المحاضرة الخامسة غرويات التربة العضوية والمعدنية

الغرويات وخواص التربة الكيميائية Colloids and Properties Soil Chemical

ان لإحجام الدقائق اهمية كبيرة بالنسبة لخواص التربة المختلفة وانه كلما صغر معدل قطر الدقائق الصلبة ازدادت المساحة السطحية النوعية التي تؤثر بدورها في الكثير من خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية ومثال على ذلك فأن المساحة السطحية النوعية لدقائق الطين تزيد اكثر من 1000 مرة على المساحة السطحية النوعية للرمل الخشن.ان نسبة لا بأس بها من الدقائق الصلبة في التربة يقل حجمها عن (1 مايكروميتر) والذي يساوي 1مايكروميتر = 10^{-4} سم = 10^{-6} متر ويسمى معلق الدقائق التي اقطارها المكافئة اقل من 1 مايكروميتر معلقا او محلولا غرويا وقد يستعمل التعبير غروي للدلالة على الدقائق التي اقطارها اقل من 1 مايكروميتر ايضا والدقائق الغروية عبارة دقائق معدنية لا عضوية واخرى دقائق عضوية وعموما الغرويات تشمل جزء كبير من الطين والدبال من المادة العضوية

الغرويات المعدنية Colloids Mineral

يتكون الجزء الاكبر من دقائق التربة الغروية من المعادن الطينية وهناك مجموعتان مختلفتان من المعادن الطينية وهي:

1 - مجموعة اطيان السليكات (clays Silicates) المتواجدة في ترب المناطق المعتدلة والمهمة زراعيا في انحاء العالم.

2 -مجموعة الأكاسيد المتميئة للحديد والألمنيوم والتي تتواجد في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية

وتسمى مجموعة الأطيان غير السليكاتية (clays silicates Non) ولأهمية الأطيان السليكاتية وانتشارها في مناخات وترب مختلفة ومنها ترب العراق سيتم التركيز عليها.

المعادن السليكاتية واطيان السليكات

ان دقائق اطيان السليكات هي دقائق بلورية التركيب برغم صغر حجمها، وتتألف وحدات بناء المعادن الطينية من طبقات من رباعيات السطوح (sheets tetrahedral) متكونة من الأوكسجين والسليكون والتي تسمى ايضا (layers Silica) طبقات السليكا ومن طبقات ثماني السطوح (sheets Octahedra) لأكاسيد وهيدروكسيدات الألمنيوم والمغنيسيوم أو الحديد . وتنتظم طبقات رباعي السطوح وثماني السطوح في معظم المعادن الطينية بطرائق متعددة لتكوين المعادن الطينية المختلفة. ففي طبقات رباعي السطوح يتم تناسق كل ذرة من ذ ارت

السليكون مع اربع ذارت من الأوكسجين حيث تكون ذ ارت الأوكسجين الزوايا الأربعة لرباعي السطوح وتقع ذرة السليكون في المركز كما في الشكل: شكل طبقة hydra tetra

يتكون الجزء الاعظم من دقائق التربة الغروية من المعادن الطينية وهناك مجموعتان مختلفتان من المعادن الطينية وهي:

- **مجموعة اطيان السليكات(Silicates clays) التي تتواجد في ترب المناطق المعتدلة والمهمة زراعياً في انحاء العالم.**
- **مجموعة الاكاسيد المتميئة للحديد والألمنيوم التي تكثر في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتسمى مجموعة الاطيان غير السليكاتية Non silicates clays**

ولأهمية الاطيان السليكاتية وانتشارها في مناخات وترب مختلفة ومنها ترب العراق سيتم التركيز عليها.

