حقيبة تعليمية في فيزياء التربة

لطلبة المعهد التقني – المسيب / قسم التربة

الوحدة النمطية الاولى

تعريف بعلم فيزياء التربة ونسجة التربة

النظرة الشاملة

أ- **الفئة المستهدفة** (طلبة المرحلة الثانية في قسم التربة المعهد التقني المسيب) .

ب- **مبررات الوحدة :-** لانه يعتبر المدخل لكثير من المواضيع التي ستعطى في الوحدات اللاحقة .

ج – **الفكرة المركزية :-** تعريف بعلم فيزياء التربة ونسجة التربة .

د – **اهداف الوحدة :-** سيكون الطالب بعد انتهاء هذه الوحدة قادرا" على أن :-

1- يعرف فيزياء التربة ونسجة التربة .
2- يحدد فوائد علم فيزياء التربة .

الاختبار القبلي

س/ أحسب الوزن الجاف لعينة تربة وزنها الجاف هوائيا" = 30 غم علما" ان النسبة المئوية لرطوبة التربة على اساس الوزن الجاف بالفرن = 8% ؟

محاضرة رقم (1)

علم فيزياء التربة

وهو العلم الذي يهتم بدراسة الصفات والعمليات الفيزيائية في التربة ويشمل على بعض العمليات الفيزيوكيميائية التي تحدث في التربة وكذلك دراسة الغرويات بالاضافة الى علاقة هذه الصفات بنمو وتطور النبات .

يعتبر هذا العلم من اهم وأقدم وأكثر فروع الفيزياء الزراعية تطورا" لكن البشرية مارست فيزياء التربة عمليا" منذ ان عرفت الزراعة وذلك لما للصفات الفيزيائية من اهمية في نمو النبات.

فأعمال الحراثة والعزق وتنعيم التربة وري المحاصيل وغيرها لاتزيد عن كونها ممارسات تؤدي الى تعديل صفات التربة الفيزياوية بما يتلائم وحاجة النبات .

كان للثورة الصناعية أثر كبير في تقدم علم فيزياء التربة لانه كان السبب في زيادة الطلب على المنتجات الزراعية مما ادى الى تدهور التربة وقلة خصوبتها نتيجة للاستغلال غير الصحيح . فوجد العلماء العديد من الطرق لاصلاح التربة وزيادة خصوبتها عن طريق أضافة الاسمدة وزيادة انتاجية الدونم حيث وجد في ذلك الوقت وجود علاقة طردية بين الانتاج وزيادة أضافة الاسمدة للتربة وبدأ بأستخدام مستويات عالية من الاسمدة المضافة دون النظر الى تأثيرات تلك الاسمدة على الصفات الفيزيائية للتربة في حين فقدت التربة قابليتها على الانتاج بالرغم من أحتواءها على العناصر الغذائية .

في هذه الظروف بدأ البحث عن اسباب تدهور انتاجية التربة وكان هذا الوقت مولد علم فيزياء التربة .

ويهتم علم فيزياء التربة بالصفات الفيزيوكيميائية للتربة ويهتم بالمواضيع الفيزيائية مثل : الصفات الميكانيكية ، الصفات الحرارية ، الصفات الضوئية والهيدروليكية .

كما يرتبط علم فيزياء التربة بالعلوم البايلوجية وذلك بأهتمامه بعلاقة الصفات الفيزيائية بنمو النبات الذي يتضمن صفات النبات الفسلجيه وعلاقتها بالبيئه .

النسجة soil Texture

وهي النسبة المئوية لدقائق التربة من الرمل ، الغرين والطين .

أو هي التوزيع النسبي لمجاميع الاحجام المختلفة لدقائق التربة المعدنية(الرمل، الغرين ، الطين)

وتصنف دقائق التربة المعدنية أما على أساس :-

1- الحجم 2- الشكل 3- الكثافة 4- التكوين البلوري

وفي علم فيزياء التربة تصنف الدقائق على أساس الحجم .

وهناك عدة أنظمة للتصنيف منها :-

النظام العالمي ، النظام الامريكي ، النظام الروسي ، النظام البريطاني ونؤكد على التصنيف العالمي والامريكي .

مفصولات التربة

تقسم حبيبات التربة المعدنية الى مجاميع أعتمادا" على حجم هذه الحبيبات أي بدون أخذ التركيب الكيمياوي او اللون أو الوزن أو الصفات الاخرى في الاعتبار ويطلق على مجموعة الحبيبات اصطلاح (مفصولات التربة)

أحجام دقائق التربة (مفصولات التربة)

المفصولات	القطر(ملم) حسب النظام الامريكي	القطر(ملم) حسب النظام العالمي
رمل خشن جدا"	2 – 1	-----
رمل خشن	0'5	2 – 0,2
رمل متوسط	0,5 – 0,25	-----
رمل ناعم	0,25 – 0,1	0,2 – 0,02
رمل ناعم جدا"	0,1 – 0,05	-----
غرين (سلت)	0,05 – 0,002	0,02 – 0,002
طين	أقل من 0,002	أقل من 0,002

ويمكن تلخيص الجدول السابق حسب النظام العالمي كما يلي :-

المفصولات	القطر (ملم)
دقائق الرمل sand particles	2- 02و0
دقائق الغرين silt particles	0,002 – 0,02
دقائق الطين clay particles	أقل من 0,002

و مما تقدم يظهر لنا بأن دقيقة الرمل هي الاكثر حجما" ويليها الغرين ثم الطين التي دقائقها هي الاقل وتكون المساحة السطحية للسلت أكبر من الرمل ومن ثم تكون المساحة السطحية للطين أكبر من الاثنين وأن المساحة السطحية لها أهمية كبيرة في تحديد كثير من خصائص التربة منها الاحتفاظ بالماء وقوة التماسك بين الدقائق وغيرها من الصفات الاخرى .

تصنيف الترب حسب نسجتها

بعد تحديد النسب المئوية لدقائق التربة يتم تحديد صنفها وبصورة عامة تصنف التربة الى ثلاثة مجاميع رئيسية :-

1- **الترب الرملية sandy soils:-** وهي الترب التي تحتوي على نسبة 70% أو اكثر من وزنها رملا" وصفاتها تشبه صفات الرمل .
2- **الترب الطينية clay soils :-** وهي الترب التي تحتوي على نسبة 35 – 40% من وزنها طين وصفاتها تشبه صفات دقائق الطين .
3- **الترب المزيجية Loamy soils :-** هي الترب التي يتساوى فيها تأثير دقائق الرمل والغرين والطين فلا هي طينية ولا هي رملية وأنما هي وسط بينهما .

