جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

كيمياء الأراضى

للصف الثانى للمدارس الثانوية الزراعية
نظام السنوات الثلاث
مجال استصلاح الأراضي والميكنة الزراعية

حقوق الطبع محفوظة للوزارة
طبعة 2009 / 2010

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

كيمياء الأراضى

للصف الثانى للمدارس الثانوية الزراعية
نظام السنوات الثلاث
مجال استصلاح الأراضي والميكنة الزراعية

تأليف

أستاذ دكتور
سلطان عبد الحميد سلطان

مهندس
كمال بدرخان عبد العزيز

مراجعة

أستاذ دكتور
قدري فؤاد زغلول

2010 / 2009

مقدمة

نحمد الله الذى وفقنا لتأليف هذا الكتاب خدمة لأبنائنا الطلاب آملين أن نكون قد وفرنا لهم المعلومات فى صورة ميسرة لإفادة شباب الخريجين وذلك من أجل المحافظة على دفع عجلة الإنتاج للأمام لذا كان علينا أن نهتم بأبنائنا طلاب الصف الثانى الثانوى الزراعى مجال استصلاح الأراضى والميكنة الزراعية لأنهم أكثر اهتماماً بالعلوم التطبيقية الزراعية.

وقد راعينا فى هذا الكتاب الآتى :

1- تقسيمه إلى وحدات لسهولة استخدامه .

2- تناول الكتاب :

- نشأة وتكوين الأرض (ماهية الأرض - تكوين الأرض) .
- الخواص الفيزيائية للجزء الصلب بالأرض (القوام – البناء) .
- الماء والهواء الأرضى .
- غرويات الأرض (المعدنية – العضوية) .

3- روعى أن تكون المادة العلمية :

- مترابطة و متسلسلة .
- متفقة مع المرحلة التى يدرسها الطالب .
- متماشية مع أحدث النظريات العلمية ولكن بأسلوب يسهل للطالب استيعابه .
- متماشية مع الزمن المقرر فى الخطة المعتمدة .
- ذات مصطلحات ورموز ورسوم دولية .
- مشوقة للطالب ومثيرة لاهتمامه .
- مشجعة للطالب على التفكير والإبداع .
- مزودة بأشكال ورسوم وإحصاءات موضوعة فى المكان المناسب وذات صلة وثيقة بالموضوع وتبرز بعض الأمور الدقيقة أو المعقدة .

4- روعى أن تكون التدريبات العملية لاحقة للدراسة النظرية لكل باب كما جاء بالمنهج المعتمد .

5- ينتهى كل باب من الأبواب بالآتى :

- ملخص مناسب لما جاء فى عرض الموضوعات .
- أسئلة لقياس مدى استيعاب الطلاب للموضوعات المختلفة .

6- تم وضع أسس التدريبات العمليه للموضوعات التى تناولها الكتاب .

7- ينتهى الكتاب بالمراجع التى لجأ اليها المؤلفون لإعداد المادة العلمية للكتاب .

المؤلفون

فهرس الكتاب

م	الموضوع	الصفحة
*	المقدمة	1
	الوحـــــــدة الأولى – الباب الأول – ماهـــــية الأرض	
1	تعريف الأرض الزراعية	5
2	المكونات الطبيعية لمادة الأرض (صلبة – سائلة – غازية)	6
3	صخور القشرة الأرضية الهامة زراعيا	9
4	معادن القشرة الأرضية الهامة زراعيا	15
5	التمييز بين أنواع الصخور الهامة زراعيا	20
6	المقارنة بين أنواع المعادن الهامة زراعيا	24
*	تذكر أن	28
*	التقويم	30
	الوحـــــــدة الأولى – الباب الثانى – تكـــــوين الأرض	
7	عوامل تكوين الأرض (المناخ – مادة الأصل ..... الخ)	32
8	عمليات تكوين الأرض (التجوية / التعرية)	35
9	القطاع الأرضي (تسمية الآفاق – الأنواع)	42
10	التمييز بين أنواع العينات (فردية – شاملة)	46
11	استخدام أدوات أخذ العينات	47
12	تحديد موقع القطاع الأرضي	51
13	حفر القطاع الأرضي وتحديد (آفاقه المختلفة – مستوى الماء الأرضى)	52
14	الطرق الحديثة لأخذ العينات	53
15	إعداد العينات للتحليل	57
16	إجراء بعض الاختبارات الوصفية والمورفولوجية الحديثة على القطاع	58
*	تذكر أن	60
*	التقويم	62
	الوحـــــــــــدة الثانية – الباب الأول – القـــــــوام	
17	قوام الأرض (التعريف)	64
18	تقسيم الحبيبات الأرضية	65
19	الصفات الفيزيائية لمجموعات حبيبات الأرض	65
20	الصفات الفيزيائية المرتبطة بمفصولات حبيبات الأرض (لنسبة الطين)	67
21	رتب قوام الأرض	69
22	تحديد قوام الأرض بالملمس	71
23	تقدير قوام الأرض (بالماصة – بالهيدرومتر)	72
	تذكر أن	75
*	التقويم	77
	الوحـــــــــــدة الثانية – الباب الثانى – البنـــــــاء	
24	التعرف على البناء الأرضي	79
25	دراسة العوامل التى تؤثر على البناء الأرضي	81
26	التمييز بين أنواع البناء الأرضى المختلفة	83
27	الكثافة الظاهرية – الكثافة الحقيقية	84
28	الحيز المسامي	85
29	تقدير الكثافة الظاهرية عمليا	86

م	الموضوع	الصفحة
	تابع الوحـــــدة الثانية – الباب الثانى – البنـــــــاء	
30	تقدير الكثافة الحقيقية عمليا بواسطة قنينة الكثافة	89
*	تذكر أن	90
*	التقويم	92
	الوحـــــــــدة الثالثة – الماء والهـــواء الأرضى	
31	مستوى الماء الأرضى	94
32	أضرار ارتفاع مستوى الماء الأرضى	96
33	خفض مستوى الماء الأرضى المرتفع	97
34	قوى حفظ الأرض للماء وطرق التعبير عنها	98
35	تصنيف الماء الأرضى الفيزيائى	102
36	تصنيف الماء الأرضى البيولوجى	104
37	المحتوى الرطوبى وحركة الماء الأرضى فى الحالة المشبعة للتربة	107
38	العوامل المؤثرة - أنواع الحركة	111
39	تركيب الهواء الأرضى	115
40	السعة الهوائية	117
41	تهوية التربة	118
42	خدمة الماء الأرضى	120
43	تقدير قوة حفظ التربة للماء	127
45	تقدير نسبة الرطوبة الأرضية بعد الرى وحتى ميعاد الرية التالية	129
45	تقدير معامل الرشح فى الأرض بواسطة الاسطوانة المزدوجة	135
46	تقدير معامل التوصيل الهيدروليكى المشبع بواسطة قانون دارسي	138
47	حساب تهوية التربة والسعة الهوائية	141
*	تذكر أن	143
*	التقويم	146
	الوحـدة الرابعة – غرويات الأرض	
	الباب الأول : الغرويات المعدنية	
48	معادن الطين (تعريف معدن الطين – أنواع معادن الطين)	150
49	المجموعات الرئيسية لمعادن الطين	154
50	المواد المعدنية غير المتبلورة	160
51	إعداد مستخلص التربة للكشف عن الكاتيونات والأنيونات	162
52	تقدير ثوابت ارتباط الأيونات بسطوح الأرض	164
*	تذكر أن - التقويم	167
	الباب الثانى : الغرويات العضوية	
53	المادة العضوية وتحللها	171
54	الدبال وتركيبه الكيميائي	177
55	C/N - ratio (نسبة الكربون / النيتروجين)	181
56	تأثير الغرويات على صفات الأرض	182
57	تقدير المادة العضوية في التربة	185
58	تقدير نسبة الـ C/N - ratio (نسبة الكربون / النيتروجين)	187
*	تذكر أن - التقويم	191
*	نموذج ورقة امتحانية	194
*	نموذج إجابة بعض أسئلة الورقة الامتحانية	195
*	المراجع	197

الوحدة الأولى
نشـــــأة وتكـــوين الأرض
الباب الأول
ماهـــــية الأرض

الأهداف الخاصة :

- زيادة وعى الطالب بإعطائه بعض المعلومات عن الأرض .
- التعرف على مكونات الأرض الصلبة .
- دراسة مكونات الأرض السائلة .
- تحديد مكونات الأرض الغازية .
- الإلمام بصخور ومعادن القشرة الأرضية الهامة زراعيا .
- أن يكون الطالب قادرا على أن :-

يميز بين المعدن والصخر وبين أنواع المعادن وأنواع الصخور .

الجانب النظري :

- تعريف الأرض الزراعية .
- المكونات الطبيعية لمادة الأرض :
  - الجزء الصلب .
  - الجزء السائل .
  - الجزء الغازي .
- صخور القشرة الأرضية الهامة زراعيا (البازلت – الجرانيت ..... الخ) .
- معادن القشرة الأرضية الهامة زراعيا (هيماتيت – ليمونيت ..... الخ) .

المهارات العملية :
تدريب الطلاب على :

1- التمييز بين أنواع الصخور الهامة زراعيا .
2- المقارنة بين أنواع المعادن الهامة زراعيا .

الوحدة الأولى
نشـــأة وتكوين الأرض
الباب الأول
ماهيـــة الأرض

تعريف الأرض (التربة) الزراعية

بعض التعاريف الهامة للأرض (التربة) الزراعية :

- هى الطبقة السطحية من القشرة الأرضية والمكونة من صخور ومعادن أثرت عليها عوامل التعرية بأنواعها المختلفة سواء عوامل طبيعية أو كيميائية أو حيوية .
- هي الطبقة السطحية من القشرة الأرضية الناتجة عن تفتيت الصخور وانحلالها أو انحلال بقايا المواد العضوية أوهما معا وتكون هذه الطبقة صالحة كيمائيا وطبيعيا لتكون وسطا لجذور النباتات ونموها (شكل 1) .
- هى الجزء الهش من سطح الأرض الذي يختلف عن الصخور الصلدة . وإذا نظرنا إلي التربةمن وجهة نظر زراعية نجدها تقوم بتثبيت النباتات النامية بالتربة كما تعد مصدرا لغذائها .
- هي خليط من مواد معدنية وعضوية بالإضافة إلى الماء والهواء وهى تمثل في مجموعها وسطا ملائما لنمو النباتات والكائنات الحية .

(شكل 1) الأرض الزراعية

المكونات الطبيعية لمادة الأرض

تعتبرالأرض بشكل عام نظاما معقدا ويقصد بذلك أن الأرض (التربة) تتكون من أكثر من صورة أو حالة من حالات المادة. ويتكون نظام التربة من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

(أ) الجزء الصلب (المعدنى – العضوى) :

يكون هذا الجزء أكثر من 50 % من حجم التربة الكلى وأكثر من 75 % من وزنها . ويتكون من :

١ - **مادة معدنية :**

وهى تمثل حوالي 45 % من حجم التربة الكلى وتتوقف عليها خواص الأرض الكيميائية والطبيعية وهى ناتجة من تفتت الصخور وتحللها وتتحلل حبيبات هذه المادة مكونة الطين الذى يحتوى على الحبيبات الأرضية غير العضوية التى تقل أقطارها عن 002و مم وهو عبارة عن سليكات ألومنيوم أو ماغنسيوم أو كلاهما .

٢ - **مادة عضوية :**

ونسبتها لا تتعدي في المتوسط 5 % من حجم التربة الكلى وتنتج من تحلل أجسام النباتات والحيوانات أو التى لم تتحلل أو تحللت جزئيا وتؤثر فى خواص الأرض الكيميائية والطبيعية والحيوية وبنائها وتساعد على حفظ الأرض للماء (شكل 2) .

(شكل 2) الجزء الصلب (معدنى – عضوى)

(ب) الجزء السائل (الماء الأرضى) :

وهو عبارة عن محلول التربة (المحلول الأرضي) ويكون الماء العنصر الأساسي من عناصر الحالة السائلة والأراضي التي تعتبر جافة لا تخلو من الماء .

ويعتبر المحلول الأرضي المصدر الرئيسى (لإمداد النبات بالغذاء) وعندما يزداد عن قدرة الأرض التشبعية يجري فوق السطح ليحدث الجريان السطحي أو يتحرك لأسفل ويسمي (بالماء الأرضي) ويمكن تقديره بواسطة جهاز التنشيوميتر (شكل 3) .
ومستوى الماء الأرضي في التربة له تأثير كبير علي ملوحتها وإنتاجيتها ليس فقط من ناحية بعده أو قربه من سطح التربة ولكن أيضا من حيث نوعيته أو مدي احتوائه علي الأملاح الذائبة ، وينقسم الماء الأرضى إلى الماء الأيجروسكوبى والشعرى والحر .
ويكون حوالى 25 % من حجم التربة فى الظروف المثلى ويحتوى علي أملاح ذائبة ويسمى المحلول الأرضي .

(شكل 3) قياس المحتوى الرطوبى للتربة بالتنشيومتر

(ج) الجزء الغازي (الهواء الأرضى) :

يسمي أحيانا (بالهواء الأرضي) ويشغل الفراغات البينة غير المملوءة بالماء والموجودة بين حبيبات الطور الصلب .
وهو هام جدا لتنفس الجذور النباتية ويكون حوالى 25 % من حجم التربة عندما تكون الظروف مثالية .
و الجزء الغازى تتفاوت نسبته من وقت لآخر ومن مكان لآخر فعندما تجف التربة يزداد الهواء ويقل الجزء السائل مكونا أغشية رقيقة حول الجزء الصلب .
الهواء الأرضي أو هواء التربة لا تقل أهميته عن أهمية الجزء الصلب أو الجزء السائل في تحديد إنتاجية التربة .
هواء التربة خليط من : النيتروجين والأكسجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء بنسب متفاوتة معتمدا علي :

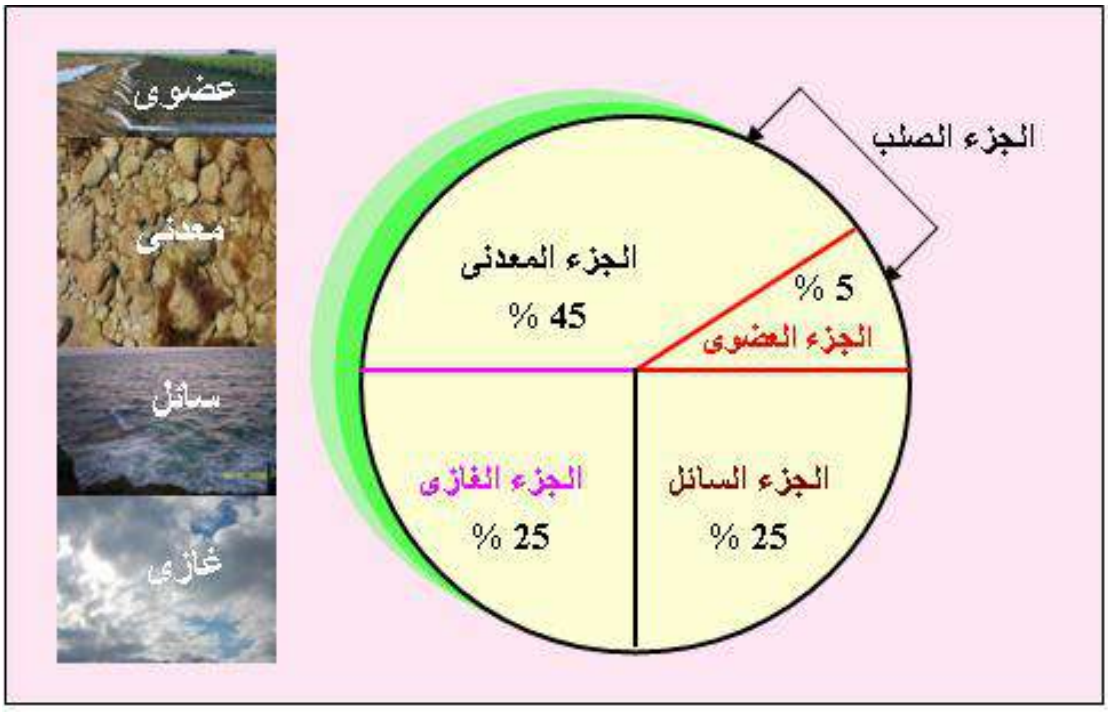
- نشاط الكائنات الحية
- معدل تبادل الغازات
- درجة الذوبان .

يتضح مما سبق أن التربة الزراعية تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :
جزء صلب - جزء سائل - جزء غازى (شكل 4) .

١ -الجزء الصلب :
ينقسم إلى جزءين هما (المعدنى – العضوى) ويكون 50 % من حجم التربة الزراعية
- الجزء المعدنى يكون حوالى 45 % .
- الجزء العضوى يكون حوالى5 % .

٢ -الجزء الســائل :
يسمى (الماء الأرضى) ويكون 25 % من حجم التربة الزراعية .

٣ -الجزء الغازي :
يسمى (الهواء الأرضى) ويكون 25 % من حجم التربة الزراعية .



(شكل 4) مكونات التربة الزراعية عند الظروف المثلى

صخور ومعادن القشرة الأرضية الهامة زراعيا

أولا : الصـــــــــخور

تعريف الصخر:

هو مجموعة من المعادن اختلطت وتماسكت معا بفعل عدة عوامل مختلفة (شكل 5) .

(شكل 5) نماذج لعينات صخرية

أقسام الصخور :
يمكن تقسيم الصخور إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى :

١ -صخور نارية :
حامضية – متوسطة – قاعدية .
٢ -صخور رسوبية :
كيميائية – ميكانيكية – عضوية .
٣ -صخور متحولة :
بالحرارة – بالضغط – بالحرارة والضغط معا .

١ -الصخور النارية :

وهي أساس جميع أنواع الصخور نتجت من تبر يد وتجمد المواد المنصهرة (المجما) على أعماق مختلفة من سطح الأرض وتقسم على حسب نسبة السليكا إلي :

أ - صخور حامضية :
تكون بها نسبة السليكا > 65 % وهى فاتحة اللون مثل صخر الجرانيت (شكل 6- 7) .

(شكل 6) جرانيت رمادى اللون

(شكل 7) جرانيت رصاصى اللون

ب- صخور متوسطة :

تكون بها نسبة السليكا من 52 - 65 % وتميل إلى اللون الرمادى مثل صخر الديوريت .

جـ- صـــخور قاعدية :

تكون بها نسبة السليكا < 52 % وهى غامقة اللون مثل صخر البازلت (شكل 8) .

(شكل 8) بازلت

٢ -الصخور الرسوبية :

وهي التي تكونت من تفكك وانحلال الصخور النارية بفعل عوامل التجوية الآتية :

- الطبيعية (الحرارة – الرطوبة – التفتت – النبات ..... الخ) .
- الكيميائية (التحلل المائى – التأدرت – الإذابة – الحموضة ..... الخ) .

ورسوب نواتج التجوية في صورة طبقات وتقسم هذه الصخور إلي :

أ - الرواسب الكيميائية :

وهى عبارة عن صخور تكونت من ترسيب الأملاح التى كانت ذائبة فى المحاليل المائية نتيجة لعملية التبخير أو تفاعل أملاحها ومنها :

- الحجر الجيرى .
- الحجر الطينى (شكل 9) .

(شكل 9) حجر طينى

ب- الرواسب الميكانيكية :

هذه الرواسب نتجت من تفتت الصخور الأصلية التى حملتها المياه لمسافات بعيدة قبل أن يتم ترسيبها وتماسكها مع بعضها بفعل المواد اللاحمة المختلفة ومنها :

- الأحجار الرملية .

جـ - الرواسب العضوية :

وهي الناتجة من تحلل بقايا أجسام الحيوانات والنباتات وتراكمها وتماسكها وتشمل كل ما يرسب بتأثير الكائنات الحية ومنها :

- الفحم (شكل 10) .
- الصخور الكلسية أو الطباشير (شكل 11) .

٣ -الصخور المتحولة :

وهي صخور أصلها ناري أو رسوبي تحولت بفعل تأثير الضغط أوالحرارة الكبيرين أو كلاهما معا إلي صخور ذات أشكال وخواص جديدة وتقسم هذه الصخور إلى :

- **صخور متحـــــولة بالحـــــرارة :** مثل الرخام (شكل 12- 13)
- **صخور متحـــولة بالضـــــغط :** مثل الإردواز
- **صخور متحولة بالحرارة والضغط :** مثل الشيست والنيس .

(شكل 10) فحم

(شكل 11) صخور كلسية

(شكل 12) رخام متعدد الأشكال

(شكل 13) رخام

ثانيا : المعـــــــــــادن

تعريف المعدن :
هو عبارة عن مركب كيميائى غير عضوى ذو تركيب كيميائى محدد وصفات فيزيائية محددة من عنصر واحد مثل الحديد أو من عدة عناصر مثل الهيماتيت .

أقسام المعادن :
عند انحلال الصخور لتكوين الأرض تعطي نواتج معدنية مختلفة يمكن تقسيمها إلى :

١ -معادن من أصل الصخر (أولية) :
قاومت الانحلال وبقيت كما هي دون أى تغير فى شكلها البللورى أو تركيبها الكيميائى مثل
- الكوارتز - الأرثوكلاز .
- الأباتيت - الأوجيت .

٢ -معادن ثانوية :
وهى التى نتجت من انحلال المعادن الأصلية للصخر مصحوبة بتغير فى تركيبها الكيميائى عن الصخر الأصلى مثل الهيماتيت والكالسيت (شكل 14) والجبس .

(شكل 14) الكالسيت

٤ -معادن ثانوية في حالة غروية :

نتجت من انحلال بعض المعادن الأصلية تحت تأثير عوامل الانحلال الجوى في صورة دقائق ناعمة جدا تختلف عن النوعين السابقين مثل :
- الطين (شكل 15) .

(شكل 15) الطين (معدن ثانوى)

المجاميع المعدنية المنتشرة فى التربة :

- الأكاسيد .
- الكربونات .
- السليكات .
- الجبس .
- الفوسفات .

وسنتناول فى الجزء التالي فكرة مبسطة عن كل مجموعة :

١ - مجموعة معادن الأكاسيد :

ومنها الكوارتز وهو متبلور ،
والسليكا وهو غير متبلور وواسع الانتشار ،
وأكاسيد الحديد مثل الهيماتيت وهو ذو اللون الأحمر وينتج عن تحلل الصخور في المناطق الجافة (شكل 16- 17) .

(شكل 16) هيماتيت

(شكل 17) هيماتيت (أحمر اللون)

وكذلك الليمونيت ولونه أصفر أو بنى (شكل 18- 19) .

(شكل 18) ليمونيت

(شكل 19) ليمونيت (أصفر اللون)

٢ -**مجموعة معادن الكربونات** :
وتنتشر فى المناطق الجافة وشبه الجافة ومنها :
- كربونات الكالسيوم .
- كربونات المغنسيوم .
- الدلوميت .

٣ -**مجموعة معادن السليكات** :
تعتبر من أهم الصخور انتشارا في القشرة الأرضية وبعضها يتحلل ويتحول إلي الطين وهو أحد أهم مكونات التربة (شكل 20) .
ومن أنواع الطين المعروفة :
- الكاؤولينايت : ووحدته البلورية من صفيحة سليكا وصفيحة ألومينا .
- المونتموريللونيت : ووحدته البلورية من صفيحتين سليكا بينهما صفيحة ألومينا .

(شكل 20) معدن الطين

٤ -**الجبس** :
وهو معدن هام في المناطق الجافة ونصف الجافة وهو قليل الذوبان في الماء 0

٥ -**مجموعة معادن الفوسفات** :
وأهمها الأباتيت وتوجد مختلطة مع الكلوريدات والفلوريدات وتعتبر مصدر ا لفسفور الأرض.

المهارات العملية

الدرس العملى الأول

التمييز بين أنواع الصخور الهامة زراعيا

(شكل 21) عينة من الصخور الهامة زراعيا

التعرف علي الصخور :

يمكن التعرف علي الصخور وذلك من خلال دراسة الخواص الآتية :

ا - أهم مكوناته المعدنية :

سيتم التعرف عليها فيما بعد .

ب - اللون :

حيث يتميز كل صخر بلون مميز عن الصخر الآخر تبعا لتركيبه الكيميائي والمعدني

جـ - النسيج :

هو وصف أحجام البللورات المكونة للصخر وشكلها وترتيبها ويمكن وصفهكالآتي :

1- خشـــــن : ذات بللورات كبيرة يمكن تمييزها بالعين المجردة مثل : الجرانيت .
2- دقـــــيق : ذات بللورات صغيرة يصعب تمييزها بالعين المجردة مثل : البازلت .
3- صفائحـي : تترتب البللورات في شكل صفائح متوازية (متلاصقة) مثل : الشيست .
4- طبقـــــي : تترتب الحبيبات موازية لبعضها مثل : النيس .
5- كتـــــلي : حبيبات مندمجة غير منتظمة الترتيب مثل : الرخام (شكل 22- 23) .

(شكل 22) رخام فاتح اللون

(شكل 23) رخام داكن اللون

أهم الخواص المميزة لأهم صخور القشرة الأرضية :

نوع الصخر	الاسم	معدنه	لونه	نوع النسيج
نارى حامضى	**جرانيت**	ارثوكلاز – بلاجيوكلاز – كوارتز - ميكا	رمادى فاتح	خشن غير منتظم
نارى متوسط	**ديورايت**	هورنبلند - بلاجيوكلاز	رمادى غامق	خشن غير منتظم
نارى قاعدى	**بازلت شكل (24)**	بلاجيوكلاز – أوجيت – أوليفين	أسود رمادى	دقيق
رسوبى ميكانيكى	**حجر رملى**	كوارتز – وأحيانا الميكا والماجنتيت	أبيض مصفر أو أحمر مختلف	طبقى خشن إلى ناعم
رسوبى كيميائى	**حجر جيرى**	كربونات كالسيوم كوارتز	أبيض مصفر	بللورات واضحة أو دقيقة
متحول	**شست**	كوارتز – ميكا - بلاجيوكلاز	رمادى غامق إلى بنى	دقيق على خشن صفائحى
متحول	**إردواز**	كوارتز	رمادى مزرق	دقيق الحبيبات صفائحى
متحول	**رخام**	كربونات كالسيوم	أبيض - رمادى	خشن كتلى

(شكل 24) البازلت

التعرف على عينات الصخور الهامة زراعيا :

(شكل 25) عينة من الصخور

أمامك عينة من الصخور والمطلوب تحديد :

١) رقم العينة .
٢) نوع الصخر .
٣) الاسم .
٤) التركيب المعدنى .
٥) اللون .
٦) النسيج .

بحيث يتم تدوين البيانات فى جدول كلآتى :

رقم العينة	نوع الصخر	الاسم	التركيب المعدنى للصخر	أهم الخواص		
				اللون	النسيج	ملاحظات أخرى

الدرس العملى الثانى

المقارنة بين أنواع المعادن الهامة زراعيا

يتم التعرف على المعادن من خلال دراسة الخواص التالية :

أ - الشكل البلوري للمعدن :
أغلب المعادن توجد في شكل بلورات والبلورة هي جسم ذات شكل هندسي منتظم كما توجد قلة من المعادن في الطبيعة في صورة غير متبلرة مثل الأوبال (ثاني أكسيد السيلكون) .

ب - **الخواص الطبيعية** :

1-**اللون** :
هو ما يمتصه المعدن وما يعكسه من ألوان الطيف (ويستحسن للتعرف علي لون المعدن أن يفحص سطح حديث الكسر) ولكل معدن لون ثابت أو أكثر فمثلا الكوارتز النقي شفاف وإذا اخلط به شوائب فيتلون باللون البنفسجي أو الوردي أو الليموني تبعا لنوع الشوائب .

2-**البريق :**
هو مدي كمية الضوء المنعكس من علي السطح البللوري للمعدن (البريق) ويمكن تمييز البريق إلي :

- **فلـــزى** : يشبه البريق الذي تعطيه سطوح الفلزات المصقولة مثل الجالينا .
- **زجاجـي** : مثل الكوارتز .
- **ماســي** : مثل بريق الماس الساطع .
- **لؤلــؤى** : يشبه بريق اللؤلؤ مثل معدن التلك (شكل 26) .
- **مطفــأ** : مثل الطين (شكل 27) .

(شكل 26) التلك

(شكل 27) الطين

3-**الشفافية** : قدرة المعدن علي إمرار الضوء من خلاله (شفاف – نصف شفاف – معتم) .

(شكل 28) معدن نصف شفاف

4-**المخدش** : الناتج من الخدش أي لون مسحوق المعدن (من عديم اللون إلي الأسود) ، ولمعرفة مخدش المعدن يحك علي لوحة إردواز أو يطحن وقد يختلف لونه عن مخدشه.

أهم الخواص المميزة لأهم معادن القشرة الأرضية :

المجموعة	المعدن	الرمز الكيمائي	اللون	البريق	الشفافية	المخدش
اكاسيد لا مائية	**هيماتيت شكل (29)**	Fe_2O_3	رصاصي يميل إلي الاحمرار	-	معتم	أحمر داكن
أكاسيد مائية	**ليمونيت**	$2Fe_2O_3.3H_2O$	بني مصفر	عديم	معتم	بني فاتح أصفر
كربونات	**كالسيت**	$CaCo_3$	عديم اللون أو أبيض لبنى	زجاجي	شفاف	-
فوسفات	**أباتيت**	$Ca_5(Po_4)3Cl$	بنى مصفر	لؤلؤى زجاجى	شفاف إلى معتم	-
سليكات	**أوليفين**	سليكات ماغنسيوم وحديد	أصفر مخضر	زجاجي	نصف شفاف	-
الميكا	**بيوتيت**	سليكات مائية للألومنيوم والبوتاسيوم والحديد والماغنسيوم	بنى مسود	زجاجى أو لؤلؤى	شفاف إلى معتم	أبيض لامع أسود لامع
الفلسبارات	**أرثوكلاز**	سليكات ألومنيوم وبوتاسيوم	وردى فاتح	زجاجى	شفاف	-

(شكل 29) هيماتيت

التعرف على عينات المعادن الهامة زراعيا :

أمامك عينة من المعادن والمطلوب تحديد :

1- رقم العينة .
2- نوع المعدن .
3- الاسم .
4- التركيب الكيميائى .
5- اللون .
6- البريق .
7- الشفافية .
7- المخدش .
بحيث يتم تدوين البيانات فى جدول كلآتى :

رقم العينة	نوع المعدن	الاسم	التركيب الكيميائى للمعدن	أهم الخواص			
				اللون	البريق	الشفافية	المخدش

(شكل 30) ليمونيت

تذكر أن

تعريف الأرض (التربة) الزراعية :

- هى الطبقة السطحية من القشرة الأرضية والمكونة من صخور ومعادن أثرت عليها عوامل التعرية بأنواعها المختلفة .
- هي الطبقة السطحية من القشرة الأرضية الناتجة عن تفتيت الصخور وانحلالها أو انحلال بقايا المواد العضوية أوهما معا وتكون هذه الطبقة صالحة لتكون وسطا لجذور النباتات ونموها .
- هى الجزء الهش من سطح الأرض الذي يختلف عن الصخور الصلدة وتقوم بتثبيت النباتات النامية وتعد مصدرا لغذائها .
- هي خليط من مواد معدنية وعضوية وماء وهواء وتمثل في مجموعها وسطا ملائما لنمو النباتات والكائنات الحية .

المكونات الطبيعية لمادة الأرض :

1- الجزء الصلب .
2- الجزء السـائل .
3- الجزء الغازي .

صخور ومعادن القشرة الأرضية الهامة زراعيا :

أولا : الصخور :

تعريف الصخر :

هو مجموعة من المعادن اختلطت وتماسكت معا بفعل عدة عوامل مختلفة .

أقسام الصخور :

يمكن تقسيم الصخور إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى :

* الصخور النارية :

وهي أساس جميع أنواع الصخور نتجت من تبريد وتجمد المواد المنصهرة وتقسم على حسب نسبة السليكا إلي :

- صخور حامضية :

تكون بها نسبة السليكا > 65 % مثل صخر الجرانيت .

- صخور متوسطة :

تكون بها نسبة السليكا من 52 : 65 % مثل صخر الديوريت .

- صـــخور قاعدية :

تكون بها نسبة السليكا < من 52 % مثل صخر البازلت .

* الصخور الرسوبية :

وهي التي تكونت من تفكك وانحلال الصخور النارية بفعل عوامل التجوية ، ورسوب نواتج التجوية في صورة طبقات وتقسم هذه الصخور إلي :

- الرواسب الكيميائية :

هذه الأنواع من الرواسب كانت ذائبة فى الماء ثم ترسبت بالتبخر أو نتيجة تفاعل أملاحها الذائبة مثل : الحجر الجيرى - الحجر الطينى .

- الرواسب الميكانيكية :

هذه الرواسب نتجت من تفتت الصخور الأصلية التى حملتها المياه ثم رستها بعيدا مثل الأحجار الرملية .

- الرواسب العضوية :
وهي الناتجة من تحلل بقايا الحيوانات والنباتات وتشمل كل ما يرسب بتأثير الكائنات الحية مثل : الفحم - الصخور الكلسية أو الطباشير .

* الصخور المتحولة :
وهي صخور أصلها ناري أو رسوبي ثم تحولت بفعل تأثير الضغط أوالحرارة الكبيرين أو كلاهما معا إلي صخور ذات أشكال وخواص جديدة وتقسم هذه الصخور إلى :
- صخور متحـــــولة بالحـــرارة : مثل الرخام
- صخور متحـــولة بالضـــــغط : مثل الإردواز
- صخور متحولة بالحرارة والضغط : مثل الشيست والنيس .

ثانيا : المعادن :

تعريف المعدن :
هو عبارة عن مركب كيميائى غير عضوى متجانس التركيب ذو تكوين طبيعي .

أقسام المعادن :
عند انحلال الصخور لتكوين الأرض تعطي نواتج معدنية مختلفة يمكن تقسيمها إلى :

- معادن من أصل الصخر :
قاومت الانحلال وبقيت كما هي مثل : الكوارتز -الأرثوكلاز -الأباتيت -الأوجيت .
- معادن ثانوية :
نتجت من انحلال معادن أصلية للصخر مثل الهيماتيت والكالسيت والجبس .
- معادن ثانوية في حالة غروية :
نتجت من انحلال بعض المعادن الأصلية تحت تأثير عوامل الانحلال الجوى في صورة دقائق ناعمة جدا تختلف عن النوعين السابقين مثل : الطين .

المجاميع المعدنية المنتشرة فى التربة :

- الأكاسيد :
ومنها الكوارتز وهو متبلور ، والسليكا وهو غير متبلور وواسع الانتشار ، وأكاسيد الحديد مثل الهيماتيت وهو ذو اللون الأحمر وينتج عن تحلل الصخور في المناطق الجافة وكذلك الليمونيت ولونه أصفر أو بنى .
- الكربونات :
مثل : كربونات الكالسيوم - كربونات المغنسيوم - الدلوميت .
- السليكات :
تعتبر من أهم الصخور انتشارا في القشرة الأرضية وبعضها يتحلل ويتحول إلي الطين وهو أحد أهم مكونات التربة .
- الجبس :
وهو معدن هام في المناطق الجافة ونصف الجافة وهو قليل الذوبان في الماء 0
- فوسفات الكالسيوم :
تسمي بالأباتيت وتوجد مختلطة مع الكلورايد والفلورايد وتعتبر مصدرا لفسفور الأرض .
- مجموعة سليكات الألومنيوم (الطين) :
من أنواع الطين المعروفة :الكاؤولينايت : ووحدته البلورية من صفيحة سليكا وصفيحة ألومينا - المونتموريللونيت : ووحدته البلورية من صفيحتين سليكا بينهما صفيحة ألومينا .

التقويم

1- ما الفرق بين :
- المعادن الأولية والمعادن الثانوية ؟
- صخور متحـــــولة بالحـــــرارة و صخور متحـــولة بالضـــــــغط ؟
- الجزء المعدنى والجزء العضوى للأرض الزراعية ؟
- الجرانيت – الديورايت – البازلت - الحجر الرملى – الحجر الجيرى – الشست ؟

2- ضع علامة (صح) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة :
- الصخور المتحـــــولة بالحـــــرارة مثل الرخام .
- الصخور المتحـــولة بالضـــــــغط مثل النيس .
- الصخور المتحولة بالحرارة والضغط مثل الشيست .
- الصخور النارية تنقسم إلى حامضية – متوسطة فقط .
- الصخور الرسوبية تنقسم إلى كيميائية – ميكانيكية – عضوية .
- الصخور المتحولة تتحول بالحرارة – بالضغط – بالحرارة والضغط معا .

3- اكمل هذه العبارات :
- الجزء الصلب للأرض الزراعية يتكون من ..... .
- هواء التربة خليط من ..... .
- يمكن تقسيم الصخور إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى ..... .
- الصخور النارية تقسم على حسب نسبة السليكا إلي ..... .
- الصخور الرسوبية هي التي تكونت من تفكك وانحلال الصخور النارية بفعل عوامل التجوية ..... .
- تقسم الصخور الرسوبية إلي ..... .
- معادن من أصل الصخر قاومت الانحلال وبقيت كما هي مثل ..... .
- المجاميع المعدنية المنتشرة فى التربة هى ..... .

4- اذكر ما تعرفه عن :
- المكونات الطبيعية لمادة الأرض .
- أقسام الصخور .
- الأكاسيد .
- الكربونات .
- السليكات .
- الجبس .
- فوسفات الكالسيوم .
- مجموعة سليكات الألومنيوم (الطين)

5- اشرح :
- الجزء الصلب (المعدنى – العضوى) للأرض الزراعية .
- الجزء السائل (الماء الأرضى) للأرض الزراعية .
- الجزء الغازي (الهواء الأرضى) للأرض الزراعية .

6- عرف :
الأرض الزراعية – الصخر – المعدن .

الوحدة الأولى
نشـــأة وتكوين الأرض
الباب الثانى
تكويـــن الأرض

الأهداف الخاصة :
- التعرف على عوامل تكوين الأرض .
- إدراك مدى أهمية عمليات التجوية / التعرية على تكوين الأرض .
- دراسة القطاع الأرضى وتسمية آفاقه وتحديد مستوى الماء الأرضى .
- الإلمام بأنواع القطاعات الأرضية .
- أن يتعرف الطالب على الأدوات الخاصة بأخذ العينات .
- أن يكون الطالب قادرا على :
  التمييز بين أنواع العينات المختلفة .
  حفر القطاع الأرضى - إعداد العينات للتحليل .
  إجراء بعض الاختبارات الوصفية والمورفولوجية على آفاق القطاع .

الجانب النظري :
- عوامل تكوين الأرض (المناخ – مادة الأصل ..... الخ) .
- عمليات تكوين الأرض :
  التجوية / التعرية .
- القطاع الأرضى : تسمية الآفاق – الأنواع .

المهارات العملية :
التحليل المورفولوجى للتربة :
تدريب الطلاب على :
1- التمييز بين أنواع العينات (فردية – شاملة) .
2- استخدام أدوات أخذ العينات .
3- تحديد موقع القطاع الأرضي .
4- حفر القطاع الأرضي وتحديد (أفاقه المختلفة – مستوى الماء الأرضي) .
5- الطرق الحديثة لأخذ العينات .
6- إعداد العينات للتحليل .
7- إجراء بعض الاختبارات الوصفية والمورفولوجية الحديثة على آفاق القطاع .

الوحدة الأولى
نشأة وتكوين الأرض
الباب الثانى
تكويـــن الأرض
عوامل تكوين الأرض

تتكون التربة وتتطور مع مرور الزمن تحت تأثير مجموعة من العوامل المناخية والحيوية والبشرية في الصخور الأم وتنقسم هذه العوامل إلي الآتي :

١ -المناخ :

وهو عبارة عن محصلة تفاعل مجموعة العوامل الجوية من حرارة ورطوبة وضوء وأمطار ورياح في منطقة جغرافية معينة ويتحدد بعاملين هما :

درجة الحرارة السائدة - كمية الأمطار الهاطلة .

ويلعب المناخ دورا أساسيا في توجيه أهم ثلاث عمليات تؤثر في التربة وهي :

هجرة الفلزات والعناصر - تجويف الصخور والفلزات وتفككها - تطوير المادة العضوية .

ويزداد معدل تكوين الأراضى بوفرة الرطوبة وبتغير درجات الحرارة .

٢ -لكائنات الحية :

لا يمكن أن تتكون الأ رض بدون أحياء عليها وعلي الأخص النباتات بأنواعها (حشائش – شجيرات – غابات) ولهذه النباتات مجموعها الجذري والخضري وهذا يكون بمثابة بيئة خاصة تتكون بمقتضاه ا عمليات تكوين التربة (شكل 31) .

(شكل 31) الحشائش والشجيرات

٣ -الطبوغرافيا :

وهي تعبر عن الشكل الأولى لسطح الأرض ومدى ارتفاعه أو انخفاضه عن سطح البحر وكذا مدى انحداره وهذا يؤثر بدون شك علي المناخ السائد وبالتالي علي النبات النامي كما تعبر الطبوغرافيا عن درجة الميل والانحدار ويزداد معدل التجوية فى الأراضى المستوية عن الأراضى المنحدرة (شكل 32) .

(شكل 32) الطبوغرافية

٤ -الزمن :

ويقصد به الزمن الذى تعرضت فيه مادة الأصل لعوامل تكوين الأراضى فتأثير العوامل السابقة على عمليات تكوين التربة يتحكم في خصائص التربة الناتجة وطبيعتها عن طريق التأثير في مادة الأصل ، ولكن الزمن يؤثر في مقدار التغير الكلي الذي تحدثه تلك العوامل حيث يختلف تأثير العوامل السابقة في مادة الأصل باختلاف الفترة الزمنية فمثلا بعض العمليات المسئولة عن تكوين التربة تحدث تغيرا في مادة الأصل في زمن قصير نسبيا قد تصل إلي بضع سنين مقارنة بغيرها والتي تحتاج إلي أزمنة طويلة .

٥ -مادة الأصل :

وهي تعبر عن الحالة الأولية للنظام الأرضى عند بداية تكوين التربة وتختلف بين الصخور النارية والرسوبية وبالتالي يختلف تأثيرها علي تكوين الأرض فمادة الأصل الج يرية تعطل عمليات تكوين الأرض وبالتالي لا تتكون آفاق واضحة وعادة يتوقف نوع الأرض على الصخور التى نشأت منها (شكل 33- 34) .

