جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التربة والري

الزراعي/ الثاني

تأليف
د. سلوم برغوث سالم

المهندسة/ حميدة عبيد علوان
د. منهل نحش حامي

الطبعة السادسة 1447 هـ - 2025 م

المقدمة

تم في هذا الكتاب تعريف المبادئ الأساسية لموضوعين أساسيين في العلوم الزراعية هما التربة والمياه. إذ تمثل التربة والمياه ركيزة الحياة على كوكبنا ويعدان من أهم الموارد الطبيعية.على الرغم من أن سمك التربة قليل ولا يتجاوز المتر في كثير من الأحيان إلا أنهاُ السند الأساس لحياة جميع الكائنات الحية لذلك تطرق الكتاب إلى نشأة التربة وعوامل تكوينها. تكوِّن عناصر السيليكون و الأوكسجين و الألمنيوم مايقارب من 70% من جسم التربة لذا تم التطرق إلى وحدات الألومينا ثمانية الأوجه و ألسيليكا رباعية الأوجه التي ترتبط سوية لتكوين معادن الطين البلورية مدعومة بأشكال ملونة ثلاثية الأبعاد تمثل التركيب البلوري لمعادن الطين المختلفة.

تم التعامل مع التربة كجسم ثلاثي الأبعاد يتكون من ثلاث حالات هي الحالة الصلبة التي تمثل الجزء المعدني و الحالة السائلة التي تمثل ماء التربة و الحالة الغازية التي تمثل هواء التربة. ونظرا لأن المادة العضوية هي مادة صلبة فإنها تدخل ضمن الحالة الصلبة إلاّ أنها مكون مستقل قائم بذاته لأنه يؤثر على مختلف صفات التربة. إن للتربة خصائص فيزيائية ثابتة كالنسجة و الكثافة الحقيقية والمساحة النوعية السطحية ولون التربة الجافة و أخرى متغيرة كبناء التربة و الكثافة الظاهرية و المسامية . إن لمكونات التربة المختلفة كتلة وحجم تكون أساسا لربط هذه المكونات بعلاقات كتلية - حجمية تسهل وصف خصائص التربة ذات الأهمية ألأنتاجية كمحتوى التربة من الماء الجاهز للنبات. ونظرا لكون التربة خزاناً كبيراً أو هائلاً للعناصر الغذائية فقد تم دراسة الخصائص الكيميائية الأساسية للتربة بما فيها محلول التربة وسعة التربة على التبادل الأيوني وتفاعل التربة وملوحتها .

ان التربة هي وسط ملائم لنمو أحياء دقيقة وأخرى أكبر حجما مثل البكتريا والفطريات وديدان الأرض وغيرها تؤثر في حالتها الخصوبية . أن لهذه الكائنات علاقة مباشرة بخصوبة التربة مثل الأحياء التعايشية المثبتة للنيتروجين الجوي. كما تمت الأشارة الى نوع وطرق تصنيع الأسمدة الكيميائية والعضوية وطرق اضافتها.

تطرق الجانب الثاني من الكتا ب الى الري وأهميته في الزراعة ونظرا لأن مساحة و أبعاد و طوبغرافية الحقل لها علاقة مباشرة بالأحتياجات المائية وهي خطوة تصميمية سابقة لتحديد سعة ونوع منظومة الري فقد خصص لهذا الجانب فصل يبين كيفية قياس المسافات و المساحات على ألأرض و التسوية. لايكون جميع ماء التربة بحالة جاهزة للنبات وعليه تم التطرق الى جاهزية ماء التربة بشكل يهدف الى تحديد حاجة النبات الفعلية للماء متمثلة بزمن الري وكمية ماء الري اللازم اضافته خلال الرية على أساس نسبة الاستنفاذ. إن كفاءة الري تعتمد على عوامل متعددة منها كفاءة منظومة إيصال مياه الري ألى الحقل وكفاءة إضافة الماء لنظام الري وأجهزة خزن و ادارة المـــــاء فـــــي الحقـــــل واجـــــراء القياســـــات الحقليـــــة لمـــــاء الـــــري.

وقد تم دراسة معادلة حساب التصريف في قنوات الري كخطوة أساسية لحساب تصريف القنوات و ألأنهار. ونظرا لشحة مياه الري في العراق فلا بد من مراعاة كفاءة أنظمة الري الحقلي بما فيها انظمة الري السيحي والسطحي وتحت السطحي . تعد الممارسات الحقلية من المهارات اللازمة لزيادة كفاءة أنظمة الري وإضافة الاسمدة والمبيدات واعادة استخدام الضائعات المائية.

* إن للجانب العملي أهمية بالغة في العلوم التطبيقية خاصة العلوم الزراعية ولكون الجزء العملي مكملا إلى الجزء النظري في هذا الكتاب فقد وضع الجزء العملي في نصفين هما النصف الخاص
بأساسيات علوم التربة و النصف الخاص بأساسيات الري. تتوافق مواضيع الجزء العملي مع الجزء النظري من حيث الجدولة الزمنية، و لابد من التاكيد هنا على أهمية تغطية جميع المواضيع حسب الجدول الزمني.
إن الجهود المبذولة في هذا الكتاب وقفت كثيرا عند مبدأ الحداثة و التطويرمن خلال الأنتقال من الجانب الوصفي إلى الجانب العلمي الدقيق متمثلة بلغة الأرقام في التعبير عن الأسس المهمة في دراسة التربة و المياه بما يسهم في تطوير قابلية طلبتنا الأعزاء في الجانبين النظري و التطبيقي.

ومن الله التوفيق

المؤلفون

محتويات الكتاب

الجزء النظري

الموضوع	الصفحة
المقدمة	3
الفصل الاول/ التربة	10
أسئلة الفصل الاول	18
الفصل الثاني/ مكونات التربة	19
أسئلة الفصل الثاني	33
الفصل الثالث/ الخصائص الفيزيائية للتربة	34
أسئلة الفصل الثالث	50
الفصل الرابع/ الخصائص الكيميائية للتربة	51
أسئلة الفصل الرابع	62
الفصل الخامس/ احياء التربة	63
أسئلة الفصل الخامس	74
الفصل السادس/ خصوبة التربة	75
أسئلة الفصل السادس	82
الفصل السابع/ قياس المسافات والمساحات على الارض	83
أسئلة الفصل السابع	109
الفصل الثامن / الري	111
أسئلة الفصل الثامن	126
الفصل التاسع/ أنظمة الري الحقلي	128
أسئلة الفصل التاسع	140
الفصل العاشر/ الممارسات الحقلية لادارة مياه الري	141
أسئلة الفصل العاشر	149

الجزء العملي

الموضوع **الصفحة**

1) التربة العملي

1. الدرس العملي الاول 151
فحص التربة
اسئلة الدرس العملي الاول 153

2. الدرس العملي الثاني 154
قطاع التربة
اسئلة الدرس العملي الثاني 155

3. الدرس العملي الثالث 156
قياس المحتوى المائي للتربة والتعبير عنه
اسئلة الدرس العملي الثالث 158

4. الدرس العملي الرابع 159
تحليل توزيع حجوم الدقائق
اسئلة الدرس العملي الرابع 162

5. الدرس العملي الخامس 163
ثباتية التجمعات
اسئلة الدرس العملي الخامس 165

6. الدرس العملي السادس 166
الكثافة الظاهرية
اسئلة الدرس العملي السادس 168

7. الدرس العملي السابع 169
منحنى خصائص رطوبة التربة
اسئلة الدرس العملي السابع 171

8. الدرس العملي الثامن 172
قوامية التربة
اسئلة الدرس العملي الثامن 175

9. الدرس العملي التاسع 176
محلول التربة
اسئلة الدرس العملي التاسع 179

10. الدرس العملي العاشر 180
تفاعل التربة والايصالية الكهربائية لمحلول العجينة
اسئلة الدرس العملي العاشر 182

11. الدرس العملي الحادي عشر 183
الايونات الموجبة والسالبة
اسئلة الدرس العملي الحادي عشر 187

12. الدرس العملي الثاني عشر 188
الخصائص الكيميائية للترب الملحية
اسئلة الدرس العملي الثاني عشر 189

13. الدرس العملي الثالث عشر 190
احياء التربة
اسئلة الدرس العملي الثالث عشر 191

14. الدرس العملي الرابع عشر 192
التربة وتغذية النبات
اسئلة الدرس العملي الرابع عشر 193

15. الدرس العملي الخامس عشر 194
الاستجابة السمادية
اسئلة الدرس العملي الخامس عشر 195

2) الري العملي

1. الدرس العملي الاول 197
مسح الحقل ورسم خارطة كنتورية
اسئلة الدرس العملي الاول 200

2. الدرس العملي الثاني 201
تسوية وتعديل الحقل
اسئلة الدرس العملي الثاني 203

3. الدرس العملي الثالث 204
قياس المحتوى المائي للتربة
اسئلة الدرس العملي الثالث 206

4. الدرس العملي الرابع 207
سعة الماء الجاهز للنبات
اسئلة الدرس العملي الرابع 209

5. الدرس العملي الخامس 210
كمية ماء الري اللازم اضافته للحقل
اسئلة الدرس العملي الخامس 212

6. الدرس العملي السادس 213
قياسات مياه الري
اسئلة الدرس العملي السادس 215

7. الدرس العملي السابع 216
الاستهلاك المائي للنبات
اسئلة الدرس العملي السابع 218

8. الدرس العملي الثامن 219
صلاحية مياه الري
اسئلة الدرس العملي الثامن 221

9. الدرس العملي التاسع 222
منحنيات التقدم والانحسار
اسئلة الدرس العملي التاسع 223

10. الدرس العملي العاشر 224
كفاية كفاءة وتناسق الري
اسئلة الدرس العملي العاشر 227

11. الدرس العملي الحادي عشر 228
انظمة الري السيحي
اسئلة الدرس العملي الحادي عشر 229

12. الدرس العملي الثاني عشر 230
الري بالرش
اسئلة الدرس العملي الثاني عشر 232

13. الدرس العملي الثالث عشر 233
الري بالتنقيط
اسئلة الدرس العملي الثالث عشر 236

14. الدرس العملي الرابع عشر 237
اجهزة حقن الاسمدة والمبيدات
اسئلة الدرس العملي الرابع عشر 239

15. الدرس العملي الخامس عشر 240
معايرة اجهزة الحقن
اسئلة الدرس العملي الخامس عشر 242

الأهداف العامة

يهدف هذا الكتاب في بابه الأول الخاص في التربة:-

- تعريف الطالب بالتربة ومفهومها ودراسة المبادئ الاساسية لعلم التربة.
- تعريف الطالب بأهمية التربة الزراعية والبيئية والهندسية.
- تعريف الطالب بعوامل وعمليات تكوين التربة ومكوناتها.
- تعريف الطالب بخصائص التربة الفيزيائية كجسم ذو ثلاثة أبعاد.
- تعريف الطالب بخصائص التربة الكيميائية وأهميتها من الناحية الخصوبية.
- تعريف الطالب بـأحياء التربة الدقيقة ووظيفتها وأهميتها الزراعية والبيئية.
- تعريف الطالب بخصوبة التربة على اعتبار ان التربة خزان هائل للعناصرالمغذية للنبات.
- تعريف الطالب بالمسافات وقياس المساحة على الأرض .

أما الباب الثاني الخاص بالري فيهدف إلى:-

- تعريف الطالب بالمسافات وقياس المساحة على الارض وقراءة مناسيب الحقل ورسم خارطة كنتورية.
- تعريف الطالب بمفهوم الري وقياسات مياه الري.
- تعريف الطالب بمفهوم الري والصفات المائية للتربة ذات العلاقة بالري.
- تعريف الطالب بـأهمية الري في الزراعة وكفاءة وطرق الري.
- تعريف الطالب بـأنظمة ايصال مياة الري وانظمة الري الحقلي.
- تعريف الطالب بالممارسات الحقلية لإدارة ماء الري ليكون قادراً على الأجابة عن السؤال متى نروي وكم هي كمية ماء الري اللازم إضافته؟

الفصل الاول
التربة

الأهداف

الهدف العام :

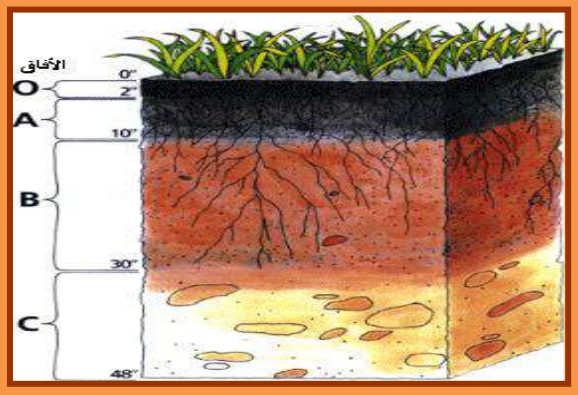
الألمام بأساسيات التربة

الأهداف الخاصة:

1- التعرف على مفهوم التربة.
2- التعرف على الأهمية الزراعية والبيئية والهندسية للتربة.
3- التعرف على قطاع وآفاق التربة وتسمياتها.
4- التعرف على عوامل وعمليات تكوين التربة.

الوسائل المساعدة

جهاز عرض بأستخدام الحاسوب تعرض معدات (قطاعات) تربة نعود الى (12) رتبة تربة (12 orders).



الفصل الأول
التربة

التربة هي الوسط الفعال حيوياً ، المسامي البناء الذي يغطي سطح الأرض . وصف الكثير من العلماء التربة على انها قشرة (جلد) الأرض ودرسوا صفاتها بالتفاصيل لأن صفاتها تختلف عن صفات كل مكون من مكوناتها. يركز علم التربة على دراسة التربة كظاهرة طبيعية على سطح الأرض لذا فإن علماء التربة يدرسون التربة من حيث المظهر ، طبيعة التكوين , صفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية وتصنيفها وتوزيعها . أمّا غلاف التربة Pedosphere فهو الغلاف الأرضي حيث توجد الأرض و تكون عوامل تكوينها فعالة. إن غلاف التربة يتطور من حالة التداخل الحركي بين الغلاف الجوي Atmosphere والغلاف الحيوي Biosphere والغلاف المعدني Lithosphere والغلاف المائي Hydrosphere . إن الفراغ المسامي في التربة يكون مملوءاً إما بالماء أو الهواء في حين يتكون الجزء الصلب من المكونات المعدنية والكائنات الحية أو الغير حية . إن التربة هي مصدر الحياة في الأنظمة البيئية للأرض وتؤثر في توازن الطاقة ، تبادل الماء ودورة المغذيات، وإنتاجية الأنظمة البيئية.

مفهوم التربة:

يشير المفهوم الحديث للتربة إلى أنها جسم طبيعي يتألف من صلب وسائل وغاز ويوجد على سطح الأرض ويشغل فراغاً ويتصف بوجود آفاق أو طبقات تكون مميزة عن مادة الأصل نتيجة الإضافة والفقد والانتقال وتحول الطاقة والمادة ولها القابلية على اسناد النباتات الجذرية في بيئة طبيعية. ان الحد الأعلى للتربة هو المستوى الفاصل بين التربة والهواء أو بين التربة وماء ضحل لايتجأوز عمقة 2.5 م أو بين التربة والنباتات الحية أو بين التربة ومواد نباتية غير متحللة. أما الحد الأدنى للتربة فيتحدد طبيعيا بالحد الأدنى للفعاليات الحيوية التي تتداخل مع عمق جذور النباتات المحلية المعمرة التي تصل إلى عدة أمتار. تتضمن التربة مجموعة أجسام طبيعية ترتبط وراثيا بالتربة تكون قادرة على اسناد النباتات على سطح الأرض في أماكن متأثرة أو حتى ناتجة عن فعل الإنسان على المواد الأرضية و تحوي مادة حية. تتضمن التربة الافاق القريبة من السطح التي تختلف عن مادة الصخور التحتية نتيجة تأثير المناخ, الكائنات الحية, المادة الأم, والتضاريس خلال الزمن. ويمكن النظر إلى التربة من الناحية الجيولوجية على انها الطبقة الخارجية المجواة المفتتة و المميزة من سطح الأرض التي تكونت أصلا من تكسر وتحلل وإعادة تكوين المادة المعدنية الموجودة في الصخور الأم بعمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية. إن البقايا المتفتتة من الصخور تتحول إلى أجسام طبيعية تكون مستقرة بدرجات متفاوتة ومنتظمة داخليا, وهذا بدوره يؤدي إلى تكون مقد تربة يمكن تمييزه بالعين المجردة بأنه جسم حي مركب بنفس الطريقة التي يمكن ان نفكر فيها بجسم الإنسان على الرغم من أن التربة تضم مجاميع واسعة من الأحياء في تعايش متوافق بشكل خلايا أو أعضاء أو مستعمرات أو عصويات.

الأهمية الزراعية والبيئية والهندسية للتربة :

تعد التربة والماء المصدرين الأساسيين للزراعة. فالتربة هي مورد اقتصادي لا ينفذ وأساس الحياة على الكرة الأرضية. إن التربة هي وسط خصب معقد التركيب يسند نمو النبات وفعالية الأحياء الدقيقة ويعتبر خزانا للعناصر الغذائية والماء. إن الزيادة المستمرة في عدد سكان العالم يتطلب زيادة في الإنتاج الزراعي من الحبوب والخضر والفاكهة وهذا بدوره يتطلب الزيادة العمودية (زيادة معدلات الإنتاج) والزيادة الأفقية(زيادة المساحة المزروعة) لتأمين الحاجة الغذائية المتنامية ودرء خطر المجاعة في كثير من بلدان العالم واستغلال مساحات جديدة لغرض الإنتاج الزراعي.

ومن الناحية البيئية تعد التربة مِصفاة (filter) هائلة لكثير من المواد الكيميائية السامة الناتجة عن النشاطات الصناعية وإضافة المواد الكيميائية من مبيدات وأسمدة في الزراعة .لقد أثبتت الدراسات انتقال الملوثات ووصولها إلى مجاري الأنهار والمياه الجوفية مسببة تلوثاً له مخاطر صحية وبيئية, إن الحفاظ على بيئة تربة خالية من التلوث يجب أن يكون هدفا في كافة الممارسات الزراعية والبيئية والهندسية .إن رمي المخلفات العضوية الصلبة مثل المواد البلاستيكية المعروفة بمتعدد الأثيلين (polyethelene) على سطح الأرض أو حتى دفنها تحت سطح التربة وأستعمال المبيدات والاسمدة الكيميائية ينتج عنه تحرر مواد كيميائية سامة تمتص على سطح غرويات التربة (الطين و المادة العضوية) مما يؤدي إلى تلوث التربة ووصول الملوثات إلى مياة الانهار والمياه الجوفية.
إن للتربة استخدامات هندسية هامة إلا ان الترب الملائمة للزراعة قد لاتكون ملائمة من الناحية الهندسية فالترب الرملية الحصوية تكون اكثر ملائمة لإنشاء الشوارع والبنايات والمنشآت مقارنة بأهميتها الزراعية.

علم التربة: Soil Science

هو دراسة التربة كمحور رابط مركزي في الغلاف الحيوي (Biosphere) كوسط للإنتاج الزراعي ومادة أولية للصناعة والإنشاءات لذا فهي مهمة للجيولوجيين، علماء الترسبات، البيئة والأحياء , وبنفس الأهمية للعلوم التطبيقية كالمحاصيل والهندسة. ونظرا للاتجاهات والاهتمامات المختلفة لعلم التربة فهويقسّم عادة إلى أقسام ثانوية تتضمن دراسة تكوين وتصنيف التربة, فيزياء التربة , معادن التربة , كيمياء التربة, خصوبة التربة و أحياء التربة.
ان علم التربة الذي يهتمُّ بدراسة نشأة وتطور الترب حيث تكون للتربة خصائص فيزيائية ناتجة عن المساحة السطحية العالية مثل قابلية التربة على مسك الماء والتمدد و الأنكماش, وأخرى كيميائية ناتجة عن كون الجزء المعدني للتربة يحتوى غرويات مشحونة تمتص أو تحرر العناصر المغذية وتكون في حالة توازن ديناميكي (حركي) مع محلول التربة وأخرى بيولوجية ناتجة عن وجود اعداد هائلة من الكائنات المرئية والدقيقة .كما أن علم التربة يهتم بدراسة التربة كمصدر طبيعي هام على سطح الأرض.

عوامل تكوين التربة: Factors of Soil Formation

تعتبر التربة نظام طبيعي لا دخل للانسان في تكوينة وهو نظام مفتوح تتغير مكوناتة من مكان إلى آخر الا أن هذا التغيير ليس عشوائيا. تتكون التربة عن فعل تأثيرات المناخ و الكائنات الحية على مادة ألأم مع تأثيرالتغاير الناتج عن التضاريس خلال الزمن اللازم لتطور عمق معين من التربة. التربة هي محصلة طبيعية للبيئة السائدة وتتكون نفس التربة في جزئها الغالب عند تعرضها إلى نفس عوامل التكوين. تشتق التربة من انواع لا نهائية من المواد التي تعرضت على مرور الزمن إلى مدى واسع من الظروف المناخية .إن تأثير التضاريس العامة و المحلية و المادة ألأم و الزمن على التربة في المناطق الرطبة يكون واضحا في حين يكون للتضاريس دور هاما في المناطق الجافة وقد تلعب التضاريس المحلية دوراً رئيسياً كما في حالة الترب الملحية. أن التغايرات المحلية ترتبط عن قرب مع التغايرات في التضاريس المحلية والمادة الأم والزمن. إن المناخ و الغطاء النباتي يؤثران في التربة كما هو الحال في تاثير التضاريس والمادة الأم والزمن.وعلى الرغم من الأختلاف في المناخ الدقيق على القياس الصغير فإن لغالبية ترب منطقة معينة صفات مشتركة. ميز علماء التربة خمسة عوامل رئيسية تؤثر في تكوين التربة وهي :

1- المادة الأم (الأصل) :Parent Material

تشير مادة الاصل إلى المادة المعدنية و المادة العضوية (بقايا النباتات) التي يبدأ منها تكوين التربة. تشمل المادة المعدنية جزيئات الصخور المجواة رماد البراكين ترسبات تحركت واستقرت بواسطة الماء أو الهواء ,أو صخور متراكمة.أن لمادة ألأصل تأثير قوي على نوع التربة المتطورة والمعدل الزمني الذي حدث عندهُ التطور. ان تطور التربة قد يحدث اسرع في مواد ذات نفاذية أعلى للماء في حين تكون الكتل الصلبة ذات الكثافة العالية ذات مقاومة لعمليات تكوين التربة مما يتسب في بطء تطور التربة.

ان الصخور التحتية مثل صخور حجر الكلس وحجر الرمل والقشور (shale),صخور غرانايت قد تتكسر بفعل عمليات التجوية المختلفة (الفيزيائية والكيميائية و الحيوية) .إن مادة التربة وأجزاء الصخور قد تسقط (تتدحرج أو تنزلق) عند مناطق الانحدارات العالية وكذلك نتيجة تاثير جريان الماء أو جاذبية الأرض وتتجمع عند أسفل المنحدرات وتكوَن ما يعرف الطمي (colluvium) تفيض الانهار والسيول وتغطي ضفافها بطبقة جديدة من الترسبات لتحمي المادة الأصل لضفاف الأنهار .

2- المناخ :Climate

يعد المناخ عاملا رئيساً في تحديد حياة النبات والحيوان على التربة وفي التربة. فالمناخ يحدد كمية الماء المتيسرة في تجوية الصخور و المعادن ونقلها وتحرر العناصرمنها ، كذلك فإن تأثير المناخ يظهر في تأثير درجة الحرارة الذي يحدد التجوية الكيميائية للمادة ألأم التي تؤثر في تطور الترب.

إن للمناخ تأثيراً غير مباشر على تطور الترب و ذلك بتأثيره على التوزيع الطبيعي للغطاء النباتي. يتيح المناخ الدافئ الرطب ويشجع نموا سريعاً للنباتات مما ينتج عنه كمية هائلة من المادة العضوية ,وعلى العكس من ذلك في الجو البارد الجاف كما ان تحلل المادة العضوية يتسارع تحت مناخ دافئ رطب . في الناطق الرطبة يتسبب المطر في ذوبان بعض المعادن كالكاربونات وينقلها إلى الأعماق ويمكن أن تكون الأمطار حامضية .

3- الكائنات الحية : Living Organisms

تؤثر النباتات في تطور التربة لتكوينها طبقة من المادة العضوية وتلعب دورا هاماً في دورة العناصر الغذائية التي يتم امتصاصها من قبل الجذور من الطبقة السفلى وإضافتها إلى الطبقة العليا الخصبة مع المادة العضوية أثناء موت النباتات الحولية أو تساقط بقايا النباتات المعمرة. تساعد المادة العضوية في تكوين تجمعات ثابتة مما يساعد في منع أو تقليل التعرية . على العموم فإن النباتات ذات الجذور الأعمق تسهم بدرجة أعلى في تطور التربة مقارنة بنباتات ذات جذور ضحلة . تتحلل بقايا النباتات السابقة على الأرض من قبل الفطريات ,البكتيريا ,الحشرات وديدان الأرض. إن هذه الكائنات تتغذى وتحلل المادة العضوية وتحرر مغذيات النبات .

إن قسم من هذه الكائنات يحوِّل بعض العناصر كالكبريت والنتروجين إلى مركبات جاهزة للنبات. إن زيادة عدد الأحياء الدقيقة في التربة يساعد على ربط دقائق التربة في وحدات بنائية تعرف بالتجمعات وتكون التربة جيدة البناء ملائمة لنمو جذور النباتات ومدّها بالكميات الكافية من الماء والهواء. إن الحيوانات التي تعيش في التربة تؤثر في تحلل المادة العضوية مباشرة عن طريق هضمها كمصدرغذاء رئيسي أو عن طريق قطعها، ونشرها و خلطها مع التربة مما يزيد من مساحة سطح التحلل و زيادة سرعة تحللها.

4- التضاريس : Topography

إن موقع التضاريس يسبب تغير في الرطوبة والحرارة .عند سقوط المطر يتحرك الماء إلى الأسفل إما خلال سطح التربة بالاتجاه العمودي أو على السطح إلى مناسيب أخفض بفعل جاذبية الأرض .على الرغم من أن للتضاريس المحلية عوامل تكوين التربة نفسها من طقس وأحياء ومادة أصل وزمن ,فإن التربة الجافة على التضاريس المرتفعة قد تكون مختلفة بدرجة كبيرة عن التربة الرطبة عند التضاريس المنخفضة حيث يتجمع الماء . في المناطق الرطبة قد تسود ظروف اختزال مما يعيق نمو جذور النباتات التي تحتاج إلى نسبة متعادلة من الماء والهواء .إن درجة طول المنحدر تكون مهمة لانها تؤثر في المعدل الذي يجري فية الماء إليها أو خارج التربة . إن التربة التي تعاني من التعرية تكون اقل خصوبة وذات قابلية أقل على حفظ الماء من الترب التي لا تعاني من التعرية .

5- الزمن:Time

إن تكوين آفاق تربة يتطلب زمنا" كلما تعرض سطح التربة لفترة أطول إلى عوامل تكوين التربة مثل النباتات النامية كلما تطور مقد. التربة بشكل أكبر . تبين التربة في الترسبات الحديثة أو التربة على المنحدرات الشديدة تطوراً قليلاً في الافاق حيث تكون التعرية فاعلة. أما الترب الموجودة على تضاريس قديمة مستقرة فإن لها آفاقاً مميزة بشكل جيد لأن معدل عمليات تكوين التربة تفوق معدلات التعرية .وبتقدم عمليات تكوين التربة فإن العديد من المعادن الاصلية تتحطم وتستحدث أخرى جديدة منها وتصبح الترب مغسولة وحامضية وطينية خاصة في ترب الغابات الرطبة لأن كثرة الأمطار مع وجود أشجارالغابات يشجع على التجوية الكيميائية وغسل كثير من العناصر إلى الآفاق التحتية.

إن للزمن مفهوم مختلف كعامل تكوين تربة فالزمن صفر يعني عدم وجود تربة ووجود مادة الأصل فقط . أي أن الزمن اللازم لتكوين وتطور الترب يعد بالآلاف والملايين من السنين . لقد أوضحت الدراسات أن عمر الطبقة العليا المفتتة في القشرة الأرضية يرجع إلى فترة مليون سنة .

قطاع التربة: Soil Profile

إن وصف التربة يعد أساسا في أي عملية مسح. إن أي وصف للصفات الداخلية للتربة يتم على جسم تربة ذو أبعاد معينة. ففي الدراسات الحقلية يتم فحص مادة التربة التي تم أخذها بأنبوب أخذ النماذج أو بالمثقاب (Auger). لغرض الدراسات السريعة يتم أخذ شريحة تربة ذات سمك قليل(soil pedon) من حفرة صغيرة بوساطة الة مناسبة كالمسحاة التي تفيد في التعرف على صفات التربة من دراسة كل نموذج. ولكن في بعض الترب وعندما تكون شريحة التربة غير كافية لملاحظة صفات التربة فإنه يتطلب فتح قطع عمودي خلال التربة (soil profile) و إزالة المقاطع الأفقية طبقة تلو الأخرى لوصف خصائص التربة التي يمكن تحديدها بالتفصيل.

إذا نظرنا إلى حفرة للتربة ذات عمق مناسب (1-2)م سنشاهد طبقات مختلفة للتربة .تسمى هذه الطبقات بالآفاق. ان الأفق هو طبقة موازية إلى سطح التربة، وتتميز عن الطبقات المجأورة بمجموعة صفات متميزة ناتجة عن عوامل تكوين التربة. تستخدم الطبقة عوضا عن الأفق إذا كانت جميع الصفات قد نتجت بشكل أساسي عن المادة الأم. إن ارتباط هذه الآفاق في التربة سوية يعرف Solum وهو الجزء العلوي في مقد التربة الواقع فوق المادة الأم و الذي تجري فيه عمليات تطور التربة تنتج عنها آفاق متميزة. إن علماء التربة يتفحصون ويصفون قطاعات التربة وآفاقها لغرض تصنيف وتقسيم الترب للاستخدامات المختلفة .

تختلف آفاق التربة في عدد من خصائص سهلة التمييز بالعين المجردة كاللون ,النسجة, إلبناء ,السمك وخصائص أخرى تكون غير منظورة تحتاج إلى مختبر فحص تربة كالخصائص الكيميائية والمعدنية والقوامية وتفاعل التربة. يستخدم علماء التربة الحروف الكبيرة (A ، B

(E ، O ، C) لتشخيص الآفاق الرئيسة, والأحرف الصغيرة لتمييز الأفاق . ان لمعظم الترب ثلاثة آفاق رئيسة وهي :الأفق السطحي A الأفق تحت السطحي B الأفق الذي يلي الأفق تحت السطحي وهو الأفق C.

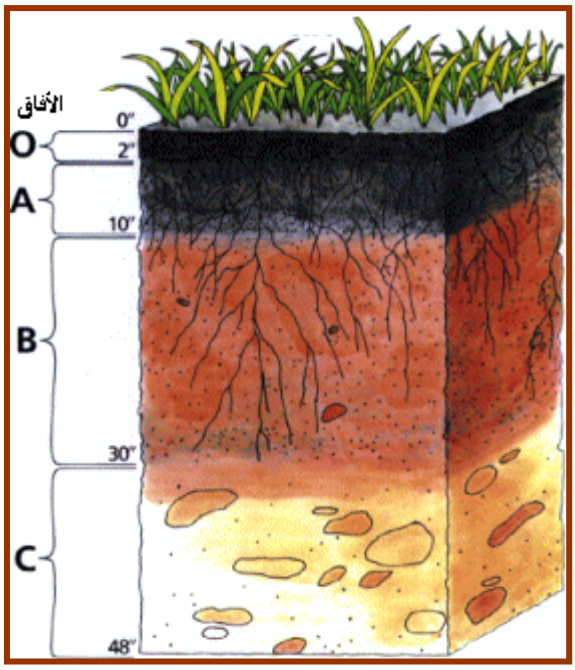
تحتوي قسم من الترب على الأفق العضوي O على السطح . أما الأفق E فهو أفق تحت السطحي للإشارة إلى حصول درجة عالية من الفقد من المعادن وفيما يلي شرح مختصر عن كل أفق :-

الأفق O: O Horizon

O Horizon وهو الأفق العضوي Organic وهو طبقة تربة ذات محتوى عال من المادة العضوية أكبر من (12-18) % مادة عضوية . في ترب مناطق الغابات هناك طبقات عضوية متميزة تختلف بدرجة تحللها . إن الأفق O يتكون من بقايا نباتات متحللة أو متحللة جزئياً . يتواجد الأفق O عند سطح التربة المعدنية كما يبين الشكل 1 أو تحت أي عمق تحت السطح في حالة أن يكون مدفوناً .

الأفق A(التربة السطحية) : A Horizon

ويسمى بأفق التربة السطحية وفي ماعدا الأفق O جميع الآفاق الأساسية تكون من مواد معدنية . ومن المهم تمييز الأفق العضوي عن الآفاق المعدنية . إن اللون الداكن للأفق A ناتج عن الأنسجة النباتية المتحللة مع الجزء المعدني . ويبين الشكل 1 الأفق A وهو باللون الداكن دلالة على المزج الحاصل بين الجزء المعدني والبقايا النباتية المتحللة . ويتميز هذا الأفق بخصوبة عالية . نظراً لكون المواد العضوية المتجمعة في الترب العراقية قليلة جداً فلا نتوقع مشاهدة مثل هذا الأفق فيما عدا المناطق الجبلية ذات معدلات سقوط الأمطار العالية إذ تنمو أشجار الغابات بكثافة مما يؤدي إلى وجود مواد عضوية نباتية على سطح التربة .



شكل1. مخطط نموذجي لمقد تربة يحوي جميع الافاق وهي الأفق العضوي O والأفق السطحي A الداكن اللون بفغل المحتوى العالي من المادة العضوية و الأفق B ذو اللون البني المحمر الناتج عن انتقال الأطيان و أكاسيد الحيد و ألألمنيوم من الأفق السطحي A بفعل الغسل وترسبها .يوجد مثل هذا المقد في ترب في المناطق الرطبة ذات الغطاء النباتي الكثيف.

الأفق B Horizon :B

ويشار إليه عادة بالأفق تحت السطحي . وهو أفق تجمع حيث تترسب المواد المعدنية المغسولة بفعل مياة الأمطار النافذة إلى أسفل التربة ومن الأسس الهامة في تمييز هذا الأفق هي :

أ- إن الأفق B يقع أسفل الأفقينO و A

ب- في الترب جيدة البزل لون الأفق يترأوح بين بني مصفر إلى بني غامق (الشكل 2 - A).

ج- يحتوي الأفق B عادة على الحديد ,الدبال ,الطين والكاربونات .

B

A

شكل2. مقد تربة غابات ذات أفق سطحي داكن اللون نتيجة المحتوى العالي من المادة العضوية يليه أفق ذو لون بني وهو الأفق B الغني بالطين يليه أفق رمادي اللون وهو الأفق C ,الذي يمثل مادة الأصل. يصعب العثور على مثل هذا الوضوح لافق مماثل قي الترب العراقية (اليمين) (A) .ومقد تربة رسوبية (الكوت) حيث لاتظهر الآفاق لأنها تربة رسوبية حديثة التكوين فهناك الأفق السطحي A_p(أفق الحراثة) يليه الأفق (b)ولا وجود للافق B .

الأفق C Horizon : C

هو عبارة عن مواد جيولوجية مجواة (معرضة إلى عوامل تكوين تربة) تكونت منها التربة وقد تظهر أو لاتظهر فيها دلائل تكوين التربة . إن هذا الأفق هو الأفق السائد في الترب الرسوبية مثل حوض وادي الرافدين، كما يبين الشكل 2 – B، وهو يلي الأفق A (الطبقة المحروثة). ويشار اليه بالطبقات التحتية الثانوية . وباستثناء الصخور الأم تكون هذه الطبقات متأثرة بدرجة قليلة من عمليات تكوين التربة وتغيرت بدرجة قليلة جداً (أو لم تتغير) منذ زمن ترسيبها . ومن الدلائل الحقلية هي :

1- إنة لايعكس تكوين عوامل التربة (عدم وجود الآفاق A و B)

2- يفتقد إلى تطور اللون فلونه يكون مثل لون المواد الجيولوجية غير المجواة .

3- وجود طبقة جيولوجية .

عمليات تكوين التربة :Soil Formation Processes

توضع عمليات تكوين التربة في مرحلتين هما :

أ- مرحلة تكوين مادة الأصل: إن مادة الأصل هي طبقة هشة متماسكة ذات تماس مباشر مع العوامل البيئية تكونت بفعل عمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية والحيوية التي أدت إلى تحطيم وتفتيت وتحليل الطبقة الصخرية العليا من القشرة الأرضية (الصخور) . إن هذه العملية تكون مستمرة مع الوقت .

ب- مرحلة تكوين وبناء التربة: و تكون ناتجة عن عمليات أربعة وهي :

1-عمليات الإضافة: Addition processes :

وهي إضافة مواد معدنية وعضوية اعتمادا على عوامل تكوين التربة السائدة في موقع الترب . وقد تحدث الإضافة على سطح التربة كما في حالة ترسبات طمى الأنهار أو داخل مقد التربة كما هو الحال في غسل القواعد وتجمعها في الآفاق تحت السطحية.

2-عمليات الفقد: loss processes

وهي مجموعة عمليات تؤدي إلى فقد مواد صلبة (معدنية وعضوية) أو سائلة أو غازية من جسم التربة كغسل الأملاح إلى البزل , أكسدة المادة العضوية, فقدان الطين و الغرين بالتعرية المائية أو الريحية وتبخر الماء.

3-عمليات التحول: Transformation processes

ومن الأمثلة التي توضح حالة تحول المواد العضوية {بقايا نباتية نتيجة لفعالية الأحياء الدقيقية إلى الدبال (وهي النواتج النهائية للمادة العضوية صعبة التحلل التي تكون ذات لون داكن} بفعل أحياء التربة وتحول المعادن الأولية (الرمل) إلى معادن ثانوية (طين وأكاسيد) بفعل عوامل تكوين التربة.

4-عمليات النقل: Transportation processes

تنتقل مكونات التربة العضوية والمعدنية من مكان إلى آخر داخل مقد التربة ويرافق انتقال هذه المواد تطور آفاق تميز الترب اعتمادا على سيادة تأثير عامل أو اكثر من عوامل تكوين التربة . ففي الترب الاستوائية الرطبة وارتفاع درجات الحرارة تحصل عمليات غسل ينتج عنها أفق تحت ألسطح غني بالطين كما تغسل العناصر القاعدية (معادن الكالسيوم والمغنيسيوم) ويحل أيون الهيدروجين على أسطح التبادل مما يجعل مثل هذه الترب حامضية التفاعل. يعرف هذا النوع من الترب بترب الألتيسولز(Ultisols). اما في المناطق الباردة الرطبة فتتراكم المواد العضوية وتعطي الجزء العلوي للتربه لوناً داكنا يليه أفق فاتح اللون نتيجة لغسل مكونات غروية وقاعدية من الأفق المعدني السطحي وتجمعها في الآفاق تحت السطحية كما هو الحال في ترب الألفيسولز (Alfisols).

أسئلة الفصل الأول

السؤال ألأول: عرف التربة وماهي حدودها العليا وحدودها الدنيا ؟

السؤالثاني: هل تتوافق الأهمية الزراعية للتربة مع أهميتها البيئية ولماذا؟

السؤال الثالث: لماذا يعد علم التربة من العلوم الهامة الواسعة التطبيق ؟

السؤال الرابع: قارن بين مقدي تربتين أحدهما متطورة والأخرى غير متطورة من حيث:

أ: نوع وسمك الأفق.

ب: لون الأفق.

ت: نسجة الأفق.

السؤال الخامس: كيف يؤثر المناخ والغطاء النباتي على تكوين التربة؟

السؤال السادس: ما المقصود بعوامل تكوين التربة وكيف تتطور التربة من الصخور الأم؟

السؤال السابع: ما سبب ظاهرة نمو النباتات في المناطق المنخفضة من الجبال؟

السؤال الثامن : ارسم قطاع تربة نموذجي وسمّ الآفاق فيه؟

السؤال التاسع: لماذا لا يتواجد الأفق O في الترب الرسوبية في العراق ؟

السؤال العاشر: ماهي مراحل عمليات تكوين التربة؟

الفصل الثاني

الاهداف العامة:

التعريف بمكونات التربة.

الأهداف الخاصة

أ- التعريف

1- بالطور الصلب للتربة solid phase وبناء معادن الطين.

2- التعريف بمعادن الطين وانواعها

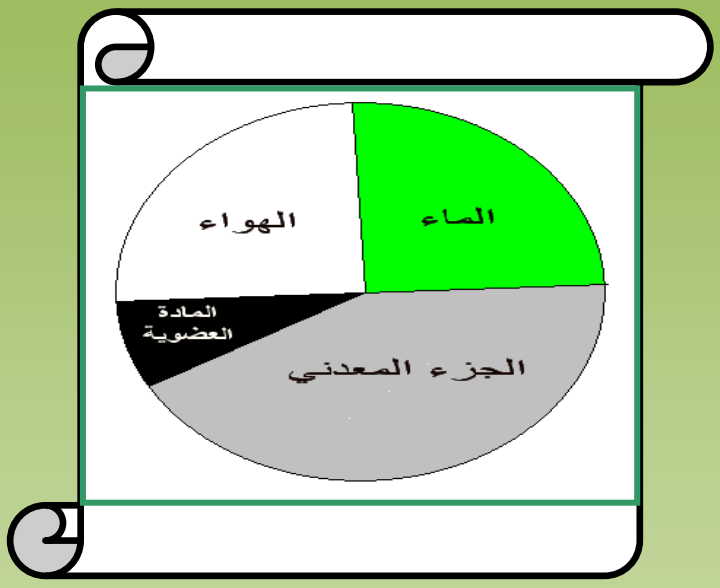
3- التعريف بالطور السائل وتوزيع الماء حول دقيقة الطين

4- الطور السائل liguid phase

5- الطور الغازي Gaseous phase

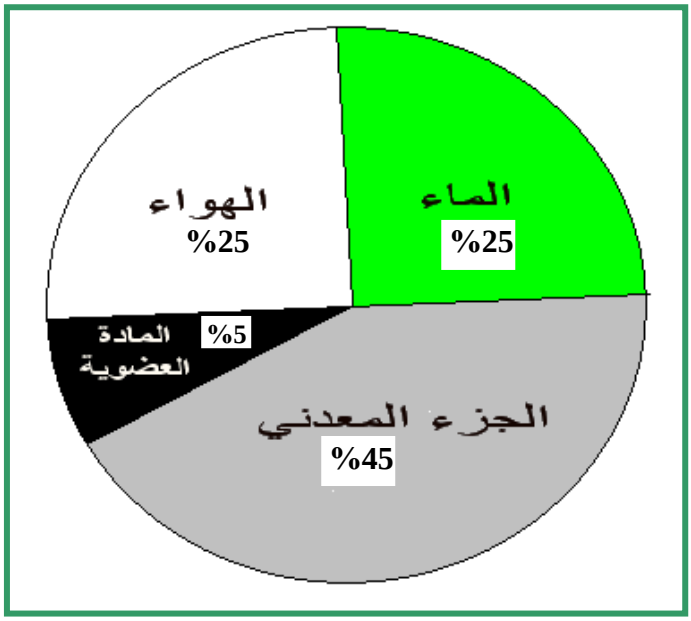
ب- تعريف الطالب بـالعلاقات الأساسية بين مكونات التربة

Basic relationships bet ween soil Constituents



الفصل الثاني
مكونات التربة

التربة نظام غير متجانس Heterogeneous و متعدد الأطوار(الحالات) Polyphasic و مجزّء Particulate, و منتشر Disperse, ومسام porous . فهو غير متجانس لأن هيكل التربة يتكون من دقائق صلبة مختلفة الأشكال و الحجوم لاتنتظم بآلية واحدة ويكون الطور السائل و الغازي فيه في حالة تغير مستمر مما ينتج عنه تغايرا مكانيا وزمانيا في جميع صفاته الفيزيائية و الكيميائية و الحيوية. يحوي الطور الصلب كتلة الجزء الصلب والطور السائل ماء التربة والطور الغازي هواء التربة, و يكون الطور الصلب مجزءا" من دقائق تبلغ أقطارها 2 ملم أو أقل ويمكن وضعها في مديات حجمية ومنتشر حيث يكون الجزء الصلب فيه مكون من دقائق متناهية الصغر ذات مساحة سطحية داخلية عالية جداً. إن نظام التربة مسام فهويسمح بحركة الماء وتبادل الغازات من خلال المسامات بين دقائق و تُجمعات التربة. يمكن النظر إلى التربة بأنها مزيج من المادة المعدنية والمادة العضوية والماء والهواء . إن لكل من هذه المكونات وزناً بما فيها الهواء كما أن كل منها يشغل حجماً لأن التربة جسم ذو أبعاد ثلاثة فله امتداد سطحي (طول وعرض) وله عمق. إن النسب الحجمية لمكونات التربة مبينة في شكل3 لتربة نموذجية ذات نسجة مزيجة.



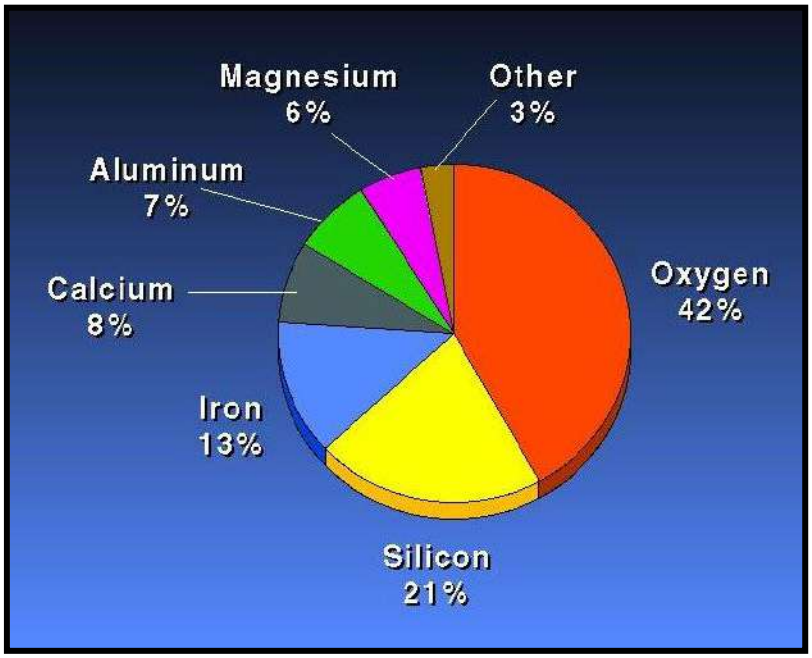
شكل 3. مخطط يمثل النسب الحجمية لمكونات تربة ذات نسجة متوسطة (مزيجة) ملائمة لنمو النبات. ويبين الشكل أن الجزء الصلب يشغل 50% من حجم التربة حيث تحتل المادة المعدنية 45% والمادة العضوية 5%. أما الجزء المسامي فيشغل 50% من الحجم الكلي مقسمة بالتساوي بين الماء و ألهواء.

أطوار التربة: Soil Phases

1- الطور الصلب: Solid Phase

يمثل الجزء المعدني للتربة ويشغل 45% تقريباً من حجم التربة ويتكون من دقائق تقل أقطارها عن 2 ملم . وضعت هذه الدقائق في مديات حجمية حسب نظم تصنيف عالمية . يكوّن الجزء الصلب هيكل التربة و له خصائص إنتاجية كتجهيز العناصرالمغذية للنبات , وله سعة على حفظ الماء اللازم لنمو النبات ويسمح بتبادل غازات الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون بين المحيط الجوي (Atmosphere) والطبقة العليا من الأرض الصلبة الذي يشمل صخورقشرة الأرض و الجزء الهش الأعلى من غلاف الأرض (Lithosphere). إن من أهم وظائف الجزء الصلب هو كونة وسطاً لارتكاز النبات من خلال نمو الجذور تحت سطح التربة وتعمقها وذلك واضح في جميع النباتات . كما إن التربة تكون قاعدة للنباتات الزاحفة خاصة بعض نباتات الخضر . ويكون الجزء الصلب ثابتاً وغير قابل للتحول (التطور) إلا في فترات زمنية طويلة جداً لذا فله خواص طبيعية فيزيائية كيميائية و بيولوجية تميزه عن ترب أخرى قد تكون قريبة أو بعيدة عنهُ.

إن مايقارب 98% من القشرة الأرضية يتكون من ثمانية عناصر كيميائية (شكل 4) هي الأوكسجين ونسبته 42% , السليكون ونسبته 21% , الحديد ونسبته 13%، الكالسيوم ونسبته 8% والالمنيوم نسبته 7% , المغنيسيوم ونسبته 6% وعناصر أخرى ونسبتها 3%. أما أهم المعادن السائدة فهي معادن سليكات الالمنيوم ويدخل في تركيبها عناصر الأوكسجين والسليكون والالمنيوم وتكوّن معادن الطين ذات الأهمية الفيزيائية والكيميائية والحيوية في التربة كوسط لنمو النبات وحركة الماء وتبادل الغازات.



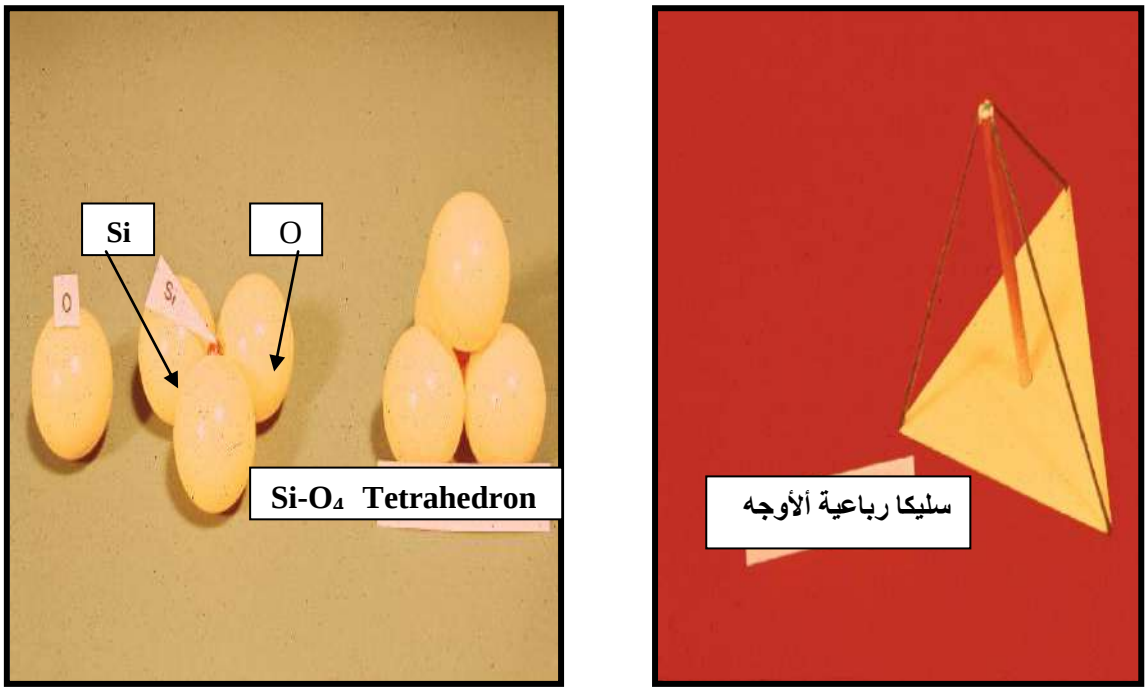
شكل 4. التمثيل الهلالي لنسب العناصر في التربة

بناء معادن الطين: Structure of Clay Minerals

تتكون معادن الطين من ارتباط طبقي طولي (طبقة فوق الأخرى) لوحدتين بنائيتين أساسيتين صلبتين هما السيليكا رباعية الأوجه (Silicon Tetrahedron) والألومينا ثمانية الأوجه(Aluminum Octahedron).

أ- وحدة السيليكا رباعية الأوجه Silicon Tetrahedron

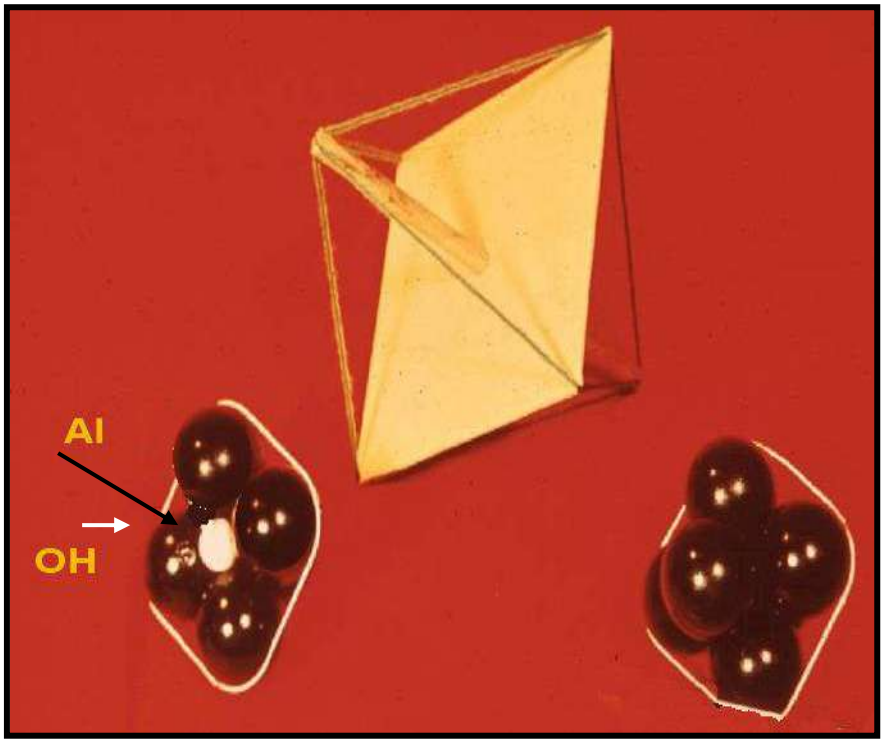
إن لوحدة السيليكا رباعية الأوجه أربعة جوانب وأربعة زوايا ويمكن تصورها على أنها هرم مثلث القاعدة كما هو مبين في الشكل5. تنتج رباعية الأوجه عندما تقترب أربعة كرات سوية كنويات ذرة الأوكسجين ويشغل الفراغ بين الذرات الأربعة أيون موجب صغير كالسيليكون. تتكون وحدات سليكا رباعية أخرى من المساهمة بأيونات أوكسجين مع أيونات سيليكون في وحدات رباعية مجاورة. إن طبقة السليكا الرباعية الناتجة تعرف بالصفيحة Lattice .



شكل5. مخطط لوحدة السيليكا رباعية الأوجه (أليمين) ومحاكات انتظام أربعة ذرات أوكسجين (الكرات الكبيرة الصفراء) وإحاطتها بذرة سيليكون(الكرة الصغيرة الحمراء) لتكوين وحدة السيليكا رباعية الأوجه الأساسية في بناء معادن الطين.

ب- وحدة الألومينا ثمانية الأوجه: Aluminum Octahedron

إن لهذه الوحدة ثمانية جوانب وست زوايا و يمكن تصورها على أنها هرم مزدوج بقاعدة مربعة وقمتين فوق وتحت القاعدة كما مبين في الشكل 6 وتتكون من اقتراب ستة كرات سوية كنويات ذرة الأوكسجين (التي قد يكون لكل منها أيون هيدروجين صغير جدا مكونة أيون هيدروكسيل) ويشغل الفراغ بين الذرات الستة أيون موجب يكون أكبر حجما من أيون السيليكون وهو أيون الألمنيوم.



شكل6. مخطط لوحدة الألومينا ثمانية الأوجه (الأعلى) ومحاكات انتظام ستة أيونات هيدروكسيل (أو أوكسجين) وأيون المنيوم لتكوين وحدة الألومينا الأساسية لبناء معادن الطين

معادن الطين Clay Menirals

توضع معادن الطين في مجموعتين رئيسيتين اعتماداً على انتظام وحدات السليكا الرباعية الأوجه و الألومينا الثمانية الأوجه في خلايا تعرف mycell كما يأتي:

1- مجموعة معادن الطين 1:1 ; 1:1 Clay Minerals

إذ ترتبط طبقة سيليكا رباعية الأوجه مع طبقة الومينا ثمانية الأوجه بالمساهمة بذرات أوكسجين كما هو مبين في شكل 7. تمتاز مجموعة أطيان 1:1 بمساحة سطحية منخفضة وسعة تبادلية واطئة وتسمى بمجموعة الكاؤلينايت (Kaolinite Group). إن دقائق الطين تتركب من خلايا أو طبقات ترتبط مع بعضها بآصرة هيدروجينية بين مجموعة الهيدروكسيل في طبقة الأوكتا ثمانية الأوجه وذرة الأوكسجين في طبقة سليكا رباعية الأوجه وتكون هذه الآصرة قوية ولا تسمح بدخول الماء بين خلايا معادن الطين 1:1 لذلك لاتتمدد أطيان هذه المجموعة عند الترطيب.

شكل 7. معدن الكاؤولينايت وهو معدن طيني من نوع 1:1. يبين الشكل طبقة (صفيحة) الومينا ثمانية ترتبط بطبقة (صفيحة) سيليكا رباعية بالمساهمة بذرة أوكسجين.

2- مجموعة معادن الطين 1:2 ; 2:1 Clay Minerals

وتتكون من طبقة من السليكات الرباعية تليها طبقة الومينا ثمانية ثم طبقة سليكا رباعية (2 سليكا رباعية الأوجه إلى واحد الومينا ثمانية الأوجه) كما هو مبين في شكل 8. تسمى هذه المجموعة بمجموعة معادن الطين 1:2 أو مجموعة المونتموريلونايت (Montmorillonite group) . وتكون ذات مساحة سطحية عالية جداً وذات سعه عالية على حفظ الماء وذات سعه تبادلية عالية . تنجذب خلايا الطين 1:2 إلى بعضها بقوى كهربائية ضعيفة تعرف بقوى فإندروالز (van der Waals forces) مما يسمح لجزيئات الماء بالدخول بين وحدات الخلايا المتجأورة (تتكون الخلية من امتداد طولي لطبقتي سيليكا رباعية تتوسطهما طبقة الومينا ثمانية) مما يتسبب بظاهرة الانتفاخ عند الترطيب كما تكون له مساحة سطحية داخلية حيث الشحنات السالبة التي تُمدص وُتحرر.

شكل8 . معدن المنتموريلونايت وهو معدن طيني من نوع 1:2. يبين الشكل صفيحتي سيليكا رباعية تحيطان بصفيحة الومينا ثمانية.

3- مجموعة الألايت: Illite Group

وهي أيضا مجموعة 1:2 كما هو واضح في شكل 9 إلا أن طبقة السليكات رباعية الأوجه في خلية طين ترتبط بطبقة الألومينا ثمانية الأوجه في خلية طين أخرى بقوة بواسطة أيون البوتاسيوم لذا تعد مجموعة الألايت غنية جدا بعنصر البوتاسيوم .

شكل 9 . معدن الألايت هو معدن طيني من نوع 1:2. يبين الشكل صفيحتي سيليكا رباعية تحيطان بصفيحة الومينا ثمانية.

معادن الكاربونات والكبريتات :Sulfate and Carbonate Minerals

وهي شائعه في الترب العراقية وتتراوح نسبة معادن الكاربونات بين (2-30)% في الترب العراقية إلاّ أنها قد تصل إلى نسب أعلى في المناطق الشمالية ويمكن التحقق من وجودها بحصول عملية أزيز وفوران عند وضع حامض مخفف على التربة كذلك تنتشر معادن كبريتات الكالسيوم في الترب العراقية وتصل نسبتها إلى أكثر من 50% خاصةً تحت الأفق السطحي في بعض مناطق العراق .

تدخل المادة العضوية ضمن مكونات الجزء الصلب وتعد مكوناً أساسياً بتاثيرها المباشر وغير المباشر في تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية إن وجود المادة العضوية يزيد من خصوبة التربة بفعل تحللها وتحرر عناصر غذائية هامة في خصوبة التربة كما أن للمادة العضوية تاثيراً في تحسين بناء وثباتية تجمعات التربة مما يساعد في سهولة نمو واستطالة الجذور وحركة الماء وتبادل الغازات بين هواء التربة وهواء الجو . تعتبر الترب العراقية قليلة المحتوى بالمادة العضوية نظراً إلى أن العراق يقع في المناطق الجافة وشبة الجافة مما يقلل من نمو النباتات الطبيعية . كما أن البقايا النباتية تتأكسد بفعل الحرارة العالية .

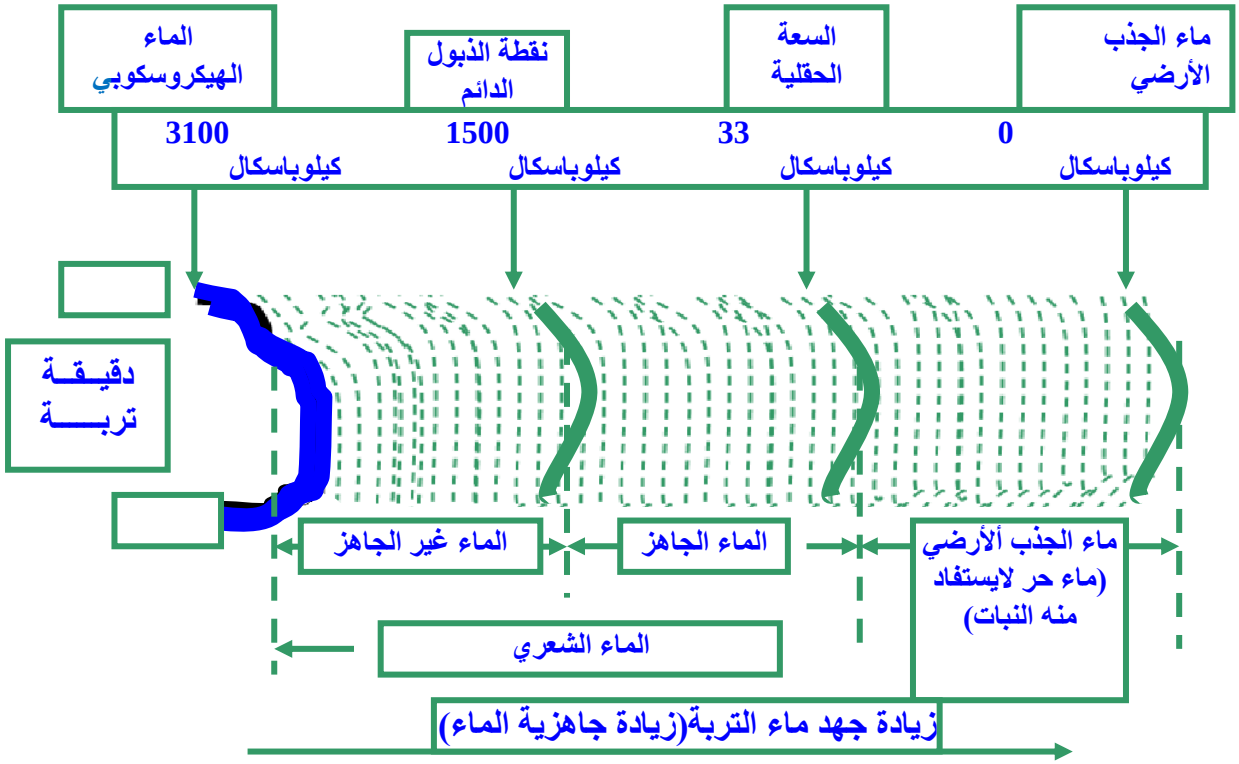
2- الطور السائل :Liquid Phase

ويتمثل بماء التربة . إن ماء التربة في الحقيقة هو محلول التربة لاحتوائه على الأيونات الذائبة الموجبة والسالبة . إن ماء التربة هو المصدر الأهم حيث حاجة النباتات للماء لغرض النمو و نقل المغذيات بين الجزء الخضري والجزء الجذري. إن النسبة الحجمية للماء في التربة تكون متغيرة وفي حالة متوازنة مع هواء التربة فقد تكون التربة مشبعة تماما بالماء عندما تكون جميع مساماتها مملوء بالماء أو قد لاتكون التربة مشبعة تماما بالماءعندما يكون جزء من المسامات مملؤة بالماء و الجزء الأخر مملوء بالهواء وفي حالة أخرى تكون التربة جافة تماما عندما تكون جميع مساماتها مملوءة بالهواء وهذا يحدث فقط عند تجفيف التربة في فرن حراري على درجة حرارة 110 درجة مئوية لفترة لا تقل عن 24 ساعة .

إن للتربة قابلية الابتلال بالماء أي أن لها القدرة على مسك الماء و هذا واضح عند إضافة الماء إلى التربة حيث تترطب ويزداد محتواها المائي. إن قدرة التربة على مسك الماء ترجع إلى قوى التلاصق (Adhesion) والتماسك (Cohesion) . تحصل قوى التلاصق بين دقائق المواد المختلفة كدقائق التربة و الماء أما قوى التماسك فتحدث بين جزيئات المادة نفسها كما هو الحال بين جزيئات الماء.

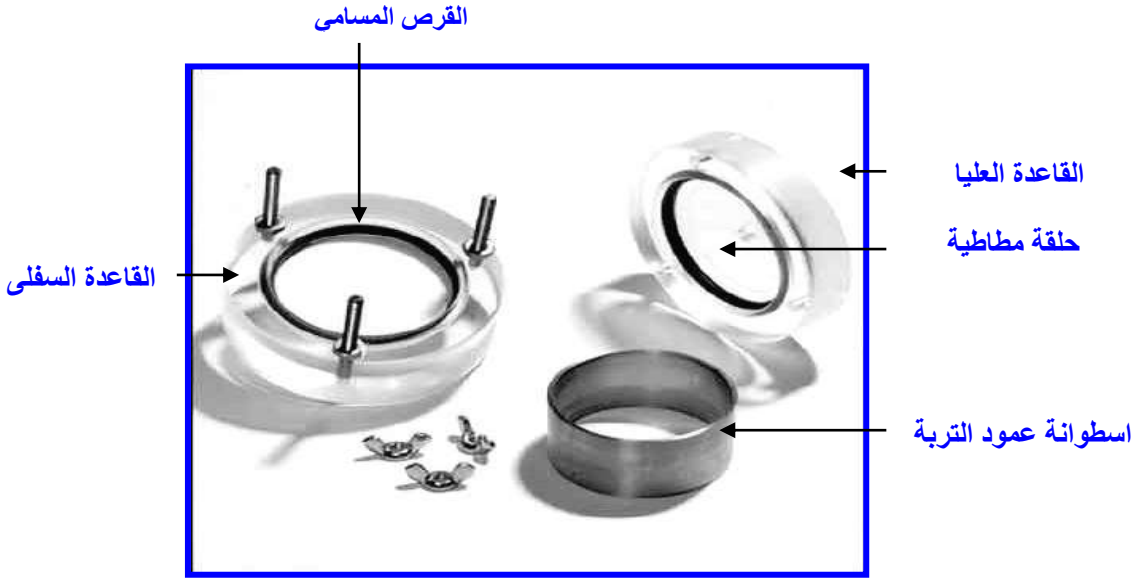
إذا كانت قوة التلاصق بين الصلب والسائل (مثلا الزجاج و الزئبق) اقل من قوة التماسك بين الجزيئات داخل السائل نفسه وأقل من قوى الإنجذاب بين الغاز والصلب (مثلا الهواء والزئبق) فلا يحصل ابتلال لسطح الصلب من السائل كما هو الحال مع الزئبق على الزجاج. أما إذا كانت قوى التلاصق بين جزيئات الصلب والسائل (مثلا التربة و الماء) أعلى من قوى التماسك داخل السائل نفسه واقوى من قوى الإنجذاب بين الغازو الصلب (الهواء و التربة) فيحصل ابتلال للسطح الصلب من السائل كما هو الحال في قطرة ماء على التربة أو قطرة ماء على الزجاج . تمسك التربة الماء بقوى شد مختلفة اعتمادا على قرب أو بعد الماء من سطح دقيقة التربة.

كذلك يمكن تصنيف ماء التربة على أسس فيزيائية حسب قربه أو بعده من سطح دقيقة التربة كما في المخطط التالي (شكل10). من الناحية البيولوجية فإن الماء الجاهز للنبات هوالماء المحصور بين السعه الحقلية ونقطة الذبول الدائم . تعرف السعه الحقلية على أنها المحتوى المائي للتربة بعد مرور (24-72) ساعة من رية ثقيلة إذ يبزل الماء الحر بفعل جاذبية الأرض من المسامات الكبيرة ويبقى ممسوكا داخل المسامات الأصغر حجما .



شكل 10. مخطط توضيحي يمثل توزيع الماء بشكل طبقات تقل قوة مسكها كلما ابتعدنا عن دقيقة التربة حتى تصبح جاهزة للنبات عند نقطة الذبول الدائم التي تمثل الحد الأدنى للماء الجاهزأما الحد الأعلى للماء الجاهز فيحصل عند السعة الحقلية. كما يبين الشكل حدود الماء على أسس فيزيائية و بيولوجية.

أما في المختبر فتقاس السعة الحقلية (Field Capacity والتي يرمز لها FC) بعد تسليط شد (ضغط) مقدارة 33 كيلوباسكال على تربة مشبعة وتستخدم خلايا الضغط أو قدور الضغط لهذا الغرض كما في شكل11.



شكل11. خلية ضغط (Tempe cell) تستخدم لإيجاد المحتوى المائي عند شدود (ضغوط) مختلفة لنماذج تربة بحالتها الطبيعية غير المثارة.

اما نقطة الذبول الدائم (Permanent Wilting Point و التي يرمز لها PWP) فتعرف على انها المحتوى المائي التي يذبل عندها النبات بشكل تام ولا يستعيد نموه ثانية حتى تحت ظروف النمو الملائمة وتقاس في المختبر بتسليط ضغط 1500 كيلوباسكال على إنموذج تربة مثار بعد وضعه على قرص مسام في قدر الضغط المبين بالشكل 12 . تمثل السعه الحقلية الحد الأعلى للرطوبة الجاهزه للنبات وتمثل نقطة الذبول الحد الأدنى للرطوبة الجاهزه . يتم إضافة الماء بعد استنزافه من قبل النبات بنسب متفأوتة تعتمد في الغالب على مدى توفر الماء وطريقة الري. إن الرطوبة المثلى لنمو النبات تقع عند السعة الحقلية إلا أن الري لا يتم في بعض الأحيان إلا عند استنزاف أكثر من نصف الماء الجاهز. يلاحظ من الشكل10 أن هناك ماءاً غير جاهز للنبات بعد نقطة الذبول الدائم إن السبب في ذلك هو أن الماء يكون ممسوكاً بقوة عالية جدا إلى سطح دقيقة التربة فمثلا يتقيد الماء بقوة مقدارها 3100 كليوباسكال على بعد 6 أغلفة من جزيئات الماء على سطح الدقيقة. إن هذه القوة عالية جداً ولا يتمكن النبات من الاستفادة من هذا الماء .

شكل 12: قدور الضغط المستخدمة في المختبر لتحديد العلاقة بين المحتوى المائي و ا لجهد المائي (الضغط المسلط) ويظهر في الشكل قدر ضغط يتحمل 1500 كيلوباسكال (اليمين) و قدر ضغط يتحمل 500 كيلوباسكال (اليسار).

تفقد التربة جميع أشكال الماء المبينة في شكل 10 عند تجفيفها بالفرن لفترة كافية على درجة حرارة 110 درجة مئوية . لابد من التمييز بين التربة الجافه (في الفرن) والتربة الجافه هوائياً لأن التربة الجافه هوائيا تعتبر رطبة لاحتوائها على الماء .

