السبب فإن دبال الأرض لا يوجد علي حالة متعادلة كهربيا ولكن تكون شحنته الكهربية دائما سالبة تخت ظروف الحموضة العادية للتربة.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

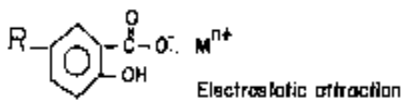
# الباب الخامس

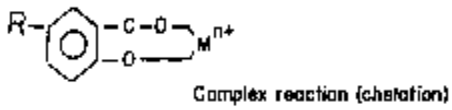
## تفاعلات الدبال مع الفلزات Humic-metal

تـــرتبط أيونـــات الفلزات مع المجاميع الفعالـــة فـــي مـــادة التربـــة العضـــوية والتـــي تختلـف فـــي درجة تفضيلها للتفاعل مع ايونات الفلزات كما يلي:

| -C=O | $COO^-$> | -N=N> | $-NH_2$> | $-O^-$> |
|---|---|---|---|---|
| (carbonyl) | (carboxylate) | (azo compounds) | (amine) | (enolate) |

وإذا حدث ارتباط بين أيون الفلز ومجموعتين أو أكثر من المجاميع الفعالة مع أيون الفلز فإنه يتكون بنـــاء حلقـــي مكـــون مـــا يعـــرف بتفاعلات الخلب .



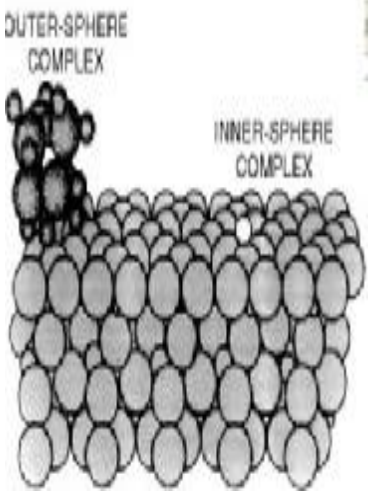



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# الميكانيكيات المقترحة لارتباط كاتيون الفلز مع الدبال

## الارتباط مع المجاميع الفعالة علي اسطح الدبال

الفلزات ذات الأفضلية العالية للادمصاص علي تلك أسطح المجاميع الفعالة للدبال ترتبط من خلال روابط ايونية وتعاونية مكون ما يعرف معقدات داخلية النطاق inner-sphere complexes بينما تميل الفلزات ذات الأفضلية المنخفضة إلي الاحتفاظ بغلاف التأدرت المائي ويصبح الارتباط مع الاسطح في هذه الحالة كهروستاتيكيا حيث تصبح الأيونات المرتبطة في هذه الحالة علي حالة متبادلة مع الفلزات الأخري الموجودة في المحلول الأرضي المحيط بالمواد الدبالية ويعرف هذا الارتباط بالمعقدات خارجية النطاق outer-sphere complexes




## أزواج الالكترونات المنعزلة

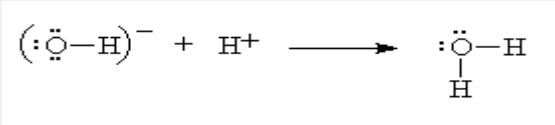
مادة الأرض العضوية تحتوي علي أنواع مختلفة من المجاميع الفعالة حيث تحمل الذرة الطرفية زوج من الالكترونات المنعزلة وبذلك تعمل كـ Lewis base حيث يمكن لزوج الالكترونات تعقيد الكاتيونات الفلزية خاصة تلك التي



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تنتمي للعناصر الانتقالية transitional elements باستيعاب زوج الالكترونات في المدار الخالي للكاتيون المحتوي علي عدد من الالكترونات أقل من ثمانية وبذلك يكمل الكترونات التكافؤ إلي ثمانية وبالتالي يعمل الكاتيون كـLewis acid ويعرف هذا الارتباط بالمركب التناسقي.

**تذكر:** تبعا لنظرية Lewis فإن التفاعل بين الحامض والقلوي معتمد علي أساس المشاركة في زوج من الايونات الحرة الموجودة في المدار الخالي للحامض معتمدا علي قاعدة الثمان: و التي تنص علي كل ذرة تشارك الذرات التي تجاورها في عدد الالكترونات للوصول علي 8 الكترونات في المدار الأخير و بناء علي مقترحه فإن حمض لويس هي المادة التي تعمل كمستقبل لزوج من الالكترونات و علي الجانب الأخر يصبح القاعدة من منظور لويس هي المادة التي تعمل كمانح لهذا الزوج.



اقترح لويس نموزج لوصف تواجد مجموعة كبيرة من الجزيئات فإذا رمزنا للحامض من منظور لويس بالرمز A و القاعدة بالرمز B عند تكوين المركب B-A حيث يرتبط A مع :B عن طريق المشاركة في زوج من الالكترونات و التي تمنحه القاعدة.

