١٥٨
٧٠٢٥٠

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

أساسيات علم البيئة النباتية

الجزء العملي

السنة: الثانية

القسم: علم الحياة النباتية

الاختصاص: علم الأحياء

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشق
كليـــــة العلـــــوم

أساسيات علم البيئة النباتية

الجزء العملي

الدكتور ســـهيل نادر
أستاذ مساعد في قسم
علم الحياة النباتية

وفيقة ابراهيم
قائمة بالأعمال

جامعة دمشق

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المحتـــــــــوى

	الصفحة
مقدمة	٩
الفصل الأول عوامل المناخ	١١
* **التدريب الأول.** المخطط الحراري – المطري	١٥
قياس درجة الحرارة	١٥
قياس الهطول المطري	١٧
طريقة رسم المخطط الحراري – المطري	٢٢
* **التدريب الثاني.** المخطط المناخي لأمبرجيه	٣١
* **التدريب الثالث.** الجفاف	٣٥
* **التدريب الرابع.** الرياح	٣٩
	٤٠
الفصل الثاني عوامل التربة	
قطاع التربة	٤٩
تصنيف التربة	٥١
الترب السورية	٥٤
* **التدريب الأول.** جمع عينات التربة وتحضيرها للتحليل	٥٧
أولاً. قطاع التربة	٥٧
ثانياً. جمع عينات التربة	٥٨
ثالثاً. تحضير العينات للتحاليل	٥٩
مستخلص التربة	٦٠
* **التدريب الثاني.** الخواص الفيزيائية للتربة	٦٣
أولاً. القوام	٦٣
ثانياً. تركيب التربة (التحليل الحُبيبي أو الميكانيكي)	٦٤
ثالثاً. مسامية التربة	٦٩
رابعاً. لون التربة	٧١

* **التدريب الثالث**. الخواص الكيميائية للتربة ٧٣
أولاً. درجة الحموضة pH ٧٣
ثانياً. تقدير الملوحة ٧٧
ثالثاً. تقدير الدبال ٧٩
٨٥

الفصل الثالث البيئة المائية

أهمية الماء ٨٨
البيئة المائية ٩١
الأنماط الحياتية للنباتات المائية ٩٢
تكيفات النبات مع الحياة المائية ٩٧
أولاً. تحورات الأوراق ٩٧
ثانياً. تحورات الساق ٩٩
ثالثاً. تحورات الجذور ١٠٠
* **التدريب الأول**. التحورات الشكلية للنباتات المائية ١٠٢
* **التدريب الثاني**. البنية التشريحية لأوراق النباتات المائية ١٠٢
* **التدريب الثالث**. البنية التشريحية لساق النباتات المائية وجذورها ١٠٣
١٠٥

الفصل الرابع البيئة الجافة

النباتات الجفافية ١٠٨
* **التدريب الأول**. تكيفات الأوراق النباتية للبيئة الجافة ١١٤
* **التدريب الثاني**. التحورات النباتية- الأشواك والأوبار عند النباتات الجفافية ١١٥
* **التدريب الثالث**. تكيفات أخرى للنباتات الجفافية ١١٥
١١٧

الفصل الخامس العلاقات الحيوية

أولاً. الحياد ١٢٠
ثانياً. العلاقات الإيجابية ١٢٠

١. التعايش ١٢٠
٢. التكافل ١٢٢
٣. المساكنة ١٢٣
ثالثاً. العلاقات السلبية ١٢٥
١. التطفل ١٢٥
٢. الافتراس ١٢٥
٣. التضاد ١٢٥
٤. التنافس ١٢٥
* **التدريب الأول.** النباتات المتسلقة ١٢٦
* **التدريب الثاني.** تطفل النباتات ١٢٧
* **التدريب الثالث.** تعايش النباتات ١٢٨
المصطلحات العلمية ١٣١
المراجع ١٤١

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة

شهدت الدراسات البيئية في القرن العشرين اهتماماً غير مسبوق، وتوسعت مجالاتها لتشمل مجالات علمية عديدة في النصف الثاني منه، كما امتدت جذورها في علوم متعددة كعلم السكان والفيزيولوجيا وعلم المناخ وعلم المحيطات وعلم المياه وعلم الكيمياء الحيوية وغيرها من العلوم الأخرى، لذلك كان من الضروري الاهتمام بالجوانب البيئية والتطبيقات العملية.

ويهدف هذا الكتاب إلى تعريف الطالب والعامل في مجال الدراسات البيئية بجملة من الموضوعات التي تتناول جانباً مهماً من الجوانب التي تعنى بحياة النبات، بما في ذلك تعريفه بعوامل البيئة الأساسية والعلاقات بين الأحياء، ويغطي الكتاب جميع الموضوعات الأساسية من مقرر أساسيات علم البيئة النباتية لطلاب السنة الثانية – علم الأحياء Biology، وفقاً لمنهاج الجزء العملي في كلية العلوم، بمعدل ساعتين عمليتين أسبوعياً خلال فصل دراسي.

وتتألف الدراسة العملية لعلم البيئة النباتية من أربعة أجزاء:

يتناول الجزء الأول موضوع علم المناخ وتأثيره في النبات.

ويتناول الجزء الثاني عامل التربة، الذي يتضمن خواص التربة وتركيبها وقوامها وعلاقتها بالأنواع النباتية.

بينما يتناول الجزء الثالث موضوع تكيف النباتات مع الأوساط الطبيعية المختلفة.

أما الجزء الرابع فيتناول موضوع العلاقات الحيوية النباتية.

وقد راعينا تدريب الطالب في المختبر وفي الحقل على أخذ العينات وجمعها وتدقيق صفاتها وربط أشكال النبات مع الظروف البيئية، وتتضمن الموضوعات عدداً من التطبيقات كما يلي: عوامل المناخ ٤ تدريبات ، عوامل التربة ٣ تدريبات ، البيئة المائية ٣ تدريبات ، البيئة الجافة ٣ تدريبات ، العلاقات الحيوية ٣ تدريبات .

ونأمل أن يغطي هذا الجزء العملي جانباً من جوانب الدراسات البيئية النباتية ويرفد المكتبة العربية .

دمشق في ١ آذار ٢٠٠٣ المؤلفان

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأول

عوامل المُناخ Climatic Factors

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

يُعرف المناخ بأنه حالة الطقس السائدة المستمرة فوق منطقة جغرافية معينة، ويعبر عن المناخ عادة بمتوسطات عناصره المعروفة مثل متوسطات درجات الحرارة ومتوسطات قيم الضغط ومجموع قيم الهطول والحرارة المتراكمة وغيرها، كما تستعمل في الدراسات المناخية القيم الدنيا منها أو العظمى لسرعة الرياح أو الحرارة أو كميات الهطول النادرة أو القياسية ومدى انحرافها.

يعنى علم المُناخ Climatology بدراسة المناخات المختلفة وتغيراتها على كوكب الأرض، ويعد المناخ Climate أحد العوامل الرئيسة المؤثرة في الأحياء، فهو المحدد لتوزيع الغطاء النباتي والحيوانات في أي منطقة جغرافية، وفي الوقت نفسه يكوّن مع التربة وسطاً لحياة النباتات والحيوانات، إذ يحدد المناخ خصائص المجتمعات النباتية فضلاً عن دوره الأساسي في تحديد خصائص العناصر اللاحية الأخرى في البيئة، كالتربة والمحتوى المائي والتفاعلات الكيميائية، لذلك نشأ علم المناخ الحيوي Bioclimatology الذي يهتم بدراسة التأثيرات الناجمة عن التغيرات المناخية في الأحياء. غير أنه من الضروري التمييز بين مفهومي الطقس والمناخ في الدراسات البيئية المناخية.

* الطقس Weather

هو الحالة المؤقتة والمتوقعة للغلاف الجوي في مكان محدد خلال فترة من الزمن، ويكون شديد التغير، وينجم عن سيادة إحدى الخصائص الفيزيائية للغلاف الجوي كالحرارة والضغط والغيوم والرياح والمطر والثلج وغيرها، ويمثل الطقس حالة الغلاف الهوائي في بقعة ما خلال فترة زمنية قصيرة .

ويتكون الطقس من عناصر يمكن قياسها هي : حرارة الهواء، والضغط الجوي، والرياح من حيث سرعتها واتجاهاتها، والمياه الجوية Meteorolic Water (الأمطار، الرطوبة النسبية، الثلوج، البرد، الندى، الضباب، السحاب) وغيرها من العوامل، التي تعطي في مجملها صورة وصفية متكاملة عن حالة الطقس .

* المناخ Climate

هو مجموع التغيرات المستمرة المترابطة والمتتالية والمستقرة نسبياً لحالة الغلاف الجوي في مكان محدد خلال فترة زمنية مديدة، ويمثل معدل حالات الطقس على مدى أشهر أو فصول من السنة أو سنوات عديدة.

ويتكون المناخ من العناصر التي تكوّن الطقس، وذلك على شكل معدلات لفترات زمنية طويلة تسمح بوصف عام لأحوال المناخ السائدة .

وهكذا يجري الحديث عن حالة الطقس في بقعة محددة خلال يوم أو أسبوع، ولكن يتم الحديث عن حالة المناخ السائد لعشرات السنين.

ويمكن التمييز بين المناخات التالية :

1) *المناخات العامة* macroclimate ، وترتبط بدرجات العرض والحركة العامة للرياح، وتشكل المناطق المناخية الكبيرة كالاستوائية والمدارية والمعتدلة والقطبية.

2) *المناخات الإقليمية* regional climate ، وتتعلق بالوضع الجغرافي ووجود السلاسل الجبلية وتوزع المسطحات المائية الكبيرة كالمناخ المتوسطي.

3) *المناخات المحلية* Local climate ، وتتحدد بالوضع الطبوغرافي للمنطقة كوجود الوديان والهضاب والجبال والسفوح، أو تتحدد بالخصائص المحلية كوجود بحر أو بحيرات أو مستنقعات أو مساحات مشجرة، كالمناخ الساحلي في سورية والغاب وغور الأردن .

4) *المناخات الدقيقة* Microclimate ، وتتميز بشروط مناخية خاصة تختلف أحياناً عن المناخ العام اختلافاً كبيراً، وترتبط بالخصائص الأرضية والحيوية لمكان محدد أو بجزء من الموقع البيئي مثل ظل شجرة أو موطئ تحت حجر في الصحراء أو في أي مكان آخر أو في بيت زجاجي أو في غيرها من المواضع الصغيرة.

تقوم محطات الأرصاد الجوية Meteorological Station برصد العوامل المناخية المختلفة، التي يتم إنشاؤها في مواقع مختارة، ومعروفة المنسوب ومحددة الموقع بدقة. وتكتسب البيانات، بما فيها الملاحظات والقياسات المتنوعة المأخوذة عن أحوال الجو لفترات مختلفة ومتكررة، أهمية بالغة في أعمال الرصد الجوي، فبقدر ما تكون القراءات صحيحة ودقيقة وتكون معبرة عن أحوال الجو تعبيراً صحيحاً، تكون القيمة العلمية للقراءات والبيانات كبيرة، وبالتالي تساعد على معرفة حالة الجو في مختلف الفصول ولسنوات طويلة متعاقبة.

وتتم الدراسة المناخية بعدة طرائق :

* دراسة المخطط الحراري ــ المطري
* دراسة المخطط المناخي لأمبرجيه
* دراسة الجفاف
* دراسة التوزع الفصلي لكميات الأمطار

التدريب الأول

المخطط الحراري ــ المطري

Climatic Diagramm

إن الهدف من دراسة المخطط الحراري المطري للمناطق المختلفة هو تحديد الفترات الرطبة الملائمة لنمو النبات والفترات الجافة وشبه الجافة غير الملائمة لها، كما تسمح بمقارنة المناخات في المناطق المختلفة.

* قياس درجة الحرارة Temperature

تعد درجة الحرارة من أهم عناصر الطقس والمناخ، إذ ترتبط بها جميع العناصر الأخرى من ضغط ورياح ورطوبة وإشعاع، وهي غير قابلة للقياس بالمعنى الدقيق؛

من المعروف أن درجة الحرارة تعد من المؤثرات المهمة والمحددة لتوزيع جميع أشكال الحياة على الأرض، وعلى نحو خاص في توزع أنواع النباتات الطبيعية أو المزروعة، وتؤثر تأثيراً كبيراً في حياة النبات، فكل نوع نباتي يعيش في شروط حرارية محددة تسمح له بحسن سير عملياته الحيوية، لأن هذه العمليات يمكن أن تتوقف إثر تجاوز درجة الحرارة الحدود الدنيا أو القصوى لدرجة التحمُّل وقد يدخل النبات في مرحلة من السبات Dormancy .

تؤثر درجة الحرارة في عمليات الامتصاص Absorption والتنفس Respiration والتعرق Transpiration والتركيب الضوئي Photosynthesis والنمو Growth والتشكل Morphogenesis والإنتاش Germination والإثمار Fruition والإزهار Flowerage والتوزع الجغرافي Geographic Distribution ، كما يتأثر النبات بالحرارة بصورة غير مباشرة من خلال تأثيرها في بعض العوامل البيئية الأخرى كالرطوبة والتبخر والتعرق.

تسجل درجة الحرارة في الظل دوماً باستعمال أجهزة خاصة هي مقاييس الحرارة Thermometers، تعد المقاييس الزئبقية أكثرها شيوعاً، ويعبر عن الحرارة بوحدات حرارية مختلفة. ولقياس درجة الحرارة، تُجهّز كل محطة أرصاد جوية بغرفة خشبية صغيرة مزودة بفتحات للتهوية لا تسمح بدخول أشعة الشمس مباشرة لتسقط على الأجهزة المستعملة، وتحتوي مجموعة من مقاييس الحرارة :

* يستعمل الشفع الأول منها لقياس درجات الحرارة العظمى .Max والصغرى .Min.

* والمقياس الآخر آلي مسجل للحرارة Thermograph يفيد في تسجيل درجات الحرارة في جميع الأوقات .

يرقم مقياس الحرارة المئوي Centigrade Thermometer من 0 – 100 وتكون:

– درجة تجمد الماء النقي مساوية للصفر

– ودرجة غليان الماء تساوي المائة عند سطح البحر .

أما في مقياس الحرارة الفهرنهيتي Fahrenheit فيرقم من 32 –212 وتكون :

– درجة تجمد الماء النقي تساوي 32

– ودرجة غليان الماء تساوي 212 عند سطح البحر

ملاحظة : قد يستعاض بالكحول عن الزئبق في المناطق شديدة البرودة، تجنباً لاحتمال تجمده عند درجة –39.3 م أو –38.7 ف، بينما يتجمد الكحول في درجات حرارة دون ذلك بكثير.

التغيرات اليومية لدرجات الحرارة

تتغير درجة الحرارة باستمرار خلال اليوم الواحد وعلى نحو مختلف أحياناً من ساعة لأخرى وذلك وفقاً لشدة الأشعة الشمسية، وتكون درجة الحرارة الدنيا عادة بعد منتصف الليل نتيجة استمرار تأثير الإشعاع الأرضي، وتكون الدرجة العظمى بعد الظهر الحقيقي (في الساعة 14) نتيجة التسخين بفعل الإشعاع الشمسي، ويتأثر هذا التواتر على مدى أيام السنة بعدة عوامل كتبدل فصول السنة والموقع الجغرافي والبعد عن المسطحات المائية الكبيرة ودرجة التغييم.

التغيرات السنوية لدرجات الحرارة

تتم دراسة التغيرات السنوية لدرجات الحرارة من خلال المتوسطات اليومية، وبصورة عامة تميل درجة الحرارة للارتفاع تدريجياً في نصف الكرة الشمالي ابتداءً من كانون الثاني إلى آب، ومن ثم يحدث العكس .

كما تتغير المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة على مدار السنة، غير أن هذه التغيرات تأخذ الشكل ذاته كل عام في المحطة نفسها ويختلف من محطة إلى أخرى، وفي جميع الحالات هناك قيمة دنيا للحرارة تقابل الشهر الأكثر برودة ويُرمز لها بالحرف الصغير (m) وقيمة عظمى تقابل الشهر الأكثر حرارة ويُرمز لها بالحرف الكبير (M)، ويتراوح التغير بين – 30° م أو أقل في القطبين و+ 35° م أو أكثر في المنطقة الاستوائية والمدارية.

ومن الجدير ذكره أن تغيرات درجة الحرارة من شهر لآخر تكون بالغة الأهمية، نظرا لما تسببه من تغيرات فيزيولوجية وشكلية في النباتات .

وتتباين التغيرات السنوية بدرجة الحرارة من محطة لأخرى، وفقاً لدرجة العرض وتداخل اليابسة والماء، ويمثل المتوسط السنوي متوسط درجات الحرارة في السنة خلال مدة لا تقل عن عشر سنوات متتالية دون انقطاع ، ويتراوح عادة على الكرة الأرضية بين – 20 م في القطبين و+30 م في المنطقة الاستوائية ، غير أن دراسة المتوسط السنوي لا تكفي لمعرفة العلاقة بين درجة الحرارة والنباتات الموجودة في أي مكان؛ لأن هذه الدراسة لا تعطي أية فكرة عن التباين الحراري خلال العام أو الشهر أو الفصل .

ومن الجدير ذكره أن التغيرات الدورية اليومية للحرارة ترتبط بدوران الأرض حول نفسها، أما التغيرات الفصلية فتتعلق بدوران الأرض حول الشمس .

*** قياس الهطول المطري**

تعد الأمطار المصدر الرئيسي للماء على اليابسة، وتتميز بسهولة قياسها ومراقبة تغيراتها وتحديد مواسم هطولها، وهي كذلك العنصر المحدد لنمو النباتات ودرجة الجفاف وتغير المناخ بصورة عامة ، وتختلف كميات الهطول المطري التي تهطل سنوياً باختلاف السنوات والفصول والأشهر، وعموماً تهطل الأمطار في الفترة الممتدة بين أيلول وأيار، مع بعض التقديم والتأخير وفق المناطق الجغرافية، إذ يتراوح ذلك بين شهر وشهرين في المناطق الرطبة وشبه الرطبة، وبين سبعة وثمانية أشهر في المناطق الجافة وذلك في

سورية أو شرقي المتوسط، لذلك يهتم علم الأرصاد الجوية بدراسة كافة عناصر الطقس

بوسائل خاصة ومتنوعة لقياس كمية الهطول المطري وشدته ومدته خلال العام، غير أنه لا تزال هنالك بعض الصعوبات التي تعيق ذلك بسبب قلة أعداد محطات الأرصاد الجوية وعدم الدقة في تسجيل القراءات الدورية .

تقدر كميات الهطل المطري عادة بالمليمتر، وأحياناً بالسنتيمتر عندما تكون كبيرة كأمطار بعض المناطق الاستوائية، وتقاس بمقاييس متنوعة الأشكال ومختلفة التقنيات، وأهمها مقياس المطر العادي ومقياس مسجّل المطر Pluviograph ومقياس المطر التراكمي. وعلى الرغم من تعدد هذه المقاييس فلا يزال القياس يفتقر إلى الدقة للأسباب التالية:

- استعمال أجهزة تقليدية غير دقيقة وبدائية أحياناً.
- عدم الأخذ في الحسبان الهطول الثلجي في معظم المحطات، مع أن كل عشرة سنتيمترات من الثلج تساوي عشرة مليمترات من المطر.
- قياس الهطول المطري العمودي الواصل إلى الوعاء المدرج فقط ؛ في حين تهطل الأمطار التي تحملها الرياح والعواصف على نحو مائل، كما في حوض المتوسط .

وللحصول على نتائج دقيقة ينبغي وضع جهاز قياس المطر في مكان مكشوف، بعيداً عن المباني والأشجار، مع تجنّب وضع الجهاز في مكان مرتفع عن الأرض المحيطة به وذلك لمنع تأثر المطر بسرعة الرياح، التي قد تدفعه بعيداً عن فتحة الجهاز.

التوزيع الجغرافي للهطول المطري

يختلف توزيع الهطول المطري من منطقة إلى أخرى على الكرة الأرضية، ولذلك يمكن تمييز المناطق الاستوائية والمعتدلة والمدارية ومنطقة حوض البحر المتوسط والمناطق الصحراوية، وفقاً لمواعيد هطول الأمطار. وتتميز كميات الأمطار في المناطق السابقة بتباين شديد فيما بينها، ومن محطة إلى أخرى ضمن المنطقة الواحدة (الجدول 1) . تهطل الأمطار في سورية خلال فصل الشتاء، مرافقة للمنخفضات الجوية المارة عبر البحر المتوسط ويصل إلى شرقي المتوسط 150 منخفضاً سنوياً يصيب سورية منها 50 منخفضاً ولا يزيد عدد المنخفضات الفعالة على 15 – 20 منخفضاً فقط، وتؤدي الفتحات الجبلية إلى زيادة الهطول في المناطق الداخلية:

- تؤمن فتحة اسكندرون هطولاً مطرياً جيداً في أعالي الجزيرة وشمال حلب وإدلب.
- وتؤمن فتحة طرطوس (فتحة النهر الكبير الجنوبي) أمطارا جيدة حتى تدمر والسلمية.
- وتؤمن فتحة بانياس الشام أمطارا جيدة حتى جبل العرب مرورا.

وتتباين مساراتها حيث تأخذ مساراً من الغرب إلى الشرق وفق منحنى شمالي، مما يجعل الأمطار في المناطق الشمالية أكثر منها في المناطق الجنوبية. ويتوقف توزيع الأمطار على التضاريس السائدة في المنطقة، فوجود سلسلة من الجبال الموازية للساحل تؤدي إلى هطول الأمطار بغزارة عالية في المناطق الساحلية والمرتفعات الجبلية ثم لا تلبث هذه الأمطار أن تأخذ بالتناقص إلى حد كبير مع الاتجاه نحو الشرق (الشكل 1).

يكون المتوسط السنوي للأمطار في الصحراء أقل من 100ملم وأدنى من ذلك في الصحراء الحقيقية (أقل من 25 مم)، وقد يكون معدوماً أو شحيحاً جداً في بعض السنوات

(0– 10 مم)، أما في حوض المتوسط فيتراوح معدل الأمطار السنوية بين 200– 2000 مم، وأقل من ذلك في بعضها، بينما تكون الأمطار السنوية في المناطق الاستوائية دوماً أعلى من 1000 مم وقد تصل إلى 10 آلاف مم .

الجدول 1.

المتوسط السنوي والفصلي لكميات الهطول المطري في بعض المحطات العالمية.

المحطة	درجة العرض	الارتفاع، م	المتوسط السنوي، مم	المتوسطات الفصلية، مم			
				خريف	شتاء	ربيع	صيف
اللاذقية	35 33"	0	859	197	502	144	16
حلب	36 11"	392	323	42	185	92	4
تدمر	–	404	127	48	51	28	0
مونبلييه	–	43	754	244	184	171	115
دوالا	–	13	3863	548	340	745	2230
موسكو	–	67	594	119	116	175	184
إركوتسك	–	467	431	52	24	109	246

معدلات الهطول المطري

تعد معرفة ودراسة كميات الهطول المطري (اليومية والشهرية والفصلية والسنوية) أمراً مهماً وأساسياً لفهم العلاقة بين معدلات الهطول المطري وتغيراتها من جهة، وبين مختلف النشاطات الفيزيولوجية والحيوية والفيزيولوجية للنباتات من جهة أخرى.

1. معدل الهطول الشهري

هو متوسط كميات الهطول المطري الشهرية خلال مدة لا تقل عن عشر سنوات متتالية، وتأتي أهميته من ارتباط تغيراته على المدار السنوي مع التغيرات الفينولوجية للنبات، ثم استخدامه في رسم المخططات الحرارية المطرية، كما تسمح مقارنة قيم متوسطاته بالتمييز بين المحطات ذات المعدلات السنوية .

2. معدل الهطول الفصلي

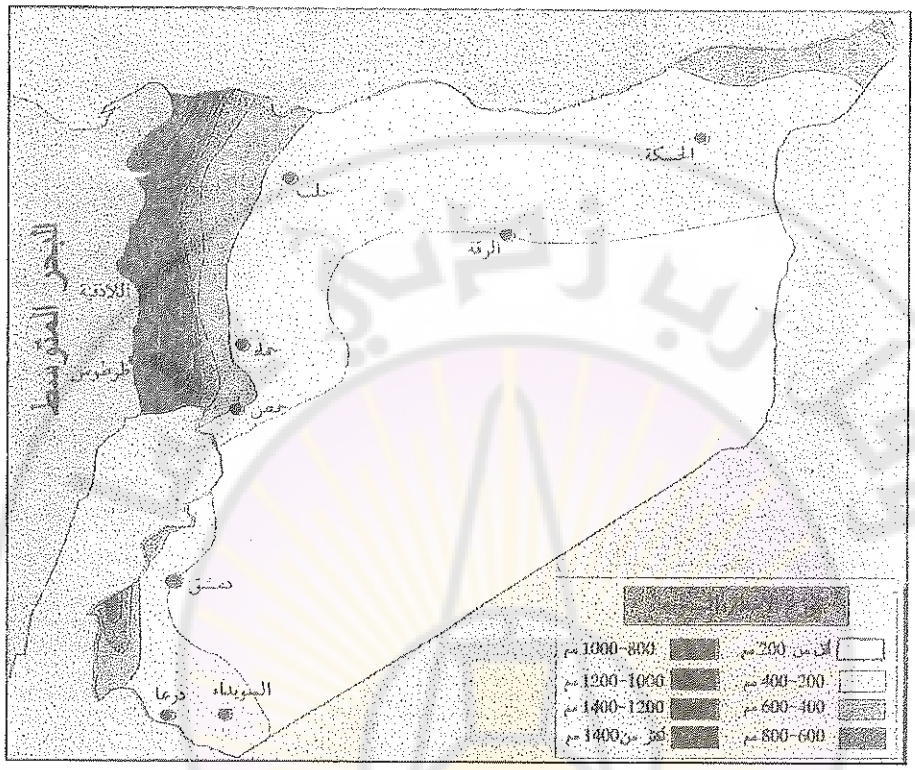
يتميز بأربع قيم مطرية هي: قيمة عظمى رئيسة M1 تعطى للفصل الأوفر بالهطول المطري، وقيمة عظمى ثانوية M2 ، وقيمة صغرى ثانوية m2 ، وقيمة صغرى رئيسة m1 تعطى للفصل الأفقر بالهطول المطري . تكمن أهمية دراسة هذا المتوسط في معرفة الفصول المناسبة للنمو والزراعة المحددة بكميات الهطول المطري وتوزعها الفصلي، ثم في إمكان مقارنة نظام الهطول المطري وغزارته الفصلية بين مختلف المحطات الجغرافية، وهذا ما طبقه العالم أمبرجيه Emberger مستخدماً فكرة موسيه Musset حيث استطاع الأول تمييز عدة حالات في حوض المتوسط وذلك كما يبينها الجدول (2) .

3. الهطول السنوي

هو متوسط كميات الهطول المطري السنوية خلال مدة لا تقل عن عشرة سنوات متتالية، ويدخل هذا المعدل في تصنيف المناخات وفي الحصول على المعدلات المطرية الحرارية كالذي وضعه أمبرجيه (Q). يعدّ المعدل السنوي للهطول المطري مستقراً من عام لآخر، على الرغم من أنه يبدي في بعض المحطات تغيرات مهمة جداً.

عدد أيام الهطول

يختلف عدد أيام الهطول المطري من مكان إلى آخر على الأرض، فيكون معدوماً في الصحراء الحقيقية، ويبلغ 300 يوم أو أكثر في بعض المناطق الاستوائية المطيرة. ويتميز الهطول المطري في حوض المتوسط بغزارته وقصر أمده، ويتراوح عدد أيامه بين 20ـ 70 يوماً في الجزء الجنوبي والشرقي، وحتى 100 يوم أو أكثر أحياناً في الجزء الشمالي والغربي، وحتى 107 أيام في سورية (في بعض المحطات مثل كسب..).



الشكل 1. توزيع كميات الهطول المطري السنوية في سورية

[مركز المعلومات القومي – دراسة عامة حول الجمهورية العربية السورية، 2000].

تتوقف الأهمية البيئية للهطول المطري على رطوبة التربة وقدرتها على امتصاص المياه وعلى طبيعة الغطاء النباتي وشكل الهطول المطري، فعندما تكون التربة رطبة يكون تأثير الهطول المطري ضعيفاً في زيادة رطوبتها، أما الجزء الأكبر منها يتبخر أو يسيل على سطح الأرض. وعلى الرغم من أن الهطول المطري الغزير يعطي كمية كبيرة من الماء إلا أن التربة تكون غير قادرة على امتصاصه كلياً، ولذلك يشكل الجزء الأهم من الهطول المطري سيولاً تجري على سطح التربة، على عكس الهطول الخفيف. إضافة إلى ذلك، فإن الهطول المطري الغزير يسبب تأثيرات ضارة متعددة كتعرية التربة وتكشف جذور النباتات وغيرها، كما يؤثر الغطاء النباتي تأثيراً كبيراً في مصير الهطول المطري فهو يحتجز جزءاً منه يتبخر مباشرة دون أن يصل إلى التربة، وتختلف هذه الكمية المحتجزة باختلاف كثافة الغطاء النباتي وطبيعة الهطول المطري سواء أكانت في هيئة أمطار خفيفة أم عادية أم شديدة.

الجدول 2.

الأنظمة الفصلية المطرية في حوض المتوسط [نادر ، 1985]

النظام الفصلي	الفصل				التوزيع الجغرافي للنظام في حوض المتوسط
	خريف	شتاء	ربيع	صيف	
خريف – شتاء ربيع – صيف	M1	M2	m2	m1	الجزء الشمالي الغربي: مرسيليا
خريف – ربيع شتاء – صيف	M1	m2	M2	m1	الجزء الشمالي الأوسط: البندقية
شتاء – ربيع خريف – صيف	m2	M1	M2	m1	الجزء الشرقي : بيروت، اللاذقية
شتاء– خريف ربيع– صيف	M2	M1	m2	m1	الجزء الجنوبي: الجزائر ، تونس
ربيع – خريف شتاء – صيف	M2	m2	M1	m1	السهوب الحارة: كاركاسون
ربيع– شتاء خريف– صيف	m2	M2	M1	m1	السهوب الباردة: فتريت

طريقة رسم المخطط الحراري ــ المطري

يمكن باستخدام طريقة غوسين Gaussen (Gaussen و Bagnouls في عام 1954) التي عدّلها والتر Walter دراسة المخطط الحراري المطري الذي يعتمد على العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الهطول المطري، إذ يمثل الخط البياني لمتوسط درجات الحرارة الشهرية كمية المياه المتبخرة، ويمثل الخط البياني لمتوسط كميات الهطول المطري الشهرية كمية المياه الواردة، ويعطي الخطان البيانيان فكرة واضحة عن التوازن المائي.

وتمثل العلاقة بين متوسط الحرارة الشهري وكمية الهطول الشهري على المخطط 1: 2 ، أي إن كل 10 درجات مئوية ؛ تقابل 20 ملليتراً من الهطول المطري شهرياً (P = 2t) ، وعن طريق رسم الخط البياني لمتوسطي الحرارة والهطول المطري لكل شهر يمكن معرفة الفترات الرطبة والجافة في المنطقة المعنية (الشكل 2):

- فالفترة الرطبة يكون فيها الخط البياني للهطول المطري أعلى من الخط البياني للحرارة، وتُمثّل هذه الفترة على المخطط الحراري المطري بخطوط عمودية.
- أما الفترة الجافة فعلى العكس يكون الخط البياني للهطول المطري تحت الخط البياني للحرارة، وتمثل على المخطط بنقاط.

ويظهر في أعلى المخطط:

- اسم المحطة
- ارتفاع المحطة عن سطح البحر
- متوسط درجة الحرارة السنوية
- متوسط كمية الهطول المطري السنوية.

وبالتالي فإن المخطط الحراري المطري الذي اقترحه غوسين يعطي فكرة واضحة عن مناخ المناطق التي تنخفض فيها كمية الهطول المطري في أحد فصول السنة انخفاضاً واضحاً، كما هي الحال في منطقة حوض البحر المتوسط، أما تلك المناطق التي تكون فيها الهطولات المطرية متماثلة تقريباً على مدار السنة، فإن المخطط الحراري المطري لا يعطي فكرة واضحة عن فترة الجفاف، ففي المناطق الاستوائية التي تزيد أمطارها على 100 مليمتر شهرياً، كان من الضروري أن تصغّر كمية الهطول المطري عشرة مرات، وفقاً لتعديلات والتر، وتمثل على المخطط باللون الأسود القاتم، إشارة إلى فترة الرطوبة الزائدة، التي ليس لها أي دور مهم في حياة النباتات نظراً لعدم قدرة التربة على امتصاصها، ولذا فهي تشكل سيولاً تجرف الطبقة السطحية من التربة (الشكل 3).

