كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : علم البيئة النباتية

المحاضرة : الاولى/نظري/د.صباح

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

**النبات وعلاقته بالماء**

يعد الماء عاملا محدداً وضروريا في حياة النبات وتختلف النباتات فيما بينها باحتياجاتها المائية وقدرتها على النمو والبقاء وآلية تكيفها مع الوسط المحيط ،لذلك صنفت النباتات حسب علاقتها بالماء الى

أ - النباتات المائية hydrophytes : هي النباتات التي تعيش في الاوساط المائية وتتصف بعدة صفات تعكس تكيفها البيئي مع هذا الوسط ويمكن ان نميز منها

- النباتات المغمورة كالطحالب وبعض النباتات الزهرية مثل Elodia ويكون التأبير عند هذه النباتات مائي.
- النباتات التي يكون الجزء الأكبر منها مغمورا بالماء والباقي فوق سطحه أو يكون طافيا لا سيما الأوراق والأزهار ، وهنا يكون التأبير هوائي ومن أمثلتها Nuphare lateum .
- النباتات التي يكون الجزء الأكبر منها في الهواء وقاعدتها فقط مغمورة في الماء أو التربة المشبعة بالماء ويكون التأبير فيها هوائي ومن أمثلتها Scirpus وتدعى هذه النباتات نباتات شبه مائية
- النباتات الطافية الحرة في الوسط المائي تكون هذه النباتات عائمة وغير مثبتة في القاع

ب – نباتات أليفة الرطوبة Hygrophytesوهي نباتات تحتاج رطوبة مرتفعة بشكل دائم ونميز فيها :

- نباتات أليفة الرطوبة الأرضية: تعيش في ترب مغمورة بالماء الأرضي أو مشبعة به مثل Oryza وتضم أيضا نباتات تنمو في المستنقعات وعلى الطمي في الوديان.
- نباتات أليفة الرطوبة الجوية: وهي نباتات نمو في أوساط تزيد رطوبتها النسبية على ٩٠% اذ تمثل الرطوبة مصدرا للماء ومن أمثلتها النباتات اللازهرية التي تعيش في ظل الغابات مثل بعض أنواع السراخس ، إضافة إلى النباتات التي تشكل الطبقة السفلى في المناطق الاستوائية والمعتدلة .

ج – النباتات الوسطية Mesophytes: تحتل مكانا وسطا بين النباتات أليفة الرطوبة والنباتات الجفافية بعض هذه النباتات يكون قريبا في خصائصه المورفولوجية والفيزيولوجية والتشريحية من النباتات أليفة الرطوبة ، وبعضها يكون أقرب الى النباتات الجفافية ، وتتميز مجموعة أخرى بخصائص محددة مكونة النباتات الوسطية الحقيقية ، تنتشر هذه النباتات في المناطق المعتدلة التي تسقط فيها الأمطار في الخريف والصيف

د – النباتات الجفافية Xerphytes تعيش هذه النباتات في المناطق الجافة حيث لا يتوفر الماء إلا فترة قصيرة وبكميات قليلة خلال العام ، تتصف هذه النباتات بقدرتها على تحمل الشروط البيئية القاسية بسبب التكيفات المورفولوجية والفيزيولوجية والتشريحية .

**البيئة المائية**

تتواجد في الطبيعة بالإضافة إلى بيئة اليابسة ثلاث مناطق بيئية رئيسية لها علاقة بالماء وتختلف هذه المناطق الواحدة عن الاخرى بصفاتها البيئية المختلفة وبالكائنات التي تعيش فيها ولمياه هذه المناطق الصفات الكيميائية والفيزيائية الخاصة بها التي تجعلها مختلفة فيما بينها . أما المناطق فهي:

-بيئة المياه العذبة Freshwater Habitat

-بيئة مصبات الأنهار Estuaries

-البيئة البحرية Marine Habitat

وتعود أهمية هذه البيئات للمساحة الكبيرة التي تشغلها ، والأعماق السحيقة التي تبلغها مما يعطيها دورا أساسيا في توزع وتنوع المناخات وكذلك الدورة الحيوية العالمية للماء وبعض العناصر الضرورية للاحياء . وتتصف البيئة المائية بمجموعة من الشروط التي تفرضها طبيعة الماء .

**الخصائص العامة للبيئة المائية :**

**١- الصفات الفيزيائية :**

أ - الضوء والحرارة : يعد الضوء والحرارة من أهم العوامل المحددة لنشاط ونمو وانتشار الأحياء في الأوساط المائية.

ب- التيارات المائية : تضم حركات أفقية للماء كجريان الماء وحركات شاقولية تتمثل بتيارات الحمل الحراري ، حيث تؤثر الحركات المائية مباشرة في الحيوانات التي تبدي انجذابا مباشرا واضحا جدا وموجها وفق حركة التيار ، بينما يكون تأثيرها في النبات غير مباشر كونها تؤثر في درجة الحرارة ودرجة الشفافية والملوحة والتهوية . وتبدي النباتات في المياه الجارية لا سيما السريعة تكيفات مورفولوجية واضحة لمقاومة هذه الحركات.