مدونة المرجع الزراعى
http://agri-science-reference.blogspot.com/

## The strength of Lewis acids and bases

لوصف مصطلح القوة بصورة مبسطة فإنه يمكن تمثيل تفاعلات احلال بين الحامض و القاعدة كالتالي:

$$\acute{A} + A:B \longrightarrow \acute{A}:B + A$$

$$\acute{\beta} + A:B \longrightarrow A:\acute{\beta} + B$$

فإذا سار التفاعل كما سبق فإن هذا يعني أنه من وجهة نظر لويس Á يعتبر حامض أقوي من A و أن ß تعتبر قاعدة أقوي من B و عند محاولة ترتيب أحماض لويس من وجهة نظر القوة فإنه يمكن استنتاج ثبات كل معقدات الأحماض-القواعد الممكنة و لكن لسوء الحظ فإنه لا يمكن ايجاد ترتيب عام لأحماض لويس من حيث القوة عند مقارنته بقاعدة لويس ثابتة لتكوين معقد ثابت A:B و لكن وجد أن ترتيب قوة القواعد المتحصل عليه يعتبر دالة لطبيعة القاعدة المرجعية.

## الأحماض الصلدة و اللينة
## Hard and soft acids

وضع بيرسون Pearson تقسيم للأحماض عام 1967 إلي أحماض صلدة ، أحماض لينة و أحماض الرتبة ب و تم التفريق بينهم كالتالي: الأحماض الصلدة تتميز بكل هذه الخواص: حجم صغير، شحنة موجبة عالية والكترونات التكافؤ تكون ممسوكة بقوة (غير سهلة الإزالة ) بينما الأحماض اللينة تتميز بوجود واحد أو أكثر من تلك الخواص: حجم كبير، صغر الشحنة الموجبة أو تكون صفر أو الكترونات التكافؤ لا تكون ممسوكة بقوة و بالتالي فإنه يسهل أزالتها



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

أما بالنسبة للأيونات $Fe^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}$ فإن حجمها الأيوني يكون صغير (حامض قوي) ولكنها، في نفس الوقت، تحتوي علي زوج من الالكترونات للمشاركة في تحت المدار d ( حامض لين) وبالتالي تدرج هذه الايونات تحت رتبة borderline order

| Pearson's Hard Lewis Acids: | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $H^+$ | $Na^+$ | $K^+$ | $Be^{2+}$ | $Mg^{2+}$ |
| $Ca^{2+}$ | $Mo^{3+}$ | $Mn^{2+}$ | $Al^{3+}$ | $Sc^{3+}$ |
| $In^{3+}$ | $Cr^{3+}$ | $Co^{3+}$ | $Fe^{3+}$ | $Ti^{4+}$ |
| $Zr^{4+}$ | $U^{4+}$ | $Ce^{3+}$ | $Sn^{4+}$ | $BF_3$ |
| $AlCl_3$ | $AlH_3$ | $SO_3$ | $NO_2^+$ | $CO_2$ |

## القواعد الصلدة واللينة

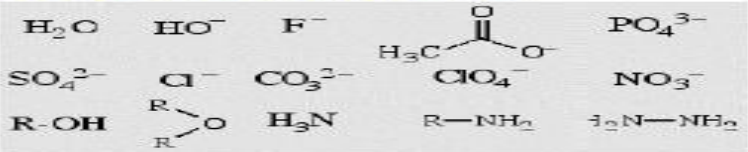
## Hard and soft bases

قواعد لويس الصلدة Hard lewis bases: تكون ذرات صغير الحجم ، سالبيتها الكهربية في حدود 3-4 وتتميز بأنها ذات قطبية منخفضة وصعبة الاكسدة أما قواعد لويس اللينة soft Lewis bases فتكون ذرات كبيرة ذات سالبية كهربية متوسطة في حدود 2.5-3، سهلة الاستقطاب والأكسدة.

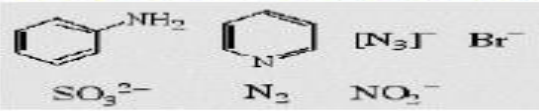


مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

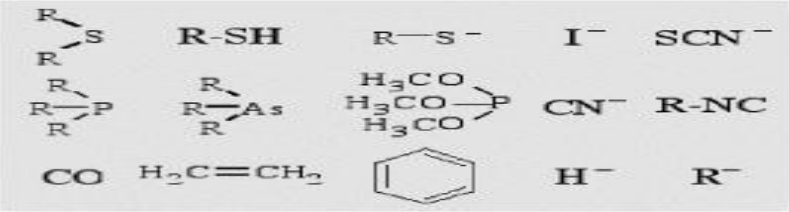
Pearson's Hard Lewis Bases:



