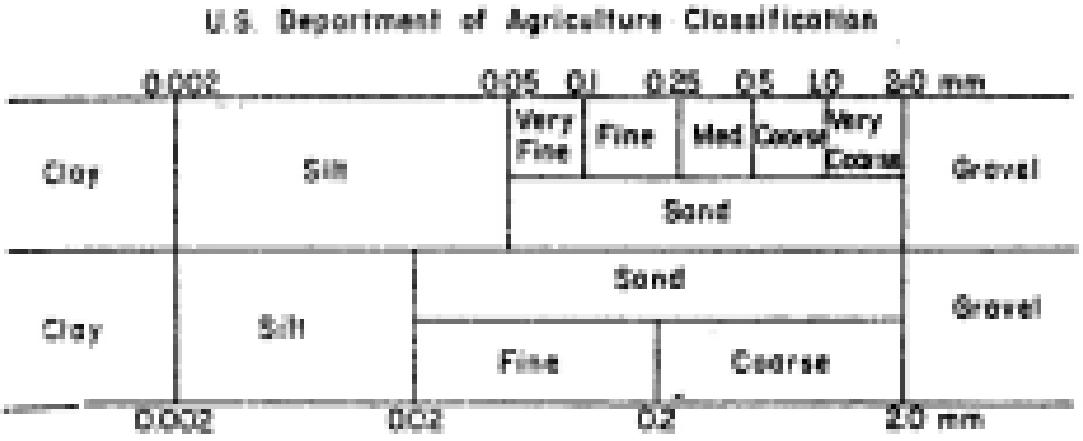
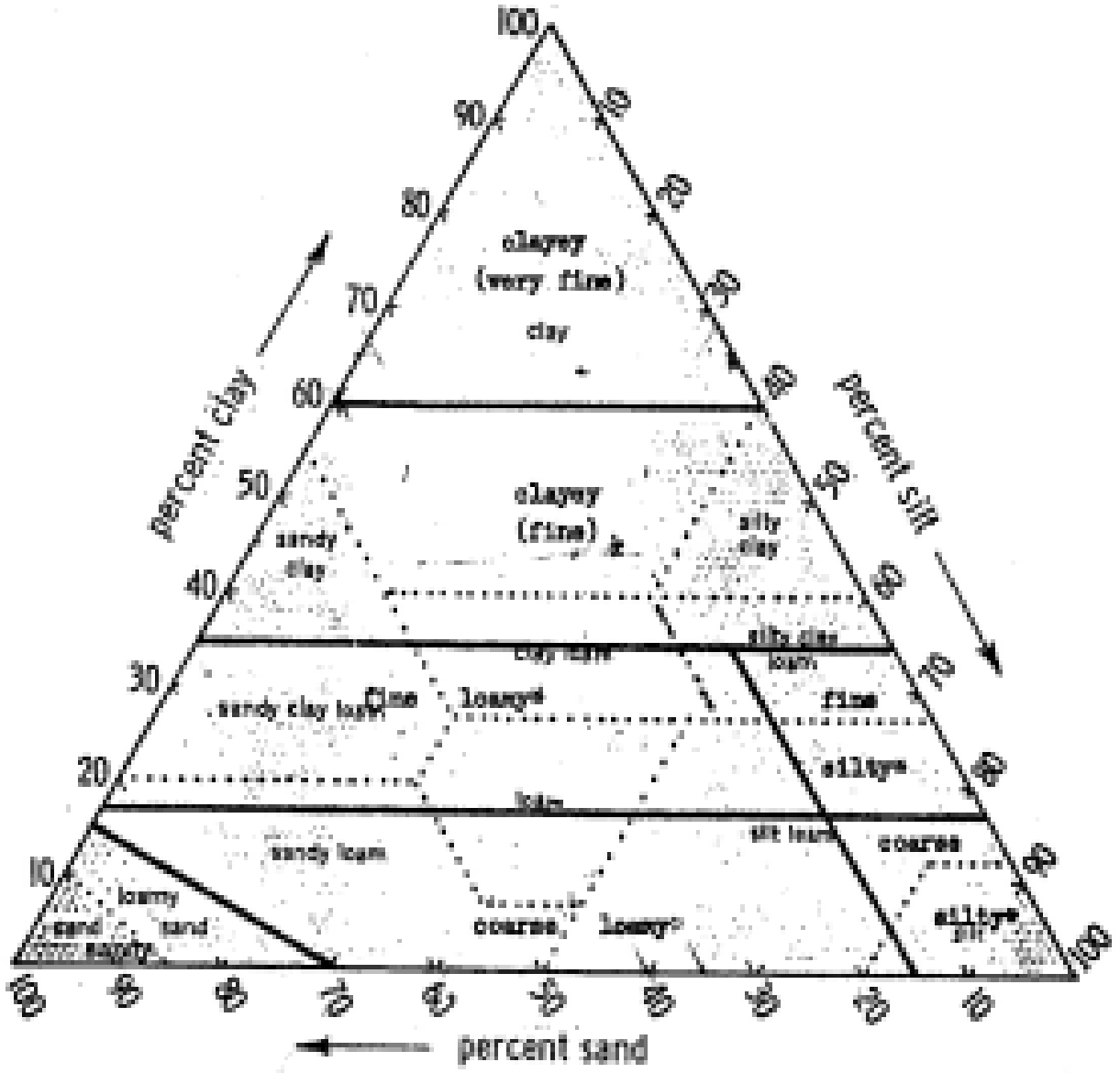
نسجة التربة (Soil Texture)

