

محاضرات اساسيات التربة النظري

المحاضرة الاولى :

علم التربة :

يمكن تعريف علم التربة بانه مجموعه المعلومات والاسس المنظمة والمتعلقه بالمادة المسماة تربة . وهو علم يتعلق بجميع العلوم الطبيعية وعلى الاخص الفيزياء والكيمياء والبايولوجي .

لذلك فان هناك ما لا يقل عن خمسة فروع لعلم التربة وهي فيزياء التربة ، كيمياء التربة ، احياء التربة المجهرية ، نشوء ومسح التربة ، وخصوبة التربة . اضافة الى العديد من التقسيمات المتعلقة بواحد او اكثر من الفروع المذكورة اعلاه .

ومن التطبيقات الاساسية لعلوم التربة هو اهميتها في الزراعة وبذلك تكون فرع ادارة التربة . كذلك فان لعلوم التربة اهمية في الهندسة لذلك فان كليات الهندسة تقوم بتدريس ميكانيك التربة لاهمية التربة في تنفيذ معظم المشاريع الهندسية .

نظرتنا الى التربة :

التربة هي تلك المادة التي تغطي سطح الارض وتقوم بتجهيز الغذاء والكساء للانسان ولباقي الكائنات الحية بالاضافة الى قيامها بتنقية المياه من الكثير من المواد العالقة والملوثات لجعلها ملائمة للاستهلاك جددا . كذلك فان النباتات تعيش على التربة لتقوم بتجمل البيئة وتلطيف الجو وتنقية الهواء .

التربة هي احد الموارد الطبيعية الرئيسية وان اهم سبب لتطور معظم الحضارات القديمة وديمومتها هو امتلاكها لموارد تربة جيدة . ويعزي المؤرخون تدهور الكثير من الحضارات القديمة كحضارة وادي الرافدين ووادي النيل وحضارة الانكا في امريكا الجنوبية الى تدهور موارد التربة وسوء ادارتها وعدم الاهتمام بصيانتها .

ولعل احد الاسباب المهمة في التقدم السريع الذي حصل في شمال اميركا هو وجود موارد تربة وفيرة وجيدة بالاضافة الى موارد المياه والمناخ الملائم للتطور الكبير في الانتاج الزراعي .

المكونات الرئيسية للتربة :

تعرف التربة من قبل المهتمين بها كوسط لنمو النبات (Soil Edaphologists) بانها جسم طبيعي يتكون من مزيج من المواد المعدنية والمواد العضوية المتحللة والتي تغطي سطح الارض بشكل طبقات وتقوم عند احتوائها على نسب الملائمة من الماء والهواء بتنشيت النبات وتجهيزه بمعظم احتياجاته للنمو .

وهكذا تعتبر التربة مزيج من المواد المعدنية والمواد العضوية والماء والهواء . فتربة معدنية سطحية مثالية لنمو النبات تحتوي على النسب الحجمية التالية : مواد معدنية ٤٥% ، مواد عضوية ٥% ، ماء ٢٥% ، وهواء ٢٥% فالمواد المعدنية والعضوية تكون الجزء الصلب من التربة الذي توجد بينه مسامات بينيه تشغل بالماء والهواء .

ومن الضروري ان نؤكد بان هذه المكونات ونسبها تختلف من تربة لآخرى وان نسب الماء والهواء تتغير في نفس التربة من وقت لآخر حسب الظروف الجوية والعمليات الزراعية . كذلك فان هناك علاقة عكسية بين نسبة الماء والهواء في التربة حيث انهما يشغلان الحجم الكلي للمسامات البينية .

الترب المعدنية والترب العضوية :

من المعروف ان نسبة المادة العضوية في الطبقات السطحية لمعظم الترب المعدنية (الترب اللاعضوية) تتراوح بين ١ % و ٦ % . وفي مناطق المستنقعات والاهوار التي تكثر فيها النباتات الطبيعية وبسبب الظروف اللاهوائية التي تقلل من تفسخ المادة العضوية تتطور ترب .

تتكون نسبة كبيرة منها من المادة العضوية وعندما تكون النسبة الوزنية للمادة العضوية في الثلاثين سنتمترا العليا في التربة بين ٢٠ % و ٣٠ % فان خواص التربة تعتمد بدرجة كبيرة على الجزء العضوي وليس على الجزء المعدني وتسمى التربة عندئذ تربة عضوية او تربة هشيمة (muck soil) وقد تصل النسبة الوزنية للمواد العضوية في الجزء السطحي لبعض هذه الترب بين ٨٠ % و ٩٥ % .

ان مساحات الترب العضوية في العالم صغيرة مقارنة بمساحات الترب المعدنية الا ان بعض هذه الترب تستعمل لزراعه بعض الخضروات بصورة كثيفة جدا .

التربة كجسم طبيعي :

تعرف التربة من قبل علماء التربة (Soil Pedologists) بانها جسم طبيعي ديناميكي متطور على سطح الارض وله ثلاث ابعاد (مساحة وعمق) تكونت صفاته نتيجة للتأثير المتداخل للطقس والمادة الحية (النبات والحيوان) على المادة الام (Parent material) وتحت تأثير الانحدار (ميلان سطح الارض) لفترات من الزمن .

ينتج عن تجوية الصخور (rocks weathering) مخلفات غير راسخة تعمل كمادة ام لتطور ما يسمى بمقد التربة (Soil profile) الذي يعكس التأثير المتداخل للطقس والاحياء والميلان والزمن على المادة الام .

المحاضرة الثانية :

الفصل الثاني / نشوء وتطور الترب

تكوين التربة soil Formation

يطلق على تحول مادة الاصل Parent Material الى تربة بتكون التربة وهناك علاقة بين مادة الاصل والتربة



عمليات تكوين التربة Processes of soil Formation

على الرغم من ما يحدث من عمليات تكوين التربة مثل التجوية وتكوين المعادن الطينية وتكوين وتراكم الدبال وتبادل الايونات او فقد المواد الغروية والعضوية بين الافاق وترسيب الاملاح والمزج الميكانيكي للتربة او المزج البايولوجي بواسطة الاحياء الموجودة فيها الا انه بالامكان وضع هذه العمليات في اربعة مجاميع .

١ - الاضافة او التراكم : تراكم المادة العضوية على شكل دبال في الافاق الطمية وتراكم المادة الغروية كاطيان السليكات واكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والالمنيوم .

٢ - التحول : تحول النتروجين العضوي الى معدني

٣ - النقل : ويقصد به انتقال الترب الناتجة عن التجوية بالماء او الرياح الى مناطق ترسيبها

٤ : الفقد : فقد الكربون عند تحولة الى ثاني اوكسيد الكربون في التربة السطحية وفقد العناصر الغذائية عند غسلها من مقد التربة الى الطبقات السفلى .

افاق التربة

هناك ثلاث افاق A , B , C الافاق A اقرب الى سطح في الترب المعدنية
لتراكم المادة العضوية او اعلى تجوية او فقدان للمعادن الطينية او كليهما

A1 عندما تكون تراكم المادة العضوية في هذا الافاق اكبر من التجوية

A2 عندما تكون التجوية اكبر من تراكم المادة العضوية

قد تحتوي التربة اما على A1 او A2 او كليهما

في بعض الاحيان تتراكم المادة العضوية فوق سطح التربة المعدنية في ترب الغابات فتسمى هذه الطبقة بالأفق O .

تحتوي بعض الترب على الافق B الذي يقع تحت الافق A مباشرة ويتميز بتراكم اطيان السليكات وذات كثافة ظاهرية عالية وقليلة المسامية . وفي بعض الاحيان يكون تراكم الاطيان قليل جدا حيث لا يؤثر على الكثافة الظاهرية والمسامية وبهذا يمكن تمييزه عن طريق الاختلاف في اللون عن الافق التي تحته او فوقه .

السولم (Solum) وهي مجموعة الافاق (A و B) وتعني التربة الحقيقية .

يوجد تحت الافق B عادة الافق C الذي يتميز بانه الافق الذي تحصل فيه اقل التغيرات بالنسبة الى الافاق الاخرى .

في الترب الفتية يقع الافق C تحت الافق A مباشرة عند عدم احتواء التربة على اي من الافق A او B فان المقد يعتبر برمته C . وتوجد الترب الحاوية على افق C فقط عندما يكون التطور في المقد ابطا من سرعة ازالة الافاق A و B بواسطة التعرية .

عوامل تكوين التربة Factors of Soil Formation

ان تطور جميع الترب يتسبب عن بضعة عوامل تختلف فقط في شدتها وسرعتها واتجاه عملها لانتاج الترب المختلفة .

يمكن ان تتطور ترب مختلفة من مادة ام واحدة عندما تكون الظروف الجوية كالرطوبة والحرارة مختلفة او باختلاف الغطاء النباتي . كذلك تتغير صفات_الترب وتتطور مع مرور الزمن ، ايضا شكل سطح الارض يؤثر على العلاقة بين الماء والتربة وتهويتها ويؤثر على التعرية ومن ثم سرعة ودرجة تطور التربة .

ان المعادلة الاساسية لتكوين التربة

$$S = f(cl , O , r , P , t ,)$$

climate = Cl المناخ

living organisms = O احياء التربة

relif = R الطوبوغرافية

paret material = P المادة الاصل

time = T الزمن

وقد اوضح العالم جيني (Jenny 1914) ان تثبتت اربعة من العوامل يصبح بالإمكان دراسة تأثير التغير في العامل الخامس على تطور التربة .

الزمن كعامل من عوامل تكوين التربة

التربة نظام ديناميكي مستمر التغير الا ان معظم تغيرات التربة تجري بدرجة بطيئة لا يمكن ملاحظتها بسهولة ولكن يمكن الاستدلال عليها من دراسة مقد التربة و اضافتها ومن معرفة الاطوار التي تمر بها الترب خلال تطورها .

تعتمد الفترة الزمنية اللازمة لتطور عمق معين من التربة على كل من المادة الام والظروف الجوية والطوبوغرافية والغطاء النباتي وفعاليات الاحياء الاخرى في التربة .

تراكم بعض المواد العالية الذوبان او في تبادل الايونات ← بضعة سنوات

تراكم الدبال ← بضعة اعقاب من السنوات

تأثير تراكم الدبال ← بضعة قرون

سلب وكسب الاطيان ← اكثر بطناً

لا يكون هناك تجوية للمعادن الطينية بصورة مهمة في الظروف المناخية الجافة ولكن يمكن تحت هذه الظروف تقدير اهمية الزمن من خلال دراسة ذوبان او انتقال الكلس والاملاح الذائبة في مقد التربة .

عند زيادة كمية التساقط يمكن ان تدرس تجوية المعادن كذلك المناخ الحار الرطب يوفر فرصة لدراسة تأثير الزمن على تطور التربة .

الجدول التالي يمثل اختلاف كمية النتروجين والمادة العضوية مع الزمن

١٢٠٠	٥٦٦	٢٠٥	٦٠	٢٧	٠	عمر التربة بالسنوات
٤٦٦٠	٤٦٤٠	٤٠١٠	٢٩١٠	٤٥٠	١٨٠	كمية النتروجين كغم / هكتار
١٤٣١٠	١٦٣٢٠	١١٨٢٠	٨٠٠٠	٦٤٤٠	١١٢٠	كمية مادة عضوية كغم / هكتار

والشكل (ص ٣٥) يبين تأثير الزمن على نسبة المادة العضوية

المادة الام كعامل من عوامل التربة

المادة الام : هي المادة التي تتطور فيها التربة وهي اجزاء معدنية او مواد عضوية ناتجة عن عمليات التجوية الكيميائية للمواد المعدنية والعضوية

تبدا عمليات تكوين التربة وتنتج من التغيرات التي تحصل للمادة الام وتعتمد هذه التغيرات بدرجة كبيرة على طبيعة المادة الام وبالأخص نسجتها وتكوينها المعدني ومساميتها ودرجة تنضيدها .

تصنف المادة الام الى ثلاث مجاميع

١- المادة الام الماكثة Residual parent Material

وهي تلك التي تتكون من تجوية الصخور الاساسية في موقعها وتعتمد خواص هذه المادة الام على خواص الصخور التي تجوت منها بالإضافة الى طبيعة التغيرات التي حصلت لها خلال عملية التجوية .

٢- مادة الام المنقولة Transported Parent Material

وهي تلك المنقولة من مكانها الاصلي والتي ترسبت في مكان اخر اما قبل او عند بدء عملية التطور للتربة وتقسم على اساس الواسطة التي قامت بنقلها او ترسيبها مثل ١- الترسبات من المياه الجارية ٢- الترسبات البحرية ٣- الترسبات البحرية ٤- الترسبات الجليدية ٥- الترسبات الريحية ٦- الترسبات العضوية حيث تتراكم معظم مواد الام العضوية في مياه المستنقعات والاهوار حيث يكون نمو النبات غزيرا وتحلل المادة العضوية بطيئا بسبب رداءه التهوية .

امثلة على تأثير مادة الام على تكوين التربة :

- ان مادة الام يكون تأثيرها اكثر وضوحا على صفات التربة في الترب الفتية منها في الترب الناضجة ومن صفات المادة الام التي تؤثر على تطور الترب هي
- ١- النسجة

- ٢- درجة التنضيد degree of stratification
- ٣- التكوين المعدني Mineralogical composition
- ٤- المسامية porosity

عند تطور الترب من الصخور الصلدة تسير عملية تكوين التربة جنباً الى جنب مع تكوين المادة الام ، اما في الترب المتطورة من مادة ام منقولة فان تكوين التربة قد يبدأ مباشرة بعد الترسيب بمادة الام في موقع تطور التربة .

أ – تأثير نسبة المادة الام على غسل كربونات الكالسيوم .

يلاحظ من تاثير الزمن على نسبة $CaCO_3$ في الترب المستصلحة ان كربونات الكالسيوم قد غسلت بصورة تكاد تكون تامة من الطبقة السطحية في تلال سالزبري الرملية خلال مائة عام ان نسبة كربونات الكالسيوم في الترب المستصلحة من البحر في هولندا كانت حوالي ٦ % بعد مائة عام وسبب ذلك ان التربة ناعمة النسجة حيث تحتوي على ٦٠-٨٠ % طين .