Pearson's Borderline Lewis Bases:



Pearson's Soft Lewis Bases:



**قاعدة عامة:**

الأحماض الصلدة تميل للارتباط مع القواعد الصلدة بينما

الأحماض اللينة فإنها تميل للارتباط مع القواعد اللينة

وقد أشار Chatt وأخرون إلي أن: الأحماض الصلدة تكون أفضل ارتباطاتها مع أخف ذرات العائلة في الجدول الدوري في حين تكون أفضل رتباط للأحماض Soft مع أثقل ذرات نفس العائلة وبالتالي تكون درجة ثبات المعقد A:B



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

## الباب السادس

## ادمصاص الرطوبة علي أسطح الدبال

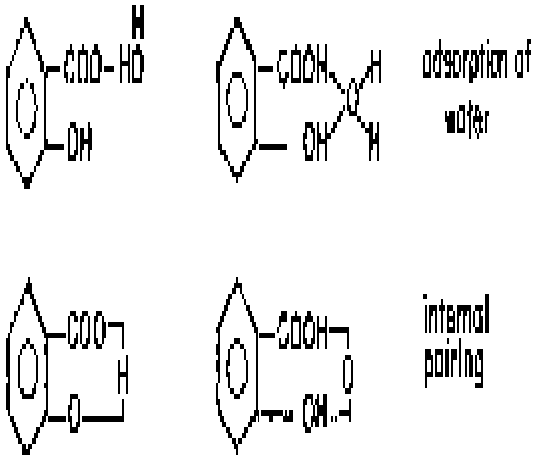
## Water adsorption by humus

يمكن للدبال أن يدمص رطوبة بمعدل يصل إلي 80-90% من وزنه وهو في ذلك يتفوق كثيرا علي معادن الطين (15-20%) وهذا التأدرت يتم بفعل ما يحتويه الدبال من:

**المجاميع القطبية المحبة للرطوبة**

**Hydrophilic**

حيث تمسك الرطوبة بواسطة المجاميع الفعالة التالية من خلال رابطة واحدة أو أكثر:




1. المجاميع الكربوكسيل المتأينة $COO^-$
2. الأينولات والفينيتات



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

3. مجاميع الأمين والأميد والهيدروكسيل الموجود في البيتيدات والكربوهيدرات المرتبطة بالمواد الدبالية

حيث تعتبر مجاميع الكربوكسيل أهم المواقع العضوية لإدمصاص الرطوبة فتأين مجاميع الكربوكسيل يكسب المادة العضوية قابلية عالية للرطوبة حيث تمسك الرطوبة بواسطة رابطة هيدروجينية واحدة أو بواسطة العديد من الروابط الهيدروجينية أو روابط تساهمية Coordinate bond حيث تكون الرطوبة الممسوكة عن طريق المشاركة ممسوكة بقوة أكبر بواسطة المادة العضوية عن الماء الممسوك برابطة فردية، وعند الجفاف وتعرض المجاميع القطبية من المادة العضوية, فإنه يمكن حدوث مشاركة داخلية لزوج من الإلكترونات من مجاميع مانحة له (OH) و المجاميع المستقبلة للإلكترونات (C=O) و هذا التفاعل يمكن أن يكون مواقع ثابتة للمشاركة فلا تجف المادة العضوية مرة أخري عقب الرطيب و الجفاف.

هذه الخاصية تسبب مشكلة في عدد من الأراضي خاصة أراضي الجولف الخضراء حيث يتم معاملتها بواسطة حامض فولفيك جاف و الذي يغلف الحبيباترو يطرد الماء و يخلق localized dry spots و من المعلوم أن التغليف بحمض الفولفيك يعتبر ناتج تمثيلي عن ميكروبات الأرض العضوية.

**الكاتيونات المدمصة Adsorbed cations**

والماء المرتبط بهذه الكاتيونات عادة ما يكون أشد ارتباط بالمادة العضوية من الماء السابق



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ملحوظة:

تحتوي المواد الدبالية أيضا علي مناطق كارهة للرطوبة hydrophobic مثل:

1. السلاسل الأليفاتية المشتقة من اللبيدات والشموع ونواتج تمثيل الفطريات مع ملاحظة أن زيادة طول السلسلة الأليفاتية يصاحبه زيادة في ميل المكون العضوي للارتباط مع بعضه البعض واستبعاد الرطوبة
2. الأبنية العطرية المشتقة من اللجنين



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

# الباب السابع

# تفاعلات الدبال مع معادن الطين

# Reactivity of humus with soil minerals

يمكن المكونات الدبالية الذائبة أن تدمص علي الأسطح المشحونة للمكون المعدني الموجود في التربة، أما بالنسبة للمكونات الدبالية الغير ذائبة في الماء فإنه يعتقد أن بعض العمليات التي يمكن أن تحدث في الأرض مثل (الابتلال/الجفاف) و (التجمد/الانصهار) تجعل من الغرويات العضوية و المعدنية تتلامس تلامسا ضيقا يسمح بحدوث نوع من الترابط.

