المحاضرة الثالثة

المادة العضوية في التربةSoil Organic Matter

يمكن تعريف المادة العضوية بانها عبارة عن خليط من المواد المتبقية من الكائنات الحية نباتية او حيوانية والكائنات الحية الدقيقة الاخرى التي نتجت خلال عمليات تحلل decomposition طويلة الامد، وتتركب المادة العضوية من عدد من العناصر الغذائية اهمها الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين والكبريت والفسفور وغيرها من العناصر المعدنية ، تختلف احجام دقائق المواد العضوية مع درجة تحللها مما يؤدي الى اختلاف ذوبانها ومجاميعها الفعالة .

المادة العضوية يمكن ان تكون في طور منفصل او مرتبطة مع السطوح المعدنية ، لذا فان من فوائد تحلل المادة العضوية هو انطلاق العناصر المعدنية السابقة الذكر لتكون مصدرا غذائيا للنبات النامي واحياء التربة ، وقد لا يكون من الضروري التمييز بين البقايا غير المتحللة نسبيا او البقايا التي في مراحل متقدمة من التحلل .

ان اصطلاح الدبال (humus) عادة مايطلق على الجزء من المادة العضوية الذي بلغ درجة كبيرة من التحلل ووصل الى حالة اتزان مع البيئة المحيطة ، وعندها يصعب التعرف على التركيب الاصلي او الاساس للمواد العضوية الاصلية وتصبح المادة المتبقية بنية الى سوداء اللون وتكون مقاومة للتحلل نسبيا ، ويختلف نوع الدبال وكميته باختلاف التركيب الكيمياوي والطبيعي للمواد المتحللة، كما يتوقف على نوع التربة وانواع الاحياء الدقيقة التي توجد فيها وعلى بعض العوامل الاخرى ومنها الظروف المناخية مثل الحرارة والرطوبة والتهوية والحموضة والقلوية .في الترب الغدقة حيث الظروف غير الهوائية سائدة نسبيا يستمر الدبال في التراكم حيث لاتوجد فرصة للاحياء الدقيقة الهوائية لكي تحلل هذه المواد وتؤكسدها ، ومثل هذه التربة تكون قليلة الخصوبة لعدم تحلل المواد الغذائية الى صور صالحة لتغذية النبات ، اما في الترب الخفيفة والرملية فان المواد العضوية تتحلل بسرعة مما يؤدي الى قلة تراكم الدبال فيها ، ومثل هذه التربة تعتبر ايضا قليلة الخصوبة.

تشمل المواد العضوية في التربة على نوعين من المركبات هي :
أ - المواد غير الدبالية Nonhumified Substancesوتتحرر بانحلال النبات والحيوان والانسجة الميكروبية وتتضمن : الكاربوهيدرات ، الحوامض الامينية ، اللبيدات ، اللكنين ، الحوامض النووية، الاصباغ، الهرمونات، انواع اخرى من الحوامض العضوية.

ب- المواد الدبالية Humified Substancesوتتكون خلال عملية تحلل (Decomposition) الحوامض غير الدبالية، وتتكون من مركبات ذات مجاميع معقدة مثل : حامض الفولفيك(Fulvic acid) ، حامض الهيومك(Humic acid) ، الهيماتوميلانيك(Hymatomelanic) والهيومين(humin) .

الحوامض (المركبات) العضوية الدبالية :تعتبر المركبات الدبالية من اهم المكونات الرئيسية للمادة العضوية في التربة وتكون المسؤولة عن العديد من الفعاليات الكيميائية في التربة، فهي تعمل على امتزاز الايونات ، وتتداخل مع الاكاسيد والهيدروكسيدات والمعادن الطينيةمكونة مركبات معقدة لها مدى واسع من الخصائص والثباتية الكيميائية والبايولوجية ، وان تلك المعقدات سوف تنعكس بتاثيرها في خصائص التربة المختلفة كالسعة التبادلية الكاتيونية وقابلية التربة للاحتفاظ بالماء وجاهزية العناصر الغذائية.