ب – تأثير نسبة مادة الام على نسبة النتروجين والمادة العضوية .

لقد ذكر Brown 1936 الى ان الاختلاف في نسبة التربة السطحية بسبب اختلاف في نسبة كل من النايتروجين والمادة العضوية في لتربة حيث ان نعومة النسجة تشجع على زيادة قابلية التربة على مسك الماء وتجهيز العناصر الغذائية وبالتالي زيادة نمو النبات كذلك فان تهوية التربة الناعمة النسجة تكون اقل من تهوية التربة الخشنة النسجة وهذا بدوره يقلل من سرعة تحلل المادة العضوية بالاضافة الى ان بعض المواد العضوية تتحد مع الاطيان الغروية مما يؤدي الى حفظ جزء من المادة العضوية من التحلل .

@ زيادة نعومة المادة الام تقلل من غسل وانتقال المواد في مقد التربة مما يؤدي الى كون التربة (السولم) ضحلة العمق ، كذلك في حالة الجريان السطحي فان كمية المادة المتحركة خلال المقد قليلة ويقل غسل العناصر كذلك فان هذه المناطق تتعرض للتعرية المائية بصورة اكبر مما يجعل السولم ضحل اما في الترب ذات مادة الام الخشنة فان السولم يكون اكثر سمكا .

المناخ كعامل من عوامل تكوين التربة

يؤثر المناخ على تطور التربة من خلال التساقط ودرجة الحرارة

التساقط ويشمل كمية التساقط وشدته وتوزيعه الفصلي

درجة الحرارة : الاختلاف بين درجة الحرارة العظمى والصغرى السنوية واليومية وكذلك المعدل السنوي واليومي لدرجة الحرارة .

هناك تأثير غير مباشر للمناخ على تطور التربة من خلال تأثيره على الغطاء النباتي .

أ – تأثير المناخ على بعض صفات التربة الكيميائية .

في المناطق الرطبة : غسل نواتج التجوية في التربة الى الماء الارضي ثم الانهر والمحيطات

في المناطق الجافة : تتراكم النواتج في الافاق العليا حيث تكون غنية بالمواد القابلة للذوبان .

لقد قام Hilgard 1892 بتحليل ٥٠٠ عينة من ترب سطحية للمناطق الجافة والرطبة ووجد ان النسبة المئوية للمواد الذائبة كانت حوالي ١٥ % للمناطق السطحية و ٣٠ % للمناطق الجافة ووجد ايضا ان المناطق الجافة تحتوي على نسبة اعى من الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم من المناطق السطحية .

شكل ص ٤٨ يمثل العلاقة بين التساقط السنوي وكل من سعة التبادل للايونات الموجبة وايونات الهيدروجين القابلة للتبادل على معقد التبادل .

يظهر من الشكل انه في المناطق السطحية يتم غسل الاملاح الذائبة والعناصر القاعدية من مقد التربة وتميل التربة الى التفاعل الحامضي بسبب حلول ايون الهيدروجين من الماء محل العناصر القاعدية على معقد التبادل .

تأثير المناخ على محتوى التربة من المادة العضوية

زيادة معدل درجات الحرارة السنوية تؤدي الى انخفاض في نسبة المادة العضوية في الترب المتشابهة

شكل ٢-٩ ص ٤٩

وعلى عكس ذلك فان زيادة التساقط السنوي مع ثبوت الحرارة والعوامل الاخرى يؤدي الى زيادة النتروجين والمادة العضوية

شكل ٢-١٠ ص ٥٠

الاحياء كعامل من عوامل تكوين التربة .

تعتبر النباتات من اهم الاحياء بالنسبة الى تطور التربة ، حيث يحفظ الغطاء النباتي التربة من وقع قطرات المطر ويقلل من التعرية ومن كمية الماء الجاري فوق سطح التربة ويزيد من الماء الغائض في التربة والنباتات هي المصدر الرئيسي للمادة العضوية التي تساعد في كسب وسلب الاطيان وكذلك مع حركة العناصر الغذائية من A الى B .

تزداد نسبة المادة العضوية مع زيادة كثافة الغطاء النباتي عند تشابه بقية العوامل تقسم النباتات الطبيعية الى نوعين الاشجار والحشائش والتي تمثل الغابات ومناطق الحشائش على التوالي .

اشارت الدراسات الى ان ترب مناطق الحشائش تحتوي في مقدها ما يقارب ضعف المادة العضوية عما في الغابات كذلك ان توزيع المادة العضوية في ترب الحشائش اكثر تدرجا عما في الغابات

شكل ص ٥١ ٢- ١٢

ان الاختلاف في التوزيع يعود الى ان المادة العضوية في ترب الغابات تأتي عن طريق التساقط للاوراق فوق السطح اما في الحشائش فان نسبة كبيرة من المادة العضوية تأتي من جذور الحشائش الليلية لذا فان التوزيع يكون تدريجي .

تختلف النباتات بتأثيرها على تطور الترب بسبب ان النباتات تختلف قابليتها على امتصاص العناصر ولها القابلية في الاختيار بين العناصر الممتصة مما يؤثر على نوع وكمية العناصر التي ستعاد الى التربة بعد سقوط الاوراق وتحللها .

وجد الباحثون ان سلب وكسب الاطيان وغسل العناصر الغذائية تحت غطاء من الغابات والاشجار لتساقط والحشائش يختلف حسب اختلاف هذه النباتات عند نفس مادة الام ونفس الظروف الجوية والعوامل الاخرى وذلك

١- اما ان كمية العناصر القاعدية التي يتم اعادتها الى السطح تكون اعلى في الحشائش عما في الاشجار النفطية مما في الغابات .

٢- او ان النظام الجذري للغابات اكثر عمقا في الاشجار النفطية والحشائش ولذلك فان امتصاص الماء تحت الغابات سيكون في اعماق ابعد وسيكون جفاف التربة تحت الغابات الى اعماق اكبر مما يؤدي الى ان يكون ماء الامطار اكثر فاعلية في الغسل قبل امتصاصه من قبل الجذور .

٣- او يكون الماء الغائض في التربة اكثر حموضة في حالة غطاء الغابات بسبب وجود افق عضوي اكثر سمكا ولذلك ستغسل القواعد المتبادلة بدرجة اكبر .

الطوبوغرافية كعامل من عوامل تكوين التربة .

يؤثر شكل سطح الارض على تطور مقد التربة من خلال

١- تأثير على كمية الماء الغائض داخل التربة والكمية الجارية فوق السطح

٢- تأثير على مقدار التعرية التي تحدث في التربة

٣- تأثير على كمية المادة المنقولة بواسطة العوامل المختلفة من منطقة الى اخرى

ان تأثير شكل سطح الارض يكون اكثر اهمية في تطور الترب في المناطق الرطبة عما عليه في الجافة .

ان جفاف الماء في التربة يؤثر من خلال التجوية الكيميائية والعمليات البايولوجية

يؤثر ميلان سطح الارض على سرعة ازالة التربة السطحية ← يقل سمك السولم

الترب الواقعة على مناطق شديدة الانحدار ← اقل سمكا و اقل نسبة مادة عضوية من الترب الواقعة في الاحواض او في المناطق المستوية عندما يكون الماء الارضي بعيدا عن سطح الارض .

تؤثر الطبوغرافية بشكل غير مباشر من خلال تأثيرها على نمو النبات

ان رداءة البزل تؤدي الى تراكم المواد العضوية في التربة بسبب رداءة التهوية التي تقلل من فعاليات احياء التربة المجهرية كما يؤدي الى تراكم المادة العضوية وعدم تفسخها .

وبسبب الاختلاف في الطبوغرافية على ظروف البزل فقد تتطور ترب مختلفة في نفس مادة الام وتحت نفس الظروف وبهذا يكون الاختلاف في الموقع والطبوغرافية ويسمى مجموعة الترب المتطورة في نفس المادة الام وتحت نفس الظروف مع اختلاف في الطبوغرافية فقط تربة كاتينا (Soil Catena)

المحاضرة الثالثة

الفصل الثالث / الخواص الفيزيائية للتربة

نسجة التربة Soil Texture

هي التوزيع النسبي لمجاميع الا حجام المختلفة لمفصولات التربة . وتحدد النسجة مدى نعومة او خشونة التربة . لنسجة التربة اهمية كبيرة في تحديد المساحة السطحية النوعية للتربة والتي تعتمد عليها اكثر من الخواص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة .

تصنيف مفصولات التربة

يوجد نظامين رئيسيين لتصنيف مفصولات التربة هما النظام العالمي والنظام الامريكي

النظام العالمي		النظام الامريكي	
	المساحة السطحية		القطر ملم
٢ - ٠.٢	٢٣ - ١١	رمل خشن جدا	٢-١
	٤٥ - ٢٣	رمل خشن	١- ٠.٥
	٩١ - ٤٥	رمل متوسط	٠.٥- ٠.٢٥
٠.٢ - ٠.٠٢	٢٢٧ - ٩١	رمل ناعم	٠.٢٥- ٠.١
	٤٥٤ - ٢٢٧	رمل ناعم جدا	٠.١- ٠.٠٥
٠.٠٢ - ٠.٠٠٢	١١٣٢١ - ٤٥٤	غرين	٠.٠٥- ٠.٠٠٢
٠.٠٠٢ من اقل	اكبر من ١١٣٢١	طين	٠.٠٠٢ من اقل

اصناف نسجة التربة

ان اسم نسجة التربة لا يعتمد بالضرورة على المفصولات الموجودة بنسبة اكبر في التربة لان نسبة معينة من المفصولات الكبيرة الدقائق كالرمل مثلا لا تؤثر على صفات التربة بنفس الشدة التي تؤثر بها نفس النسبة من المفصولات الناعمة الدقائق كالطين .

بصورة عامة توجد ثلاثة مجاميع رئيسية وهي المجموعة الناعمة النسجة والمتوسطة النسجة والخشنة النسجة وتوجد داخل هذه المجاميع اثنا عشر صنفا كما مبين في الجدول

تصنيف نسجات التربة المقترحة من قبل دائرة الزراعة الامريكية

الرملية الرملية المزيجية	الترب الخشنة النسجة
المزيجية الرملية المزيجية الرملية الناعمة المزيجية الرملية الناعمة جدا المزيجية المزيجية الغرينية الغرينية المزيجية الطينية الرملية المزيجية الطينية المزيجية الطينية الغرينية	الترب المتوسطة النسجة
الطينية الرملية الطينية الغرينية الطينية	الترب الناعمة النسجة

مجموعه الترب الخشنة : ترب تحتوي على ٧٠ % او اكثر رمل

مجموعه الترب الناعمة النسجة : ترب تحتوي على ٤٠ % او اكثر طين

مجموعه الترب المتوسطة النسجة : تحتوي هذه المجموعه على تسعه اصناف كما مبين في الجدول اعلاه

كيف نقيس صنف نسجة التربة

١- الطريقة الحقلية

٢- الطريقة المختبرية

استعمال مثلث النسجة استنساخ

اهمية صنف نسجه التربة في تحديد خواص التربة .

ان تحديد صنف النسجة في منطقة معينة يعطي تصورا عن توزيع احجام الدقائق والمساحة السطحية للتربة والتي بدورها تؤثر على صفات التربة الاخرى كالدانه وقابلية مسك الماء والتمدد والتقلص والتماسك والنفاذية وحرارة الابتلال وقابلية تبادل الايونات والخصوبة والانتاجية . ولكن تقييم النسجة على هذه الصفات غير ممكن بسبب الاختلاف في المكونات المعدنية لمفصولات التربة . حيث تؤثر كل من نسبة المفصولات وتكوينها الكيميائي على صفات التربة فنسبة معينة من طين المونتموريلونايت تؤثر بدرجة اكبر على صفات التربة من تاثير اضعاف تلك النسبة من طين الكاولونايت او المايكا وذلك بسبب الاختلاف في التكوين الكيميائي والخواص الفيزيائية بين الاطيان المختلفة .

تركيب التربة Soil Structure

وهو انتظام دقائق التربة الاولية (primary particles) ومجاميعها (Aggregate) في نظام معين ويؤدي الاختلاف في انتظام هذه الدقائق والمجاميع بين تربة واخرى الى اختلاف في احجام واشكال وانتظام المسامات البينية في الترب والذي يعتبر من اهم التأثيرات المباشرة لتركيب التربة على خواصها الاخرى . يؤدي تركيب التربة الى تغيير تأثير نسجه التربة على كثير من خواص التربة مثل قابلية مسك الماء وحركة الهواء والماء والكثافة الظاهرية والحرارة النوعية للتربة وخصوبتها وفعالية الاحياء الدقيقة ومقاومتها لحركة الآلات الزراعية ومقاومتها لنمو الجذور وان ما يفعله الفلاح من حراثة وتسميد وبزل وغيرها وهي محاولات لتغيير التركيب وليس النسجة .

تصنيف تركيب التربة

- ١- تصنيف يعتمد على شكل المجاميع
- ٢- تصنيف يعتمد على حجم المجاميع
- ٣- تصنيف يعتمد على وضوح المجاميع
- ٤- تصنيف يعتمد على صلابة المجاميع
- ٥- تصنيف يعتمد على ثبات المجاميع
- ٦- تصنيف يعتمد على احجام المسامات البينية

جدول ص ٦٨ استنساخ

والجدول يمثل طريقة التصنيف المعتمد من قبل دائرة خدمات صيانة التربة الامريكي والتي تعتمد في تصنيفها على الطرق الثلاثة الاولى في تحديد نوع التركيب والذي يعتمد على شكل وانتظام المدر (الكتل الترابية) وصنف التركيب يعتمد على حجم المدر ودرجة التركيب التي تعتمد على وضوح ومقارنة المدر .

تكوين مجاميع التربة :

يستند تكوين المجاميع اما على التخثر او التجمع حيث يتسبب الاول عن قوى كهروكيميائية او قوى ستاتيكية اما الثاني (التجمع) فهو يحتاج الى مادة لمسك الدقائق الاولى المتخثرة بشدة وعدم انفصالها بالماء .