(شكل 33) مادة الأصل الصخرية

(شكل 34) صخور مادة الأصل

عمليات تكوين الأرض

تتعرض الطبقة العليا من القشرة الأرضية وكنتيجة لتلامسها مع الغلاف الجوى إضافة إلى التأثيرات الحيوية للكائنات الحية التى تعيش فى الأرض إلى تغيرات طبيعية وكيميائية للصخور والمعادن المكونة للقشرة الأرضية ، وهذه التغيرات تسمى عمليات التجوية أو التعرية .

أولا : التجوية الطبيعية :

هي العمليات التي تؤدي لتفكك وتفتت صخور القشرة الأرضية دون أى تغير فى تركيبها الكيميائي (أى أنها تغيير فى حجم مادة الصخر فقط) .

عوامل التجوية الطبيعية :

١ -الاختلاف فى درجات الحرارة :

يؤدي اختلاف درجات الحرارة أثناء اليوم وخلال الفصول (برودة ليلا وسخونة نهارا ، وبرودة شتاءا وسخونة صيفا) إلي تمدد الصخور وانكماشها ونظرا لاختلاف معامل تمدد وانكماش المعادن المختلفة تتفتت الصخور (شكل 35) .

(شكل 35) الاختلاف فى درجات الحرارة

٢ -قوى التبلور:

بعض أملاح القشرة الأرضية تذوب في الماء ويتخلل محلولها شقوق بالصخور وعند ارتفاع درجة الحرارة تتبخر المياه السطحية ويصعد جزء من الماء نحو السطح ويتبخر مرسبا ما به من أملاح ثم تتبلور الأملاح محدثة ضغطا كبيرا يؤدي إلي تفكك وتفتت الصخور .

٣ -تجمد المياه :

عند تسرب المياه خلال شقوق الصخور وانخفاض درجة الحرارة إلي ما دون الصفر يتجمد الماء ويزداد حجمه مؤديا لتولد ضغط هائل يؤدي إلي تكسيرها وتفتيتها (شكل 36) .

(شكل 36) تجمد المياه

٤ -المياه الجارية :

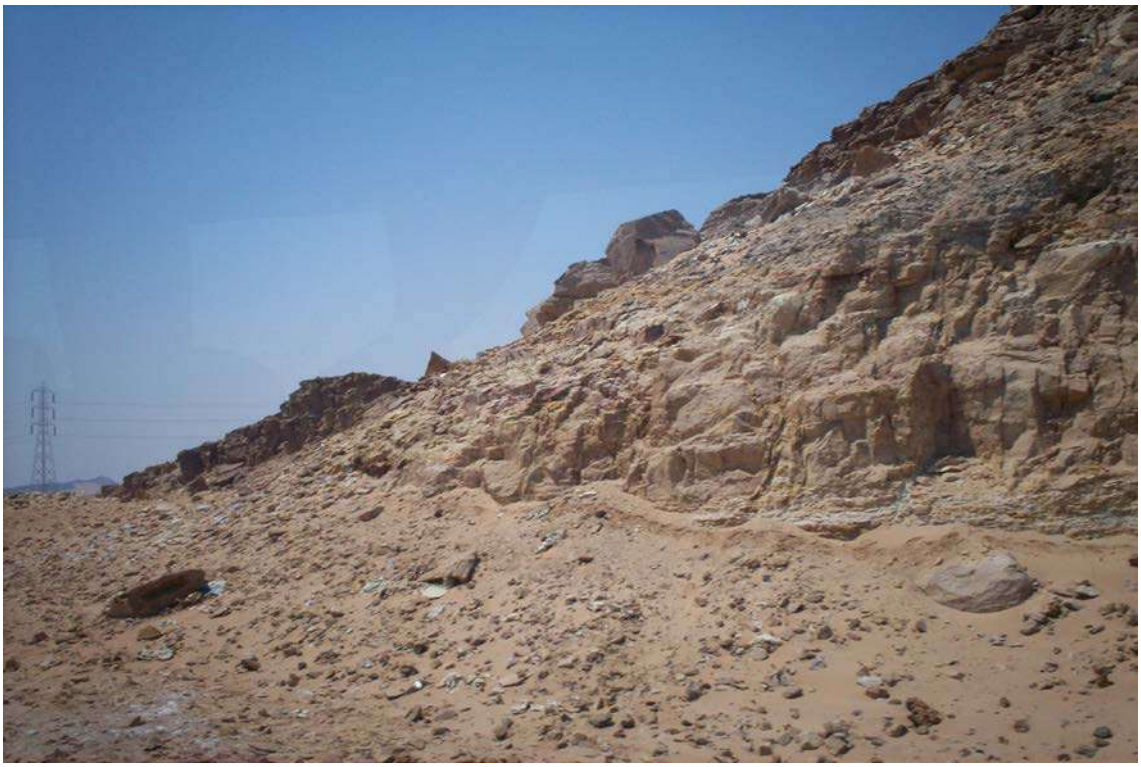
يرجع تأثير المياه الجارية لما تحمله من مواد صلبة عالقة تعمل كصنفرة تبرى الصخور فعند جريانها تحتك هذه المواد بالصخور فتتآكل الأجزاء الرخوة منها (شكل 37) .

(شكل 37) المياه الجارية

٥ -**الرياح :** عندما تصطدم الرياح المحملة بالفتات الصخري والرمال مع الصخور فإن ذلك يعمل علي تفتيتها وتآكلها (شكل 38) .

(شكل 38) الرياح

6 – الجاذبية الأرضية :عند سقوط الأجسام الكبيرة من أعلى يؤدى ارتطامها بالصخور إلى تفتتها وتكسيرها (شكل 39) .



(شكل 39) سقوط الصخور بفعل الجاذبية الأرضية

ثانيا : التجوية الكيميائية :

وهى عبارة عن تفاعلات كيميائية فى المقام الأول تؤدى لتحليل المواد الصخرية وتغيير تركيبها الكيميائى وتكوين مواد جديدة .

عوامل التجوية الكيميائية :

- التأدرت .
- التحلل المائى .
- الأكسدة .
- تكوين الكربونات والبيكربونات .

١ -التأدرت :

هو دخول جزيئات الماء فى تركيبة المركب أو تراكم الماء حول المعدن على شكل أيونات أو جزيئات فيزداد حجمه وتزداد ليونته (شكل 40) .

(شكل 40) التأدرت

٢ -التحلل المائى :

تتحلل المركبات المعقدة بالصخور مائيا متحولة لمركبات أبسط عند ملامسة الماء لها عن طريق تفاعل أيونات الهيدروجين الموجبة والهيدروكسيل السالبة مع المركبات (شكل 41)

(شكل 41) التحلل المائى

٣ -**الأكسدة** : (شكل 42)

هى اتحاد الأكسجين مع المركب أو العنصر فتتحول معادنها لصورة أكثر تأثرا بعوامل التفتت مثل أكسدة أكسيد الحديدوز إلى أكسيد حديديك وينتج عنها زيادة حجم الجزىء .

(شكل 42) الأكسدة

٤ -الكربنة :

عند انحلال المادة العضوية ينطلق غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يذوب فى الماء مكونا حمض الكربونيك والذى يذيب الكثير من المركبات مثل كربونات الكالسيوم شحيحة الذوبان ويحولها إلى بيكربونات كالسيوم ذائبة مما يؤدى لسهولة تحليل الصخور (شكل 43) .

(شكل 43) انحلال المادة العضوية فى التربة

ثالثا : التجوية الحيوية :

تشتمل عمليات التجوية الحيوية علي :

- تأثيرات ميكانيكية .
- تأثيرات كيميائية نتيجة نشاط الكائنات الحية بالأرض .

وقد يتم التأثير بطريقتين مختلفتين هما :

1- **تأثيرات ميكانيكية :**
من خلال نمو الجذور النباتية خلال الشقوق الصخرية فتتفتت وكذلك الأحياء التى تحفر أنفاقا فى الأرض (شكل 44) .

٢ - **تأثيرات كيميائية :**
نتيجة تأثير العصارات الحمضية والتى تفرزها جذور النباتات وكذلك الناتجة عن نشاط الكائنات الحية التى تعيش بالتربة (شكل 45) .

(شكل 44) تأثير الأحياء الدقيقة على الصخور

(شكل 45) تأثير الجذور النباتية على الصخور

القطاع الأرضي (قطاع التربة)

التعريف :

هو عبارة عن مقطع رأسي يبدأ من سطح التربة ويتجه إلى أسفل حتى مادة الأصل أو ظهور الماء الأرضى .
ويقسم القطاع الأرضي إلي ثلاثة آفاق رئيسية (أو طبقا ت) ويرمز لهذه الآفاق من سطح الأرض إلي الباطن كالآتي : أ (A) ، ب (B) ، جـ (C) .

تسمية الآفاق

١ -أفـــق الغسيل : أ - (A) :

وهو الطبقة السطحية من قطاع التربة التي تن قل منها المواد سواء كانت ذائبة أو علي حالة غروية إلي الآفاق التي تليها لذا يسمي أفق الغسيل أو السلب ويتميز باحتوائه علي أعلي نسبة من المواد العضوية وأقل نسبة من الغرويات .
وأمكن تقسيم هذا الأفق حسب درجة تحلل المواد العضوية إلي تحت أفاق تسمي (A0 , A1, A2) .
ويميل للون الداكن ويتميز بفقدان بعض مكوناته التي تتطاير إلي الجو كالنيتروجين وانتقال بعض المكونات مثل معادن الطين والأكاسيد والأملاح الذائبة وترسيبها في أفق (ب) .

2- أفـــق الترسيب : ب - (B) :

وهو الطبقة التي تضاف إليها المواد التي سلبت من الأفق (أ) لذا يسمي أفق الترسيب والإضافة .
ويمتاز بأنه ثقيل القوام والتماسك وتظهر فيه صفات بناء الأرض كما يلاحظ أحيانا تكون طبقات صماء أو ترسب أملاح خاصة أملاح الكالسيوم أو بعض الأكاسيد مثل أكسيد الحديد .
وهو الطبقة التي تقع تحت أفق (أ) مباشرة وتتميز بوجود تراكمات من المواد المنقولة من أفق (أ) يتزايد محتواها من معادن الطين والأكاسيد والأملاح والمواد العضوية .

٣ -أفـــق مادة الأصل : ج - (C) :

والجزء العلوي من هذا الأفق عبارة عن المادة الأصلية التي نشأت منها الأرض لذا يسمي أفق مادة الأصل .
وعليه تترسب الطبقات المنقولة وتتكون مادة الأصل من مواد منقولة بعوامل مختلفة أو من الصخر الأم بعد تعرضه لعمليات التجوية المختلفة .

- (شكل 46) يبين القطـــاع الأرضـــى .
- (شكل 47) يبين آفاق القطاع الأرضى .

(شكل 46) القطاع الأرضى

(شكل 47) آفاق القطاع الأرضى

أنواع القطاعات الأرضية :

تنقسم القطاعات الأرضية إلى قطاعين :

- قطاع أرضى نموذجي .
- قطاع أرضى غير نموذجى .

١ -قطاع أرضى نموذجي :

- هو القطاع الأرضي الكامل والذى يحتوى على الآفاق بالترتيب A, B, C .
- الأراضي التي لها قطاع كامل تسمي أراضي ناضجة .
- يتكون هذا القطاع في المناطق الرطبة (شكل 48) .

(شكل 48) قطاع نموذجى

أهمية دراسة القطاع الأرضى :

أ- معرفة الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضي للاستفادة من ذلك فى الأغراض الزراعية والعمرانية .
ب- دراسة نشأة وتكوين الأراضى والتى تستخدم فى حصر وتقسيم الأراضى إلى مجاميعها العالمية .

٢ -قطاع أرضى غير نموذجي :

- وهو قطاع غير كامل الآفاق (أو غير ناضج) أو قد يتغير فيه ترتيب الآفاق فتصبح B قبل A عكس القطاع الأرضى غير النموذجى .
- في المناطق الحارة قليلة الأمطار تترسب الأملاح علي السطح فيكون ترتيب القطاع B,A,C نظرا لاتجاه حركة المياه إلي أعلى لسرعة التبخر .
- إذا كان القطاع علي سطح جبل تتوال الطبقة السطحية نتيجة للتعرية الميكانيكية وبذلك يصبح B,C من السطح فقط ويسمي قطاع مكشوط (شكل 49) .

(شكل 49) قطاع غير نموذجى

القطاع الأرضى يوضح ويحدد العوامل التى أثرت فى نشأة وتكوين الأراضى لذا فبدراسته يمكن تقسيم الأراضى إلى مجاميع وفقا للعوامل التى أثرت فى تكوين قطاعها ، ولما كان المناخ من أهم العوامل التى أثرت فيه ويستمر تأثيرها عليه فيمكن تقسيم الأراضى عالميا حسب تأثير المناخ عليها إلى :

أ - أراضى نطاقية :
لها قطاع ذو آفاق محددة وتتقارب خواص هذه الأراضى على الرغم من اختلاف مواد الأصل التى تكونت منها تبعا لظروف مناخ المنطقة والنباتات السائدة .

ب- أراضى بين نطاقية :
توضع ضمن الأراضى النطاقية إلا أن لها ظروفا داخلية مثل وجود ملوحة أو قلوية عالية أو سوء صرف تجعلها تظهر بمظاهر خاصة تختلف عن الأراضى السابقة .

ج - أراضى لا نطاقية :
ليس لها قطاع مميز أو آفاق محددة وذلك لحداثة عمرها أو كونها فى دور التكوين .

المهارات العملية

التحليل المورفولوجى للتربة

الدرس العملى الأول
التمييز بين أنواع العينات (فردية – شاملة)

١ - عينة فردية :
تجمع العينات الفردية من مواقع مختلفة من الحقل ومن أعماق مختلفة للقطاع الأرضى - تحفظ كل عينة فى كيس منفصل وتحلل كل على حدة - يجمع هذا النوع للدراسات التفصيلية .

2- عينة شاملة :
والغرض منها أخذ عينة تمثل منطقة معينة وفيها تؤخذ عينات من تلك المساحة علي أبعاد متساوية وأعماق متجانسة بمقادير متساوية من العينات وتخلط مع بعضها جيد ا وتستخدم لأغراض التسميد والتجارب وتقدير قوام التربة وتستخدم فى الدراسات الاستكشافية .
ملاحظة : عينات القطاع الأرضي :
وهي العينات التي تؤخذ من طبقات القطاع الأرضي من سطح الأرض وحتي مستوى الماء الأرضي والغرض منها فحص الأرض من حيث تكون طبقاتها وخواص كل طبقة .
وعموما قد تؤخذ العينات بحالتها الطبيعية التي كانت عليها في الحقل للمحافظة علي المسامية والبناء والرطوبة لإجراء الاختبارات الطبيعية وقد يمكن استعمال العينات الأرضية لمعرفة نوع الحبيبات أو لمعرفة وتحديد المواد الغذائية الموجودة بالأرض (شكل 50) .

(شكل 50) تجهيز القطاع الأرضى لأخذ عينات

الدرس العملى الثانى

استخدام أدوات أخذ العينات

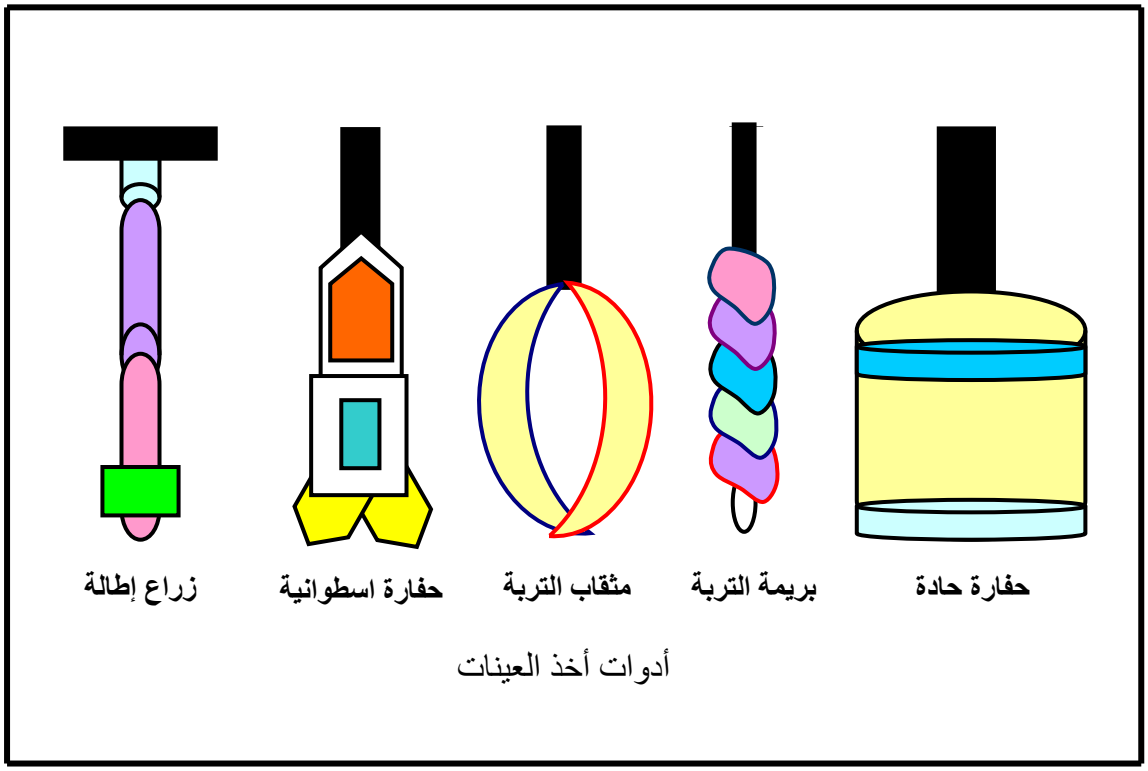
١ -مثقاب التربة :

عبارة عن بريمة قطرها حوالى 4 سم متصلة بقضيب حديدى قطرة حوالى 5و1 سم وطول المثقاب كله حوالى 100 سم ويمكن زيادة طوله بإضافة قضبان أخرى من الحديد لأخذ عينات من مسافات أعمق وله يد من الحديد يمكن إدارته منها .

٢ -أسطوانة التربة :

وتستخدم عند أخذ عينات من الحقل بحالتها الطبيعية للمحافظة علي البناء والصفات الأخري وهي عبارة عن اسطوانة من النحاس الأصفر مثبت عليها بنهايتها حافة من الصلب مشطوفة حادة حتي يمكن دفعها في الأرض ولها مقطع محدد ويعمل عليها علامات تبعد عن حافتها السفلية بمقدار 10 سم حتي يمكن تحديد حجم الأرض وتدفع في الأرض إلي العمق المطلوب ثم تدار يمينا ويسارا حتي تنفصل التربة الموجودة بها من الأرض ثم تنزع وتفرغ .

- (شكل 51) يبين بعض أدوات أخذ العينات .



أدوات أخذ العينات

(شكل 51)

٣ -كوريك – جاروف - فأس :

تستخدم في حالة عدم وجود الأدوات السابقة مع مراعاة أخذ العينات علي الأعماق المطلوبة (شكل 52 – 53 – 54)

(شكل 52)

(شكل 53) جاروف

(شكل 54) فأس

٤ -**سكينة حادة :**

لكشط سطح التربة أو لجعل سطح القطاع الأرضي أملس .

٥ -**مقياس :**

من المعدن أو الخشب المدرج لقياس العمق .

٦ -**مواد اختبارات التربة :**

حمض هيدروكلوريك مخفف – محاليل أدلة – أوراق أدلة – انابيب اختبار – زجاجة ساعة ماء مقطر – خريطة ألوان .

٧ -**أجهزة بسيطة :**

جهاز قياس الملوحة - جهاز قياس الحموضة للتعرف على بعض خواص العينات المأخوذة (شكل 55) .

(شكل 55) جهاز قياس الحموضة

8- **علاوة علي ذلك يجب توفر الآتي :**

(أ) **أكياس :**
من القماش أو البلاستيك لحفظ عينات الأرض لحين وصولها إلي المعمل .

(ب) زجاجات أو برطمانات :
عادة تستخدم لحفظ العينات النباتية أو عينات القطاع .

(ج) **كروت ورق :**
لكتابة البيانات أو استمارات معدة لهذا الغرض .

الدرس العملى الثالث

تحديد موقع القطاع الأرضي

يتم تحديد موقع القطاع الأرضى من خلال تحديد وتسجيل البيانات التالية :

١ -اسم المنطقة أو المكان الذى يتم عمل القطاع به .
٢ -تاريخ عمل القطاع الأرضى
٣ -رقم القطاع .
٤ -ارتفاع المنطقة عن مستوى سطح البحر (طبوغرافية الأرض) .
٥ -معدل الأمطار فى منطقة القطاع .
٦ -نوع المياه بالمنطقة .
٧ -نظام الري والصرف السائد وحالته .
8- نوع المحصول المنزرع بالمكان .
9- نوع صخرة مادة الأصل .
10- عمق الماء الأرضي أو مادة الأصل .
11- التسميد ونوعه وتاريخه .
12- ملاحظات أخرى .

* (شكل 56) يبين تحديد موقع القطاع الأرضى .

(شكل 56) تحديد موقع القطاع الأرضى

الدرس العملى الرابع

حفر القطاع الأرضي وتحديد (أفاقه المختلفة – مستوى الماء الأرضي)

حفر القطاع الأرضي ودراسته :

1- تعمل حفرة في المنطقة المراد أخذ العينة منها بمساحة 1×1.5 متر ويصل عمقها إلي مستوى الماء الأرضي لتحديد عمقه أو إلي العمق المناسب للدراسة (عادة 1.5 متر) بعد اختيار الموقع الممثل للمنطقة وإزالة الأعشاب والنباتات الموجودة (شكل 57) .

2- لدراسة جميع الطبقات أو الآفاق يجب أن تكون إحدي جوانب الحفرة رأسية والأخرى على شكل درج .

3- يكشط جدار القطاع من أحد جوانبه كشطا منتظما علي أن يكون هذا الجانب مواجه لأشعة الشمس المباشرة حتي يسهل تمييز التغيرات في اللون والصفات في كل طبقة .

4- يقاس عمق كل طبقة علي أساس الاختلاف بينها وبين الصفات المورفولوجية وأهمها اللون والبناء والملمس وكمية كربونات الكالسيوم .

5- تؤخذ عينات من كل أفق أو طبقة بمعدل 1-2 كيلو جرام للاختبارات المطلوبة وتوضع فى أكياس نايلون وترقم لمعرفة الأفق الذى تمثله كل عينة .

6- يعمل كروكي يوضح شكل القطاع وتدون البيانات التالية في جدول :

- تعيين عمق القطاع من سطح الأرض حتي مادة الأصل أو مستوى الماء الأرضي .
- تحديد الآفاق وسمك كل منها وترتيبها بالنسبة إلي بعضها ، وبعدها عن السطح .
- تحديد عمق مستوى الماء الأرضي .
- ملاحظة وجود طبقات صماء أو وجود رواسب أو طبقات قشرية أو مواد متراكمة .
- تعيين الصفات الظاهرية (الوصف الظاهرى) لآفاق القطاع .

(شكل 57) حفر القطاع الأرضى وتحديد آفاقه

الدرس العملى الخامس

الطرق الحديثة لأخذ العينات

1- أخذ عينة من القطاع :

1- يتم تحديد مكان اخذ العينة وتؤخذ ثلاث عينات لكل خمسة أفدنة ممثلة لطبقا ت القطاع الأرض ، كل عينة تمثل طبقة من طبقات الأرض وتقسم الخمسة أفدنة من 5 – 25 قسم تبعا لمدي تجانس الأرض .

2- تزال الحشائش أو النباتات المنزرعة من هذه الأماكن ثم يؤخذ من كل قسم عينة بمقادير متساوية باستخدام الأداة المناسبة .

3- تجمع العينات المأخوذة من الطبقة الواحدة في جميع الأقسام وتوضع في أكياس من البلاستيك أو القماش النظيف .

4- تخلط العينات المأخوذة جيدا في وعاء من البلاستك أو علي قماش كبير وتؤخذ عينه واحدة وزنها حوالي كيلو جرام ثم توضع في كيس قماش ويغلق جيدا برباط محكم .

5- توضع البيانات اللازمة مكتوبة علي ورقتين إحداها داخل الكيس والأخري خارجة لحين ذهابها إلي المعمل .

(شكل 58) قطاع أرضى

٢ -أخذ عينة من التربة :

الشروط :

- ألا تكون الأرض شديدة الجفاف أو حديثة الرى .
- أخذ العينات قبل التسميد العضوى أو الكيميائى .
- كشط الطبقة السطحية لعمق 1 سم للتأكد من خلوها من الغطاء النباتى .
- تجنب المناطق الصخرية سيئة الصرف المتأثرة بالملوحة القريبة من المجارى المائية ورأس الحقل وحد الجيران .

الطريقة :

تؤخذ عينات التربة من مناطق انتشار الشعيرات الجذرية على عمق من (0 – 30 سم) للجذور السطحية ، ومن (30 – 60 سم) للجذور المتعمقة ، ومن (60 – 100 سم) للجذور المتوغلة مع ملاحظة :

- استخدام الفأس أو الجاروف فى الأراضى الثقيلة .
- استخدام المثقاب فى التربة الخفيفة والرملية .
- وضع كل عينة فى كيس خاص بها .
- كتابة البيانات على الكيس وأيضا وضع ورقة بها نفس البيانات بداخله .
- نقل العينات بسرعة إلى المعمل لإجراء الاختبارات الخاصة .

٣ -أخذ عينة من النبات :

الشروط :

- تجنب الأوراق المتسخة أو المصابة أو المتعرضة لظروف بيئية قاسية (شكل 59 - 60).
- تجنب تلوث العينة .
- تحديد العمر الفسيولوجى وأخذ عدد كافى من النباتات للعينـة .
- نقل العينات بسرعة لمعمل التحليل .
- تؤخذ عينات النبات من أماكن عينات التربة .

الطريقة :

- أخذ عينة ممثلة لكل خمس أفدنة (شكل 61) .
- توضع كل عينة فى كيس ورق مثقب .
- تكتب البيانات على الكيس وأيضا توضع ورقة بيانات بداخله .
- تنقل العينات بسرعة إلى المعمل لإجراء الاختبارات الخاصة .

(شكل 59) أوراق متسخة ومصابة وغير صالحة لأخذ عينات نباتية

(شكل 60) أوراق جيدة صالحة لأخذ عينة نباتية

نموذج بيانات عينة الأرض

تاريخ أخذ العينة ..... .
المساحة ..... .
الزمام ورقم الحوض ..... .
نوع العينة ..... .
عمق العينة ..... .
الرقم الحقلى ..... .
المحصول (إن وجد) ..... .
نوعه..... .
تاريخ الزراعة..... .
التسميد ونوعه وتاريخه ..... .
حالة النبات ..... (أعراض نقص العناصر – الحشائش - الآفات) .
تواريخ الري ..... .
تواريخ المعاملات (العزيق ..... الخ) .
مقاومة الآفات ..... .
حالة الصرف ..... .
القائم بالعملية ..... .

(شكل 61) جمع العينات النباتية

الدرس العملى السادس

إعداد العيـــنات للتحـــليل

إن الغرض من إعداد العينة للتحاليل هو أن تكون حبيبات التربة جافة وذات حجم مناسب وذلك لإجراء الاختبارات والتحاليل المطلوبة لذلك نتبع الخطوات الآتية :

١ - بعد استلام العينة تفرد علي ألواح من البلاستيك أو قطعة قماش جافة أو ورق كبير مقوى .

٢ - تجفف العينة هوائيا وذلك بوضعها في مكان هاو جاف في الظل بعيدا عن الأتربة مع تقليبها باحتراس حتي تجف تماما .

٣ - تفرك كل عينة باليد ثم تدق في هاون خشبي ذو يد كاوتشوك حتي تتفكك الحبيبات المتجمعة ولا تتكسر الحبيبات المفردة ثم تخلط العينات جيدا .

٤ - تغربل العينة بمنخل قطر ثقوبه 2 ملليمتر مع ملاحظة طرق الحبيبات برفق علي الغربال وما ينفذ من ثقوبه من الحبيبات يسمي ناعم التربة (وما يتبقي علي الغربال عبارة عن الحصي)

٥ - تنقل إلى المعمل بسرعة لإجراء الاختبارات اللازمة (شكل 62) .

(شكل 62) معمل تحاليل التربة

الدرس العملى السابع

إجراء بعض الاختبارات الوصفية والمورفولوجية الحديثة على آفاق القطاع

الوصف الظاهري المورفولوجى لآفاق القطاع :

١ - عمق القطاع :

يقاس عمق القطاع من سطح الأرض إلى مستوى الماء الأرضى ويتم التعرف على نوع مادة الأصل هل هى من الصخور أو الزلط أو الرمل أو جيرية أو طينية .

2- **اللون** :

يمكن تمييز الآفاق بتغيير اللون وذلك بالاستعانة بخرائط الألوان أو الأجهزة ويعطي اللون فكرة عن وجود بعض المركبات حيث تتميز الأرض بوجود لون برتقالي أو أصفر في حالة وجود مركبات الحديديك حسب كميتها ويلاحظ وجود لون أخضر فى حالة وجود الحديدوز والذي يدل علي سوء التهوية بالأرض وتظهر الأرض بلون فاتح في حالة وجود كميات من كربونات الكالسيوم والرمال .

3- **القوام** :

ويجري في الحقل بالملمس لتحديد مدي نعومة أو خشونة حبيبات التربة .

4- **البناء** :

ويستدل منه علي نوع البناء السائد ونحدد حجم وشكل وتوزيع الحصى والحجارة .

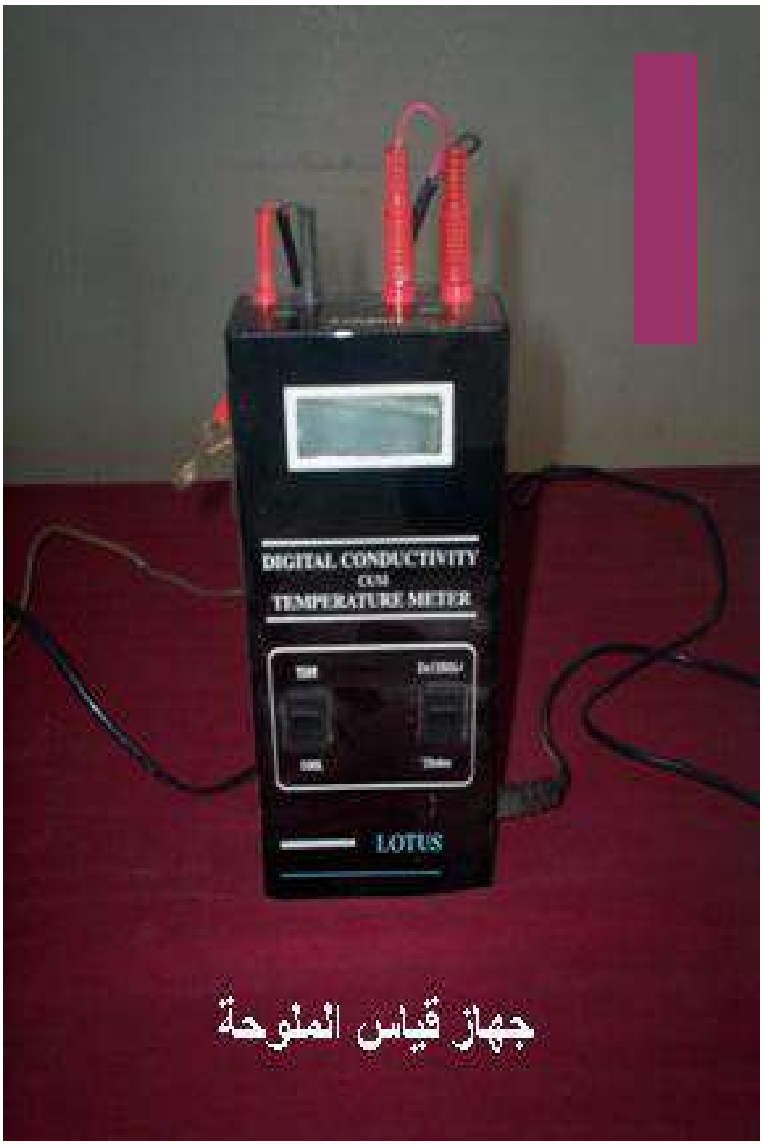
5- التماسك :

ويدل علي درجة التصاق الحبيبات الأرضية ومقاومة تجمعات الأرض للكسر أو الفصل ويعبرعن مدي اختراق الجذور للتربة ونفاذية الأرض ومدي تجاوبها لعمليات الخدمة .

* وسوف يتم ذكر القوام والبناء والتماسك فيما بعد بالتفصيل .

6- اختبارات أخري :

مثل ملاحظة وجود مواد متراكمة أو عروق في الأرض من مركبات كيميائية مثل القشور الملحية وكذلك يتم دراسة المادة العضوية والرطوبة ووصف الرواسب والطبقات الصماء وتحديد درجة الحموضة والتعرف على مدى وجود كربونات الكالسيوم وقياس الملوحة (شكل 63) .



(شكل 63)

7- تدوين البيانات : يتم تدوين البيانات في جدول كالآتي :

التاريخ : ..... المكان : ..... رقم القطاع : .....
طبوغرافية الأرض : ..... عمق الماء الأرضي أو مادة الأصل : .....
المحصول المنز ع (إن وجد) : .....
التسميد ونوعه وتاريخه : ..... حالة الري : ..... حالة الصرف : .....
ملاحظات أخرى : .....

العمق بالسم	الافق أو الطبقة	الصفات الظاهرية للآفاق أو الطبقة					
		اللون	القوام	البناء	التماسك	كربونات الكالسيوم	تكوينات ثانوية
10							
20							
30							
40							
حتي مستوى الماء الأرضي							

تذكر أن

عوامل تكوين الأرض :
المناخ - الكائنات الحية - الطبوغرافيا - الزمن - مادة الأصل .

عمليات تكوين الأرض :

أولا : التجوية الطبيعية :
هي العمليات التي تؤدي لتفكك وتفتت صخور القشرة الأرضية دون تغير تركيبها الكيميائي
عوامل التجوية الطبيعية :
الاختلاف فى درجات الحرارة - قوى التبلر - تجمد المياه - المياه الجارية - الرياح - الجاذبية الأرضية .

ثانيا : التجوية الكيميائية :
هى التى تؤدى لتحليل المواد الصخرية وتغيير تركيبها الكيميائى وتكوين مواد جديدة .
عوامل التجوية الكيميائية :
التأدرت - التحليل المائى - الأكسدة - الكربنة .

ثالثا : التجوية الحيوية :
تشتمل عمليات التجوية الحيوية علي :
تأثيرات ميكانيكية - تأثيرات كيميائية .

القطاع الأرضي :
هو الحفرة الممتدة من سطح التربة إلى مستوى الماء الأرضى أو مادة الأصل .

تسمية الآفاق :

الأفـــق أ - (A) :
وهو الطبقة السطحية من قطاع التربة التي تن قل منها المواد سواء كانت ذائبة أو علي حالة غروية إلي الآفاق التي تليها لذا يسمي أفق الغسيل أو السلب ويتميز باحتوائه علي أعلي نسبة من المواد العضوية وأقل نسبة من الغرويات .
الأفـــق ب - (B) :
وهو الطبقة التي تضاف إليها المواد التي سلبت من الأفق (أ) لذا يسمي أفق الترسيب والإضافة .
الأفـــق ج - (C) :
والجزء العلوي من هذا يكون عبارة عن المادة الأصلية التي نشأت منها الأرض لذا يسمي أفق مادة الأصل .

أنواع القطاعات الأرضية :
١ -قطاع أرضى نموذجي :
هو القطاع الأرضي الكامل الآفاق بالترتيب A, B, C - الأراضي التي لها قطاع كامل تسمي أراضي ناضجة - يتكون في المناطق الرطبة .

أهمية دراسة القطاع الأرضى :
أ- معرفة الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضي للاستفادة من ذلك فى الأغراض الزراعية والعمرانية .
ب- دراسة نشأة وتكوين الأراضى والتى تستخدم فى حصر وتقسيم الأراضى إلى مجاميعها العالمية .

٢ -قطاع أرضى غير نموذجي :
- قطاع غير كامل الآفاق (أو غير ناضج) أو قد يتغير فيه ترتيب الآفاق فتصبح B قبل A عكس القطاع الأرضى غير النموذجى .
- في المناطق الحارة قليلة الأمطار تترسب الأملاح علي السطح فيكون ترتيب القطاع B,A,C نظرا لاتجاه حركة المياه إلي أعلى لسرعة التبخر .
- إذا كان القطاع علي سطح جبل تزال الطبقة السطحية نتيجة للتعرية الميكانيكية وبذلك يصبح B,C من السطح فقط ويسمي قطاع مكشوط .

القطاع الأرضى يوضح ويحدد العوامل التى أثرت فى نشأة وتكوين الأراضى لذا فبدراسته يمكن تقسيم الأراضى إلى مجاميع وفقا للعوامل التى أثرت فى تكوين قطاعها ، ولما كان المناخ من أهم العوامل التى أثرت فيه ويستمر تأثيرها عليه فيمكن تقسيم الأراضى عالميا حسب تأثير المناخ عليها إلى :

أ - أراضى نطاقية :
لها قطاع ذو آفاق محددة وتتقارب خواص هذه الأراضى على الرغم من اختلاف مواد الأصل التى تكونت منها تبعا لظروف مناخ المنطقة والنباتات السائدة .

ب- أراضى بين نطاقية :
توضع ضمن الأراضى النطاقية إلا أن لها ظروفا داخلية مثل وجود أملاح أو قلوية عالية أو سوء صرف تجعلها تظهر بمظاهر خاصة تختلف عن الأراضى السابقة .

ج - أراضى لا نطاقية :
ليس لها قطاع مميز أو آفاق محددة وذلك لحداثة عمرها أو كونها فى دور التكوين .

التقويم

1- ما الفرق بين :
- عوامل تكوين الأرض وعمليات تكوين الأرض ؟
- التجوية الطبيعية والتجوية الكيميائية والتجوية الحيوية ؟
- قطاع أرضى نموذجى وقطاع أرضى غير نموذجى .

2- ضع علامة (صح) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة :
- التحلل المائى والأكسدة من عوامل التجوية الكيميائية .
- الجاذبية الأرضية من عوامل التجوية الكيميائية .
- التأدرت من عوامل التجوية الطبيعية .
- الكائنات الحية الدقيقة من عوامل التجوية الحيوية .

3- أكمل هذه العبارات :
- من عوامل تكوين الأرض ..... .
- التجوية ..... ، و التجوية ..... ، و التجوية ..... من عمليات تكوين الأرض .
- أنواع القطاعات الأرضية ..... .
- التجوية الحيوية ..... .

4- اذكر ما تعرفه عن :
- عوامل تكوين الأرض .
- عوامل التجوية الطبيعية .
- عمليات تكوين الأرض .
- عوامل التجوية الكيميائية .
- التجوية الحيوية .
- تسمية آفاق القطاع الأرضى .

5- اشرح :
- أهمية دراسة القطاع الأرضى .
- عوامل التجوية الطبيعية .
- عوامل التجوية الكيميائية .
- عوامل التجوية الحيوية .

6- عرف :
القطاع الأرضي - التجوية الحيوية - التجوية الطبيعية - التجوية الكيميائية – الأرض النطاقية – الأرض اللانطاقية – الأرض البين نطاقية .

الوحدة الثانية
الخواص الفيزيائية للجزء الصلب بالأرض
الباب الأول
قـــــــــوام الأرض

الأهداف الخاصة :

- التعرف على قوام الأرض .
- دراسة تقسيم الحبيبات الأرضية .
- الإلمام بالصفات الفيزيائية لمجموعات حبيبات الأرض .
- إدراك أهمية الصفات الفيزيائية المرتبطة بمفصولات حبيبات الأرض .
- التدريب على تسمية رتب قوام الأرض .
- أن يكون الطالب قادرا على :
  تحديد القوام عمليا .
  تقدير القوام عمليا .

الجانب النظري :

- قوام الأرض (التعريف) .

تقسيم الحبيبات الأرضية .
الصفات الفيزيائية لمجموعات حبيبات الأرض .
الصفات الفيزيائية المرتبطة بمفصولات حبيبات الأرض (لنسبة الطين) :
السطح النوعى .
الليونة والتماسك .
التمدد والانكماش .

- رتب قوام الأرض .

المهارات العملية :

التحليل الطبيعي للتربة :

تدريب الطلاب على :

1- تحديد قوام الأرض بالملمس .
2- تقدير قوام الأرض من خلال :

التحليل الميكانيكي :- أ - بالماصة .
ب – بالهيدرومتر .

الوحدة الثانية
الخواص الفيزيائية للجزء الصلب بالأرض
الباب الأول
قـــــــــوام الأرض

تعريف قوام الأرض

بعض التعاريف الهامة لقوام الأرض :

- هو يعبر عن مدي نعومة أو خشونة حبيبات التربة (شكل 64- 65) .

وهو يبين التوزيع الحجمي للحبيبات المعدنية ولذا فإن ارتباطه بكثير من خصائص التربة الفيزيائية يعتبر ارتباطا وثيقا ولهذا فإن المهتمين بمجال فيزياء التربة يعطون للتوزيع الحجمي للحبيبات أهمية كبيرة لأنه يحدد رتبة قوائم الأرض .

- هو النسبة المئوية لمكونات التربة من الرمل والغرين (السلت) والطين .

(شكل 64) تربة ناعمة القوام

(شكل 65) تربة خشنة القوام

تقسيم الحبيبات الأرضية

قسمت (الجمعية الدولية لعلوم الأراضي) الحبيبات الأرضية إلي المجموعات الآتية :

1- **الطيـــــــــن** : أقطار حبيباته < 0.002 مم .
2- **الغرين (السلت) :** أقطار حبيباته تتروا ح من (0.002 إلي 0.02مم) .
3- **الرمل النـــــاعم :** أقطار حبيباته تتروا ح من (0.02 إلي 0.2 مم) .
4- **الرمل الخشـــن :** أقطار حبيباته تتروا ح (من 0.2 إلي 2مم) .
5- **الحصـــــــــى** : أقطار حبيباته >2مم .