❖ **المعادن السليكاتية واطيان السليكات**

ان دقائق اطيان السليكات هي دقائق [illegible] رية التركيب برغم صغر حجمها، وتتألف وحدات بناء المعادن الطينية من طبقات من رباعيات السطوح(tetrahedral sheets) متكونة من الاوكسجين والسليكون والتي تسمى ايضاً بطبقات السليكا(Silica layers) ومن طبقات ثماني السطوح(Octahydra sheets)لاكاسيد وهيدروكسيدات الألمنيوم والمغنيسيوم أو الحديد . وتنتظم طبقات رباعي السطوح وثماني السطوح في معظم المعادن الطينية بطرائق متعددة لتكوين المعادن الطينية المختلفة. ففي طبقات رباعي السطوح يتم تناسق كل ذرة من ذرات السليكون مع اربع ذرات من الاوكسجين كما في الشكل الاتي :

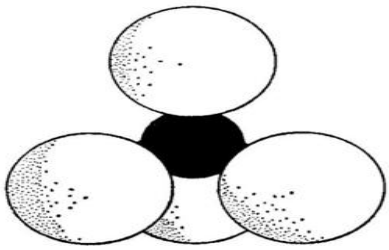

FIG. 4.1 Silicon oxygen tetrahedron.

In the clay minerals generally these tetrahedra form sheet-like

شكل طبقة tetra hydra

اما في طبقات ثماني السطوح فأن ذرات الالمنيوم او المغنيسيوم تتناسق مع ست من ذرات الاوكسجين او مجموعات الهيدروكسيل التي تحيط بذرة الالمنيوم او المغنيسيوم كما في الشكل الاتي

إن اشتراك ثمانيات السطوح المتجاورة بذرة من الاوكسجين يؤدي الى طبقة من ثماني السطوح ويتم الربط بين طبقات رباعي وثماني السطوح بالأوكسجين مكونةَ طبقة مشتركة يطلق عليها common layer وهناك تقسيمات مختلفة منها:

- مجموعة الكاندايت Kandite group : وتسمى مجموعة الكاؤولينايت Kaolinite group ، وهي عبارة عن معادن ثنائية الطبقات 1 : 1 طبقة من السليكا وطبقة من الالومينا ويكون الارتباط بين الطبقات عن طريق الاشتراك بذرات الاوكسجين ، وترتبط البلورات ببعضها بشدة مما يؤدي الى تكون دقائق كبيرة الحجم نسبياً وان الماء لا يستطيع النفاذ بين الوحدات التركيبية او بين الطبقات المكونة للدقائق لهذا الطين بسبب ثبات المسافة البلورية وصغرها بحيث انها اصغر من قطر جزيئة الماء نتيجةَ لتكون الرابطة الهيدروجينية بين طبقات السليكا والالومينا من الوحدتين البلورتين ألمتجاورتين.

لذلك فأن هذا الطين لا يملك قابلية على التمدد والتقلص عند الترطيب والجفاف وبما ان القابلية لهذا المعدن على مسك الماء والمغذيات تعتمد على الاسطح الخارجية فقط، تكون القابلية على المسك منخفضة. ومصدر الشحنات في هكذا نوع من المعادن هو تكسر الحواف الذي يؤدي الى ظهور شحنة سالبة على دقائق الطين.

ان طين الكاؤولينايت قد ينتج في الترب الحاوية على طين المونتموريلونايت عندما يزداد غسل الايونات الموجبة بواسطة الماء وتطور بيئة عالية الحموضة مما يؤدي الى تحور

او تحطم المونتموريلونايت وتكون طين الكاؤولينايت وقد يتطور الكائؤولينايت مباشرة من المعادن الاولية في ترب المناطق الاستوائية الرطبة.

