Klute, A. (1986) . Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, second ed. American Society of Agronomy .

Black,C.A(1965) ;Method of soil analysis .part1&2 Amer .Soc .Agron.Ins.USA.

فيزياء تربة نظري

مفردات المنهج

- التربة كنظام ثلاثي الاطوار (العلاقات الرياضية التي تربط بين الطور الصلب والطور السائل والطور الغازي)
- نسجة التربة . يتضمن اشتقاق قانون ستوك وتصنيف نسجة التربة حسب النظام الأمريكي والنظام العالمي .
- حساب السطح النوعي لدقائق التربة معتمد على أساس الكتلة والحجم.
- بناء التربة (تركيب التربة) تعريف بناء التربة ، أنواع بناء التربة ، أنواع مجاميع التربة وتكوينها ، والعوامل المؤثرة عليها . قياس ثباتيه مجاميع التربة وحساب معدل القطر الموزون، تصلب التربة. تعريفة وتكوينة وصفاته .
- الحاله السائلة ، حالات الطاقة والتعبير الكمي عن جهد التربة والماء . دراسة حركة الماء تحت الظروف المشبعة وغير المشبعة للتربة ، اشتقاق قانون دارسي ، حساب الايصالية المائية المشبعة للتربة ، الخواص الديناميكية للتربة وتتضمن قوة التماسك والتلاصق والعوامل المؤثرة عليها ، معامل الكسر وجهد القص .
- هواء التربة وتتضمن تبادل الغازات بين التربة والهواء الجوي ، السعة الهوائية .
- حرارة التربة وتشمل التغيرات اليومية والفصلية لدرجات الحرارة .

أ.م. معتصم داود

نسجة التربة Soil Texture

النسبة المئوية لحجوم دقائق التربة وهنالك عدة تصانيف لنسجة التربة

1- التصنيف الأول (التصنيف العالمي) International Classification

الدقائق	القطر \ ملم
طين	اقل من 0.002
غرين	0.02 - 0.002
رمل	2 – 0.02

2- التصنيف الثاني : المتبع من قبل وزارة الزراعة الامريكية USDA
United state of Dept . of Agriculture

الدقائق	القطر \ ملم
طين	0.002 – 0.001
غرين	0.05 – 0.002
رمل ناعم جدا	0.1 – 0.05
رمل ناعم	0.25 – 0.1
رمل متوسط	0.5 – 0.25
رمل خشن	1.0 – 0.5
رمل خشن جدا	2 – 1
حصى	5 - 2

التصنيف الثالث : المتبع من قبل مجلة علوم التربة الامريكية ISSS

International Soil Science Society

الدقائق	القطر \ ملم
طين	0.002 – 0.001
غرين	0.02 – 0.002
رمل ناعم	0.2 – 0.02
رمل خشن	2 – 0.2
حصى	10 -2

م. منعم داود

قانون ستوك :-

سرعة ترسيب الدقائق في سائل ما تحت تأثير الجاذبية الأرضية تتناسب طرديا مع مربع نصف قطر الدقيقة وعكسيا مع لزوجة السائل

$$V = \frac{2}{9} \quad \frac{r^2 \ g(\rho s - \rho l)}{\mu}$$

وممكن كتابتها بشكل اخرلتقدير مسافة سقوط دقيقة التربة

$$d = \frac{2}{9} \quad \frac{r^2 \ g \ t \ (\rho s - \rho l)}{\mu}$$

وممكن كتابتها بشكل اخر لتقدير الزمن الذي تحتاجه دقيقة التربة

$$t = \frac{9}{2} \quad \frac{\mu d}{r^2 \ g \ \ (\rho s - \rho l)}$$

V	سرعة سقوط دقيقة التربة	سم \ ثانية
r	نصف قطر الدقيقة	سم
g	التعجيل الارضي ٩٨٠	سم \ ثانية ٢
ρs	كثافة دقيقة التربة	غم \ سم ٣
ρl	كثافة الماء	غم \ سم ٣
μ	لزوجة السائل	بويز=غم \ سم . ثا
d	مسافة سقوط الدقيقة	سم
t	زمن القياس	ثانية

أ.م. منتصر داود

س١

أجريت تجربة التحليل الميكانيكي باستخدام الماصة حيث ثبتت الماصة على عمق ١٠ سم عن سطح المعلق . فما هو الزمن بالدقيقة لوصول دقيقة التربة ذات قطر 0.02 ملم الى عمق ١٠ سم . علما ان درجة حرارة المعلق ٢٠ درجة مئوية ولزوجة السائل 0.008 بويز (غم\سم .ثا) .

$$t = \frac{9}{2} \quad \frac{\mu d}{r^2 \ g \ (\rho s - \rho l)}$$

$$t = \frac{9}{2} \quad \frac{0.008 * 10}{(\frac{0.02}{2*10})^2 * \ 980 * \ (2.65-1)}$$

$$t = \frac{0.72}{2 * 0.000001 * 980 * 1.65} = 222 \sec = 3.71 \min$$

<u>افتراضات قانون ستوك</u>

١- يجب ان يكون الجسم صلب وكروي الشكل .