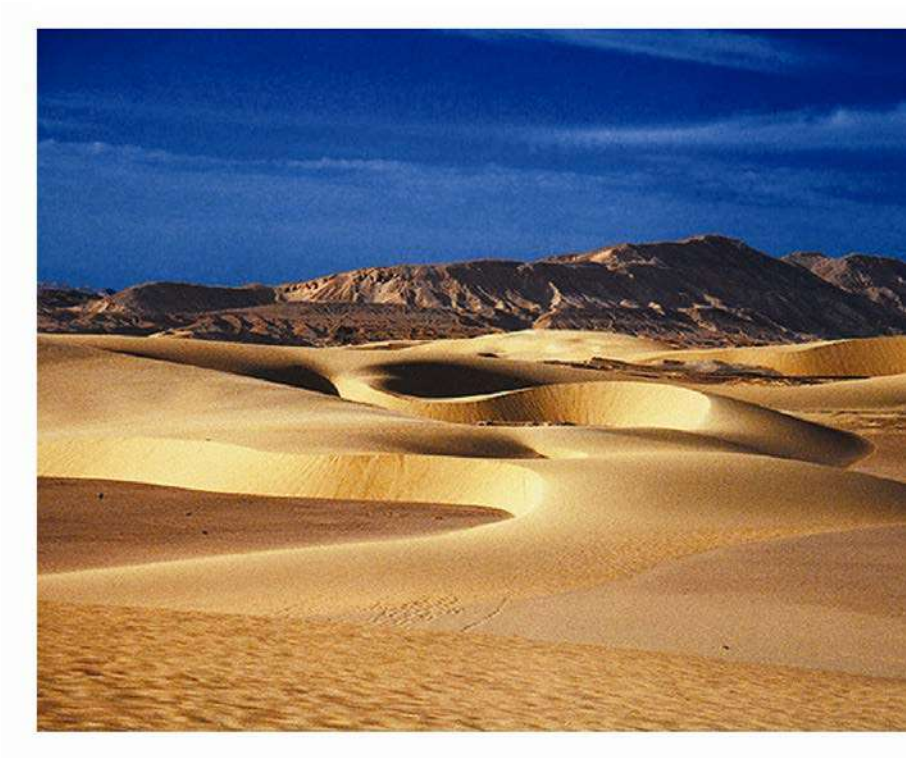
صفات مجموعات حبيبات الأرض

1- مجموعة الرمل :

ترى الحبيبات بالعين المجردة – قد تكون مستديرة أو غير منتظمة – تتكون من معادن أولية – قدرتها على جذب بعضها البعض ضئيلة – ذات سطح نوعى ضئيل – المسام بين حبيباتها كبيرة لذا فالماء والهواء يتحركان فيها بسرعة كبيرة – مفككة وخشنة عند الابتلال وشديدة التفكك والخشونة عند الجفاف – ليست لينة ولا يمكن تشكيلها وهى مبتلة (شكل 66) .

2- مجموعة السلت :

ترى الحبيبات بالميكروسكوب العادى – شظايا غير منتظمة ذات أشكال متعددة - تتكون من معادن أولية وثانوية وعادة ما يسوده ا الكوارتز - قدرتها على جذب بعضها البعض ومسك العناصر الغذائية متوسطة – ناعمة الملمس عند الابتلال – قد تكون قشرة سطحية صلبة .



(شكل 66) حبيبات الرمل

3- مجموعة الطين :

ترى بالميكروسكوب اللإلكترونى - شكلها طبقى وعصوى ومستدير - يسودها المعادن الثانوية وخاصة معادن الطين السليكاتى الطبقية - قدرتها على جذب بعضها كبيرة - ذات سطح نوعى كبير - لينة وتتمدد عند الابتلال - تنكمش وتتشقق عند الجفاف (شكل 67) .

(شكل 67) حبيبات الطين

الصفات الفيزيائية المرتبطة بمفصولات حبيبات الأرض

السطح النوعى

هناك علاقات رياضية هامة بين حجم الحبيبات الصلبة وبين عددها ومساحة أسطحها فى وحدة الكتلة من التربة ، وتتحكم هذه العلاقات فى الكثير من صفات التربة الطبيعية والتى من أهمها :

- قدرة الأرض على حفظ الماء .
- حركة الماء بالخاصية الشعرية .
- الخواص الميكانيكية لحبيبات الأرض .

تعريف السطح النوعى :

هو تعبير يستخدم فى وصف مساحة سطح الحبيبات ، ويعرف بأنه عدد السنتيمترات المربعة من السطح لكل 1 جم تربة أو لكل ا سم مكعب من التربة .

ويتحدد السطح النوعى لتربة ما بحجم حبيباتها ، فهناك علاقة عكسية بين حجم الحبيبة (معبرا عنه بطول نصف قطرها) ومساحة سطحها الخارجى ، بمعنى أنه كلما صغر حجم الحبيبة الكروية (أى قل نصف قطرها) كلما زادت النسبة بين مساحة سطحها إلى حجمها .

الليونة والتماسك

1- الليونة

- الليونة :

هى القدرة أو القابلية للتشكيل دون أن يصاحبها تغير فى حجم النظام الأرضى ودون أن تتشقق التربة داخليا أو خارجيا.

- حد الليونة :

هو نسبة الرطوبة التى يتحول عندها النظام الأرضى المائى من حالة الليونة إلى الحالة نصف الصلبة .

- الحد الأعلى لليونة :

هى نسبة الرطوبة الأرضية التى عندها تبدأ عينة من الأرض فى التدفق عند تعرضها لقوة خارجية ضعيفة .

- الحد الأدنى لليونة :

هى نسبة الرطوبة الأرضية التى عندها تبدأ عينة الأرض فى التشكل .

العوامل المؤثرة على الليونة :

طبيعة معادن الطين ونسبة الغرويات المعدنية فى التربة – نوع الكاتيون السائد على أسطح الحبيبات – المواد الرابطة – نسبة الدبال – نسبة السيلكا .

2- التماسك :

هو مقاومة التربة للقوى التى تعمل على تغيير شكل التجمعات الأرضية أو على تشكيل التربة عند درجات الرطوبة المختلفة .

وتماسك التربة هو الناتج الظاهرى لقوتين هما :

- **قوة التماسك** : وهى بين حبيبات التربة وبعضها وتؤدى لتماسك حقيقى .
- **قوة التلاصق** : تعمل على تماسك حبيبات التربة بحبيبات الأجسام الأخرى وتؤدى لتماسك ظاهرى .

وتنقسم التربة على حسب قوى التماسك إلى :

- **أراضى تماسكية** : وتزداد بها الحبيبات الدقيقة على وجه العموم والحبيبات الغروية ومعادن الطين السليكاتى على وجه الخصوص .
- **أراضى غير تماسكية** : حبيباتها خشنة غير ملتحمة مثل الحصى والرمل وبعض أنواع السلت الغير متماسك .

العوامل المؤثرة فى تماسك التربة :

حجم أقطار الحبيبات الأرضية – وجود المواد اللاحمة .

التمدد والانكماش

تعتبر خاصية التمدد بالابتلال والانكماش بالجفاف إحدى الخصائص الديناميكية المرتبطة بوجود الحبيبات الغروية وخاصة معادن الطين السليكاتى فى التربة
ويقاس جهد التمدد والانكماش كمقياس لتغير الحجم بالابتلال والتجفيف ويسمي هذا المقياس باسم معامل التمدد الطولى .

$$\text{معامل التمدد الطولى} = \frac{\text{طول العينة}}{\text{طول العينة الجافة}} - 1 .$$

لو زادت قيمته عن 09و0 يصبح من المنتظر وجود جهد انكماش – تمدد طولى .
وتنقسم معادن الطين إلى نوعين من حيث علاقاتهما بالماء :

1 - **معادن ذات روابط داخلية قوية :**

(مجموعة 1 : 1 مثل الكاؤولينيت) : عند الابتلال يحيط الماء بالسطح الخارجى فقط ولا يستطيع الدخول بين طبقات البلورة فلا يتغير الحجم بالابتلال ويكون الطين غير متمدد .

2- معادن ذات روابط داخلية ضعيفة :

(مجموعة 2 : 1 مثل المونتيموريللونايت) : يسهل على الماء الدخول بين طبقات الغلاف البلورى فينتفخ المعدن ويكون الطين متمددا .

العوامل المؤثرة فى تمدد وانكماش التربة :

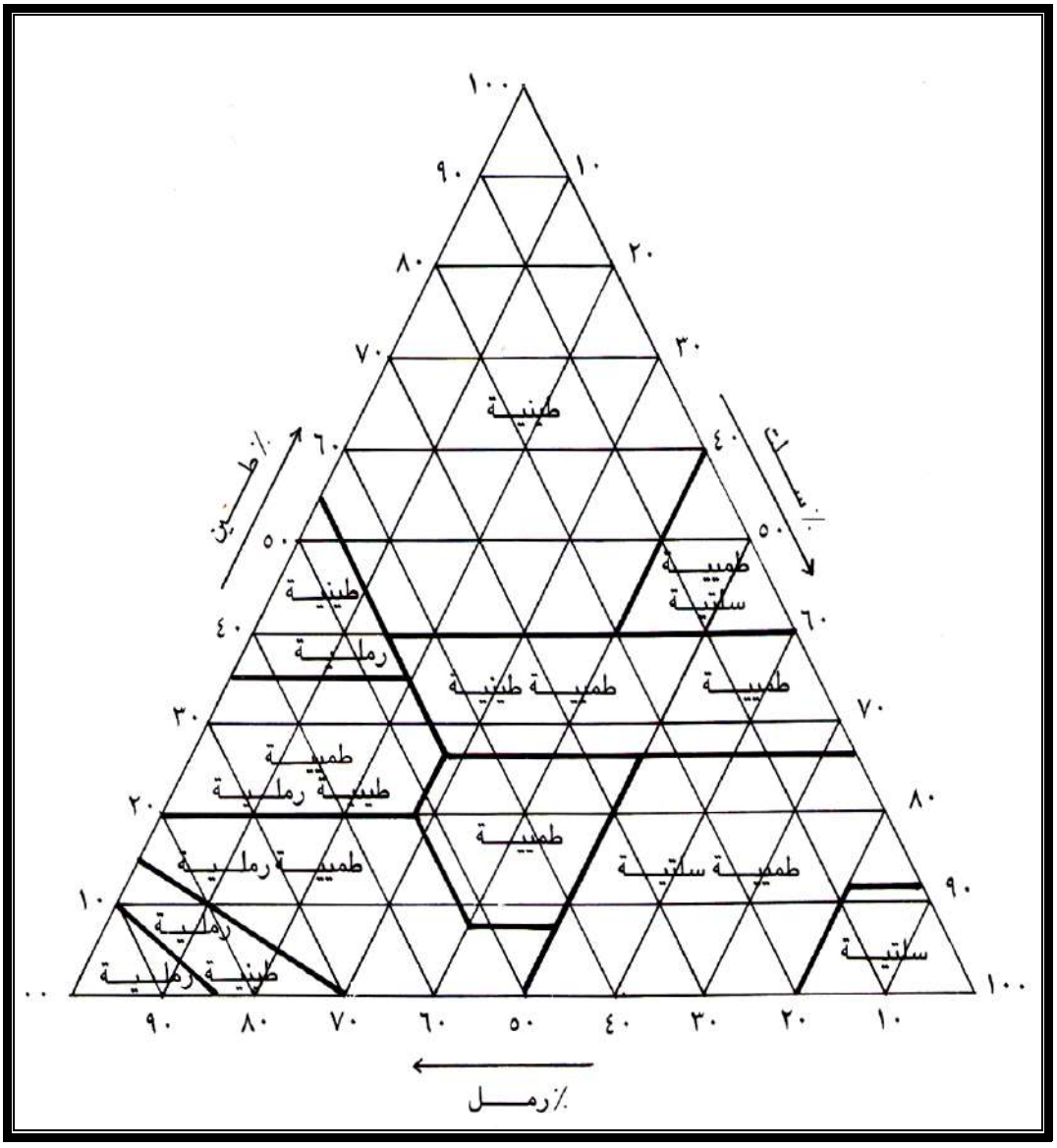
- نسبة الطين فى التربــة : تتناسب تناسبا طرديا مع التمدد والانكماش .
- نوع معدن الطين السائد : تمدد الكاؤولينايت < الاالليت < المونتموريللونيت .
- نوع الكاتيون المتبــادل : الكاتيونات الأحادية تسمح بدخول الماء أكثر فتزيد من التمدد .
- المادة العضـــــــــوية : تعمل على لصق الحبيبات فتقلل فرص دخول الماء فيقل التمدد
- حفظ الأغشية المائية حول الحبيبات .

أضرار تمدد وانكماش التربة :

- تؤدى لتصدع أساسات وحوائط مبانى المزرعة .
- تؤثر على حركة الماء الأرضى .
- تؤدى لتمزق الجذور
- تؤدى لفقد الماء من التربة .

رتب قوام الأرض

يتم تسمية رتب قوام الأرض بواسطة مثلث القوام (شكل 68) .



(شكل 68) مثلث القوام

فكرة مثلث القوام :

هى وضع نسب المكونات الأساسية للأرض (بعد إجراء التحليل الميكانيكى) وهى نسبة الرمل : السلت : الطين باعتبار أن مجموعها 100 % على محاور مثلث القوام وهو مثلث متساوى الأضلاع يقسم إلى مساحات ويعطى لكل مساحة اسم خاص يدل علي قوام الأرض.

ولتسمية قوام التربة يتبع الآتي :

١ -حرك المثلث حتى يكون رأسه أمامك يمثل 100 % من المكون المراد توقيعه .

٢ -ارسم خطا يمر بالنسبة المطلوبة ويوازى القاعدة .

٣ -حرك المثلث مرة أخرى فى اتجاه حركة عقارب الساعة بالنسبة للمكون التالى وهكذا .

٤ -فى نقطة تقاطع يتم قراءة قوام الأرض فى المساحة التى وقعت فيها نقطة التقاطع .

وقد اصطلح على إطلاق الأسماء الآتية لتمثل رتب قوام الأرض وهى :

- رملية
- طميية رملية
- طميية
- طميية سلتية
- طميية طينية رملية
- طميية طينية
- طميية طينية سلتية
- طينية رملية
- طينية
- سلتية
- طينية .

مثال :

عينة أرض تبين من نتائج التحليل الميكانيكى أن مكوناتها تشتمل على :
(35 % رمل ، 20 % سلت ، 45 % طين) .
باستخدام مثلث القوام استنتج نوع الأرض .

- - باستخدام مثلث القوام نستنتج أن قوام الأرض ..... .

المهارات العملية

التحليل الطبيعي للتربة

الدرس العملى الأول

تحديد قوام الأرض بالملمس

فكرة التدريب :

يتم الاستدلال على قوام الأرض فى الحقل وذلك باختبار ملمس العينة من الأرض الجافة والمبتلة بين الأصابع ومن معرفة مدى نعومة أوخشونة ملمسها يمكن التعرف على نوع الحبيبات وبالتالى تحديد نوع الأرض .

خطوات العمل :

١ - أفرك عينة من ناعم التربة وهى جافة بين أصبعى السبابة والإبهام وملاحظة ملمسها من حيث النعومة أو الخشونة .
٢ - بلل جزءا من العينة ولاحظ ملمسها بين الأصابع وحاول عمل شريط بالضغط على التربة بين الأصابع أو على سطح ناعم .
٣ - لاحظ ما يحدث فى كلتا الحالتين ودون المشاهدة والستنتاج .
٤ - عين نوع الأرض من الجدول الآتى :

صفات العينة الجاف	صفات العينة المبتلة	نوع الأرض
ملمس خشن الحبيبات مفردة	الحبيبات غير ملتصقة تتفتت سريعا لا يمكن عمل شريط	رملية
ملمس متوسط النعومة	الحبيبات متماسكة نسبيا لا تلتصق باليد لاتكون شريط	طميية
الحبيبات دقيقة جدا الملمس ناعم	الحبيبات متماسكة جدا تلتصق العجينة باليد يمكن عمل شريط بسهولة	طينية

الدرس العملى الثانى

تقدير قـــــــــوام الأرض

أ- التحليل الميكانيكي للتربة بواسطة الماصة :

الفكرة الأساسية :

تبنى الفكرة الأساسية للتحليل الميكانيكى بواسطة الماصة على أساس سرعة سقوط الحبيبات المفردة فى معلق ساكن نتيجة لاختلاف أحجامها (أقطارها) تبعا لقانون استوكس أى أنها تبنى على أساس تغير تركيز المعلق عند عمق ثابت مع الزمن

الأدوات والخامات :

- مخبار كبير الحجم – عدة مخابير متوسطة الحجم - ماصة ذات حجم معلوم – مسطرة مدرجة – ساعة إيقاف .
- معلق متجانس من الأرض .

الطريقة :

1- يتم وضع معلق متجانس من الأرض فى مخبار .
2- يترك المخبار ساكنا لفترة .

ملاحظة :
الحبيبات الكبيرة تهبط بسرعة كبيرة ، والحبيبات المتوسطة تهبط بسرعة متوسطة ، أما الحبيبات الدقيقة تهبط بسرعة قليلة .
من اختلاف سرعة سقوط الحبيبات المختلفة الأقطار في معلق التربة يمكن تحديد الزمن اللازم لرسوب مجموعات الحبيبات ذات القطر المعين ووصولها إلى عمق معين فى المعلق وذلك بتطبيق قانون استوكس .

3- يمكن استخدام ماصة ذات حجم معلوم (ماصة التحليل الميكانيكى) فى ذلك لفصل المجموعات المختلفة من الحبيبات عند عمق محدد فى المخبار الذى يحتوى على المعلق المتجانس بعد مضى الفترة الزمنية اللازمة لسقوط كل مجموعة واجتيازها العمق المحدد .

ب- التحليل الميكانيكي للتربة بطريقة الهيدروميتر :

الفكرة الأساسية :

تعتمد هذه الطريقة على اختلاف كثافة معلق التربة مع الزمن حيث تتناسب الكثافة عكسيا مع زمن ترسيب حبيبات التربة ، ويتوقف زمن سقوط حبيبات التربة على أحجامها وعلى درجة حرارة معلق التربة وباختيار فترات زمنية محددة يمكن اعتبار قراءات الهيدروميتر دالة على مكونات التربة من (السلت + الطين) والطين .
وتقاس الكثافة بواسطة هيدروميتر خاص تم تدريجه ليقيس النسب المئوية لحبيبات التربة (مدرج من صفر – 60) .
ويمكن اتباع هذه الطريقة بدون إجراء أي معاملات أولية للتخلص من المواد اللاحمة وهى المادة العضوية وكربونات الكالسيوم ولكن لابد من تفرقة حبيبات التربة بواسطة مادة هكساميتا فوسفات الصوديوم ، وفى حالة احتواء التربة على كميات كبيرة من المادة العضوية والمواد الكلسية تكون النتائج المتحصل عليها تقريبية .
وللحصول على نتائج دقيقة يجب إجراء بعض المعاملات الأولية للتخلص من هذه المواد اللاحمة قبل إجراء عملية تفرقة الحبيبات .

الأدوات المستخدمة :

1- ميزان حساس حتى 0.05 جم .
2- كؤوس سعة 400 – 600 مل من النوع الطويل .
3- زجاجة ساعة مناسبة لفتحات الكؤوس .
4- مسطح تسخين أو حمام رملى .
5- مخابير قياسية سعة 10 ، 50 مل .
6- مقلب ميكانيكى ذو سرعات عالية .
7- مخابير سعة 1 لتر .
8- هيدرومينتر (تدريجه من صفر – 60) .
9- ترمومتر حرارى (يغطى درجات الحرارة من 15 – 25 م) .
10- دوارق غسيل .
11- سيقان زجاجية بنهاياتها قطعة كاوتش .

الكيماويات المستخدمة

1- محلول هكساميتا فوسفات الصوديوم 5 % :
يحضر بإذابة 40 جرام من مادة هكساميتا فوسفات الصوديوم النقية فى حوالى 750 مل من الماء المقطر ثم يضاف 10 جرام من كربونات الصوديوم اللامائية والرج حتى الذوبان ثم يكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر .
2- محلول فوق أكسيد الهيدروجين 6 % .
3- حامض هيدروكلوريك (2ع) .

الطريقة :

1- يوزن 50 جم من تربة جافة هوائيا فى كأس سعة 600 مل ويضاف إليها 20 مل من محلول فوق أكسيد الهيدروجين المخفف ويغطى الكأس بزجاجة ساعة .
2- يوضع الكأس على حمام رملى حتى ينتهى الفوران .
3- يضاف الماء حتى ثلثى الكأس تقريبا لغسيل الأملاح ويتم التأكد من تمام غسل الأملاح عن طريق الكشف عن الكلوريد فى الراشح بواسطة نترات فضة .

- وفى حالة زيادة الـ EC عن 3 ميلليموز / سم يكرر الغسيل عدة مرات بطريقة السكب مع الاحتراس من فقد أى جزء من المعلق والذى يحتوى على حبيبات التربة.

4- يضاف لمحتويات الكأس 20 مل من محلول هكساميتا فوسفات الصوديوم 5 % ثم تقليب المعلق باستخدام المقلب الميكانيكى لمدة 15 دقيقة .
5- تنقل محتويات الكأس إلى مخبار سعة 1 لتر نقلا كميا ويكمل المخبار للعلامة بالماء المقطر .
6- تقلب محتويات المخبار ثم يوضع ساكنا على منضدة أفقية وبعد 40 ثانية تؤخذ قراءة الهيدرومتر بوضعه ببطء بالمخبار (R1) .
7- بعد 1 ساعة تؤخذ قراءة الهيدروميتر (R2) مرة أخرى .
8- تسجل درجة حرارة المحلول عند اخذ القراءات .

* فى حالة احتواء التربة على مقدار × % من كربونات الكالسيوم والمطلوب التخلص منها يتم إضافة حجم (2 × + 25) مل من حامض الهيدروكلوريك (2ع) مع كمية كافية من الماء المقطر بحيث يكون الحجم النهائى 250 مل مع التقلب باحتراس فى حالة ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم فى التربة وتترك حتى انتهاء الفوران ولا تجرى هذه الخطوة فى حالة انخفاض نسبة كربونات الكالسيوم فى العينة أو فى حالة ما إذا كانت كربونات الكالسيوم مطلوبة ضمن مكونات نتائج التحليل الميكانيكى ويتم ذلك قبل إضافة محلول هكساميتا فوسفات الصوديوم .

طريقة الحساب :

$$\% \text{ السلت + الطين} = \frac{\text{القراءة المعدلة}}{\text{وزن العينة}} \times 100 .$$

القراءة المعدلة = R1 + 4و (درجة حرارة المعمل – 19.4) .

$$\% \text{ الطين} = \frac{\text{القراءة المعدلة}}{\text{وزن العينة}} \times 100 .$$

القراءة المعدلة = R2 + 4و (درجة حرارة المعمل – 19.4) .
% للسلت = % (للسلت + الطين) - % للطين .
% للرمل = 100 % - % (للسلت + الطين) .

وباستخدام مثلث القوائم يمكن معرفة قوام التربة .

تذكر أن

تعريف قوام الأرض :

- هو مدي نعومة أو خشونة حبيبات التربة .
- هو النسبة المئوية لمكونات التربة من الرمل والغرين (السلت) والطين .

تقسيم الحبيبات الأرضية :
قسمت (الجمعية الدولية لعلوم الأراضي) الحبيبات الأرضية إلي المجموعات الآتية :
الطين - الغرين (السلت) - الرمل الناعم - الرمل الخشن - الحصى .

صفات مجموعات حبيبات الأرض :
1- مجموعة الرمل :
ترى الحبيبات بالعين المجردة – قد تكون مستديرة أو غير منتظمة – تتكون من معادن أولية – قدرتها على جذب بعضها البعض ضئيلة – ذات سطح نوعى ضئيل – المسام بين حبيباتها كبيرة لذا فالماء والهواء يتحركان فيها بسرعة كبيرة – مفككة وخشنة عند الابتلال وشديدة التفكك والخشونة عند الجفاف – ليست لينة ولا يمكن تشكيلها وهى مبتلة .
2- مجموعة السلت :
ترى الحبيبات بالميكروسكوب العادى – شظايا غير منتظمة ذات أشكال متعددة - تتكون من معادن أولية وثانوية وعادة ما يسودها الكوارتز - قدرتها على جذب بعضها البعض ومسك العناصر الغذائية متوسطة – ناعمة الملمس عند الابتلال – قد تكون قشرة سطحية صلبة .
3- مجموعة الطين :
ترى بالميكروسكوب اللألكترونى –شكلها طبقى أو عصوى أو مستدير – تسود بها المعادن الثانوية وخاصة معادن الطين السليكاتى الطبقية الشكل - قدرتها على جذب بعضها البعض كبيرة – ذات سطح نوعى كبير – لينة وتتمدد عند الابتلال – تنكمش وتتشقق عند الجفاف .

الصفات الفيزيائية المرتبطة بمفصولات حبيبات الأرض :
السطح النوعى :
تعريف السطح النوعى :
هو تعبير يستخدم فى وصف مساحة سطح الحبيبات ، ويعرف بأنه عدد السنتيمترات المربعة من السطح لكل 1 جم تربة أو لكل ا سم مكعب من التربة .
ويتحدد السطح النوعى لتربة ما بحجم حبيباتها ، فهناك علاقة عكسية بين حجم الحبيبة (معبرا عنه بطول نصف قطرها) ومساحة سطحها الخارجى ، بمعنى أنه كلما صغر حجم الحبيبة الكروية (أى قل نصف قطرها) كلما زادت النسبة بين مساحة سطحها إلى حجمها .

الليونة والتماسك :

الليونة
الليونة : هى القدرة أو القابلية للتشكيل دون أن يصاحبها تغير فى حجم النظام الأرضى ودون أن تتشقق التربة داخليا أو خارجيا.
حد الليونة : هو نسبة الرطوبة التى يتحول عندها النظام الأرضى المائى من حالة الليونة إلى الحالة نصف الصلبة .
الحد الأعلى لليونة : هى نسبة الرطوبة الأرضية التى عندها تبدأ عينة من الأرض فى التدفق عند تعرضها لقوة خارجية ضعيفة .
الحد الأدنى لليونة : هى نسبة الرطوبة الأرضية التى عندها تبدأ عينة الأرض فى التشكل

العوامل المؤثرة على الليونة :
طبيعة معادن الطين - نسبة الغرويات المعدنية فى التربة – نوع الكاتيون السائد على أسطح الحبيبات – المواد الرابطة – نسبة الدبال – نسبة السيلكا .

التماسك :
هو مقاومة التربة للقوى التى تعمل على تغيير شكل التجمعات الأرضية أو على تشكيل التربة عند درجات الرطوبة المختلفة ، وتماسك التربة هو الناتج الظاهري لقوتين هما :
قوة التماسك - قوة التلاصق .
وتنقسم التربة على حسب قوى التماسك إلى :
أراضى تماسكية - أراضى غير تماسكية .
العوامل المؤثرة فى تماسك التربة :
حجم أقطار الحبيبات الأرضية – وجود المواد اللاحمة .

التمدد والانكماش :
تعتبر خاصية التمدد بالابتلال والانكماش بالجفاف إحدى الخصائص الديناميكية المرتبطة بوجود الحبيبات الغروية وخاصة معادن الطين السليكاتى فى التربة وينظر إلى التمدد والانكماش كمقياس لتغير الحجم بالابتلال والتجفيف ويسمي هذا المقياس باسم معامل التمدد الطولى .لو زادت قيمته عن 09و0 يصبح من المنتظر وجود جهد انكماش – تمدد طولى .
وتنقسم معادن الطين إلى نوعين من حيث علاقاتهما بالماء :
معادن ذات روابط داخلية قوية - معادن ذات روابط داخلية ضعيفة .
العوامل المؤثرة فى تمدد وانكماش التربة :
نسبة الطين فى التربــة - نوع معدن الطين السائد - نوع الكاتيون المتبــادل - المادة العضـــوية - حفظ الأغشية المائية حول الحبيبات .
أضرار تمدد وانكماش التربة :
تؤدى لتصدع أساسات وحوائط مبانى المزرعة - تؤثر على حركة الماء الأرضى تؤدى لتمزق الجذور - تؤدى لفقد الماء من التربة .

رتب قوام الأرض :
يتم تسمية رتب قوام الأرض بواسطة مثلث القوام .
فكرة مثلث القوام :
هى وضع نسب المكونات الأساسية للأرض (بعد إجراء التحليل الميكانيكي) وهى نسبة الرمل : السلت : الطين (باعتبار أن مجموعها 100 %) على محاور مثلث القوام وهو مثلث متساوى الأضلاع يقسم إلى مساحات ويعطى لكل مساحة اسم خاص يدل علي قوام الأرض.
ولتسمية قوام التربة يتبع الآتي :
حرك المثلث حتى يكون رأسه أمامك يمثل 100 % من المكون المراد توقيعه - ارسم خطا يمر بالنسبة المطلوبة ويوازى القاعدة - حرك المثلث مرة أخرى فى اتجاه حركة عقارب الساعة بالنسبة للمكون التالي وهكذا - فى نقطة تقاطع يتم قراءة قوام الأرض فى المساحة التى وقعت فيها نقطة التقاطع .
وقد اصطلح على إطلاق الأسماء الآتية لتمثل رتب قوام الأرض وهى :
رملية - طميية رملية - طميية - طميية سلتية - طميية طينية رملية - طميية طينية - طميية طينية سلتية - طينية رملية - طينية - سلتية - طينية .

التقويم

1- ما الفرق بين :
- الكاؤولينيت - المونتيموريللونايت ؟
- قوة التماسك - قوة التلاصق ؟
- مجموعة الرمل – مجموعة السلت – مجموعة الطين ؟

2- ضع علامة (صح) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة :
- تنقسم معادن الطين إلى ثلاثة أنواع من حيث علاقاتهما بالماء .
- المونتيموريللونايت معدن ذو روابط داخلية ضعيفة.
- الكاؤولينيت معدن ذو روابط داخلية قوية.
- مجموعة الرمل ترى حبيباتها بالعين المجردة .
- مجموعة السلت لا ترى حبيباتها بالميكروسكوب العادى .

3- أكمل هذه العبارات :
- تماسك التربة هو الناتج الظاهرى لقوتين هما ..... .
- قوة التماسك هى ..... بينما قوة التلاصق هى ..... .
- تنقسم التربة على حسب قوى التماسك إلى ..... .
- معامل التمدد الطولى = ...
- يتم تسمية رتب قوام الأرض بواسطة ..... .

4- اذكر ما تعرفه عن :
- صفات مجموعات حبيبات الأرض .
- العوامل المؤثرة فى تمدد وانكماش التربة.
- أضرار تمدد وانكماش التربة .

5- اشرح :
- العوامل المؤثرة على الليونة .
- العوامل المؤثرة فى تماسك التربة .
- فكرة مثلث القوام .
- كيف يتم تسمية رتب قوام التربة .

6- عرف :
قوام الأرض - السطح النوعى - الليونة - حد الليونة - الحد الأعلى لليونة - الحد الأدنى لليونة . التماسك .

8- مثال : عينة أرض تبين من نتائج التحليل الميكانيكى أن مكوناتها تشتمل على :
(45 % رمل ،20 % سلت ،35 % طين) باستخدام مثلث القوام استنتج نوع الأرض .

الوحدة الثانية
الخواص الفيزيائية للجزء الصلب بالأرض
الباب الثاني
البنـــــــــاء الأرضى

الأهداف الخاصة :
- التعرف على البناء الأرض .
- دراسة العوامل التى تؤثر على البناء الأرضى .
- التمييز بين أنواع البناء الأرضى المختلفة .
- أن يكون الطالب قادرا على :
  تقدير الكثافة الظاهرية عمليا .
  تقدير الكثافة الحقيقية عمليا .
- دراسة الحيز المسامى للتربة الزراعية .

الجانب النظري :

- البناء الأرضى (التعريف) .
  العوامل المؤثرة في البناء الأرضى .
  أنواع البناء (نظام ترتيب الحبيبات الأرضية) .
- الكثافة الظاهرية .
- الكثافة الحقيقية .
- الحيز المسامي .

المهارات العملية :
تابع التحليل الطبيعي للتربة :
تدريب الطلاب على :
1- تقدير الكثافة الظاهرية بواسطة :
أ - المخبار – ب - اسطوانة التربة – ج - شمع البرافين .
2- تقدير الكثافة الحقيقية بواسطة قنينة الكثافة .

الوحدة الثانية
الخواص الفيزيائية للجزء الصلب بالأرض
الباب الثانى
البنـــــــــاء الأرضى

تعريف البناء الأرضي

- هو شكل وحجم وترتيب وتجاور حبيبات التربة الصلبة وما بينها من فراغات بينية ولذلك فالحبيبات المنفردة غير المتجمعة لا تكون بناء حيث أن شرط تكوين بناء بالتربة هو تكوين حبيبات مجمعه تسمي تجمعات .

- هو نظام ترتيب حبيبات التربة المفردة (الصغيرة والمتوسطة والكبيرة) والحبيبات المركبة مع بعضها البعض في مجاميع ذات نظام معين يشكل بناء التربة .

* - وترجع أهمية التجمع ات في التربة إلي التعديل الذي يحدث في نسبة المسافات البينة وحجمها وهو يصاحب تكون الوحدات المركبة الثابتة التي تسمي بالتجمعات الثابتة بينما وجود الحبيبات بصورة منفردة يخلق خواص فيزيائية سيئة (شكل 69- 70- 71) .

(شكل 69) حبيبات التربة

(شكل 70) نظام ترتيب حبيبات التربة

(شكل 71) نظام تجاور حبيبات التربة (شكل تقريبى)

العوامل المؤثرة فى البناء الأرضي

هناك مجموعة من العوامل التي تؤثر فى البناء الأرضى منها :

عوامل تقريب الحبيبات :

١ -تكرار عمليات الابتلال والجفاف للتربة .
٢ -نشاط الكائنات الحية الدقيقة .
٣ -نشاط جذور النباتات (شكل 72) .
٤ -تجمد الماء فى التربة ثم انصهاره .

(شكل 72) نشاط جذور النباتات

عوامل ربط الحبيبات (المواد اللاحمة) :

١ -المادة العضوية (شكل 73) .
٢ -الأملاح الذائبة .
٣ -أكاسيد الحديد والألومونيوم .
٤ -كربونات الكالسيوم .
٥ -حبيبات الطين (شكل 74) .

(شكل 73) المادة العضوية

(شكل 74) حبيبات الطين

أنواع البناء (نظام تجاور وترتيب الحبيبات الأرضية)

يمكن تصنيف أنواع البناء الأرضى حسب الشكل إلى :

1- البناء الفردى :

حيث ينعدم فيها البناء وتكون الحبيبات مفردة (غير ملتصقة) ويوجد فى الأراضى الرملية وفى الأراضى السلتية الفقيرة فى المادة العضوية .

2- البناء المركب :

وفيه تلتحم الحبيبات الفردية مكونة مجمعات أرضية ، ويتم التعرف على الأنواع المختلفة بملاحظة محاورها الثلاثة (الطولى والعمودى والأفقى) وملاحظة حافاتها ويشتمل البناء المركب على :

أ - **البناء المكعبى وشبه المكعبى :**

وتكون فيه المحاور الثلاثة متساوية ويوجد فى التربة الطينية الثقيلة مندمجة البناء حيث تنكمش التربة فى فصل الجفاف متشققة شقوقا متسعة وعميقة .

ب - **البناء المنشورى أو العمودى :**

ويكون فيه المحور العمودى أطول من الأفقى وتسود فيه سطوح الانفصال وشقوق طولية .

جـ - **البناء الصفائحى أو الطبقى أو الوريقى :**

ويكون فيه البعد الأفقى أطول من البعد العمودى وسطوح الانفصال الأفقية تكون سائدة .

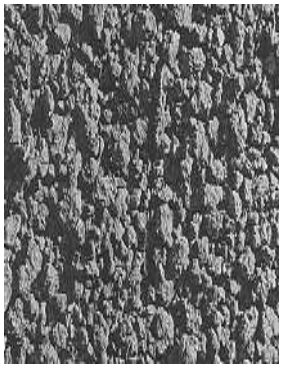
د - **البناء الحبيبى أو البندقى أو المتفتت :**

وتكون فيه نهايات الحبيبات أقرب إلى الاستدارة وهو أفضل أنواع البناء وأنسبها للزراعة وأسهلها خدمة وملائمة لانتشار الجذور والنشاط الحيوى .

هـ - **البناء الكتلى :**

وهو كتل كبيرة تكون فيها المحاور الأفقية والعمودية متساوية تقريبا

- وللتعرف على أنواع البناء الأرضى انظر (شكل 75) .



(شكل 75) أنواع البناء الأرضي

الكثافة الظاهرية

يمكن تعريف الكثافة الظاهرية بأنها عبارة عن كتلة وحدة الحجوم (1سم3) من التربة بحالتها الطبيعية (أى بما تحتويه من فراغات بينية) ويعبر عنها بوحدات جرام / سم3
وهى كثافة التربة كما هى فى الحقل ، وهى النسبة بين كتلة الجزء الصلب إلى الحجم الظاهرى للتربة (حجم المواد الصلبة + حجم المسافات البينية بين دقائق التربة) .

$$\text{الكثافة الظاهرية} = \frac{\text{كتلة الجزء الصلب الجاف}}{\text{الحجم الظاهري للتربة}} .$$

الحجم الظاهرى :
هو حجم الحبيبات الصلبة + حجم المسام الموجودة بينها .

والكثافة الظاهرية للتربة خشنة القوام تكون أكبر من الكثافة الظاهرية للتربة ناعمة القوام .

الكثافة الحقيقية

يمكن تعريف الكثافة الحقيقية للتربة بأنها عبارة عن كتلة وحدة الحجوم من حبيبات التربة الصلبة والجافة تماما (بدون المسافات البينية) وهى عكس الكثافة الظاهرية لا تتأثر بقوام أو بناء التربة ولا تختلف كثيرا من تربة لأخرى .
يقصد بها كثافة الحبيبات الصلبة فقط وتعرف بأنها (النسبة بين كتلة الجزء الصلب الجاف إلي حجم الجزء الصلب) .

$$\text{الكثافة الحقيقية} = \frac{\text{كتلة الجزء الصلب الجاف}}{\text{الحجم الحقيقي للتربة}} .$$

الحجم الحقيقي :
هو حجم الحبيبات الصلبة فقط .

والمادة العضوية تقلل من الكثافة الحقيقية للتربة لذا الكثافة الحقيقية للطبقة السطحية أقل من الكثافة الحقيقية للطبقة التحتية لأن الطبقة السطحية غنية بالمادة العضوية .

العوامل المؤثرة :

١ -أنواع المعادن السائدة فى التربة .
٢ -كمية المادة العضوية .
٣ -كمية الأملاح الذائبة فى التربة .

أهميه الكثافة الحقيقية :

١ -تستخدم للتفرقة بين الأراضى المختلفة .
٢ - تستخدم فى حساب وتقدير مسامية التربة .
٣ -تستخدم فى حساب وتقدير الخواص الحرارية للتربة .

الحيز المسامي

* تعرف المسامية بأنها عبارة عن ذلك الحيز من حجم التربة غير المشغول بالحبيبات الصلبة والمشغول دائما بالهواء والماء .
تمتاز التربة بوجود حيز مسامى (المسام أو المسافات البينية) بين حبيباتها .
وتختلف المسا فات البينية في أقطارها نتيجة اختلاف أقطار حبيبات التربة ، فالتربة الطينية لصغر أقطار حبيباتها تسود فيها المسا فلت الشعرية الصغيرة مقارنة بالمسا فلت غير الشعرية الكبيرة ، أما التربة الرملية لكبر أقطار حبيباتها تسود فيها المسا فات الكبيرة مقارنة بالمسا فلت الصغيرة وبشكل عام ف إن المجموع الكلي للمسا فلت في التربة الطينية أكثر منه في التربة الرملية حيث تشكل المسامية فى التربة الرملية (30-50 %) أما في التربة الطينية فتشكل المسامية (40-60 %) .

تقدير المسامية : بمعلومية كل من الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية يمكن حساب المسامية من العلاقة التالية :

$$\text{المسامية} = \frac{\text{الحجم الظاهرى} - \text{الحجم الحقيقى}}{\text{الحجم الظاهرى}} \times 100 .$$

$$= \frac{\text{الكثافة الحقيقية} - \text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} \times 100 .$$

$$= 1 - (\text{الكثافة الظاهرية} / \text{الكثافة الحقيقية}) \times 100 .$$

المسام :
هى ذلك الحيز الموجود بين حبيبات الأرض .

المسامية :
هى النسبة المئوية لحجم المسام الى الحجم الكلى للأرض .

العوامل المؤثرة فى المسامية :
١ - القوام .
٢ - البناء .
٣ - المادة العضوية .
٤ - مركبات الكالسيوم .
٥ - العمليات الزراعية الآلية .

مثال :
إذا كان الحجم الظاهرى لعينة أرض = 5و16 سم3 وكان الحجم الحقيقى = 9و8 – احسب المسامية .

الحل :

$$\text{المسامية} = \frac{\text{الحجم الظاهرى} - \text{الحجم الحقيقى}}{\text{الحجم الظاهرى}} \times 100 = 46\ \%$$ تقريبا .

المهارات العملية

تابع التحليل الطبيعي للتربة

الدرس العملى الأول

تقدير الكثافة الظاهرية

1- طريقة المخبار المدرج :

- يمكن تعريف " الكثافة الظاهرية للأرض " بأنها عبارة عن وزن وحدة الحجوم (1 سم3) من الأرض بحالتها الطبيعية (أي بما تحتويه من فراغات بينية) ، ويعبر عنها بوحدات جم / سم 3 وعلي ذلك فتقدير الكثافة الظاهرية للأرض يأخذ في الاعتبار الحجم الكلي للأرض (أو ما يسمي بالحجم الظاهري) وهو عبارة عن حجم حبيبات الأرض الصلبة + حجم الفراغات البينية الموجودة بينها .
- **الفكرة الأساسية للتقدير :**

تتلخص الفكرة الأساسية لتقدير الكثافة الظاهرية في معرفة حجم عينة معلومة الوزن من الأرض الجافة تماما بوضعها في مخبار مدرج ، ثم بقسمة وزن عينة الأرض الجافة تماما علي حجمها الظاهري نحصل علي قيمة الكثافة الظاهرية للأرض بالجرام لكل سم3.

- **طريقة التقدير :**

وهي طريقة تقريبية وتتم في الخطوات التالية :

- يتم طحن عينة الأرض الجافة هوائيا ثم توضع في الفرن علي 105 5م .
- يوزن 50 جرام من الأرض الجافة تماما وتوضع في مخبار مدرج جاف حجمه 100 سم3 ويدق به علي راحة اليد حتى يستوي سطح عينة الأرض بالمخبار.
- يقدر حجم عينة الأرض الموجودة بالمخبار بالـ (سم3) .
- بقسمة الوزن الجاف تماما لعينة الأرض علي حجمها نحصل علي قيمة تقريبية للكثافة الظاهرية للأرض .

$$\text{الكثافة الظاهرية لعينة الأرض (جم / سم3)} = \frac{\text{وزن عينة الأرض الجافة تماما (جم)}}{\text{حجمها بالمخبار (سم 3)}}$$

2- طريقة اسطوانة التربة :

أ- الأدوات المستخدمة :

* اسطوانة معدنية ذات حافة مدببة .
* مطرقة .
* قطعة سميكة من الخشب .
* ميزان .
* فرن .
* مجفف .