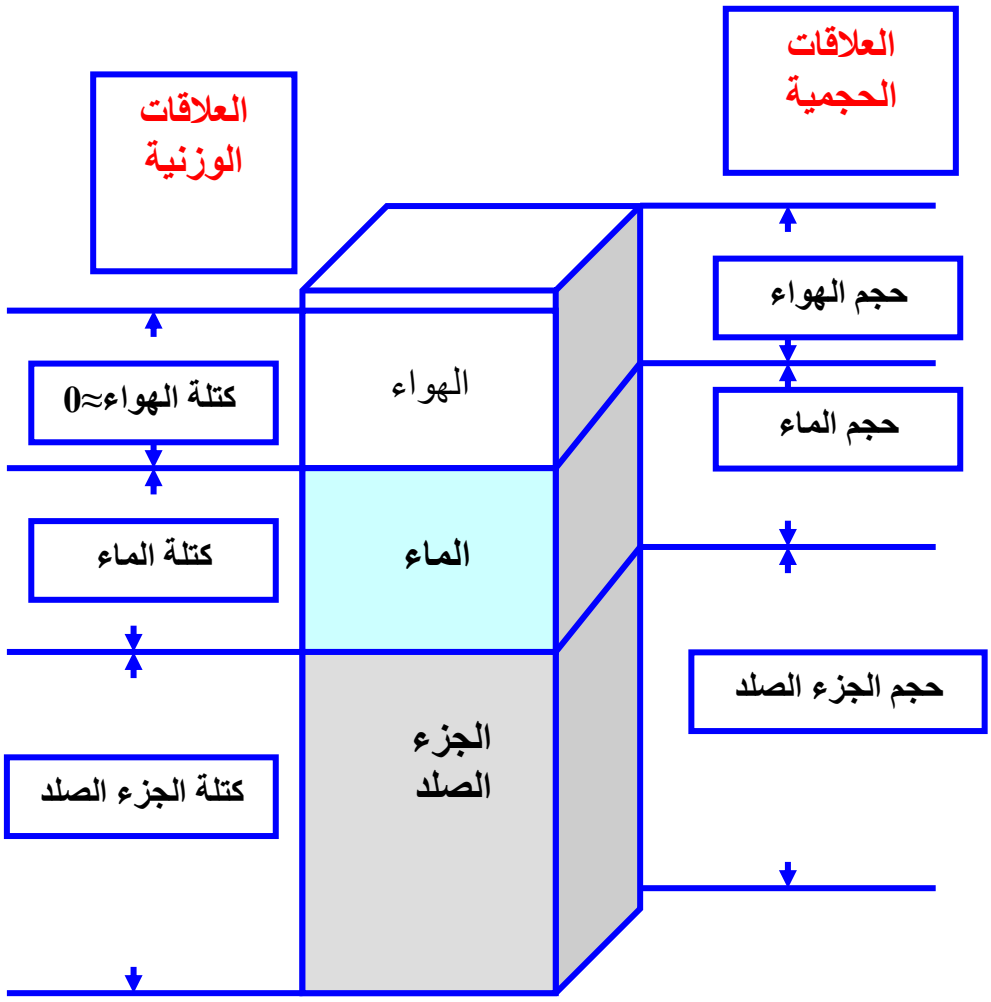
3- الطور الغازي: Gaseous Phase

تختلف نسب مكونات هواء محيط التربة Lithospere عن مكونات الهواء الجوي Atmoshere حيث تزداد نسبة ثاني أوكسيد الكاربون في محيط التربة لتصل إلى (1-3)% نتيجة لفعالية أحياء التربة وتنفس الجذور مقارنة 0.003% في الهواء الجوي وتنخفض نسبة الأوكسجين في محيط هواء التربة لتصل إلى 18% مقارنة بـ 21% في المحيط الجوي . تعتمد المسامية الهوائية (حجم المسامات المملوئة بالهواء مقسوما على الحجم الكلي للتربة) على المحتوى المائي للتربة ذلك لإحلال الهواء محل الماء عند تجفيف التربة وبالعكس فإن الماء

يحل محل الهواء ويخرج الهواء من المسامات بشكل فقاعات كما هو واضح عند إضافة الماء إلى التربة أثناء الري .

العلاقات الأساسية بين مكونات التربة:
Basic Relationships Between Soil Constituents

يتم التعبير عن العلاقات بين مكونات التربة على أساس الكتلة أوعلى أساس الحجم. إذا نظرنا إلى التربة كجسم ذو ثلاثة أبعاد كما في المخطط المبين بالشكل 13 حيث وضعت العلاقات بحيث يتم التعبير عن المكونات على أساس الكتلة على الجانب الأيسر وعلى أساس الحجم على الجانب الأيمن.



شكل 13: مخطط يمثل التربة كجسم ثلاثي الأبعاد وله ثلاث حالات

دعنا الان نعطي التسميات و الرموز الأختيارية الآتية:

الكتلة الكلية (ك$_t$)= Total Mass (M_t)

كتلة الهواء (ك$_هـ$)= Mass of Air (M_a)

كتلة الماء (ك$_م$)= Mass of Water(M_w)

كتلة الجزء الصلد(ك$_ص$)= Mass of Solid(M_s)

الكتلة الكلية (ك$_t$): هي كتلة الهواء +كتلة الماء + كتلة الجزء الصلب

ك$_ت$ = ك$_هـ$ + ك$_م$ + ك$_ص$

$$M_t = M_a + M_w + M_s$$

لاتُؤخذ كتلة الهواء بنظر الاعتبار في هذه العلاقات لأنها قليلة. إن كثافة الهواء = 1.8غم/م^3 .

الحجم الكلي (ح$_ت$) = Tatal Volume(V_t)

حجم الهواء(ح$_هـ$) = Volume of Air(V_a)

حجم الماء (ح$_م$) = Volume of Water (V_w)

حجم الجزء الصلد (ح$_ص$) = Volume of Soild (V_s)

الحجم الكلي = حجم الهواء +حجم الماء +حجم الجزء الصلب

ح$_ت$ = ح$_هـ$ + ح$_م$ + ح$_ص$

$$V_t = V_a + V_w + V_s$$

ومن العلاقات الهامة بين المكونات ما يأتي :

المحتوى المائي: Water Content

وهو مؤشر هام جداً لأنه مقياس لكمية الماء الموجود في التربة ويمكن التعبير عن المحتوى المائي على أساس الكتلة (المحتوى المائي الوزني) أو على أساس الحجم (المحتوى المائي الحجمي) أو على أساس العمق (صافي عمق الماء) وكما يلي :

أ- المحتوى المائي الوزني : Gravimetric Water Content

وتتم الإشارة إليه كمحتوى مائي وزني وهي نسبة وزن الماء إلى وزن التربة الجافة . إن الوزن الجاف للتربة هو وزن التربة بعد تجفيفها في فرن حراري على درجة حرارة 110 درجة مئوية لفترة لا تقل عن 24ساعة .

المحتوى المائي الوزني = كتلة الماء /كتلة التربة الجافة

$$w = M_w / M_s$$

يعبّر عن المحتوى المائي الوزني بشكل كسر عشري (المفضل) وله وحدات مثل 0.15 غم/غم وهذا يعني أن هناك 0.15 غم ماء لكل واحد غم تربة جافه وبمعنى آخر إن 1.15 غم تربة رطبة تحوي 0.15 غم ماء و واحد غم تربة (الجزء الصلب).وقد يعبر عنها في بعض الأحيان بشكل نسبة مئوية ناتجة عن ضرب الكسر العشري ×100 .

المحتوى المائي الوزني % = كتلة الماء /كتلة التربة الجافة ×100.

ب- المحتوى المائي الحجمي: Volumetric Water Content

هي نسبة حجم الماء في التربة إلى الحجم الكلي . إن حجم الماء في نموذج تربة يكون مساوياً إلى وزن الماء في النموذج إذا اعتبرنا إن كثافة الماء = 1 غم /سم^3 (الوزن النوعي للماء = 1) أما الحجم الكلي فيعبر عن حاصل جمع حجم الهواء وحجم الماء وحجم الجزء الصلب .

المحتوى المائي الحجمي = حجم الماء /الحجم الكلي

= حجم الماء /حجم الهواء +حجم الماء+حجم الصلب

$\Theta = V_w / V_t$

$= Vw / V_a + V_w + V_s$

يعبر عن الرطوبة الحجمية بشكل كسر عشري (المفضل) ولها وحدات حجم /حجم مثلاً 0.2 سم^3 /سم^3 وهي تعني ان كل 1 سم^3 من حجم التربة يحتوي 0.2 سم^3 من الماء . كما يمكن التعبير عنه بشكل نسبة مئوية بضرب الكسر العشري×100 .

المحتوى المائي الحجمي =حجم الماء / الحجم الكلي ×100

يمكن التعبير عن المحتوى المائي الحجمي θ بدلالة المحتوى المائي الوزني W و الكثافة الظاهرية للتربة ρ_b وكثافة الماء ρ_w حسب المعادلة التالية:

$$\theta = w \times \frac{\rho_b}{\rho_w}$$

ج- عمق الماء في التربة : Depth of Water

إن عمق الماء في التربة يعطى بالمعادلة التالية :

عمق الماء (d) = عمق التربة (D)× الرطوبة الحجمية (Θ)

$d = D \times \Theta$

وهو مهم في حساب حجم ماء الري اللازم اضافتة للمنطقة الجذرية لوحدة المساحة .

د- درجة الإشباع : Degree of Saturation

تعبر درجة الإشباع عن نسبة المسامات المملوءة بالماء من المسامية الكلية (المسامية الكلية هي حجم المسامات المملوءة بالماء +حجم المسامات المملوءة بالهواء).

عندما تمتلىء جميع المسامات بالماء تكون درجة الإشباع 100%. وعندما تفرغ جميع المسامات من الماء (كما في حالة التربة الجافة في الفرن على درجة حرارة 110 درجة مئوية) فإن درجة الإشباع تكون صفر .

هـ - المسامية الهوائية : Air-Filled Porosity

وهو جزء المسامية الكلية المملوء بالهواء ويعتبر دليلاً على تهوية التربة ويقل بزيادة نسبة الإشباع .

المسامية الهوائية (F_a)= حجم المسامات المملوءة بالهواء(V_a) / الحجم الكلي(V_t)

= حجم المسامات المملوءة بالهواء /حجم الهواء +حجم الماء+حجم الجزء الصلد

$F_a = V_a / V_t$

و- المسامية الكلية (F): Total Porosity

وهي النسبة بين الحجم الكلي للمسامات (حجم الهواء +حجم الماء) إلى الحجم الكلي . تتراوح قيمة المسامية الكليه بين (0.3 - 0.6) سم^3/سم^3 اي (30-60)%. للترب الطينية مسامية أعلى من مسامية الترب الرملية . هناك نقطتان مهمتان يجب أخذهما بنظر الاعتبار عند دراسة مسامية التربة هما المسامية الكلية وتوزيع حجوم المسامات .على الرغم من أن الترب الرملية ذات مسامية كلية اقل من المسامية الكلية للترب الطينية إلا أن حركة الماء في الترب الرملية تكون أعلى بكثير مقارنة بحركة الماء في الترب الطينية . إن السبب في ذلك يرجع إلى توزيع

حجوم المسامات, ففي الترب الرملية تكون المسامات أكبر حجما وأقل عدداً من مسامات الترب الطينية التي تكون كثيرة العدد إلا أن أقطارها تكون صغيرة تعيق حركة الماء.

المسامية =(حجم الهواء + حجم الماء) /الحجم الكلي

=(حجم الهواء+ حجم الماء) / (حجم الهواء + حجم الماء + حجم الجسم الصلد)

$$F = V_a + V_w / V_t$$

ز- الكثافة الظاهرية (ρb) Bulk Density:

وهي كتلة وحدة الحجم . تكون الكثافة الظاهرية للترب الرملية أعلى مقارنة بالترب الطينية . تزداد الكثافة الظاهرية تحت رطوبة مناسبة بفعل رص التربة الناتج عن استخدام الآلات الزراعية و تكون الزيادة في الكثافة الظاهرية على حساب المسامية لأن حجم الجزء الصلب ثابت لا يتغير. تتراوح الكثافة الظاهرية بين (1.2-1.6) غم/سم^3 للترب المعدنية و (0.2-0.6) غم/سم^3 للترب العضوية.

الكثافة الظاهرية=كتلة التربة الجافه(كتلة الجزء الصلد)/الحجم الكلي

= كتلة الجزء الصلد / الحجم الكلي

$$\rho_b = M_s / V_t$$

ح- الكثافة الحقيقية (ρs) Particle (Real) density:

وهي كتلة وحدة حجم المادة الصلبة . تتراوح قيمتها بين (2.6-2.7) غم /سم^3 لمعظم الترب . تنخفض الكثافة الحقيقة في الترب ذات المحتوى العالي من المادة العضوية . تعكس قيمة الكثافة الحقيقية للتربة كثافة معادن السليكات والألومينات التي تتكون منها دقائق التربة .

الكثافة الحقيقية(ρ_s) = وزن الجزء الصلد (M_s) /حجم الجزء الصلد (V_s)

$$\rho_s = M_s / V_s$$

العلاقة بين المسامية و الكثافة الظاهرية و الكثافة الحقيقية:

تستخدم المعادلة التالية لحساب المسامية من قيم الكثافة الظاهرية و الكثافة الحقيقية وهي ذات أهمية تطبيقية نظرا لسهولة قياس الكثافة الظاهرية و الكثافة الحقيقية:

$$F = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}$$

أسئلة الفصل الثاني

السؤال الأول: عدد خمس خصائص فيزيائية تميز التربة كنظام طبيعي مبينا أهمية كل منها في التأثير على خصائص التربة؟

السؤال الثاني : حدد العناصر الثلاثة التي تكون أعلى نسب في القشرة الأرضية واذكر نسبة كل منها؟

السؤال الثالث: ماالفرق بين وحدات السليكا رباعية الأوجه والألومينا ثمانية الأوجه.ارسم مخطط لكل منهما؟

السؤال الرابع : أعط مثالا لمعدن طيني نوع 1:1 وآخر نوع 1:2 ثم قارن بين بعض صفاتهما الفيزيائية والكيميائية؟

السؤال الخامس: لماذا يتمدد معدن مونت موريلانايت ولا يتمدد معدن الألايت عند الترطيب علما أن كلاهما من نوع 1:2؟

السؤال السادس: ارسم مخططاً يوضح جاهزية ماء التربة على أسس فيزيائية وبايولوجية ؟

السؤال السابع: هل تختلف مكونات هواء التربة عن مكونات هواء الغلاف الجوي؟ ولماذا ؟

السؤال الثامن: تربة كتلتها الرطبة 120غرام وحجمها 79.26سم^3 فإذا علمت أن كتلة الماء 13 غرام احسب:
1- المحتوى المائي الوزني .
2-- الكثافة الظاهرية.
3- المحتوى المائي الحجمي
4- المسامية, إذا علمت أن الكثافة الحقيقية للتربة 2.65 غرام/سم^3

السؤال التاسع: إذا كان عمق المنطقة الجذرية 50سم و المحتوى المائي الحجمي 0.21 سم^3/سم^3 احسب عمق الماء في المنطقة الجذرية ؟

السؤال العاشر: احسب حجم المسامات المملوءة بالهواء لتربة كثافتها الحقيقية 2.65غرام/سم^3 ومساميتها 0.5سم^3/سم^3 إذا علمت أن نسبة الرطوبة الوزنية للنموذج 0.1غم/غم ووزنه الرطب 191غرام.

الفصل الثالث
الخصائص الفيزيائية للتربة

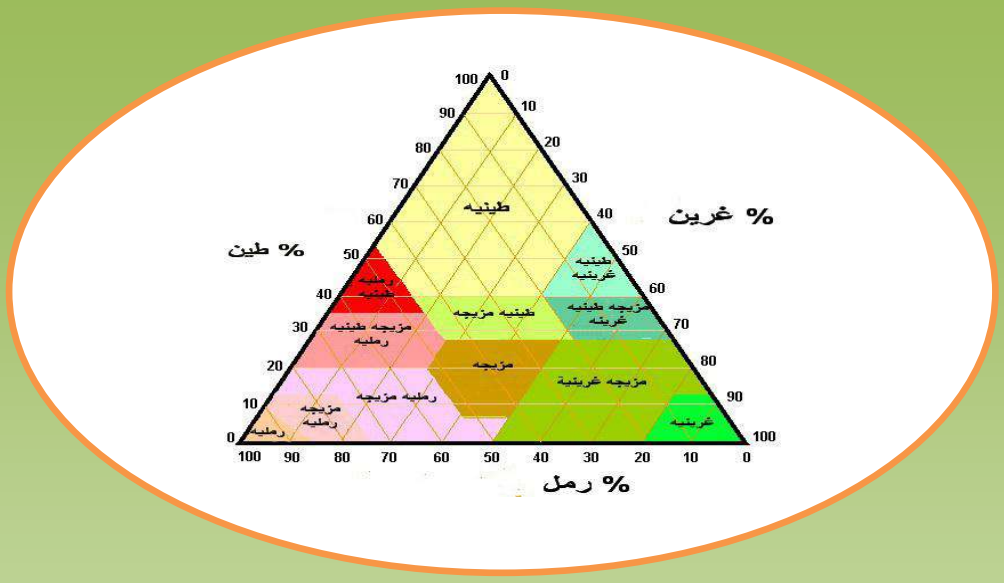
الأهداف

الهدف العام:

التعرف بالخصائص الفزيائية للتربة

الاهداف الخاصة:

1- التعرف بنسجة التربة وأهميتها وكيفية تحديدها بإستخدام مثلث النسجة.
2- التعرف بمديات مفصولات التربة وسرعة ترسيبها في المعالق.
3- التعرف بطريقة فصل المفصولات عن بعضها.
4- التعرف بأشكال بناء التربة وأنواعه وأليات تجمع الدقائق.
5- التعرف على الأمراض المنظورة على النبات والتربة التي تميز البناء السيىء.
6- التعرف بكثافة وقوامية ولون التربة.



الفصل الثالث
الخصائص الفيزيائية للتربة

هي تلك الخصائص التي يمكن مشاهدتها بالعين أو استشعارها بين خواص الأصابع أو قياسها أو تقديرها أو التنبؤ عنها في بعض الأحيان. إن هذه الخصائص هي حصيلة المادة الأم للتربة والتي تولدت في تاثير عوامل مناخية (كالأمطار والحرارة)وتأثرت بشكل تضاريس الأرض (الميل والاتجاه) والكائنات الحية كالغابات والحشائش وحيوانات التربة وأحياء التربة خلال فترة زمنية . ان التغيير في أي من هذه العوامل ينتج عنه عادة تغير في نوع التربة المتكونة وتعد النسجة والمساحة النوعية والبناء والقوامية و الكثافة واللون من الخصائص القياسية المهمة للتربة . ان الخصائص الفيزيائية تحدد إلى درجة كبيرة مدى ملائمة التربة للاستعمال المخطط ومتطلبات الإدارة للحفاظ على أعلى إنتاجية .

ان خصوبة التربة تحدد الاستخدام المحتمل للتربة وإنتاجيتها . أن مستوى خصوبة التربة لوحده لا يكون مؤشر للسعة الانتاجية طالما أن الخصائص الفيزيائية تحدد ملائمة التربة كوسط ملائم لنمو النبات . تعتمد حضارتنا على التربة وذلك لزيادة اعدادنا وقلة المصادر المتوفرة وتدهورها وعلى الرغم من الاعتماد المتزايد على التربة فإن غالبيتنا أصبحت بعيدة عن البئية الطبيعية للتربة فالناس في البلدان المتطورة والنامية يعيشون حياتهم في بيئة صناعية هي المدينة معزولة عن التعرض المباشر للطبيعة .

عند النظر إلى ارتفاع الغلاف الجوي وسمك غلاف الأرض والمحيط يمكن أن نلاحظ أن التربة هي جسم نحيف لا يزيد عمقه عن بضعة أمتار وفي بعض الأحيان يكون أقل من ذلك بكثير ومع ذلك فهي قلب الحياة . إن حجم الماء الذي تحتفظ به التربة في اي وقت وعلى الرغم من انه صغير فهو يزيد بشكل كبير عن حجم الماء في جميع أنهار العالم . ان تفتت الجزء الصلد في مادة التربة والمسامية الطبيعية تسمح للجذور الحية للنباتات بالاختراق لكي تثبت النبات وتستخلص الرطوبة المخزونة خلال فترات الجفاف بين الريات . ولكن التربة هي عبارة عن خزان مسرب يفقد الماء إلى الأسفل بالبزل وإلى الأعلى بالتبخر . إن التربة هي ليست جسم معزول فهي عامل ربط مركزي في سلسلة كبيرة متصلة من العمليات مكونة بيئة الأرض . تتداخل التربة مع الغلاف الجوي المحيط بها وكذلك مع المياه السطحية والجوفية واهمها هو التداخل بين التربة والمناخ الدقيق . تعمل التربة كمرشح حي والذي بدونه قد تصل المسببات المرضية والسموم إلى بيئة الأرض وقد يحصل في بعض الأحيان تسمم الإنسان أو الحيوان و الموت بطرق مختلفة .

إن الأهداف الأساسية لدراسة فيزياء التربة ترمي إلى فهم الآليات التي تحكم تصرف التربة وتأثيرها في الغلاف الحيوي (Biosphere) متظمنة تلك العمليات المتداخلة لتبادل الطاقة الأرضية ودورة الماء والمواد قابلة الانتقال في الحقل, من جهة أخرى إن تطبيق أسس فيزياء التربة يهدف إلى إدارة التربة من خلال الري والبزل و حفظ التربة والماء والفلاحة و تنظيم درجة حرارة التربة واستجابة جسم التربة إلى الاجهادات الميكانيكية ومصير المواد الذائبة في التربة ومن الخصائص الفيزيائية للتربة:

نسجة التربة : Soil Texture

وهي صفة ثابتة للطور الصلب للتربة و لا تتأثر بعمليلت الإدارة. وتشيرإلى المدى الحجمي للدقائق في التربة وفيما إذا كان مدى حجوم الدقائق المكونة لتربة معينة واسعا أو ضيقا نسبيا وفيما إذا كانت الدقائق كبيرة أو صغيرة أو متوسطة الحجوم. لذا فإن للمصطلح مضامين نوعية و أخرى كمية. فالنوعية منها تتمثل بالتحسس أو الشعور فيما إذا كانت التربة خشنة أو ناعمة. كما أن النسجة تشير بنفس الوقت إلى توزيع حجوم الدقائق (الرمل و الغرين و الطين) مقاسة بدقة ونسبها في مديات الحجوم المختلفة للدقائق المكونة لتربة معينة. لذا فالنسجة هي صفة جوهرية للتربة و تستخدم غالبا لوصف تكوينها الفيزيائي. إن دقيقة التربة هي دقيقة منفردة قائمة بذاتها. تعتمد نسجة التربة على نسب كميات الرمل والغرين والطين . إن الطريقة المعتمدة لوصف حجوم دقائق التربة هو بتقسيم دقائق التربة إلى ثلاثة مديات حجمية تعرف بمفصولات النسجة وهي الرمل والغرين والطين المكونة لها. توجد أنظمة عالمية مختلفة لتصنيف حجم الدقائق كما في نظام تصنيف قسم الزراعة الامريكي ونظام تصنيف جمعية علوم التربة العالمية ونظام تصنيف هيئة المقاييس الألمانية وغيرها . وسوف نشير هنا إلى إلمديات الحجمية في نظام تصنيف قسم الزراعة الامريكية USDA . وهو كما يأتي :

1- الرمل :Sand

تتراوح أقطار دقائق الرمل من 50 إلى 2000 مايكروميتر(1 ملم= 1000 مايكروميتر) ويقسم إلى خمسة مديات حجمية وهي:

أ- رمل خشن جداً 1000- 2000 مايكروميتر (1- 2) ملم
ب- رمل خشن 500- 1000 مايكروميتر (0.5 – 1) ملم
ت- رمل متوسط 250- 500 مايكروميتر (0. 5 – 0.25) ملم
ث- رمل ناعم 250- 100 مايكروميتر (0.1 – 0.25) ملم
ج- رمل ناعم جداً 50- 100 مايكروميتر (0.1 – 0.05) ملم

2- الغرين : Silt

تتراوح أقطار دقائق الغرين من 2 إلى 50 مايكروميتر(0.002 – 0.005) ملم وتوضع في مدى حجمي في تصنيف قسم الزراعة الأمريكي.

3- الطين : Clay

يقل مدى دقائق الطين عن 2 مايكروميتر(0.002) ملم , يشار إلى حجوم اقطار ألدقائق بوحدات المليمتر للسهولة.

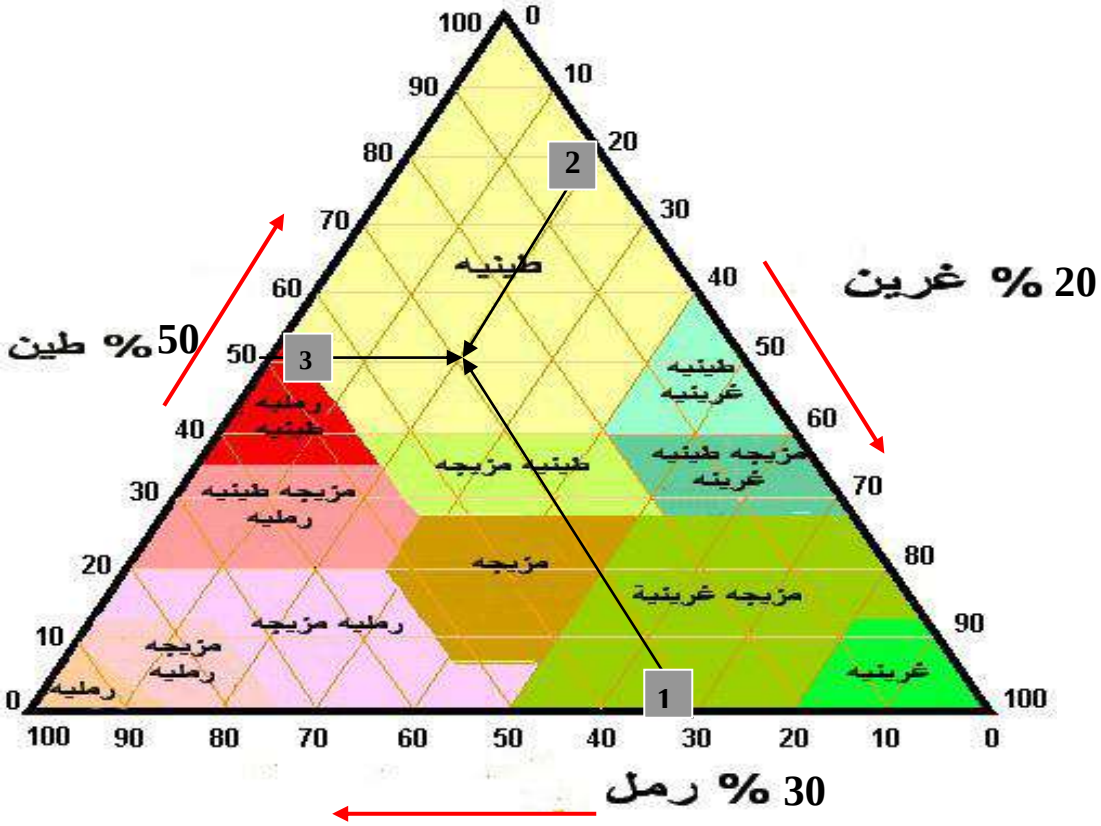
لا تدخل الدقائق التي تزيد أقطارها عن 2 ملم ضمن مواد التربة بل إن لها تسميات أخرى كالحصى والصخور وغير ذلك اعتماداً على حجمها .

يمكن مشاهدة معظم دقائق الرمل دون عدسة مكبرة وتكون خشنة الملمس وصلبة عند فركها بالأصابع وغير مترابطة . إن الدقائق الأصغر حجما كالغرين تكون ناعمة الملمس عند الترطيب إلا أنه لا ينزلق ولا يلتصق بين الاصابع . إن دقائق الغرين دقيقة جداً ولا يمكن مشاهدتها إلا بوساطة المجهر . أما الطين فهو أنعم دقائق التربة ولا يمكن مشاهدة دقائقه إلا بواسطة المجهر الالكتروني . يكون الطين الجاف ذو ملمس ناعم جداً في حين يكون ملمس الطين المبتل منزلق ولزج وتتشقق الترب ذات المحتوى العالي من الطين . تأخذ أصناف نسجة التربة أسماءها من دلالات حجوم الدقائق ويستخدم مثلثاً متساوي الأضلاع يعرف بمثلث النسجة يحتوي اثنا عشر صنف نسجة والمبين بالشكل 14 لتحديد اسم صنف نسجة التربة . عند النظر إلى احداثيات المثلث وعلى سبيل المثال نجد أن مدى صنف نسجة التربة المزيجة (loam) يتراوح من (7-27)% طين , (28-50)% غرين ,(23-53)% رمل وهو ناعم الملمس عندما

تكون التربة جافة. إن الترب المزيجية هي اكثر ملاءمة وإنتاجية فهي تتوسط الترب الرملية والترب الطينية الأقل ملائمة للإنتاجية .

مثلث النسجة: Textural Triangle

يستخدم مثلث النسجة المبين في شكل 14 لتحديد صنف النسجة . إذا نظرنا إلى زوايا المثلث نلاحظ أن الزأوية السفلى اليمنى تمثل 100% غرين و 0% رمل والزأوية السفلى اليسرى تمثل 100% رمل و0% طين والزأوية العليا تمثل 100% طين و0% غرين .يبين اتجاه السهم زيادة النسبة من 0 إلى 100%. إن عدد أصناف النسجة هو 12 صنفاً. على سبيل المثال إن صنف نسجة تربة تحوي 30% رمل ,20% غرين و50% طين يحدد كما يأتي :



شكل 14: مثلث النسجة حسب نظام قسم الزراعة الأمريكي (USDA) ويظهر فيه اثنا عشر صنف نسجة تربة.

1- حدد نسبة 30% رمل على مقياس ضلع المثلث الخاص بالنسبة المئوية للرمل ,ارسم من هذه النقطة خطاً موازيا لخط الصفر للرمل (السهم 1).
2- حدد 20%غرين على مقياس ضلع مثلث النسجة الخاص بالنسبة المئوية للغرين ارسم من هذه النقطة خطا موازيا لخط الصفر للغرين (السهم 2) .
3- حد نسبة 50% طين على مقياس ضلع مثلث النسجة الخاص بالنسبة المئوية للطين ,ارسم من هذه النقطة خطا موازياً لخط الصفر للطين (السهم 3).

ستتقاطع الخطوط الثلاثة الناتجة من الخطوات 1، 2، 3 في نقطة واحدة تقع في صنف نسجة الطين وبذلك يكون صنف النسجة لهذه التربة هو طين. بنفس الطريقة يتم تحديد صنف النسجة لأي تربة من النسب الوزنية لمفصولاتها.

تحليل حجوم الدقائق : Paricle-Size Analysis

إن تحليل حجم الدقيقة هو مقياس إلى التوزيع الحجمي للدقائق المنفردة في نموذج تربة. ان من السمات الأساسية لتوزيع حجوم الدقائق تحطيم أو فصل تجمعات التربة إلى وحدات منفصلة بطرق كيميائية ،أو فيزيائية أو الموجات فوق الصوتية ثم فصل الدقائق بموجب حدود حجمية بوسائل كالنخل أو الترسيب أو بالانحراف (Diffraction) وهو الأنتشارالظاهري والانحناء للموجات الكهرومغناطيسية عند اعاقتها من قبل دقائق التربة. تغطي دقائق التربة مدى حجمي واسع تختلف من الصخور التي يصل حجمها إلى 0.25 م^3 من الطين الذي لايتجاوز حجم دقائقه عن 2 ميكرون.

إن لتوزيع حجوم الدقائق أهمية خاصة لعلماء الجيولوجيا والتربة لدراسة أصل و نشأة التربة وللمهندسين المدنيين لمعرفة مدى ملائمة مواد التربة لإنشاء الطرق والبنايات. إن تحليل حجوم الدقائق يستخدم غالبا في علوم التربة لتحديد نسجة التربة. لاتتكون التربة من مدى حجمي واحد بل انها تتكون من مديات حجمية مختلفة. أما علماء المياه فيستخدمون تحليل حجوم الدقائق إلى إدارة مياه الري و التنبوء عن الخصائص الايصالية للتربة ومنحنيات الوصف الرطوبي.

المعاملات الأولية وطرق التفريق: Pretreatment and Dispersion Techniques

المبادئ الأساسية

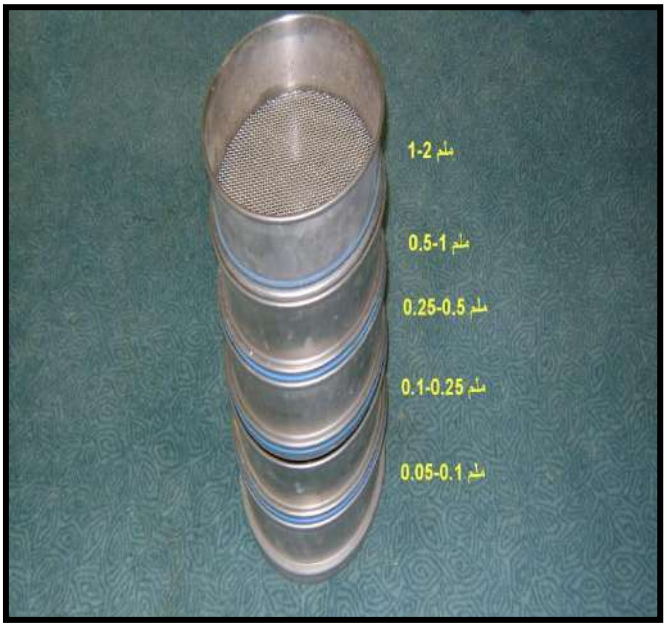
تهدف المعاملات الأولية للنموذج تسهيل فصل وتفريق التجمعات ولابد من إجرائها لأن الكثير من الترب تحوي تجمعات غير قابلة للتفريق مباشرة. تحتوى الترب على مادة عضوية وأكاسيد الحديد والكربونات التي تربط الدقائق سوية. تستخدم الطرق الكيميائية لأزالة هذه الروابط.

إن الطرق القياسية المتبعة تتطلب نشر الدقائق في محلول مائي بطرق فيزيائية وكيميائية. بعد المعاملات الأولية تنشر دقائق التربة كيميائياً (استخدام محلول قاعدي مخفف من متعدد فوسفات الصوديوم)، و يتم الأنتشار الفيزيائي عن طريق الهزاز الميكانيكي. تستخدم المناخل لفصل الرمل بطريقة النخل الرطب باستخدام سلسلة مناخل قياسية معروفة الأقطار كما في شكل15 .

يلاحظ من الشكل أنه في حالة إجراء النخل الرطب باستخدام النسق الأسفل من المناخل فإن المدى الحجمي لدقائق الرمل المتبقية على المنخل الأول هي من (1-2)ملم (رمل خشن جدا) و المدى الحجمي لدقائق الرمل المتبقية على المنخل االثاني هي من (0.5-1) ملم (رمل خشن) و المدى الحجمي لدقائق الرمل المتبقية على المنخل الثالث هي من (0.25 - 0.5) ملم (رمل متوسط) والمدى الحجمي لدقائق الرمل المتبقية على المنخل الرابع هي من (0.1 - 0.25)ملم (رمل ناعم) و المدى الحجمي لدقائق الرمل المتبقية على المنخل الخامس هي من (0.05 – 0.1) ملم (رمل ناعم جدا).

اما بقية الدقائق التي تقل أقطارها عن 0.05 ملم و التي تمثل دقائق الغرين والطين فقد مرت مع المعلق من المنخل الخامس.

يتم تحديد المديات الحجمية لدقائق الغرين والطين استناداً إلى سرعة ترسيبها في العالق , عن طريق قياس كثافة العالق خلال فترات زمنية باستخدام المكثاف (Hydrometer) أو حساب وزن الدقائق في حجم معلوم (25 سم^3) يتم سحبه من العالق على عمق 10 سم عادة بواسطة الماصة (Pipette).



شكل 15. سلسلة مناخل نحاسية متدرجة الأقطار (الأعلى) و نسق من المناخل البرونزية تستخدم لفصل الرمل بطريقة النخل الرطب (الأسفل).

قانون ستوكس: Stokes' Law

إن الأساس النظري الذي يربط العلاقة بين سرعة ترسب دقيقة في مائع (هواء ,ماء، محلول.....) وقطر تلك الدقيقة هو قانون ستوكس (Stokes' law) الذي ينص على أن سرعة المنتهى لترسيب دقيقة كروية تتناسب طرديا مع مربع نصف قطر الدقيقة وعكسيا مع اللزوجة . ويمكن كتابة قانون ستوكس كما يلي :

سرعة سقوط الدقيقة =2 نق^2 ج (كثص _ كثع) /9 ل

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

حيث ان نق (r)= نصف قطر دقيقة تربة (سم)
ج (g)= التعجيل الأرضي (980 سم /ثا^2)
كثص(ρ_s) = كثافة دقائق التربة $\approx$ (2.65غم/سم^3)
كثع(ρ_f) = كثافة العالق $\approx$ (1غم /سم^3)
ل (η) = لزوجة العالق (poise 0.008)
السرعة =المسافة (d) سم / الزمن (t) ثانية , وعند التعويض في معادلة ستوكس نحصل على :

م / ن= 2نق ج (كثص _ كثع) /9 ل
حيث إن م = المسافة (سم)
ن = الزمن (ثانية)

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

من هذه المعادلة نتمكن من :
1- حساب المسافة (عمق ترسيب الدقيقة) من تحديد زمن الترسيب ونصف قطر الدقيقة (بقية عوامل المعادلة معروفة).
2- حساب الزمن اللازم لترسيب دقيقة من تحديد عمق الترسيب (المسافة ونصف قطر الدقيقة).
3- حساب سرعة الترسيب من المعادلة مباشرة .
4- حساب قطر الدقائق الذي يترسب عند عمق معين عند أي زمن .

صندوق حوار

احسب الزمن اللازم لترسيب جميع الدقائق التي تكون أقطارها 0.0001 سم على عمق 10 سم في عالق كثافته 1غم/سم^3 ولزوجته 0.0008 بويز إذا علمت إن كثافة الدقائق 2.65غم / سم^3 ,التعجيل الأرضي 980 سم/ ثا^2.
بما أن:
م / ن =2 نق^2 ج (كثص - كثع) /9 ل
ن = 9 ل م /2نق^2 ج (كثص _ كثع)
ان المجهول الوحيد في هذا المثال هو الزمن فقط وعليه فإن:
ن= 9 ×10 (سم) × 0.0008 (بويز) / 2 × (0.00005 سم)^2 × 980 (سم/ثا^2) (2.65 غم /سم^3 – 1.00غم /سم^3)
= 0.0000081/0.72
=88889 ثانية
=1484 دقيقة
= 24:41.00 ساعة (أربعة وعشرون ساعة و احدى و أربعون دقيقة)
يتضح من هذا المثال أن الزمن اللازم لترسيب جميع الدقائق التي تكون أقطارها مساوية إلى 0.0001 سم هو أربعة وعشرون ساعة و إحدى و أربعون دقيقة وبمعنى آخر فإن جميع الدقائق التي تقل اقطارها عن 0.001 ملم لم تصل بعد إلى العمق 10 سم لأن سرعة ترسيبها أبطأ.

السطح النوعي Specific Surface:

يعرف السطح النوعي لدقائق التربة بأنه المساحة السطحية الكلية لوحدة كتلة الجزء الصلد أو لوحدة حجم الجزء الصلد أو لوحدة الحجم الكلي للتربة . يزداد السطح النوعي كلما قل قطر الدقائق فقد تصل المساحة السطحية الكلية إلى 650 م^2 /غم لمعدن المونتموريلونايت Montmorellonite. تنعكس المساحة السطحية على سعة التبادل الأيوني للتربة وحفظ الماء فالترب الطينية ذات سعة تبادلية عالية للأيونات الموجبة وذات سعة عالية لحفظ الماء.
تعتمد المساحة السطحية على حجم وشكل الدقيقة فالدقائق السطحية (طويلة ذات سمك قليل) تكون ذات مساحة سطحية عالية مقارنة بالدقائق الكروية والمكعبة . لبيان تأثير حجم الدقيقة على المساحة السطحية لنأخذ المثال المبين في صندوق الحوار التالي

صندوق حوار

دقيقة رمل مكعبة طول ضلعها 1 ملم افرض أن هذه الدقيقة قد قسمت إلى مكعبات متساوية طول ضلع كل منها1 .0ملم في المرة الأولى، و 0.01 ملم في المرة الثانية، و 0.001 ملم في المرة الثالثة احسب المساحة السطحية الكلية في الحالات الثلاث.

طول ضلع المكعب, ملم	حجم المكعب ,ملم^3	عدد المكعبات	الحجم الكلي , ملم^3	مساحة مكعب واحد, ملم^2	المساحة السطحية الكلية, ملم^2
1	1	1	1	6	6
0 1	0.001	1000	1	0.06	60
0.01	1E-06	1E+06	1	6E-04	600
0.001	1E-09	1E+09	1	6E-06	6000

ملاحظة: عد المكعبات = حجم المكعب الكبير(1 ملم^3) مقسوما على حجم المكعب الصغير. على سبيل المثال إذا قسمت دقيقة الرمل في هذا المثال إلى مكعبات طول ضلع كل منها 0.01 ملم

كما في المرة الثانية فإن عدد المكعبات = $\frac{(1)^3}{(0.01)^3}$

=0.000001/1

=1000000 الذي يكتب بالصيغة العلمية 1E+06 ويقرأ واحد ×10 مرفوعة إلى القوة السادسة أو تكتب 10^6 .

مساحة المكعب الواحد = 6 × ل^2 (ل= طول ضلع المكعب= 0.01)

=6 ×(0.01)^2

=6 × 0.01 × 0.01

=0.0006 ملم^2

اذن المساحة الكلية= عدد المكعبات × مساحة مكعب واحد

=1000000 × 0.0006

=600 ملم^2

نلاحظ من صندوق الحوار أن المساحة السطحية لوحدة حجم 1ملم ^{3} تضاعفت 1000 مرة عندما قل قطرالدقيقة من 1 ملم (رمل) إلى 0.001 ملم (طين). لذلك فإن للطين مساحة سطحية عالية جدا لأن أقطاردقائق الطين أقل من 0.002 ملم. من جانب آخر فإن الشكل الصفائحي لدقائق الطين يكسبها مساحة سطحية عالية جدا مقارنة بالشكل المدور لدقائق الرمل الذي يحدد مساحة السطح النوعي للدقائق .

بناء التربة :Soil Structure

يعرف بناء التربة بأنه انتظام أو تجمع دقائق التربة الأولية (الرمل والغرين والطين) في تجمعات تعرف aggregates . إن لهذه التجمعات أنواع مختلفة من الأشكال كالحبيبي والكتلي والموشوري والصفائحي . يصف علماء التربة بناء التربة بالشكل shape والحجم size والدرجة grade ، ويبين الشكل 16 بعض أشكال بناء التربة المألوفة التي يمكن تمييزها بسهولة. هناك خمسة حدود لحجم البناء تتراوح بين الناعم جدا (اقل من 1 ملم) إلى الخشن جدا (اكبر من 10 ملم). تصف الدرجة مدى وضوح وسهولة فصل الوحدات البنائية إلى وحدات منفصلة لذا فقد تكون درجة الوضوح ضعيفة أو معتدلة أو قوية. تعتمد تهوية التربة، المحتوى المائي ,النفاذية ,الخصوبة, مقاومة التربة للاختراق والرص إلى حد ما على بناء التربة. ان عمليات خدمة التربة والمحصول وإضافة المادة العضوية تحسن إنتاجية الترب من خلال تحسين بناء التربة.

من العوامل الأخرى المؤثرة في بناء التربة الانجماد والانصهار والترطيب والتجفيف . يتدهور بناء التربة بفعل الرص الناتج عن المعدات الحقلية الثقيلة خاصة عند رطوبة مناسبة للرص لأن الرص لايحدث للترب الجافة. إن البناء الجيد يشجع في إنتاج حاصل عال وتحوي التربة جيدة البناء على عدد مسامات كثيرة تسمح لحركة الماء والهواء مباشرة إلى النظام الجذري للنبات . كما أن البناء الجيد يسمح بغيض الماء إلى التربة بدلا عن جريانه على السطح مما يسبب جرف وتعرية التربة. لقد أظهرت الدراسات الحديثة أهمية ممارسة أقل عمليات فلاحية ممكنة ' Mimium Tillage للحفاظ على بناء جيد وتحسين خصوبة التربة.

شكل16. بعض الأشكال المألوفة لبناء التربة

أشكال بناء التربة: Shapes of Soil Structure

هناك سبعة أنواع غالبا ما يتم تمييزها في مقد التربة وهي :

1- البناء الحبيبي : Granular Structure

وهي تجمعات مستديرة وعادة ما يكون قطرها أقل من 1 ملم وتكون مفتتة توجد على السطح، وتدعى التجمعات بالحبيبات granuls . اما شكلها فيعرف بالحبيبي granular وهو أكثر أنواع البناء تواجدا في الترب السطحية .

2- حبيبة منفردة: Single Grain

تكون كل دقيقة منفردة أو منفصلة ولا يوجد بناء أساساً لذا يطلق عليها عديمة البناء Structureless ويوجد هذا النوع من البناء في الترب الرملية جدا والذي يمكن مشاهدته في الكثبان الرميلة .

3- البناء الكتلي: Blocky

وفيه يكون البناء بشكل كتل ذات أوجه غير منتظمة ومتسأوية الطول والعرض والارتفاع تقريبا. عندما تكون الحواف حادة والأوجه واضحة التضليع فيكون البناء كتلياً ولكن عندما تكون الحواف مدورة فنوع البناء يعرف بشبه الكتلي Subanglur Blocky.

4- البناء المنشوري : Prismatic Structure

تتصف بتجمعات مرئية عموما ذات قمم مسطحة موجهة بشكل أعمدة مستطالة تختلف بالطول باختلاف التربة . يوجد هذه النوع من البناء في الترب ذات المحتوى الطيني العالي . يتميز البناء المنشوري بأن وحداته تكون اطول عموديا و ذات أوجه متصلة ومضلعة أو شبه مستديرة وتكون قمة المنشور غير متميزة بشكل واضح إلاّ أنها عادة ما تكون مسطحة و يوجد في الأفق B .

5- البناء العمودي: Columnar Structure

وهي كسابقتها إلا أن المجاميع تنتظم أو تتوجه عموديا وتكون ذات قمم مدورة واضحة جدا أي أنها تكون اسطوانية الشكل ولا تكون مضلعة. تختلف هذه الأعمدة المستطالة بالطول باختلاف التربة وتتواجد في الترب ذات المحتوى الطيني العالي خاصة في الأفق B .

6- البناء الضخم Massive Structure

وهي عكس تركيب الدقيقة المنفردة لان جميع الدقائق تكون مرتبطة وهذا النوع من البناء شائع في الأفق C وهو لا يعد بناء لأن التربة تكون بشكل كتلة كبيرة كما في حالة الترب المرصوصة.

7- البناء الصفائحي : Platey Structure

هو ترتيب المجاميع بشكل صفائح أو أغلفة كما في الشكل 16 . غالبا ما يوجد مثل هذا البناء في الترب المرصوصة ذات المحتوى الطيني العالي. وقد تكون درجة البناء قوية أو معتدلة أو صعبة المشاهدة .

آليات تجمع التربة: Mechanisms of Soil Aggregation

لا تتجمع التربة إلاّ بوجود الدقائق الصغيرة جدا التي تشمل أطيان السيليكا، معادن الرماد البركاني، المادة العضوية، الأكاسيد. وهناك آليات تحكم تجمع التربة وهي:

1- إفرازات الأحياء الدقيقة في التربة التي تكون بمثابة عوامل ربط لدقائق التربة سوية .
2- خيوط الفطريات التي تعرف بالهايفات (Hyphae)التي تمتد بين دقائق التربة وتربطها سوية.
3- إفرازات الجذور التي تشمل السكريات و التي تعمل على ربط دقائق التربة.
4- أكاسيد الحديد و الألمنيوم التي تعمل بمثابة أصماغ تربط دقائق التربة خاصة في الترب الأستوائية الرطبة عالية التجوية.

5- قوى الكهربائية المستقرة التي تنجذب بها دقائق التربة إلى بعضها البعض.
6- إن العامل الأساسي في تشجيع البناء الحبيبي في الآفاق السطحية هي المادة العضوية .

تشجع جذور النباتات على تقارب دقائق التربة بعضها إلى البعض نتيجة الضغط المسلط بفعل زيادة حجم الجذور. إن تحلل جذور النباتات يزيد من عدد ونشاط أحياء التربة الذي يساعد بدوره على تكوين التجمعات.
بعد حصول تجمعات التربة هناك جانب مهم آخر وهو درجة ثباتية هذه التجمعات و التوزيع الحجمي لها. نرغب في إدارة التربة بتجمعات ثابتة ذات معدل قطر موزون عال.

الأعراض المنظورة لبناء تربة سيئ:
Visual Symptoms of Bad Soil Structure

1- الأعراض المنظورة في النباتات: Visual Symptoms in Plants

أ- الإنبات البطيء: Slow Emergance
الإنبات البطيء للنبات في التربة الذي قد يعكس درجة حرارة منخفضة ، تربة غدقة ، تكون القشرة السطحية و تكتل (تصلد) التربة التي يمكن أن تكون ناتجة جميعا عن بناء سيء. إن بطء الإنبات ينتج عنه نباتات مختلفة الطول قليلة العدد عرضة للإصابة بالأمراض.

ب- أقصر من النباتات الاعتيادية: Shorter than Normal Plants
التي قد تعكس نقص االعناصر المغذية و الأمراض. إن تأخر الإنبات و إنخفاض معدل النمو ينتج عنه نبات أقصر من النباتات الاعتيادية. يمكن ملاحظة نباتات قصيرة في تـرب طينية كتلية نتيجة لإجراء عمليات خدمة التربةعند رطوبة غير مناسبة.

ت- الأوراق المقصورة اللون: Off-Colored Leaves
يكون لـــون الأوراق مبيضاً أو أبيض مصفراً مما يعكـــس نقص المغذيـات أو الإصابـة بالأمراض الذي تم ملاحظته تحت ظروف البناء السيء للتربة التي تحدد نمو الجذور. إن إضافة الأسمدة قد يسهم في سد نقص المغذيات ويجعل الأوراق طبيعة اللون ولكن مـــع انخفاض في مستوى الإنتاجية.

ث- نظام جذري ضحل: Shallow Root System
وهو من أغلب الأعراض السائدة للبناء السيء ويمكن ملاحظته من متابعة نمو الجذر خلال موسم النمو و ذلك من خلال الإجابة عن التساؤلات الاتية :

- هل إن الجذور تنمو خلال تجمعات التربة أم هل إنها تنمو حول التجمعات.
- هل يتطور نمو الجذور في الإتجاهين الأفقي و العمودي (جيد) أو هل إن هناك نموا جانبيا (سيئ).
- هل تنتشر الجذور و تنمو في طبقة الحراثة بشكل متجانس(جيد) أو وجود حجم كبير من التربة السطحية خال من الجذور(سيئ).
- هل تتوزع الجذوربشكل متجانس في الطبقات تحت السطحية(جيد) أم تتحدد بالطبقة المحروثة (سيئ).

ج- تشكل الجذور(تشوه شكل الجذر): Malformed Roots

إن تشوه شكل الجذور يعكس مشاكل متعددة تتضمن مشكلة البناء السيئ مثل تشوه جذور البنجر السكري.

2-الإعراض المنظورة في التربة: Visual Symptoms in Soil

وتشمل:

- تكون قشرة التربة خاصة في الترب ذات المحتوى العالي من الغرين و الطين.
- وجود منطقة سطحية مرصوصة ذات كثافة ظاهرية عالية تكونت إما بشكل طبيعي أو نتيجة استخدام المكننة الثقيلة.
- ركود الماء على سطح التربة يدل على أن معدل غيض الماء (معدل حركة الماء إلى الأسفل) منخفضة جدا بفعل البناء السيء.
- التعرية المائية الشديدة لعدم غيض الماء إلى الأسفل وتجمعه على السطح وجريانه بسرعة مما يسبب جرف التربة.

أسباب بناء التربة السيء : Causes of Bad Soil Structure

- البزل غير المناسب الذي يتسبب في محتويات رطوبية عالية ينتج عنها بناء سيء أثناء العمليات الحقلية
- زيادة العمليات الفلاحية تسهم في رص الطبقات العميقة مما يستوجب إجراء العمليات الحقلية الضرورية فقط.
- نظام الزراعة الذي لاينتج مخلفات نباتية كثيرة لايحسن بناء التربة لأن المادة العضوية هي من أهم متطلبات تحسين بناء التربة. و هنا لابد من الإشارة إلى أهمية السماد الأخضر كجزء من الدورة الزراعية لقلبه في التربة لتحسين صفاتها الفيزيائية والكيميائية و الحيوية.
- عدم استخدام المكننة الصحيحة كالساحبات ذات الإطارات الخلفية المزدوجة لتوزيع الأحمال على مساحة أكبر وللتقليل من خطر الرص.

تحسين بناء التربة Improving Soil Structure

إن من طرق الحفاظ على بناء جيد هي:

1- تجهيز نظام بزل سطحي ونظام بزل تحت السطحي.

أ- الحفاظ على نظام ري يشمل قنوات نقل المياه الزائدة و المتجمعة على السطح.

ب- الفحص السنوي و صيانة المبازل الأنبوبية.

ت- تسوية و تعديل سطح الحقل لتوزيع الماء بشكل منتظم.

ث- إجراء العمليات الحقلية مع المحافظة على طوبغرافية مستوية.

2- استخدام مبدأ أقل عمليات فلاحية ممكنة Minimum Tillage

أ- أجراء عمليات الخدمة عند محتوى مائي ملائم (تكون التربة هشة القوامية).

ب- تغير عمق الحراثة من سنة إلى أخرى .

ت- ألحرثة على عمق يحتوى الطبقة المرصوصة.

ث- الاعتناء بالمحراث ليكون جاهزا.

ج- أجراء العمل بأقل عدد من دورات الساحبة.

3- حفظ و تحسين مستوى المادة العضوية .
أ- استخدم السماد الأخضر.
ب- التقليل من تعرية التربة.
ت- استخدم بقايا النباتات كمصدر للمادة العضوية.
ث- استخدم الدمن الحيواني كمحسن تربة .
ج- استخدم محصولا ذا نمو خضري كثيف يخلف بقايا نباتية عالية كالذرة في الدورة الزراعية.
ح- السيطرة على الأمراض النباتية لزيادة الحاصل والمخلفات النباتية.

قوامية التربة: Soil Consistency

القوامية هي مقاومة التربة للتغيربالشكل والكسر(التهشم). وتتميز القوامية بخصائص التماسك والتلاصق في كامل كتلة التربة . تتغير قوامية التربة مع كل من النسجة و محتوى التربة من المادة العضوية و طبيعة معادن الطين و ألبناء والمحتوى المائي . يعد المحتوى المائي من العوامل المتغيرة على المدى القصير لذا يعبر عن قوامية التربة على أساس المحتوى المائي .
هناك حّدان للقوامية هما:

1- الحد الأدنى للمرونة : Lower Plastic Limit

وهو أدنى محتوى مائي وزني معبرا عنه بشكل نسبة مئوية لنموذج التربة الذي تتفتت عنده التربة عند دحرجتها وبرمها على سطح أملس لتكوين خيط سمكه 3.2 ملم.

2- الحد الأعلى للمرونة: Upper Plastic Limit

وهو أعلى محتوى مائي وزني معبرا عنه بشكل نسبة مئوية لنموذج التربة اللازم لسد أخدود سمكه 2ملم في عجينة تربة لمسافة طولها 1.25 سم على طول قاع الأخدود بعد 25 ضربة بجهاز Atterberg.
إن رقم المرونة (Plasticity Number) هو الفرق بين المحتوى المائي للحد الأعلى للمرونة و المحتوى المائي للحد الأدنى للمرونة.
إن دراسة حدود مرونة التربة يعد مهماً لفهم خصائص قوامية التربة مثل مقاومة التربة للانضغاط، هشاشة التربة ,المرونة واللزوجة والقص . تسمى حدود القوامية بحدود Attreberg وهو العالم السويدي الذي قام بوصفها لأول مرّة وتكون على أربعة أشكال أساسية وهي :

1- القوامية اللزجة: Sticke Consistency وتكون دلالاتها الواضحة هو الالتصاق بالأجسام المختلفة (كالأصابع مثلاً) و تكون القوامية غير لزجة كما هو الحال في التربة الرملية أوقد تكون قليلة أو متوسطة أو قوية اللزوجة كما مبين في الشكل17.

2 - القوامية المرنة : Plastic Consistency التي تحدد بخواص القوة وسعة التربة على أخذ الشكل (التقولب Mold) أي أن التربة تكون مرنة بدرجة تسمح بتغيّر شكلها عند تعرضها إلى إجهاد خارجي كالضغط عليها بين الأصابع.

3- القوامية الناعمة (الهشة) Soft(Fraible) Consistency: التي تتحدد بهشاشة وتفتت التربة وتتميز بسهولة تفتت التربة عند فركها بين الأصابع و تمثل انسب محتوى مائي لإجراء عمليات خدمة التربة.

4- القوامية الصلبة : Hard Consistency التي تتحدد بخصائص صلابة واضحة .

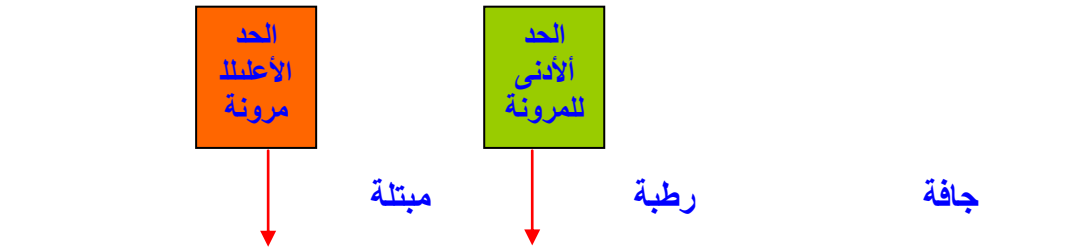
إن العلاقة بين درجات القوامية والمحتوى المائي موضحة في المخطط التالي المبين بالشكل 18 :

1- القوامية غير اللزجة لتربة رملية

2- القوامية قليلة اللزوجة لتربة مزيجة

3- القوامية اللزجة جدا لتربة طينية.

شكل17. قوامية ثلاث ترب مختلفة النسجة



صلب أو قاسي	ناعم ، هش	مرن, لزج	لزج
تكون كتل	أنسب الظروف لإجراءعمليات خدمة التربة	المنطقة التي يحصل فيها أعلى رص	تسيل التربة سوية ببطء

ازدياد المحتوى المـــــــائي

شكل18. مخطط يبين العلاقة بين أشكال قوامية وحدود مرونة التربة مع المحتوى المائي للتربة.

عند تحضير التربة للزراعة لابد أن تكون رطوبة التربة ضمن الحدود الناعمة الهشة وعدم إجراء عمليات خدمة التربة إذا كانت القوامية صلبة لتكون كتل كبيرة لاتلائم إنبات ونمو المحصول أو مرنة لحصول الرص مما يزيد من الكثافة الظاهرية للتربة ومقأومة التربة للاختراق ويقلل من مساميتها و حركة الماء وتبادل الغازات بين محيط التربة و الغلاف الجوي.

كثافة التربة : Density of Soil

للتربة كثافتان هما الكثافة الحقيقية وهي كتلة الجزء الصلب (وزن التربة الجاف) لوحدة الحجم الصلب والكثافة الظاهرية وهي كتلة الجزء الصلب للدقائق التي تقل أقطارها عن 2ملم (وزن التربة الجاف) لوحدة الحجم الكلي. إن الكثافة الظاهرية هي قيمة واسعة الاستخدام في حسابات الري والمسامية وحركة الماء والتعرف على نسجة التربة,وهي صفة متغيرة تعتمد على حالة بناء التربة .

تقاس الكثافة الظاهرية بطرق مختلفة تعتمد على معرفة الحجم الكلي والوزن الجاف الذي يمثل كتلة الجزء الصلب للتربة وتستخدم طرق مختلفة لقياس أو تقدير الكثافة الظاهرية للتربة. يشترط في قياس الكثافة الظاهرية أن يكون نموذج التربة في حالته الطبيعية (غير مثار Undisturbed) . إن من اكثر الطرق المتبعة لقياس الكثافة الظاهرية في الحقل هي طريقة العمود (Core Method) التي تجري بغرز اسطوانة في داخل التربة على أن تتسبب بأقل إثارة ممكنة للنموذج ثم تستخرج بعناية يجفف النموذج في الفرن على درجة حرارة 110 درجة مئوية ويوزن. تحسب الكثافة الظاهرية من قسمة الوزن الجاف على حجم الإسطوانة الذي يمثل حجم التربة.

ومن الطرق المختبرية المستخدمة لقياس الكثافة الظاهرية للتربة هي طريقة الكتلة (Clode Method)التي يشار إليها في بعض الأحيان بطريقة شمع البارافين. تمكن هذه الطريقة من قياس حجم التربة إلى جزء بحالته الطبيعية حيث يتم الحصول عليه من القطع أو الكسر من كتلة التربة. تغلف الكتلة بمادة راتنج بلاستيكية مضادة للأبتلال. يكون حجم التربة مسأويا إلى حجم المائع المزاح عند غمر الكتلة في الماء.

تتراوح قيمة الكثافة الظاهرية من (1.2-1.6) غم /سم^3 لأغلب الترب وتكون كثافة الترب الرملية أعلى من كثافة الترب الطينية . إن الكثافة الظاهرية تكون دائماً اقل من الكثافة الحقيقية. تتراوح قيمة الكثافة الحقيقية من (2.6-2.7) غم /سم^3. وعلى سبيل المثال إذا كانت المسامات تشغل نصف الحجم فإن قيمة الكثافة الظاهرية يجب أن تكون مسأوية إلى نصف قيمة الكثافة الحقيقية (1.30- 1.35) غم /سم^3.

ان الوزن النوعي للترب الرملية الذي يتضمن نسبة حجوم مسامية أقل يصل إلى 1.6 في حين يصل الوزن النوعي للنسجات المتجمعة كالمزيجة الطينية إلى 1.2 .أما الكثافة الحقيقة للتربة فتكاد تكون ثابتة و تتراوح بين (2.6-2.7) غم /سم^3 . إن قيم الكثافة الظاهرية و الكثافة الحقيية للترب العضوية اقل منها للترب المعدنية.

لون التربة : Soil Color

يختلف لون التربة حسب منشئها ويستخدم كدلالة يمكن تمييزها بالعين. إن لون التربة هو صفة فيزيائية مهمة تكتسبها التربة إلى الطبقة السطحية من المادة الأم ويكون لكل أفق لون خاص به. يكون لون التربة انعكاسا للتركيب الكيميائي والمعدني والمحتوى من المادة العضوية، فالترب الداكنة تكون ذات محتوى عال من المادة العضوية أما الترب الحمراء والمصفرة فتكون ذات محتوى عالي من أكاسيد الحديد. ان الترب فاتحة اللون تكون ذات محتوى منخفض من المادة العضوية خاصة الترب رديئة البزل حيث تظهر ألوان خضراء أو زرقاء نتيجة لاختزال اكاسيد الحديد وتحولها إلى الحديدوز. وتعرف ظاهرة وجود بقع ذات الوان خضراء أو زرقاء أو رمادية بظاهرة التبقع (Mottling). إن وصف اللون هو عملية قياسية لا تعكس لون التربة بصورة كاملة إلا أنها أقرب إلى لون التربة. وفي حالة وصف

التبقع لابد من الإشارة إلى درجة تباين في لون وحجم التبقع. يحدد لون التربة من مقارنته مع مجموعة ألوان قياسية في أطلس Munsell و يوصف اللون بدلائل ثلاثة وهي:

1- **Hue :** الذي يشير إلى تركيبة طيف اللون السائد الذي يصل إلى العين وتقع في خمسة أطياف هي الأحمر، الأصفر، الأخضر، الأزرق و الأرجواني حسب أطلس Munsell .
ويرمز له بمختصر أللون مسبوقا برقم من (0-10) فمثلا(يشير(YR) إلى Yellow Red
إذ يزداد اللون الأصفر و يقل اللون الأحمر بزيادة الرقم.

2- **Value:** تشير إلى مدى أن يكون اللون فاتحا أو داكنا مقارنة بمقياس رمادي متعادل. لذا فهي قياس لدرجة انعكاسية الضوء من رقعة اللون القياسي (Chip) في أطلس Munsell.
تتراوح القيمة من 0 (أسود نقي) إلى 10 (أبيض نقي).

3- **Chroma:** تشير إلى النقأوة النسبية (Relative Purity) أو قوة طيف اللون . تتراوح قيمة درجة النقأوة من 0 (رمادي متعادل) إلى 8 (أعلى قوة للون في التربة) وتزداد إلى اليمين في أطلس Munsell. ويقرأ اللون بدلالة الطيف والقيمة/ النقأوة، مثلا 10YR2/2 تشير إلى أن Hue 10، Value 2 و Chroma 2 لوصف اللون البني الغامق جداً Very dark brown

أسئلة الفصل الثالث

السؤال الأول: حدد حجوم مفصولات التربة حسب نظام قسم الزراعة الامريكي . ثم حدد صنف نسجة الترب الآتية باستخدام مثلث النسجة .

التربة	الرمل% الطين %	الغرين %
تربة 1	17 23	60
تربة2	45 24	31
تربة3	23 44	33

السؤال الثاني: حدد أقطار المناخل اللازمة لفصل كل مما يأتي:
1: الدقائق التي تتراوح أقطارها من(2-1) ملم
2:الدقائق التي تزيد أقطارها عن 0.05 ملم وتكون أقل عن 0.5 ملم.
3:دقائق الغرين.
السؤال الثالث : ماهي الخطوات الأولية اللازم إجراؤها على نموذج التربة في تحليل حجوم الدقائق؟
السؤال الرابع : وضعت دقائق تربة في عالق كثافته 0.7غم/سم^3 احسب سرعة ترسيب هذه الدقائق إذا علمت أن لزوجة العالق 0.001 بويز.
السؤال الخامس: دقيقة رمل بشكل متوازي المستطيلات ارتفاعها 1ملم , طولها 0.5 ملم ,عرضها 0.5ملم فإذا قسمت إلى وحدات ارتفاع كل منها 1ملم وطولها 0.01 ملم , عرضها0.01 ملم.احسب المساحة السطحية قبل وبعد تقسيم الدقيقة.
السؤال السادس: ماهي العوامل المؤثرة في قوامية التربة.
السؤال السابع: اعط وصفا نوعيا (حسيا) إلى لون وقوامية تربة في الحالات التالية:
1: التربة جافة.
2: التربة رطبة.
3: التربة مبتلة.

الفصل الرابع

الاهداف العامة

يهدف هذا الفصل إلى تعريف الطالب بالخصائص الكيميائية للتربة

الاهداف الخاصة

تعريف الطالب

1- تعريف الطالب بمحلول التربة وتركيبة الكيميائي . Soil solution

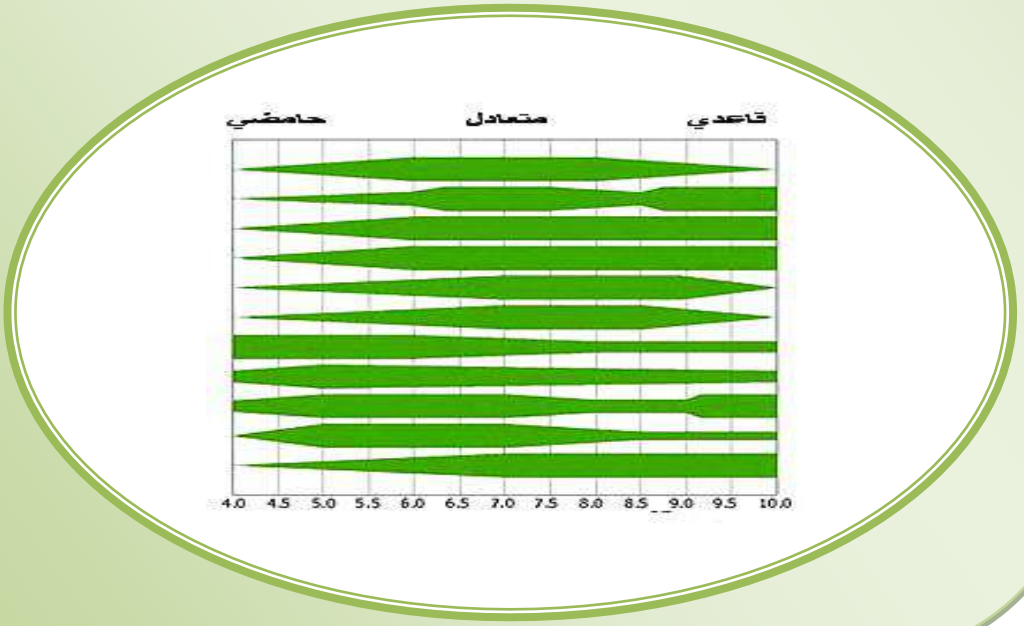
2- تعريف الطالب بـالسعة التبادلية للتربة. Soil Exchanye capacity

3- تعريف الطالب بتفاعل التربة واهميته. Soil Reaetiam pH

4- تعريف الطالب بملوحة التربة وتكوين التربة الملحية.

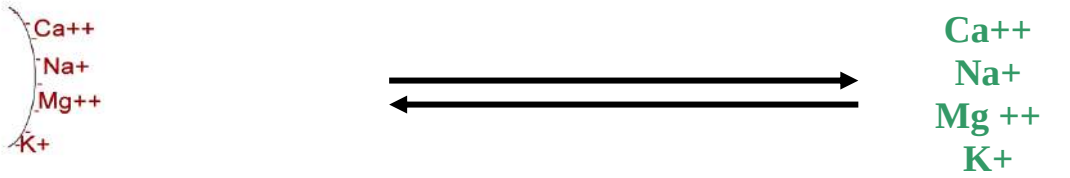
5- تعريف الطالب بأسس تصنيف التربة الملحية.

6- تعريف الطالب بتصنيف التربة الملحية في العراق .

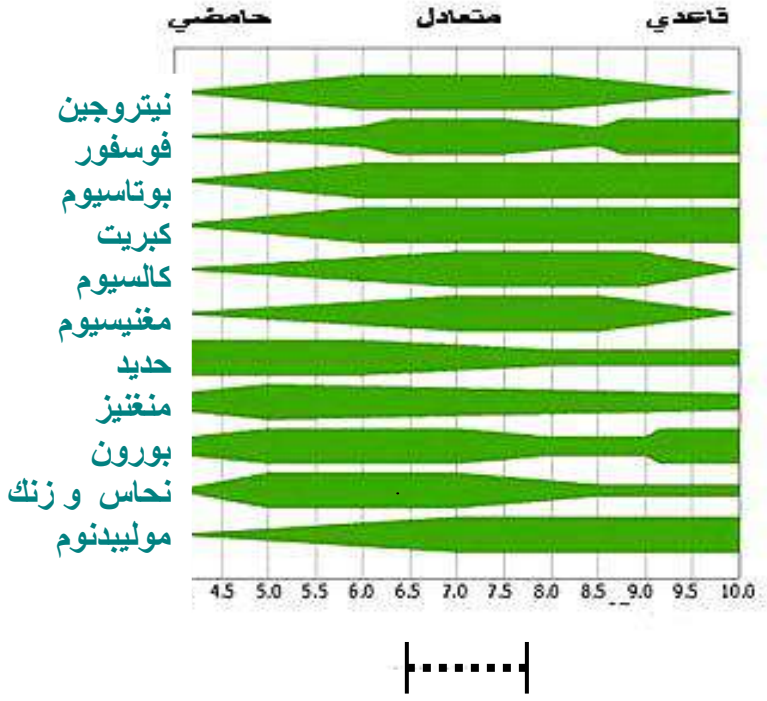


الفصل الرابع
الخصائص الكيميائية للتربة

إن للتربة خصائص كيميائية هامة ناتجة عن الحالة الحركية بين أيونات محلول التربة والأيونات الموجودة على أسطح غرويات التربة المعدنية والعضوية . وينتج عن ذلك حالة من التوازن الأيوني بين سطح غروية التربة والمحلول الخارجي إلا أن ذلك يحدث عند تركيز معين ومحتوى مائي معين .