ج- انحسار الماء : يحصل في الأوساط المائية قليلة العمق لا سيما السبخات والمستنقعات وعلى طول مجرى الانهار بسبب التبدلات الفصلية لحجم الماء بسبب الجفاف ونقص الغزارة والتغذية المائية ، وقد يصل الانحسار إلى الجفاف الكامل المؤقت فتتشكل مناطق متدرجة وفق الاتي :

- منطقة نباتات نهرية: تشكلها تربة رطبة طينية وينتشر فيها الصفصاف والدلب.
- منطقة نباتات شمسية : تكونها تربة مشبعة بالماء وتكثر فيها نباتات بجذامير زاحفة كالقصب والتيفا وبعض أنواع الحوذان.
- منطقة نباتات مائية بحتة تتمثل بما تبقى من الماء وتكثر فيها نباتات متنوعة بعضها مثبت الى القاع ، وبعضها حر مغمور أو طاف كعدس الماء .

ويحدث الانحسار على سواحل البحار والمحيطات بسبب المد والجزر ، فتبدي نباتات هذه المنطقة تكيفات خاصة جدا تمكنها من العيش والتطور مع شروط المد (غمر و إضاءة ضعيفة) وشروط الجزر (جفاف مؤقت واضاءة شديدة) وترتبط بدرجة انحدار الشاطئ.

د- طبيعة الصخرة الأم : تؤثر في إمكانية تثبيت الأحياء وتوغلها ، حيث تتصف الشواطئ الرملية بوجود فلورا طحلبية فقيرة في حين تكون الشواطئ الصخرية أغنى بالنباتات والحيوانات لانها تساعد على التثبيت والتوغل ، وتنعدم النباتات في الشواطئ الرسوبية المتحركة التي تتحول إلى معلق عكر بفعل حركة المياه.

هـ - اللزوجة :تتصف الاوساط المائية بكثافتها العالية مقارنة بالاوساط الهوائية مما يساعد على حمل النباتات المائية وهذا يؤثر في البنية التشريحية لها لا سيما تطور الأنسجة الاستنادية و الدعامية.

**٢- الصفات الكيميائية :**

تتحدد الصفات الكيميائية بكمية ونوعية الاملاح والغازات الذائبة وكذلك التفاعلات الشاردية التي تتحكم بدرجة الحموضة (PH ).

أ- درجة الملوحة و الاملاح المعدنية : تلعب درجة الملوحة دورا هاما في تحديد المجموعات والكائنات النباتية والحيوانية في الاوساط المائية والتربة من خلال تأثيرها الحلولي والفيزيولوجي . وتقسم الاحياء المائية تبعا لدرجة تحملها للملوحة الى :

- انواع واسعة التحمل للملوحة : حيث تتحمل تبدلات كثيرة ودرجات عالية من الملوحة مثل طحالب Ulva في البحار والمياه المالحة.
- أنواع ضيقة التحمل للملوحة : تكون متكيفة مع تبدلات وتراكيز ضعيفة من الاملاح.

ب – الاوكسجين :يقوم بدور كبير جدا في الاوساط المائية ، اذ أن محتوى الوسط المائي من الاوكسجين هو نتاج توازن بين انحلال اوكسجين الهواء والتركيب الضوئي وتنفس الكائنات الحية والتخمرات وعمليات الاكسدة ، ويرتبط بحركة الماء وكثافة الاحياء في الماء ، ويعزى نقص الاكسجين في الاوساط المائية الى ضعف انحلاليته في الماء التي تختلف وفقا لعدة عوامل مثل درجة الحرارة ودرجة الملوحة ويعد تركيزه في المياه دليلا على صلاحية المياه ، وتكون مياه الأحواض والانهار التي تتلقى المياه الملوثة الحاوية على مخلفات المنازل والمصانع غنية بالمواد العضوية وتنخفض فيها

كفاءة التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى استنزاف الاوكسجين في عملية التنفس والتخمر والتأكسد فتصبح خانقة وسامة للاحياء المائية ، وتتصف بقيمة عالية من الطلب الحيوي الكيميائي على الاوكسجين.

جـ - ثنائي اوكسيد الكربون : يعد تركيزه عاملا محددا للاحياء ذاتية التغذية التي تعيش في الاوساط المائية والاحياء التي ترسب الكلس كالطحالب القشرية ، وينتج تركيزه عن التوازن بين انحلالية $CO_2$ الجوي واستهلاكه في الماء ، ويتدخل في ذلك وينظمه الكربونات الاحادية والثنائية المنحلة في الماء ويرتبط ذلك بدرجة PH .

د – درجة الحموضة :ترتبط درجة الحموضة ارتباطا وثيقا بتركيز ثنائي اوكسيد الكربون في المياه ، فتكون قريبة من الاعتدال في مياه البحار (٨ -٨.٣ ) بسبب الدورالمنظم الذي تقوم به الكربونات ، بينما تكون شديدة التبدل في المياه العذبة ومياه المستنقعات الباردة ، ويؤدي وجود النباتات الخضراء في المياه وقيامها بالتركيب الضوئي الى رفع قيمة PH فتصبح قلوية ، بينما يؤدي انطلاق $CO_2$ نتيجة التنفس ليلا الى خفضها وتكون هذه التبدلات اليومية ضعيفة في المياه الكلسية نظرا لانها تقوم بدور الصمام الذي تؤديه الكربونات ، ومن الجدير بالذكر ان درجة PH في نسج الاحياء المائية غالبا ما تكون مستقلة نسبيا عنها في المياه .