ان الدقائق الأولية في التربة تختلف بلا شك في كل من حجمها وشكلها ، فبعضها تكون خشنة لدرجة يمكن تمييزها بالعين المجردة ، في حين نجد قسما اخر من حبيبات التربة تكون صغيرة بحيث تظهر خصائص الغرويات . لهذا فاصطلاح نسجة التربة من وجه نظر العاملين في مجال فيزياء التربة يعبر عن مديات توزيع حجوم الدقائق الاولية المكونة لجسم التربة ، ولها دلالات كمية ونوعية . نوعيا ، يمكن الاعتماد على التحسس بملمس مواد التربة فيما اذا كانت خشنة (رملية) أو ناعمة وملساء (طينية) ، ان المتخصصين في مجال تصنيف الترب يمكن عن طريق فرك مواد التربة بين راحتي اليد معرفة ، فيما اذا كانت دقائق التربة ذات نسجة خشنة أو ناعمة . أما الدلائل الكمية لنسجة التربة فترجع الى الأجزاء النسبية للأحجام المختلفة من دقائق التربة المعينة . اجزاء النسجة او مفصولات التربة تصنف مواد التربة الى دقائق ذات ثلاث أحجام ضمن مديات معينة تعتمد على نوع التصنيف المتبع . هذه الدقائق بصورة عامة تشمل الرمل والغرين والطين ، وأهم هذه التصانيف المستخدمة في تحديد مديات هذه المفصولات هي الموضحة في الشكل (٢ –



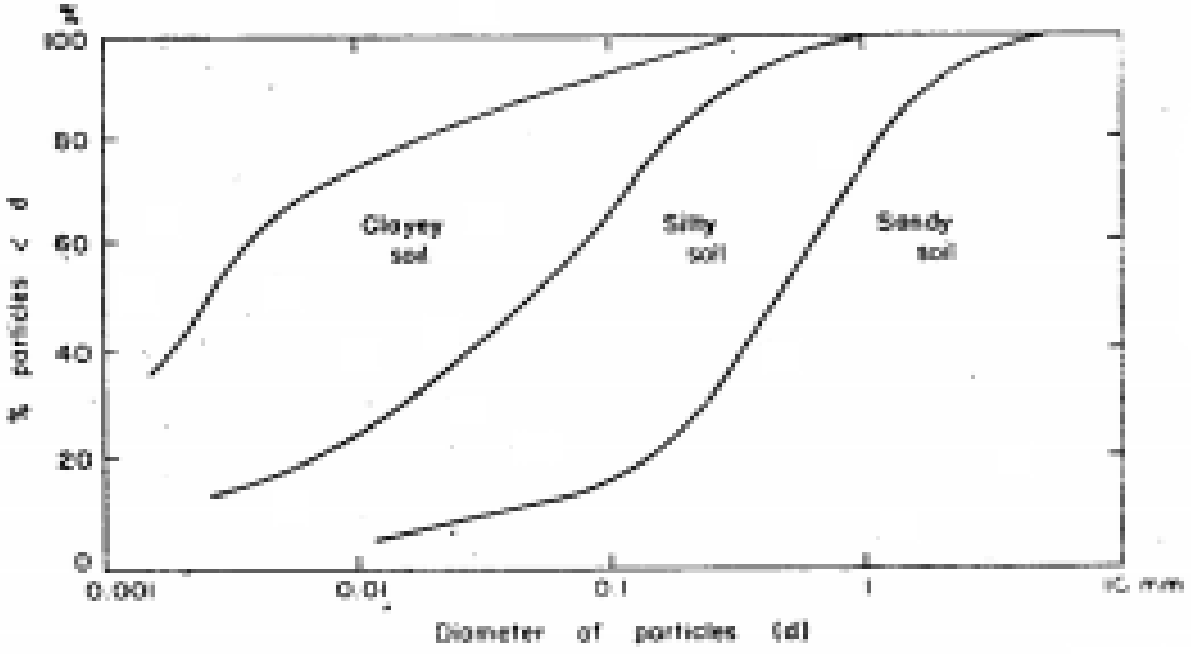
شكل (٢– ١) مسميات مفصولات التربة تبعا لمديات اقطار الدقائق (على أساس مقياس اللوغاريتم).

ان تحديد مفصولات التربة تكون مستندة على أساس نسبة كتلة هذه المكونات الثلاثة فالترب ذات النسب المختلفة من الرمل والغرين والطين موضحة في مثلث النسجة شكل (٢ – ٢) ومن الملاحظ بان أحسن طريقة لوصف نوع التربة هي التي تظهر توزيع مستمر



شكل (٢– ٢) مثلث النسجة ، يبين نسب الطين (أقل من ٠,٠٠٢ ملم) ، الغرين (٠,٠٥– ٠,٠٠٢ ملم) ، والرمل (٢– ٠,٠٥ ملم) الموضح اصناف نسجة التربة.

لأحجام الدقائق والموضحة في الشكل (٢– ٣). فبعض الترب تمتلك خاصية الاستمرارية لدقائقها ذات الأحجام المختلفة مما يكسبها صفة التحبب الجيد ، وعلى العكس هناك ترب لم تمتلك هذه الخاصية نتيجة لتكونها من دقائق ذات مديات أحجام محدودة وغير مستمرة مما يكسبها صفة التحبب الضعيف او غير الجيد.