تعد التربة خزاناً هائلا للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات . ان سعة التربة على تجهيز محلول التربة لهذه العناصر يعد صفة كيميائية مهمة لارتباطها بالحالة الخصوبية للتربة . فالترب الرملية تكون ذات سعه تبادلية منخفضة عكس الترب الطينية التي تكون ذات سعة تبادلية عالية تعتمد جاهزية الأيونات على درجة تفاعل التربة إذ تزداد جاهزية أيونات بعض العناصر كالحديد



شكل19. مخطط يبين تأثير درجة التفاعل على جاهزية العناصر الغذائية في التربة

تحت الظروف الحامضية في حين تزداد جاهزية عناصر أخرى تحت الظروف القاعدية كالموليبدنوم وعلى العموم فإن جميع العناصر تكون جاهزة تحت الظروف المتعادلة كما مبين في الشكل19 .

تكون التربة كيميائيا مختلفة عن الصخور والمعادن التي تكونت منها . إذ تحتوي التربة على كمية أقل من نواتج التجوية الذائبة في الماء والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وعناصر أخرى تكون نسبيا غير قابلة للذوبان كالحديد والالمنيوم . تعد الغرويات المعدنية والعضوية هي الأكثر فعالية من الناحية الكيميائية و تبقى عالقة في الماء ولها مساحة سطحية نوعية عالية جدا و ذات شحنة سالبة عالية. إن لمعادن سليكات الأطيان في التربة تركيب طبقي بلوري يتكون من طبقات من وحدات سليكا رباعية الأوجه ووحدات ألومينا ثمانية الأوجه و من امثالها معادن الكاولينايت وهو معدن 1:1 ومعدن المونتموريلونايت وهو معدن 1:2 . إن الجزء العضوي من التربة يكون أكثر فعالية من الناحية الكيميائية من الغرويات المعدنية و له تأثير هام في صفاتها، فالمادة العضوية تتكون بشكل رئيسي من الكاربون والهيدروجين والأوكسجين وكميات اقل من الكبريت ومعادن أخرى. تعد المادة العضوية خزانا للعناصر المعدنية المغذية الأساسية وهي النيتروجين والفسفور والكبريت كما إن لها مساحة سطحية عالية جدا لوحدة الوزن مما يزيد من سعة مسك الماء والسعة التبادلية للأيونات الموجبة وتساعد في تكوين تجمعات بين الغرويات المعدنية والعضوية.

محلول التربة: Soil Solution

هو ماء التربة متمثلاً بالحالة السائلة والمواد الذائبة فيه من أيونات ذائبة بين أسطح دقائق التربة ومواد ذائبة أخرى عند المحتوى الرطوبي الفعلي في الحقل . كيميائياً فإن محلول التربة هو ماء التربة والألكتروليتات الذائبة مع كميات قليلة من الغازات الذائبة ومركبات ذائبة في الماء لذلك ينظر إلى محلول التربة على أنه محلول مخفف يكون في حالة توازن مع مكونات القوام الصلب والغاز في التربة . إن مفهوم محلول التربة ودوره في علاقات التربة بالنبات يعد من الأمور الصعبة نظراً لصعوبة التعرف والحصول على محلول التربة الحقيقي لأن الطور السائل يتصف بتركيب معقد جداً و إن تركيز الأيونات يتغير بتغير المحتوى المائي للتربة. إذا اعتبرنا أن محلول التربة هو ماء التربة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم فذلك يعني أنه وسط في تفاعلات التربة الكيميائية ضمن هذا المدى من ماء التربة. تستند الطرق الحديثة على استخلاص محلول التربة بحالته الطبيعية دون تغيير وقد طورت طرق مختلفة للحصول على محلول التربة تستند إلى خمسة أسس وهي :

1- السحب (تخلل الضغط)Suction

2- الإزاحة Displacement

3- الرص Compaction

4- الطرد المركزي Centrifugation

5- الامتصاص الجزيئي Molecular Adsorbtion

ترجع أهمية الحصول على محلول التربة إلى أنه يزودنا بمعلومات تخص خواص التربة الكيميائية و التفاعل الكيميائي للتربة وعلاقات التربة-النبات . يجب التمييز بين محلول التربة ومستخلص التربة . فالتسميتان مختلفتان. من الممكن الحصول على معلومات أفضل عن تركيب محلول التربة وتفاعلاتها من خلط حجم معين من الماء مع وزن تربة معين مثل خلط 50 سم^3 (50 غم) من الماء المقطر مع 50 غم تربة أي حجم واحد من الماء إلى وزن واحد من التربة(وتكتب1:1) للحصول على مستخلص التربة. إن الصعوبة والكلفة المرافقتان للحصول على المحلول الفعلي للتربة جعلتنا نعتمد طرق للحصول على مستخلص التربة يكون دلالة على محلول التربة. إن إضافة الماء يغير من التركيب الأيوني عند التوازن ذلك لحصول تفاعلات الاستبدال و الترسيب والإذابة .

التقريب لمحلول التربة: Approximating of Soil Solution

إن من أكثر الطرق المستخدمة لتقريب محلول التربة هو مستخلص العجينة المشبعة (Extract of the Saturation Paste) والذي اشتهر به مختبر الملوحة الامريكي. فقد اثبتت الدراسات التي تعتمد على مستخلص العجينة المشبعة أهميتها في دراسة وإدارة الترب الملحية على الرغم من عدم كونها تمثل المحلول الحقيقي للتربة . لقد بينت الدراسات وبشكل عام زيادة تركيز أيونات Ca^{++} ,Mg^{++} ,Na^{+} ,K^{+} ,CO_3^{--} ,HCO_3^{-} ,SO_4^{--} ,PO_4^{---} ,SiO_3^{--} مع زيادة التخفيف وذلك لتأثير التخفيف على التركيز الأيوني في محلول التربة مما يُستنتَج عنه أن تراكيز الأيونات في محلول التربة و مستخلص التربة لا يتناسبان عكسياً مع التخفيف .

يحتوي محلول التربة على أيونات موجبة وسالبة وعلى عدد من المواد المعدنية والعضوية في حالة ذائبة أو غروية . لابد من قياس تركيز الأيونات في محلول التربة خاصة تلك الموجودة بكميات متغيرة لغرض إجراء حسابات التوازن الأيوني. تعتمد نوع الأيونات السائدة في محلول التربة على نوع التربة فهي تختلف باختلاف عوامل تكوين التربة فبينما تسود القواعد (أيونات $Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}$) في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة تسود أيونات الألمنيوم والحديد في الترب الحامضيه (الرطبة) وفي العراق الذي يقع في المناطق الجافة وشبه الجافة تسود الأيونات القاعدية وهي أيونات Na^{+}, Mg^{++} ,Ca^{++} والسالبة وهي أيونات Cl^{-} , HCO_3^{-}, SO_4^{--}.

السعه التبادلية للتربة :Soil Exchange Capacity

ان قابلية غرويات التربة على جذب و مسك الأيونات موجبة الشحنة يشار إليها بسعة تبادل الأيونات الموجبة Cation Exchange Capacity ويرمز لها CEC ويعبر عنها بالملي مكافئ/100غم تربة جافه أو سنتيمول شحنة /كغم تربة جافه (التعبيران متساويان من حيث القيمة). وهي دلالة هامة من الناحية الإدارية للتربة واستخدام الأراضي. تختلف الترب في سعتها على مسك وجذب الأيونات موجبة الشحنة من العناصر السمادية المشحونة إذ تحصل عملية الغسل للأيونات المغذية مع حركة ماء التربة اسفل المنطقة الجذرية. إن هذه السعه تكون محكومة بنوع الطين وكمية الغرويات العضوية الموجودة في التربة. فأطيان المونتمولونايت تكون ذات شحنة سالبة أعلى من مجموعة الكاولينايت لذا فإن لها سعة تبادلية كاتيونية عالية . ان التربة ذات المحتوى العالي من المادة العضوية لها سعة تبادلية كاتيونية عالية عكس الترب الرملية التي تكون ذات سعة تبادلية أيونية موجبة (كاتيونية)واطئة جداً وهذا يوضح سبب حاجة الترب الرملية إلى كميات سمادية أعلى .

مصدر الشحنة السالبة في معادن الطين :

إن أطيان السليكا والمادة العضوية تحوي صافي شحنة سالبة . إن مصدر الشحنة السالبة في معادن الطين يكون ناتجاً عن :

1- الإحلال المتماثل: Isomorphus Substitution

إذ يحل أيون الألمنيوم ثلاثي الشحنة محل أيون السليكون رباعي الشحنة في طبقة السليكا رباعية الأوجه مما ينتج عنه صافي شحنة سالبة واحدة في معادن 1:1 وهو سائد في معدن الألايت، أوإحلال أيون المغنيسيوم ثنائي الشحنة محل أيون الألمنيوم ثلاثي الشحنة في طبقة الألومينا ثمانية الأوجه مما ينتج عنه كذلك صافي شحنة سالبة واحدة في معادن 1:2 وهو سائد في معدن المونتموريلونايت.

2- التعادل غير التام لشحنات الذرات الموجودة على الحواف وتكون على شكلين:

ا- الشحنات السالبة غير المتعادلة عند الحافات المكسورة لصفائح السيليكا-الألومينا.

ب- بعض مجاميع الأوكسجين و الهيدروكسيل على السطح الخارجي المستوي و التي تعمل كمواقع سالبة كما هو الحال في معدن الكاؤلينايت.

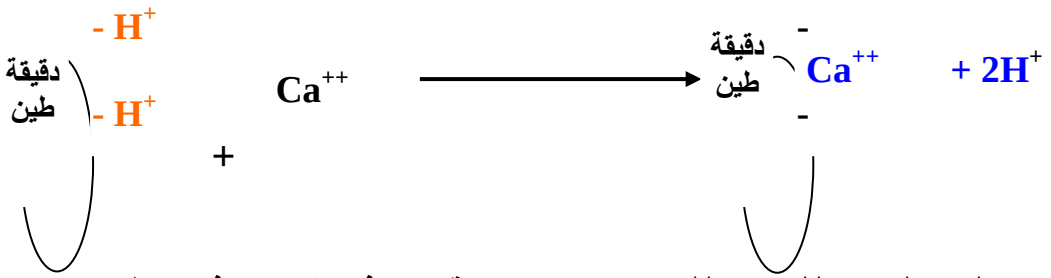
إن الأيونات موجبة الشحنة تنجذب إلى الدقائق الغروية السالبة الشحنة . ان تبادل الأيونات الموجبة هو بمثابة قابلية الأطيان والمادة العضوية على امتزاز وتبادل الأيونات الموجبة مع تلك الموجودة في محلول التربة للوصول إلى حالة التوازن . تعتبر تفاعلات التبادل الأيوني تفاعلاً عكسياً إذا كان تركيز الأيونات الموجبة في محلول التربة عاليا بما فيه الكفاية للإحلال محل الأيونات الممتزة على أسطح الغرويات. تقاس كميات الأيونات الممتزة لوحدة الوزن الجاف من التربة ويعبرعنها ملي مكافيء لكل 100غم تربة جافة أو سنتيمول شحنه لكل كغم تربة جافة. ان السعه التبادلية الكاتونية هامة لسببين :

1 - إن الأيونات المتبادلة مثل K^+ ,Na^+ ,Mg^{++} ,Ca^{++} تكون جاهزة مباشرة للامتصاص من قبل النبات.
2- إن الأيونات الموجبة الممتزة على أسطح التبادل تكون أقل عرضة للغسل أو الحركة إلى الأسفل مع الماء .

ان حركة ألأيونات الموجبة أسفل المنطقة الجذرية يرتبط بتجوية التربة . إن سعة تبادلية أكبر تعني مسك (امتزاز) كمية أكبرمن الأيونات على أسطح الغرويات مما يساعد في خفض الفقد في هذه ألأيونات اثناء الغسل. إن المبيدات أو العضويات موجبة الشحنة تمتزهي بدورها أيضا على أسطح التبادل وقد تزال من محلول التربة مما يقلل من تعرضها للفقد أو خطر التلوث البيئي.
إن طاقة الامتزاز للأيونات الموجبة على الاسطح سالبة الشحنة تعتمد على نوع الأيون . ان من العوامل الهامة المؤثرة على طاقة الامتزاز للأيونات الموجبة هو تكافيء الأيون, حجم الأيون المتميأ. تزداد طاقة امتزاز الأيون بزيادة شحنته وتقل مع زيادة قطر الأيون المتميأ. ويمكن وضع التسلسل الكاتيوني التالي لشدة انجذاب الأيونات الموجبة على الأسطح السالبة :

$$Al^{+++} > Ca^{++} > Mg^{++} > K^{+} > Na^{+} > H^{+}$$

إن الكاتيونات ذات الشحنة الموجبة الأعلى والقطر المتأدرد (المائي)الأصغر هي التي تمسك بقوة أكبر على سطح الغرويات . يحل أيون الكالسيوم محل أيون الصوديوم ويزيحه بسهولة من أسطح التبادل وهذا هو سبب إضافة الجبس (كبريتات الكالسيوم) إلى الترب الصودية إذ يحتل الصوديوم 15% أو أكثر من أسطح التبادل وهو السبب نفسه لإضافة الجبس أو اي مصدرآخر للكالسيوم إلى الترب الحامضية ليحل أيون الكالسيوم محل أيون الهيدروجين على أسطح التبادل كما في المعادلة :



إن أيونات Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+} تنتج تفاعلا قاعديا في الماء لهذا يصطلح عليها بالقواعد أو أيونات موجبة قاعدية في حين تنتج أيونات الالمنيوم Al^{+++} و H^{+} تفاعلا حامضيا في الماء ويصطلح عليها أنها أيونات موجبة حامضية . إن نسبة التبادل الكاتيوني للأيونات القاعدية الموجبة يعرف بنسبة اشباع القواعد Percent Base Saturation. كلما كانت هذه النسبة أعلى كلما زاد رقم التفاعل (pH).

تفاعل التربة: Soil Reaction

يعرف تفاعل التربة على أنه سالب لوغاريتم فعالية أيون الهيدروجين وتتراوح قيمته من 0 إلى 14 إذ تزداد الحموضة كلما قل رقم التفاعل . عند تساوي تركيز أيون الهيدروجين مع أيون الهيدروكسيل كما هو الحال في الماء فإن قيمة الـ pH تساوي 7 كما في المعادلة :

$$HOH \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

عند درجة حرارة 25 درجة مئوية يكون تركيز أيون الهيدروجين في الماء مساويا إلى تركيز أيون الهيدروكسيل ويساوي 0.0000001 مول /لتر وعليه

$pH = -\log[H]$

$= -\log[0.0000001]$

$= -\log[10^{-7}]$

$= -[-7]$

$= 7$

يتراوح مدى فعالية أيون الهيدروجين في التربة من 3 إلى 9 وهذا يكون مدعات لتصنيف pH التربة اعتباطيا كما يلي:

قيمة pH	التصنيف(تسمية التربة حسب حموضتها)
اقل من 5	تربة قوية الحموضة
6.5-5	تربة معتدلة الحموضة
7.5-6.5	تربة متعادلة
8.5-7.5	تربة معتدلة القاعدية
اكبر من 8.5	تربة قوية القاعدية

أهمية pH

تنبع أهمية الـ pH في تأثيره على جاهزية مغذيات التربة وذوبانية العناصر السمية في التربة ,التكسر الفيزيائي للخلايا الجذرية ,السعة التبادلية الكاتيونية لغرويات التربة (الطين والدبال) التي تعتمد على pH التي تعرف (pH dependent charges) , وإعداد ونشاط وأنواع الكائنات الدقيقة في البيئة والتي بدورها تؤثر في سرعة تحلل المواد العضوية . عند قيم pHعالية تنخفض جاهزية الفسفور ومعظم المغذيات الدقيقة (Micronutrient) عدا البورون والموليبدنيوم . إن الترب الحامضية نادرة في المناطق شبه الجافة من العالم إلا أنها تتواجد في المناطق المعتدلة والاستوائية مع ديمومة سقوط الامطار . وعلى العكس تكون ترب المناطق الجافة قاعدية بشكل عام أي إن درجة تفاعلها أعلى من 7 نتيجة لوجود كاربونات الكالسيوم . إن الترب الكلسية الحأوية كاربونات الكالسيوم والترب الجبسية الحأوية على كبريتات الكالسيوم تكون ذات pH أقل من 8.5في حين يزداد pH التربة عن 8.5 عند سيادة أيون الصوديوم على أسطح التبادل وتسمى هذه الترب بالترب الصودية خاصة عند توفر أيون الكاربونات. يصحح pH التربة عن طريق :

1- إضافة كبريتات الكالسيوم بشكل مسحوق ناعم ويستغرق تفاعلها كاملا فترة (3-6)أشهرأو إضافة كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم المتمييء .

2- يستخدم الكبريت S لخفض pH التربة ويضاف بشكل مسحوق دقيق لغرض التغيير السريع في درجة التفاعل وهو بطيء التحلل. كما تضاف كبريتات الحديدوز وتكون ذات سرعة تحلل أعلى.

في الترب الحامضية هناك مايعرف بمتطلبات الكلس (Lime requirments) وهي كمية الكلس اللازم إضافتها إلى التربة لرفع رقم الحموضة حيث يحل الكالسيوم بدلا من الهيدروجين و الألمنيوم على معقد التبادل و إزاحتهما إلى المحلول.

ملوحة التربة: Soil Salinity

تعتبر مشكلة ملوحة التربة من أهم التحديات التي واجهت وتواجه تأمين الاحتياجات الغذائية لسكان العالم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعتمد على الري في الانتاج. تشير الرقم التاريخية المكتشفة إلى أن الملوحة كانت سببا في غياب الحضارات القديمة. تقدر الاحصائيات أن 7% من مساحة اليابسة هي اراض ملحية وفي العراق تعد مشكلة الملوحة المشكلة الرئيسة الأولى التي تعيق تطور الإنتاج الزراعي خاصة في وسط وجنوب العراق وتعتبر جميع المناطق المروية مناطق متأثرة بالملوحة بدرجات مختلفة .

إن مشكلة الملوحة تبقى قائمة حتى بعد استصلاح الأراضي الملحية عن طريق الغسل بوجود شبكات بزل فاعلة ذلك لسهولة إعادة تملح التربة المستصلحة (Resalinization) لقد تملحت كثير من الترب المستصلحة في العراق لأسباب معروفة منها:

1- استخدام انظمة الري السيحي الذي يؤدي إلى إضافة كميات كبيرة من الماء وحدوث ضائعات التخلل العميق مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي ومشاركته في عملية التملح.

2- الإدارة السيئة لموارد التربة والمياه وشحة مياه الري خاصة في ظروف تردي نوعية مياه نهري دجلة و الفرات واِستخدام مياه ري تحوي نسب عالية من الأملاح كمياه المبازل.

3- وجود طبقة ذات نفاذية واطئة تقع على عمق 2م عن سطح التربة تؤدي إلى تجمع الماء فوقها وارتفاع مستوى الماء الأرضي بمرور الزمن .

4- حصول معدلات تبخر عالية من سطح التربة في غالبية ايام السنة بفعل درجات الحرارة العالية تحت الظروف الجافة بسبب حركة الماء إلى الأعلى بالخاصية الشعرية وتبخرها وترسب الأملاح على سطح التربة.

5- عدم صيانة شبكات البزل مما أدى إلى انسدادها بفعل نمو الحشائش والأدغال في المبازل المفتوحة والبزل السطحي لمياه الري الزائدة في المبازل .

إن للملوحة تاثيراً سلبياً على الإنتاج الزارعي وهذا بدوره يبطىء في النمو الاقتصادي والاجتماعي لنسبة عالية من السكان ويؤدي إلى حصول أزمات وكوارث غذائيه وانسانية . ان إنتاج معظم المحاصيل الزراعية ينخفض بنسبة تعتمد على ملوحة التربة ففي حين تكون نسبة الحاصل 100% في الترب غير الملحية فلا نتوقع حصول مثل هذه الإنتاجية في الترب المتأثرة بالملوحة .

مصادر الأملاح وتكوين الترب الملحية :

Salt Sources and Formation of Saline Soil

هناك مصادر طبيعية للأملاح كما أن هناك وسائل نقل وآليات لتكون وتطور وتراكم الأملاح ومن المصادر الهامة للأملاح هي:

1- تجوية الصخور والمعادن وانطلاق الأيونات القاعدية كالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكاربون والأوكسجين والكلور والكبريت والهيدروجين . وتمتازهذه الآيونات على انها قابلة للغسل بشكل شديد (ذائبة في الماء). من الأملاح المعروفة المتجمعة على سطح الكرة الأرضية هي : كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) , كبريتات الكالسيوم, كاربونات الصوديوم,كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم. تتجمع هذه الأملاح عادة في المناطق الجافة والبحيرات والمحيطات والتراكمات الملحية .

2- مياه البحار والمحيطات قد تكون مصدراً للتملح عن طريق انسحاب البحار أو قطع جزء من البحرأو انتقال الأملاح عن طريق الرذاذ بواسطة الرياح والعواصف.
3- البراكين تنفث البراكين كميات كبيرة من الكبريت والكلور وتكون غازات البراكين غنية بكلوريد الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين خاصة في المناطق البركانية .
4- مياه الري تعد مياه الري عاملا هاماً جداً لنقل وتراكم الأملاح بمرور الزمن وهذا يعتمد على نوعية مياه الري. تستخدم كميات مياه ري كبيرة في المناطق المروية الجافة .ان استخدام نوعيات متدنية من مياه الري يجعلها سبباً لتملح التربة .
5- المياه الجوفية: تساهم المياه الجوفية القريبة من السطح والواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة بشكل فعال لنقل وتجمع الأملاح في التربة . لابد من التمييز بين الماء الأرضي القريب من السطح الناتج عن تجمع مياه الري فوق طبقة غير نفاذة والماء الجوفي الذي يخزن في داخل طبقات عالية النفاذية (حصى ورمل) وقد تكون عميقة جداً .

أسس تصنيف الترب الملحية: Classification of Saline Soil

تصنف الترب الملحية على أسس اعتباطية أي يتم الأتفاق عليها فمثلا تصنف الترب الملحية إلى أربعة أصناف حسب تركيز الأملاح الذائبة معبرا عنه بالجزء بالمليون و التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة كما في الجدول1. إلا أن حقيقة التصنيف في هذا الجدول تعتمد على صفة واحدة فيمكن حساب العمود الثالث من العمود الثاني من المعادلة الهامة التالية التي تربط العلاقة بين التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة (EC_e) وتركيز ألأملاح الذائبة فيها معبرا عنها بالجزء بالمليون:

الأملاح الذائبة الكلية (PPM) = التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة (ديسيسمنز/م) ×640

أو

$$PPM=EC_e \times 640$$

جدول 1. تصنيف الترب الملحية على أساس ألتوصيل الكهربائي لمحلول العجينة المشبعة

صنف الملوحة	التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة، ديسيسمنز/م	الأملاح الذائبة الكلية ، ppm
غير مالحة	0-2	0-1300
منخفضة الملوحة	2-4	1300-2500
متوسطة الملوحة	4-12	2500-7500
عالية الملوحة	12<	7500<

لايعكس التصنيف أعلاه خطورة الصوديوم المتبادل و درجة تفاعل مستخلص العجينة المشبعة لذا فمن المفيد ان تصنف الترب الملحية على أسس ذات تأثير مباشر أو غير مباشر على خصائص التربة الفيزيائية و الكيميائية و الحيوية و نمو النبات . يتم الحصول على هذه المعايير من التحاليل المختبرية للترب المتأثرة بالملوحة وهذه المعايير هي:

1- تفاعل التربة :pH

يقيس درجة الحامضية و القاعدية على مقياس (0-14) ويبين فيما إذا كان pH ملائماً لنمو المحصول الهدف (المطلوب انتاجه)، كما أنه يشير إلى قابلية ذوبان معادن التربة و المغذيات كما أنه أحد دلائل حالات تطورالترب الصودية.

2- التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة للتربة: EC_e (ديسي سيمنز/م أو مليموز/سم)

يشير إلى قدرة محلول التربة على التوصيل الكهربائي. كلما زادت EC_e زاد تركيز الأيونات الذائبة في محلول التربة.

3- النسبة المئوية للصوديوم المتبادل: Exchangeable Sodium Percentage (ESP)

وهي جزء السعة التبادلية الكاتيونية التي يشغلها أيونات الصوديوم ويعبر عنها كنسبة مئوية . تزداد خطورة الصوديوم بزيادة ESP وتستخدم لتحديد متطلبات الجبس اللازمة لإستصلاح الترب الصودية وتحسب من المعادلة الآتية:

$$ESP = \frac{Excahngeable Na^{+}(cmolc/kgm)}{CEC(cmolc/kgm)} \times 100$$

حيث إن cmolc/kgm تشير إلى سنتيمول شحنة/ كغم تربة جافة و CEC هي السعة التبادلية الكاتيونية.

4- الأيونات المتبادلة: Excahngeable Cations

يعبر عنها بمليمكافئ/100غم تربة جافة وهي أيونات الكالسيوم، المغنيسيوم ، البوتاسيوم و الصوديوم الممتزة إلى سطح التربة سالب الشحنة. إن تحليل بيانات الأيونات المتبادلة يفيد في تقدير خطورة الصديوم ذلك من نسبة الصوديوم المتبادل(ESP) وتقدير متطلبات الجبس لإستصلاح الترب المتأثرة بالصوديوم.

5- عناصر نوعية: Specific elements

يعبر عنها بجزء بالمليون (ppm) وهي تركيز أيونات البورون، الكلور، الصوديوم في محلول التربة الذي يعكس مدى خطورة تركيز هذه العناصر لسميتها على النبات.

6- نسبة اِمتزاز الصوديوم: Sodium Adsorption Ratio (SAR)

عديمة الوحدات، وهي دالة التركيز النسبي لأيونات الصوديوم ،الكالسيوم،و المغنيسيوم المحسوبة من تراكيز الكاتيونات في مستخلص العجينة المشبعة وتمثل معيارا هاما لخطورة الصوديوم في التربة أو ماء الري وتعطى بالمعادلة التالية:

$$SAR = \frac{[Na^{+}]}{\sqrt{\frac{1}{2}([Ca^{++}]+[Mg^{++}])}}$$

حيث أن $[Na^{+}]$ ، $[Ca^{++}]$ و $[Mg^{++}]$ تشيرإلى تراكيزأيونات الصوديوم و الكالسيوم و المغنيسيوم في محلول التربة مقدرة بالمليمكافيء/ليتر. في حالة استبدال ESP بـ SAR في الجدول أعلاه فإن الحد الفاصل يكون 13 في حالة SAR بدلاً عن 15 في حالة ESP.

7- السعة التبادلية الكاتيونية: Cation Exchange Capacity(CEC)

تقاس بمليمكافيء/100غم تربة جافة وتعكس سعة التربة لمسك أيونات موجبة الشحنة. بزيادة CEC تزداد كمية الجبس اللازم لتعديل ESP و SAR في الحدود الملائمة لنمو النبات.

8- كاربونات الكالسيوم: Calcium Carbonate

يعبر عنها كنسبة مئوية من وزن التربة بشكل كاربونات غير ذائبة. عند وجود الكاربونات لا يوصى لخفض pH أقل من 8 ويستخدم عنصر الكبريت بدلا عن الجبس لأستصلاح الترب

الصودية ويبين الجدول 2 تصنيف الترب الملحية على أساس أربعة من المعايير المذكورة أعلاه.

جدول2. تصنيف الترب الملحية على أساس أربعة معايير كيميائية ذات تأثير مباشر أو غير مباشر على الصفات الكيميائية والفيزيائية و الحيوية للتربة و نمو النبات

صنف ملوحة التربة	التوصيل الكهربائي, ديسي سيمنز/م	درجة التفاعل pH	نسبة الصوديوم الممتز، SAR	النسبة المئوية للصوديوم المتبادل، ESP
ترب غير ملحية	اقل من 4	اقل من8.5	اقل من 13%	اقل من 15%
ترب ملحية	اكثر من 4	اقل من 8.5	اقل من 13%	اقل من 15%
ترب ملحية صودية	اكثر من 4	اقل من 8.5	اكثر من13%	اكثر من15%
ترب صودية	اقل من 4	اكثر من 8.5	اكثر من 13%	اكثر من 15%

الترب غير الملحية: Non Saline Soils

هي الترب التي تقل الأيصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة لها عن 4 ديسيسيمنز/م و لا تحوي كميات كافية من الأملاح تؤثر سلبيا على نمو النبات . وقد يشار إليها على أنها الترب التي لاتزيد EC_e عن 2.

الترب الملحية : Saline Soils

هي الترب التي تحتوى كميات كافية من الأملاح تؤثرسلبياً على نمو غالبية المحاصيل . تعتبر أيونات الكالسيوم و المغنيسيوم هي الأيونات ألموجبة ألسائدة في الترب الملحية وغالبا ما يكون لها ترسبات ملحية سطية يمكن مشاهدتها. يمكن للأملاح في المنطقة الجذرية أن تحدد نمو النبات و تخفض إنتاجيته.

الترب الملحية الصودية: Saline-Sodic Soils

هي الترب التي تحوي على كميات عالية من الصوديوم وأملاح أخرى ولها ايصالية كهربائية أكثر من 4 ديسيسمنز/م ، SAR اكبر من 13 وESP أكبر من 15 كما أن pH أقل أو أكبر من 8.5 . تمتاز هذه الترب بأن خصائصها قد تكون ملحية أو صودية اِعتمادا على سيادة أيون الكالسيوم أو أيون الصوديوم.

الترب الصودية: Sodic Soils

هي الترب ذات المحتوى العالي من الصوديوم المتبادل مقارنة بالكالسيوم و المغنيسيوم. تكون EC_e لها أقل من 4 ديسي سيمنز/م وغالبا ماتكون EC_e أقل من 2 ديسي سيمنز/م ، pH التربة أكبر من 8.5 وقد يصل إلى 10 أو حتى 11. اِن وجود تراكيز عالية من الصوديوم ، إرتفاع ال pH وإنخفاض تراكيز الكالسيوم و المغنيسيوم تتسبب في انتشار التربة وتدهور بنائها مما يمنع حركة الماء خلال التربة . للترب الصودية لون داكن مع سطح ذي منظر دهني منزلق مع قلة أو اِنعدام الغطاء النباتي.

تصنيف الترب الملحية في العراق :

أوضح الزبيدي أن RUSSEL (1957) هو أول من حأول تصنيف الترب الملحية في العراق كما يأتي:

أ- الترب الشورة : Shura Soils

وهي ترب تتصف بقشره ملحية بيضاء جافة وتكون على ثلاثة أنواع :

1- ترب شورة ذات قشرة ملحية متماسكة من أملاح كلوريد الصوديوم .

2- ترب شورة ذات قشرة مفككة وهشة و منتفخة من أملاح كبريتات الصوديوم

3- ترب شورة ذات قشرة متفتتة وهشة ومنتفخة مع عدم تجمع الأملاح البيضاء من أملاح كبريتات المغنيسيوم على السطح.

ب- الترب السبخة : Sabakh Soil

ترب ملحية ذات سطح لزج ورطب وذات لون داكن بفعل الأملاح المتميعة مثل كلوريد الكالسيوم وكلوريد المغنيسيوم.

أسئلة الفصل الرابع

السؤال الأول : إحسب pH و pOH لمحلول حامضي يبلغ تركيز أيون الهايدروجين الفعال فيه 0.00001 مول/لتر.

السؤال الثاني : لماذا لا تنفذ الأيونات من محلول التربة بمرور الزمن في المناطق الخضراء افرض أنه لا يوجد تسميد كيميائي؟.

السؤال الثالث: لماذا يفضل محلول التربة على محلول العجينه المشبعة للدلالة على خصوبة التربة؟.

السؤال الرابع: ما مصدر الشحنة السالبة في معادن الطين الآتية:

1: Montmorillonite
2: Illite
3: Kaolinit

السؤال الخامس: هل إن طاقة امتزاز أيون الصوديوم أعلى من طاقة امتزاز أيون الكالسيوم على أسطح الغرويات .ولماذا؟

السؤال السادس:صنف الترب العراقية حسب درجة حموضتها إذا علمت أن درجة تفاعلها تتراوح من(8.5-7.4) .

السؤال السابع : ماهي الأسباب الرئيسة لتملح الترب العراقية؟

السؤال الثامن: صنف الترب الملحية في العراق وميزها؟.

الفصل الخامس – أحياء التربة

الهدف العام

الألمام بأحياء التربة

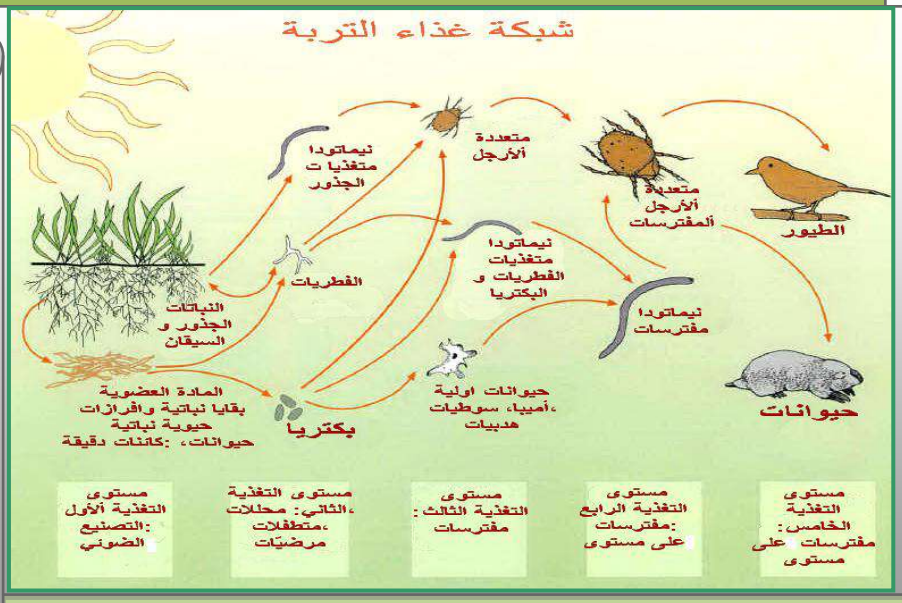
الاهداف الخاصة

عندما يكمل الطالب هذا الفصل يكون قادراً على

1- **التعرف على البكتريا في التربة**
2- **التعرف على الفطريات في التربة**
3- **التعرف على الخمائر في التربة**
4- **التعرف على النيماتودا في التربة**
5- **التعرف على ديدان الأرض**

الوسائل المساعدة :

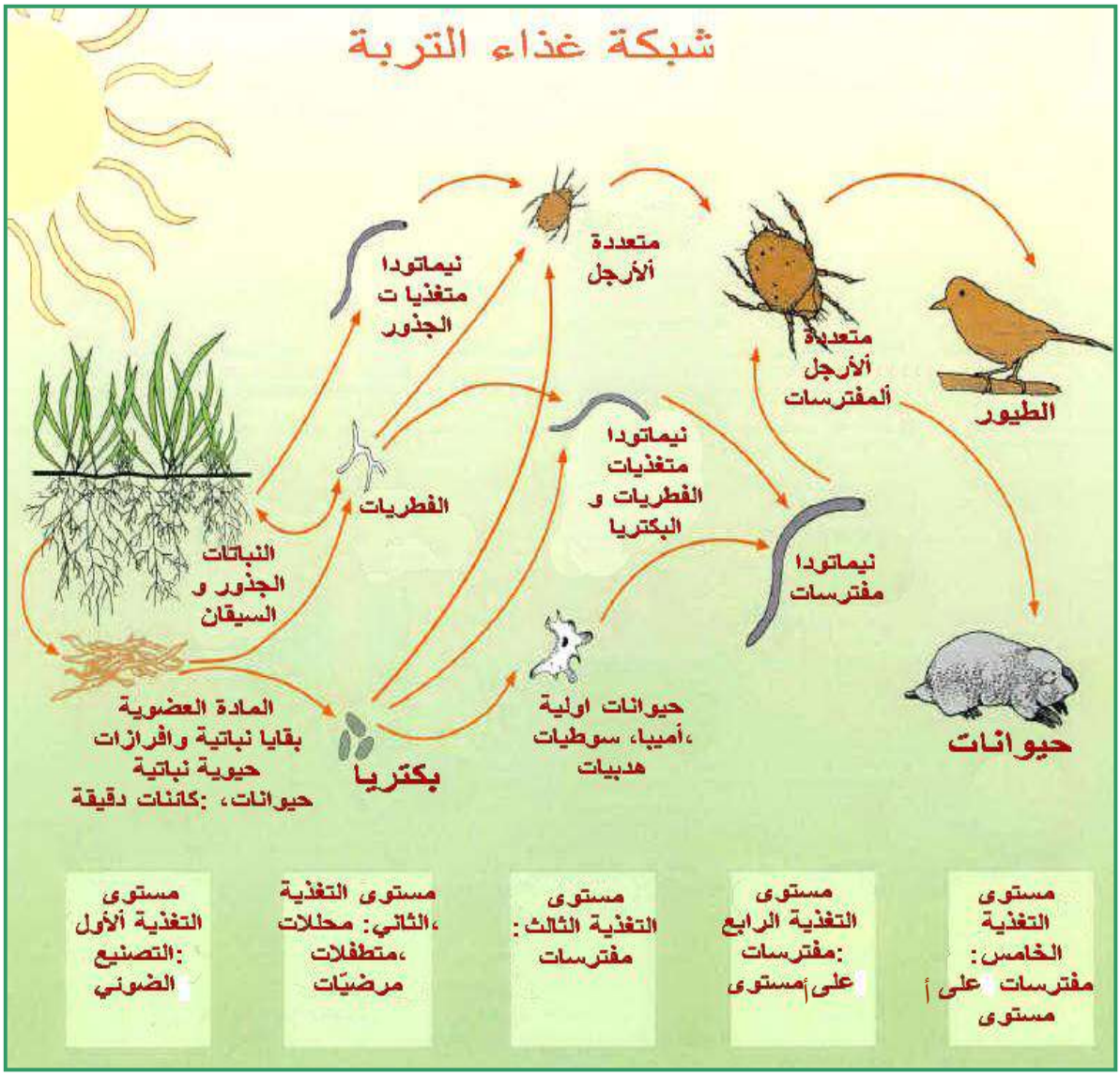
فحص نماذج من التربة تحت المجهر ومشاهدة الأفلام الخاصة بأحياء التربة.



الفصل الخامس
أحياء التربة

هناك أنواع عديدة من الكائنات الحية التي تعيش في التربة يكون قسم منها صغير(وحيد الخلية) لايرى بالعين المجردة كالفطريات والبكتريا والخمائر والطحالب والكائنات الأولية protozoa إضافة إلى أنواع أخرى أكثر تعقيدا كديدان الأرض , الحشرات ,والقوارض , والنباتات التي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة .
إن جميع هذه الكائنات تتغذى وتتحرك داخل التربة ولها فوائد من حيث نظام الماء والهواء و تساعد في حركة الماء .
ان النظام الحيوي في التربة هو جزء مكمل لعمليات التضاريس الأرضية. إن أحياء التربة تحلل المواد العضوية بما فيها الاسمدة الحيوانية ,بقايا النباتات ,المبيدات مما يمنع خطرتلوث المياه بهذه المبيدات . إن لقسم من هذه الكائنات القدرة على تثبيت النيتروجين الجوي وجعله جاهزاً للنبات . القسم الأخرمن الكائنات يشجع حصول تجمعات تربة ثابتة وتحسين مسامية التربة وحركة الماء ومهمة تبادل الغازات .
تعيش أحياء التربة الدقيقة بين وعلى حافات ودقائق التربة ولها بيئة دقيقة (المنطقة المحيطة بالكائن الحي) تختلف عن البيئة المحيطة على المقياس الأوسع . تخزن الطاقة الشمسية من خلال عملية البناء الضوئي للنباتات والطحالب و الأشنات لتثبيت وتكوين المادة العضوية. تحصل غالبية أحياء التربة الأخرى على الطاقة من استهلاك المواد العضوية النباتية و هناك أنواع أخرى تحصل على الطاقة من مركبات النتروجين أو الكبريت أو الحديد .
إن تحلل المواد العضوية المعقدة إلى مركبات أبسط وتغذية الكائنات بعضها على البعض الآخر في سلسلة الغذاء يتم رجوعها ثانية في التربة و أمتصاصها من قبل النباتات وهكذا.إن الفروقات في درجة تفاعل التربة الرطوبة , حجم المسام و نوع الغذاء المتوفر يشجع نمو أنواع مختلفة من الظروف الحياتية كما مبين في الشكل19 الذي يمثل شبكة غذاء التربة وقد توجد المادة العضوية بشكل كائنات حية مثل البكتيريا ,الفطريات , النيماتودا والحيوانات الأولية (وحيدة الخية), ديدان الأرض والجذور الحية أو بقايا نباتية ومواد عضوية كبقايا نباتية على السطح .ان الجزء الفعال من المادة العضوية المجزأة الذي يمكن استخدامه كغذاء من قبل الكائنات الدقيقة . وقد تكون المادة العضوية بشكل إفرازات جذور, مواد عضوية سهلة التحلل ومن تسميات المادة العضوية هي المادة العضوية المجزاة أو الجزء الخفيف إضافة الى المواد العضوية الدبالية وهي مواد معقدة صعبة التحلل ويمكن أن تبقى بعد تحلل المادة العضوية الأولية.

أين تعيش أحياء التربة الدقيقة ؟
لا تتوزع أحياء التربة الدقيقة بشكل متجانس في التربة . إن كل نوع من الأحياء الدقيقة يتواجد في المكان الملائم من حيث التغذية . وتتواجد حيث المادة العضوية في الطبقات العليا من سطح التربة حيث تتركز أحياء التربة في الأماكن ألتالية :
أ- حول جذور النباتات في المنطقة المحيطة بالجذر Rhizosphere وهي المنطقة الضيقة من التربة مباشرة حول الجذر.
ب -عند البقايا النباتية خاصة الفطريات.
ت- على البقايا الدبالية (صعبة التحلل).
ث- على سطح تجمعات التربة خاصة الأحياء الهوائية.
ج- في الفراغات بين مجاميع التربة وقد تمدص على دقائق التربة



شكل20: شبكة غذاء التربة

التركيب النموذجي لشبكة الغذاء: Typical Structure Of The Food Web

إن تركيب شبكة الغذاء هو البناء والأعداد النسبية للأحياء في كل مجموعة ضمن نظام التربة .

إن لكل نظام بيئي بناء شبكة غذاء مميزة كما هو مفصل في جدول 3.

كيفية قياس شبكة الغذاء :

تم قياس شبكة الغذاء عن طريق:

أ- عد مجاميع الأحياء كالبكتيريا والفطريات ,متعددة الأرجل أو مجاميع ثانوية مثل النيماتودا المفترسة .

1- عد مباشر بالعين المجردة .

2- عدد الطبق.

ب- قياس الفعالية من خلال قياس النواتج المتحررة كغاز ثاني أوكسيد الكاربون أو اختفاء بعض المركبات كبقايا النباتات أو الميثان

جدول3. الاعداد النموذجية لأحياء التربة في بيئة صحية

الكائن	الترب الزراعية	ترب الحشائش	ترب الغابات
بكتيريا (لكل غم ترب جافة)	100 مليون - 1بليون	100 مليون - 1بليون	100 مليون - 1بليون
فطريات (لكل غم تربة جافة)	تسود فطريات وعائيه وانبوبية إلى عدة أمتار الخضرة	تسود فطريات وعائية وأنوبيبة إلى عشرات الأمتار	تسود فطرياتEctomycorrhiza (50-1) كم في الغابات الدائمة
وحيدة الخلية (لكل غم ترب جافة)	عدة آلاف من السوطيات والأميبا وعدة مئات من ذات الأهداب	عدة آلاف من السوطيات والأميبا وعدة مئات من ذات الأهداب	عدة مئات الآلاف من الأميبا وقليل من الوطيات
النيماتودا (لكل غم ترب جافة) قليل من النيماتود المفترس	10-20 آكلة البكتيريا قليل من آكلة الفطريات	عشرات - عدة مئات بعض النيماتودا المفترسة	عدة مئات من آكلة البكتيريا والفطريات.
الحشرات متعددة الأرجل (حشرة /م^2)	قد تصل إلى 100	قد تصل إلى 5000- 20000	100 - 250000 أو أكثر
ديدان الأرض (دودة /م^2)	300-0.5	500-100	500-100

البكتيريا: Bacteria

كائنات دقيقة وحيدة الخلية وعادة ما تكون عصوية وذات أعداد كبيرة . ان ملعقة كوب مملوءة بتربة خصبة تحوي على العموم بين (100مليون- 1مليار) بكتيريا ويقدر وزن ألبكتيريا 2.5 طن/هكتار ويبين شكل21 البكتيريا.

شكل21. البكتريا تحت المجهر

تقع البكتيريا في أربعة مجاميع وظيفية نسبة إلى طريقة تغذيتها :

المجموعة الأولى التي تمثل غالبية البكتيريا هي محللة تستهلك مركبات كاربونية بسيطة مثل إفرازات الجذور وبقايا النباتات الغضة . بهذه الطريقة تحول البكتيريا الطاقة المخزونة في المادة العضوية في التربة إلى أشكال مفيدة لبقية الأحياء في شبكة الغذاء كما أن للبكتريا دوراً هاماً في دورة بعض العناصر الغذائية في التربة . إن لبعض أنواع البكتيريا القدرة على تحليل(تكسير) جزيئات المبيدات الكبيرة إلى جزيئات أصغر يسهل تحللها والاستفادة منها من كائنات أخرى . تقوم البكتيريا بخزن المغذيات في داخل الخلية وبذلك تقلل من عملية فقد هذه المغذيات بالغسل مثلاً مع ماء الري.

المجموعة الثانية فهي البكتيريا التعايشية المثبتة للنتيروجين الجوي مثل Nitrobacter التي تتواجد بشكل تعايشي على جذور النباتات البقولية كالباقلاء والحمص و فول الصويا, ويمكن مشاهدة العقد الجذرية عندما تصيب هذه البكتيريا الشعيرة الجذرية . تجهز النباتات المركبات الكاربونية البسيطة في حين تحول البكتيريا النتروجين الجوي إلى شكل يستفاد منه النبات . عند تحلل بقايا مثل هذه النباتات فإنها تزيد من المحتوى النتروجيني للتربة مما يكسبها أهمية كبيرة إلى خصوبة التربة.
هناك بكتيريا النترجة وفيها تحول البكتيريا أيون الأمونيوم إلى أيون النترات . بما أن أيون النترات NO_3^{-1} هو أيون سالب سهل الغسل مقارنة بأيون الأمونيوم NH_4^{+1} الذي يمدص على أسطح التبادل لذا يضيف المزارعون مثبطات مع الأسمدة الكيميائية لتقليل أثر بكتيريا النترجة والحفاظ على أيون NH_4^{+1}.

المجموعة الثالثة من البكتيريا هي البكتيريا المرضية التي تسبب الأمراض للنبات .

المجموعة الرابعة فهي البكتريا التي تعرف Lithotrophs و Chemotrophs التي تحصل على الطاقة من مركبات النتروجين والكبريت والحديد بدلا من الكاربون .

مإذا تعمل البكتيريا؟(مهمة البكتيريا): Role of Soil Bacteria

تلعب المجاميع الأربعة للبكتيريا دوراً مهماً يتعلق بحركة الماء و دورة المغذيات و الأمراض . فهي تؤثر في حركة الماء من خلال تحسين صفات التربة فيزيائياً كزيادة ثباتية تجمعات التربة، ومن الأنواع المهمة الأخرى هي بكتيريا النترجة والـ Actinomycets وهي مجموعة

بكتيرية كبيرة تنمو كهايفات وتعطي التربة رائحة خاصة أثناء الابتلال وتتمثل أهميتها في تحليل الأجزاء النباتية صعبة التحلل . إن وجود البكتيريا في الطبيعة هي خطوة سابقة لنموالنباتات لأن البكتيريا تغير بيئة التربة إلى الحد الذي تفضل فيه بيئة التربة نمو مجاميع نباتية محددة . كما أن لبعض أصناف البكتيريا فعاليات مضادة للفطريات الضارة فهي قد تنتج مركبات تعيق المسببات المرضية .

الفطريات: Fungi

الفطريات عبارة عن خلايا مجهرية تنمو عادة وتستطيل بشكل خيوط تعرف بالهايفات (hyphae) بين دقائق التربة , الجذور و الصخوروبلغ قطر الهايفات 3 مايكرون (1ملم=1000 مايكرون). يعتبر الفطر والكمأ من أنواع الفطريات حيث تتجمع الهايفات إلى كتل تعرف بالمايسيليوم تقوم بإنتاج سبورات التكاثر.

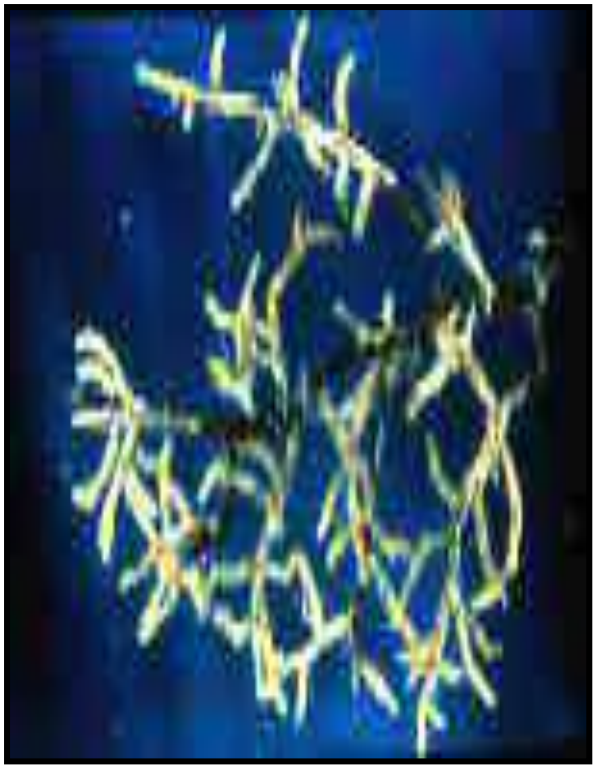
تؤدي الفطريات وظيفة هامة في التربة تتعلق بحركة الماء ,دورة المغذيات , إجهاض الأمراض , وتقوم بعملية تحليل المواد العضوية من نوع صعب التحلل وغير صالح للتغذية إلى أشكال أسهل ليمكن لبقية الكائنات من التغذية عليها . إن هايفات الفطريات تجمع وتربط دقائق التربة وتؤدي إلى حصول تجمعات ثابتة تزيد من حركة الماء وتبادل الغازات في التربة .

يمكن وضع الفطريات في ثلاثة مجاميع على أساس طريقة حصولها على الطاقة :

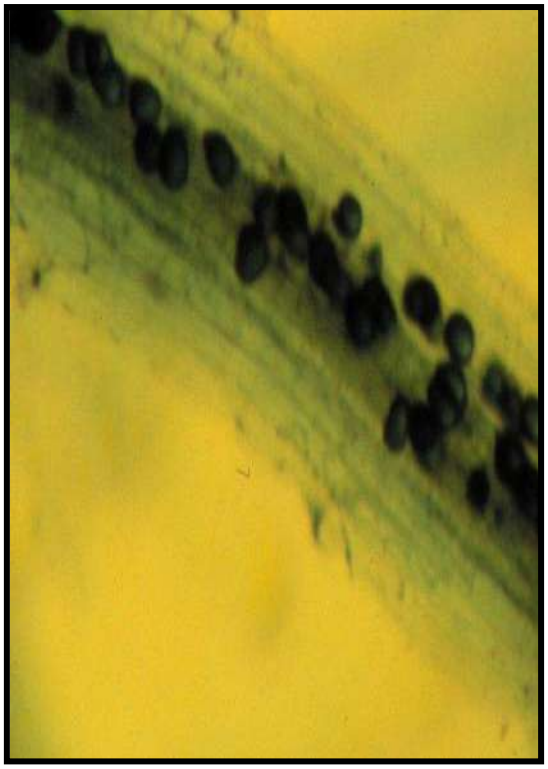
1- المحللات Saprophytic: التي تحلل المواد العضوية الميتة إلى كتلة فطرية حية و ثاني أوكسيد الكاربون و أحماض عضوية. تستخدم هذه الفطريات مركبات وسطية معقدة مثل السليلوز والبكتين الموجود في الخشب لذا تعد مهمة في عملية تحلل المادة العضوية المعقدة. إن للفطريات كذلك القدرة على تحلل بعض المركبات كالمبيدات مثلاً ومسك العناصر المغذية في التربة وفرز الحوامض العضوية .

2- فطريات المايكورايزا Micorrhiza : وتستعمل جذور النباتات لغرض تبادل الكاربون و الحصول على الطاقة من النباتات الراقية . تساعد mycorrhiza في إذابة المعادن الحأوية على الفسفور وجلب المغذيات (فسفور , نتروجين، العناصر الصغرى، وربما الماء) إلى النبات. وهناك نوع منها يعرف Ectomycorrhiza كما في الشكل22 الذي ينمو على سطح الجذور ويرتبط غالباً مع جذور الاشجاروهناك قسم يرتبط وجوده بالحشائش ومحاصيل أخرى . أما Endomycorrhiza

فهي تنمو داخل خلايا الجذر ويرتبط وجودها بالحشائش والمحاصيل الغضة والخضر و الشجيرات الشكل23 .



شـكل22. Ectomycorrihzae المهمـة فـي امتصـاص المغـذيات لنبـات وجـذور العنـب. إن الفطريات في الواقع لاتستعمر خلايا الجذر لكنها تكون غلافا (اللون الأبيض في هذه الصوره وقد تكون لها ألوان أخرى) يتغلغل بين خلايا النبات.



شـكل23. الكتـل الداكنـة المـدورة داخـل خلايـا جـذو البرسـيم هـي فطريـات ميكـورايزا الوعائيـة نـوع Endomycorhiza

3- الفطريات المرضية: Pathogenic Fungi (parasite)

تتسبب هذه الفطريات في خفض الإنتاج وموت النبات عندما تستعمر الجذور . إن الفطريات المرضية مثل Rhizoctonia يؤدي إلى خسارة كبيرة في الإنتاج سنوياً . إن عدد فطريات المايكورا يزا يقل في التربة البور أو التي تزرع بمحاصيل لاتنمو على جذورها المايكورايزا.

الخمائر :Yeasts

هي كائنات حية تصنف ضمن مملكة الفطريات تتكاثر بالتبرعم غالباً أو بالانشطار الثنائي وهي وحيدة الخلية على الرغم من أن قسم منها متعددة الخلايا من خلال تكوين الهايفات بالتبرعم . تتراوح أقطارها من (3-4) مايكرون وقد يصل إلى 040 مايكرون.

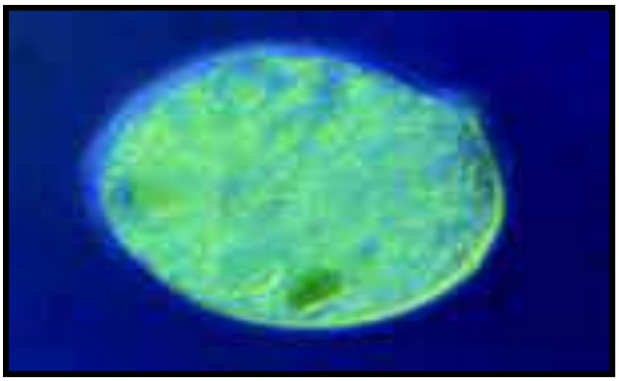
تتميز الخمائر بقدرتها على تحويل السكر إلى ايثانول. ان لهذا التحويل أهمية بيئية تتمثل في تقليل خطر التلوث الناتج عن استخدام مصادرالطاقة المتوفرة حاليا التي تنتج الغازات المؤدية إلى ظاهرة الأنحباس الحراري. لهذا دخلت هذه الأحياء الباب الواسع في صناعات التقنية الأحيائية Biotechnology. ان اسم الخمائر يرتبط بأنواع Saccharomyces Cerevisaes وهي الخمائر ذات التغذية الكيميائية الخارجية chemoorganotrophs لأنها تستخدم المركبات العضوية كمصدر للطاقة ولاتحتاج إلى ضوء الشمس للنمو . إن المصدر الرئيس للكاربون يستحصل من السكريات السداسية مثل الكلوكوز أو الفركتوز أو من سكريات ثنائية كالسكروز

والمالتوز وقد تكون هوائية التنفس أو لا هوائية وتتركز على جذر الفاكهة كالعنب والخوخ والتفاح وقسم منها يعيش في التربة .
إن للخمائر دوراً هاماً في تحرير الميثانول من البقايا النباتية وهذه هي تطلعات القرن الحادي والعشرين لانتاج وقود نظيف بديل للمشتقات النفطية من خلال التقنية الأحيائية.

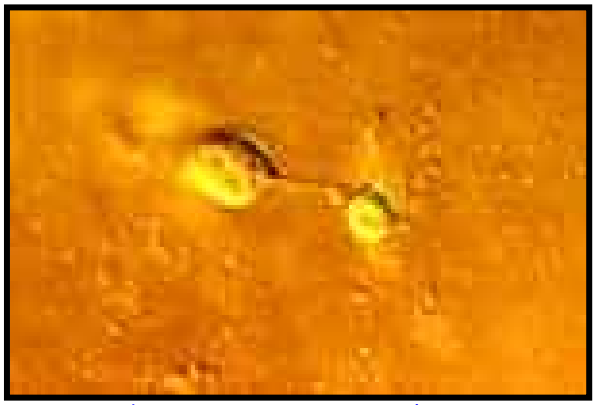
الكائنات وحيدة الخلية : Protozoa

تتغذى الكائنات وحيدة الخلية بشكل رئيس على البكتيريا لكنها تتغذى أيضاً على حيوانات أولية أخرى وحيدة الخلية و المواد العضوية الذائبة و في بعض الأحيان الفطريات . وهي اكبر من البكتيريا بعدة أضعاف حيث بترأوح قطرها من (5-500) مايكرون. وبما انها تتغذى على البكتيريا فإن البروتوزوا تحرر النتروجين الذي يمكن استخدامه من قبل النبات وكائنات أخرى في شبكة الغذاء . تنقسم البروتوزوا إلى ثلاثة مجاميع استناداً إلى الشكل وهي:

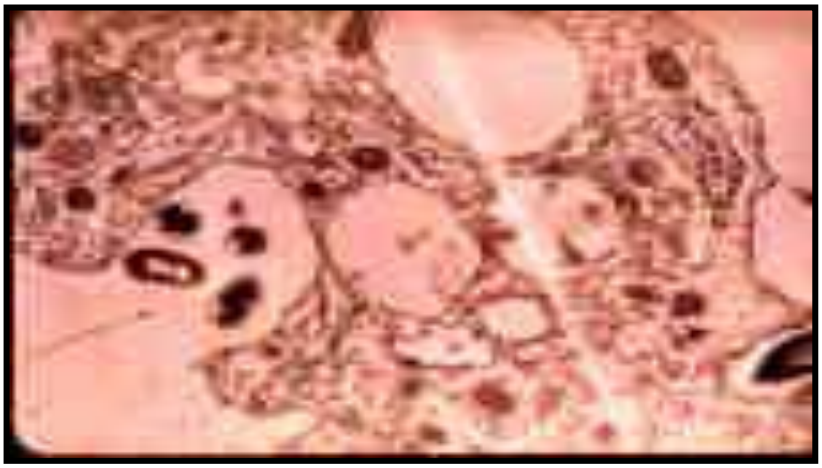
أ -الهدبيات: وهي أكبر البروتوزوا وتتحرك بواسطة الاهداب وتاكل النوعين الآخرين من البروتزوما الاميبا التي تتحرك بما يعرف بالأقدام المؤقته "اما النوع الثالث فهي السوطيات وهي أصغر الحيوانات الأولية وتتحرك بواسطة إهليل ألموقتة يشبه السوط وتبين الأشكال 24, 25,26 , 27 أنواع مختلفة من الكائنات وحيدة الخلية .



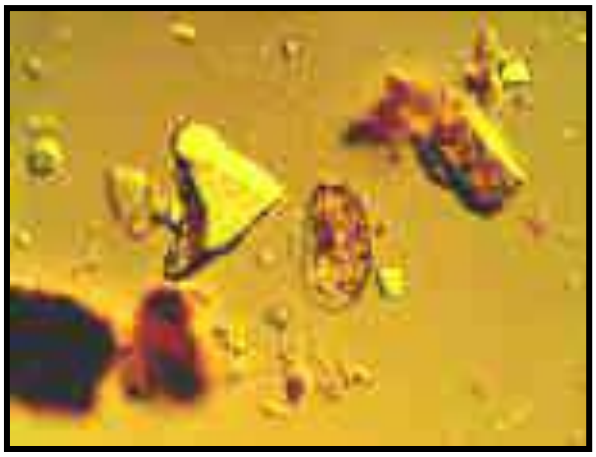
شكل24. تعد الهدبيات أكبر البروتوزوا وأقلها عددا. تستهلك الواحدة منها عشرة آلاف بكتريا /يوم وتحرر النيتروجين الجاهز للنبات وتتحرك بوساطة أهداب ناعمة منتشرة على جسمها.



شكل25. للسوطيات سوط واحد أو سوطان يستخدمان للحركة ويظهر الشكل سوط ممتد من احدها.



شكل26 : الأميبا ويظهر في داخلها بكتريا مهضومة.
1976..P. Martin, et al., eds. SSSA, Madison, WI



شكل 27. تلعب البوتوزوا دورا مهما في دورة الغذاء من خلال تغذيتها المركزة على البكتريا .

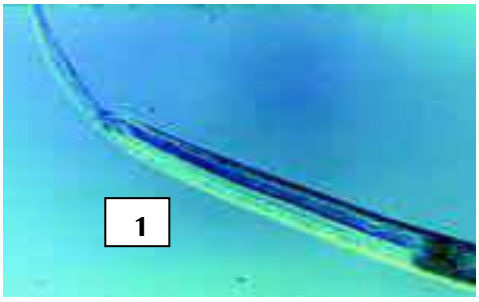
Credit: *Elaine R. Ingham*

تلعب البروتوزوا دورا هاما في معدنة المغذيات وجعلها جاهزة للأخذ من قبل النبات وغيرها من أحياء التربة. ان تراكيز النتروجين تكون منخفضة في خلايا البروتوزوا مقارنة بالبكتيريا التي تأكلها لذا فإن خفض النتروجين الناتج من تغذية البروتوزوا على البكتيريا يتحرر من قبل البروتوزوا ويصبح جاهزاً للاستعمال من قبل النبات أو أحياء التربة الأخرى .إن للبروتوزوا دوراً هاماً في تنظيم أعداد البكتريا. تعتمد أعداد البروتوزوا على خصوبة التربة فقد تتراوح من الآلاف لكل 5 غم تربة جافة في الترب الفقيرة إلى الملايين في الترب الغنية . تتواجد البروتوزوا الصغيرة في الترب الغنية في حين تتواجد البروتوزوا الكبيرة في الترب الطينية .

ب-النيماتودا : Nematodes

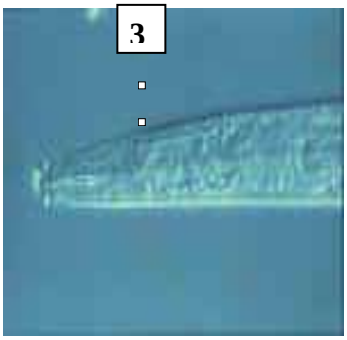
هي ديدان غير مجزئة قطرها 50 مايكرون وطولها 1 ملم إن هذه الأنواع القليلة المسؤولة عن أمراض النبات جلبت الكثير من الاهتمام ولكن القليل هو المعروف عن النيماتودا التي تلعب دورا مفيدا في التربة . يمكن وضع النيماتودا في أربعة مجاميع كبيرة استنادا إلى تغذيتها فالنيماتودا ذات التغذية البكتيرية وهي التي تتغذى على البكتيريا أو النيماتودا ذات التغذية الفطرية وهي اليّ تتغذى على الفطريات و النيماتودا المفترسة التي تاكل جميع الأشكال الأخرى

من النيماتودا أما النوع الرابع فهو الذي يتغذى على أنواع مختلفة من الكائنات ويختلف الغذاء حسب المرحلة وتبين الأشكال التالية بعض اشكال النيماتودا . للنيماتودا دور مهم فهي تقوم بمعدنة وتحرير المغذيات اللازمة لنمو النبات. تتغذى على البكتيريا والفطريات وتحرر أيون الامونيوم وتكون أكثر تواجدا في الترب الرملية .

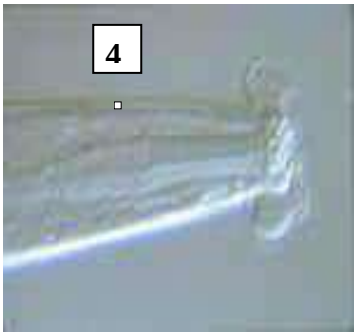


1- نيماتودا مهمة مفيدة تسهم في السيطرة على أصغر حجما

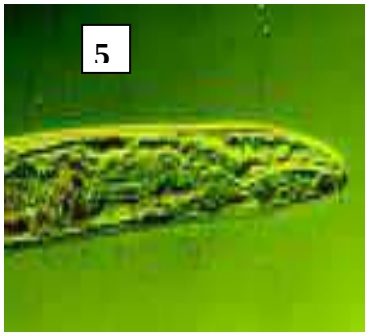
2- النيماتودا المفترسة التي تفترس نيماتودا أخرى الأمراض و دورة الغذاء



3- النيماتودا التي تتغذى على الفطريات



4- النيماتودا التي تتغذى على البكتريا



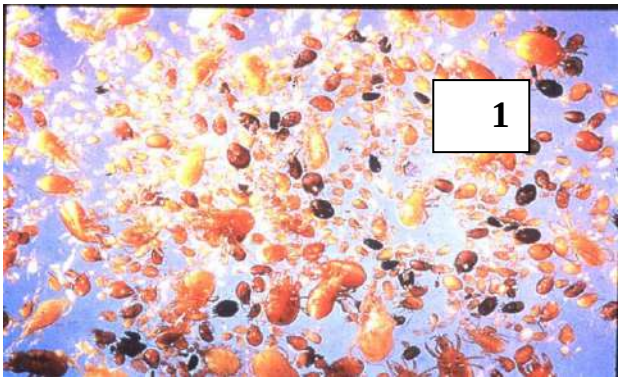
5- النيماتودا التي تتغذى من الجذور.

شكل28. اشكال مختلفة من النيماتودا:

ج-ذات الأرجل: Arthropods

سميت كذلك لأنها تتحرك بواسطة الأرجل ومن أمثلتها العناكب والحلم. تعيش في التربة الكثير من متعددات الأرجل وهي لافقريات ليس فيها عظام وعوضاً عن ذلك تكون مكسوة بهيكل خارجي يعرف بالـ exoskeleton وهي مألوفة ويمكن مشاهدة قسم منها بالعين المجرده ويبين الشكل29 بعض أنواع متعددة الأرجل.

يتراوح حجمها من الصغير المجهري إلى 5 سم وتتضمن حشرات النمل والعقارب والعناكب وغيرها ويمكن أن تصنف إلى مفترسة وآكلة فطريات وغير ذلك . لها دور في زيادة المساحة السطحية للبقايا النباتية عن طريق نشرها مما يعرضها بشكل أوسع إلى عمل المحللات كالبكتيريا والفطريات كما أن لها دوراً هاماً في تحفيز نمو البكتيريا والفطريات نتيجة نقصان أعدادها بسبب التغذية وتقوم بمعدنة المغذيات الموجودة في بقايا النبات.



1- (200) نوع من الحلم

2- العقرب

3- مفترس حشرات

شكل29. أنواع مختلفة من متعددة الأرجل

ديدان الأرض: Earthworms

وهي من الأحياء التي يمكن التعرف عليها بسهولة للكثير من الناس كما هي واضحة بالشكل 30 . تمتاز بانها قد تكون انثوية أو ذكرية وهي من المحللات الرئيسة للمادة العضوية وتتغذى على البكتيريا والفطريات كما أنها تجزّء المادة العضوية وتحفز دور المغذيات في التربة . تتواجد في معظم الترب المنجمدة والاستوائية وتتوزع في 23 عائلة ولها دورمهم في بناء التربة وحركة الماء والمغذيات ونمو النبات . إن وجودها ليس أساسا لجعل التربة صالحة وخصبة للزراعة ولكن وجودها هو إشارة إلى نظام خصوبة صحي ومن وظائفها هو تحفيز نمو الكائنات الدقيقة كما أنها تمزج وتشجع بناء التربة وتزيد من غيض الماء .

شكل30. ديدان الأرض التي تفتت وتنشر أطنان من التربة لكل هكتار خلال السنة وتكون ذات أهمية في بناء التربة

Credit: Clive A. Edwards, The Ohio State University, Columbus.

أسئلة الفصل الخامس

السؤال الأول: ما المقصود بالكائنات الدقيقة وماهي اهميتها للتربة بشكل عام ؟

السؤال الثاني : عدد مستويات التغذية في شبكة غذاء التربة واذكر مالا يقل عن نوعين من الكائنات لكل مستوى .

السؤال الثالث: صنف أحياء التربة حسب طريقة تغذيتها وماهي أهمية كل منها.

السؤال الرابع: لماذا تكتسب الخمائر أهمية بيئية الخاصة خاصة في القرن الحادي والعشرين .

السؤال الخامس: عرف البروتوزوا وعدد أنواعها؟.

السؤال السادس: كيف تؤثر النيماتودا في التوازن الأحيائي في التربة؟

السؤال السابع: ما أهمية كائنات التربة المنظورة (يمكن مشاهدتها بالعين المجردة) في التربة؟

الفصل السادس – خصوبة التربة

الهدف العام

الألمام بخصوبة التربة ومحتواها من العناصر المعدنية المغذية للنبات اللازمة لجعل التربة ذات انتاجية عالية

الأهداف الخاصة

1- الألمام بأن التربة هي مصدر هائل للعناصر المغذية للنبات.

2- الألمام بجميع العناصر غير المعدنية والمعدنية اللازمة لنمو النبات وسبب الاشارة الى العناصر المعدنية بالكبرى والصغرى.

3- الألمام بالأسمدة الكيميائية وانواعها وطرق تصنيعها واضافتها.

4- الألمام بالسماد الحيواني والنباتي واهميته للتربة والنبات.

5- الألمام بالأسمدة السائلة التي تستخدم في التغذية الورقية.

الفصل السادس
خصوبة التربة

التربة وتغذية النبات : Soil and Plant Nutrition

للتربة دوران أساسيان هما تزويد النبات بما يحتاجه من العناصر الغذائية اللازمة للنمو بما يؤمن تغلغل الجذور وتثبيت الجزء الخضري من اثر الرياح أو بفعل وزن النبات . إن التربة الخصبة هي التربة التي تحتوي على خزين ملائم لجميع المغذيات اللازمة للإنتاج . إن قدرة نمو النبات لاتكتمل عند حصول نقص في أي من العناصر اللازمة للنمو . إن الترب الخصبة هي ليست بالضرورة الترب المنتجة . فالشرط الثاني هو أن تكون التربة بيئة ملائمة لنمو النبات من حيث النسجة والبناء وسعة حفظ الماء , درجة تفاعل التربة والملوحة ودرجة الحرارة والتهوية. تتواجد العناصر الغذائية في الترب المعدنية والعضوية إلا أن قابلية التربة على تجهيز العناصر الغذائية تختلف اعتماداً على جاهزية وتركيز هذه العناصر. بشكل عام لكي تكون التربة قادرة على تجهيز النبات بالعناصر الغذائية اللازمة لنموه بشكل جيد لابد من معرفة :

1- المحتوى المعدني من العناصر الأساسية .
2- الصيغ والاشكال التي توجد فيها .
3- عمليات(معالجات لجعلها كاملة)
4- محلول التربة ودرجة التفاعل .