تضم النباتات المائية أنواعا عديدة تنتمي الى مستويات تصنيفية مختلفة اذ تنتمي الطحالب الى النباتات الدنيا كذلك بعض الأنواع العائمة من التريديات ، كما وتضم وحيدات الفلقة نباتات مائية أو مستنقعية من أنواع مثل *Lemnaceae* ، *Juncacees* ، *Cypracees* ، وتضم ثنائيات الفلقة عددا من أنواع الفصائل والاجناس مثل *Nymphacees* ، *Meriophyllum* ، *Urticularia* .

**التكيف مع الحياة المائية**

تعد الحياة المائية النمط الطبيعي للعديد من النباتات الدنيا كالطحالب مع ان بعضها قد تكيف مع الحياة البرية ، لذلك سيتركز الاهتمام على النباتات الراقية ، يتجلى تكيف النباتات مع الماء في أرقى صوره عند النباتات المغمورة كليا بجملة من الصفات والخصائص التي تتصف بها جميع النباتات المائية على اختلاف انتمائها التصنيفي ويعود ذلك لتجانس خصائص الاوساط المائية .

**أولا – الخصائص المورفولوجية**

تتصف النباتات المائية بتنوع شكل أعضائها وهو ما يسمى بالتعدد الشكلي الذي يعكس مدى تكيف هذه الاعضاء مع بيئتها حيث يمكن ان تكون غاطسة أو شبه غاطسة أو عائمة أو هوائية ، ويمكن ان نلخص صفات النباتات المائية كما يلي :

١- ضعف تكون المجموع الجذري وإذا وجد فإن يوجد لتثبيت النبات بالقاع كما هو الحال في نبات الشقيق المائى أو لحفظ التوازن كما فى نبات الالوديا وورد النيل وتكون الجذور فى هذه الحالة خيطية وخالية من الشعيرات الجذرية غالبا.

٢- الاوراق المغمورة شريطية أو خيطية رقيقة حتى لا تمزقها التيارات المائية أما الاوراق الطافية فتكون منبسطة وعريضة.

**تحورات الاوراق :**

يظهر التعدد الشكلي لاوراق انواع النباتات المائية وكذلك في النوع الواحد والفرد نفسه لاسيما في حال وجود أوراق عائمة واخرى هوائية وهذا ما يعكس علاقة الاوراق بالوسط المائي فنميز الاشكال التالية :

الاوراق الغاطسة: تكون مغمورة كليا في الماء وشكلها شريطي أو خيطي أو مشرشر أو على شكل عصيبات اسفنجية البنية تتحرك في الماء كالاهداب وهذا ما يعطيها القدرة على التموج والانثناء والتكيف مع حركة المياه ما يحميها من التمزق مثل Sagittaria ، Elodia ، طحالب Chara .

الاوراق العائمة: تكون طافية على سطح الماء ووجهها السفلي منطبق على سطح الماء وتكون قرصية الشكل او مستديرة سطحها واسع لونها أخضر داكن وتكون أقل ليونة من الاوراق المغمورة محاليقها طويلة وتغطي مساحات كبيرة من سطح الوسط المائي ومنها Lemna ، Nuphare.

الاوراق شبه المغمورة : يكون القرص الورقي مؤلف من جزأين الاول عائم على وجه الماء وهو الجزء السفلي من الورقة ويأخذ شكل الورقة العائمة تماما والجزء الاخر غاطس في الماء وهو الجزءالعلوي من الورقة ويكون مشرشر أو خيطي كالورقة المغمورة كليا في الماء مثل Rananaculus aquatilis .

الاوراق الهوائية: تخرج من الماء الى الهواء تحملها محاليق طويلة ، أو تتشكل من البراعم الورقية الموجودة على الجزء العلوي من الساق الهوائية ويختلف شكلها تبعا للنوع النباتي فمنها السهمي أو الشريطي ، كما يمكن أن تصادف هذه الاشكال عند نوع نباتي واحد مثل بعض أنواع Rananaculus .

يتعلق كل شكل من اشكال الاوراق بوجود مناخ دقيق ومتميز ، كما أن التبدلات في شكل الاوراق هي من أصل تكيفي وتزول بمجرد تنامي الافراد في أوساط أكثر تجانسا.

**تحورات الساق :** نميز الانماط التالية وفقا لتوضع الساق في الوسط المائي

الساق المغمورة: تكون مغمورة كليا في الماء ، طويلة نسبيا ،رفيعة ، لينة تميل الى الخضرة في بعض أنواع Elodia .

الساق الزاحفة: تكون مثبتة في القاع أو التربة المغمورة دوما بالماء وتخلو من الصانعات الخضراء لونها أبيض غنية بالمدخرات النشوية وينشأ عنها براعم ورقية وزهرية نحو الاعلى ونحو الاسفل الجذور التي تثبت الساق مثل Typha ، Nuphare .

الساق العائمة : شكلها قرصي يشبه الورقة ينشأ من أسفلها الجذور على شكل خيطي أو مجموعة خيوط بيضاء رفيعة متفاوتة الطول والكثافة كما في عدس الماء Lemna minor وهي قرصية عائمة كما في طبق فكتوريا Victoria rigia .

الساق الهوائية: تخرج من الماء الى الهواء فتصبح أقسى وأثخن من الاشكال السابقة وتحمل الازهار مثل Scirpus littoralis .