شكل (٢ – ٣) توزيع أحجام الدقائق لثلاث أنواع من التربة.

توزيع أحجام الدقائق (التحليل الميكانيكي).

يعرف التحليل الميكانيكي بأنه تقديرات توزيع أحجام دقائق التربة (mechanical analysis). ان فصل الدقائق الى مجاميع يمكن اجراؤها بصورة عامة بواسطة عملية النخل خلال مناخل ذات أقطار مقاربة لأقطار الحبيبات والتي قد تصل لحد ٠,٠٥ ملم. بصورة عامة يمكن استعمال طريقة الترسيب لفصل وتصنيف الدقائق الناعمة من معلق التربة، وقياس سرعة الترسيب لكل دقيقة من دقائق التربة وبقياس كثافة المعلق الذي تكون فيه بعض الدقائق مترسبة أو مستقرة. سرعة ترسب الدقائق المترسبة تحت تأثير الجاذبية تستند الى قانون ستوك والتي تعتمد على كثافة ولزوجة السائل وحجم وكثافة الدقيقة، ولفهم ذلك سوف نشتق القانون الذي يستند على سقوط الدقائق الكروية في السائل بفعل الجاذبية.

من المعروف بان القوة تكون مساوية الى حاصل ضرب الكتلة(m)في التعجيل الأرضي الناتج من الجذب(a).

$$F = m\,a$$
$$m = V\rho$$

$$V \text{ of sphere} = \frac{4}{3}\ \pi r^3$$

F_1 = force which related to the mass of particles

وهذه القوة تتمثل بالقوة المرتبطة بكتلة الدقائق ، حيث ان g تمثل التعجيل الارضي .

$$\downarrow F_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 g$$

F_2 = Bouyant force which equal to the weight of water displaced

$$\uparrow F_2 = -\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g$$

$\uparrow F_3$ = force related to viscous drag
$\uparrow F_3 = (-2\pi r)(3v\eta)$
$\uparrow F_3 = -6\pi r v\eta$

محصلة هذه القوى تكون مساوية الى الكتلة والتعجيل بفعل الجاذبية ، وعند افتراض ان الدقائق تكون في حالة سكون أو استقرار عند بدء التجربة .

$$\therefore F_1 + F_2 + F_3 = ma = 0\cdot0$$

وعند التعويض عن هذه القوى بما يساويها نحصل على

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g - 6\pi r v\eta = 0\cdot0$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g = 6\pi r v\eta$$

حيث أن

m= كتلة دقائق التربة (غم)

r = نصف قطر الحبيبة (سم)

ρ_1 , ρ_2 = كثافة كل من دقائق التربة والسائل (غم / سم^3)

g= التعجيل الارضي (سم ثا$^{-2}$)

v= سرعة الدقائق (سم / ثا)

d= العمق المكافيء (سم) ؛ t= الزمن (ثا)

$$\frac{4}{3}\pi r^2 g(\rho_s - \rho_l) = 6v\eta$$

$$v = \frac{4r^2 g(\rho_s - \rho_l)}{18\eta} = \frac{2}{9\eta} r^2 g(\rho_s - \rho_l)$$

$$d = Vt$$

$$d = \frac{2}{9\eta} r^2 g(\rho_s - \rho_l)\, t$$

$$t = \frac{9\eta d}{2r^2 g(\rho_s - \rho_l)}$$

ان القانون الأخير يطلق عليه بقانون ستوك ، وللوصول الى هذه الصيغة النهائية هناك عدة افتراضات اعتمد عليها والتي تشمل على :

١ – ان الدقائق كبيرة الحجم مقارنة بجزيئات السائل ، اي ان الحركة البراونية تكون ضعيفة .
٢ – ان الدقائق صلبة وملساء وكروية .
٣ – ان جميع الدقائق لها نفس الكثافة .
٤ – لايوجد تأثير لجدران الوعاء على دقائق التربة وكذلك تأثير الدقائق على بعضها البعض قليل أو معدوم (يجب ان تكون تركيز الدقائق في المعلق منخفضاً) .
٥ – ان جريان السائل يكون صفائحيا او طباقيا .

من الملاحظ أن قانون ستوك لقياس توزيع حجوم الدقائق قد اعتمد على الفرضيات البسيطة ، الآنفة الذكر والتي لم تكن متماشية مع حقيقة دقائق التربة . مثال ذلك ان الدقائق كروية الشكل ومتماثلة في كثافتها ويكون ترسيبها واستقرارها غير معتمد على بعضها البعض ، وكذلك أن تدفق وجريان السائل حول هذه الدقائق يكون صفائحيا . في الحقيقة نلاحظ بأن دقائق التربة ليست كروية ، حيث أن بعضها قد يكون على شكل صفائح ، وعليه فحساب القطر المؤثر على سرعة الترسيب واستقرار الدقائق نفسها قد لايكون من الضروري مرتبطاً مع الأبعاد الحقيقية للدقائق . لذلك فنتيجة التحليل الميكانيكي المعتمد على أساس النخل ربما يختلف عن التحليل المعتمد على عملية الترسيب واكثر من ذلك ، فان دقائق التربة ليس جميعها ذات كثافة متشابهة . معظم السليكا لها كثافة حقيقية

تتراوح ٢,٦ – ٢,٧ غم / سم^{3} ، اكاسيد الحديد المعدنية والمعادن الثقيلة الأخرى تمتلك كثافة تصل لحدود ٥ غم / سم^{3} او أكثر. لذلك لكي يكون قانون ستوك أكثر تطبيقا ، يمكن قياس الكثافة الحقيقية لدقائق التربة بالطريقة المعروفة بكتومتر (قنينة الكثافة) وتحديد مقدارها الحقيقي . من الملاحظ بأن دقائق التربة الأولية ، غالبا ماتكون ذات طبيعة تجميعية ، ويجب تفرقتها عن طريق ازالة تأثير المواد اللاحمة (مثل المادة العضوية ، اكاسيد الحديد ، الغرويات ، السليكا وكاربونات الكالسيوم) لغرض الحصول على تفرقة تامة للدقائق ومن ثم قياس نسبها في التربة المعنية .