المخطط الاتي يبين كيفية انتظام الذرات في وحدة الاطيان ثنائية الطبقات (المخطط لمعدن الكاؤولينايت)

- مجموعة السمكتايت group Smectite :والمعروفة بمجموعة المونتموريلونايت وتشمل على معادن طينية مختلفة كالمونتموريلونايت والسابونايت. واهمها بالنسبة لمعادن هذه المجموعة في الترب الزراعية هو معدن المونتموريلونايت . ان معدن المونتموريلونايت ثلاثي الطبقات اي من طبقتين من السليكا وطبقة من الالومينا ترتبط ببعضها عن طريق الاشتراك بذرات من الأوكسجين ويطلق عليه معادن

2 : 1. هذه الطبقات تتمدد وتتقلص بسهولة عند الترطيب والجفاف مما يؤدي الى ان الترب الحاوية على نسب عالية من هذا المعدن (النوع من الطين) الى ان تتشقق عند الجفاف وتكون واطئة النفاذية عند التشبع بالماء . وتكون السطوح الداخلية والخارجية لهذا النوع من الطين قادرة على امتصاص الماء والعناصر الغذائية . وتتراوح اقطار دقائق المونتموريلونايت عادة بين (0.1-0.01) مايكروميتر. ونظراً لكون ذرتي الألمنيوم و المغنيسيوم متقاربتان في الحجم سوف لا يغير من التركيب الفيزيائي لطبقة ثماني السطوح لذلك يسمى ابدال جزء من ذرات الألمنيوم بذرات المغنيسيوم بالإحلال المتماثل(substitution Isomorphism) والذي ينتج عنه ظهور شحنات سالبة فائضة على سطح المعدن والإحلال المتماثل هو احد المصادر الرئيسة من مصادر الشحنات السالبة لاسيما في معادن 1:2والمعدن الناتج هنا هو معدن المونتموريلونايت. يتصف معدن المونتموريلونايت بلدانة Plasticity وتماسك Cohesion عاليين وقابلية عالية على التمدد والتقلص وبسهولة التشتت الى دقائق قشرية صغيرة الحجم. وبصورة عامة فان الترب الحاوية على هذا المعدن لا

تكون ثابتة التركيب(البناء) الا بوجود مواد لاصقة اخرى وتحتاج هذه الترب الى عناية فائقة لأدارتها ادارة جيدة.

وخلاصة القول يمكن المقارنة بين معدني الكاؤولينايت والمونتتموريلونايت كما موضح ادناه :

الكاؤولينايت : $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$:

1 - من نوع 1 : 1 ثنائي الطبقات

2 - لا يتمدد بالماء لوجود الأواصر الهيدروجينية بين الوحدات وسمك الطبقة 7 انكستروم .

3 - لا يوجد احلال متماثل في هذه المعادن ولذلك تكون السعة التبادلية لأيوناته الموجبة (CEC) منخفضة وتتراوح بين 3-15 مليمكافيء لكل 100 غرام تربة ومصدر الشحنات هو تكسر الحواف.

المونتموريلونايت: $Al_4(OH)_4\ Si_8O_{20}.nH_2O$

1- من نوع 1:2
2- يتمدد بالماء وسمك الطبقة بين 6.9 – 0.21 انكستروم .
3- السعة التبادلية عالية نتيجة وجود الإحلال المتماثل وتتراوح قيم السعة التبادلية بين 80 – 150 مليمكافيء/100 غم تربة

❖ مجموعة المايكا المتميئة (group mica Hydrous)

هذه المجموعة من نوع الأطيان 1:2 أي انها تتكون من طبقتين من رباعي السطوح للسليكا تقع في وسطها طبقة واحدة من ثماني السطوح للالمنيوم. واهم هذه المجموعة هو طين الايلايت وفي هذه المجموعة يحدث الاحلال متماثل لأيونات السليكون الرباعية الشحنة في طبقة رباعي السطوح بأيونات الألمنيوم الثلاثية الشحنة، فضلا عن حصول الابدال المماثل في طبقة ثماني السطوح كما في المونتموريلونايت. وعند وجود ايون البوتاسيوم خلال عملية التجوية يدخل هذا الايون في الفتحة السداسية في طبقة الأوكسجين السطحية المكونة لرباعي السطوح ويقوم ايون البوتاسيوم هذا بربط سطوح الوحدات التركيبية مع بعضها مكونا ما يسمى بجسرالبوتاسيوم (O-K-O) مما يؤدي الى ربط الطبقات المتجاورة مع بعضها او يمنعها من التمدد وبهذا لا يكون البوتاسيوم قابل للتبادل او جاهز بشكل مباشر للنبات.