**تحورات الجذر**

تقوم جميع اجزاء النبات بمهمة الجذر اذ تمتص الماء والمواد المنحلة عبر سطوحها ما يؤثر في نمو الجذور وتطورها ونميز منها الاشكال الاتية :

جملة جذرية قليلة التطور: من حيث الطول والتفرع ، قليلة الى عديمة الاوبار الماصة ، وتغيب فيها القلنسوة ، وتصادف في جميع النباتات المغمورة كليا في الماء لا سيما التي تبدو صغيرة مثل Elodia ، Chara .

جملة جذرية متطورة نسبيا : وتصادف عند النباتات البارزة من الماء مثل Typha ، Nuphare.

جملة جذرية على شكل درنات: اسفنجية البنية منتفخة ومتوضعة اسفل الجزء العائم عند النباتات العائمة وتكون غنية بالفراغات البينية فتؤمن الطفو الكامل والدائم لهذه الاعضاء كما في Jussiee .

وتكون الجذور خيطية رفيعة وقصيرة في Lemna ، أو أشد ثخانة وطولا وكثافة في Victoria rigia .

تملك بعض النباتات جذور تنفسية مثل Avicennia mariana تظهر فوق السطح للتهوية عبر عديسات صغيرة على سطحه وتتصف النباتات المائية بكتلة خضرية اكبر بكثير من كتلتها الجذرية لا سيما في النباتات المغمورة .

**التحورات التشريحية للنباتات المائية**

١- خلايا البشرة غير مغطاة بطبقة الادمة وإذا وجدت فإنها تكون رقيقة جدا بحيث لا تمنع مرور الماء وبذلك تكون كل خلايا البشرة قادرة على امتصاص الماء خاصة في النباتات المغمورة.

٢- غياب الثغور على الأجزاء المغمورة من الساق و أفرعه وكذلك الأوراق المغمورة . بينما تحتوي الاوراق الطافية على ثغور فى أسطحها العلوية فقط وتخلو اسطحها السفلية من الثغور نظرا لانها تكون ملامسة للماء أما الاوراق الهوائية فتوجد بها الثغور على كلا السطحين.

٣- احتواء خلايا بشرة الساق والأوراق على البلاستيدات الخضراء خاصة فى النباتات المغمورة

٤- يتخلل الأنسجة الداخلية لأعضاء النبات غرف هوائية واسعة تشاهد فى قشرة الساق و النسيج الاساسى لاعناق الاوراق أو النسيج الوسطى للأوراق وذلك لتخزين الاكسجين وثنائي أكسيد الكربون وتكون هذه الغرف محاطة عادة بخلايا بارنشمية تعرف ببارنشيما التهوية .

٥- ضعف تكوين الخشب لعدم الحاجة إلى رفع الماء إلى أعلى حيث يقوم النبات بامتصاصه من جميع اجزائه .

٦- ضعف تكوين الانسجة الدعامية (الكولنشيمية – الإسكلرنشيمية ) إذ أنها نباتات خفيفة يحملها الماء و يحميها وتكون غير معرضة لاي ضغوط خارجية
٧- النسيج الوسطي للورقة لا يتميز عادة إلى نسيج عمادي واخر اسفنجي بل يتكون غالبا من خلايا بارنشيمية وكلورانشيمية عادية تكثر بينها المسافات البينية والغرف الهوائية .
٨- التطور الكبير للنسيج الفراغي الهوائي أي خلايا برانشيمية ضخمة عديدة الاشكال تتوضع معا مشكلة أجوافا ضخمة وفراغات منتظمة أحيانا و غير منتظمة أحيانا أخرى مملوءة بالهواء ما يساعد على تجنب مشكلة الغدق أو نقص الاوكسجين ، وتتصف جدر هذه الخلايا باللليونة التامة .
٩- غياب كامل للنسيج الحباكي لا سيما في الاجزاء المغمورة لان تشكله يحدث في الضوء الشديد وهذا ما تفتقر اليه الاوساط المائية ، ويمكن ملاحظة بداية تشكل النسيج الحباكي في الاوراق الطافية لا سيما على الوجه العلوي اذا كانت الاضاءة التي يتعرض لها قوية وكافية .

**ثانياً- الخصائص الحيوية**

تسمح خصائص الاوساط المائية بتأمين حياة أحيائها من نباتات وغيرها من التبدلات الشديدة والحادة لدرجة الحرارة والجفاف وهذا ما يؤثر في نمط الحياة عند النباتات المائية ، اذ يعد اكثر من ٨٥% من النباتات المائية معمرا بينما لا تتجاوز هذه النسبة ٢٠% في النباتات البرية ، و تنمو بعض النباتات الحولية في الفصل الرطب وتختفي في الفصل الجاف ، وتصبح معمرة بمجرد نموها في الماء .

**ثالثاً - الخصائص الفيزيولوجية**

تتميز النباتات المائية بضغط حلولي منخفض أقل من ١٠ ضغط جوي ، كما يخضع لتبدلات عديدة أهمها الملوحة ، والنباتات المائية لها القدرة على القيام بالتخمر مدة طويلة للحصول على الطاقة واكتساب القدرة لمواجهة المواد الناتجة عن الاستقلاب الهوائي ولها القدرة على عزل نفسها للتخفيف من الأثر السام لبعض المواد مثل $H_2S$ وشوارد الحديد والمنغنيز من خلال العمل على ترسيب هذه الشوارد والحد من فعاليتها.