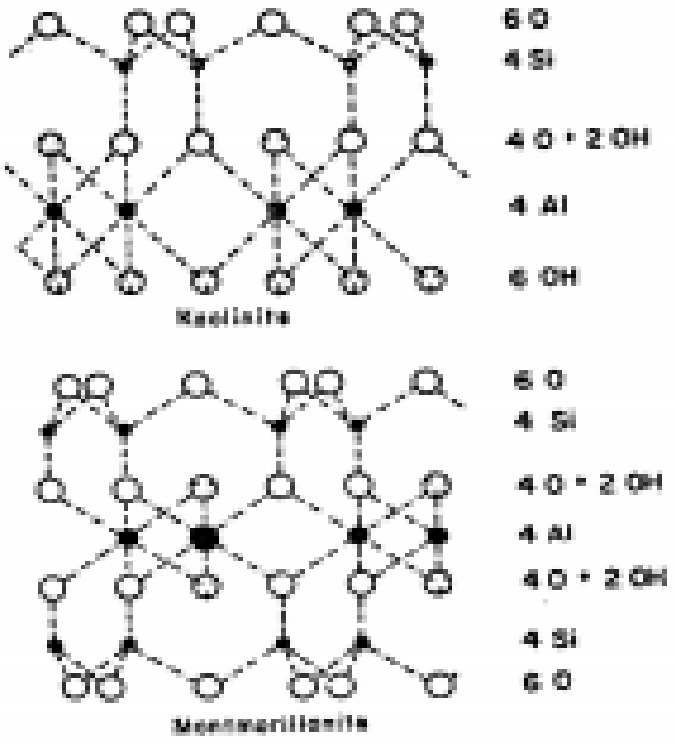
طبيعة وسلوك الطين

يعد الطين الغروي الجزء المحدد لسلوك التربة بسبب صفاته المختلفة ككبر المساحة السطحية وكونه اكثر نشاطا من ناحية العمليات الفيزيوكيميائية .

بصورة عامة دقائق الطين تكون ذات شحنات سالبة وتشكل الطبقة الكهربائية المزدوجة والتي عن طريقها يحدث التبادل الكاتيوني . على العكس دقائق الرمل والغرين لها سطح نوعي صغير نسبيابالمقارنة مع الدقائق الطينية يظهر اقل درجة من ناحية العمليات الفيزيوكيميائية . يطلق على هذه الأجزاء « هيكل التربةsoil skeleton » في حين يمكن ان يكون الطين وباستخدام المصطلح نفسه « جسد التربة » ، وربط الأجزاء المختلفة مع بعضها البعض يمكن أن يطلق عليها بالشبكة الصلبة للتربة . ان اصطلاح الطين لايشير فقط الى الدقائق الواقعة ضمن مديات وحجوم معينة فحسب ، بل يشمل مجموعة من المعادن ، بعضا منها يكون بلوريا ، رغم أن هذه الأشكال البلورية الصغيرة تكون ذات تركيب جيد والتي تاخذ حجم الغرويات . نتيجة لذلك أجزاء الطين تكون مختلفة معدنيا فضلاعن أحجام دقائقها . أما الرمل والغرين ، التي تتكون بصورة رئيسية من الكوارتز والمعادن

الأولية الأخرى والتي لم تتحول كيمياتيا الى معادن ثانوية كما هي الحال مع الطين ، حيث أن الأنواع المختلفة من الطين تكون ذات بناء بلوري جيد رغم اختلاف درجة انتشارها .

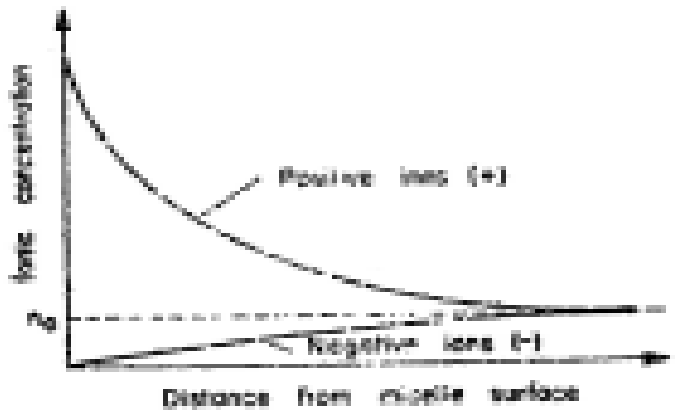
اكثر المعادن الطينية شيوعا هي المعادن الصفائحية الالمنيوسليكاتية ، حيث تتكون بلوراتها من وحدتين أساسيتين ، وتكون رباعية السطوح المتكونة من ذرات الاوكسجين المحاطة بكاتيون مركزي ، عادة السليكون Si^{+4} ، أو ثماني السطوح متكونة من ذرات الاوكسجين أو مجموعة الهيدروكسيل المحاطة بكاتيون كبير الحجم ، عادة الالمنيوم Al^{+3} او المغنيسيوم Mg^{+2} . ذرات الاوكسجين الرباعية ترتبط من زواياها الأربعة ، أو المجاميع ذات السطوح الثمانية ترتبط خلال حوافها عن طريق مشاركتها بذرات الاوكسجين وعليه فالمعادن ذات السطوح الرباعية والثمانية موضحة في الشكل (٢ – ٤) .