الاختبار البعدي

س1/ ماهي أصناف التربة بصورة عامة .

مفتاح الاجابة للاختبار القبلي

1- يستخدم قانون النسبة المئوية للرطوبة على اساس الوزن الجاف بالفرن =

وزن التربة الرطبه– وزن التربة الجافة بالفرن * 100

وزن التربة الجافة بالفرن

2- تعريف النسجة

الاختبار البعدي

1- الترب الرملية 2- الترب الطينية 3- الترب المزيجية

المصادر

1- فيزياء التربة عبد الله العاني
2- أساسيات علم التربة عبد الفتاح العاني

المحاضرة رقم (2)

عوامل الربط Cementing agents

أ- المادة العضوية Organic mater
ويتم القضاء عليها بأضافة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 الى عالق التربة فيقوم بحرق المواد العضوية الموجودة في التربة .
ب- أكاسيد الحديد والالمنيوم .

جـ – كاربونات الكالسيوم والمغنسيوم والجبس .

ويتم القضاء على تأثيرها في ربط الدقائق بمعاملة التربة بحامض الهيدروكلوريك المخفف حيث تتحول هذه المركبات الى كلوريدات سهلة الذوبان بالماء يمكن التخلص منها بواسطة عملية غسل التربة .

د- الايونات المتعددة الشحنة مثل ايونات الكالسيوم والمغنسيوم والحديد وهذه ايضا" يتم التخلص منها بطريقة الغسل .

هـ - دقائق الطين الغروية الفاقدة لغلافها المائي .

التحليل الميكانيكي Mechanical analysis

هي سلسلة من العمليات التي تجري على عينات التربة لتقدير نسجة دقائق التربة ويشمل :-

1- تفرقة الحبيبات والتجمعات عن بعضها وذلك بالقضاء على تأثيرات عوامل الربط انفة الذكر ؛ فيضاف بيروكسيد الهيدروجين وحامض الهيدروليك والتسخين والتحريك وكذلك أضافة هكساميتا فوسفات الصوديوم والرج الميكانيكي تفرق الحبيبات وأن هكساميتا فوسفات الصوديوم تحل محل الكالسيوم على سطح حبيبات الطين وكذلك الجهد الحركي (جهد زيتا) للغرويات .
2- تقدير حجم حبيبات او حجم دقائق التربة بواسطة النخل والترسيب :-
هنالك مجموعة مناخل وكل منخل مسجل عليه قطر الفتحات ويتم النخل سواء كان رطب او جاف ومن ثم تجمع الاوزان وتستخرج النسبة المئوية من خلال معرفة وزن التربة المستخدم .
اما طريقة الترسيب فهي من الطرق الشائعة لتقدير حجم حبيبات التربة وتعتمد على قانون ستوك
**** قانون ستوك Stocks law :-** الذي ينص على أن سرعة سقوط دقيقة التربة في السائل تتناسب طرديا" مع مربع نصف قطر الدقيقة وعكسيا" مع لزوجة السائل .

طرق التحليل الميكانيكي

1- طريقة المكثاف (الهيدروميتر)

2- طريقة الماصة

يوجد مكثاف خاص بالتربة أو هيدروميتر لمعلق التربة وهذه الطريقة مبينة على أساس أن هناك أنخفاض متواصل في كثافة المعلق متجه نحو الاسفل في المنطقة أسفل الهيدروميتر . وتزداد كثافة المعلق نحو الاسفل بسبب نزول الدقائق كبيرة الحجم الى الاسفل حسب قانون ستوك تعتبر طريقة المكثاف (Hydrometer) أسرع من طريقة الماصة ولازالت دقيقة بما فيه الكفاية ولعدة أغراض لكن تفضل طريقة الماصة للاغراض الادق أكتشفت هذه الطريقة لتقدير محتوى التربة من الرمل والسلت والطين بدون فصلهم .

كيفية تصحيح قراءة الهيدروميتر

اذا كانت درجة حرارة العالق أقل من 20^{0}م أو أكثر من 20^{0}م يجب تصحيحها واذا كانت 20^{0}م فلا تصحح .

مثال:- لو كانت قراءة المكثاف = 5 غم/لتر من المحلول أو العالق الذي درجة حرارته 25^{0}م أحسب القراءة الصحيحة للمكثاف .

الحل/ 25^{0}م – 20 ^{0}م = 5 ^{0}م الفرق في درجة الحرارة

5^{0}م x 0.4 = 2 مقدار الخطأ الذي يجب أن يضاف الى قراءة الجهاز الاصلي لكي تصبح القراءة صحيحة لان الحرارة أكثر من 20 ^{0}م وفي حالة كونها أقل من 20 ^{0}م تطرح

5 + 2 = 7 غم/لتر القراءة المصححة للجهاز .

أهمية النسجة في التطبيقات الزراعية

1- تؤثر في قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء وكذلك الاحتفاظ بالعناصر الغذائية في الترب خشنة النسجة تكون منخفضة وفي الترب الناعمة تكون عالية .
2- تدخل في تحديد الاحتياجات المائية المطلوبة في الري .
3- تحديد نوع الالة المستخدمة في الحراثة .
4- تفيد في أنشاء القنوات الترابية والمبازل مثل أنحدار القناة والميل الجانبي .
5- عامل محدد لعرض وطول اللوح أثناء عملية الري ففي الترب الرملية تكون الالواح أصغر مما في الترب الطينية .
6- تؤثر على ظاهرة الادمصاص على سطوح التربة .
7- تؤثر على حركة الماء والهواء في التربة .

محاضرة رقم (3)

بناء التربة Soil Structure

يمكن تعريف بناء التربة : بأنه الكيفية التي ترتبط بها دقائق التربة الاولية (الرمل ، الغرين ، الطين) مع بعضها البعض وما ينتج من هذا الارتباط من تجمعات تختلف في شكلها وحجمها وصفاتها وان انتظام دقائق التربة الاولية عملية معقدة بحيث يصعب وضع اي شكل هندسي بسيط لها فليس هناك طريقة عملية لقياس بناء التربة بصورة مباشرة لذا يعتبر بناء التربة هو عبارة عن صفة نوعية من صفات التربة .

وان جميع الطرق التي تقاس بها بناء التربة هي طرق غير مباشرة والبناء صفة من صفات التربة الاساسية التي تستند اليها الكثير من صفات التربة المهمة .