تتصف المركبات العضوية الدبالية بالعديد من الصفات العامة وهي :

أ - انها مواد غير متبلورة . Amorphous Substances

ب- لونها داكن . Dark Colored

ت- غرويات محبة للماء . Hydrophilic Colloids

ث- مواد حامضية . Acidic

ج- جزء منها آروماتية . Partly aromatic

ان المركبات العضوية الدبالية لها مدى واسع من الاوزان الجزيئية ، فهي تبدا من عدة مئات وتنتهي بمركبات ذات اوزان جزيئية تصل الى عدة الاف ، واعتمادا على قابلية تلك المركبات في الذوبان ضمن الحوامض والقواعد المختلفة فقد قسمت الى اربع اقسام في اعلاه ضمن المواد الدبالية. و يمكن التمييز بين المركبات العضوية على اساس قابلية ذوبانها في الحوامض والقواعد والكحول الاثيلي وكما في الجدول (1) :

جدول (1) قابلية الاحماض الدبالية للذوبان في الحوامض والقواعد والكحول الاثيلي

Fractions	Alkali	Acid	Ethyl alcohol
Fulvic acid	Soluble	Soluble	In soluble
Humic acid	Soluble	In soluble	In soluble
Hymatomelanic	soluble	In soluble	Soluble
Humin	In soluble	In soluble	In soluble

الصفات العامة للحوامض الدبالية Properties of humic acids

- تعتبر المواد الدبالية مخزنا للعناصر الغذائية التي تجهز للنباتات والتي تنطلق تدريجيا نتيجة لانحلال الدبال بواسطة الاحياء الدقيقة.
- للمواد الدبالية سعة تبادلية كتيونية تبلغ حوالي 300 ملي مكافئ لكل 100 غرام . وترجع اسباب السعة التبادلية الكتيونية اي اكثر بكثير من السعة التبادلية الكاتيونية للطين ، وترجع اسباب السعة التبادلية الكاتيونية الى الانحلال والتاين للمجاميع

الحامضية والتي تدخل في تركيبات المجاميع الفعالة مثل الكاربوكسيلية والفينولية فانها تعمل على تقيد او خلب بعض العناصرالغذائية الصغرى وبالتالي تحميها من الضياع وتجعلها في صورة صالحة لاستعمال النبات . بالاضافة الى قدرة هذه المواد على امتصاص الماء وذلك لارتفاع سطحه النوعي لذلك يفضل اضافتها الى الترب الرملية ذات القدرة المنخفضة على حفظ الماء ، وكذلك دورها في تحسين خواص التربة الفيزياوية عن طريق تكوين الحبيبات المركبةالتي تزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء ، ويعمل على تفكيك التربة الطينية الثقيلة من خلال تحسين نفاذية التربة للماء والهواء والجذور . وللدبال دور في زيادة قدرة التربة التنظيمية فلا يجعلها تميل الى الحموضة او القلوية ، وتفقد التربة من دبالها نتيجة لزراعتها المستمرة بواسطة المحاصيل ونتيجة الخدمة من عزق وحراثة والتي تسبب زيادة تهوية التربة ، لذلك يجب العمل على تعويض هذا الفقد من الدبال عن طريق التسميد الاخضر او اضافة الاسمدة العضوية الحيوانية او الصناعية .

المجاميع الاساسية للمواد الدبالية :

1- حامض الفولفيك : Fulvic acid

يختلف التركيب العنصري لحوامض الفولفيك عن التركيب العنصري لحوامض الهيوميك بكونها تحتوي على نسب اقل من الكاربون والنتروجين ونسبة اكبر من الهيدروجين والاوكسجين مقارنة بحوامض الهيوميك :

$(CooH)_n$

R التركيب البنائي لحوامض الفولفيك

$(OH)_m$

حيث ان :
R -- يمثل نواة الحامض العضوي
OH– تمثل مجاميع الهايدروكسيل الفينولية
COOH– تمثل مجاميع الكاربوكسيل
n– تمثل عدد مجاميع الكاربوكسيل ($n \geq 2$)
m– تمثل عدد مجاميع الهايدروكسيل ($m \geq 2$)