**رابعاً- الخصائص الإنتاجية**

يختلف الوسط المائي عن الوسط الهوائي فجميع العناصر الضرورية للحياة تتوفر في حدودها الدنيا خاصة الاكسجين والضوء والحرارة وبتراكيز أقل من التراكيز المثلى حيث يبرز جيدا مفهوم العوامل المحددة وقانون الحد الادنى ، ولما لهذه العناصر من دور رئيسي في العمليات الحيوية لا سيما التركيب الضوئي والنمو والانتاج فإنه مهما بلغت انتاجية الاوساط المائية تبقى ضعيفة خاصة في البحار والمحيطات لان الحياة تخضع فيها للضوء الذي يتناقص بالشدة مع العمق ويتغير تركيبه الطيفي ، وتؤثر درجة الملوحة التي تتجاوز أحيانا عتبة التحمل ، كما يؤثر نقص الغازات المنحلة لا سيما الاكسجين اضافة الى مشكلة التلوث .

**خامساً- الخصائص الجنسية والاعاشية**

يسود التكاثر الاعاشي في النباتات المائية لا سيما في الانواع ذات الجذامير مثل Potamogeton nodosis ، Elodia ، ويتكاثر بعضها جنسيا حيث تطفو الازهار فوق سطح الماء وتتلقح هوائيا أو مائيا .

**الجفاف والبيئة الجافة**

تعد الصحراء ظاهرة ذات منشأ جيولوجي مناخي كوني طبيعي أهم مقوماتها ندرة الماء والحرارة العالية والتبخر الشديد (صحراء حارة ) أو حرارة منخفضة (صحراء باردة) . أما التصحر هو انتشار الظواهر الصحراوية في مناطق ليست صحراوية لا سيما من وجهة نظر مناخية جيولوجية ، وهذا ما يحصل في المناطق الرطبة وشبه الرطبة وشبه الجافة ،ومصطلح الصحراء مفهوم نسبي وتبعا لذلك يمكن تحديد عدة مستويات ترتبط بدرجة الجفاف وبناء على ذلك يمكن تمييز المناطق التالية في الوطن العربي

الصحراء الحقيقية : يكون معدل الامطار السنوي فيها أقل من ٢٠مم وتضم عدة أقاليم مختلفة حراريا، وتشمل أجزاء كبيرة من موريتانيا والمغرب والجزائر وتونس وليبيا ومصر والربع الخالي في الجنوب الشرقي من شبه الجزيرة العربية.

الصحارى الجافة : تتميز بمعدل أمطار ٢٠-١٦٠مم ، وتضم اقليمين مختلفين بدرجة الجفاف وتشغل مساحات واسعة تحيط بالصحراء الحقيقية.
السهوب الصحراوية : يزيد معدل الامطار السنوي على ١٦٠ مم وتتمثل بالمرتفعات الواقعة شمالي العراق وبعض المناطق السورية والاردنية واللبنانية واليمنية والمرتفعات الساحلية في تونس وغيرها .

**تصنيف النباتات الجفافية**

يؤدي التأثير المباشر لنقص الماء في بعض الاوساط متوسطة الرطوبة الى ظهور أشكال نباتية تدعى الاشكال الجفافية ، أما النباتات التي تعيش بشكل طبيعي في البيئة الجافة تدعى النباتات الجفافية وهي التي يمكنها التكيف مع الجفاف ومتابعة نموها ولو ببطء شديد ويظهر تكيفها بجملة من الخصائص المورفولوجية والفيزيولوجية والتشريحية والسلوكية ، ونميز الاشكال العامة للنباتات الجفافية كما يلي :

أ- النباتات المؤقتة أو سريعة الزوال تتمثل بالنباتات الحولية و الأرضية التي تنمو بسرعة عند توفر الرطوبة وتنهي دورة حياتها قبل حلول الجفاف وتقضي هذه الفترة الحرجة على شكل أعضاء مقاومة ( درنات – جذامير – أبصال كورمات )في حالة النباتات الارضية وعلى شكل بذور عند الحوليات ، وتعد البذور والابواغ من أكثر الاعضاء النباتية مقاومة للظروف غير الملائمة( حرارة ، برودة ، جفاف ).

ب – النباتات الدائمة نباتات قاسية تتحمل الجفاف من خلال الحد من استهلاك المياه وفقدانه وتطوير أساليب البحث عنه وتأمينه بالسرعة المناسبة ، يساعد على ذلك وسائل تشريحية وفيزيولوجية وبيولوجية ومورفولوجية عديدة .اذ لبعضها اوراق غضة تدوم طوال الفصل المناسب وتسقط مع بداية فصل الجفاف لعدم قدرتها على مقاومته وغالبا يكون سقوطها تدريجيا مع ازدياد الجفاف .

جـ - النباتات الجفافية الحقيقية وهي نباتات الوسط الجاف القادرة على التكيف مع الجفاف الارضي والجوي طوال حياتها بأساليب عديدة حيث لا تبدي اختلافات كبيرة بين الفترة الجافة والفترة غير الجافة ويتمثل هذا النمط بالنباتات العصارية التي تختزن الماء في نسج أعضائها المختلفة وتتميز بقدرتها العالية على التحكم باستهلاك المياه في عملياتها الحيوية إضافة الى امتلاكها أساليب فعالة للحفاظ على الماء المختزن .