ب -طريقة العمل :

١ -تدفع الاسطوانة فى التربة بمساعدة قطعة الخشب والمطرقة حتى تمتلئ تماما .

٢ -ترفع الاسطوانة من الأرض ويسوى سطحيها العلوى والسفلى بواسطة سكين .

٣ -توزن جفنة نظيفة وليكن وزنها ك1 .

٤ -تفرغ العينة من الاسطوانة إلى الجفنة النظيفة والموزونة وتوضع فى الفرن على درجة 105 م لمدة 24 ساعة لتجف تماما .

٥ -توزن العينة الجافة تماما + الجفنة وليكن الوزن ك2 .

٦ -يحسب حجم الاسطوانة المستخدمة فى أخذ العينة من المعادلة البسيطة : ح= ط نق 2 ع وليكن الحجم المحسوب ح .

٧ -**الكثافة الظاهرية** = ك2 – ك1 / ح = ... جم / سم3 .

3- طريقة الغمس فى شمع البرافين :

الأدوات المستخدمة :

١ -كتلة من التربةالصلبة يغلب عليها الشكل الكروى .
٢ -شمع برافين منصهر .
٣ -ماء مقطر .
٤ -ميزان حساس .

خطوات العمل :

1- تؤخذ كتلة التربة الصلبة وتوزن فى الهواء ويسجل الوزن جم .
2- تغمس كتلة التربة فى شمع البرافين المنصهر بدرجة حرارة 60 م لعمل غشاء واقى من الماء ثم توزن ويسجل الوزن جم .
3- تغمس كتلة التربة الصلبة والمحاطة بشمع البرافين فى الماء ثم توزن ويسجل الوزن جم .
4- يحسب الفرق بين الوزنيتين فيعطى وزن الماء المزاح الذى يساوى حجم كتلة التربة الصلبة + حجم البرافين .
4-1 بمعرفة كثافة شمع البرافين وهى تساوى 0.9 جم / سم^3 يمكن حساب حجمه .
4-2 تقسم كتلة الأرض الجافة على حجمها الظاهرى فتنتج الكثافة الظاهرية للتربة .

تدوين النتائج :

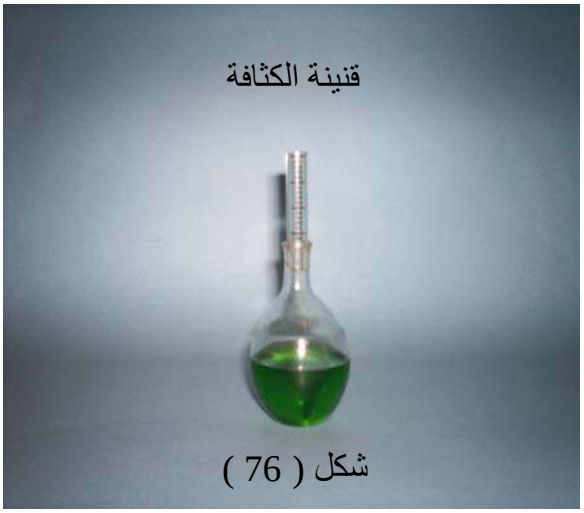
1- وزن كتلة التربة فى الهواء = ... جم .
2- وزن كتلة التربة + الشمع فى الهواء = ... جم .
3- وزن الشمع = ... جم .
4- حجم الشمع = ... سم^3 .
5- وزن كتلة التربة + الشمع فى الماء = ... جم .
6- كتلة الماء المزاح والذي حجمه = الحجم الظاهرى فى المكعب فى التربة + الشمع = ... سم^3 .
7- الحجم الظاهرى للتربة = رقم (6) – رقم (4) = ... سم^3 .
8- كتلة كمية التربة الجافة تماما = ... جم .

$$\text{9- الكثافة الظاهرية للتربة} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة تماما}}{\text{الحجم الظاهرى للتربة}} = \text{.... جم / سم}^3 .$$

الدرس العملى الثانى

تقدير الكثافة الحقيقية بواسطة قنينة الكثافة

قنينة الكثافة : شكل (76) :
عبارة عن دورق زجاجى صغير معلوم الحجم عليه سدادة من الزجاج المصنفر بها فتحة طولية .



شكل (76)

الأدوات والخامات المستخدمة :

١ -قنينة كثافة .
٢ -ميزان حساس .
٣ -جفنة معلومة الوزن .
٤ -فرن كهربى .
٥ -حمام مائى .
٦ -ماء مقطر .
٧ -تربة جافة هوائيا .

خطوات العمل :

١ -توزن قنينة الكثافة بالغطاء وهى فارغة بعد غسلها وتجفيفها جيدا من الداخل والخارج .
٢ -يوضع بها (5) جم من التربة الجافة هوائيا ثم ترج القنينة رجا قويا بطريقة لرحوية .
٣ -يوضع حوالى ثلث القنينة ماء مقطر سبق غليه وتبريده لطرد الهواء ثم ترج القنينة رجا قويا .
٤ -توضع القنينة بمحتوياتها فى حمام مائى لمدة 10 دقائق وتحرك حركة طولية من آن لآخر .
٥ -تخرج القنينة من الحمام وتترك لتبرد .
٦ -نكمل القنينة بالماء المقطر حتى العلامة مع تجفيفها من الخارج ثم توزن ويسجل الفرق .
٧ -أفرغ محتويات القنينة واغسلها جيدا بالماء ثم املأها بالماء المقطر حتى العلامة .
٨ -جفف القنينة من الخارج جيدا ثم زنها مع قياس درجة حرارة الماء .

تدوين النتائج :

١ -وزن التربة الجافة تماما .
٢ -وزن القنينة + وزن التربة + وزن الماء الكلى .
٣ -وزن القنينة + وزن الماء الكلى .
٤ -وزن القنينة + وزن الماء الكلى + وزن التربة الجافة تماما .
٥ -وزن الماء المزاح .
٦ -وزن الماء المزاح = حجم العينة .

$$\text{7- الكثافة الحقيقية للتربة} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة تماما}}{\text{الحجم الحقيقى للتربة}} = \text{.....} \text{ جم / سم}^3.$$

تذكر أن

تعريف البناء الأرضي :

- هو شكل وحجم وترتيب الحبيبات الصلبة وما بينها من فراغات بينة ولذلك فالحبيبات المنفردة غير المتجمعة لا تكون بناء حيث أن شرط تكوين بناء بالتربة هو تكوين حبيبات مجمعه تسمي تجمعات .
- هو نظام ترتيب حبيبات التربة المفردة (الصغيرة والمتوسطة والكبيرة) والحبيبات المركبة مع بعضها البعض في مجاميع ذات نظام معين يشكل بناء التربة .

العوامل المؤثرة في البناء الأرضي :

عوامل تقريب الحبيبات : الابتلال والجفاف المتواليين للتربة - نشاط الكائنات الحية الدقيقة . نشاط جذور النباتات - تجمد الماء ثم انصهاره .
عوامل ربط الحبيبات : المادة العضوية - الأملاح الذائبة - أكاسيد الحديد - أكاسيد الألومونيوم - حبيبات الطين .

أنواع البناء (نظام ترتيب الحبيبات الأرضية) :

يمكن تصنيف بناء التربة حسب الشكل والحجم وصلابة ومدى وضوح المجاميع ومن أكثر هذه التصنيفات استعمالا التصنيف حسب الشكل كما يلى :

1- البناء الفردى :
حيث تكون الحبيبات مفردة (غير ملتصقة) وتوجد فى الأراضى الرملية عديمة البناء وفى الأراضى السلتية التى تفتقر إلى المادة العضوية .

2- البناء المركب :
وفيه تلتحم الحبيبات الفردية مكونة مجاميع ونتعرف على الأنواع بملاحظة محاورها الثلاثة (الطولى والعمودى والأفقى) وملاحظة حافاتها ويشتمل البناء المركب على :

- البناء المكعبى وشبه المكعبى :
وتكون فيه المحاور الثلاثة متساوية ويوجد فى التربة الطينية الثقيلة مندمجة البناء التى تنكمش فيها التربة فى فصل الجفاف متشققة شقوقا متسعة وعميقة .
- البناء المنشورى أو العمودى :
ويكون فيه المحور العمودى أطول من الأفقى وتسود فيه سطوح الانفصال وشقوق طولية .
- البناء الصفائحى أو الطبقى أو الوريقى :
ويكون فيه البعد الأفقى أطول من البعد العمودى وسطوح الانفصال الأفقية تكون سائدة .
- البناء الحبيبى أو البندقى أو المتفتت :
وتكون فيه نهايات الحبيبات أقرب إلى الاستدارة وهو أفضل أنواع البناء وأنسبها للزراعة وأسهلها خدمة وملائمة لانتشار الجذور والنشاط الحيوى .
- البناء الكتلى :
وهو كتل كبيرة تكون فيها المحاور الأفقية والعمودية متساوية تقريبا .

الكثافة الظاهرية :

هى كثافة التربة كما هى فى الحقل وهى النسبة بين كتلة الجزء الصلب إلى الحجم الظاهرى للتربة (حجم المواد الصلبة + حجم المسافات البينية بين دقائق التربة) .

الحجم الظاهرى : هو حجم الحبيبات + حجم المسام .
والكثافة الظاهرية للطبقة السطحية للتربة خشنة القوام > الكثافة الظاهرية للتربة ناعمة القوام .

الكثافة الحقيقية :

هى كثافة الحبيبات الصلبة فقط وتعرف بأنها (النسبة بين كتلة الجزء الصلب الجاف إلي حجم الجزء الصلب) .

الحجم الحقيقي : هو حجم الحبيبات فقط .
والمادة العضوية تقلل من الكثافة الحقيقية للتربة لذا الكثافة الحقيقية للطبقة السطحية أقل من الكثافة الحقيقية للطبقة التحتية لأن الطبقة السطحية غنية بالمادة العضوية .

العوامل المؤثرة : أنواع المعادن السائدة فى التربة - كمية المادة العضوية - كمية الأملاح الذائبة فى التربة .

أهميه الكثافة الحقيقية : تستخدم للتفرقة بين الأراضى المختلفة - تستخدم فى حساب وتقدير مسامية التربة - تستخدم فى حساب وتقدير الخواص الحرارية للتربة .

الحيز المسامي :

تمتاز التربة بوجود حيز مسامى وهو : (المسام أو المسافات البينية) بين حبيباتها .
وتختلف المسافات البينية في أقطارها نتيجة اختلاف أقطار حبيباتها فالتربة الطينية لصغر أقطار حبيباتها تسود فيها المسافلت الشعرية الصغيرة مقارنة بالمسافلت غير الشعرية الكبيرة .
أما التربة الرملية لكبر أقطار حبيباتها تسود فيها المسا فات الكبيرة مقارنة بالمسا فلت الصغيرة وبشكل عام فإن المجموع الكلي للمسا فلت في التربة الطينية أكثر منه في التربة الرملية حيث تشكل المسامية الرملية (30-50 %) أما في التربة الطينية فتشكل السامية (40-60 %) .
وتعرف المسامية لتربة معينة بأنها (حجم فراغات تلك التربة بما تشغله من ماء وهواء مقسوما علي الحجم الظاهري للتربة) .

المسام :
هى ذلك الحيز الموجود بين حبيبات الأرض .

المسامية :
هى النسبة المئوية لحجم المسام إلى الحجم الكلى للأرض .

العوامل المؤثرة فى المسامية :
القوام - البناء - المادة العضوية - مركبات الكالسيوم - العمليات الزراعية الآلية .

التقويم

1- ما الفرق بين :
- القوام الأرضى - البناء الأرضي ؟
- عوامل تقريب الحبيبات الأرضية و عوامل ربط الحبيبات الأرضية ؟
- البناء الفردى والبناء المركب للتربة الزراعية ؟

2- ضع علامة (صح) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة :
- ترجع أهمية التجمع ات في التربة إلي التعديل الذي يحدث في نسبة المسافات البينة وحجمها.
- نشاط الكائنات الحية الدقيقة من عوامل تقريب الحبيبات الأرضية .
- الأملاح الذائبة من عوامل ربط الحبيبات الأرضية.
- البناء هو شكل وحجم وترتيب الحبيبات الصلبة وما بينها من فراغات بينة.
- القوام هو نظام ترتيب حبيبات التربة المفردة (الصغيرة والمتوسطة والكبيرة) والحبيبات المركبة مع بعضها البعض في مجاميع ذات نظام معين يشكل بناء التربة.

3- اكمل هذه العبارات :
- البناء الأرضي هو ..... .
- عوامل تقريب الحبيبات الأرضية هى ..... .
- عوامل ربط الحبيبات الأرضية هى ..... .
- يشتمل البناء المركب على..... .

4- اذكر ما تعرفه عن :
- العوامل المؤثرة في البناء الأرضي .
- أنواع البناء المركب .
- أهميه الكثافة الحقيقية .
- العوامل المؤثرة فى المسامية .
- العوامل المؤثرة فى الكثافة الحقيقية .

5- اشرح :
- البناء المكعبى وشبه المكعبى
- البناء المنشورى أو العمودى
- البناء الصفائحى أو الطبقى أو الوريقى
- البناء الحبيبى أو البندقى أو المتفتت
- البناء الكتلى

6- عرف :

البناء الأرضي - الكثافة الظاهرية - الكثافة الحقيقية – الحجم الظاهرى - الحجم الحقيقى – المسام – المسامية -

7- مثال : إذا كان الحجم الظاهرى لعينة أرض = 19٫5 سم 3 وكان الحجم الحقيقى = 10٫9 – احسب المسامية .

الوحدة الثالثة
الماء والهواء الأرضى

الأهداف الخاصة :

دراسة مستوى الماء الأرضى وأضراره على التربة والنبات وكيفية التحكم فيه .
إدراك العلاقة بين الماء والهواء الأرضى ..
التعرف على قوى حفظ الأرض للماء وطرق التعبير عنها .
التعرف على المحتوى الرطوبى وحركة الماء الأرضى والعوامل المؤثرة فيه وكذلك خدمة الماء الأرضى .
تحديد تركيب الهواء الأرضى والسعة الهوائية وتهوية التربة .
أن يكون الطالب قادرا على :
تصنيف الماء الأرضى .
تقدير قوة حفظ التربة للماء .
تقدير نسبة الرطوبة الأرضية .
تقدير معامل الرشح .
تقدير معامل التوصيل الهيدروليكي .
حساب تهوية التربة والسعة الهوائية

الجانب النظرى :

- مستوى الماء الأرضى – أضرار ارتفاع مستوى الماء الأرضى – خفض مستوى الماء الأرضى المرتفع .
- قوى حفظ الأرض للماء وطرق التعبير عنها .
- تصنيف الماء الأرضى :
  الفيزيائي .
  البيولجى .
- المحتوى الرطوبى وحركة الماء الأرضى فى الحالة المشبعة للتربة .
  العوامل المؤثرة .
  أنواع الحركة .
- تركيب الهواء الأرضى .
- السعة الهوائية .
- تهوية التربة .
- خدمة الماء الأرضى .

المهارات العملية :

تابع التحليل الطبيعي للتربة :
تدريب الطلاب على :
1- تقدير قوة حفظ التربة للماء .
2- تقدير نسبة الرطوبة الأرضية بعد الرى وحتى ميعاد الرية التالية .
3- تقدير معامل الرشح فى الأرض بواسطة الاسطوانة المزدوجة .
4- تقدير معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بواسطة قانون دارسي .
5- حساب تهوية التربة والسعة الهوائية .

الوحدة الثالثة

الماء والهواء الأرضى

أولا : الماء الأرضي

يعتبر الماء الأرضي أحد مكونات الأرض الرئيسية ، ويتواجد حول الحبيبات في صورة أغشية ويشغل جزءا من مسام الأرض .

فوائده :

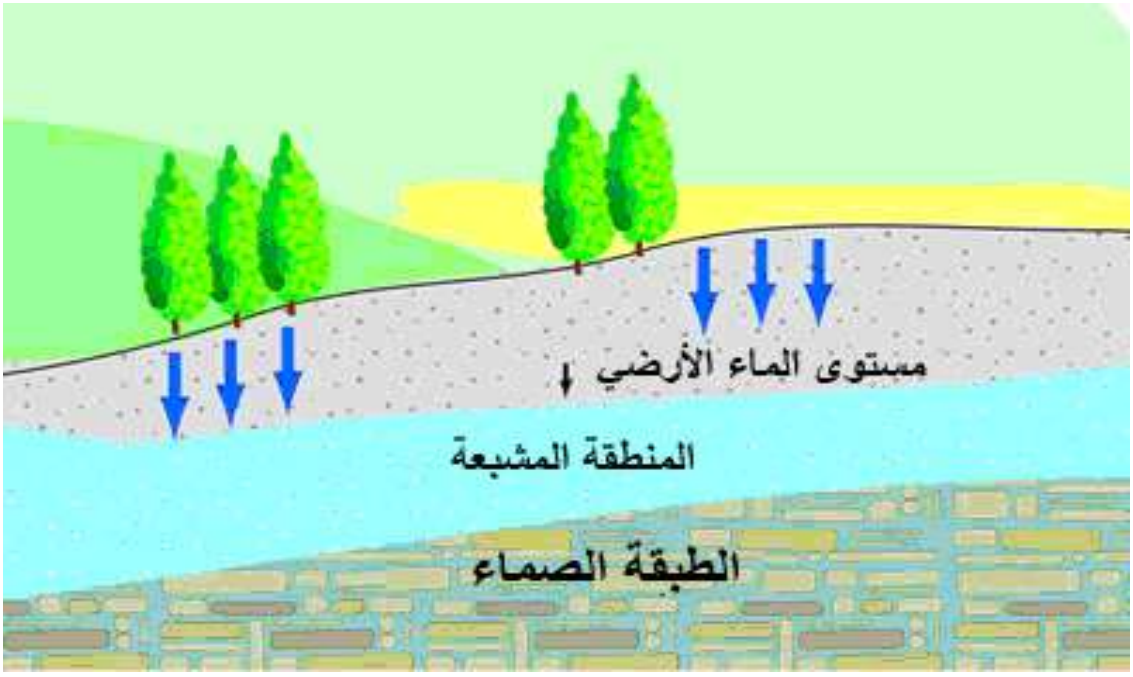
1 . له دور هام في ذوبان العناصر الغذائية القابلة للذوبان في الأرض .

2 . يعتبر الوسط الملائم لنشاط الكائنات الحية الدقيقة في الأرض .

3 . ترتبط به الكثير من التفاعلات الكيميائية والحيوية المرتبطة بتغذية النبات .

مستوي الماء الأرضي :

- توجد أحيانا في باطن الأراضي الزراعية ، وبصفة خاصة الطينية الثقيلة و الجيرية ، طبقات صماء مكونة من الطين أو كربونات الكالسيوم أو خليط منها وهذه الطبقات تكون صلبة وغير منفذة للماء وعلي ذلك فهي تعطل حركة الماء الراشح لباطن الأرض و تقوم بحجزه ، ويسمي الماء الحر المتجمع فوقها بالماء الأرضي ويعرف سطحه بمستوي الماء الأرضي (شكل 77) .



شكل (77) مستوي الماء الأرضي

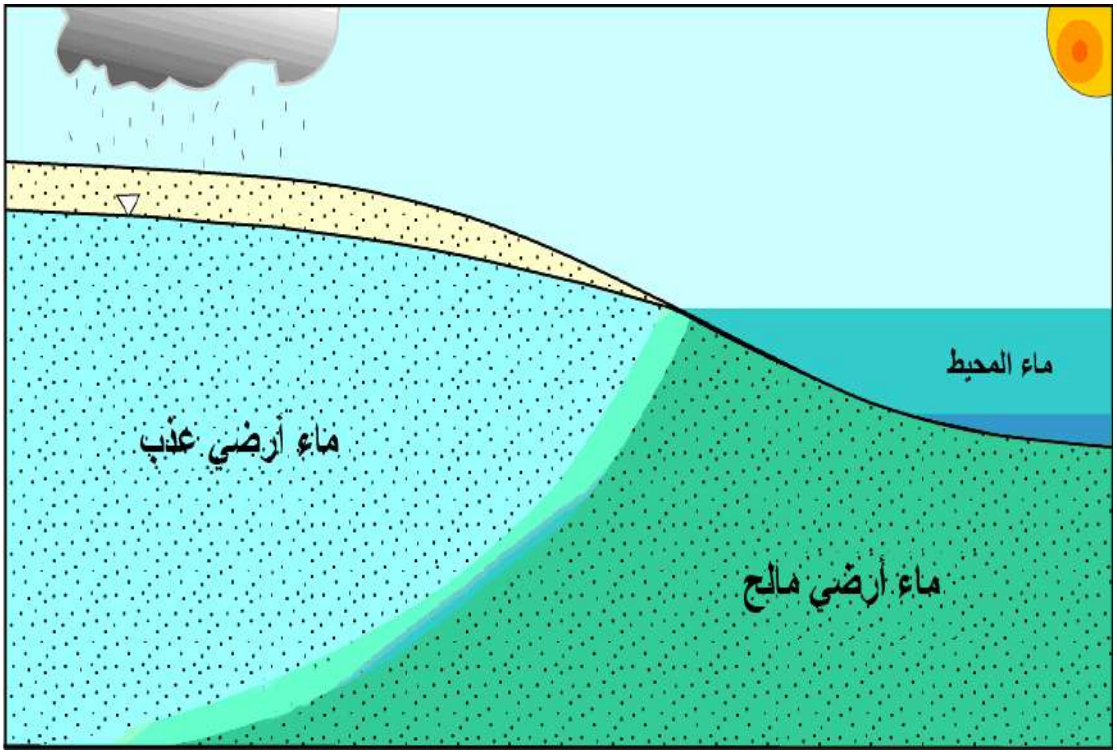
العوامل التي تؤثر علي مستوي الماء الأرضي :

١. موقع وشكل الطبقة الصماء :

إذا كانت الطبقة الصماء قريبة من سطح الأرض أدي ذلك إلي اقتراب سطح منسوب الماء الأرضي المتجمع فوقها من سطح الأرض وكذلك يؤثر شكل الطبقة الصماء فقد تكون أفقية ويكون سطحها مائلا أو مقعرا مما يساعد علي سرعة تسرب الماء المتجمع فوقها ويؤثر بالتالي علي منسوب الماء الأرضي .

٢. طبوغرافية المنطقة :

فإذا كان منسوب سطح الأرض قريبا لمنسوب المسطحات المائية المجاورة أدي ذلك إلي نشع الماء وارتفاع منسوب الماء الأرضي (شكل 78) .



شكل (78) يوضح ارتفاع منسوب الماء الأرضي بالقرب من البحار والمحيطات والأنهار

٣. قوام الأرض :

الأراضي الناعمة القوام يرتفع فيها منسوب الماء بعكس الأراضي الخشنة القوام .

٤. حالة البخر :

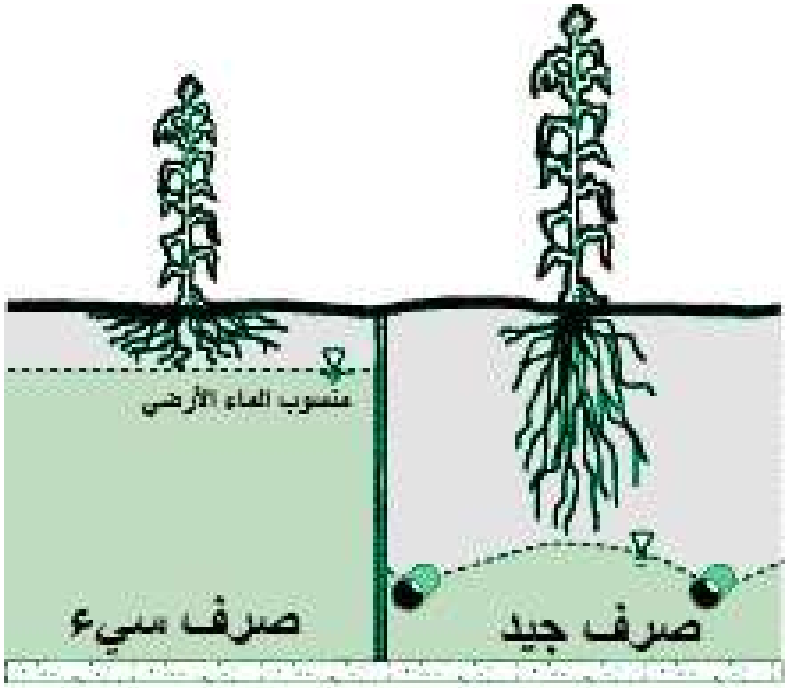
ينخفض مستوي الماء الأرضي كلما ازدادت عملية البخر من الأرض .

5. مقدار الماء الراشح :

كلما ازدادت مقادير المياه الواصلة الي الأرض كلما ازداد رشح الماء إلي جوف الأرض مسببا ارتفاعا ملحوظا في منسوب الماء الأرضي .

٦. حالة المصارف:

وجود المصارف بالأبعاد والأعماق والأعداد المناسبة يؤدي الي خفض منسوب الماء الأرضي (شكل79) .



شكل (79) : يوضح تأثير ارتفاع مستوي الماء الأرضي علي نمو المجموع الجذري للنبات

أضرار ارتفاع مستوى الماء الأرضي :

(1) امتلاء مسام الأرض بالماء **يؤدى** إلي طرد الهواء مما يؤدي إلي عدم تعمق الجذور وبالتالي عدم قدرتها علي امتصاص الماء والعناصر الغذائية ، علاوة علي اختناق الجذور وموت النباتات .

(**2**) تراكم الأملاح علي سطح الأرض كنتيجة لارتفاع الماء بالخاصية الشعرية وتبخره تاركا ما به من أملاح ذائبة متزهرة علي السطح .

(**3**) يؤدي استمرار ارتفاع الماء الأرضي لمدة طويلة إلي تدهور البناء الأرضي وتكوين طبقات صماء جيرية أو جبسية في باطن الأرض .

(**4**) يؤدي إلي انتشار الأمراض الفطرية علي النباتات النامية .

خفض مستوي الماء الأرضي المرتفع :

من الممكن خفض منسوب الماء الأرضي المرتفع بتنفيذ بعض الإجراءات التالية :

* إنشاء وتنفيذ شبكة من المصارف الحقلية المكشوفة أو المغطاة للأراضي التي تعاني مشاكل ملوحة وارتفاع لمنسوب الماء الأرضي حيث تقوم هذه المصارف بحمل المياه من طبقات الأرض المشبعة به ونقلها إلي سلسلة من المصارف الفرعية ثم الرئيسية ، حيث يتم التخلص منها في أماكن بعيدة نوعا ما حتي لا تعود مرة أخري إلي الأرض وتسبب نفس المشكلة .

* إنشاء آبار (حفر) مراقبة في الأراضي المخدومة بشبكة صرف زراعي بهدف مراقبة مستويات المياه الأرضية ، ومعرفة أداء شبكة الصرف ، علماً بأن عمق تلك الآبار لا يتجاوز ثلاثة أمتار ، والبعد بين البئر والآخر يعتمد على صفات التربة .

* الصيانة الدورية المنظمة لشبكات صرف المياه الزائدة من الأراضي ومخارجها وتسليكها لتحسين أدائها وإزالة الأعشاب النامية فيها .

* القياس الدوري لتدفق المياه الخارجة من شبكة الصرف الزراعي و إجراء التحاليل المعملية الدورية لتلك المياه من أجل معرفة كمية و نوعية المياه لدراسة إمكانية إعادة استخدامها في الزراعة بالإضافة إلى دلالتها كمؤشر على غزارة الري السطحي .

قوى حفظ الأرض للماء وطرق التعبير عنها

*** قوى حفظ الأرض للماء :**

الأراضي لها قدرة علي أن تحتفظ بجزء من الماء الواصل إليها بعد الري أو المطر ضد الجاذبية الأرضية علي صورة أغشية حول الحبيبات الأرضية ، ويتم ذلك عن طريق نوعين من القوي هما قوي التلاصق وقوي التماسك :

- **قوي التلاصق :**

وهي التي تجذب جزيئات الماء حول أسطح حبيبات مادة أخرى (نبات - حبيبات الأرض) عن طريق ربط أطراف جزيئات الماء الموجبة الشحنة مع الشحنات السالبة الموجودة علي حبيبات المادة الأخرى (شكل 80) .

- **قوي التماسك :**

وهي المسئولة عن ارتباط جزيئات الغلاف المائي الملتصقة بسطوح حبيبات الأرض مع جزيئات الماء الأخرى مما يتسبب في زيادة سمك أغشية الماء حول سطوح الحبيبات ، وهذه القوي تقل سريعا بزيادة المسافة من السطح أي بزيادة سمك أغلفة الماء (أشكال 81 ، 82)

شكل (80) تنتشر قطرات الندي علي الزهرة وتلتصق بها بفعل قوي التلاصق

شكل (81) تجمع قطرات الماء مع بعضها علي سيقان الأزهار بفعل قوي التماسك

شكل (82) تجمع قطرات الماء مع بعضها علي أوراق النبات بفعل قوي التماسك

*** طرق التعبير عن قوي حفظ الأرض للماء :**

يمكن التعبير عن القوي التي يمسك بها الماء حول حبيبات الأرض بعدة طرق منها **:**

- **الشد الرطوبي :**

يمكن التعبير عن قوة شد الأرض للماء بقياس طول عمود من الماء مقدرا بالسنتيمتر وزنه يساوي القوة اللازمة لنزع غشاء الماء من حول حبيبات الأرض وكلما كان الارتفاع بالسنتيمتر كبيرا كلما كانت قوة الشد المقاسة كبيرة .

ويتم التعبير عن قوة الشد بوحدات الضغط الجوي (البار) ، والضغط الجوي القياسي (1 جو) هو عبارة الضغط الذي يحدث علي وحدة المساحات بواسطة عمود من الماء ارتفاعه 1023 سم أو 760سم من الزئبق ، وهو يساوي تقريبا 7و14 رطلا علي البوصة المربعة .

- **الأس الرطوبي** (pF)

ويعرف بأنه اللوغاريتم السالب لارتفاع عمود من الماء بالسنتيمتر فوق وحدة المساحات والذي وزنه يمثل قوة الشد الرطوبي والجهاز المستخدم لذلك يوضحه (شكل 83) .

شكل (83) جهاز قياس منحنيات الـ (pF) للرطوبة الأرضية

- **جهد الشد الرطوبي :**

ويعرف بأنه مقياس لقدرة جزيئات الماء علي بذل شغل .

فالماء عندما يتحرك من موقع إلي آخر فإن جزيئاته لابد أن تبذل شغلا ، هذا الشغل يقاس بمدي تحرك الماء من سطح ماء قياسي (سطح الماء الحر) إلي موضعه الجديد .

ونظرا لأن الجهد عبارة عن بذل شغل لإرجاع الماء إلي الحالة التي بدأ منها لذلك تأخذ قيم جهد الماء الأرضي إشارة سالبة .

ولكل محتوي رطوبي بالأرض قوة شد رطوبي معينة وجهد شد رطوبي كما يتض ح من الجدول التالي :

ثوابت الرطوبة الأرضية	قوة الشد الرطوبي (بار)	جهد الشد الرطوبي (بار)
السعة الحقلية	0٫33	- 0٫33
معامل الذبول	15	- 15
المعامل الهيجروسكوبي	31	- 31

تصنيف الماء الأرضي

• صور الرطوبة التي تتواجد في الطبقة السطحية من الأرض تعرف بصور الماء الأرضي السطحي ، وعموما فإنه كلما ازدادت الرطوبة الأرضية أو انخفضت فإن التغير في قوي الشد التي تمسك الماء حول الحبيبات يكون تدريجيا ، ويترتب علي ذلك تغير في مدي صلاحية الماء الموجود في الأرض واستفادة النبات منه .

(أ) التصنيف الفيزيائي للماء الأرضي :

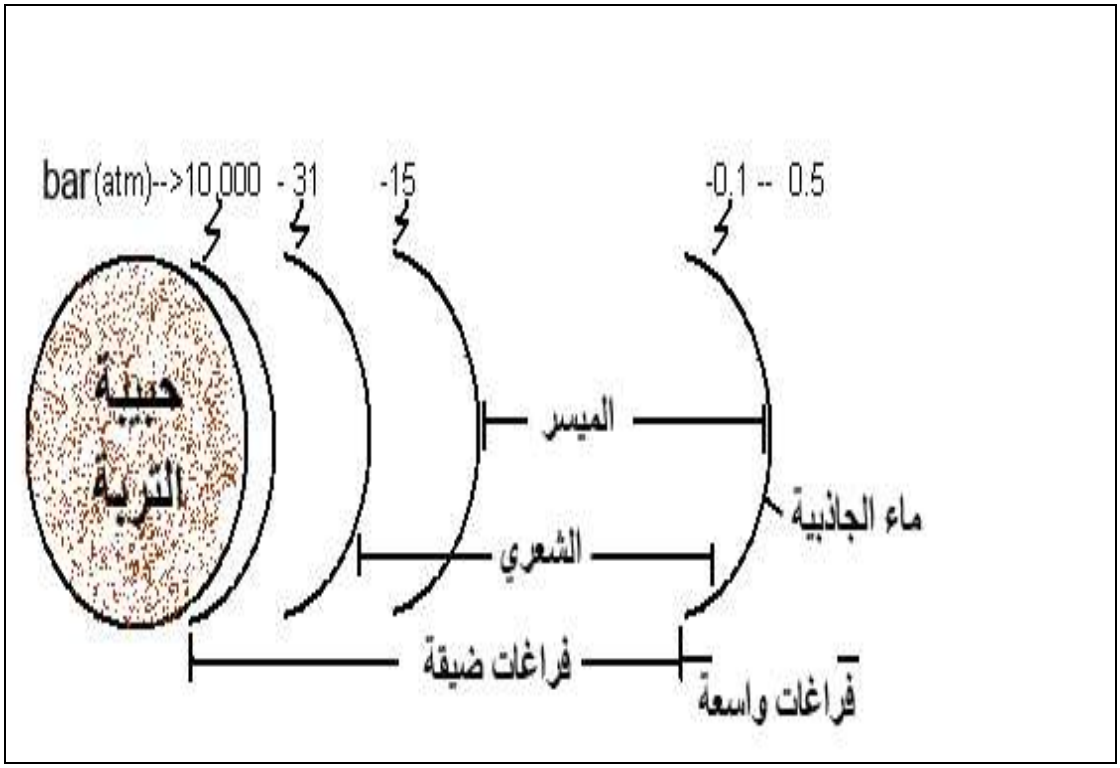
هو تقسيم افتراضي يعتمد علي قوة مسك حبيبات الأرض للماء ، و يشتمل علي الصور التالية :

(١) الماء الحر (ماء الجاذبية) :

• هو الماء الذي يتواجد في المسام الكبيرة للأرض بعيداً عن أسطح الحبيبات .

• يكون ممسوكاً بقوة شد أقل من 1/3 ض ج (بار) ، لذا فهو حر الحركة ولا تستطيع الأرض احتجازه (شكل 84) .

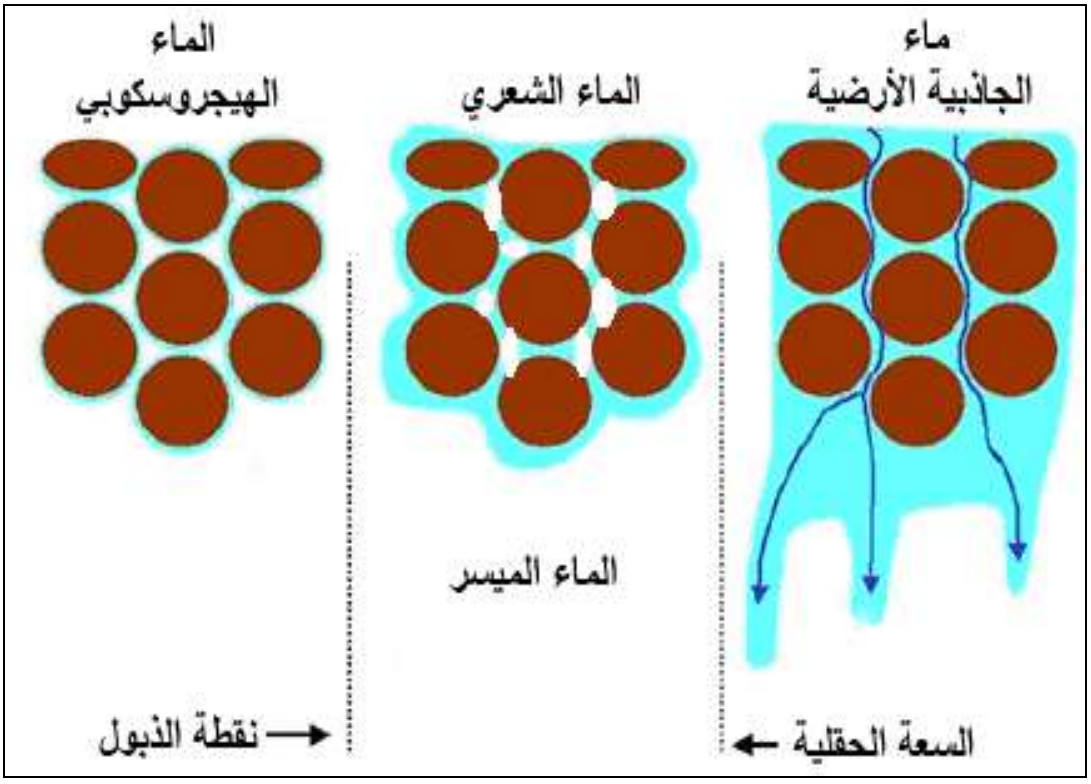
• تكون حركته إلى أسفل استجابة لقوة الجاذبية الأرضية ، ويستمر في الرشح حتى يصبح جزءا من المياه الجوفية تاركا المسام الكبيرة في التربة ممتلئة بالهواء اللازم لتنفس جذور النبات.



شكل (84) يوضح صور الماء الأرضي وعلاقتها بقوي الشد المختلفة

(٢) الماء الشعري :

- هو ذلك الجزء من الماء الذي تحتفظ به الأرض حول حبيباتها على شكل أغشيه رقيقه تملأ مسامها الشعرية وذلك بعد تمام صرف الماء الحر(شكل 85) .
- أكبر سمكا من الماء الهيجروسكوبي ويمكنه بتأثير بعض القوي أن يتحرك في الأرض زاحفا حول الحبيبات وفي المسام من مكان إلي آخر أجف منه.
- يسمي بالماء الشعري لتشابه صعوده في الأرض بصعود الماء في الأنابيب الشعرية .
- يكون ممسوكاً بقوة تتراوح بين 3/1 - 31 ضغط جوي (بار) وهذه القوي تحول دون تسريبه إلي أسفل بفعل الجاذبية الأرضية ويتكون الماء الشعري من طبقتين :
- **طبقة داخلية** : وهي عبارة عن أغشية الماء الملاصقة مباشرة لغشاء الماء الهيجروسكوبي وتكون ممسوكة بقوة شد تتراوح بين 15 - 31 ضغط جوي (بار) وعلي ذلك تكون حركتها معدومة أو ضعيفة جدا .
- **وطبقة خارجية** : وهي عبارة عن أغشية الماء السميكة والبعيدة نسبيا عن أسطح الحبيبات والموجودة في المسام الواسعة والممسوكة بقوة تتراوح بين 3/1- 15 ضغط جوي (بار) وهي قوي ضعيفة لا تمنع حركته ولكنها كافية لحفظه حول الحبيبات ضد الجاذبية الأرضية



شكل (85) صور الماء الأرضي

العوامل المؤثرة علي مقدار الماء الشعري :

يتأثر مقدار الماء الشعري بالعوامل الآتية :

قوام وبناء حبيبات الأرض - نسبة المادة العضوية بالأرض - الجذب السطحي للماء الأرضي .

(3) الماء الهيجروسكوبي :

- هو الجزء من الماء الذي يتواجد على صورة أغشية رقيقة حول حبيبات الأرض .
- شديد الارتباط بأسطح الحبيبات بقوي شد كبيرة جداً تتراوح بين 31 - 10 آلاف ضغط جوي (بار) تحول دون قدرة الجاذبية الأرضية على تحريكه في مسام الأرض إلي أسفل .
- أساسا يكون في صورة غير سائلة ويتحرك علي صورة بخار ولا يمكن للنبات الاستفادة منه .
- لا يفقد هذا الماء من الأرض إلا بتجفيفها عند درجة حرارة 105 ^{5}م لمدة 24 ساعة .
- تختلف نسبته في الأرض باختلاف محتواها من الطين والمادة العضوية ، فكلما ازدادت نسبة أي منهما ازدادت نسبته ، وتتواوح نسبته بين 2% في الأراضي الرملية ، 10 % في الأراضي الطينية والعضوية .

(ب) التقسيم البيولوجي للماء الأرضي :

وهو عبارة عن تقسيم الماء الأرضي اعتمادا علي درجة تيسره للنبات النامي ، و تبعا لذلك يقسم الماء إلي الصور التالية :

- **الماء الحر (الفائض) :**
- هو عبارة عن مقدار الماء الذي يزيد عن السعة الاحتفاظية المائية العظمي للأرض .
- ليست له أهمية بالنسبة للنباتات النامية حيث أن وجوده يشجع الظروف الضارة بالنمو .
- الضرر الناشئ عن وجوده لا يكون مقصورا علي أن جذور النبات تحرم من الأكسجين اللازم لتنفسها بل يتعداه إلي توقف النشاط الميكروبي المرغوب فيه كما تتوقف كل العمليات الحيوية والكيميائية التي تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة .

- **الماء الميسر :**
- هو ذلك الجزء من الماء الشعري الذي تقل قوة شده في المسام الشعرية عن 15 بار (3/1- 15 بار) .

- يعرف بأنه الفرق بين السعة الحقلية والتي تعتبر الحد الأعلي للماء الميسر ، وبين نقطة الذبول الدائم والتي تعتبر الحد الأدني للماء الميسر.

العوامل التي تؤثر علي مقدار الماء الميسر :

قوام الأرض - نسبة المواد العضوية - تركيز الأملاح - عمق القطاع الأرضي

- **الماء غير الميسر :**

- الماء غير الميسر عبارة عن ذلك الجزء من الماء الذي يمسك في الأرض عند نقطة الذبول الدائم بقوة شد كبيرة تصل إلي 15 بار مما يجعل النبات غير قادر علي امتصاصه .