تحوي ترب المناطق الجافة تراكيز عالية من أغلب العناصر إلا انها فقيرة بالمادة العضوية عكس ترب المناطق الرطبة ذات المحتوى العالي من المادة العضوية . ومن الناحية الزراعية هناك عوامل هامة تؤثر في نمو النباتات منها وراثية تتعلق بانتاجية الأصناف المختلفة للنبات الواحد ومنها الأحتياجات السمادية .لقد دخلت تقنية الهندسة الوراثية أو مايعرف بهندسة الصفات الوراثية المحمولة على الكروموسومات التي تسمح بإنتاج اصناف جديدة ذات انتاجية عالية بفترة لا تتجاوز ستة أشهر. ان للعوامل المناخية تاثير في نمو وحياة النبات وأهمها درجة الحرارة والرطوبة و الطاقة الشمسية و محتوى الغلاف الحيوي من الغازات و تفاعل التربة و خصوبة التربة ولكل من هذه العوامل تأثير مباشر أو غير مباشر على نمو وانتاجية النبات .

يبدا نمو النبات من الانبات وتطور الأجزاء الجذرية والخضرية أولاً حيث يكون النبات صغيراً ويعتبرنمو النبات دالة إلى موسم النمو لأن معدل النمو يزداد بعد الأنبات ولغاية التزهيرحيث يحصل أعلى معدل نمو ينتج عنه زيادة في نمو النبات و طول النبات و المساحة الورقية وبعدها يقل النمو وينتج عن ذلك شكل يعرف بمنحنى نمو النبات .

العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات :

هناك عشرون عنصراً تدخل في بناء الأنسجة النباتية وهي لاتدخل جميعا ضمن السلسلة الغذائية للنبات الواحد ولكن أثبتت الدراسات وجود هذه العناصر في أنسجة النباتات المختلفة . لاتعد عناصر الكاربون والهيدروجين والأوكسجين عناصر معدنية لأن مصدرها هو ثاني أوكسيد الكاربون والماء. اما العناصرالمعدنية فهي :

1-عنصر النتروجين: Nitrogen

وهو عنصر أساسي (يحتاجه النبات بكميات عالية) يدخل في تكوين جميع الحوامض الأمينية اللازمة لصنع البروتين في خلايا النبات وهوجزء مكمل لجزيئة الكلوروفيل . يتصف النبات بلون أخضر غامق ونمو خضري عال عند المستويات الملائمة منه. تؤدي إضافة كميات زائدة

من النيتروجين عن الحاجة إلى طول موسم النمو وتأخر في النضوج و انخفاض كمية الثمار و البذور. تتميز اعراض نقص N بنباتات متقزمة قصيرة مصفرة يظهر الإصفرار على الأوراق السفلية التي تتحول إلى اللون البني أولاً ثم تحترق . إن ميل الأوراق العليا حديثة النمو إلى البقاء خضراء واصفرار الأوراق السفلى وموتها يدل على قابلية حركة العنصر في النبات.

2- عنصر الفسفور:Phosphorus

يكون هذا العنصر مع النتروجين والبوتاسيوم و الكالسيوم و المغنيسيوم و الكبريت ما يعرف بـ Macronutrients أي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة. توجد هذه العناصر في أغلبية النباتات إلا أن تركيز الفسفور يكون أقل مقارنة بعنصري النتروجين والبوتاسيوم. ترتبط جاهزية الفسفور بتطور النظام الجذري والنضج المبكر خاصة في النجيليات . وفي حالة النقص ينتقل الفسفور في النبات من الأنسجة القديمة إلى الأنسجة حديثة النمو ونظراً لأن نقص الفسفور له تأثير سلبي على نمو النبات فقد يغطي هذا على أعراض نقص العناصر الأخرى كالنتروجين والبوتاسيوم . إن للفوسفور دوراً هاماً في تهيئة الطاقة اللازمة لعملية التمثيل الضوئي .

3- عنصر البوتاسيوم : Potassium

وهو عنصر أساسي لنمو النبات ويمتص بشكل أيون البوتاسيوم يتواجد في التربة بكميات متفاوتة إلا أن الصيغة الجاهزة للنبات هو البوتاسيوم الذائب في محلول التربة و البوتاسيوم المتبادل على اسطح الغرويات وتشكل هاتان الصيغتان من البوتاسيوم نسبة صغيرة جداً من البوتاسيوم الكلي. إن احتياجات النبات للبوتاسيوم تكون عالية وهو عنصر متحرك يتنقل إلى الأجزاء حديثة التكوين وحديثة النمو في النبات لهذا تبدو أعراض نقص العناصر على الأجزاء السفلى من النبات. وقد يرتبط نقص K بضعف سيقان نباتات الحبوب مسببا الاضطجاع .

4- عنصر الكالسيوم : Calicium

عنصر هام وأساسي لجميع النباتات ويمتص بشكل أيون Ca^{++} ويوجد بشكل كميات كبيرة في أوراق النبات ويرتبط نقص العنصر بعدم تطور البراعم النهائية في النباتات وحجم الجذور النامية .

5- عنصر المغنيسيوم Magnesium :

وهو المكون المعدني الوحيد لجزيئة الكلوروفيل لذا فلا تستطيع النباتات القيام بعملية التركيب الضوئي دون المغنيسيوم . وهو عنصر متحرك من الأجزاء القديمة إلى حديثة النمو وله دور مهم في عمل الأنزيمات .

6- عنصر الكبريت : Sulfur

يمتص بشكل أيون الكبريتات SO_4^{--} وقد وجد أنه عند رش النبات بمسحوق الكبريت فإنه ينتقل إلى انسجة النبات في فترة زمنية قصيرة . يتميز نقص الكبريت بنباتات متقزمة مصفرة ذات سيقان نحيلة وهو بذلك يكون مشابه لأعراض نقص النتروجين . إلا أن الفرق هو أن S لا ينتقل بنفس السهولة إلى الأجزاء حديثة النمو . وهو مهم في تكوين الأحماض الامينية الحأوية على الكبريت وزيادة فعالية الأنزيمات ويكثر في العائلة الصليبية .

اما بقية العناصر الأخرى فتشمل الحديد Fe و المنغنيز و Mn والنحاس Cu و الزنك Zn و الموليبدينوم Mo و البورون B و الكلور Cl و الكوبلت Co, إن لجميع هذه العناصر وظائف مهمة في النبات ولها أعراض نقص ايضاً .

الاسمدة الكيميائية: Chemical Fertilizers

السماد هو اي مركب مضاف إلى التربة بهدف تجهيز العناصر اللازمة لتغذية النبات وقد يكون هذا السماد بسيطاً ويسمى بالسماد البسيط عندما يحتوي على عنصر سمادي واحد من العناصر السمادية الثلاثة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم أو قد يكون هذا السماد مركباً عندما يحتوي على أكثر من عنصر سمادي واحد من العناصر الأساسية . فسماد اليوريا هو سماد بسيط لأنه يحتوي على عنصر النتروجين وسماد سوبر فوسفات الكالسيوم الثلاثي هو سماد أحادي أيضا لأنه يحتوي على عنصر الفسفور أما سماد فوسفات الأمونيوم الثنائي diammonium phosphateوتسميته الشائعة (داب DAP) فهو سماد مركب لأنه يحتوي على عنصري النتروجين والفسفور وهناك مفاهيم أخرى للتركيبات السمادية .

تقسم الأسمدة حسب العنصر الرئيسي إلى :

1- الأسمدة النتروجينية: Nitrogen fertilizer

وهي الأسمدة التي يدخل في تركيبها عنصر النتروجين وتنتج بوسائل مختلفة ومن هذه الأسمدة :

أ- اليوريا: Urea

سماد نتروجيني يحتوي 46% نتروجين وتحصل له عملية تحلل مائي في التربة (يذوب في الماء) . تصنع اليوريا من تفاعل الامونيا وثاني أوكسيد الكاربون تحت ضغط عال وبوجود عامل مساعد كما في المعادلة :

$$2NH_3 + CO_2 \longrightarrow NH_2COONH_4$$
$$NH_2COONH_4 \longrightarrow NH_2CONH_2 + H_2O$$

Urea

وهو سماد ذائب في الماء ذو تفاعل حامضي ويسهل خزنه وتداوله .

ب- كبريتات الأمونيوم: $(NH_4)_2SO_4$

يصنع هذا السماد من تفاعل الأمونيا مع حامض الكبريتيك كما في المعادلة :

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

يحتوي هذا السماد على 21% نتروجين وهو سماد ذو تفاعل حامضي ويفضل استخدامه في الترب القاعدية .

ت - نترات الأمونيوم: NH_4NO_3

وهو سماد نتروجيني تبلغ نسبة النتروجين فيه 35% . يحضر من تفاعل الامونيا مع حامض النتريك .

$$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 + Heat$$

ث - محلول النيتروجين: Nitrogen Solution

توصف محاليل النتروجين بنسبة النتروجين في المحلول ونسب الأسمدة النتروجينية المستخدمة في تحضير المحلول كما في المثال التالي :

280 (0 39 31)

%N %NH_3 %NH_4NO_3 %UREA

إن نسبة 28% نتروجين فيه اليوريا على أساس الحجم بنسبة 31% ونترات أمونيوم بنسبة 39 % وما تبقى يمثل الماء .

2-الأسمدة الفوسفاتية: Phosphate Fertilizers

إن أصل الفسفور في الأسمدة الفوسفاتية هو صخر الفوسفات المتوفر بكثرة في العراق. يعتبر صخر الابتايت من اهم الصخور الفوسفاتية وقد يكون هذا الصخر بشكل معدن فلوروابتايت (رمزه الكيميائي $Ca_{10}(PO_4)_6.F_2$ Floroapatite) أو هيدروكسي أبتايت ومن الأسمدة الفوسفاتية:

أ- سماد سوبر فوسفات الأحادي: Monocalcium Phosphate

ويحتوي على (16-21)% خامس أوكسيد الفسفور (P_2O_5) أو ما يساوي (7-9)% فسفور . يحضر من تفاعل صخر الفوسفات مع حامض الكبريتيك ويتميز السماد بسهولة ذوبانه في الماء .

ب- سماد سوبر فوسفات الثلاثي: Triple superphosphate

وهو سماد يحتوي على (40-47)% خامس أوكسيد الفسفور(P_2O_5) أي ما يعادل (21-17)% فسفور(P) ويحضر من تفاعل صخر الفوسفات عالي النقاوة مع حامض الفسفوريك كما في المعادلة :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_3$$

3- الأسمدة البوتاسية: Potassium Fertilizer

أ- كلوريد البوتاسيوم : Potassium Chloride

ويحتوي على (60-62) % ثاني أوكسيد البوتاسيوم (K_2O) أي ما يعادل 50% بوتاسيوم (K) ويفصل كلوريد البوتاسيوم عن NaCl بطريقة التبلور الجزئي و الطرد المركزي .

ب- كبريتات البوتاسيوم: potassium Sulfate

وهو سماد يحتوي على (50-53)% K2O و 18% كبريت و يتم الحصول عليه من إذابة معدن Langbeinite في الماء كما يحضر السماد من تفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الكبريتيك حسب المعادلة :

$$KCl + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HCl$$

$$`KCl + KHSO_4 \xrightarrow{600^\circ C} K_2SO_4 + HCl$$

4 -الأسمدة المركبة : Compound Fertilizers

أ- سماد نترات البوتاسيوم Potasium Nitrate

صيغته الكيميائية هي KNO_3 ويعد مصدرا هاماً لعنصري النتروجين والبوتاسيوم ويحتوي على 13% N و 35% K.

ب - سماد فوسفات الامونيوم الأحادي: Monoammonium Phosphate(MAP)

يحتوي سماد فوسفات الأمونيوم الأحادي النقي على 61% P_2O_5 (خامس أوكسيد الفوسفور) و 12% نتروجين.

جـ - سماد فوسفات الامونيوم الثنائي: Diammoinum Phosphate (DAP)

ويحتوي أيضاً على عنصري الفسفور والنتروجين ولكن بنسب أعلى من السماد الأول.

الأسمدة العضوية: Organic Fertilizers

تشمل الأسمدة العضوية التي توجد طبيعياً في بقايا الفضلات الحيوانية والمادة العضوية المتحللة من أدغال البحر والمياه الثقيلة. كما تزرع محاصيل السماد الأخضر لإضافة المادة العضوية و المغذيات العضوية للتربة. تشمل الأسمدة العضوية المتحللة خلاصة ادغال البحروالأنزيمات الهاضمة للبروتينات كما أن بقايا المحاصيل المتحللة من سنوات سابقة تعد مصدرا آخر للتسميد العضوي.

إن خطر استخدام الأسمدة الكيميائية ذات الذوبانية العالية يعد عاملاً مهماً في تدهور النظام البيئي, مثل استخدام نترات الأمونيوم كمصدرللسماد النيتروجيني ذلك لان النبات يفضل امتصاص أيون الأمونيوم مما يقلل فرص امتصاص النترات من قبل النبات التي تذوب في الماء مسببه التلوث. كما أن خزن الاسمدة النايتروجينية تحت ظروف مناخية معينة يؤدي إلى انبعاث غاز البيوت الزجاجية مثل غاز أوكسيد النتروز (N_2O) كما ينبعث غاز الأمونيا بعد إضافة أسمدة عضوية أو سماد حيواني إضافة إلى ان الأسمدة النيتروجينية تؤدي إلى خفض pH. يحدث التلوث بعناصر الكادميوم واليورانيوم من معادن الفوسفات .

السماد الحيواني: Manure

هو مادة عضوية تستعمل كسماد عضوي في الزراعة.إن هذا السماد يسهم في تسميد التربة من خلال إضافة مادة عضوية ومغذيات كالنايتروجين والفسفور والبوتاسيوم وغيرها.إن معظم السماد الحيواني هو بقايا لمواد حيوانية في مخلفاتها وإدرارها. يختلف السماد الحيواني باختلاف المصدرمما يستوجب إضافته في مستويات مختلفة ومن أشهر الأسمدة هو سماد المزرعة وقد يكون السماد العضوي سائلاً لحيوانات الحقل كالخيول والأبقار والأغنام والدجاج والديك الرومي. يجب الأخذ بنظر الاعتبار إلى ان الاسمدة العضوية تولد حرارة أثناء التحلل قد تصل إلى درجة الاتقاد إضافة إلى مخاطر التلوث خاصة الحشرات التى تقوم بنقل الأزبال مؤدية إلى تلوث الأغذية وعدم صلاحيتها للاستهلاك.

السماد النباتي: Green Fertilizer

هو السماد الأخضر الذي يضم نباتات مزروعة لغرض قلبها في التربة لتزيد من خصوبتها وغالباً ماتستخدم النباتات البقولية كالبرسيم لهذا الغرض لانها تثبت النايتروجين في عقدها الجذرية إضافة إلى سرعة تحللها من قبل أحياء التربة.

مميزات الأسمدة العضوية:

أن تركيز المغذيات في الاسمدة العضوية يكون على العموم منخفضاً فتعمل الأسمدة العضوية المجهزه للنيتروجين كاسمدة تجهيز بطيئة slow-release fertilizer ولقد وجد من الدراسات أن إضافة كل من السمادين المعدني والعضوي زاد من نمو النبات إلا أن الزيادة كانت أعلى بمقدار 65% للأسمدة العضوية و 50% للاسمدة المعدنية عن معاملة المقارنة (وهي المعاملة التي لم يضاف السماد العضوي أو المعدني اليها).لقد أدت المادة العضوية إلى تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المعاملة بالأسمدة العضوية مقارنة بالتربة المعاملة بالأسمدة المعدنية .

إن النظريات الحديثة للزراعة العضوية قد حققت نجاح نظرية عالم تغذية النبات الألماني Liebig وهي النظرية التي تعرف بنظرية العنصرالمحدد وإن هناك محددات في استخدام الأسمدة الكيميائية. إن الدبال والمواد العضوية الأخرى في التربة لها أدوار مهمة في:

1- تحررالكثير من عناصر التربة المغذية لذا يحصل نمو جيد للنبات مع مستويات منخفضة من المغذيات وفقدان القليل منها.
2- تحرر أبطا لمعدلات جاهزية أكبر ثباتية للمغذيات .
3- لها سعة عالية للاحتفاظ برطوبة التربة مما يزيد من سعة الماء الجاهز للنبات .
4- تحسّن من بناء التربة .

ومن عيوبها:
1- تعد مصدرا فقيرا للمغذيات مما يتطلب إضافتها بمعدلات عالية.
2- ذات تراكيب كيميائية معقدة.
3- قد تحوي الأسمدة العضوية المنتجة بطرق غير مناسبة على المسببات المرضية كالتلوث بالسالمونيلا.

طرق إضافة الأسمدة الكيميائية:

توجد طرق مختلفة لإضافة الأسمدة تعتمد على نوع مادة السماد, نظام طريقة الزراعة والآلة المستخدمة من قبل المنتج ومن طرق إضافة الأسمدة هي:

1- طريقة النثر: Broadcasting

تنثر كمية السماد الموصى بها على المنطقة المزروعة وتترك لتتغلغل إلى التربة أو تخلط مع التربة آليا .تستخدم هذه الطريقة للحقول الواسعة عند ضيق الوقت وقلة الايدي العاملة , أو عندما نرغب في توزيع متجانس للسماد على كل الحقل .

2- طريقة الحزم: Banding

وفيها تضاف كمية قليلة من السماد كدفعة أولى مسرعة لنمو النبات المبكر و زيادة إنتاجيته. ويكون هذا مهماً عند إدارة التربة بممارسة أقل عمليات فلاحية minimum tillagetd حيث تؤدي البقايا النباتية إلى خفض حرارة التربة وتوفر رطوبة عالية والتي قد تقلل من نمو النبات . وتضاف الحزم الضيقة للمرور بمسافة (5-7) سم وعمق (2.5-5) سم من عمق الجذور ويجب ان تكون الكمية السمادية المضافة مناسبة (غير عالية) وذات مسافة مناسبة عن البذرة لأنها قد تسبب حرق جذور ألبادرات وخفض نسبة الإنبات. فالامونيا السائلة مثلا ينبغي إضافتها كحزم تحقن إلى التربة عند الزراعة إذا كانت إضافة جانبية . إن الأسمدة النتروجينية السائلة غالباً ما تضاف للسطح أو حزم محقونة.

3- إضافة الأسمدة مع مياه الري: Fertigation

يضاف النتروجين والبوتاسيوم في بعض الأحيان مع نظام ماء الري اللازم لأنتاج المحاصيل على فترات أثناء نمو المحصول . أما الفسفور فإنه لا يضاف عادة بهذه الطريقة لأنه يكون مركبات غير ذائبة مع عناصر أخرى في ماء الري مما يؤدي إلى انسداد فتحات المنقطات والمرشات لأنظمة الري وهذا يتطلب صيانة وإدارة خاصة لجعل pH في مستوى يسمح أن تكون هذه المركبات بحالة ذائبة .

4 - ألإضافة الجانبية : Side Dressing

تشير هذه الطريقة إلى تلك الأسمدة المضافة في بداية ووسط موسم نمو المحصول . إن السماد المضاف بهذه الطريقة يمكن نثره على جانبي خط النبات بمسافة (15-20) سم عن النبات أو بشكل حزم فغالبا ما تضاف الاسمدة النتروجينية بهذه الطريقة مقارنة بالأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية ذلك لضمان التجهيز اللازم للنتروجين ورفع كفاءة الأستعمال من قبل النبات .

5- التغذية الورقية Foliar Feeding :

في هذه الطريقة تضاف الأسمدة الذائبة بالماء وذلك برشها على أوراق النباتات. يبدا الامتصاص بعد دقائق من الإضافة ويكتمل بفترة (1-2) يوم . تجهز هذه الطريقة المغذيات عندما تكون جاهزية التربة حرجة ولكنها ليست بديلا عن الإضافة السمادية للتربة خاصة للعناصر الثلاثة الأساسية (N،P،K) والثانوية (ca،Mg،S).

أسئلة الفصل السادس

السؤال الأول: هل إن الترب الخصبة تكون جميعها ترب منتجة ولماذا؟

السؤال الثاني : ماهي العناصر الأساسية الثلاثة اللازمة لنمو النبات وما هي أعراض نقص كل منها؟

السوال الثالث: صنف الأسمدة الآتية حسب عناصرها:
1- اليوريا
2- كلوريد البوتاسيوم
3- ثنائي فوسفات الامونيوم
4- سما د سوبر فوسفات
5- نترات البوتاسيوم
6- محلول مغذي(يحتوي على عدة عناصر)

السؤال الرابع : اكتب المعادلات اللازمة لتحضير كل من الأسمدة الكيميائية الآتية:
1:اليوريا
2:كبريتات الامونيوم
3:سوبر فوسفات الكالسيوم
4:كبريتات البوتاسيوم

السؤال الخامس: لماذا تتفوق الأسمدة العضوية في خواصها على الأسمدة الكيميائية؟

السؤال السادس : عرف السماد الأخضر مع ذكر بعض المحاصيل الملائمة لهذا الغرض .

السؤال السابع: عدد طرق إضافة الأسمدة الكيميائية.

الفصل السابع

قياس المسافات والمساحات على الأرض

الأهداف

الهدف العام : تعريف الطالب بكيفية قياس المسافات والمساحات على الأرض .

الأهداف الخاصة :

عندما يكمل الطالب هذا الفصل يكون قادراً على :-

1- التعرف على اقسام المساحة وفروع المساحة المستوية والمجالات التي تطبق فيها.

2- التعرف على تطبيقات الهندسية المساحية في المجال الزراعي .

3- قياس المسافات على الأرض والتعرف على الأجهزة والطرق المباشرة وغير المباشرة .

4- التعرف على وحدات قياس الأبعاد ووحدات قياس الزوايا.

5- التعرف على كيفية قياس المسافات باستخدام الشريط الكتاني .

6- التعرف على كيفية تحديد مقياس الرسم .

7- التعرف على الطرق المختلفة لحساب المساحات.

8- التعرف على عملية التسوية وطرق تمثيل طوبغرافية الارض.

الفصل السابع
قياس المسافات والمساحات على الأرض

يعتبر علم المساحه من أقدم العلوم لكن لا يمكن تحديد الزمن الذي استخدمت فيه المساحه لأول مرة إذ عثر علماء الآثار على خارطة صغيرة في مدينة بابل يعود تاريخها إلى 2500 سنه ق.م,كما أن المصريين القدامى استخدموا المساحه منذ 1400 سنه ق.م في تثبيت حدود الأرض وتشييد أنظمة الري كذلك في بناء الإهرامات .أما الرومان فقد استخدموا المساحه لإنجاز المشاريع الهندسية الضخمة خلال فترة الأمبراطورية الرومانية إذ خططوا المدن ومعسكرات الجيش والطرق.

المساحة surveying:

هي العلم الذي يبحث في الطرق المناسبه لعمل القياسات لغرض تمثيل سطح الأرض على الخارطة. الخارطة:هي المسقط الأفقي لمنطقة معينه من سطح الأرض بما تحتويه من معالم طبيعيه (كالأنهار والجبال....إلخ).والاصطناعية(المباني والطرق والمبازل ..إلخ). وتعتبرالخارطة الأساس لكل المشاريع والأعمال وترسم بمقياس رسم مناسب.

*أقسام المساحة هي:

أ- المساحة الجيوديسية: Geodetical Surveying

وهي التي تتفرغ لرسم خرائط لمناطق واسعة جدا . ويؤخذ هنا بنظر الإعتبارأن الأرض كروية وليست مستوية .ويتطلب هذا المفهوم إجراءات رياضية كثيرة لامجال لذكرها هنا.

ب- المساحة المستوية Plane Surveying :

هي ذلك الفرع من المساحه الذي لايؤخذ فيه تكور الأرض عند إجراء القياسات المساحيه ورسم الخرائط فيها إذ تعتبر الأرض مستوية في بعض الاعمال المحدودة وخاصةًعندما تكون المساحات صغيرة لا تتجاوز 50كم^2 وذلك لقلة الأخطاء الناجمة عن إهمال كروية الأرض .وللمساحه المستوية تطبيقات واسعه جدا منها مسوحات الحقول وتقسيم الأرض إلى أجزاء صغيرة والأبنية والطرق وغيرها من المنشآت المدنية والغير مدنية.

فروع المساحة المستوية :

1- المسح الكادسترائي Cadastral Surveying : يجرى المسح الكادسترائي عند تحديد الملكيات الزراعية وتحديد صنفها وعائديتها ومساحة الأرض الصالحه للزراعة وكذلك تحديد الملكيات السكنية وتتضمن المسوحات الكادسترائية تقسيم البلد إلى محافظات وأقضية ونواحي ومقاطعات وقطع لذلك يسمى بالمسح التفصيلي.

2- المسح الطوبوغرافي :

ويتضمن هذا النوع من المسح تحديد مواقع العوارض الطبيعية والاصطناعية كالتضاريس والأنهار والبحيرات والمباني وخطوط الكهرباء وتعيين مواقع القرى والمدن .

3- المسح التصويري :

أ-المسح بالتصوير الأرضي :يتضمن أخذ قياسات باستعمال أجهزة التصوير الأرضي المصممة خصيصاً لذلك في محطات أرضية لغرض إعداد الخرائط .

ب-المسح بالتصوير الجوي:يتلخص هذا النوع بالتقاط الصور الجوية للمنطقه المراد مسحها ورسم خارطه لها.إذ توضع آلة تصوير خاصه في الطائرة .ويعتبر المسح الجوي ذا أهمية بالغة بسبب السرعة وامكانية الوصول إلى مناطق يصعب الوصول إليها.

ج- التصوير من الفضاء الخارجي بواسطة الأقمار الصناعية .

4- مسوحات المياه: يتناول هذا النوع من المسح الأعمال الآتية:

أ- تخطيط المشاريع المائية كاختيار مواقع السدود ومسارات المياه.

ب- دراسه أحوال المياه في البحار والأنهار والمحيطات من حيث كميتها ونوعيتها ونوع التلوث فيها ومدى تأثيره على المناطق القريبه والبيئة المجاورة.

ج- إدارة الموارد المائية والسيطرة على الفيضانات والتنبؤ بها.

تطبيقات الهندسة المساحية في المجال الزراعي:

تستطيع الهندسة المساحية أن تمثل جميع التفاصيل الدقيقه عن جميع العوارض الطبيعي والاصطناعية الموجودة على مساحات شاسعه من سطح الأرض وتجعلها في متناول يد المهتم بها في الحقول المختلفة لذا فالهندسة المساحية تتكامل وتتواصل مع جميع التخصصات الأخرى ومنها العلوم الزراعية .

ومن تطبيقات الهندسة المساحية في المجال الزراعي ما يأتي:

1- تحديد ملكيات الأراضي الزراعية .

2- تقسيم الأراضي الزراعية وتسويتها وتعديلها .

3- حسم النزاعات القضائية للأراضي وتوزيع التركات.

4- مسح الترب لمعرفة صلاحيتها للزراعة .

5- معرفه مستويات الأرض لتعيين طريقة إروائها سيحا أم بالواسطة بعد مقارنتها بمستوى المياه في مصدر الأرواء كذلك لتعيين مواقع كل من شبكتي الري والبزل .

6- تصميم شبكات الري والبزل وانشائها وتحديد المساحه المراد إدخالها ضمن حدود إرواء ذلك المشروع

7- انشاء الطرق الرئيسة والحقلية لتامين الوصول لكل جزء من أجزاء المزرعة بأسرع وقت لتسهيل تسويق الحاصلات الزراعية .

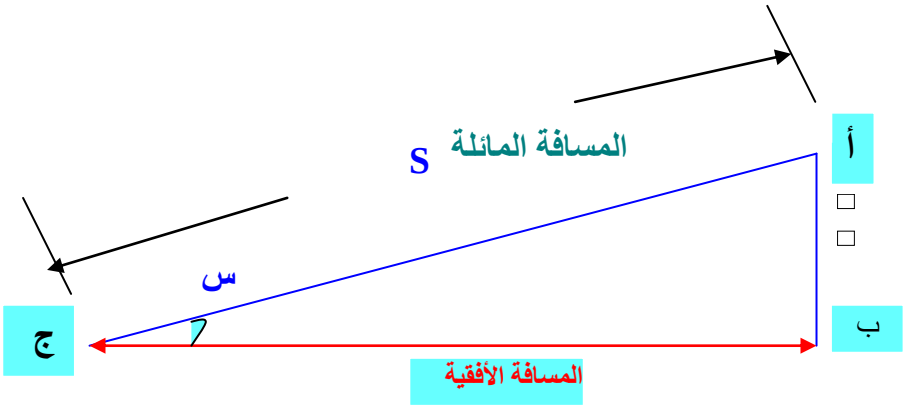
8- المساهمه في تحسين ظروف البيئه الزراعية وما يمكن أن يعتريها من تلوث وأساليب حمايتها .

9- استعمال تقنية تفسير الصور الجوية والفضائيه في الكشف عن أمراض النباتات والمحاصيل الزرعية.

قياس المسافات على الأرض:

تعتبر طرائق قياس المسافات والأجهزة المستعمله لهذا الغرض من الدعائم الأساسية التي تستند عليها أعمال المساحه. فالمسافة بين أي نقطتين هو الطول بينهما مقاساً على مستوى أفقي .هذه المسافة يمكن أن تقاس بشكل مباشر أو عن طريق المسافة المائلة بين النقطتين وضربه في جيب تمام الزاوية الرأسية بينهما .

المسافة الأفقية = المسافة المائلة × جتا الزاوية س



وهناك عدة طرق والعديد من الأجهزة المتنوعه تستخدم لهذا الغرض .

أولا- طرق واجهزة القياس المباشر :

هنا يتم قياس المسافةعن طريق إمرار الجهاز أو أداة القياس بشكل مباشر فوق الخط المراد تعيين طوله وتختلف الطرق والأجهزة فمنها واطىء الدقة ومنها عالي الدقة ويمكن إدراجها كالآتي :

1- التخطي Pacing :

هي استخدام الخطوة من قبل المساح في الحقل لمعرفة المسافة عن طريق حساب عدد الخطوات المنتظمة لمعرفة المسافة التقريبية أو لتدقيق المسافة المقاسة بشكل سريع .والخطأ الناتج من هذه الطريقة لشخص لديه خبرة وممارسة عملية في قياس المسافات بالتخطي تكون 50/1 إلى 200/1 وهذا يعتمد على طبيعة الأرض والظروف الجوية وينبغي أن يقيس المساح خطوته الطبيعيه على أرض مستويه .ويمكن استخدام عداد ميكانيكي pedometer .حيث يتم حمله في حزام البنطلون وتتدلى منه سلسلة حتى الركبة وعندما تتحرك الساق وتستطدم بالسلسلة تسجل خطوة اثناء قطع المسافة ليعطي عدد الخطوات وبذلك تحسب المسافة المقطوعة كالآتي:

المسافه =عدد الخطوات× طول الخطوه

2- عجلة القياس measuring wheel:

يمكن قياس المسافه بشكل تقريبي بدحرجة عجله معلومة المحيط على طول الخط المراد معرفة طوله .وتثبت آله على العجله تدعى odometer (شكل31) . إذ تقوم هذه الآله بتسجيل عدد دورات العجله .تعطي هذه الطريقه النتائج بنسبة خطأ 200/1 عندما تكون الأرض مستوية وهذه الدقه ذات فائدة في المسوحات التمهيديه وبهذا تكون:

المسافة = طول محيط العجله ×عدد دورات العجلة على طول المسافة

شكل 31. عجلة القياس

3- السلاسل والأشرطة:

أ- السلسلةchain: استخدمت السلاسل في القرن السادس عشر ولا زالت تستخدم في بعض مناطق العالم وهي متوفره بعدة أطوال وتمتاز بقوة تحملها إلا أنها ثقيلة الوزن لذلك انحسر استخدامها وتتكون من عُقل من الحديد بقطر 3 ملم وطول 20 سم وتتصل ببعضها بحلقات.

شكل32. السلسلة

(شكل32) ويوضع في نهايه كل عشرة عُقل علامة من النحاس أي أن كل عشرة عقل تساوي مترين.

ب- الأشرطة :توجد الاشرطة بعدة انواع منها :

1- الشريط الكتاني :عبارة عن شريط مصنوع من قماش الكتان وتوجد فيه أسلاك رقيقه من النحاس لتقويته.أو خيوط اصطناعيه قوية جداً ويلف حول محور معدني داخل علبة من الجلد بواسطة يد خارجية متصلة بالعلبة.وينتهي الشريط بحلقه معدنة أو بلاستيكية تمنع دخول نهايتة داخل العلبة ويوجد بعدة أطوال (100,50,30,20,10) متر(شكل33) ويقسم إلى المتر وأجزاءه والقدم واجزائه أو كليهما معاً كل نظام على جهة من الشريط. ويمتاز هذا الشريط بخفة وزنه وسهولة حمله وعدم تعرضه للكسر نتيجة احتمال مرور السيارات أو الالتواء ومن مساوئه تمدده وانكماشه بسهولة لتأثره بالعوامل الجوية كذلك صعوبة جعله مستقيماً في حالة وجود الرياح أثناء القياس .

شكل 33. الشريط الكتاني

2- الشريط الفولاذي steel tape :

وتعتبر هذه الأشرطة (شكل34) من أفضل الأنواع المستخدمه في أعمال المساحه بسبب الصلابه والخفة في الوزن ودقتها وقلة تمددها وانكماشها وتتراوح أطوالها (10-100) م والأكثر شيوعاً هو 30 م ومن مساوئ هذا الشريط سهولة كسره عند الالتواء كذلك تعرضه للصدأ بسبب الرطوبة لذلك لابد من تجفيفه بعد الاستعمال بشكل جيد .

شكل 34. الشريط الفولاذي

3- شريط الأنفار invar tape :

يعتبر هذا الشريط من أدق انواع الأشرطة (شكل35) إذ يصنع من الفولاذ steel بنسبة65% والنيكل 35% ويمتاز بعدم تاثره بتغيرات الحراره كما أنه لا يصدأ ويستعمل في أعمال

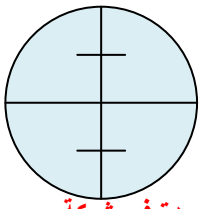
المساحه الدقيقه جداً كقياس أطوال الخطوط الأساسية في أعمال المساحه المختلفه ويوجد بأطوال تتراوح بين (30-100)م.

شكل35. شريط الأنفار

ثانيا- أجهزة القياس غير المباشر :

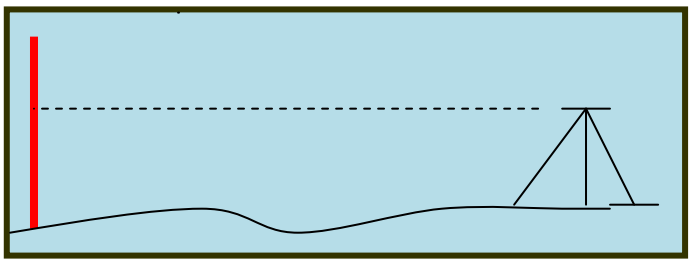
تضم مجموعه من الأجهزة المختلفه لقياس المسافات بصورة غير مباشره وتستخدم بشكل واسع في أعمال المساحة الطوبغرافية والمسوحات المائية ومسح الغابات والأعمال الجيولوجية وفي جميع أعمال المساحة المختلفه وتضم الاجهزة الآتية :

1- شعيرات الستيديا :تستعمل الشعيرتان الأفقيتان العليا والسفلى (شكل 36) الموجودتان في شبكية أجهزة الثيودولايت واللفل والاليراد مع المسطرة المدرجة لقياس المسافةعن طريق قياس مقدار اعتراض شعرتي الستيديا على المسطرة وقد صممت الأجهزة المذكورة بجعل المسافه بين الجهاز والمسطرة مساويا إلى مقدار اعتراض شعرات الستيديا مضروبا في مئة وتصل نسبة الخطأ في هذه الطريقة إلى 1000/1.



شعرات الستيديا الموجودة في شبكة

المسافه = (قراءة الشعيرة العليا- قراءة الشعيرة السفلى) 100x



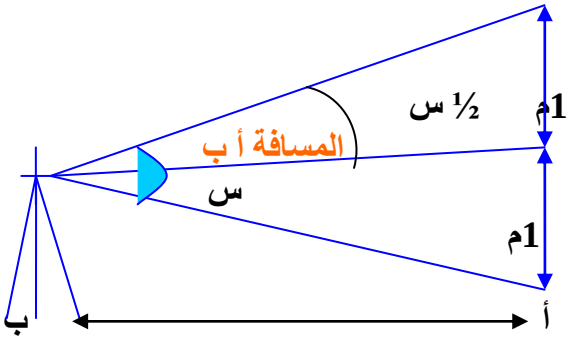
شكل 36. قياس المسافة بشعيرات الستيديا

2- ذراع الإسناد Sub tance bar :

يستعمل في أعمال المساحة المتوسطة الدقة(بحدود 1000/1) ويتكون من قضيب معدني مصنوع من سبيكةالإنفار بطول 2م ومنصف بعلامه بارزة ويثبت على حامل ثلاثي ولا يمكن استعماله وحده إذ يستخدم معه جهاز قياس الزوايا (الثيودولايت) شكل (37) عندما يراد قياس المسافه بين نقطتين يثبت الذراع على إحدى النهايات ويوازن بحيث يكون عمودي على الخط المراد قياسه ثم ينصب جهاز ثيودولايت على نهاية الخط الثانية ويضبط ويوازن ثم يوجه نحو ذراع الأسناد وتقاس الزأوية الأفقية(س) المحصورة بين طرفي الذراع الذي يبلغ طوله مترين.

شكل 37. جهاز الثيودولايت مع ذراع الإسناد

وتحسب المسافة عن طريق حل المثلث المتكون كما في المخططات أدناه .

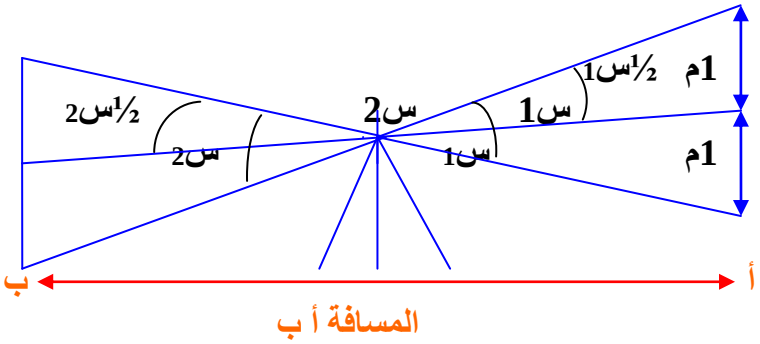


ظا2/1س= المقابل/المجاور=1م/المسافة

المسافة =1م/ظا2/1س=ظتا2/1س

أما إذا كانت المسافة طويلة فيوضع ذراع الإسناد بين نهايتي الخط المراد قياسه وينصب الجهاز على النهايتين وتقاس الزوايا الأفقية س1,س2 ثم تحسب المسافة من حل المثلثين المتكونين.

المسافة = ظتا2/1س1 + ظتا2/1 س2



المسافة أ ب

3- الأجهزة الألكترونية E.D.M:

هذه الاجهزة تستخدم الضوء لقياس المسافات والأشعه تحت الحمراء وأشعة الليزر ومن أقدم الأجهزة التي استخدمت جهاز الجيوديمتر Geodimeter عام 1950 والذي يعتمد على إرسال أشعه ضوئية ومن مميزات الأجهزة الالكترونيه :

أ- الدقه العاليه في أقل وقت وجهد .
ب- تستخدم في الأماكن التي يصعب عبورها أو استعمال أشرطة فيها .
جـ - من الممكن استعمالها في الليل وفي النهار وفي الظروف الجوية الصعبه كالأمطار والضباب
د- قدرتها على قياس مسافات تتجاوز 50كم بخطا لا يتجاوز 10 سم .وتصنف الأجهزة الألكترونية تبعاً لمدى القياس أو لطول الموجه الكهرومغناطيسية المرسلة ومن هذه الأجهزة التاكيومتر الألكتروني الذي يستخدم الأشعة تحت الحمراء لقياس المسافات الأفقية والمائلة وفرق المنسوب (الارتفاع)بين النقاط .

وحدات القياس :Measuring Units

الوحدات المستخدمه في قياس الأبعاد والمساحات والحجوم هي على نظامين :

1-النظام الانكليزي :

إذ تستخدم الياردة كوحدة قياس أساسية في هذا النظام ويقال إنها تمثل طول ذراع الملك هنري الأول, ولليادرة أجزاء ومضاعفات هي كما يأتي:

الياردة=3 أقدام
القدم = 12 انج
الميل= 5280 قدم
الآيكر(acre)=43560 قدم مربع
الميل المربع=640 آيكر

2-النظام الفرنسي (المتري)

يستخدم في هذا النظام المتر كوحدة أساسية وهو يساوي 10000000/1 من طول المسافة بين خط الاستواء والقطب الشمالي مقاساً على خط الطول المار بمدينة باريس وللمتر أجزاء ومضاعفات وكما يأتي:

1م = 10 ديسمتر
1م =100 سنتيمتر
1م =1000 ملمتر
المتر =1000000 مايكرومتر
الكيلومتر =1000م

الميكامتر =1000000متر
أما وحدات المساحه بالنظام المتري فهي:
المتر المربع ومضاعفاته
الأولك =100م^2
الدونم =2500م^2=25 أولك
الهكتار=10000م^2=4 دونم
الكيلو متر المربع =1000000م2= 400دونم
التحويل بين النظامين:
الانج =2.54سم
القدم = 30.48سم
المتر=39.37 انج
الكيلومتر=0.62137 ميل

وحدات قياس الزوايا:

هناك ثلاثة أنظمة لقياس الزوايا :

1- النظام الستيني:وهو تقسيم الدائرة إلى 360 درجة والدرجه تساوي 60 دقيقة والدقيقة تساوي 60 ثانية .

2- النظام المئوي:وفيه يتم تقسيم الدائرة إلى 400 قسم وكل قسم يساوي درجة مئوية والدرجة تساوي 100دقيقة مئوية وكل دقيقة تساوي 100 ثانية مئوية .

3- النظام الدائري (النصف قطري):
حيث تقسم الدائرة إلى 2ط من الزوايا النصف قطرية والزاوية النصف قطرية :هي الزاوية المركزية التي تقابل قوساً طوله يساوي نصف قطر الدائرة .
أما العلاقه بين الانظمة المذكوره فهي كالآتي:
0.9 درجه ستينية =1 درجة مئوية
1 ريدين(نصف قطري)=57.29778 درجة ستينية
1 درجة مئوية =0.01570796 ريدين(درجة بالنظام النصف قطري).

المسح بالشريط:

(كيفية قياس مسافة باستخدام الشريط الكتاني) :
الأدوات المستعملة:
1- شريط كتاني بطول يتراوح بين(30-50) م.
2- شواخص: وهي عبارة عن أعمده تصنع من الحديد أوالخشب بطول (2-3) م وقطرها -6) (3 سم ويكون مدبب من الاسفل لكي يغرس بالأرض بسهولة(شكل38). وعند استعمال الشواخص في الأرض الصلبه تستخدم معه قاعدة ثلاثية. يكون عادةً الشاخص بلونين كي نتمكن من تمييزه من مسافات بعيدة كالأحمر والأبيض والأصفر والأسود .وتستعمل الشواخص للتوجيه في عمليه القياس أي تحديد استقامة الخطوط وكذلك توضع فوق النقاط الأرضيه كي يمكن الاستدلال عليها ورؤيتها من مسافات بعيده أثناء القياس .

شكل 38. الشواخص

3- الشوكات Taping pins : عباره عن أسلاك فولاذيه بقطر (3-6)ملم وطول (20-50) سم ومدببة من الأسفل كي تغرس بالأرض بسهوله أما من الأعلى فتكون على شكل حلقة وتستعمل في تحديد نهاية كل قياس جزئي كذلك في تحديد استقامة الخطوط.

شكل (39) شوكة

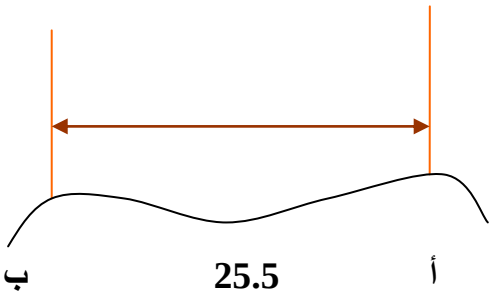
4- الأوتاد Pegs: عبارة عن أوتاد خشبية أو معدنية أسطوانية أو موشورية يترأوح طولها بين (30-50) سم وقطرها (3-6)سم وتكون مدببة من الأسفل كي تغرس وتثبت في الأرض فوق النقاط الأرضية بحيث تدق في الأرض ولا يظهر منها سوى (10-15) سم أما في الأراضي الصلبة فتستخدم القضبان الحديدية.

شكل 40. وتد

5- الخيط والشاقول Plumb bob: عباره عن ثقل مخروطي معدني ويتدلى من خيط ويكون حر الحركه ويشير إلى مركز الأرض بفعل الجاذبية ويستعمل في تحديد الاتجاه الرأسي ومن ثم الحكم على أفقية الشريط أثناء القياس إذا كان الخط الشاقولي للمخروط متعامداً مع الخطوط الأفقية.

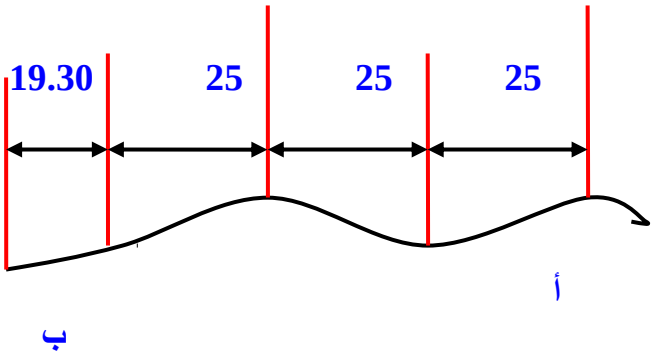
لقياس مسافة معينة قد تكون المسافة إما أطول من طول الشريط أو أقصر من طول الشريط فعندما تكون المسافة أقصر من طول الشريط ولتكن المسافه (أ ب) نقوم بدق أوتاد على النقاط الأرضية ووضع الشواخص بموازاتها ثم نفتح الشريط على سبيل المثال (لدينا شريط بطول 30م) فنقيس المسافه من أ← ب إلى أقرب وحدة تدريج على الشريط وهي السنتيمتر ولتكن مثلاً 25.5 متر .

الشاقول



أما في حالة كون المسافة المطلوب قياسها أكبر من طول الشريط فتتم عملية القياس كالآتي :
ندق أوتاد على كل من أ وب ونضع شواخص على نهايتي الخط المراد قياسه .هنا يجب تحديد طول الذرعة (بين أفرادالمجموعة القائمة بالقياس) كأن يتم الاتفاق على أن يكون القياس 25م في كل ذرعة من الشريط البالغ 30م على أن يراعى وجود الرياح اذ من غير الممكن فتح الشريط مسافه كبيره اثناء وجود الرياح لأنها سوف تقوس الشريط وتعطي مسافه أكبر من الحقيقية .ثم نبدأ بفتح الشريط 25 م ويترك على الأرض لحين ضبط الاستقامة .يقف أحد أفراد المجموعه حاملاً شاخصاً قرب القراءه 25م من الشريط بين النقطتين ويقوم الراصد المتواجد عند بداية الشريط أو عند النقطة التي تمثل بداية الخط المراد قياسه إذ يوجه الشخص المتواجد بين أ و ب يميناً ويساراً إلى أن يجعل الشواخص الثلاثة على استقامه واحده بعد ذلك يجري مسك الشريط وتوتيره وجعله مماساً.
للشاخص الذي تم توجيهه بين أوب ثم نقوم بتحديد ال25م بواسطة شوكة وبعدها نستمر بالقياس بالطريقة نفسها كما في المخطط أدناه إلى أن تتم عمليه القياس لكل الخط وعند النهاية نلاحظ وجود جزء متبقياً سوف يكون أقل من 25م فبذلك تكون المسافه أب = (طول القياس الواحدأو الذرعة)×عدد مرات القياس +الجزء المتبقي.

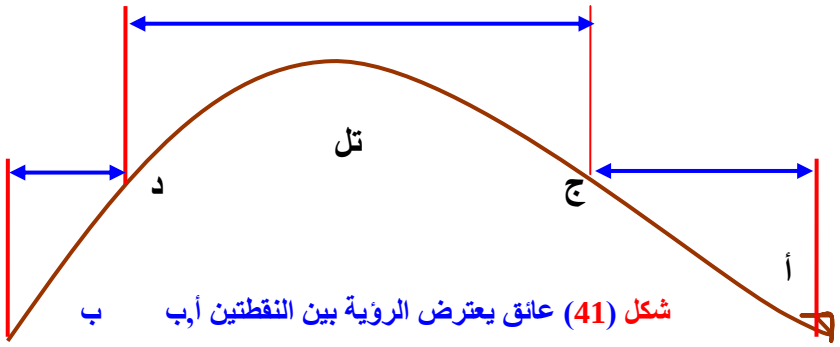
94.30=19.30+ (3×25)



العوائق التي تعترض القياس بالأشرطة :

من البديهي عند قياس مسافه يجب أولاً تحديد استقامتها ثم قياسها .إلا أن وجود بعض العوائق التي تعترض إما تحديد الاستقامة أو القياس مما يستوجب وجود طريقه للقياس وهذه الطريقه تعتمد على نوع العائق والذي يكون على ثلاثة انواع :

1-عائق يحجب الرؤية (تحديد الاستقامة): هذا العائق لا يعرقل عملية القياس المباشر كوجود تل بين النقطتين المراد قياس المسافه بينهما(شكل 41) .لقياس المسافه بين النقطتين(أ,ب) التي يفصل بينهما تل نضع شواخص فوق كلا النقطتين اللتين يفصل بينهما تل ثم نختار النقطتين (ج ,د) بحيث تكون أقرب ما يكون على استقامة (أ ,ب) وتثبت بشاخصين ولتحديد الاستقام نحتاج إلى شخصين في(د) وفي نقطة (ج) يقوم الشخص الواقف خلف الشاخص الموجود على (د) بتوجيه الشخص الواقف على نقطة (ج) بحيث تكون الشواخص(د ,ج, أ)على استقامة واحدة بعدها يقوم الشخص الواقف خلف شاخص(ج) بتوجيه الشخص الواقف في (د) بحيث تكون(ج ,د ,ب)على استقامه واحدة وهكذا تعاد العملية حتى يتم وضع الشواخص الأربعة على استقامة واحدة .بعد الانتهاء من تحديد الاستقامة تبدأ عملية القياس من (أ) إلى (ج) ثم من (ج إلى د) ثم من(د إلى ب) وتجمع المسافات للحصول على طول (أب).

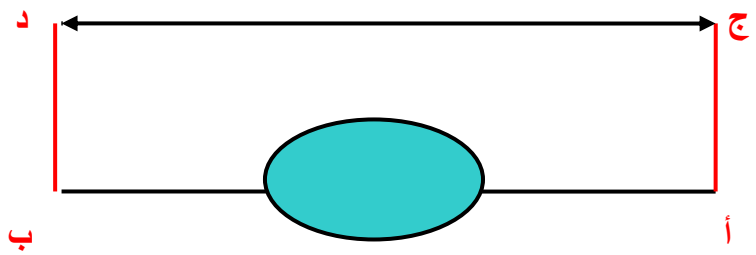


شكل (41) عائق يعترض الرؤية بين النقطتين أ,ب

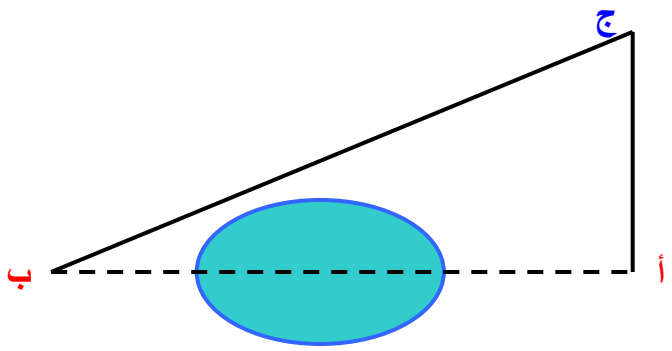
2- العوائق التي تعيق القياسات ولا تحجب الرؤية (تحديد الاستقامة):

من هذه العوائق البحيرات والبرك والأنهار ولإجراء القياس عبر هذه العوائق هناك عدة حلول منها :

أ- لقياس المسافه بين (أ,ب) عبر البركة يتم باقامة عمودين من نقطة(أ) ونقطة(ب) هي(أج ,ب د) بحيث(أ ج = ب د) ثم تقاس المسافه (ج د) والتي تسأوي (أب) وهي المسافه المطلوبة شكل (42) من الممكن قياس (أب)عن طريق اقامة عمود وليكن(أج)على (أب) ثم تقاس المسافه(ج ب) ثم نحسب المسافه(أب) عن طريق نظرية فيثاغورس الشكل (43) .



شكل (42) بركة تعترض القياس

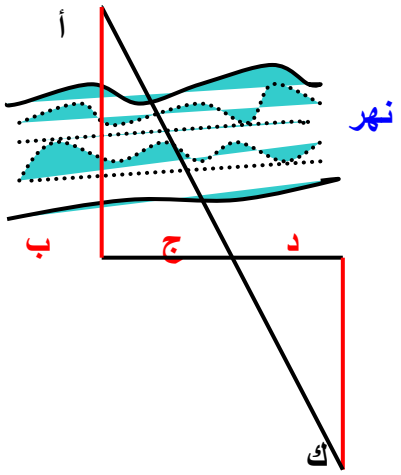


شكل (43) بركة ماء تعترض القياس

$(أب)^2 = (ب ج)^2 - (أج)^2$

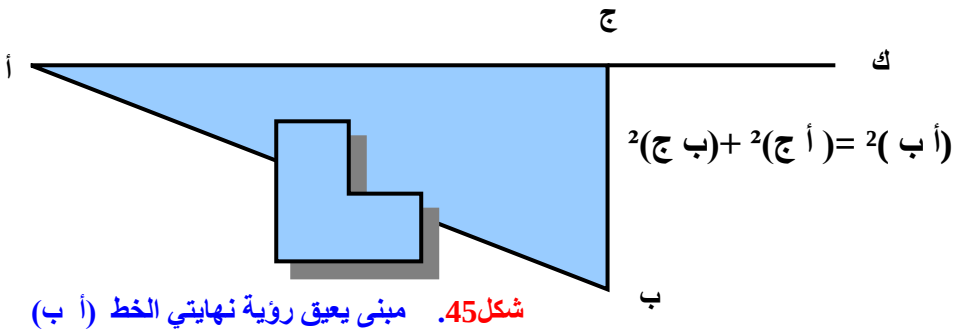
ب-عندما يكون العائق بحيرة واسعة أو نهراً يصعب في هذه الحاله عبورها لذلك تقاس كما يأتي :

لقياس (أ ب) (شكل44) نقيم عموداً على (أ ب) من نقطة (ب) ويكن (ب د) ثم ننصفه بنقطة (ج) ثم يقام العمود دك ويمد إلى أن تكون نقطة (ك) مع (ج أ) على استقامة واحدة وتقاس المسافة (د ك) التي تسأوي (أ ب) لأن المثلثين المتكونين متطابقين (زاويتين وضلع).



شكل44. نهر يعيق القياس

3- عأرض يعيق الرؤية والقياس: مثلاً وجود بناية بين النقطتين (شكل45) في هذه الحالة يمد مستقيم من أ وليكن (أ ك) ثم نقوم بإسقاط عمود من ب إلى (أ ك) ليكن (ب ج) ثم تقاس كل من (ب ج), (أ ج) و تحسب المسافه (أب) حسب قانون فيثاغورس .



شكل45. مبنى يعيق رؤية نهايتي الخط (أ ب)

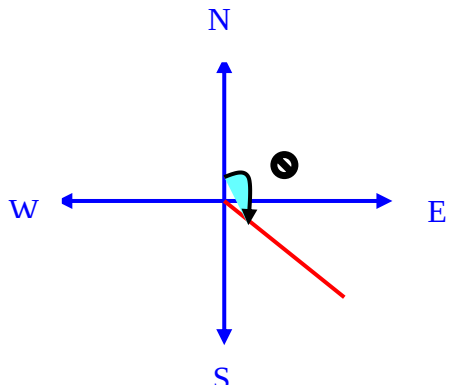
أنظمة الاتجاهات:

أ- الانحرافات : يعرف انحراف خط ما بإحدى الطرق الآتية :

1- الانحراف الدائري(Azimuth) :

هو الزاويه المقاسة من الشمال باتجاه عقرب الساعه إلى الخط المعني ويتراوح قيمته من الصفر إلى 360 درجة كما في الشكل (46) .

2- الانحراف الربع دائري (Bearing) : هو الزاويه المقاسة من الشمال أو الجنوب إلى الخط ويجب أن يذكر الربع الذي يقع فيه الخط ويتراوح بين (0-90) درجة.

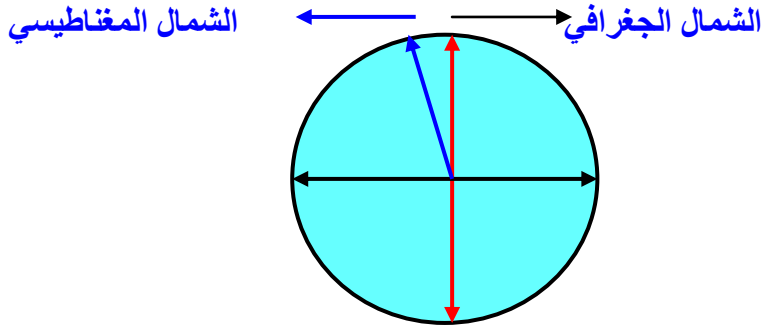


شكل46. الانحرافات

ب- اتجاهات خطوط الشمال الأساسية(شكل47) :

1- الشمال الجغرافي أو الحقيقي Geographical true meridian :يعرف الشمال الحقيقي عند أية نقطه بأنه الخط المار بتلك النقطه وبالقطبين الشمالي والجنوبي وهو ثابت ويحدد عن طريق الرصد الفلكي .

2- الشمال المغناطيسي magnetic meridian: وهو الاتجاه الذي تحدده الأبره المغناطيسية الحرة الحركه ويجب أن تكون بعيده عن التأثير المغناطيسي المحلي .وهذا الاتجاه غير ثابت بسبب العوامل الطبيعية.



شكل 47. الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي

3- الشمال المفترض :وهو أي اتجاه يحدده الراصد أو المساح على أنه اتجاه الشمال كأن يكون احد أضلاع المضلع الذي يعمل على أساسه .

زاوية الاختلاف:

وهي الزاوية المحصورة بين الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي وإما أن تكون شرق الشمال الجغرافي أو غربه والقانون الآتي يحدد العلاقة بين الشماليين :

الانحراف الجغرافي =الانحراف المغناطيسي (+ أو-) زاوية الاختلاف .

(+) إذا كانت زاوية الاختلاف شرقاً.

(-) إذاكانت زاوية الاختلاف غرباً.

عند قيامنا بمسح منطقة معينة نحتاج لقياس انحراف أحد الخطوط عند الشمال المغناطيسي وبذلك تستخدم البوصلة (شكل48) التي تتألف من :

1- الإبرة المغناطيسية (magnetic needle)

2- قرص دائري مدرج من صفر إلى 360 درجة ومقسم إلى أربعة أرباع.

3-علامات التسديد تساعد في رصد النقطة .

وهناك عدة أنواع منها بوصلة المساح والبوصله المنشورية .

شكل48. البوصلة compass

مقياس الرسم

من الطبيعي عندما يراد رسم خريطة لمنطقة معينة فلا يمكن تمثيلها بأبعادها الطبيعية لذا نحتاج إلى مقياس رسم واختيار مقياس الرسم يتوقف على مجموعة من العوامل منها أبعاد الورق الذي سوف يستخدم للرسم وأبعاد المنطقة التي ترسم لها الخريطة كذلك نوع الخريطة والغرض الذي من أجله رسمت.ويعرف المقياس بأنه النسبه العددية الثابته بين المسافة على الخريطة إلى ما يناظرها على الأرض .ويكتب على هيئة كسر عددي بسطه واحد ومقامه س.

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{المسافة على الخريطة}}{\text{المسافة على الأرض}} = \frac{1}{\text{س}}$$

والمقام يكون عادة من الأرقام (25,5,4,2,1) مضروبا ×10ومضاعفاتها وذلك لسهولة عمليات القسمة والضرب اثناء التحويل من الطبيعة إلى الخريطة أو بالعكس.

مثال1:

البعد بين بغداد والحلة على خريطة مقياسها 1/1000000 هو10سنتمترفما هو البعد الحقيقي بين المدينتين؟

الحل:

المسافة على الخريطة 1 10

مقياس الرسم =---------- = --------- = ----------

المسافة على الأرض 1000000 س

س=10×1000000=10000000سنتمتر

1كم=100000سم

100=100000/10000000كم المسافة بين المدينتين

مثال 2: خريطة مساحتها 20سم^2 وهي تمثل مساحة أرضية مقدارها 2 دونم فما هو مقياس رسم هذه الخريطة؟

الحل:

الدونم =2500م^2

1م^2=10000سم^2

20×2500×10000=500000000سم^2

مربع مقياس الرسم = المساحة على الخريطة / المساحة الأرضية

=500000000/20=25000000/1

المقياس=5000/1

حساب المساحات:

يعتبر حساب مساحة الأراضي من الأعمال الرئيسة عند إجراء المسح للمناطق السكنية أو الزراعية وتحسب المساحة إما من الخرائط أو في الحقل مباشرة وهناك طرق تستخدم لحساب المساحة من الخارطة فقط مثل استخدام جهاز البلانوميتر وهناك طرق تستخدم لحساب المساحة من الخارطة وكذلك في الحقل كالقوانين الهندسية وغيرها من الطرق .

1- مساحة الاشكال الهندسية :

1- المربع : شكل هندسي رباعي أضلاعه الأربعة متساوية في القياس وكل زاوية من زواياه قائمة

المساحة = (طول الضلع)^2 = س^2

حيث ان س = طول الضلع

س

2- المستطيل : شكل هندسي رباعي فيه كل ضلعين متقابلين متساويين بالقياس وزواياه قائمة.

المساحة = الطول × العرض

المساحة = س×ص

س

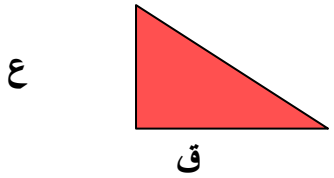
ص

3- المثلث: أبسط الأشكال الهندسية محاط بثلاثة أضلاع وتحسب مساحته حسب نوع المثلث :

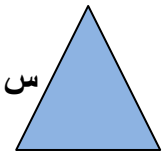
أ- المثلث قائم الزاوية :

المساحه =1/2 القاعدة×الارتفاع

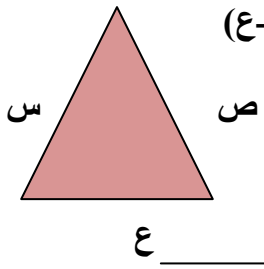
= 2/1 ع×ق
على فرض ع :الارتفاع
ق:القاعدة



ب- المثلث المتساوي الأضلاع :
المساحة =4/1مربع طول الضلع ×جذر 3
مس=4/1 س2×جذر3
س:طول الضلع



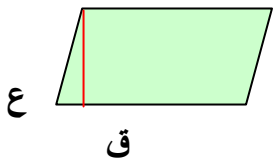
ج- المثلث بمعلومية أضلاعة الثلاثة (مختلف الاطوال)
إذا كانت الاضلاع هي س,ص,ع ح= نصف المحيط = (س+ص+ع)/2
مربع المساحة = ح(ح- س)(ح- ص)(ح-ع)



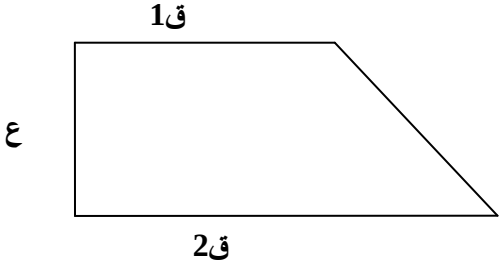
المساحة = $\sqrt{2\ (2-س)\ (2-ص)\ (2-ع)}$

4- متوازي الاضلاع :شكل رباعي فيه كل ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين وله قاعدة ق وارتفاع ع

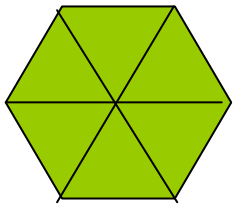
المساحة = القاعدة ×الارتفاع , مس= ق×ع



5- شبه المنحرف :هو شكل رباعي فيه قاعدتان متوازيتان فإذا فرضنا أن القاعده العليا(ق1) والقاعدة السفلى (ق2) وأن الارتفاع (ع)
المساحة = 2/1 (ق1+ق2) ×ع



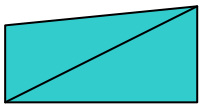
6- المسدس المنتظم: هو شكل سداسي متساوي الأضلاع كذلك جميع زواياه متساويه وهو يضم ستة مثلثات متساوية في المساحة وهذه المثلثات هي متساوية الأضلاع وعليه فإن مساحة هذا الشكل :



مس=6×(4/1×س^2×جذر 3)

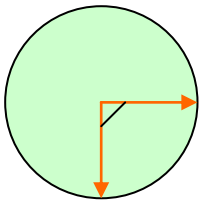
مس=2/3س^{2}جذر 3

7- المضلعات الأخرى: كالشكل الرباعي والخماسي والسداسي ...ألخ فهذه الأشكال تقسم إلى مثلثات وتحسب مساحة كل منها بمعلومية الاضلاع الثلاثة.



8- الدائرة : مساحة مستوية محاطة بمنحنى مغلق وتقع جمع نقاطه على بعد واحد من مركز الشكل والخط الواصل بين هذه النقاط أو المركز يسمى نصف القطر وعليه :

المساحه = نق×نق×ط = نق²×7/22



9- قطاع الدائرة : هو جزء من الدائرة محصور بين نصفي قطرين وعليه :

مساحة القطاع = درجة زأوية القطاع × نق^2×ط /360

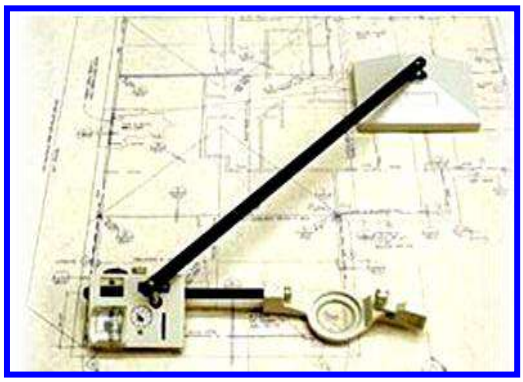
حيث إن ط هي النسبة الثابتة = 3.14 أو 22 /7

10- الكرة : هي جسم هندسي كل نقطة من نقاط سطحها على بعد واحد من مركزها فإذا كان نق نصف قطرها فإن :

المساحة =4نق^2 ×ط

ح الحجم = $\frac{4}{3}$ نق^3 × ط

2- حساب مساحة الخرائط المتعرجة الحدود:



جهاز بلانوميتر

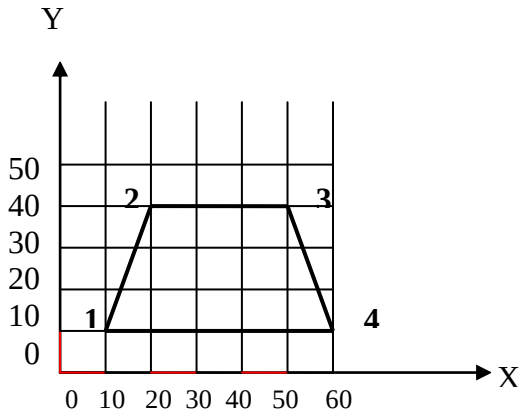
يستخدم جهاز البلانوميتر Planimeter لحساب مساحة الخرائط ذات الحدود المتعرجه إذ يتألف جهاز البلانو ميتر من عجله صغيره ترتبط بذراعين أحدهما يثبت على خارطة والأخر يدور حول حدود الخارطة المراد تعيين مساحتها .إذ تدور العجلة مسجلة أرقاما تتوافق مع المساحه اثناء مرور الذراع حول هذه الخارطة تسمى هذه العلاقة ثابت الجهاز وبذلك تكون المساحة المطلوبة مساوية إلى عدد دورات العجلة مضروبا في ثابت الجهاز .

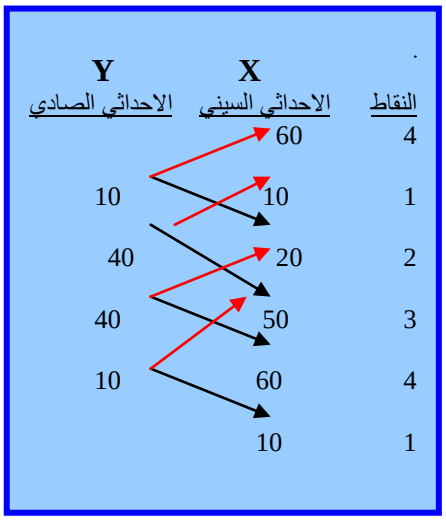
المساحة =عدد دورات العجلة × ثابت الجهاز

3- مساحة الأشكال المحددة بخطوط مستقيمة :

من الممكن حساب مساحة الأشكال ذات الحدود المستقيمه (المضلعات) سواء كان العمل في الحقل أو على الخرائط عن طريق تقسيمها إلى مثلثات وحساب مساحة كل مثلث على حده ثم جمعها. كذلك يمكن حساب مساحتها عن طريق معرفة أحداثيات رؤوس هذا المضلع ومن ثم ترتيب الاحداثيات في عمودين ثم حساب المساحه وكما ياتي: إذا علمت أحداثيات أركان المضلع (x,y) فإنه بالإمكان حساب ضعف المساحة والذي يساوي المجموع الجبري لحاصل ضرب الاحداثي الصادي لكل نقطة في الأحداثي السيني للنقطة التي تليها مطروحا منه المجموع الجبري لحاصل ضرب الأحداثي السيني لكل نقطه في الأحداثي الصادي للنقطة التي تليها ومن ثم قسمة الناتج على2 مع ملاحظة إهمال الإشارة السالبة في الناتج النهائي وكذلك الحركة بين رؤوس المضلع يجب أن تكون في اتجاه واحد أي البدء بنقطة والرجوع اليها. ويمكن وضع القانون في صيغة مبسطة كما ياتي :

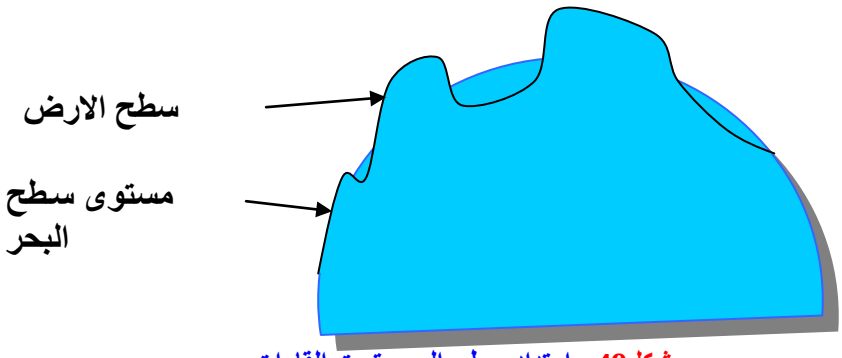
ضعف المساحة = (10×10+60×40+50×40+20×10)-
(10×60+10×40+40×20+50×10) =2400
المساحة =2/2400=1200 متر مربع





التسوية Leveling:

هي عملية مساحية الغرض منها ايجاد المستويات المختلفة(ارتفاعات ,انخفاضات) بالنسبة لمستوى ثابت يطلق عليه مستوى المقارنه وغالبا ما ياخذ معدل سطح البحر للمقارنة Mean sea level(MSL) (شكل49) . تعتبر عملية التسوية من الاعمال المساحية المهمة والأساسية في الكثير من المشاريع ومنها المشاريع الزراعية .