٢- ان تكون الدقائق منفصلة الواحدة عن الأخرى اثناء القياس .

٣- ان تكون الدقائق ذات كثافة متجانسه .

٤- ان تكون حجوم الدقائق المترسبة كبيرة نسبيا مع جزيئات السائل .

٥- ان تكون جزيئات السائل حول الدقيقة ذات جريان صفائحي .

<u>معالجة قانون ستوك ليتناسب مع دقيقة التربة :</u>

١- دقيقة التربة صلبة ويؤخذ نصف القطر المؤثر لها .

٢ – يتم اجراء التفرقة الكيميائية والفيزيائية على عينة التربة لنحصل على دقائق منفصلة وباستخدام تراكيز منخفضة تتراوح بين ١ – ٥ % .

٣- تعتمد الكثافة الحقيقية للتربة .

٤- يتم الترسيب بالماء لان جزيئات الماء صغيرة مقارنة مع دقائق التربة .

٥ – يجب ان يكون جريان الماء صفائحي حول الدقائق .

<u>محددات قانون ستوك</u> :-

١- دقائق التربة التي تخضع لقانون ستوك تكون ذات قطر من 0.002 – 0.2 ملم .

٢- الدقائق ذات قطر اكبر من 0.2 ملم لا تخضع لقانون ستوك لان جريان الماء حول الدقائق يكون مضطرب .

٣ – الدقائق ذات قطر اقل من 0.002 ملم لا تخضع لقانون ستوك لانها تتاثر بالحركة البراونية .

٤- اذا اريد فصل دقائق التربة ذات قطر اكبر من 0.2 ملم تستخدم المناخل واذا اريد فصل دقائق التربة بقطر اقل من 0.002 ملم نستخدم الطرد المركزي .

بعض صفات دقائق التربة :-

أ – الرمل :-

١- يكون شكله كروي غير منتظم متعدد الزوايا .

٢- لايمتلك صفة اللدانة عند الابتلال بالماء وغير قابل للتشكل .

٣ – لا يلتصق بالأجسام الغريبة .

٤ – دقيقة الرمل كبيرة الحجم ويمكن رويتها بالعين المجردة .

٥ – دقيقة الرمل ذات ملمس خشن .

ب- الطين :-

١- ذات شكل صفائحي .

٢- ذات لزوجة عالية عند ابتلاله بالماء .

٣- ينتفخ ويتمدد عند الترطيب وتتقلص وتنكمش وتتشقق عند الجفاف .

٤ – لها ملمس ناعم .

٥ – لها قابلية الالتصاق بالاجسام الغريبة عند الترطيب .

ج – الغرين :-

١- لها شكل كروي غير منتظم واحيانا صفائحي .

٢ – تصبح لزجة عند الابتلال .

٣ – لها ملمس صابوني عند فرك دقائق الغرين بالأصابع .

المساحة السطحية النوعية Specific Surface Area

النسبة بين المساحة السطحية للدقيقة الى حجم الدقيقة او كتلتها . مساحة السطح النوعي يعتمد على شكل دقيقة التربة فاما ان يكون الشكل كروي او مكعبي اوصفائحي . وبما ان دقيقة الطين ذات شكل صفائحي متطاول وصغير الحجم وله مساحة سطحية نوعية عالية جدا بينما دقائق الغرين والرمل تكون اكبر حجم من الطين وذات شكل كروي غير منتظم او صفائحي ولها مساحة سطحية نوعية اقل من الطين .