**نباتات الأراضى الجافة فسيولوجياً:**

وتشتمل على النباتات التي توجد في البيئات التي تبدو وفيرة الماء لكن غير ميسر للنبات لسبب فسيولوجى

- **النباتات الملحية :** وتنمو في المستنقعات الملحيةSalt marshes أو في أنواع خاصة من التربة القلوية السامة قليلاً للنباتات ورغم بقاء هذه النباتات في الماء عادة فإن تحوراتها التركيبية محكمة تشبه كثيراً تلك الموجودة في نباتات الصحراء لتمنع فقد الماء ورغم وجود الماء فإن درجة الاسموزية تكون عالية بدرجة لا تساعد على امتصاصه بواسطة النبات.

تتميز بعض هذه النباتات بوجود أوراق مختزلة حرشفية تساعد على تقليل مساحة سطح النبات المعرض للجو مما يقلل من فقدان النبات للماء وقد تكون الاوراق مختزلة عصيرية تحتفظ بكميات من الماء داخل خلاياها مما يخفف من تركيز الأملاح بداخلها وتقاوم هذه النباتات الملوحة بالتخلص من الاملاح بعدة طرق اهمها وجود غدد ملحية على البشرة تعمل على التخلص من الاملاح كما في نبات القرم وتفرز هذه النباتات الملح على هيئة محلول مركز من خلال الغدد الملحية فيتبخر الماء وتبقى طبقة من الملح على سطح الاوراق تذريها الرياح او تذيبها الامطار كما تتخلص بعض النباتات الملحية من قدر كبير من الاملاح عن طريق التخلص من الاوراق المسنة بعد تخزين كميات كبيرة من الاملاح فيها كما في نبات السويد

هذا وتعتبر النباتات الملحية نباتات جفافية لحدوث تحورات بها تشابه ما يحدث في النباتات الجفافية فإن النباتات الملحية تحدث بها التحورات التالية:

١- الضغط الاسموزي لخلاياها أعلى من جميع نباتات الاقسام البيئية الاخرى ويتراوح بين30 -60 ضغط جوي وهذا ما يرفع معه قوة الإمتصاص الاسموزية.

٢- ارتفاع المحتوى المائي للمجموع الخضري خاصة للنباتات النامية في المياه الملحية ولذلك تبدو هذه النباتات عصيرية ومتشحمة.

٣- ارتفاع نسبة الماء المرتبط ويعزى ذلك إلى وجود نسبة عالية من الغرويات المحبة للماء في البروتوبلازم من هذه النباتات السويد والخزيزة والرطريط.

- **نباتات الأراضي الغدقة والباردة:**

وتوجد في المناطق المعتدلة و الباردة والمناطق تحت القطبية ولا يمتص الماء في هذه الأماكن بسبب درجة تركيز الاسموزية العالية أو بسبب الانخفاض الشديد في درجة حرارة التربة الذي يقلل من عملية الانتقال عامة ورغم انخفاض النتح فهناك نقصاً فسيولوجياً في الماء وتصبح هذه الحالة شديدة الوضوح عندما تتجمد التربة إلى عمق كبير وتبدو هذه النباتات التي تحتفظ بأوراقها تحت هذه الظروف ذات تركيب جفافى نموذجى ومثال ذلك بعض أنواع عاريات البذور ذوات الاوراق الإبرية مثل الصنوبر *Pinus* التي تنتشر في المناطق المعتدلة وتحت القطبية

**تكيف النباتات الجفافية**

تعد الرطوبة عاملا محددا لجميع مراحل نمو النباتات الجفافية في المنطقة المتوسطية في فصلي الصيف والخريف حيث لا تهطل الامطار ، أما في المنطقة المدارية تقع في فصل الشتاء ، في حين أن موعدها غير محدد وكذلك طولها في المنطقة الصحراوية فقد تمتد على طول العام وأحيانا لعدة أعوام متتالية ، واكثر المراحل الحياتية حساسية للرطوبة هي مرحلة الانتاش ، غير أن هذه الحساسية تختلف من نبات لاخر ، ويمثل سبات البذور الحاجز البيولوجي أمام الانتاش ، ونظرا لاختلاف علاقة الانتاش مع كمية الرطوبة المتوفرة بحسب الانواع النباتية تقسم البذور الى :

**البذور الكتيمة** : لاتسمح بعبور الماء عبر غلافها الا بعد مدة طويلة نسبيا كبذور جوز الهند الذي يبقى مدة طويلة عائما على سطح الماء ، وبذور بعض النباتات التي تحتاج الى المرور في الجهاز الهضمي للطيور أو الحيوانات كي يتخرب غلافها وعندها تكون قادرة على الانتاش

**البذور الحساسة جدا للرطوبة**: حيث تكفي كمية قليلة من الماء لكسر سباتها ، فقد تبين أن بذور العديد من الانواع النباتية النامية في المناخ الجاف تتميز بانتاش كامل عند تعرضها لبلل مطري بسيط

البذور التي يجب أن تتعرض أولا لفترة جفاف قاسية وطويلة نسبيا : وبعد ذلك تكون قادرة على الانتاش عند تعرضها لكمية قليلة من الامطار مثل بذور بعض أنواع النجيليات النامية في الصحراء