شكل (٢ – ٤) البناء الثالي لمعادن سليكات الالمنيوم.

ان المعادن الالمنيوسليكاتية تتكون من نوعين أساسيين اعتمادا على نسبة الطبقات الرباعية والثمانية والتي قد تشكل (١ : ١) او (٢ : ١) . ان معادن (١ : ١) والممثلة بالكاوولونايت ، ترتبط عن طريق المشاركة في ذرات الاوكسجين الى الطبقات المفردة الرباعية . أما في معادن (٢ : ١) والممثلة بالمونتمور اللونايت ، فترتبط بنفس الطريقة

بواسطة طبقتين رباعيتين واحدة في كل جانب. ومن الملاحظ بأن التركيب المثالي لهذه المعادن، يحدث فيها احلال متماثل، حيث يحل الالمنيوم محل السليكون في الطبقات الرباعية واحلال المغنيسيوم محل الالمنيوم في الطبقات الثمانية الأوجه، وعليه يحدث اختلاف في التوازن الداخلي وذلك لحدوث الشحنة السالبة على الجوانب المختلفة للصفيحة.. المصدر الثاني لعدم التوازن الحاصل في الشحنات على المعادن الطينية يكون عن طريق الشحنات غير المتكاملة والمتعادلة مع الذرات المرتبطة على حواف الصفائح، وهذه الشحنات تتعادل مع الأسطح الخارجية عن طريق التبادل الأيوني (غالبا ماتكون الكاتيونات) تتركز قرب الأسطح الخارجية للدقائق والتي تنفذ الى المسافات الموجودة بين الصفائح. هذه الكاتيونات هي ليست أجزاء متكاملة في التركيب الطبقي، ويمكن أن تحل او تتبادل بواسطة كاتيونات اخرى. اذن ظاهرة التبادل الكاتيوني تعد ناحية مهمة في فيزياء التربة فضلاعن كيمياء التربة، وبسبب تأثيرها على عمليات حجز (تثبيت) واطلاق (تحرر) المغذيات والاملاح وكذلك تجميع وتفرقة غرويات التربة. دقيقة الطين المتأدرتة (الماسكة لطبقة مائية او اكثر) تشكل غرويات تمتاز بارتفاع الشحنات السالبة فيها والتي تتعادل مع الكاتيونات المعلقة في محلول التربة. سطوح الدقائق والكاتيونات المتعادلة سويتا تشكل الطبقة الكهربائية المزدوجة. الكاتيونات المعلقة في محلول التربة تتكون جزئيا من سطح الدقائق وهذا التوزيع موضح بالشكل (٢ – ٥)، وينتج عن هذا التعادل بين التاثيرات المضادة تجاذب لدقائق الطين ضد الحركة البراونية لجزيئات السائل وينتج تشتت خارجي للكاتيونات نحو المحلول الداخلي، والكاتيونات الموجبة المدمصة نحو دقيقة الطين، والانيونات يحصل لها تنافر او تدمص سلبيا لتشكل خلية في المحلول الداخلي.



شكل (٢ – ٥) توزيع الأيونات الموجبة والسالبة في المحلول مع المسافة عن صفائح الطين الحاملة للشحنة السالبة (no) تركيز الايونات في المحلول الظاهري خارج الطبقة الايونية المزدوجة.

كمية الكاتيونات المدمصة على سطوح الدقائق لكل وحدة كتلة من التربة تحت ظروف التعادل الكيميائي تكون ثابتة تقريباوغير معتمدة على نوع الكاتيون ، ويطلق على هذه الظاهرة بالسعة التبادلية الكاتيونية. حيث أن التربة تختلف في سعتها التبادلية الكاتيونية ، والتي قد تكون محصورة بين الصفر– ٠,٦٠ ملمكافئ/ غرام. تختلف المعادن الطينية نوعاما بكثافة سطح الشحنات (كمثال عدد سطوح التبادل لكل وحدة مساحة من سطح الدقائق) ، وتختلف بشكل كبير في مساحة السطح النوعي ، وعليه فتختلف أيضا بالسعة التبادلية الكاتيونية الكلية. المونتمور اللونايت ، له سطح نوعي يقرب من ٨٠٠ م٢/ غم ، ويمتلك سعة تبادلية كاتيونية تقرب من ٠,٩٥ ملمكافئ/ غم ، في حين الكاوولونايت يمتلك سعة تبادلية كاتيونية تتراوح من ٠,٠٤ – ٠,٠٩ ملمكافئ/ غم. كبر السطح النوعي للمونتمور اللونايت يعودالى اتساع صفائحه وتمددها ، والتي لم تحصل كما في معدن الكاوولونايت. المعادن الطينية الاخرى (مثل اللايت ، المايكا ، الباليغورسكايت ، الخ) غالبا ولها صفات وسطية تقع بين معدن الكاوولونايت والمونتمور اللونايت.