ان مجموعة التربة تتكون من دقائق من الرمل ومجموعات من دقائق الطين المخثرة الممسوكة بقوى الكترولستاتيكية ويتم تقوية الترابط بين الرمل والطين بواسطة الغرويات العضوية ويتم تقوية الترابط عند جفاف التربة حيث تقوم المواد العضوية المتدبلة بتقليل ابتلال التربة وبالتالي يقل تكسر المجاميع بسبب انخفاض الانتشار لدقائق الصلبة وبسبب تقليل الضغط الذي يسلطه الهواء المحصور في المجاميع عند ترطيبها .

العوامل المؤثرة على تكوين التركيب

١ - المواد العضوية الغروية ومخلفات الاحياء الدقيقة والاحياء الاخرى

٢ - الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل

٣ - الترطيب والجفاف والتمدد والتقلص

٤ - جذور النبات وفعالية حيوانات التربة

٥ - الانجماد والذوبان

٦ - العمليات الزراعية

١ - المواد العضوية ومخلفات الاحياء / وذلك بتكوين معقدات عضوية - طينية وان الدبال يكون اكثر فعالية في تكوين مجاميع التربة وثباتيتها . وان الاحياء الدقيقة تزداد فعاليتها عند وجود المادة العضوية وكذلك تاتير نواتج فعالية تلك الاحياء من السكريات المتعددة

والجزيئات والاحماض الدبالية والاصماغ والشموع والدهون وغيرها التي تقلل سرعة تبللها مما يزيد في ثبات هذه المجاميع في الماء .

الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل :

يسود الكالسيوم ثم المغنسيوم على معقد التبادل والذي يؤدي الى تخثر معلقات الطين في الماء اما الصوديوم فيعمل على تشتت معلقات الطين ووجد ان معلقات الطين المتخثرة تكون مجموعات لا تتعدى احجامها حجم الغرين والذي بدوره سيكون غير ملائم لنمو النبات . وتعمل المواد العضوية المتدبلة بالإضافة الى الايونات التي تساعد على تخثر على تكوين مجموعات اكثر ثبات واكبر حجما من خلال تكوين معقدات عضوية طينية كما اشرت سابقا .

العوامل الميكانيكية المؤثرة على المجاميع :

تؤثر العوامل مثل الترطيب والتجفيف والتمدد والتقلص ونمو الجذور ووجود حيوانات التربة والانجماد والذوبان والعمليات الزراعية المختلفة عن تسليط نوع من الضغط على الاجزاء المختلفة من جسم التربة مما يؤدي الى تقريب بعض الدقائق لبعضها وفصلها على شكل مجاميع . وعند وجود العوامل المناسبة كالمادة العضوية والايونات المناسبة فان ذلك يؤدي تكوين مجاميع التربة .

الكثافة الحقيقية : هي كتلة وحدة الحجم لدقائق التربة الصلبة وتقاس ب غم / سم³ الكثافة الحقيقية للتربة = ٢.٥ - ٢.٧٥ غم / سم³ . ان التقارب في الكثافة الحقيقية يعود الى وجود معادن الكوارتز والفلدسبار ومعادن السليكات الغروية المكونة للجزء الاكبر من الترب المعدنية الى تقاربها في الكثافة للمدى المذكور اعلاه ، وفي بعض الاحيان تزداد كثافة الحقيقية اعلى من ٢.٧٥ عندما تزداد نسب بعض المعادن الثقيلة في التربة .

ان كثافة الترب السطحية تكون اقل من كثافة الطبقات السفلية بسبب زيادة نسبة المادة العضوية في الترب السطحية والتي تمتلك كثافة منخفضة .

المحاضرة الرابعة

الكثافة الظاهرية للتربة :

وهي كتلة وحدة الحجوم للتربة الجافة غم / سم³ والحجم يشمل المادة الصلبة والمسامات ، تتراوح الكثافة الظاهرية في التربة الناعمة ١ - ١.٦ غم / سم³ اما الخشنة ١.٢ - ١.٨ غم / سم³ ، ان الانخفاض في الكثافة الظاهرية للتربة الناعمة هي بسبب تطور تركيبها بصورة اكبر مما في الخشنة ، وقد تصل كثافة الطبقات الى ٢ غم / سم³ في كل النسجات .

والشكل ٣-٤ ص ٧٤ يوضح كيفية قياس الكثافة الظاهرية للتربة .

اضافة السماد الحيواني ← خفض الكثافة من ١.٠٥ - ٠.٩ غم / سم³

نمو الحشائش ← خفض الكثافة الظاهرية

استعمال الآلات الثقيلة ← زيادة ملحوظة في الكثافة الظاهرية

المسامية وتوزيع حجوم المسامات : وتعني ذلك الجزء من حجم التربة المملوء بالماء (السائل) والهواء (الغاز) وتعتمد على انتظام دقائق التربة ومجاميعها فيما بينها ، فكلما اقتربت الدقائق من بعضها مثل الرملية والتراب المدكوكة فان مساميتها ستكون منخفضة ، اما اذا كانت منتظمة على شكل مجاميع مسامية كما في الترب المتوسطة النسجة فستكون عالية . وبما ان كثافة الدقائق المعدنية لا تختلف كثيرا عن بعضها في الترب فان المسامية تتناسب عكسيا مع الكثافة الظاهرية

الكثافة الظاهرية

$$\text{المسامية} = (١ - \frac{\text{الكثافة الحقيقية}}{100}) \times 100$$

الكثافة الحقيقية

تؤثر العديد من العوامل على مسامية التربة مثل الحرارة والتسميد ونوع الآلات المستعملة والرعي ونوع المحصول وطريقة ادارة التربة . ان زراعة المحاصيل تؤدي الى انخفاض في مجموع مساماتها البيئية مقارنة بالترب غير المزروعة ويعزى سبب الانخفاض الى انخفاض نسبة المادة العضوية وانخفاض تجمعات التربة .

تأثير تركيب التربة على نمو النبات .

يؤثر تركيب التربة على نمو النبات وانتشار الجذور اما بصورة مباشرة او غير مباشر.

التأثير المباشر / يأتي هذا التأثير من خلال المقاومة الميكانيكية للتربة على نمو وزيادة حجم الاجزاء النباتية النامية داخل التربة .

فمثلا يؤثر تركيب التربة على بزوغ البادرات في التربة التي تنتشر عن جفافها حيث تحصل انحناء للبادرات عند التقائها مع القشرة الجافة في السطح . وكذلك اظهرت الدراسات انخفاض نمو الجذور بدرجة كبيرة مع زيادة الكثافة الظاهرية عن المثلى لنمو النبات .

الشكل ص ٧٩ يوضح العلاقة بين النسبة المئوية للجذور المخترقة وكثافة الظاهرية لبذور قطن مزروعة في تربة مزيجيه رملية ناعمة مدكوكه لكثافات ظاهرية مختلفة وبنسب رطوبة مختلفة .

التأثير غير المباشر / ان اي تغير في تركيب التربة يسبب تغيرا بالنسب الحجمية لمسامات التربة الكبيرة اضافة الى تغير المسامية الكلية للتربة وهذا التغير على علاقات الماء والهواء في التربة والذي يؤثر على جاهزية الماء للنبات وعلى تهوية التربة ونمو النبات .

ويبين الشكل ص ٨٠ تأثير تهوية التربة على انتاج البنجر لسكري في تربة طينية

ادارة التربة واهميتها في تحسين التركيب .

ان الغرض من تحسين تركيب التربة هو تهئية الظروف الملائمة لنمو الجذور وامتصاص الماء والعناصر الغذائية وان الطرق المستعملة لتحسين تركيب التربة تعتمد على نسجه التربة ،

التربة الرملية ← تتصف بزيادة التهوية وانخفاض قابيتها لمسك الماء والعناصر الغذائية ←

نسبة عالية من المسامات الكبيرة لذلك تستخدم خاصة في الارواء (فترات متقاربة وكميات قليلة) تضاف مواد عضوية كالسماذ الحيواني لتكوين مجاميع تربة وزيادة قابلية التربة على مسك الماء والعناصر الغذائية .

التربة الناعمة : تماسك التربة ولدانتها وتمدها وتقلصها عالي بسبب وجود الاطيان ، لذلك يجب التعامل مع هذه التربة بصورة خاصة (لذلك عند الحراثة يجب ان لا تكون التربة رطبة لأنها تحطم المجاميع وانخفاض المسامية وحجم المسام وهي ظروف غير ملائمة للنبات .

اما الحراثة الجافة فان التربة ستتكرس الى كتل كبيرة يصعب تكسيرها لتهيئة مهاد لنمو البادرات . لذلك يجب حراثة التربة عند رطوبة معينة بحيث لا تلتصق التربة بالمحراث .

اضافة المادة العضوية على شكل سماذ حيواني او بقايا نباتية او زراعة المحاصيل العشبية او البقولية فأنها تزيد من تجمع الدقائق وتحمي التربة من وقع قطرات المطر وتقلل من التعرية وكذلك الدورات

الزراعية تساعد على المحافظة على تركيب التربة مقارنة بالزراعة المستمرة . بالإضافة الى ان استعمال الآلات الثقيلة بكثرة في الترب الحاوية على نسبة عالية من الغرين كالترب العراقية يؤدي الى تحطيم المجاميع ودك التربة .

هواء التربة Siol Air :

هي تبادل غاز CO_2 وغاز O_2 بين هواء التربة والهواء الجوي . يتحرر غاز ثاني اوكسيد الكربون ويستهلك غاز الاوكسجين في هواء التربة بفعل فعاليات احياء التربة وتنفس الجذور مما يسبب انخفاض O_2 وارتفاع CO_2 في هواء التربة مقارنة مع الهواء الجوي . فتهدية التربة تعني احلال O_2 من الهواء الجوي محل CO_2 في هواء التربة يتأثر نمو الجذور وامتصاص الماء والعناصر الغذائية عند نقص O_2 كذلك يؤدي الى تقليل تحلل المادة العضوية التي تجهز النبات بالعناصر الغذائية ، كذلك نقص O_2 قد يؤدي الى وجود بعض العناصر الغذائية كالمنغنيز والكبريت ومركبات الحديد بصورة مختزلة ذائبة في محلول التربة الى درجة تكون فيها سامة للنبات .

مكونات هواء التربة

يتكون من مزيج من النتروجين والاكسجين وثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء بالإضافة الى بعض العناصر الخاملة حيث الاوكسجين ضروري لتنفس الجذور وحياء التربة و CO_2 يساعد على اذابة بعض مركبات التربة لتجهيز بعض العناصر الغذائية والنتروجين يثبت بالتربة تعايشينا او لا تعايشينا ليصبح جاهز للنبات اما بخار الماء فهو يحافظ على الجذور والاحياء المجهرية من الجفاف .

ان نسبة النتروجين في هواء التربة = ٧٩ % وهو مساوي لنسبته في الهواء الجوي .

ومحتوى O_2 في الهواء الجوي = ٢١ % اما CO_2 = ٠.٠٣ % ، وفي حالة عدم وجود عائق للتبادل بين هواء التربة والهواء الجوي فان نسبة هذه الغازات متساوية بين المنطقتين ان حركة الغازات من التربة الى الهواء الجوي وبالعكس يتأثر بعدة عوامل منها نسبة المسام واستمراريتها وتوزيعها الحجمي ونسبة الرطوبة واختلاف التركيز للغازات بين النقاط المختلفة . تكون نسبة CO_2 في هواء التربة وخصوصا في الاعماق البعيدة اعلى من نسبته في الهواء الجوي اما O_2 فهو في هواء التربة اوطأ من نسبته في الهواء الجوي .

تعتمد نسبة O_2 ونسبة CO_2 في هواء التربة على ١- سرعة استهلاك O_2 و CO_2 في التربة ٢- سرعة تبادل هذين الغازين بين الهواء الجوي وهواء التربة ٣- قابلية ذوبان هذين الغازين في محلول التربة .

ان نسب هذه الغازات في هواء التربة تتغير حسب الموسم والظروف الجوية ونوع المحصول والتربة والعمليات الزراعية والفعاليات البيولوجية ونسبة المادة العضوية في التربة والعمق

شكل ص ٨٥

التبادل الغازي في التربة : يتم التبادل الغازي بين هواء التربة والهواء الجوي ان عن طريق الانتشار او عن طريق الجريان الكتلي . الانتشار يحصل نتيجة الفرق في التركيز بين نقطتين الجريان الكتلي يحصل اما نتيجة تغيرات في الضغط الجوي او في درجة الحرارة او تأثير الرياح او بتغير نسبة مسامات التربة المليئة بالماء عند دخول ماء المطر او ماء الري الى التربة ان لكل نسجه تربة وتركيبها والمحتوى الرطوبي تأثير على محتوى التربة من الهواء

شكل ص ٨٧

مشاكل التهوية في الحقل :

اما بسبب الموقع الفيزيوجرافي في الحقل او بسبب ارتفاع قابلية التربة على مسك الماء وصعوبة التخلص من ماء الجذب الارضي ، فعندما يقع حقل في منطقة منخفضة مجاورة لمصدر ماء فتصبح التربة غدقة عند عدم وجود بزل مناسب وبذلك تصبح تهوية التربة رديئة . وتحصل الحالة الثانية عند احتواء التربة على نسبة عالية من الطين حيث لا تفقد التربة لماء الجذب الارضي بسرعة كافية على الرغم من وجود ظروف بزل مناسب .

حرارة التربة :

تؤثر حرارة على كل من فعالية الاحياء الدقيقة ونمو النبات ، فعند ارتفاع درجة الحرارة تزداد فعالية الاحياء الدقيقة مما يسرع من تحلل المادة العضوية وبالتالي زيادة في تجهيز العناصر الغذائية مثل N, P , Ca , S , للنبات والعكس صحيح .