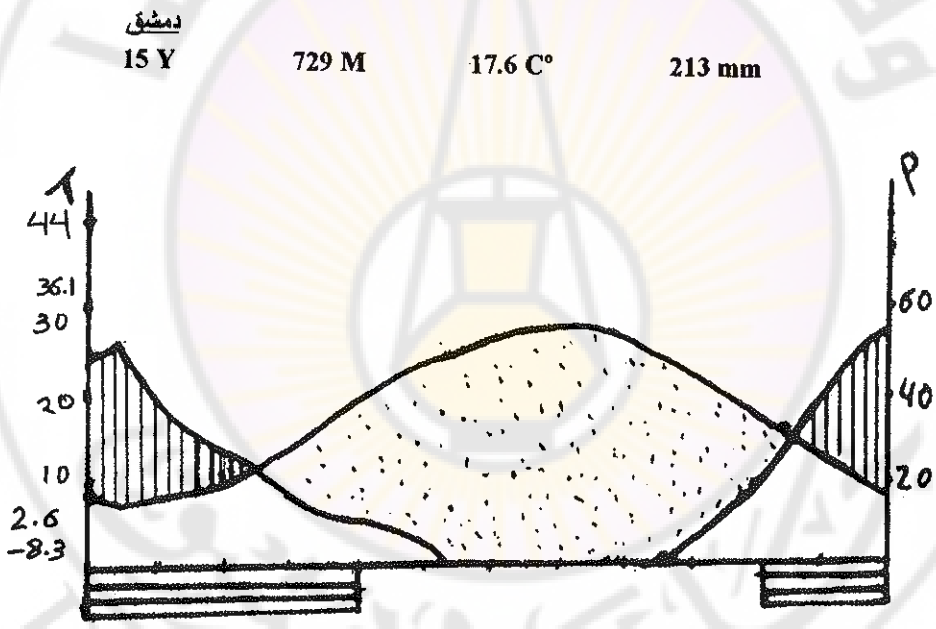
رسم المخطط الحراري المطري

1. نرسم محور السينات على ورق مليمتري ونحدد عليه أشهر السنة (12 شهراً) بحيث يمثل كل شهر بواحد سنتيمتر.
2. نرسم محور العينات ونحدد عليه متوسط درجة الحرارة الشهرية (t) بحيث يقابل كل واحد سنتيمتر 10 درجات مئوية.
3. نرسم محوراً آخر مقابلاً لمحور العينات ونحدد عليه متوسط الهطول الشهري (P) بحيث يقابل كل واحد سنتيمتر 20 مليمتراً من الأمطار (P = 2t).
4. نرسم الخطوط البيانية لدرجات الحرارة الشهرية ولمتوسط الهطول الشهري اعتماداً على البيانات المناخية المتعلقة بالمحطات المختلفة الواردة في الجدول (3).

5. يمكن لدرجات الحرارة أن تنخفض عن الصفر في بعض أشهر السنة لذلك يشار إلى ذلك على المخطط برسم مستطيل في أسفل محور السينات يدل على عدد الأشـــهر التي تنخفض فيها درجة الحرارة ويظلل بخطوط متوازية ضمن المستطيل.

6. يوضع في أعلى المخطط اسم المحطة وارتفاعها عن سطح البحر ومتوسط درجة الحرارة السنوية ومتوسط كمية الهطول المطري السنوي.

المطلوب ارسم المخطط الحراري المطري لعدد من المحطات السورية والعالمية الواردة في الجدول (3)، الذي يتضمن البيانات المناخية، على ورق مليمتري لتوضيح الفترات الرطبة والجافة وزائدة الرطوبة.



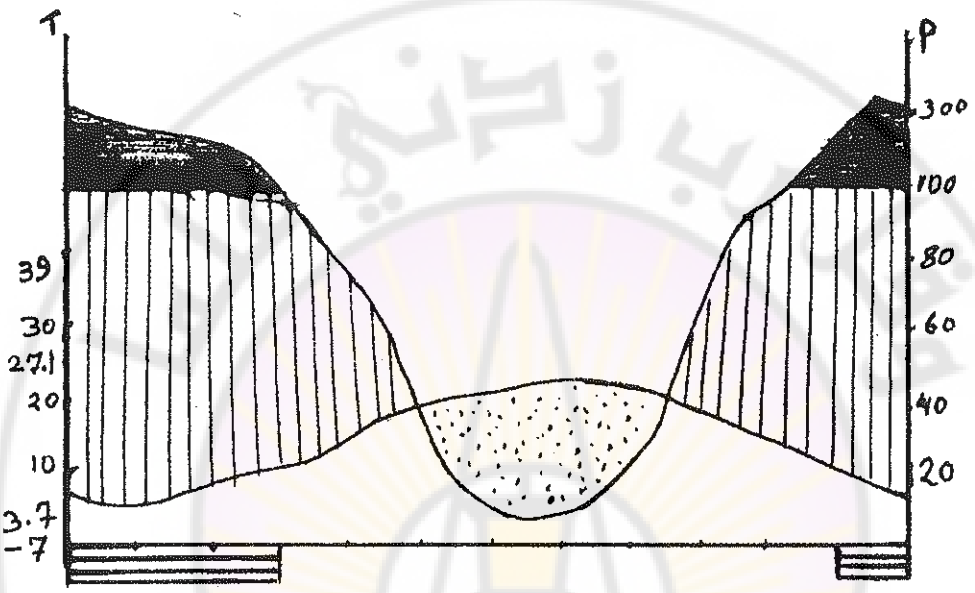
الشكل 2.

المخطط الحراري المطري لمدينة دمشق

حسب غوسين لفترة (1955– 1969)

كسب

15 Y **730 M** **15 C°** **1492 mm**



الشكل 3.

المخطط الحراري المطري لمدينة كسب

حسب غوسين لفترة (1955- 1969)

الجدول 3.

متوسط الهطول (مم) ومتوسط درجة الحرارة الشهرية (°م) (نادر ، 1985)

		اللاذقية	طرطوس	كسب	قسطل المعاف	صلنفة	جوبة برغل
ارتفاع عن سطح البحر، م		10	15	730	657	710	950
متوسط الهطول المطري ودرجات الحرارة الشهرية لفترة 15 سنة (1955-1969)	كانون2 مم	160	186	291	209	243	301
	°م	11.8	12.3	5.9	7.7	3.7	5.6
	شباط مم	111	127	220	151	205	256
	°م	12.6	12.9	7.1	8.7	4.6	6.6
	آذار مم	85	1.5	199	149	225	261
	°م	14.7	17.6	9.9	11.4	7	9
	نيسان مم	29	50	88	80	99	126
	°م	17.1	17.6	13.6	14.9	10.9	12.9
	أيار مم	30	21	60	39	62	57
	°م	20.3	21	17.6	18.5	15	16.8
	حزيران مم	9	1	18	8	22	15
	°م	23.9	24.1	20.7	22	18.2	19.9
	تموز مم	1	0	7	2	8	5
	°م	26.2	25.9	22.2	23.4	19.7	21.2
	آب مم	6	1	12	9	2	4
	°م	27	26.7	22.8	23.8	20.7	21.9
	أيلول مم	31	17	36	39	37	30
	°م	25	25.3	21.1	22.2	18.3	20
	ت1 مم	67	51	90	85	69	83
	°م	21.8	22.5	17.5	19.1	15.6	17.2
	ت2 مم	99	101	115	100	105	97
	°م	17.8	18.6	13.6	15.1	11	12.9
	كانون1 مم	231	202	356	265	304	355
	°م	13.9	14.4	8.3	10	6.7	8.6
الهطول المطري السنوي		859	862	1492	1136	1381	1590
متوسط الحرارة السنوية		19.3	19.7	15	16.4	12.6	14.4
الحرارة العظمى M		30.9	30.2	27.1	28.8	25.6	26.2
الحرارة الدنيا m		8.4	9.1	3.7	5.6	1.5	3.3

Damascus University

يتبع الجدول 3.

متوسط الهطول (مم) ومتوسط درجة الحرارة الشهرية (ْ م)

		القدموس	مصياف	الشيخ بدر	صافيتا	جسر الشغور	إدلب
الارتفاع عن سطح البحر، م		750	530	200	350	200	446
متوسط الهطول المطري ودرجات الحرارة الشهرية لفترة 15 سنة (1955-1969)	كانون2 مم	262	308	268	231	154	96
	ْ م	5.8	6.9	8.5	9.7	8.3	6.6
	شباط مم	178	188	185	175	112	83
	ْ م	6.7	7.9	9.4	10.7	9.5	8
	آذار مم	223	184	194	148	99	56
	ْ م	9.1	11.1	11.6	13	12.9	11.4
	نيسان مم	123	75	78	87	41	42
	ْ م	12.8	15.4	15.1	16.4	16.6	16
	أيار مم	73	50	49	25	17	18
	ْ م	17	20.2	19.1	20	21.5	21.1
	حزيران مم	10	5	5	1	5	3
	ْ م	19.9	24.2	22.4	23.3	26.3	25.4
	تموز مم	1	0	1	1	0	0
	ْ م	21.2	25.6	23.8	24.6	28.6	27
	آب مم	4	1	1	3	2	2
	ْ م	21.8	26.4	24.4	25.3	29.1	27.4
	أيلول مم	30	15	24	37	12	4
	ْ م	20.3	24	22.5	24	25.8	24.9
	ت1 مم	74	42	58	69	35	21
	ْ م	17.5	20.5	19.6	21.4	20.3	20.4
	ت2 مم	130	88	126	112	56	39
	ْ م	13.9	14.3	15.3	17.3	13.3	13.9
	كانون1 مم	279	265	293	223	174	110
	م	8.7	8.5	10.8	12.2	9.5	8.4
الهطول المطري السنوي		1387	1221	1282	1112	707	474
متوسط الحرارة السنوية		14.6	17.1	16.6	18.2	18.5	17.5
الحرارة العظمى M		26	31.3	29.9	30.1	34.3	34.4
الحرارة الدنيا m		3.4	4.2	6	7.5	4.5	3.4

يتبع الجدول 3.

متوسط الهطول (مم) ومتوسط درجة الحرارة الشهرية (م)

		معرة النعمان	قلعة المضيق	جندبرس	الزبداني	قطنا	دمشق
الارتفاع عن سطح البحر، م		496	25	231	1200	875	730
متوسط الهطول المطري ودرجات الحرارة الشهرية لفترة 15 سنة (1955 - 1969)	كانون2 مم	88	114	106	119	70	52
	م	5.4	7.6	7.5	4.1	6	7.2
	شباط مم	60	92	86	78	42	31
	م	6.7	9.5	9.1	5.6	7.5	8.7
	آذار مم	54	74	70	71	22	24
	م	9.9	12.6	12.4	8.3	10.3	11.7
	نيسان مم	26	35	36	27	11	12
	م	14.6	16.8	16.5	11.7	14.8	16.2
	أيار مم	23	26	26	17	10	9
	م	20.3	21.7	21.2	16.7	19.7	21.1
	حزيران مم	6	0	4	0	0	0
	م	25.7	25.9	25.3	21.4	24.1	25.5
	تموز مم	0	0	0	0	0	0
	م	28.2	27.9	27.2	23.5	25.8	26.9
	آب مم	0	0	2	0	0	0
	م	28.4	27.7	27.8	24.1	26.3	27.2
	أيلول مم	3	5	2	1	0	0
	م	24.3	24.3	25.2	20.2	23.1	23.9
	ت1 مم	14	23	24	18	10	10
	م	18.4	20	20.9	15.8	18.7	20
	ت2 مم	37	40	45	51	33	27
	م	11.2	13.9	14.7	10	12.9	14.1
	كانون1 مم	81	107	116	105	59	48
	م	6.9	9.4	9.5	6.2	8.1	9.4
الهطول المطري السنوي		393	516	517	487	257	213
متوسط الحرارة السنوية		16.6	18.1	18.1	14	16.4	17.6
الحرارة العظمى M		35.6	33.8	34.7	32.1	34.8	36.1
الحرارة الدنيا m		1.4	4.7	3	0.2	2.4	2.6

يتبع الجدول 3.

متوسط الهطول (مم) ومتوسط درجة الحرارة الشهرية (م)

		القنيطرة	السويداء	عين عرب جبل	حلب	النبك	تدمر
الارتفاع عن سطح البحر، م		941	1010	1510	392	1325	404
متوسط الهطول المطري ودرجات الحرارة الشهرية لفترة 15 سنة (1955-1969)	كانون2 مم	191	83	116	67	23	24
	م	5.7	6.9	2.5	6	3	7.2
	شباط مم	141	62	85	53	15	14
	م	6.5	7.8	3.6	7.4	4.2	9.1
	آذار مم	110	62	72	37	13	13
	م	9	10.3	6.1	10.8	7.1	13
	نيسان مم	33	21	26	32	13	16
	م	12.9	14.3	9.9	15.5	11.3	17.8
	أيار مم	31	8	14	23	11	11
	م	17.2	18.7	14.6	21	15.5	22.9
	حزيران مم	1	0	1	3	1	1
	م	21.2	22.5	18.4	25.9	20.2	27.6
	تموز مم	0	0	0	0	0	0
	م	21.9	23.1	19.6	28.2	22.2	29.5
	آب مم	0	0	0	1	0	0
	م	22.8	23.7	20.3	28.4	22.2	29.6
	أيلول مم	1	1	1	2	1	0
	م	20.6	21.5	18.3	24.7	18.4	25.9
	ت1 مم	19	15	27	17	11	9
	م	18.1	19.2	15	19.5	14.3	20.7
	ت2 مم	87	27	47	23	18	14
	م	12.8	14.3	9.4	12.9	9.1	13.7
	كانون1 مم	180	58	92	65	22	25
	م	8.1	9.7	5.3	7.9	5.3	8.8
الهطول المطري السنوي		794	337	481	323	128	127
متوسط الحرارة السنوية		14.7	16	11.9	17.3	12.7	18.8
الحرارة العظمى M		29.1	31.8	27.6	36.5	30.6	38.2
الحرارة الدنيا m		2.7	3.5	0.7-	2.2	1.1-	2.5

يتبع الجدول 3.

متوسط الهطول (مم) ومتوسط درجة الحرارة الشهرية (°) م)

		أبوكمال	إعزاز	مونبلييه	دوالا	موسكو	إركوتسك
الارتفاع عن سطح البحر، م		174	355	43	13	167	467
متوسط الهطول المطري ودرجات الحرارة الشهرية لفترة 15 سنة (1955-1969)	كانون2 مم	26	98	67	60.	40	10
	م°	7.2	5.6	6.4	27	10.3 -	20 -
	شباط مم	13	76	48	100	33	7
	م°	10	6.8	8	27	9.7 -	18.5 -
	آذار مم	12	67	69	180	43	7
	م°	14	9.7	10	27	5 -	10.3 -
	نيسان مم	18	35	71	195	45	16
	م°	19.3	14.7	11.6	26.2	3.7	0.4
	أيار مم	9	28	58	260	53	38
	م°	24.8	19.8	17.8	26.8	11.7	8
	حزيران مم	0	3	42	290	77	55
	م°	30	24.7	21.4	26.2	15.4	14.4
	تموز مم	0	0	25	880	83	88
	م°	32.4	26.5	23.7	25.8	17.8	17.2
	آب مم	0	2	51	780	53	79
	م°	32	27.1	23.4	25.5	15.8	14.9
	أيلول مم	0	3	79	570	48	79
	م°	27.4	23.9	19.8	25.8	10.4	7.9
	ت1 مم	6	22	100	298	47	19
	م°	21.5	19.2	15	26.3	4.1	0.3 -
	ت2 مم	6	42	80	150	38	17
	م°	14.3	13	9.3	26	2.3 -	10.7 -
	كانون1 مم	18	101	64	100	34	16
	م°	9.3	7.6	7.4	27	8 -	18.2 -
الهطول المطري السنوي		108	477	754	3363	594	594
متوسط الحرارة السنوية		20.2	17.8	14.4	26.4	3.8	3.8
الحرارة العظمى M		40.5	35.4	26.9	31.7	-	-
الحرارة الدنيا m		2.3	1.8	0.9	22.8	14.6-	-

التدريب الثاني

المخطط المناخي لأمبرجية Emberger
Emberger's Climatic Diagramm

يرتبط نمو النباتات الطبيعية في بيئاتها بكمية التبخر والتعرق، فعندما تكون كمية الماء التي تطلقها النباتات في الجو أكبر من الكمية التي تمتصها الجذور من التربة يكون الفرق على حساب ماء النسج النباتية التي تذبل، إذ تغلق المسام ويتوقف النمو النباتي. وللحصول على دليل يوضح هذه العلاقة استخدم أمبرجيه عدة معادلات مبنية على المعطيات المناخية العامة؛ أي كمية الأمطار السنوية ودرجة الحرارة معاً. لقد ربط عوامل المناخ بعامل التبخر الذي مثله في تفاوت درجتي الحرارة الدنيا والحرارة العظمى، ووضع النموذج التجريبي المسمى المعامل المطري الحراري Humid-Thermal Coefficient ، الذي يحسب باستخدام العلاقة التالية:

$$Q_2 = 2000\ p\ /\ M^2 - m^2$$

حيث أن:

Q_2 المعامل المطري الحراري

P المعدل السنوي للأمطار مقدراً بالمليمتر

M معدل الحرارة العظمى لأدفأ أشهر السنة (273 + C°)

m معدل الحرارة الدنيا لأبرد أشهر السنة (273 + C°)

عند تطبيق هذا النموذج على المناطق المتوسطية الجافة وشبه الجافة، تبين أنه يمكن تقسيم المناخ Climate ، ووضع الحدود الفاصلة بين أصنافه وفقاً لقيمة Q (الجدول 4)، إلى الأقسام التالية:

1. المناخ الرطب Humid
2. تحت الرطب Sub-humid
3. شبه الجاف Semi- Arid
4. الجاف Arid
5. الصحراوي Saharian (الجاف جداً)

الجدول 4.

أصناف المناخات وفقاً لقيمة المعامل الرطوبي الحراري Q

المناخ	Q
الرطب	Q > 95
تحت الرطب	48 < Q < 95
شبه الجاف	25 < Q < 48
الجاف	15 < Q < 25
الصحراوي \ جاف جداً	Q < 15

ومن الملاحظ أنه، كلما كانت المنطقة أكثر رطوبة وأمطاراً ازدادت قيمة المعامل المطري الحراري، وكلما كانت المنطقة أكثر جفافاً انخفضت قيمة المعامل . إلى جانب ذلك يمكن تحديد طبيعة الشتاء لأي موقع وفقاً لقيمة m ، كما يوضحه الجدول (5).

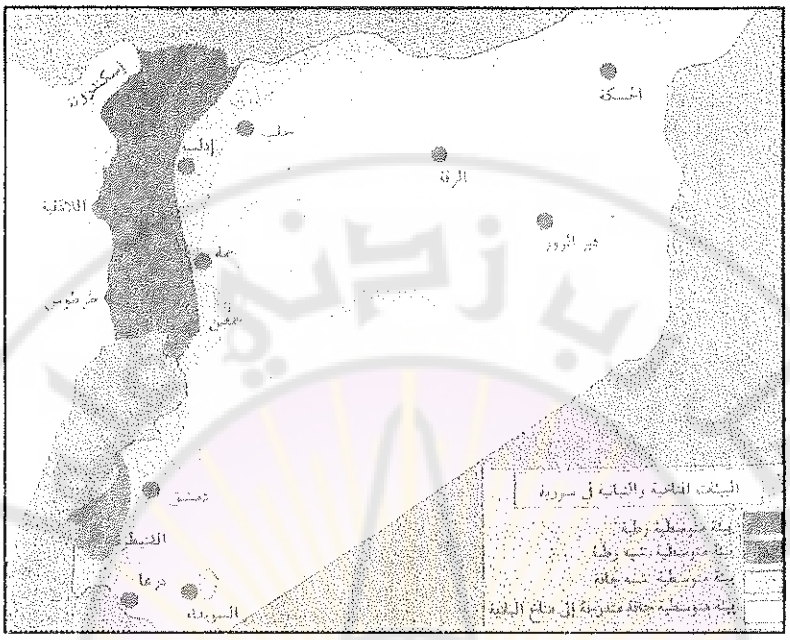
الجدول 5.

طبيعة الشتاء وفقاً لقيمة متوسط درجة الحرارة الدنيا لأبرد أشهر السنة m

طبيعة الشتاء	M
حار	m > 7
معتدل	3 < m < 7
لطيف	0 < m < 3
بارد	-3 < m < 0
بارد جداً	-7 < m < -3

أمكن تقسيم سورية، بتطبيق المعامل المطري الحراري، إلى المناطق المناخية التالية :

1. المناطق الرطبة في المرتفعات الساحلية كجبل الأقرع وسلسلة جبال اللاذقية وجبل الشيخ.
2. المنطقة نصف الرطبة كالسهول الساحلية والجولان.
3. المناطق نصف الجافة التي تساير المرتفعات الأولى وتمتد على حزام من الشمال إلى الجنوب ، وتشمل المنطقة الشمالية الشرقية وجبل عبد العزيز والجبال التدمرية الشمالية وجبل العرب (الشكل 4).
4. مناطق المناخات الجافة جداً التي تضم غالبية الأقسام الوسطى والجنوبية كالحماد والحرّات.



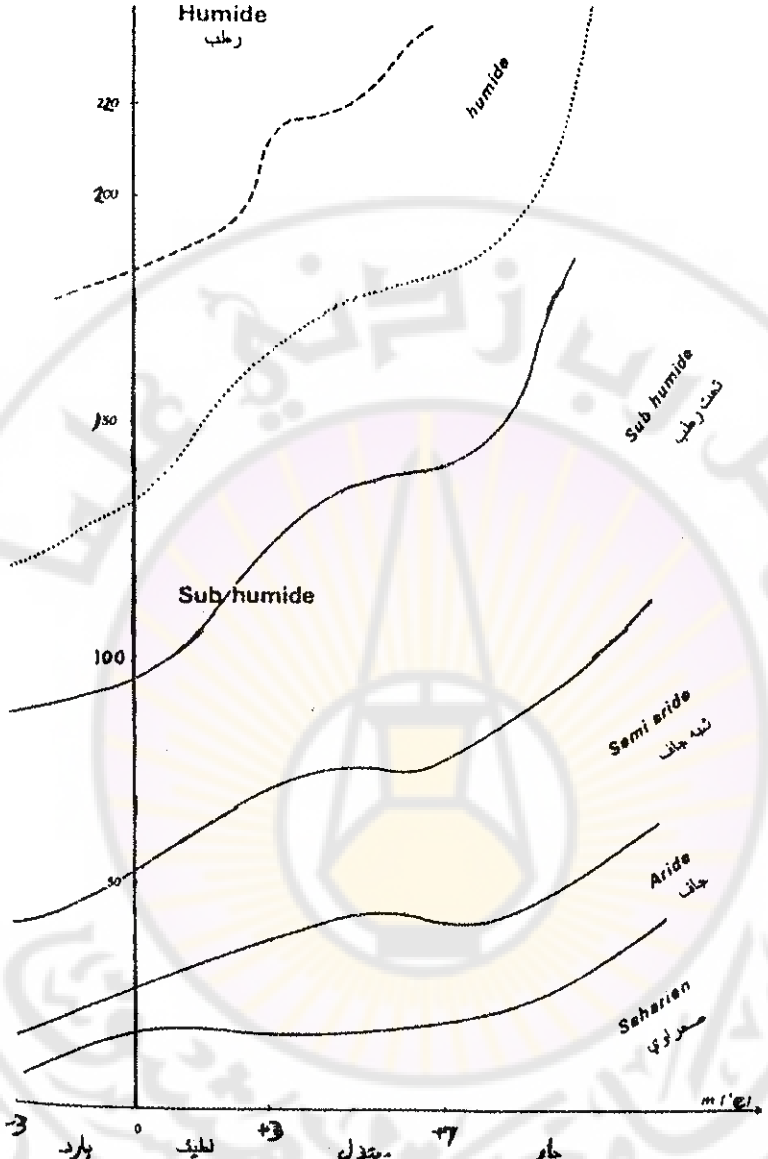
الشكل 4.

البيئات المناخية والنباتية في سورية

(عن مركز المعلومات القومي- دراسة عامة حول الجمهورية العربية السورية، سورية، 2000)

المطلوب

احسب قيمة Q لعدد من المواقع السورية والأخرى الواقعة ضمن نطاق حوض البحر المتوسط، وثبّت موقعها على المخطط المناخي لأمبرجيه (الشكل 5)، لتوضيح نمط المناخ وطبيعة الشتاء في المواقع المدروسة.



ـــــ حدود طوابق المناخ الحيوي في المغرب العربي وفق أمبرجيه (1930)

..... الحد الأعلى لطابق المناخ الحيوي تحت الرطب وفق أبي سالم (1978) في لبنان

---- الحد الأعلى لطابق المناخ الحيوي تحت الرطب في سورية .

الشكل 5.

المخطط المناخي لأمبرجيه [نادر ، 1985]

التدريب الثالث

الجفاف Drought

تخضع المناطق الجافة إلى مناخات لا يتوافر فيها الماء بقدر ما تدعو إليه الحاجة، وتظهر هذه الحاجة بوضوح عندما تفوق كميات الماء المطلوبة، في أي موقع وفي أي وقت، كميات الهطول المطري، ومن الجدير ذكره أن الكميات المطلوبة من الماء ضرورية من أجل احتياجات الإنسان والنبات والحيوان، ولذلك لا بد من حساب تبخر الماء من التربة من جهة، ونتح الماء من النباتات من جهة أخرى. ولقد سعى الباحثون إلى وضع مؤشر لقياس معيار الجفاف aridity index وربط الكميات المتاحة من الماء بالكميات الناقصة في مكان محدد، وفق معادلات مختلفة مثل معادلة دو مارتون De Martonne (1923) الذي حدد معيار الجفاف بالعلاقة التالية:

$$A = P \setminus t + 10$$

حيث أن:

A معيار الجفاف (دليل القارية aridity index)

P كميات الأمطار، مقدرة بالمليمتر

t معدل الحرارة السنوي، مقدراً بالدرجة المئوية .

تكون المنطقة صحراوية إذا كانت قيمة معيار الجفاف بين 5- 10، وجافة فيما إذا كانت قيمة هذا المعيار بين 10 –20 (الجدول 6).

ولقد دُرست عمليات الموازنات المعقدة التي تبين كميات الماء الموجودة والكميات الناتجة عن البخر التعرقي Potential Evapo- Transpiration ، ويرى الباحثان Penman و Thornthwaite (1948- 1956) أن البخر التعرقي يمثل كميات الماء المتبخرة من التربة والناتجة عن النباتات، والتي من الطبيعي أن تعود إلى الجو، فكلما كانت كميات الأمطار أقل من كميات البخر والنتح كان المناخ جافاً .

ولقد وضع Thornthwaite في عام 1955 مخططات بيانية لتوضيح العلاقة بين كمية الأمطار والبخر التعرقي على مدار السنة ابتداءً من كانون الثاني وحتى آخر العام، والتي تفيد في معرفة (الشكل 6):

1. البخر التعرقي .

2. عدد الأشهر الجافة.

3. النقص في الماء على مدى الفصل الجاف.

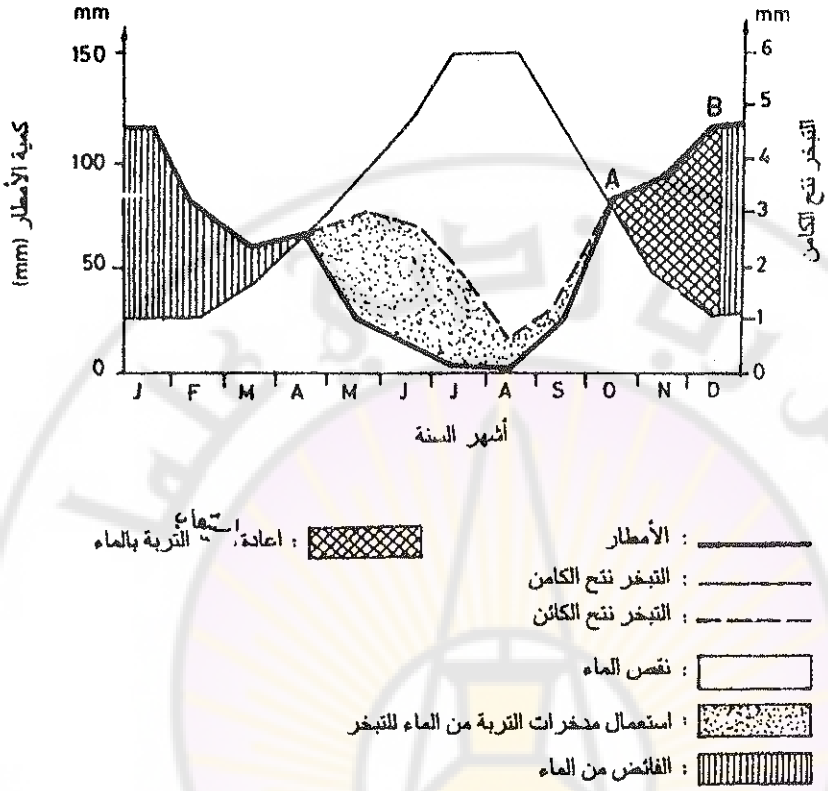
4. تقدير الفائض من كميات الماء المتمثلة في ظاهرتي الجريان والصرف .

الجدول 6 .

تقسيم المناخات السائدة استناداً إلى قيم معيار الجفاف

[عن أبو زخم، 1998]

قيمة الدليل		المنطقة النباتية	المناخ السائد
مناطق جافة	أقل من 5	صحارى	جاف جداً Very Arid
	10 – 5	سهوب صحراوية	جاف Arid
	20 – 10	زراعات بعلية(شعير)	نصف جاف Semi arid
30- 20		أعشاب وشجيرات	شبه رطب Sub- humid
40- 30		غابات متفرقة	رطب humid
أكثر من 40		غابات كثيفة	فوق رطب Super humid



الشكل 6.

مقارنة كميات الأمطار بكميات البخر التعرقي في مدينة الجزائر

(عن الشرفي، 1987)

وهناك مفهوم آخر يختلف عن الجفاف هو مفهوم القحولة Aridity ، حيث تتقارب مفاهيم القحولة والجفاف، إذ تعكس القحولة عجزاً مطرياً مستمراً ولكنها مرتبطة أيضاً مع معطيات مناخية أخرى نوعية: كالإشعاع الشديد، ودرجات الحرارة المرتفعة ورطوبة الهواء الضعيفة، والبخر التعرقي المستمر، أما الجفاف فينتج عن نقص مطري مؤقت، بالنسبة لهطول مطري عادي.

ويقصد بكلمة قحولة الحالة الناتجة عن آليات تسبب عجزاً في المياه في الجو والتربة، وضعف الهطولات والتبخر هي الآليات الحاسمة المسببة لهذا العجز ولكنها ليست الوحيدة ،

وقد استخدمت الفاو واليونيسكو عند وضع خارطة لترب العالم معيارا كميا لتمييز المناطق الجافة هو قرينة القحولة المناخية الحيوية التي تحسب بالعلاقة:

$$\frac{P}{ETP}$$

حيث أن : P الهطول المطري السنوي

ETP كمون البخر التعرقي، وهذه القرينة غير محددة بتوفر الماء في التربة وتقدر بالمليمتر خلال وحدة الزمن.

واستناداً إلى هذه القرينة وضعت المناطق الجافة التالية:

المنطقة فوق القاحلة $0.03 > P / ETP$

هي منطقة الصحارى القصوى ، دون غطاء نباتي ما عدا بعض الأنواع المقاومة للجفاف التي تنمو في الوديان، وهي غير مسكونة إلا في الواحات.

المنطقة القاحلة $0.20 > P / ETP > 0.03$

وتشمل مناطق عارية أو مغطاة بنباتات متفرقة معمرة وسنوية، ويمكن أن تقوم فيها حياة بدوية رعوية دون زراعة مطرية.

المنطقة شبة القاحلة $0.50 > P / ETP > 0.20$

وتغطي السهوب (غطاء نباتي مفتوح) أو الأجمات المدارية، حيث تكثر النباتات المعمرة، وتمارس فيها تربية المواشي بشكل كثيف كما يمكن قيام الزراعة المطرية.

المنطقة دون الرطبة $0.75 > P / ETP > 0.5$

تعم فيها الزراعة المطرية المعتمدة على النباتات متكيفة مع الجفاف الفصلي.

المطلوب

احسب قيمة معيار الجفاف لعدد من المواقع السورية الداخلية، مثل تدمر والنبك والبوكمال، الواردة في الجدول (3) وقارنها مع محطات جبلية وداخلية وساحلية أقل جفافاً.

التدريب الرابع

الريـــــاح Winds

الرياح هي حركة الهواء عند تجاوزها سرعة معينة، وتنتج عن التباين في درجات الحرارة والضغط الجوي بين اليابسة والأوساط المائية الكبيرة وكذلك بين المناطق الباردة في القطبين والمناطق الحارة، وتعد من العناصر المناخية المهمة فهي تؤثر على نحو واضح في الحرارة والرطوبة وشدة التبخر والتعرق عند الأحياء، ويمكن أن تحدث الرياح على نطاق محلي، نتيجة تباين الحرارةوالضغط الجوي.

يقاس اتجاه الرياح بوساطة جهاز بسيط يسمى دوارة الرياح Wind vane ، وتسمى الرياح باسم الجهة التي تأتي منها، ومن الملاحظ أن الاتجاه يتغير من لحظة إلى أخرى ومن فصل إلى أخر، أما سرعة الرياح فتقاس بوساطة جهاز آخر مزود بعداد للسرعة. إن الأسباب الأساسية لحركة تيارات الهواء ونشوء الرياح هي أنماط الضغط المختلفة بين جهات سطح الأرض، وتشكل المرتفعات والمنخفضات الجوية، والرياح التي تهب على أمصار الأرض المختلفة مختلفة الأنواع، فمنها ما هو دائم أو شبه دائم ومنها ما هو موسمي أو فصلي ومنها ما يهب على أقاليم بأكملها من سطح الأرض قاطبة، وفي المقابل توجد رياح محلية لا يتعدى تأثيرها مواضع معينة أو بقعاً محدودة، إضافة إلى ذلك هنالك رياح يومية منتظمة في توقيتها واتجاهها وأخرى غير مقيدة بمواعيد أو مسارات معروفة كالعواصف المدارية .