## الميكانيكيات المحتملة لربط الطين مع الدبال

تعتمد الميكانيكية الرئيسية علي فرق الشحنات الكهربية بين الغروي المعدني و الجزئ العضوي ونظرا لأن الشحنة السالبة هي السائدة علي معادن الطين وأيضا علي أسطح المواد الدبالية وبالتالي فلابد من وجود كاتيونات متبادلة تعمل كقناطر bridges بين سطح الطين و الجزء الدبالي مثل الكاتيونات الثلاثية $M^{3+}$ كالحديد والألونميوم بفضل قدتها الاستقطابية polarizing power العالية أو يتم الارتباط من خلال الكباري المائية بين الأسطح المعدنية والأسطح الدبالية.



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

أما بالنسبة للاسطح المعدنية المشحونة بالشحنة الموجبة والتي تضم جميع الاسطح الهيدروكسيلية المعدنية (تحت نقطتها الصفرية ZPC) بالإضافة إلي أكاسيد الحديد والألومنيوم المتأدرتة فإن الربط يتم من خلال التبادل الأنيوني

$$R-COO^- + Cl^- .....^+H_2O-Al^+\angle \leftrightarrow R-COO^- .....^+H_2O-Al\angle + Cl^-$$

والناتج في هذه الحالة يكون أشبه بالمعقد الخارجي outer complex (ادمصاص غير نوعي) ويكون العضوي الممسوك فيه قابلا لعكس الادمصاص desorption بواسطة محاليل الأنيونات الأخري مثل: NO3- ,Cl- وقد لا تقنع الكربوكسيلات بالتبادل الأنيوني فقط إنما يقوم بازاحة الماء وتحل محلها علي سطح الألومنيوم وفي هذه الحالة يتطور الناتج من التفاعل السابق كالتالي:

$$R-COO^- .....^+H_2O-Al\angle \leftrightarrow R-COO-Al\angle + H_2O$$

مكونة معقد تنسيقيا داخليا inner complex (ادمصاص نوعي) ولا يمكن احلال العضوي بدلا منه إلا بأنيون يدمص بقوة أكبر مثل الكربوكسيل.

أما **الميكانيكيات الثانوية والتي تعرف بالربط الفزيائي** فإنها تشمل:

أ) **قوي فان درفال-** والتي تنشأ نتيجة حدوث تذبذب كهربي في أحد الذرات يميل إلي أن ينتج تذبذب سالب في الذرة المجاورة بما يخلق قوة جاذبة صافية عبر مسافات بين الجزيئية ويجب إلي أن نشير إلي أن مساهمة قوي فان درفال في ربط الجزيئات العضوية بالمعادن



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تزداد كلما زاد الوزن الجزيئي و تصبح ذات أهمية معتبرة في ربط الجزيئات البوليمارية الكبيرة.

ب) **الربط الهيدروجيني-** وحيث يتعلق بالمجاميع الفعالة القادرة علي الربط الهيدروجيني وهي:

a. ذرات الأكسوجين علي أسطح السيلوكسان: والتي تتميز بسالبة كهربية عالية بدرجة كافية لتكوين روابط هيروجينية قوية

b. مجاميع الهيدروكسيل الطرفية: والتي تكون أكثر أهمية في معادن 1:1 عنه في معادن 1:2 نظرا لأن مجاميع $OH^-$ تقتصر فقط علي الحواف في الحالة الأخيرة بينما تصل نسبتها إلي 50% من السطح في الحالة الأولي

من الجدير بالذكر أن نشير إلي نتائج أبحاث *Turcheeneck and Oads, 1979* و التي أظهرت أن الطين الناعم يفضل الربط مع المواد الدبالية الاليفاتية والتي من المحتمل أن تكون قوي الإدمصاص الفزيائي هي المسئولة عن مثل هذا الادمصاصاص أما المكونات الأخشن فتكون أكثر المواد الدبالية المرتبطة بها أهي المواد الأروماتية (العطرية) والتي من المحتمل أن تكون الكبارى الكاتيونية هى القائمة بالربط فى تلك