- تحتوي حوامض الفولفيك على المجاميع الحلقية Aromatic والمجاميع الاليفاتيكية Aliphatic ، ويكون الجزء الحلقي لحوامض الفولفيك اقل تكثفا من الجزء الحلقي لحوامض الهيوميك وهذا يفسر قلة وضوح النواة فيها ، لذلك نجد حوامض الفولفيك دائما فاتحة اللون وذات كثافة ضوئية واطئة .
- تتميز حوامض الفولفيك بانها اكثر حبا للماء Hydrophillic من حوامض الهيوميك بسبب اتساع نسبة المجاميع الاليفاتيكية الى المجاميع الحلقية فيها ، حيث تحمل

المجاميع الاليفاتيكية الصفات المحبة للماء، واما المجاميع الحلقية فتحمل الصفات الكارهة للماء Hydrophobic .

- تحتوي احماض الفولفيك على مجاميع وظيفية او فعالة ، كمجموعة الكاربوكسيل (-- COOH) ومجاميع الهايدروكسيل الفينولية (-- OH) وقد تحتوي على مجاميع الميثوكسيل (-- OCH_3) .
- تحتوي نواتج تحلل حوامض الفولفيك على الحوامض الامينية المشابهه في تركيبها للحوامض الامينية الداخلة في تركيب حوامض الهيوميك .
- ان حوامض الفولفيك ذائبة في الماء وهي غروية وان حموضتها الكلية تتراوح بين900–1400meq / 100g وتلعب المجاميع الكاربوكسيلة والفينولية دورا هاما في تحديد طبيعة حموضة هذه الاحماض وان درجة تفاعل حوامض الفولفيك تقع في حدود 2.6–2.8 ، وعلى هذا الاساس تعد حوامض الفولفيك حوامض عضوية قوية ، لذلك فانها تؤثر كثيرا في تجوية معادن التربةالمختلفة.

2- حامض الهيومبك : Humic acid

من الناحية الكيميائية لا تمثل حوامض الهيوميك حوامض محددة ، كما انها ليست ذات تركيب بنائي ثابت ومحدد ، ويوضح الجدول (2) التركيب الكيميائي العنصري لها ، وهذا يؤكد القيمة العالية لهذه الحوامض من حيث انها تمثل مصدرا احتياطيا للعناصر المغذية في التربة وخاصة النتروجين .

جدول (2) التركيب الكيميائي العنصري لحوامض الفولفيك والهيوميك والهيومين

العنصر	حامض الهيوميك	حامض الفولفيك	الهيومين
C	56.4	50.9	55.4
H	5.5	3.3	5.5
N	4.1	0.7	4.6
S	1.1	0.3	0.7
O	32.9	44.8	33.8

- يتكون النموذج العام للبناء التركيبي لحوامض الهيوميك من شبكة مستوية لذرات الكاربون المتجمعة حلقيا وفي الجذور الجانبية والتي هي عبارة عن سلاسل جانبية متفرعة من ذرات الكاربون ومتحدة بصورة سلاسل مستقيمة ، اي انها تحتوي على المجاميع الحلقية الاروماتية Aromatic والاليفاتيكية Aliphatic ، ولا يوجد شك في الطبيعة غير البلورية لحوامض الهيوميك ويمكن اعتبارها من الغرويات العضوية الكروية ذات التركيب الهيكلي المسنن .

- تتشابهة الحوامض الدبالية في تركيبها البنائي لكنها تختلف في اوزانها الجزيئية، اذ ان تنوع حجم دقائق حامض الهيوميك وعدم تجانسها من حيث تفاصيل بنائها التركيبي ، وبسبب هذه المميزات والصفات اصبح تحديد الوزن الجزيئي لحوامض الهيوميك معقدا جدا وتتفاوت قيم الوزن الجزيئي بين 500–300.000.
- تحتوي حوامض الهيوميك على مجاميع وظيفية فعالة ، والتي هي عبارة عن السلاسل الجانبية لذرات الكاربون المتجمعة بشكل سلاسل مستقيمة والتي تحدد طابع تفاعل حوامض الهيوميك مع المحيط بها ، ومن هذه المجاميع الكاربوكسيل (- COOH) والهايدروكسيل الفينولي (- OH) والميثوكسيل ($-OCH_3$) والكاربونيك (- CO) .