يعتمد تأثير الرياح على شدتها واتجاهها ومصدرها الذي يحدد خصائصها، ومن المعروف أن سرعة الرياح تزداد باطراد مع الارتفاع فوق سطح الأرض، لأن تضاريس الأرض وغطاءها النباتي يقومان بدور الحاجز الذي يعيق حركة الرياح.

تؤثر الرياح في النباتات من حيث قوتها وضغطها وحرارتها، وتأخذ الأشجار تحت تأثير الرياح أشكالاً مختلفة، فقد تكون محنية أو منبطحة وقزمة، وقد تكون وسادية مفترشة لسطح الأرض بسبب تسطح الأغصان وقصرها كما يمكن أن تأخذ شكل الراية، وهذا ما يلاحظ بوضوح على شاطئ البحر وفي أعالي الجبال اللاذقية في منطقة النبي متى ورأس البسيط حيث تغزر أشجار الشرد Carpinus والعدريش Juniperus oxycedrus وكذلك على مداخل مدينة حمص المشجرة بالصنوبر Pinus والسرو cupressus والأوكاليبتوس Eucalyptus وغيرها (الشكل 7) .

وتؤثر الرياح في التوزيع الجغرافي للنباتات من خلال إعاقتها لنمو الأشجار إذ يمكن أن تتحول الغابة تحت تأثير الرياح إلى جُنيبات قزمة، وقد يؤدي ذلك إلى الغياب الكامل للنباتات الشجرية وبصورة خاصة في الأماكن التي تتعرض باستمرار للرياح الشديدة مثل شواطئ البحار والمحيطات ومناطق التندرة وقمم الجبال العالية كجبال الشيخ والأقرع فوق خط انتشار الغابات Timber Line.

تؤثر الرياح في رطوبة الهواء ودرجة حرارته وفي رطوبة التربة، كما أنها عامل أساسي في نقل حبوب الطلع والبذور، وهي التي تحدد غالباً توزع الأمطار الهاطلة، وبالتالي تؤثر مباشرة في انتشار الأحياء، كما أنها تؤثر من الناحية الفيزيولوجية إذ أن الرياح الخفيفة تساعد على تنشيط التنفس والتعرق والتركيب الضوئي عند النباتات وذلك بسبب تجديد الهواء وتخفيف تركيز غاز ثنائي أكسيد الكربون حول الأوراق، أما الرياح الشديدة والمستمرة على النباتات فإنها تؤدي إلى انخفاض عملية التركيب الضوئي، وبالتالي حدوث نقص في تركيب المادة العضوية، وهذا ما يلاحظ لدى الأنواع النامية في مناطق الرياح المستمرة، كما تسبب الرياح زيادة بالغة في شدة التعرق، مما يؤدي إلى زيادة احتياج الأشجار للماء في الوقت الذي يزداد فيه تبخر الماء من التربة أيضاً، كما أن زيادة شدة التعرق تؤدي إلى نقصان كمية الماء إلى حد قد لا تستطيع الجذور فيه امتصاص كميات كافية لتعويض ما تفقده مما يسبب ذبول النباتات .

وتؤثر الرياح في الغطاء النباتي تأثيراً آلياً لا يقل أهمية عن التأثير الفيزيولوجي، ويتجلى ذلك بوضوح أكبر على النباتات بالمقارنة مع الحيوانات، فمعظم نشاط الأحياء المنتقلة بوساطة الهواء كالطيور والحشرات وغيرها يتوقف عند هبوب الرياح الشديدة، وتتأثر بهذا العامل حيوانات المراعي وكذلك بعض نشاطات الإنسان كالسياحة وغيرها، وتتحكم العواصف أيضاً في استعمالات القذائف الموجهة وحركة الطيران وانتقال الجيوش ونجاح الخطط الحربية.

فعلى سبيل المثال، تسبب الرياح شديدة السرعة انحناء الأشجار أو كسرها وأحياناً اقتلاعها، وتحدث هذه الأخطار في حالات وجود الأشجار على ترب رطبة أو في المستنقعات حيث تكون التربة طرية أو تكون الأشجار ذات جذور سطحية، كما يظهر التأثير الآلي للرياح على نحو واضح عندما تنقل تلك الرياح ذرات الرمال في المناطق الصحراوية أو الساحلية أو عندما تنقل ذرات الثلج في المناطق الجبلية المغطاة بالثلوج، فهي تؤذي البراعم والنموات

الفتية وتسبب تشوهات كبيرة للأشجار الفتية وتؤدي إلى انبطاح المحاصيل كالقمح والذرة وتساقط الثمار وتدني نوعيتها وأسعارها.

ولقياس سرعة الرياح وضع الأميرال الإنكليزي بوفورت في عام 1805 سلماً استناداً إلى مدى تأثير الرياح في شراع السفن التي كان يقودها، والذي عدل فيما بعد ليصبح أكثر عمومية، وليشمل الرياح التي تهب على اليابسة، ويتضمن سلم بوفورت اثنتي عشر سرعة للرياح تقدر بالكيلومتر أو العقدة البحرية التي تساوي 1.8 كم، والتي لا تزال مستعملة في خرائط الطقس كافة (الجدول 7).

المطلوب

ملاحظة تأثير الرياح في النباتات من خلال الجولات الحقلية العلمية التي يقوم بها الطلاب، وبصورة خاصة على مدخل مدينة حمص الغربي.

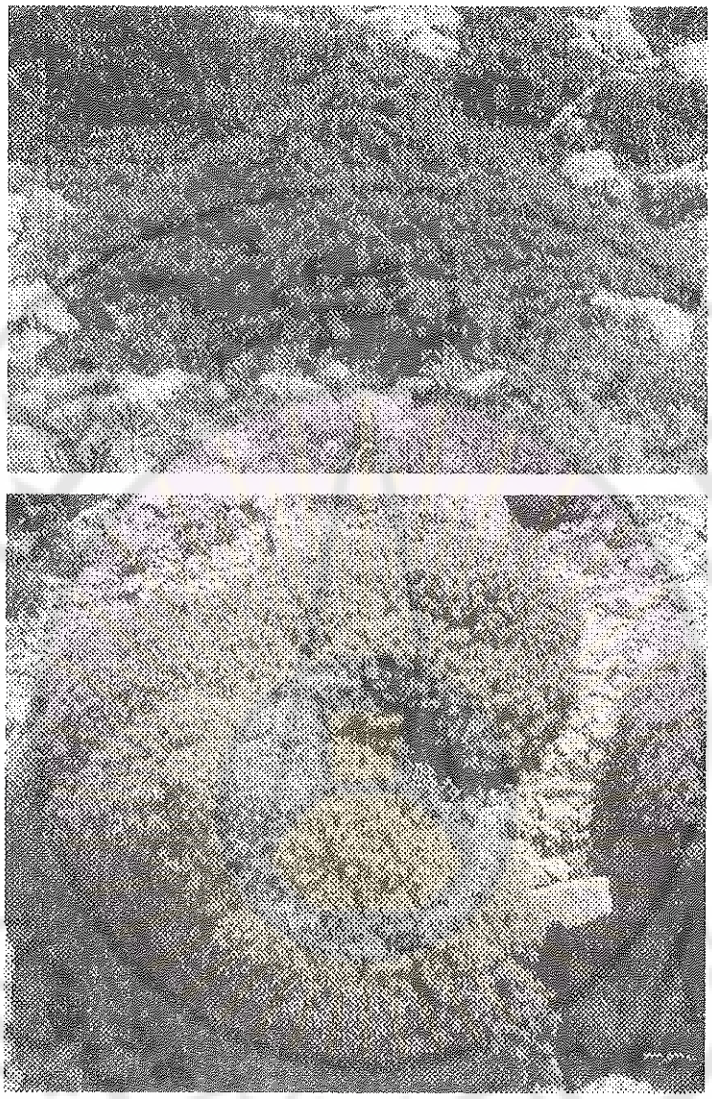
كيف تحدد فوائد الرياح وأضرارها حسب شدتها(انظر سلم بوفورت)؟.

ما هو تأثير الرياح في نشاط النحل والحشرات المفيدة؟.

الجدول 7.

سلم بوفورت لقياس الرياح [عن أبو زخم، 1997]

رقم بوفورت	التسمية	السرعة		تأثير الرياح على سطح الأرض
		م/ثانية	كم/ سا	
0	هواء ساكن	أقل من 0,5	0	جو ساكن- يتصاعد الدخان عمودياً
1	هواء خفيف	1,5 – 0,5	5	يميل الدخان في اتجاه الريح- سرعة خفيفة
2	نسيم خفيف	3 – 2	10	يشعر الوجه بمرور النسيم- يسمع حفيف أوراق الشجر
3	نسيم هادىء	5 – 3,5	15	تنتشر الأعلام – تتحرك الأوراق وأغصان الشجر
4	نسيم معتدل	7 – 5,5	20	يثور الغبار والتراب _ وتتساقط الأوراق
5	نسيم عليل	9,5 – 7,5	30	تتحرك الشجيرات وتظهر الأمواج على السطوح المائية
6	رياح خفيفة	12 – 10	40	تتحرك الأغصان الكبيرة – يسمع صفير الأسلاك- يصعب حمل المظلات
7	رياح قوية	15 – 12,5	50	تتحرك كل أجزاء الشجرة- يصب السير ضد اتجاه الرياح
8	رياح هوجاء	18 -15,5	60	تتكسر الأغصان- تتأثر حركة المواصلات والأعمال الصغيرة
9	عاصفة شديدة	21 – 18,5	70	تقتلع الأشجار – تتضرر المساكن- تسقط المداخن
10	عاصفة هوجاء	25 – 21,5	85	تقتلع الأشجار الكبيرة وتحدث أضراراً بالمباني والمزروعات(قليلة الحدوث)
11	زوبعة هوجاء	29 – 25,5	95	تتطاير السقوف- تحدث أضراراً بالغة على مساحات واسعة(نادرة الحدوث)
12	إعصار	أكثر من 29	105	تخريب عام- غرق السفن- تهديم المنازل- ضحايا بالأرواح(نادرة)



الشكل 7.

أشكال النباتات المتأثرة بالرياح

العدريش Juniperus oxycedrus منبطح فوق الأرض وقزم في جبال صلنفة (في الأعلى)

ب. شكل Acantholimon قزم يفترش الأرض في جبال لبنان الشرقية العالية.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني

عوامل التربة Edaphic Factors

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تعرّف التربة Soil بأنها جسم طبيعي غير متجانس يتكون فوق سطح الأرض نتيجة التأثير المشترك لمجموعة من العوامل، التي تسمى عوامل تكوُّن التربة وهي المناخ والأحياء والطبوغرافية، في الصخور الأم خلال زمن محدد، وهي تحتوي غالباً المادة العضوية، وتعد التربة عاملاً مهماً في توزيع الكائنات الحية وبصورة خاصة النباتات التي تعتمد اعتماداً كلياً عليها، إذ تقوم التربة بتثبيت جذور النباتات وتزويدها بالماء والأملاح المعدنية كما أن موادها العضوية تتحلل بفعل الأحياء الدقيقة Microorganisms المنتشرة فيها، والتي تفككها إلى أشكال لاعضوية بسيطة تمثل العناصر الضرورية لتغذية النباتات.

وإذا كانت العوامل المناخية المتداخلة تحدد مجال انتشار نوع نباتي، فإن التربة بمكوناتها وقوامها وصفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية هي المسؤولة عن وجود هذا النوع في مواقع مختلفة ضمن المجال نفسه، فعمق التربة ونوعية الصخور الأم وخواص التربة الفيزيائية والكيميائية هي التي تحدد انتشار النوع النباتي في أي موقع مناسب من الناحية المناخية، وعلى سبيل المثال، لا تنتشر النباتات الحساسة لوجود الصوديوم أو الكالسيوم في الأراضي التي تتميز بوفرة أي من هذين العنصرين في التربة، مهما كان المناخ ملائماً في مجمل عناصره، لأنها لو زرعت من قبل الإنسان أو انتقلت بفعل العوامل الطبيعية، فإن طبيعة نموها وتطورها تكون إما بطيئة وإما غير قادرة على الاستمرار.

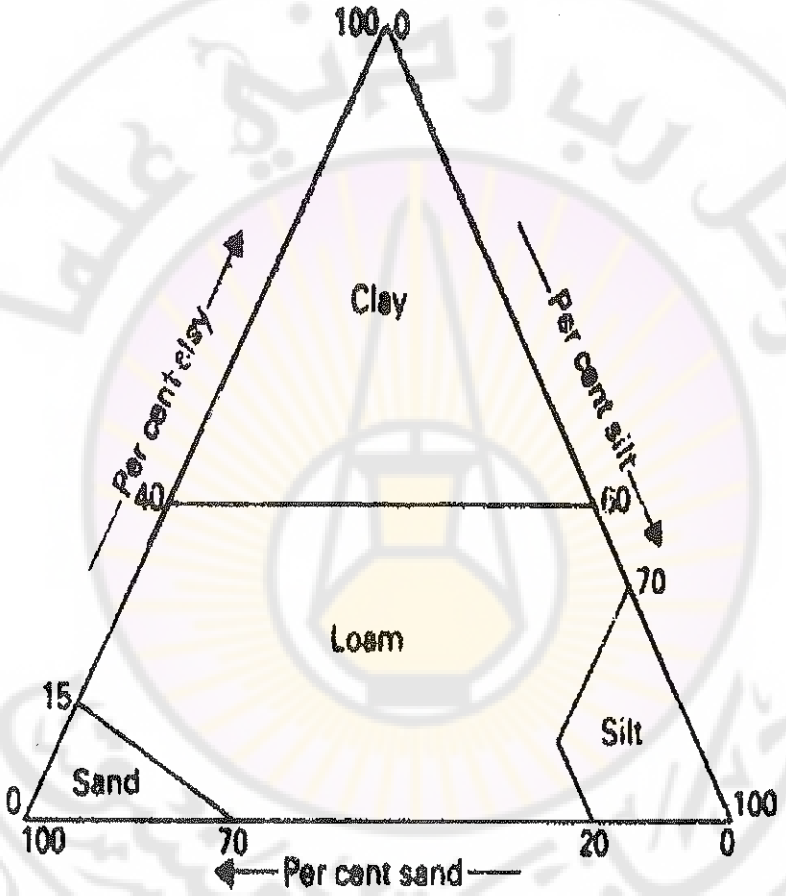
ومن الجدير ذكره، أن علم التربة Pedology ، الذي يعد علماً من العلوم التطبيقية، هو علم مستقل يهتم بدراسة التُرَب المختلفة. وتنشأ التربة تحت تأثير التعرية الجوية والحت والترسيب، حسب أسبابها ونتائجها المتباينة:

* التعرية الجوية Weathering ، وتنتج عن تغيرات الحرارة التي تؤدي إلى التفكك الفيزيائي للصخور وتكوين الدقائق الناعمة .

* الحت (الانجراف) Erosion ، وينجم عن التيارات المائية والمسيلات أو المواد الكيميائية الطبيعية، التي تضاف إلى التربة من نواتج العمليات الحيوية للنباتات والحيوانات والإنسان، بحيث تغير من طبيعة الصخور الأم وتساعد على تفتيت المكونات المعدنية وإذابتها، أو بسبب التحلل الكيميائي للمواد المعدنية .

* الترسيب Sedimentation ، وينشأ تحت تأثير الرياح بصفة أساسية، إذ تحمل الرياح جزيئات التربة من منطقة معينة لتلقي بها في منطقة أخرى .

وتتكون التربة من ثلاثة مكونات رئيسة تختلف نسبتها من تربة لأخرى؛ وهي الرمل والطين والسلت، ويمكن تحديد نسبة كل منها في التربة من خلال مثلث متساوي الأضلاع يدعى مثلث مكونات التربة Triangular of Texture كما هو موضح في الشكل (8).



الشكل 8 .

مثلث مكونات التربة

ويمكن وصف مكونات التربة الرئيسة على النحو التالي:

الرمل Sand

تتكون حُبيبات الرمل من عملية التعرية الجوية لصخور أكسيد السيليسيوم SiO_2، ويبلغ قطر حُبيبات الرمل بين 50– 200 ميكرون، وهذا الحجم يعد كبيراً نسبياً، مما يجعل نفاذية الماء Permeability في الرمل عالية ويجعل التهوية شديدة، ولكن تكون الخاصة الشعرية فيها ضعيفة، وتعد التربة الرملية غير ناضجة بسبب عدم قدرتها على الاحتفاظ بالمعادن، وكذلك بسبب ارتفاع نفاذيتها وتدني الخاصة الشعرية فيها .

الطين Clay

يتكون الطين نتيجة للتعرية الجوية لصخور الغرانيت، ويحتوي مركبات الألمنيوم والمعادن المرافقة له، ويبلغ قطر حبيبات الطين أقل من 2 ميكروناً، وبالتالي يزداد تماسكها مع بعضها البعض، مما يجعل احتفاظها بالماء مرتفعاً مقارنة بالرمل، ويحسن الخاصة الشعرية فيها، غير أن قوة تماسكها تكون كبيرة مما يجعل جذور النباتات غير قادرة على اختراقها؛ وبالتالي عدم استفادتها مما تحتفظ به من الماء، إضافة إلى أن النباتات تبقى غير قادرة على الاستفادة من المعادن المتوفرة في الطين بسبب قوة تماسكه واحتفاظه بها.

السلت Silt

يتكون من أنواع مختلفة من طبقات الصخور الأم Parent Rocks ويترسب في التربة نتيجة تأثير الرياح والماء وبخاصة في دلتا الأنهار، وبعد حجم حُبيباته وسطاً بين الرمل والطين، إذ يتراوح بين 2– 50 ميكروناً، وتتشابه خواص السلت والطين، إلا أن السلت أقل تماسكاً وصلابة.

بالإضافة إلى ما سبق فإن الدبال Humus، الذي تكاد تخلو منه التربة الصحراوية، يعد جزءاً مهماً في التربة نظراً إلى دوره في بنية Structure التربة وقوامها Texture. والدبال مادة عضوية Organic Matter ذات مصدر حيوي قاتمة اللون عادة تميل إلى السواد، عديمة الشكل (غير متبلورة) وخفيفة الوزن وشرهه للماء، تنتج عن تحلل الجزء الأكبر من البقايا النباتية (الأوراق، الثمار، الأغصان، الجذور) والحيوانية في التربة وعلى سطحها، ويتميز الدبال بتركيب معقد وغير ثابت، إذ تخضع المواد العضوية سهلة التحلل لأكسدة سريعة وتامة إلى حد ما بفعل الأحياء الدقيقة، في حين تبقى المواد صعبة التحلل الحيوي ومكوناتها العضوية في التربة لفترة زمنية كبيرة، مثل الخشبين legnin والمواد الدسمة والشموع wax والسكريات والبروتينات.

تتوقف كمية الدبال المتكونة في التربة على الشروط المناخية وخواص التربة وكذلك على طبيعة البقايا النباتية، ويرتبط تأثيره المتوازن بحماية أحياء التربة الدقيقة النباتية Microflora والحيوانية Microfauna ووفرتها وأحياء التربة الأخرى كالحشرات والعناكب والديدان مثل دودة الأرض. والدبال مادة ضرورية للتربة، لأنه يحافظ على الفراغات الهوائية في التربة الطينية فتقل صلابتها، كما يجعل التربة الرملية أكثر احتفاظاً بالماء. ويعد الدبال نادراً في المناطق الصحراوية بسبب عدم توافر الماء والبقايا النباتية، وهو نادر أيضاً في المناطق الباردة لأن شدة البرودة تثبط نشاط الجراثيم Bacteria، وتبقى المخلفات في التربة على هيئة مادة إسفنجية تدعى الخث Peat .

قطاع التربة Soil Profile

يوضح الشكل (9) مقطعاً لتربة ناضجة يمتد من السطح وحتى الصخور الأم، وتبدو فيه الآفاق Horizons متتالية، والتي يتصف كل منها بصفات كيميائية وفيزيائية وحيوية مميزة، وتؤثر في القطاع عوامل عديدة كالصخور المكونة للتربة والمناخ والزمن والغطاء النباتي، ويتكون القطاع عادة من ثلاثة آفاق (A، B، C)، وقد يضاف إليها الأفق (O) الذي يمثل طبقة المواد العضوية المتحللة جزئياً، والأفق (D) الذي يمثل صخور القشرة الأرضية التي تتوضع عليها التربة، وهناك القليل من الترب التي تضم جميع هذه الآفاق.

تختلف آفاق التربة اختلافاً كبيراً بين تربة وأخرى من حيث العمق واللون، وفيما يلي وصف موجز لهذه الآفاق:

* الأفق (O) : يمثل المواد العضوية والبقايا غير المتحللة مثل أوراق الأشجار المتساقطة والبقايا العضوية.

* الأفق (A) : هو الطبقة السطحية التي تخترقها جذور النباتات، وتحتوي أعلى نسبة من المواد العضوية التي تكون في طريقها إلى التحلل، مما يعطيها لوناً قاتماً، ويدعى هذا الأفق بأفق الترشيح أو الغسل leaching horizon وذلك لانتقال المواد المعدنية الذائبة منه إلى الأفق (B)، ويقسم هذا الأفق إلى آفاق ثانوية (A_0، A_1، A_2، A_3) والأخير مرحلة انتقالية بين A و B .

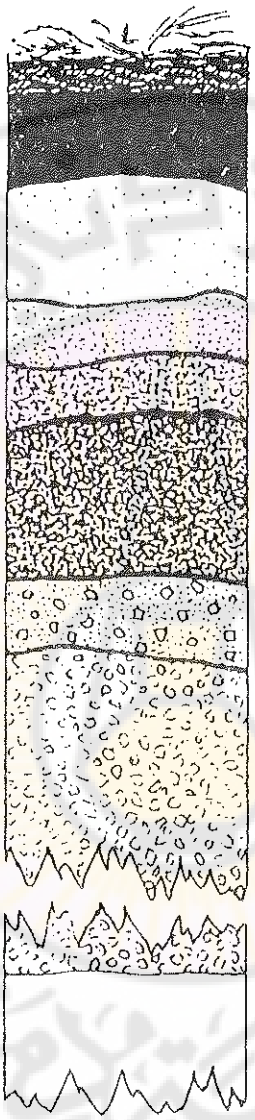
* الأفق (B) : تتجمّع فيه المواد المعدنية المغسلة من الأفق (A)، ولذلك فهو يسمى بأفق التراكم eluviation horizon، وبصورة عامة يتميز هذا الأفق بألوان قاتمة نظراً

* الأفق (C) : يختلف عن الأفقين A و B بأنه لا يشكل تربة بالمعنى الحقيقي، كما أنه ليس بصخور صلبة بل هو مرحلة انتقالية بين الصخور والتربة، ويتكوّن من صخور مفتتة متباينة الأحجام تحت تأثير عوامل التعرية الجوية والحت والترسيب.

* الأفق (D) : يتكون من صخور غير متأثرة بالتعرية الجوية، وربما يتكوّن من الرمل أو الطين وفي هذه الحالة لا يعد الطين أو الرمل مادة تحتية أصلية.

تصنيف التربة

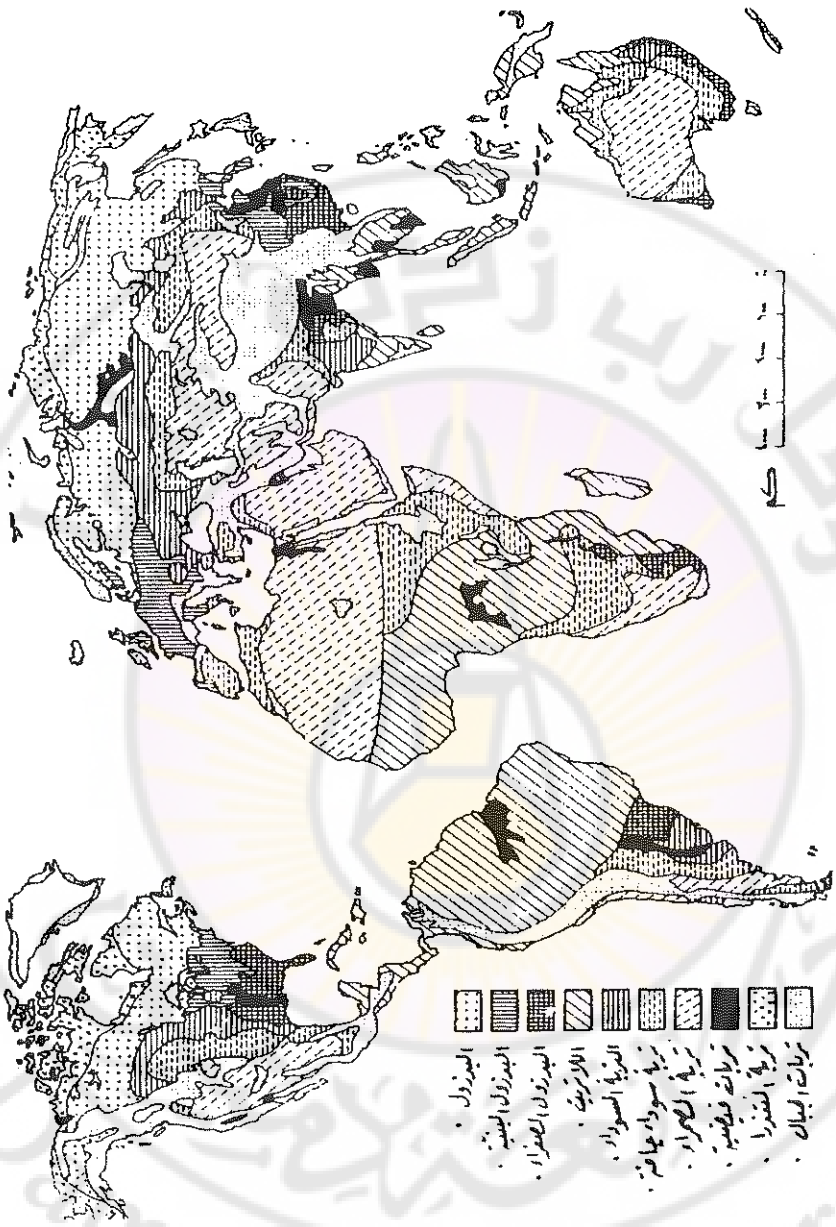
توضع الترب في إثني عشر صنفاً يوجد كل منها تحت ظروف مناخية طبغرافية متشابهة، بعض أسمائها روسي وذلك بسبب نشاط العلماء الروس في الدراسات والأبحاث الخاصة بعلم التربة، وربما لتنوع البيئات المناخية والنباتية وبالتالي غطاء التربة في أرجاء بلادهم الشاسعة، ونورد فيما يلي وصفاً مختصراً لبعض الأقسام واسعة الانتشار جغرافياً (الشكل 10)



الشكل 9.

مقطع في تربة ناضجة

[عن بوران وآخرون، 1996]



الشكل 10.

أنواع الترب في العالم

[عن بحيري، 1978]

تربة البدزول podzol

تميز تربة البدزول المناخ الرطب في المناطق تحت القطبية والمناطق القارية الشمالية، وتنشأ في ظروف مناخ بارد في الشتاء وأمطار موزعة على مدار أشهر السنة، وهي من الترب قليلة الخصوبة لأن الغسل يحرمها من مركبات مهمة ضرورية لتغذية النباتات، ولذا فهي ترتبط عادة بالغابات الصنوبرية التي تكتفي أشجارها بقليل من الكلسيوم والكبريت والمغنزيوم والبوتاسيوم، ومن ناحية أخرى فإن إمكانية هذه التربة محدودة للغاية فيما يتعلق بالإنتاج الزراعي ومنها أنواع رمادية بنية ومنها حمراء وصفراء.

تربة اللاتريت laterite

تربة مدارية تتميز بالتحلل التام لمواد الصخور الأم كيميائياً وآلياً بفضل توافر الرطوبة والحرارة، واختفاء مادة السليكون كلياً منها وتراكم شوائب أكاسيد الحديد والألمنيوم والمنغنيز بكميات كبيرة، مما يكسبها لوناً أحمر، وتختفي فيها المادة العضوية كلياً بسبب زيادة النشاط الجرثومي وسرعة تحللها.

التربة السوداء chernozem

من أشهر أنواع التربة وأكثرها انتشاراً، وتتألف من طبقة دبالية سطحية رقيقة من مخلفات النباتات يليها الأفق (A) الحقيقي وهو بعمق قدمين(65سم) على الأقل بلون أسود قاتم غني بالمواد العضوية، يليه الأفق (B) الأفتح لوناً وهو نطاق ترسيب. تتميز هذه التربة بغناها بمركبات الكلسيوم التي قد تتركز على شكل عقد أو كرات من كربونات الكالسيوم الخالصة، ومما يساعد على تكون هذه التربة الشتاء البارد والصيف الحار الذي تزيد فيه معدلات التبخر على نحو يسمح بتركيز الكربونات .

تربة التُندرا tundra

التي تنتشر فوق مساحات واسعة من المناطق تحت القطبية، إذ تساعد برودة الهواء الشديد وطول فصل الشتاء على تجمد ماء التربة معظم أيام السنة، ولذا ففي معظمها ليست سوى فتات دقيق لا يختلف في خواصه المعدنية عن الصخر الأم إلا قليلاً، ويغطي سطح التربة عادة طبقة رقيقة من نباتات دنيا أو رائدة بلون بني قاتم قد يصل ارتفاعها إلى بضعة سنتيمترات، وليس لهذا النوع من التربة قطاع بسيط مميز وإنما تتألف من طبقات متتالية من الطين الرملي ومادة الدبال.

تربة الصحراء Sernogem

تنتشر في صحارى العروض الوسطى والمدارية، وهي عادة إما رمادية أو حمراء، والتي يمكن وصفها كما يلي: تتميز التربة الرمادية بقلة محتواها من الدبال بسبب قلة النباتات، ويتراوح لونها بين الرمادي والبني وآفاق القطاع موجودة غير أنه من الصعب التمييز بينها، أما التربة الحمراء فيتراوح لونها بين الباهت والقاني، وتبلغ نسبة الدبال حدها الأدنى ولذلك يندر الغطاء النباتي ويصبح العامل الحياتي ضعيف التأثير في تكوين التربة، والقطاع غير واضح المعالم والقوام غليظ لأن المكونات تشتمل على قدر وفير من الحصى والأحجار، علماً بأن معظم صحارى العالم لا يوجد فيها تربة حقيقية بل كثبان رملية متحركة.

الترب السورية

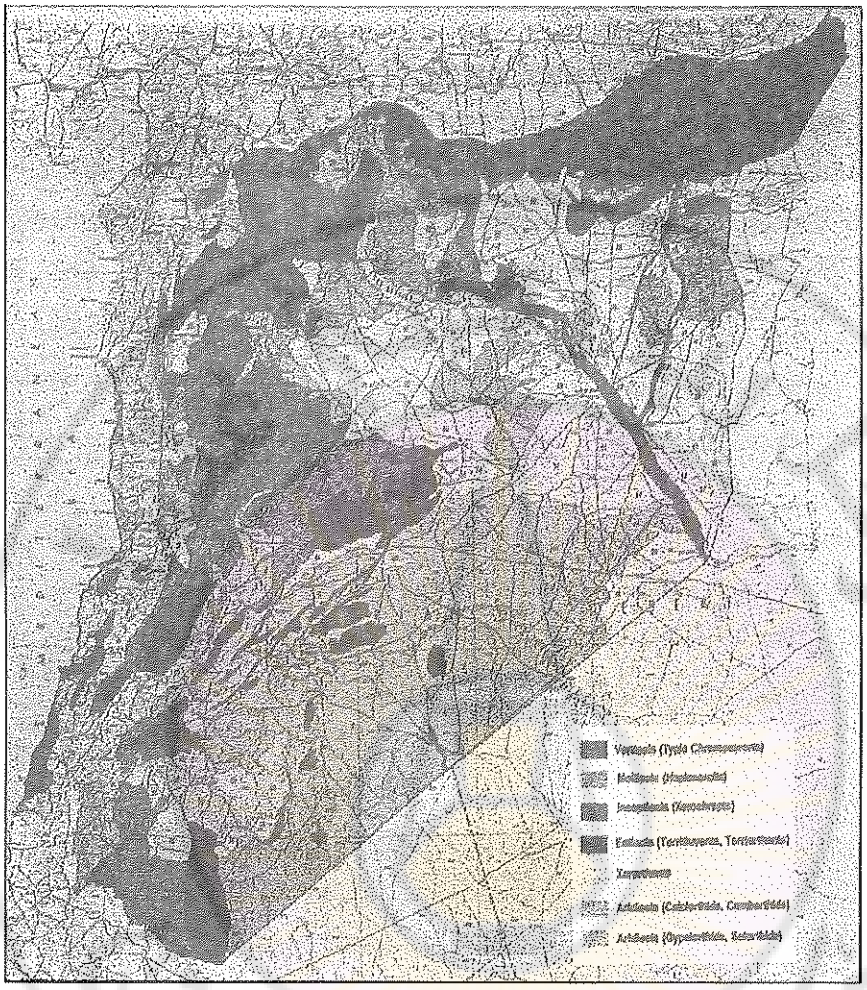
بدأ الاهتمام بدراسة الترب في سورية أثناء دراسة مجموعات الترب على امتداد خط أنابيب نفط العراق، فوضع في عام 1953 مصور أولي للترب السورية بمقياس صغير ثم عدّل فيما بعد ليبقى مصدراً أساسياً للمعلومات عن الترب السورية لفترة طويلة، ثم تنوعت التصانيف، وفيما يلي أهم خواص أصناف الترب في سورية (الشكل11):

ترب الحمراء الرمادية Terra – rosa

تنتشر في جبال اللاذقية حيث تزيد كميات الأمطار على 600 مليمتر والصيف جاف وحار، وقد نشأت من الصخور الكلسية القاسية، ذات لون أحمر أو بني محمر، قليلة العمق (50 سم)، ويحتوي قطاع التربة الآفاق **A**، **B**، **C** ويشتمل الأفق السطحي على نسبة متوسطة من المادة العضوية 2– 5 %، ثم أفق غضاري ثقيل ذي لون ضارب إلى الحمرة المشوبة بالأصفر، درجة الحموضة معتدلة إلى حمضية خفيفة 6.5– 7.8، تكون نسبة كربونات الكالسيوم منخفضة فيها رغم توضع الصخور الكلسية في أعماق التربة.