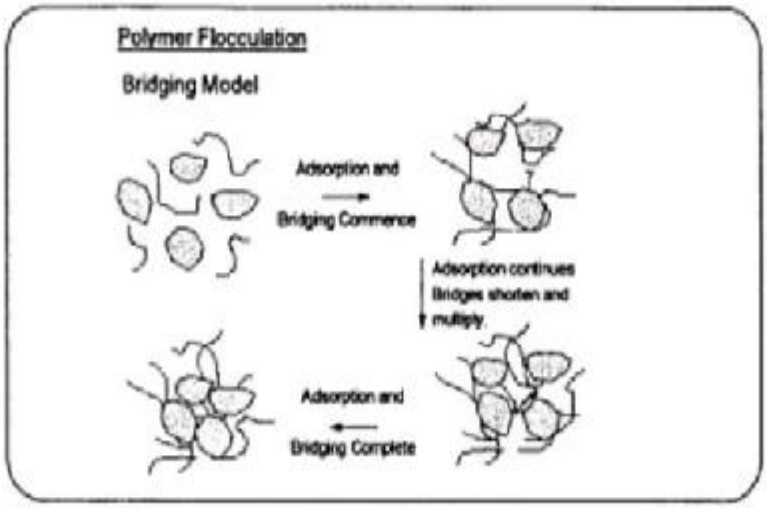
## البوليمرات وتخثر الغرويات

## Polymers and the flocculation of colloids



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تقوم الغرويات بتجميع الحبيبات المفردة لتكوين حبيبات مركبة وهو الأمر الذي يعتبر ضروري للحفاظ علي التربة الزراعية من الضياع سواء بالإنجراف eroson أو الرشح percolation (حيث تتحرك مع ماء الغسيل عبر القطاع الأرضي لتفقد كلية من التربة أو تتراكم في الأفاق السفلي كطبقة صماء hard pan مما يعوق من عملية الصرف) وطبقا لنظرية الجسور الكيميائية Chemical bridging theory والتي طورها La Mer و معاونوه سنة 1956 فإن "جزئ البوليمر العضوي يمكن أن يلتصق بسطح الحبيبة الغروية عند موقع واحد أو أكثر من مواقع الادمصاص مع امتداد باقي الجزئ في المحلول و الذي قد يتفاعل مع جسيمات غروية أخري لتكوين الجسر البوليميري الذي يربط بين الحبيبات".




1. **فإذا كانت البوليمرات مشحونة فإن الإرتباط يتم اساسا بواسطة الروابط الكهربية (الميكانيكية الأساسية للارتباط) وهنا يجب أن نشير إلي**



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

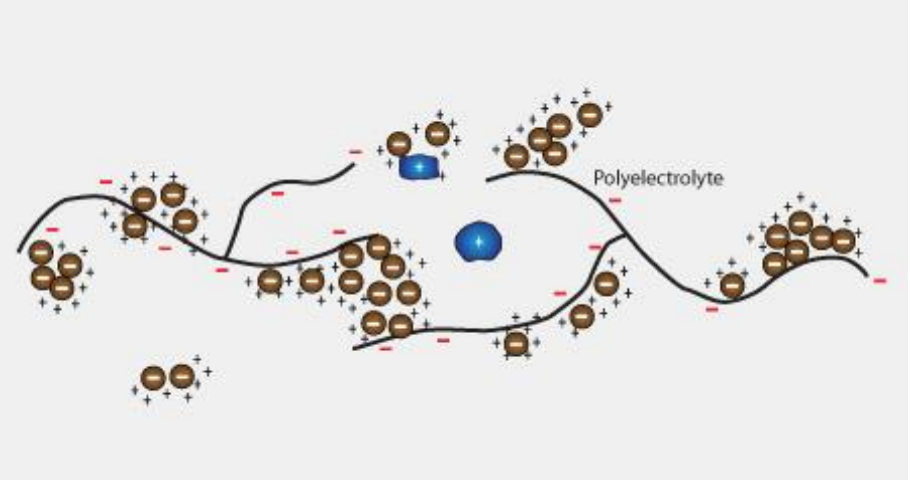
**أن** كمية البوليمر يجب أن تكون ضئيلة جدا بالنسبة للطين لأن الإفراط في الإدمصاص يؤدي إلي انقلاب الشحنة charge reversal مما يسبب تفريق للجسيمات بالشحنات المخالفة و تعتبر عديدات الأنيونات المستقيمة linear ذات السلسة الطويلة علي وجه الخصوص ذات كفاءة عالية كمخثرات flocculants للطين وبالتالي فهي تستعمل بنجاح كمهيئات للتربة soil conditioners صناعية لتحسين البناء و من أمثلتها ما يلي:

Vinyl acetate Maleic acid anhydride (VAMA)

Hydrolyzed polyacrylonitrile (HPAN)

Polygalacturonic acid (PGA)

Cellulose Xanthase (CX)




وعموما تنخفض كفاءة هذه البوليمرات السالبة بزيادة رقم الحموضة

2. **البوليمرات الغير مشحونة تكون القوي الطبيعية هي المسئولة عن ربط الغرويات المعدنية مع بعضها** فعند إضافة هذه المواد إلي أنظمة تتقارب فيها جسيمات الطين فإنها تكون روابط بين الجسيمات حيث تنتشر