3- الهيومين : Humin

- وهو جزء الموادالدبالية الذي لا يستخلص من التربةبالمحاليل القاعدية والحامضية ، والهيومين عبارة عن معقد من المواد الدبالية، يتكون من حوامض الهيوميك والفولفيك ، حيث تختلف حوامض الهيوميك في الهيومين عن حوامض الهيوميك الاعتيادية بكونها تحتوي على نسبة اوطئ من الكاربون ونسبة اعلى من الاوكسجين والهيدروجين .
- نظرا لوجود اواصر قوية بين حوامض الهيوميك والفولفيك في الهيومين(من نوع الايسترات المعقدة) تسبب فقدان جزءا كبيرا من صفاتهم الحامضية ، وتكون هذه الحوامض ذات درجة عالية من التجمع Polymerlization والتراص Compactness مما يعطيهم المقاومة الكافية لفعل القواعد.
- تدخل ضمن مجموعة الهيومين ايضا الدقائق المتفحمة والتي توجد بكميات مختلفة في جميع الترب ، والدقائق المتفحمة عبارة عن بقايا نباتية تكونت نتيجة لتعاقب عملية الترطيب والجفاف وتمثل بحد ذاتها مواد خاملة لا تشترك بصورة مباشرة في العمليات التي تجري في التربة .

ملاحظة : ان حوامض الهيماتوميلانيك (Hymatomelanic) لا تمثل مجموعة مستقلة بحد ذاتها بل انها عبارة عن الجزء الذائب من حوامض الهيوميك في الكحول .

مصادر المواد الهيوميكية في التربة : Sources of humic substances in soil

لقد وضعت العديد من الفرضيات حول المصدر الرئيس للمواد الهيوميكية في التربة اهمها :

1- فرضية التحول النباتي The plant alteration hypothesis

تفترض هذه النظرية ان الانسجة النباتية تتعرض الى عمليات تحلل مستمرة بواسطة الاحياء الدقيقة، وان قسما من هذه الانسجة تقاوم عملية التحلل المايكروبي، وان تلك الانسجة المقاومة تتحول بشكل سطحي وطفيف في داخل التربةالى مواد هيوميكية (غرويات عضوية) ، وان المواد الهيوميكية المتكونة الجديدة تتاثر كثيرا بطبيعة وخصائص الانسجة النباتية

الاصلية التي تكونت منها ، وخلال المراحل الاولى من عملية التحول هذه تتكون حوامض الهيوميك (HA) عالية الوزن الجزيئي (High – molecular weight humic) والتي تتحلل تدريجيا فيما بعد الى احماض الفولفيك (Fulvic acids) وغاز ثنائي اوكسيد الكاربون وماء.

2- فرضية البلمرة الكيميائية : The Chemical Polymerization hypothesis

تشير هذه الفرضية الى تحلل البقايا النباتية بواسطة الاحياء الدقيقة الى جزيئات اصغر ، والتي تستخدم مرة اخرى من قبل الاحياء الدقيقة كمصادر للكاربون والطاقة (Carbon and energy sources) ، بعدها تعمل الاحياء الدقيقة على تخليق وضع الفينولات والاحماض الامينية ومن ثم طرحها الى المحيط الخارجي ، الامر الذي يؤدي الى تعرض تلك المواد المطروحة الى عمليات اكسدة وبلمرة oxidized and polymerized تتحول من خلالها الى مواد هيوميكية humic substances داخل التربة . وان هذه المواد الهيوميكية المتكونة لاتتاثر بطبيعة وخصائص الانسجة النباتية الاصلية .

3- فرضية التحلل الذاتي للخلايا : The Cell autolysis hypothesis

وتنص هذه الفرضية على ان المواد الهيوميكية تتكون بفعل التحلل الذاتي للخلايا النباتية والمايكروبية بعد موتها ، ونتيجة لتحلل تلك الخلايا تكون نواتجها كل من السكريات Sugars ، الفينولات Phenols ، مركبات اوروماتيه اخرى (other aromatic compounds) ومن خلال تكثيف تلك المواد الناتجة وبلمرتها تتكون المواد الهيوميكية المختلفة في التربة.