تجاذب الكاتيونات الى الشحنات السالبة لمعادن الطين الفروية تزداد بزيادة تكافؤ الكاتيون. وعليه ، فالكاتيونات الاحادية تحل بسهولة عند مقارنتها مع الكاتيونات الثنائية والثلاثية. ان الكاتيونات المتميئة ، والتي تميل لأن تكون بعيدة عن السطح ، تكون سهلة الاحلال مع الكاتيونات الأقل تميها ، وتكون درجة تسلسل الكاتيونات بصورة عامة كما يأتي :

$$Al^{+3} > Ca^{+2} > Mg^{+2} > K^{+} > Na^{+} > Li$$

ان اختلاف الضغط الأزموزي بين الطبقة المزدوجة والمحلول الخارجي ، يتولد ضغط التمدد خاصة عندما يسمح للطين المتمدد ادمصاص الماء ، ويعتمد على الحالة الخاصة بالتميع وتركيب الكاتيونات المتبادلة ، دقائق الطين ربما تتجمع أو تتفرق بصورة عامة التشتت يحدث للكاتيونات الأحادية الشديدة التميع (مثال الصوديوم) وعكسيا ، فالتجمع يحدث في التركيز العالي من المذاب او عند وجود الكاتيونات الثنائية والثلاثية (مثال الكالسيوم والالمنيوم) وعندما تكون الطبقة المزدوجة مضغوطة فيكون تأثير التنافر قليل جدا وبالتالي يحصل التقارب بين أي جسمين من بعضهما كبيرا. مديات قوة

التجاذب الصغيرة (قوة لندن– فاندرفال) والتي تلعب دورا كبيرا ، تربط الجسيمات وتشكل كتلة منها . عند جفاف الطين المتشتت يشكل كتلة صلبة وذات كثافة عالية ويحصل التقشر. من جهة ثانية ، عند جفاف الطين المتجمع يشكل تجمعات سهلة التفتيت وهشة ، وتحت ظروف الأمطار في الحقل ، الطين المتشتت سوف يصبح موحلاً (مكونا للأوحال) ذو النفاذية القليلة أكثر تعرضا للتاكل من الطين المتجمع . وعليه فالظروف المرغوبة للترب الطينية هي ظروف التجميع ، والتي لايمكن اختلاقها لتشكيل تركيب مثالي .

السطح النوعي وظاهرة الادمصاص

يعرف السطح النوعي للتربة بأنه عبارة عن مساحة السطح الكلية للدقائق لكل وحدة كتلة a_m ، أو لكل وحدة حجم من الدقائق a_v ، او لكل وحدة حجم من التربة الجافة a_b ، والتعبير الرياضي لذلك هو:

$$a_m = A_s / M_s$$
$$a_v = A_s / V_s$$
$$a_b = A_s / V_t$$

حيث أن مساحة السطح الكلية تمثل A_s ، كتلة الدقائق ، حجم الدقائق ، والحجم الكلي الظاهري يتمثل بـ M_s ، V_s ، V_t .

عادة مايعبر عن السطح النوعي بالمتر المربع لكل غرام (وحدة مساحة لكل وحدة وزن) أو وحدة السنتمتر المكعب (وحدة مساحة لكل وحدة حجم) . حيث يعتمد بالدرجة الأساسية على حجم دقائق التربة ، ففي الرمل السطح النوعي ربما يكون أقل من ١ م^2 / غم في حين يصل سطح الطين النوعي الى عشرات أو مئات الامتار المربعة لكل غرام . كذلك يعتمد السطح النوعي على شكل الدقائق الخاصة للتربة ، فالدقائق المسطحة والطويلة عادة لها سطح نوعي كبير لكل وحدة كتلة . عند مقارنتها بالدقائق الكروية أو المكعبة التي لها نفس معدلات الكتلة . وبسبب ان دقائق الطين صفائحية فيكون لها سطح نوعي كبير عند مقارنتها مع حجم دقيقة الطين نفسها ، ومع كل ذلك فان بلورات الطين لها سطح داخلي مثل تلك التي تتكون عند تمدد صفائح المونتمور اللونايت عند دخول الماء بينها .

وعليه يظهر بان التربة لها سطح نوعي يتكون من السطوح الداخلية والخارجية معتمدا على نوع الطين فضلاً عن كميته الكلية ، وبسبب أن معظم صفات التربة تعود لظاهرة السطح الداخلي ، فان السطح النوعي للتربة يكون ذا صلة كبيرة بنوع التربة(علاقة كبيرة) وكصفة يجب دراستها ومعرفتها وقياسها ربما يساعد لمعرفة الأساس في التطور والتنبأ بسلوك التربة . والسطح النوعي غالباً مايرتبط ببعض صفات التربة مثل التبادل الكاتيوني ، جاهزية بعض العناصر، التمدد ويشد الماء تحت الضغوط العالية وكذلك بعض الصفات الميكانيكية الأخرى مثل اللدانة والقوة ولهذا السبب من المحتمل قياسها للتربة لم يكن مثل قياس نسجة التربة بالطرق الاعتيادية والمشهورة لكنها تكون ذات قيمة متعلقة بالأدلة الخاصة بصفات التربة اكثر من نسبة الرمل والغرين والطين في التربة .