- هذا الماء يشمل الماء الهيجروسكوبي بالإضافة إلي الجزء من الماء الشعري الذي تمتصه النباتات ببطء شديد بحيث لا تستطيع معه منع الذبول ، وإن كان بعضه يمكن استخلاصه بواسطة بعض النباتات الصحراوية .

ثوابت الرطوبة الأرضية

- **السعة الاحتفاظية القصوي بالماء :**

وهي عبارة عن المحتوي الرطوبي بالأرض عندما تكون جميع مسامها الواسعة والضيقة مملوءة تماما بالماء .

- **السعة الحقلية :**

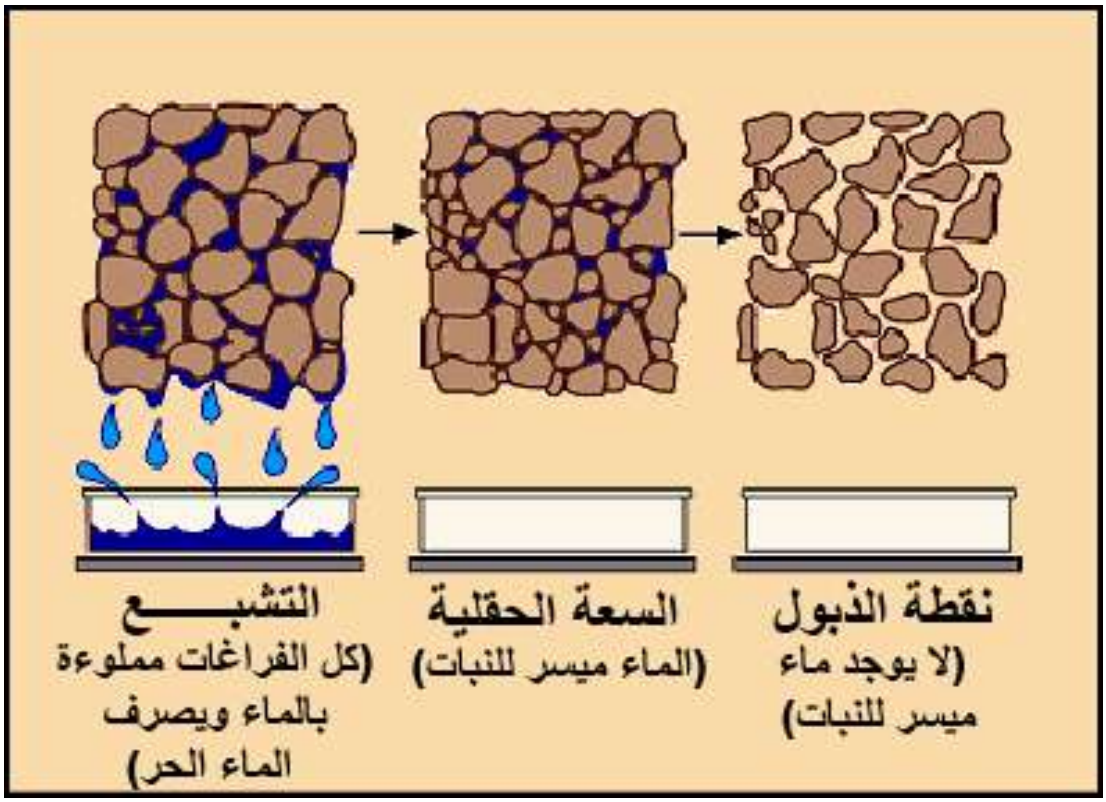
وهي عبارة عن مقدار الماء التي تحتفظ به الأرض عند قوة شد قدرها 3/1 بار

- **نقطة الذبول المستديم :**

وهي عبارة عن مقدار الماء الذي تحتفظ به الأرض عند قوة شد قدرها 15 بار ، وعند هذه النقطة فان النبات النامي لا يستطيع استخلاص كمية من الماء تكفي للإبقاء علي حيويته فتظهر عليه أعراض الذبول الدائم (شكل 86) .

- **المعامل الهيجروسكوبي :**

وهو عبارة عن المحتوي الرطوبي بالأرض عندما تجف وتكون في حالة اتزان مع الهواء المحيط بها (أي تصبح جافة هوائيا) .



شكل (86) ثوابت الرطوبة الأرضية

المحتوي الرطوبي وحركة الماء الأرضي في الحالة المشبعة للتربة

المحتوي الرطوبي :

قبل أن نتطرق إلي حركة الماء في الأراضي يجب أن نقدم شرحا مختصرا لطرق تقدير الرطوبة الأرضية ، والطرق الرئيسية المستخدمة في هذا الصدد تشمل :

(1) الطريقة الوزنية .

(2) طريقة التنشيوم يترات .

(3) طريقة قوالب المقاومة المسامية .

(4) طريقة التشتت النيتروني .

(١) الطريقة الوزنية :

- وهي أكثر الطرق استعمالا في تقدير الماء الأرضي لبساطتها ، كما أنها تعتبر الطريقة القياسية التي يتم علي أساسها تقييم الطرق الأخرى التي تستخدم لتقدير الماء الأرضي .
- في هذه الطريقة يتم وزن عينة من الأرض الرطبة بميزان حساس ثم توضع في فرن كهربي لمدة 24 ساعة علي درجة حرارة 105– 110 ^{5}م ثم يعاد وزنها ثانية لتقدير وزن عينة الأرض الجافة تماما .
- والنسبة المئوية للرطوبة تحسب من العلاقات التالية :

$$\text{نسبة الرطوبة (وزنا)} = \frac{\text{وزن الرطوبة المفقودة}}{\text{وزن عينة الأرض الجافة تماما}} \times 100$$

$$\text{نسبة الرطوبة (حجما)} = \frac{\text{وزن الرطوبة}}{\text{وزن عينة الأرض الجافة تماما}} \times \frac{\text{الكثافة الظاهرية للأرض}}{\text{كثافة الماء}}$$

(٢) التنشيومترات :

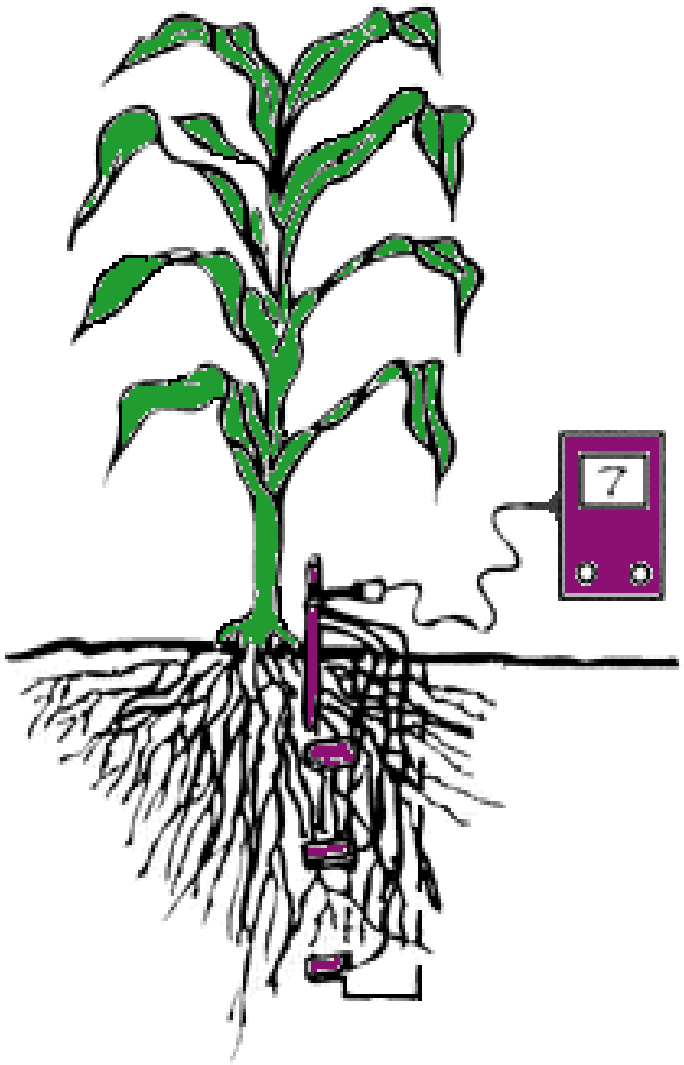
- التنشيومتر عبارة عن جهاز يقيس مقدار الشد الرطوبي وليس كمية الماء الموجودة بالأرض .
- ويتكون التنشيومتر من كأس مسامي مملوء بالماء يتصل به أنبوبة مملوءة بالماء (شكل 87) ، ويتصل كلا من الكأس المسامي والأنبوبة بمقياس تفريغ لقياس قوة الشد .
- والتنشيومتر يتم وضعه في حفرة بالحقل يتم حفرها بواسطة الأوجر بحيث يكون هناك اتصال جيد بين الكأس المسامي والتربة المحيطة به .

(شكل 87) التنشيومتر

- فعندما تكون الأرض مشبعة تماما بالماء فلا يتم سحب أي رطوبة من الكأس وبالتالي يظل التوتر عند الصفر ، ولكن عندما تقوم جذور النبات باستخلاص الماء من الأرض فإن الأرض تقوم بدورها بسحب الماء من الكأس المسامي حتي الوصول إلي حالة الاتزان والتي عندها يتساوي الشد الرطوبي في الأرض مع مقدار التفريغ في التنشيومتر ، ومقدار هذا الشد يعكس مقدار الرطوبة بالأرض (سيتم شرحها فيما بعد بالتفصيل) .

(٣) قوالب المقاومة الكهربية :

- تعتمد هذه الطريقة علي أن المقاومة الكهربية لحجم معين من الأرض تعتمد علي المحتوي الرطوبي الموجود بها .
- وقوالب المقاومة عبارة عن مكعبات غالبا ما تكون مصنوعة من الجبس يوجد بداخلها زوج من الإلكترودات المتصلة بالتيار الكهربي (شكل 88) .
- وعندما توضع هذه القوالب في ملامسة الأرض فإنها تمتص الرطوبة منها ، وعادة ما ترتبط مقاومة القوالب للتيار الكهربي بكمية المياه التي امتصتها .
- وبمعايرة قراءات المقاومة مع محتوي الأرض من الرطوبة فإنه يمكن الحصول علي تقدير تقريبي لرطوبة الأرض .

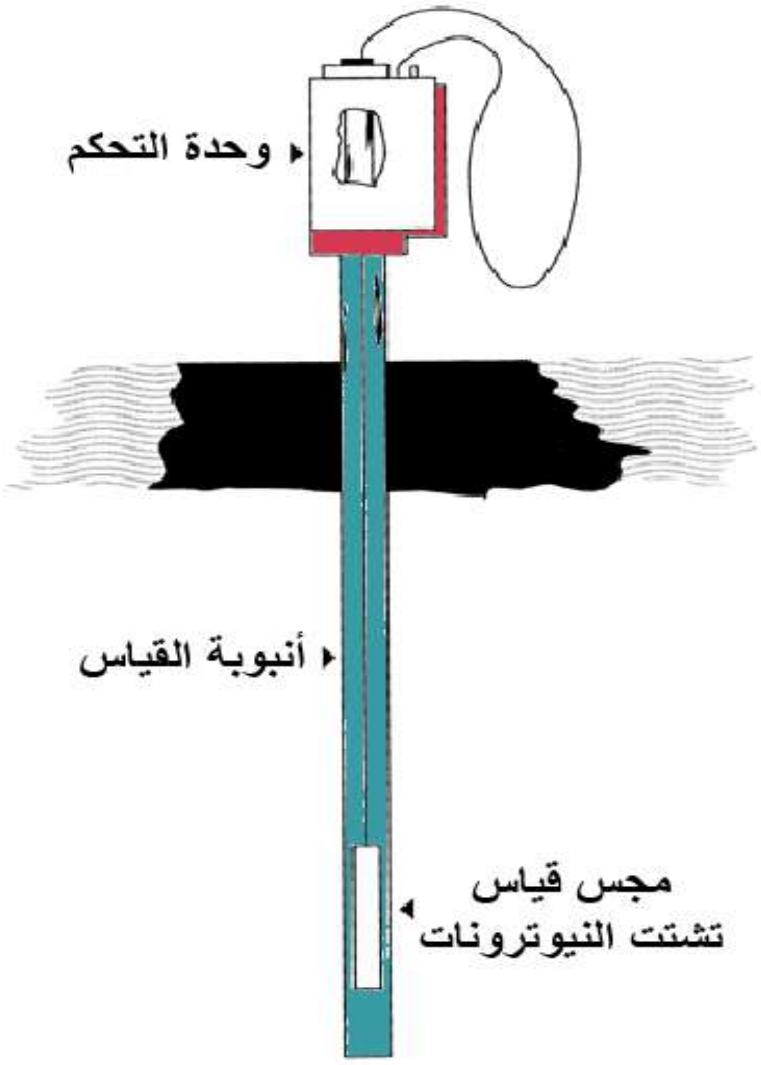


شكل (88)
قوالب المقاومة الكهربية

(4) طريقة التشتت النيتروني

- تعتمد هذه الطريقة علي أن ذرات الهيدروجين التي يحتويها الماء الأرضي لها مفعول أكيد في الإقلال من سرعة النيوترونات سريعة الحركة وتشـــتيتها
- ونتيجة لعملية التشتيت والتغير في اتجاه هذه النيترونات فإن بعضها يعود إلي مصدرها الأصلي كجزيئات بطيئة الحركة يمكن قياسها بواسطة صفيحة من الراديوم أو الفضة والتي تصبح مشعة عندما تصطدم بها النيوترونات

- عادة يرتبط عدد النيوترونات البطيئة الحركة بكمية ذرات الهيدروجين (وبالتالي بجزيئات الماء) الموجودة بالأرض ، ومن أهم مميزات هذه الطريقة أنه يمكن استخدامها بدون إحداث أية إثارة للتربة كما أنها تعطي نتائج جيدة في الأراضي المعدنية والتي يكون الماء بها هو مصدر الهيدروجين الأساسي .



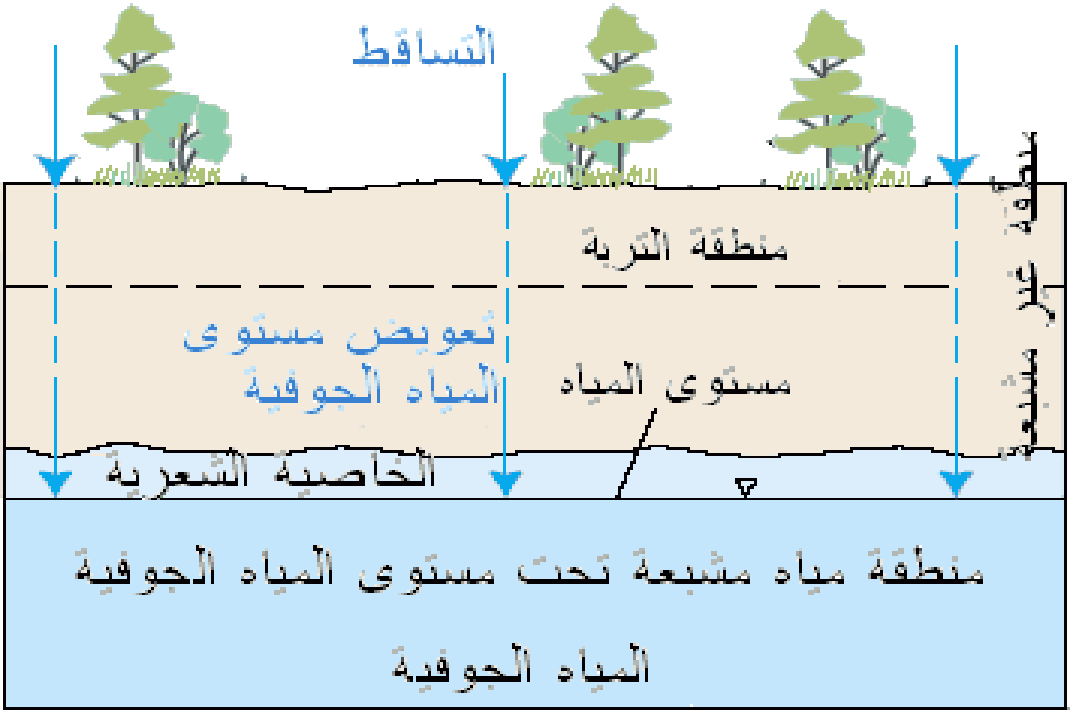
شكل (89) جهاز التشتت النيتروني وأنبوبة القياس

والجهاز كما هو موضح بالشكل (89) يحتوي علي مصدر للنيترونات سريعة الحركة ، ومقياس لعدد النيترونات بطيئة الحركة ، ويتم وضع الجهاز خلال أنبوبة القياس عند العمق المطلوب فتنطلق النيترونات السريعة الحركة جدا وتصطدم بذرات الهيدروجين الموجودة في الماء الأرضي مما يؤدي إلي تغير حركة النيترونات وفقد جزء كبير من طاقتها فيتم قياس النيترونات البطيئة والتي تعطي دلالة علي المحتوي الرطوبي للأرض .

حركة الماء الأرضي في الأراضي المشبعة والعوامل المؤثرة عليها :

يمكن تمييز ثلاثة أنواع من حركة الماء الأرضى وهي : السريان المشبع ، والسريان غير المشبع ، والحركة علي صورة بخار ماء .

- فيما يتعلق بالسريان المشبع : فهو عبارة عن حركة الماء إلي أسفل خلال جميع مسام الأرض عندما تصبح مشبعة تماما بالماء ويسمي الماء بالماء الراشح .
- فعندما يضاف الماء إلي الأرض عن طريق الري أو من خلال المطر فأنه يخترق السطح ويحل محل الهواء في المسام الكبيرة أولا ثم بعد ذلك في المسام الصغيرة حتي تصبح جميع المسام مشغولة بالماء ويقال عند ذلك أن الأرض مشبعة تماما بالماء .
- وإذا زاد الماء عن ذلك فـإنه يرشح إلي أسفل ويشجعه علي ذلك قوي الجاذبية الأرضية والخاصية الشعرية وتستمر مثل هذه الحركة طالما كان هناك إمداد كاف بالماء ولا توجد أية عوائق بالأرض .
- من المعروف أن سريان الماء في الأراضي يحدث تحت الظروف المشبعة والغير مشبعة . ففي المنطقة غير المشبعة والتي تقع مباشرة تحت سطح الأرض وتحتوي على الماء والهواء تكون كل المسام ممتلئة جزئيا بالماء ، ويكون الضغط الهيدروستاتيكي للماء أقل من الضغط الجوي .
- أما في المنطقة المشبعة والتي تقع مباشرة تحت المنطقة غير المشبعة تكون فيها كل المسام ممتلئة تماما بالماء ، ويكون الضغط الهيدروستاتيكي للماء أكبر من الضغط الجوي ، مما يسمح للماء بالخروج منها إلى الآبار أو العيون .
- وتتم تغذية المنطقة المشبعة عبر رشح المياه من سطح الأرض إلي هذه الطبقة مرورا بالطبقة غير المشبعة.
- ومستوى الماء الأرضي في هذه المنطقة يتواجد عند النقطة التي يتساوى فيها الضغط الهيدروستاتيكي للماء مع الضغط الجوي ، وتعتبر هذه المنطقة هي المصدر الرئيسي للماء الجوفي .
- أما المنطقة المحصورة بين المنطقة غير المشبعة وبين مستوي الماء الأرضي فتسمي منطقة الشعيرات المائية ، وتكون مشبعة بالماء ويكون الماء ممسوكا فيها بالقوي الشعرية (شكل 90) وفي هذه المنطقة يرتفع الماء في الفراغات الشعرية في اتجاه معاكس للجاذبية الأرضية لوقوعه تحت ضغط سالب .



شكل (90): يوضح المنطقة المشبعة والمنطقة الغير مشبعة ومنطقة الشعيرات المائية

ميكانيكية سريان الماء في الأراضي المشبعة :

يتوقف سريان الماء في الأراضي المشبعة علي عاملين مؤثرين هما :

- القوة المحركة للماء وهي عبارة عن انحدار الجهد (أي التغير في الجهد لوحدة المسافة) ،
- التوصيل الهيدروليكي (أي قابلية التربة لإمرار الماء خلالها) ويمكن تمثيل العلاقة بين هذين العاملين وبين حجم الماء المتحرك خلال الأرض (معدل السريان) بالمعادلة التالية :

معدل السريان = التوصيل الهيدروليكي × انحدار الجهد

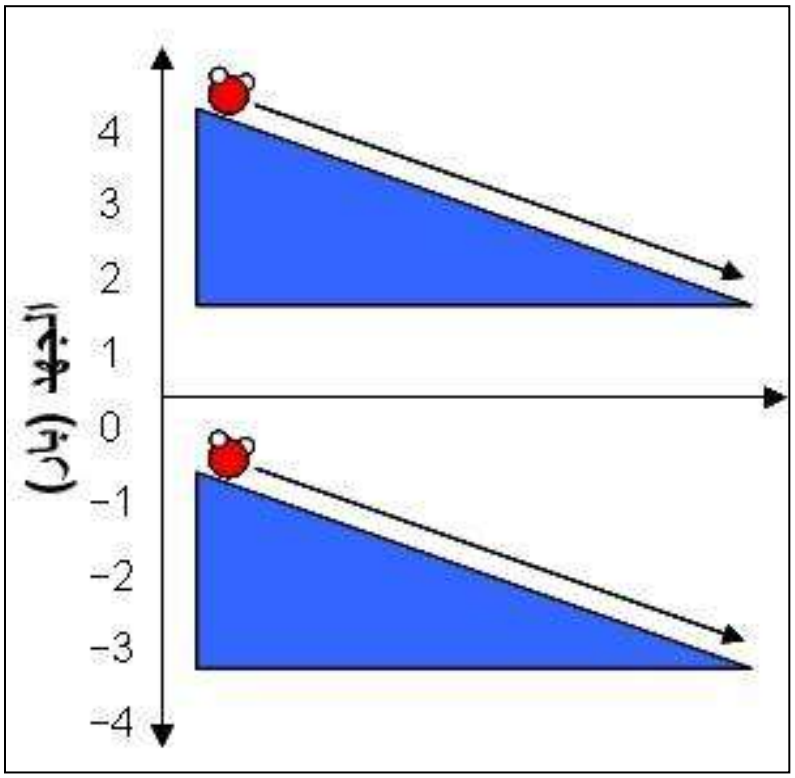
وبناء علي هذه المعادلة فإن الزيادة في قيمة التوصيل الهيدروليكي أو الانحدار في الجهد تؤدي إلي زيادة معدل سريان الماء في الأرض

- **انحدار الجهد** :

تقدر القوة المحركة للماء (انحدار الجهد) بعاملين :

(1) الجاذبية الأرضية ، (2) الاختلافات في قوي الشد الغشائي (أي انحدار الشد) .

- فالجاذبية الأرضية تؤثر علي حركة الماء إلي أسفل فقط ، أما انحدار الجهد فإن تأثيره يكون في أي اتجاه .
- فإذا كان الانحدار كبيرا أي الفرق في الشد الرطوبي كبير بين نقطتين المسافة بينهما مقدارها الوحدة (شكل 91) ، فإن الماء يتجه ناحية منطقة الجهد (الشد) الأعلي بسرعة وعلي العكس من ذلك يكون التنظيم بطيئا في حالة الانحدار القليل وتكون كمية الماء المتحركة تبعا لذلك قليلة .



شكل (91) حركة الماء من المنطقة ذات الجهد العالي إلي المنطقة ذات الجهد المنخفض مثل كرة الثلج التي تسقط من أعلي المنحدر

- **التوصيل الهيدروليكي:**

- ويطلق عليه أحيانا " معامل النفاذية " وهو يعبر عن مقدرة الأرض علي توصيل الماء أو سهولة حركته في فراغاتها .
- ويعتمد علي خصائص الأرض ، ومساميتها ، وكذلك أحجام المسام وتوزيعها ومدي اتصالها ببعضها البعض ، فإذا كانت المسام غير متصلة ببعضها البعض فإن النفاذية تكون منخفضة حتى ولو كانت المسامية عالية .
- كما يعتمد التوصيل الهيدروليكي علي قوي الشد التي يمسك بها الماء .

- في حالة السريان المشبع يكون الشد الرطوبي منخفضا ، لذلك يكون التوصيل مرتبطا بشدة بأحجام المسام .
- ليس شرطا أن تكون الأراضي الأعلى مسامية هي الأعلى نفاذية 0 فالأراضي الطينية أعلي مسامية من الأراضي الرملية ومع ذلك فهي أقل منها نفاذية ، وذلك لأن حجم الفراغ الواحد في الأولي صغير جدا مما يجعل الاحتكاك يستنفذ جزء ا كبيرا من الطاقة ويقلل من سرعة حركة الماء
- يكون الانخفاض في التوصيل الهيدروليكي أكثر وضوحا في الأراضي الرملية عنه في الأراضي الطينية لأن الماء عند قوي الشد العالية ويمسك في الأراضي الرملية عند نقط التلامس بين حبيبات الرمل الكبير نسبيا وبعضها ، وتحت هذه الظروف لا يوجد غشاء مائي متصل وبالتالي لا توجد فرصة لتحرك الماء ، فإذا حدث انتقال للماء فإنه يكون علي هيئة بخار ، وعلي ذلك فإن طبقات الرمل في القطاع الأرضي كثيرا ما تعمل كحو اجز للرطوبة وهذا مشابه تماما للدور الذي تقوم به الطبقات الصماء أو الطبقات الطينية المندمجة .
- والجهاز المستخدم لقياس التوصيل الهيدروليكي في الأراضي يوضحه شكل (92) .

شكل (92) جهاز قياس التوصيل الهيدروليكي في المعمل

ثانيا : الهواء الأرضي

مقدمة :

سبقت الإشارة إلي أن ما يقرب من نصف الحجم الكلي للطبقة السطحية لأرض نموذجية يكون مشغولا بالحبيبات الصلبة (معدنية وعضوية) أما الجزء الباقي فهو عبارة عن المسام الموجودة بين حبيبات الأرض والتي تشغل بالماء والهواء في اتزان متغير ولما كان الهواء أكثر قابلية للحركة فمن الطبيعي أن تكون كمية الماء الأرضي هي المؤثر الأول في مقدار هذا الهواء ، وعلي ذلك فإنه ليس بالإمكان التأثير في أحدهما دون إحداث تغيير في الآخر .

تركيب الهواء الأرضي

يمكن القول أنه توجد صورتان للهواء الأرضي :

أ- الهواء الأرضي الموجود في الفراغات البينية (المسام) بين الحبيبات ، وهو حر الحركة ومشبع بالبخار بدرجة كبيرة وغني بالأكسجين .

ب- الهواء الذائب في الماء الأرضي أو داخل التجمعات الأرضية ، وهو غني بغاز ثاني أكسيد الكربون .

• يحتوي الهواء الأرضي علي تركيزات عالية من الغازات الناتجة من تحلل المواد العضوية بخلاف ثاني أكسيد الكربون مثل : النشادر ، الميثان ، وكبريتيد الهيدروجين وبخاصة تحت ظروف سوء التهوية .

• في الأراضي جيدة التهوية يكون تركيب الهواء الأرضي مشابها لتركيب الهواء الجوي حيث يتم تعويض الأكسجين المستهلك بواسطة كل من الكائنات الحية الدقيقة وجذور النبات بسرعة من الجو ، ولكن الأمر يختلف كثيرا في الأراضي سيئة التهوية .

ويختلف الهواء الأرضي عن الهواء الجوي في الآتي :

1 - ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تنفس الجذور والنشاط الميكروبيولوجي وأكسدة المواد العضوية ، فإذا احتوي الهواء الأرضي علي 25 و0 % غاز ثاني أكسيد الكربون فإن هذه النسبة تبلغ ثمانية أمثال نظيرتها في الهواء الجوي .

2 - انخفاض تركيز الأكسجين نظرا لاستهلاكه في عملية التنفس ، ويعتبر انخفاض محتوي الهواء الأرضي من الأكسجين عن 21 % مؤشرا هاما عن سوء تهوية الأرض ، وانخفاض تركيز الأكسجين في الهواء الأرضي يكون مرتبطا عموما بزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون به .

3 - ارتفاع تركيز بخار الماء بالهواء الأرضي ، فهو مشبع به تقريبا ، فيما عدا الأراضي الجافة غير المزروعة .

العوامل التي تؤثر في تركيب الهواء الأرضي :

- الحيز المسامي .
- النشاط البيولوجي .
- الاختلافات الموسمية .
- طبقات الأرض .

السعة الهوائية

- في معظم الأراضي الطبيعية تتغير نسب المكونات الثلاثة الرئيسية الصلبة والسائلة والغازية نتيجة لعمليات الحرث والانضغاط ، والتحبيب والتفريق ، والترطيب والتجفيف وما يتبعه ا من عمليات تمدد وانكماش ..... الخ .
- ونظرا لأن الماء والهواء يشغلان نفس الحيز المسامي فإنهما يرتبطان معا بشدة حيث تسبب الزيادة في أحدهما نقصان في الآخر .
- وحيث أنه توجد ثوابت مميزة للرطوبة الأرضية يمكن استعمالها ببساطة للدلالة علي محتوي الأرض من الرطوبة ، لذا كان من الضروري التوصل إلي مصطلح مشابه يعبر عن محتوي الأرض من الهواء فكان مصطلح " السعة الهوائية " .
- يمكن تعريف السعة الهوائية علي أنها عبارة عن : حجم الحيز من مسام الأرض المشغول بالهواء عندما تكون الرطوبة بالأرض عند السعة الحقلية .
- هناك مسميات أخري يمكن أن تطلق علي السعة الهوائية مثل المسامية الهوائية أو المحتوي الهوائي عند السعة الحقلية .

تتوقف المسامية الهوائية بدرجة كبيرة علي :

قوام الأرض :

ففي الأراضي الرملية تبلغ نسبتها 25 % فأكثر ، وفي الأرضي الطميية تكون بين 15 - 20 % ، أما في الأراضي الطينية فان نسبتها تقل عن 10 % من الحجم الكلي للأرض .

بناء الأرض :

يؤثر البنا ء الأرضي بشدة علي السعة الهوائية خاصة في الأراضي الناعمة القوام ، ففي الأراضي ذات البناء الجيد والتي تحتوي علي تجمعات أرضية ذات أقطار تبلغ 5 مم أو تزيد تصل السعة الهوائية إلي 20 - 30 % وذلك راجع لوجود مسام واسعة يصرف منه ا الماء بسرعة ، أما في الأراضي ذات البناء غير الجيد أو المهدم فإن المسام الواسعة تميل إلي الاختفاء وبالتالي تقل السعة الهوائية عن 5 % .

تهوية التربة

- المقصود بعملية تهوية التربة هي تبادل الهواء الأرضي مع الهواء الجوي ، أو بمعني آخر تجديد الهواء الأرضي .
- تهوية الأرض عملية هامة جدا لأنها تحافظ علي إمداد الأرض بالأكسجين ، و تعتبر إحدى خصائصها الفيزيائية المؤثرة في إنتاجيتها ، فجذور النباتات تمتص الأكسجين وتطلق ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس ويعتبر الأكسجين بسبب علاقته المباشرة بالتنفس ضروريا لكي تؤدي الجذور والكائنات الحية الدقيقة وظائفها بصورة جيدة .
- لكي تتنفس جذور النبات تنفساً جيداً فلابد أن تكون الأرض جيدة التهوية ، أي يكون التبادل الغازي، بين الهواء الأرضي في المسام والهواء الحر فوق سطحها بمعدل ملائم لكي يحول دون نقص الأكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الموجود في منطقة انتشار الجذور.
- يتحرك الهواء الأرضي عادة إما علي صورة غاز في المسام التي تم صرف الماء منها بشرط أن تكون متصلة ببعضها البعض ومتصلة بالجو ، وإما مذابا في الماء ، ولكن معدل حركته علي صورة غاز هي الأكبر ، ومن ثم فإن تهوية الأرض تعتمد بصورة كبيرة علي حجم المسام المملوءة بالهواء .

العوامل التي تؤثر علي تهوية الأراضي :

1 - جميع الإجراءات الزراعية التي تؤدي إلي تكوين التجمعات الأرضية وبالتالي الحصول علي بناء أرضي جيد .

2 - قوام الأرض كلما كان خفيفا كانت التهوية جيدة ، ونادرا ما تعاني الأراضي خشنة القوام من سوء التهوية ، وفي الأراضي الخشنة جدا تكون تهويتها عالية جدا .

3 - تعاقب جفاف الأرض يساعد علي تنظيم التهوية .

4 - تغير درجة حرارة الأرض ، فعند ارتفاع درجة الحرارة يتمدد الهواء وتقل كثافته فيخرج من الأرض إلي الجو، ويح دث العكس تماما عند انخفاض درجة الحرارة حيث يقل الحجم وتزيد الكثافة فيرجع الهواء إلي الأرض وبالتالى يحدث التجديد (التهوية) .

5 - الغمر وهو مشكلة مستعصية خاصة في المناطق المنخفضة حيث تعمل هذه الأراضي كمصارف للمناطق المحيطة بها ، وعموما تكون التهوية في الأراضي جيدة الصرف أفضل خاصة في الطبقات السطحية للأرض مقارنة بالطبقات تحت السطحية .

تأثير تهوية التربة علي النشاط الحيوي :

التأثير علي نشاط الكائنات الحية الدقيقة :

جميع الكائنات الحية الهوائية لا تؤدي عملها علي الوجه الأكمل إلا في وجود كميات كافية من الأكسجين ، ويمكن القول إنه تحت ظروف سوء التهوية يقل نشاط الكائنات الدقيقة الهوائية مثل بكتريا النترتة والنشدرة والبكتريا المثبتة للنتروجين الجوي ، وتنشط الكائنات الحية اللاهوائية والتي تقوم باختزال بعض المركبات منتجة مواد قد تكون سامة للنباتات النامية .

التأثير علي النباتات النامية :

تضر التهوية السيئة بالنباتات النامية كما هو واضح بشكل (93) :

أ - تقلل من نمو النبات وبصفة خاصة الجذور.

ب- تقلل من امتصاص النباتات النامية للماء والعناصر الغذائية .

ج- تشجع تكون بعض المركبات المعدنية السامة للنبات .

(شكل 93) ضرر التهوية السيئة على النباتات النامية

خدمة الماء الأرضي

- من النادر أن تكون ظروف الماء الأرضي مثالية لنمو النبات ، ففي الكثير من الأحيان قد تسود ظروفا غير ملائمة مثل ظروف الغدق الشديد في المناطق الرطبة أو ظروف نقص المياه في المناطق الجافة ، وتلك الظروف تعتبر محددة للإنتاج الزراعي .
- الإدارة الجيدة للماء الأرضي هي التي تقلل من أثر تلك القيود علي الإنتاج الزراعي ، وعلي ذلك فإن خدمة الماء الأرضي تشمل بالتالي جميع الجوانب المتعلقة بوفرة الماء واستخدامه ومدي ارتباط ذلك بنمو النبات .
- وإدارة المياه على مستوى المزرعة أصبح ت إحدى الأمور الهامة لمتخذي القرار، حيث أن القرارات الصادرة يتم اتخاذها عادةً بعد دراسات وتجارب حقلية من أجل استخدام المياه للحصول على الإنتاج الأمثل .
- تشمل مكونات " نظام إدارة الري " على مستوى المزرعة : الري ، الصرف ، أسلوب نقل المياه إلى المزرعة ، أسلوب تخزين وتوزيع المياه ، مع ضمان وفرة المياه في منطقة انتشار الجذور واللازمة لاستمرار نمو النبات في المزرعة، وفي الوقت ذاته ضرورة إبقاء تهوية كافية في منطقة الجذور .

(1) الموارد المائية الحالية في مصر :

نهر النيل - المياه الجوفية – الأمطار - إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي - مياه الصرف الصحي المعالج .

(2) أنظمة الري :

- تستهلك الزراعة فى مصر فى الوقت الحاضر 48 مليار متر مكعب سنوياً تستخدم لرى مساحة لا تزيد عن 8 مليون فدان وفي المستقبل سيكون من الضرورى تغيير نظم الرى بشكل جذرى إلى الرى الحديث (الرش والتنقيط) كما أنه ينتظر أن يحدث تعديل جوهرى فى التركيب المحصولى بما يسمح بزراعة محاصيل نقدية تصديرية بدلاً من المحاصيل التقليدية التى تستهلك الكثير من المياه ولا تدر العائد المادى المناسب .

أولا : الري السطحي (بالغمر) (شكل 94) **:**

- يعتبر الري السطحي حالياً أكثر أساليب الري شيوعاً ويستخدم على وجه الخصوص بواسطة صغار المزارعين

شكل (94) الري بالغمر

ثانيا: أنظمة الري الحديث :

(1) الري بالرش (شكل 95 أ) **:**

- يعتبر الري بالرش أحد أنظمة الري الحديثة و التي تستخدم لرى المناطق الصحراوية الرملية

شكل (95 أ) الري بالرش

(2) الري بالتنقيط :

هو أحد أنظمة الرى الحديثة المستخدمة فى رى الأراضى الصحراوية ويمتاز بتوفيره للمياه المستخدمة فى الرى (شكل 95 ب).

شكل (95 ب) الري بالتنقيط

(3) الوسائل المختلفة لترشيد استخدام مياه الري :

استعمال طرق الري الحديثة - تقليل مساحات المحاصيل الشرهة للماء - تطوير الري السطحي وتقليل فواقد الشبكة المائية - رفع كفاءة نقل وتوزيع المياه .

(4) كفاءة استعمال الماء بواسطة النباتات :

- تعتمد كفاءة استعمال الماء بواسطة النبات علي العلاقة بين نمو النبات (والتي يمكن التعبير عنها بالإنتاج الكلي) وكمية الماء المستهلك للوصول إلي هذا الإنتاج .
- والاستخدام الأكثر كفاءة للماء يمكن تحقيقه بسهولة من خلال توفير عوامل نمو (بما فيها الماء الميسر) أقرب ما تكون إلي المثالية .

(5) صيانة الماء :

- تعتبر مياه الأمطار المصدر الرئيسي للمياه المستخدمة علي سطح الأرض ، وتتفاوت كميات الأمطار الساقطة باختلاف الأماكن من الكرة الأرضية وأيضا باختلاف الأزمنة .

- وبينما نجد أن معدل السقوط السنوي للأمطار يصل إلي آلاف الملليمترات في المناطق الرطبة من العالم فإنه يصل في بعض المناطق الجافة من العالم إلي أقل من 100 مم /سنة .
- التخطيط للحفاظ علي المياه يشمل الحد من حدوث الجريان السطحي (شكل 96)

شكل (96) الجريان السطحي

ورفع كفاءة استعمال المياه للمحافظة عليها ، إضافة إلي محاولة زيادة المصادر المائية نفسها عن طريق حصاد مياه الأمطار .

- وحصاد المياه يعد تقليداً قديماً تم استخدامه منذ آلاف السنين في معظم الأراضي الجافة من العالم إلا أن ثمة تقنيات كثيرة قد جرى تطويرها، معظمها لأغراض الري، بينما طورت تقنيات أخرى من أجل الحفاظ علي المياه حتي استهلاكها من قبل الإنسان والحيوان والنبات.

الوسائل المختلفة المستخدمة فى حصاد المياه والحفاظ عليها :

- **البتون الكنتورية :** مهمة فى المناطق التى يزيد فيها ميل الأرض عن 3 % **(** شكل 97) .

شكل (97) البتون الكنتورية

- **أحواض الجريان السطحي :** وهى أحواض صغيرة على شكل معين أو مستطيل تحيط بها بتون ترابية قليلة الارتفاع لحجز المياه وهى ملائمة لزراعة الأشجار (شكل 98) **:**

شكل (98) أحواض الجريان السطحي

- **الزراعة الشرائطية :** وتستخدم عادة فى الأراضى ذات الميل المعتدل **(** شكل 99 **) :**

شكل (99) الزراعة الشرائطية

- **نشر المياه** : تستخدم عند الوديان بغرض نشر المياه على أكبر مساحة يمكن زراعتها (شكل 100) **:**

شكل (100) نظام نشر المياه

الصرف الزراعى : عبارة عن إزالة المياه الزائدة عن حاجة النبات من التربة وينقسم إلى

***الصرف السطحي (المكشوف)** : يمتاز برخص تكلفته وكفاءته العالية فى التخلص من كمية كبيرة من المياه فى وقت قصير(شكل 101) .

شكل (101) الصرف السطحي (المكشوف) وكيفية تنفيذه

***الصرف التحت سطحي (المغطى)** : يتم صرف الماء الزائد عن طريق أنابيب ويمتاز بعدم إعاقته للآلات الزراعية ولا يسبب أى فقد من التربة (شكل 102) .

شكل (102) نظام الصرف التحت سطحي (المغطي) وكيفية تنفيذه

المهارات العملية

تابع التحليل الفيزيائى (الطبيعى) للتربة

الدرس العملي الأول

تقدير قوة حفظ الأرض للماء

- يأخذ المحتوي الرطوبي بالأرض مصطلحات مختلفة حسب الصورة التي يوجد عليها ، فإذا كانت الفراغات البينية بالأرض مملوءة تماما بالماء (أي كانت الأرض مشبعة) وقدر المحتوي الرطوبي فإنه يسمي في هذه الحالة بنسبة التشبع ، وإذا ما تركنا هذه الأرض المشبعة لتصرف ماء الجاذبية الأرضية خلال يومين أو ثلاثة فإن المحتوي الرطوبي في هذه الحالة يطلق عليه السعة الحقلية ، أما الماء الذي يصرف بتأثير الجاذبية الأرضية فيسمي الماء الحر.
- من ناحية أخري ، إذا ما تركنا النبات في الأرض حتي يذبل وقدرنا الرطوبة فإننا نحصل علي ما نسميه بنقطة الذبول ، وإذا ما استمر تركنا للأرض بدون إضافة للماء فإنها تصبح في النهاية أرضا جافة هوائيا ، ويطلق علي المحتوي الرطوبي في هذه الحالة الماء الهيجروسكوبي ، وقد وجدت علاقة تقريبية بين هذه المصطلحات الرطوبية المختلفة كما يلي :

المحتوي الرطوبي عند التشبع = ضعف المحتوي الرطوبي عند السعة الحقلية

= أربعة أضعاف المحتوي الرطوبي عند نقطة الذبول

الأساس العلمي للطريقة :

عند وضع عينة أرض تم تشبيعها تماما بالماء لمدة 24 ساعة في علبة رطوبة لها قاع مثقوبة وتعريضها لقوة طاردة مركزية (شكل 103) فإن الماء الموجود في المسام الواسعة يزول ويبقي الماء الممتص بواسطة الغرويات الأرضية وكذا الموجود في المسام الضيقة أو الموزع في صورة أغشية رقيقة حول الحبيبات ، هذا المحتوي الرطوبي معبرا عنه كنسبة مئوية علي أساس الوزن الجاف يعرف باسم المكافئ الرطوبي ، وقد وجد تجريبيا أن قيمة المكافئ الرطوبي تتساوي مع السعة الحقلية في الأراضي متوسطة القوام (الطميية) وتقل عنها قليلا في الأراضي خشنة القوام (الرملية) وتزداد عنها قليلا في الأراضي الناعمة القوام (الطينية) .