ولاجل حساب المساحة السطحية النوعية يؤخذ بنظر الاعتبار الاشكال التالية :-

1- Sphere Shape الشكل الكروي

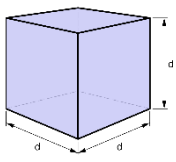
أ- المساحة السطحية النوعية على أساس الحجم= مساحة سطح الدقيقة \ حجم الدقيقة

$$a_v = \frac{A_s}{V_s} = \frac{4\ \pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d}$$

ب- المساحة السطحية النوعية على أساس الكتلة = مساحة سطح الدقيقة \ كتلة الدقيقة

$$a_m = \frac{As}{ms} = \frac{As}{Vs.\rho s} = \frac{4\ \pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3.\rho s} = \frac{3}{r.\rho s} = \frac{6}{d.\rho s}$$

2- Cubic Shape الشكل المكعبي



على أساس الحجم

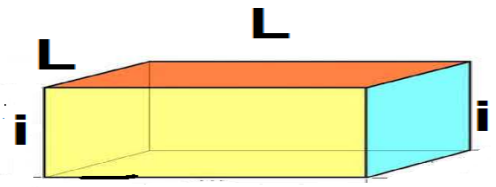
$$a_{v=}\frac{As}{Vs} = \frac{6L^2}{L^3} = \frac{6}{L}$$

على أساس الكتلة

$$a_{m=}\frac{As}{ms} = \frac{As}{Vs.\rho s} = \frac{6L^2}{L^3.\rho s} = \frac{6}{L.\rho s}$$

3- Platy Shape

الشكل صفائحي



اعتماد على الحجم

$$a_{v=}\frac{As}{Vs}=\frac{2L^2+(4L.i)}{L^2.\ i}=\frac{2L(L+2i)}{L^2.\ i}$$

بما ان السمك i صغير جدا فيمكن اهمال 2i لتصبح المعادلة :-

$$a_{v=}\frac{2L(L+zero)}{L^2.\ i} = \frac{2L^2}{L^2.\ i} = \frac{2}{i}$$

اعتماد على الكتلة

$$a_{m=}\frac{As}{ms}=\frac{As}{Vs.\rho s}=\frac{2L^2+(4L.i)}{L^2.\ i.\rho s}=\frac{2L(L+2i)}{L^2.\ i.\rho s}$$

$$a_{m=} \frac{2L(L+zero\ )}{L^2.\ i.\rho s} = \frac{2L^2}{L^2\ .\ i\ \rho s.} = \frac{2}{i.\rho s}$$

وبافتراض ان الكثافة الحقيقية لدقيقة التربة 2.65 غم \ سم ٣وبالتعويض نحصل على

$$a_m = \frac{2}{i\ \ 2.65} = \frac{0.75}{i}$$

مثال :-

احسب المساحة السطحية النوعية على أساس الحجم ثم على أساس الكتلة لمعدن المونتمورلونايت الذي سمكة ١٠ انكستروم بافتراض ان شكل الطين صفائحي .

المساحة السطحية النوعية على أساس الحجم

$$a_v = \frac{2}{i}$$

$$a_v = \frac{2}{\frac{10}{10^8}} = 2 * 10^7 \quad cm^2/cm^3$$

المساحة السطحية النوعية على أساس الكتلة

$$a_m = \frac{0.75}{i}$$

$$a_m = \frac{0.75}{\frac{10}{10^8}} = 0.75 * 10^7 \frac{cm^2}{gm}$$

Meter =100cm	Cm=10^8Aº
cm=10 mm	
m m=1000 micro	
micro=10^4Aº	

بناء التربة :- Soil Structure

يقصد ببناء التربة شكل ترتيب دقائق التربة بعضها مع بعض .

ميكانيكية تكوين البناء :-

تحمل دقائق الطين شحنات سالبة على السطح والتي احد مصادرها الاحلال المتماثل على اسطح التبادل . فيدمص كاتيونات موجبة مثل الكالسيوم او المغنسيوم او البوتاسيوم لتعادل الشحنات السالبة ويرتبط بهذه الكاتيونات الموجبة دقيقة طين سالبة أخرى وبذلك تكون هذه الكاتيونات الموجبة جسر رابط بين دقائق الطين . وهكذا ترتبط كلا من دقائق الطين السالبة مع بعضها عبر الكاتيونات الموجبة وتحصر دقائق الغرين والرمل وتكون مجاميع دقيقة تسمى micro aggregate بقطر نصف ما يكرون ومن خلال ربط المجاميع الدقيقة بواسطةا لمواد اللاحمة مثل اكاسيد الحديد والمنغنيز وكاربونات الكالسيوم والاحماض العضوية ونتيجة لعمليات الابتلال والجفاف تتكون مجاميع كبيرة تسمى macro aggregate بقطر نصف الى ١٠٠ ملم وتشكل الوحدة البنائية لبناء التربة وتسمى peat

اهم العوامل التي تساعد في تكوين بناء التربة :-

١- النباتات النامية :-

حيث ان جذور النباتات اثناء تغلغلها تعمل الشعيرات الجذرية الى تقريب دقائق التربة , كما ان الأجزاء الخضرية التي تسقط من النباتات والجذور الميتة سوف تضيف مواد عضوية للتربة والتي من خلال تحللها خاصة الهيومس (الدبال) والتي تؤدي الى تكوين مجاميع التربة .

