٢- متكتلة Massive: وهى الإراضى الغنية بالطين، والتى تحرث وبها نسبة مرتفعة من الرطوبة؛ فتكون النتيجة ملء غرويات الطين للمسافات البينية بين الحبيبات الأولية الأكبر حجمًا؛ مما يجعل التربة أكثر كثافة، وتظهر بها كتل كبيرة بعد جفافها.

تحبب التربة

يعنى بالتحبب Granulation تكتل حبيبات الطين معًا لتكون تجمعات أكبر حجمًا؛ ولذلك أهمية كبيرة فى زيادة مسامية التربة، وتحسين التهوية بها. ويزداد تحبب التربة Granulation بفعل العوامل الآتية:

١- بزيادة نسبة المادة العضوية فى التربة؛ لأن حبيبات الطين تلتصق معًا بواسطة مادة الدبال Humus الناتجة من تحلل المادة العضوية، وبذلك تتكون تجمعات الطين.

٢- بزيادة الكالسيوم فى التربة يعمل على تجميع حبيبات الطين فى صورة تجمعات هشة، ويسمى ذلك Flocculation، وتصبح هذه التجمعات ثابتة عند التصاق حبيباتها الأولية بفعل المادة العضوية.

وعلى العكس من ذلك .. فإن للصوديوم تأثيرًا مخالفًا لتأثير الكالسيوم؛ إذ يعمل على تلاصق حبيبات الطين بعضها مع بعض ببطء ويتناسق، بحيث تكون الفراغات بينها قليلة جدًّا (Buckman & Brady ١٩٦٠).

مسامية التربة ونفاذيتها

مسامية التربة

يعنى بدرجة المسامية Porosity نسبة الفراغات التى توجد بين حبيبات التربة. ولدرجة المسامية أهمية كبيرة فى تحديد إنتاجية التربة لتأثيرها على قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة، وعلى تحرك الهواء بها، وسهولة نمو الجذور. وعندما تقل نسبة الفراغات بين حبيبات التربة عن ١٠٪ يقل بشدة تحرك الماء والهواء، ونمو الجذور خلال التربة.

العوامل المؤثرة فى مسامية التربة

تتأثر درجة مسامية التربة بالعوامل التالية:

١- قوام التربة: تزيد المسامية فى الأراضى الخشنة القوام (مثل الرملية) عنه فى الأراضى الطينية، والصفراء الطينية.

٢- تجمعات التربة Soil Aggregates: تزيد المسامية مع زيادة هذه التجمعات.

٣- كثرة عمليات العزيق والحرث ومرور الآلات الزراعية تؤدى إلى تفتيت تجمعات التربة، وإجراؤها عندما تكون الأرض شديدة الجفاف أو زائدة الرطوبة يؤدى إلى نفس النتيجة. كما أن كثرة مرور الآلات الزراعية يعمل على انضغاط التربة ونقص مساميتها.

تتوقف نسبة الفراغات على طريقة تراص حبيبات التربة. فإذا فرض مثلاً وجود كرة قطرها ٢,٥ سم، فإن حجمها يكون ٨,٥٨٨٣٦ سم^{٣}. فإذا وضعت فى مكعب طول ضلعه ٢,٥ سم، فإنه يتبقى حولها فراغ قدره ٧,٨٠١٦٤ سم^{٣}. ومعنى ذلك أن ٤٧,٦٪ من المكعب فراغ، والباقى وقدره ٥٢,٤٪ - تشغله الكرة. وينطبق ذلك على أية حالة تكون للمادة المالئة فيها كرات متساوية الحجم ومرصوصة فوق بعضها. أما إذا كانت الكرات متداخلة مع بعضها ومازالت بحجم واحد، فإن نسبة الفراغات تصبح ٢٥,٩٪.

ونظرًا لأن حبيبات التربة لا تكون كروية أو متساوية فى الحجم، لذلك فإن مقدار المسام أو الفراغات يختلف حسب حجم حبيبات التربة، ومدى انضغاطها. فتعمل حبيبات الطين على ملء الفراغات بين الحبيبات الأكبر؛ مثل: السلت والرمل؛ فتقل المسامية، بينما تعمل تجمعات التربة على زيادة المسامية.

ويوجد من الفراغات ما هو صغير micropores، وهذه تمتلئ غالبًا بالماء الذى لا يتحرك فيها إلا بالخاصية الشعرية، وما هو كبير macropores؛ حيث يتحرك الماء فيها بالجاذبية الأرضية، وتكون غالبًا ممتلئة بالهواء. وأفضل الأراضى هى التى تكون المسام فيها موزعة بالتساوى بين الحجم الصغير الذى يشغله الماء، والحجم الكبير الذى يشغله الهواء.