ترب الرندزينا Rendzina

تصادف هذه الترب في الجبال السورية نفسها وفي الظروف المناخية نفسها، وهي رمادية إلى رمادية بيضاء وتتميز بوجود حصى كلسية، ومقطعها ذو بنية خشنة، غنية بالمواد الدبالية، درجة حموضتها مرتفعة عامة وقد تزيد على 8.



الشكل 11.

مصور الترب في سورية

(عن ICARDA ، 1997)

ترب الصخور الخضراء Apheolite

تنشأ هذه الترب عن تفتت الصخور تحت الغابات في منطقة البسيط باللاذقية، وهي ترب بنية- صفراء متوسطية في المناطق قليلة الارتفاع وتتحول إلى تربة مغسولة مع ازدياد الارتفاع ويميل لونها إلى الأخضر في الأعماق، الدبال فيها سريع التفكك، غنية بأكاسيد الحديد.

الترب البنية والحمراء القاتمة Grumusol

تنتشر هذه الترب في السهول الداخلية بالمناطق ذات متوسط الهطول السنوي بين 300– 600 مم، طينية ثقيلة وتبدو في الحالة الرطبة لزجة لدنة ومنتفخة، وتتحول إلى قاسية عندما تجف بسبب انكماشها وتشققها، غير واضحة الآفاق، قلوية PH = 8.

الترب البنية الصفراء Cinnamonic

توجد هذه الترب في مناطق متوسط الهطول فيها بين 150– 300 مم، بنية على السطح بسبب توفر المواد العضوية وتميل إلى اللون الأحمر في الأفق التالي الذي يتداخل مع أفق كلسي ثالث على عمق 30– 80 سم يتحول إلى طبقة قاسية أحياناً .

الترب الصحراوية Serozem

تغطي نحو نصف الأراضي السورية، وتقع في مناطق لا يتعدى متوسط الهطول السنوي فيها 200 مم، يوجد فيها حصى على السطح وفي الأفق العلوي إلا في الطينية أو الغضارية والملحية، خفيفة القوام وقليلة العمق 60– 80 سم كثيرة الكربونات وقليلة المواد العضوية.

الأراضي الجبسية

توجد في الصحراء الأكثر جفافاً، بلون برتقالي مشوب بالأصفر أو الأبيض أو البني ، كثيرة الجبس.

الأراضي اللحقية

حديثة غير محددة الآفاق، تنتشر في جميع المناطق وبخاصة في الغاب قوامها طيني ثقيل غني بالكلس، مسودة لوفرة المادة العضوية، وتتميز في حوض الفرات بقوام متوسط التركيب وأخف من تربة الغاب، وعموماً تكون عميقة وفقيرة بالمواد العضوية.

الأراضي الملحية Saline

وهي نمطان، ينشأ الأول بعمليات الغمر كما في حوض دمشق وتدمر وشرقي الخابور، وينشأ الثاني نتيجة لارتفاع منسوب المياه الجوفية نتيجة للتغدق كما في حوض الفرات والغاب؛ حيث تترسب الأملاح البيضاء على السطح في الفترة الجافة، ويبدو لونها بترولياً في الفترة الرطبة بسبب وفرة كلور الكالسيوم .

التدريب الأول

جمع عينات التربة وتحضيرها للتحليل

لا بد لدراسة التربة من :

- تحديد المساحات المراد دراستها.
- اختيار عينات عشوائية بتعداد كاف لتمثيل المساحات المدروسة.
- عمل مقطع أو عدة مقاطع في التربة لدراسة الآفاق وتوزيع الجذور.
- أخذ عينات من التربة من عدة أعماق حسب أنواع المحاصيل 25- 50 - 100 سم والأشجار حتى 100- 200 أو أكثر.
- ترقيم العينات وتجفيفها لتحديد نسبة الرطوبة.

أولاً . قطاع التربة Soil Profile

يقصد بقطاع التربة المقطع الممتد رأسياً من سطح التربة حتى الصخر الأم، والتي تتكون عادة من آفاق، وشديدة أو ضعيفة التمايز عن بعضها البعض، وتنشأ هذه الآفاق نتيجة تفاعل العوامل المكونة للتربة مع بعضها البعض بصورة مستمرة أثناء عمليات تطور التربة التي لا تتحدد بزمن معين (الشكل 12)، ففي التربة تحدث عادة عمليات تحول وامتزاج للعناصر المعدنية والعضوية مما يؤدي إلى هجرة بعض هذه العناصر الغروية بين الآفاق المختلفة .

ومن هنا تنشأ الحاجة إلى دراسة قطاع التربة بهدف تحديد الآفاق المكونة له، وبالتالي تحديد درجة تطور التربة المدروسة ونوع مكوناتها ومنشئها، وهي مسائل مهمة لأن الترب تختلف فيما بينها اختلافاً كبيراً ولاسيما بما يلي :

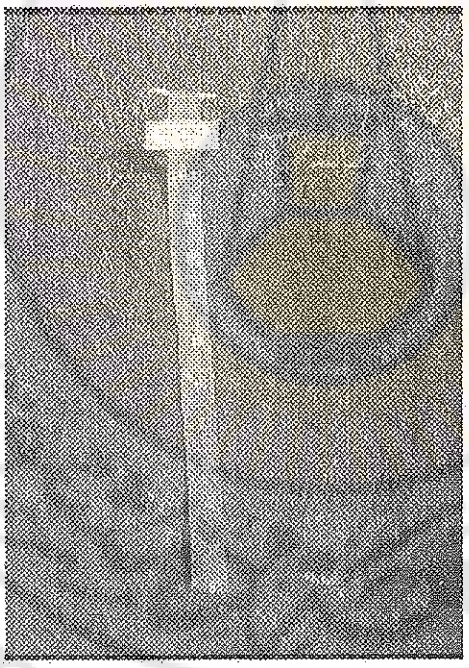
* المناخ والموقع الجغرافي؛ ولذلك يجب رسم مصور لتحديد الاتجاهات ونقاط علام واضحة للموقع المراد أخذ العينات منه .
* الخصائص الأرضية والمائية ؛
* الغطاء النباتي ؛ ويتم ذلك بتحديد المجموعات النباتية المنتشرة في الموقع والإشارة إلى النباتات السائدة ومدى التغطية، ومتوسط ارتفاع النباتات (سم).
* خواص التربة ؛ ويشمل ذلك : استعمالها والمحتوى من الحصى والحجارة (حجمها وشكلها وتوزعها)، مخطط قطاع التربة، قوام الآفاق وأعماقها (سم)، رطوبة التربة،

انتشار الجذور، المادة العضوية، نوع مياه الري إذا كانت مروية، وجود الحيوانات وتأثير الإنسان فيها، علامات الغدق أو الملوحة أو القلوية، أعماق العينات وأرقام المقاطع والسبور ونقاط المراقبة، الصور المأخوذة وغيرها من الخواص. ومن الضروري اختيار الفصل المناسب لأخذ العينات حسب المحصول أو الغطاء النباتي المراد دراسته.

ثانياً . جمع عينات التربة

يجب أن تمثل العينة المأخوذة التربة المدروسة على أفضل وجه، ولذلك تؤخذ من أعماق مختلفة (من سطح التربة، حتى الصخر الأم) وفقاً لغرض الدراسة، ويقدر وزن العينة اللازمة لإجراء كافة التحاليل بنحو كيلو غرام واحد، والتي توضع في أكياس من النايلون، وتؤخذ العينات بإحدى الطرائق التالية :

* باستخدام سكين عريضة أو ملعقة معدنية كبيرة من جدران مقاطع التربة، بحيث يتم أخذ العينة من كافة الأعماق المطلوبة بدءاً من الأسفل إلى الأعلى .



الشكل 12.
صورة لقطاع التربة
(عن ICARDA ، 1997)

* باستخدام مسبر التربة Soil auger ، بحيث يتم أخذ العينة من كافة الآفاق بدءاً من الأعلى إلى الأسفل، وله أشكال ومواصفات متعددة وذلك وفقاً للغرض من استعماله ونوعية التربة، ومن الجدير ذكره أن هنالك مسابر آلية لأخذ العينات .

* باستعمال أسطوانة معدنية تكون حافتها السفلية حادة لتسهيل دخولها في التربة، وتوجد بأقطار مختلفة (5– 15 سم) وأطوال متباينة (20– 60 سم)، يجري دفعها باليد أولاً في التربة ثم باستعمال مطرقة خشبية، وتفيد هذه الأسطوانة في دراسة تتابع الطبقات، وفي استخلاص المجموع الجذري الكامل للنبات عند الرغبة بدراسة امتداده وتطوره .

يجب تسجيل المعلومات الأولية الأساسية على بطاقة ملصقة على كيس النيلون بقلم رصاص تلافياً للتأثر بالرطوبة (الشكل 13)، وإذا كانت العينة رطبة فمن الضروري تجفيفها قليلاً قبل وضعها في الكيس، ثم يغلق الكيس جيداً، و تجمع أكياس القطاع الواحد برزمة واحدة.

المنطقة
الموقع
رقم المقطع
عمق العينة
رقم الأفق
التاريخ القائم بالعمل
التوقيع

الشكل 13.

بطاقة تعريف العينة

ثالثاً . تحضير العينات للتحاليل

تقسم العينات في المختبر مباشرة إلى قسمين : تُحفظ العينة الأولى في عبوة خاصة وتربط بها البطاقة حتى إجراء الاختبارات الفيزيائية المطلوبة، أما العينة الثانية فتُنشر على هيئة طبقة رقيقة متساوية فوق ورق مقوى من أجل تجفيفها، وذلك في مكان جاف ونظيف، وبعيداً عن غازات الحموض والنشادر وأبخرتها، وتجرى عليها العمليات التالية: .

1. تترك العينات هكذا عدة أيام حتى تجف نسبياً بالهواء.
2. ثم تستبعد البقايا النباتية والحيوانية والجذور والحجارة منها.

3. يتم تفتيت الكتل الكبيرة باليد والكتل الصغيرة والمتوسطة التي لم تفتت باليد بطحن التربة في هاون خشبي أو خزفي بواسطة مدقة خشبية أو خزفية ذات نهاية مطاطية وذلك لتلافي تكسير الحبيبات الفردية .

4. يعاد طحن ما تبقى فوق المنخل ونخله على منخل قطر فتحاته 2 (وأحياناً 1) مم عدة مرات حتى لا يبقى من العينة غير الأجزاء الحجرية .

5. يُوضع الجزء الناعم في علبة كرتونية أو بلاستيكية أو زجاجية ، وتلصق عليها بطاقة العينة وتصبح معدة لإجراء التحاليل الكيمائية، إذ يكتب عليها من الخارج رقم العينة واسم المنطقة وتاريخ أخذ العينة، كما تكتب نفس المعلومات على ورقة توضع في العلبة ، وتحفظ لإجراء مختلف التحاليل الكيميائية عليها .

6. أما الأجزاء الحجرية المتبقية فوق المنخل فتنظف وتفرز من خلال تمريرها عبر مجموعة من المناخل أقطار ثقوبها 10 ، 5 ، 3 ، 1 مم ، وفق ما يلي :

حجارة	أقطارها أكبر من 10 مم
حصى خشنة	5 – 10 مم
حصى متوسطة	3 – 5 مم
حصى ناعمة	1 مم

7. وتحدد النسبة لكل مجموعة ثم النسبة المئوية للجزء الخشن إلى وزن العينة الإجمالي .

مستخلص التربة المائي

تتوافر كميات معينة من الغازات والمواد المذابة بالمياه التي تتفاعل مع الطور الصلب للتربة لتكون مستخلص التربة ، وهو يتحرك عبر مسام التربة ويمثل محلولاً مائياً مخففاً تركيزه في الأراضي الزراعية الجيدة 0.05 – 0.02 % ، مما يكسبه ضغطاً حلولياً بين 0.2 – 1 ضغط جوي ، وهو أقل بكثير من الضغط في جذور معظم النباتات (5– 20 ضغطاً جوياً) مما ييسر انتقال الماء والمواد المذابة فيه دوماً من التربة إلى الجذور.

توجد الشوارد المعدنية في التربة حرة أو في صورة مركبات معقدة نسبياً مختلفة درجة الانحلالية، وتصنف وفقاً لترتيب متناقص في قابليتها للتمثل من قبل النباتات كما يلي: مذابة في محلول التربة، وممتزة Adsorbed في صورة قابلة للتبادل مع الغرويات، وثابتة أو

مثبتة في صورة غير قابلة للتبادل أو غير مذابة مثل العناصر التي لا تزال مرتبطة في تكوين الصخر الأم، وهي تمثل احتياطياً معدنياً لا يتبدل إلا ببطء شديد، ويمكن الحصول على المحلول بالضغط المباشر أو التثفيل أو الإزاحة بسوائل أخرى، والطريقة التقليدية هي إذابة التربة ثم ترشيحها. ولذلك يتكون المستخلص المائي أثناء ترشيح معلق التربة التي عولجت بأمثال وزنها من الماء المقطر، ويختلف حجم المستخلص باختلاف التحاليل المطلوبة وعددها، ويتم ذلك بغليه لمدة نصف ساعة قبل الاستعمال، وتمزج التربة مع الماء لإذابة الأملاح سهلة الذوبان، كما يلي:

- تُؤخذ كمية محددة من التربة وفقاً لغرض التحليل وتوضع في دورق معياري، ويضاف إليها خمسة أمثال وزنها من الماء المقطر البارد والخالي من CO_2 .

- تحرك العينة جيداً لمدة ثلاث دقائق آلياً أو يدوياً، وتنقل دفعة واحدة وتصب فوق ورقة الترشيح، إذا كان ذلك ممكناً، بحيث يبقى المعلق دون الحواف العليا للورقة بنحو 1 سم، وترشح باستعمال ورقة ترشيح مفردة أو مضاعفة، وعند استعمال ورقتي ترشيح يجب أن تكون الورقة الداخلية الكبرى مثنية لزيادة سطح الترشيح، وألا يسمح الورق بمرور الغرويات.

- غالباً ما تكون القطرات الأولى من الراشح عكرة، لذلك يعاد ترشيحها على ورقة الترشيح نفسها، وتتوقف سرعة الترشيح وصفاء الراشح على نوعية التربة وورق الترشيح وقد يتم اللجوء أحياناً إلى استعمال شمعة شمبرلان أو الطرد المركزي للحصول على راشح صاف، وبصورة خاصة إذا كانت غرويات التربة مشبعة بالقلويات .

التدريب الثاني

الخواص الفيزيائية للتربة

يتكون الجزء المعدني للتربة من مجموعتين، تشمل المجموعة الأولى الحبيبات الأولية الناتجة عن تجوية الصخور الأم، وتكوّن قوام التربة، أما المجموعة الثانية فتنشأ عن المجموعة الأولى، وتشمل الحبيبات الثانوية التي تكونت من تجمع والتصاق أعداد وأشكال مختلفة من الحبيبات الأولية بوساطة المواد الملاطية كالجزيئات العضوية والحموض الدبالية وغيرها .

وهكذا يعكس قوام التربة أحجام الحبيبات الأولية المكونة للتربة أو نسب هذه الحبيبات بعضها إلى بعض، ويحدد السطح الذي تحدث عليه التفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تجري فيها، وبالتالي يتحكم بكمية هذه التفاعلات وسرعتها.

أولاً . القوام Texture

يعد قوام التربة أحد الخصائص الطبيعية المهمة، ويقصد به حجم الحُبيبات المكونة لها، وتصنف الحبيبات حسب الأحجام فتتراوح بين الحصى والرمل والطمي والطين، ولكن أهم ما يلاحظ أن جميع الترب تحتوي نسباً متباينة من هذه الحبيبات، وتسمى التربة استناداً إلى المكون الأساسي فيها، فالطينية يسود فيها الطين وكذلك التربة الرملية أو الحصوية التي يسود فيها الرمل أو الحصى. ولحجم الحبيبات أهمية كبيرة في مقدرة التربة على امتصاص الماء والاحتفاظ به وعلى تحويل المواد الغذائية إلى الصورة الميسرة لتغذية النباتات.

تفيد دراسة قوام التربة في تعرف نوع الحبيبات الأولية المكونة لها ونسبتها من أجل تحديد خواص التربة الفيزيائية، ويتم تحديد التركيب الحُبيبي بصورة تقريبية عن طريق اللمس والنظر في الحقل، أو تحديداً دقيقاً عن طريق التحليل الميكانيكي في المختبر .

يمكن تحديد خشونة التربة ونعومتها بالدعك بين الأصابع، فزيادة الخشونة دليل على ارتفاع نسبة الرمل فيها، وتكون التربة الطينية الرطبة لدنة والجافة قاسية بعكس التربة الرملية، إضافة إلى أن التربة الرملية لا تعلق بالأصابع سواء أكانت جافة أم رطبة على عكس التربة الطينية، وفوق ذلك يُسمع صوت احتكاك عند دعك التربة الرملية قرب الأذن .

ولعل أدق الطرائق الحقلية في هذا المجال هي قابلية التربة للتشكيل؛ أي لعمل الحبال منها، إذ تكون التربة قابلة للتشكيل بصورة أفضل إذا كانت نسبة الطين فيها أكبر، ولإجراء ذلك يمكن القيام بما يلي:

- يؤخذ نحو خمسة غرامات من التربة، وتوضع في راحة اليد.

_ تُرطب العينة بالماء وتُعجن بصورة جيدة بين الأصابع، فتبدو على شكل عجينة.

_ يصنع منها حبل رفيع (شريط) بقطر نحو 3 مم.

- في حالة تشكل الحبل بقطر 3 مم، تُصنع منه حلقة.

لتحديد التركيب الحُبيبي للتربة يقارن الشكل المتكوّن مع النماذج الموضحة في الشكل (14).

الشكل 14.
قوام التربة وقابليتها للتشكل

ثانياً . تركيب التربة (التحليل الحُبيبي أو الميكانيكي) Structure

تهدف دراسة تركيب التربة إلى تحديد النسبة المئوية لكل نوع من أنواع الحبيبات الأولية (الحصى، الرمل، الغضار، الطين) ضمن عينة التربة. وللحصول على نتائج دقيقة وسليمة لا بد من عمل معلق للتربة بحيث يتم فصل جزيئات التربة الأولية بعضها عن بعض وذلك بتحطيم وإذابة كل عوامل الترابط والتجاذب بينها فمن المعلوم أن هناك العديد من المواد

الملاطية بين حبيبات التربة كالمواد العضوية وكربونات الكلسيوم وأكاسيد الحديد والألمنيوم المائية، إضافة إلى العديد من العناصر المجمعة لحبيبات التربة مثل الشوارد الموجبة عديدة التكافؤ.. كذلك يجب التخلص من الأملاح لأن استمرار وجود الأملاح في معلق التربة يعطي قراءات خاطئة نتيجة تأثيره في كثافة المعلق، وتشمل عمليات التحضير الأولي لعينة التربة للتحليل الحُبيبي ما يلي:

- أكسدة المادة العضوية في التربة بإضافة الماء الأكسجيني H_2O_2 بمعدل 1: 5 ؛
- ثم توضع التربة على نار هادئة أو في حمام مائي لتسريع عملية أكسدة المادة العضوية.
- غسل الأملاح من التربة بإضافة نحو 100 سم^3 من الماء المقطر، ثم 25 سم^3 من حمض كلور الماء 0.2 نظامي إذا كانت التربة تحتوي كربونات الكالسيوم؛
- وترجُ التربة على الرجّاج لمدة ساعة تقريباً؛
- ثم ترشّح وتغسل عدة مرات بالماء المقطر بهدف التخلص من آثار الحمض.
- تفريق حبيبات التربة بعضها عن بعض بإضافة مادة مفرقة مثل سداسي فسفات الصوديوم أو ماءات الصوديوم أو كربونات الصوديوم أو خلات الصوديوم .

وهناك العديد من طرائق التحليل الحُبيبي للتربة، وأهمها:

طريقة المناخل

يمكن فصل حبيبات التربة الأولية بعضها عن بعض باستعمال مجموعة من المناخل ذات أقطار متدرجة بدءاً من 2 مم وحتى أصغر قطر موجود في المختبر، وهي طريقة سهلة وسريعة وغير مكلفة ولكنها غير عملية إذا كانت التربة ناعمة القوام (طينية) لعدم وجود مناخل بأقطار دقيقة جداً. تحدد بعد ذلك كمية التربة الناعمة ونسبتها التي سيجرى عليها التحليل الميكانيكي؛ أي التربة التي تعبر الثقوب، كما يجب تحديد كمية التربة ونسبتها المرفوضة، أي التربة التي قطر حبيباتها يزيد على2 مم، والممثلة عملياً بالحصى والحجارة .

مراحل العمل

1. تجفف عينة من التراب في الفرن عند درجة حرارة 105-115 °م لمدة تتراوح بين 24- 48 ساعة.

2. ترتب مجموعة مناخل التربة Soil seives فوق بعضها ترتيباً تنازلياً بحيث يكون أكبرها مساماً في القمة (لكل منخل قطر مسامي مختلف).

3. يوضع 100 غ من التربة المجففة في المنخل ثم تهز المناخل إما يدوياً أو آلياً بحيث يمكن فصل الأحجام المختلفة لدقائق التربة .

4. يوزن التراب في كل منخل على حده وتحسب نسبته المئوية من وزن العينة الكلي وبعد حساب النسبة لكل مكون من مكونات التربة نستطيع تحديد نوعها بالرجوع إلى التمثيل البياني لمكونات التربة (الشكل 15) عن طريق إحداثيات ثلاثية تشكل مثلثاً يمثل كل ضلع مجموعة ميكانيكية واحدة من المجموعات الثلاث المكونة للتربة، ويتم تدريج كل ضلع من الصفر حتى المئة، ويقسم المثلث إلى اثني عشر حقلاً يحمل كل منها تسمية ميكانيكية معينة.

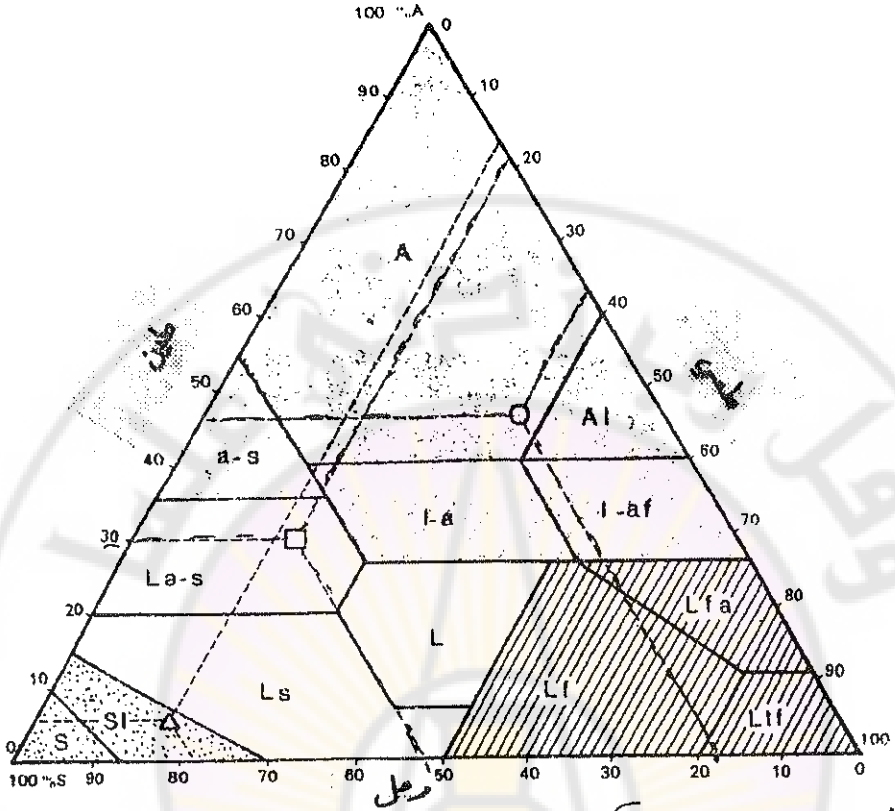
ولتعيين التركيب الميكانيكي باستخدام هذا المثلث تحدد النسبة المئوية لكل مكون على الضلع الخاص بها استناداً إلى نتائج التحليل الميكانيكي، ويتم ذلك بإنشاء خط مستقيم من النقطة الموافقة للنسب المئوية المعطاة لمكونات التربة كما هو واضح في الشكل (15)، فتتقاطع الخطوط حتماً في حقل ما داخل المثلث يحمل تسمية معينة تحدد التركيب الميكانيكي للتربة المختبرة.

لو أخذنا :

○ تربة كلسية تحتوي 17.5 % من الرمل و 36.3 % من السلت (طمي) و46.2% من الطين فنجد أن هذه التربة تقع ضمن حقل التركيب الطيني (الشكل 15).

□ تربة تحتوي 52.1 % من الرمل و 18.2 % من الطمي و 29.7 % من الطين فنجد أن هذه التربة تقع ضمن حقل التركيب الطميي الطيني الرملي.

Δ تربة ساحلية تحتوي 77.1 % من الرمل و 16.6 % من الطمي و 6.3 % من الطين فنجد أنها تقع في حقل التركيب الرملي الطميي.



طمي = L

طمي رملي = Ls

طمي طيني رملي = La-s

تركيب متوازن

تركيب طيني

تركيب طين = A

تركيب طين طميي = Al

طميي دقيق طيني = Lf a

طميي دقيق = Lf

طميي دقيق جدا = L t f

تركيب طميي

طميي طيني ناعم = L- a f

طميي طيني = l-a

طيني رملي = a – s

تركيب انتقالي

تركيب رملي

رمل طميي = S l

رمل = S

الشكل 15 .

التمثيل البياني لمكونات التربة

طريقة الماصة

تعتمد هذه الطريقة على العلاقة بين أحجام حبيبات التربة وسرعة ترسبها ضمن المعلق بفعل الجاذبية الأرضية، فإذا تم تحريك معلق التربة وترك ليستقر فإن الحبيبات الكبيرة ستترسب أولاً ومن ثم تليها الحُبيبات الأصغر فالأصغر، أي أن سرعة ترسب الحبيبات تتناسب طرداً مع أنصاف أقطارها، وهذا ما يوضحه قانون ستوكس Stokes :

$$V = K r^2$$

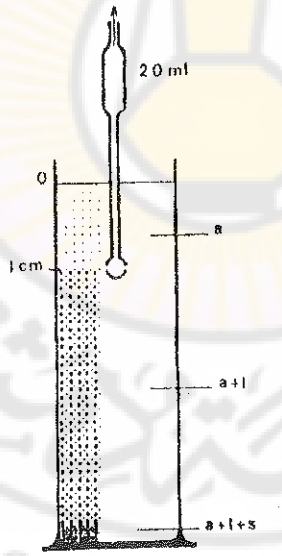
حيث أن:

V = سرعة سقوط الحبيبات

r = نصف قطر الحبيبات

K = ثابت يتعلق بدرجة حرارة الماء

ووفقاً لذلك، ترتبط سرعة ترسب حبيبات التربة بأحجامها، وبالتالي يكون ترسب حبيبات الرمل أكبر منها في حالة حبيبات الطمي، وتحتاج حبيبات الطين إلى عدة ساعات لتترسب إلى قعر الأسطوانة (الشكل 16).



الشكل 16.

فصل حبيبات التربة إلى مكوناتها المختلفة.

مراحل العمل

– ننقل كمية من معلق التربة إلى أسطوانة مدرّجة سعتها لتر واحد، ثم نخلطه جيداً .

– يتم الحصول على النسبة المئوية لجزيئات الطين والطمي بوزن عينات متتالية مأخوذة بالماصة على عمق محدد في بداية وقت الترسيب ، فمثلاً في درجة حرارة للماء 20°م أ. تترسب دقائق الرمل والطين في العينات المأخوذة على عمق 10 سم بعد 4.48 دقيقة.

ب. تترسب دقائق الطين في العينات المأخوذة على عمق 10 سم بعد 8 ساعات.

إن الفرق بين (أ) و (ب) يمثل النسبة المئوية لدقائق الطمي.

نحصل على النسبة المئوية لدقائق الرمل مباشرة بعد إزالة الدقائق الناعمة بالغسل المتكرر.

– ارسم منحنيات الترسيب التي ترتكز على سرعة الترسيب وفقاً لقطر الحبيبة .

– وارسم منحنيات التوزيع التي تشتق من الأولى وتبين النسبة المئوية للحبيبات حسب قطرها.

ثالثاً. مسامية التربة Porosity

المسامية هي مجموع المسام والفراغات في التربة ، وتقاس كنسبة مئوية من حجم التربة. تتعلق المسامية بتركيب التربة الحبيبي وبنائها واندماجها ومحتواها الدبالي وعمليات حراثتها. ولتحديد المسامية أهمية كبيرة فهي تعطي فكرة عن كثير من الخواص المهمة للتربة كالسعة المائية والنفاذية والخواص الشعرية والتهوية والحرارة وغيرها. تتباين المسامية من تربة إلى أخرى ومن أفق إلى آخر، وتتكون من مسامية شعرية ومسامية تهوية .

ويتم حساب المسامية استناداً إلى معرفة الوزنين النوعي والحجمي للتربة كما يلي:

$$\text{النسبة المئوية للمسامية} = \frac{\text{(الوزن النوعي – الوزن الحجمي)}}{\text{الوزن النوعي}} \times 100$$

التقدير المباشر للمسامية

1. نضع 60 سم^3 من الماء في أسطوانة مدرجة سعتها 100 سم^3 .
2. نضع 40 سم^3 من التربة الناعمة والجافة على صفيحة من الورق (بواسطة الأسطوانة) .
3. نضف التربة تدريجياً إلى الأسطوانة مع التحريك بقضيب زجاجي، ونترك المعلق لمدة 5 دقائق ثم نحدد حجمه، ونحسب نسبة المسامية الإجمالية بالعلاقة:

$$\text{النسبة المئوية للمسامية} = \frac{(\text{حجم التربة} + \text{حجم الماء}) - \text{حجم المعلق}}{\text{حجم التربة}} \times 100$$

تقدير مسامية التهوية

إن مسامية التهوية تعادل الفرق بين المسامية الإجمالية والمسامية المشغولة بالرطوبة، وتحسب كنسبة مئوية من المسامية الإجمالية بالعلاقة:

مسامية التهوية % = المسامية الإجمالية – المساميةُ الحجمية للرطوبة

المسامية الحجمية للرطوبة% = % الوزنية للرطوبة x الكثافة الظاهرية للتربة

الكثافة الظاهرية للتربة = الوزن النوعي \ الوزن الحجمي

تصنيف المسامية الإجمالية

يمكن تقسيم جودة المسامية الإجمالية استناداً إلى النسبة المئوية من حجم التربة (الجدول 8)، ويمكن تمثيل أنواع الترب الرسوبية استناداً إلى القيم التقريبية المتوسطة للمسامية (الجدول 9).

الجدول 8. النسبة المئوية للمسامية.

ممتازة	جيدة	مقبولة	غير مقبولة	سيئة جداً
50 <	45 – 50	40 – 45	40 >	30 >

الجدول 9. مسامية بعض أنواع الترب الرسوبية

نوع التربة	المسامية%
طينية	45- 55
طمية	40- 50
خليط من الرمال الخشنة إلى المتوسطة	35- 40
رمال منتظمة	30- 40
خليط من الرمال الناعمة إلى المتوسطة	30- 35
حجرية	30- 40
خليط من الرمال والحجر	20- 35
حجر رملي	10- 20
صدفية	1 – 10
حجر كلسي	1- 10

رابعا. لون التربة soil color

يرتبط لون التربة ارتباطاً وثيقاً بخواصها مثل وجود المادة العضوية أو أكاسيد الحديد، والتهوية والصرف، والتركيب الفلزي والمعدني..، واللون من الخواص التي تسترعي الانتباه من اللحظة الأولى، إذ يمكن التمييز بين آفاق قطاع التربة على أساس الاختلاف باللون، الذي يعكس محتواها ومكوناتها، إلا أن تحديده يعد مسألة معقدة بسبب تعدد الألوان وتشابهها من جهة، إضافة إلى اختلاف قدرة الأشخاص على التمييز الدقيق بين الحدود الفاصلة بين لون وآخر، ولذلك توجد عدة طرائق لتحديد لون التربة بصورة تقريبية أهمها:

طريقة منسيل Munsell تعد من أكثر الطرائق استعمالاً ودقة في تحديد لون الترب باستخدام أطلس يحتوي 175 لوناً من الألوان الأساسية والممزوجة اعتماداً على ثلاثة مكونات للون هي: (1) تدرج اللون Hue: ويمثل موقع اللون في الطيف المرئي للألوان الأساسية، كالأحمر والأصفر والأخضر والأزرق والأرجواني (لون الضوء). (2) قيمة اللون value of color : يُرتب موقع اللون ابتداءً من اللون الفاتح Light إلى اللون الغامق Dark . (3) درجة التشبع : تعطي موقع اللون المعين بين اللون الرمادي واللون الأساسي .