**البذور الاقل حساسية للرطوبة**: اذ تتطلب هطل كمية كبيرة من الامطار لانتاشها .

تتصف نباتات البيئة الصحراوية والجافة وشبه الجافة بجملة من الخصائص المورفولوجية والفيزيولوجية والتشريحية والبيولوجية التي تمكنها من تلافي التأثيرات السلبية للجفاف أو مقاومته ويمكن ايجازها كما يلي :

١- القدرة على تحمل نقص الماء وانعدامه احيانا من خلال الآليات الاتية :

أ - امتلاك بروتوبلاسما قادرة على متابعة الحياة في ظروف شديدة الجفاف طويلة الامد نسبيا كبعض الحزازيات المنتشرة في حوض المتوسط وبعض النباتات الملازمة للغابات المدارية وبعض النباتات الشجرية في مناطق البلقان

ب – تطوير جهاز الامتصاص من خلال

- امتلاك بنية جذرية متطورة عالية الكفاءة في البحث عن الماء وامتصاصه ، وذلك بزيادة حجم المجموع الجذري وسرعة نموه واتساع رقعة انتشاره ، اذ يفوق حجم المجموع الجذري عدة مرات حجم المجموع الخضري كما في النجيليات الصغيرة التي يزيد طول مجموعها الجذري على ١م ، ويتجاوز المجموع الجذري لدى العاقول ١٠م . تتوزع الجملة الجذرية لبعض النباتات في جميع المستويات لتأمين الماء وتأخذ أشكالا متناسبة مع كمية الرطوبة المتوفرة ونوع التربة وفق الاتي

- نمط ذو امتداد وانتشار طولي في التربة قليل التفرع كما في جذور Medicago التي تنمو في السهوب والمناطق شبه الجافة ، ويمكن استعمال وجود بعض الانواع النباتية كدالات على توفر المياه الجوفية لاسيما غير العميقة لان الجذور تصل الى مستوى المياه الجوفية أو الشعرية ومن هذه الانواع العاقول والحنظل والحرمل
- نمط ذو انتشار أفقي محدود الطول لا سيما في الترب التي تكون الافاق الدنيا او المتوسطة غير مناسبة للنمو بسبب غياب الجيوب المائية والرطوبة ما يسمح بتشكل الجذور قرب السطح مثل جذور الصباريات أو بسبب التهوية السيئة في حال غمر الموقع بالماء حيث تقوم الساق بوظيفة تنفسية .
- نمط ذو نمو كثيف متميز بشبكة غزيرة من الجذور الوعائية على هيئة شعيرات جذرية كثيفة وطويلة مثل جذور النجيليات .
- نمط متعدد الانتشار والاتجاه حيث تمتد الجذور في مختلف الاتجاهات مكونة جذورا اكثر فعالية وتكيفا مع الشروط المختلفة لا سيما في الترب النفوذة .

ج- وجود أعضاء هوائية قادرة على امتصاص الرطوبة الجوية والندى والغيوم في المناطق الصحراوية والجافة تتمثل هذه الأعضاء بالاوبار الماصة للرطوبة الجوية كتلك الموجودة على أوراق بعض أنواع فصيلة Bromeliaceae والجذور الهوائية الموجودة عند السحلبيات Orehidees .

د - التحام قاعدتي الورقتين المتقابلتين لتشكلا ما يشبه القمع يتجمع فيه ماء المطر الذي يمتصه النبات في فترات الجفاف كما في Dipsacus .

هـ - تخزين الماء في نسج النباتات العصارية التي تكون قسما رئيسيا من النباتات الصحراوية وهي ذات أشكال مختلفة عن بعضها .يشكل الماء في بعضها ٩٠-٩٥% من وزنها وهي شديدة التأقلم مع الجفاف لانها تستهلك الماء بتقتير شديد ويقل استعمالها له طردا مع زيادة شدة الجفاف ومدته حيث تلجأ هذه النباتات الى مقاومة التعرق بفضل قشيرتها السميكة ذات الطبيعة الشمعية اللامعة ومسامها قليلة العدد والغائرة في مستوى القشيرة والبشرة السميكة ( عديدة الطبقات أحيانا ) وكذلك بفضل تركيبها الضوئي من النمط CAM في هذا النمط يخزن النبات ثاني أكسيد الكربون في الليل ضمن الخلايا على شكل مركب حمض الماليك الذي يتفكك خلال النهار الى مالات وثاني أكسيد الكربون فتتم عملية التركيب الضوئي ، يسعى النبات في هذا النمط من التركيب الضوئي الى تجنب فتح الثغور نهارا لمنع فقد الماء.الامر الذي يجعل نموها بطيئا واستهلاكها للماء قليل أما جملتها الجذرية تكون سطحية شديدة التفرع غنية بالاوبار الماصة الدائمة والمؤقتة التي تتشكل عند توفر الرطوبة وتموت بمجرد حدوث الجفاف الضغط الحلولي لها منخفض أي أقل من ١٠ ضغط جوي .