شكل (103) جهاز الطرد المركزي المستخدم في تقدير المكافئ الرطوبي

خطوات العمل :

1 - توضع ورقة ترشيح مربعة في قاع علبة المكافئ الرطوبي ويوضع عليها حوالي 30 جرام تربة جافة هوائيا (منخولة بمنخل ثقوبه 2 مم) وتوزن بغطائها .

2 - تكرر هذه العملية مع علبة أخري بحيث يكون وزنها الكلي (العلبة + الغطاء + عينة الأرض) مساويا للوزن الكلي للعلبة الأولي .

3 - توضع العلبة في إناء به ماء ارتفاعه 1 سم وتترك لمدة 24 ساعة حتي تتشبع عينة الأرض بالماء بالخاصية الشعرية ثم تخرج من الماء وتترك لمدة 10 دقائق علي قطعة قماش لصرف الماء الحر .

4 - توضع العلبة في جهاز الطرد المركزي بحيث تكون كل علبتين متساويتين في الوزن متقابلتين (علي خط مستقيم) ويشغل الجهاز لمدة نصف ساعة بسرعة 2442 لفة / دقيقة .

5 - يتم إخراج العلب من جهاز الطرد المركزي ويقدر المحتوي الرطوبي في عينة منها ، وهذا المحتوي الرطوبي يمثل المكافئ الرطوبي للأرض .

الدرس العملي الثاني

تقدير نسبة الرطوبة الأرضية بعد الري
وحتي ميعاد الرية التالية

يوجد العديد من الطرق المستخدمة لتقدير رطوبة الأرض وبالتالي تقدير حاجتها للري من عدمه ، وعموما يمكن تقسيم هذه الطرق إلي :

أولا : الطريقة الوزنية :

وهي من الطرق المباشرة لتقدير الرطوبة الأرضية ، وتعتبر من أدق الطرق وأكثرها مشقة وتتم في الخطوات التالية :

- توزن علبة رطوبة بغطائها (شكل 104) جافة ونظيفة .
- تؤخذ عينة ممثلة من الأرض الرطبة وتوضع في علبة الرطوبة وتوزن .
- توضع العلبة بمحتوياتها في الفرن الكهربي علي درجة حرارة 105 ^{5}م لمدة حوالي 24 ساعة
- توزن العينة بعد تجفيفها مرة ثانية ، ومن الوزن الرطب والوزن الجاف تماما يمكن حساب كمية الرطوبة الموجودة بالعينة .
- تحسب النسبة المئوية للرطوبة بالعينة من القانون التالي :

نسبة الرطوبة (وزنا) = (وزن الرطوبة المفقودة / وزن عينة الأرض الجافة تماما) ×100

شكل (104) علبة رطوبة بغطائها

ثانيا : الطرق المبنية علي أساس قوة الجذب للماء الأرضي :

وهي طرق غير مباشرة تقيس قوة جذب الأرض للماء ، وتعتبر من أفضل الطرق لتقدير الماء الميسر ، ومن هذه الطرق طريقة التنشيومتر وهو عبارة عن وعاء مسامي من الخزف متصل بأنبوبة زجاجية مملوءة بالماء متصلة بمقياس تفريغ (مانومتر) شكل (105) .

فكرة عمل جهاز التنشيوميتر :

- لما كان الماء سهل الحركة إلي خارج وإلى داخل الوعاء المسامي فإن جفاف الأرض يعمل علي خروج الماء من الوعاء محدثا تفريغا ، فترفع لذلك قراءة المانومتر ، وعلي العكس من ذلك فزيادة الرطوبة الأرضية تعمل علي دخول الماء إلي الوعاء المسامي فتنخفض قراءة المانومتر وترتفع كفاءة هذه الطريقة في الأراضي الخفيفة القوام .

شكل (105) يوضح كيفية تثبيت التنشيومتر لقياس الرطوبة الأرضية

طريقة استخدام الجهاز لتقدير الرطوبة الأرضية :

1 - يملأ الجهاز بالماء بعد نزع السدادة ويترك فترة للتخلص من الفقاقيع الموجودة بمسام الوعاء الفخاري ثم يوصل مقياس التفريغ بالجهاز ثم تغلق السدادة بإحكام ويجب التأكد من أن الوعاء الفخاري ومسامه والأنبوبة مملوءة تماما بالماء .

2 - يوضع الجهاز في الأرض في أماكن تمثل حالة النباتات وتوزيع الرطوبة في الأرض وذلك بعمل حفرة في الأرض باستخدام بريمة الأرض بحيث يكون قطرها مناسب ا لقطر التنشيومتر المستخدم ويكون عمقها أقل قليلا من العمق المطلوب للجهاز مع التأكد من ملامسة الأرض للوعاء الفخاري .

3 - بعد ري الأرض تؤخذ قراءة الجهاز ويستمر ذلك دوريا لمتابعة جفاف الأرض التدريجي ، ويتم ذلك بقراءة تدريج مقياس التفريغ بالجهاز وهو يعبر عن قوة الشد الرطوبي ، وعادة يضاف الماء لري الأرض عندما تصل قوة الشد إلي 0و5 بار في منطقة انتشار الجذور النشطة ، و 0و4 بار في عمق أكثر من ذلك والجدول التالي يوضح قراءات الجهاز ودلائل محتوي الرطوبة بالأرض وتحديد متي يجب إجراء عملية الري :

مدلول قراءات التنشيومتر

قراءة الجهاز (بار)	دليل المحتوي الرطوبي للأرض
صفر	الأرض مشبعة تماما بالماء والجذور تعاني نقص التهوية
صفر – 0و5	الأرض رطبة جدا
0و10 – 0و15	الرطوبة المثالية بالأرض
0و15 – 0و25	نطاق السعة الحقلية حسب قوام الأرض
0و40 – 0و50	يضاف الماء لري النباتات
0و1 – 0و2	نقطة الذبول الدائم حيث النباتات ذات الجذور السطحية الحساسة لنقص الماء وكذلك النباتات التي تنمو في أرض خشنة القوام

كيفية تحديد الفترة بين الريات ومواعيد الري :

- تحديد عدد مرات الري وكذلك الفترة بين الرية والأخرى يتوقف علي عدة عوامل منها :

أ- خواص الأرض ومقدرتها علي الاحتفاظ بالماء .

ب- الظروف الجوية ومدي تأثيرها علي عملية البخر- نتح .

ج- نوع المحصول المزروع .

- وحيث أن كمية الماء المفقود بالبخر من سطح الأرض والمفقود بواسطة النتح من النباتات يمثلان الاستهلاك اليومي للماء ، فبمعرفة كمية الماء الميسر في الأرض يمكن علي وجه التقريب تحديد مواعيد الري ، وينصح عادة بالري قبل انخفاض الماء الميسر عن 50 % .

$$\text{عدد الأيام بين الرية والأخرى} = \frac{\text{كمية الماء الميسر (سم)}}{\text{كمية الماء المستهلك يوميا (سم)}}$$

- ولتحديد الفترة بين الرية والرية التالية لها يجب معرفة الآتي :

1 - الاستهلاك المائي اليومي .

2 - كمية المياه التي يستنفذها النبات خلال موسم النمو .

3 - عمق الماء المضاف .

ويتحدد ذلك من العلاقات التالية :

(أ) في حالة استخدام عمق الماء المضاف :

$$\text{الفترة بين الرية والأخرى} = \frac{\text{عمق الماء المضاف للري (سم)}}{\text{الاستهلاك المائي اليومي للنبات (سم)}}$$

مثال :

احسب الفترة بين الريات إذا علمت أن عمق الجذور الفعال 50 سم ، و% للرطوبة عند السعة الحقلية 35 % ، وعند نقطة الذبول الدائم 21 % ، والكثافة الظاهرية للأرض 25و1 جم/سم 3 ، وأن النبات يستنفذ 75% من الماء الميسر ، والاستهلاك المائي اليومي للنبات 1 سم / يوم .

الحل :

نسبة الماء القابل للاستفادة بواسطة النبات = 35 – 21 = 14 %

$$\text{نسبة الماء المستهلك} = 14 \times \frac{75}{100} = 5و10\ \%$$

$$\text{عمق الماء الواجب إضافته} = 50 \times \frac{5و10}{100} \times 25و1 = 6و6 \text{ سم}$$

وبالتالي يكون الري بعد = 6و6 ÷ 1 = 6و6 يوم

(ب) في استخدام معدل الاستهلاك المائي في فترة النمو :

$$\text{الفترة بين الرية والأخرى} = \frac{\text{كمية الرطوبة في العمق الفعال للجذور فترة النمو(سم3)}}{\text{معدل الاستهلاك المائي في هذه الفترة (سم)}}$$

مثال :

عند زراعة محصول معين معدل استهلاكه في فترة النمو 18 م3 للفدان / اليوم ، والمطلوب حساب الفترة بين الريات إذا كانت % للرطوبة عند السعة الحقلية 36 % وعند نقطة الذبول 20 % والكثافة الظاهرية للأرض 20و1جم/ سم3 وعمق الجذور الفعال 50 سم .

الحل :

نسبة الماء الميسر = 36 – 20 = 16 %

$$\text{نسبة الماء المستهلك} = 16 \times \frac{75}{100} = 12\ \%$$

حجم الماء في العمق الفعال للجذور = عمق الماء الواجب إضافته × مساحة الحقل

$$= (5و0 \times \frac{12}{100} \times 2و1) \times 4200 = 4و302 \text{ م}3$$

$$\text{الفترة بين الريات} = \frac{\text{الماء الميسر في العمق الفعال للجذور فترة النمو (م3/فدان)}}{\text{معدل الاستهلاك المائي في هذه الفترة (م3 /فدان)}}$$

وبالتالي تكون الفترة بين الريات = 4و302 ÷ 18 = 17 يوم تقريبا .

الدرس العملي الثالث

تقدير معامل الرشح في الأراضي بواسطة الاسطوانة المزدوجة

تظهر أهمية معدل الرشح عند اختيار طريقة الري ، فالأراضي ذات معدلات الرشح المنخفضة (صفر – 10 مم / ساعة) تكون مناسبة للري السطحي ، أما الأراضي ذات معدلات الرشح العالية (أكبر من 30 مم / ساعة) فإنها تكون ملائمة لنظم الري بالرش والري بالتنقيط نظرا لأن الماء يرشح خلال هذه الأراضي بسرعة عالية وبذلك تصبح عملية إضافة الماء بصورة متجانسة وبكفاءة عالية بطرق الري السطحي أمرا مشكوكا فيه .

الأساس العلمي للطريقة :

- يبني الأساس العلمي لهذه الطريقة علي قياس معدل رشح الماء من سطح الأرض المبتلة متجها إلي باطن الأرض خلال فترة زمنية مقدارها الوحدة ، مع ملاحظة منع الماء الراشح من التسرب إلي الجوانب .
- ويستخدم في هذه الطريقة اسطوانتان معدنيتان مختلفتان في القطر ، والصغرى قطرها حوالي 30 سم وطولها 30 -50 سم وهي تستخدم لقياس معدل الرشح إلي أسفل والاسطوانة الأخرى قطرها حوالي 60 سم ولها نفس طول الأولي وتستخدم لتشبيع المنطقة المحيطة بمنطقة القياس لمنع أي حركة جانبية للماء الراشح من اسطوانة القياس (شكل 106) .

شكل (106) الاسطوانة المزدوجة ومحتوياتها

خطوات العمل :

1 - يتم إجراء هذه التجربة في الحقل ، وذلك بأن تدق الاسطوانة الداخلية في أرض الحقل إلي عمق مناسب ، ثم تدق الاسطوانة الكبري حول الصغري في الأرض بعناية ، والي نفس العمق بحيث يكون جزءا منهما ظاهرا فوق سطح الأرض (شكل 107 أ - ب) .

2 - يضاف الماء إلي كل من الاسطوانتين الداخلية والخارجية إلي ارتفاع ثابت مع مراعاة بقائه ثابتا عند هذا الارتفاع طوال فترة القياس .

3 - يقاس انخفاض سطح الماء بالاسطوانة الداخلية مع تسجيل الزمن حتي يثبت انخفاض الماء ويكون هذا هو معدل الرشح .

4 - تدون النتائج في جدول ويحسب منها معدل رشح الماء من العينة .

الانخفاض في سطح الماء (مم)							
الزمن (دقيقة)							

5 - ترسم العلاقة البيانية بين مقدار الانخفاض في سطح الماء بالاسطوانة الداخلية والزمن بالدقائق ومنه يمكن حساب سرعة رشح الماء في الأرض (سم / ساعة) .

(شكل 107 – أ)الاسطوانتين لتقدير معدل رشح الماء في الأرض

(شكل 107 – ب) كيفية تثبيت الاسطوانتين لتقدير معدل رشح الماء في الأرض

الدرس العملي الرابع

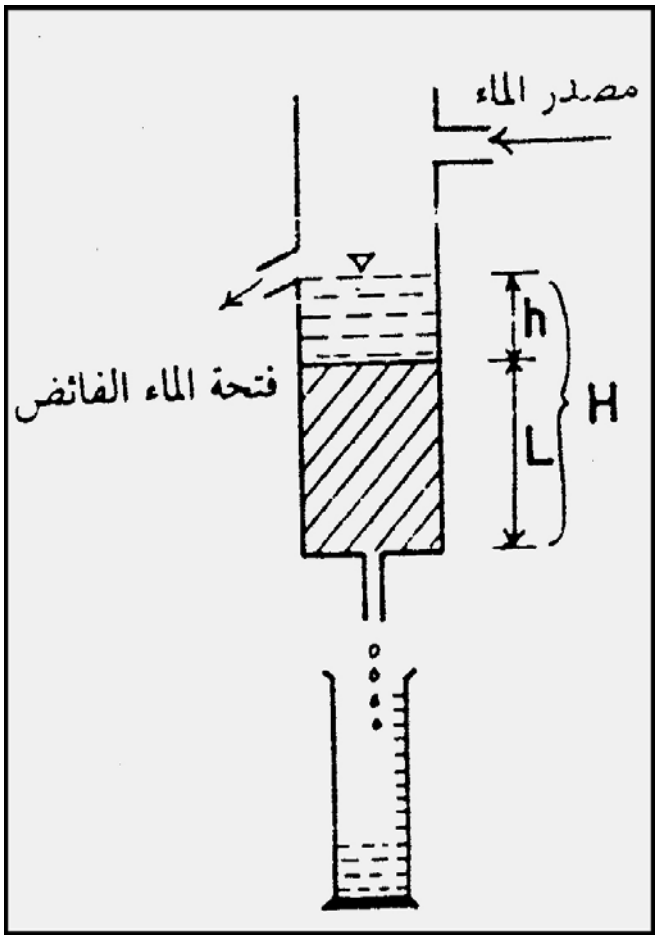
تقدير معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع

بواسطة قانون دارسي

إن المعلومات المتوفرة بخصوص تحرك الماء في الأرض تفيد بأن هذه الظاهرة تتبع قاعدة مفادها أن الماء يتحرك من المنطقة ذات الجهد العالي إلي المنطقة ذات الجهد المنخفض ، وبعبارة أخري يمكن القول أن الماء لكي يتحرك من نقطة لأخرى فلابد من وجود فرق في الجهد بين النقطتين يؤدي إلي وجود قوة دافعة تسمح بهذه الحركة .

الأساس العلمي :

يمكن تقدير معامل التوصيل الهيدروليكي للأرض أو ما يعرف بمعامل النفاذية عمليا بتطبيق قانون دارسي بطريقة مبسطة وذلك عن طريق قياس معدل تصرف الماء الراشح والمار في مساحة معينة من الأرض خلال فترة زمنية معينة وذلك بمعرفة ارتفاع الضاغط الهيدروستاتيكي (الارتفاع الثابت لعمود الماء فوق سطح الأرض) ، وطول عمود الأرض المشبعة ، ومساحة مقطعها .



(شكل) جهاز تقدير التوصيل الهيدروليكي في المعمل

ويمكن حساب معامل التوصيل الهيدروليكي للأرض من العلاقة التالية :

$$K = Q.L / A.t.H$$

حيث أن :

K : معامل التوصيل الهيدروليكي (سم / ساعة).

Q : عبارة عن حجم الماء الراشح (سم3) .

L : طول عمود الأرض (سم) .

A : مساحة المقطع العرضي لعينة الأرض (سم2) .

t : الزمن بالثانية .

H : الضاغط الهيدروليكي (ويشمل المجموع الجبري لضغط عمود الماء وضغط الموضع الناتج من قوة الجاذبية الأرضية) سم .

الأدوات والمواد المستخدمة :

عينة أرض جافة هوائيا – اسطوانة زجاجية مدرجة – مخبار زجاجي مدرج – ورق ترشيح – ساعة إيقاف .

خطوات العمل :

1 - تدون أبعاد الاسطوانة التي ستوضع بها عينة الأرض .

2 - تجهز الاسطوانة للعمل بأن يتم غلق أحد طرفيها بقطعة من الشاش الخفيف بعد وضع ورقة ترشيح فوقها ثم تثبيتها جيدا .

3 - يتم وضع عينة الأرض داخل الاسطوانة مع طرقها علي منضدة خشبية عدة مرات حتي نحصل علي توزيع متجانس للأرض داخل الاسطوانة بارتفاع 10 - 15 سم ثم يسوى سطح الأرض ويوضع فوقها ورقة ترشيح أخري .

4 - يوضع مخبار مدرج تحت الاسطوانة لاستقبال الماء الراشح .

5 - يتم توصيل فتحة الاسطوانة اليمني بمصدر للماء الجاري مع إضافة الماء تدريجيا وعادة يكون ارتفاع عمود الماء 5 – 10 سم .

6 - يستقبل الماء الراشح في مخبار مدرج مع قياس وتسجيل حجم الماء الراشح مع الزمن حتي يثبت حجم الماء الراشح مع الزمن .

7 - تكرر التجربة عدة مرات حتي نحصل علي قيمة ثابتة لمعدل تصرف الماء .

8 - تدون النتائج وتحسب قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي (K) لعينة الأرض كما يلي :

النتائج :

طول عمود الأرض	L	....	سم
طول عمود الماء فوق سطح الأرض	h	....	سم
الضاغط الهيدروليكي	H = L + h	....	سم
تصرف الماء	Q	....	سم3
مساحة مقطع الأسطوانة	A	....	سم2
معامل التوصيل الهيدروليكي	K	....	سم / ث

الدرس العملي الخامس

حساب تهوية التربة والسعة الهوائية

• تعرف السعة الهوائية (أو المسامية الهوائية) بأنها عبارة عن حجم الحيز من مسام الأرض المشغول بالهواء عندما تكون الرطوبة بالأرض عند السعة الحقلية . ونظرا لأن الهواء يشغل حجما معينا من مسام الأرض ، ونظراً للعلاقة الوثيقة بالمحتوى الرطوبي للأرض فإن ذلك يدخل في الحساب0 والقوانين التالية تستخدم في حساب النسب المئوية للهواء والماء في الأرض

$$\% \text{ لحجم المسام الكلية بالأرض} = 100 - \left(\frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ لحجم الهواء بالأرض} = \% \text{ لحجم المسام الكلية بالأرض} - \% \text{ لحجم الرطوبة بالأرض}$$

$$\text{المسامية الهوائية} = \% \text{ لحجم المسام الكلية بالأرض} - \% \text{ لحجم الرطوبة بالأرض عند السعة الحقلية}$$

$$\% \text{ للرطوبة حجما} = \% \text{ للرطوبة وزنا} \times \text{ث}_{\text{ظ}}$$

$$\text{نسبة الرطوبة (وزنا)} = \frac{\text{وزن الرطوبة المفقودة}}{\text{وزن عينة الأرض الجافة تماما}} \times 100$$

$$\text{نسبة الرطوبة (حجما)} = \frac{\text{وزن الرطوبة}}{\text{وزن الأرض الجافة تماما}} \times \frac{\text{الكثافة الظاهرية للأرض}}{\text{كثافة الماء}}$$

مثـــــــــــال (1) :

عينة أرض كثافتها الظاهرية 4و1 جم/سم^3 ، وكثافتها الحقيقية 65و2 جم/سم^3 ونسبة الرطوبة بها عند السعة الحقلية 15%0 والمطلوب حساب % لحجم المسام المشغولة بالهواء0

الحـــــــــــل :

$$\% \text{ للمسام الكلية بالأرض} = 100 - \left(\frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} \right) \times 100$$

$$= 100 - (0و528) \times 100$$

$$= \mathbf{100} - 52و8 = 47و2 \%$$

% للرطوبة حجمـــــا = % للرطوبة وزنـــــــا × الكثافة الظاهرية .

$$= 15 \times 1و4 = 21 \%$$

% لحجم الهواء بالأرض (السعة الهوائية) =

% لحجم المسام الكلية بالأرض – % لحجم الرطوبة بالأرض =

$$47و2 - 21 = 26و2$$

مثـــــــــــال (2) :

عينة أرض أخذت من الحقل وجففت في فرن علي درجة حرارة 110^5 م لمدة 24 ساعة فكـان وزنها قبل التجفيف 152 جم وبعد التجفيف 133 جم0 فإذا كانت الرطـوبة بالأرض عند السعة الحقلية0أحسب نسبة الهواء الذي يشغل مسامها إذا كانت كثافتها الظاهرية 4و1 جم/سم^3 وكثافتها الحقيقية 6و2 جم/سم^{3}0

الحـــــــــــل :

$$\% \text{ للمسام الكلية بالأرض} = 100 - (1و4 \div 2و6) \times 100 = 46و2 \%$$

$$\% \text{ للرطوبة وزنا} = [(152 - 133) \div 133] \times 100 = 14و2 \%$$

$$\% \text{ للرطوبة حجما} = 14و2 \times 1و4 = \mathbf{20 \%}$$

$$\% \text{ لحجم الهواء بالأرض (السعة الهوائية)} = 46و2 - 20 = 26و2 \%$$

تذكر أن

- يعتبر الماء الأرضي أحد مكونات الأرض الرئيسية، ويتواجد حول الحبيبات في صورة أغشية ويشغل جزءا من مسام الأرض .
- تحتفظ الأراضي بجزء من الماء الواصل إليها بعد الري أو المطر ضد الجاذبية الأرضية بفعل قوي التلاصق وقوي التماسك .
- يمكن التعبير عن القوي التي يمسك بها الماء حول حبيبات الأرض بعدة طرق منها :
  - الشد الرطوبي - الأس الرطوبي (pF) - جهد الشد الرطوبي .
- عند إدخال أنبوبة شعرية في كأس مملوء بالماء فإن قوي التلاصق بين جزيئات الماء وجدار الأنبوبة تسبب ارتفاع الماء في الأنبوبة الشعرية، وقوي التماسك بين جزيئات الماء وبعضها تسبب سحب الماء إلي أعلي0
- ’يمسك الماء الموجود عند السعة الحقلية بقوة شد تبدأ بـ 1/3 بار وتصل حتي 15 بار والماء الموجود عند معامل الذبول ’يمسك بقوة شد تتراوح بين 15 ، 31 بار أما الماء الهيجروسكوبي فيمسك بقوة شد تتراوح بين 31 ، 10000 بار.
- يعتمد التقسيم الفيزيائي للماء الأرضي علي قوة مسك الحبيبات الأرضية للماء ، ويشتمل علي الصور التالية :
  - الماء الحر (ماء الجاذبية) - الماء الشعري - الماء الهيجروسكوبي .
- يعتمد التقسيم البيولوجي للماء الأرضي علي درجة تيسر الماء للنبات النامي ، ويشتمل علي الصور التالية :
  - الماء الحر (الفائض) – الماء الميسر - الماء غير الميسر .
- يتوقف مقدار الماء الميسر بالأرض علي :
  - قوام الأرض - نسبة المواد العضوية - تركيز الأملاح - عمق القطاع الأرضي .
- تشمل ثوابت الرطوبة الأرضية ما يلي :

- السعة الاحتفاظية القصوي بالماء : عبارة عن محتوي الأرض من الماء عندما تكون جميع مسامها مملوءة تماما بالماء .
- السعة الحقلية: عبارة عن مقدار الماء التي تحتفظ به الأرض بعد صرف الماء الحر من المسام الكبيرة بفعل الجاذبية الأرضية .
- نقطة الذبول المستديم: وهي عبارة عن مقدار الماء الذي تحتفظ به الأرض عندما تبدأ أعراض الذبول الدائم في الظهور علي النبات .
- المعامل الهيجروسكوبي: وهو عبارة عن أغلفة الماء الرقيقة المدمصة حول حبيبات الأرض عندما تكون جافة هوائيا .

- أهم الطرق التي تستخدم في تقدير الرطوبة الأرضية ما يلي :
  - الطريقة الوزنية .- طريقة التنشيومترات . - طريقة قوالب المقاومة المسامية .
  - طريقة التشتت النيتروني .
- يمكن تمييز ثلاثة أنواع لحركة الماء في الأرض وهي :
  - السريان المشبع - السريان غير المشبع - الحركة علي صورة بخار ماء .
- يعرف السريان المشبع : بأنه عبارة عن حركة الماء إلي أسفل خلال جميع مسام الأرض عندما تصبح مشبعة تماما بالماء ويسمي الماء بالماء الراشح .
- يتوقف سريان الماء في الأراضي المشبعة علي عاملين :
  - القوة المحركة للماء وهي عبارة عن انحدار الجهد - التوصيل الهيدروليكي .
- يعرف التوصيل الهيدروليكي : بأنه عبارة عن مقدرة الأرض علي توصيل الماء أو سهولة حركته في فراغاتها .

- يعرف الماء الحر المتجمع فوق الطبقات الصماء الموجودة في باطن الأرض بالماء الأرضي ويسمي سطحه بمستوي الماء الأرضي .
- أهم العوامل التي تؤثر علي مستوي الماء الأرضي هي :
  - موقع وشكل الطبقة الصماء - طبوغرافية المنطقة - قوام الأرض- حالة البخر
  - مقدار الماء الراشح- حالة المصارف
- يتسبب ارتفاع منسوب الماء الأرضي في:
  - سوء التهوية - تراكم الأملاح علي سطح الأرض - تدهور البناء الأرضي وتكوين طبقات صماء في باطن الأرض- انتشار الأمراض الفطرية علي النباتات النامية0
- يتم خفض مستوي الماء الأرضي المرتفع بالوسائل التالية :
  - إنشاء وتنفيذ شبكة من المصارف الحقلية المكشوفة أو المغطاة للأراضي
  - إنشاء آبار مراقبة في الأراضي المخدومة بشبكة صرف زراعي بهدف مراقبة مستويات المياه الأرضية .
  - الصيانة الدورية المنظمة لشبكات صرف المياه .
  - القياس الدوري لتدفق المياه الخارجة من شبكة الصرف .

- تشغل المسام ما يقرب من نصف الحجم الكلي للطبقة السطحية للأرض وتكون مشغولة بالماء والهواء وتوجد صورتان للهواء الأرضي وهما :
  - الهواء الأرضي الموجود في الفراغات البينية (المسام) بين الحبيبات- الهواء الذائب في الماء الأرضي أو داخل التجمعات الأرضية .
- يختلف الهواء الأرضي عن الهواء الجوي في الآتي :
  - ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون - انخفاض تركيز الأكسجين - ارتفاع تركيز بخار الماء .
- العوامل التي تؤثر في تركيب الهواء الأرضي :
  - الحيز المسامي - النشاط البيولوجي - الاختلافات الموسمية - طبقات الأرض
- المقصود بمصطلح تهوية الأرض هو عبارة عن عملية تبادل الهواء الأرضي مع الهواء الجوي .
- تعتمد تهوية الأرض بصورة كبيرة علي حجم المسام المملوءة بالهواء .
- العوامل التي تؤثر علي تهوية الأراضي :
  - بناء الأرض - قوام الأرض
  - تعاقب وجفاف الأرض - تغير درجة حرارة
  - الغمر
- السعة الهوائية : هي عبارة عن حجم الحيز من مسام الأرض المشغول بالهواء عندما تكون الرطوبة بالأرض عند السعة الحقلية .
- تتوقف المسامية الهوائية بدرجة كبيرة علي :
  - قوام الأرض : حيث تقل نسبتها كلما كان قوام الأرض ناعما .
  - بناء الأرض : تزداد نسبتها في الأراضي ذات البناء الجيد والتي تحتوي علي تجمعات أرضية ، وتقل في الأراضي ذات البناء غير الجيد أو المهدم .
- تؤثر تهوية الأرض علي النشاط الحيوي في الأرض من خلال :
  - التأثير علي نشاط الكائنات الحية الدقيقة : جميع الكائنات الحية الهوائية لا تؤدي عملها علي الوجه الأكمل إلا في وجود كميات كافية من الأكسجين .
  - التأثير علي النباتات النامية : التهوية السيئة تقلل من معدل نمو النبات ومن قدرته علي امتصاص الماء والعناصر الغذائية .

- خدمة الماء الأرضي :تشمل جميع الجوانب المتعلقة بوفرة الماء واستخدامه ومدي ارتباط ذلك بنمو النبات .
- الوسائل المختلفة لترشيد استخدام مياه الري:

– استعمال طرق الري الحديثة – تقليل مساحات المحاصيل الشرهة للماء – تطوير الري السطحي وتقليل فواقد الشبكة المائية – رفع كفاءة استعمال المياه .

- الوسائل المختلفة المستخدمة للحفاظ علي المياه:

– البتون الكنتورية – أحواض الجريان السطحي – شرائط الجريان السطحي – الجسور – نشر المياه .

التقويم

(1) اذكر ما تعرفه عن :
- القوي المسئولة عن مسك الماء في الأراضي .
- التقسيم البيولوجي للماء الأرضي .
- علاقة القوام بمقدار الماء الذى تحتفظ به الأرض .
- الإجراءات العملية المتبعة لخفض مستوي الماء الأرضي .

(2) ضع علامة (صح) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة :
- الأراضي الرملية الخشنة القوام تكون نسبة المسام الواسعة بها كبيرة م م ا يزيد من احتفاظها بالرطوبة الأرضية .
- الماء الحرهوالماء الذي يتواجد في المسام الكبيرة للأرض ويكون ممسوكا بقوة شد صغيرة لذلك يستفيد من النبات .
- الأراضي الطميية والسلتية الطمييية تكون نسبة الماء الميسر بها أعلي من الأراضي الطينية والأراضي الرملية .
- النباتات التي تنمو في المناطق الصحراوية لها ضغط أسموزي جذري كبير وبالت الي يمكنها استخلاص الماء ومقاومة العطش .
- عند السعة الحقلية يكون موجودا في المسام الضيقة للأرض وبالتالي يصبح غير ميسر للنبات .
- في الأراضي سيئة التهوية يكون تركيب الهواء الأرضي مشابها لتركيب الهواء الجوي
- تكون نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الهواء مرتفعة خلال الصيف ومنخفضة خلال الشتاء .
- في عملية التنفس تمتص جذور النباتات غاز الأكسجين وتطلق غاز ثاني أكسيد الكربون
- كلما كان قوام الأرض خفيفا كانت التهوية جيدة .
- تكون التهوية في الأراضي جيدة الصرف أفضل خاصة في الطبقات السطحية للأرض
- يؤثر القوام والبناء الأرضي بشدة علي السعة الهوائية في الأراضي .
- تحت ظروف سوء التهوية تنشط الكائنات الحية اللاهوائية وتقوم باختزال بعض المركبات منتجة مواد سامة للنبات .

(3) أكمل هذه العبارات :
- يتم التعبير عن قوة الشد بوحدات .....
- يعرف الأس الرطوبي (pF) بأنه .....
- يعرف الماء الشعري بأنه .....
- تعتمد فكرة عمل التنشيومتر علي .....
- العوامل التي تؤثر علي كمية الماء الميسر بالأراضي تشمل .....
- يمكن تقدير الهواء الأرضي من حساب الفرق بين ..... ، .....
- يمكن القول أنه توجد صورتان للهواء الأرضي هما ..... ، .....
- يبلغ تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الأرضي ..... ويصل في بعض حالات سوء التهوية إلي .....
- يتحرك الهواء الأرضي عادة إما علي صورة ..... أو.....
- هناك مسميات أخري يمكن أن تطلق علي السعة الهوائية .....

- تتراوح قيم السعة الهوائية في الأرضي بين ..... ، .....
- عند استعمال التنشيومتر في تحديد الفترة بين الريات يمكن تقدير كمية المياه المطلوبة إضافتها عن طريق :

(أ) .....

(ب) .....

(4) عرف :

الماء الشعري – الماء الميسر – ماء الجاذبية الأرضية - السعة الحقلية – السعة الاحتفاظية المائية العظمي للأرض – معامل الذبول - معامل التوصيل الهيدروليكي للأرض - الجهد الأسموزي وجهد الجاذبية للماء الأرضي - قوالب المقاومة الكهربية - تهوية الأرض - السعة الهوائية - المكافيء الرطوبي

(5) اشرح :

- الفكرة الأساسية لجهاز التشتت النيتروني كطريقة لقياس الرطوبة الأرضية .
- علاقة الطاقة الممسوك بها الماء في الأراضي بمدي تيسره للنبات .
- العوامل التي تؤثر في حركة الماء في الأراضي المشبعة .
- الأضرار التي تنجم عن ارتفاع منسوب الماء الأرضي .

(6) مسائل :

* عينة أرض رطبة وزنها 60 جرام وضعت في الفرن علي 105 ^{5} م لمدة 24 ساعة فأصبح وزنها الجاف 28 جرام - احسب النسبة المئوية للرطوبة بهذه العينة ؟

* تنشيومتر ذو مقياس تفريغ مقسم من صفر إلي 100 ، كانت قراءته 34 لأرض متوسطة القوام ، والمسافة الرأسية من المقياس حتي الجزء المسامي في الجهاز 65 ، والمطلوب حساب جهد الشد .

* احسب الفترة بين الريات إذا علمت أن عمق الجذور الفعال 70 سم ، و % للرطوبة عند السعة الحقلية 29% ، وعند نقطة الذبول الدائم 22% ، والكثافة الظاهرية للأرض 3و1 جم/سم3 ، وأن النبات يستنفذ 65% من الماء الميسر ، والاستهلاك المائي اليومي للنبات 1 سم / يوم .

(7) اذكر ما تعرفه عن :

- مكونات الهواء الأرضي - أهم الاختلافات بين مكونات الهواء الأرضي والهواء الجوي - العوامل التي تؤثر في تركيب الهواء الأرضي - الأساس العلمي لطريقة تقدير معامل الرشح في الأراضي بواسطة الاسطوانة المزدوجة .

الوحدة الرابعة
غـــرويـــات الأرض
الباب الأول
الغـــــرويات المعدنية

الأهداف الخاصة :

دراسة الغرويات المعدنية
التعرف على معادن الطين
الإلمام بالمواد المعدنية غير المتبلورة
أن يكون الطالب قادرا على :
عمل مستخلص لمحلول التربة
الكشف عن الكاتيونات والأنيونات
تقدير ثوابت ارتباط الأيونات بسطوح الأرض

الجانب النظرى :

- معادن الطين :
تعريف الطين .
معادن الطين .
المجموعات الرئيسية لمعادن الطين .
- المواد المعدنية غير المتبلورة .

المهارات العملية :

التحليل الكيميائي للتربة :
تدريب الطلاب على :
1- إعداد مستخلص التربة للكشف عن الكاتيونات والأنيونات .
2- تقدير ثوابت ارتباط الأيونات بسطوح الأرض .

الوحدة الرابعة

الباب الأول

غرويات الأرض

مقدمـة :

من المحتمل أنه لا توجد في الطبيعة عملية (بعد عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي) تلعب دورا هاما في حياة الكائنات الحية (النباتية والحيوانية) مثل عملية التبادل الأيوني ، والتي تتم بين حبيبات الأرض وجذور النباتات النامية ، وعملية التبادل الأيوني (سواء للكاتيونات أو الأنيونات) تحدث غالبا علي سطوح الأجزاء الغروية لمادة الأرض المعدنية أو العضوية (الطين و الدبال) ، حيث تمسك العناصر الضرورية مثل الكالسيوم والماغنسيوم والألومونيوم والبوتاسيوم علي السطوح المشحونة للطين والدبال فيتم حمايتها من الغسيل بواسطة ماء الرى أو ماء المطر الراشح خلال قطاع الأرض ، ثم تستبدل بعد ذلك وتمتص بواسطة جذور النبات 0 كما أن تلك العناصر الضرورية يمكن إعادتها إلي سطوح الغرويات عن طريق إضافة الأسمدة التجارية والمخلفات العضوية والبقايا النباتية .

والدقائق الغروية للطين والمواد العضوية(الدبال) تعتبر المكان الذى تحدث عليه معظم التفاعلات الطبيعية والكيميائية والحيوية المحددة لخصائص الأراضي المختلفة . وعلي ذلك فبدون أخذ فكرة عامة عن طبيعة وتركيب تلك الجزئيات الدقيقة فإن فهمنا للأرض يعتبر بالتالي فهما غير كامل .

الباب الأول

الغرويات المعدنية

تتحدد الخواص الكيميائية للأراضي أساسا بواسطة الجزء الغروي الموجود بها والغروي ما هو إلا دقائق صلبة ذات أحجام صغيرة جدا ، لذلك تعتبر سطوحها ذات أهمية قصوي مقارنة بأوزانها وكما هو معروف فإن معظم (إن لم يكن كل) التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الأرض تعتبر تفاعلات سطحية كما هو الحال في ادمصاص الكاتيونات والماء وخلافه .

توجد ثلاث مجموعات رئيسية للغرويات المعدنية التي توجد بالأراضي وهي :

- معادن الطين السيليكاتية .
- الأكاسيد المتأدرتة للحديد والألومونيوم .
- الألوفان والمعادن الأمورفية الأخرى .

وبالرغم من أن كل المجموعات تمتلك تقريبا نفس الخصائص العامة للغرويات إلا أن كل مجموعة لها ما يميزها من الخصائص عن الأخرى .

معادن الطين

تعريف الطين :

يطلق لفظ الطين علي الجزء المعدني النشط في الأرض وهو عبارة عن مجموعة من المعادن ذات خصائص تركيبية معينة تقل أقطار حبيباتها عن 2 ميكرون .

*** أنواع معادن الطين :**

- **معادن الطين السيليكاتية :**

- أهم خاصية لتلك المجموعة من الغرويات هي احتواؤها علي بناء بللوري طبقي .
- كل حبيبة من حبيبات معدن الطين تتكون من طبقات تشبه صفحات الكتاب ، وكل طبقة تتكون من رقائق السيلكون والألومونيوم والماغنسيوم (أو الحديد) المحاطة بذرات الأكسجين أو مجاميع الهيدروكسيل مرتبة رأسيا فوق بعضها البعض .
- التركيب الكيميائي الدقيق بالإضافة إلي الترتيب الداخلى للذرات في معدن طين يعتبر من أهم العوامل المحددة لشحنة السطح ، والخصائص المصاحبة الأخرى والتي تشمل مقدرة أى غروى علي مسك ، وتبادل الأيونات ، بالإضافة إلي الخصائص الفيزيائية الأخرى .
- تعتبر معادن الطين السيليكاتية أشهر الغرويات غير العضوية (المعدنية) في أراضي المناطق الحارة والاستوائية (شكل 108)

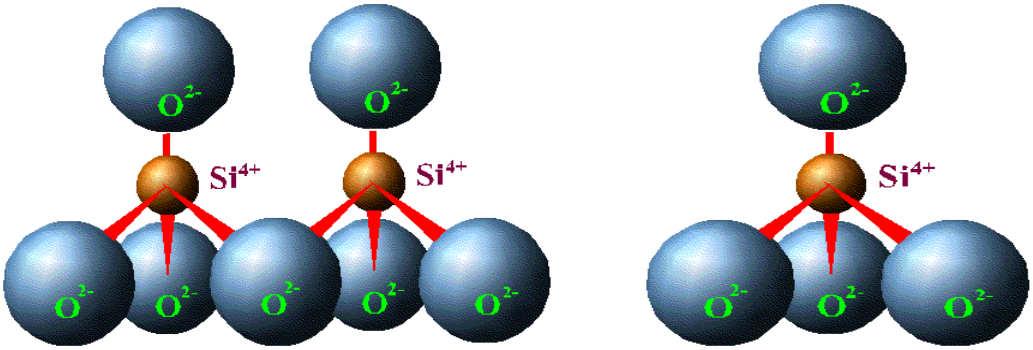
شكل (108) معادن الطين السيليكاتية

تركيب معادن الطين

- بإيجاز شديد يمكن التطرق إلي البناء البللورى الشبكي لمعادن الطين لما له من أهمية كبيرة في فهم الفروق الموجودة بين الأنواع المختلفة لمعادن الطين .
- والبناء البللورى الشبكي لمعادن الطين يتكون من وحدتين أساسيتين هما :

- **وحدات السيلكاتتراهيدرا :**

- تتكون الوحدة من ذرة سيلكون محاطة بأربع ذرات من الأكسجين مكونة شكل هرمي رباعي الأوجه تحتل فيه ذرات الأكسجين الأركان الأربعة بينما يشغل عنصر السيلكون الفراغ الموجود بين ذرات الأكسجين (شكل 109 أ) .
- أما طبقات السيلكاتتراهيدرا فتتكون من وحدات سيلكاتتراهيدرا متصلة ببعضها عن طريق الاشتراك في ذرات الأكسجين القاعدية للشكل الهرمي مكونة طبقة سيلكا تتراهيدرا (شكل 109 ب) .