د. ياسر حمود عبدالرزاق الجنابي

الغرويات العضوية: Organic Collides

- الدبال هو الجزء المهم في الغرويات العضوية والدبال هو عبارة عن مادة عضوية في التربة تكون غامقة اللون ومتحللة بدرجة كبيرة بحيث تكون ثابتة البناء (التركيب) نسبيا
- يتميز الدبال بمساحة سطحية عالية تزيد على المساحة السطحية لمعادن الطين. وللدبال صفات غروية جدا وقابليه عالية على مسك الماء و الأيونات الموجبة. تتراوح قابلية الأطيان على مسك الأيونات الموجبة بين صفر – 150 ملي مكافئ/ 100 غم ترب بينما قابلية المواد الدبالية تكون بحدود150 –400 ملي مكافئ/ 100 غم تربه.
- يتكون الدبال من الكربون C والهيدروجين H والأوكسجين O2 مع قليل من النتروجين N والفسفور P والكبريت S وعناصر أخرى، ان مصادر الشحنات السالبة على الدبال هي مجموعات الفينول (- OH) والكاربوكسيل (- COOH) اذ تتكون الشحنة السالبة نتيجة انفصال ايون الهيدروجين عن بعض تلك المجاميع وبتأثير pH الوسط.
- تصنف المواد الدبالية اعتمادا على قابلية الذوبان في الحوامض والقواعد الى ثالث اصناف هي:

1- حامض الفولفيك (acid fulvic) له القابلية على الذوبان في كل من الحوامض والقواعد وله لون فاتح ووزن جزيئي قليل.

2 - حامض الهيومك (acid humic) يذوب في القواعد و ال يذوب في الحوامض وله وزن جزيئي متوسط.

3 – الهيومين (humin)لا يذوب في الحوامض او القواعد وله وزن جزيئي عالي جدا ولون غامق.

الصفات الامدصاصية (الامتزازية) لغرويات التربة Sorption or Adsorption properties

ان التعبير امدصاص او ادمصاص Adsorption يختلف عن امتصاص Absorption لان الادمصاص هو عملية تحدث على السطح، اما الامتصاص فهو عملية دخول الى الداخل ونظراً لصعوبة التمييز بين ادمصاص وامتصاص العناصر على الأسطح الغروية فأن الشائع حاليا

د. ياسر حمود عبد الجنابي

استخدام امتزاز Sorption يشمل الكيفية التي يمسك بها الأيون على الأسطح الغروية .

وتعد التربة من المواد التي لها القابلية على امتزاز المواد من خلال امتلاكها على المواد الغروية التي تتميز بوجود مساحات سطحية كبيرة وبوجود الشحنة الكهربائية على سطوحها الخارجية والداخلية والتي تشكل ما يسمى بمعقد الامتزاز او معقد التبادل للتربة.

ويؤكد الباحث (Bolt وآخرون1976)ان المساحة السطحية النوعية هي مؤشر اساسي للتمييز بين مكونات التربة ذات القابلية على الامتزاز من عدمها. ان وجود ظاهرة التبادل الايوني والامتزاز تجعل من العناصر الغذائية مخزونة على السطوح الغروية بشكل قابل للإبدال والامتصاص من قبل ا لنبات بتعبير اخر صفة الامتزاز والتبادل الايوني تعطي التربة القابلية على خزن العناصر الغذائية الضرورية للنبات بشكل قابل للتبادل والامتصاص من قبل جذور النباتات.

ياسر حمود عجرش الجنابي

الجزء العملي

كثافة التربة Soil Density

تعرف الكثافة لأي مادة علي انها كتلة وحدة الحجم لها .