4- فرضية التخليق المايكروبي : The microbial synthesis hypothesis

تشير هذه الفرضية الى ان الاحياء الدقيقة تقتاد على الانسجة النباتية كمصادر للكاربون والطاقة وذلك لتخليق المواد الهيوميكية عالية الوزن الجزيئي داخليا ضمن خلاياها ، وبعد موت تلك الاحياء وتحلل خلاياها فان تلك المواد الهيوميكيةالتي خلقت داخل خلاياها سوف تنطلق الى داخل التربة، وان تلك المواد الهيوميكية المنطلقة وذات الوزن الجزيئي العالي تعتبر الخطوة الاولى لعملية التبدل (The first stages of humification) ، بعدها تتحلل تلك المواد داخل التربة بواسطة النشاط المايكروبي الى احماض الهيوميك والفولفيك اضافة الى غاز ثنائي اوكسيد الكاربون والماء.

من خلال ما تقدم لا يمكن الجزم بان ايا من تلك الفرضيات هي اقرب الى الواقع او الاهم ، بل يمكن ان تكون متكاملة مع بعضها بحيث تتداخل تلك العمليات في انتاج المواد الهيوميكية داخل التربة ، وقد تسود احدها على الاخرى تبعا للظروف البيئية السائدة ، ويمكن ان نستنتج بان الموادالهيوميكية عالية الوزن الجزيئي تعد هي الخطوة الاولى في عملية التدبل وبعدها تتحول تلك المواد بفعل عمليات التحلل المستمرة الى مواد هيوميكية ابسط وذات وزن جزيئي واطئ .

التركيب الكيميائي للمواد الهيوميكية The Chemical structure of humic substances

اعطت التحاليل الكيميائية تصورا حول مستوى تواجد العناصر الكيميائية ضمن المواد الهيوميكية ، اذ بينت تلك التحاليل لحوامض الهيوميك المستخلصة من ترب تتنوع في مواقعها والظروف المحيطة بها فضلا عن اختلافها في الظروف البيدولوجية التي ادت الى تكوينها ، اذ بينت نتائج التحاليل ((جدول 1)) ان قيم الكاربون تتراوح بين 58.7% -- 53.8 ، في حين شكل الاوكسجين قيم تراوحت 38.3% -- 32.8 اما الهيدروجين فيشكل نسبة 6.2% -- 3.2 و النتروجين 4.3% -- 0.8 والكبريت شكل قيم تراوحت بين 1.5% -- 1 .

واتضح ان حامض الفولفيك (FA) ((جدول 2)) يحتوي على اوكسجين وكبريت اعلى من حامض الهيوميك ، في حين يحتوي على كاربون وهيدروجين ونتروجين اقل من حامض الهيوميك ، اذ تراوحت قيم الكاربون ضمن تركيبة حامض الفولفيك بين 50.6% -- 40.7 والاوكسجين بين 49.8% -- 39.7 . وكمعدل لوحظ ان حامض الهيوميك يحوي على 10% كاربون اعلى من محتواه في حامض الفولفيك و% 10 اقل من الاوكسجين ، وبشكل عام يشكل كل من الاوكسجين والكاربون العنصرين الرئيسين في تركيبة كل من حامضي الهيوميك والفولفيك .

كما بينت الدراسات ان المحتوى الاكبر من المجاميع الفعالة التي تحوي على الاوكسجين (major oxygen – containing functional groups) ضمن المجاميع والمركبات الهيوميكية هي :

الكاربوكسيل carboxyls ، الهايدروكسيل hydroxyls ، الكاربونيل carbonyls ، ان نتائج التحاليل الخاصة بحامض الهيوميك لتلك المجاميع معروضة في ((جدول 3)) فضلا عن نتائج الحموضة الكلية Total acidity ومجموع الكلي لمجاميع الكاربوكسيل Co_2H ومجاميع الفينول ، كذلك ظهرت النتائج الخاصة بحامض الفولفيك ضمن ((جدول 4))، اذ بينت تلك النتائج ان الحموضة الكلية ومحتوى مجاميع الكاربوكسيل ضمن حامض الفولفيك كانت اعلى مما هو في حامض الهيوميك .