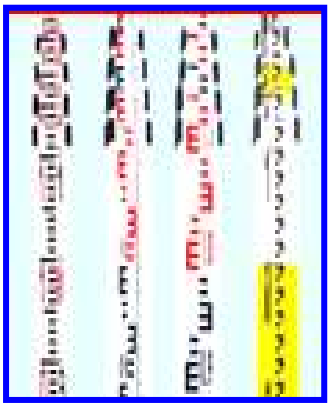
شكل49. امتداد سطح البحر تحت القارات

ولأجل الحصول على ارتفاعات النقاط (المناسيب) عن مستوى سطح البحر ,أو لغرض المقارنة بين النقاط بالنسبة لبعضها البعض من حيث الارتفاع والانخفاض لابد من توفر العوامل الأتية:

1- جهاز ليفل level : هو الجهاز الرئيسي المستخدم لتعيين المواقع الرأسية للنقاط (المناسيب), ويتكون من انبوب مملوء جزئياً بالكحول مكوناً فقاعة تعطي الاتجاه الأفقي عندما تكون في وسط الأنبوب ويرتبط هذا الأنبوب بتلسكوب يتحرك في مستوي افقي فقط وتعتمد دقة الجهاز على حساسية الفقاعة وتوجد انواع مختلفة من اجهزة اللفل من حيث الدقة والمنشأ (شكل50).

شكل 50. جهاز اللفل

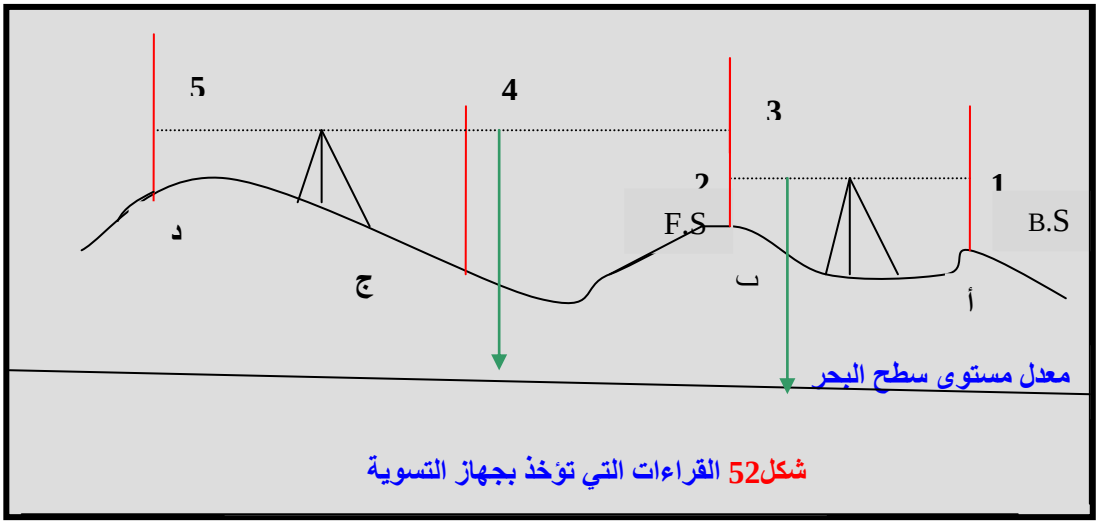
2- مسطرة التسوية Level rod: توجد أنواع كثيرة من المساطر بعضها مكون من قطعة واحدة والبعض الأخر من عدة اجزاء لسهولة نقلها (شكل51) وتكون مصنوعة من الخشب ومدرجة من الصفر إلى اربعة أو خمسة امتار والامتار مقسمة إلى الديسيمترات والسنتيمترات وتلون المساطر بلونين مختلفة لسهولة القراءة و التمييز من مسافات بعيدة كذلك تزود المساطر بفقاعة لضبط شاقوليتها على الرض أثناء أخذ القراءة بواسطة جهاز اللفل.



شكل (51) مساطر تسوية

3- راقم التسوية Bench mark (B.M):هي نقطة ثابتة موجودة على سطح الأرض وتم تحديد ارتفاعها (منسوبها) عن مستوى سطح البحر بدقة عالية وحدد موقعها في الحقل لتكون مرجعاً لتحديد مناسيب نقاط أخرى . وتكون هذه النقطة مثبتة بشكل هندسي ومرقمة ومعلومة بالنسبة للدوائر ذات العلاقة . ولغرض مسح حقل معين وايجاد مناسيب نقاطه ورسم خارطة له تبين طوبوغرافيته .نقوم بنصب جهاز الليفل بالحقل وضبطه ضبطاً مؤقتا والذي يتضمن ما يأتي:

1- مركزة الجهاز فوق النقطة الأرضية.
2- ضبط الفقاعة الدائرية (فقاعة التسوية) بواسطة مسامير التسوية .
3- توضيح صورة الشعيرات المتقاطعة .
4- توجيه الجهاز على المسطرة وتوضيح صورتها.
5- التخلص من ظاهرة الزوغان وهي الحركة الظاهرية للشعيرات المتقاطعة على المسطرة عندما يحرك الراصد عينه . ويتم التخلص منها بتوضيح صورة المسطرة والشعيرات المتقاطعة في نفس الوقت عدة مرات . بعد ذلك تنصب المسطرة بشكل شاقولي على راقم التسوية (B.M نقطة أ) وتؤخذ قراءة عليها تسمى التسديد الخلفي B.S(قراءة 1) بعد ذلك تحرك المسطرة لتنصب على النقطة المجهولة المنسوب(ب) وتؤخذ عليها قراءة تسمى بالتسديد الامام F.S (قراءة2) فاصبح بالامكان الحصول على ارتفاع هذه النقطة المجهولة عن طريق حساب ارتفاع خط تسديد الجهاز أولاً ثم حساب ارتفاع النقطة المجهولة وهذه الطريقة تعرف بطريقة ارتفاع الجهاز .هناك قراءات وسطية تؤخذ عند عدم رفع الجهاز بين أول قراءة (BS) واخر قراءة قبل رفع الجهاز(F.S) (شكل52) بالامكان نصب الجهاز واخذ قراءة خلفية ثم امامية فقط .كذلك يمكن نصبه واخذ قراءة خلفية ثم عدد كبير من الوسطيات ثم ننهي العمل بقراءة امامية وهكذا يتم اخذ القراءات حسب متطلبات العمل.



شكل52 القراءات التي تؤخذ بجهاز التسوية

ارتفاع الجهاز = منسوب راقم التسوية + القراءة الخلفية
منسوب النقطة المجهولة = ارتفاع الجهاز- القراءة الماخوذة عليها .

مثال: أجريت عملية تسوية لإيجاد مناسيب مجموعة من النقاط فأخذت القراءات الآتية عليها وكما مبينة في الجدول,المطلوب إيجاد مناسيب هذه النقاط عن مستوى سطح البحر إذاعلم ان النقطة الأولى هي راقم تسوية بمنسوب 30م عن مستوى سطح البحر.

النقاط	التسديد الخلفي B.S	التسديد الوسطي I.S	التسديد الامامي F.S	ارتفاع الجهاز H.I	المناسيب (ارتفاع النقاط)
1	1.1			31.1	30
2		0.5			30.6
3		1			30.1
4		0.6			30.5
5	1.5		1.2	31.4	29.9
6		0.7			30.7
7		0.4			31
8			0.9		30.5

الحل: ارتفاع الجهاز=30+1.1=31.1م
منسوب نقطة2=31.1-0.5=30.6
منسوب نقطة3=31.1-1=30.1
منسوب نقطة4=31.1-0.6=30.5
منسوب نقطة5=31.1-1.2=29.9

ارتفاع الجهاز الجديد = 29.9 + 1.5 = 31.4
منسوب نقطة 6 = 31.4 – 0.7 = 30.7
منسوب نقطة 7 = 31.4 – 0.4 = 31
منسوب نقطة 8 = 31.4 – 0.9 = 30.5

طرائق تمثيل طوبغرافية الأرض:

1- **الموديلات:** إذ تستخدم مواد البناء كالجص والبورك ومواد بلاستيكية مختلفة لصنع الموديلات التي تمثل العوارض الطبيعية كالجبال والمنخفضات وغيرها بأبعادها الثلاثة.

2- **التظليل:** يستخدم التظليل لتمثيل التضاريس الأرضية فمثلا للمرتفعات الشديدة يكون الظل قاتما وكلما فتح اللون دل على الانبساط.

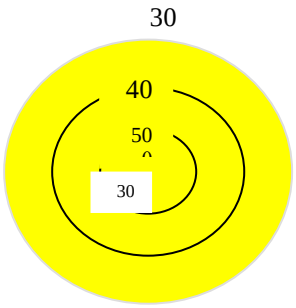
3- **التخطيط:** وهو رسم خطوط قصيرة تتقارب من بعضها في حالة الارتفاعات الشديدة وتتباعد كلم قل الارتفاع.

4- **التلوين:** يستخدم في الخرائط الجغرافية لإظهار التضاريس إذ يستخدم اللون القهوائي الغامق للدلالة على المرتفعات الشديدة وتقل حدته كلما قل الارتفاع ,أما اللون الأخضر فيستخدم للدلالةعلى مناطق السهول وهكذا .

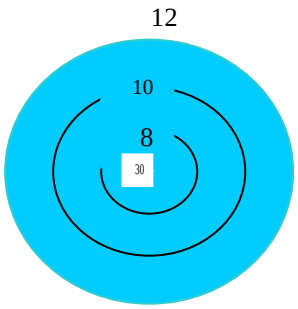
5- **الخطوط الكنتورية:** وهي طريقة واسعة الاستعمال في تمثيل التضاريس الأرضية.يمثل الخط الكنتوري مجموعة من النقاط ذات منسوب واحد عن مستوى سطح البحر .ومن الممكن ملاحظة الخطوط الكنتورية على حافات بحيرة راكدة ,إذ إن خط تقاطع سطح الماء مع سطح الأرض يمثل خط كنتوري وإذا انخفض ماء البحيرة 1 متر ظهر خط آخر وإذا انخفض الماء مرة أخرى ظهر خط آخر .هذا الفرق الرأسي بالمنسوب بين خط واخر يسمى الفترة الكنتورية .من هنا ستكون الفترة الكنتورية هي المسافة الرأسية بين كل خطين كنتوريين متتاليين وهي ثابتة في الخارطة الواحدة .أما الفسحة الكنتورية فتعرف بالمسافة الأفقية بين كل خطين كنتوريين متتاليين وهي متغيرة باستمرار وتقاس بالمسطرة على الخارطة.

خصائص الخطوط الكنتورية:

1- جميع النقاط الواقعة على الخط الكنتوري لها منسوب واحد عن مستوى سطح البحر.
2- خارج قسمة الفترة الكنتورية على الفسحة يمثل الانحدار وبما أن الفترة الكنتورية ثابتة فإن الانحدار يتناسب عكسيا مع الفترة الكنتورية.
3- إذا كانت الفسحة الكنتورية ثابتة بين الخطوط دل ذلك على ان انحدار الأرض منتظماً بين هذه الخطوط .
4- لا تتقاطع الخطوط الكنتورية مع بعضها البعض إلا في حالات نادرة مثلا مرور جسر فوق واد .
5- تدل الخطوط الكنتورية المغلقة على مواقع مرتفعة أو منخفضة ففي حالة الارتفاعات تتناقص لمناسيب من الداخل إلى الخارج (شكل53) أما في المناطق المنخفضة أو البحيرات فيزداد المنسوب بالابتعاد عن المركز(شكل54).



شكل53. قمة جبل



شكل 54. بحيرة

6- بما أن الخط الكنتوري يمثل تقاطع سطح مستو مع سطح الأرض الطبيعية فلا بد أن ينغلق على نفسه ولا يشترط أن ينغلق داخل الخارطة الواحدة .
7- الخط الكنتوري لا يتفرع كما لا يمكن لخطين أن يتحدا ويكونا خطاً واحداً .
8- ترسم الخطوط الكنتورية باليد بعد أن تحدد النقاط على الخارطة على شكل خطوط رفيعه ويكون الخط الخامس أسمك من البقية, ويكتب منسوب كل خط عليه .

طرائق رسم الخارطة الكنتورية :

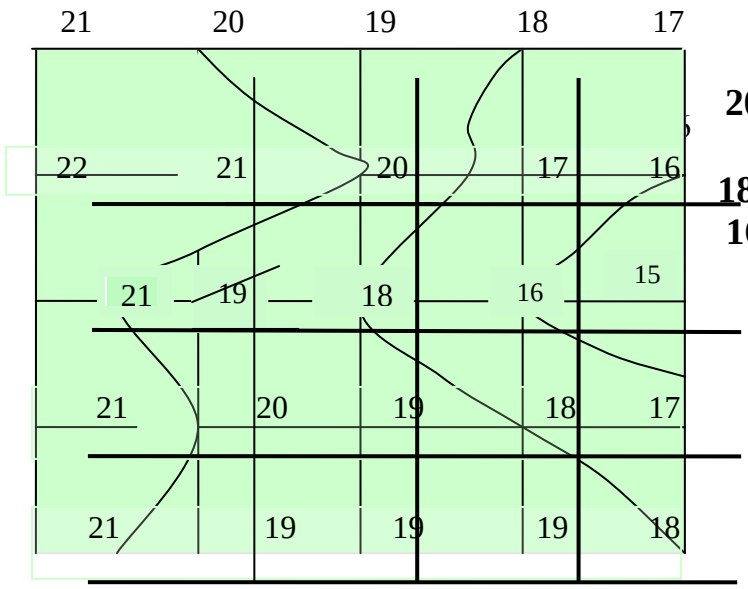
هناك طرق مختلفة لرسم الخرائط الكنتورية منها:

1- طريقة نقاط الضبط.
2- طريقة المقاطع.
3- طريقة التثبيت المباشر.
4- طريقة المربعات . سيتم التطرق لهذه الطريقة فقط لسهولة تطبيقها حقلياً.

تستخدم هذه الطريقة للمساحات الصغيرة ذات الانحدارات القليلة وتتصف بسهولة أعمال المسح للمنطقة إذ يبدأ العمل بتغطية المنطقة بشبكة من المربعات . طول ضلع المربع يحدد على ضوء طبيعة الأرض من حيث انتظام الإنحدار وكذلك المدة المطلوبة للعمل وسرعة إنجاز العمل . ولغرض عمل خارطة كنتورية لحقل أبعاده حوال 40×40 متر نحتاج إلى الأدوات الآتية:

1- جهاز ليفل .
2- مسطرة التسوية .
3- شريط كتاني
4- سجل للقياسات .

نقوم بتحديد طول ضلع المربع الواحد مثلاعشرة أمتار وبذلك نقسم الحقل إلى مربعات صغيرة طول ضلع كل منها عشرة أمتار ثم ينصب جهاز الليفل داخل أو خارج الحقل ونقوم بأخذ القراءات على جميع رووس المربعات المتكونة ومن راقم تسوية قريب نحصل على مناسيب هذه النقاط (شكل55) ومن ثم رسم الخارطة الكنتورية للحقل بعد أن نختار الفترة الكنتورية . والتي يعتمد اختيارها على عدة عوامل منها : مقياس الرسم إذ تؤخذ فترة كنتورية كبيرة للخرائط ذات المقياس الصغير كذلك يعتمد اختيارها على طبيعة الأرض فالأراضي المنبسطة والقليلة الإنحدار تؤخذ فترة كنتورية صغيرة والعكس بالعكس بالنسبة للإنحدارات الكبيرة .



الفترة =2م
الخط الكنتوري الأول =20
الخط الكنتوري الثاني =18
الخط الكنتوري الثالث =16

شكل55. خارطة كنتورية

أسئلة الفصل السابع

س1:عرف مايلي: 1- المساحة 2- المساحة الجيوديسية 3- المساحة المستوية 4- عجلة القياس 5 - البلانوميتر 6- ذراع الإسناد 7- الشواخص 8-عملية التسوية 9- شريط الأنفار 10- اللفل

س2:اذكر فروع المساحة المستوية وعرف كلا منها.

س3:عدد تطبيقات الهندسة المساحية في المجال الزراعي.

س4:عدد طرق قياس المسافات على الأرض واشرح واحدة منها.

س5:ماهي وحدات قياس الأبعاد في النظامين الفرنسي والانكليزي وماهي العلاقة بينهما.

س6:عدد انظمة قياس الزوايا والعلاقة بينها.

س7:بين كيفية قياس مسافة بين نقطتين يفصل بينهما نهر.

س8:خريطة مساحتها 40سم^2 ومقياس رسمها 25000/1 احسب المساحة الأرضية التي تمثلها.

س9:ماهي الطرق المتبعة في تمثيل طوبغرافية الأرض.

س10:عرف الخطوط الكنتورية واذكر خصائصها.

الجزء الثاني

الري

الفصل الثامن - الري

الآهداف

الهدف العام :- الألمام بأساسيات الري

الأهداف الخاصة

1- الأ لمام بأهمية الري في الزراعه وأطوار عملية ألري.

2- الألمام بأ همية سعة ضغط الماء الجاهز للنبات.

3- التعرف على منحنى مواصفات رطوبة التربة واهميتة التطبيقية في تحديد سعة ضغط الماء الجاهز للنبات وكمية ماء الري اللازم اضافته في كل ريه.

4- التعرف على الفيض التراكمي ومعدل الفيض.

5-الألمام بطرق قياس سرعة الجريان وحسابات التصريف.
6- الألمام بانظمة ايصال مياه الري وطرق خزنها.

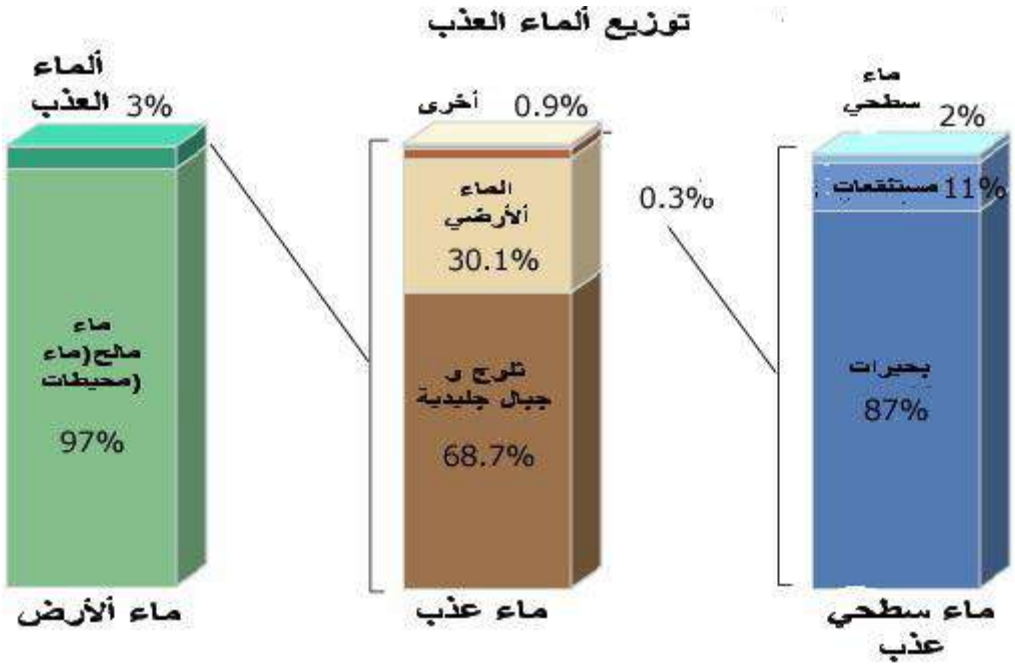
الفصل الثامن

الري

يرتبط الري بثاني أكثر المصادر الطبيعية أهمية بعد التربة ألا وهو الماء. توجد المياه السطحية في المحيطات , حقول الثلج والجبال الجليدية ,البحيرات, الأنهار ,الجداول والمناطق الرطبة كما يوجد الماء تحت سطح الأرض كماء تربة وماء أرضي وماء الغلاف الجوي شكل(56) على الرغم من ان المياه تغطي ثلاثة ارباع الكرة الأرضية إلا أن المياه العذبة لاتشكل سوى نسبة 3% من ماء الأرض. يوجد 68.7% من الماء العذب ضمن ثلاجات ومناطق منجمدة ولا يمكن الوصول إليه والاستفادة منه . انه لمن دواعي الدهشة أن يكون معظم الماء العذب تحت سطح الأرض بشكل ماء جوفي , ومن مجموع المياه العذبة هناك فقط مايقارب من 0.3% من الماء العذب بشكل انهار وبحيرات وهو الماء ألأهم الذي تستعمله غالبيتنا في الحياة اليومية. يبين الشكل57. ان مايقارب من 97% من ماء الأرض يوجد فوق سطح الأرض في المحيطات.

يعد الري المستهلك الرئيس والأكثر استخداما للماء في عدد كبير من الاقطار والري هو من الموارد الرئيسية التي تؤثر على شكل ومستوى الإنتاج الزراعي . ان انتاج المحاصيل في الأراضي المروية يكون عموما أعلى وأقل تغايراً عنه في المناطق غير المروية . إن زيادة الانتاج خلال العقود القليلة السابقة يرجع إلى زيادة المساحة المروية . يشكل الري (90-70)% من حجم الماء الكلي المستخدم في الأقطار المتقدمة وأكثر من 33% في أقطار ومنظمات أخرى . تشكل المساحة المروية 17% من المساحة الكلية المزروعة على سطح الكرة الأرضية . لكنها تجهز 40% من الحاجة الغذائية للعالم .

شكل56. دورة الماء في الطبيعة



شكل57. التوزيع النسبي للأنواع المختلفة للمياه المتوفرة على سطح كوكب الأرض.

تعريف الري:

هو العملية التي يتم بموجبها جلب الماء للحقل لغرض الإنتاج الزراعي من خلال أي من الوسائل الصناعية .ان الأرض المروية في الغالب تحوي محاصيل أو حشائش أو نباتات نامية لاتستلم كميات كافية من الأمطار أو من المصادر الطبيعية الأخرى. يتم الري في بعض الاحيان بسبب كون كميات الأمطار الساقطة تكون أقل من معدلاتها وفي البعض الآخر يتم الري بسبب ان الحقل لايستلم كمية كافية من الماء. ان مصدر ماء الري قد يكون من بحيرة مجاورة أو خزانات أو أنهار أو آبار. تعتمد كمية الماء اللازم أستخدامها للري على نوع المحصول وكمية الأمطار المرتبطة بمناخ المنطقة .

أهمية الري في الزراعة:

1- يخدم الفعاليات البايولوجية والكيميائية والمعدنة (تحويل العنصر إلى الصيغة الأيونية القابلة للأمتصاص من قبل النبات مثل معدنة النيتروجين العضوي). في المناطق ذات الفصول الجافة فإن ماء الري يطيل الفترة الزمنية التي تنخفض فيها الفعاليات البايولوجيه وتوفر العناصرمما يسهم في توفير ظروف نمو ملائمة للنبات المزروع.

2 - يولد محلول التربة ويسهم في امتصاص المغذيات من قبل النبات. إن ماء الري هو الوسط الذي تذوب فيه المغذيات(محلول التربة) مما يجعل المغذيات جاهزه للنبات.

3- يدخل في تكوين الكاربوهيدرات اثناء عملية التركيب الضوئي حيث تتكسر جزيئة الماء و تنتظم نوياتها في جزيئات جديدة مكونة الكاربوهيدرات ومحررة الأوكسجين.

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow 6C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

4- يدعم بناء النبات, إن جزيئات الماء الموجودة ضمن الأوعية الناقلة للماء وغيرها من الانسجة تسهم فيزيائياً بفعل ضغط انتفاخ الماء في إسناد النبات ونموه شامخا فوق سطح التربة .

5- يعمل على الحفاظ على درجة الحرارة ضمن أنسجة النبات خلال عمليات التبخر- النتح التي تمتص الحرارة من النبات والتربة.

6- يستخدم ماء الري لدرء خطرالإنجماد خلال مرحلة سقوط الصقيع الثلجي. تستخدم الزراعة حالياً 20% من حجم المياه العذبة الكونية وقد تصل هذه النسبة إلى 95% في عدة أقطار نامية لسد الحاجة الفعلية اللازمة من الغذاء .
في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث مشكلة شحة المياه فإن الري يلعب دوراً رئيساً لسد الاستخدامات المدنية والزراعية . وفي مناطق متعددة فإن الاستخدام المفرط للمياه يحدث في مرات متعددة خلال الري.

أطوار عملية الري السيحي:

تجري عملية الري بتسليط الماء من مصدره إلى الجانب الأعلى للحقل حيث يتحرك الماء بفعل جاذبية الأرض إلى الجانب الأسفل من الحقل. تحدث عملية الري في أربعة أطوار متميزة يمكن أن تحصل جميعها خلال عملية الري وهي:

1- طور التقدم : Advance Phase

ويبدأ من زمن فتح الماء في بداية الحقل (الزمن 0) لحين وصول إلماء إلى نهاية الحقل .

2- طور الخزن: Storage Phase

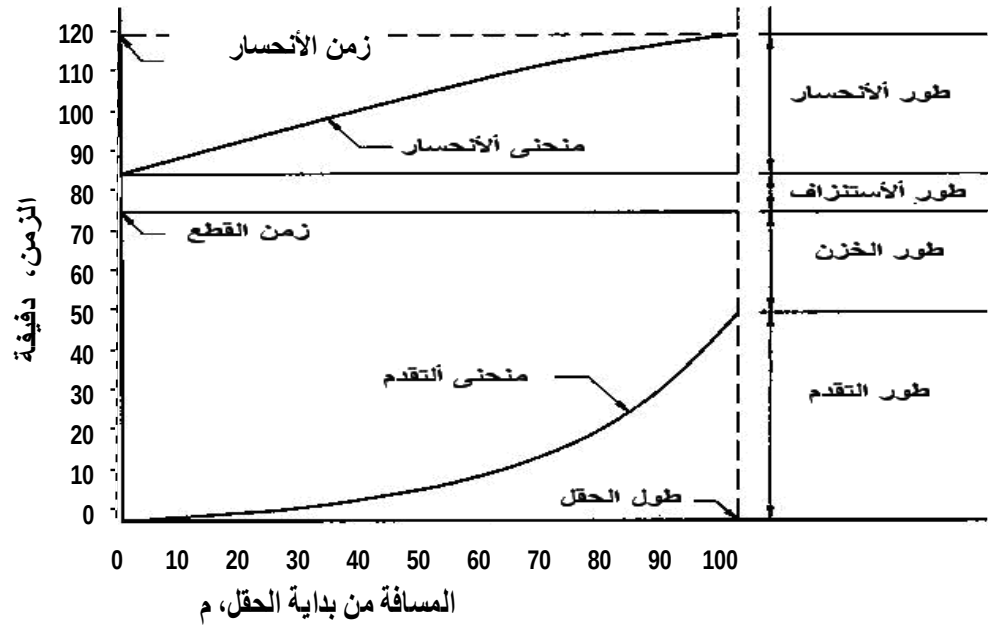
ويبدأ من زمن وصول الماء إلى نهاية الحقل المسدودة وغالباً ما يخفض التصريف للسماح للحقل بالحصول على الكمية اللازمة من ماء الري وينتهي هذا الطور بزمن سد الماء في بداية الحقل.

3- طور الاستنزاف: Depletion Phase

وهو الطور الذي يبدأ من نهاية طور الخزن وبداية طور الانحسار.

4- طور الانحسار: Recession Phase

ويبدأ من زمن انحسار الماء أي اختفاءه من سطح التربة ويبدأ عادة من بداية الحقل الذي يكون في الغالب يمثل الجانب الأعلى من الحقل. يتضح من الشكل 58. إن الزمن الفعلي لفترة بقاء الماء عند أي نقطة في الحقل تنحصر بين منحنيي التقدم والأنحسار على سبيل المثال كان الزمن الفعلي لفترة بقاء الماء عند بداية الحقل85 دقيقة وعند نهاية الحقل 70دقيقة.



شكل58. الأطوار الأربعة في عملية الري السيحي

إن هذه الأزمان تمثل الزمن الفعلي لفترة بقاء الماء على سطح التربة أثناء عملية الري وهذا يتطلب التحديد المسبق لخصائص غيض الماء في التربة لإعطاء الكمية اللازمة من ماء الري وزيادة كفاءته. من جهة أخرى يبين الشكل أن طور التقدم استغرق 50 دقيقة للوصول إلى نهاية الحقل في حين استغرق طور الأنحسار 35 دقيقة واستغرق طور الخزن 20 دقيقة و طور الأستنزاف 10 دقيقة.

ماء التربة الجاهز للنبات :Plant-Available Soil Water

تحوي التربة على الماء بكميات تختلف حسب درجة الجفاف (لا تعتبر التربة جافة إلا في حالة وضعها في فرن حراري على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة لا تقل عن 24 ساعة) . إن ماء التربة لايكون كله جاهزاً للنبات ذلك لأن الماء يكون ممسوكا إلى دقائق التربة بقوى الشد السطحي (راجع شكل10) وهي قوى التماسك التى تحصل بين الدقائق المتشابهة (مثلا بين جزيات الماء مع بعضها أو بين دقائق التربة مع بعضها) وقوى التلاصق التى تحصل بين الدقائق المختلفة (مثلا بين جزيات الماء و دقائق التربة) . وبما أن الأبتلال يحصل للتربة عند إضافة الماء فهذا يعني أن قوى التلاصق بين جزيئات الماء و دقائق التربة هي أعلى من قوى التماسك بين جزيات الماء و أعلى من قوى التماسك بين دقائق التربة وأعلى من قوى التلاصق بين سطح السائل (ماء التربة) والغاز (هواء التربة) . تحيط جزيَات الماء بدقائق التربة بشكل أغلفة يكون سمك كل منها جزيئة ماء واحدة. ترتبط جزيئات الماء القريبة من سطح دقيقة التربة بقوة عالية جدا (قوى كهربائية مستقرة) وتكون غير جاهزه للنبات ويسمى هذا الماء بالماء الهايكروسكوبي ويكون ممسوكا بقوة أعلى من 15 بار اي مايعادل ضغطا أعلى من 1500000 نيوتن/م^2 . تقل قوة الشد السطحي كلما ابتعدنا عن سطح دقيقة التربة. ان الحد الأدنى للماء الجاهز للنبات هو الماء الممسوك بقوى شد سطحي تعادل 15 بار(1500 كيلوباسكال). تزداد جاهزية الماء كلما ابتعدنا عن سطح دقيقة التربة حتى نصل إلى الحد الأعلى للماء الجاهز للنبات الذي يحصل عند شد 330 سم ماء أي مايعادل $\frac{1}{3}$ بار أو 33 كيلوباسكال. بعد هذا الشد لاتكون قوى الشد السطحي فاعلة ويكون الماء حراً في حركته وغير ممسوكاً ويعرف بماء الجذب الأرضي وهو غير جاهز للنبات و يتحرك في المسامات الكبيرة بفعل جاذبية الأرض إلى أسفل المنطقة الجذرية ولا يستفاد منه النبات.

إن سعة الماء الجاهزهي كمية الماء التي يمكن للتربة خزنها وتكون جاهزة للنبات , ان سعة حفظ الماء تعتمد على الخواص الفيزيائية للتربة كالنسجة والتركيب والعمق . إن الحد الأعلى للماء الجاهز للنبات يعرف بسعة الماء الجاهز للنبات Plant Available Capacity Water.

إن سعة الماء الجاهز للنبات هي الفرق بين الحد الأعلى للتربة لخزن الماء وأدنى حد لاستخلاص الماء من قبل النبات وهو أعلى سعة حفظ للماء الجاهز للنبات يمكن لتربة تجهيزها على مدى العمق الجذري وتعتبر دليل خزن التربة للماء.

أهمية سعة الماء الجاهز للنبات

1- تحدد إنتاجية التربة وتكون كأساس مقارنة .

2- تحدد كمية الماء المخزون أصلا في التربة لغرض الزراعة (موسم الأمطارالسابق).

تختلف المحاصيل في قدرتها على استخلاص الماء من التربة ان جهد الماء في داخل الخلية يتم التحكم به فيسولوجياً .

إن خصائص المحصول التي قد تؤثر على استخلاص الماء تتضمن:
1- فترة بقاء المحصول وعمق الجذور .
2- كثافة وتوزيع الجذور
3- قابلية استخلاص الماء.

مثلاً إن فترة نمو محصول الماش هي أقل من فترة نمو محصول القطن لذلك فإن جذور القطن تنمو إلى أعماق أعلى مقارنة بجذور الماش وتكون قدرته أعلى في استخلاص الماء .
تقع غالبية الجذور في الطبقة السطحية (5-60) سم وهذا ملائم لنمو النبات حيث جاهزية الماء والمغذيات في هذا العمق وحتى في حالة تساوي العمق الجذري فإن النباتات تختلف في قدرة استخلاصها للماء بسبب اختلاف انتظام و توزيع الجذور فمثلا قد تكون الجذور ليفية أو وتدية.
يمسك الماء بواسطة التربة بشكل طبقات رقيقة تغلف دقائق التربة و في المسامات الصغيرة الكثيرة العدد ضمن هيكل التربة بقوى خاصية الشد السطحي وهما قوى التلاصق والتماسك .
إن الأملاح الموجودة في التربة تضيف زيادة في هذه القوى بشكل ضغط أزموزي وعليه لابد للنبات من أن يسلط قوة سحب مساوية على الأقل إلى قوة مسك الماء من قبل التربة لغرض استخلاص الماء من التربة لنمو النبات وبمعنى آخر لابد أن يكون الجهد الكلي للماء داخل الخلية أقل من الجهد الكلي لماء التربة لأن الماء يتحرك باتجاه انخفاض الجهد.
يغيض الماء بعد الري أو سقوط الامطارمن خلال سطح التربة إلى مقد التربة ويستمر بالحركة إلى طبقات التربة الأعمق بفعل الجاذبية . تتوقف حركة الماء الحر إلى الأسفل بعد مرور فترة زمينة تتراوح عادة بين (48-72) ساعة. إن المحتوى المائي المتبقي الممسوك في التربة بهذه الحالة يعرف بالسعة الحقلية التي تشكل الحد الأعلى للماء الجاهز لنمو النبات . إن أي إضافة أخرى من الماء فوق السعة الحقلية سيكون مصيرها الفقد بشكل ضائعات تسرب عميق تحت المنطقة الجذرية . ينخفض محتوى ماء التربة بعد الري بفعل التبخر واستهلاك النبات ويستمر بالانخفاض حتى الوصول إلى حد لا يستطيع فيه النبات استخلاص الماء من التربة .
إن المحتوى المائي عند هذا الحد يعرف بنقطة الذبول الدائم Permanent Wilting Point وهي تشكل الحد الأدنى للماء الجاهز .
إن مدى محتوى ماء التربة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم يعرف بسعة حفظ الماء الجاهز للنبات. إن سعة حفظ الماء الجاهز للنبات يختلف باختلاف نوع التربة ويزداد بزيادة نعومة التربة ومحتوى المادة العضوية كما في الجدول 4 التالي:

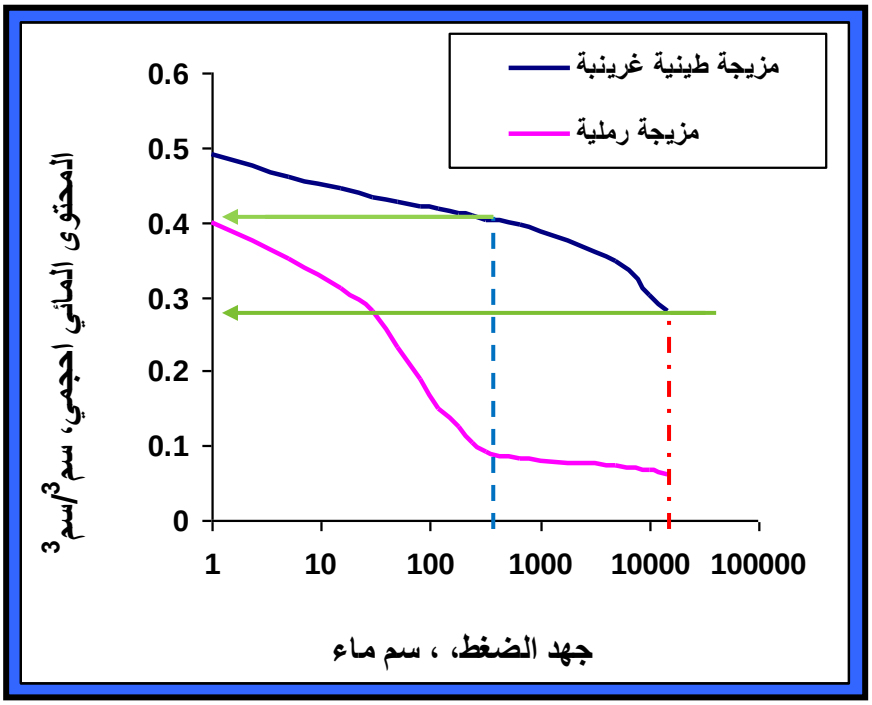
جدول 4. سعة الماء الجاهز لأنواع مختلفة من الترب

نسجة التربة	السعة الحقلية	نقطة الذبول الدائم	الكثافة الظاهرية	الماء الجاهز ملم/ مترعمق
رملية	10 -3	6 -2	1.8 -1.5	100 -50
مزيجة رملية	18-10	10 -7	1.6 -1.4	150 -90
مزيجة	25 -18	14 -8	1.5 -1.3	220 -140
مزيجة طينية	32 -20	16 -11	1.4 -1.3	250 -170
طينية	40 -32	22 -15	1.4 -1.2	280 -200

منحنيات مواصفات ماء التربة: Soil Water Characteristic Curves

وهي المنحنيات التي تصف العلاقة بين قوى الشد السطحي ومحتوى ماء التربة. يتم الحصول على هذه المنحنيات بطريقتين هما طريقة التجفيف (Desorption) وطريقة الترطيب (Sorption). في الطريقة الأولى يوضع نموذج تربة مشبع على قرص مسامي و يعرّض إلى سلسلة شدود

(تخلخل ضغط) أو سلسلة ضغوط (ضغط موجب) ويقاس المحتوى المائي عند التوازن مع الشدود (الضغوط) المسلطة، أما في الطريقة الثانية فنبدأ بنموذج تربة جاف يوضع داخل خلية ضغط محكمة تعرف Tempe cell ويكون النموذج على اتصال مع خزان ماء تحت الضغط الجوي من خلال وسط مسامي يتم بعدها خفض الضغط المسلط حتى الوصول إلى حالة التوازن حيث يقاس المحتوى المائي ثم يخفض الضغط ثانية حتى الوصول إلى حالة التوازن ويقاس المحتوى المائي وهكذا تسلط سلسلة ضغوط تناقصية للوصول إلى حالة الأشباع . يقاس المحتوى المائي عند الوصول إلى حالة التوازن مع الضغوط المسلطة. بعدها ترسم العلاقة بين الضغط المسلط و المحتوى المائي . ويبين الشكل59 منحنيا للوصف الرطوبي لتربتين أحدهما مزيجة طينية غرينية والأخرى مزيجة رملية.



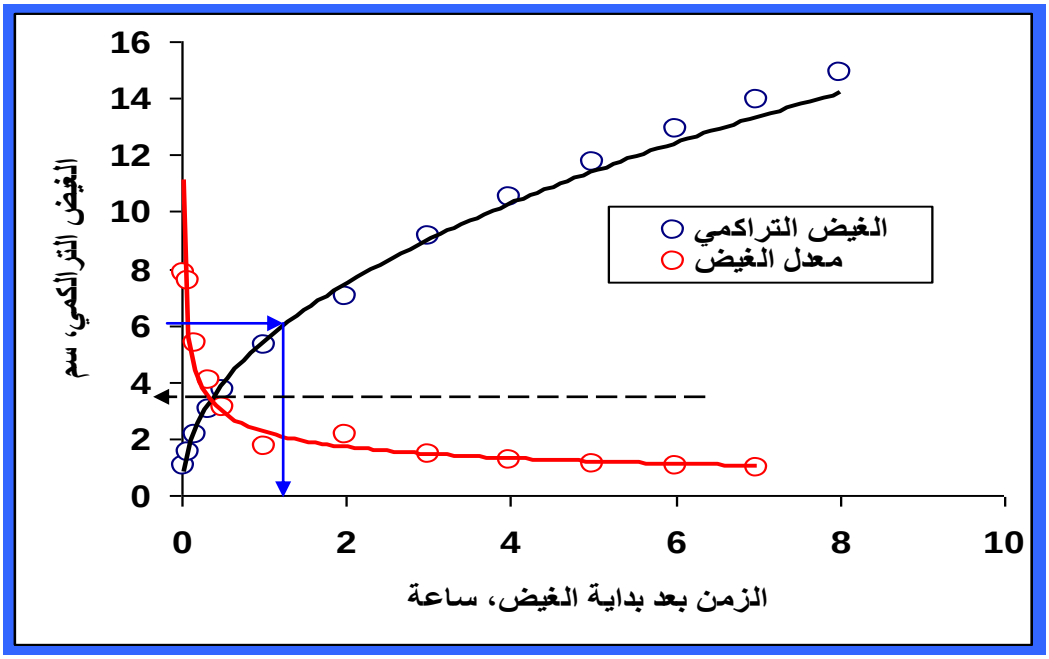
شكل59. منحنيا الوصف الرطوبي لتربتين مختلفتي النسجة، أحدهما مزيجة طينية غرينية والأخرى مزيجة رملية. لاحظ أن الخط المنقط الأزرق يتقاطع مع المنحنيين عند السعة الحقلية (330 سم ماء) في حين يتقاطع الخط المنقط الأحمر مع المنحنيين عند نقطة الذبول الدائم (15000 سم ماء). يمكن حساب الماء الجاهز للنبات من المنحنيين كما مبين في الشكل للتربة المزيجة الطينية الغرينية حيث يبين السهم الأعلى الأخضر أن المحتوى المائي لهذه التربة عند السعة الحقلية حوالي 0.42 سم^3/سم^3 ويبين السهم الأسفل الأخضر أن المحتوى المائي لهذه التربة عند نقطة الذبول الدائم حوالي 0.28 سم^3/سم^3 لذا فإن الماء الجاهز =0.42 – 0.28 = 0.14 سم^3/سم^3. بنفس الطريقة يمكن حساب الماء الجاهز للنبات من معرفة المحتوى عند السعة الحقلية و عند نقطة الذبول الدائم أو من الشكل البياني لمنحنى الوصف الرطوبي.

معدل غيض الماء في التربة : Infiltration Rate

الغيض هو عملية دخول الماء من خلال سطح التربة إلى مقد التربة . إن لغيض الماء في التربة أهمية كبيرة لأنه يحدد الزمن الفعلي لفترة بقاء الماء على سطح التربة اثناء الري . يتجمع الماء على سطح الترب الطينية أثناء المطر في حين يختفي الماء بسرعة من سطح الترب الرملية. وعليه يمكن القول ان الماء يغيض بسرعة أعلى في الترب الرملية مقارنة بالترب الطينية. لذا يتطلب زمناً أطول لغيض عمق معين من ماء الري في الترب الطينية مقارنة بالترب الرملية. ذلك بسبب حجوم المسامات الاكبر في الترب الرملية مقارنة بالترب الطينية.

يحدد معدل الغيض من قسمة عمق ماء الغيض على فترة الغيض ويكون معدل الغيض عالياً في بداية الري خاصة إذا كانت التربة جافة بفعل الفرق الكبير للجهد المائي بين الطبقة السطحية المشبعة والطبقة الاسفل الجافة . بعد مرور فترة زمنية محددة يصل معدل الغيض إلى قيمة ثابتة تعرف بمعدل الغيض الأساس كما مبين بالشكل 60.

يحصل السيح السطحي بفعل الأمطار أو عند استعمال منظومات الري بالرش عندما يكون معدل إضافة الماء أعلى من معدل الغيض . وبمعنى آخر لا تسمح التربة بمرور جميع الماء من خلال سطحها فيتجمع الماء على السطح ويحدث السيح السطحي . يعتبر معدل الغيض مهما في تحديد طرق الري الملائمة ففي الترب الرملية حيث يكون معدل الغيض فيها عالياً يغيض الماء إلى الأسفل



شكل60. الغيض التراكمي (المنحنى باللون الأسود) و معدل الغيض (المنحنى باللون الأحمر) لتربة مزيجة طينية غرينية لموقع في كلية الزراعة/جامعة بغداد. يبين الشكل إن معدل سرعة الغيض كان 11سم/ساعة في البداية وانخفضت إلى أقل من1 سم/ساعة بعد مرور 7 ساعات. كما يبين الشكل أيضا إن الزمن اللازم لغيض رية عمقها 6 سم لهذه التربة هو مايقارب 1.3 ساعة (تتبع الأسهم). ان معدل سرعة الغيض ثبت و وصل بعد مرور 7 ساعات إلى مقدار ثابت يعرف بمعدل الغيض النهائي الذي يكون مسأويا إلى الأيصالية المائية المشبعة السهم المنقط ألأسود).

بمعدلات عالية مما يتطلب أن يكون زمن الري قصيراً ولفترات ري متقاربة مقارنة بالترب الطينية التي تتطلب زمن ري أطول وفترات ري متباعدة. لا يمكن استخدام مروز أو ألواح طولية في الترب الرملية لان ضائعات التسرب العميق تكون عالية جدا في بداية اللوح أو المرز . أما في الترب الطينية فيمكن أن تكون الألواح أو المروز طويلة ذلك لانخفاض معدل الغيض مما يقلل من ضائعات التسرب العميق . ومن الطرق الحقلية لقياس الغيض هي طريقة الاسطوانة ذات الحلقة المزدوجة وطريقة المرز المقطوع وطريقة الجريان الداخل والخارج وطريقة النقطتين.

أنظمة إيصال مياه الري : Water Delivary Systems يتطلب جدولة الري الحقلي نظام قنوات يجهز ري بعمق الماء اللازم عند الوقت المتوقع وديمومة وكفاية معدل التصريف . ان اختيار طريقة التجهيز المناسبة قد يتطلب ثلاثة خطوات متداخلة وهي :

1- التعريف الدقيق لأهداف تشغيل نظام التجهيز .
2- اختيار طريقة التشغيل مباشرة بعد تحديد اهداف التشغيل.
3- إجراء تقويم لتحديد السمات الحقيقية لطريقة التشغيل المختارة فيما إذا كانت مقبولة .

أن أنظمة الري ثنائية الإدارة لها مستويان من الإدارة هما:
أ - نظام توزيع الفرعيات وفيه يتحمل مستخدموا المياه مسؤولية جدولة الري .
ب - نظام التجهيز المباشر أو الرئيس حيث تتحمل وكالة التشغيل والصيانة مسؤولية جدولة التجهيز. إن تشغيل نظام التجهيز الرئيس يجب ان يلبي متطلبات النظام الفرعي . ان جدولة الري الحقلي المقترحة من مستخدمي المياه, علماء المحاصيل ,الاقتصاديين وغيرهم يجب ان تقر في منتديات أو جمعيات وأن يتم بموجبها ليس فقط تحديد جدولة قنوات الري بل تحتاج ايضا وضع الية لتشغيل جريان أعلى وأسفل المجرى (up stream and down stream).

تصنيف طرق التشغيل :

هناك تصانيف مختلفة لطرق التشغيل كطرق التشغيل الأساسي في أنظمة توزيع استحدثت من قبل الباحثين فمثلا الجمعية الامريكية للهندسة المدنية أعطت مقترحات سيطرة على القنوات تشمل:

1- السيطرة التقليدية على أعلى المجاري .
2- السيطرة الذاتية (Automated)على أعلى المجرى .
3- السيطرة على أسفل المجرى على القنوات المستوية .
4- السيطرة على أسفل المجرى على القنوات المائلة

كما اقترح البنك العالمي ستراتيجيات سيطرة تجهيز مياه ري هي :

1- السيطرة المتناسبة.
2- سيطرة معدل الجريان .
3- سيطرة أعلى المجرى .
4- سيطرة أسفل المجرى.
5- السيطرة عن بعد .

يعد من المناسب أن يسخّر تصنيف يعتمد على مستوى الماء الذي يتم التحكم به بواسطة البوابات وعليه فهناك خمسة طرق تشغيل أساسية :

1- السيطرة المتناسبة ويتم فيها شطر المجرى وفقا إلى نسب محددة مسبقاً وعليه فلابد من وجود مستوى ماء ثابت على امتداد القناة .
2- سيطرة أعلى المجرى :مع مستوى ماء ثابت عند أعالي المجرى .إن تصريف الجريان الخارج من نظام التجهيز يمكن تغييره فقط من قبل إدارة المشروع .
3- سيطرة اسفل المجرى : وتسمى سيطرة أسفل المجرى على مستوى قنوات القمة (أعلى الجريان (top level canal) مع مستوى ماء ثابت على جانب اسفل المجرى من نظام التجهيز وهذا النوع من السيطرة سريع الاستجابة ويمكن تغيير التصريف الداخل حسب الطلب ذلك لخزن الماء في أعلى الجريان .
4- السيطرة على أسفل المجرى مع قنوات ذات ميل تتطلب بوابات آلية .
5- السيطرة عن بعد: يتطلب هذا النوع من السيطرة منظومات تحكم ونقل متطورة يتم تشغيلها بسيطرة استجابة الأشاره (Signal Response Control) عن طريق متحسسات تتحكم بمنشئات توزيع المياه يتم تشغيلها عن بعد وتعطي مرونة عالية في تجهيز ، تحويل ، قطع، و خزن المياه .

طرق خزن ماء الري : Methods of Irrigation Water Storage

1- البرك الحقلية غير المبطنة :

وتتم بالحفر في مكان مناسب في الحقل وإن أبعادها تعتمد على كمية الماء المطلوب خزنها وكلفة الإنشاء . وغالبا ما يكون شكل الحفر متوازي مستطيلات يمكن أن يبطن بأغلفة بلاستيكية لتقليل الرشح . تستخدم هذه البرك لتجميع مياه الأبار أو الري واستخدامها عند الحاجة .

2- الحاويات المعدنية :

وهي عبارة عن هياكل اسطوانية محكمة لها سعة خزن عالية تصل إلى 20000 لتر وتعد بديلاً مناسباً للبرك وتكون أكثر أماناً للحيوانات وتقلل من فقد الماء بشكل تبخر وتمنع تكاثر البعوض والحشرات الضارة كما أنها تمنع التلوث الذي قد يحصل من السيح السطحي .كما انها تضمن السيطرة على توزيع الماء تحت ضغط تشغيل واطىء. إن هذه الخزانات تسمح بترسيب العوالق التي قد تسبب انسداد منظومات الري بالتنقيط وتشغل مساحة أقل .

3- الخزانات المرنة (بلاستيكية):

وهي عبارة عن أكياس بلاستيكية محكمة سهلة الاستخدام (شكل61) وتكون ذات سعة خزن عالية تصل إلى 50000 لتر وصممت بحيث يمكن ربطها بمضخة تجهيز ماء .

شكل61. خزان مرن سعة 100م^3 يعتبر وسيلة فعالة لخزن المياه واستخدامها عند الحاجة.

لماذا يتطلب خزن الماء؟

يتطلب الاستخدام الأمثل والإدارة الجيدة لماء الري أن يكون هناك توافق تام بين التجهيز والطلب عندما يزداد التجهيز على الطلب فإن الماء الفائض عن الحاجه سوف يهدر وقد يؤدي ذلك إلى مشاكل كما هو الحال في ارتفاع مستوى الماء الأرضي أو تاثيرات بيئية .

في حين يؤدي العجز في تجهيز الكمية اللازمة من ماء الري إلى عدم سد الحاجة مما يتسبب في تاثيرات عكسية على الانتاج.

إن توافق التجهيزمع الطلب هو من الأمور الصعبة جداً في انظمة الري التي تعتمد على أعلى الجريان . إن سلسلة التغاير في الطلب على ماء الري الناتجة عن تغيرات الطقس , مرحلة نمو النبات , توفر الماء الأرضي و غيرها قد لا تتوافق مع نظام التجهيز مسببة اختلافات في الوقت

تترواح من ساعات إلى أشهر. إن خزن الماء هو طريقة ناجحة للتغلب على فترات الجفاف .
إن خزن الماء في خزانات سطحية يعد من أكثر طرق خزن الماء ملائمة .

صندوق حوار

حقل مساحتة هكتار واحد (10000 م^2) مزروع بنباتات الذرة الصفراء فإذا علمت أن عمق المنطقة الجذرية 60 سم و تروى النبات سيحا عند استنفاذ 60% من الماء الجاهز وأن كفاءة إضافة ماء الري 65%

احسب حجم الماء اللازم اضافته للحقل إذا علمت أن:

المحتوى المائي الوزني عند السعة الحقلية = 0.318 غم/غم

المحتوى المائي الوزني عند نقطة الذبول الدائم= 0.136 غم/غم

الكثافة الظاهرية= 1.38 غم/سم^3

الـــــحل:

المحتوى المائي الحجمي = المحتوى المائي الوزني× الكثافة الظاهرية

المحتوى المائي الحجمي عند السعة الحقلية = 0.318× 1.38 =0.439 سم^3/سم^3

المحتوى المائي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم= 0.136 ×1.38 =0.188 سم^3/سم^3

الماء الجاهز= المحتوى المائي الحجمي عن السعة الحقلية ـ المحتوى المائي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم

=0.439 – 0.188 = 0.251سم^3/سم^3

عند استنزاف 60% من الماء الجاهز فإن ما يتبقى من الماء الجاهز = 0.4×0.251

=0.100سم^3/سم^3

وبمعنى آخر أنه تم استنزاف 0.251 – 0.100 = 0.151 سم^3/سم^3

إذا المحتوى الماء الحجمي عند استنزاف 60% من الماء الجاهز =

المحتوى المائي عند السعة الحقلية ـ كمية الماء المستنزف = 0.439 – 0.151

=0.288 سم^3/سم^3

أو

المحتوى المائي الوزني عند نقطة الذبول الدائم + كمية الماء الجاهز = 0.136 +0.151

= 0.287 سم^3/سم^3

إذا لابد من إضافة ماء الري لرفع المحتوى المائي من 0.288 سم^3/سم^3 إلى السعة الحقلية

الفرق في المحتوى المائي = 0.439 – 0.288

=0.151 سم^3/سم^3

عمق الماء اللازم اضافته = الفرق في المحتوى المائي × عمق المنطقة الجذرية

= 0.151× 60

= 9.06 سم

حجم الماء اللازم اضافته = المساحة × العمق

=10000× 100/9.06

=906 م^3

ولكن كفاءة إضافة الماء = 65% من حجم الماء اللازم إضافته

إذا الاحتياجات المائية الكلية للحقل =الكمية المحسوبة / الكفاءة

=906/ 0.65

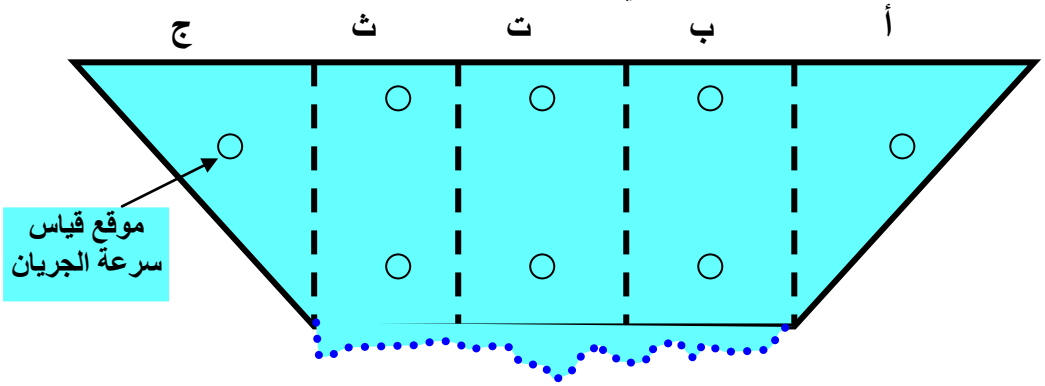
=1340 م^3

حساب سرعة جريان القنوات

إن تحديد سرعة جريان الماء في أنظمة نقل الماء المختلفة هو الخطوة الأساسية لحساب التصريف. هناك طرق عديدة لقياس سرعة الماء في القنوات المفتوحة وتتم القياسات بوساطة أجهزة خاصة ومنها:

1- عدادات التيار current meters

وتقيس هذه الأجهزة مقدار الضغط أو سرعة الدوران للماء الذي يتحرك في القناة ومن هذ ه العدادات على سبيل المثال العداد المروحي ذو الريش أو الكؤوس . تختلف سرعة الجريان ضمن المقطع العرضي لذلك من الأفضل قياس سرعة الجريان من خلال تقسيم القناة إلى مقاطع عرضية أصغر كما في الشكل 62 الذي يبين قاع قناة منتظم وغير منتظم (الخط المنقط الأزرق) وحساب مساحة المقطع العرضي لكل مقطع ثم حساب معدل التصريف الجزئي لكل مقطع و حساب التصريف الكلي للقناة من حاصل جمع التصاريف الجزئية لجميع المقاطع. يجري وضع مقياس سرعة الجريان (عداد التيار) على عمق 0.2 و 0.8 من عمق الماء في القنوات العميقة و 0.6 من عمق الماء في القنوات الضحلة كما هومبين بالشكل 62.



شكل62. مقطع عرضي للجريان لقناة مفتوحة عميقة قسم إلى خمسة مقاطع ثانوية (أ، ب، ت، ث، ج). يبين الشكل أن للمقطعين أ و ج شكلاً مثلثاً قائم الزاوية أما بقية المقاطع فلها شكل مستطيل مما يسهل حساب مساحة كل مقطع. أما الدوائر فتمثل موقع قياس سرعة الجريان.

إن جريان الماء (غالبا ما يشار إليه بالتصريف) في القنوات المفتوحة يعبر عنه بوحدات حجم لوحدة زمن مثل م^3/ثا، قدم^3/ثا، لتر/ثا ويحسب من سرعة الجريان خلال المقطع العرضي للقناة أي أن:

التصريف (Q) = المقطع العرضي(A) لسرعة الجريان(V)

= مساحة المقطع العرضي × سرعة الجريان

$$Q = AV$$

2- الطوافة : Float

طريقة بسيطة غير مكلفة لقياس سرعة جريان الماء في القناة . يمكن استخدام عبوة بلاستيكية (سعة نصف لتر) نصف مملوءة بالماء ومحكمة السد كطوافة وحساب الزمن اللازم للطوافة لقطع مسافة معينة وتكون سرعة الجريان مساوية للمسافة/ الزمن .

3- السدود الغاطسة: Wiers

هي عبارة عن منشآت توضع في القنوات لقياس التصريف من معرفة ارتفاع الماء فوق فتحة السد. قد يكون شكل الفتحة مثلثاً أو دائرة أو مستطيلاً أو شبه منحرف ويحسب التصريف بالوحدات المترية م^3/ثا من المعادلات التالية :

مستطيل التصريف= 1.84 ل ع $^{2/3}$ $Q=1.84LH^{3/2}$

شبه منحرف التصريف= 1.86 ل ع $^{2/3}$ $Q=1.86LH^{3/2}$

المثلث قائم الزاوية التصريف=1.4 ع$^{5/2}$ $Q=1.4H^{5/2}$

حيث تشير ل (L) إلى عرض الهدار عند حافته السفلى ، ع (H) إلى أرتفاع الماء فوق الحافة السفلى للهدار

4- الهدارات: Flumes

هي عبارة عن أجهزة ذات اشكال مختلفة ويعتمد تصريفها على عمق الماء في بداية ونهاية الجهاز وهناك جداول خاصة يمكن استخدامها لحساب التصريف. قد يكون الجريان في هذه الهدارات حراً أوغير حراً عتماداً على الفرق في عمق الماء بين النقطتين. يتم الحصول على الجريان الحجمي من جداول معدة لهذا الغرض.

معادلة Manning

وهي معادلة هامة جداً تستخدم لحساب سرعة الجريان (*V*) اللازمة لحساب التصريف في القنوات بعد معرفة مساحة المقطع العرضي للقناة , وسرعة الجريان. تحسب سرعة الجريان من معرفة نصف القطر الهيدروليكي للقناة (R)، ميل القناة (S) , معامل خشونة القناة (*n*) من المعادلة التالية :

سرعة الجريان (س) = 1/ن ر $^{2/3}$ م $^{1/2}$ $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

حيث إن:

ن: معامل الخشونة (قيمة جدولية)

ر: نصف القطر الهيدروليكي للقناة(*R*) = مساحة المقطع العرضي(*A*) / المحيط المبتل(*P*)

= مس / مب $R= A / p$

م: ميل القناة

مس : مساحة المقطع العرضي.

مب : المحيط المبتل.

ولغرض حساب التصريف من المعادلة $Q= AV$ لابد من حساب سرعة الجريان (*V*) من معادلة ماننك و مساحة المقطع العرضي للجريان. تتناسب سرعة الجريان مع الميل ونصف القطر الهيدروليكي للقناة كما مبين في معادلة ماننك . أما معامل الخشونة فإنه يعتمد على حالة القناة كأن تكون مبطنة أو مليئة بالأدغال حيث يزداد معامل الخشونة بزيادة العوامل المسببة لأعاقة الجريان .

القنوات غير المبطنة : Unlined Chanals

تستخدم القنوات غير المبطنة لأغراض متنوعة كالري والسيطرة على الفيضان. المشكلة الرئيسة لهذه القنوات هي تعرية ضفافها مما يغير شكل المقطع العرضي للقناة الذي بدوره يؤثر في تصريف القناة. إن اتساع أو ضحالة عمق القناة يقلل من الجريان لذا إذا استخدمت

مثل هذه القنوات لغرض الري فليس باستطاعتها نقل الكمية المطلوبة من ماء الري مما يقلل من إنتاجية المحصول. تأخذ القنوات غير المبطنة الطبيعية والمنشأة شكل شبه منحرف . عند تصميم القنوات غير المبطنة لابد من أن تكون لها سعة تصريف كافية بحيث تكون قادرة على نقل أعلى تصريف ممكن يفي بحاجة المزرعة أو الحقل وأن يراعى في تصميمها خصائص التربة لتحديد السرعة الملائمة للجريان والإنحدار مما لا يتسبب في حدوث تعرية . إلا أنها غالبا ما تأخذ شكل قطع مكافىء في حالة حصول تعرية جانبية وترسبات في قعر القناة . يستوجب التحديد الدقيق أن يكون موقع القناة في الجزء العلوي من الحقل في حالة الري السيحي و بعكسه لابد من القيام بعمليات ترابية هامة لرفع منسوب قناة الري لتكون مسيطرة هيدروليكياً على الحقل. لا يجوز شق قنوات غير مبطنة دون تصميم مسبق والتحديد الدقيق لمصدر الماء وبعده عن الحقل كما يجب أن يراعى في تصميم قناة ري مفتوحة غير مبطنة تقليل ضائعات التسرب العميق وزيادة كفاءة نقل الماء إلى هذه القنوات.

القنوات المبطنة: Lined Chanal

إن للقنوات المبطنة نفس أهداف القنوات غير المبطنة وهي القيام بنقل الماء إلى الحقل.
يمكن ان تكون القنوات المبطنة بمستوى الحقل أو أعلى منه أما المواد المبطنة فتشمل الأنسجة الكونكريتية و البلاستيك تحت السطحي أو السطحي أو تربة مرصوصة . تتضمن إدارة الماء في القنوات الحقلية قياس التصريف والتنظيف من الترسبات والعوالق , والتوزيع , وتنظيم مستوى الماء .
تمتاز القنوات المبطنة بكفاءة نقل عالية للماء و انخفاض فواقد التسرب العميق وعدم تغير شكل المقطع العرضي مما يجعل تصريفها ثابتاً.

خطوط الانابيب: Piplines

يمكن استعمال أنظمة الأنابيب التي تعمل تحت ضغط الجاذبية أو تحت ضغط منخفض كوساطة لتجهيز ماء الري . تقل أو تنعدم مفقودات النقل في الأنابيب المسدودة وشبه المسدودة ويمكن ان تجهز الماء للمزارع عند الطلب وتزيد من المساحة المزروعة . تنعدم ضائعات نقل الماء بهذه الطريقة أي أن كفاءة نقل الماء 100% مما يجعلها أفضل طريقة نقل للماء خاصة في العراق الذي يعاني من شحة المياه.

زمن الري:Irrigation Time

إن زمن الري مقدراً بالدقائق أو الساعات هو الزمن اللازم لتجهيز عمق ماء الري اللازم (مليمتر) خلال الرية الواحدة. يعتمد زمن الري على عمق ماء الري المطلوب ومساحة الحقل .
ولا بد من الخطوات التالية لحساب زمن الري:

1- معرفة حجم التصريف المتوفر.
2- حساب عمق الماء اللازم اضافته خلال الرية من معرفة:
   أ- المحتوى المائي عند السعة الحقلية.
   ب- المحتوى المائي عند نقطة الذبول الدائم.
   ت- الكثافة الظاهرية.
   ث- العمق الفعال للمنطقة الجذرية.
   ج- نسبة الأستنزاف المسموح بها قبل الري.
3- مساحة الحقل .
4- نوع و كفاءة نظام الري.

صندوق حوار

إذا علمت أن:

1- حجم التصريف المتوفر 0.4 م^3/ثا
2- معلومات عمق ماء الري
أ- المحتوى المائي عند السعة الحقلية 0.25 غم/غم
ب- المحتوى المائي عند نقطة الذبول الدائم 0.13 غم/غم
ت- الكثافة الظاهرية 1.45 غم/سم^3
ث- العمق الفعال للمنطقة الجذرية 50سم
ج- نسبة الاستنزاف المسموح قبل الري 40% من الماء الجاهز
3- مساحة الحقل 10هكتار (100000 م^2)
4- نوع و كفاءة نظام الري: ري بالرش كفائته 80%

كما بينا في صندوق حوار سابق فإن:

المحتوى المائي الوزني بعد الاستنزاف = 0.13 + (0.13-0.25)×0.6
= 0.13 + 0.072
= 0.202 غم/غم

أو = 0.25 – (0.13 – 0.25) × 0.4
= 0.202 غم/غم

لابد من إضافة الماء لرفع المحتوى المائي للتربة بعد الأستنزاف من 0.202 غم/غم الى المحتوى المائي للتربة عند السعة الحقلية 0.25 غم/غم.

عمق الماء اللازم إضافته = عمق المنطقة الجذرية × المحتوى المائي الحجمي

$$d = D \times \Theta = D \times w \times \frac{\rho_b}{\rho_w}$$

إذ أن عمق الماء الازم إضافته (سم) ، D عمق المنطقة الجذرية (سم)، Θ = المحتوى المائي الحجمي (سم^3/سم^3)، w = المحتوى المائي الوزني (غم/غم)، ρ_b = الكثافة الظاهرية للتربة (غم/سم^3)، ρ_w = كثافة الماء (غم/سم^3).

عمق الماء اللازم إضافته = 50 × 0.25)× 0.202 × 1.45
= 3.48 سم
= 0.0348 م

حجم الماء اللازم اضافته = عمق الماء (م) × مساحة الحقل (م^2)
= 0.0348 × 100000
= 3480 م^3 لكن كفاءة نظام الري 80%
حجم الماء الفعلي اللازم اضافته = 3480 × 100/80
= 4350 م^3

المساحة × العمق = الزمن × التصريف
الحجم = الزمن × التصريف
الزمن = الحجم / التصريف
= 4350 / 0.4 = 10875 ثانية = 181.25 دقيقة.

أسئلة الفصل الثامن

السؤال الأول : راجع شبكة المعلومات العالمية (الانترنيت) للحصول على جداول بكميات(حجوم) الأنواع المختلفة للمياه المتوفرة على سطح الأرض.

السؤال الثاني : ماهي أهمية الري في الزراعة؟

السؤال الثالث : عدد الأطوار الأربعة التي تحدث في عملية الري السيحي وحدد مستعيناً بالرسم الزمن الفعلي لبقاء الماء على سطح التربة.

السؤال الرابع: ماهي مستلزمات تحديد الماء الجاهز للنبات في الحقل ,وما أهمية كل منها.

السؤال الخامس: هل تزداد أم تنخفض سعة حفظ الماء الجاهز للنبات بزيادة نعومة التربة. ولمإذا؟

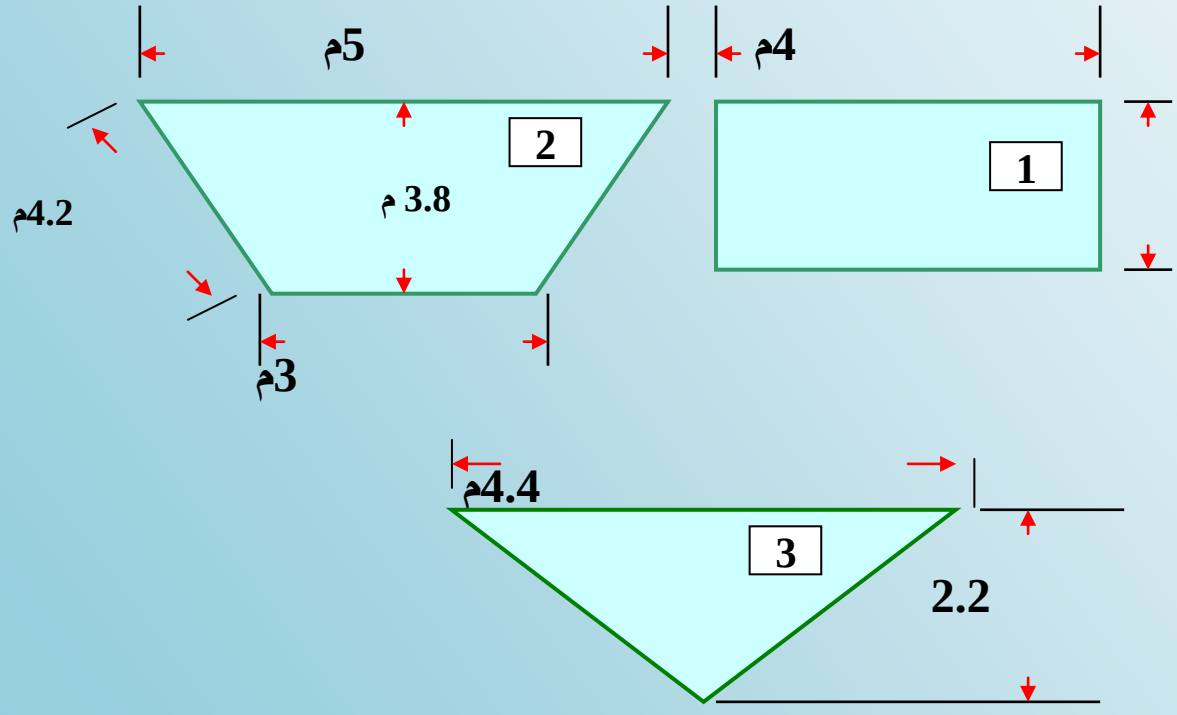
السؤال السادس: ماهي أهمية منحنى مواصفات رطوبة التربة في إدارة ماء الري في الحقل؟

السؤال السابع: لمإذا يعد غيض الماء في التربة مهماً في عملية الري ؟ بين كيف يمكن تحديد الزمن اللازم لغيض ريه عمقها 6 سم في حقل يروى بالرش دون حصول ضائعات سيح سطحي.

السؤال الثامن : ماهي طرق خزن مياه الري واكثرها انتشاراً في العراق ؟

السؤال التاسع: احسب عمق الماء اللازم إضافته لحقل بعد استنزاف50% من الماء الجاهز إذا علمت أن المحتوى المائي عند السعة الحقلية 0.39 سم^3/سم^3 وعند نقطة الذبول الدائم 0.24 سم^3/سم^3 وأن عمق المنطقة الجذرية 75 سم .