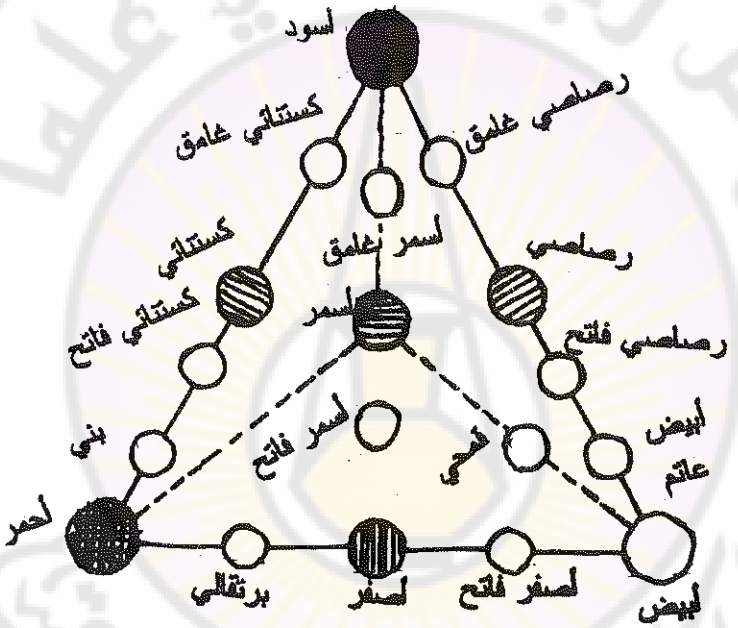
وتوجد في الأطلس الألوان ذات التدرج نفسه في صفحة واحدة، ولكل صفحة رمز محدد يمثل اختصار الاسم (اللون)، فمثلاً: يدل الرمز R على اللون الأحمر Red والرمز YR على اللون الأصفر المحمر Yellow red وهكذا .. ويوجد أمام كل رمز رقم يدل على تخصيص التدرج بالنسبة للألوان الأساسية (أحمر، أصفر محمر، أحمر مصفر)، فمثلاً OR دلالة اللون الأحمر الأساسي و 5 YR دلالة اللون بين الأحمر والأصفر المحمر، ويتطابق اللون 10 R مع 0YR ، ويوجد بعد الرمز مباشرة رقم يدل على قيمة اللون، ويتراوح بين 0– 10، وعلى كل صفحة تختلف القيمة من الرقم المتعادل وهو الرمادي ذي الرقم 0 إلى اللون الكامل ذي الرقم 10، ويوجد كسر يمثل مقامه قيمة اللون ويمثل بسطه درجة التشبع .

طريقة هامون Hammon

تعتمد هذه الطريقة على مقارنة ألوان التربة بألوان قرص معدني مقسم بنسب مختلفة إلى أربعة ألوان أساسية هي الأبيض والأسود والأحمر والأخضر، ويدار هذا القرص بسرعة فيحصل امتزاج للألوان، وعندها تقارن بلون التربة لإعطاء التربة اللون المحدد، ويمكن تغيير نسب هذه الألوان على القرص بحيث يعطي عند إدارته لوناً قريباً من لون التربة .

طريقة مثلث زاخاروف (الشكل17)

تعتمد هذه الطريقة على وجود ثلاثة ألوان رئيسة هي الأبيض والأسود والأحمر حيث تتوزع هذه الألوان على رؤوس مثلث، وتوجد عدة درجات من الألوان المركبة الناتجة عن التداخل بين هذه الألوان الأساسية .



الشكل 17.

طريقة مثلث زاخاروف لتحديد لون التربة

التدريب الثالث

الخواص الكيميائية للتربة

أولاً. درجة الحموضة pH

ترتبط درجة الحموضة في التربة بعوامل مختلفة أهمها التركيب الكيميائي للصخور الأم وطبيعة الغطاء النباتي ونوعيته والمواد والجزيئات المنحلة وبصورة خاصة ثنائي أكسيد الكربون والحموض والأسس، ويتعلق ذلك بنشاط الأحياء الدقيقة التي تعيش في التربة، إضافة إلى الشروط المناخية وبخاصة الحرارة والرطوبة.

ويعد قياس درجة الحموضة إحدى الدالات المهمة التي تعبر عن حموضة التربة أو قلويتها، ويمكن القيام بذلك إما في التربة الرطبة مباشرة أو في عجينها أو مستخلصها المائي أو معلقاتها المائية أو الملحية.

ومن المعروف أن pH هو اللوغاريتم العشري السالب لتركيز شوارد الهدروجين أو لوغاريتم مقلوب تركيزها في محلول معين $pH = -\log (H)^+ = 1/(H)^+$ ، وعند تعادل الماء فإنه يحوي تركيزاً متساوياً من شوارد H^+ و OH^- ويتشرد الماء وفق المعادلة التالية:

$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

وفي نقطة التعادل فإن اللتر الواحد من الماء عند الدرجة 25° م يزن 997 غ، وبما أن الوزن الجزيئي للماء هو 18 غ فإن لتراً من الماء يحوي 997÷ 18 = 55.4 جزيئة غرامية من الماء ، وفي هذه الحالة لا يتشرد من الماء عند نقطة التعادل أو التوازن سوى 1 \ 10^7 جزيئاً من الهدروجين ومثله من الهدركسيل، ويكون مقلوب تركيز شوارد الهدرجين 10^7 ولوغاريتمها 7 ، إن جداء تركيز شاردتي الهدروجين والهدركسيل ثابت في الماء ويساوي 1.0×10^{-14} في الدرجة 25° م، فزيادة شوارد الهدروجين تؤدي إلى نقصان شوارد الهدركسيل والعكس صحيح.

تتراوح درجة الحموضة بين 3– 10 في التربة وتتعلق بنسبة الأسس والقلويات والهدروجين، وتعطي فكرة واضحة عن خواص التربة ومدى تيسر العناصر الغذائية للنباتات وحركة مختلف المركبات أو ترسبها ومالها من انعكاسات على النمو النباتي.

والجدول (10) يبين درجات حموضة التربة وقلويتها استنادا إلى درجة الحموضة، وتعد التربة متعادلة إذا تراوحت دالة الهدرجين فيها بين 6.5 – 7.3 .

الجدول 10. حموضة التربة وقلويتها استناداً إلى درجة الحموضة.

[عن أبو نقطة، 1980]

درجة الحموضة	حموضة التربة	درجة الحموضة	قلوية التربة
أقل من 5	شديدة	7.8 – 7.4	خفيفة
5.5 – 5.1	شديدة	8.4 – 7.9	متوسطة
6.0 – 5.6	متوسطة	9.0 – 8.5	شديدة
6.5 – 6.1	خفيفة	أكبر من 9.1	شديدة جداً

تقاس قيم درجة الحموضة باستعمال المشعرات الورقية أو السائلة، اعتماداً على تغير الألوان، وغالباً ما تستعمل في الاختبارات الحقلية لسهولة الاستعمال مع أنها غير دقيقة، ولتحديد قيمها بدقة يستعمل جهاز pH meter، الذي يعتمد مبدؤه على قياس القوة المحركة الكهربائية الناشئة عند غمس أقطاب الجهاز في التربة ذاتها أو في مستخلصها.

قياس درجة الحموضة بطريقة المشعرات

1. يوضع نحو 0.2 غرام من التربة في جفنة من البورسلان ويضاف إليها قطرتان من محلول المشعر الثلاثي (مزيج بروم كريزول الأخضر والقرمزي والأحمر).
2. بعد مرور نحو دقيقة واحدة تُضاف قطرة أخرى من المشعر فوق العينة وتُمال الجفنة لينزاح قسم منه عن التربة.
3. لتحديد قيمة درجة الحموضة في التربة يقارن لون المشعر مع القيم الواردة في الجدول (11) .

الجدول 11.

تحديد قيمة درجة الحموضة pH .

اللون	أصفر شمعي	أخضر	أخضر رمادي	أزرق فاتح	بنفسجي مزرق	قرمزي
pH	4	5	6	7	8	8.5 أو أكثر

إذا ظهر لون بنفسجي مزرق أو قرمزي عند استعمال المشعر السابق، يجب تكرار التجربة على عينة أخرى باستعمال مشعر أزرق التيمول ومقارنة اللون مع القيم الواردة في الجدول (12) .

الجدول12.

تحديد قيم درجة الحموضة باستعمال مشعر أزرق التيمول.

اللون	أصفر	زيتوني	أزرق فاتح	أزرق غامق
pH	7	8	9	10

المحاليل اللازمة

* المشعر الثلاثي

يذاب 0.025 غ من بروم كريزول الأخضر والقرمزي والأحمر في 100 مل من الماء المقطر.

* مشعر أزرق التيمول

يذاب 0.10 غ من المشعر في 100 مل من الماء المقطر.

قياس درجة الحموضة بالطريقة الكهربائية

يستعمل جهاز قياس درجة الحموضة للتربة أو لمعلقها أو لعجينها أو لمستخلصها المائي أو الملحي، وهو جهاز كهربائي يعمل على التيار المتناوب أو المدخرة ومؤلف من قطب أو اثنين متصلين بمقياس لفرق الطاقة الكهربائية مدرج بقيم درجة الحموضة pH.

تضبط قراءة الجهاز مع محاليل دارئة ذات pH محددة، ثم يجرى قياس pH التربة وفق ما يلي:

1. شغل الجهاز وانتظر فترة 10 دقائق.
2. حضر مستخلص التربة أو عجينها بنسبة 1 : 5 ، 1 : 2.5 أو غير ذلك .
3. اغمس أقطاب الجهاز النظيفة في المحلول الواقي وعيّر الجهاز بعد فتح زر القراءة .
4. اقفل زر القراءة واغسل الأقطاب بالماء المقطر وجففها بورقة ترشيح .
5. اغمس الأقطاب في المستخلص وافتح زر القراءة وحدد دالة الهدرجين pH .

6. اقفل زر القراءة واغسل بالماء المقطر واقفل زر التشغيل واغمس الأقطاب في كأس فيه الماء المقطر .

7. قم باختبار درجة الحموضة باستخدام المشعرات أو بالطريقة الكهربائية على أكثر من نوع من الترب.

ويبين الجدول (13) أهم درجات الحموضة- والقلوية مرتبة وفقاً لارتفاع درجة الحموضة pH .

الجدول 13. المشعرات مرتبة وفقاً لارتفاع درجة الحموضة

المشعر	تركيز%%	المذيب	مجال تحول pH ولون المشعر
أحمر الكريزول	0.04	كحول 50 %	0.2 – 1.8 أحمر – أصفر }التحول 1 7.2 – 8.8 أصفر – أحمر }التحول 2 كهرماني أرجواني
أزرق التيمول	0.1	. كحول 20 % . ماء+4.3 مل 0.05 NaOH N لكل 100 ملغ من المشعر	1.2 – 2.8 أحمر – أصفر } التحول 1 8 – 9.6 أصفر – أزرق } التحول 2
برتقالي الميتيل	0.1	ماء	3- 4.4 أحمر – أصفر برتقالي
أحمر الكونغو	0.1	ماء	3- 5.2 أزرق – بنفسجي- أحمر
بروم أزرق الكريزول بروم أخضر الكريزول	0.1	. كحول 20% . ماء+2.9 مل 0.05 NaOH N لكل 100 ملغ من المشعر	3.8- 5.4 أصفر – أزرق
أحمر الميتيل	0.1 0.2	كحول 60%	4- 6.4 أحمر – أصفر
بروم أزرق الثيمول	0.05 0.1	. كحول 20 % . ماء+3.2 مل 0.05 NaOH N لكل 100 ملغ من المشعر	6- 7.6 أصفر – ازرق
فينول فتالين	0.1	كحول 40 %	8.2 – 10 عديم اللون - أرجواني
تيمول فتالين	0.1	كحول 90 %	9.4- 10.6 عديم اللون - أزرق
قرمزي النيلة	0.25	كحول 50 %	11.6- 14 عديم اللون – أحمر

ثانياً. تقدير الملوحة Salinity

تختلف نسبة الأملاح الذوابة في الماء من تربة لأخرى باختلاف ظروف تكونها، إضافة إلى تأثير المناخ، واستناداً إلى نسبة الأملاح ونوعيتها يمكن تحديد درجة ملوحة التربة، غير أن درجة الملوحة لا تتوقف على كمية الأملاح وإنما على نوعيتها. ولتقدير ملوحة المستخلص المائي للتربة يمكن استعمال التجفيف أو الناقلية الكهربائية.

تقدير النسبة المئوية للأملاح الذوابة بالتجفيف

يعتمد مبدأ هذه الطريقة على تجفيف حجم معين من المستخلص المائي، على حمام مائي، ثم في المحم بالدرجة 105 ° م ، ومعرفة وزن الراسب، ثم حساب النسبة المئوية للأملاح في التربة.

مراحل العمل

1. حضر مستخلص تربة 1: 5، رشح، ثم أكمل الحجم إلى 250 سم^3 باستعمال الماء المقطر .
2. خذ بالماصة 50 سم^3 من مستخلص التربة وضعها في جفنة نظيفة معروفة الوزن بدقة.
3. بخر الراشح في حمام مائي .
4. ضع الجفنة في الفرن بالدرجة 105° م لمدة ساعة، ثم برد الجفنة في المجفف وقم بوزنها، يمكن بلوغ التجفيف التام بالتسخين في الفرن بالدرجة 550 –600° م لمدة 5 دقائق فقط.
5. كرر عمليات التجفيف والتبريد والوزن، حتى ثبات الوزن .

$$\%\ \text{للأملاح} = \frac{\text{وزن الراسب في الجفنة (غ)} \times 100}{\text{وزن التربة المقابل لحجم المستخلص المأخوذ للتجفيف}}$$

وزن التربة = حجم المستخلص \ نسبة المادة إلى التربة .

عندما تدل الاختبارات الوصفية على انخفاض نسبة الأملاح في التربة، يجب تجفيف 50 – 100 مل من المستخلص المائي لتحديد نسبة الأملاح في التربة .

ملاحظة: يقصد بالتجفيف بدرجة عالية من الحرارة لفترة بسيطة إزالة المادة العضوية، ولكن يجب الالتزام بالفترة بدقة؛ تجنباً لفقد بعض الأملاح مثل كلور المغنزيوم.

(وزن التربة المستعملة 10 غ) .

طريقة الحساب: وزن الجفنة فارغة = س، وزن الجفنة مع الأملاح بعد التجفيف = ع (غ)

النسبة المئوية للأملاح المذابة في التربة = $\frac{(ع - س) \times 250 \setminus 50 \times 100}{\text{وزن التربة الجافة}}$

مثال عددي – يفرض أن (ع – س) = 0.05 غ، فإن :

النسبة المئوية للأملاح الكلية = 0.05 x 250 \ 50 x 100 \ 10 = 2.5 %

تقدير النسبة المئوية للأملاح الذوابة بطريقة الناقلية الكهربائية

1. حضر مستخلص التربة 5:1
2. قس درجة حرارة المستخلص وثبتها على جهاز قياس الناقلية الكهربائية.
3. أدخل الخلية المرتبطة بالجهاز (بعد غسلها بالماء المقطر) في الكأس الزجاجي الذي يتضمن المحلول المراد قياس ناقليته.
4. افتح الدارة الكهربائية، وحرك زر قياس الناقلية الكهربائية.
5. خذ الرقم الذي يدل عليه الزر، فهو القراءة المطلوبة .

طريقة الحساب

كمية الأملاح بالميلي مكافيء \ لتر = 12.5 X الناقلية الكهربائية (مليموز \سم)

النسبة المئوية للأملاح في المحلول = 0.064 X الناقلية الكهربائية (مليموز \سم)

الضغط الحلولي للمحلول = 0.36 X الناقلية الكهربائية (مليموز \ سم)

% للأملاح في التربة= 0.64 x الناقلية الكهربائية x % للماء فيها عند الاستخلاص \ 100

مثال عددي

إذا كانت الناقلية الكهربائية لمستخلص (5:1) بحدود 3.9 مليموز \سم ، فإن: كمية الأملاح بالميلي مكافئ \ لتر =12.5 X 3.9 =48.75

النسبة المئوية للأملاح في المستخلص = 0.064 X 3.9 =0.25 %

النسبة المئوية للأملاح في التربة = $\frac{0.064 \times 3.9 \times 500}{100}$ =1.248 %

المطلوب : أجر التجارب السابقة على أكثر من نوع من الترب.

-حدد نسبة الأملاح في العينات المدروسة.

ثالثا. تقدير الدبال Humus

توجد عدة طرائق لتقدير الدبال في التربة يعتمد بعضها على الحرق الجاف وبعضها الآخر على مبدأ الحرق الرطب، ولكن أكثرها انتشاراً هي أكسدة فحم الدبال بوساطة ثنائي كرومات البوتاسيوم .

تعيين الدبال باستخدام ثنائي كرومات البوتاسيوم (طريقة تيورين Tiurin)

يعتمد مبدأ هذه الطريقة على معرفة كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة الكربون في دبال التربة، إذ تتم الأكسدة وفق المعادلة التالية:

$$1)\ 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 8H_2O + 3O_2$$

$$2)\ 3C + 3O_2 \rightarrow 3CO_2$$

في هذا التفاعل يتأكسد الكربون ويُرجَع الكروم من سداسي إلى ثلاثي التكافؤ وفق ما يلي :

$$3C^0 + 4Cr^{6+} \rightarrow 4Cr^{3+} + 3C^{4+}$$

تعامل التربة في هذه الطريقة بكمية زائدة من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة ساخن، ثم يعاير ثنائي كرومات البوتاسيوم الزائدة على أكسدة الفحم بمحلول كبريتات الحديدي النشادرية (ملح مور) وذلك وفق المعادلة التالية :

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \rightarrow$$

$$Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 6(NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

واستناداً إلى كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم اللازمة للأكسدة تحسب نسبة الكربون العضوي في التربة ومنه تحسب نسبة الدبال بفرض أن متوسط نسبة الكربون في الدبال تساوي 58 % . لا تستعمل هذه الطريقة في الترب الغنية جداً بالكلور إلا بعد غسل الكلور من التربة، كما لا ينصح باستعمالها في ترب المستنقعات .

طريقة العمل

1. خذ ملء ملعقة شاي من كل عينة مدروسة بعد عزل البقايا النباتية المرئية بالعين المجردة، ثم مرر قضيباً زجاجياً على العينة لكي يجذب ما تبقى من المواد العضوية.

2. ثم اطحن العينة، وخذ عينة وزنها يتراوح بين 0.1– 0.5 غ (الجدول 14) ثم انقلها إلى دورق مخروطي سعة 100 مل.

الجدول 14. العلاقة بين لون التربة ومحتواها من الدبال
ووزن عينة التربة الملائم للتحليل

لون التربة	النسبة المئوية للدبال	وزن عينة التربة الملائم للتحليل، غ
سوداء جداً	15 – 10	0,05
سوداء	10 – 7	0.1
رمادية غامقة	7 – 4	0.2
رمادية	4 – 2	0.3
رمادية فاتحة	3 – 1	0.4
مبيضة	1 – 0.5	0.5

3. أضف (0.1) من كبريتات الفضة وامزجها جيداً مع العينة (يمكن الاستغناء عن هذه الخطوة إذا لم تحتو التربة نسبة كبيرة من الكلور) .

4. أضف (10) مل 0.4 نظامي من مزيج محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم مع حمض الكبريت إلى العينة قطرة فقطرة من خلال السحاحة، احذر استعمال الماصة.

5. غط الدورق المخروطي بقمع صغير أو إجاصة تكثيف ثم ضعه على نار هادئة (سخان كهربائي) فعند سخونتها تطلق غاز ثنائي أكسيد الكربون، اغل العينة لمدة خمس دقائق فقط ابتداء من بدء الغليان الذي يجب أن يكون هادئاً وخفيفاً .

6. برّد العينة واغسل القمع أو الإجاصة وجوانب الدورق الداخلية بنحو 30 مل ماء مقطر.

7. أضف إلى الدورق 10 قطرات من حمض الفسفور 85 % لإبعاد أثر مركبات الحديدي (تعد هذه الخطوة اختيارية كونها تساعد على وضوح تغير اللون) .

8. أضف 8 قطرات من مشعر ثنائي فينيل أمين ($C_{12}H_{11}N$) أو من المشعر ذي التركيب ($C_{13}H_{11}O_2N$) وذلك حسب المتوفر أو ثلاث قطرات من مشعر الفيروئين (يفضل استعمال الفيروئين) .

9. عاير العينة بمحلول مور 0.2 ن حتى يتحول اللون البني المحمر إلى أخضر مزرق عند استعمال المشعر الأول وإلى أحمر عند استعمال الفيروئين .

10. سجل حجم محلول مور اللازم للمعايرة ولنفرضه (b).

11. اعمل تجربة شاهدة على 10 مل من مزيج ثنائي كرومات البوتاسيوم وحمض الكبريت واجر عليها الخطوات السابقة ولكن مع استبدال التربة بكمية صغيرة (تقريباً 0.5 غ) من الرمل المرمد (500– 550 °م) لمدة خمس ساعات وذلك حفاظاً على السائل من التطاير.

12. سجل حجم ملح مور اللازم لمعايرة الشاهد ولنفرضه (a) .

يجب عمل ثلاث مكررات (يفضل إجراء معايرة الشاهد قبل معايرة العينة).

يتم حساب كربون الدبال أو الكربون العضوي كما يلي :

$$C\ \% = \frac{(a-b) \times N \times 0.003 \times 100}{W}$$

حيث أن:

C % النسبة المئوية للكربون

N نظامية محلول ملح مور

0.003 وزن واحد ميلي مكافىء من الكربون مقدراً بالغرام

W وزن عينة التربة الجافة تماماً المأخوذة للتحليل (غ)

100 معامل التحويل إلى نسبة مئوية

a حجم ملح مور مع الشاهد (مل)

b حجم ملح مور مع العينة المدروسة (مل)

وبما أن نسبة الكربون في الدبال تساوي 58 % وسطياً لذلك تحسب نسبة الدبال كما يلي :

$$\%\ \text{للدبال} = \frac{\text{النسبة المئوية للكربون} \times 100}{58}$$

مثال عددي

لتحديد نسبة الدبال في 0.5 غ تربة، بلغ حجم محلول ملح مور اللازم لمعايرة الشاهد 20 مل ولمعايرة العينة 12 مل علماً أن نظامية محلول ملح مور 0.2 ونسبة الرطوبة 4% .

$$\%\ \text{للكربون} = \frac{(20 - 12) \times 0.2 \times 0.003 \times 100 \times 1.04}{0.5} = 1.01$$

حيث أن: 1.04 المعامل الهيجروسكوبي .

$$\%\ \text{للدبال} = \frac{1.01 \times 100}{58} = 1.73$$

تقسم الترب وفقاً لنسب الدبال فيها إلى ست درجات (الجدول 15) .

الجدول 15.

تقسيم الترب استناداً إلى نسبة الدبال

الدرجة	التدبل	النسبة المئوية للدبال
1	نادر	أقل من 0.5
2	قليل	1.5 – 0.5
3	معتدل	2.5 – 1.5
4	مرتفع	6 – 2.5
5	شديد	15 – 6
6	فائق التدبل (ترب شبه مستنقعية)	30 – 15

المحاليل اللازمة

* محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم

$k_2 Cr_2O_7$ (0.4) نظامي في حمض الكبريت المركز (1:1)

يذاب 40 غ من ثنائي كرومات البوتاسيوم في (500– 600) مل من الماء المقطر، ويمكن الاستعانة بالتسخين لزيادة الإذابة، ويرشح المحلول إذا كان عكراً ثم يكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

يوضع المحلول السابق في قارورة قاتمة اللون سميكة سعتها (2.5– 5) لترات تتحمل الحرارة العالية (فوق 180 ° م) ثم يضاف إليها على مراحل لتر واحد من حمض الكبريت المركز بحيث يضاف في كل مرة 100 مل منه مع الانتظار في كل مرة حتى يبرد المحلول، لأن إضافة الحمض إلى المحلول دفعة واحدة يرفع الحرارة كثيراً وقد تنفجر القارورة أو يتطاير المزيج. يمكن استعمال هذا المحلول لفترة طويلة جداً دون تغيير .

*** محلول ملح مور**

(كبريتات الحديدي النشادرية $FeSO_4(NH_4)_2\ SO_4\ .6H_2O$) 0.2 نظامي

يوضع 80 غ من ملح مور في دورق معياري سعته لتر ويضاف إليها (600– 650) مل ماء مقطر ثم 2 مل من حمض الكبريت المركز. يحرك الملح حتى تمام الذوبان ويرشح المحلول ويكمل الدورق حتى العلامة بالماء المقطر ويخض جيداً ثم يحفظ بمعزل عن الهواء حتى لا يتأكسد وتتغير نظاميته (يفضل استعمال هذا المحلول من 3– 5 أيام فقط) .

*** محلول ثنائي فينيل أمين $C_{12}H_{11}N$**

يوزن 0.5 غ من الملح في كأس زجاجية ويضاف إليها 100 مل من حمض الكبريت المركز، ثم بحذر شديد يضاف على جانب الكأس 20 مل من الماء المقطر لرفع الحرارة التي تساعد على الإذابة، المحلول مشعر ثابت يمكن استعماله لعدة شهور.

*** محلول فينيل انترانيل $C_{13}H_{11}O_2N$**

(يمكن استعماله عوضاً عن السابق)

يوزن 200 ملغ من Na_2CO_3 في دورق سعته 100 مل، ويكمل بالماء المقطر حتى 10 مل ويرج جيداً لإذابة الملح. ثم يؤخذ 0.2 غ من ملح $C_{13}H_{11}O_2N$ في زجاجة ساعة (بنسبة المسحوق صعب الانحلال بالماء) وينقط عليه من المحلول السابق نقطة فنقطة ويخلط جيداً بقضيب زجاجي نظيف فيصبح كاللبن الرائب، ثم ينقل إلى دورق زجاجي سعته 100مل بوساطة المحلول المحضر سابقاً، ويرج جيداً فيصبح جاهزاً.

*** محلول الفيروئين $(C_{12}H_8N_2)_3FeSO_4$**

يوضع 0.8 غ اورثوفينانترولين في دورق عياري سعته 50 مل، يضاف إليها 20 مل من الماء المقطر ويحرك جيداً ثم يضاف 0.35 غ من $FeSO4\ .7H_2O$، يحرك ويكمل الحجم بالماء المقطر ويخلط المزيج جيداً. يتمتع المشعر بصلاحية لمدة سنة واحدة .

*** محلول حمض اورثورفسفور**

H_3PO_4 (85 %) وزنه النوعي (1.7).

يضاف إليه قليل من فسفات الصوديوم وفلور الأمونيوم ليصبح تغير اللون شديد الوضوح .

يمكن تحديد نظامية محلول ملح مور كما يلي:

يوضع 1 مليلتر من حمض الكبريت المركز في دورق مخروطي ثم يضاف إليه 10 مل من محلول ملح مور و50 مل من الماء المقطر ثم يعاير بمحلول برمنغنات البوتاسيوم $KMnNO_4$ (0.1) نظامياً حتى يظهر اللون الوردي الخفيف ويثبت لمدة لا تقل عن دقيقة واحدة، تجري المعايرة في ثلاث مكررات ويؤخذ المتوسط.

تحسب نظامية محلول ملح مور N1 من المعادلة التالية:

$$\frac{V2 \times N2}{V1} = N1$$

حيث أن:

N2 نظامية محلول برمنغنات البوتاسيوم وهي 0.1 غ

V2 حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم، مل

V1 حجم محلول ملح مور ويساوي هنا 10 مل

تحسب نظامية ملح مور لأنه تم تحضير الملح على أساس نظامية 0.2 ، ولذلك يجب التأكد من ذلك الرقم.

مثال عددي

تمت المعايرة بالبرمنغنات وكانت النتائج هي الأرقام التالية : 20.3 و 20.1 وبالتالي فالمتوسط هو 20.2 مل من $KMnNO_4$.

$$0.2020 = 10 \setminus 0.1 \times 20.2 = N1$$

أي أن الرقم مطابق.

الفصـــــــل الثالـــــــــث

البيـــــــئة المائيـــــــة

Aqutic Environment

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تقدر كميات المياه المتوفرة على كوكب الارض بنحو 1.4 مليار كيلومتر مكعب، 97.2% منها موجود في البحار والمحيطات و 2% جليد دائم في القطبين والمرتفعات الجبلية، ولذلك فالمياه العذبة المتاحة للاستعمال لا تشكل سوى 0.8% من المجموع.

يشكل الماء على سطح الأرض غلافاً يدعى الغلاف المائي Hydrosphere الذي يتكون من المسطحات الكبيرة كالمحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والجليد، وكذلك من المياه الجوفية المخزونة في صخور القشرة الأرضية، وفي الغلاف الجوي حيث يتوفر الماء بأشكال عديدة منها الرطوبة الجوية والسحب والضباب، إضافة إلى المياه المترسبة في هيئة قطرات سائلة كالأمطار أو صلبة كالثلج والبرد، وتتحول المياه من شكل إلى آخر في دورة تدعى الدورة المائية Hydrological cycle بتأثير العوامل الجوية المختلفة (الشكل 18)، وتتكون مما يلي:

- تتعرض المياه إلى التبخر Evaporation من المسطحات المائية ومن التربة والأحياء النباتية والحيوانات وتصعد إلى الجو، مما يسمح بانتقالها من مكان إلى آخر تحت تأثير الكتل الهوائية المتحركة.

- يتكاثف بخار الماء في الجو مما يسبب الهطول Precipitation في الظروف المناسبة على سطح الأرض والذي يأخذ أشكالاً مختلفة هي الأمطار والثلوج والبرد والندى.

- جزء من الهطول لا يصل إلى سطح الأرض بسبب اعتراض الغطاء النباتي، وجزء آخر يعود ثانية إلى الجو عن طريق البخر التعرقي Evapo – Transpiration من النباتات.

- تحدث عملية تسرب Infiltration لجزء ثالث عبر الطبقات السطحية من التربة التي إن وصلت إلى درجة التشبع تأخذ المياه بالارتشاح Percolation إلى الأعماق والمياه الجوفية .

- وإذا كانت كميات الهطول أكبر من مجموع كميات البخر والنتح والتسرب تبدأ المياه بالتجمع في الأماكن المنخفضة لتكوين برك.

- وعند امتلاء البرك بالمياه تفيض المياه وتبدأ بالجريان على سطح الأرض مكونة سيولاً تتجه إلى المجاري والمنخفضات القريبة، وتمثل هذه المياه المورد الرئيس للتصريف في المجاري السطحية.

- وهذا الشكل المبسط للدورة المائية يكون أكثر تعقيداً في الطبيعة بسبب التحول والتبادل المستمر بين الأطوار المختلفة لوجود المياه .

أهمية الماء

يكوّن الماء نسبة كبيرة من كتلة الكائنات الحية (60- 80%)، ولذلك يرتبط وجود الأحياء بصورة عامة ووفرتها في أية منطقة بيئية بتوافر الماء إضافة إلى ما يحتويه من المواد العضوية واللاعضوية ونسبها ونوعيتها، ويتميز الماء بكونه السائل المذيب لأغلب المواد؛ وبالتالي فإن المواد الغذائية المذابة فيه فقط يمكنها الوصول إلى الخلايا الحية والانتقال عبر النسج.

يتمتع الماء بدور هام في تنظيم درجة الحرارة في النبات إذ يمتص الحرارة المنتجة أثناء العمليات الحيوية الكيميائية، ويستهلك كمية كبيرة من الحرارة ليتحول الماء السائل إلى بخار في عملية النتح.

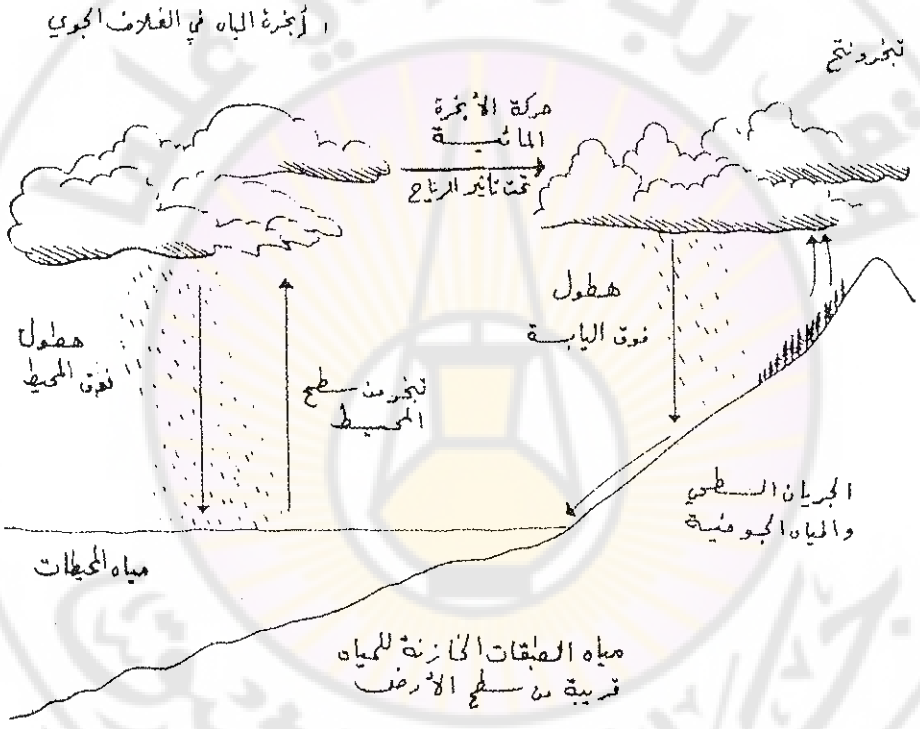
ويساهم الماء بدور أساسي في تكاثر النباتات وانتشارها فهو قادر على نقل الأعضاء التكاثرية أو أجزاء منها إلى مواقع بعيدة جداً عن أماكن تكوّنها، ففي المناطق الصحراوية تنقل السيول البذور النباتية من مكان إلى آخر، كما تنقل التيارات البحرية الكثير من الفطريات المائية والطحالب إلى أماكن بعيدة، وكذلك يمكن أن تنقل الأنهار الأجزاء النباتية كما في حالة الايلوديا Elodea وأحياناً تنقل النبات كلياً كما في حالة عدس الماء Lemna . ويعد الهطول والرطوبة أكثر أشكال الماء تأثيراً في نمو النباتات وانتشارها.