التداخل بين الغرويات المعدنية والغرويات العضوية في التربة :

ترتبط الغرويات العضوية مع المعدنية في التربة ونتيجة لحالة التفاعل بين الجزئين و تتكون بالنتيجة مكونات مختلفة ويمكن وصفها بالاتي :

أ - الاتحاد مع الايونات المتبادلة على سطوح معادن الطين او الذائبة في محلول التربة ويحصل من خلال تفاعل احماض الهيوميك مع العناصر المعدنية الذائبة والمتبادلة مكونة هيومات Humate تلك العناصر ، والتي تكون هيومات العناصر القاعدية الاحادية التكافؤ المنتشره الى الطبقات السفلى من مقد التربة عند توفر الرطوبة

الكافية ، كذلك تتكون فولفات تلك العناصر وهي مركبات عالية الذوبانومتحركة في ظروف التفاعل الحامضي والمتعادل والقاعدي الضعيف في التربة .

ب| -الارتباط مع الاكاسيد الثلاثية الذائبة وتحصل عملية الارتباط من خلال التفاعلات التبادلية بين اشكال R_2O_3 غير السيليكاتية (Fe_2O_3 و Al_2O_3) مع هايدروجين المجاميع الوظيفية الفعالة، ويطلق على هذا التفاعل بتفاعلات التبادل الانيوني (anion exchange reactions) اي ان الايون السالب(الجذر العضوي) ينجذب الى سطح الاوكسيد الموجب الشحنة ، وتشترك جذور الجزيئات العضوية في احاطة ايون الاكاسيد المركزي مكونا معقدات (Complexes) او مركبات مخلبية (Chelates) .

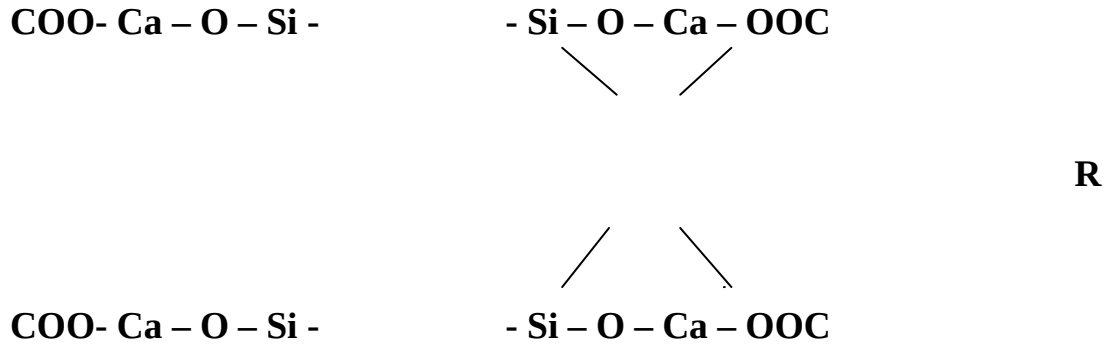
ت| -الاتحاد والتفاعل مع معادن الطين : يتحد الدبال والجزيئات العضوية مع حبيبات الطين في صورة اغشية حول وبين الحبيبات المعدنية وبذلك يؤثر كل منها على الاخر، ان طبيعة الارتباط بين هذين المكونين ذو اهمية كبيرة في تكوين بناء التربة ، وحسب طبيعة الارتباط المتكون يتحدد الشكل والحجم والصفات الثبوتية (اي مقاومة التاثير التحطيمي للماء) للمجاميع (الحبيبات المركبة) التي تتكون من اتحاد الحبيبات الاولية مع بعضها تحت تاثير وجود الجزء العضوي . وان اهم اشكال الروابط او الاواصر للمواد الدبالية مع معادن الطين هي :