طالما ان السطح النوعي يعتمد على شكل وحجم دقائق التربة (اشكال هندسية ثابتة) فيمكن ايجاد المعادلات الخاصة بالاشكال المعدنية لدقائق التربة ، ففي حالة الدقائق الكروية الشكل ذات نصف القطر، r نلاحظ بأن السطح النوعي على اساس الحجم والكتلة يكون

$$\text{Volum of sphere} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\text{mass} = \text{Volume} \times \text{density}$$

$$\text{total surface} = 4\pi r^2$$

اذن السطح النوعي على أساس الحجم يكون مساويا الى

$$a_v = \frac{A_s}{V_s} = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r}$$

أما السطح النوعي على اساس الكتلة فيكون مساويا الى

$$a_m = \frac{A_s}{M_s} = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s} = \frac{3}{r\rho_s}$$

وعندما تكون كثافة الدقيقة مساوية الى ٢,٦٥ غم/ سم^{٣} ، نحصل تقريباعلى سطح نوعي مساوي

$$a_w = \frac{1\cdot1}{r}$$

اما الدقائق المكعبية الشكل ، فسطحها النوعي على اساس الحجم والكتلة ، عندما يكون طول ضلعها L نلاحظ

$$\text{Volume of cube} = L^3$$
$$\text{mass} = \text{Volume} \times \text{density}$$
$$\text{total surface area} = 6L^2$$
$$a_v = \frac{6L^2}{L^3} = \frac{6}{L}$$
$$a_w = \frac{6}{\rho_s L}$$

وعليه ، فالتعبير عن الدقائق التي تكون تقريبامتساوية في ابعادها مثل معظم المعادن ، دقائق الفرين تكون متشابه والمعلومات عن احجام توزيع الدقائق المتوزعة يمكن ان تساعدنا في حساب السطح النوعي التقريبي بواسطة معادلة الجمع

$$a_w = \frac{6}{\rho_s} \Sigma \frac{d_i^2}{d_i^3} \times C_i$$

حيث ان C_i تمثل نسبة الدقائق ذات القطر d_i

وعندما تكون $\frac{6}{\rho_s}$ مساويا الى ٢,٣ نحصل على

$$a_w = 2\cdot3 \Sigma \frac{1}{d_i} \times C_i$$

وعند أعتبار أن الدقائق صفائحية ، فيمكن في هذه الحالة أفتراض ان الصفائح تكون بشكل مربع بطول ضلع مقداره L وعلك i نلاحظ بأن السطح النوعي على أساس الحجم والكتلة تكون

$$a_s = (2L^2 + 4Li) / L^2 i$$

$$a_m = 2(L + 2i)\rho_s Li$$

وعندما تكون الصفائح ذات سمك رقيق جداً i يمكن اهمالها مقارنة الى الابعاد L ، وعندما تكون كثافتها الحقيقية ٢,٦٥ غم / سم^3 فعليه

$a_m = \frac{2}{\rho_s i} = \frac{0.75}{i} cm^2/gm$ وعليه فالسطح النوعي للطين يمكن تقديره اذا كان سمك الصفيحة معلوماً ، كمثال سمك الصفائح لمعدن المونتمورلونايت المعلق يكون تقريباً 10°A (اي مايعادل ١٠$^{-7}$ سم) لذلك نجد أن السطح النوعي لهذا المعدن على اساس الكتلة هو $\frac{0.75}{10^{-7}}$ a_m والذي يعادل (٧٥٠ م^2 / غم) يكون نوعاما قريبا من القيمة المقاسة .

ان الطريقة القياسية لتقدير السطح النوعي للمواد الخاصة بالتربة هي بواسطة الادمصاص لبعض الغازات مثل النتروجين. ابسط الطرق التي تعطي نتائج نسبية تكون مستندة على تحرر واطلاق جزيئة عضوية تطبيقية مثل اثيلين كلايكول او اثيلين كليسرول . etheylen glecerol or etheylen glycol .

ظاهرة الادمصاص قد وصفت ١٩٥٣ من قبل deBoer تحت الضغط الواطئ كمية الغاز المدمص لكل وحدة مساحة للسطح المدمص σ_e تكون مرتبطة مع ضغط الغاز P ودرجة الحرارة T وحرارة الادمصاص Q_e كما في المعادلة :

$$\sigma_e = K_i P \exp\left(\frac{Q_e}{RT}\right)$$

حيث ان R تمثل ثابت الغازات ، K_i تمثل مقدار ثابت ، وعليه فان كمية الأدمصاص تزداد مع الضغط ، لكنها تقل مع الحرارة . نلاحظ بان معادلة لانجمير Langmuir توضح العلاقة بين ضغط وحجم الغاز المدمص لكل غرام من المادة المدمصة ، على التوالي عند درجة الحرارة الثابتة .

$$\frac{P}{V} = \frac{1}{K_2 V_m} + \frac{P}{V_m}$$

حيث ان حجم الغاز المدمص يتمثل بـ V_m والذي يكون طبقة أحادية فوق السطح المدمص ويمكن الحصول عليه وذلك من علاقة P/V مع P (الضغط) والسطح النوعي المدمص يمكن حسابه بتقدير عدد الجزيئات في V_m وضربه بواسطة مساحة المقطع العرضي للجزيئات. من الملاحظ بأن معادلة لانجمير تستند على فرضية أدمصاص طبقة مفردة واحدة وان حرارة الأدمصاص تكون ثابتة ومتماثلة خلال العملية.