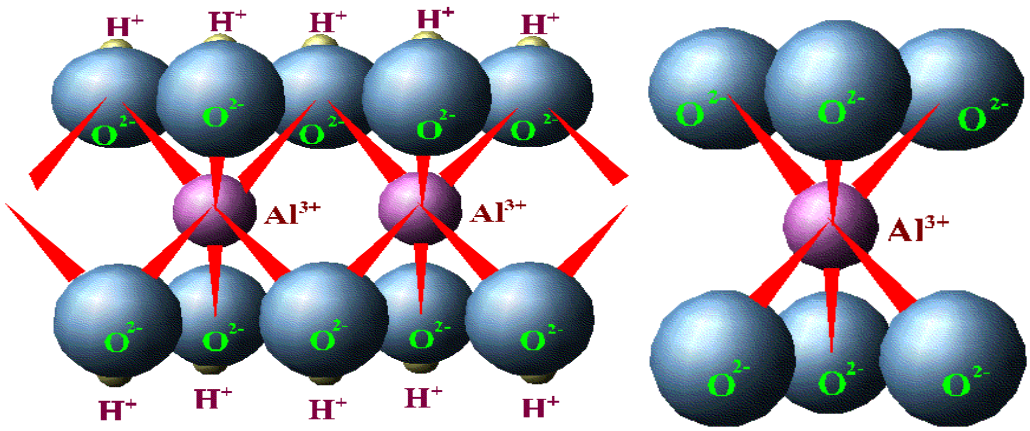


(أ) وحدة سيلكاتتراهيدرا (ب) طبقة سيلكاتتراهيدرا

شكل (109 أ - ب) يوضح تركيب وحدة السيلكاتتراهيدرا المفردة ، وطريقة اشتراك الوحدات المفردة مع بعضها في أيونات الأكسجين القاعدية لتكوين طبقات السيلكاتتراهيدرا

- **وحدات الأوكتاهيدرا :**

- تتكون من 6 ذرات من الأكسجين أو مجموعات الهيدروكسيل – أربعة منها في مستوى أفقي واحد يعلوها مركز خامس مكوناً شكلاً هرمياً رباعي الأوجه (الهرم العلوى) ، وأسفلها مركز سادس مكوناً شكلاً هرمياً آخر (الهرم السفلي) ، والهرمان معا يكونا ن شكلا ثماني الأوجه بداخله فراغ يشغله أيون الألومونيوم أو الماغنسيوم أو الحديديك أو الحديدوز(شكل 110 أ).
- تتكون طبقات الأوكتاهيدرا من تكرار وحدات الأوكتاهيدرا المفردة في اتجاهين عن طريق المشاركة في أيونات الأكسجين أو الهيدروكسيل (شكل 110 ب) .
- هناك نوعان من وحدات الأوكتاهيدرا تبعا لنوع الأيون المركزى ، فإذا كان الأيون المركزى هو الألومنيوم الثلاثي التكافؤ تكونت طبقة تسمي طبقة الجبسيت . أما إذا كان الأيون المركزى هو الماغنسيوم أو الحديدوز الثنائي التكافؤ تكونت طبقة تسمي طبقة البروسيت .



(أ) وحدة أوكتاهيدرا (ب)طبقة أوكتاهيدرا (جبسيت)

شكل (110 ا - ب) يوضح تركيب وحدة الأوكتاهيدرا ، وطريقة اشتراك الوحدات مع بعضها في أيونات الأكسجين أو مجاميع الهيدروكسيل القاعدية لتكوين سلاسل الأوكتاهيدرا

- وتتكون الأنواع المختلفة لمعادن الطين والتي تختلف عن بعضها في عدد وترتيب الطبقات المختلفة ، وشحنة السطح ، ونوع الروابط والكاتيونات الموجودة بين الطبقات ودرجة تمدد المعدن من طبقات السيلكاتتراهيدرا والأوكتاهيدرا .

المجموعات الرئيسية لمعادن الطين :

- **مجموعة الكانديت :**

- يتكون التركيب البنائي لمعادن هذه المجموعة من ارتباط طبقة سيلكاتتراهيدرا مع طبقة ألومينا أوكتاهيدرا لذلك يطلق عليها مجموعة (1 : 1) .
- أهم أفراد هذه المجموعة معدن طين الكاؤولينيت (أشكال 111 - 112) .

شكل (111) معدن الكاؤولينيت

- ويتميز هذا المعدن بالآتي:

أ- كبر أحجام حبيباته (قطر الوحدة البنائية للمعدن 2و0 – 2 ميكرون) .

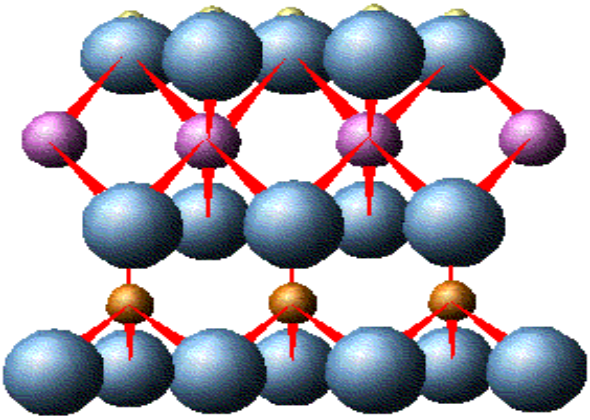
ب- قلة مساحة السطح النوعى له (10 – 20 م^2 / جرام معدن) .

ج- قلة شحنته السطحية (تبلغ السعة التبادلية الكاتيونية **(** CEC **)** له 3 – 15 ملليمكافئ/ 100 جرام طين) .

د- عدم قابليته للتمدد والانكماش أثناء عمليات الترطيب والتجفيف لوجود روابط هيدروجينية قوية بين الطبقات .

هـ - المصدر الأساسي للشحنة به يعزي إلي وجود الروابط المكسورة وتأين مجاميع الهيدروكسيل المعرضة علي سطح المعدن .

و- أغلب شحنته تتوقف علي رقم حموضة الوسط .



شكل (112) يوضح التركيب البنائي لمعدن طين الكاؤولينيت وفيه ترتبط طبقة سيلكاتتراهيدرا مع طبقة ألومينا أوكتاهيدرا لتكون وحدة من المعدن

- **مجموعة السمكتيت :**

- وتتكون معادن هذه المجموعة من وجود طبقة أوكتاهيدرا بين طبقتين من السيلكاتتراهيدرا لذا يطلق عليها مجموعة (2 : 1) .
- من معادن هذه المجموعة معدن المونتموريللونيت (أشكال 113 - 114) .

شكل (113) معدن المونتموريللونيت

- ويتميز هذا المعدن بالآتي :

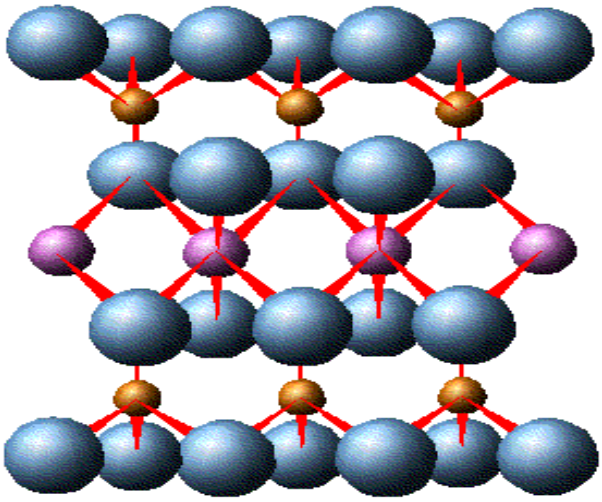
أ- صغر أحجام حبيباته (قطر الوحدة البنائية للمعدن 01و0 – 1 ميكرون) .

ب- كبر مساحة سطحه النوعى (600 – 800 م^2 / جرام معدن) ، ويرجع أكثر من 80% من هذه المساحة للسطوح الداخلية .

ج- كبر شحنته السطحية (تبلغ السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) له 80 - 120 ملليمكافئ / 100 جرام طين) ، وله نشاط غروى هائل في الأراضي .

د- المصدر الأساسي للشحنة يعزي إلي الإحلال البللوري المتماثل ، ولا تتوقف شحنته علي رقم حموضة الوسط .

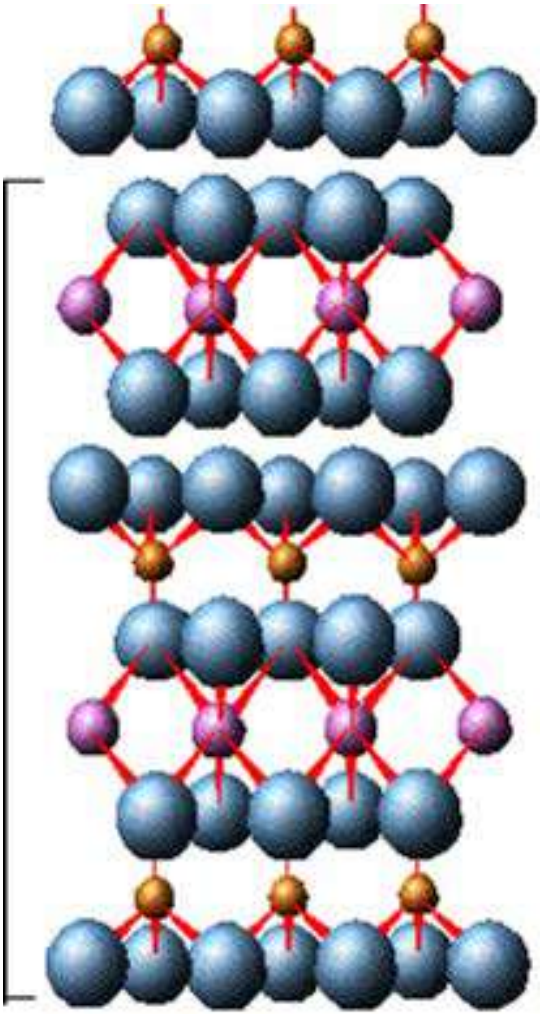
هـ- المعدن قابل للتمدد والانكماش لدخول الماء بين طبقات المعدن .



شكل (114): يوضح التركيب البنائي لمعدن طين المونتموريللونيت وفيه تحصر طبقتان سيلكاتتراهيدرا بينهما طبقة ألومينا أوكتاهيدرا لتكون وحدة من المعدن

- **مجموعة الكلورايت :**
- يطلق علي هذه المجموعة اسم مجموعة معادن (2 : 1 : 1) .
- وهي عبارة عن معادن طين من النوع (2 : 1) ، إلا أنها تختلف عنها في وجود طبقة من الأيدروكسيد بين كل وحدتين بنائيتين من المعدن ، وهذه الطبقة قد تكون جبسيت أو بروسيت .
- أهم أفراد هذه المجموعة هو معدن الكلورايت (أشكال 115 - 116) .

شكل (115) معدن الكلورايت



- ويتميز هذا المعدن بالآتي :

أ- أحجام حبيباته متوسطة ومساحة السطح النوعى له 70 – 150 م^2 / جرام معدن .

ب- شحنة السطحية منخفضة { تبلغ السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) له 10 – 40 ملليمكافئ / 100 جرام طين } .

ج - انخفاض شحنته السطحية نتيجة لتكون شحنة موجبة علي وحدة البروسيت تعادل معظم الشحنة السالبة المتكونة علي المونتموريللونيت .

د- المعدن غير قابل للتمدد والانكماش لوجود طبقة الهيدروكسيد بين طبقات المعدن .

شكل (116): يوضح التركيب البنائي لمعدن طين الكلورايت وهو يمكن تصوره علي أنه معدن طين مونتموريللونيت يدمص بين كل وحدتين من وحداته طبقة بروسيت

- **الأكاسيد المتأدرتة للحديد والألومونيوم :**

• ينتشر هذا الطين ويسود في الأراضي التي تعرضت لعمليات تجوية شديدة كما هو الحال في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية .

• تعزي خواص الأراضي الحمراء والصفراء أساسا لوجود هذا النوع من الطين وتعتبر معادن الجوثيت FeOOH والجبسيت $Al(OH)_3$ مثال أكاسيد الحديد وأكاسيد الألومونيو م الشائع وجودها في الأراضي (أشكال 117 ، 118 أ - ب) وتعرف عادة بطين أكاسيد الحديد والألومنيوم .

• والمعلومات المتوفرة عن هذا النوع من الطين تعتبر قليلة مقارنة بالسيليكا ت الطبقية ، فالبعض منها له تركيب بللورى محدد والبعض الآخر ليس له مثل هذا التركيب (أمورفيه) .

• لا تظهر الخصائص البلاستيكية ولا اللزوجة مثل الطين السيل يكاتي وتتغير شحنتها الكهربية تبعا لأرقام حموضة الأرض ، فعند درجات الـ pH العالية تحمل شحنات سالبة ولكن عند درجات الـ pH المنخفضة تحمل شحنات موجبة .

شكل (117) أكسيد الومونيوم متأدرت

شكل (118 أ) أكسيد حديد متأدرت

شكل (118 ب) أكسيد حديد متأدرت

المواد المعدنية غير المتبلورة (الأمورفية)

- توجد في بعض الأراضي كميات محسوسة من المادة الغروية سواء متبلورة أو غير متبلورة لا يمكن دراستها باستخدام الأشعة السينية لأنها تفتقر إلي البناء البللورى ذو الأبعاد الثلاثة

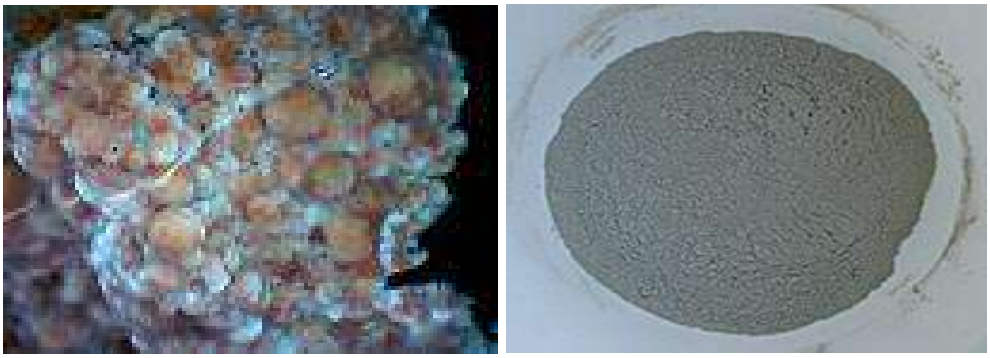
- اصطلح علي تسمية تلك المادة المعدنية غير المتبلورة في الأراضي بالألوفان ، ويعتبر الألوفان أهم الغرويات السيليكاتية غير المتبلورة وهى متعددة الأشكال والألوان كما يتضح بأشكال (119 ا – ب – ج – د) .

- ومعدن الألوفان عبارة عن سيليكات ألومونيوم متأدرتة يختلف تركيبه من عينة لأخرى وبالتالي فإنه يصعب الحصول علي عينة نقية منه ، كما أنه يحتوي علي السيليكا والألومينا والحديد بنسب تقل عن معادن الطين المتبلورة .

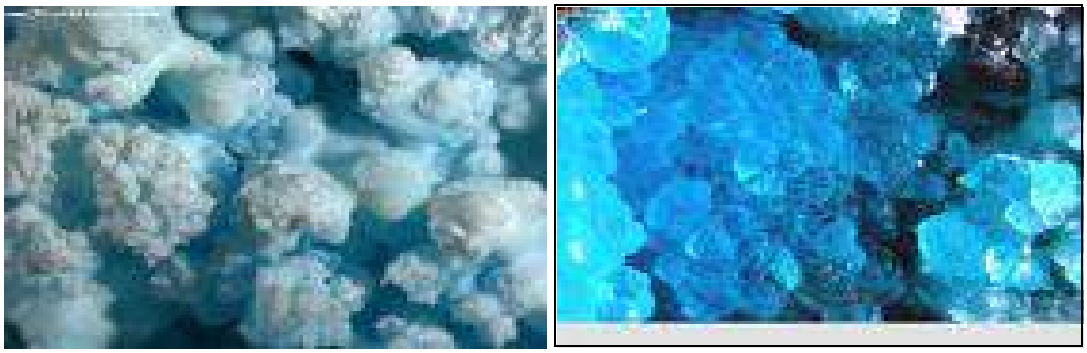
- ونظرا لأن حبيبات الألوفان صغيرة جدا ونظرا لضعف الترتيب الذري الداخلي فإنها تبدو غير متبلورة (أمورفية) باستخدام الأشعة السينية .

- الألوفان له سعة تبادلية كاتيونية عالية تتراوح بين 25 – 50 ملليمكافئ / 100 جرام أرض تزداد بارتفاع قلوية الوسط ، كما أن له سعة أنيونية تزداد بزيادة حموضة الوسط .

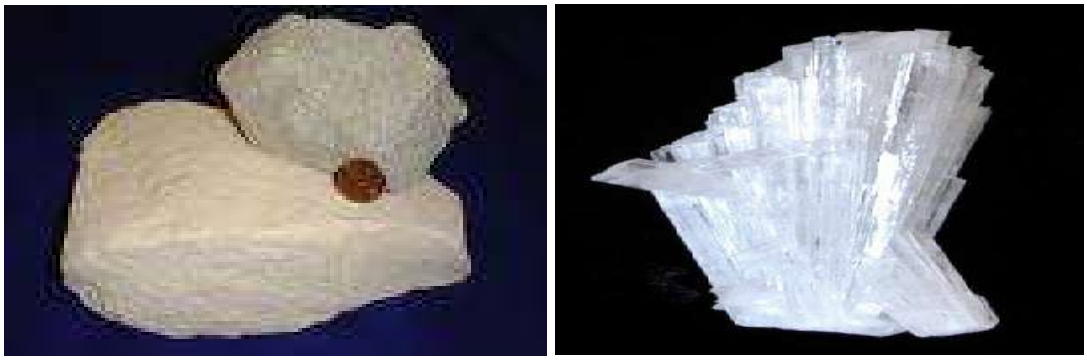
- الألوفان له مقدرة عالية علي ادمصاص كلا من الكاتيونات والأنيونات .



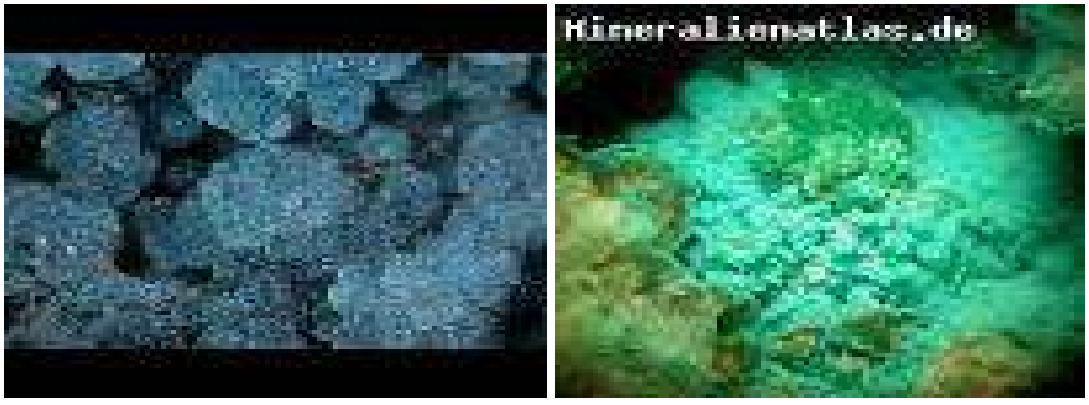
(شكل 119 أ) الألوفان



(شكل 119 ب) الألوفان



(شكل 119 ج) الألوفان



(شكل 119 د) الألوفان

المهارات العملية

التحليل الكيميائى للتربة

الدرس العملي الأول

طريقة إعداد مستخلص التربة للكشف عن الكاتيونات والأنيونات

مقدمة :

• هناك العديد من الاختبارات الوصفية التي يمكن إجراؤها بالمعمل بغرض الحصول علي علاقة تقريبية تربط خواص الأراضي ومحتواها من العناصر الغذائية من ناحية ، وبين المقدرة الإنتاجية للأرض من ناحية أخري .

• تساعد هذه الاختبارات إلي حد ما في تشخيص أسباب انخفاض المحصول أو الاستعمال غير الضروري للأسمدة ، ولكن لا تعطي صورة دقيقة عن حالة الأرض من الناحية الكيميائية

• يجب أن يكون مفهوما أن هذه الاختبارات ليست بالعمل السهل بل إنها تحتاج إلي خبرة كبيرة حتي لا يترتب علي أخذ نتائجها في الاعتبار خسارة مادية قد تكون جسيمة في الكثير من الأحيان .

وعموما تنقسم الاختبارات الوصفية إلى :

1 - اختبارات تجري علي الأرض الصلبة .

2 - اختبارات تجري علي مستخلصات الأرض :

أ- المستخلص المائي .

ب- مستخلص حامض الستريك 1 % .

ج - مستخلص حامض HCl .

طريقة عمل مستخلص حامض الستريك :

- تطحن كمية من الأرض الجافة هوائيا ثم يوزن منها 2/1 جرام وتوضع في دورق مخروطي 250 ملل .
- يضاف 10 ملل حامض ستريك 1 % + 50 ملل ماء مقطر .
- يتم التسخين لمدة 15 دقيقة إلي قرب الغليان (لا تترك محتويات الدورق تغلي) .
- ترشح محتويات الدورق وتحفظ في زجاجة نظيفة لإجراء الاختبارات التالية عليها :

*** الكشف عن بعض الكاتيونات :**

- الكالسيوم :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار + 5 نقط من محلول اكسالات الأمونيوم مع الرج بلطف فيتكون راسب أبيض يدل علي وجود الكالسيوم ، وكمية الراسب المتكون تتناسب مع كمية الكالسيوم الموجودة بالأرض .

- الماغنسيوم :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار + 5 نقط من محلول أيدروكسيد صوديوم مخفف مع الرج بلطف ثم يضاف 3 نقط من محلول التيتان الأصفر والرج ثانية . وجود الماغنسيوم يستدل عليه بتكون لون أحمر (اللون الأصفر يدل علي عدم وجود الماغنسيوم واللون البرتقالي يدل علي وجوده بكمية متوسطة) .

- البوتاسيوم :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار + 5 نقط من محلول كوبلتي ن تيريت الصوديوم والرج بلطف ثم إضافة 10 نقط أيزوبروبانول ، والرج ثانية وتترك الأنبوبة حوالي دقيقة ، تكوين راسب أصفر يدل علي وجود البوتاسيوم ، وكثافة الراسب تتوقف علي كمية البوتاسيوم في المحلول .

*** الكشف عن بعض الأنيونات :**

- النترات :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار+ 2 ملل حامض كبريتيك مخفف + 1 ملل كبريتات حديدوز + حامض كبريتيك مركز (نقطة علي الجدران)0 تتكون حلقة سمراء في حالة وجود النترات .

- الكلوريد :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار+ 1 ملل حامض نيتريك مخفف + قليل من نترات الفضة يعطي راسب أبيض .

- الكبريتات :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار + 5 نقط من محلول كلوريد الباريوم مع الرج يتكون راسب أبيض .

- الفوسفات :

يؤخذ 2 ملل من الراشح في أنبوبة اختبار + 1 ملل حامض نيتريك + 6 ملل موليبدات أمونيوم والتسخين للغليان والانتظار فترة فيتكون راسب أصفر .

الدرس العملي الثاني

تقدير ثوابت ارتباط الأيونات بسطوح الأرض

- تعتبر عملية ادمصاص المواد الذائبة في المحاليل علي سطوح المواد الصلبة عملية هامة جدا . ويمكن تتبع مثل هذه العملية علي سبيل المثال في حالة إزالة المواد الملونة من المحاليل باستخدام الفحم النشط ، وكذلك في حالة ادمصاص الغازات علي سطوح المواد الصلبة.
- وتعتبر المعالجة النظرية لعملية ادمصاص الأيونات من المحاليل عموما أكثر صعوبة من ادمصاص الغازات علي أسطح المواد الصلبة .
- هناك معادلة أيزوثرمية تستخدم لوصف ادمصاص الغازات علي سطح المواد الصلبة بنجاح ملحوظ ، كما تستخدم أيضا لوصف ادمصاص الأيونات من المحاليل ، هذه المعادلة وضعها العالم **لانجمويز** في عام **1916 م** .
- تفترض معادلة لانجمويز تكون طبقة وحيدة الجزئ من المادة المد مصة فوق سطح مادة الادمصاص .
- والمعادلة المستخدمة لدراسة الادمصاص تستنبط من دراسة الاتزان الذي يحدث بين تركيز الأيون في المحلول وتركيز الأيون المدمص علي سطح مادة الادمصاص (الأرض) .

معادلة لانجمويز :

- تنص هذه المعادلة علي أن :

$$[\ (ت / س / ص) = (1/ ط ق) + ت (1/ ق)\ ]$$

حيث :

ت : تركيز الأيون عند الاتزان (ميكروجرام / ملل) .

س : وزن الأيون المدمص (ميكروجرام) .

ص : وزن مادة الادمصاص (الأرض) بالجرام .

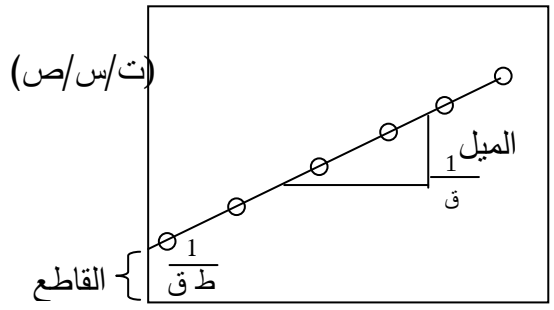
(س / ص) : وزن الأيون المدمص بالميكروجرام لكل (1) جرام من مادة الادمصاص (ميكروجرام / جرام) .

ط : طاقة ربط الأيون بسطح الأرض .

ق : أقصي سعة إدمصاصية .

والعلاقة السابقة علاقة خط مستقيم تماثل (ص = أ + ب س) فيها :
(س): المتغير المستقل ، (ص) : المتغير التابع ، (أ) : القاطع ، (ب) : الميل

• وبتمثيل معادلة لانجمويز بيانيا وذلك بتوقيع قيم (ت / س / ص) علي المحور الصادي ضد قيم (ت) علي المحور السيني وتوفيق الخط المستقيم نجد أن الميل يساوي (1 / ق) ، والقاطع يساوي (1 / ط ق) .



التركيز عند الاتزان

خطوات التقدير :

• يتم تحضير سلسلة تركيزات من الأيون المراد تقدير قوة ارتباطه بسطح الأرض وليكن الفسفور (نفترض أن التركيزات المستخدمة هي : صفر ، 5 ، 10 ، 20 ، 40 ، 80 ، 160 ميكروجرام فو / ملل) .

• يتم تجهيز عدد من أنابيب الطرد المركزي نظيفة حجم كل منها 100 ملل ، ويوزن في كل منها 10 جرام أرض منخولة ثم يضاف إلى كل أنبوبة 50 ملل من أحد محاليل سلسلة التركيزات التي سبق تحضيرها .

• يتم الرج علي جهاز رج ميكانيكي لمدة 15 دقيقة ثم تترك المحاليل للاتزان لمدة 24 ساعة

• تجري بعد ذلك عملية الطرد المركزي لمدة 10 دقائق علي سرعة 2500 لفة / دقيقة لأنابيب الطرد المركزي بمحتوياتها ، ثم يفصل الراشح بعد ذلك ويحفظ في زجاجة نظيفة .

• يتم تقدير الفسفور في الراشح (ويسمي بالتركيز عند الاتزان ويرمز له بالرمز " ت ") .

خطوات الحساب :

1 - يتم حساب قيمة (س) وهي تساوي [(التركيز المستخدم – التركيز عند الاتزان) × 50]

2 - يتم حساب قيمة (س / ص) بقسمة قيم (س) علي10 (وزن عينة الأرض) .

3 - ثم بقسمة قيم (ت) علي قيم (س / ص) نستنتج قيم (ت / س / ص) .

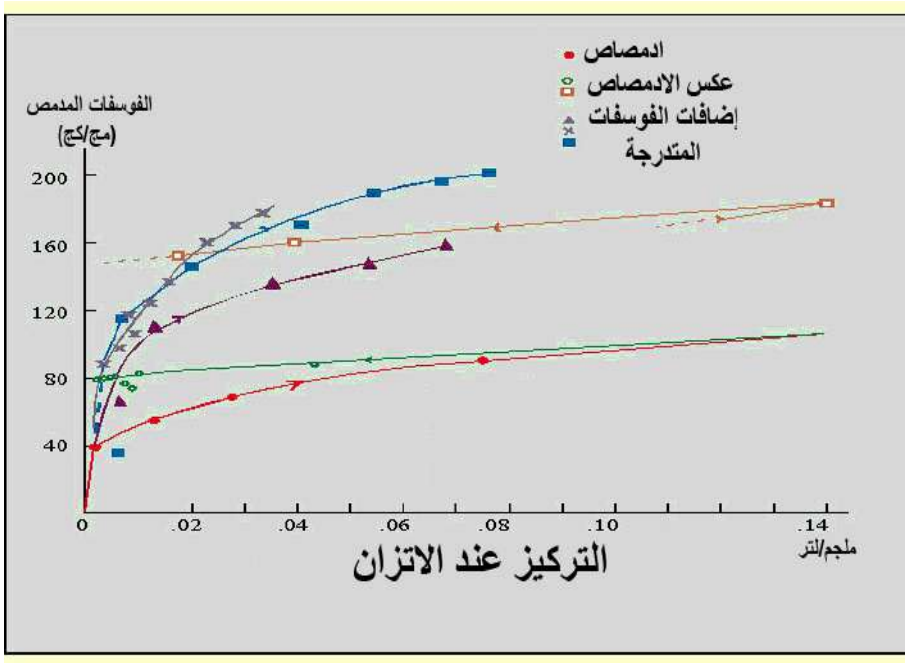
4 - بتوقيع قيم (ت / س / ص) مقابل قيم (ت) علي ورق الرسم البياني ، يتم توفيق الخط المستقيم .

5 - من الرسم البياني نستنتج كلا من :

ـ القاطع (الجزء المقطوع من المحور الصادي) وهو يساوي (1/ ط ق) .

ـ الميل (ظل الزاوية التي يصنعها الخط المستقيم مع المحور الأفقي) وهو يساوي (1/ ق) .

6 - ومن القاطع والميل نستنتج قيم كلا من (ط) ، (ق) .



(شكل 120) منحنى ادمصاص الفوسفور

تذكر أن

- الغرويات الأرضية : ما هي إلا دقائق "حبيبات" صغيرة الحجم ، تقع في نطاق الطين .
- أنواع الغرويات الأرضية :
  - غرويات معدنية : معادن الطين ومعادن الأكاسيد .
  - غرويات عضوية : الدبال وهو ناتج تحلل المواد العضوية .
- تتحدد الخواص الكيميائية للأراضي بواسطة الجزء الغروي الموجود بها ، وذلك لأن الدقائق الغروية للطين والدبال تعتبر المكان الذى تحدث عليه معظم التفاعلات الطبيعية والكيميائية والحيوية المحددة لخواص الأراضي.
- توجد ثلاث مجموعات رئيسية للغرويات المعدنية التي توجد بالأراضي وهي:
  - معادن الطين السيليكاتية : وأهم ما يميزها هو احتواؤها علي بناء بللوري طبقي ، وتوجد في أراضي المناطق الحارة والاستوائية.
  - الأكاسيد المتأدرتة للحديد والألومونيو م : وأهم معادنها الجوثيت والجبسيت ، وهي لا تظهر الخصائص البلاستيكية ولا اللزوجة ، وتتغير شحنتها الكهربية تبعا لرقم حموضة الأرض .
  - الألوفان والمعادن الأمورفية الأخرى : ليس لها بناء بللوري (أمورفية) ، ولها سعة تبادلية عالية .
- الخصائص العامة للغرويات الأرضية :
  - دقة أحجام حبيباتها، فأقطارها تقل عن 2 ميكرون وربما عن 1 ميكرون .
  - تظهر قدرا كبيرا من مساحة السطوح المعرضة .
  - تحمل سطوح حبيباتها شحنات كهربية سالبة أو موجبة أو كليهما .
- الشحنة الكهربية الموجودة علي غرويات الأرض قد تكون دائمة وهي سالبة غالبا أو متوقفة علي رقم الحموضة ونوعها (سالبة أم موجبة) يتوقف علي رقم حموضة الوسط .
- أهم مصادر الشحنات الكهربية علي غرويات الأرض المعدنية:
  - الإحلال البللوري المتماثل – الروابط المكسورة عند حواف البلورات
- الإحلال البللوري المتماثل : عبارة عن إحلال كاتيون محل آخر في البناء البللوري لمعدن الطين، هذا الكاتيون يكون مماثلا للكاتيون المستبدل في الحجم ومختلفا عنه في التكافؤ .

- تلعب عملية التبادل الأيوني دورا هاما في حياة الكائنات الحية ، وتحدث غالبا علي سطوح الأجزاء الغروية لمادة الأرض المعدنية أو العضوية (الطين و الدبال) .
- البناء البللورى الشبكي لمعادن الطين يتكون من وحدتين أساسيتين هما :
  - وحدة السيلكاتتراهيدرا – وحدة الاوكتاهيدرا
- وحدة السيلكاتتراهيدرا : تتكون من ذرة سيلكون محاطة بأربع ذرات من الأكسجين مكونة شكل هرمي رباعي الأوجه .
- وحدة الاوكتاهيدرا: تتكون من 6 ذرات من الأكسجين أو مجموعات الهيدروكسيل تكون شكل ثماني الأوجه ، يوجد بداخله فراغ يشغله أيون الألومونيو م أو الماغنسيوم أو الحديدوز .
- معدن طين الكاؤولينيت :

– تتكون الوحدة البنائية له من ارتباط طبقة سيلكاتتراهيدرا مع طبقة الومنيا أوكتاهيدرا – حبيباته كبيرة الحجم – مساحة السطح النوعى له منخفضة – السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) له منخفضة – غير قابل للتمدد والانكماش – مصدر الشحنة به يرجع للروابط المكسورة وتأين مجاميع الهيدروكسيل المعرضة

- معدن طين المونتموريللونيت:

– تتكون الوحدة البنائية له من وجود طبقة ألومينا أوكتاهيدرا بين طبقتين من السيل يكا تتراهيدرا – حبيباته صغيرة الحجم – مساحة السطح النوعى له مرتفعة – السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) مرتفعة – المصدر الأساسي للشحنة يعزي إلي الإحلال البللوري المتماثل– المعدن قابل للتمدد والانكماش0

- معدن طين الكلورايت:

– عبارة عن معدن طين من النوع (2 : 1) ، الإ أنه تختلف عنه في وجود طبقة من الجبسيت بين كل وحدتين بنائيتين من المعدن – حبيباته متوسطة الحجم – مساحة السطح النوعى متوسطة – المعدن غير قابل للتمدد والانكماش 0

التقويم

(1) اذكر ما تعرفه عن :

- عملية التبادل الأيوني – الغروي – الوحدات البنائية المكونة لمعادن الطين0
- الخصائص العامة لغرويات الأرض – الخصائص العامة لمعدن طين المونتموريللونيت .

(2) ضع علامة (صح) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارات الخاطئة:

- تعتبر معادن الجوثيت والجبسيت من غرويات الأرض المعدنية .
- يعتبر الألوفان من أهم الغرويات السيليكاتية التي تمتلك بللوري مميز.
- كمية السطوح الخارجية المعرضة لواحد جرام من الرمل الخشن تزيد بمقدار ألف مرة عن مثيلتها لواحد جرام من الطين .
- تمتاز الغرويات الأرضية بدقة أحجام حبيباتها مما يجعلها غير ممكنة الرؤية بالميكروسكوب الالكتروني .

(3) علل :

- انخفاض الشحنة السطحية لمعدن طين الكلورايت .
- معدن طين الكاؤولينيت غير قابل للتمدد والانكماش .
- طحن معدن الطين أو تفتيته يؤدي إلي زيادة سعته التبادلية .

(4) أكمل العبارات التالية :

- تحدث عملية التبادل الأيوني المحددة لخواص الأراضي علي سطوح .....
- المجموعات الرئيسية لغرويات الأرض المعدنية تشمل:
  (أ) .....
  (ب) .....
  (ج) .....
- شحنة الحبيبات الغروية المتكونة أثناء تبلورها تعرف باسم ..... وهي تختلف عن الشحنة .....
- الإحلال البللوري المتماثل عبارة عن .....
- يحدث التمدد والانكماش في معادن طين (2: 1) نتيجة .....
- يتم تقدير مساحة الأسطح لغرويات الأرض بالعديد من الطرق مثل ..... ، .....

الوحدة الرابعة
غــرويـــات الأرض
الباب الثانى
الغـــرويات العضـــوية

الأهداف الخاصة :

زيادة وعى الطالب بإعطائه بعض المعلومات عن الغرويات العضوية
التعرف على المادة العضوية وطرق تحللها
دراسة الدبال وتركيبه الكيميائي
معرفة تأثير الغرويات على خواص الأرض
أن يكون الطالب قادرا على :-
تقدير نسبة الـ C/N - ratio (نسبة الكربون / النيتروجين)
تقدير المادة العضوية فى التربة

الجانب النظرى :

- المادة العضوية وتحللها .
- الدبال وتركيبه الكيميائي .
- C/N - ratio (نسبة الكربون / النيتروجين) .
- تأثير الغرويات على صفات الأرض .

المهارات العملية :
تابع التحليل الكيميائى للتربة :
تدريب الطلبة على :

1- تقدير المادة العضوية في التربة .
2- تقدير نسبة الـ C/N - ratio (نسبة الكربون / النيتروجين) .

الوحدة الرابعة

الباب الثاني

الغرويات العضوية

المادة العضوية وتحللها

- اهتم العلماء في العصر الحديث بدراسة المادة العضوية وانحلالها وفائدتها للأرض والنبات ، كما زاد الاهتمام بها عندما ثبت أن التسميد المعدني لا يغني بأي حال من الأحوال عن التسميد العضوي .
- وعموماً يعتبر وجود المادة العضوية في الأرض صفة طبيعية لها تميزها عن مادة الأصل وذلك لأن مادة الأصل لا تصبح أرضا إلا عند ظهور المادة العضوية بها .
- وتعتبر المادة العضوية أحد المكونات الأساسية للأرض (شكل 121) .

شكل (121) مادة الأرض العضوية

تؤثر المادة العضوية بدرجة كبيرة علي صفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية ، وتتراوح نسبة المادة العضوية في أراضي المناطق المعتدلة والباردة بين 5 – 15 % ، بينما تقل هذه النسبة في أراضي المناطق الجافة وشبه الجافة عن 2 % ، أما في الأراضي العضوية فتزداد عن ذلك بكثير لاسيما تحت ظروف سوء التهوية والغدق .

- ولقد أدي التقدم في الدراسات الميكروبيولوجية إلي إلقاء الضوء على ما تحدثه ميكروبات الأرض في المادة العضوية من تغيرات ، وكما اتضح ما لهذه التغيرات من أثر كبير على خصوبة الأرض.

مصادر المادة العضوية في الأرض :

هناك مصادر عديدة للمادة العضوية بالأرض وتشمل :

- جذور النباتات المختلفة والأجزاء النباتية التي تترك في الأرض أو تدفن فيها بالعمليات الزراعية ، والأوراق المتساقطة في حالة الغابات .
- محاصيل السماد الأخضر (البرسيم ، الشعير ، الشوفان) .
- الأسمدة العضوية التي تضاف للأرض مثل السماد البلدي وغيره .
- أجسام الحيوانات المختلفة كالديدان والحشرات وفئران الحقل وفضلاتها .
- الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بالأرض ، وتكون بقايا هذه الكائنات الدقيقة جزءا كبيرا من نيتروجين المادة العضوية .
- مخلفات وقمامة المدن كما يتضح بشكل (122 أ – ب – ج) .

(شكل 122 أ) مخلفات النباتات (أوراق وسيقان وجذور)

(شكل 122 ب) مخلفات المدن وبقايا أجسام الميكروبات والكائنات الحية والجذور

(شكل 122 ج) مخلفات الحيوانات

التركيب الكيميائي للمادة العضوية :

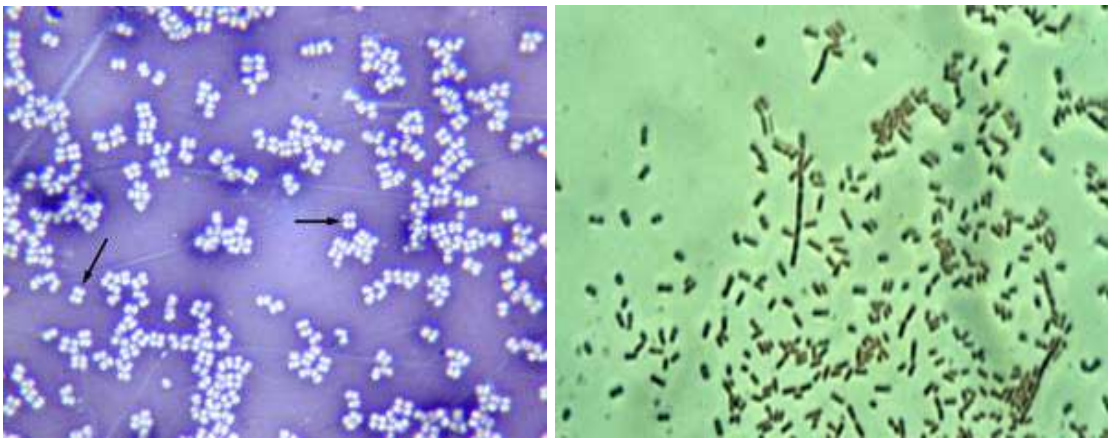
- يكون الماء حوالي 75 % أو أكثر من تركيب الأنسجة النباتية الطازجة ، أما المادة الجافة فهي تتكون من الكربون والأكسجين والهيدروجين والنتروجين وعناصر معدنية أخرى .
- والتركيب الكيميائي لبقايا المواد النباتية الجافة والتي تعتبر منشأ المادة العضوية في الأراضي معروف ويمكن تقسيمه إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي: الكربوهيدرات ، واللجنينات ، والبروتينات ، أما المواد العضوية ذات الأصل الحيواني فتتكون من : كربوهيدرات وبروتينات ودهون وزيوت وشموع ، ولا تحتوي على لجنينات .
- ويمكن تقسيم مكونات مادة الأرض العضوية المتحللة إلي عدة مكونات رئيسية وهي : الكربوهيدرات - اللجنينات - البروتينات - الدهون - الزيوت - الشموع – الراتنجات .