* الهطول Precipitation

تعد كمية المياه الساقطة على أي بقعة، بغض النظر عن هيئتها الفيزيائية، هطولاً، ويتوقف نوع الهطول على العوامل الجوية المختلفة كالرياح والضغط الجوي ودرجة الحرارة، والأمطار هي أكثر أنواع الهطول غزارة وشيوعاً في المناطق المعتدلة والاستوائية (مثل حوض الأمازون، غربي أفريقيا الاستوائية، هاواي) إذ تتراوح كمية الأمطار السنوية فيها بين 2000-4000 مم وتصل في هاواي إلى 14000 مم، والصحارى هي أقل المناطق أمطاراً (مثل الصحراء العربية، الصحراء الكبرى، صحراء تشيلي، صحراء آسيا الوسطى) حيث لا تزيد كمية الأمطار السنوية غالباً فيها عن 25- 200 مم (الشكل 19).

يتراوح معدل الهطول السنوي في الوطن العربي بين 1000 مم على قمم الجبال الساحلية في سورية والجبال اللبنانية وفي بعض المناطق اليمنية وأقصى الجنوب السوداني، ويتناقص في المناطق الأكثر بعداً عن البحر وبحسب التضاريس حتى يقل عن 25 مم في المناطق الصحراوية الحقيقية. وبما أن الحيوانات تعتمد اعتماداً كلياً على الغطاء النباتي

للحصول على الطعام والملجأ ولما كان الغطاء النباتي يعتمد اعتماداً كلياً على كمية الهطول وتوزيعها في المناطق الجغرافية حيث تكون كمية هطول الأمطار كبيرة في المناطق الاستوائية وتنخفض في المناطق القطبية، فإن جميع مكونات الحياة البيئية تعتمد كلياً على الهطول إما مباشرة أو بصورة غير مباشرة، وفي حال نقصان الماء أو عدم توفره في التربة يحدث الجفاف drought وذلك يسبب موت الغطاء النباتي نتيجة عدم توافر الماء في التربة أو تناقصها.



الشكل 18. مخطط عام لدورة المياه في الطبيعة [Ricklefs, 1976].

* الرطوبة Humidity

تدل الرطوبة على وجود بخار الماء في الهواء بشكل غير مرئي ويعبر عنها بالرطوبة النسبية relative humidity، وهي الكمية النسبية من بخار الماء الموجود في حجم معين من الهواء (متر مكعب عادة)، وتقدر بالغرام، ولذلك تعرف الرطوبة باسم الرطوبة المطلقة absolute humidity، ولكن تختلف قدرة الهواء على حمل بخار الماء باختلاف درجة حرارته، ومتى عجز الهواء عن تقبل أي زيادة في الرطوبة يكون قد بلغ نقطة التشبع، وتكون

الشكل 19.

توزع الأمطار في العالم

[عن بحيري، 1978].

رطوبته النسبية 100 %، وبالتالي فالرطوبة النسبية هي كمية بخار الماء الموجودة فعلاً في الهواء منسوبة إلى أقصى كمية بخار يمكن أن يحملها هذا الهواء عند ثبات درجة الحرارة.

تؤدي الحرارة الناتجة عن الإشعاع الشمسي إلى تبخر ملايين الأطنان من بخار الماء إلى الجو يومياً من المسطحات المائية والأراضي الرطبة، وكذلك من سطوح الأوراق النباتية عن طريق عملية النتح Transpiration، ولقد أوضحت القياسات أن التبخر من سطوح المياه الحرة على طول الساحلين الجنوبي والشرقي للبحر المتوسط يتراوح بين 750- 1000 مم في السنة، ويزداد هذا المعدل في الداخل باتجاه الشرق ليبلغ 2000 مم في السنة.

وتؤثر الرطوبة في النباتات عن طريق تأثيرها في معدل حدوث عملية النتح إذ تقل عند ازدياد رطوبة الهواء، كما تؤثر في توزيع هذه الأحياء وفق البيئات المختلفة فالسرخسيات Filices توجد في مناطق رطبة جداً والنباتات العصارية توجد في الصحراء، وتؤثر أيضاً في زيادة نمو بعض النباتات التي تتميز بقدرتها على امتصاص الرطوبة كما في الفطريات Fungi والأشن Lichens والحزازيات Musci.

البيئة المائية Aquatic Environment

تتراوح نسبة الماء في النبات بين 50ـ 90 % من الوزن الرطب، وهو يشكل الجزء الأكبر من المادة الحية Protoplasm التي تتغير خواصها الفيزيائية والكيميائية والوظيفية عند فقدان الماء وربما يتوقف نشاطها. ويقوم الماء بدور مهم وأساسي في العمليات الحيوية الكيميائية التي يقوم بها النبات كالتركيب الضوئي والتنفس.

إضافة إلى أن نمو النباتات وإنتاجها يعتمد بالدرجة الأولى على كمية الهطول وتوزيعها السنوي وشكلها (مطر، ثلج، برد وغيرها) وكمية بخار الماء في الجو، إذ يؤدي نقصان كمية الماء في النباتات الراقية إلى تباطؤ عملياتها الحيوية وذبولها ثم موتها، ويستثنى من ذلك بعض النباتات كالحزازيات Musci والأشن Lichens التي تبقى حية بعد أن تفقد كمية كبيرة من الماء، إضافة إلى أبواغ النباتات الراقية التي تنخفض نسبة الماء فيها حتى 8-10% والبذور حتى 10ـ 12 % .

ويتعلق امتصاص الماء من قبل النباتات بالخواص الفيزيائية للتربة ومدى تطور الجملة الجذرية، ويجب أن تكون الكمية الممتصة من قبل الجملة الجذرية أكبر من كمية الماء المتبخرة عن طريق التعرق من أجل النمو النباتي، ولكن في أوقات الجفاف يكون التوازن بين الكمية الممتصة والمتبخرة بالتعرق سلبياً حيث يفقد النبات الماء بكمية تفوق الوارد الممتص .

تكون نظم البيئات المائية شديدة التباين بالمقارنة مع نظم البيئات الأرضية، إذ توجد مياه هادئة أو راكدة أو جارية، دائمة أو مؤقتة، مالحة أو عذبة؛ كالمحيطات والبحار والبحيرات والمستنقعات والسبخات وبحيرات السدود والأنهار والأوساط المائية الأخرى.

وتعود أهمية هذه البيئات إلى المساحة الكبيرة التي تشغلها (نحو 70 %) من المساحة الكلية لسطح الأرض، وكذلك الأعماق السحيقة التي تبلغها أحياناً، مما يعطيها دوراً أساسياً في توزيع واختلاف المناخات العامة والمحلية بصفة خاصة، وكذلك الدورة الحيوية للماء وبعض العناصر الضرورية للأحياء.

تتميز البيئة المائية بعدد من الشروط التي تفرضها طبيعة الماء كوسط بيئي متميز، وتنعكس هذه الشروط على الحياة المائية فتجعل الأحياء متميزة ومختلفة عن أحياء البيئات الأرضية، إلى جانب ذلك توجد أحياء برمائية، وبذلك فالماء عامل يحدد التوزيع الجغرافي للأحياء وانتشارها .

الأنماط الحياتية للنباتات المائية Hydrophytes

تنتشر النباتات المائية في مختلف البيئات المائية كالمياه العذبة (البحيرات والأنهار والجداول والبرك والمستنقعات) والمياه المالحة (البحيرات المالحة والبحار والمحيطات)، وتوجد مغمورة كلياً أو جزئياً أو تصادف في الأماكن شديدة الرطوبة، وعلى الرغم من اختلاف الانتماء التصنيفي والحيوي لمجموعات النباتات المائية فإنها تتميز بجملة من الصفات المشتركة التي تعكس تكيفها مع خواص بيئاتها، ويمكن تقسيمها إلى الأنماط التالية:

1) النباتات البرمائية (الشاطئية) Amphibiphytes

تعيش هذه النباتات على ضفاف الأنهار وفي المناطق الضحلة والمستنقعات، وهي شبه مائية Semi– hydrophytes ، وينتمي إليها مجموعة غابات المانغروف Mangrove في المناطق المعتدلة والنباتات الشاطئية المغمورة كلياً أو جزئياً والتي ينحسر عنها الماء وتتكشف بصورة دورية، كالطحالب التي تنتشر في منطقة المد والجزر.

تكون الأجزاء السفلية من النباتات البرمائية غاطسة في المياه أو هي تعيش في التربة شديدة الرطوبة، في حين تكون الأجزاء العلوية (السوق والأوراق) في الهواء، وتعد هذه النباتات أقل النباتات المائية تخصصاً (الشكل 20)، مثل:

الحور Populus والصفصاف Salix والتيفا Typha والسعد Cyperus و Scirpus والحماض Rumex والقصب الشائع Phragmites communis .

2) النباتات المائية المتثبتة المغمورة جزئياً

يكون الجزء الأكبر من هذه النباتات مغموراً بالماء وتثبتها الجذور بالقاع، في حين يبقى جزء منها طافياً على سطح الماء أو فوقه كالأوراق والأزهار، وتتباين أشكال أوراقها الطافية والمغمورة والبنية التشريحية للورقة، إذ تتميز بتطاول معلاق الأوراق وغزارة الفراغات الهوائية، وقلة النسج الدعامية، كما توجد المسام على الوجه العلوي للأوراق الطافية التي يوجد النسيج الحباكي في الجزء العلوي من مقطعها (الشكل 21)، مثل :

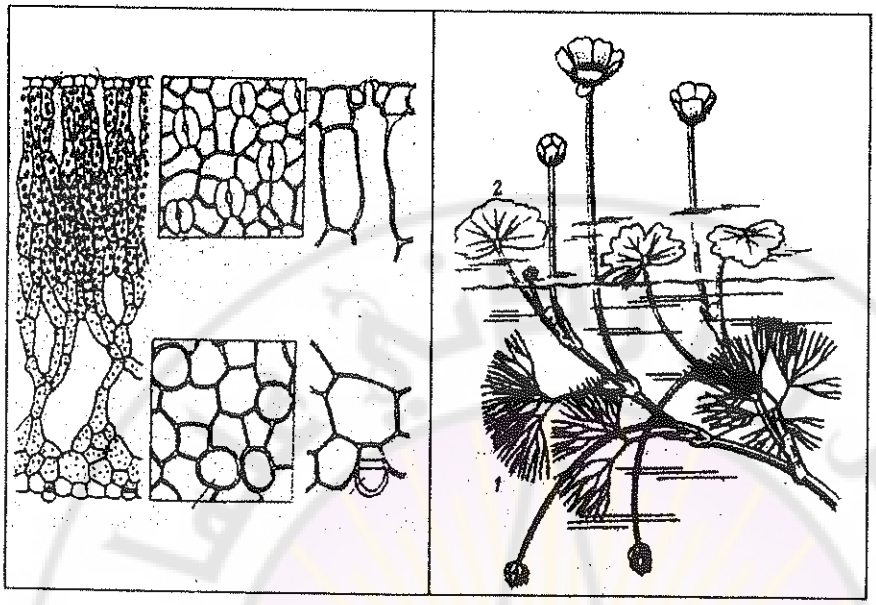
Nuphar luteum, Nymphaea alba, Potamogeton nodosus, Ranunculus aquatilis, Hydrocharis morsus-ranae, Alisma plantago-aquatica, Polygonum amphibium.

3) النباتات المائية غير المتثبتة الطافية **Floating Hydrophytes**

تطفو هذه النباتات على سطح الماء، وهي غير مثبته بالقاع وتتميز بوجود ساق نامية أو ضامرة، تطفو بمساعدة أوراقها المتميزة التي تحتوي برانشيماً فراغياً (ذات بنية إسفنجية) أو معاليق متضخمة تقوم بدور العوامات (الشكل 22)، مثل:

عدس الماء Lemna ونبات Jussie ذو الجذور الدرنية الإسفنجية، ونبات طبق فيكتوريا Vectoria regia .

الشكل 20. نباتات برمائية – التيفا Typha والقصب الشائع Phragmites communis .



الشكل 21.

نباتات مغمورة جزئياً- الحوذان المائي **Ranunculus aquatilis**

مقطع عرضي في ورقة النيلوفر **Nuphar luteum**

4) النباتات المائية الغاطسة (الشكل 23)

توجد هذه النباتات مغمورة كلياً في الماء، وتتميز بتحورات في أوراقها وأزهارها ونسجها الفارعية، ويوجد لدى بعضها ساق متطاولة تحمل جذوراً في مستوى العقد، مثل Elodea، وقد توجد النباتات الغاطسة متثبتة مثل: Elodea, Ceratophyllum, Potamogeton lucens, Myriophyllum ومن النباتات المشرية Thallophytes المتثبتة ذات البنية البسيطة طحالب خس البحر Ulva والكارا Chara وغيرها، أو توجد النباتات الغاطسة حرة في المياه كالعوالق النباتية Phytoplankton التي تنتقل بسهولة مع حركة التيارات المائية.

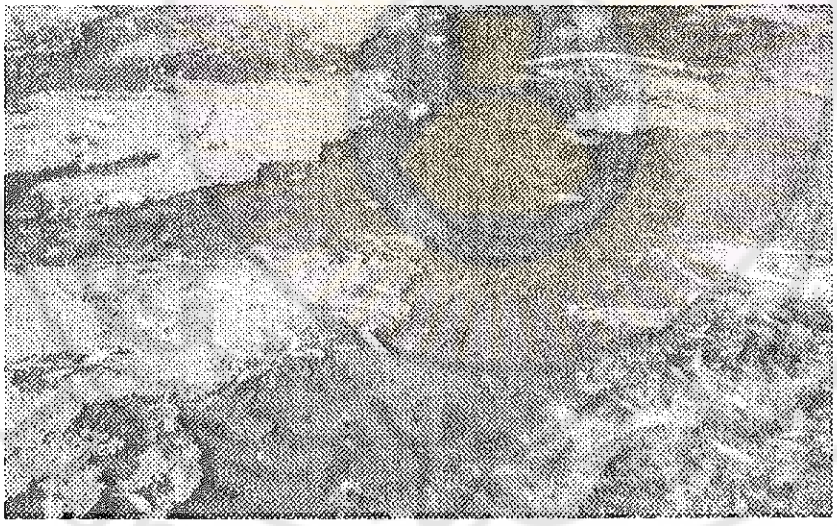
تكون البشرة في هذه النباتات مجردة من القشيرة Cuticle ، لذلك فهي تمتص الماء والمواد الغذائية المذابة مباشرة عبر سطوح جميع أجزائها، ومما يزيد سطحها تفصص الأوراق إذ تكون مجزأة جداً، أو تتخذ شكل أشرطة طويلة ورقيقة، وتتألف بنيتها التشريحية من طبقة إلى ثلاث طبقات خلوية، وهي عديمة المسام تماماً. أما في حالة الطحالب Algue فتمتص المياه والمواد الغذائية مباشرة عبر جدران الخلايا.

أما بالنسبة للسوق فتكون طويلة رقيقة وذات بنية تشريحية بسيطة تعكس ظروف الوسط المائي، إذ تحتل القشرة فيها مساحة كبيرة من المقطع العرضي بالمقارنة مع نسبة الأسطوانة المركزية الوعائية بعكس البنية التشريحية المميزة لمقطع الساق في النباتات الوسطية، كما تحتوي الساق الصانعات الخضراء بغزارة؛ مما يؤكد دورها في عملية التركيب الضوئي.

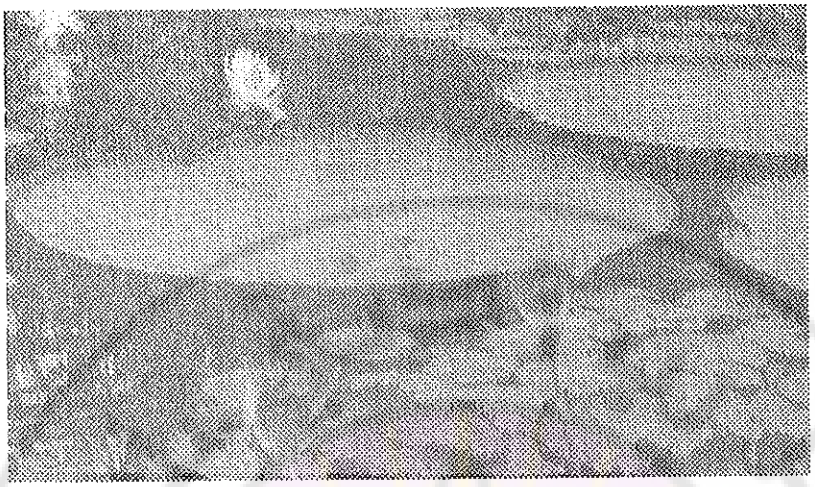
وتمتاز البنية التشريحية لهذه النباتات بوجود فراغات هوائية في الأجزاء النباتية، فهي تحتفظ بكمية من الأكسجين الناتج عن عملية التركيب الضوئي لاستعماله في التنفس وكذلك غاز ثنائي أكسيد الكربون الناتج عن التنفس لاستعماله في التركيب الضوئي، إضافة إلى ذلك فإن هذه الفراغات الهوائية تساعد على تخفيف وزن النبات.

5) النباتات الرطوبية Hygrophytes

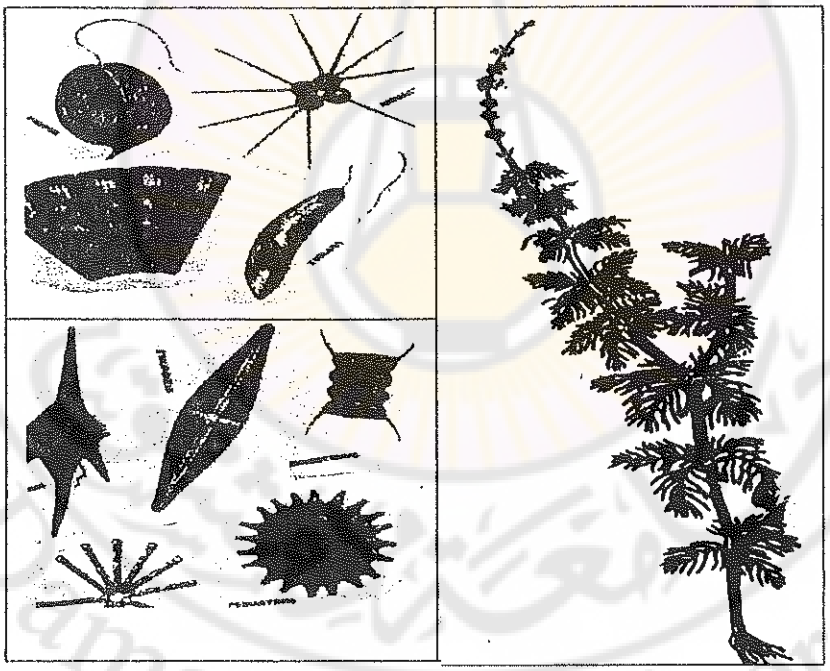
وهي النباتات الفوقية Epiphytes التي تعتمد على الرطوبة الجوية ولا تتصل بالتربة فتعيش فوق الصخور وسوق الأشجار، كما أن لكثير من الأنواع المزروعة والبرية القدرة على الاستفادة من الندى ورطوبة الهواء الجوي حتى في غياب الهطول.



الشكل 22.
نباتات طافية
أ. عدس الماء Lemna



الشكل 22. نباتات طافية – ب. طبق فكتوريا



الشكل 23. نباتات غاطسة : أ. متثبتة مثل Myriophyllum،
ب. هائمة في الكتلة المائية مثل العوالق النباتية Phytoplankton

تكيفات النبات مع الحياة المائية

تعد الحياة المائية النمط الطبيعي لكثير من النباتات الدنيا وبصورة خاصة الطحالب Algae مثل المشطورات الريشية Pennales والمركزية Centrales والأشكال الخيطية والصفيحية التي توجد على شكل مستعمرات. وتكون النباتات الراقية غاطسة أو شبه غاطسة أو عائمة أو هوائية، ويتجلى تكيف هذه النباتات مع الماء في أرقى صوره عند النباتات المغمورة كلياً وذلك بجملة من الصفات والخواص التي تتمتع بها جميع النباتات المائية على الرغم من اختلاف أنواعها وانتمائها التصنيفي.

ومن الجدير بالذكر أن النباتات المائية تتمتع بقدرة على امتصاص الماء والمواد المذابة عبر جميع سطوحها الملامسة للماء مما يؤثر في تناميها وتطورها، ولذلك فهي ذات كتلة خضرية أكبر بكثير من كتلة جملتها الجذرية وبخاصة المغمورة منها .

أولاً. تحورات الأوراق Polymorphism

تتميز النباتات المائية بظاهرة التعدد الشكلي للأوراق فيها، والتي توجد ليس في الأنواع المختلفة وحسب بل عند النوع الواحد نفسه وعلى الفرد ذاته، وبصورة خاصة إذا كانت تتوافر لديه أوراق مغمورة وأخرى هوائية، ويعكس هذا التعدد الشكلي للأوراق بجلاء علاقة الأوراق تجاه البيئة المائية، ولذلك يمكن تمييز الأشكال التالية:

الأوراق الغاطسة Submerged

تكون هذه الأوراق مغمورة كلياً بالماء، وذات شكل شريطي أو خيطي أو مشرشر أو على شكل عصيبات (الشكل 24)، لينة وقليلة الثخانة كما في حالة نبات الايلوديا Elodea إذ تتميز أوراقه ببنية إسفنجية وتتكوّن من طبقتين خلويتين، مما يجعل الورقة ذات قدرة على التموج والانثناء والتكيف مع حركات المياه دون أن يؤدي ذلك إلى تمزق نسجها، وبصفة عامة، يكون سطح الأوراق الغاطسة أكبر مما في هو عليه عند الأوراق الهوائية، وتصادف هذه الأوراق عند بعض أنواع الأجناس التالية:

Myriophyllum, Ranunculus, Urticularia, Ceratophyllum, Zostera, Chara

الأوراق الطافية Floating

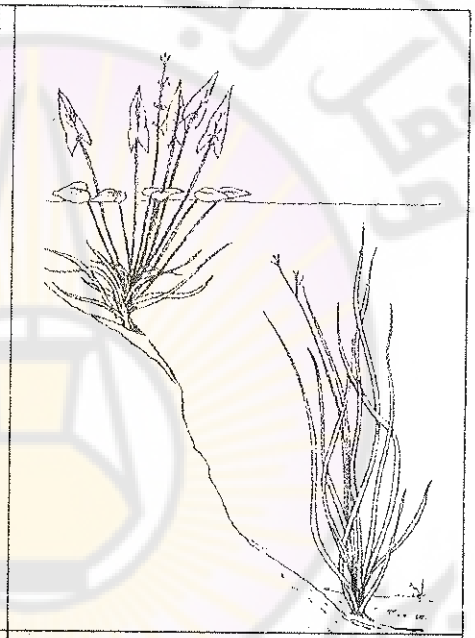
تكون هذه الأوراق طافية ينطبق وجهها السفلي على سطح الماء، في حين يكون الوجه العلوي معرضاً مباشرة للهواء، وتتميز بسطحها الواسع، وبكونها قرصية الشكل أو مستديرة أو قلبية (الشكل 25)، ذات لون أخضر داكن، وهي أقل ليونة من الأوراق المغمورة، معاليقها

طويلة وقد تستطيل أحيانا من أسفل الوسط المائي الضحل إلى السطح. تغطي مساحات واضحة من سطح المياه، وتصادف عند بعض الأنواع من الأجناس التالية:

Nuphar , Nymphaea , Ranunculus , Potamogeton , Lemna

ويكون القرص الورقي في الأوراق شبه الطافية مؤلفاً من جزأين، الجزء العلوي من الورقة عائم على وجه الماء، بينما يتميز الجزء الثاني بشكل مشرشر أو خيطي كالورقة المغمورة كلياً بالماء، ومن الأمثلة على النباتات التي تتميز بوجود هذه الأوراق Ranunculus aquatilis

الشكل 25. الأوراق الطافية- نبات
Nymphaea candida



الشكل 24. الأوراق الغاطسة- نبات سهم الماء
Sagittaria

الأوراق الهوائية

تتميز هذه الأوراق بوجود معاليق طويلة تحملها فوق الماء، أو تتشكل من البراعم الورقية الموجودة على الجزء العلوي للساق الهوائية، وتختلف أشكالها وفقاً للنوع النباتي؛ إذ تكون سهمية كما في حالة بعض أنواع Sagittaria أو مستديرة أو شريطية طويلة كما في حالة أوراق Typha والقصب Phragmites أو غير ذلك (الشكل 20)، توجد هذه الأشكال الورقية عند فرد واحد من نوع نباتي معين مثل بعض أنواع Sagittaria وفي بعض أنواع Ranunculus , Botumus (الشكل 26) .

الشكل 26 . الأوراق الشريطية الهوائية عند نبات البوتوموس Butomus في بحيرة زرزر.

ثانياً. تحورات الساق

توجد السوق عند النباتات المائية بأشكال مختلفة، فتكون لينة أو قاسية، مخضرة أو بيضاء، طويلة أو قصيرة، رفيعة أو ثخينة، قرصية كبيرة أو صغيرة:

الساق المغمورة

تكون هذه الساق مغمورة كلياً بالماء، طويلة نسبياً ورفيعة ولينة، ويميل لونها إلى الأخضر، كما في حالة الأنواع التالية:

Elodea , Potamogeton , Myriophyllum

الساق الزاحفة

تكون هذه الساق المثبتة بالقاع أو التربة مغمورة كلياً بالماء، وهي شبيهة بالساق المغمورة، غير أنها ذات لون أبيض بسبب غياب الصانعات الخضراء، وتكون غنية بالمدخرات النشوية، وتوجد عليها من الأعلى والجانب براعم ورقية وزهرية، ومن الأسفل توجد الجذور التي تثبت الساق في القاع أو التربة، ويصادف هذا النمط عند أنواع مثل:

Nuphar , Nymphaea , Typha , Phragmites

الساق العائمة

تكون هذه الساق عائمة على سطح الماء، شكلها قرصي شبيه بالورقة، تنمو الجذور من أسفلها على شكل خيط أو مجموعة خيوط رفيعة بيضاء متفاوتة الطول والكثافة، كما في حالة عدس الماء الصغير Lemna minor ، وقد تتسع الساق القرصية العائمة إلى درجة تسمح لفرد بالجلوس فوقها، كما في حالة طبق فكتوريا Victoria rigia (الشكل 22)، وقد تأخذ شكل منطاد كما في حالة Urticularia flata .

الساق الهوائية

تخرج الساق الهوائية من الماء إلى الجو، وتصبح أكثر قساوة وثخانة من الأشكال السابقة للسوق، وتحمل الأوراق والأزهار، كما في حالة:

Scirpus littoralis , Phragmites communis , Avicennia marina

ثالثاً. تحورات الجذور

تتمثل وظائف الجملة الجذرية عادة بالتثبيت والامتصاص وأحياناً الادخار، في حين توجد بعض النباتات المائية التي تسبح بحرية في الماء، وهي غير مثبتة إلى القاع أو إلى أي ركيزة أخرى؛ وعندئذ تكون الجملة الجذرية مختزلة، وقصيرة وقليلة التفرع وقليلة الأوبار الماصة، وتغيب فيها القلنسوة، ولذلك يمكن تمييز الأشكال التالية للجمل الجذرية:

الجذور الضعيفة

تكون هذه الجذور مختزلة من حيث الطول والتفرع، وقليلة إلى عديمة الأوبار الماصة، وتغيب فيها القلنسوة ، وهي ضامرة تصادف عند معظم النباتات المائية المغمورة كلياً بالماء؛ وبخاصة الأنواع القصيرة جداً، مثل:

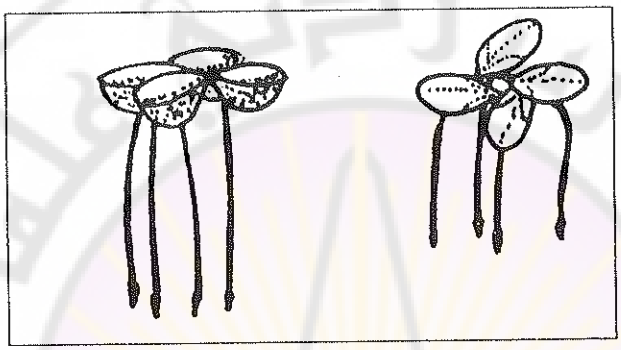
Elodea , Myriophyllum , Chara , Lemna .

الجذور المتطورة

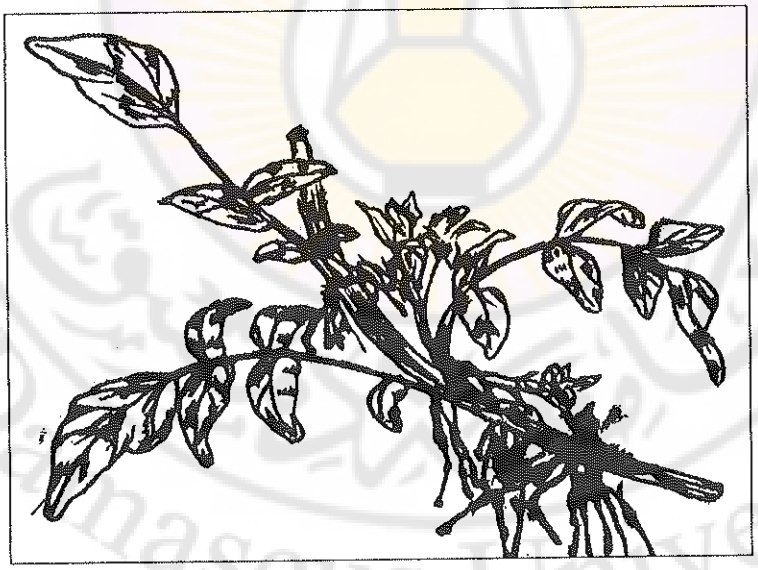
تكون هذه الجذور بعكس الجذور الضعيفة متطورة نسبياً، وهي تصادف عند النباتات المائية المنبثقة من الماء، مثل: Typha , Phragmites , Nuphar , Nymphaea .

تأخذ الجملة الجذرية عند بعض النباتات المائية الطافية شكل درنات إسفنجية البنية منتفخة ومتوضعة في أسفل العضو الطافي، كما يمكن أن تأخذ شكلاً خيطياً رفيعاً وقصيراً كما في حالة جذور عدس الماء Lemna (الشكل 27) أو أشد ثخانة وطولاً وكثافة كما في حالة طبق فيكتوريا Victoria rigia.

ويمكن أن تملك بعض النباتات جذورا تنفسية لتأمين الاتصال مع الهواء مباشرة من خلال العديسات كما في حالة Avicennia marina ، وتبدي بعض النباتات المائية جملة جذرية متطورة جداً وبخاصة من حيث التفرع والطول، كما في حالات النباتات التي تنمو في مجاري المياه؛ إذ تقوم الجذور عندئذ بتثبيت النبات ومقاومة حركة التيارات المائية، كما في حالات الجرجير Nastaurtium والنعنع Mentha وغيرها (الشكل 28).



الشكل 27. الجملة الجذرية الضعيفة- عند نبات عدس الماء.



الشكل 28. الجذور المتطورة القوية عند نبات الجرجير Nasturtium
التي تقاوم حركة التيارات المائية

التدريب الأول

التحورات الشكلية في النباتات المائية

المواد اللازمة

لديك مجموعة من النباتات المائية مختلفة الأنماط والأشكال، وهي نماذج حية أو مجففة لنباتات مائية غاطسة وطافية وبرمائية، صغيرة وكبيرة، كالأجناس التالية:

Myriophyllum
Nuphar, Numphaea
Lemna
Potamogeton
Nasturtium
Phragmites
Typha

التطبيق العملي

ادرس النماذج المتوافرة في المختبر من النباتات المائية بأي شكل كانت عليه، محفوظة في المحاليل أو مثبتة على الكرتون في نماذج معشبية مجففة أو ما يمكن الحصول عليه من النباتات الحية للأنواع المتوافرة في سورية، وفق ما يلي:

- تعرف الأشكال العامة للنباتات، وارسمها مع مراعاة الأبعاد والمظاهر الشكلية العامة المختلفة وقارن بين النماذج جميعها.
- اذكر الفصائل التي تنتمي إليها هذه النباتات المائية، وحدد الأجناس التي يمكن أن تنتمي إلى فصيلة واحدة، وقارن بينها.
- قارن بين أشكال الأوراق النباتية ومدى ليونتها، وحدد مساحتها وثخانتها.
- قارن بين أشكال السوق النباتية ومدى ليونتها.
- سجل ملاحظاتك وارسم النماذج العامة للنباتات المدروسة، ورتب النتائج للمقارنة.