فرضية برونيور واخرين ١٩٣٨ اشتق ماعرف بمعادلة Brunauer, Emmett, and Teller equation (BET) والتي استندت على فرضية ادمصاص طبقتين كما في المعادلة الاتية :

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{(C-1)P}{V_m C P_0}$$

حيث ان V تمثل حجم الغاز المدمص عند الضغط P ، V_m حجم الطبقة ذات الجزيئات المفردة المدمصة على سطوح الادمصاص ، P_0 ضغط الغاز المطلوب لتشبع الطبقة المفردة عند حرارة التجربة ، C ثابت الغاز المعين ويمكن الحصول على V_m من فرضية BET عن طريق رسم العلاقة بين $\frac{P}{V(P_0 - P)}$ مع $\frac{P}{P_0}$. أما كثافة الغاز فعادة ماتفترض على أساس أنها اما على صورة سائل أو غاز صلب.

ان الادمصاص القطبي (مثل الماء) ربما لاينطبق على معادلة BET اولانجمير (والتي تكون متشابهة عند الضغوط الواطئة وبسبب أن الجزيئة أو الايون ربما يميل الى التجمع عند حواف الشحنات بدلامن أن يتوزع بالتساوي على سطح الادمصاص. استعمال مواد مدمصة مختلفة وطرق تكنيكية لقياس السطح النوعي لمواد التربة والذي قد وصف من قبل (Mortland and Kemper ، ١٩٦٥).

مثال (١)

دقائق التربة الكروية الشكل نصف قطرها R تسقط لعمق ٢ سم في مدة ساعة في وعاء الترسيب (السلندر). كم تستغرق دقائق مشابه نصف قطرها R كي تستقر عند العمق ١٠ سم؟

من المعلوم لحل هذا المثال الرجوع الى قانون ستوك لترسيب دقائق التربة ، ويلاحظ بأن السرعة = المسافة / الزمن

$$\frac{d}{t} = \frac{2}{9} \quad \frac{(\rho_s - \rho_l)\, gr^2}{\eta}$$

حدود المعادلة الخاصة لقانون ستوك معرفة في هذا الفصل.

نفترض أن الكثافة الحقيقية لدقائق التربة هي ٢,٦ غم / سم^3 وان كثافة الماء هي ١ غم / سم^3

$$\frac{\text{٢٠ سم}}{\text{٣٦٠٠ ثا}} = \frac{٢}{٩} \quad \frac{(\text{٢,٦٥ غم / سم}^3 - ١)\, \text{٩٨٠ سم}^2\ \text{ثا}^{-1}\ \text{نق}^2\ (\text{سم}^2)}{\text{س (غم سم}^{-1}\ \text{ثا}^{-1})}$$

في الحالة الثانية نلاحظ بأن الوقت اللازم لترسيب دقائق مشابه لعمق ١٠ سم هي

$$\frac{\text{١٠ سم}}{\text{الزمن}} = \frac{٢}{٩} \quad \frac{(\text{٢,٦٥} - ١) \times \text{٩٨٠} \times \left(\frac{R}{4}\right)^2}{\text{س}}$$

$$\text{الزمن} = \frac{\text{٩٠ سم} \times ١٦ \times \text{س}}{١,٦ \times \text{٩٨٠} \times \text{نق}^2}$$

ومن معرفة كل من اللزوجة ونصف القطر يتم حساب الزمن اللازم لترسيب هذه الدقائق لعمق ١٠ سم.

مثال (٢)

احسب السطح النوعي لدقائق التربة المكعبة الشكل طول ضلعها ٠,١ ، ٠,٠٠١ سم . علما بان الكثافة الحقيقية لهذه الدقائق هي ٢,٥ غم /سم^3.

$$a_m = \frac{6}{L\,\rho_s}$$

السطح النوعي للدقائق ذات الطول ٠,١ سم = $\frac{٦}{\text{٠,١ سم} \times \text{٢,٥ غم/سم}^٣}$ = ٢٤٠٠ سم^٢/غم

$$\text{السطح النوعي للدقائق ذات الطول ٠,١ سم} = \frac{٦}{\text{٠,١ سم} \times \text{٢,٥ غم/سم}^٣} = \text{٢٤٠٠ سم}^٢/\text{غم}$$

مثال (٣)

خلال عملية تحليل التوزيع الحجمي لدقائق التربة، وجد بأن أكبر الدقائق التي حصل عليها خلال ١٠ دقائق ولعمق ١٥ سم لها معدل قطر ٤٠ مكرون، فعند معرفة كل من كثافة الدقائق ولزوجة السائل. فما هو أكبر قطر للدقائق التي نحصل عليها بطريقة الماصة خلال فترة ساعة واحدة ولنفس العمق (١٥ سم).

قطر الدقيقية = ٤٠ مكرون = ٠,٠٠٤ ملم = ٤ × ١٠$^{-٢}$ سم

$$V = \frac{2}{9}\,\frac{(\rho_s - \rho_l)\,g r^2}{\eta}$$

اذا افترضنا ان كثافة الدقائق الحقيقية = ٢,٥ غم / سم^٣

كثافة السائل = ١ غم / سم^٣

$$\frac{\text{١٥ سم}}{\text{٣٦٠٠ ثا}} = \frac{٢}{٩} \cdot \frac{\text{٩٨٠ (١ − ٢,٥) نق}^٢}{\text{اللزوجة}}$$

$$\text{نق}^٢ = \frac{\text{١٥ سم} \times ٩ \times \text{اللزوجة}}{\text{٣٦٠٠ ثا} \times ٢ \times ١,٥ \times ٩٨٠}$$

$$\text{نق}^٢ = ١٦,٣ \times \text{اللزوجة}.$$