تحلل المادة العضوية :

- تعتمد عملية تحلل المادة العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة علي عاملين أساسيين هما :

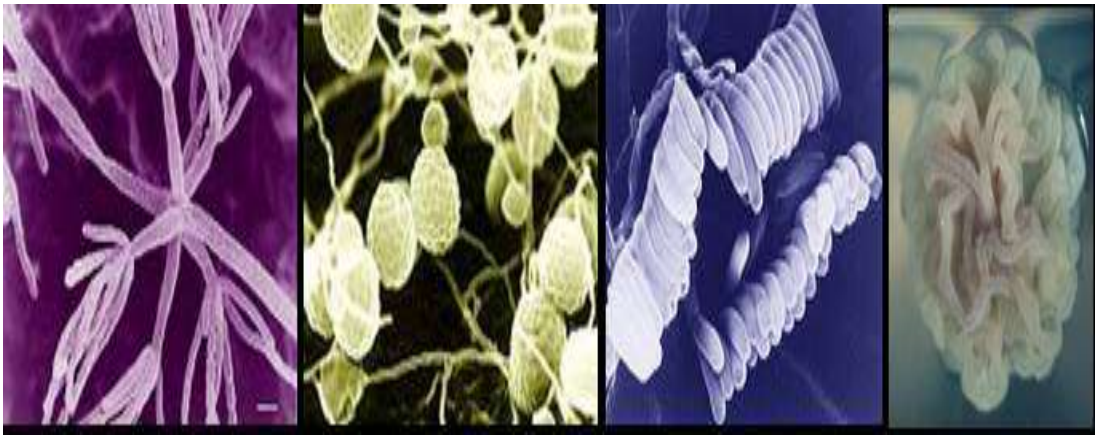
- طبيعة تركيب المخلفات .

- الظروف البيئية المحيطة من حرارة ورطوبة وتهوية ورقم حموضة وخلافه ، فالكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفطر والأكتينوميس تيس تقوم بهد م المادة العضوية لتحصل علي غذائها منها بالإضافة إلي الطاقة اللازمة لنشاطها (شكل 123 أ – ب – ج) .



(شكل 123 أ) البكتريا

(شكل 123 ب) الفطر



(شكل 123 ج) الأكتينوميسيتس

- وتختلف درجة تأثر مكونات مادة الأرض العضوية بعملية الهدم فالمركبات العضوية الذائبة في الماء مثل السكريات تكون أسرع في الاستجابة للهدم أما المركبات المعقدة مثل البروتين واللجنين والسليولوز والهيميسليولوز فتحليلها يتم علي عدة مراحل وتنتهي هذه التفاعلات بتكوين

بقايا عضوية ومركبات وسطية بسيطة ومعقدة وثاني أكسيد كربون وماء وكذلك كائنات دقيقة حية وميتة في خليط أسمر اللون يعرف بالدبال .

العوامل التي تؤثر علي عملية التحلل :

- **الحرارة :**

- تعمل الكائنات المحللة للمادة العضوية بأقصى طاقة لها في درجات حرارة تتواوح بين 25 – 40 ^{5}م وتتأقلم مع تغيرات الحرارة التي تحدث في الأرض شكل (124 أ – ب – ج) .
- وجد أن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار 10 درجات من شأنه زيادة سرعة التفاعلات البيولوجية إلى الضعف أو أكثر ونظرا للتداخل بين درجة الحرارة من جهة ونمو النبات وتحلل المادة العضوية من جهة أخري فإن محتوي الأراضي العضوي يميل للارتفاع بانخفاض الحرارة

(شكل 124 أ) ديدان الأرض

(شكل 124 ب) النمل

(شكل 124 ج) الخنافس

- **الرطوبة :**

• يمكن القول أن الرطوبة المثلي لتحلل المواد العضوية هي في توفر رطوبة نسبية تزيد عن 98 % ، وانخفاض الرطوبة عن هذا المعدل يؤدي إلي جفاف وموت بعض الميكروبات أو تحولها إلي صورة جرثومية أثناء فترة الجفاف .

- رقم **الحموضة :**

• يؤثر رقم الحموضة تأثيرا هاما فى درجة نشاط جميع أنواع الكائنات الحية الدقيقة بالأرض فأعداد الفطريات و البكتيريا في الأراضي الحامضية أكبر منها في الأراضي المعتدلة ، كما أن الكثير من أنواع الأكتينوميسيتس تفضل أرقام حموضة في الوسط الذي تعيش فيه بين 7 -7.5

• وأنواع الفطريات تفضل أن يكون رقم الحموضة في حدود 4- 5 ، كما أن بكتيريا النترتة حساسة لدرجات الحموضة العالية .

- **التهوية :**

• يتطلب تحلل المادة العضوية في الأرض توفر الأكسجين سواء بالنسبة للكائنات التي تؤكسد المركبات المحتوية على الكربون أو المركبات المحتوية على النتروجين أو الكبريت أو غيرها .

الدبال وتركيبه الكيميائى

- عند إضافة المواد العضوية كالسماد الأخضر أو السماد البلدي أو جذور النباتات إلي الأرض فإن الكائنات الحية الدقيقة سرعان ما تهاجمها وتبدأ في تحليلها إذا كانت الظروف ملائمة .

- عادة تقوم هذه الميكروبات بتحليل المواد البسيطة التركيب والقابلة للذوبان كالسكريات والأحماض العضوية واليوريا ، ثم يلي ذلك تحليل المواد الأكثر تعقيدا مثل السيليلوز والبروتينات، والدهون إلا أن بعض البروتينات واللجنينات تعتبر صعبة الانحلال وتميل إلى التجمع في الكتلة من المادة العضوية المتخلقة بعد التحلل السريع للمواد العضوية البسيطة والتي تتكون عادة من المركبات العضوية الصعبة الانحلال والغير متحللة بالإضافة إلي نواتج التحلل وهي المركبات التي تكونت بفعل الكائنات الحية أثناء تحليلها للمواد العضوية والتي تعرف باسم " الدبال " (شكل 125 أ – ب)

- وعلي ذلك فالدبال مخلوط معقد من المركبات الصعبة الانحلال (اللجنينات والبروتينات) متحدة مع القواعد الموجودة في الأرض ونظرا لارتفاع محتوي الدبال من البروتينات فإنه يعتبر المخزن الرئيسي للنتروجين .

(شكل 125 أ) الدبال

(شكل 125 ب) الدبال

خواص الدبال :

- مركب غير ثابت ذو لون أسود أو بني غامق ، يحتوي على 40 - 50 % لجنين وعلى 30 - 35 % مواد بروتينية ، ويختلف تركيبه باختلاف تركيب المواد العضوية المكونة له ، وكذلك الميكروبات المحللة لها .
- يوجد في حالة غروية ، وعلي ذلك فهو لا يذوب في الماء ، وجزء كبير منه يذوب في المحاليل القلوية .
- تواجده مرحلي في الأرض حيث يكاد يختفي تماما بزيادة درجة الحرارة والتهوية .
- يتراكم في الأراضي المغمورة بالماء لسوء تهويتها ، حيث تتراكم المواد العضوية لعدم وجود ظروف ملائمة لأكسدتها وانحلالها .
- له كثافة نوعية منخفضة تتراوح بين 3و0 – 4و0 جم / سم^3 .
- يتميز بسعة تبادلية عالية تتراوح بين 150 – 300 ملليمكافئ / 100 جرام .
- له مساحة سطح نوعي عالية تبلغ 800 – 900 م^2 / جرام .
- يكون غنياً بالهيدروجين والحديد في الأراضي الحامضية وبالكالسيوم والمنجنيز في الأراضي المتعادلة وبالصوديوم في الأراضي القلوية .

التركيب الكيميائي للدبال :

- تتكون المواد الدبالية عموماً من عدد من المركبات ذات الأوزان الجزيئية العالية (شكل 126) ، ونظرا لأن جزءا كبيرا منها يرتبط بمكونات الأرض المعدنية ، لذا فإن فصلها وتجزئتها يتم بصعوبة وبواسطة عدد من المذيبات التي تقوم بتكسير الروابط التي تربط المواد الدبالية بالأرض 0 ويتكون الدبال من المواد التالية :

أحماض الهيوميك :

- وهي مجموعة المواد الدبالية التي تستخلص من الأرض بالمستخلصات القلوية علي صورة محاليل داكنة اللون .
- وأحماض الهيوميك المستخلصة من عدد كبير من الأراضي تتميز بالتفاوت الكبير في تركيبها الكيماوي باعتبار أنها مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزئية المرتفعة والمتماثلة في تركيبها وصفاتها ، ولكن ليس لها تركيب بنائي ثابت ومحدد .
- ينظر عادة إلي المواد الدبالية علي أنها أحماض نظرا لوجود مجاميع الكربوكسيل فيها — COOH .
- أملاح حمض الهيوميك للقواعد الأحادية التكافؤ مثل البوتاسيوم والصوديوم والأمونيوم تكون ذائبة ذات لون داكن يتراوح من بني فاتح إلى بني غامق إلى أسود تقريباً ، أما أحماض الهيوميك الحرة وأملاحها مع الأيونات الثنائية والثلاثية التكافؤ فتكون غير ذائبة .
- تمثل أحماض الهيوميك أهم جزء في الدبال لارتفاع السعة التبادلية الكاتيونية لها ، كما أنها تلعب دوراً مهماً في تحسين البناء الأرضي ، كما أنها تمثل مصدراً احتياطياً للعناصر المغذية للنبات وخاصة النتروجين .

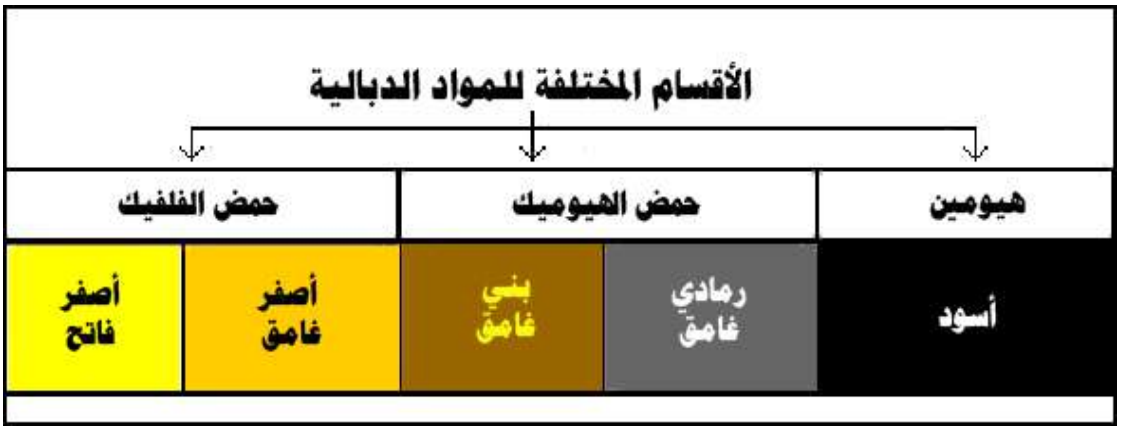
أحماض الفلفيك :

- وهي عبارة عن مجموعة المواد الدبالية ذات اللون الأصفر أو الأحمر الخفيف .
- وهي تمثل مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة والمتشابهة في بنائها التركيبي .
- وتتميز أحماض الفولفيك بأنها محبة للماء أما أحماض الهيوميك فهي كارهة .
- المجاميع الفعالة في أحماض الفلفيك فتشمل مجاميع الكربوكسيل COOH- الهيدروكسيل الفينولية OH- بالإضافة إلي مجاميع الميثوكسيل OCH_3- .

- وأحماض الفولفيك ذائبة في الماء و تعتبر من الأحماض العضوية القوية .

الهيومين :

- الهيومين هو ذلك الجزء من المواد الدبالية والذي لا يتم استخلاصه من الأرض بالمحاليل القاعدية ، والهيومين عبارة عن معقد من المواد الدبالية يتكون من أحماض الهيوميك والفولفيك ، إلا أن أحماض الهيوميك والفلفيك في الهيومين ذات درجة عالية من التجمع .



شكل (126) يوضح الأقسام المختلفة لدبال الأرض وهي أحماض الفولفيك والهيوميك والهيومين

نسبة الكربون إلي النتروجين (C \ N Ratio)

- يكون الكربون جزءا كبيرا من تركيب المادة العضوية ويرتبط ارتباطا وثيقا بمحتوي الأرض من النتروجين .
- تتراوح نسبة الكربون إلي النتروجين في المادة العضوية الموجودة في الطبقة السطحية للأرض بين (8 – 15) : 1 ، وتضيق هذه النسبة في الطبقات التحت سطحية عنها في الطبقات السطحية لنفس الأرض .
- تتراوح هذه النسبة في البقايا النباتية بين (20 – 30) : 1 في عرش البقوليات ، وتصل إلي 90 : 1 أو أكثر في قش بعض النجيليات .
- في أنسجة الكائنات الحية الدقيقة تكون النسبة أكثر ضيقا وتتراوح بين (4 – 9) : 1 .

أهمية نسبة الكربون إلي النتروجين :

- تتضح أهمية نسبة الكربون إلى النتروجين في المادة العضوية في نقطتين :
  - المنافسة على النتروجين بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة عند إضافة مواد عضوية ذات نسبة عالية من الكربون إلى النتروجين في الأرض .
  - المحافظة على مستوى المادة العضوية في الأرض .

أي أن نسبة الكربون إلي النتروجين في المواد العضوية المضافة إلي الأرض تحدد إلي حد كبير موقف الميكروبات من نتروجين الأرض كالآتي :

ـ إذا كانت نسبة C:N Ratio في المواد العضوية المضافة إلي الأرض مماثلة لتلك الموجودة في الخلايا الميكروبية ، فإن كل النتروجين الموجود في المادة العضوية يستهلك في بناء خلايا الميكروبات ولا يضاف أى جزء منه للأرض ولا تستفيد منه النباتات .

ـ وإذا كانت نسبة C:N Ratio في المواد العضوية المضافة أضيق من الموجودة في الخلايا الميكروبية فإن الميكروبات تأخذ احتياجاتها من النتروجين وينطلق الفائض في صورة أمونيا ليزيد من مقدار النتروجين الميسر للنبات .

ـ أما إذا كانت نسبة C:N Ratio في المواد العضوية المضافة أوسع من الموجودة في الخلايا الميكروبية فإن الميكروبات تعمل علي سد النقص عن طريق استخدام النتروجين الأرضي الموجود في صورة أمونيوم أو نترات ، أي أن الميكروبات تنافس النباتات علي النتروجين ، وبما أن الميكروبات تستفيد من النتروجين الموجود في الأرض أسرع من النباتات لذا تظهر علي النباتات النامية في هذه الحالة أعراض نقص النتروجين .

تأثير الغرويات علي صفات الأراضي

يمكن تلخيص تأثير الغرويات علي صفات الأراضي في النقاط التالية :

(١)التجميع والتفريق :

- من المعروف أن دقائق أى غروى تكون في حالة حركة مستمرة ، وعلي ذلك فعند تصادمها مع بعضها فمن المحتمل أن تتلاصق ثم تتجمع وترسب .
- إلا أن وجود الطبقة الكهربية المزدوجة يعرقل مثل هذه العملية حيث تتنافر الحبيبات مع بعضها لتشابه الشحنة التي تحملها .
- و لتجميع هذه الحبيبات فلابد من التغلب علي قوى التنافر هذه حتي تقترب الحبيبات من بعضها بدرجة كبيرة تكفي لتجمعها .
- ويمكن إحداث التجميع بتقليل سمك الطبقة الكهربائية المزدوجة عن طريق زيادة تركيز الأملاح بالأرض أو زيادة تكافؤ الايون المضاد .
- وعلي ذلك فإحلال الكاتيونات الثنائية مثل الكالسيوم محل الكاتيونات الأحادية مثل الصوديوم يشجع علي تكوين التجمعات في الأراضي .

(2) الانتفاخ والانكماش :

- إضافة الماء إلي حبيبات الأرض الجافة يسبب تأدرت الحبيبات حيث تدمص جزيئات الماء حولها مكونة أغلفة مائية مما يؤدي إلي تباعد حبيبات الأرض عن بعضها البعض .
- يحدث الانتفاخ نتيجة لتنافر الحبيبات (تنافر الطبقة الكهربية المزدوجة) حيث تتباعد الحبيبات عن بعضها بدرجة كبيرة ، وعندما تجف الأراضي فإنها تتشقق بفعل الانكماش (شكل 127) .

وتعتبر هاتان الظاهرتان من الظواهر الهامة المرتبطة بالطبقة الكهربية المزدوجة والمحددة لإمكانية استغلال الأراضي من الناحية الزراعية أو من ناحية إنشاء المباني

شكل (127) تشقق الأرض نتيجة الانكماش

(3) تأثير غرويات الدبال علي صفات الأراضي :

يرجع تأثير الدبال علي صفات وخواص الأراضي إلى طبيعة تركيبه ، ويمكن تلخيص تأثير غرويات الدبال علي صفات الأراضي فيما يلي :

أ- نظرا لقتامة لونه التي قد تصل إلى الأسود فإنه يكسب الأراضي لوناً بنياً قاتماً يتدرج إلي الأسمر تبعاً لدرجة انحلاله كما أنه يحتفظ بالحرارة التي تساعد على إنبات ونمو المحاصيل .

ب- يمتص الماء بما يعادل 25 مرة قدر وزنه بينما يمتص الطين أكثر من ثلثي وزنه من الماء ، ولهذه الخاصية أهمية كبيرة في احتفاظ الأراضي بمائها أثناء الجفاف .

ج- للدبال مقدرة كبيرة على ربط حبيبات الأرض المعدنية ببعضها البعض مكونا التجمعات الأرضية وبالتالي يساعد علي تحسين البناء الأرضي .

د - يساهم الدبال مع الطين في تحديد مقدرة الأراضي علي التبادل الأيوني ، ونظرا لأن خصوبة الأراضي تتناسب طرديا مع سعتها التبادلية الكاتيونية ، لذا فإنها تتناسب أيضا مع محتوي الأرض من الدبال الذي يساهم بنصيب كبير في تحديد هذه السعة .

هـ - الدبال وبعض مكوناته يعمل كمنظم لحموضة الأراضي وقلويتها متحدا مع الطين بواسطة عناصر الكالسيوم والحديد مكونا معقد يطلق عليه (clay – humus complex×) وهذا المركب يميز النظام الغروي في الأراضي .

و- يعتبر الدبال مخزناً للعناصر الغذائية ، حيث تحتوي المواد الدبالية على النتروجين والفسفور والكالسيوم والماغنسيوم والكبريت وغيرها والتي تنطلق منه ببطء في صورة ميسرة للنبات ، كما أن ثاني أكسيد الكربون الناتج أثناء انحلاله يعتبر مصدراً للكربون اللازم للنبات بالإضافة إلي أنه يزيد قدرة الماء الأرضي على إذابة العناصر الغذائية المختلفة .

المهارات العملية

تابع التحليل الكيميائى للتربة

الدرس العملي الأول

تقدير المادة العضـــــوية فى التربة

- تتفاوت الأراضي في محتواها من المادة العضوية فهي تتراوح عادة بين 2- 6 % وقد تقل عن 1 % في أراضي المناطق الجافة خاصة الرملية .
- والطريقة القياسية المستخدمة لتقدير مادة الأرض العضوية تعتمد علي تقدير الكربون العضوي ثم تحويله حسابيا إلي المادة العضوية وذلك بمعلومية أن المادة العضوية تحتوي علي الكربون بنسبة 58 % في المتوسط ، وأن 77 % فقط من الكربون العضوي يتم أكسدته بواسطة هذه الطريقة .

الأساس العلمي:

- الفكرة الأساسية لهذا التقدير تعتمد علي أكسدة الكربون العضوي الموجود بالمادة العضوية إلي ثاني أكسيد الكربون بواسطة كمية زائدة من عامل مؤكسد قوي مثل محلول داي كرومات البوتاسيوم المعلوم العيارية في وجود حامض الكبريتيك المركز 0 وتتم هذه العملية علي مرحلتين:

١. المرحلة الأولي :

وفيها يتأكسد كربون المادة العضوية إلي ثاني أكسيد الكربون ، بينما ’يختزل أيون الداي كرومات (برتقالي اللون) إلي أيون الكرومات (أخضر اللون) .

٢. المرحلة الثانية :

وتعتمد علي فكرة المعايرة الرجعية ، وفيها تتم معايرة الزيادة من محلول داي كرومات البوتاسيوم بواسطة محلول كبريتات حديدوز نشادرية (عامل مختزل) معلوم العيارية .

المحاليل اللازمة :

(1) محلول داي كرومات بوتاسيوم 1 ع : (يحضر بإذابة 04و49 جرام من داي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ في لتر ماء مقطر) .

(2) محلول كبريتات حديدوز نشادرية 5و0 ع : يحضر بإذابة 1و196 جرام من كبريتات الحديدوز النشادرية $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ في 800 ملل ماء مقطر محتويا علي 20 ملل حامض كبريتيك مركز ثم يكمل الحجم إلي لتر بالماء المقطر .

(3) دليل داي فينيل أمين : يحضر بإذابة 5و0 جرام داي فينيل أمين في 20ملل ماء مقطر ثم يضاف 100 ملل حامض كبريتيك مركز .

(4) حامض كبريتيك مركز 96 % .

(5) حامض فوسفوريك 85 % .

خطوات العمل :

1 - يوزن 2 جرام أرض جافة هوائيا وتوضع في دورق مخروطي 500 ملل .

2 - يضاف بالماصة 15 ملل من محلول داي كرومات البوتاسيوم 1 ع وبمخبار مدرج يتم إضافة 20 ملل حامض كبريتيك مركز والرج لمدة دقيقة واحدة ، ثم يترك الدورق بمحتوياته يبرد لمدة 20 دقيقة .

3 - يضاف إلي محتويات الدورق 5 جرام فلوريد صوديوم صلب (لتوضيح نقطة انتهاء التفاعل) + 100 ملل ماء مقطر ثم رج محتويات الدورق جيدا .

4 - يضاف 10 – 20 نقطة من دليل الداي فينيل أمين + 10 ملل حامض فوسفوريك مركز(لتكوين معقد مع أيونات الحديديك الناتجة والتي تتداخل مع نقطة انتهاء التفاعل) .

5 - تتم معايرة محتويات الدورق بمحلول كبريتات الحديدوز النشادرية 5و0 ع من السحاحة حتي يتحول اللون البنفسجي الغامق إلي لون أخضر .

6 - يتم عمل تجربة مقارنة (بلانك) وذلك بإجراء جميع الخطوات السابقة ولكن بدون استخدام عينة أرض .

7 - يتم إجراء خطوات الحساب كما يلي :

$$\% \text{ للكربون العضوي} = \frac{(\text{أ} - \text{ب}) \times \text{عيارية كبريتات الحديدوز} \times 12}{\text{وزن عينة الأرض} \times 4000} \times 100$$

(أ) : حجم كبريتات الحديدوز المستهلك أثناء معايرة تجربة البلانك (ملل)

(ب) : حجم كبريتات الحديدوز المستهلك أثناء معايرة العينة (ملل) .

$$\% \text{ للمادة العضوية} = \% \text{ للكربون العضوي} \times \frac{100}{58} \times \frac{100}{77}$$

الدرس العملي الثانى

تقدير نسبة C/N ratio (الكربون : النتروجين)

- **تقدير النتروجين الكلي :**

الأساس العلمي :

- يتم هضم المركبات النتروجينية العضوية باستخدام حامض الكبريتيك المركز في وجود درجات حرارة عالية تبلغ 360 – 400 ^{5} م في وجود عامل مساعد حيث تتحول المركبات النتروجينية إلي نشادر يتحد مع حامض الكبريتيك مكونا كبريتات نشادر .
- يتم تقدير النشادر الناتج بالتقطير في وسط قلوي بإضافة الصودا الكاوية حيث يطرد النشادر ويستقبل في حامض بوريك 4 % ، ثم تقدير النشادر بالمعايرة بحامض كبريتيك معلوم العيارية .
- من حجم الحامض المستهلك في المعايرة تحسب النسبة المئوية للنتروجين الكلي في العينة .

الأجهزة المستخدمة :

1 - جهاز ميكروكلداهل لتقطير النتروجين .

2 - زجاجيات وتشمل : دوارق هضم ، دوارق تقطير مخروطية ، سحاحة ، ماصات مختلفة.

الكيماويات المستخدمة :

1 - مخلوط الهضم : ويتكون من 100 جرام كبريتات بوتاسيوم + 25 جرام كبريتات نحاس لا مائيﺔ + 10 جرام سيلينيوم .

2 - حامض كبريتيك مركز .

3 - محلول صودا كاوية 40 % .

4 - حامض بوريك 4% .

5 - حامض كبريتيك مخفف 01و ع .

6 - مخلوط الدليلين : ويحضر كما يلي :

- يذاب 1و0 جرام بروموكريزول جرين في 100 ملل كحول إيثيلي 95 % .

- يذاب 1و0 جرام مثيل رد في 100 ملل كحول إيثيلي 95 % .

- يخلط الدليلين بنسبة 3 : 1 (300 ملل بروموكريزول جرين + 100 ملل ميثيل رد) ، ويضاف 10 – 15 ملل من مخلوط الدليلين لكل لتر من حامض البوريك .

طريقة العمل :

(أ) الهضم :

– يوزن 5 جرام عينة أرض أو 1 جرام عينة سماد عضوي وتوضع في دورق الهضم0

– يضاف إلي العينة في دورق الهضم 5 جرام من مخلوط الهضم + 20 ملل حامض كبريتيك مركز.

- توضع دوارق الهضم علي سخان كهربائي ويتم التسخين الهادئ لمدة ساعة مع مراقبة الفوران ، ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا (شكل 128) .

(شكل 128) وحدة الهضم

- بعد تمام الهضم وانتهاء تصاعد الأبخرة يكمل الهضم لمدة ساعة حتي يصبح المحلول أبيض اللون ثم تنقل العينة كميا إلي دورق معياري 250 ملل ويكمل الحجم بالماء المقطر وتترك لليوم التالي حتي يصبح المحلول رائق تماما ثم يؤخذ منه 10 ملل لتقدير النتروجين النشادري بعملية التقطير .

- يتم إجراء تجربة مقارنة (بلانك) وذلك بإجراء جميع الخطوات السابقة ولكن بدون استخدام عينة أرض .

(ب) التقطير:

- يؤخذ بالماصة حجما معلوما من محلول العينة الرائق + 20 ملل صودا كاوية 40 % وتوضع في دورق التقطير بجهاز ميكروكلداهل .
- يوضع 20ملل حامض بوريك 4% مضافا إليه مخلوط الدليلين أسفل مكثف الجهاز ويغمس فيها أنبوبة خروج الأمونيا .
- يجري غليان العينة بالبخار الناتج من دورق الغليان بعد إحكام فتحات الجهاز ويستمر الغليان لمدة من 5 – 7 دقائق حتي يتجمع محلول حجمه 70 ملل في دورق الاستقبال المحتوي علي حامض البوريك ويتم ذلك فى وحدة التقطير بشكل (129) .

(شكل 129) وحدة التقطير

(ج) المعايرة :

- تجري المعايرة لمحتويات الدورق باستخدام حامض كبريتيك 0٫01ع حتي يتغير لون الدليل إلي الرمادي المشوب بحمرة خفيفة جدا .
- يحسب حجم الحامض المستهلك من السحاحة .

(د) الحساب :

تحسب النسبة المئوية للنتروجين الكلى في العينة من العلاقة التالية :

$$\frac{(\text{معايرة العينة} - \text{معايرة البلانك}) \times \text{ع} \times \text{حجم المستخلص الكلي} \times 14 \times 100}{\text{حجم المستخلص المستخدم في التقطير} \times 1000 \times \text{وزن العينة (جم)}}$$

- **تقدير نسبة C/N ratio :**

1 - يتم تقدير % للكربون العضوي في العينة (كما سيق) .

2 - يتم تقدير % للنتروجين الكلي في العينة (كما سبق) .

3 - تنسب نسبة الكربون العضوي إلي النتروجين الكلي لحساب نسبة الكربون : النتروجين .

تذكر أن

- المصادر المختلفة للمواد العضوية في الأراضي :
  - جذور النباتات المختلفة والأجزاء النباتية التي تترك في الأرض أو تدفن فيها .
  - محاصيل السماد الأخضر .
  - الأسمدة العضوية التي تضاف للأرض .
  - أجسام الحيوانات المختلفة كالديدان والحشرات وفئران الحقل وفضلاتها .
  - الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بالأرض وبقاياها .
- مادة الأرض العضوية ذات الأصل النباتي يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :
  - الكربوهيدرات - اللجنينات - البروتينات
- أما المواد العضوية ذات الأصل الحيواني تتكون من الأقسام التالية :
  - كربوهيدرات - بروتينات - الدهون والزيوت والشموع - ولا تحتوي لجنينات.
- الكربوهيدرات: تتكون من اتحاد الكربون والهيدروجين والأكسجين وتشمل :
  - سكريات بسيطة : وتتكون من 5 أو 6 ذرات من الكربون مرتبة في سلاسل قصيرة ، ومنها الجلوكوز والسكروز وغيرها .
  - سكريات عديدة : وتتكون من تكثيف عدد كبير من جزيئات السكريات البسيطة مع بعضها وتشمل السيليلوز والهيميسليولوز و النشا .
- البروتينات البسيطة والمعقدة :
  - عبارة عن سلاسل معقدة من الأحماض الأمينية يوجد بها النيتروجين علي صورة NH_2 متصلا بسلسلة الكربون .
  - عبارة عن مركبات ذات وزن جزيئي مرتفع .
  - هي أكثر المجموعات العضوية تعقيدا وتتكون من عناصر الكربون والهيدروجين والنتروجين وكمية أقل من الأكسجين والكبريت والفسفور والحديد .
- الدهون والزيوت والشموع :
  - عبارة عن جلسريدات الأحماض الدهنية مصحوبة براتنجات من أنواع مختلفة .
  - تركيبها يتميز بدرجة عالية من التعقيد وهي غير قابلة للذوبان في الماء .
  - يتم تخزين الزيوت والدهون في أنسجة النبات كمصادر للطاقة .
  - الشموع تشكل أغلفة رقيقة علي الأوراق أو فوق أجزاء النبات .

- تحلل المادة العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة يعتمد علي :
  – طبيعة تركيب المخلفات0
  – الظروف البيئية المحيطة من حرارة ورطوبة وتهوية ورقم حموضة وخلافه0
- الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليل المادة العضوية في الأرض هي :
  – البكتريا – الفطر – والأكتينومايستس
- تقوم الكائنات الحية الدقيقة بهدم المادة العضوية من أجل:
  – الحصول علي غذائها – الحصول علي الطاقة اللازمة لنشاطها0
- العوامل التي تؤثر علي عملية تحلل المادة العضوية بالأرض هي:
  – الحرارة – الرطوبة – رقم الحموضة – التهوية – تركيب المخلفات العضوية
- تتضح أهمية نسبة الكربون إلى النتروجين في المادة العضوية في :
  – المنافسة على النتروجين بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة .
  – المحافظة على مستوى المادة العضوية في الأرض .
- خواص الدبال :

– مركب غير ثابت ذو لون أسود أو بني الغامق – يوجد في حالة غروية – تواجده مرحلي في الأراضي – له كثافة نوعية منخفضة – يتميز بسعة تبادلية عالية – له مساحة سطح نوعي عالية .

- يتكون الدبال من المواد التالية:
  – أحماض الهيوميك – أحماض الفلفيك – الهيومين
- تلعب الغرويات الأرضية دورا هاما فيما يتعلق ب :
  – التجميع والتفريق – والتمدد والانكماش – تفاعلات التبادل الأيوني .

التقويم

(1) اكتب ما تعرفه عن :

- المصادر المختلفة للمادة العضوية في الأراضي .
- الأقسام المختلفة لمادة الأرض العضوية بعد تحللها في الأراضي .
- نسبة الكربون إلي النتروجين (**C:N Ratio**) وعلاقتها بتحلل المادة العضوية .
- تكوين الدبال وانحلاله في الأرض .
- مصادر الشحنة الكهربية علي غرويات الأرض العضوية .
- تأثير الغرويات علي صفات الأراضي .

(2) أكمل العبارات التالية:

_ تنقسم المواد العضوية بعد تحللها ف الأرض ألي سبعة مكونات هي .....

- يكون الماء حوالي ..... % أو أكثر من تركيب الأنسجة النباتية الطازجة ، وتتكون المادة الجافة من .... ، .... ، .... ، .... ، ..... .
- تتراوح نسبة المادة العضوية في أراضي المناطق المعتدلة والباردة بين .... % ، بينما تقل هذه النسبة في أراضي المناطق الجافة وشبه الجافة عن ..... % 0
- يكون الماء حوالي ..... % أو أكثر من تركيب الأنسجة النباتية الطازجة ، وتتكون المادة العضوية من عناصر .... ، .... ، .... ، ..... .
- إذا كانت نسبة (**C:N Ratio**) في المواد العضوية المضافة إلي الأرض مماثلة لتلك الموجودة في الخلايا الميكروبية فإن .....

وإذا كانت نسبة (**C:N Ratio**) في المواد العضوية المضافة أضيق من الموجودة في الخلايا الميكروبية فإن .....

أما إذا كانت نسبة (**C:N Ratio**) في المواد العضوية المضافة أوسع من الموجودة في الخلايا الميكروبية فإن ..... .

*** الزيارات العلمية التى تخدم المنهج :**

1- كليات الزراعة للتعرف على اختبارات تحليل التربة .

2- المراكز البحثية الزراعية للتعرف دائما على الحديث فى مجال تحليل التربة الزراعية

3- مراكز بحوث الصحراء للتعرف على الحديث فى مجال الأراضى .

4- تبادل الزيارات مع المدارس الثانوية الزراعية الأخرى .

نموذج ورقة امتحانية

أجب على خمسة أسئلة فقط مما يأتى :

السؤال الأول :

أ - عرف التربة الزراعية .

ب- تكلم عن الصخور المتحولة .

السؤال الثانى :

أ- أكمل العبارات التالية :

- التربة الزراعية تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية هى ..... ، ..... ، ..... .

- تشتمل عمليات التجوية الحيوية علي تأثيرات ..... ، ..... .

- التجوية الحيوية ..... .

- معامل التمدد الطولى = ...

ب- إذا كان الحجم الظاهرى لعينة أرض = 4و20 سم3 ، والحجم الحقيقى = 5و11 – احسب المسامية .

السؤال الثالث :

أ- يعتبر الزمن عاملا من عوامل تكوين الأرض – اشرح هذه العبارة .

ب- أذكر ما تعرفه عن :

- القوي المسئولة عن مسك الماء في الأراضي .

- علاقة القوام بمقدار الماء الذى تحتفظ به الأرض .

السؤال الرابع :

أ- اذكر عوامل التجوية الكيميائية .

ب- ما الفرق بين :

- الكاؤولينيت - المونتيموريللونايت .

- قوة التماسك - قوة التلاصق .

- مجموعة الرمل – مجموعة السلت – مجموعة الطين .

السؤال الخامس :

أ- ما صفات مجموعات حبيبات الأرض ؟

ب- **علل :**

- انخفاض الشحنة السطحية لمعدن طين الكلورايت .

- معدن طين الكاؤولينيت غير قابل للتمدد والانكماش .

السؤال السادس :

أ- عرف البناء الأرضى .

ب- **اكتب ما تعرفه عن :**

- المصادر المختلفة للمادة العضوية في الأراضي .

نموذج إجابة بعض أسئلة الورقة الامتحانية

نموذج إجابة السؤال الأول أ :

بعض التعاريف الهامة للأرض (التربة) الزراعية :

- هى الطبقة السطحية من القشرة الأرضية والمكونة من صخور ومعادن أثرت عليها عوامل التعرية بأنواعها المختلفة سواء عوامل طبيعية أو كيميائية أو حيوية .
- هي الطبقة السطحية من القشرة الأرضية الناتجة عن تفتيت الصخور وانحلالها أو انحلال بقايا المواد العضوية أوهما معا وتكون هذه الطبقة صالحة كيمائيا وطبيعيا لتكون وسطا لجذور النباتات ونموها (شكل 1) .
- هى الجزء الهش من سطح الأرض الذي يختلف عن الصخور الصلدة . وإذا نظرنا إلي التربة من وجهة نظر زراعية نجدها تقوم بتثبيت النباتات النامية بالتربة كما تعد مصدرا لغذائها .
- هي خليط من مواد معدنية وعضوية بالإضافة إلى الماء والهواء وهى تمثل في مجموعها وسطا ملائما لنمو النباتات والكائنات الحية .

نموذج إجابة السؤال الأول ب :

الصخور المتحولة :

هي صخور أصلها ناري أو رسوبي تحولت بفعل تأثير الضغط أو الحرارة الكبيرين أو كليهما معا إلي صخور ذات أشكال وخواص جديدة وتقسم هذه الصخور إلى :

- **صخور متحـــــولة بالحـــــرارة :** مثل الرخام
- **صخور متحـــولة بالضـــــــغط** : مثل الإردواز

صخور متحولة بالحرارة والضغط : مثل الشيست والنيس

نموذج إجابة السؤال الثالث أ :

الزمن كعامل من عوامل تكوين الأرض :

ويقصد به الزمن الذى تعرضت فيه مادة الأصل لعوامل تكوين الأراضى فتأثير العوامل السابقة على عمليات تكوين التربة يتحكم في خصائص التربة الناتجة وطبيعتها عن طريق التأثير في مادة الأصل ، ولكن الزمن يؤثر في مقدار التغير الكلي الذي تحدثه تلك العوامل حيث يختلف تأثير العوامل السابقة في مادة الأصل باختلاف الفترة الزمنية فمثلا بعض العمليات المسئولة عن تكوين التربة تحدث تغيرا في مادة الأصل في زمن قصير نسبيا قد تصل إلي بضع سنين مقارنة بغيرها والتي تحتاج إلي أزمنة طويلة .

نموذج إجابة السؤال الرابع أ :

عوامل التجوية الكيميائية :

- التأدرت .
- التحلل المائى .
- الأكسدة .
- تكوين الكربونات والبيكربونات .

نموذج إجابة السؤال الخامس أ :

صفات مجموعات حبيبات الأرض :

1- مجموعة الرمل :

ترى الحبيبات بالعين المجردة – قد تكون مستديرة أو غير منتظمة – تتكون من معادن أولية – قدرتها على جذب بعضها البعض ضئيلة – ذات سطح نوعى ضئيل – المسام بين حبيباتها كبيرة لذا فالماء والهواء يتحركان فيها بسرعة كبيرة – مفككة وخشنة عند الابتلال وشديدة التفكك والخشونة عند الجفاف – ليست لينة ولا يمكن تشكيلها وهى مبتلة .

2- مجموعة السلت :

ترى الحبيبات بالميكروسكوب العادى – شظايا غير منتظمة ذات أشكال متعددة - تتكون من معادن أولية وثانوية وعادة ما يسوده ا الكوارتز - قدرتها على جذب بعضها البعض ومسك العناصر الغذائية متوسطة – ناعمة الملمس عند الابتلال – قد تكون قشرة سطحية صلبة .

3- **مجموعة الطين :**

ترى بالميكروسكوب اللإلكترونى - شكلها طبقى وعصوى ومستدير - يسودها المعادن الثانوية وخاصة معادن الطين السليكاتى الطبقية - قدرتها على جذب بعضها كبيرة - ذات سطح نوعى كبير - لينة وتتمدد عند الابتلال - تنكمش وتتشقق عند الجفاف .

نموذج إجابة السؤال السادس أ :

البناء الأرضى هو :

- شكل وحجم وترتيب وتجاور حبيبات التربة الصلبة وما بينها من فراغات بينية ولذلك فالحبيبات المنفردة غير المتجعة لا تكون بناء حيث أن شرط تكوين بناء بالتربة هو تكوين حبيبات مجمعه تسمي تجمعات .
- نظام ترتيب حبيبات التربة المفردة (الصغيرة والمتوسطة والكبيرة) والحبيبات المركبة مع بعضها البعض في مجاميع ذات نظام معين يشكل بناء التربة .

المراجع

المراجع العربية

عبد الله زين العابدين **الأراضى**

محمد يوسف الشواربى **كيمياء الأراضى**

عزت البيسرى **كيمياء الأراضى والأسمدة**

صلاح أحمد طاحون **كيمياء ومعادن الأراضى**

محمود يوسف الشواربى (1962) **كيمياء الأسمدة وتغذية النبات**

سمير عبد الوهاب أبو الروس **الخواص الكيميائية للأراضى**

أحمد كامل حلمى - محمود إبراهيم فهمى (1965)
كيمياء وطبيعة الأراضى الزراعية

عبد الحليم الدمياطى **أساسيات علم الأراضى**

السيد احمد الخطيب (1998) **أساسيات علم الأراضي**

إسماعيل جويفيل وآخرون (1993) **أساسيات علم الأراضى**

خليل محمود طبيل (1989) **أساسيات خصوبة التربة والتسميد**

فوزي محمد الدومي (2000) **علم التربة – أساسيات وتطبيقات**

رأفت سرور عبد العال وآخرون (2006) **محاضرات في أساسيات الأراضي**

أنجي عبد الله زين العابدين وآخرون (1994) **فيزياء الأراضي**

هاري بكمان – نييل برادي (ترجمة عبد البر – عبد السميع – الدماطي) (1965)
طبيعة الأراضي وخواصها

يوسف – أحمد فوزى (1999)
أجهزة وطرق تحليل التربة والمياه – الرياض – المملكة العربية السعودية – جامعة الملك سعود

نشيم – ماهر جورجى (2003) **طرق تحليل الأراضى – منشأة المعارف بالأسكندرية**

دانيل هليل (ترجمة علي بن محمد تركي الدريني) (1995) **أساسيات فيزياء التربة**

الشافعي – عمارة (1997) **أساسيات علم الأراضي – جامعة الأسكندرية0**

ذيب عويس - ايكاردا (1997) **نشرة الري التكميلي**

المراجع الأجنبية

➲ **Milton Whitney .**
Field Operation of The Division of Soil (U . S . A .) .
Department of Agriculture .

➲ **Brady, N.C.(1990).**
The Nature and Properties of Soils. Macmillan Publishing Company , New York.

➲ **FAO (1987).**
Agriculture. Toward (2000), (Rome, Italy. UN, Food and Agriculture Organization.

➲ **Henry Foth (1984).**
Fundamentals of Soil Science. 7 th Edition. John Wiley and Sons. New York, Toronto, Singapore.

➲ **Miller and Donahue (1997).**
Soils In Our Environment. 7 th Edition. Prentice- Hall, Inc. New Gersey 07458, USA.

➲ **Singer and Munns (1992).**
Soil – an Introduction. 2nd Edition. Maxwell Macmillan Publishing Singapore Pte.Ltd.

➲ **Hillel , D. (1982).**
Application of Soil Physics. Academic Press, New York.

➲ **FAO (Food and Agricultural Organization of the UN), 1994.**
Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Water Reports 3, Proceedings of the FAO Expert Proceedings of the FAO Expert