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

spread البوليمرات المرنة علي الأسطح المتجاورة التي تلامسها مكونة روابط كثيرة مع كل سطح وتنشأ ما يعرف بطبقة الطلاء coat of paint حول مجموعة الجسيمات المتجاورة ومن أمثلة هذه البوليمرات:

Polyvinyl alconol (PVA)

Polyacrylamide (PAM)

Polytran (mostly ß-link dextran)

ملحوظة:

تعتبر البوليمرات الغير مشحونة بصفة عامة أقل كفاءة كمخثرات من البوليمرات المشحونة



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

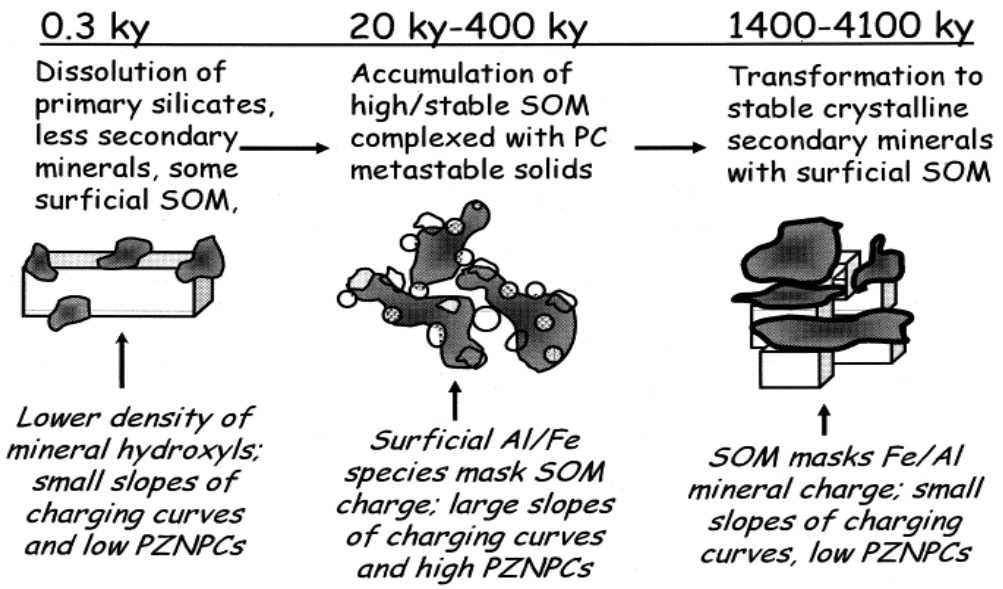
# الباب الثامن

# معقدات التجوية

# Weathering complex

تورط مادة الأرض العضوية في عمليات التجوية المختلفة في الأرض علما بأن الأمر لا يقتصر فقط علي عمليات تحول المعدن إنما يتعداه ليشمل أيضا العمليات البيدوجينية horizon differentiation المؤدي إلي تمايز الأفاق horizon differentiation في سولم التربة soil solum أي إنها تلعب دور في مختلف مراحل تكوين الأراضي بصفة عامة.