- التبادل الايوني الموجب (Cation exchange) : يحصل هذا التفاعل بين غرويات التربة السالبة الشحنة وبين المجاميع العضوية الحاوية على ذرات النتروجين ومجاميع حلقية او اليفاتيكية ، وقد تكون هذه الاصرة قوية جدا في معظم الحالات ،
- التبادل الانيوني (Anion exchange) : ان انحلال المجاميع الكاربوكسيلية المرتبطة في الجزيئات العضوية تحت ظروف PH مناسبة تساهم في عملية الترابط ، ولا بد من الاشارة الى عدم وفرة تقارير تؤيد صحة هذا التفاعل بالتربة بسبب غياب الغرويات الحاملة للشحنة الموجبة في ظروف PH ملائم لتاين المجاميع الكاربوكسيلية . فالغرويات الحاملة للشحنة الموجبة تكون سائدة في الوسط الحامضي الذي يمتاز بعدم ملائمته لتاين المجاميع الكاربوكسيلية .
- الاصرة الهايدروجينية : تمثل الاصرة الهيدروجينية قوة الكتروستاتيكية بين ذرة الهيدروجين من جهة وذرة سالبةالشحنة (مثل الاوكسجين) وذرة اخرى سالبة الشحنة او مجموعة من الذرات المختلفة من جهة اخرى، حيث تكون ذرة الهيدروجين جسرا بين الذرات وقد تاخذ الشكل التالي :

NH ---- O , OH ----- N , OH ----- O , NH ------ N

وان المواد الدبالية تحتوي على الكثير من المجاميع الفعالة التي تحتوي بدورها على (H^+) وهذه تساهم في عملية ربط حبيبات التربة مع المركبات العضوية .

- معقدات جسر الماء : المعقدات التي تحتوي على اصرة بين الجزيئات العضوية والايونات الموجبة الممدصة على سطح المعادن من خلال جزيئات الماء ، ويعتقد ان هذه الاصرة غير ثابتة اي ممكن ارتباط المجاميع الكربوكسيلية مباشرة مع الايون الموجب الممدص وهذه الحالة هي السائدة عند الجفاف .



الشكل اعلاه يبين طبيعة النفاعل : حبث R عبارة عن النواة المعقدة لحامض الهيوميك والتي ترتبط باربعة مجاميع كاربوكسيلية واما السليكون فيمثل سليكون الطبقة السطحية لطبقة التتراهيدرا في المعدن الطيني، اما الكالسيوم فيعتبر بمثابة جسر يربط من جهة بحامض الهيوميك ومن الجهة الاخرى مع الحبيبات المعدنية ، وعند غسل التربة باملاح الكاتيونات القلوية الاحادية بجري هنا احلال هذه الكتيونات محل الكتيونات الثنائية الشحنة وان مثل هذا الاحلال يؤدي الى تحطيم الاواصر بين حامض الهيوميك والمعادن السيليكاتية .

- **قوى فان دروالس : تلعب قوى فان دروالس دورا كبيرا في تغطية سطح الحبيبات المعدنية بالجزيئات العضوية، حبث تعمل على جذب الجزيئات المعدنية والعضوية لبعضها ، ويعتقد ان اساس هذه الرابطة الضعيفة هو استقطاب ، اي انها ذات طبيعة اليكتروستاتيكية ، ان الحبيبات المركبة من الطين والمادة العضوية هي حبيبات ثابتة ضد تاثير الماء وغير متفرقة وتساعد على ثبات بناء التربة . هذا التاثير مفيد لحفظ التربة في حالة مناسبة من الوجهة الزراعية ، تتكون المواد العضوية الرابطة وكذلك المكونات الدبالية لثناء تحلل المادة العضوية في التربة ، فاذا كانت هذه البقايا سريعة التحلل فان التحبب (aggregation) فان التحبب يصل الى حده الاقصى بسرعة ثم ينخفض ايضا بسرعة وربما لا يكون هناك فروق واضحة بين هذه الترب والترب الاصلية قبل التحبب بعد شهر او شهرين ، اما اذا كان معدل التحلل للمادة العضوية بطيئا وذلك كما هو في قش الحنطة (Wheat straw) او جذور النبابات الناضجة فان التحبب يزداد بمعدلات بطيئة والحد الاقصى ربما يكون اقل الا ان تاثير التحبب سيظل فعالا لمدة اطول وسيكون انخفاضه ابطا عما هو الحال في المواد سريعة التحلل .**