كثافة =كتلة/الحجم

الكتلة بالجرام .

ح:حجم كتلة التربة بالسنتيمتر المكعب .

3 وحدات الكثافة : كجم/م

3 او جم /سم

المعروف ان الأرض مادة مسامية فإنها تحتوي علي اكثر من صورة واحدة من صور

المادة فإنها تحتوي علي ثلاث حالات او صور)الصورة الصلبة – الصورة السائلة –

الصورة الغازية (وبناء علي ذلك فهناك حجمان للأرض احدهما هو حجم المادة الصلبة فقط

ويسمي الحجم الحقيقي والحجم الآخر الذي يسمي بالحجم الظاهري . علي ذلك فان الكثافة تتوقف علي عاملين هما الكتلة والحجم، ووجود حجمين

للتربة يؤدي الي ووجود كثافتين هما:

1-الكثافة الحقيقية Particle density وتساوي الكتلة علي الحجم الحقيقي

2-الكثافة الظاهرية density Bulk وتساوي الكتلة علي الحجم الظاهري .

ومن البديهي ان الحجم الحقيقي يكون دائما اقل من الحجم الظاهري ولذلك فان الكثافة الحقيقية دائما تكون اكبر من الكثافة الظاهرية .

العوامل المؤثرة علي كل من الكثافة الحقيقية والظاهرية

لما كان الحجم الحقيقي ثابت فان ما يؤثر علي الكثافة الحقيقية للأرض هو مكونات التربة واهمها:-

1- المعادن الثقيلة :والن كثافة هذه المعادن عالية فان وجودها بكمية كبيرة في ارض ما يرفع كثافتها .

2- المادة العضوية :كثافتها اقل فان الأراضي الغنية في المادة العضوية تكون كثافتها منخفضة

وتتراوح الكثافة الحقيقية للأراضي في مدي (2.8 – 2.6 جم/سم3).

د.ياسر حمود عجرش الجنابي

بالنسبة للعوامل التي تؤثر علي الكثافة الظاهرية فان اي عامل يؤثر علي الحجم الظاهري بالتالي يؤثر علي الكثافة الظاهرية من هذه العوامل بالإضافة الي العوامل السابقة :-

3-عمليات الخدمة الزراعية مثل العزيق والحرث والري والتقليب.

4- اي عمليات اخري تؤدي الي تحسين البناء الأرضي او هدمه.

واي معاملة تؤدي الي زيادة الحجم الظاهري تسبب نقص في الكثافة الظاهرية وتتراوح الكثافة الظاهرية لمعظم الأراضي في المدي بين 1.1 الي 1.6 جم/سم3

تقدير الكثافة الحقيقية بطريقة القنينة:

– الفكرة في تقدير الكثافة الحقيقية هي تقدير الحجم الحقيقي عن طريق معرفة الحجم المزاح من سائل ما .والطريقة المتبعة عادة في هذا التقدير هي طريقة قنينة الكثافة .والسائل المستعمل عادة هو الماء .

الأدوات المستخدمة في التجربة :-

قنينة كثافة – حمام مائي - ماء مقطر – ميزان حساس – علبة رطوبة – فرن - مجفف – كأس – قمع صغير

خطوات العمل:

1- سجل وزن قنينة الكثافة نظيفة جافة تماما .

2- املا قنينة الكثافة تماما بالماء المقطر ثم زنها وهي مملوءة تماما بالماء .

3- اسكب حوالي 3/2 كمية المياه ثم جفف القنينة من الخارج وزنها مملوءة جزئيا بالماء .

4-خذ كمية من عينة الأرض المنخول بمنخل قطر ثقوبه 2مم وضعها في القنينة الموجود بها حوالي ثلثها ماء.

5- اوزن القنينة وهي مملوءة جزئيا بالماء وبها عينة الأرض لمعرفة وزن العينة.

6-ضع القنينة علي حمام مائي وسخن لمدة عشر دقائق مع تحريك القنينة من ان آخر ثم اتركها تبرد .