التدريب الثاني

البنية التشريحية لأوراق النباتات المائية

المواد اللازمة

لديك مجموعة من النباتات المائية مختلفة الأنماط والأشكال، وهي نماذج حية أو مجففة لنباتات مائية غاطسة وطافية وبرمائية، صغيرة وكبيرة، كالأجناس التالية:

Myriophyllum

Nuphar, Numphaea

Potamogeton

Nasturtium

Phragmites

Typha

التطبيق العملي

ادرس البنية التشريحية للنماذج المتوافرة في المختبر من النباتات المائية، وفق ما يلي:

- ارسم مقطعاً عرضياً تفصيلياً للبنية التشريحية في ورقة غاطسة من الأنواع النباتية المتوافرة، إلى جانب الشكل العام للورقة.
- ارسم مقطعاً عرضياً تفصيلياً للبنية التشريحية في ورقة طافية من الأنواع النباتية المتوافرة، إلى جانب الشكل العام للورقة.
- أوضح الاختلاف بين النباتات المائية المدروسة وسجل ملاحظاتك موضحاً جميع ما درست، ورتبه للمقارنة.
- أوضح أوجه الاختلاف بين أوراق النباتات المائية الغاطسة والطافية والبرمائية .

التدريب الثالث

البنية التشريحية لسوق النباتات المائية وجذورها

المواد اللازمة

لديك مجموعة من النباتات المائية مختلفة الأنماط والأشكال، وهي نماذج حية أو مجففة لنباتات مائية غاطسة وطافية وبرمائية، صغيرة وكبيرة، كالأجناس التالية:

Myriophyllum
Nuphar, Numphaea
Lemna
Potamogeton
Nasturtium
Phragmites
Typha

التطبيق العملي

ادرس البنية التشريحية للنماذج المتوافرة في المختبر من النباتات المائية، وفق ما يلي:

- ارسم مقطعاً عرضياً تفصيلياً للبنية التشريحية في سوق الأنواع النباتية المائية المتوافرة، وقارن بين أشكال السوق المدروسة والبنية التشريحية الموافقة.
- تعرف جذور النباتات المائية المتوافرة، من حيث درجة تطورها، وارسم أشكالاً إجمالية وقارن بين الأنماط المختلفة.
- أوضح الاختلاف بين النباتات المائية المدروسة وسجل ملاحظاتك موضحاً جميع ما درست، ورتبه للمقارنة.
- أوضح أوجه الاختلاف بين سوق النباتات المائية وجذورها الغاطسة والطافية والبرمائية .

Damascus University

الفصـــــل الرابـــــع
البيـــــئة الجافـــــة
Arid Environment

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تبلغ المساحة الكلية لأراضي الوطن العربي نحو 14.3 مليون كم^2، وهي تمتد من المحيط الأطلسي إلى الخليج العربي، وتتكوّن في غالبيتها من مناطق صحراوية وأراض جافة (64%)، ولا تكوّن البيئات الملائمة نسبياً للإنتاج الزراعي سوى 11% من هذه المساحة، في حين أن 89% من أراضي الوطن العربي هي مناطق جافة Arid وشبه جافة Semi arid، منها 69% يقل فيها معدل الهطول المطري السنوي عن 100 مم تمثل الصحارى الجافة وشديدة الجفاف Extremely arid، و20% منها يتراوح معدل الأمطار السنوية فيها بين 200- 400 مم تمثل معظم المناطق الحدية والهامشية، وهذه بيئات هشة تقع مكوناتها الأساسية، المتمثلة بالتربة والمناخ والغطاء النباتي والحيوان، في توازن حركي غير مستقر سريع التأثر بالعوامل المحيطة بها.

تبلغ مساحة الجمهورية العربية السورية 185000 كم^2 وتخضع لمناخ البحر الأبيض المتوسط، وباستثناء المناطق الساحلية تعد ذات مناخ جاف وشبه جاف، وتتمثل المناطق الجافة وشبه الجافة بالبادية السورية التي تشغل ثلثي مساحة سورية (نحو 78000 كم^2) وتقل أمطارها عن 200 مم/ سنة، وتنبت فيها الأعشاب والشجيرات في صورة طبيعية.

الجفاف Aridity صفة مناخية لمناطق من العالم تكون فيها موارد الماء من الهطول أقل من كمية الماء التي يمكن أن تذهب بها قوى البخر Evaporation (تحول الماء إلى بخار بفعل العوامل الجوية) والتعرق Transpiration (خروج بخار الماء من أوراق النبات وسوقه)، وكلاهما يعتمد على حرارة الجو ودرجة رطوبة الهواء، ومهما بلغت قوى البخر فإنها لا تأخذ من الأرض الجافة شيئاً، ومهما بلغت قوى النتح فإنها لا تأخذ شيئاً في غياب النبات الأخضر.

تكون السنة (أو الشهر) جافة إذا قلت المياه الهاطلة عن كمية المياه التي يمكن أن يذهب بها البخر والتعرق في الوقت نفسه، ويكون الإقليم صحراء شديدة الجفاف إذا كانت جميع شهور السنة جافة، ويكون الإقليم جافاً إذا كان في السنة 1- 3 أشهر غير جافة. تعبر النسبة بين الهطول وقوى البخر والتعرق عن معدل الجفاف؛ الذي اعتمد عليه برنامج الأمم المتحدة للبيئة في تصنيف أقاليم العالم (الجدول 16).

تتميز النظم البيئية Ecosystems في المناطق الجافة بهشاشتها، فهي بسيطة التركيب حتى في طور الذروة، ومحدودة الاستقرار، وضعيفة القدرة على مواجهة تقلبات الظروف البيئية، وذلك لأن شح الموارد المائية يجعل النمو النباتي المعمر مبعثراً وغير قادر على

حماية التربة من التعرية والانجراف، ومحدود القدرة على التجديد تحت وطأة الرعي والتحطيب، إضافة إلى أن الأمطار الفصلية المتاحة في أوقات محدودة جداً من السنة تجعل نمو النباتات الحولية فصلياً، فسرعان ما تجف وتذروها الرياح. وهكذا، يتمثل الغطاء النباتي في البيئة الجافة في المناطق السهبية، والنمو النباتي الصحراوي في المناطق شديدة الجفاف، ولذلك تكون النظم البيئية الجافة أكثر من النظم البيئية الأخرى عرضة للتدهور.

الجدول 16.

التوزيع النسبي لدرجات الجفاف (الهطول/ قوى البخر والتعرق).

[القصاص، 1999]

النطاق المناخي	معدل الجفاف	% من أراضي العالم
شديد الجفاف	أقل من 0.05	7.5
جاف	0.20 -0.05	12.5
شبه جاف	0.50 -0.21	17.5
شبه رطب	0.65 -0.51	9.8
رطب	أكثر من 0.65	39.2
بارد	أكثر من 0.65	13.5

النباتات الجفافية Xerophytes

النباتات الجفافية هي النباتات التي تنتشر في البيئات ذات الموارد المائية المحدودة وتحت تأثير التبخر الشديد، وهي ذات قدرة على تحمل هذه الشروط البيئية القاسية من خلال تكيفات مورفولوجية وتشريحية وفيزيولوجية تمكّنها من البقاء حية في تربة جافة وامتصاص الرطوبة القليلة عن طريق ارتفاع الضغط الحلولي للعصارة الخلوية فيها، مما يسمح عن طريق هذه التكيفات بتفادي أو مقاومة الجفاف وتحمُّله في صورة طبيعية. ويمكن تمييز الأنماط التالية من النباتات الجفافية :

1. **النباتات الحولية الموسمية** (نباتات الفصل الجميل) Ephemeral Annuals

تتميز بحياة قصيرة، فهي تعيش نحو 6- 8 أسابيع، إثر الأمطار التي تهطل لفترة قصيرة، وتبقى بذورها كامنة لسنوات عديدة متحملة الفترات الجافة الطويلة، وهذه النباتات الحولية الموسمية صغيرة الحجم وضئيلة المجموع الجذري الذي لا ينفذ بعيداً في التربة، غير

أن الجذور تمتد لتشغل مساحة كبيرة من الأفق السطحي للتربة من أجل الاستفادة ما أمكن من كمية المياه القليلة الهاطلة.

2. النباتات شبه الموسمية Ephemeroid

تتميز بحياة أطول نسبياً من سابقتها، فهي تعيش نحو 1-3 أشهر، في الفترة الرطبة وتعطي بذوراً جديدة، وتجف الأجزاء الخضرية منها في حين تبقى الأجزاء المطمورة في التربة؛ كالأبصال أو الجذامير أو الدرنات أو غيرها، مثل Poa sinaica .

3. النباتات العصارية Succulents

تتميز بغزارة النسج البرنشيمية الخازنة للماء عن طريق فجوات خلوية ضخمة تتسع لكمية كبيرة من الماء؛ الذي تستهلكه ببطء في الفترة الجافة، وبذلك فهي متكيفة للبيئة الصحراوية، وكثيراً ما تحمل هذه النباتات أشواكاً، وقد تكون الأوراق مختزلة أو خازنة للماء كما في أوراق نبات الأغاف Agave والصبر (الألوة) Aloe والغاسول (أصابع الست) Mesembryanthemum ، وفي حالات أخرى تكون الساق خازنة للماء مثل الصبار Opuntia أو تكون الجذور أحياناً خازنة للماء كما في Cieba parviflora.

تتميز النباتات العصارية بجذور سطحية شديدة التفرع تمتص مياه الأمطار القليلة، والعصارة الخلوية ذات تركيز منخفض تسمح للنباتات بالبقاء حية سنة كاملة دون امتصاص الماء، وكذلك قدرة هذه النباتات على تقليل معدل النتح مما يساعدها على الاحتفاظ بالماء، وتكون المسام قليلة العدد وعميقة التوضع بعيداً عن تأثير الهواء الحار، والتي تفتح أثناء الليل مما يؤدي إلى دخول غاز ثنائي أكسيد الكربون الذي تثبته في هيئة حموض عضوية، في حين تنغلق تلك المسام في النهار ويتحرر غاز ثنائي أكسيد الكربون من هذه المركبات ليستعمل في عملية التركيب الضوئي، وهو ما يفسر بطء نمو هذه النباتات (الشكل 29).

4. النباتات الجفافية القاسية Xero- sclerophytes

تضم هذه المجموعة معظم النباتات الصحراوية المعمرة، ذات الأشكال المورفولوجية المختلفة من أعشاب متخشبة وشجيرات وأشجار، وتتميز بقدرتها على مقاومة الجفاف أو تحمّله نتيجة تكيفاتها المختلفة؛ سواء أكان ذلك بزيادة امتصاص الماء أم من خلال تقليل فقدانه والاحتفاظ به، ومن هذه التكيفات:

* تكيفات تمكن النبات من زيادة القدرة على الحصول على الماء وذلك من خلال:

الشكل 29. مظهر عام لنباتات عصارية

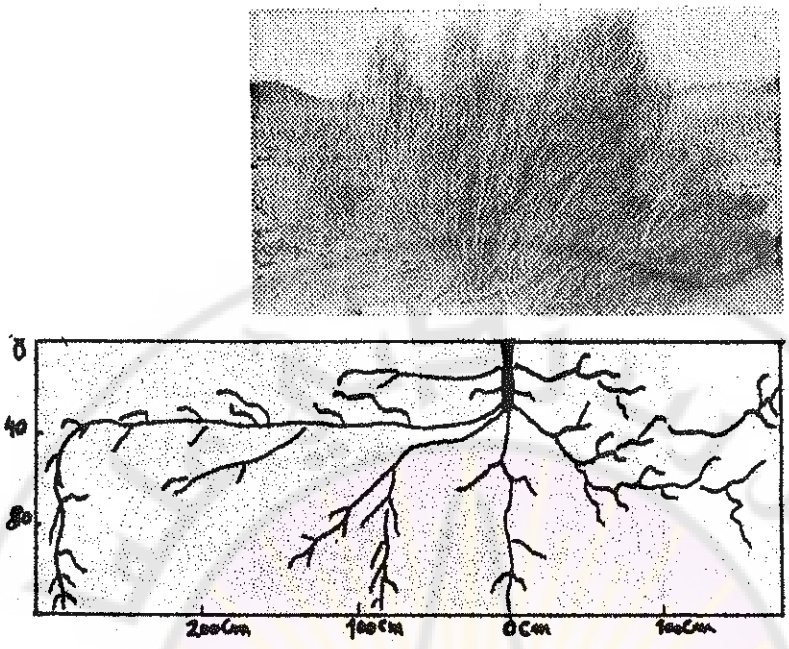
(1) تشكيل جملة جذرية متطورة تنتشر إلى مسافة كبيرة، مما يسمح للنباتات بامتصاص الماء من التربة بسبب ازدياد الكتلة الحية للنبات تحت سطح التربة بالمقارنة مع الكتلة الحية للنبات فوق سطح التربة، بعكس ما هو الحال في المناطق الرطبة. ولذلك فإن معظم النباتات الجفافية القاسية تتميز بجملة جذرية غزيرة النمو والتفرع، والتي تنتشر بصورة عمودية إلى الأعماق، كما تنتشر أيضاً بصورة أفقية في جميع الاتجاهات؛ وبذلك ترسم دائرة يبلغ قطرها عشرة أمتار، كما في حالة الرتم Retama retam (الشكل 30).

(2) تشكيل جملة جذرية عميقة مما يجعل النباتات الجفافية قادرة على الاستفادة من المياه الجوفية، التي تكون المصدر الأساسي لهذه النباتات، وعلى سبيل المثال، تمتد الجملة الجذرية عند نبات العرقسوس Glycyrrhiza glabra إلى أعماق تصل إلى 10-12 متراً، في حين تبلغ 10- 15 متراً في العاقول Alhagi maurorum والخرينية Prosopis farcta.

*** تكيفات تساهم في <u>التقليل من فقدان الماء</u>**

يمكن أن تختزل الجملة الخضرية في النباتات الجفافية بالمقارنة مع الجملة الجذرية بهدف التقليل من فقدان الماء، ويبدو ذلك واضحاً من التحورات التالية:

(1) تتحور الأوراق وفي بعض الأحيان الأفرع إلى أشواك مما يساعد على التقليل من شدة عملية التعرق إلى حد كبير، وهي شائعة في نباتات حوض المتوسط مثل: البلان الشوكي Poterium spinosum والزعرور Crataegus والعاقول Alhagi وغيرها (الشكل 31) .



الشكل 30. مظهر عام لجذور نباتات جفافية- نبات الرتم Retama retam

(2) تتحور الأذينات إلى أشواك، كما في حالة نبات السنط Acacia .

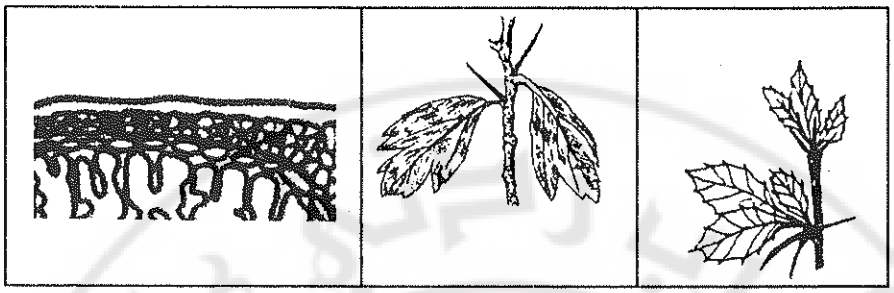
(3) تتحور بعض الأوراق إلى أشكال صغيرة وضيقة تغطيها قشيرة ثخينة، كما في حالة الطرفاء Tamarix واللزاب Juniperus والصنوبر Pinus (الشكل 31) .

(4) تلتف الأوراق في عدد كبير من النباتات الجفافية حتى تلتقيَ حوافها تقريباً، ويزداد الالتفاف في الفترة الجافة من النهار وعلى العكس في الفترة الرطبة، وهي خاصة شائعة عند الأعشاب مثل: Stipa و Festuca وقصب الرمال Ammophila arinaria (الشكل32).

(5) تختزل الأوراق في بعض النباتات الجفافية وتصغر فيقل سطح التعرق عندئذ إلى حده الأدنى وتقوم الساق بعملية التركيب الضوئي، كما في حالة الوزال Spartium junceum والجنستاGenista والهليون Asparagus aphylla (الشكل 32).

(6) غزارة الأوبار في أوراق كثير من النباتات الجفافية، ففي بعض النباتات تتغطى الأوراق كلياً بالأوبار، وأحياناً تتغطى السوق والمعاليق الورقية؛ كما في نبات Stachys nevia والبوصيري Verbascum ، وهو ما يؤدي إلى انعكاس الأشعة الشمسية، ويمنع وصول التيارات الهوائية مباشرة إلى المسام وبذلك تبقى حرارة الأوراق معتدلة والتعرق قليلاً ، كما

في حالة نبات المريميـــة Salvia officinalis والـــشيح Artemisia herba-alba وأنـــواع Cystus والشبرق Ononis (الشكل33) .

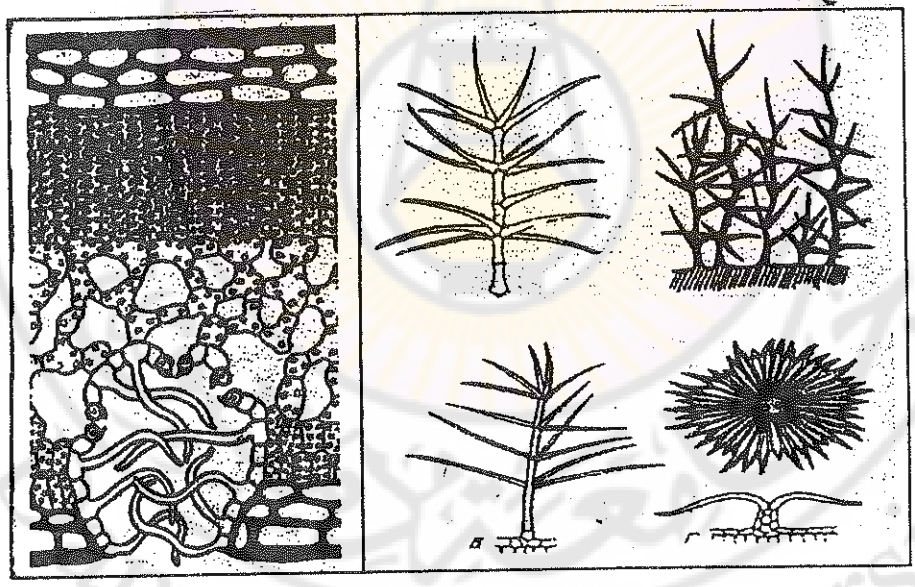


الشكل 31. التحورات المختلفة في النباتات الجفافية: 1. تحورات أوراق البربريس (يمين) 2. فارع الزعرور (الوسط) إلى أشواك، 3. القشيرة الثخينة في أوراق الصنوبر (يسار).

الشكل 32.
التفاف الأوراق في نبات Stipa (يمين) واختزالها في الوزال (يسار).

* تخفيض تعرق المسام والأدمة في كثير من النباتات الجافة من أجل التقليل من فقدان الماء ومقاومة الجفاف، إذ يغلق بعضها مسامه في معظم الأوقات في المناطق الصحراوية وكذلك أثناء الفترة الحارة من النهار، وتكتفي بفتحها أثناء الفترة الباردة كما في الصباح الباكر والمساء، وقد تكيف بعضها الآخر لتقليل التعرق عن طريق غور المسام تحت سطح البشرة، وأحياناً توضعها ضمن أثلام كما في حالة الرتم Retama retam، أو تجمعها في تجاويف مع الأوبار كما في حالة الدفلة Nerium oleander (الشكل 33)، أو التفاف الأوراق كما في حالة العجرم (الخلنج) Erica؛ بعيداً عن التأثيرات المباشرة للهواء الحار والجاف.

ولكن النباتات في المناطق شديدة الجفاف تفقد بعضاً من الماء عن طريق الأدمة في الوقت الذي تكون فيه المسام مغلقة، وهذا ما يؤدي إلى أضرار جسيمة على حياة النباتات، وتبدي تلك النباتات تكيفات مختلفة لمقاومة هذه الظروف البيئية القاسية، إذ يؤدي وجود قشيرة ثخينة في معظم النباتات الجفافية إلى تقليل نتح الأدمة إلى حد كبير وكذلك إلى عكس الأشعة الشمسية، إضافة إلى توفر المواد الدهنية والشمعية على سطح الأدمة الذي يساعد على خفض معدل النتح أيضاً.



الشكل 30.

أ. أنماط الأوبار في النباتات الجفافية

ب. المسام في تجاويف الوجه السفلي لورقة الدفلة

التدريب الأول

تكيفات الأوراق النباتية للبيئة الجافة

المواد اللازمة

لديك مجموعة مختلفة الأنماط من النباتات الجفافية، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب لنباتات عشبية أو جنبات أو أشجار، مثل الأنواع التالية:

Ceratonia siliqua

Laurus nobilis

Quercus calliprinos

Pinus halepensis

Nerium oleander

التطبيق العملي

ادرس أشكال أوراق النباتات المتوافرة في المختبر، وتعرف طبيعتها القاسية، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام لنماذج النباتات، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها.
- ادرس المقطع العرضي في الأوراق، وارسم موضحاً: ثخانة القشيرة ولونها ومكان توضعها، وهل القشيرة ذات طبيعة خلوية ؟.
- أوضح بالرسم علاقة القشيرة بالمسام: حجم الخلايا ومكان توضع المسام بالنسبة لخلايا البشرة.
- أوضح الاختلاف بين أشكال الأوراق وطبيعتها في النباتات المدروسة، وسجل ملاحظاتك.
- قارن المقطع العرضي في أي ورقة مع آخر في ساق الرتم Retama reatam .
- أوضح مع الرسم اختلاف بنية الورقة الملتفة بين نماذج من نباتات جفافية صغيرة الأوراق (مثل العجرم Erica verticillata) وأخرى كبيرة الأوراق (مثل قصب الرمال Ammophylla arinaria)، ما الصفة الأهم لكل منهما وإلى أي فصيلة ينتميان، ما أبعاد الأوراق، وما أهم صفاتها، وأين توجد الخلايا الآلية ؟.

التدريب الثاني

التحورات النباتية- الأشواك والأوبار عند النباتات الجفافية

1. المواد اللازمة

لديك مجموعة من النباتات الجفافية، مختلفة الأنماط وتتميز بوجود الأشواك، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب لنباتات عشبية أو جنبات أو أشجار، مثل الأنواع التالية:

Poterium spinosum , Crataegus azarolus , Berberis cretica

ادرس أشواك هذه النباتات، وعرّف صفاتها، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام لنماذج النباتات المشوكة، وأوضح كيفية توضع الأشواك عليها، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها النباتات الموافقة.
- قارن بين أشكال الأشواك وأحجامها، وعلى ماذا يدل وجودها ؟ .

2. المواد اللازمة

لديك مجموعة من النباتات الجفافية، مختلفة الأنماط وتتميز بوجود الأوبار، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب لنباتات عشبية، مثل النوعين:

Stachys nevia , Verbascum thapsus

التطبيق العملي

ادرس النباتات الجفافية المتوافرة في المختبر، وعرّف صفاتها، وفق ما يلي:

- ما لون النباتات، وما ملمسها، وإلى أي فصيلة ينتمي كل منها ؟.
- جهّز محضراً عن طريق حك أي وجه من سطحي الورقة من النباتات الموبرة، وضعه في قطرة ماء على شريحة زجاجية، ثم غطه بالساترة، وافحصه تحت المجهر بالتكبير القوي.
- ارسم نماذج الأوبار التي حصلت عليها من دراستك للنباتات، وقارن بين أشكالها وأحجامها، وإلى ماذا يدل وجود هذه الأوبار ؟.

التدريب الثالث

تكيفات أخرى للنباتات الجفافية

1. المواد اللازمة

لديك مجموعة مختلفة الأنماط من النباتات الجفافية، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب لنباتات جفافية قاسية عديمة الأوراق أو قليلتها، مثل الأنواع التالية:

Spartium junceum , Genista fasselata ,
Ephedra alba , Retama retam

التطبيق العملي

ادرس النباتات المتوافرة في المختبر، وعرّف صفاتها، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام لنماذج النباتات، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها.
- لاحظ أشكال الأوراق إن وجدت، وبم تفسر غيابها ؟.
- ما لون الساق، وعلى ماذا يدل وجودها ؟.
- ارسم مقطعاً عرضياً تفصيلياً في ساق أحد النباتات.

2. المواد اللازمة

لديك مجموعة مختلفة الأنماط من النباتات الجفافية، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب لنباتات عصارية، مثل نوعي:

Aloe aristata , Opuntia ficus indica

التطبيق العملي

ادرس النباتات المتوافرة في المختبر، وعرف صفاتها، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام لنماذج النباتات، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها.
- لاحظ الأشكال الفريدة لهذه النباتات، وعلى ماذا تدل ؟.
- ارسم مقطعاً عرضياً تفصيلياً في ورقة أو ساق عصارية.

Damascus University

الفصـــــــل الخامـــــــــــس

العلاقـــــــــــات الحيويـــــة

Biological Interrelationships

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

يتطلب الفهم الدقيق للدراسات البيئية النباتية معرفة طبيعة العلاقات المتداخلة التي ترتبط بها الأنماط المختلفة من النباتات، سواء أكان ذلك بين النباتات ذاتها أم بين النباتات والأحياء الأخرى كالحيوانات والإنسان والأحياء الدقيقة. والعلاقات المتداخلة بين مختلف مجموعات الكائنات الحية متباينة ومعقدة، إذ أن الأحياء الدقيقة، مثلاً، تقوم بالمساكنة مع النباتات والحيوانات لتكوين مجموعات خاصة تتمتع الأفراد المكونة لها بصفات محددة وبارتباطات متباينة، ولا ريب في أنه لا يمكن لأي من الأحياء أن يعيش منعزلاً عن الأحياء الأخرى.

تكون العلاقات الحيوية Biological Interrelationships مباشرة أو غير مباشرة، وهي بصورة عامة، ذات تأثيرات مختلفة سلبية Negative أو إيجابية Positive، وتتمثل العلاقات الإيجابية بما يلي:

التعايش symbiosis ، التكافل mutualism ، المساكنة commensalism .

في حين تتمثل العلاقات السلبية بما يلي:

الافتراس predation ، التطفل parasitism

التضاد amensalism ، التنافس competition .

ولا توجد حدود فاصلة بين مختلف الحالات المذكورة، فكثيراً ما تصادف حالات متوسطة كثيرة، ويوضح الجدول (17) العلاقات الحيوية بين الأنواع الحية المختلفة.

الجدول 17.

العلاقات الحيوية بين مختلف أنواع الأحياء

النوع2	النوع1	التداخل الحيوي INTERRELATIONSHIP		
0	0	neutralism	الحياد	التعادلية
+	+	symbiosis	التعايش	الإيجابية
+	+	mutualism	التكافل	
0	+	commensalism	المساكنة	
–	+	predation	الافتراس	السلبية
–	+	parasitism	التطفل	
–	–	competition	التنافس	
0	–	amensalism	التضاد	

ملاحظة: تدل الإشارة الإيجابية (+) على التأثر الإيجابي للنوع نتيجة وجود النوع الآخر، وتدل الإشارة السلبية (-) على التأثر السلبي، في حين يدل الرقم (0) على عدم التأثر.

أولاً. الحياد Neutralism

يحدث في حالات نادرة أن يعيش نوعان مختلفان من الأحياء في مناطق محدودة جداً دون أن يؤثر أحدهما في الآخر لا سلباً ولا إيجاباً، وتوصف مثل هذه الحالات بالحياد أو التعادلية، غير أن الأفراد المتعادلة تختلف في سلوكها التكاثري والتغذية والنشاطات الحيوية الأخرى، وكأن أحدها يوجد في معزل عن الآخر، وتعد هذه الظاهرة استثنائية في الطبيعة تنشأ في حالات توافر الغذاء والمكان إلى حد كاف لجميع الأفراد الموجودة في الموقع ذاته، ولكن سرعان ما يتغير كل شيء بتغير الظروف البيئية.

ثانياً. العلاقات الإيجابية Positive Interrelationships

تشمل العلاقات الإيجابية بين النباتات علاقات تتميز، بصورة عامة، بتحقيق النفع للشركاء مثل التعايش والتكافل والمساكنة.

1. التعايش Symbiosis

يصف التعايش حالة ارتباط كائنين مختلفين من الأحياء يعيشان مع بعضهما بعض ضمن علاقات غذائية يعتمد فيها كل منهما على الآخر، وبالتالي تكون نتيجة الارتباط نافعة لكليهما، فوجود كل منهما يعزز وجود الآخر ويحسن حالته، وعلى سبيل المثال:

- تدخل الجراثيم في حالة ارتباط وثيق مع نباتات قرنية (الفصيلة الفولية Fabaceae) مثل أنواع جراثيم العقد الجذرية Rhizobium حرة العيش التي تنتشر عادة في التربة وتتميز بقدرتها على تثبيت النترجين الجوي، وتؤدي إلى تكوين عُقيدات Nodules على الجذور النباتية، فتقدم النترجين العضوي اللازم للنمو النباتي؛ وفي الوقت ذاته تأخذ العناصر الغذائية اللازمة لحياتها (الشكل 34).

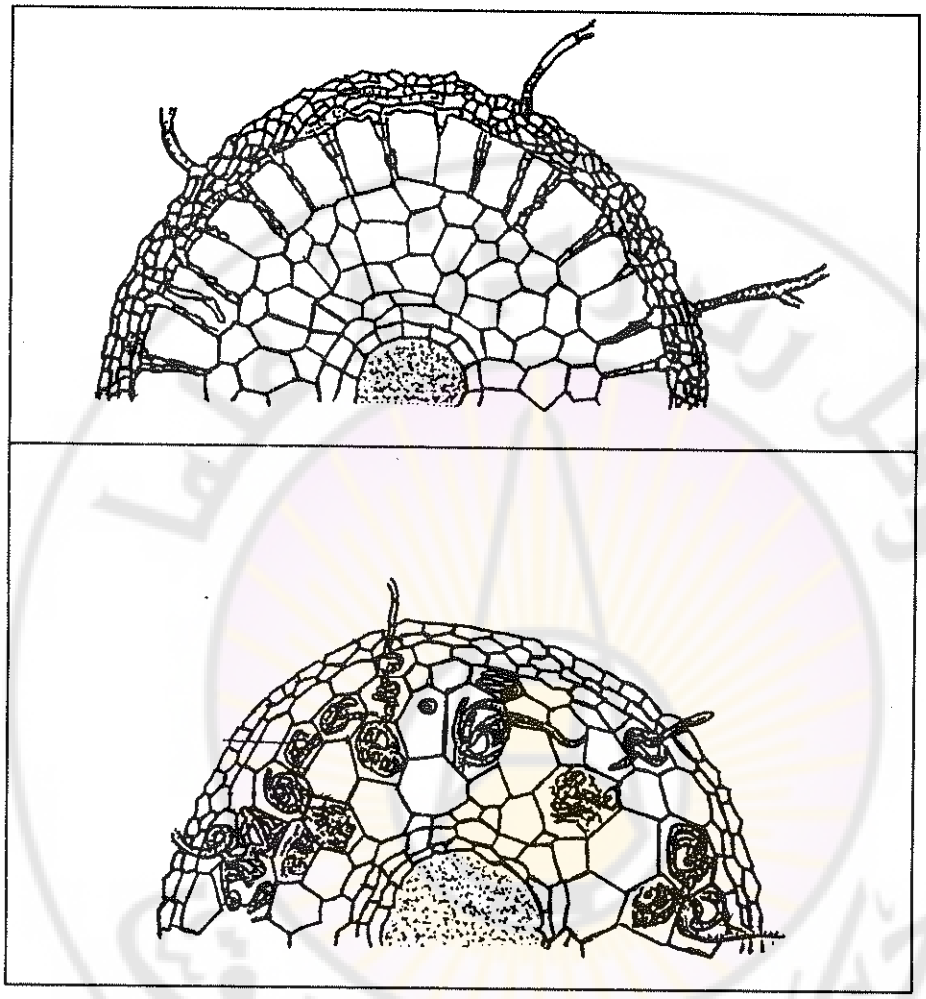
- ترتبط أنماط كثيرة جداً من الفطريات ارتباطاً وثيقاً مع النباتات الراقية، ولذلك تدعى الفطريات الجذرية Mycorrhizae التي تحيط الجذور النباتية بخيوط فطرية تساعد على تنشيط عمليات امتصاص المواد الغذائية، إضافة إلى أنها تقوم بمعدنة Mineralization المكونات العضوية المختلفة الموجودة في التربة، وبالتالي فهي تسهم في المحافظة على النباتات واستمرارها، وبالمقابل فهي تستعمل المفرزات الجذرية مثل السكريات وغيرها اللازمة لحياتها، وتكون هذه الفطريات داخلية أو خارجية (الشكل 35).

- تخترق خيوط الفطريات الجذرية الداخلية Endomycorrhizae البرنشيم القشري في الجذور النباتية ونادراً ما تخرج إلى التربة، ويبدو الجذر عندئذ طبيعياً ومزوداً بأوبار ماصة.