1- تحديد خصوبة التربة
2- انتاجيتها الزراعية
3- مقدار الجهد المبذول في عملية فلاحة التربة
4- مقاومتها للتعرية بأنواعها
5- مقدار احتفاظها بالرطوبة وتهويتها

كما يعتبر البناء من صفات التربة الناعمة (الثقيلة) والمتوسطة اما الترب الرملية فلا بناء لها وان صفة البناء صفة متغيرة بعكس نسجة التربة التي تعد ثابتة وان البناء يتغير تغيرا" كبيرا" من وقت لأخر تبعا" للتغيرات التي تحدث في الظروف الطبيعية والفعاليات الحيوية وعمليات ادارة التربة .

تكوين مجاميع التربة (بناء التربة) Formation of soil structure

ان عملية تكون البناء تبدأ مع عمليات تكون التربة واستنادا" الى طبيعة هذه العمليات يتكون هذا النوع او ذاك من انواع البناء وبصورة عامة يمكن تلخيص الطريقة التي تتكون بها تجمعات التربة aggregates كما يلي :-

1- ترتبط الدقائق الاولية مع بعضها البعض بواسطة الغرويات العضوية او الغرويات المعدنية .
2- أن هذه الغرويات تكون اغلفة حول الدقائق الكبيرة وهذه الاغلفة تسلك سلوك الصمغ في لصق الدقائق مع بعضها .
3- قد يحدث ان تكون هناك دقيقة عضوية او معدنية مركزية تترتب حولها وبأشكال معينة دقائق اكبر منها من الرمل او الغرين وتكون هذه نواة المجمعات الدقيقة .
4- تتبع هذه المجمعات الدقيقة مع بعضها وتكون مجمعات اكبر حجما" واكثر تطورا" .

العوامل التي تساعد على تكوين بناء التربة

1- النباتات النامية في التربة

عند نمو النباتات في التربة وخاصة جذورها التي تكون على شكل شبكة كثيفة تتوزع داخل التربة وبالتالي تضغط مع بعضها وبعد موت هذه النباتات فأن هذه الجذور تحول الى مواد عضوية هي من اهم المواد الرابطة بين دقائق التربة وهذا يؤدي الى تكوين التجمعات الثابتة بالماء وهي من افضل انواع التجمعات .

2- أحياء التربة

تلعب دورا" متعدد الجوانب في تكوين بناء التربة وكما يلي :-

أ- تقوم الاحياء الدقيقة بتحويل النباتات والحيوانات الى دبال المهم جدا" في ربط دقائق التربة مع بعضها .

ب- تقوم الفطريات بربط دقائق التربة مع بعضها بواسطة اشباه الجذور .

ت- تفرز الاحياء الدقيقة مواد اثناء حياتها تؤدي الى ربط دقائق التربة مع بعضها مثل المواد الصمغية والشمعية والدهنية .

ث- قسم من المواد التي تفرزها الاحياء الدقيقة له شحنات سالبة وموجبة تربط دقائق التربة مع بعضها عن طريق الشحنات

ج- لديدان الارض اهمية بالغة في تكوين مجمعات التربة الثابتة في الماء والتي لها مسامية عالية ونفاذية عالية للماء والغازات واحتواءها على العناصر الغذائية .

3- تعاقب تجمد وانصهار ماء التربة

ان انجماد الماء في التربة يزداد حجمه بمقدار العشر وهذه الزيادة في الحجم تولد ضغط على حبيبات التربة يؤدي الى التصاقها مع بعضها مكون المجمعات وبتعاقب هذه العمليات نحصل على مجمعات التربة ويؤدي بالنهاية الى تحبب التربة .

4- تعاقب الابتلال والجفاف على التربة

يؤدي هذا التعاقب الى تكوين المجمعات وخاصة في الترب الثقيلة المشبعة بالايونات الثنائية والثلاثية بسبب ما يحصل فيها من تمدد وانكماش (هذه المجمعات غير ثابتة بالماء) .

5- العمليات الزراعية

قسم من العمليات الزراعية تؤدي الى تكوين مجمعات للتربة أفضل وخاصة عندما تكون نسبة رطوبة التربة ملائمة اما اذا كانت نسبة الرطوبة غير ملائمة فالنتائج تكون عكسية .

الوحدة النمطية الرابعة

الكثافة الظاهرية ، الكثافة الحقيقية ، المسامية وتوزيع الحجوم للمسامات العلاقة بين الوزن والمسامات البينية في التربة .

النظرة الشاملة

أ- الفئة المستهدفة (طلبة المرحلة الثانية في قسم التربة – المعهد التقني المسيب)

ب- مبررات الوحدة لتوضيح تأثير الكثافة الظاهرية والحقيقية في الزراعة وفوائد الكثافة الظاهرية .

جـ - الفكرة المركزية :- لمعرفة الكثافة الظاهرية وتأثيراتها في المجال الزراعي .

د- أهداف الوحدة :- سيكون الطالب بعد انتهاء الوحدة قادرا" على أن :-

1- يعرف الكثافة الظاهرية والحقيقية والمسامية
2- يقدر الكثافة الظاهرية والحقيقة
3- يحسب المسامية .

الاختبار القبلي

س1 / أ- عرف الكثافة الظاهرية .

ب-عرف الكثافة الحقيقية .

جـ- عرف المسامية .

الاختبار البعدي

أحسب الكثافة الظاهرية لعينة تربة اخذت بواسطة اسطوانة ارتفاعها 8 سم وقطرها 6 سم ووزن التربة الجافة بالفرن = 500 غم .

الكثافة الظاهرية Bulck density

1- **الكثافة الظاهرية للتربة :-** هي وزن وحدة الحجم من التربة الجافة بالفرن والمحتفظة ببنائها الطبيعي او هي وزن سم^3 واحد من التربة المحتفظة ببنائها الطبيعي أي ان الحجم يشمل حجم الدقائق وحجم المسامات الموجودة بينها .

$$Db = \frac{Ms}{Vt} = \frac{Ms}{Vs + Vf}$$

حيث أن :-

Db = الكثافة الظاهرية غم / سم^3

Ms= وزن التربة الجافة بالفرن

Vt = حجم كتلة التربة مع المسامات مقدرة بـ سم^3

Vs= حجم دقائق التربة الصلبة مقدرة بـ سم^3

Vf = حجم المسامات في التربة الصلبة مقدرة بـ سم^3

وتعرف أيضا" بأنها كتلة وحدة الحجوم .