طريقة حساب نسبة الفراغات فى التربة

تحسب نسبة الفراغات فى التربة بالمعادلة التالية:

$$n = 100 (1 - A_S / R_S)$$

حيث إن:

n = نسبة الفراغات.

A_S = كثافة التربة الظاهرية Apparent Specific Graviety، وهى حاصل قسمة كتلة جافة من التربة على حجمها.

R_S = كثافة التربة الحقيقية Real Specific Graviety، وهى حاصل قسمة وزن كتلة جافة من التربة على الحجم الحقيقى الذى تشغله حبيبات هذه الكتلة.

تتراوح الكثافة الحقيقية عادة بين ٢,٥ وأكثر من ٥,٠، تبعًا لأنواع المعادن التى تتكون منها الأراضى المختلفة. لكن الكثافة الحقيقية لمعظم الأراضى تبلغ حوالى ٢,٦٥.

وتتراوح نسبة الفراغات فى معظم الأراضى الزراعية بين ٣٥٪ و ٥٥٪.

نفاذية التربة

تعرف درجة نفاذية التربة Infiltration rate بأنها سرعة نفاذيتها للماء خلال فترة زمنية. فلو فرض وأضيف ٥ سم من الماء إلى سطح التربة، وبعد ساعة كان المتبقى ٢ سم، تكون درجة النفاذية ٣ سم/ساعة، مع فرض تجاهل الماء المفقود بالتبخر.

العوامل المؤثرة فى نفاذية التربة

تتأثر نفاذية التربة بنفس العوامل التى تؤثر على مساميتها؛ لأن نفاذية التربة تتوقف – أساسًا – على مدى مساميتها؛ ولذا .. فإن نفاذية التربة تتأثر بالعوامل التالية:

١- قوام التربة: تزداد درجة النفاذية فى الأراضى الرملية، عنها فى الأراضى الثقيلة، وتقسم الأراضى حسب درجة نفاذيتها إلى أربعة أقسام؛ كما يلى:

أ- أراضٍ ذات نفاذية عالية جدًا (أكثر من ١٠٠ ملليمتر/ساعة؛ وتشمل الأراضى الرملية الخشنة، والطميية الخشنة، والطميية الرملية.

ب- أراضٍ ذات نفاذية عالية (من ٢٠-١٠٠ ملليمتر/ساعة)؛ وتشمل: الأراضى الرملية الطميية، والرملية الناعمة الطميية، والطميية الرملية الناعمة.

جـ - أراضٍ ذات نفاذية متوسطة (من ٥-٢٠ ملليمتر/ساعة)؛ وتشمل الأراضى الطميية، والسلتية الطميية، والطينية الطميية.

د- اراضٍ ذات نفاذية منخفضة (أقل من ٥ ملليمتر/ساعة)؛ وتشمل: الأراضى الطينية، والسلتية الطينية، والرملية الطينية (Fordham & Biggs ١٩٨٥).

٢- تجمعات حبيبات التربة: إذ إن المسافة بين هذه التجمعات هى التى يمر خلالها الماء بالجاذبية الأرضية.

٣- درجة انضغاط التربة.

٤- الفترة بين الريات: فتزداد النفاذية بزيادة الفترة بين الريات.

انضغاط التربة وتأثيره على النمو النباتى فيها

يؤدى انضغاط التربة Soil Compaction إلى زيادة كثافتها الظاهرية ونقص مساميتها. ويحدث الانضغاط عند كثرة مرور الآلات الزراعية الثقيلة على التربة دونما داع، وكذلك عند محاولة حرثها أو عزيقها قبل أن تصبح "مستحرثة"، أى قبل أن تنخفض رطوبتها — عقب الرى أو المطر الغزير — إلى نحو ٥٠٪ من رطوبتها عند السعة الحقلية، وعند كثرة عزيق التربة وخدمتها وهى جافة؛ الأمر الذى قد يفتت تجمعات التربة.

ويتبين من دراسات Tu & Buttery (١٩٨٨) وجود علاقة عكسية بين شدة انضغاط التربة وبين كل من الوزن الكلى للمجموع الجذرى، والنمو الخضرى، والمساحة الكلية للأوراق فى كل من الفاصوليا وفول الصويا.