السؤال العاشر: احسب سرعة الجريان في القنوات1 ، 2 ، 3 ذات المقاطع العرضية المبينة
بالاشكال الآتية إذا علمت أن الميل 0.1% ومعامل الخشونة 0.02.
2:احسب مساحة المقطع العرضي للجريان لكل قناة .
3:احسب التصريف لكل قناة.



المقطع العرضي للجريان لقنوات مختلفة

الفصل التاسع – انظمة الري الحقلي

الاهداف

الهدف العام :- الآلمام بأساسيات انظمة الري الحقلي

الاهداف الخاصة :-

1- الأ لمام بأنظمة الري السيحي وكفائتها.

2- الأ لمام بطرق الري السطحي وتحت السطحي وكفائتها.

3- الألمام بنظام الري بالرش ,مكوناته,ميزاته ومحدداته.

4- الألمام بنظام الري بالتنقيط ,مكوناته ميزاته ومحدداته.

الفصل التاسع
أنظمة الري الحقلي

كما ذكرنا سابقاً فالري هو إضافة الماء آلياً أو صناعياً إلى المحاصيل لتأمين كمية الماء المناسبة لغرض النمو. ان أنظمة الري التي تنقل الماء من مصدره إلى مكان الحاجة لتجهيز الماء المستخدم بشكل رئيس لاغراض الري هي فاعلة في جميع أنحاء العالم . إن إدارة ماء الري تقع تحت مسؤولية دائرة الري في المحافظة أوالقضاء أوالناحية . في العراق لا توجد وكالات خاصة لها حق السيطرة على مياه الري . ان التقدم التقني في القرن العشرين أدى إلى انتشار السدود والخزانات وزيادة المساحة الزراعية المروية والتي قد يكون لها تأثير سلبي على الحصة المائية في الأنهار العالمية كنهري دجلة والفرات حيث تستغل دول أعلى المجرى وفرة المياه لإنشاء السدود وحجز كميات كبيرة من المياه على حساب دول أسفل المجرى لأغراض صناعية وزراعية وأخرى غير معلنة مسببة التصحر وتدهور النظام البيئي. هناك أربعة طرق رئيسة للري وهي:

1- أنظمة الري السيحي: Surface (Gravitational) Irrigation Systems

وتستخدم الغمر الممدود (Controlled Flooching) الذي تتم السيطرة عليه بالألواح والأحواض والمروز والغمر الحر (uncontrolled Flooching) الذي لاتتم السيطرة عليه ويتميز:

أ- ان الجريان له سطح حر للاستجابة إلى انحدار جاذبية الأرض .

ب- يحدث على الحقل اي إن سطح الحقل هو الذي يقوم بنقل و توزيع الماء .

2- انظمة الري بالرش: Sprinkler Irrigation Systems

التي تعتمد التحريك اليدوي أو الآلي لأنابيب من الالمنيوم وموصلات بلاستيكية .

3- أنظمة الري بالتنقيط السطحي Surface Drip Irrigation Systems

والتي توضع فوق أو تحت سطح الأرض.

4- أنظمة الري بالتنقيط تحت السطحي : Subsurface Drip Irrigation Systems

والتي يرتفع فيها الماء إلى المنطقة الجذرية للنبات بالخاصية الشعرية.

لابد أن يكون هدف دوائر الري هو ضمان كفاءة ري عالية لمستخدم الماء (الفلاح) من خلال مراقبة وجدولة تجهيز الماء. ولابد من استحداث جدولة تجهيز الماء بطريقة تضمن تجهيز الماء للحصول على أقصى فائدة.

كفاءة أنظمة الري :Efficiency of Irrigation Systems

تزداد الحاجة إلى مصادر المياه حول العالم باستمرار . إن كفاءة الري هي من الأمور المهمة التي تواجه المزارعين و مديري إدارة المياه . ان تحسين كفاءة الماء لها فوائد متعددة تشمل الجوانب البيئية والاقتصادية . ان الفوائد تتضمن : التقليل من الحاجة إلى مصادر المياه وتقليل الضائعات المائية والمغذيات من الماء الأرضي ومصادر المياه السطحية وتحسين الإنتاجية العامة وإن هذه المزايا تعطي جهداً يسمح لزراعة مساحة أوسع لحجم معين من الماء. يمكن تعريف الكفاءة بعدة طرق مختلفة مع وجود اكثر من 30 تعريف حالياً . إن كفاءة أنظمة الري الحقلي تعتمد على استعمال الطاقة والجهد والاستثمار والنواحي المتعلقة بالانتاج والربحية و بالنتيجة لايوجد تعريف محدد أو أمثل يغطي جميع انظمة كفاءة الري .

إن أكثر مصطلحات الكفاءة المشهورة المستخدمة في أنظمة الري ذات علاقة بالجانب الهندسي وصيانة الموارد المائية وإن هذه المصطلحات تنطبق على بعض حالات الري وتعرف كما يأتي:

1- كفاءة نقل الماء Water Conveyance Efficiency

إن تحديد كفاءة النقل تكون مهمة عندما يتم تجهيز مجموعة مزارعين في نظام قنوات وسواقي مفتوحة كما في العراق ذلك لحصول ضائعات مائية كضائعات التسرب العميق و الجانبي و ضائعات التبخر أثناء نقل الماء من المصدر(القناة الرئيسة) إلى الحقل. إن كفاءة نقل الماء (E_c)معبراً عنها بنسبة مئوية تكون مساوية إلى كمية ماء الري الداخلة إلى الحقل(W_f) كمية ماء الري المجهزة من المصدر(W_d) × 100 كما في المعادلة التالية:

$$E_c = \frac{W_f}{W_d} \times 100$$

2- كفاءة إضافة الماء: Water Application Efficiency

وهي النسبة بين كمية الماء الجاهزة للنبات التي تم إضافتها بفعل الرية في المنطقة الجذرية (Wa) إلى كمية الماء الداخلة إلى الحقل (W_p) إن كفاءة الإضافة تعطي إحساساً عاماً حول مدى كفاءة نظام تجهيز هدفه الأساسي توصيل الماء إلى جذور النبات.

تعطى كفاءة اضافة الماء E_p بالمعادلة التالية:

$$E_p = \frac{W_a}{W_p} \times 100$$

3- كفاءة الري: Irrigation Efficiency

إن كفاءة الري هو تعريف أوسع من كفاءة الإضافة لأنظمة الري فقد تكون هناك استعمالات أخرى لماء الري إضافة لحاجة المحصول كمتطلبات الغسل مثلاً . وهي النسبة بين كمية الري التي تمت الأستفادة منها إلى كمية ماء الري الواصلة إلى الحقل

4 - كفاءة توزيع الماء: Water Distribution Efficiency (*Ed*)

ويعبر عنها با لمعادلة الآتية :

$$Ed = 100(1 - \frac{s}{d})$$

هو النسبة المئوية بين معدل عمق الماء المخزون على طول مسار الري ***d*** ، إلى معدل الأنحرافات المطلقة لعمق الماء على مسار الري، ***s***. فمثلا إذا كان معدل عمق الماء المخزون على طول مسار الري 6سم واستلم نصف الحقل القريب من مصدر الري 8 سم ماء ونصف الحقل البعيد عن مصدر الماء 4 سم ماء فإن معدل مجموع الأنحرافات المطلقة.

((4–6) + (6-8))/2 = 2 وهذا يعني أن كفاءة توزيع الماء :

$$Ed = 100(1 - \frac{2}{6}) = 100(1 - 0.33) = 67\ \%$$

5- كفاءة خزن الخزان: Reservoir Storage Efficiency

هو نسبة الماء المأخوذ من الخزان إلى الماء المجهز إلى الخزان . قد يكون الخزان كمستنقع كبير أو خزان ماء معدني أو وسائل خزن أخرى .

الكفاءة الكلية للري: Total Irrigation Efficiency

تكون مساوية إلى كفاءة الإضافة × كفاءة النقل× كفاءة الخزن.

6- كفاءة الماء الفعلية : Actual Water Efficiency

هو خزن الماء المدور وهو اي جزء من الماء الذي يغادر المنطقة المروية ويستخدم ثانية لإرجاعه إلى المصدر دون تدهور في نوعيته .

7- كفاءة خزن الماء Water Storage Efficiency

هي النسبة بين كمية ماء الري التي تم خزنها في المنطقة الجذرية الى كمية ماء الري التي تم إضافتها الى المنطقة الجذرية لسد الأحتياجات الكاملة للنبات من ماء الري .

$$Es = \frac{Wa}{W_R} \times 100$$

إذ إن :

Es = كفاءة خزن الماء.

Wa = كمية الماء المضاف الى المنطقة الجذرية.

W_R = كمية الماء اللازم إضافته لسد متطلبات الري للنبات.

طرق الري السطحى :Surface Irrigatiom Methods

إن لكل نظام ري ميزات ومحددات تعتمد على العوامل الآتية :

1- الكلفة الابتدائية .
2- مساحة وشكل الحقل .
3- خصائص التربة
4- طبيعة ومدى جاهزية ماء الري .
5- الظروف المناخية.
6- طرق الزراعة .
7- طبيعة المجتمع وتركيبه .
8- الخبرة التاريخية .
9- التاثيرات الخارجية على طريقة الري.

ومن الطرق المستخدمة لإضافة ماء الري على سطح التربة مايأتي:

1- طريقة ري الغمرالجائر: Uncontrolled flooding

هناك حالات يحصل فيها ري الحقل دون الأخذ بنظر الاعتبار الكفاءة والتجانس .تحدث هذه الحالة غالباً عندما تكون القيمة الاقتصادية للمحصول متدنية أو أن المحصول يستخدم للرعي . إن مزارعي المساحات الصغيرة ليس لديهم انظمة ري تسمح بممارسات الري السطحي كتلك المستخدمة في انظمة ري المزارع الكبيرة .

2- طريقة ري الأحواض: Basin Irrigation

وهي أكثر أنواع الري السطحي كلفة خاصة في المناطق التي تتكون من حقول صغيرة . إذا ما أجريت تسوية حقل في جميع الاتجاهات وحدد بأكتاف لمنع السيح السطحي الذي يسمح في تجهيز الماء من أي جانب إلى الحقل عندئذ يعرف الري بالري الحوضي .والحوض هو مربع الشكل كما في الشكل 63، ولكن قد يكون مجموعة أشكال غير منظمة أو مستطيل

وقد يكون ممرزاً أو متموجاً (corrugated) وأكثر ارتفاعاً لفائدة بعض المحاصيل . يشترط ان لايتم توجيه الماء في مثل هذه الانظمة.

شكل63. ري الأحواض التي غالبا ماتكون رباعية الشكل صغيرة الأبعاد يتم ريها من قناة ري وسطية تقع على جانبيها الألواح.

هناك القليل من المحاصيل لا تصلح لري الأحواض لكن ري الأحواض يفضل بالترب المتوسطة إلى قليلة النفاذية لري النباتات ذات الجذور العميقة والمسافات النباتية المتقاربة .إن المحاصيل الحساسة للغمرأو الترب التي تتكون من قشرة صلبة بعد الري يمكن أن تروى حوضياً بإضافة مروز أو الزراعة في أعالي المرز. أن استصلاح الترب المتاثرة بالملوحة ينجز بسهولة في حالة الري الحوضي وتوفر نظام بزل سطحي يعد ضرورياً للتخلص من المياه الزائدة في حالة إضافة كميات اكبر من المياه أو الامطار الثقيلة .
من محددات ري الاحواض هو تقشر التربة وحساسية المحاصيل للغمر . تحتاج الأحواض إلى تسوية عالية الدقة للحصول على تجانس توزيع الماء لكفاءة عالية . ان الكثير من الأحواض صغيرة المساحة يتطلب سد (كتفاً) محيطياً للتخلص من ضائعات السيح السطحي كما يتطلب الري الحوضي استخدام أعلى تصريف ممكن لوحدة عرض دون حصول تعرية.

3- طريقة ري الألواح Border irrigation :

يمكن اعتبار هذا النوع من الري على أنه ناتج عن استطالة الأحواض بشكل مستطيلات طويلة لها ميل أو حقل له اشكال كفافية (كنتورية) مع وجود بزل حر في نهايته الحرة. يبين الشكل64 انموذج ري الالواح يتم فيه فصل الحقل إلى شرائط ذات ميل مناسب. يسلط الماء على كل لوح من النهاية العليا للوح حيث مصدر الماء . عند قطع الماء فإنه سوف ينحسر من النهاية العليا إلى النهاية السفلى . ان الالواح ذات الميل تلائم كافة المحاصيل عدا تلك التي تحتاج إلى غمر طويل . يمكن استخدام هذه الطريقة لري الترب ذات النفاذية العالية أو الواطئة بكفاءة عالية شريطة عدم حصول قشرة صلبة تمنع بزوغ البادرات.
إن حجم التصريف لوحدة العرض يجب أن يكون كبيراً خاصة بعد اجراء عمليات خدمة التربة كالحراثة مما يتطلب كمية ماء ري أعلى خاصة خلال الرية الأولى التي تعرف برية الأنبات. تستخدم آلية ارتداد اللون للأشعة تحت الحمراء المجهزة على الات التسوية الحديثة لإجراء تسوية ذات دقة عالية لطوبوغرافية الحقل على مسافة أطول ينتج عنها توزيع متجانس لماء الري السيحي المضاف للألواح.

شكل64. ري الألواح الشريطية بطريقة السيفون من قناة رئيسة وقد وضعت كتوف قصيرة متناضرة ومتعامدة مع اتجاه حركة ماء الري على جانبي الكتف الفاصل بين لوحين بهدف الحصول على جبهة تقدم تغطي كامل عرض اللوح وعدم السماح للماء بالتقدم في مسارات ضيقة لاتغطي عرض اللوح.

4- طريقة ري المروز: Furrow Irrigation

إن هذه الطريقة تمنع غمر الحقل بشكل تام من خلال حركة الماء في قنوات تمتد مع الاتجاه الرئيس للحقل كما مبين بالشكل65. يغيض الماء من المحيط المبتل أفقياً وعمودياً لترطيب التربة وتستخدم المروز في الاحواض والالواح لتقليل تاثير التغيرات الطوبوغرافية والقشرة إضافة إلى انها طريقة مناسبة لري الترب الملحية حيث يتم زراعة النباتات تحت خط معايرة الماء لتجنب ثاثير الملوحة على النباتات. إن ما يميز ري المروز هو أن الجريان لكل مرز يكون مستقلاً ويمكن التحكم به على العكس من ري الأحواض والألواح حيث تتم السيطرة على الجريان على كامل اللوح أو الحوض . تسمح المروز بسهولة إدراة ماء الحقل تحت حالات الري السطحي . وينخفض التصريف بشكل ملحوظ لوحدة العرض ويتحمل طوبوغرافية أكثر صعوبة . يقلل المحيط الصغير المبتل من التبخر وتسمح المروز بحصول كفاءة ري عالية من خلال سهولة إدارة الري خلال كل رية .

توجد هناك عدة محددات بطريقة ري المروز وقد تتضمن:

1- تجمع الأملاح بين المروز أو على كتف المرز.
2- زيادة ضائعات ماء الذنائب .
3- صعوبة استخدام الآلات الزراعية.
4- كلفة اضافية لانشاء المروز.
5- زيادة جهد التعرية في المرز .
6- متطلبات عمل اكثر .
7- صعوبة اتمتة نظام ري المروز.

شكل65. ري المروز ويظهر في الصورة زوج من الأنابيب المصممة بشكل يسمح بتحويل الماء من الساقية الرئيسة إلى المرز عن طريق السيفون.

5- طريقة الري بالرش : Sprinkler Irrigation Method

ري الرش هو الطريقة لإضافة ماء الري بشكل يحاكي المطر الطبيعي . يتوزع الماء في نظام انابيب بواسطة الضغط (الضخ Pumping) بعدها يرش (sprayed) إلى الهواء بواسطة مرشات . لذا يتجزأ إلى قطرات ماء صغيرة (رذاذ) يسقط على الأرض. إن أنظمة تجهيز الضخ للمرشات وظروف التشغيل ينبغي أن تصمم لتعطي إضافة متجانسة للماء .

المحاصيل المناسبة :

يصلح الري بالرش لغالبية محاصيل الخضر ,محاصيل الحقل والاشجارحيث يمكن رش الماء على الغطاء النباتي والأرض ولكن لابد من عدم استخدام المرشات الكبيرة على المحاصيل الورقية كالخس مثلاً لأنها قد تسبب تلف جزئي بسبب حجم القطرة الكبيرة.

الانحدارات المناسبة :

يصلح ري الرش لميل أي حقل مزروع سواء كان الميل منتظماً أو متغيراً وينبغي أن توضع المرشات الطرفية في الرقعة ذات الكفاف الواطىء من الحقل للتقليل من الفقدان في شحنة الضغط.

التربة المناسبة:

على الرغم من صلاحية الري بالرش لغالبية الترب فيفضل في الترب الرملية . إن معدل إضافة الماء من المرشة ينبغي ان يكون اقل من معدل الغيض لمنع حدوث ضائعات السيح السطحي . لا يصلح ري الرش للترب التي تكون قشرة وإذا كان لابد من استخدامها في هذه الحالة ينبغي استخدام مرشات خفيفة وناعمة .

صلاحية مياه الري:

ينبغي ان تكون المياه المستعملة ذات نوعية جيدة و خالية من ترسبات العوالق لمنع انسداد المرشات . تتحدد نوعية مياه الري بالعوامل الآتية:

1- ملوحة ماء الري ويعبر عنها بالإيصالية الكهربائية (التركيز الكلي للأملاح الذائبة)

2- خطر الصوديوم ويعبر عنه بنسبة الصوديوم المتبادل (Sodium Adsorption Ratio)

3- درجة تفاعل ماء الري التي تعبر عن مدى حامضية أو قاعدية ماء الري. يتراوح pH الملائم لنمو النباتات من (6.5 – 8.4). ترتبط قيم pH أعلى من 8.5 بوجود تراكيز عالية من ايونات الكربونات والبيكاربونات وزيادة خطورة الصوديوم.
4- محتوى ماء الري من الملوثات الخطيرة خاصة المعادن الثقيلة و الميكروبات المرضية.

مكونات نظام ري الرش:

إن منظومة ري الرش النموذجية تتكون مما ياتي:
1- وحدة الضخ Pumping Unit .
2- الأنابيب الرئيسة الثانوية والفرعية Main and Submainl Lines.
3- التفرعات Laterals.
4- المرشات Sprayers.
ومن الوحدات المكملة لمنظومة الري بالرش هي منظومة إضافة الأسمدة والكيمياويات و وحدة تنقية ماء الري من العوالق التي قد تسبب سد فتحة المرشة.

تشغيل نظم ري الرش :

إن الهدف الأساسي من الري بالرش هو إضافة الماء بشكل متجانس لتجهيز الماء إلى المنطقة الجذرية للمحصول ولابد من الأخذ بنظر الاعتبار الخصائص التالية في نظام الري بالرش :

1- شكل الترطيب Wetting Patterns :

إن شكل الترطيب من مرشة دوارة لايكون منتضماً جداً وعادة تكون منطقة الترطيب ذات شكل دائري . إن أعلى ترطيب يحصل تحت المرشة لذا لابد من وجود مرشات متقاربة للحصول على توزيع متجانس.

2- معدل الإضافة: Application Rate

وهي معدل الإضافة (تصريف المرشة) التي يتم فيها إضافة الماء إلى المحصول وتقدر بالمليمتر / ساعة . يعتمد معدل الإضافة على حجم المرشة , ضغط التشغيل والمسافة بين المرشات. قد تكون منظومات الري بالرش ثابتة أو متدحرجة أو منقولة بالساحبة أو محورية (شكل 66).يعتبر الري المحوري من أكثر نظم الري انتشاراً واستخداماً وملائمة لمختلف المحاصيل.

شكل (66)

شكل66. الري بالرش: الخطي (الأيمن)، المحوري (الأيسر)، المحمول على دواليب (الأسفل)

الري الدقيق Microirrigation :

يشير الري الدقيق إلى أنظمة الري ذات الضغط الواطىء التي تنشر الماء بشكل ضباب أو الرش أو التنقيط. تتكون منظومات الري الدقيق من انابيب رئيسية وأنابيب فرعية, فتحات لرش الماء(emitters) , منظومة سيطرة جريان ,وملحقات أخرى . تنقل هذه الاجهزة الماء إلى سطح التربة في مكان قريب من النبات أو تحت سطح التربة مباشرة إلى منطقة جذور النبات . وصف المنتجون والمختصون هذه الأجهزة لتقليل الأحتياجات المائية من خلال الإضافة الدقيقة للماء .

إن هذه الطريقة لا تكون مهمة في المناطق الجافة فحسب بل حتى في المناطق شبه الرطبة والرطبة حيث تكون موارد المياه محددة أو ان المياه ذات اسعار عالية . إن الإضافة الفعلية للماء تتم بواسطة ناشرات من البلاستيك تقوم بتجهيز الماء بتصريف منخفض وثابت على مدى ضغط التشغيل. إن الناشرات تجهز الماء بثلاثة طرق مختلفة وهي التنقيط , والفقاعة ، والرش الدقيق . وفي حالة طور التنقيط فإن الماء يجهز بشكل قطرات اما في حالة طورالفقاعة فإن الماء يجهز بالناشرات ,أما طور الرش الدقيق فإن الماء يرش أو ينشر بشكل رذاذ .

الرش الدقيق : Microsprinkler Irrigation

ان المرشات الدقيقة هي عبارة عن ناشرات (emitters) تعرف عادة برأس المرشة الناشر. وهناك أنواع مختلفة منها .تعمل المرشات بقذف الماء في الهواء بهيئة تم إعدادها مسبقاً. واعتماداً على طريقة قذف الماء فإن المرشات تقسم إلى مرشات صغيرة ومرشات دقيقة . تكون المرشة بشكل قاذف Jet أو دوار Spinner. إن رأس المرشة هو الناشر وهي وحدة قائمة بذاتها تثبت في أنبوب فرعي بواسطة أنبوب شعري بقطر صغير (3-6) ملم.

يجب أن يستند رأس المرشة على قصبة أو يربط مباشرة على أنبوب تجهيز . إن المرشات الدقيقة مرغوبة عادة لان عدد قليل منها يغطي مساحة واسعة ويترأوح تصريفها بين (12-120) لتر/ساعة اعتماداً على حجم الفوهة وضغط التشغيل .

مميزات الرش الدقيق:

1- لا تحدث فواقد نقل .
2- انخفاض مفقودات الطاقة والسيح السطحي والتخلخل العميق مقارنة بأنظمة الرش التقليدية ويكفي مصدر مائي قليل للتجهيز .
3- تقليل الأمراض والأدغال لمحدودية المنطقة المبتلة.
4 يمكن ان تكون ذاتية الإدارة (automated) .
5- توفير طاقة لانها تحتاج إلى قدرة صغيرة .
6- زيادة الانتاج في الاراضي غير المستغلة والصعبة الإدارة .

المشاكل القائمة هي:

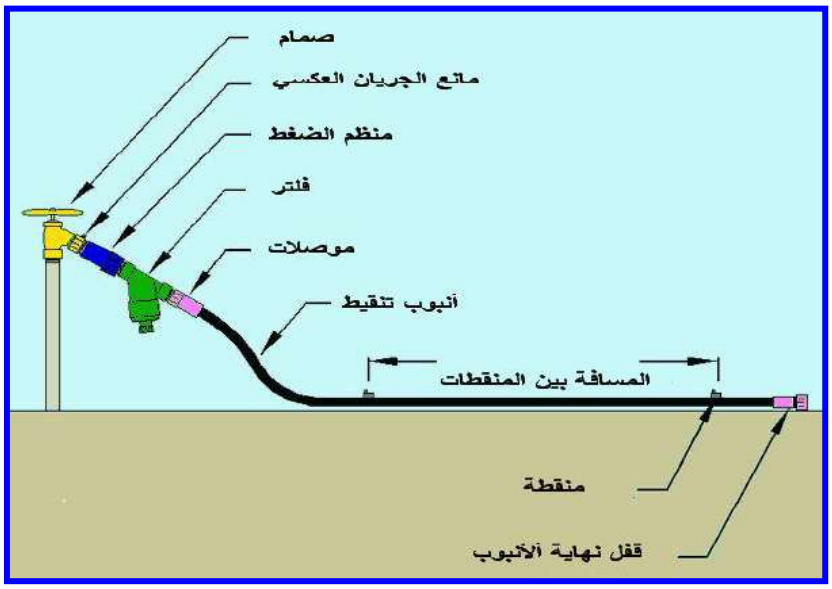
1- تحتاج إلى صيانة وإجراءات مخصصة.
2-يمكن ان تكون الانابيب عرضة للتلف من القوارض والحيوانات والحشرات .
3- ذو كلفة إنشاء أولية عالية .

ري التنقيط :Drip Irrigation

وهي طريقة لتقليل استخدام الماء والأسمدة والسماح للماء بالتنقيط ببطء إلى جذور النبات مباشرة على سطح التربة أو في المنطقة الجذرية . يتم ذلك من خلال صمامات و أنابيب ومنقطات وناشرات . أصبح نظام ري التنقيط الحديث من أهم تقنيات الري في الأراضي الزراعية في كافة أنحاء العالم وحل محل ري الغمرخاصة في المناطق التي تعاني من شحة المياه. يمكن أن تستخدم هذه الطريقة رؤوس رشاشة دقيقة ترش الماء على مساحة صغيرة بدلاً من ناشرات تنقيط (dripping emitters) وتستخدم هذه في الغالب على الأشجار والأعناب ذات منطقة الجذور الواسعة .
أما ري التنقيط تحت السطحي (Subsurface Drip irrigation) فيستخدم أنابيباً مدفونة بشكل دائمي أو مؤقت أو شريط تنقيط (Drip tape) يقع عند أو تحت جذور النباتات . لقد أصبحت هذه الطريقة واسعة الانتشار في زراعة محاصيل الخضر خاصة في المساحات التي تعاني من شحة المياه. كما إن هذه الطريقة تستخدم المياه المعالجة . لاشك أنه لابد من دراسة عوامل الطوبوغرافية التربة ,الماء, المحصول وحالات المناخ لتحديد أفضل نظام ري تنقيط ومكوناته لغرض استخدامها في تشكيل محدد ويبين الشكل 67 مخطط مبسط لمنظومة ري تنقيط.

المكونات والتشغيل : Components and Operation

1- مضخة أو مصدر ماء أو خزان ماء.
2- مرشح ماء (نظام تنقية ,فاصل الرمل , فلتر وناقل) .
3- نظام إضافة الأسمدة الكيمياوية (اختياري) .
4- منظم الغسل التراجعي Back Wash Controller.



شكل67. مخطط مبسط لمنظومة ري تنقيط.

5- الانبوب الرئيس .
6- مجموعة صمامات سيطرة ذاتية الضغط أو يدوية وصمامات أمانة .
7- أنابيب طرفية .
8- التوصيلات .
9- المنقطات مثل . Emitters, Drippers, Microspray Head, Inline Drippers, Trikle ring .

إن هذه المنظومة قد تعمل آلياً أو يدوياً. تخلط الأسمدة مع ماء الري في نظام الري بالتنقيط وتسمى هذه العملية بالـ Fertigation. أما عملية Chemigation فهي إضافة المبيدات وغيرها من الكيمياويات اللازمة لتنظيف النظام بشكل دوري مثل إضافة الكلور وحامض الكبريتيك. في كلتا العمليتين Fertigation و Chemigation تستخدم حاقنات مواد كيميائية لهذا الغرض . وجد ان هاتين الطريقتين تؤمنان 95% من الأسمدة المضافة مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى .

إذا تم نصب منظومة ري بالتنقيط بالشكل المطلوب فإنها توفر كميات كبيرة من ماء الري عن طريق تقليل التبخر ومفقودات البزل بالمقارنة مع طرق الري الأخرى كالغمر لذلك فإن الماء يضاف بشكل دقيق إلى المنطقة الجذرية . وفي المناطق التي تعاني من شحة مياه فإن هذه الطريقة تضمن زيادة المساحة المزروعة وبنفس الكمية من ماء الري .

بما أن الهدف الأساسي من عملية الري هو الحفاظ على رطوبة مناسبة في المنطقة الجذرية لأطول فترة ممكنة خلال موسم النمو لذا يمكن استعمال منظومة الري بالتنقيط لهذا الغرض عن طريق تجهيز كمية ماء الري تحت تصريف واطئ على شكل دفعات تعرف بالموجات Surge قد تكون فيها منظومة الري عاملة (تعمل ON) أو متوقفة (لاتعمل OFF) بموجب دورات إضافة أو قطع ماء الري بأستخام الصمامات الموجية (Surge Valves) التي تحوي على معالجات (Microprocessos) تضمن التشغيل الذاتي. تعرف هذه الطريقة بطريقة الري الموجي (Surge Irrigation) وهو عملية تهدف إلى تجهيز الماء لأطول فترة ممكنة لتهيئة أفضل الظروف الرطوبية الملائمة للنبات. نظرا لكون هذه الطريقة مكلفة وتحتاج إلى كلفة وتقنية عاليتين فقد اعتمدت الشركات استخدام منقطات تعمل تحت ضغط منخفض (3- 5) لتر /ساعة.

ميزات طريقة الري بالتنقيط:

1- تقليل الضائعات السمادية من المغذيات المضافة.
2- كفاءة إضافة ماء عالية.
3- لايستوجب تسوية الحقل . وتستخدم لري الحقول ذات الاشكال الهندسية غير المنتظمة .
4- تسمح بالاستخدام الامين للمياه المعالجة .
5- يمكن الحفاظ على رطوبة السعة الحقلية للمنطقة الجذرية .
6- لا أهمية لنوع التربة وخطر التعرية .
7- أجور عمل واطئة .
8- يمكن معايرة المنظومة من خلال تنظيم الصمامات والمنقطات .
9- تقليل التبخر والأمراض .
10- تعمل تحت ضغط واطىء

محددات طريقة الري بالتنقيط:

1- ذو كلفة أولية عالية لوحدة المساحة.
2- تؤدي الحرارة وضوء الشمس إلى اتلاف الأنابيب البلاستيكية مما يقلل من عمرها .
3- الانسداد في حالة عدم تنقية الماء .
4- لا يسمح بإضافة المبيدات على السطح .
5- لابد من إضافة كلفة تنظيف المنظومة بعد الحصاد .
6- يحتاج إلى خبرة عالية وقد تكون لها عواقب سلبية فلابد من مراعاة النقاط التي تم ذكرها سابقاً .
7- تحصل مشاكل إنبات في الترب الرملية ذات النفاذية العالية لاحتمالية عدم ترطيب سطح التربة بفعل حركة الماء إلى الأسفل وعدم انتشارالماء افقياً.

أسئلة الفصل التاسع

السؤال الأول: ما المقصود بالري السيحي والري السطحي؟

السؤال الثاني: ماهي العوامل المحددة لنظم الري؟

السؤال الثالث: حدد أكثر طرق الري السطحي انتشارا في العراق مبينا السبب.

السؤال الرابع: ماهي أفضل طرق إدارة ماء الري للحد من تاثير الملوثات السامة؟

السؤال الخامس: لماذا يعد ري الرش من أكثر طرق الري استعمالا؟

السؤال السادس: لماذا يعد الري بالتنقيط أكثر طرق الري كفاءة؟

السؤال السابع: ميز بين الري الدقيق بنوعيه التنقيط والرش مع طريقتي الري بالتنقيط والرش الاعتيادي.

الفصل العاشر
الممارسات الحقلية لإدارة ماء الري

الآهداف

الهدف العام : الآلمام بالممارسات الحقلية لإدارة ماء الري

الآهداف الخاصة

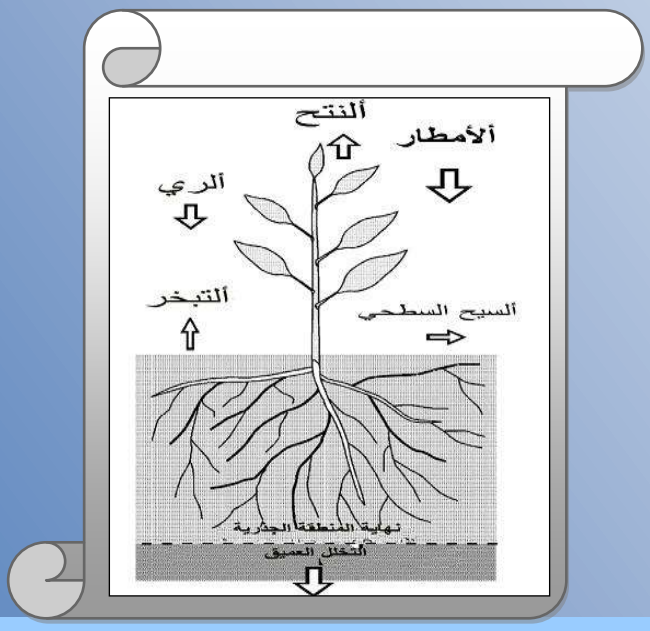
بعد اتمام هذا الفصل يكون الطالب قادراً على

1- الألمام بمتطلبات جدولة الري الحقلي.

2- التعرف على الأليات المستخدمة لتحديد الأحتياجات المائية.

3- الألمام بالمتغيرات الميدانية في الحقل الأسباب والمعالجات.

4- الألمام بسلامة إضافة المواد الكيماوية والأسمدة إلى مياة الري .



الفصل العاشر
الممارسات الحقليةُ لإدراة ماء الري

إن للأنتاج الزراعي أهمية قصوى في الاقتصاد الوطني لكن الإدارة غير الكفوءة للري قد تؤدي إلى مشاكل بيئية كنقل الملوثات ,المغذيات ,الرواسب إلى مصدر الماء . تعد إدارة ماء الري جزءً هاماً ومكملاً لبرنامج إدارة الحقل الكاملة للتربة والماء والهواء والنبات و الثروة الحيوانية.

لقد تم في السابق التركيز على كمية ماء الري اما الآن فهناك ظرف آخر وهو نوعية مياه الري في إدارة مياه الري المهمة لخفض خطر الملوثات التي لا تنبعث من نقطة واحدة (مكان واحد) الناتجة عن الغسل أو ضائعات السيح السطحي . ينبغي إدارة انظمة الري لتلبية متطلبات المحصول بالوقت والكمية المناسبة لماء الري المضاف بحيث تكون مساوية تقريباً للإحتياجات المائية للمحصول. ان الممارسات الحقلية الجيدة لإدارة ماء الري تزيد من الكفاءة والتناسق وتقلل من خطر تلوث مصادر المياه . تشمل الممارسات الحقلية جدولة الري , تحوير الإجهزة , تسوية الأرض , استرجاع ماء الذنائب (وهو الماء الذي يتجمع في نهاية الحقل أثناء أو بعد الري) , العمليات الفلاحية المناسبة(خدمة التربة والمحصول), إدارة البقايا النباتية وسلامة استخدام المواد الكيميأوية .

جدولة الري : Irrigation Schedule

إن الجدولة المناسبة التي تستند على قياس أو تقدير المحتوى المائي للتربة وحاجات المحصول للماء هي واحدة من أهم ممارسات إدارة الري . لقد تطورت الاجهزة والتقنيات بمساعدة المنتجين لتحديد الزمن الذي يتطلب عنده ري المحصول إضافة إلى كمية الماء اللازم إضافته كما في الجدول 5.

إن جدولة الري تستخدم استراتيجيات إدارة المياه لمنع الإضافة الزائدة للماء وزيادة صافي الأرباح . وفي الحقيقة فإن الريات هي مجدولة سواءً كانت بتحكم آلي عالي الدقة أو لمجرد رغبة المزارع . إن المنتجين لديهم المعرفة لتحديد الزمن بين الريات وصول الماء إلى الحقل دون أن تعاني المحاصيل من الإجهاد المائي . إن الصعوبة تقع في إضافة الكمية اللازمة من الماء فقط .ان الجدولة الفاعلة تتطلب معرفة كل مما يلي:

1- سعة التربة لمسك الماء .
2- الماء الجاهز الحالي.
3- الاحتياجات المائية للمحصول(التبخر- نتح ET).
4- حساسية المحصول للإجهاد المائي.
5- كمية ماء الري والمطر المستلمة .
6- توفر تجهيز الماء .
7- طول الفترة الزمنية اللازمة للري.

ينبغي أن يتم قرارالري على قياس أو تقدير لحالة المحصول وحالة ماء التربة. إضافة إلى بعض الدلائل الاقتصادية للفائدة المرجوة . إن الري المناسب قد يتيح خفض عدد الريات مما ينتج عنه صيانة المياه و المغذيات. إن ممارسات جدولة الري تتم غالباً باعتماد الموازنة المائية للمنطقة الجذرية. تعتمد هذه الطريقة أسلوب الموازنة لحساب جميع المدخلات والمخرجات من التربة ويعبر عن ذلك بمعادلة مبسطة تعرف بالمعادلة العامة للموازنة المائية في مقد التربة وكما يأتي :

$$I + P = ET + D_r + R_o + L_r + (O_e - O_d$$

جدول 5: الطرق و ألآليات المسخدمة لتحديد الأحتياجات المائية للنبات لإضافة الكمية اللازمة من ماء الري

	الطريقة	الالية المستخدمة	الميزات , المحددات
-1	مراقبة رطوبة التربة الإحساس باليد شد رطوبة التربة قياس المقأومة الكهربائية تقدير الرطوبة التحليل الوزني	متى نروي وكم نروي مثقاب يدوي تنششوميتر لوح الجبس المجس النيوتروني/TDR الفرن والميزان	دقة متغيرة تحتاج/ خبرة دقة جيدة سهل القراءة/مدبضيق مدى واسع /دقة محدودة كلفة تعمل تحت شروط/ دقة جيدة تحتاج إلى جهد مباشرة /تحتاج إلى جهد كبير
-2	دليل السطح الورقي دليل الحاجة إلى الري دون تحديد كميته: أ-المنظر والشكل. ب- دليل الاجهاد	الخبرة المنظورة الأشعة فوق الحمراء	ملاحظة الحقل/دقة متغيرة ملاحظة الحقل/دقة متغيرة مكلفة
-3	الموازنة المائية لاحاجة للعمل الحقلي لكن هناك حاجة قائمة للمعايرة الدورية لان التقدير المائي الوحيد هو باستخدام المقنن المائي طريقة check book ET القياسي (1) Atmometer الاستشعار عن بعد	 حاسبة بيانات محطة الأنواء الجوية بيانات محطة الأنواء الجوية بيانات تحليل الإشارة	 متى نروي وكم يتطلب من الري بحاجة إلى معامل المحصول بحاجة إلى معامل المحصول يحتاج إلى برامج وخبرة

حيث إن:

I= ماء الري المضاف

P= التساقط أو المطر

ET=التبخر / نتح وهي الاحتياجات المائية للنبات خلال المقنن المائي

D_r= البزل أسفل المنطقة الجذرية (ضائعات)

R_o= السيح السطحي (ضائعات)

O_e= المحتوى المائي يعبر عنه كعمق عند نهاية الفترة المائية (زمن ري مثلاً)

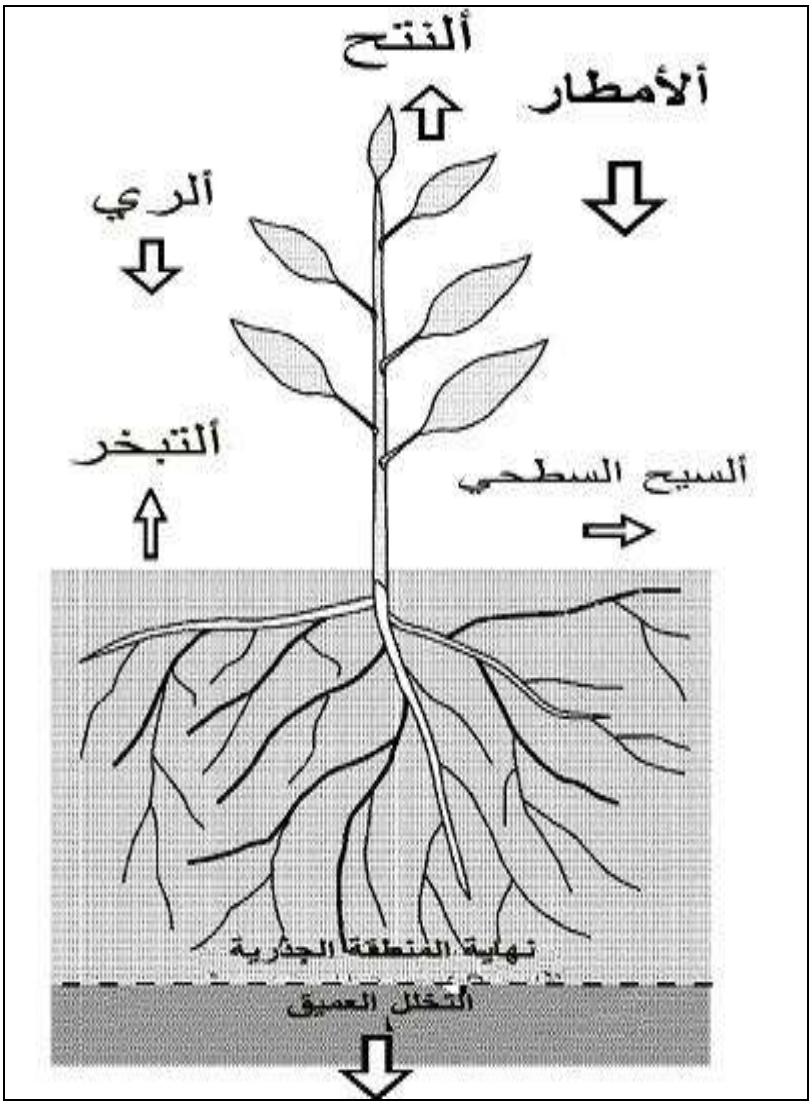
O_b= المحتوى المائي يعبر عنه عند بداية فترة زمنية (ري) عادة ما يمثل المحتوى المائي عند السعة الحقلية للمنطقة الجذرية.

L_r= عمق الماء الاضافي كمتطلبات غسل الذي يضاف فوق متطلبات السعة الحقلية.

(1): جهاز بسيط يستخدم لقياس معدل التبخر.

1- جهاز علمي يستخدم لقياس معدل التبخر من سطح رطب الى الغلاف الجوي . يتحرك الماء من خزان قياسي الى السطح الرطب بالخاصية الشعرية ويمثل الانخفاض في المقياس حجم التبخر من الجهاز الذي يعكس الاحتياجات المائية للنبات.

إن المجهول الرئيس هو المقنن المائي .إن بيانات المقنن المائي ينبغي أن تكون متوفرة على المدى اليومي في الدوائر الزراعية ولجميع المحاصيل أو على الاقل المزروعة في منطقة خدمة الدائرة الزراعية . ونظراً لعدم وجود مثل هذه الخدمة في الداوئر الزراعية فلابد من تظافر الجهود العلمية والتقنية لإنشاء قاعدة بيانات مناخية دقيقة محلية و وطنية تشمل جميع البيئات المناخية المتاحة من المحطات المناخية المنتشرة في القطر و المعلومات الخاصة بخصائص التربة و المحصول و وضعها على شبكة المعلومات. في الكثير من بلدان العالم يمكن للمنتج التعرف على تبخر- نتح اليومي من خلال شبكة المعلومات أو الهاتف النقال كما يمكن للمنتج طلب كمية الماء اللازم للري وزمن الري عند وجود أنظمة تجهيز تعتمد نظام السيطرة الذاتية والاستشعار عن بعد. ويبين الشكل68 الموازنة المائية لنظام المصول.



شكل68. يمثل مصدر ومصير الماء في نظام المحصول

أجهزة تحويل الماء:

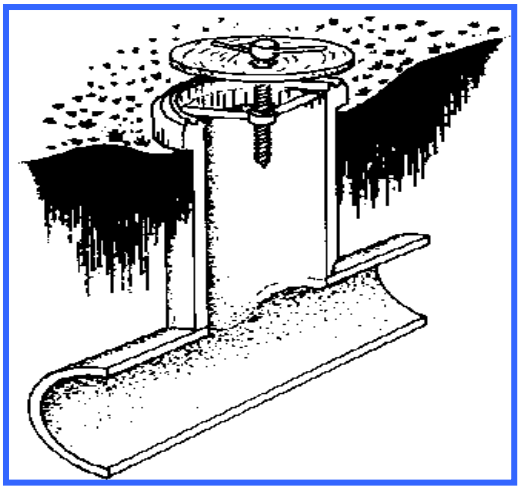
تعتمد وسائل التحويل إلى ضخ الماء إلى نقطة سيطرة في أعلى نقطة من الحقل ثم توزيعه بقنوات أو انابيب إلى الحقول المستفيدة. يتحرك الماء في الأنابيب أو القنوات بفعل جهد جاذبية الأرض الناتج عن الفرق في شحنة ضغط الماء (الأرتفاع) بين نقطة السيطرة ومنسوب الحقل. يتم تحديد قطر الأنبوب اعتماداً على كمية ومدى توفر الحصة المائية. يجهز الماء بالطريقة التقليدية بشكل مستمر أو متقطع أو بالمراشنة أو قد يجهز عن طريق نظام جدولة الري.إن غالبية أنظمة الري السيحي تجهز الماء من نظام قنوات تتم إدارته من قبل القطاع العام أو المختلط . يجهز قسم من الماء بواسطة منظومة انابيب توزيع أو بضخ الماء مباشرة من الماء الأرضي . إن أنظمة التحويل تؤدي وظائف متعددة تتضمن:

1- فتح وغلق سيطرة الماء بشكل مركزي
2- تنظيم وموازنة التصريف إلى قنوات الحقل و نظام توزيع الماء.
3- قياس تصريف الماء عند المصدر لضمان تأكيد تجهيز الماء.
4- صيانة أسفل المجرى لضمان وصول الماء إلى ألأطراف .

يتضمن تحويل الماء إلى الحقل منظومات وشبكات قنوات رئيسية ويمكن أن يكون الوسط الناقل قناة ترابية أو خط أنابيب أو قناة مبطنة . يمكن أن تكون القنوات المبطنة بمستوى الحقل او أعلى منه أما الأنابيب فتكون في الغالب من البلاستيك أو الحديد أو الكونكريت أو الطين أو السمنت أو حتى من الخشب . أما المواد المبطنة فتشمل الأنسجة الكونكريتية و البلاستيك تحت السطحي أو السطحي أو تربة مرصوصة .

تتضمن إدارة الماء في القنوات الحقلية قياس التصريف والتنظيف من الترسبات والعوالق , والتوزيع , وتنظيم مستوى الماء . بعد وصول الماء إلى الحقل يوزع على الحقول بوسائط متنوعة تتكون غالبيتها من قناة رئيسية أو خط أنابيب يمر من الجانب العلوي للحقل حيث يوزع الماء من القناة الرئيسية أما بواسطة السيفون إلى المروز أو فتح الانابيب على الأحواض والألواح ومن الممكن توزيع الماء من خلال منظومة انابيب سطحية تتغذى من خط انابيب رئيس مدفون كما في الشكل69.

لابد من الوقوف بشكل واضح على الطرق المناسبة لنقل وتوزيع مياه الري في العراق بهدف الإدارة الجيدة لمعالجة الشحة المتزايدة في الواردات المائية من نهري دجلة والفرات و روافدهما. ان استخدام الأنابيب و القنوات المبطنة لنقل ماء الري من المصدر إلى الحقل يسهل السيطرة على إدارة و توزيع ماء الري مما يسهم في زيادة كفاءة نقل الماء و تقليل الضائعات المائية.



شكل69. خط انابيب تحت السطحي يفتح الماء لغرض ري الحقل عن طريق تدوير و رفع الصمام من الأعلى

خصائص التربة والمحصول :

ان من خصائص التربة المؤثرة على إدراة الري هي نفاذية التربة ومعدل الغيض, سعة حفظ الماء الجاهز و قابلية التربة على التعرية . تتأثر هذه الصفات بالنسجة , المواد العضوية , التركيب والنفاذية لذا فإن لنوع التربة دوراً مهماً لابد للمنتج أن يتعرف عليه. إن الماء الجاهز في التربة ينبغي أن يتعين مع درجة استنفاذ الماء في جدولة الري من معلومات التربة و المحصول التي ينبغي توفرها في الدائرة الزراعية. إن خصائص المحصول تؤثر في قياسات إدارة ماء الري متمثلة بمتطلبات المحصول وعمق المنطقة الجذرية الفعالة.

إدارة الملوحة: Salinity Management

تتجمع الأملاح في الطبقة السطحية بفعل جهد التبخر العالي من سطح التربة في المناطق الحارة الجافة وشبه الجافة .وقد يكون مصدر هذه الأملاح ماء الري. تنتقل الأملاح بالخاصية الشعرية إلى الأعلى من الماء الأرضي الذي يكون مستواه قريب إلى السطح . لذا لابد من غسل الزيادة في هذه الأملاح بإضافة ما يعرف بمتطلبات الغسل التي تتراوح بين (5-15)% من المتطلبات المائية الكلية للمحصول.

إذا كانت نوعية المياه فقيرة ينبغي أن يكون غسل الأملاح الزائدة بعد انخفاض مستوى النترات وان تكون حاجة المحصول من النتروجين قد اكتفت . لا يجوز إجراء الغسل قبل مرور 72 ساعة على الأقل من إضافة المبيد إلى التربة .

سلامة إضافة المواد الكيميائية مع ماء الري: Chemaigation Safety

إن عملية الـChemaigation هي إضافة الأسمدة والمبيدات إلى ماء الري ويمكن أن تكون اقتصادية وتنجز بشكل صحيح . إلا أن المحدد الرئيس لهذه الطريقة هو تلوث مصادر مياه الري , المياه الجوفية ومياه الآباربفعل حركة الرياح, وماء السيح السطحي والتسرب العميق إلى أنظمة الري.

استرجاع ماء الذنائب : Tail Water Recovery

إن نظام استعادة ماء الذنائب (ماء الري الذي يتجمع في نهاية الحقل) هي وسيلة صممت لجمع وخزن ونقل ماء الذنائب لإعادة استخدامه في نظام الري . إن هذا النظام يزيد من كفاءة الماء ويقلل من احتمال تلوث مصادر المياه من خلال استرجاع ماء الري واعادة استخدامه ثانية. تزداد كفاءة ماء الري ذلك لاستخدام ماء الذنائب في الري الإضافي وتقليل كمية الماء التي يتم تحويلها . في نظام استعادة ماء الذنائب فإن الترسبات والعوالق الملتصقة بها كالأملاح ,المعادن, المغذيات الذائبة والمبيدات يتم السيطرة عليها مما يقلل من تاثيرها من خلال وجودها في ماء الذنائب . يتم حصر الماء في نهاية الحقل بشكل برك أو قنوات أو نظام إعادة الماء في نهاية الحقل ثم يعاد الماء بعد ذلك إلى القناة الرئيسة لاعادة استخدامه للري. ان آليات إعادة فواقد السيح السطحي في نهاية الحقل وإرجاعه إلى نفس الحقل أو حقل مجاور تتضمن إعادته بنظام اعادة الجريان إذا تم ارجاعه إلى المناسيب الأكثر ارتفاعا من الحقل(من نهاية الحقل إلى بدايته) , أما إذا أضيف الماء إلى حقل أقل مناسيب فإنه يسمى بالإستعمال المتتالي (Sequence Use) . تتكون المنظومة من قناة تعرف بقناة ماء الذنائب يتجمع السيح السطحي ويحمل الماء إلى نقطة تجمع مركزية هي عبارة عن خزان ماء , مضخة , وحدة توليد ,أنابيب أوقنوات لحمل الماء و اعادة توزيعه . وفي الحالات التي يكون فيها جريان الجذب الأرضي ممكننا فلا توجد حاجة للأنابيب والمضخات .

نظراً لحصول هدر في مياه الري في العراق نتيجة استخدام طرق الري الجائر وتسرب المياه من قنوات الري والحقول إلى المبازل فإن المناطق البعيدة التي تستفيد من مياه المبازل لغرض الري تسترجع جزء من الضائعات المائية رغم تدهور نوعيتها.

الخدمات الزراعية : Agricultural Services

ان لعمليات Chemaigation و Fertigationأو عملية إضافة مبيدات الأدغال Herbigation أو الحشرات Insectigation أو الفطريات Fumgigation محاسن كما ان لها مساوىء ومحددات وأخطاء يجب مراعاتها باختيار افضل طريقة إضافة لكي تكون عملية Chemaigation طريقة فاعلة وأمينة بإضافة مواد كيمياوية زراعية إلى بعض المحاصيل . كما يتطلب نصب اجهزة منع التلوث Antipolution للحفاظ على الماء من التلوث بعد إضافة النتروجين على دفعات لتقليل الغسل وفقد النترات . نظراً لخطورة تأثير المواد الكيميائية على البيئة بما فيها الانسان والمزرعة فلابد من تشريع القوانين التي تضبط وتحدد استخدام المواد الكيميائية بمواصفات استخدام أجهزة مطابقة لمواصفات الامان المنصوص عليها .

متطلبات الاجهزة المطلوبة لسلامة عملية Chemaigation :

إن أجهزة الأمان الأساسية والمقاييس المطلوبة للحفاظ على ماء الري خاصة من خطر التلوث تشمل:

1- صمام السيطرة للأنبوب الرئيس : Main pipe control valve
يتطلب وضع صمامين متتاليين للسيطرة في بداية الأنبوب .

2- Power interlock
يجب ان يرتبط نظام حقن الكيمياويات مع مصدر تجهيز القوة أو مصدر الماء (يعمل معه ويغلق معه وهذا ما يضمن غلق منظومة حقن السماد لاي سبب يتعذر فيه تجهيز ماء الري).

3- صمام سيطرة و حاقن للكيميائيات : Injector and control valve
وهو ضروري لسد النظام بشكل تام ولا يسمح للجريان في اية حالة لايعمل فيها نظام الحاقن.

4- مفتاح غلق الضغط الواطىء
لابد ان تحتوي منظومة الري مفتاح غلق الضغط الواطىء لكي تعمل على غلق منظومة الري ومنظومة الحقن عند انخفاض ضغط التشغيل إلى مستوى غير مرغوب.

5- خزان تجهيز المواد الكيميائية.

6- وضع علامات على الحقول المعاملة .

متغيرات الحقل :Field Variables

ان دور التربة في الغلاف الجوي على قائمة التربة والنبات تكون مهمة . يمكن للنباتات ان تنمو في المحاليل المائية Hydroponic ، لكن النبات ينمو في التربة وان خصائص التربة تؤثر مباشرة في جاهزية الماء والمغذيات للنبات . ان ماء التربة يؤثر مباشرة في نمو النبات فله التأثير المسيطر على حالة ماء النبات وبصورة غير مباشرة على التهوية , الحرارة , نقل المغذيات ,الامتصاص , تحويل المغذيات .ان نظام التربة يتالف من ثلاثة مكونات أساسية مع أيونات ذائبة وهي الجزء الصلب والسائل والغاز . ان نسب هذه المكونات الثلاثة تتغير مع النسجة والتركيب . ان نظام التربة الفعال يحتاج إلى موازنة بين هذه المكونات الثلاثة الا ان النسبة بين الماء إلى الهواء هي الاكثر أهمية .

يعبر عن ماء التربة على أساس الوزن أو الحجم الا أنه لايعبر بالضرورة عن جاهزية ماء التربة للنبات ولا يحدد اتجاه حركة الماء في التربة . ان جهد ماء التربة لا يعكس مباشرة كمية الماء في المنطقة الجذرية الا انه يحدد اتجاه حركة الماء في التربة لذلك لابد من الاخذ بنظر الاعتبار المحتوى المائي والجهد المائي عند التعامل مع نمو النبات . يعبر عن العلاقة بين المحتوى المائي والجهد المائي بمنحنى مواصفات رطوبة التربة أو منحنى الوصف الرطوبي أو منحنى مسك ماء التربة . تصنف التربة حسب النسجة ويمكن تحديد نسجة التربة من مثلث النسجة ومن المكونات الأساسية للتربة هي المادة العضوية خاصة في الطبقة السطحية وهي مهمة لحصول بناء جيد وهذا بدوره يؤثر على توزيع وجود المسامات .

تسوية الأرض Land Leveling

يتم تدريج سطح الأرض للاغراض الزراعية التي تخص الري والبزل السطحي . ان من اهداف وتطبيقات تدريج الأرض هو تهيئة سطح الأرض الفعلي بموجب خطة تم تحديدها هندسياً ان من اهداف التدريج هو السيطرة على التعرية وجعل التربة مهداً صالحاً لنمو النبات في تلك الاراضي التي يحتاج سطحها إلى تدريجات . إن تسوية الأرض وتدريجها يعد أساساً في الزراعة التي تعتمد الري السطحي . إذ يسلط الماء من الطرف العلوي للحقل ويتحرك بفعل جهد الجذب الأرضي .ان عدم حصول تسوية وتدريج يعني ان الماء لا ينتشر على كامل عرض اللوح أو في جميع المروز فالماء يتحرك من الجهد العالي إلى الجهد الواطىء .ان التدريج الأرضي يضمن حركة جبهة التقدم إلى نهاية الحقل وعدم الاسراف في تسليط كميات ماء كبيرة تتسبب في الهدر والضائعات وانخفاض كفاءة الري . لذلك كانت خطوة التدريج والتسوية من الخطوات الأساسية في مشاريع الاستصلاح المتعددة في العراق . مع ان طبيعة الأرض مستوية أو ذات انحدار قليل في مناطق السهل الرسوبي الا ان عملية التسوية والتدريج تكون خفيفة ولا تقطع فيها تلول أو تردم المستنقعات .

ان الطبقة السطحية من التربة هي الطبقة الغنية بالمغذيات وهي التي تسند حياة النبات لانها تمثل العمق الانسب للفعاليات الحيوية بما فها الجذور والكائنات الدقيقة كالديدان . وهذا يتطلب الحرص على هذه الطبقة واجراء التسوية والتدريج باقل قطع ممكن , وفي حالة الترب الضحلة (الترب الجبسية في العراق) التي قد يقل عمق التربة فيها عن 30 سم فلا يجوز اجراء عمليات التسوية والتدريج لان ذلك يقلل من عمق التربة كما لايجوز استخدام المحاريث القلابة التي قد تمزج التربة السطحية الغنية مع الطبقات الجبسية و يفضل ممارسة أدنى عمليات فلاحية مقرونة بطرق ري مناسبة كالري بالرش والري بالتنقيط .

في الترب شديدة الانحدار لا يمكن اجراء عمليتي التسوية والتدريج الا انه يمكن ان نلجأ إلى طرق ري انسب في زراعة مثل هذه الاراضي .

عمق الجذور :Rooting Depth

يحصل نمو الجذور مباشرة عند الانبات ويستمر حتى التزهير او بشكل مستمر كما في النباتات الدائمة الخضرة . ان الخصائص التالية تعتبر من الخواص المهمة لوصف الجذور :

1- عمق الجذر .
2- كثافة الجذر
3- اجزاء الجذر root fraction.
4- طول الجذور .
5- الكتلة الحية للجذر .

أسئلة الفصل العاشر

السؤال الأول: عدد اربعة طرق لتحديد حاجة الحقل للري مبيناً الالية , الميزات والمحددات.

السؤال الثاني : استخدم المعادلة العامة لتوازن ماء التربة لحساب المقنن المائي (الأحتياجات المائية) لحقل مزروع بنبات الحنطة للفترة:

1- بين رية و أخرى.

2- موسم نمو كامل.

السؤال الثالث: كيف تؤثر خصائص التربة والمحصول على إدارة ماء الري في حالتين:

1- زراعة الخضر بالتنقيط في تربة خفيفة النسجه.

2- زراعة الرز بالاحواض في تربة ثقيلة النسجه.

الجزء العملي

الأول - التربة

1- التربة العملي

الدرس العملي الأول- التربة

فحص التربة Soil Examination

يهدف هذا الفصل العملي إلى تطوير مهارات الطلبة للتعرف على بعض صفات التربة الظاهرية المنضورة السائدة أو التي يمكن تحسسها بين الأصابع عن طريق اللمس . إن لون التربة هو صفة مهمة سهلة التشخيص فالترب الرمادية اللون هي على العموم ترب رسوبية والترب السمراء اللون تكون ترب عضوية والترب حمراء اللون هي دلالة على احتوائها أكاسيد الحديد. كما يمكن تمييز نوعين من الترب الملحية في العراق هما ترب السبخ (Sabakh Soil) التي تكون داكنة اللون نتيجة لاحتوائها على كميات عالية من الأملاح الذائبة المتميئة مثل أملاح كلوريد وكبريتات الكالسيوم و المغنيسيوم و ترب الشورة(Shura Soil) التي تتميز بقشرة ملحية بيضاء ناتجة عن كلوريدات وكبرتات الصوديوم و المغنيسيوم كما ورد وصفها في الزبيدي(1989).

الأهمية و التطبيقات Significance and Applications

إن فحص نماذج تربة في الحقل أو المختبر و التعرف على بعض صفاتها الأساسية يحدد مدى ملائمة تلك الترب لزراعة محاصيل معينة فالترب الرملية تكون ملائمة لزراعة المحاصيل الجذرية في حين تلائم الترب الطينية زراعة النباتات ذات الجذور الليفية كالحبوب. إن لون التربة يعكس صفاتها الفيزيائية ذات العلاقة بنمو النبات, فالترب العضوية سمراء اللون تميل إلى السواد غالباً ماتكون ذات بناء جيد خصبة عكس الترب فاتحة اللون التي تكون ضعيفة البناء فقيرة الخصوبة.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

تحضر نماذج تربة مختلفة الألوان منخولة من منخل قطر فتحاته 2ملم وتحفظ في علب سعة (500-1000)سم^3 على أن تتضمن النماذج :

1- ترب طينية ناعمة النسجة .
2- تربة مزيجة رملية .
3- ترب رمل خشن النسجة .
4- ترب عضوية ، ترب سبخ، ترب شورة.
5- أطلس الألوان القياسي للتربة Munsell Color Chart
6- Washing bottle يحوي ماء مقطر.

طرائق العمل :

تسجل الملاحظات عن لون التربة وتقرأ الألوان باستخدام لوائح اللون القياسية Munsell Color Chart في الحالتين الجافة والرطبة عن طريق المواشكة بين لون التربة و اللون الأقرب من لائحة الألوان. تحدد نسجة التربة بشكل عام (رملية أو مزيجة أو طينية)عن طريق اللمس حيث تضاف كمية من الماء إلى التربة بعد وضعها بين الأصبعين حتى تصبح الترب بشكل عجينة وتفرك بين الاصابع . تكون الترب الرملية خشنة الملمس ولا تكون خيطاً اثناء دحرجتها (برمها) على سطح ناعم كالزجاج . أما الغرينية فهي ناعمة الملمس قليلة اللزوجة تكون خيطاً اثناء دحرجتها على سطح ناعم كالزجاج الا أنه لا يلبث أن يتفتت . تكون الترب الطينية لزجة ويمكن تكوين خيط يصل سمكه إلى 2ملم أو أقل عند دحرجة وبرم عجينتها على سطح ناعم. لابد من مراعاة الخوارزمية التالية عند تحديد لون التربة:

1- هل ان اللون يمثل هيكل التربة (كل التربة) ؟

نعم. ادرج بالتسلسل اللون السائد أولا ثم اللون الإنتقالي بين الآفاق.

كلا. ان اللون لايمثل هيكل التربة

2- هل يرتبط اللون بأغلفة أو صدأ، أو تجمع منقول لمعادن الطين أو الأكاسيد ؟

كلا. هذا تبقع ، حدد لونه باستخدام أطلس ألوان التربة القياسي .

نعم. هل إن اللون ناتج عن أكسدة (لون فاتح) أو أختزال (لون غامق)؟

3- كلا. لا وجود لمظاهر الأكسدة و الأختزال بل تجمعات أو مظاهر سطحية مثل كتلة من الكربونات وهي الدقائق البيضاء اللون التي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة ممزوجة مع التربة أو القشرة الملحية البيضاء على سطح التربة.

نعم. مظاهر أكسدة واختزال.

أسئلة الدرس العملي الأول

السؤال الأول: ميز بين ترب السبخة وترب الشورة من حيث الصفات الظاهرية المنظورة ؟

السؤال الثاني : ما أهمية الفحص الحقلي والمختبري لنماذج التربة؟

السؤال الثالث: دون لون نماذج التربة في الحالتين الرطبة والجافة باستخدام دليل الالوان ؟

السؤال الرابع : بلل(رطب) نموذجي تربة رملية وأخرى طينية :

أ: أي النموذجين يلتصق بين الاصابع؟

ب: أي من النموذجين يكون ذا ملمس خشن عند فركه بين الأصابع ؟

ج: أي من النموذجين يكون ذا ملمس ناعم ؟

السؤال الخامس:كون كرة من التربة الرطبة بعجنها ثم تكويرها براحة اليد ودحرجتها على الزجاج لتكوين خيط. أي من التربتين تكون خيطا أطول وأيهما تتفتت.

الدرس العملي الثاني - التربة

قطاع التربة :Soil Profile

يهدف الدرس إلى تحديد افاق (Horizons) أو طبقات (Layers) التربة من خلال اللون والملمس والنسجة والحدود الانتقالية الفاصلة بين الآفاق أو الطبقات ووصف هذا القطاع من حيث سمك و لون و نسجة تربة الأفق أو الطبقة.

الأهمية والتطبيقات Significance and Applications

يعد وصف التربة أساساً في جميع مسوحات التربة والدراسات الحقلية وقد يشمل الوصف النسجة عن طريق اللمس, لون التربة في الحالة الجافة والمبتلة ,عمق الافاق ,عمق التربة إلى المادة الأم. ان الأفق هو المنطقة zone في قطاع التربة التي تتميز في صفات ظاهرية متشابهة يمكن تمييزها. تفحص مواد التربة على جسم تربة ذو أبعاد محددة وقد يكون هذا الجسم بشكل شريحة تربة يعرف بـ Pedon أو جزء منه .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods:

المواد

مسحاة (مجرفة) , شريط قياس , دفتر ملاحظات , Spatula(سكينة تربة) .

طريقة العمل :

حدد موقعاً ملائماً يمثل الحقل و تجنب اختيار الموقع الذي يبدو متغايراً في صفاته ويمتاز بصغر مساحته كالمنطقة المرتفعة والمنخفضة . يحفر قطاع خلال جسم التربة إلى مادة الأصل أو إلى عمق لا يتجاوز 2م أو إلى مستوى الماء الأرضي إذا كان مرتفعاً بحيث يسهل الخروج منها والدخول إليها بابعاد 2 م طولاً ×1 م عرضاً على أن يواجه الجانب المراد وصفه أشعة الشمس كما يمكن أن يكون القطاع مشكلا حرف T.

بعد إكمال حفر القطاع سجل المعلومات العامة من حيث الطوبوغرافية , الموقع , النبات الطبيعي , الانحدار , مستوى الماء الأرضي . ميز الآفاق من خلال اللون , النسجة إلى اقصى الحدود السفلى. وفي المناطق الزراعية فإن أفق الزراعة Ap يكون مميزاً من حيث كونه هشاً ومحروثا (يرمز الحرف P مع الأفق A كإضافة Suffix للدلالة على الطبقة المحروثة أو المثارة الياً) أو يحتوي على الكثير من الجذور النباتية تليه سلسلة طبقات C لان الأفق B نادر الوجود في ترب وسط وجنوب العراق فهي ترب رسوبية حديثة التكوين تحتوي على الأفق Ap والطبقات التي تليها C1 ، C2 ، و C3 ...ألخ. ان الأفقB يوجد في ترب الغابات في شمال العراق. حدد سمك الأفق.

يستخدم spatula لتحديد درجة وضوح صفة الانتقالية في الحدود الفاصلة بين طبقة و أخرى وتحتاج إلى ممارسة عدة مرات. وفي حين قد يكون الأفق A هشا فإن الأفق C قد يكون صلبا ومرصوصاً . أن درجة وضوح صفة الأنتقالية بين الآفاق وضعت في أربعة أصناف هي الفجائية، الواضحة، التدريجية و المنتشرة. فمثلا يمكن ان تكون صفة الأنتقالية فجائية بين طبقتين أحدهما رملية و الأخرى طينية وهكذا. سجل أعماق القطاعات أو الطبقات المدروسة بما فيها عمقها العلوي وعمقها السفلي مثلا (0- 30) سم. إعط تسمية لكل افق وسجل الملاحظات المنظورة .

أسئلة الدرس العملي الثاني

السؤال الأول: ما أهمية دراسة قطاع التربة؟

السؤال الثاني : حدد اسم وسمك ونسجة الأفاق التى تم تمييزها في الحقل؟

السؤال الثالث: هل ظهر الماء الأرضي عند الحفر؟ حدد عمق الماء الأرضي.

السؤال الرابع: هل تم العثور على الأفق (B) أم لا ؟ بين السبب في الحالتين

الدرس العملي الثالث ـ التربة

قياس المحتوى المائي للتربة والتعبير عنه:

Measurement and Expressing of Soil Water Content

يهدف الدرس إلى قياس المحتوى المائي للتربة باستخدام طريقة مباشرة قياسية وهي الطريقة الوزنية لتحديد المحتوى المائي للتربة والتعبير عنه على أساس الكتلة والحجم والعمق .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

يعتبر المحتوى المائي للتربة مهماً لعمليات خدمة التربة والمحصول.لابد أن تجري عمليات خدمة التربة عند محتوى مائي مناسب يسهل فيه الحصول على تربة هشة مفتتة ويقلل من إحتمالية رص التربة عند محتوى مائي عال أو تكون كتلاً كبيرة عندما تكون التربة جافة .أما بالنسبة للنبات فإن محتوى ماء التربة يحدد كمية الماء الجاهز للنبات ونسبة الماء المستنزف منه وهذا بدوره يحدد كمية ماء الري اللازم إضافته وموعد الري . إن كمية ماء الري المضاف يحسب على أساس كمية الماء اللازم إضافتها لتجهيز ماستنفذ من الماء من قبل النبات بواسطة التبخر – نتح.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- فرن تجفيف
2- ميزان حساس
3- علب, رطوبة
4- كفوف واقية من الحرارة
5- Spatula
6- مجفف زجاجي (Desiccator) .
7- نماذج ترب مختلفة الرطوبة

طريقة العمل:

1- سجل رقم العلبة ورقم غطاء العلبة.احسب وزن العلبة والغطاء في حالة نظيفة وجافة (ارمز له وع).
2- ضع نماذج من الترب الرطبة في علب واحكم غلق العلبة.ثم أحسب وزن العلبة التي تحوي نموذج التربة الرطبة (ارمز له وع ت ر).
3- انزع غطاء العلبة ليكون قاعدة لها وضعها في فرن على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة لاتقل عن 24 ساعة .
4- اخرج العلبة من الفرن بعناية وأعد وضع غطاء العلبة باستخدام الكف الواقي من الحرارة. وضعها في مجفف زجاجي لكي تبرد ولا يحصل امتصاص بخار الماء من النموذج الجاف ثانية.احسب وزن كتلة العلبة والتربة الجافة مع الغطاء (ارمز له وع ت ج).
5- فرغ علبة الرطوبة ونظفها مع الغطاء.

الحسابات:

وزن الماء(وم) =وع ت ر –وع ت ج

وزن التربة الجافة فقط(وت ج= وع ت ج- وع)

المحتوى المائي الوزني(w)= وزن الماء مقسوما على وزن التربة الجافة

=وم/وت ج غم/غم

المحتوى المائي الحجمي (θ)=المحتوى المائي الوزني ×الكثافة الظاهرية للتربة/كثافة الماء

= w×الكثافة الظاهرية للتربة /كثافة الماء سم^3/سم^3

عمق الماء(d)سم= المحتوى المائي الحجمي (سم^3/سم^3)× عمق المنطقة الجذرية(D) سم
= θ × D (سم)

أسئلة الدرس العملي الثالث

السؤال الأول: لماذا يتم التعبير عن المحتوى المائي على أساس الوزن الجاف للتربة؟

السؤال الثاني: نموذج تربة وزنه الجاف 100 غم ونسبة الرطوبة الوزنية 0.15 غم /غم إحسب وزنه الرطب.