أن الكثافة الظاهرية تكون دائما" أقل من الكثافة الحقيقية لنفس التربة وأن قيمة الكثافة الظاهرية تعكس قسم من صفات التربة مثل النسجة وبناء التربة ونوعية معادنها ، فالترب الثقيلة تكون كثافتها الظاهرية أقل من الترب الخفيفة لان مسامية التربة الثقيلة أكبر من مسامية الترب الخفيفة كما أن الكثافة الظاهرية لترب الافاق العليا أقل منها في الافاق السفلى وذلك لان الافاق العليا تكون معرضة للعمليات الزراعية وكذلك نمو الجذور فيها يجعلها مفككة ، كذلك احتوائها على نسبة اكبر من المادة العضوية اضافة الى أن الافاق السفلى تكون معرضة لعمليات الضغط بسبب سير المكائن الزراعية وخاصة منها الثقيلة ، فالكثافة الظاهرية للترب الفقيرة بالمواد العضوية تتراوح بين 1.34 غم / سم^3 – 1.6 غم/سم^3 في الافاق السطحية و 1.6 – 1,8غم /سم^3 في الافاق السفلية .

تختلف الكثافة الظاهرية ضمن الموسم الزراعي الواحد فقد تصل الى 0,8 غم/سم^3 في الترب المحروثة وترتفع الى 1.6 غم/سم^3 في نهاية الموسم الزراعي عن طريق معرفة الكثافة الظاهرية للترب يمكن التكهن بصفاتها الفيزيائية مثل التهوية والصفات الحرارية والمائية وبالتالي تؤثر على انتاجية التربة فعندما تكون قيمة الكثافة الظاهرية عالية تعني أن احتواءها على الماء يكون اقل من الترب ذات الكثافة الظاهرية القليلة وكذلك نفاذيتها تكون اقل وتهويتها تكون سيئة وبالتالي انتاجيتها تكون منخفضة . افضل كثافة ظاهرية مشابهه لترب العراق 1,2- 1,3 غم/سم^3 واقصى حد لها هي 1,4غم/سم^3 وذلك عندما تكون مساميتها 48-50% أن زيادة الكثافة الظاهرية تعيق انبات الجذور بها .

فوائد الكثافة الظاهرية

1- حسابات المسامية
2- تحديد وزن التربة والمواد الموجودة فيها
3- حسابات الري

طرق تقدير الكثافة الظاهرية

أ- **الطريقة المختبرية :** وأهمها طريقة البرافين :- كث ض = الوزن / الحجم

ب- الطريقة الحقلية :-

1- طريقة الاسطوانة :-

مثال :- استخدمت اسطوانة لقياس كثافة التربة حيث كان ارتفاع الاسطوانة 5سم وقطرها 5سم وان وزن التربة الجافة بالفرن مع الاسطوانة = 212 غم وان وزن الاسطوانة =82 غم ، أحسب الكثافة الظاهرية للتربة ؟

الحل /

وزن التربة الجافة بالفرن = وزن التربة بالفرن مع الاسطوانة – وزن الاسطوانة

= 212 غم – 82 غم = 130 غم وزن التربة الجافة بالفرن

نحسب حجم الاسطوانة = حجم التربة

حجم الاسطوانة = نق^2 × ط × ع

= 6,25 × 3,14 × 5

= 98,125 سم^3 حجم التربة = حجم الاسطوانة

الكثافة الظاهرية = وزن التربة الجاف بالفرن / حجم التربة الطبيعي (مع المسامات)

= 130 غم / 98, 125 سم^3

= 1,3 غم/سم^3 الكثافة الظاهرية للتربة

2- **أستعمال أشعة كاما :-** وذلك من خلال حساب النقص في شدة الشعاع الخارج من الجهة الثانية من التربة .

الكثافة الحقيقية Density True

وهي كثافة الجزء الصلب من التربة فقط .

وبما ان كثافة الترب الحقيقية تمثل كثافة الدقائق الصلبة وأن دقائق التربة تختلف في كثافتها استنادا" الى المعدن الذي تتكون منه تلك الدقائق ، عليه تختلف الترب في كثافتها الحقيقية تبعا" لذلك ولكنها تكون ثابتة لنفس التربة لانها لا تتأثر بالعمليات الزراعية ولا تدخل المسامات والفراغات في حجمها عكس الكثافة الظاهرية وتتراوح قيمتها للترب الزراعية المعدنية 2,6غم/سم^3 – 2,75 غم/سم^3 .

فوائد معرفة الكثافة الحقيقية :-

1- اخذ فكرة عن المعادن التي تتكون منها التربة
2- معرفة مقدار المادة العضوية في التربة
3- تدخل في حسابات مسامية التربة
4- تدخل في حسابات التحليل الميكانيكي للتربة

تقدير الكثافة الحقيقية

تستخدم طريقة قنينة الكثافة لحساب الكثافة الحقيقية للتربة

$$Dp = \frac{Ws - Wa}{Ww + Ws - Wa - Wsw} \times 100$$

حيث أن :-

Dp= الكثافة الحقيقية غم/سم^3

Ws= وزن القنينة بها التربة المجففة غم

Wa= وزن القنينة وهي فارغة

Ww= وزن القنينة مملؤة بالماء

Wsw= وزن القنينة وبها التربة والماء

مسامية التربة Soil Porosity

هي مجموع الفراغات الموجودة في حجم معين من التربة المحتفظة بتركيبها الطبيعي سواء كانت مشغولة بالماء او بالهواء ويعبر عنها بالنسبة المئوية من حجم التربة .

تعتمد المسامية على نسجة التربة وبنائها وتكون عادة في الترب الطينية اكبر منها في الترب الرملية ويجب التمييز بين نوعي من المسامات :-

1- **المسامات الفعالة الصغيرة :-** هي المسامات التي تقدر قابلية التربة بالاحتفاظ بالماء والتي تكون حركة الماء فيها اساسا" بواسطة الخاصية الشعرية .
2- **المسامات الغير الفعالة الكبيرة :-** وهي المسامات التي تكون مملؤة غالبا" بالهواء وخاصة في الترب الجيدة البزل وتكون فيها حركة الماء مرتبطة بالجدران وبطيئة جدا"

تحسب المسامية من المعادلة التالية :-

$$\% \text{ للمسامية} = \left(1 - \frac{\text{كث ض}}{\text{كث ح}} \right) \times 100$$

المحاضرة الخامسة

ماء التربة

اهمية الماء في التربة

1- الماء مادة الحياة فلا حياة بدون الماء كما جاء في القران الكريم حيث يقول الله سبحانه وتعالى (وجعلنا من الماء كل شيء حي) .
2- للماء قدرة عالية في اذابة المواد ويعتبر من احسن المذيبات لذلك يعتبر مذيب جيد للأملاح الموجودة في التربة ومنها العناصر الغذائية وحتى الترب غير المالحة يوجد في ماءها املاح تتراوح بين (1-20 مل مكافئ / لتر).
3- قد يحتوي ماء التربة على الايونات منها ايونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والألمنيوم و البيكاربونات و الكلوريدات و الكبريتات و النترات وغيرها من ايونات الاملاح المعدنية .
4- يوجد في ماء التربة المواد العضوية الذائبة فيه وكذلك الغازات من النتروجين والأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون .
5- يستخدم الماء في جميع العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تجري داخل التربة كمذيب لمعظم المواد التي يحتاجها النبات .
6- تستهلك النباتات المياه في عملية التبخر والنتح .
7- يقوم بنقل العناصر الغذائية والمواد الاخرى من اماكن تواجدها الى اماكن يحتاجها النبات .