تختزن النباتات العصارية الماء في برانشيم متخصص لهذه الغاية سواء نمت في وسط جاف أم لا فاختزان الماء صفة مميزة وموروثة في هذه النباتات ويختلف مكان اختزان الماء كما يلي :

- نباتات تختزن الماء في الاوراق الضخمة العصارية فتبدو الساق مترديه في معظم الحالات كما في أنواع Cedum ، Aloea والعديد من أنواع Crassulaceae ذات الشكل الصباري
- نباتات تختزن الماء في الساق وهي الاكثر شيوعا فتبدو الاوراق متحورة الى أشواك أو حراشف أو أوبار تفيد في الدفاع ضد الحيوانات والحد من التعرق ، وتكون الساق خضراء بأشكال مختلفة كما في نباتات Opuntia ficus indica .
- نباتات تختزن الماء قي جذوعها المنتفخة فتأخذ شكلا مميزا كشجرة الباوباب الافريقية المتضخمة Aansonia digitata والشجرة القارورية Brachychiton rupestristdفي جنوب مدغشقر ، تنتشر هذه النماذج في المناطق الجافة .
- نباتات تختزن الماء في أعضاء تحت أرضية في الجذور الدرنية كجذور نبات Brachypudium bispinosum الذي ينمو في جنوب أفريقيا ، أو أورمات منتفخة كما في النخيل .

٢- القدرة على تحمل الجفاف وتجنب فقدان الماء بالتعرق

تستهلك الاوراق الجزء الاكبر من الماء ولكي تتحمل الجفاف وتتجنب فقد الماء غالبا ما تكون الاوراق قاسية ثخينة وسميكة القشيرة وبشرتها عديدة الطبقات أحيانا كما في الدفلة وتتحمل هذه النباتات الجفاف نتيجة

أ- الحد من مساحة السطوح المتعرقة كماّ وكيفا اعتمادا على :

- عدم تشكل الاوراق اطلاقا فتصبح الساق عارية وتدعى هذه النباتات النباتات اللاورقية مثل Halaxylon persicum .
- سقوط الاوراق في ظروف متنوعة وعديدة كسقوط أوراق بعض النباتات لمقاومة انخفاض درجات الحرارة والصقيع كما في حال العديد من النباتات كالجوز والدلب، وقد تسقط أوراق النباتات في الفصل الجاف للحد من التعرق ومقاومة الجفاف ويكون السقوط كليا أو جزئيا .
- سقوط اوراق بعض النباتات في الفصل الحار والجاف للحد من التعرق والجفاف ويكون سقوطها كليا أو جزئيا كما في Acaia argania ،ويمكن أن تسقط الاوراق تدريجيا مع ازدياد الحرارة كما في Spartium junceum .

يتخلص النبات من جزء من فروعه الفتية اضافة الى الاوراق كما في Anabasis وتفقد النجيليات المعمرة جميع أجزائها الخضراء الهوائية وتبقى براعمها التجديدية حية قرب قاعدة النبات وتعمل الاجزاء المتساقطة على حمايتها من الحر والجفاف.

وهناك بعض الحالات لسقوط الاوراق تكون ناتجة عن نقص بعض العناصر الضرورية أو التلوث بالمركبات والغازات السامة مثل $SO_2$ وبعض المشتقات الكلورية .

**تبدي بعض أجزاء النبات اضافة الى الاوراق في النباتات الجفافية تحورات عديدة للحد من التعرض المباشر لاشعة الشمس وزيادة شدة الاشعة المنعكسة مما يحد من ارتفاع حرارة النسج الداخلية ويقلل التعرق وفق الاتي:**

١ - صغر الحجم كما في اوراق Pinus

٢- تحور الاوراق الى أشواك أو ابر كما في Atraphix

٣- تحور بعض الفروع الى أشواك مثل Genista

٤- تجزؤ الاوراق وتضيقها كأوراق الشيح

٥- تحور الاوراق الى حراشف في بعض أنواع Ephedra

٦- تحور أذينات الاوراق الى أشواك كما في بعض أنواع Acacia

٧- التفاف الاوراق وتحولها الى ما يشبه الاسطوانة الجوفاء تبطنها الاوبار والاشعار وتنفتح عليها المسام كما في أوراق Ammophylla arenaria وتختلف شدة الالتفاف بين الليل والنهار وحسب توفر الرطوبة .

ب – مقاومة التعرق اعتمادا على نمو وتضخم بعض الاجزاء أو النسج النباتية ، أو الحد من نمو بعضها الاخر أو الاثنين

- ازدياد ثخانة القشيرة التي تكون ذات طبيعة شمعية لامعة تحوى حبيبات سيليسية كما في Ephedra
- تشكل بشرة ثخينة عديدة الطبقات أحيانا كما في الدفلة Nerium oleander
- تشكل الاوبار الكثيفة البيضاء التي تغطي بشرة الاعضاء أحيانا كما في Phlomis.
- قلة المسام أو اختفاؤها على الوجه المعرض للاشعة وظهورها في أماكن محمية
- رفع الضغط الحلولي بزيادة المواد المنحلة
- زيادة انتاج النسج القاسية قليلة الماء والنشاط الفيزيولوجي كالسكلرنشم والكولنشيم والخشب ، والحد من النسج النشطة بيولوجيا لاسيما البرانشيم اليخضوري
- زيادة طول الجذور وتفرعها
- زيادة ثخانة الجدر الخلوية وكثافة الترسبات البكتوسيللوزية داخلها والحد من طول شبكة أضلاع الورقة وتفرعها
- وجود اللبن النباتي والراتنجات الزيتية والعفصيات والانثوسيانات والمواد أليفة الماء والسكريات الخماسية والمواد البكتينية والمخاطية التي ترتبط بالماء بشدة
- سقوط الاوراق أو عدم تشكلها
- تحرك الاوراق ودورانها مع حركة الشمس كأوراق .Lactuca scabiosa