السؤال الثالث: إحسب المحتوى المائي الحجمي لنموذج تربة كثافته الظاهرية 1.37 غم/سم^3 ورطوبته الوزنية 50.25 غم/غم؟.

السؤال الرابع: إذا علمت أن عمق المنطقة الجذرية لنبات الشعير 60 سم ونسبة الرطوبة الوزنية للطبقة (0-30) سم 0.2 غم / غم وكثافته الظاهرية 1.41غم/سم^3 ونسبة الرطوبة الوزنية للطبقة (30-60) سم 0.35 غم /غم وكثافته الظاهرية 1.35 غم/سم^3 . إحسب عمق الماء للمنطقة الجذرية .

الدرس العملي الرابع - التربة

تحليل توزيع حجوم الدقائق Particle-Size Distribution Analysis

يهدف هذا الدرس العملي إلى تحديد النسبة المئوية لمفصولات التربة من الرمل والغرين والطين في نموذج التربة المدروس لغرض تحديد صنف نسجة التربة ويشار إليه بتوزيع حجوم الدقائق.

الأهمية والتطبيقات : Significance and Applications

إن نسجة التربة تعد من اهم صفاتها الفيزيائية فهي تؤثر في الصفات الفيزيائية الأخرى للتربة كالبناء, سعة حفظ الماء, حركة الماء وتبادل الغازات ,التمدد والانكماش,المسامية الكلية, توزيع حجوم المسامات وغيرها .إن تحديد نسجة التربة هي توزيع نسب مفصولات التربة وتعرف عملية التحليل الميكانيكي بعملية تحليل حجوم الدقائق.إن توزيع حجوم الدقائق ينطبق على الدقيقة المفردة كدقيقة الطين أو الغرين أو الرمل.وإن ارتباط أكثر من دقيقة واحدة يعني ان هذا المكون هو تجمع وليس دقيقة لذا لا بد من فصل الروابط للدقائق عن بعضها ثم تفريقها.
يمكن فصل الرمل بواسطة مناخل اما الغرين والطين فيتم فصلهما عن طريق الترسيب. ان سرعة ترسيب دقيقة في مائع تتناسب طردياً مع مربع نصف قطر الدقيقة حسب قانون الترسيب الذي يعرف بقانون ستوكس (Stokes' Law).
يقاس تركيز العالق (التربة والماء) بواسطة مقياس الكثافة (المكثاف Hydrometer). يقرأ المكثاف كثافة العالق مقدرة بـ غم /لتر. تجري القياسات في درجة 20 درجة مئوية وتصحح القراءة في ماعدى ذلك حيث يضاف 0.4غم/لتر عن كل درجة حرارة أعلى من 20 درجة مئوية ويطرح 0.4غم/لتر لكل درجة حرارة اقل من 20 درجة مئوية لقراءة المكثاف .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- مكثاف قياسي (ASTM No. 152H) مع مقياس بايوكس غم/ليتر.
2- رجاج كهربائي
3- أسطوانة بايوكس مدرجة سعة 1000سم^3
4- رجاج Brass (عصا رج تسمى Plunger)
5- (50) غم كالكون

طريقة العمل:

1- يوزن 50غم من تربة منخولة من منخل قطر فتحاته 2ملم . حدد المحتوى المائي على نموذج آخربتجفيفه في الفرن على درحة حرارة 110م^o لمدة 24 ساعة.
2- انقل التربة إلى بيكر عميق حجم 250 سم^3 اضف 0.3 سم^3 من حامض الخليك الثلجي و 80 سم^3 ماء و20 سم^3 بيروكسد الهيدروجين تركيز 30%. ضع البيكر فوق حمام مائي لازالة بيروكسيد الهيدروجين.
3- حرك النموذج بواسطة عود زجاج (Glass Rod) للتاكد من ذوبانية الكلس وعدم حصول فوران ناتج عن تحرر غاز ثاني أوكسيد الكربون بفعل ذوبان الكلس بوساطة

حامض الخليك الثلجي.
4- اضف 10سم^3 من محلول الكالكون تركيز نصف عياري واترك النموذج إلى اليوم التالي .
5- رج النموذج بماكنة الرج لفترة 10 دقائق وانقله بعد ذلك إلى اسطوانة ســـــعة 1000سم^3 (اسطوانة بايوكس).
6- أدخل المكثاف واكمل الحجم إلى 1130سم^3 ثم اسحب المكثاف بعد ذلك.
7- رج النموذج باستخدام عصا تحريك.
8- بعد مرور (10-15) ثانية ادخل المكثاف بعناية حتى يثبت .
9- سجل حرارة المحلول , قراءة المكثاف بعد 40 ثانية , أخرج المكثاف.
10- ادخل عصا الرج ثانية وحرك العالق عشر مرات من الأعلى إلى الأسفل ثم أخرج عصا الرج وانتظر لمدة ساعتين.
11- ضع المكثاف في العالق وسجل قراءته ودرجة حرارة العالق .
12- احسب نسب المفصولات الثلاثة وحدد صنف نسجة التربة.

الحسابات

اعط الرمز R_1 إلى قراءة المكثاف بعد 40 ثانية . أفرض أن قراءة المكثاف كانت 35 عند درجة حرارة 18 م^o.
اعط الرمز R_2 إلى قراءة المكثاف بعد ساعتين. أفرض إن قراءة المكثاف كانت 15 عند درجة حرارة 23 م^o.
أفرض أن نسبة الرطوبة الوزنية 0.08غم/غم.

تصحيح القراءة:

قراءة المكثاف المصححة بعد مرور 40 ثانية= 35 -0.4(20-18)
R_1 = 34.2 غم/لتر
قراءة المكثاف المصححة بعد مرور ساعتين= 15+ 0.4(23- 20)
R_2 = 16.2 غم/لتر

1- النسبة المئوية للغرين و الطين = $\frac{\text{قراءة المكثاف المصححة بعد مرور 40 ثانية } (R_1)}{\text{وزن التربة الجاف}} \times 100$

$$= \frac{34.2}{46.30} \times 100$$

$$= 74\%$$

2- النسبة المئوية للطين = $\frac{\text{قراءة المكثاف المصححة بعد مرورساعتين } (R_2)}{\text{وزن التربة الجاف}} \times 100$

$$100 \times \frac{16.2}{46.30} =$$

% 35=

%غرين= %غرين وطين - % طين

35 -74 =

%39=

%رمل = 100- % غرين وطين

74 -100 =

%26 =

حدد هذه النسب على مثلث النسجة لتجد أن نسجة هذه التربة هي مزيجية طينية.

أسئلة الدرس العملي الرابع

السؤال الأول: عرف قانون ستوك؟

السؤال الثاني:ما اسم الجهاز الذي يقيس كثافة العالق؟ وماهي وحدة القياس؟

السؤال الثالث: لماذا يتم طرح 0.4 من قراءة الجهاز عن كل درجة حرارة أقل من 20 درجة مئوية ؟

السؤال الرابع : احسب الزمن اللازم لترسيب دقيقة على عمق 20 سم إذا علمت أن قطر الدقيقة 0.001 سم .

الدرس العملي الخامس - التربة

ثباتية التجمعات Aggregate Stability

يهدف هذا الدرس العملي إلى قياس ثباتية تجمعات التربة وتوزيعها الحجمي والتعبير عنها .

الأهمية والتطبيق : Significance and Applications

إن بناء التربة هو صفة مرغوبة وتعكس حالة خصوبة التربة لما لها من تأثير ايجابي على نمو وتنفس جذور النباتات وتبادل الأوكسجين و ثاني أوكسيد الكاربون بين محيط التربة والغلاف الجوي وزيادة أعداد الكائنات الحية الدقيقة وحركة الماء .يشير مصطلح التجمع Aggregate إلى دقيقتين أو اكثر ترتبط مع بعضها بقوة أعلى من الدقائق المحيطة بها وهناك نقطتان هامتان في دراسة ثباتية التجمعات هما حجم التجمع ووزن المجاميع الثابتة بعد تعرضها إلى قوة خارجية تؤثر فيها. تقاس ثباتية التجمعات بعد وضع مجاميع تربة على سلسلة مناخل وتعريضها إلى قوة مثل غمرها وحركتها داخل الماء كما هو في طريقة يودر Yoder (1936) .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد المستخدمة:

1- سلسة مناخل مختلفة الاقطار
2- ماكنة يودر
3- ماء مقطر
4- علب رطوبة
5- Washing bottle
6- زجاجة ساعة

طريقة العمل:

1- يؤخذ نموذج تربة واحد ممثلاً للحقل عندما تكون التربة هشة وتفصل المجاميع بواسطة اليد من مناطق الإرتباط الأضعف ويوضع نموذجاً كافياً فوق منخل قطر فتحاته 9ملم يليه منخل قطر فتحاته 4.76 ملم . تدور المناخل باليد لكي تسقط المجاميع التي تتراوح مدى اقطارها من 9 إلى 4.76 ملم تتجمع على المنخل السفلي .
2- جفف النموذج هوائياً .
3- توزن 25 غم من المجاميع وتوضع في زجاجة ساعة. اغمر المجاميع مباشرة بماء مقطر لمدة 6 دقائق على أن لا يمس تيار الماء المجاميع مباشرة. احسب المحتوى المائي لنموذج اخر بتجفيفه بالفرن على درجة حرارة 110م^{o} لفترة لاتقل عن 24 ساعة.
4- انقل كميا المجاميع إلى المنخل العلوي من سلسلة مناخل متدرجة الأقطار مغمورة في ماء خال من الأملاح . عند حركة المناخل داخل الماء يجب أن تكون المجاميع مغمورة بالماء عندما تصل إلى النهاية العليا .
5- أجر عملية النخل الرطب لمدة 6 دقائق.
6- أخرج المناخل وانقل كميا المجاميع المتبقية على كل منخل إلى وعاء.
7- جفف النماذج بالفرن على درجة حرارة 110 درجة مؤية واحسب الوزن الجاف.

8- احسب معدل القطر الموزون (Mean Weight Diameter) من الجدول الآتي حسب المعادلة الآتية:

$$MWD = \sum_{1}^{n} xiwi$$

حيث ان:
xi **= معدل القطر لأي مدى حجمي للمجاميع المفصولة بالمنخل**
wi **= وزن المجاميع للمدى الحجمي معبرا عنها كجزء من الوزن الكلي الجاف للنموذج**
MWD= معدل القطر الموزون

قطر المجاميع ملم	معدل قطرالمجاميع ملم	وزن المجاميع الثابتة التبقية على كل منخل (غم)	العمود الثاني ×العمود الثالث
4.76 -9.00	6.88		
2.00 – 4.76	3.38		
1.00 – 2.00	1.5		
0.50 -1.00	0.75		
0.2-0.5	0.35		
مجموع العمود الرابع			

معدل القطر الموزون = مجموع العمود الرابع / وزن التربة الجاف
لابد من إجراء تصحيح لمعدل القطر الموزون وذلك بطرح نسبة الرمل من المجاميع المتبقية على كل منخل ؟

نشاط:
احسب معدل القطر الموزون لتربتين أحداهما ملحية (EC) أكبر من 10 ديسيسمنز/م والأخرى غير ملحية (EC) 2-3 ديسيسمنز/م بعد ذلك حاول الإجابة على السؤال الآتي:
أي من التربتين لها معدل قطر موزون أعلى ولماذا؟

أسئلة الدرس العملي الخامس

السؤال الأول: لماذا تكون الترب ذات البناء الجيد افضل إنتاجية من الترب ذات البناء الضعيف ؟

السؤال الثاني:ما الفرق بين الدقيقة والتجمع ؟

السؤال الثالث:لماذا تكون الترب العراقية ذات بناء ضعيف ؟

السؤال الرابع : كيف تؤثر الملوحة على ثباتية التجمعات؟

الدرس العملي السادس ـ التربة

الكثافة الظاهرية: Bulk Density

تهدف الدراسة إلى قياس الكثافة الظاهرية للترب الحقلية لغرض إدارة مياه الري وحساب مسامية التربة والتعرف على الطبقات المرصوصة وتحديدها .

الأهمية والتطبيقات : Significance and Applications

ان الكثافة الظاهرية للتربة هي صفة متغيرة وتعبر عن الحالة البنائية للتربة ،فهي معيار للحالة الفيزيائية التي انتظمت بها دقائق التربة داخل جسم التربة. إن القيم العالية للكثافة الظاهرية تعني أن المسامات الموجودة بين الدقائق هي أقل مما لو كانت الكثافة الظاهرية أقل لنفس التربة . تزداد الكثافة الظاهرية بفعل عملية رص التربة الناتجة عن استخدام آلالات الثقيلة . إن لزيادة الكثافة الظاهرية بفعل الرص عواقب سيئة على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة التي تنعكس على نمو وتطور النبات .لابد من قياس الكثافة الظاهرية لغرض حساب متطلبات الاحتياجات المائية على أساس الحجم أو العمق .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- ميزان الكثافة الظاهرية .
2- خيط رفيع (يفضل من الالياف الصناعية).
3- شمع برافين في حأوية عند درجة حرارة 60 درجة مؤية أو أكثر من ذلك بقليل والذي سوف يغمر فيه النموذج .

طريقة العمل:

سوف نتطرق إلى طريقتين لقياس الكثافة الظاهرية لكونهما الأكثر تطبيقاً:

أـ طريقة شمع البرافين Clod Method

1- يتم اختيارنموذج كتلة تربة جاف هوائيا على أن يكون مستقرا وغير هش ويتحمل التغليف والوزن والعمليات الأخرى (Handling) .
2- لف الخيط الرفيع حول كتلة التربة على أن تكون هناك زيادة لاتقل عن 20سم من الخيط.
3- احسب وزن الكتلة في الهواء.
4- امسك الخيط الحر من الجزء الذي تتعلق فيه كتلة التربة من نهايته ثم غطس الكتلة بشمع البرافين واسمح لزيادة البرافين بالبزل حتى يتصلد البرافين.احسب وزن الكتلة والبرافين سوية في الهواء.
5- علق الكتلة والبرافين في ميزان الكثافة الظاهرية و زنهما في الماء(سجل درجة حرارة الماء)
6- احسب المحتوى المائي للكتلة من خلال كسر البرافين واستخراج النموذج وزنه رطباً ثم تجفيفه في الفرن على درجة 110درجة مئوية و زنه جافاً .

الحسابات :

الكثافة الظاهرية = كثافة الماء× وزن التربة الجافة/ وزن التربة الرطبة في الهواء- وزن التربة والبرافين في الماء + وزن البرافين في الهواء /(كثافة البرافين × كثافة الماء / كثافة البرافين).

يمكن تسهيل حساب الكثافة الظاهرية حسب الخوارزمية الآتية:

أ- سجل وزن نموذج التربة في الهواء وارمز له M_1

ب- سجل وزن نموذج التربة + وزن البرافين في الهواء وارمز له M_2

ت- سجل وزن نموذج التربة + وزن البرافين في الماء وارمز له M_3

ث- حجم التربة + حجم البرافين (V_1) = حجم الماء المزاح = وزن الماء المزاح × كثافة الماء

$$1\times(M_2-M_3) =$$

ج- وزن البرافين $=M_2-M_1$

ح- حجم البرافين(V_2) = وزن البرافين × كثافته (0.9 غم/سم^3)

خ- حجم التربة $(V_t) = V_1-V_2$

د- احسب الوزن الجاف لنموذج التربة (M_s)

ذ- الكثافة الظاهرية للنموذج = الوزن الجاف لنموذج التربة / حجم النربة

$$V_t / M_s =$$

ب- طريقة عمود التربة : Core Method

المواد :

1- علبة مع غطاء .

2- ميزان حساس.

3- فرن حراري .

4- منخل 2ملم ,

5- عدة اخذ نماذج غير مثارة أو اسطوانة معدنية قطرها 5سم و ارتفاعها 5سم .

طريقة العمل :

1 سجل وزن اسطوانة العمود فارغة .

2- حضر سطحاً مستوياً (افقياً أو عمودياً) يؤخذ فيه العمود .

3- اضغط على الإسطوانة يدوياً أو آلياً في التربة (اعتماداً على الجهاز المتوفر لأخذ النموذج) . انتبه لعدم حصول رص . بعدها اخرج العمود وعدل حافات التربة بشكل مستوي وضع العمود في حأوية لضمان نقله إلى المختبر .

4- جفف عمود التربة على درجة حرارة 110 درجة مئوية وسجل وزن التربة الجاف $(M_s=$وزن ج$)$

5- إذا احتوى النموذج على حصى أو صخور أكبر من 2ملم انخل النموذج نخلا رطباً في منخل 2 ملم . وسجل وزن الصخور الباقية على المنخل .

6- احسب الكثافة الظاهرية من المعادلة :

الكثافة الظاهرية للتربة (غم /سم^3) = و ت ج (غم)/ حجم الاسطوانة (سم^3).

- وهناك طرق أخرى لحساب أو تقدير الكثافة الظاهرية .

أسئلة الدرس العملي السادس

السؤال الأول: عمود تربة قطره 5 سم وارتفاعه 5سم . احسب كثافته الظاهرية إذا علمت أن وزنه الرطب 151 غم ونسبة الرطوبة الوزنية فيه هي 0.1 غم/غم .

السؤال الثاني: لماذا يتطلب قياس الكثافة الظاهرية على تربة غير مثارة (بحالتها في الحقل) ؟

السؤال الثالث: لماذا تكون التربة الرملية عموماً أعلى كثافة ظاهرية من التربة الطينية ؟

السؤال الرابع : غلفت كتلة تربة وزنها الرطب 10غم بالبرافين فاصبح وزنهما(وزن التربة + وزن البرافين) في الهواء 11غم وزنهما في الماء 3غم فإذا علمت أن كثافة البرافين 0.9غم/سم^3 وأن نسبة الرطوبة في النموذج = 0.1 غم/غم احسب الكثافته الظاهرية لكتلة التربة.

الدرس العملي السابع - التربة

منحنى خصائص رطوبة التربة Soil Moisture Characteristi Curve

يهدف هذا الدرس إلى تحديد العلاقة بين محتوى ماء التربة والجهد المائي للتربة ابتداءاً من التشبع إلى نقطة الذبول الدائم .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

يتم استخدام البيانات إلى دوال حفظ الماء , سعة مسك الماء , توزيع حجوم المسام, الايصالية المائية المشبعة وغير المشبعة . يحضر منحنى الوصف الرطوبي بطريقتين هما:

أ- طريقة التجفيف:عادة ما تتم على نموذج تربة مشبع وتسلط عليه شدود مختلفة .
ب- طريقة الترطيب : وهي عكس طريق التجفيف حيث تتم على نموذج تربة جاف موجود داخل خلية ضغط خاصة تعرف Tempe Cell و يخفظ الضغط المسلط عليه نظراً لان إضافة ماء الري تتم على أساس النسبة المئوية للماءالجاهز التي تقع بين السعة الحقلية (33 كيلوباسكال) ونقطة الذبول الدائم (1500 كيلوباسكال) لذا لابد من تحديد المحتوى المائي عند هذين الشدين ,كذلك يستوجب قياس العلاقة بين قوة مسك الماء (الشد أو الضغط المسلط والمحتوى المائي عند الشدود المختلفة للحصول على منحنى يعرف بمنحنى خصائص رطوبة التربة الذي يصف العلاقة بين جهد ماء التربة والمحتوى المائي) سوف نكتفي فقط بقياس نقطتين هما السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- قرص استخلاص.
2- ميزان حساس.
3- مصدر توليد ضغط , منظم ضغط , مقياس ضغط .
4- حلقات بلاستيكية ارتفاع 15 ملم وقطر 50 ملم .

طريقة العمل :

1- شبع قرص الضغط لمدة 24ساعة بغمرة بالماء المقطر .
2- ضع القرص بعد ذلك في مستخلص Pressure Plate Extractor قرص الضغط وضع الحلقات المطاطية على القرص.
3- املأ الحلقات المطاطية لارتفاع 10 ملم بتربة منخولة من منخل قطر فتحاته 2 ملم .
4- اضف ماء لتغطية القرص المسامي على أن لا يرتفع عن مستوى الحلقات . اغلق الجهاز لفترة 24 ساعة لكي يتشبع النموذج.
5- سلط ضغط مقداره 330 سم ماء . سوف يخرج الماء من فتحة التصريف الخارجية . اغمر انبوبة خروج الماء بالماء وتأكد من عدم خروج أي فقاعة مع الماء. يحصل التوازن عندما يتوقف خروج الماء من أنبوب الجريان الخارج .

6-بعد التوازن انقل وبسرعة النماذج إلى علب رطوبة فارغة . أحكم سد الغطاء وسجل الوزن الرطب وضعها في الفرن للتجفيف بعد وضع الغطاء أسفل العلبة على درجة حرارة 110 درجة مئوية لفترة لا تقل عن 24 ساعة . سجل الوزن الجاف .

7- احسب المحتوى المائي عند السعة الحقلية من المعادلة :

المحتوى المائي= و م/و ت ج

المحتوى المائي الحجمي= المحتوى المائي الوزني × الكثافة الظاهرية / كثافة الماء .

8- أعد الخطوات السابقة على قرص يتحمل ضغط 15000 سم ماء لحساب المحتوى المائي عند نقطة الذبول الدائم .

الماء الجاهز = المحتوى المائي عند السعة الحقلية - المحتوى المائي عند نقطة الذبول الدائم.

شكل70: أجهزة استخلاص منحنى مواصفات رطوبة التربة: A - قدر استخلاص الضغط يظهر في داخله قرص استخلاص ، B - خلايا ضغط

أسئلة الدرس العملي السابع

السؤال الأول: لماذا يعد منحنى خصائص رطوبة التربة من خصائصها المائية المهمة ؟

السؤال الثاني :عرف منحنى خصائص رطوبة التربة؟

السؤال الثالث: ماهي الأجهزة المستخدمة في تحديد العلاقة بين جهد ماء الترب ونسبة الرطوبة فيها؟

السؤال الرابع : لماذا يكون المحتوى المائي عند السعة الحقلية للتربة الرملية أوطأ منه للترب الطينية؟

السؤال الخامس: متى يتوقف جريان الماء من النموذج إلى خارج قدر الضغط؟

الدرس العملي الثامن - التربة

قوامية التربة Soil Consistency

تهدف الدراسة إلى التعرف على حدود أتربيرك (Atterberg Limits) التي تصف درجة تماسك التربة ذات العلاقة بالمحتوى المائي للتربة كدليل على مدى صلابة أو مرونة التربة وقابليتها على التقولب (أخذ شكل) عند تعرضها إلى أجهاد كالضغط مثلا.

الأهمية والتطبيقات:Significance and Applications

تحدد حدود قوامية التربة على أساس المحتوى المائي معبراً عنه بشكل نسبة مئوية اللازمة للحصول على درجة قوامية يمكن قياسها في المختبر. وهي طريقة غير مكلفة للتعبير عن مدى تماسك هيكل التربة عند تعرضه إلى الاجهاد. فمن الناحية الزراعية نرغب في قوامية هشة للقيام بالعمليات الزراعية كالحراثة مثلا.

تقع القوامية في أربعة أصناف وهي:

1- القوامية الصلبة Hard Consistency
2- القوامية الهشة Friable Consistency
3- القوامية المرنة Soft Consistency
4- القوامية السائلة Liquid Consistency

تعتمد قوامية التربة على المحتوى المائي . قد تكون القوامية صلبة أو صلبة جداً (لا يمكن كسرها بالضغط بين الأصابع) اما بالنسبة للقوامية اللزجه فقد تكون التربة غير لزجه عندما لاتلتصق التربة أو يلتصق قليل منها بين الأصابع .أما الترب خفيفة اللزوجة فهي تلتصق بكلا الإصبعين بعد رفع الضغط مابين الأصابع مع التصاق قليل .الترب المتوسطة اللزوجه تلتصق الترب بكلا الاصبعين عند رفع الضغط ما بين الاصبعين مع التصاق التربة عند فصل الأصابع.أما الترب اللزجه جدا فهي تلتصق بقوة إلى الإصبعين بعد رفع الضغط بين الإصبعين مع التصاق شديد بعد الفصل.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

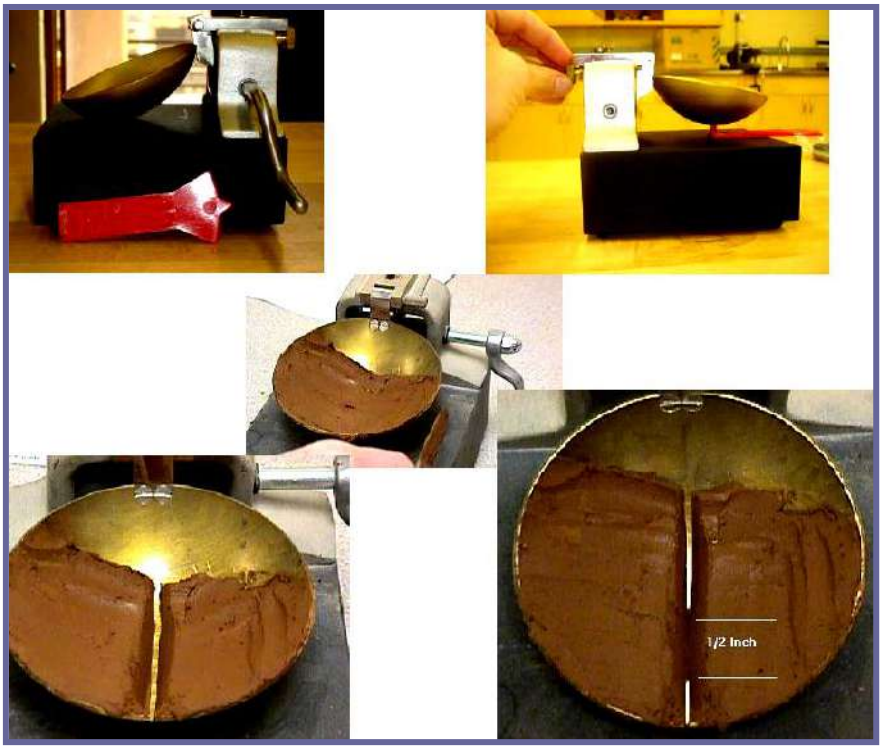
المواد:

1- نموذج تربة منخول بمنخل 2ملم
2- ماء مقطر
3- جهاز كازاكراندا

طريقة العمل:

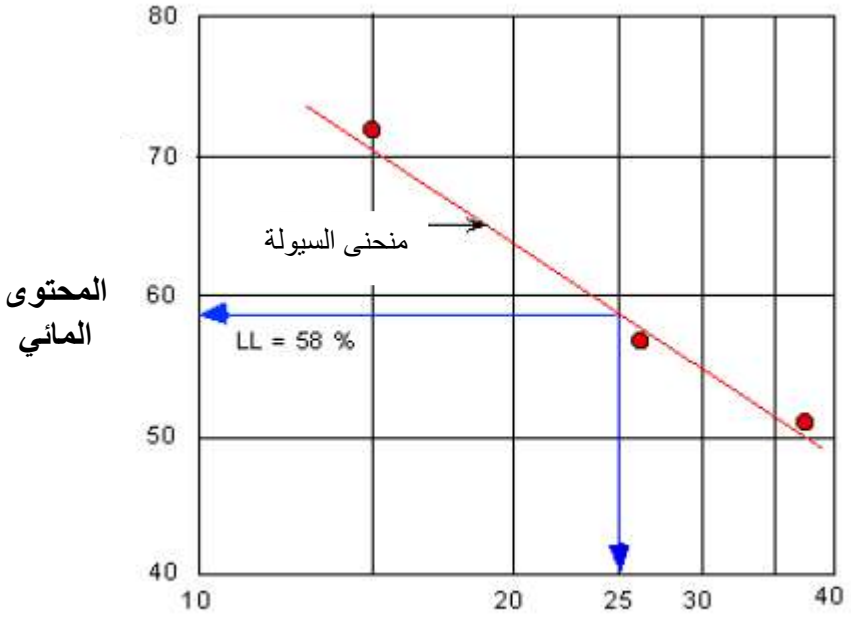
1- أضف 30سم^3 من الماء المقطرإلى تربة جافة هوائياً (80-100) غم وامزج جيداً.
2- ضع نموذج تربة كما موضح بالشكل 71 في جهاز الكازكراندا.
3- اقطع أخدوداً سمكه2 ملم عند القاعدة باستخدام سكينة جهاز كازكراندا.
4- شغل الجهاز (أو دوره يدوياً) واحسب 25 ضربة.
5- توقف عند التئام الشق مسافة 1.5 سم .
6- حدد المحتوى المائي للنموذج

7- استخدم نماذج مختلفة المحتوى المائي بحيث يلتئم الشق فيها بعد (10-20) ضربة و(20-30) ضربة و(35-45) ضربة . حدد المحتوى المائي لكل نموذج .
8- ارسم العلاقة بين عدد الضربات والمحتوى المائي.
9- ارسم خطا مستقيما بين النقاط الثلاثة. إن حدود القوامية السائلة تحدث عند 25 ضربة كما مبين في الشكل 73 .



شكل71: جهاز كازاكراندا (Gasagrande Apprtus) ويبين الشكل خطوات اختبار نموذج التربة لتحديد حد القوامية السائلة (liquid Limit) ، ويرمز له LL

شكل72: برم نموذج تربة رطب و دحرجته على سطح ناعم كالزجاج لمعرفة فيما إذا كان انموذج من تربة طينية أو رملية حيث لايمكن الحصول على خيط رفيع من الترب الرملية



شكل 73:العلاقة بين عدد الضربات الازمة لالتآم الشق في عجينة التربة بجهاز كازكراندا والمحتوى المائي لتحديد حد السيولة (LL). يبين الشكل ان المحتوى المائي لحد السيولة عند 25 ضربة كان 58%

أسئلة الدرس العملي الثامن

السؤال الأول:تحت أي قوامية يفضل إجراء عمليات الحراثة وعمليات خدمة التربة الأخرى؟ و لماذا؟

السؤال الثاني :كيف يتم تحديد قوامية التربة في الحقل ؟ جرب ذلك على نماذج مختلفة المحتوى المائي وحدد قوامية كل نموذج ؟

السؤال الثالث: املأ الجدول التالي اعتماداً على البيانات التي تم الحصول عليها من الخطوة 10 في طريقة العمل:

عدد الضربات اللازمة لألتام الشق	المحتوى المائي الوزني(%)

السؤال الرابع :إرسم العلاقة بين عدد الضربات و المحتوى المائي الوزني كما ورد في
الخطوة 2.

السؤال الخامس: حدد حد السيولة كما ورد في الخطوة 12.

الدرس العملي التاسع ـ التربة

محلول التربة

تحضير العجينة المشبعة: Preparation of Saturated Paste

يهدف الدرس إلى تحديد درجة تشبع التربة بالماء معبراً عنها بشكل نسبة مئوية للحصول على محلول التربة .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

ان التربة المشبعة هي التربة التي تكون جميع مساماتها مملوءة بالماء. عند إضافة الماء إلى تربة جافة هوائيا فإنها تترطب بدرجات مختلفة اعتماداً على حجم المسامات المملوءة بالماء. تتشبع التربة تماماً عندما تكون جميع مساماتها مملوءة بالماء. وعند عمل عجينة من التربة فإن هناك مواصفات ودلائل يمكن التعرف منها على ان العجينة قد وصلت إلى درجة التشبع. و من هذه المواصفات اللمعان وانزلاق التربة من Spatula (سكين عجينة التربة) . تضمن هذه الطريقة الحصول على مستخلص رائق (Aqueous Solution) و الذي يستخدم في سلسلة تحاليل كيميائية كالتوصيل الكهربائي وتركيز المذابات الرئيسية .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- نموذج تربة منخول بمنخل قطر فتحاته 2 ملم
2- Spatula من الحديد غير القابل للصدأ ذات مقبض خشبي (شكل 74)
3- ماء مقطر
4- ميزان حساس ± 1 ملغم
5- فرن حراري
6- قدح من البلاستك الشفاف أو الزجاج
7- علب المنيوم للتجفيف.

طريقة العمل:

1- يوزن 250 غم تربة جافة هوائياً منخولة بمنخل قطر فتحاته 2 ملم ويوضع في قدح سعة 600سم^3.
2- اضف كمية كافية من الماء المقطرلإيصال النموذج إلى الإشباع تقريباً. للاستدلال على الوصول إلى العجينة المشبعة امزج التربة بواسطة Spatula إلى إن تصبح التربة عند أو فوق السعة الحقلية .
3- اطرق القدح بلطف على المنضدة بهدف تجانس مزيج التربة والماء. عند الاشباع تصبح العجينة لماعة وعاكسة للضوء, تنسكب بسهولة وتنزلق بشكل حر ونظيف من سكينة التربة Spatula عدا الترب عالية المحتوى الطيني.
4- غطي الحاوية واترك النموذج ليلة كاملة.
5- أعد فحص مواصفات العجينة وعدلها لتطابق المواصفات (اضف اليها تربة إذا كانت لينة أو اضف ماء إذا كانت صلبة).

6- حساب نسبة الاشباع :

أ-حضر علبة رطوبة فارغة مع الغطاء واحسب وزنها فارغة.

ب- ضع (20-50) غم من العجينة في العلبة .

ت- احكم سد العلبة وزنها على ميزان حساس .

ث- انقل العلبة إلى فرن حراري وضعها على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة كافية بعد رفع غطاء العلبة ووضعه تحت قاعدتها .

ج- ضع العلبة في مجفف لمدة ساعة بعد إخراجها من الفرن.

ح- زن العلبة والتربة الجافة.

نسبة الإشباع =(وزن نموذج العجينة المشبعة الرطب – وزن نموذج العجينة الجاف) / وزن نموذج العجين المشبعة الجاف ×100.

شكل74: سكينة العجينة المشبعة للتربة Spatula

مستخلص العجينة المشبعة: Saturated Paste Extraction

الهدف من هذا الدرس هو استخلاص محلول التربة بطريقة العجينة المشبعة لغرض معرفة نوع وتركيزالايونات الذائبة و درجة التفاعل والتوصيل الكهربائي في محلول التربة لان هذه الطريقة هي قياسية يمكن تكرارها ثم تعريفها كأساس طريقة عمل للحصول على محلول التربة.

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

يتم الحصول على مستخلص العجينة المشبعة من العجينة المشبعة وهو مستخلص مائي هام لأن العديد من خواص التربة لها علاقة بمحلول العجينة المشبعة كما هو الحال في تركيب الأملاح الذائبة , والتوصيل الكهربائي. ان صفات وخصائص التربة هذه ترتبط بدورها باستجابة النبات إلى الملوحة.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- جهاز تخلخل الضغط.

2- قدح استخلاص العجينة المشبعة.

3- ورق ترشيح رقم 40.

4- أنبوب مطاطي .

5- قمع خزفي (Buchner).

طريقة العمل:

1- يتم تحضير العجينة المشبعة وبعدها يتم الاستخلاص
2- تربط سلسلة اقماع نوع Buchner إلى جهاز تخلخل الضغط وتوضع ورقة ترشيح على قاعدة كل قمع .
3- توضع العجينة المشبعة فوق ورق الترشيح على قاع القمع.
4- تغطى أقداح العجينة بغطاء من البلاستيك لمنع التبخر.
5- يفتح جهاز تخلخل الضغط لمدة ساعة، يجمع الراشح لإجراء القياسات المطلوبة.
6- أغلق جهاز الإستخلاص.

يحفظ المستخلص على درجة حرارة 4م° في حالة عدم استخدامه مباشرة للتحاليل المطلوبة.

أسئلة الدرس العملي التاسع

السؤال الأول: ماهو الهدف من عمل عجينة مشبعة للتربة؟

السؤال الثاني : ماهي صفات العجينة المشبعة للتربة؟

السؤال الثالث: مإذا يمثل المحتوى المائي للعجينة المشبعة للتربة؟

السؤال الرابع :لماذ يعتمد محلول العجينة المشبعة في التحاليل الكيميائية للتربة؟

السؤال الخامس: ما حجم مستخلص العجينة المشبعة الذي تم الحصول عليه من الدرس العملي؟

السؤال االسادس : هل يمثل مستخلص العجينة المشبعة المحلول الحقيقي للتربة؟ ولمإذا؟

السؤال السابع: لمإذا يحفظ محلول العجينة المشبعة على درجة حرارة 4 درجة مئوية في حالة عدم استخدامه؟

السؤال الثامن : لمإذا تعتبر طريقة العجينة المشبعة طريقة قياسية لاستخلاص محلول التربة؟

الدرس العملي العاشر - التربة

تفاعل التربة والإيصالية الكهربائية لمحلول العجينة المشبعة:
Soil Reaction and Electrical Conductivity of Saturation paste

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد درجة التفاعل و التوصيل الكهربائي إلى محلول العجينة المشبعة كأساس لتصنيف الترب الملحية .

الأهمية والتطبيقات:Significance and Applications

من الاستخدامات الأخرى لقياس التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة هو تقدير تركيز الأيونات الموجبة الذائبة الكلية للمستخلص ,النسبة المئوية للأملاح في المحلول ,النسبة المئوية للأملاح في التربة , الضغط الازموزي. يقاس التوصيل الكهربائي بديسي سيمنز/متر(المليموز/سم). يمكن اعتماد المعادلات الأتية لوصف العلاقة بين التوصيل الكهربائي وبعض صفات التربة ومحلول الاستخلاص في محلول مخفف فإن:

تركيز الايونات الموجبة (مليمكافى/لتر)= $10\times EC_e$

تركيز الايونات الموجبة (جزء بالمليون)= $640\times EC_e$

النسبة المئوية للأملاح في المحلول= $0.064\times EC_e$

النسبة المئوية للأملاح في التربة = النسبة المئوية للأملاح في المحلول×نسبة الأشباع/100

الضغط الأزموزي= $0.36\times EC_e$ ضغط جوي.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

التوصيل الكهربائي لمحلول العجينة المشبعة: EC_e

1- قنطرة توصيل (جهازEC):وهي خلية توصيل (قطب).

2- ماء مقطر لغسل محلول KCL .

3- محلول 0.1 عياري KCL للمعايرة . يقرأ جهاز EC 1.412 ديسي سمينز/متر(ملموز/سم) عند وضعه في المحلول القياسي.

طريقة العمل :

1- تجري معايرة الجهازفي محلول 0.01 عياري KCl بعدها عدل القراءة لتصبح 1.41

2- اغسل الخلية بماء مقطر (تاكد ان القراءة 0.00)

3- اقرأ التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة بسحب المستخلص إلى الخلية واغسله أكثر من مرة (اسحب المحلول ويتم التخلص منه) إذا لم تجفف الخلية .اسحب المستخلص ثانية واقرأ.

4- عند استقرار القراءة سجل EC. اغسل الخلية بماء مقطر وتأكد من أن القراءة ترجع إلى الصفر.

درجة تفاعل (رقم حموضة) محلول العجينة المشبعة pH

هو اللوغارتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين ويهدف الدرس إلى تحديد درجة تفاعل التربة (حامضية, متعادلة, قاعدية) وهي خاصية مهمة جداً.

الأهمية والتطبيق: Significance and Applications:

نظراً للعلاقات المتداخلة بين القياسات الكيميائية للتربة لذلك فإن pH يمكن أن تستخدم كوسيلة لعرض بيانات الملوحة فيما إذا كانت متداخلة ومتطابقة ونذكر في ذلك :

1- يوجد أيون الكاربونات CO_3^{--} في pH اكبر من 9 .
2- تركيز أيون HCO_3^- الذائب نادرا ما يكون أعلى من (3- 4) ملمكافى/لتر إذا كان pH أكبرمن 7 .
3- لا تزيد قيمة pH الترب الجبسية عن 8.2 إلا ما ندر .
4- لا يزيد تركيز أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم عن 2 ملمكافي/ لترفي ترب ذات pH أعلى من 9 .

المواد:

1- جهاز pH رقمي .
2- قطب الالكترود هايدروجيني ذو مواصفات معروفة.
3- ماء مقطرلا أيوني.
4- محلول معايرة(بوراكس) ذو درجة تفاعل pH 4.00, pH 7.00, pH 9.18.

طريقة العمل:

1- أجر معايرة للجهاز pH 4.00, pH 7.00, pH 9.18 باستعمال محلول البوراكس.
2- اغسل الالكترود بالماء اللاأيوني (Deionized Water) ثم نشف الألكترود (لا تنظف القطب بورقة صلبة أو قطعة قماش لأنه قد يخدش الألكترود ويقلل من حساسيته).
3- أعد القراءة في محلول العجينة المشبعة حتى يكون منسوب تقاطع KCL في القطب مغموراً في المستخلص .
4- اسمح لقراءة pH بالاستقرار قبل القراءة , بعدها سجل pH .
5- ارفع القطب من المستخلص واغسله بماء لا أيوني .

أسئلة الدرس العملي العاشر

السؤال الأول: لماذا يعتبر pH وEC من الصفات الكيميائية الأساسية اللازمة القياس؟

السؤال الثاني :اذكر المعادلات التي تربط بين النسبة المئوية للأملاح والتوصيل الكهربائي ثم احسبها للنموذج المستخدم.

السؤال الثالث: اذكر جميع المعادلات التى تربط بين التوصيل الكهربائي (تركيز الأيونات) والنسبة المئوية للأملاح والتركيز معبرا عنه بالجزء بالمليون والضغط الأزموزي.

السؤال الرابع :ماهي الأيونات التي يرتبط وجودها بدرجة تفاعل التربة؟

الدرس العملي الحادي عشر - التربة

الأيونات الموجبة والسالبة:Cations and Anions

يهدف الدرس إلى التعرف على الايونات الموجبة والسالبة لمستخلص العجينة المشبعة وامكانية قياس تراكيزها في حالة توفر المستلزمات من الأجهزة والمواد الكيميائية خاصة في الترب الملحية.

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

إن لنوعية وتركيز الايونات الموجبة والسالبة لمستخلص العجينة المشبعة دلائل مهمة تخص الترب الملحية وكما لاحظنا سابقا فإن التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة يرتبط بتركيز الأيونات الذائبة, ان الأيونات الموجبة السائدة في الترب الملحية هي Ca^{++}، Mg^{++}، Na^{+}، K^{+} أما الايونات السالبة فهي أيونات SO_4^{--} ، Cl^{-}، Co_3^{---} ، HCO_3^{--} ومن الأملاح السائدة في الترب الملحية هي كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم وكلوريدات وكبريتات الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

أ- قياس تركيز الصوديوم و البوتاسيوم بأستخدام جهاز Flame Photometer

المواد:

1- جهاز قياس اللهب Flame photometer.

2- محلول صوديوم قياسي (0.0 - 2.0) مليمكافئ/لتر. يحضر محلول صوديوم قياسي من إذابة 5.84 غم كلوريد الصوديوم في ليتر من الماء المقطرللحصول على محلول بتركيز 100 ملمكافئ/لتر صوديوم. يخفف المحلول للحصول على التراكيز 0.1، 0.2، 0.5، 1، 1.5, 2 ملي مكافئ/لتر اللازمه لمنحنى الصوديوم القياسي. يتم التخفيف حسب مامتوفر من قناني وسحاحات حجمية حسب المعادلة: .

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

حيث إن N_1 و N_2 يمثلان تركيز المحلول القياسي والمحلول المخفف، $V1$ و $V2$ هما حجم المحلول القياسي والمحلول المخفف.

3- محلول بوتاسيوم قياسي(0.0 – 2.0) ملي مكافئ/لتر. يحضر محلول بوتاسيوم قياسي من إذابة 7.46 غم كلوريد البوتاسيوم في ليتر من الماء المقطرللحصول على محلول بتركيز 100 مليمكافئ/لتر بوتاسيوم. يخفف المحلول للحصول على التراكيز 0.1، 0.2، 0.5، 1، 1.5, 2 مليمكافئ/لتر اللازمه لمنحنى البوتاسيوم القياسي. يتم التخفيف حسب ما متوفر من قناني وسحاحات حجمية .

طريقة العمل:

1- اقرأ الكثافة الضوئية للتراكيز المختلفة للمحاليل القياسية لكلا العنصرين.

2- على ورق بياني حضر منحنى معايرة لكل عنصر من خلال رسم العلاقة بين التركيز و الكثافة الضوئية.

3- اسحب 1سم^3 من محلول العجينة المشبعة و انقله كميا إلى قنينة حجمية سعة 100 سم^3 و أكمل الحجم إلى العلامة.

4- اسحب حجم مناسب من محلول العجينة المخفف و اقرأ على الجهاز الكثافة الضوئية لتركيز كل عنصر على حدة.

5- قارن القراءة على المنحنى القياسي للحصول على تركيز العنصر في المحلول المخفف.
6- احسب التركيز الفعلي (بدون تخفيف) من المعادلتين الآتيتين.

تركيز الصوديوم (مليمكافئ/ليتر)= تركيز الصوديوم في المحلول المخفف × التخفيف (100).

تركيز البوتاسيوم (مليمكافئ/ليتر)= تركيز البوتاسيوم في المحلول المخفف × التخفيف (100).

ب- تقدير الكالسيوم و المغنيسوم بطريقة الفيرسينت (Versenate)

المواد:

1- محلول منضم (Buffer) متعادل (pH 7) من كلوريد الأمونيوم و هيدروكسيد الأمونيوم.
2- محلول هيدروكسيد الصوديوم 4عياري(4N).
3- كاشف أيروكروم بلاك ت(Eriochrome Black T Indicator).
4- كاشف بربوريت الامونيوم (Ammonium purpurate Indicator) .
5- محلول الفيرسينت عيارية 0.01 (Versenate) .

ت- تقدير الكالسيوم:

طريقة العمل:

1- خذ حجم (5-25)سم^3 من مستخلص التربة المحضرة سابقا على أن يحتوي ما لايزيد عن 0.1 مليمكافيء/ لتر من Ca^{++}. خفف المحلول بإضافة الماء المقطر حتى يصبح حجمه 25 سم^3. أضف 5 قطرات من هيدروكسيد الصوديوم عيارية 4 لترسيب المغنيسيوم بصورة $Mg(OH)^2$.
2- أضف 50 ملغم من كاشف البربوريت.
3- سحح المحلول مع الفيرسينات حتى يتحول اللون من الأحمر البرتقالي إلى اللون البنفسجي .

طريقة الحساب:

تركيزأيون الكالسيوم Ca^{++} (مليمكافيء/ لتر) =(حجم الفيرسينات المستعمل × عياريته/ حجم العينة بالسم^3) ×1000 .

تركيز الكالسيوم مع المغنيسيوم Ca^{++} وMg^{++}

طريقة العمل:

1- خذ حجم (5-25)سم^3 من مستخلص التربة المحضرة سابقا على أن يحتوي ما لايزيد عن 0.1 مليمكافيء/ لتر من Ca^{++} و Mg^{++}. خفف المحلول بإضافة الماء المقطر حتى يصبح حجمه 25 سم^3 في دورق ايرلنماير(Erlenmeyer Flask) سعة 125 سم^3.
2- إضف 10 قطرات من المحلول المنظم و(3 – 4) قطرات من كاشف الاريوكروم بلاك T
3- سحح المحلول بالفيرسينات حتى يتغير اللون من البنفسجي إلى الازرق أو الأخضر .

الحسابات:

تركيز Ca^{++} وMg^{++} مليمكافيء/ اللتر = (حجم الفيرسينات المستعمل × عياريته / حجم العينة سم^3)×1000.

ولحساب تركيز Mg^{++} تطرح تركيز الكالسيوم من مجموع تركيز Ca^{++} وMg^{++} .

ث ـ تقدير الكربونات و البيكاربونات

المواد:

1- خلاط مغناطيسي.
2- دورق حجم 50 سم^3.
3- ماصة و سحاحة.
4- حامض الكبريتيك 0.01 عياري.
5- نترات الفضة 50.05 عياري.
6- دليل فينولفثالين 1% .
7- دليل برتقالي المثيل 1% .
8- دليل كرومات البوتاسيوم 10%.

طريقة العمل

1- اسحب بواسطة الماصة (5-10) سم^{3}من من مستخلص التربة المائي وضعه في دورق تسحيح (خزفي أو زجاجي).
2- اضف قطرة واحدة من دليل فينولفثالين 1% فإذا تغير اللون إلى الأرجواني (Pink) وهو دلالة وجود الكربونات انتقل إلى الخطوة الاحقة.
3- سحح المستخلص مع حامض الكبريتيك 0.01عياري حتى يختفي الون الأرجواني . سجل حجم الحامض المستهلك وارمز له x.
4- إلى نفس المستخلص أضف قطرتين من دليل برتقالي المثيل 1% ثم سحح مع حامض الكبريتيك 0.01عياري حتى يتحول اللون الأخضر إلى برتقالي . سجل حجم الحامض المستهلك وارمز له y . احتفظ بالمستخلص لتقدير الكلور.

الحسابات:

$$\text{تركيز } CO_3^{--} \text{ مليمكافئ/لتر} = \frac{\text{عيارية الحامض} \times x \times 2}{\text{حجم المستخلص}} \times 1000$$

$$\text{تركيز } HCO_3^{-} \text{ مليمكافئ/لتر} = \frac{\text{عيارية الحامض} \times (x2 - y)}{\text{حجم المستخلص}} \times 1000$$

ج- تقدير الكلور

1- أضف إلى المستخلص 3 قطرات من كرومات البوتاسيوم10%.
2- سحح النموذج مع نترات الفضة ببطئ مع التحريك حتى يبدأ اللون بالتغير إلى البني المحمر. سجل حجم نترات الفضة المستهلك و ارمز له بالرمز z .

$$\text{تركيز } Cl^- \text{ مليمكافئ/لتر} = \frac{\text{عيارية نترات الفضة} \times Z}{\text{حجم المستخلص}} \times 1000$$

أسئلة الدرس العملي الحادي عشر

السؤال الأول:عدد الأيونات الموجبة والسالبة الرئيسة في محلول التربة الملحية؟

السؤال الثاني :إذا توفرت قناني حجمية سعة 100 سم^{3}وسحاحة سعة 1سم^3 بين كيفية تحضير محلول قياسي من التراكيز الآتية 1، 0.1 ,0.01 ,0.001, 0.0001 عياري لملح الطعام إذاعلمت أن الوزن الذري للصوديوم 21 وللكلور 35.5 .

السؤال الثالث: سمّ الطرق المستخدمة لتقدير كل من الايونات الاتية في محلول التربة الكالسيوم, المغنيسيوم, البوتاسيوم, الكاربونات , البيكاربونات, الكبريتات.

الدرس العملي الثاني عشر - التربة

الخصائص الكيميائية للترب الملحيةChemical Characteristics of Saline Soil

يهدف هذا الدرس العملي إلى تحديد الصفات الكيميائية المستخدمة لتصنيف الترب الملحية. نظراً لأن ترب حوض الرافدين متاثرة جميعا بالملوحة بدرجات مختلفة لهذا لابد من تحديد نوع الأيونات السائدة في هذه الترب التي تكسبها صفات مظهرية (Morphological characteristics)وتؤثر في خصائصها الكيميائية مما يحدد إنتاجيتها.

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

ان تحديد بعض الخصائص الكيميائية الأساسية للترب المتاثرة بالأملاح ذات المظهر الخارجي المختلف يعد مهماً في ملائمة تلك الترب للزراعة وتحديد درجة تاثرها بالملوحة والتمييز بينها. وهناك ترب مكسوة بلون ابيض وأخرى مكسوة بلون داكن ومتميأة كما إن هناك قشرة منتفخة هشة تكسو سطح التربة.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

اجمع نماذج سطحية (0- 10) سم من ترب مالحة يكون سطحها ذا لون أبيض لتمثل ترب الشورة ونموذج آخر من ترب داكنة اللون تمثل ترب السبخة.

الأجهزة:

1- جهاز توصيل كهربائي.
2- جها ز pH .
3-جهاز مقياس اللهب.
4- المواد الكيميائية الخاصة بتقدير الايونات الموجبة والسالبة كما وردت سابقاً.

طريقة العمل:

1- استخلص الأيونات الموجبة و السالبة في معلق (1:1) *تربة : ماء بطريقة مماثلة لاستخلاص محلول العجينة المشبعة.
2- حدد درجة تفاعل وملوحة نوعي الترب والأيونات الموجبة والسالبة.
3- انسب هذه الأيونات إلى نماذج الترب على أساس اللون وسجل معلومات كاملة عن مكان اخذ النموذج . إن الاختلاف في درجة ملوحة وتفاعل وتركيز الايونات الموجبة والسالبة بين النموذجين يحدد الخصائص الكيميائية لهذه الترب و يمكن استخدامه لتشخيص شدة تأثر هذه الترب بالملوحة مما يؤثر في إنتاجية هذه الترب.
4- قارن بين التربتين من حيث نوعيات و تراكيز الأيونات الموجبة و السالبة وملوحة ودرجة تفاعل مستخلص التربتين.
5- حدد نوع الأملاح الذائبة في كلا التربتين.

(*) يحضر معلق 1:1 من أوزان متساوية من التربة على أساس الوزن الجاف والماء، فمثلاً إذا كان المحتوى المائي الوزني لتربة 0.1 غم/غم فأنه يلزم إستعمال 110 غم تربة رطبة (100 غم تربة جافة) مع 100 سم^3 ماء (100 غم ماء).

أسئلة الدرس العملي الثاني عشر

السؤال الأول: حدد موقع نموذج ترب الشورة و ترب السبخة ومساحتها التقريبية ، ثم اِستخدم نظام المعلومات الجغرافي إن وجد لتحديد الموقع؟

السؤال الثاني : قارن بين التربتين من حيث الصفات الفيزيائية و الكيميائية الممكنة و المتوفرة للتربتين؟

السؤال الثالث: هل تم أخذ النماذج من منطقة مزروعة ؟ إعط وصفاً للصفات الخارجية المنظورة للتربة والمحصول.

الدرس العملي الثالث عشر - التربة

أحياء التربة: Soil Organisms

يهدف هذا العملي إلى تحديد عدد أحياء التربة المجهرية بطريقة التخفيف وعد الاطباق .تحتوى التربة على مختلف أنواع الأحياء الدقيقة كالبكتريا والفطريات والطحالب والبروتوزوا . إن هذه الأحياء تعيش أو تكثر في الطبقة السطحية لتوفر ضروف النمو الملائمة خاصة المادة العضوية

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

تنتج كل مستعمرة من خلية واحدة مما يتيح معرفة العدد الكلي لأحياء التربة الدقيقية , ويمكن استخدام أوساط غذائية نوعية(خاصة بنوع معين من الكائنات) كأن تكون سائلة أو صلبة لتحديد عدد أنواع مايكروبية متخصصة كالاشنات وبكتريا النترجه والنيماتود .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1- عينة تربة جافة هوائياً
2- ماء معقم وقناني وأطباق زجاجية معقمة سعة 250 سم^3
3- ماصة سعة 10, 1 سم^3 معقمة
4- أوساط غذائية خاصة
5- جهاز عدَ المستعمرات

طريقة العمل:

1- يوزن 10غم تربة وتنقل إلى قنينة حجمية تحوي 90 سم^3 ماء معقم
2- ترج لمدة 10 دقائق ويكون تركيزها 10/1(قنينة1)
3- انقل 10سم ^{3} من العالق من القنينة 1 إلى قنينة أخرى تحوي 90 سم^3 ماء معقم لنحصل على قنينة 2 تركيز 100/1, كرر العملية للحصول على تراكيز 1000/1، 10000/1 100000/1, 1000000/1 . لابد من إجراء عملية الرج الالي لمدة عشر دقائق للحصول على معلق متجانس.
4- لحساب عدد البكتريا والفطريات الشعاعية انقل 1سم^3 من تخفيف 100000/1 و1000000/1 بواسطة ماصة معقمة إلى وسط طبق زجاجي بثلاث مكررات.
5- اسكب في كل طبق وسط غذائي ذائب بدرجة حرارة 45 درجة مئوية الخاص بكل مجموعة مايكروبية. حرك الطبق لضمان تجانس توزيع العالق مع الوسط الغذائي.
6- احفظ الأطباق على درجة حرارة 28 درجة مئوية بصورة مقلوبة.
7- افحص البكتريا والفطريات الشعاعية بعد (7-10) أيام.
8- سجل أعداد المستعمرات النامية في كل طبق . احسب العدد الكلي للأحياء في 1غم تربة جافة .

أسئلة الدرس العملي الثالث عشر

السؤال الأول: ماعدد البكتريا و الفطريات الشعاعية في الأطباق؟

السؤال الثاني : مافائدة الأوساط الغذائية النوعية؟

السؤال الثالث: لماذا تستخدم نماذج من تخافيف عالية جدا (1/1000000 مثلا) من محلول التربة ولا تستخدم نماذج من محلول التربة مباشرة لتنمية أحياء التربة؟

السؤال الرابع: لماذا يستوجب استخدام مواد و أجهزة معقمة في عدَ أحياء التربة؟

الدرس العملي الرابع عشر - التربة

التربة وتغذية النبات: Soil and Plant Nutrition

تهدف الدراسة إلى التعرف على قابلية نوع التربة في تجهيز العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات دون إضافة سمادية .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

إن حصول عملية الانبات وتطور نمو النبات في التربة يعطي دلالة واضحة على ان للتربة القابلية على اسناد حياة النبات خلال مراحل نمو النبات المختلفة . تختلف الترب في قدرتها على تجهيز النبات بالعناصر الغذائية المختلفة ويلعب نوع التربة دوراً مهماً في ذلك . ان للترب المتوسطة والمزيجية والطينية سعة تبادلية ايونية عالية تجعل منها خزاناً لا نهائياً لتجهيز النبات في حاجته من المغذيات, أما الترب الرملية خفيفة النسجة فهي ذات سعة تبادلية أيونية منخفضة مقارنة بالترب الثقيلة النسجة لذلك فهي فقيرة المحتوى المعدني ولها قابلية محدودة على تجهيز النبات بالعناصر الغذائية اللازمة خلال مراحل نموه المختلفة .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

المواد:

1-اصص بلاستيكية سعة 5 كغم تربة.
2- تربة رملية مغسولة ومنخولة من منخل قطر فتحاته 2 ملم .
3- تربة مزيج طين غريني منخولة من منخل قطر فتحاته 2 ملم .
4- بذور نباتات كالذرة أو زهرة الشمس أو محاصيل الحبوب.

طريقة العمل:

1- حضر ثلاث سنادين من كل تربة وضع في كل سندانة 5 كغم تربة جافة هوائياً .
2- ضع عشر بذور شعير أو خمس بذور ذرة أو زهرة الشمس .
3- اعط رية انبات فيما يعادل مسامية التربة مع الأخذ بنظر الاعتبار المحتوى المائي الفعلي للتربة .
4- بعد حصول عملية الانبات باسبوعين خف النباتات إلى 5 نباتات شعير أو نباتي ذرة أو زهرة شمس في كلا التربتين .
5- سجل بشكل يومي عوامل نمو النبات بما فيها ارتفاع النبات وعدد الأوراق والتفرعات والمساحة السطحية للأوراق .
6- اجمع البيانات طيلة موسم النمو ثم ارسم عوامل النبات المقاسة مع الزمن لكلا التربتين مبيناً سبب الاختلاف في صفات نمو النبات.

أسئلة الدرس العملي الرابع عشر

السؤال الأول: مالفترة اللازمة لحصول (25 و 75)% من الأنبات؟

السؤال الثاني :هل ظهرت فروقات في لون وارتفاع النباتات في التربتين؟

السؤال الثالث: لماذا تعتبر الترب الرملية فقيرة المحتوى الغذائي؟

الدرس العملي الخامس عشر - التربة

الاستجابة السمادية: Fertilizer's Response

الهدف من الدراسة هو لمعرفة تأثير إضافة الاسمدة الكيميائية على نمو النبات واستجابة النبات للسماد المضاف .

الأهمية والتطبيقات:Significance and Applications

ان للاسمدة الكيميائية دوراً هاماً في زيادة الانتاج الزراعي من خلال توفير العناصر المغذية للنبات وسد العجز في قابلية التربة على تجهيزها . تشمل الإضافة السمادية عنصراً غذائياً واحداً أو اكثر من العناصر الكبرى مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت أوالعناصر الصغرى مثل الحديد والمنغنيز والبورون والنحاس والزنك والموليبدنوم والكلور والكوبلت . ان نقص تركيز اي من هذه العناصر يؤدي إلى تدهور نمو النبات ويعتبر عاملاً محدداً لنمو النبات حتى في حالة جاهزية بقية العناصر حسب نظرية ليبك . لذا لابد من إضافة هذه المغذيات بطريقة علمية مبنية على الفحوصات المختبرية التي يمكن اجراؤها على النبات والتربة أو الميدانية اللونية التي يمكن تحديدها أو اختبارها في الحقل .

المواد وطرائق العمل:Materials and Methods

المواد

1- ستة أصص بلاستيكية سعة 5 كغم تربة .
2- تربة منخولة من منخل قطر فتحاته 2ملم .
3- ميزان سعة 10كغم .
4- اسمدة كيميائية.

طريقة العمل :

1- يوزن 5 كغم تربة منخولة من منخل قطر فتحاته 2ملم. وتوضع في سنادين ذات حجم مناسب .
2- اضف إلى ثلاث سنادين كميات الاسمدة حسب التوصيات السمادية الموصى بها للمحصول المراد زراعته في السنادين . واترك النصف الآخر من السنادين دون إضافة .
3- ازرع السنادين ببذور أحد محاصيل الحبوب أو احد المحاصيل البقولية على أن تكون الكثافة النباتية حسب كمية البذار في الدونم .
4- اعط رية انبات بما يعادل مسامية التربة على أن يؤخذ بنظر الأعتبار المحتوى المائي للتربة.
5- بعد اسبوعين من الإنبات خف النباتات إلى العدد المناسب على أن يكون عددها متساوياً في جميع السنادين.
6- سجل أطوال النباتات والمساحة السطحية للورقة ولون النبات اسبوعياً طيلة موسم النمو.
7- ارسم العلاقة بين أطوال النباتات والزمن مبيناً سبب الاختلاف بين السنادين المسمدة وغير المسمدة .

أسئلة الدرس العملي الخامس عشر

السؤال الأول: لماذا يلزم إضافة العناصر الغذائية بشكل متوازن ؟

السؤال الثاني : لا تحتاج الترب العراقية للتسميد بعنصر الكالسيوم لكنها تحتاج للتسميد بعنصر النايتروجين . لماذا؟

السؤال الثالث: رتب جدولاً بانواع الأسمدة المتداولة في العراق وأكثرها استخداما مبينا تركيز العنصر الفعال فيها معبراً عنه بشكل نسبة مئوية (N و NO_3 , P و P_2O_5 ,K و K_2O).

السؤال الرابع : إذا كانت الدفعة الأولى لسماد اليوريا 100كغم للهكتار, احسب وزن اليوريا اللازم اضافتها للسندانة.

الجزء العملي

الثاني -الري

الدرس العملي الأول - الري

مسح الحقل ورسم خارطة كنتورية: Field Survey and Contour Mapping

يهدف هذا الدرس العملي إلى معرفة مناسيب النقاط الحقلية وكيفية بيان طوبغرافية الحقل عن طريق رسم خارطة كنتوريه له تبين مناسيب النقاط .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications:

إن التباين الطوبغرافي للحقل له أهمية بالغة في عملية الري لذلك لابد من مسح الحقل ورسم الخارطة الكنتورية التي تبين طوبغرافيته ومن ثم تسويته وتعديله قبل عملية الزراعة والري.

المواد وطرائق العمل: Material and Methods

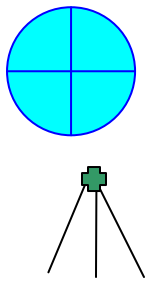
المواد

- **جهاز تسوية level مع ملحقاته(المسطرة والركيزة).**
- **شريط قياس فئة (30-50) متر.**
- **شواخص.**
- **أوتاد.**

طريقة العمل

نحدد حقل 100×100 متر ونشبك هذا الحقل بشبكة مربعات طول ضلع المربع الواحد 10 متر ثم نثبت أوتاد في نقاط التقسيم . بعدها ينصب جهاز التسوية في الحقل ثم نبدأ بأخذ القراءات ونبدأ بنقطة مفترضة على صبة قريبة من الحقل لنفترضها راقم تسوية ثم توخذ القراءات على رؤوس المربعات كلها ثم نحسب مناسيب هذه النقاط . نرسم الحقل على خارطة بمقياس رسم 1000/1 فتكون أبعاده على الخارطه 10×10 سم ونكتب المناسيب التي تم حسابها على رؤوس المربعات التى تمثلها .

BM



- نحدد الفترة الكنتورية.
- الفترة الكنتورية= (أعلى منسوب في الحقل- أوطأ منسوب في الحقل)/ عدد الخطوط الكنتورية.
- افرض عدد الخطوط المراد إمرارها =5 أو أي عدد آخر تريد إمراره (حسب سعة الحقل وطوبغرافيته).
- تحسب مناسيب الخطوط المراد رسمها .
- منسوب الخط الكنتوري الأول =أعلى منسوب في الحقل – الفترة الكنتورية.
- منسوب الخط الكنتوري الثاني= منسوب الخط الكنتوري الأول- الفترة الكنتورية.
- منسوب الخط الكنتوري الثالث= منسوب الخط الكنتوري الثاني- الفترة الكنتورية.
- منسوب الخط الكنتوري الرابع= منسوب الخط الكنتوري الثالث- الفترة الكنتورية.
- منسوب الخط الكنتوري الخامس= منسوب الخط الكنتوري الرابع- الفترة الكنتورية.

كيفية رسم الخط الكنتوري:

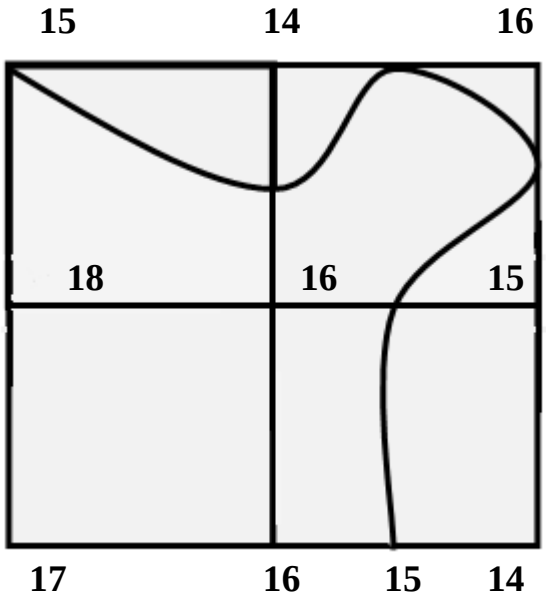
مثال : لرسم الخط الكنتوري الذي منسوبه 15متر . نبحث عن النقاط التي منسوبها 15متر ونصل بينها لنحصل على الخط الكنتوري 15 متر .

كيفية إيجاد النقاط ذات المنسوب 15 متر . لإيجاد نقطة منسوبها 15متر بين المنسوبين 14 و16 متر نطبق القانون اللآتي:

(المنسوب الأعلى – المنسوب الأوطأ) / المسافة بينهما= (منسوب الخط الكنتوري – المنسوب الأوطأ) / المسافة بينهما.

(14-16)/2=(14-15)/س

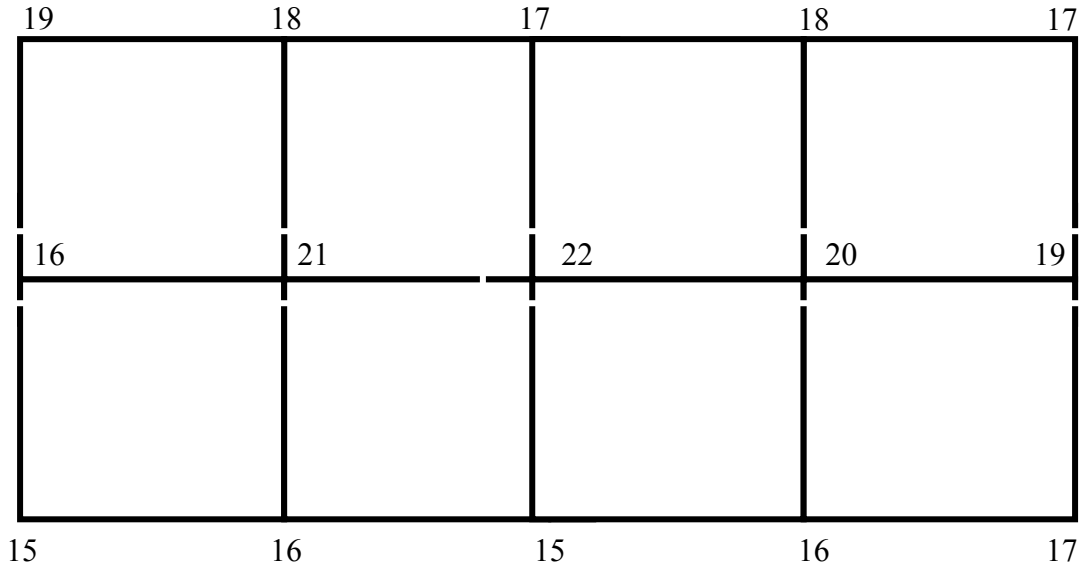
س=1سم نقيس من النقطة 14 مسافة 1 سم ونثبت النقطة ذات المنسوب 15 متر وهكذا لكل الخارطة.


15
14
16
18
16
15
17
16
15
14

أسئلة الدرس العملي الأول

السؤال الأول : لديك حقل فيه أعلى منسوب 20 متر وأوطأ منسوب 15 متراً . يراد رسم خارطة كنتورية له بفترة مقدارها 1 متر . احسب عدد الخطوط الممكن رسمها في هذه الخارطة ثم احسب مناسيبها؟

السؤال الثاني: في الخارطة الاتية ارسم الخطوط الكنتورية لها إذا علمت أن الفترة الكنتورية 2 متروان طول ضلع المربع 2 سم .



الدرس العملي الثاني- الري

تسوية وتعديل الحقل: Leveling and Grading of the Field

يهدف هذا الدرس العملي إلى إجراء تسوية وتعديل لحقل تم مسحه ورسم خارطة كنتورية له من أجل تهيئته وتسويته لغرض الزراعة والري .

الأهمية و التطبيقات: Significance and Applications

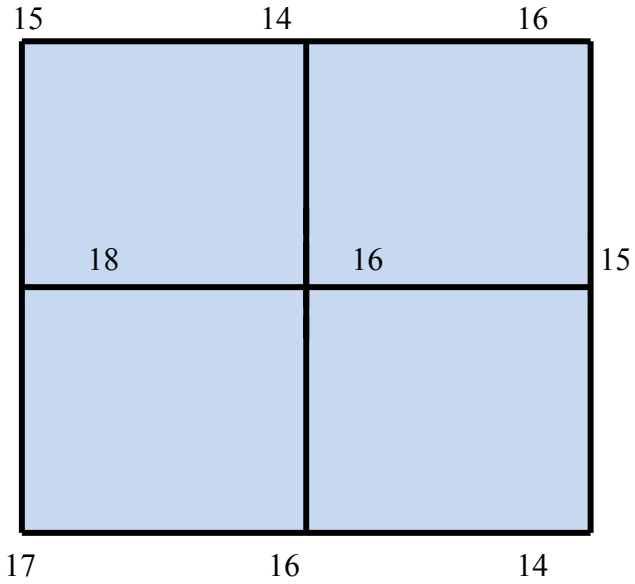
يعتمد درجة تجانس وكفاءة توزيع الماء في جميع أنظمة الري السيحي على سطح التربة بكونه مستويا وله انحدار مناسب باتجاه الري يسمح بانتشار الماء على كامل عرض اللوح عند استخدام التصريف المناسب وعدم حصول التعرية. إن عدم إجراء عمليات التسوية والتعديل يتسبب في تجمع ماء الري في المناطق المنخفضة من الحقل وبقاء مساحات جافة واسعة من الحقل مما ينتج عنه عدم حصول الإنبات وتدهور الإنتاجية، إضافة إلى ضياع كميات كبيرة من مياه الري و انتشار الأملاح في المناطق التي تبقى جافة أثناء الري.