بعض المعلومات

1- **نسبة الاشباع :-** وهي النسبة المئوية لرطوبة التربة عندما تكون جميع المسامات البينية الصغيرة والكبيرة مملؤة بالماء وتكون قوة الشد تساوي صفر .
2- **السعة الحقلية :-** وهي النسبة المئوية لرطوبة التربة بعد أن يتم بزل جميع الماء الزائد عن طريقة الجذب الارضي وتصبح رطوبة التربة ثابتة نسبيا" وتمثل السعة الحقلية الحد الاعلى للماء الجاهز للنبات ويكون الشد الرطوبي للتربة عند هذه النقطة من ($\frac{1}{3}$ ، $\frac{1}{10}$) ضغط جوي (بار) ويختلف الشد حسب نوع التربة ففي الترب الرملية يكون الشد ($\frac{1}{3}$) ضغط جوي وفي الطينية يكون ($\frac{1}{10}$) ضغط جوي
3- **نقطة الذبول الدائم :-** النسبة المئوية للرطوبة في التربة والتي تذبل عندها النباتات ذبولا" دائما" حتى ولو وضعته في الماء مرة أخرى .
4- **قوة التلاصق :-** وتعرف بأنها القوى الناتجة عن تجاذب جزيئات الماء مع دقائق التربة وهذا يحصل بسبب وجود شحنات سالبة على سطوح دقائق التربة تجذب اليها جزيئات الماء المستقطبة .

5- **قوى التماسك :-** وهي قوة التجاذب بين جزيئات الماء نفسها بفعل الاواصر الهيدروجينية .

التقسيم الفيزياوي لرطوبة التربة

يمكن تقسيم ماء التربة حسب قوة الشد التي يمسك بها من قبل حبيبات التربة الى :

1- **ماء متبلور :-** يعتبر هذا الماء جزء من الحالة الصلبة للتربة ويدخل هذا الماء ضمن مجموعة الهيدروكسيل وليس له اهمية من وجهة نظر علاقة التربة بالماء .
2- **الماء الهيكروسكوبي :-** وهو الماء المشدود بقوى شد تتراوح من (10000 – 31) ضغط جوي .
3- **الماء الشعري :-** وهو الماء المشدود من (31 – 1/3) ضغط جوي ويكون بحالة سائلة وفعال وهو يكون بحركة مستمرة في المسامات الشعرية وان الماء المشدود من (15- 1/3) ضغط جوي تكون له اهمية كبيرة .
4- **ماء البزل :-** وهو الماء الذي تحتفظ به التربة بقوى اقل من (1/3) بار والذي يبزل من التربة نتيجة قوى الجاذبية الارضية .

تقسيم ماء التربة حسب حاجة النبات وحسب جاهزيته للنبات

1- **ماء فائض :-** ويسمى الماء الحر او ماء البزل وتمثله الرطوبة التي تزيد عن السعة الحقلية .
2- **الماء الجاهز :-** ويسمى الماء المتيسر وهو كمية الماء الذي تحتفظ به التربة بين السعة الحقليه ونقطة الذبول ويكون الشد من (1/3 – 15) ضغط جوي .
3- **الماء الغير جاهز:-** وهو الماء الذي يمسك بالتربه عند نقطة الذبول وما بعدها ويشمل الماء الهيكروسكوبي والماء الشعري بين نقطة الذبول والمعامل الهيكروسكوبي .

المحاضرة السادسة

ادارة التربة واهميتها في تحسين التركيب

أن الغرض الرئيسي في تحسين تركيب التربة هو

1- تهيئة الظروف الملائمة لنمو الجذور .
2- امتصاصها للعناصر الغذائية الضرورية والماء لذلك فالطرق المستعملة في تحسين تركيب التربة تعتمد على نسجة التربة .

فالترب الرملية تتصف :

أ- زيادة التهوية .

ب- أنخفاض قابليتها على مسك الماء والعناصر الغذائية لوجود نسبة عالية من المسامات الكبيرة فيها لذلك فهي تكون غير ملائمة لنمو النبات الا اذا استعملت طرق خاصة في الارواء والتسميد وفي هذه الحالة يكون :

1- الري على فترات متقاربة وبكميات قليلة لأجل تهيئة الرطوبة الملائمة لنمو النبات ولأجل تحسين هذه الترب لنمو النبات .
2- تضاف المواد العضوية التي تؤدي الى تكوين المجاميع بالأضافة الى انها تزيد من قابلية التربة على مسك الماء والايونات القابلة للتبادل أو تزرع نباتات ذات جذور ليفية لتحسين صفات هذه التربة ، او هنالك دراسات حديثة تتضمن أضافة بعض المواد المتوفرة لأجل تحسين بناء التربة مثل أضافة مشتقات النفط أو الاسمنت أو بعض المركبات الاخرى والتي تسمى محسنات التربة .

وبالنسبة للترب الطينية ناعمة النسجة تحسن التركيب فيها أكثر صعوبة وتعقيد من الترب الرملية ففيها يكون تماسك التربة كبير ونسبة تمددها وتقلصها عالية بسبب وجود كميات من الاطيان الغروية في هذه الحالة يجب أن تعامل التربة بصورة خاصة في عمليات الفلاحة المختلفة حيث أن حراثة التربة وهي ذات رطوبة عالية يؤدي الى تحطيم المجاميع وانخفاض مساميتها وأحجام المسامات مما يؤدي الى ظروف غير ملائمة لنمو النبات اما عند حراثتها وهي جافة فأن الترب ستتكسر الى كتل كبيرة يصعب تكسرها فينصح بأن تتم حراثتها عندما تكون نسبة الرطوبة في نقطة بحيث لا تتلاصق التربة بالمحراث (وتسمى نقطة الجلي Scouring point)

ويمكن تحسين بناء مثل هذه الترب اما بأضافة المواد العضوية او زراعة النباتات ذات الجذور الليفية العميقة والتي تعمل على تحسين مسامية التربة وكذلك اتباع اسلوب الدورات الزراعية اي زراعة محاصيل متنوعة وليس الابقاء على محصول واحد في جميع المواسم .