٢- احياء التربة المجهرية :-

تعمل هذه الاحياء خاصة البكتريا الى تحلل المواد العضوية وبالتالي تكوين الدبال (الهيومس) كما ان الفطريات تفرز مواد شمعية وصمغية تعمل على تكوين مجاميع تربة ثابتة . كما ان احياء التربة كالديدان تعمل على تكوين مجاميع تربة جيدة وتحسن تهوية التربة وزيادة حركة الماء والاملاح .

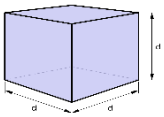
٣- تعاقب الانجماد والانصهار .

٤- تعاقب الابتلال والجفاف .

٥- العمليات الزراعية . حيث ان الحراثة تعمل على تكسر الكتل الكبيرة الى كتل صغيرة ذات بناء جيد لنمو البادرات .

تصنيف (أنواع) بناء التربة :-

١- اشكل الكتلي Blocky وهو عبارة عن اشكال مكعبة ذات ابعاد متساوية ويكون على شكلين

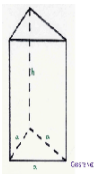


أ- كتلي ذات زوايا حادة

ب- كتلي مستدير الحواف

٢- البناء المنشوري prismatic ويكون باشكال

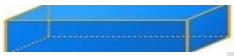
أ- بناء منشوري بزوايا حادة



ب- بناء منشوري مستدير الحواف

ج- بناء بشكل عمودي .

٣- البناء الصفائحي platy



٤- البناء الفتاتي والحبيبي friable , granual

٥- ترب عديمة البناء

أ.م. منصف داود

<u>أهمية بناء التربة :-</u>

يعتبر البناء جيد للتربة اذا كانت التجمعات تمتا ز بصفات كيمياوية وفيزياوية :-

١- تكون ذات مسامية عالية مما يجعل فيها حركة الماء والهواء جيدة .

٢- لها قابلية على الاحتفاظ بالماء .

٣- سهولة تغلغل الجذور النباتية .

٤- تزيد من نشاط احياء التربة .

٥- لها قابلية على تبادل وإعطاء العناصر الغذائية لجذور النباتات .

٦- لها كثافة ظاهرية واطئ .

التعابير الخاصة ببناء التربة

١- تقدير معدل القطر الموزون لتجمعات التربة :-

يعبر عن مدى مقاومة التجمعات للتعرية المائية والتعرية الريحية باستخدام

$$M.W.D = \sum_{i=1}^{n} \bar{x} \quad W_i$$

M.W.D معدل القطر الموزون بوحد ملم

W_i *وزن* التجمعات فوق المنخل الى وزن العينة الكلي غم

$\bar{X}$ معدل قطر المنخل الأعلى والمنخل الأسفل ملم

n عدد المناخل المستعملة

٢- تقدير معدل القطر الهندسي لتجمعات التربة

$$G.M.D = \exp\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} W_i \quad \log \bar{X}}{\sum_{i=1}^{n} W_i}\right]$$

G.M.D معدل القطر الهندسي

Wi وزن التجمعات فوق المنخل

Σwi وزن التجمعات الكلية معدل

$\bar{X}$ معدل قطر المنخل الأعلى والمنخل الأسفل

<u>بعض الميكانيكية المحتملة لربط التجمعات ؛-</u>

<u>١- سطح صفيحة – سطح صفيحة</u>

<u>يربط بين</u> السطوح السالبة جسر كاتيوني

$Face^{-}$------- $\mathbf{M^{+}}$-------- $\mathbf{Face^{-}}$

٢- حافة الصفيحة الجانبي موجب وسطح الصفيحة سالبة

أ.م. معتصم داود

Edge – AL --- OH_2^+----------$^-$ **Face**

٣- حافة صفيحة طين – بوليمر عضوي – جسر كاتيوني - صفيحة طين

حافة موجبة الشحنة – بوليمر سالب – كاتيون موجب – سطح صفيحة طين سالبة

Edge- AL --- OH_2^+ ------ $^-$OOC ----- R ---- COO^- ---- M^+ -------- $^-$ **Face**

أ.م. معتصم داود