المواد وطرائق العمل: Material and methods

كما ورد في الدرس العملي الأول:

لديك حقل تم مسحه ورسمه على خارطة ورسمت الخطوط الكنتورية كما بينا في الدرس السابق:

طول ضلع المربع الواحد = 10 متر



*نجمع المناسيب المبينة على الخارطة والتي تمثل مناسيب رؤوس المربعات ونقسمها على عدد النقاط :

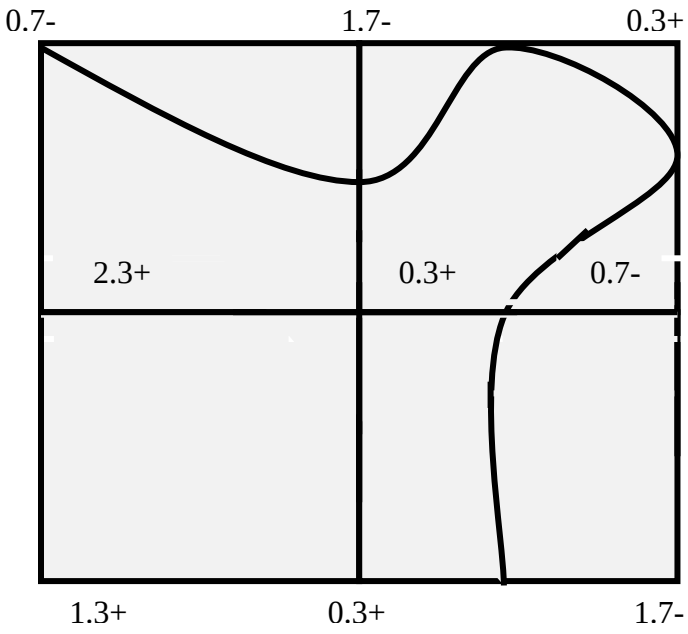
(16 +14+15+15+16+18+14+16+17)/9 =15.66 متر ,نقربه إلى 15.7.

المنسوب 15.7 هو المعدل لهذه المناسيب والذي ستتم عملية التسوية على أساسه أي إن النقاط التي منسوبها أعلى منه ستكون مناطق حفر للوصول لهذا المنسوب أما النقاط ذات المنسوب الأوطأ منه فسيتم ردمها لغرض جعلها بمستوى 15.7 متر وتحسب أعماق الحفر أو الردم من الفرق بين المنسوب الحقلي والمعدل العام للحقل .تشير الاشارة الموجبة إلى أن هذه

المنطقة هي منطقة قطع أو حفر أي إنها أعلى من المعدل العام للحقل أما الاشارة السالبة فهي تدل على المناطق الواطئة والتي تحتاج إلى عملية ردم أو دفن لغرض جعلها بمستوى المعدل العام للحقل .

***يتم حساب الفرق بين المناسيب الفعلية والمعدل العام وتثبت على النقاط**

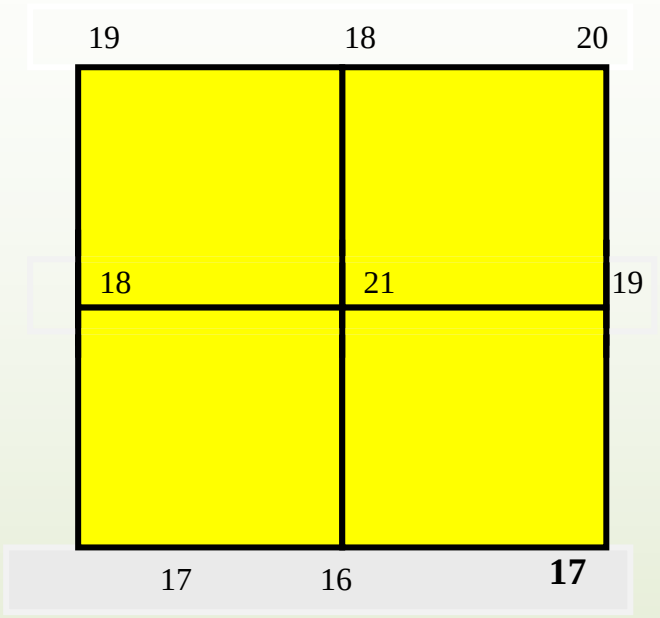
مثلا 16-15.7= + 0.3
14- 15.7 =- 1.7



عدد نقاط الردم = 4 نقاط
مجموع ارتفاعات الردم = 4.8 متر
عدد نقاط الحفر =5
مجموع ارتفاعات الحفر= 4.5 متر
مساحة الحقل = (20 ×20) متر= 400 متر مربع
مساحة منطقة الردم = (عدد نقاط الردم/ عدد النقاط الكلية)×المساحة الكلية للحقل
= (4 /9)× 400 = 177.77 متر مربع
مساحة منطقة الحفر = (عدد نقاط الحفر/ عدد النقاط الكلي) المساحة الكلية للحقل
= (5/ 9)× 400 = 222.22 متر مربع
حجم اتربة الردم = مساحة منطقة الردم × مجموع ارتفاعات الردم
= 177.77 × 4.8 = 853.30 متر مكعب
حجم اتربة الحفر= مساحة منطقة الحفر × مجموع ارتفاعات الحفر
= 222.22 ×4.5 = 999.99 متر مكعب
اذن لدينا في الحقل حجم مقداره 999.99 متر مكعب في حين نحتاج في بقية الحقل إلى 853.30 متر مكعب من الاتربة لغرض الردم أو الدفن وعليه ستكون الحجوم الفعلية :
حجم التراب المحفور (الفعلي) = 999.99 × 1.2 = 1199.99 متر مكعب.
حجم تراب الردم (الفعلي) = 853.30 × 1.1 = 938.63 متر مكعب.
1199.99- 938.63 = 261.36 متر مكعب اتربة فائضة تنقل خارج الحقل.
1.1, 1.2 ثوابت.

أسئلة الدرس العملي الثاني

لديك الحقل الآتي أجرِ له كافة العمليات الحسابية لغرض تسويته بمنسوب 17 مترعلماً أن أبعاد الحقل 60 ×60 متر والمناسيب المبينة على الخارطة هي بالمتر.



الدرس العملي الثالث- الري

قياس المحتوى المائي للتربة والتعبير عنه:
Measurement and Expressing of Soil Water Content

يهدف الدرس إلى قياس المحتوى المائي للتربة باستخدام طريقة مباشرة قياسية وهي الطريقة الوزنية لتحديد المحتوى المائي للتربة والتعبير عنه على أساس الكتلة والحجم والعمق .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications
يعتبر المحتوى المائي للتربة مهمة لعمليات خدمة التربة والمحصول.لابد أن تجري عمليات خدمة التربة عند محتوى مائي مناسب يسهل الحصول على تربة هشة مفتتة ويقلل من احتمالية رص التربة عند محتوى مائي عالي أو تكون كتل كبيرة عندما تكون التربة جافة .اما بالنسبة للنبات فإن محتوى ماء التربة يحدد كمية الماء الجاهز للنبات ونسبة الماء المستنزف منه وهذا بدوره يحدد كمية ماء الري ا للازم اضافته وموعد الري . ان كمية ماء الري المضاف يحسب على أساس كمية الماء اللازم اضافتها لتجهيز ماستنفذ من الماء من قبل النبات بواسطة التبخر –النتح.

المواد وطرائق العمل Materials and Methods
المواد:
1- فرن تجفيف
2- ميزان حساس
3- علب رطوبة,
4- كفوف واقية من الحرارة
5- Spatula.
6- مجفف زجاجي.
7- نماذج ترب مختلفة الرطوبة

طريقة العمل:
1- سجل رقم العلبة ورقم غطاء العلبة.احسب وزن العلبة والغطاء في حالة نظيفة وجافة (ارمز له وع).
2- ضع نماذج من الترب الرطبة في علب واحكم غلق العلبة.ثم احسب وزن العلبة التي تحوي نموذج التربة الرطبة(ارمز له وعتر).
3- انزع غطاء العلبة ليكون قاعدة لها وضعها في فرن على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة لا تقل عن 24 ساعة .
4- اخرج العلبة من الفرن بعناية وأعد وضع غطاء العلبة باستخدام الكف الواقي من الحرارة . وضعها في فرن تجفيف زجاجي لكي تبرد ولا يحصل امتصاص بخار الماء من النموذج الجاف ثانية.احسب وزن كتلة العلبة والتربة الجافة مع الغطاء (ارمز له وعتج).
5- فرغ علبة الرطوبة ونظفها مع الغطاء.

الحسابات:

وزن الماء(وم) =وع ت ر –وع ت ج

وزن التربة الجافة فقط(وت ج=وع ت ج- وع)

المحتوى المائي الوزني(w)= وزن الماء مقسوما على وزن التربة الجافة

المحتوى المائي الحجمي (θ)=المحتوى المائي الوزني ×الكثافة الظاهرية للتربة/كثافة الماء

= w×الكثافة الظاهرية للتربة /كثافة الماء سم^3/سم^3

عمق الماء(d) سم= المحتوى المائي الحجمي (سم^3/سم^3)× عمق المنطقة الجذرية(D) سم

(سم) D × θ =

أسئلة الدرس العملي الثالث

السؤال الأول: احسب عمق الماء الجاهز في المنطقة الجذرية من الجدول الاتي إذا علمت أن عمق المنطقة الجذرية 50سم والكثافة الظاهرية 1.4 غم /سم^3؟

الرطوبة	وزن التربة الرطب	وزن التربة الجاف
السعة الحقلية	52.4	30.7
نقطة الذبول الدائم	45.7	36.9

السؤال الثاني: هل تعتبر التربة الجافة هوائياً تربة جافة ولماذا؟

الدرس العملي الرابع - الري

سعة الماء الجاهز للنبات: Plant Available Water Capacity

يهدف الدرس العملي إلى تحديد خاصية مهمة للتربة وهي سعة الماء الجاهز للنبات على نماذج تربة تمثل غالبية الحقل للمنطقة الجذرية الفعالة وتحديد الحد الأعلى المبزول والحد الأدنى للمحصول .

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

تختلف الترب في سعتها على حفظ الماء باختلاف الحد الأعلى المبزول (السعة الحقلية) والحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم) والذي عنده يتم استخلاص جميع الماء الجاهز من قبل النبات . إن الترب الرملية ذات سعة منخفضة على مسك الماء مقارنة بالترب المزيجيه ذات المحتوى الطيني العالي وهذا يعني أن ري الترب الرملية يحصل في فترات متقاربة وبكمية ماء أقل مقارنةً بالترب المزيجيه والمزيجيه الطينيه التي يتم ريها على فترات اطول بكمية اكبر من الماء ان للترب الرملية مسامية اقل من مسامية الترب المزيجيه والمزيجيه الطينيه إضافة إلى اختلاف توزيع حجوم المسام حيث تكون المسامات اكبر حجماً وأقل عدداً للترب الرملية .

المعلومات اللازمة لتحديد سعة الماء الجاهز للنبات:

1- الحد الأعلى المبزول الذي يعرف بالسعة الحقلية وهي كمية الماء التي يمكن للتربة مسكها ضد الجاذبية .
2- الحد الأدنى للمحصول وهي كمية الماء المتبقية بعد استخلاص المحصول جميع الماء الجاهز من التربة .
3- الكثافة الظاهرية وهي كتلة الجزء الصلد (وزن التربة الجاف) مقسوما على الحجم الكلي واللازمة لتحويل المحتوى المائي الوزني إلى محتوى مائي حجمي أو عمق .

طرق تحديد سعة الماء الجاهز للنبات :

1- الطريقة الحقلية وتتم بقياس الحد الأعلى المبزول والحد الأدنى للمحصول .
2- الطريقة المختبرية من تحضير منحنى مواصفات رطوبة التربة على نماذج تربة تحت شدود ثابتة وهي -33 كيلو باسكال للحد الأعلى المبزول (السعة الحقلية) و-1500 كيلو باسكال للحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم).
3- الحصول على سعة الماء الجاهز للنبات من حدي الرطوبة عند الحد الأعلى المبزول (السعة الحقلية) والحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم) من قواعد البيانات الخاصة والمثبتة في مسوحات التربة .

المواد وطرائق العمل: Materials and Methods

المواد

1- ترب رملية منخولة في منخل 2 ملم.
2- تربة مزيجه طينيه منخولة في منخل 2 ملم.
3- حلقات مطاطية خاصة بقدور الاستخلاص.
4- قدور استخلاص الضغط .
5- اقراص مسامية سعة (5-10) كيلو باسكال (1 بار).
6- اقراص مسامية سعة 1500 كيلو باسكال (15 بار).

طريقة العمل:

1- تشبع الأقراص بغمرها بالماء المقطرلمدة 24 ساعة
2- تنقل الأقراص إلى داخل قدر الضغط وتوضع الحلقات المطاطية على الأقراص
3- يوضع وزن مناسب من النماذج (15-25) غم في داخل الحلقة على أن يكون مستوى نموذج التربة أسفل بقليل من حافة الحلقة العليا.
4- يضاف الماء المقطر على القرص إلى أن يصبح بمستوى التربة من الأعلى وتترك النماذج مدة 24 ساعة للتشبع .
5- يسلط الضغط اللازم 33 كيلو باسكال و1500 كيلو باسكال من منظومة توليد ضغط خاصة .
6- عند الوصول إلى حالة التوازن التي يستدل عليها من توقف جريان الماء إلى خارج القدر، تفرغ القدورمن الضغط وتنقل النماذج إلى علب رطوبة وزنيه تجفف في الفرن على درجة حرارة 110 درجة مؤية لحساب الوزن الجاف للتربة . يحسب المحتوى المائي الوزني والمحتوى المائي الحجمي .

الحسابات :

المحتوى المائي الوزني = وزن الماء / وزن التربة الجاف
المحتوى المائي الحجمي=المحتوى المائي الوزني × الكثافة الظاهرية/كثافة الماء
عمق الماء= المحتوى المائي الحجمي × عمق التربة

الخاصية	التربة الرملية	التربة الطينية
المحتوى المائي الوزني عند الحد الأعلى المبزول (السعة لحقلية)	0.14	0.30
المحتوى المائي الوزني عند الحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم)	0.05	0.18
الكثافة الظاهرية غم/سم^3	1.5	1.31
عمق المنطقة الجذرية (سم)	100	100
المحتوى المائي الحجمي عند الحد الأعلى المبزول (السعة لحقلية)	0.21	0.39
المحتوى المائي الحجمي عند الحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم)	0.09	0.21
سعة الماء الجاهز للنبات (سم)	12	18

أسئلة الدرس العملي الرابع

السؤال الأول: ما سعة الماء الجاهز للنبات للتربتين الرملية والطينية ؟

السؤال الثاني: لماذا تكون فاصلة الري (الفترة بين رية وأخرى) أطول في الترب الطينية مقارنة بالترب الرملية ؟

السؤال الثالث: سندانة تربة عمقها 10 سم فإذا كان عمق الماء فيها عند السعة الحقلية 5 سم وعند نقطة الذبول الدائم 2سم ,ماهي سعة حفظ الماء في تربة السندانة ؟

الدرس العملي الخامس - الري

كمية ماء الري اللازم إضافته إلى الحقل:
Field Requirements of the Amount of Applied Irrigation Water

يهدف الدرس إلى تحديد كمية ماء الري اللازم اضافته إلى الحقل في كل ريه على أساس الاحتياجات المائية للمحصول في كل ريه المبنية على نسبة الاستنفاذ من الماء الجاهز وعمق الماء الجاهز في منطقة الجذور الفعالة بما يضمن مردوداً اقتصادياً للمحصول.

الأهمية والتطبيقات : Significance and Applications

تسهل وسائل الري الحديثة بما فيها الري بالرش أوالري بالتنقيط إضافة الكمية اللازمة من الماء خلال الرية الواحدة . إن حساب صافي عمق الرية (كمية الماء اللازم خزنها في المنطقة الجذرية) يتطلب معرفة تصريف المرشات أو المنقطات وكفاءة ماء الري إضافة إلى سعة الماء الجاهز ونسبة الاستنفاذ منه .إن هذا يتطلب القياسات المستمرة للمحتوى المائي للحقل أو حساب الاستهلاك المائي اليومي للنبات من البيانات المناخية مع توفر معلومات عن معامل المحصول وعوامل إدارة أخرى خاصة في الترب الملحية التي قد تحتاج إضافة متطلبات الغسل.

المواد وطرائق العمل : Materials and Methods

بعد توفر البيانات التي تم الحصول عليها من الدرس العملي الرابع والتي تم فيها حساب :

1- سعة الماء الجاهز للنبات

2- الحد الأعلى المبزول

3- الحد الأدنى للمحصول

تجرى الحسابات التالية لتحديد كمية ماء الري المضاف . سوف يتم استخدام البيانات لتربتين إحدهما رملية والآخرى مزيجية طينية .

افرض أن التربة المزيجة الرملية مزروعة بحاصل البطاطا وأن ريها يتم بعد استنفاذ 35% من الماء الجاهز وأن عمق المنطقة الجذرية 50 سم . كذلك افرض أن التربة المزيجية الطينية مزروعة بالحنطة وتروى بعد استنفاذ 60% من الماء الجاهز وأن عمق المنطقة الجذرية 100 سم.

الحسابات :

الخاصية	التربة الرملية	التربة الطينية
المحتوى المائي الوزني عند الحد الأعلى المبزول (السعة لحقلية)	0.14	0.30
المحتوى المائي الوزني عند الحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم)	0.05	0.18
الكثافة الظاهرية غم/سم^3	1.5	1.31
عمق المنطقة الجذرية (سم)	100	100
المحتوى المائي الحجمي عند الحد الأعلى المبزول (السعة لحقلية)	0.21	0.39
المحتوى المائي الحجمي عند الحد الأدنى للمحصول (نقطة الذبول الدائم)	0.09	0.21
سعة الماء الجاهز للنبات (سم)	12	18
نسبة الاستنفاذ	%35	%60
عمق الماء المستنفذ (سم)	4.20	10.80
كفاءة الإضافة[1]	%80	%80
صافي عمق الرية (سم)	5.25	13.5

[1]) ان كفاءة إضافة 80% تعني أن 80 % من ماء الري الى الحقل المضاف تمت خزنه أثناء الرية في المنطقة الجذرية و ان الضياعات كانت 20% لذا لابد من زيادة كمية ماء الري المضاف بنسبة ($\frac{100}{80}$) لإضافة صافي عمق الري.

أسئلة الدرس العملي الخامس

السؤال الأول: احسب حجم ماء الري اللازم اضافته إلى حقل مساحته هكتار واحد لإضافة صافي عمق ريه 5سم إذا علمت ان كفاءة الإضافة 75%؟

السؤال الثاني: ما عمق الماء اللازم اضافته لرية الانبات لرفع نسبة الرطوبة من 0.1 سم^3/سم^3 إلى 0.5 سم^3/سم^3 ولعمق 10سم؟

السؤال الثالث: مرشة قطرها 20 سم ومعدل تصريفها 100 لتر/ دقيقة فإذا تطلب إضافة عمق رية 5 سم وكانت كفاءة الإضافة 90% احسب الزمن اللازم لعمل المرشة ؟

السؤال الرابع: احسب حجم الماء اللازم اضافته إلى حقل مساحته هكتار واحد بعد استنفاذ 40% من الماء الجاهز إذا علمت ان سعة حفظ الماء الجاهز للمنطقة الجذرية 10سم؟

الدرس العملي السادس - الري

قياسات مياه الري: Measurements of Irrigation Water

يهدف الدرس العملي إلى تطوير مهارة الطلبة في قياس تصريف القنوات الفرعية والرئيسية كأساس لوصف كمية الماء التي تجري في القنوات أو الأنابيب لان هذه الخطوة تعد من اهم خطوات إدارة مياه الري .

الأهمية والتطبيقات :Significance and Applications

يقاس تصريف مياه الري السطحية والجوفية على فترات منتظمة لجمع البيانات اللازمة عن كميات مياه الري المتوفرة خلال الموسم وذلك لرسم خطة زراعية تستند إلى ماياتي:

1- كمية ماء الري المتوفر .

2- المقنن المائي للمحاصيل المرغوب في زراعتها .

3- نوع وكفاءة طرق الري المستخدمة.

ان توفر قاعدة بيانات أساسية عن تصريف شبكة منظومة الري يحدد كمية التصاريف خلال السنة ومدى توفر مياه الري .ان الاختلاف في تصريف القنوات الرئيسية ينتج عنه اختلاف في تصريف القنوات الفرعية حتى في حالة نظام الري المتطور.

المواد وطرائق العمل:Materials and Methods

إن من أجهزة قياس التصريف :

1-عدادات التيار

أ:الميكانيكية.

ب: السمعية.

ج: المغنطة الكهربائية.

2- flumes(القنوات)

أ: الثابتة والمتحركة.

ب:حاوية وساعة توقيت.

يعتمد استخدام طريقة قياس التصريف على :

1- نوع الجهاز المتوفر.

2- سرعة الجريان.

3- عمق الماء.

ونظرا لسهولة طريقة الطوافة فسيتم قياس التصريف بهذه الطريقة.

المواد

1-طوافة (يمكن استخدام قنينة بلاستيكية (قنينة ماء الشرب سعة 500 سم^3) نصف مملوءة بالماء).

2- ساعة توقيت.

3- شريط قياس.

4- قناة ري ذات مقطع عرضي منتظم .

طريقة العمل :

1- حدد مقطعا منتظماً لقناة ري بطول 25 متر بواسطة الشريط .
2- ضع الطوافة في بداية مقطع القناة وشغل ساعة التوقيت .
3- سجل الزمن اللازم لوصول الطوافة إلى نهاية المقطع (كرر العملية ثلاث مرات).
4 احسب مساحة المقطع العرضي للجريان .
5- احسب معدل سرعة الطوافة من حاصل قسمة المسافة على الزمن (1) ثم احسب تصريف القناة :
من حاصل ضرب مساحة المقطع العرضي× سرعة الجريان.

1- تضرب السرعة المحسوبة للطوفة بمعامل مقدارة 0.85 لأن الطوفة تقيس سرعة الجريان السطحي للقناة الذى يكون آعلى من الجريان عند جوانب وقصر القناة بفعل الاحتكاك

أسئلة الدرس العملي السادس

السؤال الأول: ما أهمية قياسات مياه الري؟

السؤال الثاني: ما هي الأجهزة المتوفرة لقياس مياه الري؟

السؤال الثالث: اشرح طريقة العمل المستخدمة لقياس سرعة جريان الماء في القنوات باستخدام احد اجهزة قياس مياه الري ؟

السؤال الرابع: احسب تصريف احد المضخات باستخدام حوض (هدار) أو حاوية (خزان ماء سعة 1 $م^3$) ؟

الدرس العملي السابع- الري

الاستهلاك المائي للنبات والموازنة المائية في مقد التربة
Consumptive Use and Water Balance in Soil Profile

يهدف الدرس العملي إلى جمع البيانات الحقلية التي تساعد في تحديد الأستهلاك المائي الفعلي للنبات عن طريق مراقبة رطوبة الحقل خلال موسم النمو بما يسهم في إضافة ماء الري على أساس الحاجة الفعلية للنبات وتقليل الضائعات المائية.

ألأهمية و التطبيقات:Significance and Applications

يعرف الأستهلاك المائي للنبات Evapotranspiration على أنه مجموع الماء المفقود عن طريق التبخر من سطح التربة والمستهلك من قبل النبات عن طريق النتح. إن لتحديد الأستهلاك المائي للنبات من الموازنة المائية لمقد التربة أهمية بالغة في إدارة ماء الري بما يضمن كفاءة ري عالية وتقليل الضائعات المائية. تحصل حركة الماء إلى اسفل المنطقة الجذرية أثناء الري. أما بعد الري فيحصل اعادة توزيع لماء الري المضاف من خلال التبخر من سطح التربة وامتصاص الماء من قبل النبات وتقدم جبهة الترطيب إلى الأسفل مما قد يسهم في حدوث ضائعات التخلل العميق. إن قياس رطوبة التربة للمنطقة الجذرية بشكل مستمر يعطي البيانات اللازمة لمعرفة مقدار التغير في عمق الماء الجاهز في المنطقة الجذرية. وفي حالة إضافة ماء الري على أساس سعة الماء الجاهز فإن مقدار التغير في الماء الجاهز يكون ناتجاً أما عن التبخر من سطح التربة أو المستهلك من قبل النبات عن طريق النتح وبذلك فإنه يمثل الأستهلاك المائي الفعلي للنبات. على الرغم من أن مراقبة رطوبة التربة هي عمل شاق ومكلف ويحتاج إلى جهد و وقت إلا أنه يعتبر طريقة مباشرة قياسية تستند اليها طرق أخرى لمراقبة محتوى ماء التربة كالتنشيومترات و الألواح الجبسية و متحسسات الرطوبة أو جهد ماء التربة.

المواد وطرائق العمل: Materials and Methods

المواد

1- حقل مزروع بمساحة واسعة تسمح بأخذ نماذج تربة.
2- مثقاب (Auger).
3- علب رطوبة.
4- فرن تجفيف.
5- ميزان حساس .
6- مجفف Dessicator.

طرائق العمل

1- يتم اختيار موقع مناسب في الحقل (تجنب المناطق الخالية من النباتات أو المرتفعة أو المنخفضة في الحقل).
2- يروى الحقل بكمية ماء ري محسوبة على أساس سعة الماء الجاهز للنبات ونسبة الأستنفاذ.
3- بأستخدام المثقاب اجمع نماذج تربة بفاصلة عمق10سم لتقدير المحتوى المائي على كامل عمق المنطقة الجذرية ولتكن 100 سم بعد 24 ساعة من الري وقبل 24 ساعة

من الرية اللاحقة. (تجنب المناطق التي يكون فيها مستوى الماء الأرضي قريباً من السطح والذي قد يسهم في الآستهلاك المائي وبعكسه لابد من حساب مساهمة الماء الارضي في الاستهلاك المائي للنبات).

الحسابات

1- احسب المحتوى المائي الوزني للأعماق المختلفة بعد و قبل الري .
2- رتب البيانات التي يتم الحصول عليها كما في الجدول التالي:

عمق التربة سم	الكثافة لظاهرية غم/سم^3	المحتوى المائي الوزني غم/غم		الحتوى المائي الحجمي سم^3/سم^3		عمق الماء، سم		ألأستهلاك المائي خلال الرية ، سم
		بعد الري	قبل الري	بعد الري	قبل الري	بعد الري	قبل الري	
10 -0								
20-10								
30-20								
40 -30								
50-40								
60-50								
70-60								
80-70								
90-80								
100-90								
مجموع ألأستهلاك المائي خلال الرية								

3- ارسم على ورق بياني العلاقة بين المحتوى المائي الحجمي و العمق قبل وبعد الري.

ملاحظة:

أ- معدل الاستهلاك المائي خلال الرية= (عمق الماء بعد 24 ساعة من الري - عمق الماء قبل 24 ساعة من الري)/فاصلة الري .
ب- لابد من توفر قيم الكثافة الظاهرية للطبقات المختلفة للمنطقة الجذرية لأجراء الحسابات.
ت- مجموع الأستهلاك المائي خلال الرية = مجموع العمود الأخير
ث- معدل ألأستهلاك المائي اليومي= مجموع ألأستهلاك المائي خلال الرية/فاصلة الري(يوم).

أسئلة الدرس العملي السابع

السؤال الأول: لماذا لاتستخدم الطرق الحقلية على نطاق واسع في تقدير الاستهلاك المائي للنبات ؟

السؤال الثاني:اشرح مفصلاً بخطوات متسلسلة كيفية حساب الاستهلاك المائي للنبات من قياسات رطوبة التربة؟

السؤال الثالث: كيف يتغير معدل التبخر من سطح التربة والنتح خلال موسم النمو؟

الدرس العملي الثامن - الري

نوعية مياه الري: Quality of Irrigation Water

الهدف من هذه الدراسة تحديد الأسس التي يتم بموجبها معرفة مدى صلاحية المياه المستخدمة للري . ان معرفة نوعية مياه الري المستخدمة تعد أساسية لغرض إدارة الانتاج على المدى البعيد فمثلا تخلف رية عمقها 10 سم و ملوحة ماء الري فيها 2 ديسي سيمنز/ م لري هكتار واحد 1280 كغم ملح .

الأهمية و التطبيقات:Significance and Applications

تؤثر نوعية مياه الري على المحاصيل اكثر من تاثيرها على التربة وصنف النبات والسيطرة على الادغال.

أسس تحديد نوعية مياه الري :

1- الخطورة الملحية – المحتوى الملحي الكلي للأملاح الذائبة (التوصيل الكهربائي) ، كما هومبين في الجدول 4.
2- خطورة الصوديوم : النسبة بين ايون الصوديوم إلى ايوني الكالسيوم والمغنيسيوم (نسبة اِمتزاز الصوديوم Sodium Adsorption Ratio) ، كما هومبين في الجدول 5.
3- pH.
4- القاعدية الكاربونات والبيكاربونات .
5- ايونات خاصة كالكلور والبورون والنترات .

جدول4 : اسس مقترحة لتصنيف ماء الري استنادا إلى ملوحته

صنف الماء	الملوحة ديسي سيمنز/م
ممتاز	اقل من 0.25
جيد	0.75 – 0.25
مسموح به	2- 0.76
مشكوك في صلاحيته	3 - 2.01
غير ملائم	اكبر من 3

خطورة الصوديوم : تحسب من المعادلة الاتية:

نسبة الصوديوم الممتز = تركيز أيون الصوديوم مليمكافيء/ لتر / (تركيز أيون الكالسيوم مليمكافيء/ لتر+ تركيز ايون المغنيسيوم مليمكافيء/ لتر)$^{0.5}$

جدول5 : خطورة الصوديوم الممتز

نسبة الصوديوم الممتز	خطورة الصوديوم
1- 9	منخفض
10- 17	متوسط
18- 25	عالي
أعلى من 26	عالي جدا

أو يمكن التعبير عن نسبة اِمتزازالصوديوم بالمعادلة ألتالية:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{Ca^{++} + 2Mg^{++}}}$$

حيث إن SAR : Sodium Adsorpion Ratio (نسبة اِمتزازالصوديوم)

Na^{+} :تركيز أيون الصوديوم مليمكافيء/ لتر

Ca^{++} :تركيز أيون الكالسيوم مليمكافيء/ لتر

Mg^{++} *:* تركيز أيون المغنيسيوم مليمكافيء/ لتر

pH : يعبر عن حموضة أو قاعدية ماء الري . تتراوح درجة تفاعل الماء الطبيعي من (6.5-8.4) .

المواد وطرائق العمل : Materials and Methods

1- حاوية بلاستك سعة 1000 سم^3 .

2- نماذج مياه من مصادرمختلفة (انهار , ابار, مبازل).

3- مقياس pH.

4- مقياس EC .

5- جهاز مقياس اللهب.

6- جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption لقياس تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم

طريقة العمل:

باستخدام الأجهزة أعلاه اجرِ قياس درجة تفاعل التربة,الكهربائي , تركيز أيون الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم بنفس طرق العمل التي تم درجها مفصلاً في الدرس العملي العاشر والحادي عشر في موضوع التربة .

حدد صنف ماء الري استناداً إلى الجدول 4.

حدد خطورة الصوديوم المتبادل في الماء استناداً إلى الجدول 5.

أسئلة الدرس العملي الثامن

السؤال الأول: لماذا تتدهور نوعية مياه الري الراكدة في الخزانات المفتوحة (البحيرات تحت الظروف الجافة الحارة)

السؤال الثاني:ما هي ملوحة (درجة التوصيل الكهربائيEC) لنماذج مياه من نهر دجلة , نهر الفرات, بئر ارتوازي , مبزل ؟

السؤال الثالث: حدد صلاحية كل نموذج من مياه الري حسب ملوحتة ؟

السؤال الرابع : إذا توفرت لديك بيانات عن تركيز ايونات الصوديوم ,الكالسيوم, المغنيسيوم في نماذج المياه , احسب نسبة الصوديوم الممتز, وصنف نماذج المياه حسب درجة خطورته؟

الدرس العملي التاسع - الري

منحنيات التقدم والانحسار : Advance and Recession Curves

يهدف الدرس إلى التعرف على أطوار الري الاربعة تحت نظام الري السيحي وتحديدها حقلياً لغرض إضافة الكمية اللازمة من ماء الري .

الأهمية و التطبيقات : Significance and Applications

في حالة الري السيحي للمروز والألواح الشريطية يتم إضافة الماء من الجانب العلوي للحقل ويتقدم الماء بشكل جبهة خلال طور التقدم وعند وصول الماء إلى نهاية مضمار الري يتم خفض التصريف للسماح لخزن العمق المطلوب من ماء الري خلال طور الخزن . عند قطع تجهيز الماء يحصل طور الاستنزاف الذي ينحصر بين نهاية طور الخزن وبداية طور الانحسار بعدها يبدأ الماء بالانحسار عند اختفاء الماء من سطح التربة . يبدأ طور الإنحسار من بداية اللوح أو المرز حتى يصل إلى نهايته.

المواد و طرائق العمل: Materials and Methods

المواد:

1- الواح أو مروز ابعادها لاتقل عن 50 متراً.
2- أوتاد.
3- شريط قياس .
4- ساعة توقيت.
5- مصدر تجهيز ماء معروف التصريف.

طريقة العمل:

1- حضر لوح أو مرز ذات انحدار مناسب ومنتظم.
2- ثبت أوتاداً على مسافات متسأوية كل خمسة امتار.
3- استخدم تصريف مناسباً للوح أو المرز.
4- افتح مصدر الماء وسجل زمن وصول الماء خلال طور التقدم إلى كل محطة حتى وصول الماء إلى نهاية المرز أو اللوح.
5- خفض التصريف واسمح للجريان بالاستمرار فترة (5- 10) دقائق (طور الخزن) ثم اقطع تجهيز الماء.
6- احسب الزمن اللا زم من بداية القطع لحين اختفاء الماء وظهور سطح التربة (طور الاستنزاف).
7- سجل زمن انحسار الماء عند كل محطة إلى نهاية الحقل .
8- ارسم العلاقة بين مسافة طور التقدم والانحسار والزمن وحدد الأطوار الأربعة ثم أجب عن الأسئلة التالية اعتمادا على الشكل:

أ- ماهو معدل سرعة تقدم الماء خلال النصف الأول من اللوح أو المرز؟
ب- ماهو معدل سرعة تقدم الماء خلال النصف الثاني من اللوح أو المرز؟
ت- ماسبب الاختلاف في انخفاض سرعة تقدم الماء في النصف الثاني من اللوح أو المرز؟

أسئلة الدرس العملي التاسع

السؤال الأول: من بيانات الدرس العملي ارسم منحنيات التقدم والانحسار للعلاقة بين المسافة والزمن لاطوار الري الاربعة ثم اجب عن الأسئلة الآتية:

1- ماهو الزمن اللازم لوصول جبهة تقدم الماء مسافة 20 م ؟

2- لماذا انخفضت سرعة تقدم الماء بمرور الزمن ؟

3- لماذا بدأ طور الانحسار من بداية اللوح ؟

4- ماهو الزمن الفعلي (الفرق بين زمن التقدم وزمن الانحسار) لفترة بقاء الماء عند بداية اللوح ونهايته؟

الدرس العملي العاشر - الري

كفاية و كفاءة وتناسق الري:
Adequacy, Efficiency and Uniformity of Irrigation

الهدف هو الممارسة الميدانية للطلبة لجمع البيانات اللازمة لتحديد كفاءة وكفاية وتناسق الري تحت نظام الري بالرش.

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

لايمكن إعطاء صافي عمق رية تحت انظمة الري المختلفة إلا في حالة واحدة وهي عدم حصول أي ضائعات مائية وكفاءة إضافة 100% مما يستوجب تحديد كفاية مياه الري وكفاءة إضافة الماء وتناسق توزيع الماء على كامل مساحة الحقل. على العموم تقل كفاءة توزيع الماء بزيادة كفايته ونظراً لأن منظومات الري بالرش تستخدم على نطاق واسع وأهمية هذه المعاييرالثلاثة تحت نظام الري بالرش فلا بد من تحديد كفاية وكفاءة وتناسق الري تحت نظام المرشات الثابتة مع الأخذ بنظر الاعتبار طبيعة توزيع الماء والتداخل بين المرشات . إن الأسس و الصيغ المستخدمة تنطبق نفسها على أنظمة الري الأخرى كالري بالتنقيط أو طرق الري السيحي.

المواد وطرائق العمل: Material and Methods

المواد:

1- منظومة ري بالرش ثابتة تضمن درجة عالية من التناسق والتداخل بين أقطار خدمة المرشات.
2- أنابيب مطاطية لتعيير تصريف المرشة.
3- علب اسطوانية لجمع ماء المرشة.
4- حاوية حجمية.
5- ساعة توقيت .

طريقة عمل حساب تصريف المرشة

1- حدد مرشتين متجأورتين كما في الشكل(75).
2- ضع راس المرشة داخل الأنبوب البلاستيكي(صوندة مرنة).
3- شغل منظومة الري بالرش وتاكد من خروج الهواء المحصور.
4- بعد استقرار المنظومة اجمع ماء المرشة وسجل الوقت حال وضع الأنبوب البلاستيكي في الحاوية الحجمية.
5- اسمح للمنظومة بالأستمراربالعمل لفترة مناسبة (10دقيقة) ، كرر العملية لثلاث مرات.
6- احسب تصريف المرشة من حاصل قسمة حجم الماء في الحاوية على زمن عمل المرشة.

طريقة عمل مقترحة لحساب معايير كفاءة منظومة الري بالرش

Suggested Method for Calculating Efficiency Parameters of Sprinkler Irrigation System

1- حدد مرشتين متجأورتين كما في الشكل (75).

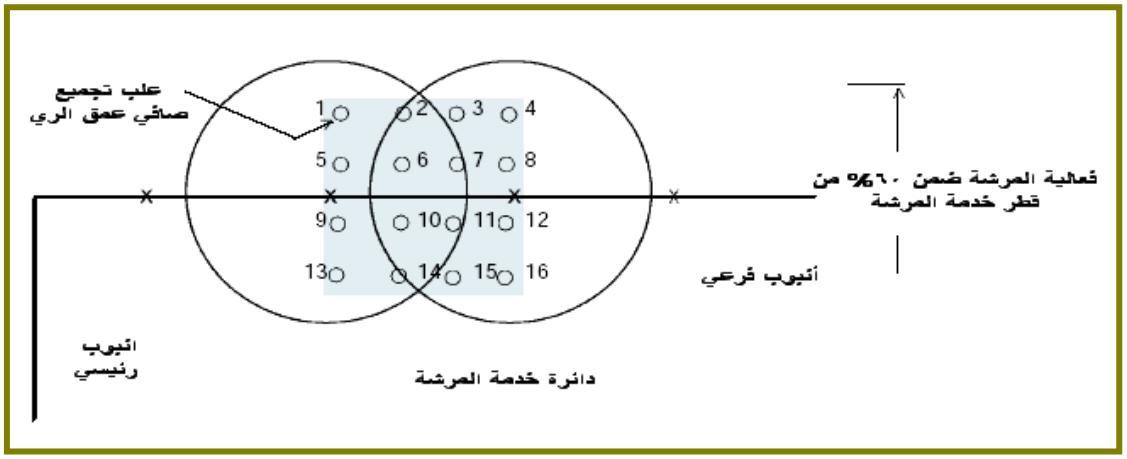
2- ضع عدداً مناسباً من العلب الأسطوانية (مالايقل عن 16 علبة) على مسافات متسأوية بحيث تغطي النسبة الموصى بها من قطر خدمة المرشتين(50- 65) % كما في الشكل.

3-احسب حجم الماء اللازم اضافته من المعادلة الآتية :

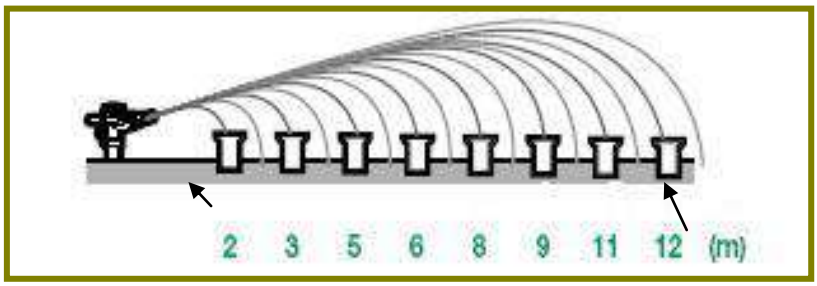
حجم ماء الري اللازم= مساحة الخدمة× عمق الماء المضاف =مربع المسافة بين مرشتين[2](الجزء المضلل من الشكل) ×عمق ماء الري المضاف.

4- احسب الزمن اللازم لتشغيل المنظومة من حاصل قسمة الحجم على التصريف.

5- افرض أن عمق الري 6 سم.



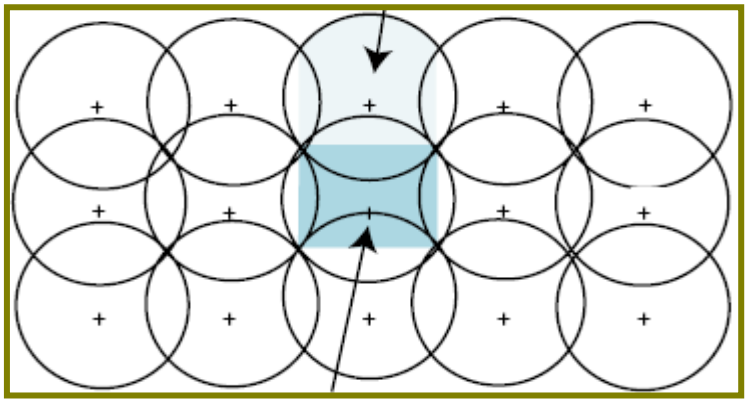
شكل75. طريقة مقترحة لتعيير مرشتين ثابتتين لحساب معايير كفاءة منظومة الري بالرش



شكل76. طريقة عمل لتعيير منحنى معدل توزيع ماء الري من مرشة ثابتة ويتم بوضع علب جمع ماء بشكل مستقيم على نصف قطر المرشة. لقد وجد أن العلب الموجودة ضمن 50% من نصف قطردائرة خدمة المرشة الأقرب إلى المرشة تستلم 90% من ماء الري اللازم اِضافته في حين تستلم العلب الموجودة على بعد 80% من نصف القطردائرة خدمة المرشة نسبة لاتتجأوز 20% من ماء الري وعليه لابد من تداخل دوائر خدمة المرشات بحيث تكون الفواصل بين المرشات (50-65)% من قطر خدمة المرشات لضمان تجانس توزيع ماء الري المضاف.

[2] على فرض ان المرشات ذات ترتيب مربع

صافي المساحة المروية لمرشة خارجية



صافي المساحة المروية لمرشة داخلية

شكل77. موقع المرشة نسبة إلى بقية المرشات ما يضمن التداخل اللازم بين مساحات خدمة المرشات لتغطية جميع الحقل.

الحسابات:

أفرض أن عمق ما الري (سم) الذي تم جمعه في العلب المبينة في الشكل 75 كان كما ياتي:

3.4	3.0	2.8	3.2
4.1	3.0	2.9	2.5
3.5	2.5	3.4	2.8
3.4	2.4	2.7	3.1

1- رتب البيانات كما في العمود الأول.

2- جد حاصل جمع البيانات في العمود الأول .

3- جد المعدل الحسابي لها وضعه في العمود الثاني.

(ارمز له m)=3.04375

4- اطرح العمود الثاني من الأول وضع القيمة المطلقة في العمود الثالث .

5- جد معدل العمود الثالث (ارمز له d)=0.34922.

6- احسب معامل التناسق (Christiansen Coefficient) وارمز له بالرمز UC من المعادلة :

$$UC = 1 - \frac{d}{m}$$

=1- (0.34922/3.04375) = 0.88

كفاية الري= عدد العلب التي يزيد عمق الماء فيها عن نصف عمق الرية (اكبر من 3.00سم)/ عدد العلب ×100

= 16/7×100 = %56

أفرض أن عمق ماء الري في العلب لاتحصل فيه اي ضائعات تسرب عميق لذا فإن:

كفاءة الإضافة =معدل عمق الماء في العلب/عمق الرية×100

=6/3.04375×100=%51

عمود 3	عمود 2	عمود 1
0.16	3.04	-23.20
0.54	3.04	-32.50
0.24	3.04	2.80
0.06	3.04	-43.10
0.24	3.04	-52.80
0.14	3.04	-62.90
0.36	3.04	-73.40
0.34	3.04	2.70
0.04	3.04	3.00
0.04	3.04	3.00
0.54	3.04	2.50
0.64	3.04	2.40
0.36	3.04	3.40
1.06	3.04	4.10
0.46	3.04	3.50
0.36	3.04	3.40
	5.5875	
	d= .34922	
	M= .04375	

أسئلة الدرس العملي العاشر

السؤال الأول: ما قطر دائرة خدمة المرشة؟

السؤال الثاني:ماهي الفاصلة بين مرشة وأخرى ؟

السؤال الثالث: كم هو معامل التناسق ؟

السؤال الرابع : ماهي كفاءة الإضافة؟

الدرس العملي الحادي عشر - الري

انظمة الري السيحي: Gravitational Irrigation Systems

تهدف الدراسة إلى التعرف على الطرق التقليدية لإضافة ماء الري وتوزيعه بفعل جاذبية الأرض بتقسيم الحقل إلى مروز أو الواح أو احواض للسيطرة على ماء الري و توزيعه بشكل متجانس على كامل الحقل.

الأهمية والتطبيقات: Significance and Applications

تحتل طرق الري السيحي مساحات واسعة من العراق وذلك نظراً لطبيعة الأرض المستوية وتوفر مياه الري لذلك من الضروري التعرف من خلال الزيارات الميدانية إلى حقول مزروعة تروى بطرق الري السيحي . أن من العوامل المحددة لأستخدام طرق الري السيحي هي نوع التربة و المحصول و حجم التصريف المتوفر. أن زيادة كفاءة نظم الري السيحي تعتمد على تسوية وتدريج ألأرض وتصميم ابعاد المروز و الأحواض و الألواح على أساس متغيرات التربة والمحصول والظروف المناخية و التصريف المتوفر.

المواد وطرائق العمل:

زيارة ميدانية يتم فيها التعرف على:
1- مساحة الحقل المزروع.
2- نوح الحاصل.
3- طريقة الري .
4- أبعاد المروز و الأحواض و الألواح.
5- الميل.
6- التصريف المتوفر وفترة الري (الزمن الفعلي لبقاء الماء على سطح التربة) .
7- نوع التربة .
8- الالات المستخدمة لتقسيم الحقل إلى مروز و أحواض و ألواح.

أسئلة الدرس العملي الحادي عشر

السؤال الأول: عدد طرق الري السيحي التي تم التعرف عليها في الحقل؟

السؤال الثاني: ما الفرق بين طرق الري السيحي وأيهما اكثر استخداماً ولماذا؟

السؤال الثالث: صنف أبعاد الالواح والمروز التي تم مشاهدتها خلال الدرس العملي إلى طويلة متوسطة قصيرة حسب التصنيف المقترح الآتي :

- **طول الألواح**

1. **طويلة أطول من 250م**
2. **متوسطة 100-200 م**
3. **قصيرة أقل من 100 م**

- **طول المروز**

1. **طويلة أطول من 100م**
2. **متوسطة 50-100م**
3. **قصيرة أقل من 50م**

- **عرض اللوح**

1. **عريض أكثر من 20م**
2. **متوسط 10-20م**
3. **ضيق أقل من 10م**

- **عمق المرز**

1. **عميق أعمق من 30سم**
2. **متوسط 15-30سم**
3. **ضحل أقل من 15سم**

الدرس العملي الثاني عشر- الري

الري بالرش: Sprinkler Irrigation

تهدف الدراسة إلى التعرف على وحدات منظومة الري بالرش الثابتة أو المحورية لانها تستخدم في ري مساحات واسعة و تلائم مختلف الترب والمحاصيل وذات كفاءة عالية على إضافة ماء الري .

الأهمية والتطبيق : Significance and Applications

الري بالرش هو عملية توزيع ماء الري بضخه تحت ضغط ديناميكي داخل شبكة أنابيب رئيسية و أخرى فرعية تنتهي بمرشات تعمل على نشر الماء بشكل رذاذ مماثل لقطرات المطر يسقط على التربة أو المحصول . يمكن استخدام طريقة الري بالرش لري الحقول دون أجراء تسوية وسهولة التحكم بزمن الري والفترة بين الريات و اضافة الكيمياويات بما فيها الأسمدة و المبيدات كما انه ذو كفاءة إضافة عالية تصل إلى 90% ويضمن كفاءة نقل 100%. إن من الجوانب المهمة اللازم أخذها بنظر الأعتبار عند تصميم منظومة الري بالرش هي:

1- معلومات الموقع بما فيها تحديد متطلبات الري و نوع التربة .
2- تحديد قدرة الضخ و تجهيز الري .
3- تحديد متطلبات توفيرالتصريف اللازم.
4- أبعاد المرشات والفواصل بينها.
5- توزيع الأنابيب الفرعية في الحقل وربط مجاميع المرشات بصمامات سيطرة.
6- تحديد أقطار الأنابيب الرئيسية و الفرعية.
7- تحديد موقع صمامات السيطرة و أحجامها.
8- التحضير لإجراء عملية الري.

المواد وطرائق العمل: Material and Methods

مزرعة ارشادية أو محطة تجريبية تتوفر فيها منظومة الري بالرش .

طريقة العمل:

1- زيارة المزرعة الإرشادية أو المحطة التجريبية.
2- التعرف على مكونات المنظومة وهي:

أ- قدرة المضخة.
ب- مساحة الحقل.
ت- مواصفات الأنابيب الرئيسية و الفرعية وتشمل.

- **سمك جدار الأنبوب.**
- **حجم الأنبوب.**
- **القطر الخارجي للأنبوب .**
- **القطر الداخلي للأنبوب.**
- **النوعية (معدني أو من البلاستيك).**
- **درجة تحمله للضغط .**

ث- مقاييس الضغط
ج- نوع المرشات.
ح- ارتفاع القصبة.
خ- تصريف المرشة .
د- درجة دوران المرشة.
ذ- الفواصل بين المرشات.
ر- قطر دائرة خدمة المرشة (قياس القطر المبتل لدائرة خدمة المرشة).

أسئلة الدرس العملي الثاني عشر

السؤال الأول: حدد المعلومات المتوفرة من المحطة أو المزرعة ذات العلاقة بتصميم منظومة الري؟

السؤال الثاني: ماهي المحاصيل المزروعة تحت منظومة الري بالرش؟

السؤال الثالث: هل توجد منظومة لحقن السماد في المزرعة ملحقة بمنظومة الري بالرش؟ ماهي الأسمدة التي تم حقنها وما هي المحاصيل المزروعة؟

الدرس العملي الثالث عشر - الري

الري بالتنقيط :Drip (Trickle) Irrigation

يهدف الدرس العملي إلى التعرف على المكونات الأساسية لمنظومة الري بالتنقيط من خلال القيام بزيارة إلى مزرعة ارشادية أو محطة تتوفر فيها منظومة ري بالتنقيط و تدوين المعلومات الفنية ذات العلاقة بتصميم و إدارة المنظومة.

الأهمية و التطبيقات:Significance and Applications

يضمن الري بالتنقيط إضافة كمية قليلة من الماء بشكل بطيء ومتكرر من منقطات Emitters وضعت عل طول أنبوب مصنوع من متعدد الأثيلين يتم من خلاله إضافة الماء مباشرة إلى منطقة جذور النبات. إن الاستخدام الواسع للري بالتنقيط للمحاصيل الطرية ادى إلى زيادة الإنتاج لأنه يحتاج إلى كمية ماء أقل، يقلل كلفة العمليات الفلاحية (Tillage) ، ويقلل من كمية ألأسمدة و المواد الكيمياوية التي يتطلب اضافتها للنبات.

تصميم نظام التنقيط.

1- المكونات.

- المضخة.
- مقياس الجريان.
- الأنابيب الرئيسية والفرعية و لوحات السيطرة.
- الصمامات.
- المرشحات.
- أجهزة الحقن.

2- مفتاح قرارات التصميم.

- ماهو معدل تصريف الأنابيب.
- نوع الأنبوب أو شريط (اللفة) التنقيط.
- ما هي الأطوال اللازمة إلى الأنابيب الفرعية .
- نوع المضخة.
- هل ان الشريط سطحي أو مدفون تحت سطح التربة .
- هل ان النظام يستخدم لإعطاء رية الأنبات.
- نوع المرشحات المطلوب.
- هل تستخدم المنظومة لحقن الأسمدة و المواد الكيميائية الأخرى.

المواد وطرائق العمل :Materials and Methods

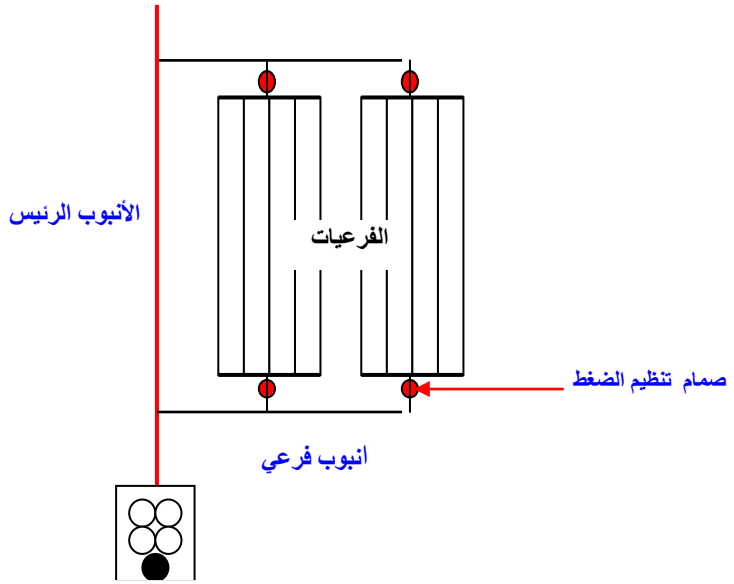
المواد:

زيارة ميدانية الى منظومة ري بالتنقيط.

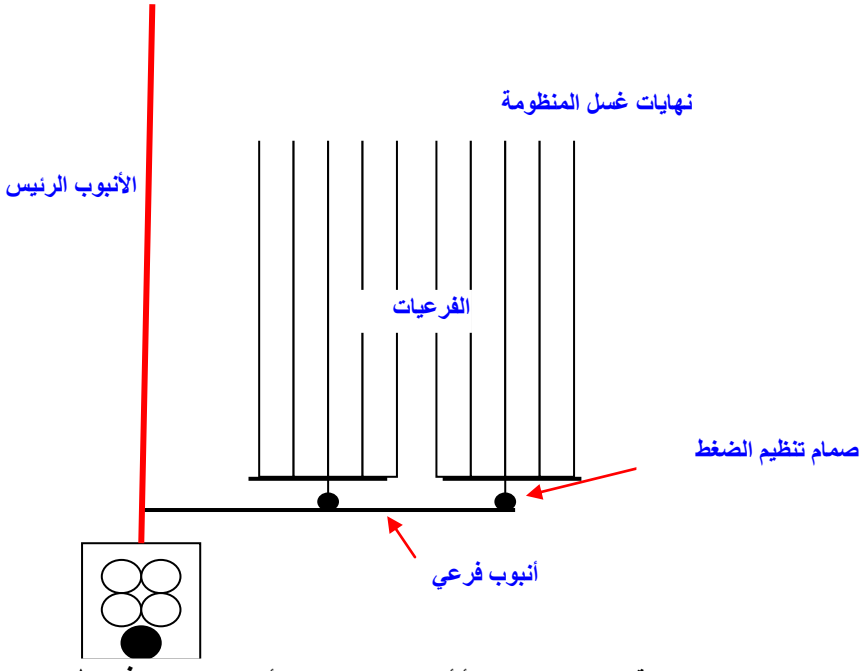
طرائق العمل:

سجل المعلومات التالية الخاصة بمنظومة الري بالتنقيط. ثم بين أي من التصاميم الأربعة اللاحقة ينطبق على المنظومة.

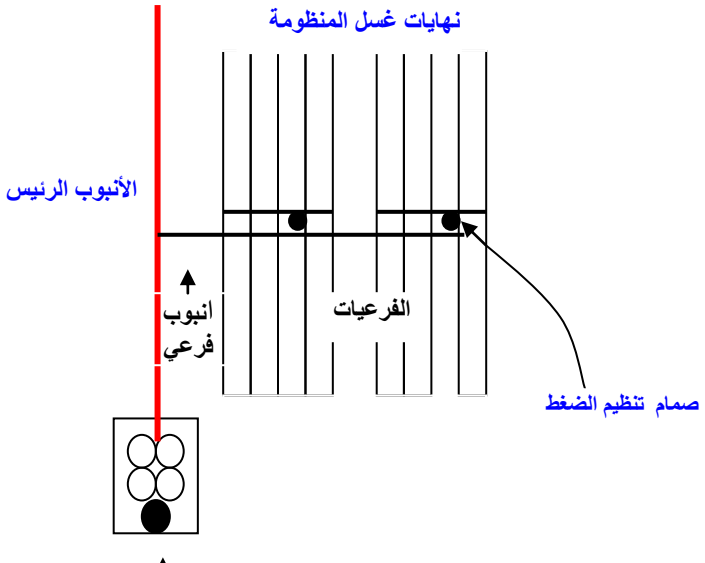
بعض التصاميم الممكنة لمنظومة الري بالتنقيط:



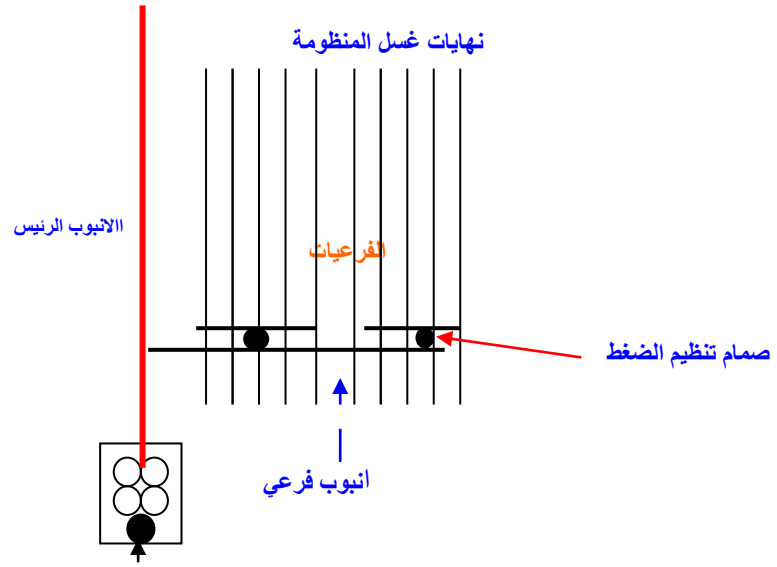
شكل78. مخطط يوضح موقع ألأنبوب الفرعي عند نهايتي ألواح شبكة الري بالتنقيط



شكل79. مخطط يوضح موقع الأنبوب الفرعي عند رأس ألواح شبكة الري بالتنقيط



شكل80. مخطط يوضح موقع ألأنبوب الفرعي بين منتصف ألواح شبكة الري بالتنقيط



شكل81. مخطط يوضح موقع الأنبوب الفرعي بين منتصف و نهاية ألواح شبكة الري بالتنقيط

أسئلة الدرس العملي الثالث عشر

السؤال الأول: ماهو أكثر الأمور أهمية في منظومة الري بالتنقيط و لماذا؟ (يحدد الطالب الأمر الأكثر أهمية بعد الزيارة الميدانية لمحطة أو مزرعة تستخدم الري بالتنقيط مبيناً السبب)

السؤال الثاني: ماهو نوع التصميم المستخدم مقارنة بالتصاميم الأربعة المبينة بالأشكال؟

السؤال الثالث :لماذا يكون الري بالتنقيط الأعلى كفاءة من بقية طرق الري الأخرى؟

السؤال الرابع: كيف تتم إضافة الأسمدة في المنظومة.

الدرس العملي الرابع عشر - الري

أجهزة حقن الاسمدة والمبيدات:
Fertilizers and Chemicals Injection Equipments

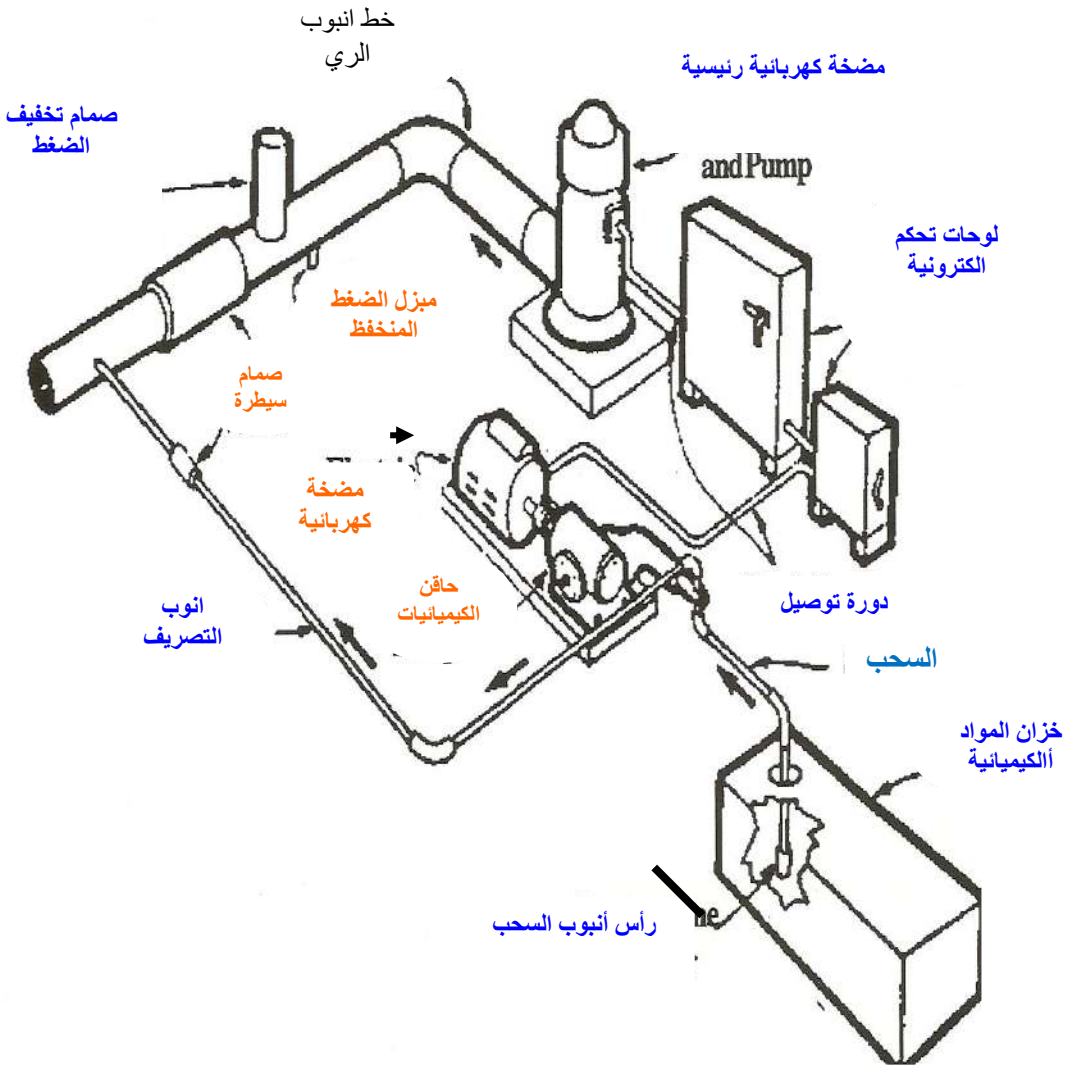
يهدف الدرس إلى التعرف على مكونات منظومة حقن الأسمدة و المواد الكيميائية الأخرى بما يضمن عدم حصول جريان عكسي (Back Flow) يؤدي إلى وصول الأسمدة و غيرها من المواد الكيميائية بتراكيز عالية في حالة توقف المضخة الرئيسية لماء الري وأستمرار عمل مضخة الحقن بالأشتغال.

الأهمية و التطبيقات: Significance and Applications

يحصل تلوث لمصادر المياه السطحية و الجوفية بالأسمدة و المواد الكيميائية في حالة حصول جريان عكسي من مضخة حاقن الأسمدة في حالة انقطاع تجهيز ماء الري من المضخة الرئيسية. لهذا تم وضع مجموعة أجهزة تشمل صمامات تخفيف الضغط، مبازل ضغط منخفض، دائرة غلق وسيطرة داخلية بين المضخة الرئيسية و مضخة الحقن و صمام سيطرة داخل انبوب الضخ للسيطرة على الجريان العكسي. ويبين الشكل82 مخطط لمكونات شبكة الجريان العكسي في منظومة حقن السماد.

المواد وطرائق العمل: Materials and Methods
المواد:
مزرعة تروى بالتنقيط وتستخدم فيها حاقن الأسمدة الكيميائية.

طرائق العمل:
تعرف على حاقن الأعمدة وأجزاءه الأساسية وطبيعة عمله.



شكل82. مكونات منظومة حقن السماد و ألمواد الكيميأوية ألأخرى

أسئلة الدرس العملي الرابع عشر

السؤال الأول:ارسم مخططاً (إن وجد) لمنظومة حقن داخل مجموعة بيوت بلاستيكية .

السؤال الثاني: لماذا تكون وحدة مانع الجريان العكسي أساسية في منظومة الحقن ؟

الدرس العملي الخامس عشر - الري

معايرة أجهزة الحقن: Calibration of Injection Equipment

يهدف الدرس العملي إلى حساب كمية السماد اللازمة لسد الحاجة الفعلية للنبات خلال كل مرحلة من مراحل النمو باضافتها عن طريق الحقن في منظومة ري بالتنقيط.

الأهمية و التطبيقات

تختلف الحاجة السمادية للنبات بأختلاف نوع النبات ومرحلة نموه. إن إضافة الكمية الصحيحة لسد الأحتياجات السمادية خاصة للمحاصيل عالية الأنتاج مثل ألمحاصيل الورقية و محاصيل الخضر يسهم في زيادة الأنتاج نوعاً و كماً الا أن ذلك يتطلب معرفة:

- متطلبات السماد خلال المراحل المختلفة لنمو النبات (قيم جدولية من دراسات سابقة).
- تركيز السماد (كالنترات مثلا) في ماء الري (من التحليل الكيميائي لماء الري).
- مستوى السماد في التربة (من تحليل التربة أو انسجة النبات).

المواد

1- منظومة ري بالتنقيط.
2- منظومة حقن السماد.
3- نباتات خضر.

الحسابات

- بعد تحديد حاجة النبات من سماد النيتروجين اللازم اضافته اطرح كمية السماد الموجودة في ماء الري و التربة من متطلبات النبات للنيتروجين الفعلية.
- استخدم المعادلة التالية لتحويل تركيز(N)من الجزء بالمليون (Part Per Million) إلى كغم نتروجين لكل هكتار- سم من ماء الري.
- 1 PPM Nitrogen(N)= 0.1Kgm-N per hectare-cm of irrigation water
- 1 جزء بالمليون نيتروجين (N) =0.1كغم N لكل هكتار- سم من ماء الري[3]
- 1 ppm Nitrogen(NO_3^-)= $0.1\times(14/62)^3$= 0.02Kgm-N per hectare-cm of irrigation water

- 1 جزء بالمليون نيتروجين (NO_3^-) =0.1× (62/14)= 0.02 كغم (N) لكل هكتار- سم من ماء الري.
- عند ضرب كمية (N) كغم لكل هكتار- سم × عمق الري نحصل على وزن النيتروجين (كغم) من ماء الري لكل هكتار.
- إذا فرضنا ان تركيزN في ماء الري 2جزء بالمليون(2ppm)وان عمق الرية 5سم فإن الكمية الكلية إلى N من ماء الري = 5×0.1=0.5 كغم .
- فإذا كانت متطلبات المحصول 10 كغم/اسبوع فإن كمية السماد اللازم اضافتها 10كغم – 0.5كغم = 9.5كغم.

[3] للتعديل من N إلى -NO_3 نضرب بوزن N (14) ونقسم على وزن NO_3(62)

- **أما معدل الحقن فيمكن حسابه من المعادلة التالية:**

- $$IR = \frac{P_n \times A \times 100}{p_g \times \%N \times IT}$$

حيث ان: *IR* =معدل الحقن لتر/ثانية

P_n= *كغم سماد/هكتار*

A= المساحة المروية

P_g= كثافة محلول السماد غم/لتر

%N= النسبة المئوية للنتروجين في السماد

IT= زمن الحقن(ساعة)

مثال: احسب معدل الحقن اللازم لإضافة 20 كغم سماد /هكتار اسبوعياً لمزرعة طماطة تروى بالتنقيط مساحتها 40هكتار مناصفة (20 هكتار في كل مرة). كان زمن الري 12 ساعة واستخدم سماد سائل يبلغ تركيز النيتروجين فيه 0.25 كغم/لتر. وأن زمن الحقن 10 ساعات.

الحل

- **يتطلب إضافة 20 كغم N /اسبوع لكامل الحقل اي 10كغم N لكل رية.**
- **الحجم اللازم اضافته من السماد لكل هكتار = 0.25/10= 40 لتر.**
- **الحجم اللازم اضافته من السماد السائل إلى 20 هكتار = 40×20= 800 لتر.**
- **معدل الحقن= حجم السماد السائل/زمن الحقن= 10/800=80 لتر/ساعة .**

أسئلة الدرس العملي الخامس عشر

السؤال الأول:احسب معدل تصريف جهاز الحقن اللازم لإضافة السماد بطريقة مماثلة إلى خطوات الدرس العملي.

المصادر العربية

الزبيدي, احمد حيدر. 1989.ملوحة التربة-الأسس النظرية والتطبيقية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. بيت الحكمة. رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد 951 لسنة 1989.

الطيف, نبيل ابراهيم و عصام خضير الحديثي. 1988. الري- اساسياته وتطبيقاته. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.

حاجم, احمد يوسف. و حقي اسماعيل ياسين. 1991.هندسة نظم الري الحقلي. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.

الخالصي. فوزي. 1982. المساحة المستوية. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.

ماكورماك, جاك س. 1963. المساحة. ترجمة فريدون جلال الدين ونبيل ابراهيم. 1986. مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.

References

Agriculture Research Service,(USDA). Dna O. Porter. 1995. Estimating Flow in Streams.
http://h2o.usgs.gov/public/pubs/circ1123/index.html. Fertilization and Their use. http://www.utextension.utk.edu/

Hillel, D. 1998. Environmental Soil Physics. Academc Press.
Htpp://www.academicpress.com

Natural Resourse Conservation Service (NRCS).2004. Soil Biology.
Htpp://soils.usda.gov./sqi/concepts/soil_biology.html.

Natural Resourse Conservation Service.2004.Soil Survy Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigation Report.No. 42. Version 4.0. November 2004. Edited by R. Burt.

Soil Horizon. Htpp://nesoil.com/properties/horizons/sld001.htm.
Soil Mechnics and Foundations.2006.www.engr.uconn.edu/~lanbo/

Soil Quality Instiute, NRCS, USDA, and the National Soil Tilth Labortory, Soil Science Society of America, 1974. Fundamental structure of cly minerals, S.S.S.A.,Inc.,677 South Segoe Road, Madison Wl.53711.
Htpp://www.evsc.virginia.edu/~alm7d/soils/images/CEC6.jpg.

Soil Survey Staff. 1993. Soil Survey Manual. United State Department of Agriculture. Hand book No. 18.

USDA Natural Resources Concervation Service. 1998.Soil Quality Resource Concerns: Salinization. Prepared by the National Soil Survey Center in cooperation with the University of Menisotta. 2009. Soil Texture. Htpp//www.soils.umm.

USDA-NRCS. 2002. Field Book for Sampling and Describing Soils. Version 2.0. National Soil Survey Center, National Resources Conservation Service, USDA. Lincoln, Nebraska, USA.

تم بحمد الله