كذلك يجب عدم استعمال الالات الثقيلة بكثرة في التربة لان ذلك يؤدي الى تحطيم مجاميع التربة ودك التربة .

ثباتية مجاميع التربة

ان الترب الزراعية تكون دائما" في حالة رطبة فاذا لم تكن المجمعات ثابتة في الماء فأن ذلك يقلل من قيمتها لأنها حالما تبتل في الماء سوف تتحلل وبالتالي فأنها عديمة البناء لذا فأن المجمعات عديمة الثبات بالماء تسمى احيانا بالمجمعات الكاذبة False aggregates اما المجمعات الثابتة بالماء فهي المجمعات الحقيقية True aggregates

ولتحديد معامل ثبات المجمعات في الماء بأن يؤخذ 25-50 مجمعة وترطب بالماء بالتدريج بواسطة الخاصية الشعرية ، بعد ذلك نغمر المجمعات بالماء ويحصى عدد المجمعات التي تتحلل خلال كل دقيقة من الدقائق العشر التي تعقب الغمر مباشرة ومن ثم يحسب معامل ثبات المجمعات من المعادلة التالية :-

$$K = \frac{(aK_1 + bK_2 + cK_3 + \text{--------} + nK_{10}) * 100}{A}$$

حيث ان :-

n.....c,b,a = عدد المجمعات التي تتحلل خلال الدقيقة الاولى والثانية والثالثة ..... والعاشرة على التوالي .

K_{10} ,..... K_3 , K_2 , K_1 = معامل التصحيح بالنسبة لكل دقيقة .

A= عدد المجمعات التي استخدمت في التجربة .

أهم العوامل التي تحدد ثبات المجمعات

1- نوعية الغرويات السائدة في التربة

ان نوعية الغرويات في التربة مهمة جدا" في تحديد ثباتية مجاميع التربة في الماء وان المواد العضوية بمختلف انواعها تزيد من ثبات مجمعات التربة كما ان نوع معدن الطين الغروي يؤثر تأثير مباشر على ثبات المجمعات والحبيبات التي يسود فيها معدن الطين من نوع الكاوؤلينات تكون اثبت من تلك التي يسود فيها معدن المونتمورلينايت كما ان المواد الرابطة من المركبات غير العضوية مثل أوكسيد الحديد والالمنيوم لها تأثير محدد في ربط دقائق التربة مع بعضها مما يزيد من ثباتها .

2- **ظروف التهوية :-** ان ظروف التهوية تحدد تحلل المواد العضوية ونوعية المواد الناتجة من التحلل ففي ظروف التهوية الجيدة تتحلل المواد العضوية بسرعة وينتج منها زيادة المواد الوسطية في تجميع دقائق التربة .

طاقة ماء التربة

تعرف الطاقة :- بأنها قابلية الجسم على انجاز شغل ، حيث ان ماء التربة يقوم بانجاز شغل داخل التربة لانه يمتلك طاقة ويعبر عن طاقة الماء في التربة بوحدات الطول

فلو تم فحص مقد تربة تحتوي على مستوى ماء ارضي على عمق معين فأن الضغط عند مستوى الماء الارضي يساوي صفر ، اما التربة التي تقع فوق مستوى الماء الارضي تكون غير مشبعة ويمسك الماء الباقي في التربة بواسطة قوى التلاصق والتماسك اي ان الماء سيكون تحت ضغط سالب القيمة وقوة الماء تسمى بالشد الرطوبي للتربة ويعبر عن الشد بوحدات طول ايضا" ويمكن استخدام وحدات الضغط الجوي ووحدات الـ Pf والتي تعرف بأنها لوغاريتم القيمة العددية للشد الرطوبي للتربة معبرا" عنها بسنتمترات من الماء **pf = Log h** **h=**مقدار عمود الماء الذي يعادل الشد المعين .

توجد قوى كثيرة تؤثر على قابلية ماء التربة على الحركة وان الماء يتحرك باتجاه محصلة هذه القوى والمحصلة تسمى الجهد الكلي لماء التربة وهو المجموع الجبري لعدد من الجهود اهمها :

1- **جهد الجاذبية الارضي Gravitational Potential:-** وهو الجهد الناتج من قوة الجذب الارضي التي يتعرض لها الماء الموجود داخل التربة او هو القوة الناتجة عن وزن الماء المتحرك من نقطة معينة داخل التربة ويرمز لها بالرمز g
2- **جهد الضغط Pressure Potential :-** وهو ما ينتج عن وزن عمود الماء فوق نقطة معينة وهو ينتج عن ضغط خارجي على ماء التربة في تلك النقطة ويرمز له بالرمز p
3- **الجهد الهيكلي Matric Potential :-** وهو ما ينتج عن قوى التجاذب بين سطوح الدقائق الصلبة وما التربة (قوى التلاصق) اضافة الى قوى التجاذب بين جزيئات الماء مع بعضها (قوى التماسك) وهذا الجهد يمتلك علامة سالبة ويرمز له بالرمز m اي انه قوة معرقلة لحركة الماء في التربة مقارنة بالماء الحر في نفس الظروف .
4- **الجهد الازموزي Osmotic Potential :-** وهو الجهد المسبب عن قوى التجاذب بين الاملاح وماء التربة وهو سالب القيمة ايضا" اي انه يعيق حركة الماء ويرمز له بالرمز f .

واستنادا" الى ماسبق فأن **الجهد الكلي t** يساوي المجموع الجبري للجهود اعلاه اي ان :

t= m + g + p + f

وان Total Potential = t

العلاقة بين الشد الرطوبي والمحتوى الرطوبي للتربة :-

اذا فحصنا تربة مشبعة بالماء في حالة توازن مع ماء حر فسنجد ان الضغط الحقيقي فيها هو ضغط جوي واحد ويكون الشد فيها يساوي صفرا" ، فاذا سلطنا عليها شد معين فان الماء الموجود في المسامات الكبيرة سوف يتحرك منها اولا" وكلما زاد الشد تدريجيا" فأن المسامات الاصغر سوف تفرغ ايضا" ، وفي القيم العالية من الشد سوف تكون المسامات الصغيرة جدا" فقط هي مملؤة بالماء ، اضافة الى زيادة الشد اكثر يؤدي الى التقليل من سمك الغشاء المحيط بسطوح حبيبات التربة .