ومن السمات المميزة للنمو النباتى فى الأراضى المنضغطة: ضعف النمو الخضرى والنمو الجذرى، وظهور أعراض الشد الرطوبى، ونقص العناصر بسبب ضعف النمو

الجذرى، ونقص المحصول. كما تزيد الإصابة بأمراض الجذور؛ بسبب سوء تهوية التربة وضعف نفاذيتها للماء (عن Aljibury وآخرين ١٩٨٢).

يضعف النمو الجذرى — بشدة — فى الأراضى المنضغطة عندما تزيد قراءة مقاومة التربة لجهاز الـ Penetrometer عن ٢,٠ ميجا باسكال MPa. ويرجع ذلك — عندما تكون التربة قليلة الرطوبة — إلى عدم توفر ضغط امتلاء Turger Pressure كافٍ فى خلايا الجذر للتغلب على المقاومة الميكانيكية للتربة. كما يرجع ضعف النمو الجذرى فى الأراضى المنضغطة — حينما تكون رطوبتها عالية — إلى عدم توفر الأكسجين فيها بالقدر المناسب لتنفس الجذور واستمرار نموها.

ويقود النمو الجذرى المحدود للنباتات فى هذه الأراضى إلى ضعف مقابل فى النمو الخضرى، ونقص فى المحصول؛ بسبب ضعف امتصاص المجموع الجذرى للماء والعناصر المغذية.

ومما يزيد من حدة المشكلة أن محاولة التغلب على مقاومة التربة لاختراق الجذور لها — بزيادة معدلات الرى — يؤدى إلى زيادة نشاط البكتيريا اللاهوائية التى تحول الآزوت المتوفر فى التربة — والميسر لامتصاص النبات — إلى نيتروجين غازى لا يستفيد منه النبات.

وقد توصل بعض الباحثين إلى أن محدودية النمو الجذرى فى الأراضى المنضغطة ربما تتسبب فى إنتاج هرمونات معينة — فى الجذور — تتحكم فى نمو المجموع الخضرى للنبات وتحد منه. وقد لوحظت بالفعل زيادة فى مستويات حامض الأبسيسك، والإثيلين، و 1H-indole-3-acetic acid فى جذور النباتات النامية فى أراضٍ منضغطة، ولكن يحتاج هذا الأمر إلى إجراء مزيد من الدراسات للتأكد من حقيقته.

وقد تراوح مقدار النقص فى المحصول الناشئ عن انضغاط التربة — عادة — بين ٢٠٪ و ٥٠٪ فى المحاصيل الحقلية، وبلغ — فى المتوسط — ٥٦٪ فى تسعة أنواع من الخضروات، حيث كان ١٣٪ فى البطيخ، و ٥٥٪ فى الذرة السكرية، و ٦٥٪ فى الكرنب، و ٦٦٪ فى الخيار، و ٧٥٪ فى الفاصوليا الخضراء.

ويستدل من دراسات Wolfe وآخرين (١٩٩٥) على أن بادرات الكرنب النامية فى تربة منضغطة كانت أكثر تعرضًا للإصابة بالخنفساء البرغوثية. وأدت التربة المنضغطة إلى تأخير الحصاد ونقص المحصول بنسبة ٣٤٪ فى الذرة السكرية، و ٤١٪ فى الخيار، و ٤٩٪ فى الفاصوليا الخضراء، و ٧٣٪ فى الكرنب.

الأهمية التطبيقية لنوع قوام التربة

تأثير قوام التربة على عمليات الخدمة الزراعية

تتأثر عمليات الخدمة الزراعية باختلاف قوام التربة كما يلى:

١- الأراضى الثقيلة:

أ- لا تحرث التربة إلا عندما تصبح مستحرثة؛ أى عندما تصل نسبة الرطوبة بها إلى ٥٠٪ من اللسعة الحقلية.

ب- يكون الحرث عميقًا لتحسين التهوية.

جـ- يكون الرى بطيئًا؛ لأن الأراضى الثقيلة تحتفظ بكميات كبيرة من الماء.

د- تطول المدة بين الريات.

هـ- تلزم العناية بالصرف.

و- يلزم الرى الخفيف قبل الإنبات إذا تشققت التربة حتى لا تنقطع الجذور.

٢- الأراضى الخفيفة:

أ- يكون الحرث سطحيًا؛ لأن التربة مفككة بطبيعتها، مع تزحيف الأرض جيدًا لزيادة انضغاط التربة.

ب- لا تزرع إلا بالطريقة العفير؛ أى زراعة البذور الجافة فى أراضٍ جافة، ثم الرى.

جـ- يكون الرى سريعًا.

د- تقصر المدة بين الريات (مرسى وآخرون ١٩٥٩).