**معادن أولية+ماء+هواء---مادة عضوية-----← معادن ثانوية +أملاح ذائبة**

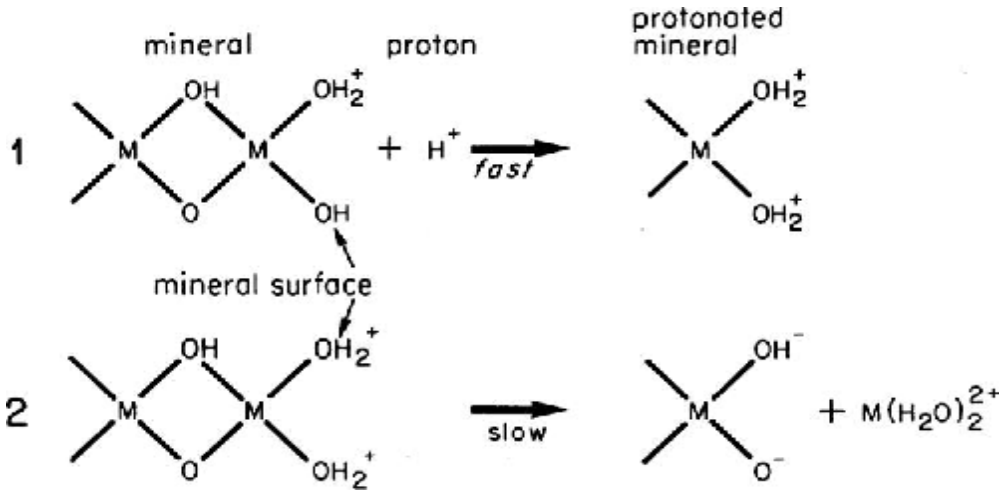





http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

## ما هي الميكانيكية المحتملة لتحلل dissolution للمعادن الأولية؟

من المعلوم أن الأملاح البسيطة تذوب في الماء بعملية تأدرت بسيطة أما في حالة السليكات (أملاح مركبة) والأكاسيد الفلزية فإنه تزداد نسبة الروابط التساهمية لتصبح قوي التأدرت hydration forces وحدها غير كافية للتغلب علي قوي الشبكة البللورية lattice forces و هنا يلزم أحلال قوي الروابط عن طريق هجوم البروتوناتproton attack (أحد الميكانيكيات المقترحة) و الذي يتم توضيحه من خلال التفاعل التالي:




ويؤدي هذا التفاعل إلي تفكيك أيون الألومنيوم (الموجود في طبقة الألومينا ثمانية الأوجه الموجودة في احد المستويات القاعدية لمعادن 1:1 والذي ينفصل من المعدن في النهاية في صورة المعقد المائي $Al(H_2O)^{3+}$ الذائب في الماء.

وقد يكون التحلل مصحوبا بتغير رقم التأكسد الأمر الذي يغير من حالة العنصر في التربة



http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

$$FeOOH(s)+3H^{+}+e\leftrightarrow Fe^{2+}(aq.)+2H_2O$$

## كيف تتورط مادة الأرض العضوية في تحلل المعادن؟

### تأثيرات غير مباشرة ومنها

### أولا: الأحماض الغير عضوية ذات الصلة بالمادة العضوية

والمثال الواضح هو ذوبان CO2 (الناتج عن تحلل المادة العضوية وتنفس الكائنات الحية التي تعيش في التربة) في المحلول الأرضي مكون حامض الكربونيك و الذي يتأين منتجا البروتون وأنيون البيكربونات

$$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

كذلك فإن أكسدة بعض العناصر الناتجة عن معدنة المادة العضوية كالكبريت والنتروجين تؤدي إلي تكوين أحماض غير عضوية (حتي لو لم تكن هذه العناصر من مصدر عضوي) وعمليات الأكسدة تلك تكون محفزة بميكروبات المادة العضوية لأن تفاعلات الأكسدة والإختزال غالبا ما تكون بطيئة جدا ما لم تجد عونا من عوامل الحفز المناسبة.

### ثانيا:المواد العضوية اللادبالية

وأهمها الأحماض العضوية ذات الوزن الجزيئي المنخفض و التي تنشأ أصلا كناتج وسطي للتمثيل الميكروبي أو النباتي و برغم ضألة كميتها وعمرها القصير في التربة إلا أنها تنتج باستمرار خلال دورات حياة الكائنات الدقيقة خاصة في منطقة انتشار الجذور rhizosphere.

### تأثيرات مباشرة للمواد الدبالية وتتمثل في:



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

1. تسهم أحماض الهيوميك والفولفيك الذائبة في إمداد محلول الأرضي بالبروتون وذلك عندما يكون رقم حموضة الوسط أعلي من 8.5
2. عوامل اختزالية reducing agents : حيث تكون مجاميع الهيدروكسيل الفينولية قادرة علي اختزال الحديد عند رقم حموضة أقل من 3 و تكون بذلك معقدات ذائبة فتزيد من تيسره للنبات النامي.
3. كعوامل تقييد Chelating agents

**دور عوامل التقييد مع نواتج تحلل المعدن**

*في حالة أراضي الأكاسيد Oxisols الموجودة في المناطق الأستوائية*

تعمل الحرارة العالية علي تحلل معدن فلسبار بوتاسي مثل الأرثوكلاز orthoclase أو الميكروكلينmicrocline ويكون المذيب أساسا هو الماء مذاب فيه $CO_2$

$$KAlSi_3O_8(s) + H_2CO_3 + 7H_2O \Leftrightarrow Al(OH)_3(s)\downarrow + 3H_4SiO_4^{\circ}(aq.) + KHCO_3(aq.)$$

حيث تفقد معقدات التجوية الناتجة بالغسيل من الطبقة السطحية و لا يبقي في الطبقة السطحية سوي الجبسيت الراسب الأمر الذي يؤدي إلي ميل الإتزان جهة اليمين بدرجة أكبرليحدث مزيد من التحلل للمعدن الفلسبار البوتاسي أما بالنسبة للفلسبار الحامضي الناتج عن هذا التفاعل فيكون غير مستقر و يمكن أن ينحل كالتالي:

$$HAlSi_3O_8(s) + 7H_2O \Leftrightarrow Al(OH)_3(s)\downarrow + 3H_4SiO_4^{\circ}(aq)$$