- تلتصق خيوط الفطريات الجذرية الخارجية Ectomycorrhizae على جذور النباتات الشجرية وشعيراتها عادة في هيئة محفظة Mantle فقط، وتمتد إلى مسافات بعيدة في التربة.

الشكل 34.

أنماط مختلفة من العقد الجذرية عند نباتات الفصيلة الفولية.

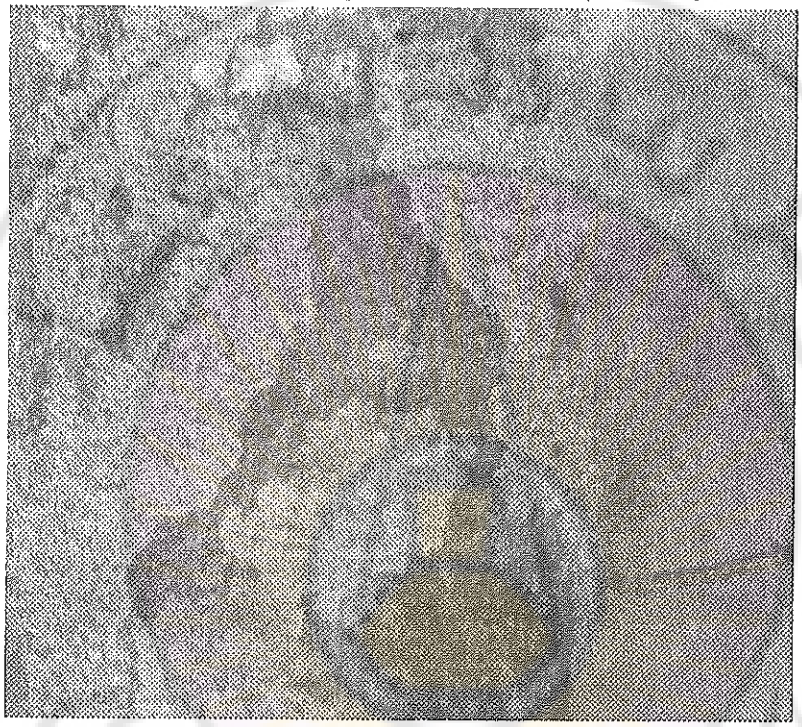


الشكل 35.
الأنماط الداخلية والخارجية للفطريات الجذرية
أنماط خارجية (في الأعلى) وأخرى داخلية (في الأسفل) .

2. التكافل Mutualism

يعد التكافل نمطاً محدداً من أنماط التعايش، إذ يصبح التداخل أمراً حتمياً بين شريكين يعتمد كل منهما على الآخر بالضرورة، حتى يُظن أن الجزأين كلاً واحداً، فالتبادل أصبح أساسياً وعلاقة الشريكين وثيقة جداً، ومن أبرز الأمثلة حالة الأشنات Lichens .

تمثل الأشنات حالة ارتباط وثيق بين الفطريات والطحالب، إذ يشكل الفطر دعامة لتوضع الخلايا الطحلبية واجتماعها، ويقوم بدور إناء يحفظ الرطوبة الضرورية لاستمرار الحياة، مما يسمح للخلايا الطحلبية بالقيام بعملية التركيب الضوئي وصنع الغذاء اللازم لنموها (ذاتية التغذية Autotrophs) ونمو الفطر الشريك في الوقت ذاته (الشكل 36).



الشكل 36. مظهر عام للأشنات على جذوع أشجار السرو في منطقة شين – حمص.

3. المساكنة Commensalism

يتوقف وجود بعض الأنواع النباتية في المكان الذي يعيش فيه على غيره من الأحياء التي لا تتأثر به إطلاقاً، وقد سميت هذه العلاقة بالمساكنة التي تعني ارتباط وجود نوع محدد بحياة نوع آخر أو بوجوده، فتكون الفائدة للأول، ومن أبرز الأمثلة:

أ. النباتات الملتصقة أو الفوقية Epiphytes

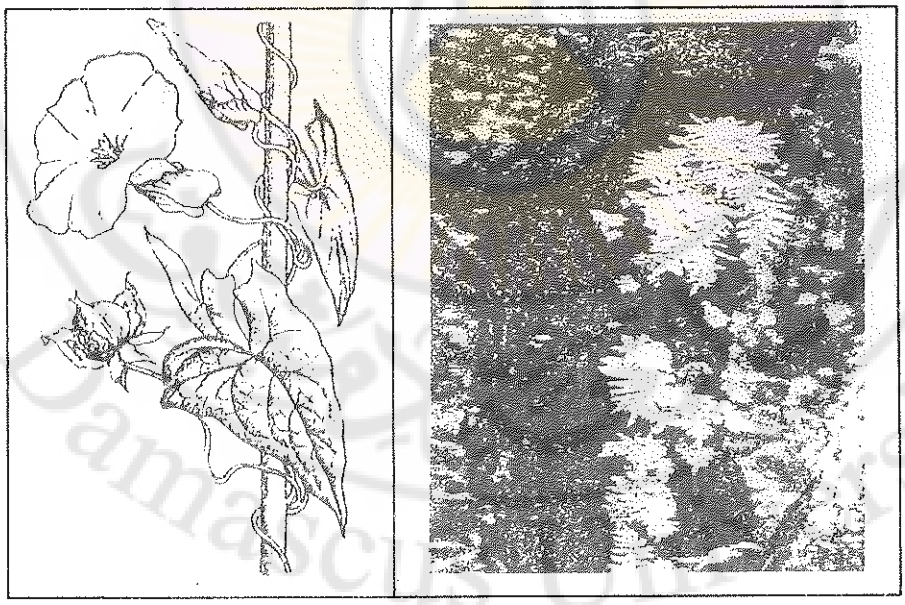
توجد هذه النباتات على الجذوع والأغصان، ولا تؤدي غالباً إلى ضرر بالنباتات الحاملة لها، فمثلاً تتعلق نباتات الفصيلة السحلبية Orchidaceae على الفروع الحية للأشجار

وتتدلى جذورها في الهواء لامتصاص الماء والرطوبة الجوية، وتوجد الطحالب Algae والحزازيات Musci والأعشاب وفي حالات نادرة الأشجار فوق جذوع الأشجار وأغصانها أو على الطحالب الكبيرة في البحار وغير ذلك من الدعامات (الشكل 37) .

ب. النباتات المتسلقة Climbing plants

تتثبت بعض أنواع النباتات الوعائية في التربة وهي ذات ساق ضعيفة، وتستند على النباتات الأخرى أو على أي مساند، فمثلاً، يتسلق العشق اللولبي Hedra helix مستخدماً جذوره العرضية على الأشجار الكبيرة والجدران، وتستخدم أنواع أخرى الأشواك كما في حالة الجهنمية Bougainvillea والكالامس Calamus، ويتسلق بعض الأنواع النباتية مثل المديدة الحقلية Convolvolus arvensis بالتفاف الساق على أية دعامة (الشكل 37)، وتستخدم بعض الأنواع المحاليق في تسلقها وتكون سيقانا متحورة كما في العنب Vitis أو أوراق متحورة مثل الكليماتس Clematus.

يتوقف انتشار بعض النباتات أليفة الظل Sciophytes على توافر عوامل مناسبة كالحرارة والرطوبة في مناخ محلي دقيق Microclimate تحت حماية غطاء كاف من أشجار الغابات، كما في حالة السرخسيات .



الشكل 37. بعض أنماط المساكنة عند النباتات .

ثالثا. العلاقات السلبية Negative Interrelationships

تشمل العلاقات السلبية بين النباتات علاقات تتميز، بصورة عامة، بإحداث الضرر للشركاء مثل التطفل والافتراس والتضاد والتنافس .

1. التطفل Parasitism

يحدث أن يحصل أحد الكائنات الحية على غذائه من كائن آخر، ولذلك يسمى طفيلياً Parasite وتدعى العملية بالتطفل، وبصورة عامة، تكون الطفيليات صغيرة الأحجام بالمقارنة مع مضيفها ولا تؤدي إلى موت مضيفها مباشرة. يكون التطفل داخلياً أو خارجياً ، دائماً أو مؤقتاً، وكاملاً أو جزئياً (الشكل 38) ، ومن أهم الأمثلة :

- يتطفل الهالوك Orobanche على الجملة الجذرية .
- وتتطفل أنواع الحاسول Cuscuta على الجملة الخضرية.
- ويتطفل الدبق الأبيض Viscum album على الجملة الخضرية للصفصاف واللوز.
- ويعيش النوع Loranthus curviflorus، حياة شبه طفيلية على المجموع الخضري لأنواع السنط Acasia.

2. الافتراس Predation

يحدث أن يقتنص نوع نباتي غذاءه، كالحيوانات، وهي ظاهرة نادرة لدى النباتات، ولكن هنالك نباتات قانصة تتغذى بالحشرات، مثل نبات الديونيا Dionaea (الشكل 38) .

3. التضاد Amensalism

يقاوم أحد الأنواع نوعاً محدداً ويثبط نموه بإفراز مواد كيميائية سامة ونوعية، وهذه ظاهرة منتشرة عند الأحياء الدقيقة وتسمى التضاد الحيوي Antibiosis، ويحدث تركيب المواد في الأوراق (نبات الجوز Juglanus regia) أو في الجذور (نبات الصنوبر Pinus)، ويمكن أن تتطاير الزيوت الأولية الأساسية المؤثرة في المحيط (كما في حالة الشيح الأبيض Artemisa herba- alba والمريمية Salvia)، وقد تكون المواد النباتية ضارة للحيوانات العاشبة والإنسان في بعض الحالات الأخرى.

4. التنافس Competition

تتنافس النباتات، في بقعة محدودة الموارد، على الضوء والأملاح المعدنية والماء والمكان، وتزداد حدة المزاحمة في المساحات الضيقة، ويحدث التنافس بين نباتات من النوع

نفسه أو من أنواع مختلفة، وتسود تلك الأفراد الأكثر تكيفاً وسرعة في النمو والتطور، ويحدث التنافس في الهواء فوق سطح التربة أو داخل التربة، وتكون نتيجة التنافس إما اختفاء أحد الأنواع النباتية أو وقوعه في حالة سكون مؤقت، وينتهي التنافس في كثير من الحالات بالقضاء على النوع الأضعف.

تتميز النباتات ذات الطوابق العليا بقدرتها على التنافس الشديد على الضوء في البيئة الرطبة، وتكون النباتات ذات الجذور الغزيرة المتطورة أكثر قدرة على التحمل والانتشار في البيئة الجافة قليلة الخصوبة.

الشكل 38. بعض أنماط النباتات الطفيلية والمفترسة

(من اليمين: نبات الديونيا ، الحامول ، شبه طفيلي – الدبق)

التدريب الأول

النباتات المتسلقة

المواد اللازمة

لديك مجموعة مختلفة النماذج من النباتات التي تتميز بخواص التعلق، وهي ممثلات حية أو مجففة من المعشب ، مثل :

Hedra helix
Vitis vinifera
Smilax
Convolvulus

التطبيق العملي

ادرس النباتات المتوافرة في المختبر، وعرف صفاتها، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام للنباتات، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها.
- لاحظ طريقة التسلق لدى النماذج المدروسة، وأوضحها بالرسم.
- ما هو نمط التسلق في جميع النماذج النباتية المدروسة ؟.

لاحظ في الجولات الحقلية وفرة النماذج النباتية التي توضح التسلق، اجمع بعضها وجففه، لاحظ وجود المحاليق البسيطة أو المتفرعة والتسلق بالالتفاف وغير ذلك، مثل:

- الفصيلة الفولية Fabaceae :

الفاصولياء العادية Phaseolus vulgaris

الجلبان المزروع Lathyrus sativus

- الفصيلة القرعية Cucurbitaceae :

الحنظل Citrullus colocynthis

- الفصيلة الزنبقية Liliaceae : نبات Smilax aspera

- من فصيلة Convolvulaceae (المديدة الحقلية).

التدريب الثاني

تطفل النباتات

المواد اللازمة

لديك مجموعة مختلفة النماذج من النباتات التي تتطفل على أنواع نباتية أخرى، وهي ممثلات حية أو مجففة من المعشب ، مثل :

الدبق الأبيض Viscum album

الحامول Cuscuta

التطبيق العملي

ادرس النباتات المتوافرة في المختبر، وتعرف صفاتها، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام لنماذج النباتات المتطفلة على النباتات المضيفة.
- لاحظ نمط التطفل النباتي، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها هذه النباتات الطفيلية ومضيفها.
- ما أهم الخواص التي تتميز بها النباتات الطفيلية ؟.
- اعمل مقطعاً عرضياً وآخر طولياً لتوضيح علاقة التطفل عند الدبق الأبيض، ولاحظ شكل الممصات الجذرية وطريقة دخولها إلى النبات المضيف، والوصول إلى الحزمة الناقلة، وارسم ما يوضح ذلك، واذكر دور هذه الممصات.
- ارسم شكل الممص عند الحامول باستخدام المكبرة، وما هي أهم ميزات هذا الطفيلي؟.
- لاحظ غياب اليخضور النباتي عند الحامول والسوق النحيلة الملتفة، والأوراق الحرشفية، والأزهار الصغيرة التي تجتمع في كتلة.

ملاحظة : تعد أنواع الحامول من النباتات الطفيلية الضارة المحاصيل، مثل:

حامول الكتان Cuscuta epilinum

حامول الفصة Cuscuta racemosa

حامول البرسيم Cuscuta trifolii

التدريب الثالث

تعايش النباتات

1. المواد اللازمة

لديك مجموعة مختلفة من نباتات الفصيلة الفولية (Fabaceae) تتميز بوجود عُقيدات جذرية متباينة، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب أو محفوظة في المحاليل، مثل:

الفاصولياء Phaseolus vulgaris

الفصة Medicago sativa

الحمص Cicer arietinum

العدس Lens esculenta

الفول Vicia faba

والترمس Lupinus termis والجلبان Lathyrus sativus وغيرها كثير..

التطبيق العملي

- ارسم الشكل العام للنباتات، وعرف صفاتها، وأوضح بالرسم والجدول (18) أشكال العقيدات الجذرية وأماكن توضعها وعددها، وأحجامها وطريقة تجمعها.
- ما سبب تكوّن هذه العقيدات، وما هي وظيفتها ؟.
- اذكر الأحياء المشاركة في العملية، ومن أين تأتي الأحياء الدقيقة، وكيف تدخل ؟.
- اعمل مقطعاً طولياً في عقيدة جذرية، وارسمه موضحاً أقسامه، موقع المنطقة الجرثومانية bacteroide zone ووجود المرستيم والأماكن الخالية من الجراثيم، ولاحظ طريقة الاتصال بين العقدة والجذر من خلال الحزم الوعائية، وتذكر أن مشاركة هذه الجراثيم نوعية صارمة.

الجدول 18. نتائج دراسة العقيدات الجذرية

وجه المقارنة	النبات الأول	النبات الثاني	النبات الثالث
شكل الجذر			
عدد العقيدات الجذرية			
حجم العقدة			
طريقة التجمع			

2. المواد اللازمة

لديك مجموعة من جذور نباتات عشبية وشجرية، تتميز بوجود فطريات جذرية Mycorrhizae، وهي نماذج حية أو مجففة من المعشب أو محفوظة في المحاليل، مثل: السنديان Quercus والصنوبر Pinus والخلنج Erica والحور Populus والقيقب Acer.

التطبيق العملي

تفحص جذور النباتات المتوافرة في المختبر، وعرف خواصها، وفق ما يلي:

- ارسم الشكل العام لنماذج الجذور النباتية، واذكر الفصائل التي تنتمي إليها.

– لاحظ شكل الجذور، وضعها في مجموعتين، استناداً إلى وجود نمطين للفطريات الجذرية:

فطريات جذرية خارجية Ectomycorrhizae تتوضع في الغالب خارجياً على الجذور والأوبار الماصة وتكوّن محفظة حولها، وتمتد حتى 8 أمتار بعيداً عنها على شكل حبال غليظة وبذلك يزداد سطح امتصاص الجذور النباتية بوضوح، وهي حالة نموذجية وشائعة في غابات المناطق المعتدلة، إذ توجد هذه الفطريات لدى معظم الأشجار الاقتصادية، مثل الشوح Abies والصفصاف Salix والصنوبر والحور والسنديان وغيرها.

فطريات جذرية داخلية Endomycorrhizae تتنامى وتتطور داخل الجذر، إذ تخترق الخيوط الفطرية الفراغات البينية للخلايا الجذرية، وتمتد إلى خارج الجذور، وتوجد هذه الظاهرة لدى أشجار القيقب Acer والخلنج Erica والنباتات السحلبية Orchis وغيرها.

– اعمل مقاطع عرضية في جذور مختلفة، وارسم الشكل الإجمالي لها، وأوضح الاختلاف بين نمطي الفطريات الجذرية.

المصطلحات العلمية

A

absorption	امتصاص
Acantholimon	أكانتوليمون
Acer	القيقب
Abies	الشوح
absolute	مطلق
Acacia	السنط
Agave	أغاف
Alisma plantago- aquatica	الأليسما (زنبق الماء)
Alhagi maurorum	العاقول
algae	طحالب
Aloe aristata	الألوة (الصبر)
amensalism	تضاد
Ammophila arinaria	قصب الرمال
amphibiphyte	نبات برمائي (شاطئي)
antibiosis	تضاد حيوي
Apheolite	الصخور الخضراء
aquatic	مائي
arid	جاف
aridity	جفاف
Artemisia herba- alba	الشيح
Asparagus aphylla	الهليون

B

bacteria	جراثيم
bacterial	جرثومي
bacteroide	جرثوماني
Berberis cretica	البربريس
bioclimatology	علم المناخ الحيوي
biological	حيوي، حياتي
Butomus	البوتوموس

C

Carpinus	الشرد
centrals diatoms	مشطورات مركزية
Ceratophyllum	السيراتوفيليوم
Chara	الكارا
chernozem	تربة سوداء
Ceratonia siliqua	الخرنوب
Cicer arietinum	الحمص
Cieba parviflora	السيبا
cinnamonic	تربة بنية صفراء
Cistus	القستس
Citrullus colocynthis	الحنظل
clay	الطين
climate	مناخ
climatology	علم المناخ
commensalism	مساكنة
competition	تنافس
convolvulaceae	فصيلة اللافة
Convolvulus arvensis	المديدة الحقلية

Crataegus	الزعرور
Cupressus	السرو
Cuscuta	الحامول
Cuscuta epilinum	حامول الكتان
Cuscuta racemosa	حامول الفصة
Cuscuta trifolii	حامول البرسيم
cuticle	القشيرة
Cyperus	السعد

D

dark	غامق، داكن
Dionaea	الديونيا
distribution	توزع
dormancy	السبات
drought	جفاف

E

ecosystem	نظام بيئي
ectomycorrhizae	فطريات جذرية خارجية
Elodea	الايلوديا
edaphic factor	عامل التربة
eluviation	تجميع
endomycorrhizae	فطريات جذرية داخلية
environment	بيئة ، وسط
Ephedra alba	الافدرا (العلندة)

ephemeral annual	نبات حولي موسمي
ephemeroid	نبات شبه موسمي
Erica verticillata	العجرم (الخلنج)
erosion	حت
Eucalyptus	الأوكاليبتوس
evaporation	تبخر
evapo – transpiration	بخر – نتح
extremely arid (super arid)	شديد الجفاف

F

Fabaceae	الفصيلة الفولية
Fahrenheit	فهرنهيت
Festuca	الفستوكا
Filices	السرخسيات
floating	طاف
flowerage	إزهار
fruition	إثمار
fungi	فطريات

G

Genista fasselata	الجنيستا
geographic	جغرافي
germination	إنتاش
growth	نمو
grumusol	تربة بنية حمراء قاتمة
Glycyrrhiza glabra	العرقسوس

H

Hedra helix	اللبلاب (العشق اللولبي)

horizons	آفاق
humid	رطب
humidity	رطوبة
humid -- thermal coefficient	معامل مطري حراري
humus	دبال
Hydrocharis novsus	الهدروكاريس
hydrophyte	نبات مائي
hydrosphere	غلاف مائي

I

index	معامل
infiltration	تسرب
interrelationships	علاقات

J

Juniperus excelsa	اللزاب
Juniperus oxicedrus	العدريش
Jussie	الجوسيه

L

Lathyrus sativus	الجلبان المزروع
laterite	تربة اللاتريت
Laurus nobilis	الغار النبيل
leaching horizon	أفق الترشيح
Lemna minor	عدس الماء
Lens esculenta	العدس المزروع
lichens	الأشنات
light	فاتح
lignin	خشبين (لغنين)
liliaceae	الفصيلة الزنبقية

local	محلي
Loranthus curviflorus	الهدال

M

macroclimate	مناخ عام
mangrove	المانغروف
mantle	محفظة
Maximum	الحد الأعظم
meteorolic	الجوية
Microfauna	الأحياء الدقيقة الحيوانية
Minimum	الحد الأدنى
Medicago sativa	الفصة
Mentha	النعنع ، النعناع
Mesembryanthemum	الغاسول ، أصابع الست
meteorological station	محطة أرصاد جوية
meteorology	علم الأرصاد الجوية
microclimate	مناخ دقيق
microflora	الأحياء الدقيقة النباتية (نبيت)
microorganisms	أحياء دقيقة
mineralization	معدنة
morphogenesis	تشكل
Musci	الحزازيات
mutualism	تكافل
mycorrhizae	فطريات جذرية
Myriophyllum	الميريوفيليوم

N

Nastaurtium	الجرجير (القرة)
negative	سلبي

Nerium oleander	الدفله
neutralism	حياد
Nittella	النتيلا
Nuphar luteum	النيلوفر الأصفر
Nymphaea alba	النيمفيا

O

ononis	الشبرق
opuntia ficus indica	الصبار
orchis	السحلب
organic matter	مادة عضوية
orobanche	الهالوك

P

parasitism	تطفل
parent rock	صخرة أم
peat	الخُث
pedology	علم التربة
pennales diatoms	مشطورات ريشية
permeability	نفاذية الماء
phaseolus vulgaris	الفاصولياء العادية
pH meter	مقياس الحموضة
Photosynthesis	تركيب ضوئي
Phragmites communis	القصب الشائع
phytoplankton	عوالق نباتية
Pinus	صنوبر
P. halepensis	صنوبر حلبي
pluviograph	مسجل المطر
Poa sinaica	الكلئي

podzol	تربة البدزول
polygonum amphilium	البوليغونم
polymorphism	التحورات الشكلية
populus	حور
porosity	مسامية
positive	إيجابي
Potamogeton nodosus	جرو الماء
potential	كامن
Poterium spinosum	البلان الشوكي
precipitation	هطول
predation	افتراس
profile	قطاع
Prosopis farcta	الخرينيبة
protoplasm	مادة حية (بروتوبلاسما)

Q

quercus calliprinos	السنديان

R

Ranunculus aquatilis	الحوذان المائي
regional	إقليمي
relative	النسبي
rendzina	تربة الرندزينا
Retama retam	الرتم الرتمي
respiration	تنفس
Rhizobium	جراثيم العقد الجذرية
Rumex	الحماض

S

sand	رمل

Sagittari	سهم الماء
sahariana	صحراوي
saline	ملحية
salinity	ملوحة
salix	الصفصاف
salvia officinalis	المريمية
Scirpus	السيربوس
sedimentation	ترسيب
semi – arid	شبه جاف
semi – hydrophytes	نباتات شبه مائية
sernogem	تربة صحراوية
silt	طمي (سلت، غرين)
Smilax aspera	السميلاكس
soil	تربة
soil auger	مسبر التربة
soil color	لون التربة
Soil seives	مناخل التربة
soil profile	قطاع التربة
Spartium junceum	الوزال
Stachys nevia	الستاكوس
Stipa	العذم
sub – humid	شبه رطب (تحت رطب)
submerged	غاطسة
succulents	عصارية
suspended hydrophytes	نباتات مائية هائمة
structure	تركيب
symbiosis	تعايش

T

Tamarix	الطرفاء
temperature	درجة الحرارة
terra –rosa	ترب حمراء رمادية
texture	قوام
Thallophytes	المشريات (النباتات المشرية)
thermograph	مسجل الحرارة
thermometer	مقياس الحرارة ، محرار
timber line	خط انتشار الغابات
transpiration	تعرق
true soil	تربة حقيقية
tundra	تندرا
Typha	التيفا

U

Ulva	خس البحر
Urticularia	الأورتوكلاريا
U. flata	أ. فلاتا

V

value of colour	قيمة اللون
Vectoria regia	طبق فيكتوريا
Verbascum	البوصيري
Vicia faba	الفول
Viscum album	الدبق الأبيض
Vitis vinifera	الكرمة (العنب)

W

water cycle	دورة مائية
wax	شمع

Weather	طقس
weathering	تعرية جوية
wind	الريح
wind vane	دوارة الرياح

X

xerophyte	نبات جفافي
xero- sclerophyte	نبات جفافي قاس

Y

yellow red	أصفر محمر

Z

zone	منطقة
Zostera	الزوستيرا

جامعة دمشق Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المراجع Referenc

1. أبو زخم؛ عبد الله ــ كامل؛ أميرة ــ أبو طراب؛ سمير. 1997. علم المناخ والأرصاد الزراعية. الجزء العملي، الطبعة الثالثة، دمشق، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة.

2. أبو نقطة؛ فلاح ، 1980، أساسيات الأراضي، الجزء العملي، دمشق، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة.

3. بحيري، صلاح الدين ، 1978، مبادئ الجغرافيا الطبيعية– الطبعة الأولى، دار الفكر، دمشق.

4. بدر ؛ عبد الفتاح ــ قاسم؛ عبد العزيز عبد الله. 1993. أسس علم البيئة النباتية، الطبعة الأولى، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.

5. بركودة؛ يوسف ــ 1986، البيئة وتوزيع النبات الجغرافي، الجزء النظري، كلية العلوم، منشورات جامعة دمشق، المطبعة الجديدة، دمشق.

6. بغدادي؛ وفاء، 1992، بيولوجيا الفطريات، كلية العلوم، منشورات جامعة دمشق، الطبعة الرابعة، مطبعة جامعة دمشق.

7. بيير، أندريه ، 1992، الدُبال، تحلل بقايا النباتات والمخلفات الحيوانية وفوائده للتربة، الطبعة الأولى، ترجمة ميخائيل بطرس، دار طلاس، دمشق .

8. حاتوغ– بوران؛ علياء ــ أبو دية؛ محمد حمدان ، 1996، علم البيئة، الطبعة الثانية، دار الشروق، عمان.

9. حمد؛ ابتسام ــ علي نظام؛ عدنان ، 1998، الفيروسات والجراثيم – الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق.

10. الجنايني؛ محمد عبد الرحمن ــ الفتياني؛ فاروق، 1986، الهدرولوجيا ومبادئ هندسة الري، كلية الهندسة في جامعة الاسكندرية- جامعة بيروت العربية، منشورات دار الراتب الجامعية، بيروت لبنان.

11. الخطيب؛ أنور، 1986، الفصائل النباتية، الجزء النظري، كلية العلوم، منشورات جامعة دمشق، مطبعة خالد بن الوليد.

12. الخوري؛ أكرم ــ عبيدو؛ محمد ، 1997، البيئة العامة– الجزء النظري، الطبعة الثالثة، منشورات جامعة دمشق.

13. الشرفي؛ محمد، 1987، دليل مصدات الرياح في المناطق القاحلة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم- مشروع الحزام الأخضر لدول شمال أفريقيا، تونس.

14. عبد الرزاق؛ عمر عبد الله ــ الجابر؛ عايد محسن ، 1997، علم التربة (1)، القسم العملي، كلية الزراعة الثانية بدير الزور، منشورات جامعة حلب.

15. رشيد؛ أحمد ــ رشيد؛ هناء الحسن، 1981، علم البيئة (مدخل عام)، طبعة جديدة، معهد الإنماء العربي، العلوم المتكاملة، 2، بيروت- فرع لبنان.

16. عبد الرزاق؛ عمر عبد الله ــ الجابر؛ عايد محسن ، 1997، علم التربة (1)، القسم العملي، كلية الزراعة الثانية بدير الزور، منشورات جامعة حلب.

17. العودات؛ محمد ــ بركودة؛ يوسف ، 1979، نباتات سورية- البيئة والغطاء النباتي والأنواع الشائعة، مجلة علوم الحياة، عدد خاص، حزيران 1979، مطبعة المدينة، دمشق.

18. العودات؛ محمد، 1988، الطبعة الأولى، التلوث وحماية البيئة، الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق.

19. عياد؛ محمد، 1986، تنمية الموارد البيولوجية في صحارى الوطن العربي، مجلة عالم الفكر- علوم الصحارى، ص29- 52.

20. القصاص؛ محمد عبد الفتاح، 1999، التصحر- تدهور الأراضي في المناطق الجافة، سلسلة عالم المعرفة، العدد 242، الكويت، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

21. كاروزينا، إرينا ، 1967، مبادئ البيولوجيا الطبعة الثانية، دار مير بموسكو، ترجمة إلى العربية في 1982، دار الفجر، حلب.

22. كتانة؛ محمد سعيد ، 1985، حفظ المياه والتربة بدول شمال أفريقيا، مشروع الحزام الأخضر، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس.

23. كلمان؛ مارتن، 1989، جغرافية النبات، ترجمة الدكتور عبد الله أحمد بابكر، جامعة قطر، الدوحة، مؤسسة دار العلوم للطباعة والنشر.

24. مجاهد؛ أحمد محمد ــ العودات؛ محمد عبدو، عبد الله؛ عبد السلام ــ الشيخ؛ عبد الله بن محمد ــ باصهي؛ عبد الله بن يحيى، 2001، علم البيئة النباتية، منشورات جامعة عبد الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

25. مينغة، مونيك، 1999، الإنسان والجفاف، ترجمة ميشيل خوري، منشورات وزارة الثقافة، دمشق.

26. نادر، سهيل 1985، البيئة المتوسطية. دبلوم دراسات معمقة في البيئة المتوسطية D.E.A ، منشورات جامعة إكس مرسيليا، فرنسا.

27. نصير؛ سمير، علم البيئة النباتية، 1982، كلية العلوم، منشورات جامعة تشرين.

28. الورع؛ حسان، 1982، مغلقات البذور – علم التقسيم النباتي، كلية العلوم، منشورات جامعة حلب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية.

29. الدراسة الوطنية للتنوع الحيوي في الجمهورية العربية السورية، 1998، منشورات وزارة الدولة لشؤون البيئة، وحدة التنوع الحيوي، برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

30. سورية 2000، دراسة عامة حول الجمهورية العربية السورية، مركز المعلومات القومي، الدراسات الاستراتيجية 2000.

31. لمحة عن بعض الأنواع الحراجية الطبيعية والمدخلة في سورية، 2000، اللجنة العليا للتشجير : وزارة الزراعة – وزارة البيئة . إعداد وإشراف عيسى درويش، نافع غزال أسود، سامي مدغمش.

32. مصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، أعمال الندوة العربي الثانية لمصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، الكويت 8- 10 آذار\ مارس 1997، الطبعة الأولى 1997، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية.

33. حياة النباتات، الموسوعة الروسية للنباتات. الأجزاء: 5-1، 5-2، 6، موسكو، دار التنوير، 1980، 1981، 1882، (باللغة الروسية).

34. Belitsina G. , Vasilevskaia V. , Grishina L. , Evdokimova T. , Zborishuk N. , Ivanov V. , Levin F. , Nikolaeva S. , Rosanov B. , Samoilova E. , Tikhmirov F. 1988, Pedology , 2 tom , Moscow , Vishaia shkola .

35. Camp Pamela S.Arms Karen , 1984 , Exploring Biology , Second Ed., by Saunders College Publishing , Philadelphia New York .

36. Chernova, N.M. and Bilova A.M. 1988, Ecology , second edition, Moscow , Prosvesheneie (in Russian) .

37. Hrjanovski, V. and Ponomarenko, S. 1988, Botany, second ed., For students, Moscow, Agropromizdat.
38. Longman Dictionary of scientific usage, The reprint edition. Longman group limited, Harlow.
39. Odum Eugene P. 1971 , Fundamentals of Ecology, third Edition, W.B.Saunders Company Philadelphi – London – Toronto , Univ. of Georgia, Athens, Georgia.
40. Ricklefs Robert E. 1976 , The Economy of nature , A textbook in Basic Ecology, Univ. of Pennsylvania , Chiron Press. Inc. Portland , Oregon .
41. Ryan, John,S. Masri, S. Garabet, J.Diekmann and H. Habib, 1997. Soils of ICARDA' s Agricultureal experiments stations and sites: Climate, classification, physical and chemical properties, and land use, International Center for Agricultural Research in the Dry Area, Aleppo, Syria.
42. Solomon, E., berg L., Martin D., 1999, Biology, Fifth edition, Saunders College publishing.
43. UNEP, 1992, World Atlas of Desertification, Edward Arnold and UNEP, ix+ 69 pp; a second revised edition published in 1998.
44. UNESCO, 1977, Map of the World distribution of arid region. MAB Technical Notes, 7.
45. Vasilev, A. Voronin, N. Elenecivski, A. et al. 1988, Botany, second ed. , for students, Moscow, Prosveshenie.

442003/12/05. Yacovlev, G. and Chelombitko, V. 1990. Botany, Moscow- Vishaya shkola, For Universities students.

Damascus University

اللجنة العلمية

الأستاذ الدكتور يوسف بركودة

الأستاذ الدكتور عبد الجبار الضحاك

الأستاذ الدكتور عبد الله أبو زخم

المدقق اللغوي

الدكتور عبد اللطيف عمران

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University