يتبين من هذا أنه كلما زاد الشد الرطوبي للتربة قل المحتوى الرطوبي فيها فأذا قدرنا النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي في قيم شد مختلفة لتربة معينة فأنه يمكن رسم خط بياني بين العلاقة بين الشد الرطوبي والمحتوى الرطوبي ، هذا الخط البياني يطلق عليه اسم منحنى الشد الرطوبي

ان المحتوى الرطوبي للتربة عند شد معين يختلف من تربة الى اخرى فالترب الناعمة النسجة تحتوي على كمية من الماء اكبر من التربة خشنة النسجة بنفس الشد الرطوبي اي ان الترب التي تحتوي على كمية اكبر من الطين .

والمادة العضوية يمكن ان تحتفظ بكمية اكبر من الرطوبة من تلك التي تحتوي على نسب اقل منها ، كما تختلف كمية الرطوبة في شد معين حسب طريقة الوصول الى الرطوبة المعينة بالتجفيف او بالترطيب والاختلاف في مقدار الرطوبة تحت نفس الشد يعزى الى ظاهرة الهسترة Hysteresis .

حركة ماء التربة

يدخل الماء الى التربة أما عن طريق المطر او الري ويخرج منها عن طريق البزل والتبخر والنتح واستهلاك النبات ، والماء في التربة يبقى في حالة حركة مستمرة تبعا" لاختلال الرطوبة في مناطق التربة المختلفة ، هذه الحركة تحصل في جميع الاتجاهات من اعلى الى اسفل والى الجوانب ومن اسفل الى اعلى تبعا" لتأثير القوى المحركة له ، والماء يتحرك في التربة اما بحالته السائلة او الغازية .

ان اهمية دراسة حركة ماء التربة تأتي من ان جميع العلاقات المتبادلة بين التربة والماء والنبات تعتمد على حركة ماء التربة ، فحركة الماء الى جذور النبات وتبخر الماء من سطح التربة وحركة المياه الزائدة الى المبازل وغيرها هي امثلة لهذه العلاقات .

ان معدل حركة الماء داخل التربة سواء" في حالته السائلة او الغازية تتناسب مع حاصل ضرب القوة المحركة ودرجة توصيل التربة للماء ويمكن التعبير عن هذا التناسب كما يلي :-

$V = K F$ حيث أن :- **V =** الحجم الكلي للماء المتحرك

K= معامل توصيل التربة للماء

F = القوة المحركة للماء

وكما سبق ذكره فأن القوة المحركة للماء قد تكون بتأثير نوع واحد او اكثر من الجهود المذكورة سابقا" والتي تختلف حسب حالة الحركة فاذا تم حساب مقدار الفرق في الجهد الكلي بين اي نقطتين في نظام تربة ماء وقسمت على مسافة الجريان ، فسوف نحصل على مايسمى بالانحدار الهيدروليكي ، اما درجة توصيل التربة للماء فتعتمد على حجم ومساحة مقطع المسافات البينية في التربة وكذلك خواص السائل المار من خلالها .

ان نظرية حركة الماء السائل داخل التربة تستند بالأساس على قانون دارسي والذي ينص على ان كمية السائل المارة خلال وحدة المساحة في وحدة الزمن في جسم مسامي تتناسب طرديا" مع الانحدار الهيدروليكي ومع معامل ما يسمى بمعامل التوصيل الهيدروليكي يكتب بعدة صور ابسطها :-

$$V = K \frac{DH}{DS}$$

حيث ان :-

V= كمية الماء المار في وحدة الزمن في وحدة المساحة وتأخذ وحدات سرعة L/t (سم/ثانية).

K= معامل التوصيل الهيدروليكي L/t (سم/ثانية) .

DH= التغير في الرأس الهيدروليكي تأخذ وحدة طول L (سم) .

DS= التغير في المسافة وتأخذ وحدة طول (سم) .

هناك ثلاثة انواع من حركة الماء في التربة :-

1- حركة الماء في التربة المشبعة :-

تحدث هذه الحركة عندما لا يكون ماء التربة واقعا" تحت قوى شد كما ان جميع المسامات البينية او معظمها تكون مملوؤة بالماء ويحدث هذا عادة بعد اضافة كميات غزيرة من المياه اما من المطر او عن طريق الري فتصل كمية الماء في التربة لدرجة اكبر من قابليتها للاحتفاظ بالماء فأن الماء الزائد يتحرك الى الاسفل وتسمى هذه الحركة بالجريان المشبع ومن امثلة هذه الحركة حركة المياه الجوفية الى المبازل او الابار ورشح الماء تحت السدود والقنوات وفي الحقول عند اول فترات الري وفي طبقات التربة العليا وغيرها .

يمكن استعمال قانون دارسي لوصف هذا النوع من الحركة مع ملاحظة ان الجهد الكلي المؤثر هنا هو جهد موجب يتكون اساسا" من جهد الجاذبية الارضية وجهد الضغط اي **ان H=Hg + Hp** والفرق بين الرأس الكلي في نقطة دخول الماء والرأس الكلي في نقطة خروج الماء مقسوما" على مسافة الجريان يمثل الانحدار الهيدروليكي . كما ان معامل التوصيل الهيدروليكي يحدد بصورة رئيسية معدل هذه الحركة ، تصنف التربة عادة

حسب قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي لها الى اصناف عديدة تستعمل عادة في تحريات البزل .

2- حركة الماء في التربة غير المشبعة :-

ويحدث هذا النوع من الحركة عندما تتخلص التربة من الماء الزائد ويدخل الهواء بعض مسامات التربة ،

او بعبارة اخرى عندما تكون التربة في حدود السعة الحقلية او اقل ، في هذه الحالة يقل معدل حركة الماء بدرجة كبيرة مقارنة بالحالة المشبعة نتيجة لقلة تأثير قوة الجاذبية الارضية على هذا النوع من الحركة ، معظم العمليات التي تتضمن حركة ماء التربة في منطقة جذور معظم النباتات تحدث والتربة غير مشبعة مثل حركة الماء الى جذور النباتات وتبخر الماء من التربة وغيرها . وتكون قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي في هذه الحالة اقل بكثير مما هي في الحالة المشبعة ، كما ان هذا النوع من الحركة يعتبر من الحالات المعقدة بسبب تغير حالة وكمية ماء التربة خلال الجريان والتي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند وصفه .

ان القوة الرئيسية المسببة لهذا النوع من الجريان هو الجهد الهيكلي والذي هو ضغط سالب عبرنا عنه بالشد فيما سبق فينتقل الماء من المنطقة ذات الشد المنخفض الى المنطقة ذات الشد العالي ويعتمد ذلك على سمك الغلاف المائي المحيط بحبيبة التربة .