7- املأ القنينة تماما بالماء وزنها .

د. ياسر حمود عدرس الجنابي

الكثافة الظاهرية للتربة Soil Bulk Density هي كتلة المادة الجافة للتربة (على درجة 105 مئوية) منسوبة الى حجم التربة في حالتها الطبيعية undisturbed ويعبر عنها بوحدات جرام/سم3 او كجم/متر مكعب وتتراوح قيمتها من 1.1 الى 1.8 جرام /سم3.

الكثافة الظاهرية ليست لها قيمة ثابتة للتربة فهي تتغير مع تغير احوال بناء التربة المتعلقة بالاندماج أو الكبس نتيجة عمليات الخدمة الزراعية المختلفة مثل الحرث او العزيق او التسميد خاصة التسميد العضوي. فالترب العضوية تنخفض فيها قيمة الكثافة الظاهرية بدرجة كبيرة مقارنة بالترب المعدنية وهذا معناه ان الكثافة الظاهرية ليست خاصية ذات قيمة ثابتة .

ولما كانت الكثافة تتوقف على الكتلة والحجم للمادة ولما كانت كتلة التربة ثابتة فان الكثافة الظاهرية تتغير تبعاً لتغير حجم التربة، حيث ان هذا الحجم يتغير بناءاً على عمليات الخدمة الزراعية كما سبق القول.

$$\text{الكثافة الظاهرية} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة (مجففة على درجة حرارة 105 درجة مئوية)}}{\text{حجم التربة في حالتها الطبيعية (الحجم الظاهري للتربة)}}$$

والحجم الظاهري للتربة يشمل حجم مكونات التربة الثلاثة (الصلب + السائل + الغازي). على هذا فان معرفة الحجم الظاهري للتربة او الحجم الكلي هام جداً لحساب الكثافة الظاهرية للتربة.
وتعتبر الكثافة الظاهرية قيمة مهمة حيث تستخدم لتحويل المحتوى الرطوبي على أساس الكتلة الى المحتوى الرطوبي على أساس الحجم حيث
المحتوى الرطوبي على أساس الحجم = المحتوى الرطوبي على أساس الكتلة * الكثافة الظاهرية للتربة

كذلك تستخدم الكثافة الظاهرية لحساب كتلة حجم معين من التربة حيث:
كتلة التربة = حجم التربة * الكثافة الظاهرية للتربة

قيمة الكثافة الظاهرية كما تم حسابها تسمى الكثافة الظاهرية في الحالة الجافة واذا اردنا حساب الكثافة الظاهرية في الحالة الرطبة تصبح العلاقة كالاتي:

$$\text{الكثافة الظاهرية في الحالة الرطبة} = \frac{\text{كتلة الحبيبات الصلبة جافة + كتلة الرطوبة في التربة}}{\text{حجم التربة الكلي او الظاهري}}$$

تقدير الكثافة الظاهرية للتربة بطريقة شمع البرافين (Clod Method)

اذا وضعت كتلة من التربة في سائل فان الكتلة سوف تؤدى الى حدوث ازاحة لجزء من السائل لكى تحل محله هذه الكتلة. حجم هذا السائل المزاح لابد ان يساوى حجم كتلة التربة وهذ مبنى على أساس قاعدة ارخميدس التى تنص على " إذا غمر جسم في سائل فانه يلقى دفعاً من اسفل الى أعلى وهذا الدفع يساوى وزن السائل المزاح وحجم

السائل المزاح يساوى حجم الجسم المغمور". وبما أن التربة مادة مسامية فلا يمكن وضعها في الماء مباشرة ولكن يمكن تغليفها بمادة حافظة (تمنع تفكك التربة كما تمنع دخول الماء خلال المسام) هذه المادة هي شمع البرافين Paraffin Wax على أن يؤخذ حجم الشمع في الاعتبار عند الحساب

طريقة العمل:

1- خذ جزء من كتلة التربة المراد حساب الكثافة الظاهرية لها وقدر محتواه الطوبى بطريقة التجفيف في الفرن على درجة 105 مئوية لمدة 24 ساعة
2- خذ جزء آخر من كتلة التربة واربطه بخيط رفيع وعلقه في كفة الميزان لايجاد وزنه في الهواء (ك1)
3- أصهر شمع البرافين على حمام مائي واتركه يبرد قليلا حتى حوالى 60 درجة مئوية
4- أغمس كتلة التربة في شمع البرافين المصهور وارفعها بسرعة لتعريضها للهواء
5- اعد غمس كتلة التربة في شمع البرافين المصهور مرة اخرى حتى تتأكد من تكوين غشاء من شمع البرافين حول كتلة التربة يحميها من وصول الماء اليها
6- زن كتلة التربة وهى مغلفة بشمع البرافين ومعلقة في الهواء (ك2)
7- زن كتلة التربة بعد ذلك وهى مغلفة بشمع البرافين وذلك بعد غمسها في كاس به ماء موضوع على قنطرة خشبية حول كفة الميزان مع مراعاة ان تكون كتلة التربة مغموسة في الماء تماما ولا تلامس جدران الكاس او قاعدته (ك3)
8- أحسب الكثافة الظاهرية (ρ_b)

الحسابات

وزن كتلة التربة في حالتها الطبيعية معلقة في الهواء = ك1 جرام
وزن كتلة التربة + شمع البرافين المغلف لها وهى معلقة في الهواء = ك2 جرام
وزن كتلة التربة + شمع البرافين المغلف لها وهى مغموسة في الماء = ك3 جرام
وزن كتلة الشمع المغلف للتربة = ك2 – ك1 جرام

$$\text{حجم كتلة شمع البرافين} = \frac{(\text{ك2} - \text{ك1})}{\text{كثافة شمع البرافين (0.9 جرام/سم3)}}$$

قوة الدفع = (وزن كتلة التربة+ الشمع في الهواء) – (وزن كتلة التربة + الشمع في الماء)

= وزن السائل المزاح = ك2 – ك3 جرام

حجم السائل المزاح = حجم الجسم المغمور = (حجم كتلة التربة + الشمع)
حجم كتلة التربة فقط = قوة الدفع – حجم الشمع = ح سم3

$$\text{ح سم3} = (\text{ك2} - \text{ك1}) - \left(\frac{\text{ك2} - \text{ك3}}{0.9}\right)$$

كتلة التربة الرطبة *100
كتلة التربة الجافة تماماً = ---------- = ك جرام
(100 + نسبة الرطوبة الكتلية)

كتلة التربة الجافة تماماً (ك)
الكثافة الظاهرية للتربة (ρ_b) = ---------- جرام / سم3
حجم كتلة التربة (ح)

المسامية الكلية Total Porosity

المسامية الكلية للتربة تعبر عن نسبة المسام الموجودة في كتلة التربة منسوبة الى الحجم الكلي للتربة أي أن :

حجم المسام (سم3)
المسامية الكلية = ----------
حجم التربة الكلي (سم3)

الحجم الظاهري (الحجم الكلي) – الحجم الحقيقي (حجم الحبيبات الصلبة)
المسامية الكلية = ----------
الحجم الظاهري للتربة (الحجم الكلي)

الحجم الحقيقي
المسامية الكلية = 1 - ----------
الحجم الظاهري

بالقسمة على كتلة التربة الجافة

الكثافة الظاهرية (ρ_b)
المسامية الكلية = 1 - ----------
الكثافة الحقيقية (ρ_s)

الكثافة الحقيقية للتربة (كثافة الحبيبات الصلبة) هي قيمة تقريباً ثابتة للتربة وتؤخذ على أساس انها تساوى 2.65 جرام/سم3 كقيمة متوسطة.

د. ياسر حمود عجرش الجنابي