تؤثر درجة الحرارة على انبات البذور ، وغالبا ما تكون درجة حرارة التربة مقارنة الى حرارة الجو هناك درجة حرارة مثلى لا نبات ونمو كل نبات وتختلف النباتات في درجة الحرارة المثلى لنموها . ولكن بصورة عامة يكون الانبات بطيئا في الترب الباردة ، يبدأ نمو معظم المحاصيل الاقتصادية عندما تكون درجة حرارة الجو ٤ م ومع زيادة درجة الحرارة يزداد النمو الى ان تصل الى ما بين ٢٠ – ٣٥ م حيث يبدأ الانخفاض للإنتاج في معظم المحاصيل ، تتأثر درجة الحرارة للتربة بكل من كثافة التربة ومساميتها

ولونها وقابليتها على مسك الماء بالإضافة الى الظروف الجوية مثل درجة حرارة الجو وساعات سطوع الشمس وسرعة الرياح والأمطار والتبخر ووجود الغطاء النباتي .

تكون التغيرات في درجة حرارة التربة على أشدها في السطح وتكون التغيرات عالية في الصيف مقارنة بالشتاء بسبب كون التربة أكثر جفافاً بالصيف وكذلك الشمس أكثر وصولاً للتربة في هذا الفصل .

لون التربة

يؤثر لون التربة بصورة غير مباشرة على نمو النبات من خلال تأثيره على تغيرات درجة الحرارة فقد يدل اللون على نسبة الرطوبة وكمية المادة العضوية التي هي مصدر للعناصر الغذائية ان التربة الغامقة اللون غالبا ما تكون عالية الانتاجية بسبب زيادة المادة العضوية وزيادة مسكها للماء في حين تكون التربة الفاتحة منخفضة الانتاجية .

يتأثر لون التربة بنوع المعادن المكونة للمادة الام والتربة وحالة التأكسد والاختزال لتلك المعادن وكذلك محتوى التربة من الدبال ونسبة الرطوبة فالمعادن الموجودة في التربة تعطي لون فاتح ووجودها بصورة ناعمة تعطي لونا رماديا وعند زيادة المادة العضوية تعطي لونا بنيا للتربة وعند زيادة معادن الحديد تعطي لونا احمر وتعطي الاملاح في التربة لونا فاتحا مقارنة بالتربة غير الملحية ولكن في بعض الحالات عند وجود املاح متميئة مثل كلوريدات المغنسيوم والكالسيوم تعطي التربة لون غامق كذلك وجود كاربونات الصوديوم يظهر التربة بلون اسود .

اساسيات التربة النظري

المحاضرة الخامسة

ماء التربة والمحتوى الرطوبي :

يتبادل الهواء والماء في شغل مسامات التربة ، وعندما تنتشعب التربة تكون جميع مساماتها مملوءة بالماء ، وتفقد مسامات التربة الكبيرة الحجم ماءها أولاً عند نقص الرطوبة لان الماء يمسك بقوة قليلة في تلك المسامات مقارنة بالقوة التي يمسك بها في المسامات الدقيقة او في زوايا التقاء السطوح للدقائق او عند وجود طبقة رقيقة حول الدقائق لذلك فان بعض الماء يدخل في التركيب البلوري لبعض دقائق التربة ويسمى ماء التبلور وهو غير جاهز للنبات .

تعيين المحتوى الرطوبي للتربة :

تعين نسبة الرطوبة في التربة بصورة مباشرة بالطريقة الوزنية وذلك بتجفيف عينات التربة في الفرن على درجة حرارة ١٠٥ – ١١٠ م للترب المعدنية و ٥٠ – ٦٠ للترب العضوية ويمثل محتوى التربة من الرطوبة على اساس

١ - وزن التربة الجاف

هناك طرق اخرى غير مباشرة لقياس رطوبة التربة منها :

١ - طريقة جهاز قياس الشد الرطوبي

٢ - طريقة الواح المقاومة او الالواح الجبسية

٣ - طريقة المدس النيوتروني

بعض المفاهيم للمحتوى الرطوبي للتربة

١ - القابلية العظمى على مسك الماء Maximum retentive

وهي نسبة الرطوبة في تربة جيدة التركيب وجيدة الصرف والتي يكون فيها الماء يملئ جميع المسامات في الجزء السطحي من التربة ، حيث تكون التربة مشبعة وماسكة لا عظم كمية ممكنة للماء .

٢ - السعة الحقلية Field capacity

وهي نسبة الرطوبة في التربة بعد تشبعها بالماء وتغطية سطحها لمنع التبخر حيث جزا من الماء ينزل بفعل الجذب الارضي بصورة سريعة وبعد فترة يوم او يومين تكون معظم المسامات الدقيقة في التربة مملوءة بالماء بينما تكون معظم المسامات الكبيرة مملوءة بالهواء .

٣- نقطة الذبول الدائم Permanent wilting point

وهي نسبة رطوبة التربة التي يكون فيها معدل التبخر من النبات قد يزيد على معدل امتصاص النبات للماء من التربة وقد يؤدي هذا النقص في الماء الى ذبول النبات خلال ساعات النهار الحارة وخصوصا عند وجود الرياح ولكن قد يعيد نشاطه خلال الليل ومع مرور الوقت تنخفض سرعة تجهيز الماء للنبات بحيث يبقى في ذبول دائم ويموت ما لم يضاف الماء للتربة . تحتوي التربة في نقطة الذبول الدائم على نسبة لا باس بها من الماء الا ان هذا الماء يوجد عادة في المسامات البينية الدقيقة جدا وحول دقائق التربة وعند حواف التقاء سطوح الدقائق ويتحرك عادة ببطيء كبير عن طريق اعادة تنظيم سمك الاغشية المائية حول دقائق التربة .

٤- الماء الهايكروسكوبي Hygroscopy coefficient

وهي نسبة الرطوبة التي يبقى فيها الماء فقط المحيط بالدقائق الصغيرة الحجم والغروية ، بصورة خاصة حيث يفقد الماء في هذه الحالة الممسوك في المسامات الكبيرة والصغيرة ويمسك بشدة كبيرة وحركته تكون على شكل بخار ماء فقط . وتعتمد نسبة الرطوبة هذه على كل من نسجة التربة وعلى نسبة الطين الغروي والذبال .

طاقة ماء التربة :

ترتبط جزيئات الماء مع دقائق التربة الصلبة بقوى جذب تسمى الالتصاق adhesion وترتبط جزيئات الماء مع بعضها بقوى تسمى التماسك cohesion حيث يكون ارتباط دقائق التربة من خلال شحنتها السالبة مع الشحنة الموجبة لجزيئات الماء المستقطبة بينما ترتبط جزيئات الماء مع بعضها من خلال الاصرة الهيدروجينية وينتج عن هذين الارتباطين تكوين غشاء من الماء حول الدقائق وهاتين القوتين تؤثران على قابلية التربة لمسك الماء وعلى حركة الماء داخل المسامات . وكلما قربت جزيئات الماء من الدقائق كلما مسك الماء بقوة اكبر وبالتالي تنخفض طاقة الماء ويبلغ سمك ماء الالتصاق والتماسك بحدود $40 - 60 \text{ \AA}$ ويكون ثلثي سمك هذا الغشاء من الماء جاهز للنبات . وتحدد الطاقة التي يمسك بها ماء التربة بنسبة الرطوبة ومقدار التجاذب بين الدقائق والماء ودرجة الحرارة والمواد الذائبة في الماء .

وحدات قياس الطاقة

$$1 - \text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{الازاحة} = W = F \times h$$

اما الطاقة فهي القابلية على القيام بشغل لذلك فان وحدات الطاقة هي نفس وحدات الشغل

$$E = w = F.h \quad \text{او} \quad E = mgh \quad \text{وحدات الطاقة دايين . سم او الارك}$$

٢- الجهد وهو كمية الشغل المنجز على وحدة الكتلة

$\Psi =$ ويكون الجهد سالبا

فوق مستوى الماء الارضي وموجبا تحت مستوى الماء الارضي ووحداته بالارك / غم او سم^٢ / ثا

٣- الضغط pressure :

ويمكن للاستدلال على طاقة ماء التربة في نقطة معينة من معرفة مقدار الضغط الذي يسلطه الماء على تلك النقطة وقد يكون ضغط الماء اكبر من الضغط الجوي فيكون موجبا او يكون تحت مستوى الضغط الجوي فيكون سالبا حيث ان الضغط عند سطح الماء الحر يكون مساويا للضغط الجوي الذي يعتبر صفرا . وبما ان الضغط هو القوة على وحدة المساحة فلذلك

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{V \cdot \rho \cdot g}{A} = pgh$$

V = حجم عمود الماء ، A = مساحة عمود الماء ، الوحدات دايين / سم^٢ او غم / سم^٢ / ثا^٢

عندما يكون مستوى الماء الحر اعلى من النقطة التي يراد قياس طاقة الماء فيها فان قيمة h تكون موجبة اما اذا كان مستوى الماء الحر تحت النقطة اعلاه فان قيمة h تكون سالبة وتسمى في هذه الحالة الشد او شد ماء التربة soil water section او soil water tension وتكون $h =$ صفر عند مستوى الماء الحر الضغط الجوي يكافيء ١٠٣٤ سم من الماء اما البار فيكافيء ١٠٢١ سم من الماء العلاقة بين الشد الرطوبي ونسبة الرطوبة ينخفض الشد الرطوبي كلما ابتعدنا عن سطح دقائق التربة الى ان يصل الشد الرطوبي الى الصفر في الترب المشبعة

يلاحظ الاشكال ص ١٠٩ و ص ١١٠ و ١١١

تصنيف ماء التربة

ان اصناف ماء التربة يختلف حسب نسجة التربة وتركيبها ومحتوى الدبال ودرجة الحرارة

التصنيف الفيزيائي حسب (Briggs 1897)

١- ماء الاجتذاب Gravitation water

وهو الماء الممسوك بطاقة اقل من الطاقة لو كان عند السعة الحقلية ويسمى بالماء الحر او ماء البزل ويتحرك تحت تاثير الجذب الارضي ويوجد في المسامات الكبيرة .

٢- الماء الشعري capillary water :

وهو الماء الممسوك عند شد رطوبي بين السعة الحقلية والمعامل الهايكروسكوبي ويسمى هذا الماء بمحلول التربة ويكون على شكل اغشية مائية حول الدقائق وفي المسامات الشعرية في التربة

٣- الماء الهايكروسكوبي Hygroscopic water

وهو الماء الممسوك بقوة شد تصل الى ٣١ ضغط جوي او اكثر ولا يشبه تركيبه تركيب الماء السائل ويتحرك على شكل بخار ماء .

التصنيف البايولوجي : ويصنف على اساس جاهزية الماء للنبات

١- ماء الاجتذاب : ويبذل هذا الماء بسرعة في المنطقة الجذرية ولا يستفيد منه النبات بدرجة ملموسة ويمسك بشد اقل من الشد عند السعة الحقلية وقد يكون ضارا للنبات بسبب تأثيره على تهوية التربة ودرجة حرارتها وجاهزية بعض العناصر الغذائية وفعالية الاحياء .

٢- الماء الجاهز للنبات : وهو الماء الممسوك بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم ويسمى محلول التربة وهو المصدر الرئيسي للماء المستهلك من قبل النبات ويفضل ان يضاف الماء للتربة عند استنزاف ٧٥ % من الماء الجاهز

٣- الماء غير الجاهز : ويمثل جميع الماء الممسوك بشد اكبر من الشد عند نقطة الذبول الدائم ويمثل الماء الهايدروسكوبي بالإضافة الى جزء من الماء الشعري .

العوامل المؤثرة على جاهزية الماء للنبات

من العوامل ما يعتمد على التربة ومنها ما يعتمد على النبات او الظروف الجوية
صفات التربة المؤثرة

١- قابلية التربة على مسك الماء : وتعتمد على كمية الماء الممسوكة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والتي تتأثر ب ١- نسبة الطين ٢- نسبة المادة العضوية المتدبلة ٣- نسبة المسامات البينية ٤- توزيع احجام المسام ٥- نوع المعادن الطينية ، حيث مع نعومة التربة يزداد الماء الجاهز اما الدبال فيؤثر من خلال تحسين تركيب التربة وزيادة مساميتها وان نسبة الرطوبة في الدبال تكون عالية الا ان نسبة الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم تكون كذلك عالية فلذلك فان تأثير الدبال على كمية الماء الجاهز بصورة مباشرة لا تكون مهمة .

٢- عمق المنطقة الجذرية ووجود الطبقات :

كلما مانت التربة عميقة وقدرة النبات على تغلغل الجذور بصورة اكبر كلما كان الماء الجاهز اكثر لذلك فان الترب الضحلة لا تكون صالحة لنمو النبات في المناطق الديمية خصوصا اذا كانت كمية التساقط غير كبيرة وانقطاع الامطار لفترة طويلة خلال فصل النمو .

ان وجود الطبقات المختلفة في النسجة والتركيب فأنها تؤثر على حركة الماء الى الجذور وعلى كمية الماء الغائص في التربة عند سقوط الامطار كذلك فان تغلغل الجذور قد يتأثر بوجود طبقات عالية الكثافة او صلدة او قليلة المسامية .

حركة الماء في التربة :

نظرا لوجود قوة الجذب الارضي فان الماء يتحرك نحو مركز الارض ان لم يمن هناك ما يمنعه من ذلك ، وقد يتحرك الماء نحو الاعلى بسبب التبخر عند سطح التربة وقد يتحرك الماء بسبب الاختلاف في ضغط ماء التربة بين نقطة واخرى وبما ان الاختلاف في ضغط ماء التربة قد يكون في اي اتجاه لذلك فان تأثيره على حركة الماء قد تكون بنفس اتجاه الجذب الارضي او بعكس او باية زاوية على قوة الجذب الارضي ، وقد يتحرك الماء بسبب امتصاص الجذور او بسبب الاختلاف في الملوحة او في درجات الحرارة في المواقع المختلفة ، وعندما نفترض ان درجة الحرارة وتوزيع الاملاح متجانس في التربة فيكون تأثير قوتي الجذب الارضي وضغط الماء على حركة الماء في التربة هي الاكثر اهمية .

الجذب الارضي :

ان المعادلة المسؤلة عن حركة الماء بفعل الجذب الارضي هي معادلة الطاقة الكامنه

$$EP = mgh$$

حيث EP = الطاقة الكامنة m = الكتلة ، g = التعجيل الارضي h = المسافة

ويمكن من هذه المعادلة تقدير طاقة الجذب الارضي للماء في نقطة معينة من قياس ارتفاع تلك النقطة عن مستوى معين يسمى المرجع (reference level) وهذا يحدد الطاقة الكامنة لماء التربة عند نقطة معينة من تحديد ارتفاع تلك النقطة (بالسنتمترات) .

الضغط : القوة المسلطة على وحدة المساحة ، ان ضغط الماء يزداد بصورة طردية مع زيادة عمقه

شكل ص ١١٨

كما في المعادلة التالية

$$P = \rho gh$$

حيث $P =$ الضغط دايـن / سم^٢ $\rho =$ كثافة الماء غـم / سم^٣ $g =$ التعجيل الارضي سم / ثا^٢ $h =$ ارتفاع الماء فوق مستوى النقطة A ، وكلما ارتفعت فوق النقطة A قل قل الضغط حتى تصل الى B (مستوى الماء الارضي) التي يكون عندها ضغط الماء مساوي للضغط الجوي (صفر) ولو ارتفعنا فوق النقطة B (فوق مستوى الماء الارضي) فان الضغط يكون تحت مستوى الضغط الجوي اي (سالب) وهذه القيمة تزداد طرديا مع زيادة الارتفاع فوق مستوى الماء الارضي ففي النقطة ٢ مثلا يكون ضغط الماء مساويا ($\rho gh -$) ومن قياس الضغط بوحدات طول عمود الماء (سم مثلا) اي ان عند النقاط A , B , C , h , o , -h سم من الماء على التوالي .

كيف يتحرك الماء في التربة :

يتحرك الماء في التربة بسبب الاختلاف في طاقة الماء بين نقطة واخرى في التربة وتحدد كمية الماء المتحركة من خلال وحدة المساحة لزمن من خلال قانون دارسي

$$q = K = \frac{\emptyset d}{dx}$$

حيث $k =$ قابلية التوصيل المائي $\emptyset d =$ تغير في الجهد او الطاقة ، $dx =$ التغير في المسافة ، اما العلاقة السالبة فهي لان حركة الماء تكون باتجاه انخفاض الجهد (من الجهد العالي الى الواطيء)

عندما تكون التربة مشبعة فان قيمة k تكون ثابتة اما عندما تكون التربة غير مشبعة فان قيمة k ستكون اقل من قيمتها في الترب المشبعة بسبب ان بعض مسامات التربة تكون مملوءة بالهواء وتكون غير قادرة على توصيل الماء ، وكلما زاد الشد الرطوبي على ماء التربة كلما قلت قيمة k

كما في الشكل ص ١٢١

حركة الماء في الترب المنضدة :

في بعض الترب توجد طبقات مختلفة في النسجة والتركيب لذلك فان حركة الماء في مثل هذه الترب تختلف كما في الترب المتجانسة في النسجة والتركيب ، ففي حالة وجود طبقة رملية تحت طبقة مزيجية فان الماء سيتوقف عن التغلغل الى اسفل التربة عند وصول الجبهة المبتلة الى الطبقة الرملية لان الماء في الطبقة العليا يتحرك في المسامات الشعرية وتكون طبقة الرمل ذات مسامات خشنة ولا تتمكن من سحب الماء من المسامات الناعمة لذلك فان الماء يتحرك الى الطبقة الرملية الى ان تنتشع معظم مسامات

الطبقة العليا لذلك فان الترب المزيجة التي تقع تحتها طبقة من رمل تكون قابليتها على مسك الماء وسعتها الحقلية عاليتين مقارنة بالترب المزيجة المتجانسة ، اما الترب التي تكون طبقاتها السطحية رملية والسفلية ناعمة او متوسطة النسجة فان الماء الذي يتحرك في التربة السطحية بسرعة بسبب قابليتها العالية على التوصيل المائي ستقل حركته عند وصوله الى الطبقة السفلية لان قابلية هذه التربة على التوصيل المائي قليلة وبذلك فقد يتكون مستوى ماء ارضي في الطبقة السطحية الخشنة اذا استمرت اضافة الماء فلهاذا فان هذا النوع من الترب تكون ذا قابلية عالية على مسك الماء وتكون فيها نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية عالية نسبيا .

المحاضرة السادسة :

الغرويات وخواص التربة الكيميائية :

كلما صغر معدل قطر الدقائق الصلبة كلما زادت المساحة السطحية النوعية التي بدورها تؤثر في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية ، وتمثل الدقائق الغروية الدقائق الصلبة التي قطرها اقل من ١ مايكرون . تتكون معظم الدقائق الغروية المعدنية في التربة من الاطيان اما الدقائق العضوية الغروية فتكون من الدبال .

الغرويات المعدنية :

يتكون الجزء الاعظم من دقائق التربة المعدنية الغروية من المعادن الطينية وهناك مجموعتان من المعادن الطينية هي ١- مجموعه تلاطيان السليكاتية توجد عادة في ترب المناطق المعتدلة ٢- مجموعه اكاسيد الحديد والالمنيوم المتميئة التي تكثر في ترب المناطق الاستوائية .

المعادن السليكاتية واطيان السليكات :

ان دقائق اطيان السليكات هي دقائق بلورية التركيب وتتألف وحدات بناء المعادن الطينية من طبقات رباعية السطوح (Tetrasheets) فتكون من الاوكسجين والسليكون والتي تسمى ايضا بطبقات السليكا (silica layers) .

يوجد رسم ص ١٣٠

ففي طبقات رباعي السطوح يتم تناسق كل ذرة من ذرات السليكون مع اربع ذرات من الاوكسجين اما طبقات ثماني السطوح فان ذرات الالمنيوم او المغنسيوم تتناسق مع ست ذرات من الاوكسجين او مجموعات الهيدروكسيل التي تحيط بذرة الالمنيوم او المغنسيوم ان ذرات الاوكسجين ومجموعات الهيدروكسيل تكون حلقات مقفلة سداسية الشكل وتسمى طبقة ثماني السطوح بطبقة الجبسايت اذا كان الالمنيوم هو الايون المركزي او طبقة البروسايت اذا كان المغنسيوم هو الايون المركزي .

يمكن ان تشترك طبقة من رباعيه السطوح بواسطة ذرة اوكسجين لقمة مع طبقة ثمانية السطوح كما في حالة معادلة ثنائية الطبقات او قد يحصل ان تشترك طبقتين من السايكا (رباعية السطوح) مع طبقة من الالمونيا او المغنيسيا (ثمانية السطوح) لتكون معادن ثلاثية الطبقات .

في بعض المعادن نلاحظ ان موقعان من المواقع الثلاثة في ثمانية السطوح مشغولة بذرتين من الالمنيوم (ثلاثي التكافئ) اما الموقع الثالث فلا يوجد فيه ايون موجب وفي هذه الحالة يسمى التركيب

ثنائي الاوكتاهيدرا (dioctahedra) وفي معادن اخرى تشغل المواقع الثلاثة بذرات مغنسيوم (ثنائي التكافؤ) ويسمى هذا التركيب بثلاثي الاوكتاهيدرا (Trioctahedra) .

تتكون المعادن من طبقات عديدة من وحدات التتراهيدرا والاوكتاهيدرا وترتبط هذه الطبقات مع بعضها بواسطة قوى ضعيفة نسبيا مقارنة بالقوى الرابطة للذرات والمجموعات داخل كل طبقة ومصدر هذه القوة الضعيفة هي قوى فاندرويلس .

تقسم معادن الطين على اساس اعداد الطبقات وتركيبها الى عدد من المجاميع :

١- مجموعه السمكتايت smectite group

وتسمى غالبا مجموعه المونتمورولونايت وتضم العديد من معادن الطين مثل Mont والبايرايت و النترونايت والبايوتايت واهم هذه المجموعة هي Mont من الناحية الزراعية ويكون هذا المعدن من النوع ثلاثي الطبقات (طبقتين من السليكا وطبقة من الالومينا) ترتبط مع بعضها عن طريق الاشتراك بذرات من الاوكسجين وتعرف هذه المجموعة ايضا من نوع ١:٢ يؤدي تكديس الوحدات التركيبية لهذا المعدن فوق بعضها الى ان تكون ذرات الاوكسجين جنب بعضها لذلك فان التجاذب بين الوحدات التركيبية المختلفة يكاد يكون معدوما ولذلك فان من السهولة ان يتكسر هذا الطين وكذلك فان هذه الطبقات تتمدد وتتقلص بسهولة عند الترطيب والتجفيف ، ويحصل في هذه المعدن ابدال عدد من ذرات الالمنيوم بذرات المغنسيوم ويسمى بالاحلال المتمائل ونتيجة الفرق في الشحنات ستكون السطوح مشحونة بشحنة سالبة قوية من مما يجذب عدد من الايونات الموجبة بقوة بحيث لا تغسل بالماء المار خلال المسامات ولكن يمكن ابدالها بايونات موجبة اخرى .

٢- مجموعه الكاندايت kandit group

وتسمى غالبا مجموعه الكاولينايت نسبة الى احد اهم افرادها وهو الكاولونايت وتشمل هذه المجموعة الهالوسايت والتكرايت و الانوكسايت والدكايت وغيرها وتتكون الوحدات التركيبية هذه لمجموعة من طبقة من السليكا (رباعية السطوح) وطبقة من الالومينا (ثمانية السطوح) لذلك فان التركيب البلوري لهذه المجموعة من نوع ١:١ ترتبط طبقات السليكا مع طبقات الالومينا عن طريق الاشتراك بذرات من الاوكسجين وتتكون دقائق الكاولينايت من عدد من الطبقات فوق بعضها حيث تكون ذرات الهيدروكسيل من طبقة ثمانية السطوح ملتصقة الى ذرات الاوكسجين في البلورة المجاورة لها من خلال اواصر هيدروجينية وهذا الارتباط قوي ولذلك فان هذا الترابط يؤدي الى تكوين دقائق كبيرة الحجم مما يزيد من نفاذية التربة وهذه المعادن بسبب الارتباط القوي فأنها لا تتمدد ولا تتقلص كما في Mont كذلك يعتمد هذا المعدن على مسك الماء من قبل السطوح الخارجية فقط ولهذا تكون قابلية قليلة على مسك الماء ، كما ان الاحلال المتمائل غير موجود في هذا المعدن ، اما مصدر الشحنة المنخفضة في هذا

المعدن فهو من خلال تكسر الحواف وانطلاق الهيدروجين من ذرة الهيدروكسيل بالإضافة الى عدم تعادل بعض ذرات الاوكسجين الموجودة في التركيب البلوري .

٣- مجموعه المايكا المتاردة (المتمينة) Hydrus mica group

وهذه المجموعة من نوع اطيان (٢:١) وتشمل هذه المجموعة معدن الاليت وفيه يحصل احلال متمائل كما يقارب ربع ايونات السليكون بواسطة ايونات الالمنيوم اضافة الى حصول احلال متمائل في طبقة الاوكتايدرا كما في حالة المونتمورولونايت ونظرا لحصول الاحلال المتمائل في طبقة التترتهيدرا وقرب هذه الطبقة من سطح الوحدة التركيبية لذا فان تركيز الشحنة السالبة يكون اكثر شدة مما في حالة Mont وعند وجود البوتاسيوم يدخل هذا الايون في الفتحة السداسية في طبقة التترتهيدرا ويقوم بربط السطوح مع بعضها وبالتالي منعها من التمدد وتساوي قابليته هذا المعدن على التبادل ١/٣ تلك الموجودة في معدن Mont

الكلورايت chlorites

وهي مجموعة من المعادن الطينية تشبه من ناحية التركيب مع الاطيان ثلاثية الطبقات بالاضافة الى احتوائها على طبقة من البروسايت او الجبسايت محل الايونات الموجبة بين طبقات Mont . ويميز هذه المجموعة بانخفاض قابليته على تبادل الايونات الموجبة .

الأتابلوكايت attapulgite

وهي عبارة عن الياف من معادن سليكات المغنسيوم المتاردة وتكون على شكل دقائق ابرية تختلف عن سابقتها من ناحية مواقع الطبقات التترتهيدرا والاوكتايدرا .

الغرويات العضوية :

تعاني الانسجة النباتية والحيوانية المضافة الى التربة من البقايا النباتية والمخلفات الحيوانية والاحياء الميتة او التي يضيفها الانسان الى التربة تعاني تحللا بواسطة احياء التربة الدقيقة التي تهاجمها لغرض الحصول على الكربون كمصدر للطاقة وينتج من عملية التحلل مجموعة من العناصر الغذائية التي قد تمسك من قبل سطح دقائق التربة او تغسل بواسطة مياه الري او الامطار او قد تفقد الى الجو على شكل غازات مثل N_2O , CO_2 , N وهناك القسم المتبقي من المادة العضوية اذي يقاوم التحلل مثل اللكنين والشموع والاصماغ والزيوت والدهون وقسم يعاد تركيبه بواسطة احياء التربة كالكسريات وغيرها والتي ترجع الى التربة عند موت هذه الاحياء . وتعرف المواد المقاومة للتحلل بالدبال والذي هو

مزيج من المواد غروية غير بلورية معقدة التركيب غامقة اللون مقاومة للتحلل تتكون من اللكنين ومواد اخرى غير قابلة للتحلل ومن مواد اعيد تركيبها بواسطة الاحياء الدقيقة .

يمتلك الدبال مساحة سطحية نوعية عالية تفوق المساحة السطحية للطين حيث تصل ١٥٠ - ٤٠٠ ملي مكافيء / ١٠٠ غم ويمتلك الدبال سعة تبادلية عالية بسبب احتواءه على شحنات سالبة ناتجة من تأين المجاميع الفعالة التي يحتويها مثل الكربوكسيل والفينولات . يتكون الدبال من ثلاثة اجزاء هي حامض الفولفيك Fulvic الذي يذوب في الحوامض والقواعد وله لون فاتح ووزنه جزيئي قليل وحامض الهيوميك humic acid الذي يذوب في القواعد ولا يذوب في الحوامض وله وزن جزيئي متوسط ولون متوسط ثم الهيومين humin الذي لا يذوب في الحوامض والقواعد وذا وزن جزيئي عالي جدا ولون غامق .

المحاضرة السابعة :

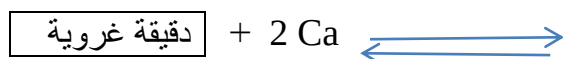
ادمصاص وتبادل الايونات في التربة :

نظرا لامتلاك الدقائق الغروية (الطين والمادة العضوية) بسبب الاحلال المتماثل وتكسر حواف الطين وانفصال ايونات الهيدروجين من بعض المجاميع الفعالة في الدبال شحنات معظمها سالبة فيتم ادمصاص الماء والايونات وفي المعادن السليكاتية تكون معظم الايونات الممدصة موجبة الشحنة وتأتي هذه الايونات الموجبة الى محلول التربة من فعل التجوية او التسميد او من عملية الاستصلاح وتمدص وتخزن على السطوح الغروية بشكل قابل للتبادل والامتصاص من قبل النبات . ان سرعه وسهولة حصول عملية التبادل تتغير حسب شحنة السطوح والايونات الممدصة والذائبة ودرجة حموضة التربة والحرارة ونسبة الرطوبة وعوامل اخرى . يعتمد التنافس بين الايونات الموجبة على معقد التبادل على عاملين ١- القوة التي يجذب بها الايون على السطح والتي تعتمد على شحنة الايون وحجمه ودرجة تميئه ٢- التركيز الايوني في محلول التربة . تعتبر شحنة الايون من العوامل الرئيسية في قوة مسك الايون من قبل السطح وحسب التسلسل التالي $Na < K < Mg = Ca < AL$.

توزيع الايونات قرب سطوح الدقائق والطبقة المزدوجة

نظرا لوجود الشحنة السالبة على سطوح دقائق الغرويات فانها تجذب الايونات الموجبة نحو سطوحها لذلك فان عدد الايونات الموجبة سيكون بالقرب من السطح ويقل كلما ابتعدنا عن السطح اما الايونات السالبة فيحدث لها العكس . **شكل ص ١٤٣**

طبيعة التبادل الايوني : وهي ابدال سريع لهذه الايونات عند ملاستها مع سطوح الدقائق حيث تحل هذه الايونات محل بعض الايونات الممدصة على السطح كما في المثال التالي



من الضروري ان تلاحظ ما يلي

١- جزء من ايونات Ca فقط امدص على السطوح الغروية

٢- التبادل يحصل على اساس المكافئات (ابدال شحنه بشحنه)

٣- ان كلا من الايونين يوجدان على السطح وفي المحلول . ولكن التوزيع النهائي يعتمد على عدد ايونات الكالسيوم التي اضيفت للتربة .

الايونات الموجبة القابلة للتبادل السائدة في التربة :

يعتمد نوع الايونات السائدة على معقد التبادل على المادة الاصل وعلى الظروف الجوية مثل الامطار ومستوى التجوية والغسل الذي مرت به المعادن .

تسود ايونات Ca, mg في ترب المناطق الجافة مثل الترب العراقية ، اما في الترب للمناطق الرطبة فان التجوية والغسل المستمرين تؤدي الى سيادة الهيدروجين والالمنيوم وتصبح الترب حامضية التفاعل . تتأثر نسبة الايونات الممدصة على السطح بتركيز الايونات الذائبة في المحلول . فكمية الايونات الممدصة لا تعتمد فقط على القوة التي يجذب بها الى السطح فحسب بل تتأثر ايضا بكمية الايونات الذائبة في المحلول . كما في الجدول التالي

تركيز الايونات في محلول التربة ملليمكافىء / لتر

المجموع	الصوديوم	الكالسيوم + المغنسيوم	النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل
١٥	٧.٥	٧.٥	٤.٢
١٥	١٠.٠	٥.٠	٧.٤
١٥	١٢.٠	٣.٠	١١.٧
١٥	١٤.٠	١.٠	٢٢.٠

حيث بين الجدول على الرغم من ان قوة مسك الصوديوم على السطح ضعيفة الا ان نسبته على المعقد قد ازداد بدرجة كبيرة مع زيادة تركيزه في المحلول كذلك تعتمد قابلية الايونات الموجبة على التنافس وكميتها على السطح على نوع الايونات السالبة في محلول التربة مثلا اضافة كربونات الصوديوم الى مادة دبالية كما في التفاعل التالي



يساعد على ازالة الهيدروجين باضافة كلوريد الصوديوم او كبريتات الصوديوم فانها لا تساعد على ازالة الهيدروجين .

السعة التبادلية للايونات الموجبة

وهي كمية الايونات الموجبة الممسوكة في التربة بشكل قابل للتبادل عند pH معينة وتقاس بوحدة

المكافىء / ١٠٠ غم تربة . ويحتوي المكافىء على عدد افوكادرو منمن الذرات والذي يكافىء ٦.٠٢ x

١٠^{٢٣} او الملي مكافىء ٦.٠٢ x ١٠^{٢٠} .

العوامل المؤثرة على سعة تبادل الايونات الموجبة

١- نسبة ونوع المعادن الطينية في التربة جدول ص ١٥٠ ٥-٢ و ٥-٣

٢- نسبة المادة العضوية المتدبلة في التربة ص ١٥١ ٥-٤

٣- رقم الحموضة

في الترب الشديدة الحموضة توجد مشكلة في زيادة ايونات الالمنيوم والمنغنيز اللذان يكونان سامان للنبات عند زيادة تركيز اي منهما عن حد معين في المحلول . كذلك فان جاهزية بعض العناصر الغذائية كالفسفور والموليبدنيوم قد تنخفض جدا عند زيادة حموضة التربة . اما في الترب شديدة القاعدية فغالبا ما تكون زيادة في تركيز ايونات الصوديوم في المحلول وبالتالي فانها تؤثر على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وعلى الصفات الحيوية وبالامكان تغيير رقم حموضة التربة لدرجة ما باستعمال بعض المصلحات العضوية وغير العضوية كما في المعادلة التالية .

اما خفض رقم حموضة التربة شديدة القاعدية فيتم عن طريق التخلص من ايونات الصوديوم على معقد التبادل فاذا اضيف الجبس او اي مصدر اخر للكالسيوم الذائب الى التربة

ويجب غسل كبريتات الصوديوم الذائبة من المنطقة الجذرية .

ان احد المصادر المهمة للشحنة السالبة على سطوح الغرويات الطين هو الاحلال المتماثل في طبقة التترا هيدرا او الاوكتا هيدرا ويسمى هذا النوع من الشحنة الدائمة وهناك نوع اخر من الشحنات يعتمد على رقم الحموضة حيث تختلف كمية هذه الشحنات مع اختلاف رقم الحموضة ان الشحنة على المادة العضوية هي من النوع الثاني حيث يزال الهيدروجين من مجاميع الفينول الكاربوكسيل وغير من المجاميع كما في المعادلة التالية



حيث يمكن ان يستبدل البوتاسيوم بأيونات اخرى من المحلول

ثبات رقم الحموضة (البفر buffer)

وهي مقاومة التغيرات في رقم حموضة التربة عند معاملته بحامض او قاعدة

العوامل المؤثرة على مدى مقاومة التربة لتغير الحموضة

١ - كمية ونوع الطين حيث يؤثر ذلك على المساحة السطحية النوعية وعلى تراكيز الشحنة في وحدة السطح .

٢ - كمية المادة المتدبلة في التربة

٣ - كمية بعض الاملاح المترسبة فمثلا الكلس ياخذ سلوكا كما في المعادلة



نسبة الاشباع القاعدي / وهي النسبة المئوية للقواعد القابلة للتبادل (Ca, Mg , Na , K) من سعة تبادل الايونات الموجبة عند pH ٧.٠ او ٨.٠

نسبة الاشباع القاعدي = $\frac{\text{سعة التبادل القاعدي}}{\text{سعة التبادل الكلي}} \times 100$

اما نسبة الاشباع بالهيدروجين او اي ايون اخر فهي

نسبة الاشباع بالهيدروجين = $\frac{\text{سعة التبادل الهيدروجيني}}{\text{سعة التبادل الكلي}} \times 100$

محاضرة الثامنة :

الملوحة وقلوية التربة

مشاكل تراكم الاملاح : تعتبر من اهم مشاكل الزراعة الاروائية في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث زيادة نسبة الاملاح في محلول التربة الى حد معين يؤدي الى الحد من انبات البذور وبزوغ البادرات ونمو النبات وذلك بسبب ١- ان زيادة تركيز الاملاح تؤدي الى زيادة الشد الاوزموزي في محلول التربة وبالتالي عدم مقدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية بصورة طبيعية ٢- تراكم بعض العناصر مثل الصوديوم والكلور بمستويات عالية قد تكون سام للنبات ٣- حصول اختزال في التوازن بين العناصر المختلفة ٤- تراكم بعض العناصر مثل الصوديوم الذي يؤدي الى تدهور تركيب التربة .

مصادر الاملاح في الترب : قد تتراكم الاملاح بفعل نواتج تجوية الصخور الام عند احتواء هذه الصخور على نسبة عالية من المواد الملحية في الترب الجافة وشبه الجافة ولمن يمكن ان تغسل هذه الاملاح من الجزء السطحي للتربة في ظروف الجوية الرطبة . كذلك يمكن ان تتراكم الاملاح من هذه مياه البحار المنقولة بواسطة الرياح الى الترب او من مياه الري الحاوية على الاملاح او قد تزداد الملوحة بسبب غسل الاملاح من المناطق المرتفعة المحيطة بتلك الاراضي وعند تبخر الماء سوف تبقى الاملاح على السطح . كذلك حالة المناطق الاروائية التي لا تحتوي على نظم بزل ملائمة او في الاراضي الحاوية على طبقات مانعة لحركة الماء فان مستوى الماء قد يكون قريبا من السطح بحيث يرتفع الماء المالح بالخاصية الشعرية الى سطح وعند تبخره يترك الاملاح .

ان الاملاح الذائبة تتكون عادة من المجموعات التالية :

١- كلوريدات ونترات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم

٢- كبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم

٣- كربونات وبيكاربونات الصوديوم والبوتاسيوم

تتميز كلوريدات ونترات الكالسيوم والمغنسيوم بقابليتها العالية على التميؤ ويكون سطح التربة الحاوية على هذه الاملاح رطب وغامق اللون عندما تكون رطوبة الجو النسبية عالية وتسمى الترب في هذه الحالة في العراق بالترب السبخة . بينما لا تكون كلوريدات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم

وكبريتات المغنسيوم متميئه وتسمى في هذه الحالة بترب الشورة والتي تشكل طبقة بيضاء فوق سطح التربة .

تصنيف التربة المتأثرة بالاملاح :

ويتم التصنيف على اساس ١- المحتوى الكلي للأملاح الذائبة مستخلص عجينة التربة المشبعة ٢- نسبة ايونات الصوديوم على معقد التبادل واعتمادا على ذلك تصنيف الترب المتأثرة بالأملاح الى الاصناف التالية :

١- الترب الملحية Saline Soils

٢ – الترب القلوية Alkali Soil

٣ – الترب الملحية القلوية Saline – Alkali Soils

١- الترب الملحية : ويكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة اكثر من ٤ ملي موز / سم ان نسبة الصوديوم المتبادل اقل من ١٥ % ودرجة الحموضة تتراوح بين ٧.١ – ٨.٥

٢- الترب القلوية : يكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة اقل من ٤ ملي موز / سم والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل اكثر من ١٥ % ودرجة الحموضة تتراوح بين ٨.٥ – ١٠ . لا يوجد مثل هذه الترب في العراق بسبب وفرة ايونات الكالسيوم في محلول التربة .

٣- الترب الملحية القلوية : وتمتلك درجة حموضة مساوية الى ٨.٥ تقريبا ونادرا ما تزيد عليها وان الاملاح مساوية تقريبا الى ٤ ملي موز / سم والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل ١٥ % عند غسل مثل هذه الترب وعدم اضافة مصلحات فانها تتحول الى ترب قلوية .

اثر الملوحة على الانتاج الزراعي :

تؤثر الاملاح على نمو النبات اما بصورة مباشرة او غير مباشرة

التأثير المباشر يأتي من تأثير الاملاح على الشد الاوزموزي والتوازن الغذائي وسمية بعض العناصر ان التأثير غير المباشر فيأتي من تأثير الاملاح على بعض خواص التربة مما يجعلها غير ملائمة لنمو النبات

التأثير الاوزموزي للأملاح على نمو النبات : تؤدي زيادة الاملاح الذائبة في التربة الى تأخير نمو النبات وصغر حجمه وغالبا ما تكون الاوراق قليلة العدد وخضراء غامقة .

يؤدي وجود الاملاح في التربة الى انخفاض جهد الماء فيها مما يعني ان قوة مسك التربة للماء تزداد مع زيادة نسبة الاملاح ويسمى الشد الاضافي على ماء التربة المتسبب عن الاملاح بالشد الاوزموزي وينتج هذا الشد بسبب وجود الايونات التي تقوم بمسك كمية من الماء على شكل ماء للتميء بسبب قوى الجذب الكولومبي

والشكل ص ١٧٤ استنساخ

يوضح تأثير الملوحة على انبات بعض المحاصيل / حيث ان الاملاح تتراكم عادة في الطبقات السطحية والتي تتواجد فيها البذور وهذا يؤثر على نمو النبات مباشرة والذي هو اكثر الاطوار حساسية للأملح .

التأثيرات الخاصة (النوعية) للأيونات على النبات :

قد تعاني النباتات احيانا من تأثيرات ايون معين مما يؤدي الى خفض الانتاج بسبب سمية ذلك العنصر وليس بسبب انخفاض جهد الماء او انخفاض جاهزيتها للنبات وغالبا ما تعاني النباتات من وجود ايوني الكلور والصوديوم اكثر مما تعاني من تراكم الايونات الاخرى فقد يحصل تسمم بالصوديوم لبعض اشجار الفاكهة الحساسة لهذا العنصر رغم ان نسبته على معقد التبادل غير عالية بحيث تؤثر على تركيب التربة كذلك فان زيادة عنصر البورون عن حدود معينة سواء في التربة او في الماء يكون ساما للنبات .

التأثيرات غير المباشرة للأملح :

ان وجود الصوديوم مثلا بنسبة تبادل بين ١٥-٣٠ % يؤثر على تركيب التربة ويزيد رداءتها مما يؤثر على نمو النبات ولكن حتى هذه النسبة لا تؤثر على نمو النبات عندما يكون تركيب التربة جيد ، ان زيادة نسبة الصوديوم تؤدي الى تشتت مجاميع التربة وانتشار دقائقها مما يؤدي الى كون التربة قليلة التوصيل للماء والهواء وبسبب في تكوين قشرة صلبة فوق سطح التربة تؤثر على انبات البذور .

كذلك زيادة نسبة الصوديوم المتبادل في التربة يسبب في ارتفاع درجة حموضة التربة الذي قد يصل الى ١٠ مما يعمل على خفض جاهزية لبعض العناصر الغذائية مثل الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس بسبب انخفاض ذائبيتها ، اما الكالسيوم والمغنسيوم فان عدم جاهزيتها بسبب حلول الصوديوم محلها على معقد التبادل .

استصلاح الاراضي المتأثرة بالملوحة :

يمكن وضع الخطوات الواجب اتباعها لاستصلاح الاراضي المتأثرة بالملوحة بصورة عامة بما يلي

١- خفض مستوى الماء الارضي :

تعتبر هذه الخطوة اساسية عندما يكون مستوى الماء الارضي قريبا من السطح ويجب ان يخفض مستوى الماء الارضي بصورة دائمية وان لا يسمح له بالارتفاع فوق مستوى معين اعتمادا على الظروف الجوية وظروف التربة ونوع المحصول . وبينت دراسة شاملة للمنطقة وللماء الارضي وتحديد مصدر الماء الارضي حيث غالبا ما يكون مصدر الماء اما من الرش من قنوات الري او من مجاري المياه الطبيعية او من مصادر المياه المجاورة للمنطقة حيث يمكن ان تفتح ميازل قاطعه يفصل بين الماء والمنطقة المراد استصلاحها . اما في الحالات التي لا يمكن فيها خفض ملوحيه الارضي بهذه الطريقة فيجب فتح ميازل حقلية وميازل مجمعه ثم سحب الماء الى مناطق بعيدة .

ان البزل (خفض مستوى الماء الارضي وغسل الاملاح الزائدة) يعتبر اساسا في المناطق الجافة وشبه الجافة ويقتضي خفض الماء الارضي الى اعماق تصل الى ١٥٠ سم او اكثر تحت سطح التربة لجعل المنطقة الجذرية ملائمة لنمو النبات .

٢- تحسين مغاض الماء وحركته والاملاح الذائبة في التربة :

يعتمد مغاض الماء في التربة على نسبة وتركيب التربة وعمق الاماء الارضي ، ولما كان من الصعوبة تغيير نسجه التربة ، فان تركيب التربة هو العامل المحدد لمغاض الماء وحركته عند توفر نظام بزل ملائم . ففي الترب الملحية تكون حركة الماء في التربة جيدة بسبب تأثير الاملاح في جعل التربة غير مشبعة اما في الترب القلوية والترب الملحية – القلوية فيجب اضافة المصلحات الكيميائية كالجبس او الكبريت مثل القيام بعملية الغسل بالإضافة الى الحراثة العميقة واطافة المواد العضوية وقلب بقايا النبات التي لها اهمية كبيرة في تحسين المغاض للماء وحركته في الترب في بعض الاحيان بعيدا عن المنطقة الجذرية ومن ثم الى الميازل .

٣- غسل الاملاح الزائدة او ازالة الصوديوم المتبادل

تعتبر عملية غسل الاملاح الزائدة من التربة سهلة اذا توفر الماء ونظام البزل الملائم واذا كان خواص سطح التربة وخواصها الفيزيائية جيدة بحيث لا تؤثر على حركة الماء والاملاح الى الاسفل ، وبذلك يجب ان تعدل الارض تماما لكي يمكن غمر سطح التربة بالماء . ان تحديد كمية الماء للغسل تحتاج الى دراسات متعددة ولكن غالبا ما تستخدم عمق الماء للغسل بمقدار ١ متر لكل متر عمق تربة .

اما في الترب المحلية الصودية فان عملية الغسل تكون اكثر صعوبة من سابقتها (الملحية) لا نه من المحتمل ان تتطور الى ترب صودية عند عدم وجود مصدر لتجهيز الكالسيوم في محلول التربة ليحل الكالسيوم محل الصوديوم على معقد التبادل ، لذا من الضروري ان تضاف المصلحات مثل الجبس والكبريت الى الترب الملحية – الصودية . اما في الترب الصودية فيجب استعمال المواد المجهزه للكالسيوم قبل البدء بعملية الغسل فهذه الترب تكون رديئة التركيب حيث تكون حركة الماء بطيئة جدا ولكن وجود الكالسيوم يمكن ان يحسن تركيب التربة ويزيد من قابلية نقل الماء في التربة ويجب ان تغسل كبريتات الصوديوم المتكون من الصوديوم المزاح من معقد التبادل مع الكبريات الناتجة من المصلحات ، تغسل بعيدا عن المنطقة الجذرية ويفضل مزج الجبس المضاف مع التربة بالطرق الميكانيكية لزيادة فعاليته . وغالبا ما تشمل عمليات الاستصلاح تكسير ومزج الطبقات القليلة النفاذية ، ان وجدت بواسطة الحراثة العميقة لتسهيل عملية غسل الاملاح .

المحاضرة التاسعة

الادارة الملائمة للترب المستصلحة :

وتشمل تحسين ظروف التربة من حيث مغاض الماء وحركته في المقد وتحسين تهوية التربة بواسطة زراعة المحاصيل الملائمة واستعمال الدورات الزراعية وزيادة المادة العضوية في التربة اما عن طريق الدورات الزراعية او عن طريق اضافة المخلفات العضوية كذلك فان التسميد يعتبر ضروريا لان عملية غسل الاملاح تسبب ازالة الكثير من العناصر الغذائية كذلك استعمال ماء الري بما يتلاءم مع متطلبات الغسل ، لان الاضافة العشوائية لماء الري سبب في رفع مستوى الماء الارضي وتملح الاراضي .

التعايش مع الملوحة والقلوية :

عند عدم وجود نظام بزل وحيث تكون الترب متأثرة بالأملاح بالإمكان انتاج محاصيل باتباع بعض الاجراءات التي تجعل التربة اكثر ملائمة لنمو النبات وقد تساعد في تحسين ظروف التربة او منع تدهورها على الاقل ومن هذه الطرق .

١ - اختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة :

ان عدد المحاصيل الاقتصادية المقاومة للملوحة محدود نوعا ما الا ان هناك اختلاف في مقاومة المحاصيل لهذه الظروف ، ان اختيار محصول عالي التحمل للملوحة يكون دوما اكثر اقتصاديا لزراعة الاراضي الملحية من المحاصيل واطئه التحمل ويجب ان ترافق زراعة المحاصيل المقاومة اتباع خطوات ملائمة لزراعة مثل هذه المحاصيل واتباع طرق لاستنباط اصناف اكثر مقاومة للملوحة .

٢- استعمال طرق ارواء ملائمة :

قد ينفع اضافة الماء بأوقات متقاربة بحيث يمكن تخفيف التركيز الملحي لمحللول التربة بصورة مستمرة ، كذلك قد يقوم ماء الري احيانا بغسل الاملاح وتحت المنطقة الجذرية فعند الري بالرش يتحرك الماء عادة الى الاسفل في معظم الاحيان ويمكن ان يحافظ على تركيز ملحي مناسب وقد يقوم ماء الري بغسل الاملاح في المنطقة المحيطة بجذر المحاصيل المزروعه عدا مروز

شكل ص ١٨٦

تساعد طريقة الري بالتنقيط احيانا على غسل الاملاح بعيدا عن الجذر بصورة غير واضحة وان الاستمرار بالري بهذه الطريقة دون غسل الاملاح او البزل قد يؤدي الى تملح المنطقة الجذرية .

٣- استعمال طرق فلاحية :

ومن اهم هذه الطرق هو الزراعة على مروز وتعيير المرز بالماء قبل الزراعة لغرض وضع البذور وغسل الاملاح بعيدا عن البذور لتسهيل عملية الانبات ، وقد تساعد احيانا ري الارض رية قوية قبل الزراعة على تخفيف تركيز الاملاح حول البذور ، اما في المناطق التي يوجد فيها الماء الارضي على اعماق قريبة من السطح فبا لامكان حرث سطح التربة باستمرار لتقليل من ارتفاع الماء بالخاصية الشعرية ولكن قد يؤدي الحرث المستمر في الترب الصودية الى حدوث مشاكل فيزيائية في التربة .

المحاضرة العاشرة:

الخواص البايولوجية للتربة :

احياء التربة : هو فرع من فروع علم المايكروبايولوجي ويهتم بدراسة احياء التربة المجهرية وغير المجهرية ونشاطاتها في التحولات التي تجري في الترب وتأثير ذلك على خصوبة التربة ولإنتاج الزراعي .

المجموعات الرئيسية لأحياء التربة

١- الاحياء النباتية Flora

البكتريا (بكتريا النترجة – بكتريا اكسدة الكبريت – بكتريا العقد الجذرية – بكتريا المحللة للسليولز

الفطريات (فطر عفن الجذر – فطر عش الغراب – وغيرها مثل فطر الذبول Fusarium)

الفطريات الشعاعية Actinomycels

الطحالب

٢- الاحياء الحيوانية Fauna

حيوانات الكبيرة مثل (دودة الارض – الحشرات – النمل – والحيات وغيرها)

الحيوانات الصغيرة مثل البروتوزوا

٣- الفيروسات

مثل Bacterio phage و Actino phage

تقسيم احياء التربة الى مجموعات اعتمادا على بعض الخصائص والصفات العامة

١- التقسيم البيئي :

أ – احياء التربة الاصلية : وهي احياء التربة المجهرية التي تبقى اعدادها ثابتة نوعا ما ولا تتأثر كثيرا بالمعاملات المختلفة للتربة .

ب- احياء التربة المتذبذبة الاعداد : وهي الاحياء التي تتأثر اعدادها بوجود او عدم وجود بعض مصادر الطاقة والغذاء .

ج- احياء التربة غير المستقرة : وهي الاحياء التي تضاف الى التربة لسبب من الاسباب مثل اضافة بكتريا العقد الجذرية عند زراعة البقوليات او الاحياء التي تنتقل الى التربة من بقايا الانسجة النباتية والحيوانية الميتة او من السماد الحيواني او مياه المجاري .

٢- التقسيم المعتمد على الحاجة الى الاوكسجين :

أ – الاحياء الهوائية الاجبارية : وهي الاحياء التي تنمو بصورة طبيعية عندما تكون نسبة الاوكسجين في هواء التربة مساوي لنسبته في الهواء الجوي (٢١.٠ ضغط جوي) مثل معظم البكتريا والفطريات والبروتوزوا في المنطقة المحيطة بالجذر .

ب- الاحياء اللاهوائية الاجبارية : وهي الاحياء التي تنمو فقط عند ما يكون الاوكسجين في التربة واطنا او معدوما ومعظم هذه البكتريا هي من البكتريا المتجرثمة

ج- اللاهوائية الاختيارية : وهي الاحياء القادرة على النمو بوجود او عدم وجود الاوكسجين الحر . مثل عدد من البكتريا واعداد من الفطريات وبعض البروتوزوا .

٣- التقسيم المعتمد على متطلبات الطاقة والغذاء :

أ – احياء مجهرية متباينة التغذية Hetrotrophs

وهي الاحياء التي تحصل على طاقتها و كاربونها من المركبات العضوية وعلى العناصر الغذائية الاخرى من التربة او من على المواد العضوية ولهذه المجموعه دور كبير في تحلل المادة العضوية ودورة العناصر مثل S , P , N , C في التربة .

ب- احياء مجهرية ذاتية التغذية Autotrophs

وهي الاحياء التي تحصل على كاربونها من CO_2 اما طاقتها فتحصل عليها اما من ضوء الشمس فعندئذ تسمى photoautotrophs كالطحالب وعدد من البكتريا الممثلة للكلوروفيل او من اكسدة بعض المركبات مثل الامونيوم او الكبريت او الحديد وتسمى عندئذ chemoautotrophs وتكون انواعها محددة جدا في التربة مثل بكتريا Nitrobacter و Nitrosomonas والبكتريا المؤكسدة للكبريت thiobacillus .

٤- التقسيم المعتمد على المتطلبات الحرارية :

أ – احياء التربة المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة (mesophiles) والتي تعيش في مدى حراري ١٥ – ٤٥ م° والدرجة المثلى ٢٥ – ٣٥ م° .

ب- احياء التربة المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة psychrophiles والتي تعيش في مدى حراري ٥ – ٣٠ م° والمثلى لها ١٠ – ١٥ م°

ج- احياء التربة المحبة لدرجات الحرارة العالية thermophiles والتي تعيش في مدى حراري ٤٠ – ٨٠ م° اما المثلى فهي ٥٥ – ٦٠ م° .

المجاميع الرئيسية لاهياء التربة :

الشكل في الصفحة ١٩٥

يمثل اعداد المجاميع الرئيسية للأحياء المجهرية في التربة الزراعية خصبة

١ - البكتريا وهي كائنات مايكروسكوبية الحجم وحيدة الخلية ، تتكاثر بالانشطار البسيط حيث تنقسم كل خلية الى خليتين كل بضعة دقائق مع بعضها وكل بضعة ساعات في البعض الاخر ولا يزيد حجم البكتريا عن ٤-٥ مايكرون اما البكتريا الصغيرة فلا يتجاوز حجمها ١ مايكرون .

تختلف اعداد البكتريا في التربة من تربة لأخرى ومن منطقة الى اخرى وتتأثر الاعداد في نفس التربة بنوع النبات والعمليات الزراعية ويحصل هذا الاختلاف بسبب تأثير الظروف البيئية على توفر مصادر الغذاء والطاقة والرطوبة والتهوية والحرارة و pH الملائمة لنمو وتكاثر البكتريا .

وبصورة عامة يقل اعداد البكتريا مع العمق بسبب انخفاض المادة العضوية كلما ابتعدنا عن السطح وكذلك قلة التهوية الشكل ٣-٧ ص ١٩٧

فعالية بكتريا التربة :

تلعب بكتريا التربة دورا كبيرا في التحولات البايولوجية ذات العلاقة بخصوبة التربة وانتاجيتها ، كما ان بعض البكتريا تكون مرضية وتصيب النباتات الاقتصادية ، وتقوم بعض البكتريا بفعاليات حيوية خاصة مثل النترجة واكسدة الكبريت وتثبيت النتروجين ، كما تلعب مخلفات الخلايا البكتيرية وافرازاتها المختلفة دورا مهما في تحسين ثباته مجاميع التربة وتؤدي المركبات العضوية التي تنتجها الاحياء المجهرية وكذلك خيوط الفطريات والفطريات الشعاعية دورا في هذه العملية .

الفطريات :

كائنات غير كلور وفيلية متباينة التغذية تختلف اختلافا كبيرا في احجامها وتركيبها حيث تختلف في الحجم بين الوحيدة الخلية كالخمائر والكبيرة الحجم كالأعفان وعش الغراب ، تكون معظم الفطريات المتعددة الخلايا خيوطا (hyphae) متفرعة تعرف بالمايسيليوم . تقوم المايسيليوم بامتصاص المغذيات والنمو لانتاج خيوط متخصصة لانتاج سبورات التكاثر .

ويبلغ معدل اقطار الخيوط حوالي ٥ مايكرون اي حوالي ٥ - ١٠ اضعاف قطر البكتريا نموذجية . يبلغ عدد انواع الفطريات المعزولة من التربة اكثر من ٦٠٠ نوعا تنتمي الى ١٣٨ صنفا . اما اعداد الفطريات في الترب الزراعية فتبلغ بضعة الاف في الغرام الواحد وقد تصل الى عدة ملايين في بعض ترب الغابات وتفضل معظم الفطريات pH التربة الحامضي الخفيف (٦) ودرجات الحرارة المتوسطة ، لذا فان اعداد الفطريات قد تزيد على اعداد كل البكتريا والفطريات الشعاعية في بعض ترب الغابات ، اما الترب الفقيرة في المادة العضوية وذات التفاعل القاعدي فتكون اعداد الفطريات اقل من اعداد البكتريا والفطريات اقل من اعداد البكتريا والفطريات الشعاعية .

فعاليات الفطريات للتربة :

تأتي الفطريات بعد البكتريا من حيث الاهمية في خصوبة التربة وللفطريات فعاليات متعددة في التربة نجملها بالاتي

١- تساعد على انحلال المادة العضوية وتجهيز العناصر الغذائية للنبات وتساهم ايضا في عملية النشرة . ammonification

٢- تساعد على زيادة حجم وثبات مجاميع التربة وتحسين التركيب .

٣- ترافق بعض الفطريات جذور النباتات الراقية وتعيش مع النباتات تكافليا وتسمى بالمايكورايزا حيث تحصل الفطريات على الطاقة والمغذيات من النبات ويحصل النبات بدوره على بعض العناصر الغذائية التي يمتصها الفطر من المناطق البعيدة عن الجذر .

٤- تقوم بعض الفطريات بإنتاج مركبات (مضادات حيوية التي قد تكون ضارة لبعض احياء التربة بينما يسبب بعض الفطريات الاخرى امراضا فطرية للنبات مما يؤدي الى قتل النبات مثل فطر Fusarium وال phytophthora وغيرها .

٥- تقوم بعض الفطريات بالتغذي على البروتوزوا وقد تقوم بعض الفطريات ايضا بالتغذي على الديدان بعد لف خيوط الفطر على هذه الديدان وقتلها مثل البنسلين .

٣- الفطريات الشعاعية Actinomycetes :

يتشابه مظهر الفطريات الشعاعية جزئيا مع البكتريا بكونها وحيدة الخلية ولها نفس قطر البكتريا وتشابه جزئيا مع الفطريات الخيطية لان مستعمراتها تتكون من شبكة متفرعة من الخيوط وتفضل الفطريات الشعاعية العيش في درجات حرارة معتدلة الا ان بعضها يفضل درجات الحرارة العالية ، تتواجد الفطريات في الطبقة السطحية من التربة وقد توازي اعدادها اعداد البكتريا في الترب ذات التفاعل القاعدي وقد يصل اعدادها من ٠.١ - ٣.٦ مليون ١ غم تربة ، وتكون في بعض الترب القاعدية ما يقارب ٩٥ % من مجموع الاحياء المجهرية وتقل اعدادها بانخفاض pH وخاصة عند pH = ٥ .

انواع الفطريات الشعاعية امراضا للمحاصيل الزراعية مثل جرب البطاطا في التربة ذات pH اكبر من ٥.٥ .

٤- الطحالب :

وهي نباتات بسيطه معظمها كلوروفيلية احجامها بين وحيدة الخلية حيث يبلغ قطرها ٥ - ١٠ مرات قطر البكتريا الى حجم عشب البحر الذي قد يزيد طوله عن ٣٠ م وتنتشر الطحالب في المياه المعرضة للشمس وفي التربة وعلى الصخور وعلى اوراق النباتات وعلى جذوع الاشجار ويمكن وضع طحالب التربة في خمس مجموعات رئيسية اعتمادا على اللون وهي

الطحالب الخضراء المزرقه - الطحالب الخضراء - الطحالب الصفراء - الطحالب السوطية - الدايتومات . ولكون الطحالب تحتوي على كلوروفيل فان اعدادها تزداد في الطبقة السطحية من التربة حيث يتوفر الضوء الذي يساعد على التركيب المادة العضوية والبروتوبلازم من CO₂ والماء والمواد غير العضوية تساهم الطحالب في زيادة المادة العضوية في التربة وتصبح خلاياها غذاء للبكتريا والفطريات والفطريات الشعاعية وكذلك تساهم الطحالب المزرقه في تثبيت النتروجين بصورة غير تعايشية وتعتبر بعض اجناسها مثبتة للنتروجين وتكثر بعض اجناسها في حقول الرز وتساهم في تثبيت النتروجين في تلك الحقول .

٥- البروتوزوا :

حيوانات وحيدة الخلية بسيطه تعيش بعض انواعها في الماء وانواع اخرى في التربة وتتراوح احجامها من بضعة مايكرونيات الى ما يقارب السنتيمتر الواحد ويوجد ما يقارب من ٢٥٠ نوع وتقسم البروتوزوا التي تعيش في التربة الى ثلاثة مجموعات اعتمادا على شكل الاعضاء وحركتها وهي :

أ - السوطيات والتي تحمل اما سوط واحد او اكثر

ب- الكاذبات الارجل مثل الاميبا ولها ارجل كاذبة غير دائمية تنتج عن امتداد البروتوبلازم

ج- الهدبيات وتحمل عدد من الاهداب القصيرة والدقيقة مثل الباراميسيوم .

تكثر اعداد البروتوزوا في الطبقة السطحية (٠ - ١٥) سم من التربة وتقل اعدادها مع العمق وتتميز البروتوزوا بمقاومتها الشديدة للجفاف ودرجات الحرارة العالية ومختلف pH الا انها تتأثر بالرطوبة من حيث النوعية والاعداد وكذلك تتأثر بنسبة المادة العضوية في التربة لانها تعتبر احد مصادر الغذاء الرئيسية لها وقد تصل اعداد البروتوزوا الى اكثر من ٢٠٠٠٠ في الغرام الواحد في ترب الغابات .

تقتات البروتوزوا على بعض انواع البكتريا المهمة اقتصاديا مثل يكتريا العقد الجذرية مما يؤثر على تثبيت النتروجين ، كذلك فان الترب قد تتلوث ببعض انواع البروتوزوا المرضية كأميبا الديدنيري والتي قد تنتقل مع الخضروات ثم الى الانسان .

دور احياء التربة المجهرية :

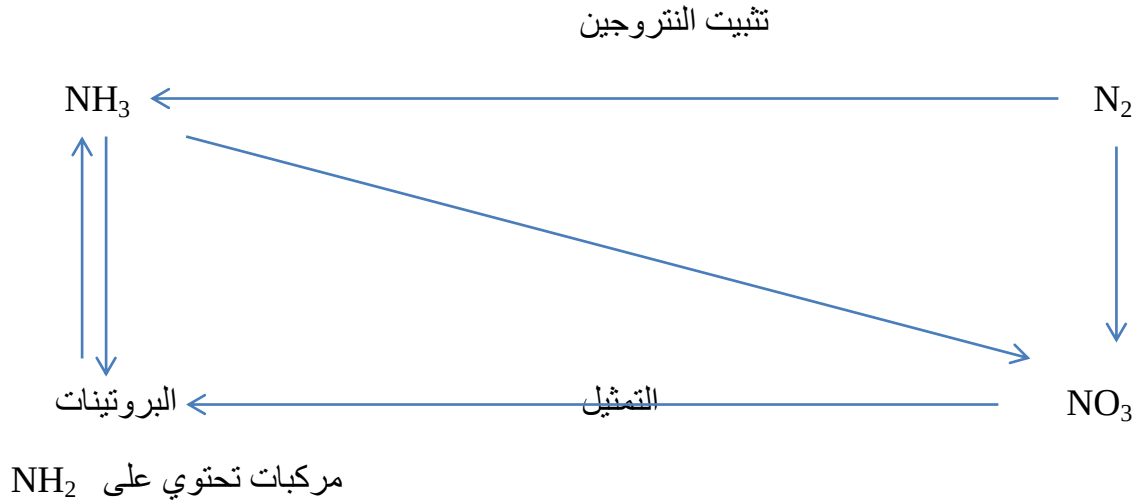
تدخل احياء التربة في انحلال المادة العضوية وتعتبر عملية الانحلال من العمليات الطبيعية الاساسية للمحافظة على الموازنة الحياتية على الكرة الارضية فلولا الانحلال لتراكت المادة العضوية على سطح الارض وبقي عنصر الكربون والعناصر الغذائية الاخرى ممسوكة في الانسجة النباتية والحيوانية دون رجوعها الى الجو مما يؤدي الى انخفاض نسبة CO_2 في الهواء الجوي واختلال التوازن الحياتي بسبب عدم اكتمال دورة الكربون في الطبيعة وكذلك ما يخص بتغذية الاحياء المختلفة في التربة والماء .

١ - دورة الكربون في الطبيعة

صفحة ٢٠٥

نسبة الكربون : النتروجين في المادة العضوية تختلف نسبة الكربون : النتروجين من مادة عضوية لأخرى حسب مصدرها ودرجة انحلالها فمثلا تبلغ ٤٠٠ : ١ في نشارة الخشب و ٨٠ : ١ في خوص النخيل و ٢٠ : ١ في نبات الجت ، وتتوقف سرعه انحلال المادة العضوية على هذه النسبة حيث كلما زادت النسبة كلما كان الانحلال بطيء شكل ص ٢٠٦

٢- تحولات النتروجين بواسطة احياء التربة المجهرية / يعتبر عنصر النتروجين الحجر الاساس لبناء جزيئات البروتين الذي تتوقف عليه جميع صور الحياة ويتعرض هذا العنصر في صورته العضوية وغير العضوية الى تحولات متعددة يمكن تلخيصها بالشكل التالي والتي تشمل



أ - تعدن النتروجين : وهي عبارة عن تحول الصور العضوية للنتروجين مثل البروتينات والاحماض الامينية وغيرها بواسطة الاحياء المجهرية الى غاز الامونيا (NH_3) وتسمى بعملية النشدة وقد يتحول الامونيا الى نترت (NO_2) بفعل بكتريا Nitrosomonas ومن ثم يتحول النترت الى نترات (NO_3) بفعل بكتريا Nitrobacter وتسمى هذه العملية بعملية النترجة Nitrification .

ب - عكس النترجة Denitrification وتحصل هذه العملية في الظروف اللا هوائية حيث تختزل نترات التربة الى عنصر النتروجين او احد اكاسيده الغازية (N_2O , NO) التي تتطاير الى خارج التربة وتعتبر عملية تطاير اكاسيد النتروجين خسارة اقتصادية للنتروجين في التربة وهناك ظروف تساعد على حدوث هذه العملية وهي ١- رداء التهوية ٢- وجود حرارة ملائمة لهذه العملية وخاصة قربه من ٢٥م° ٣- زيادة محتوى التربة من المادة العضوية ٤- درجة pH التربة الملائم للعملية اكثر من ٥ .

ج- تثبيت النتروجين Nitrogen fixation

وهي عملية اعادة كميات من النتروجين الجوي الى التربة نتيجة فقدته من التربة بالغسل والتمثيل والتطاير بواسطة التثبيت الحيوي للنتروجين الجوي من قبل بعض احياء التربة المجهرية مما يساعد على اتزان النتروجين في التربة وبمساعدة انزيم Nitrogenase ومن الاحياء المثبتة للنتروجين في التربة

١- مثبتات النتروجين التكافلية وتشمل

أ – بكتريا القعد الجذرية لجنس الرايزوبيوم *Rhizobium* والتي تعيش تكافليا مع النباتات البقولية مثل الجت والبرسيم والبقلاء والعدس

ب- بعض انواع الكائنات الحية التي تعيش بصورة تكافلية مع بعض النباتات غير البقولية وبعض الاشجار

٢- مثبتات النتروجين غير التكافلية (حرة المعيشة) وتشمل الطحالب الخضراء المزرققة وبعض الخمائر وبعض انواع البكتريا الهوائية مثل *Azotobacter* و اللاهوائية الاختيارية مثل *Bacillus* وغيرها واللاهوائية التي تقوم بعضها بالتركيب الضوئي مثل *Rhodospirillum* و اللاهوائية التي تقوم بالتركيب الضوئي مثل *Clostridium*