3- حركة بخار الماء :-

تحدث حركة بخار الماء في نسب الرطوبة الواطئة جدا" عندما يكون الماء مرتبط بقوة كبيرة بدقائق التربة لا تسمح له بالحركة يحدث هذا النوع من الحركة بطريقتين وهي حركة بالجملة عندما يحصل تغير في الضغط الجوي او في درجة الحرارة ، اما الطريقة الثانية تحصل بواسطة الانتشار وهذا يحدث نتيجة الاختلاف في الضغط البخاري بين نقطة وأخرى وعندها ينتقل بخار الماء من المنطقة ذات الرطوبة النسبية العالية او ذات الضغط البخاري العالي الى المنطقة الجافة او ذات الضغط البخاري المنخفض .

حرارة التربة

تأثيرات حرارة التربة

1- لحرارة التربة دور بالغ الاهمية في جميع العمليات التي تحصل على الصخور لحين تحويلها الى تربة .
2- للحرارة تأثير مهم جدا" في استمرار عمليات التحول التي تحصل على المواد داخل التربة والتي ينتج عنها تحرر العناصر الغذائية وتحويلها من صورة غير جاهزة الى صورة جاهزة يسهل امتصاصها من قبل النباتات .
3- تؤثر الحرارة على قابلية تبادل الغازات في التربة ومقدار الرطوبة .
4- تؤثر الحرارة على سرعة تحلل المواد العضوية وبالتالي تؤثر على بناءها ويحمل صفاتها التي تنعكس على انتاجيتها .

5- تؤثر الحرارة على نشاط الكائنات الحية وأعدادها ، بصورة عامة يقل نشاط الاحياء الدقيقة بدرجة كبيرة عند انخفاض درجة الحرارة اقل من 10 م^0 وان درجة الحرارة المثلى لنشاط الاحياء بصورة عامة بين 18 – 30 م^0 .
6- تؤثر درجة حرارة التربة على انبات بذور المحاصيل الاقتصادية ، حيث يكون الانبات اسرع كلما زادت درجة الحرارة حتى تصل للحد الامثل ، ومن المعلوم ان الانبات المبكر للبذور يؤدي الى الحصول على الغلة بسرعة وهذا مفضل من الناحية الاقتصادية .
7- تؤثر درجة حرارة التربة على نشاط وفعالية الجذور وامتصاصها للماء والعناصر الغذائية ، حيث ان امتصاص الماء يقل بانخفاض درجة حرارة التربة كما ان قابلية الماء على الحركة تقل كلما انخفضت درجة الحرارة وذلك لارتفاع لزوجة الماء .

مصادر الطاقة الحرارية للتربة

تعد الشمس المصدر الرئيسي للطاقة الحرارية للتربة حيث يصل الارض ما مقدار 2سعره/سم^2. دقيقة . ولكن ما يستعمل لرفع درجة حرارة التربة جزء قليل من هذا وذلك لظروف كثيرة تؤثر عليها ومن هذه **الظروف المؤثرة** هي :-

1- **لون التربة :-** التربة داكنة اللون تمتص طاقة اكثر من التربة فاتحة اللون .
2- **انحدار التربة :-** كلما كانت الاشعة الساقطة تشكل زاوية قائمة فأن مقدار الاشعة الممتصة اكثر .
3- **رطوبة التربة :-** ان التربة الرطبة تزداد سعتها الحرارية بمقدار كبير ، فأن وجود الماء في التربة يزيد من استقرار درجة حرارتها ويسهل على احياءها الاستمرار في الحياة دون التعرض الى الازمات التي تحصل لها بسبب التغيرات الكبيرة والفجائية في درجة الحرارة .
4- **الغطاء النباتي :-** يحافظ الغطاء النباتي على درجة حرارة التربة ويقلل عملية التبخر من سطحها ويحافظ على عدم ارتفاع درجة الحرارة .

الحرارة النوعية :- مقدار الحرارة مقدرة بالسعره اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من تلك المادة درجة مئوية واحدة ووحدتها سعره / غرام . درجة مئوية .

السعة الحرارية :- فهي حاصل ضرب كتلة المادة في حرارتها النوعية .

الحرارة النوعية للماء = 1 سعره / غرام . درجة مئوية .

الحرارة النوعية للتربة = تقريبا" 0,2 سعره / غرام . درجة مئوية .

تبادل الغازات بين الجو والتربة

تحتوي بعض النباتات المائية مثل الرز على فجوات خلوية كبيرة مملوءه بالهواء تشكل عمود هوائي يمكن ان ينتقل عبرها الاوكسجين الى جذور النباتات خلال العمود الهوائي ، عدا هذه النباتات فأن جميع النباتات تحتاج الى مصدر للأوكسجين من التربة ولا يتم توفير هذا الأوكسجين ألا عن طريق التبادل الغازي بين الجو والتربة ويتم هذا عن طريقتين :-

1- **انسياب الغازات Mass flow :-** ويحدث نتيجة الاختلافات بالضغط او درجات الحرارة او المحتوى الرطوبي او بواسطة الرياح وهذه الطريقة تأثيرها بسيط .
2- **الانتشار Diffusion:-** وهو حركة جزيئات الغازات المنفردة داخل خليط منها نتيجة الاختلافات في ضغط الغاز نفسه وليس له علاقة مع ضغوط الغازات الاخرى في الخليط .

تهوية التربة

يعني **بتهوية التربة :-** هو تبادل الغازات التي ينتج عنه التخلص من غاز CO_2 المنتج في التربة الى الهواء الجوي واستبداله بغاز الأوكسجين O_2 المستهلك في عملية التنفس داخل التربة .

طرق قياس تهوية التربة

1- قياس معدل انتشار الغازات
2- قياس تركيب هواء التربة
3- قياس المسامية الهوائية

علاقة التهوية ونمو النبات :- يحتاج النبات الأوكسجين في عملية التنفس لجذوره وان النمو الاعتيادي للنبات ممكن عندما تكون نسبة الاوكسجين في هواء التربة 10% فأكثر ويقل نمو النباتات بدرجة كبيرة عندما تنخفض النسبة الى 5% .

تأثيرات التهوية السيئة او نقص الأوكسجين في هواء التربة يمكن تلخيصها بالنقاط التالية :-

1- يؤثر على تنفس الجذور .
2- يؤثر على امتصاص الجذور للماء .
3- يؤثر على امتصاص العناصر الغذائية .
4- تكون بعض المركبات السامة للنبات .