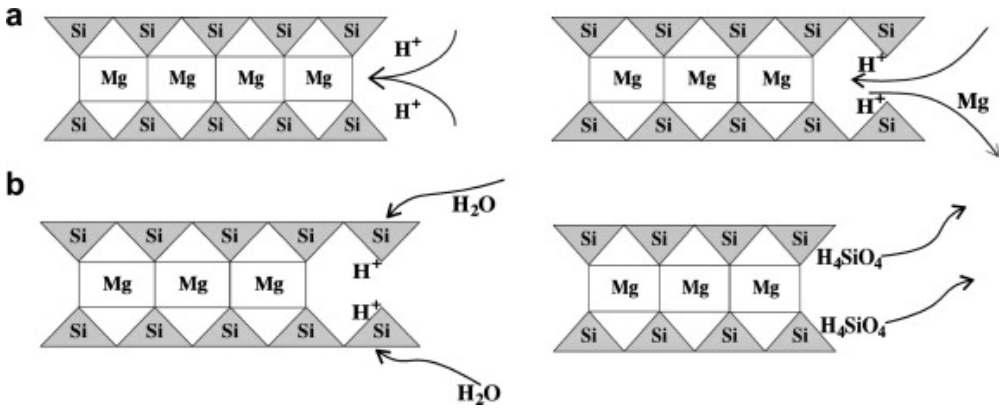
أما في حالة وجود عامل تقييد مثل حامض الأكساليك فنجد أن:

$$HAlSi_3O_8(s) + C_2O_4H_2(aq.) + 5H_2O(l) \Leftrightarrow C_2O_4Al^{+}(aq.) + 3H_4SiO_4^{\circ}(aq.) + OH^{-}$$

فإن عامل التقييد قد حال دون ترسيب الألومنيوم علي صورة جبسيت gibbsite وأبقي عليه ذائبا في المحلول.



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/




***أما في حالة أراضي البودزول Spodosols الموجودة في المناطق الباردة***

فيكون الغسيل شديد و موقف المغذيات شديدة الانخفاض وهنا تتكون أحماض عضوية ذائبة في الماء تتسبب في الذوبان التفضيلي للألومنيوم (والحديد) عن طريق التعقيد بواسطة الليجاند (L).

$$KAlSi_3O_8(s) + H_2L + H^+ + 5H_2O \Leftrightarrow AlL^+ + 3H_4SiO_4^o(aq.) + KOH(aq.)$$

وتحت ظروف الحموضة هذه (pH<4) تترسب السليكا في أفق السلب eluviation علي صورة غير متبلورة

$$H_4SiO_4^o \Leftrightarrow SiO_2.2H_2O(s)$$

بينما يظل الألومنيوم المعقد (معقد التجوية) ذائب في المحلول ويتحرك إلي أسفل مع ماء الغسيل ليتراكم في أفق الإضافة illuviation ($B_s$) Spodis.



مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

# المراجع

السيد الخطيب.1998. الكيمياء البيئية للأراضي. منشأة المعارف بالأسكندرية.

سعد محمود، عبد الوهاب عبد الحافظ، محمد مبارك. 1997. ميكروبيولوجيا الأراضي. الطبعة الثانية. مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة

عبد الحكيم جمعة، العيسوي الذهبي، مصطفي عمارة، السيد الخطيب.1999. أساسيات علم الأراضي. مؤلفات قسم الأراضي و المياه - كلية الزراعة-جامعة الاسكندرية.

T. Anđelković, J. Perović, S. Blagojević, M. Purenović, R. Nikolić, A. Bojić, D. Anđelković. 2006. Acidity of humic acid related to its oxygen-containing functional groups. *Bull. Chem. Technol. Macedonia.* 25 : 131–137.

J. Chatt; L.M. Venanzi. 1956. Olefin Complexes of Rhodium. *Nature*. 177 (4514): 852-853

P. Kurán, P. Janos, L. Madronová, J. Novák, J. Kozler .2008. Determination of OH groups in humic acids using methylation with dimethylsulfate. Talanta. 76:960-3

R.G. Pearson . 1963. Hard and soft acids and bases. J Am Chem. Soc 85:3533-3539.

R. G. Pearson. 1967. Hard and soft acids and bases. Chem. in Britain, 3: 103-107



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

R. G. Pearson. 1966. Acids and bases. Science, 151, 172–177.

F.J. Stevenson. 1994. Humus chemistry-genesis, composition, reactions. 2nd ed. Wiley, John & Sons, Incorporated

K.H. Tan . 1993. Principles of soil chemistry. Marcel Dekker, Inc.

http://www.chemguide.co.uk/physical/acidbaseeqia/theories.html

M. Sadik. 1978. Chemical and micromorphological studies on soil organic matter in some soils of Egypt. M.Sc. Thesis, Cairo University, Egypt.



http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى