# الفصل الثالث عشر

## علاقة البيئة بتركيب النبات

**الأهداف:** بالإنتهاء من دراسة هذا الموضوع يجب أن يكون الطالب قادرا على أن:

١) يفهم العلاقة بين تركيب النبات وظروف البيئة المحيطة.

٢) يذكر العوامل البيئية المختلفة التى تؤثر على نمو وتركيب النبات وطبيعة تأثير كل منها.

٣) يعدد الخصائص المورفولوجية والتشريحية المميزة لنباتات البيئات المختلفة.

٤) يفسر التحورات المورفولوجية والتشريحية التى تحدث فى انسجة واعضاء النباتات فى البيئات المغايرة وأهمية ذلك فى الأغراض التطبيقية.

٥) يقارن بين نباتات البيئات المغايرة ونباتات البيئة الوسطية مورفولوجيا وتشريحيا.

٦) يضع الحلول المناسبة من وجهة النظر المورفولوجية والتشريحية والتى من شأنها تحسين نمو وانتاجية النباتات تحت ظروف الإجهادات البيئية المختلفة.

# الفصل الثالث عشر

## علاقة البيئة بتركيب النبات

**تأثير البيئة على الصفات المورفولوجية التشريحية للنبات:**

إن الشكل الخارجي والبنية التشريحية للنباتات الزهرية التي سبق شرحها هي لنباتات تنمو تحت ظروف بيئية معتدلة حيث كمية الماء و درجة الحرارة والتهوية وشدة الإضاءة في ظروف مثلى لنموها و تكوينها ومثل هذه النباتات التي تعيش تحت مثل هذه الظروف تعرف بالنباتات الوسيطة، أما النباتات الأخرى القادرة على النمو والتكاثر في الماء أو في التربة المشبعة بالماء فتعرف بالنباتات المائية، والنباتات النامية تحت ظروف الصحراء الجافة أو شبه الجافة حيث نسبة الرطوبة منخفظة جدا و درجة الحرارة مرتفعة و شدة الإضاءة عالية تسمى بالنباتات الجفافية أو الصحراوية، وقد نشاهد الصفات التشريحية للنباتات الصحراوية في النباتات التي تنمو في المناطق الباردة أيضا وذلك ليس بسبب النقص الظاهري للماء ولكن لإنخفاض درجة الحرارة أو لتجمد التربة اللذان ينتج عنهما نقص فسيولوجي في الماء لعدم قدرة الجذر على الإمتصاص، وتوجد أنماط عديدة من التباين التركيبى بين النباتات التى تتوسط بيئتها الطبيعية بين الوسطية والجفافية من جهة وبين الوسطية والمائية من جهة أخرى.

**اولا: النباتات المائية Hydrophytes**

تعيش هذه النباتات فى المستنقعات والبحيرات العذبة وفى الترع والمصارف وعلى جوانب الأنهار والترع ذات التيار البطىء وفوق الأراضى المشبعة بالماء وتتميز هذه النباتات بأشكال مختلفة من الملائمة البيئية تتمثل فى نقص الأنسجة الواقية من فقد الماء وكذلك نقص أنسجة التدعيم والتوصيل وفى زيادة ظاهرة فى أجهزة التهوية مع نقص فى الأنسجة العمادية، ويمكن تقسيم تلك النباتات إلى تبعا لمكان وجود النبات بالنسبة للماء ثلاثة أقسام هى:

١ - النباتات الطافية: مثل عدس الماء ونبات ورد النيل (الياسنت المائي) والبشنين والتى تتميز أوراقها بأنها ذات أنصال عريضة مفلطحة كما تحتوى على غرف هوائية كبيرة وتكون الثغور فيها محصورة في السطح العلوي للأوراق.

٢ - النباتات المغمورة: مثل نبات الإيلوديا و ياسنت الماء و نخشوش الحوت وهذه النباتات تكون أوراقها مجزئة أو مشرحة أو خيطية رفيعة حيث تجزء الأوراق يقيها من التمزق بفعل تيارات الماء و تزيد سطح الإمتصاص وتكون الثغور معدومة في كلا السطحين للورقة.

٣ - النباتات البرمائية: تتمبز بصفات تشريحية تكون وسطا بين النباتات المائية والنباتات الوسيطية مثال نبات عصا الراعي ونبات ذيل القط.

## الخصائص المرفولوجية والتشريحة للنباتات المائية:

١) صعف تكون المجموع الجذري وإذا وجد فإنه 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) الأوراق المغمورة شريطية أو خيطية رقيقة حتى لا تمزقها التيارات المائية أما الأوراق الطافية فتكون منبسطة وعريضة.

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

٤) غياب الثغور على الأجزاء المغمورة من الساق و أفرعه وكذلك الأوراق المغمورة ، بينما تحتوى الأوراق الطافية على ثغورفى أسطحها العلوية فقط وتخلو اسطحها السفلية من الثغور نظرا لانها تكون ملامسة للماء، أما الأوراق الهوائية فتوجد بها الثغور على كلا السطحين.

٥) احتواء خلايا بشرة الساق و الأوراق على بلاستيدات الخضراء خاصة فى النباتات المغمورة.

٦) يتخلل الأنسجة الداخلية لأعضاء النبات على غرف هوائية واسعة (تشاهد فى قشرة الساق، النسيج الأساسى لأعناق الأوراق أو النسيج الوسطى للأوراق) وذلك لتخزين الأكسجين وثانى أكسيد الكربون، وتكون هذه الغرف محاطة عادة بخلايا بارنكمية تعرف بارنكيما التهوية.

٧) ضعف تكوين الخشب لعدم الحاجة إلى رفع الماء إلى أعلى حيث يقوم النبات بأمتصاص من جميع أجزائه.

٨) ضعف تكوين الانسجة الدعامية (الكولنكيمية - الإسكلرنكيمية) إذ أنها نباتات خفيفة يحملها الماء و يحميها وتكون غير معرضة لأى ضغوط خارجية.

٩) النسيج الوسطي للورقة لا يتميزعادة إلى نسيج عمادي وآخر اسفنجي بل يتكون غالبا من خلايا بارنكيمية وكلورانكيمية عادية تكثر بينها المسافات البينية والغرف الهوائية.

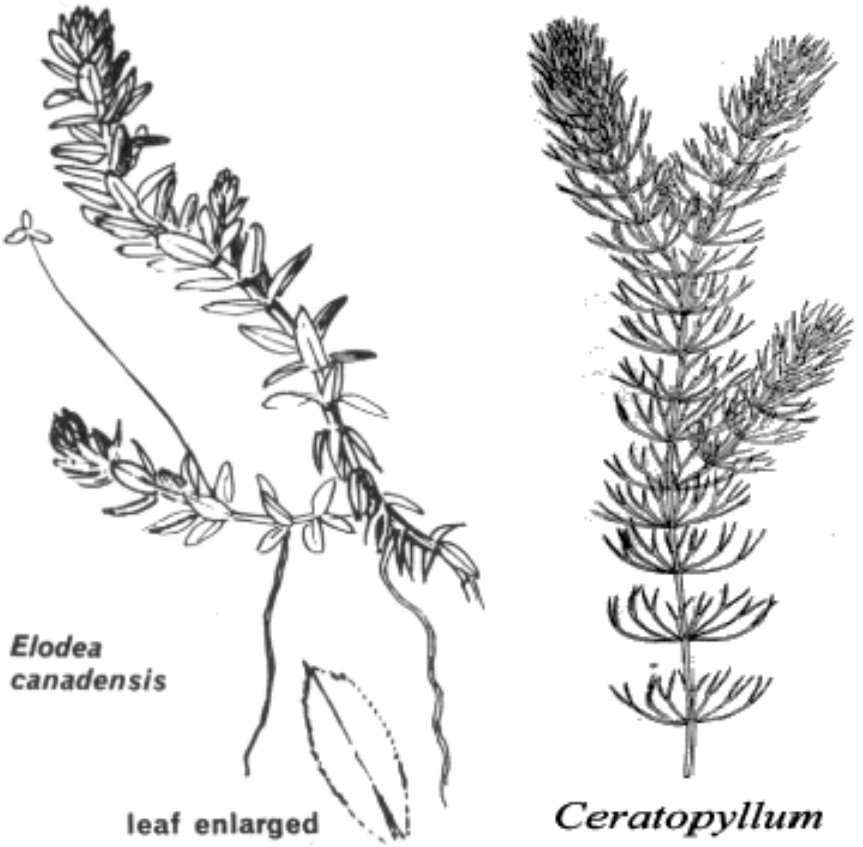
### ١- النباتات المغمورة Submerged plants

وفيها يكون جسم النبات بالكامل مغموراً تحت سطح الماء ، وأهم ما تعانيه هذه النباتات هو نقص الهواء وخاصة الأكسجين الذائب فى الماء وخاصة فى الماء الراكد وتتميز هذه النباتات بمجموعة من الخصائص، من أهمها :-

- سيادة التكاثر الخضرى على التكاثر الجنسى مع نقص عدد الأزهار والثمار عن مثيلتها فى نباتات البيئات الأخرى.

- احتواء خلايا البشرة على نسبة عالية من البلاستيدات الخضراء مع إفتقارها لطبقة الأدمة.
- وجود الممرات الهوائية داخل الأعضاء المختلفة تفصلها حواجز رقيقة من خلايا بارنكيمية مملوءة بالبلاستيدات الخضراء لتكون نسيج يعرف باسم بارنكيمة التهوية Aeronchyma التى تسهم فى تقليل الكثافة النوعية للنبات ومساعدتها على البقاء عالقة فى الماء قريبة من الضوء وتعمل كمستودعات لتخزين الغازات اللازمة لعمليات التبادل الغازى .

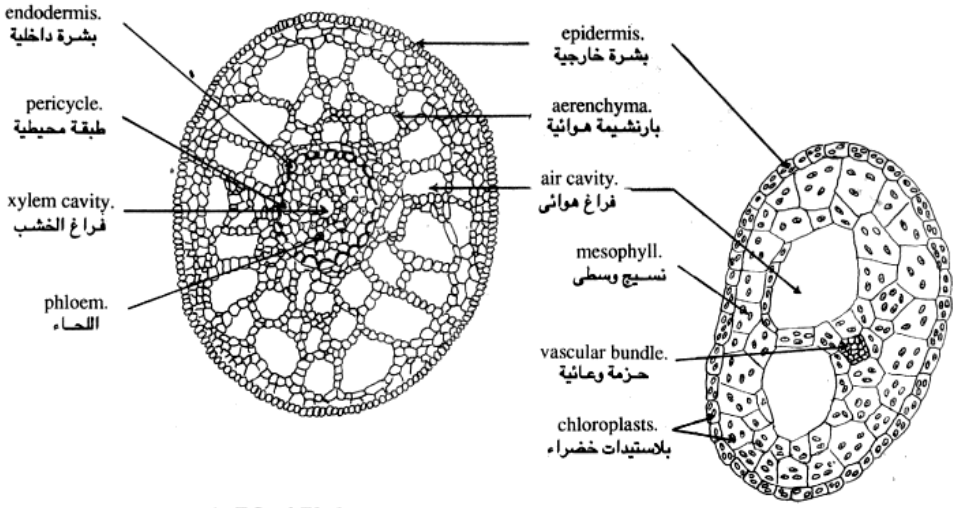
ومن أمثلة النباتات المغمورة نخشوش الحوت *Ceratopyllum* والإيلوديا *Elodea* وحامول الماء *Utricularia* .




**شكل (٢١٠)**

## التركيب التشريحى للنباتات المغمورة:

**أ- سيقان النباتات المغمورة:** عند فحص القطاع المستعرض فى ساق نبات الإيلوديا *Elodea* يلاحظ أن البشرة تتكون من طبقة واحدة من خلايا ذات جدر رقيقة خالية من الثغور والشعيرات السطحية وغير مغطاة بأدمة ولذلك يتم انتقال العناصر الغذائية والغازات بسهولة من خلال هذه الطبقة والتى تحتوى أيضاً على البلاستيدات الخضراء للإسهام فى عملية البناء الضوئى. أما القشرة فهى واسعة أسفنجية التركيب حيث تتركب من خلايا كلورانكيمية مكونة طبقة واحدة أو بضع طبقات تلى البشرة مباشرة تكون خلاياها أصغر حجماً وأكثر تماسكاً من باقى خلايا القشرة يليها منطقة واسعة تنتشر فيها غرف هوائية كبيرة تعرف باسم Lacunae ممتلئة بالغازات تفصلها عن بعضها البعض حواجز رقيقة سمك كل منها طبقة واحدة من الخلايا الكلورانكيمية والتى تعرف هنا ببارنكيمة التهوية، ولا توجد بالقشرة أنسجة تدعيمية، وتنتهى القشرة من الداخل بطبقة الإندوديرمس التى تترسب على الجدر القطرية لخلاياها أشرطة كاسبار ويتكون بها حبيبات نشوية وهى بذلك تشبه مثيلتها فى ذوات الفلقتين الأرضية. أما الأسطوانة الوعائية فهى ضيقة وتتكون من حزمة واحدة من عناصر غير ملجننة يوجد بوسطها عناصر الخشب المختزل للغاية بحيث يبدو كتجويف فى منتصف القطاع يعرف باسم تجويف الخشب الذى لا يعتمد عليه النبات المغمور فى توصيل الماء أما اللحاء فهو جيد التكوين مقارنة بالخشب ويتميز بصغر حجم الأنابيب الغربالية وهو بذلك يشبه نظيره فى النباتات العشبية الأرضية على الرغم من أنه أقل كمية فى النباتات المغمورة.




A, T.S. of ***Elodea*** stem.
قطاع عرضى فى ساق نبات الالوديا

B, T.S. of ***Ceratophyllum*** stem.
قطاع عرضى فى ساق نخشوش الحوت

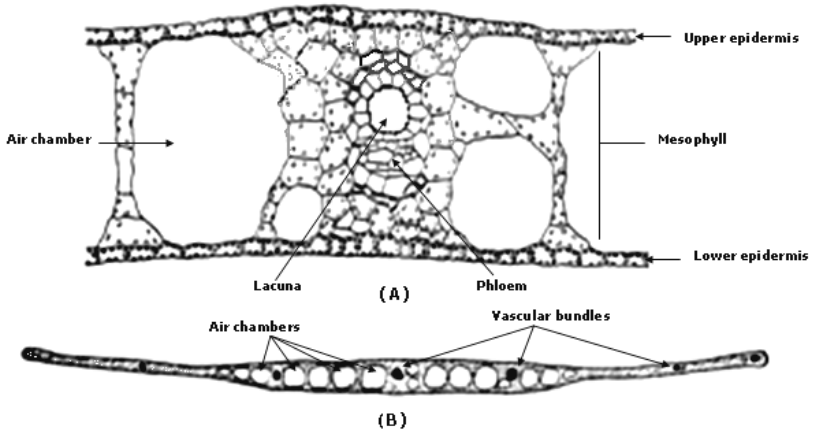
**شكل (٢١١)**

**ب- جذور النباتات المغمورة:**

يختزل الجذر أو يختفى تماماً فى النباتات المغمورة وإن وجد فهو يؤدى وظيفته الأساسية كماسك أو مثبت، ويكون قليل أو عديم التفرع خالى من الشعيرات الجذرية ويشبه التركيب التشريحى للجذر نظيره فى الساق حيث توجد الأسطوانة الوعائية الضيقة فى المنتصف يحيط بها القشرة ذات الفراغات البينية الضيقة مقارنة بمثيلتها فى الساق وعلى سطح الجذر توجد طبقة البشرة الجذرية وهى خالية من الشعيرات الجذرية. وتتميز جذور هذه النباتات بان القمة النامية تكون مغطاة بتركيب يشبه القلنسوة ويتخذ شكل غمد يعرف باسم جيب الجذر Root pocket ومن النباتات المغمورة عديمة الجذور نبات نخشوش الحوت *Ceratophyllum* ونبات حامول الماء *Utricularia* ومن تلك التى تكون جذوراً نبات الإيلوديا *Elodea* .

**جـ- أوراق النباتات المغمورة:**

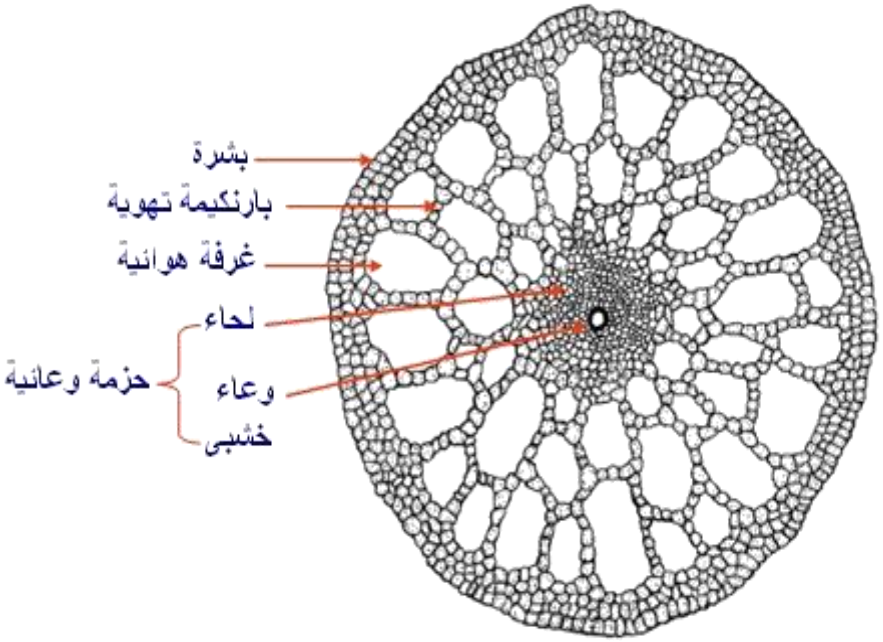
فى كثير من أنواع النباتات المغمورة تتجزأ الأوراق إلى أجزاء صغيرة جداً مما يتيح لها الحماية من الضغط الناشئ عن قوة تيار الماء الذى تعيش فيه هذه النباتات وعلى الرغم من وجود الحزم الإسكلرنكيمية أحياناً عند حواف الأوراق والتى تعمل على تقويتها إلا أن أوراق النباتات المغمورة بوجه عام تتميز بنقص الأنسجة الدعامية حيث يلاحظ سرعة تهدل الأوراق بمجرد تعرضها للهواء ويلاحظ غياب الثغور من ناحية وغزارة وكبر حجم البلاستيدات الخضراء من ناحية أخرى فى أوراق النباتات المغمورة وبالنسبة للنسيج الوسطى فلا يتميز إلى نسيج إسفنجى وعمادى ولكن يتكون من خلايا بارنكيمية ذات مسافات بينية واسعة وبالنسبة لعناصر التوصيل فهى مختزلة كما هى فى حالة الساق.



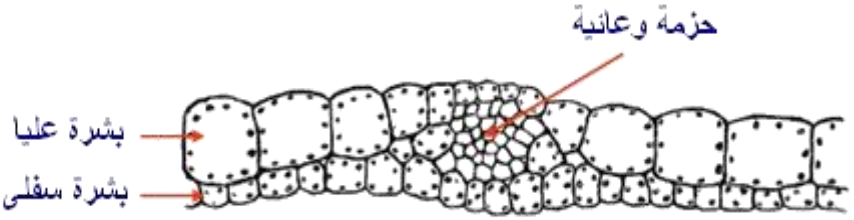

رسم تخطيطى لقطاع عرضى كامل ( A ) الغرف الهوائية والحزم الوعائية فى نصل ورقة مغمورة لنبات لسان البحر *Potamogeton epihydrus* ورسم تفصيلى لجزء الوسطى من النصل ( B ) يوضح أن الحزم الوعائية مختزلة وخالية من الخشب ، الأنسجة الإسكلرانكيمية مختزلة ، وباقى الخلايا رقيقة الجدر ، البشرة غير مغطاة بأدمة وتحتوى خلاياها على بلاستيدات خضراء

**شكل (٢١٢)**

**تشريح ورقة الألوديا:** الورقة رقيقة جدا يتكون نصلها من صفين من الخلايا الصف العلوي يمثل البشرة العليا و يتكون من خلايا كبيرة الحجم غنية بالبلاستيدات الخضراء، والصف السفلي يمثل البشرة السفلي و يتكون من خلايا صغيرة الحجم تحتوى أيضا على بلاستيدات خضراء، ولا توجد ثغور او زوائد بشرة. توجد حزم وعائية مختزلة لا تتميز عادة إلى خشب و لحاء أو أن الخشب غير موجود.



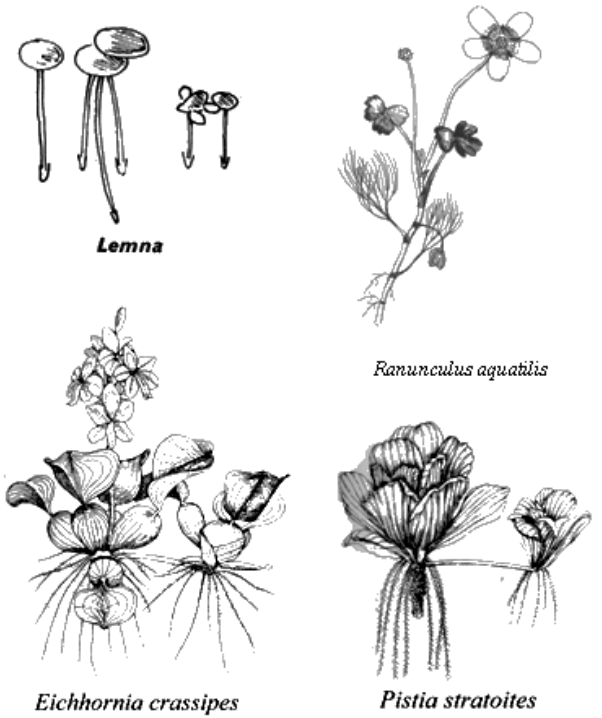

ق.ع فى ساق الإيلوديا




ق.ع فى ورقة الإيلوديا

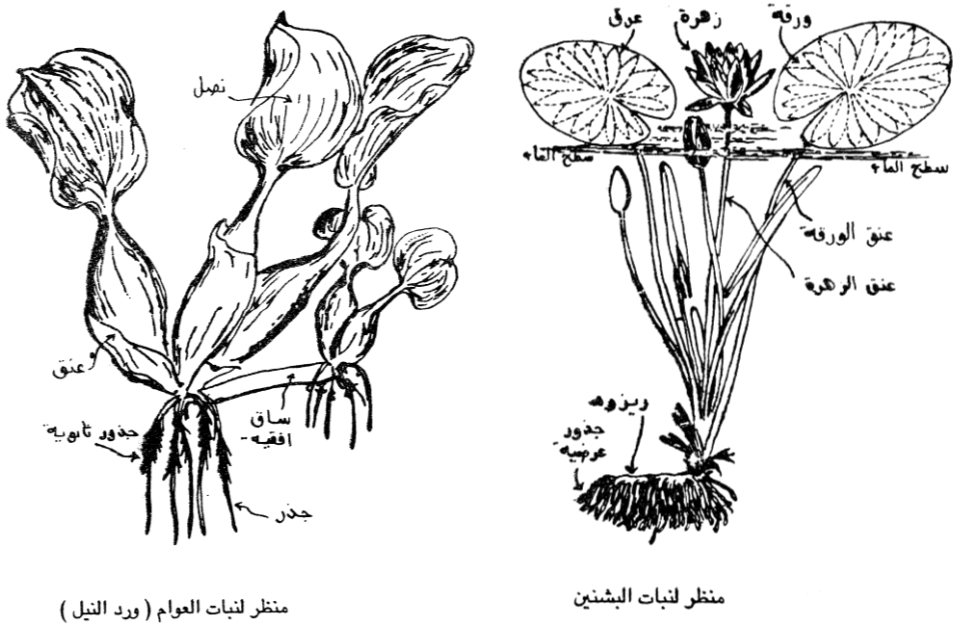
**شكل (٢١٣)**

**٢- النباتات الطافية Floating plants:** وتعيش هذه النباتات على سطح الماء إما بصورة حرة مثل نباتات فصيلة عدس الماء Lemnaceae حيث يكون المجموع الخضرى صغيراوالمجموع الجذرى ضئيل جذوره خيطية أطرافها مغطاة بأغماد طويلة تعرف بالجيوب الجذرية Root pockets وقد تعيش النباتات الطافية بصورة مثبتة فى الطين عن طريق الجذور مثل زنابق الماء ومعظمها له سيقان افقية أو ريزومات أو درنات وتختزل الأنسجة الدعامية فى هذه النباتات بينما يكون نسيج التهوية جيد التكوين. وقد تظهر حالة من الطفو الجزئى لأحد الأعضاء النباتية فى النباتات المائية المغمورة كما فى نبات الشقيق المائى *Ranunculus aquatilis* حيث يحتوى هذا النبات على نوعين من الأوراق، الأول هو الأوراق المغمورة وتبدو مجزأة وتشبه خياشيم الأسماك من حيث كبر سطح الاتصال بين الأجزاء التمثيلية وبين الماء تمتص منه الأوراق الغازات، أما النوع الثانى فهو الأوراق الطافية التى تبدو بسيطة كاملة أو مسننة أو مفصصة وهى أقرب شبهاً لأوراق النباتات البرمائية حيث يغطى سطحها العلوى بطبقة شمعية تمنع أبتلاله وانسداد الفتحات الثغرية ويتميز النسيج الوسطى إلى نسيج عمادى حسن التكوين ونسيج إسفنجى أوسع منه وممتلئ بالغرف الهوائية كبيرة الحجم .




**شكل (٢١٤)**

ومـن أمثلــة النباتــات المائيــة الطافيــة فــى مصــر أنــواع عـدس المـاء *Lemna* والـزقيم *Pistia stratoites* ولســان البحــر *Potamogeton crispa* ، *P. pectinata* وياســنت المـاء *Eichhornia crassipes* ( ورد النيل ) والتكـاثر الخضـرى أهم أنـواع التكـاثر فـى النباتـات الطافية ومعظمها مثل ورد النيل تكون ريزومات تمتد تحت سطح الماء وتتفرع فى كل اتجاه وترسل أفرعاً مورقة تطفو فوق سطح الماء وتتكون مقابل كل فرع هوائى خصلة من الجذور العرضية وهذه النباتات سريعة النمو بصورة كبيرة فى الأجواء الحارة والمعتدلة على وجه الخصوص وتستطيع بسرعة نموها تغطية مساحات شاسعة من سطح الماء فى فترة وجيزة وكذلك تتميز هذه النباتات بفتح ثغورها على الدوام وبذلك فإن مسار النتح يماثل مسار التبخر إلى حد كبير.




منظر لنبات البشنين

منظر لنبات العوام ( ورد النيل )

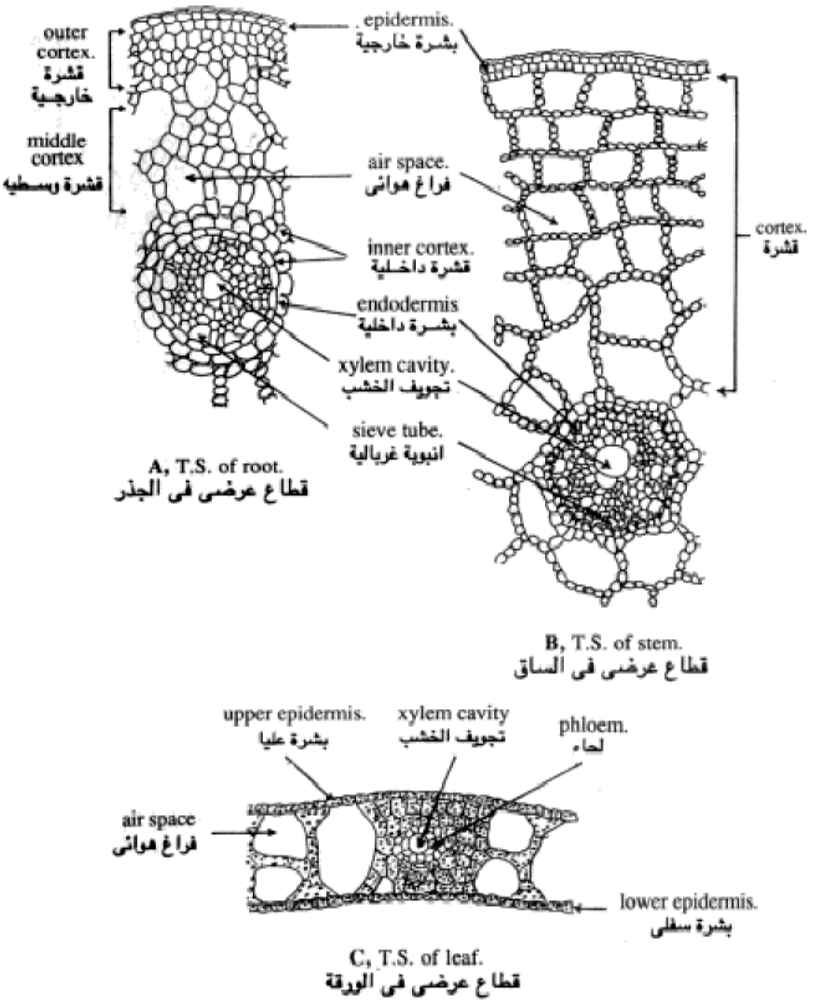
**شكل (٢١٥)**

## التركيب التشريحى للنباتات الطافية:

### أ- سيقان النباتات الطافية:

عند فحص القطاع المستعرض فى ساق نبات لسان البحر *Potamogeton natanus* يلاحظ احتوائه على أسطوانة وعائية كبيرة نوعا يوجد بها ٨ - ١٠ حزم وعائية تفصل كل واحدة منها عن الأخرى ٢ – ٣ طبقات من خلايا بارنكيمية رقيقة الجدر، تتكون كل حزمة من وعاء خشبى واسع ولحاء واسع وتحيط

بالأسطوانة الوعائية طبقة بريسيكل واحدة ثم طبقة الإندوديرمس وبالنسبة للقشرة فهى واسعة تنتشر فيها غرف هوائية كبيرة تفصلها حواجز رقيقة يتكون كل منها من طبقة واحدة من بارنكيما التهوية.



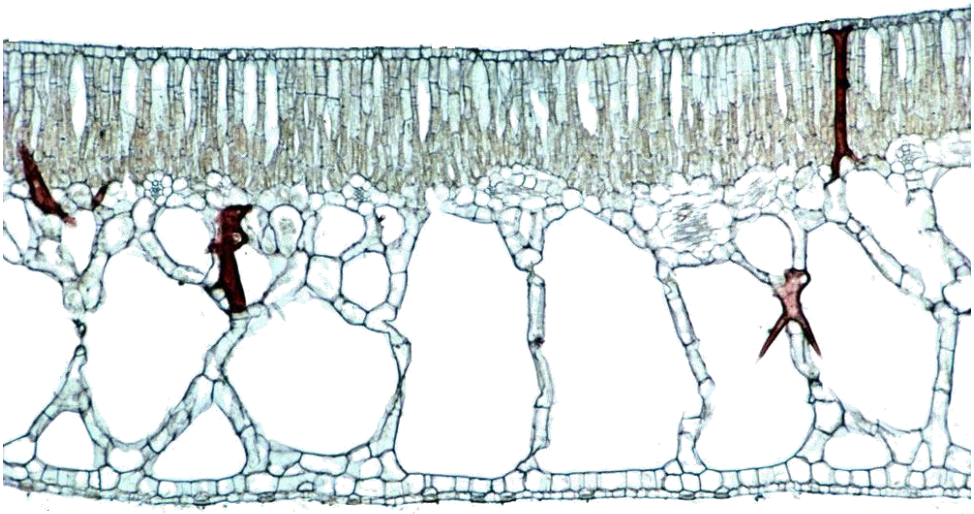

**anatomical structures of *Potamogeton*.**
التراكيب التشريحية لنبات البوتاموجتون(لسان البحر)

**شكل (٢١٦)**

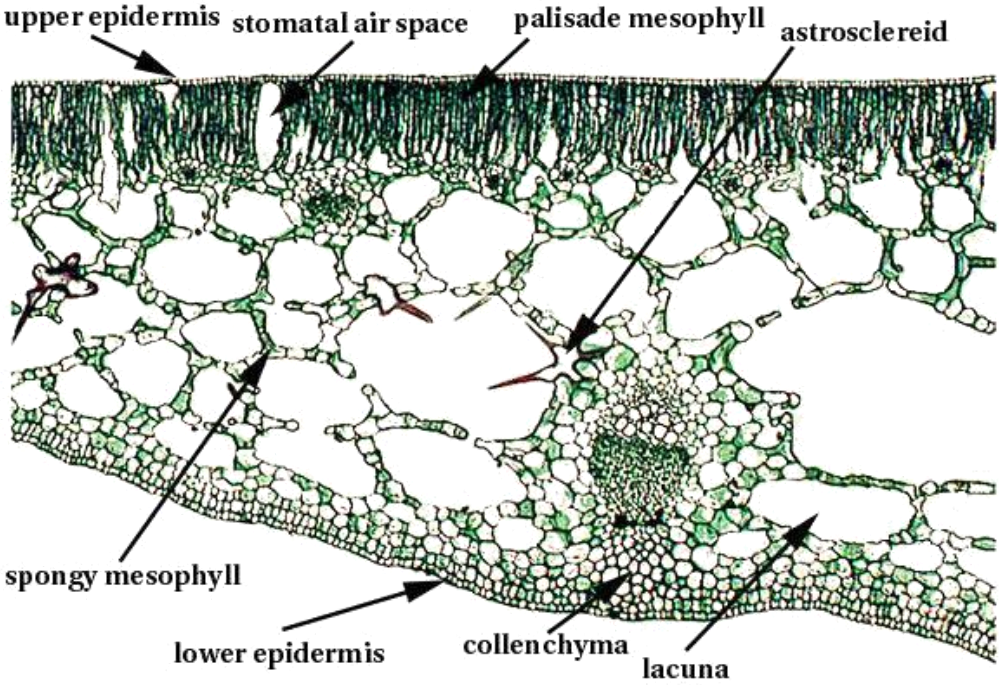
**ب- أوراق النباتات الطافية:**

بفحص القطاع المستعرض فى ورقة نبات البشنين *Nymphaea* يلاحظ تكونها من بشرة عليا تغطيها أدمة رقيقة وتتخللها ثغور تليها ٢ – ٣ طبقات من خلايا عمادية تحتوى بلاستيدات خضراء ثم نسيج إسفنجى مفكك به غرف هوائية واسعة تفصلها حواجز رقيقة من خلايا كلورنكيمية وتوجد حزم وعائية بسيطة التركيب بين النسيج العمادى والنسيج الإسفنجى وتتكون كل حزمة منها من مجموعة من خلايا صغيرة يحيط بها غمد من خلايا بارنكيمية كبيرة، يوجد بالنسيج العمادى بضع اسكلريدات كبيرة على شكل حرف Y مقلوب تمتد تحت البشرة العليا مباشرة حتى تبرز داخل النسيج الإسفنجى وتؤدى هذه الاسكلريدات وظيفة تدعيمية للبشرة، هذا بالإضافة إلى أن النسيج الإسفنجى تنتشر فيه ممرات هوائية واسعة يوجد فى جوانبها إسكلريدات نجميه الشكل متفرعة تمتد داخل هذه الفجوات الهوائية وتعمل على تقوية جوانبها ومنع إنغلاقها بفعل الضغط الناشىء عن التيارات المائية، ويلاحظ ضمور الثغور فى البشرة السفلى حيث تفقد فاعليتها.

وعند فحص قطاع مستعرض فى **عنق ورقة البشنين** يبدو القطاع مستدير تقريباً تنتشر فيه ممرات هوائية مضلعة الشكل يوجد فى جوانبها إسكلريدات نجميه الشكل متفرعة تمتد داخل هذه الفجوات الهوائية وتعمل على تقوية جوانب الغرف الهوائية، ويزداد أتساع الغرف (الممرات) الهوائية تدريجياً كلما اقتربت من مركز العنق، وتحتوى الأنسجة التى تفصل الممرات الهوائية على حزم وعائية مبعثرة صغيرة الحجم ذات لحائين، خشبها بسيط وبه قناة واحدة فى الوسط.



**شكل (٢١٧) ق.ع فى نصل ورقة البشنين**




**شكل (٢١٨) ق.ع فى ورقة البشنين فى منطقة العرق الوسطى**

### ٣- النباتات البرمائية (بارزة السيقان) Amphibious plants :

ويطلق على هذه المجموعة أسم نباتات المستنقعات Marsh or swamp plants حيث تنمو فى المياه الضحلة وترسل فروعها فى الهواء لمسافات بعيدة فوق سطح الماء ومن أمثلتها نباتات المستنقعات القصبية كنبات البوص والبردى *Cyperus papyrus* والديس *Typha* كما يمكن إضافة الطحالب البحرية التى تتعرض لاختلاف منسوب الماء فى الأماكن التى يغمرها الماء فى بعض الأوقات وينحسر عنها أوقات أخرى (المد والجذر) إلى تلك المجموعة من النباتات، والنباتات البرمائية تشبه النباتات الوسطية Mesophytes فى صفاتها التركيبية العامة وأحياناً قد تبدى صوراً مختلفة من التكيفات بالاعتماد على ظروف الوسط البيئى الذى تعيش فيه ولمعظم النباتات البرمائية سيقان أرضية تمتد مسافات طويلة مرسلة جذورها فى الطين وبينما توجد هذه الأجزاء من سيقان وجذور وأحياناً جانب من الأوراق تحت سطح الماء فإن جانباً من المجموع الخضرى وربما معظمه يمتد فى الهواء *Phragmites* لذا فإن التركيب الداخلى لهذه النباتات توجد به بعض التشكلات المائية والتى تمكنها من المعيشة فى الوقت

الذى يغمر الماء فيه أجزائها السفلية وفى نفس الوقت توجد بها بعض التشكلات الجافافية التى تساعد على بقائها واستمرارها فى الوقت الذى ينحصر فيه الماء عنها.

**أ- أوراق النباتات البرمائية:**

عند فحص قطاع مستعرض فى **ورقة نبات الديس** *Typha* يلاحظ أنها أسفنجية وسميكة تغطى سطحيها بشرة مكزنة من طبقة واحدة من الخلايا تتخللها ثغور متناثرة كما تغطى البشرة أدمة رقيقة، وتلى البشرة بضع طبقات من خلايا عمادية يليها نسيج إسفنجى واسع تكثر به الغرف الهوائية التى تفصلها حواجز رقيقة يتكون كل منها طبقة واحدة من خلايا بارنكيمية ويتخلل الغرف الهوائية بارنكيما تهوية متفرعة (ذات أذرع)، ويوجد قرب سطح الورقة حزم وعائية بسيطة التركيب، وينحصر النشاط التمثيلى فى الجزء المحيطى من الورقة الذى يلى البشرة.

**ب- سيقان النباتات البرمائية:**

يلاحظ فى القطاع المستعرض فى **ريزومة نبات الديس** أن النسبة بين سمك الأسطوانة الوعائية وسمك القشرة أكبر منها فى النباتات المغمورة ولكنها أقل فى النباتات الأرضية وتوجد على سطح الريزومة بشرة تغطيها أدمة رقيقة تليها طبقة تحت بشرة خلاياها ذات جدر رقيقة وتنتشر بالقشرة غرف هوائية واسعة تفصلها حواجز بارنكيمية رقيقة كما تنتشر بها حزم صغيرة من الألياف وتنتهى القشرة بالإندوديرنس.

**ج- جذور النباتات البرمائية:**

يشبه جذر الديس جذور النباتات ذوات الفلقة الواحدة فى كثير من الصفات لكنه يختلف عنها فى وفرة الغرف الهوائية وكبر حجمها وتمتد هذه الغرف فى اتجاه قطرى مخترقة معظم القشرة كما يختلف عنها أيضاً فى اكتمال تكوين الطبقة البشرة وخلوها من الشعيرات الجذرية خلواً يكاد يكون تاماً وتغطى قمم الجذور العالقة فى الماء بجيوب جذرية مستطيلة مكونة أغماداً يمكن نزعها بسهولة والأسطوانة الوعائية ضيقة تشبه مثيلتها فى جذور ذوات الفلقة الواحدة وتحاط بالإندوديرمس تليه إلى الداخل طبقة البريسيكل الذى يحبط الحزم الوعائية والنخاع.

## ثانيا: النباتات الوسطية Mesophytes

وتشتمل على الأنواع التى لا تستطيع المعيشة فى الماء أو الأراضى المبتلة ولا فى الأماكن الجافة التى يقل فيها الماء بدرجة كبيرة ولذلك فلا يظهر بها أى من صور الملائمة التركيبية والوظيفية التى تتميز بها النباتات المائية ونباتات الجفاف ولذلك فهى وسط فى صفاتها بين هاتين المجموعتين ومن أمثلة النباتات الوسطية نباتات الفول *Vicia faba* والباذنجان والذرة *Zea mays* وغالبية نباتات المحاصيل الشائعة والمعروفة وكذلك أشجار وشجيرات الفاكهة والزينة.

## ثالثا: النباتات الجفافية Xerophytes

تختلف نباتات الجفاف عن النباتات الوسطية من النواحى الشكلية والتركيبية والفسيولوجية حيث تبلغ التحورات أقصى درجاتها لملاءمة البيئة التى تعيش فيها والأوراق هى أكثر أعضاء النبات تحوراً نظراً لما لها من دور حيوى فى أيض النباتات Plant metabolism أما الجذور فلا تطرأ عليها تحورات بالدرجة الموجودة ببقية الأعضاء وذلك لانتظام حالة الوسط الأرضى وقلة نشاط الجذور نسبياً أما السوق فتعتمد درجة التحورات وكميتها على مدى قيامها بوظائف الأوراق حيث يحدث فى كثير من الأحيان أن تختزل الأوراق أو تسقط في فصل الجفاف لتقليل النتح وتحل السيقان محلها فى أداء وظيفتها وتجدر الإشارة إلى أن الأعضاء والأنسجة الوسطية المعتادة قد لا يتغير تركيبها إلا أنها قد تصبح أكثر فاعلية من حيث الوظيفة كما فى النباتات التى تنمو فى ظروف الجفاف مثل شجرة الزيتون التى تكون مجموعاً جذرياً كبيراً بدرجة غير عادية فيكون قادراً على الامتصاص بكفاءة عالية وتظهر التحورات التركيبية التى تتصف بها النباتات الجفافية تحت ظروف بيئية كثيرة متنوعة وتتوقف ظروف البيئة الجفافية على كمية الماء المتاح للنبات وبالتالى يمكن تقسيم المجتمعات النباتية الجفافية إلى الأقسام الآتية:

### (أ) مجتمعات الأراضى الجافة فسيولوجياً:

وتشتمل على النباتات التى توجد فى البيئات التى تبدو وفيرة الماء لكنه غير ميسر للنبات لسبب فسيولوجى وهذه تتضمن:

### ١- النباتات الملحية Halophytes

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

### ٢- نباتات الأراضى الغدقة والباردة:

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

### (ب) مجتمعات الأراضى ذات النقص الحقيقى فى الماء:

وهى أكثر شيوعاً فى الصحارى والأماكن شبه الجافة حيث تعيش النباتات فى ظروف مناخية قاسية من الإضاءة الشديدة والرياح العاصفة والحرارة المتطرفة وندرة المطر وعلى الرغم من ذلك فهى قادرة على

التكيف مع هذه الظروف وموازنة احتياجاتها المائية والحد من النتح أحياناً وتستطيع أعضاؤها الخضرية مقاومة الجفاف وتنقسم هذه المجموعة من نباتات الجفاف إلى الأقسام الآتية:

**١- النباتات العصيرية Succulent plants**

هى مجموعة كبيرة من نباتات الجفاف التى لها أوراق أو سوق لحمية كثيرة الماء والعصيريات تنتمى إلى فصائل مختلفة وعلى أشكال وأنماط متعددة وأشهرها النباتات الشوكية (الكاكتوس) ويجمع هذه النباتات خصائص عامة مثل وفرة الخلايا البارنكيمية التى تختزن الماء، والجذور سطحية ممتدة أفقيا لمسافات كبيرة حيث أنها كثيرة التفرع سريعة النمو لكي تتمكن من امتصاص الماء الموجود في الطبقة السطحية من التربة خلال فصل المطر القصير من الطبقة السطحية للتربة، والثغور المغلقة نهاراً ومفتوحة ليلاً على عكس النباتات العادية بالإضافة إلى انخفاض معدل النتح لوجود نسبة عالية من مادة البنتوزان Pentosan الكربوهيدراتية المحبة للماء والتى تعمل على امتصاص الخلية للماء والإرتباط به بقوة تحول دون فقده بسهولة، وصفة التشحم والعصيرية للنبات تنشأ أساساً من انقسام بعض الخلايا البارنكيمية وكبر فجواتها مع اختزال حجم الفراغات البينية، إذ أن هذه الصفات التركيبية تساعد على سرعة امتصاص الخلايا لقدر كبير من الماء أثناء فصل المطر القصير ويتوقف مدى هذا الاختزان على قابلية الخلايا والأنسجة للأتساع، فعندما تتوفر الرطوبة تنتفخ الأعضاء العصيرية سريعاً، ثم تبذل جانباً من مائها المخزون أثناء فصل الجفاف التالى فالأعضاء المختزنة للماء يمكن بذلك النظر إليها على أنها وسيلة يتغلب بها النبات على عدم انتظام سقوط الأمطار فى بيئته الطبيعية.

**٢- النباتات الصحراوية تحت الحولية Desert ephemerals**

ويطلق عليها النباتات الهاربة من الجفاف Drought escaping plants حيث لا تبدى تحورات شكلية أو وظيفية تذكر لمقاومة الجفاف لكنها تكمل دورة حياتها فى فترة قصيرة (موسم سقوط المطر القصير) حيث تنبت البذور وتنمو السيقان والأوراق وتتفتح الأزهار وتنضج الثمار والبذور خلال اسابيع قليلة (٦ – ١٠ أسابيع) وتقضى هذه النباتات موسم الجفاف على هيئة بذور ساكنة. ويتوقف شكل ونمو النباتات علي ظروف الماء المتاح فى الأرض فإذا ما توفر المطر والماء فى التربة ينمو النبات وتكبر أوراقه قبل دخول طور الإزهار أما إذا قل المطر والماء فى التربة يقتصر النمو الخضرى على قليل من الأوراق كأنما يتعجل النبات الوصول إلى مرحلة الإزهار والصفة العامة لهذه النباتات هى تواضع نمو الجذر بالنسبة لنمو الساق وعكس ذلك فى النباتات المعمرة إذ يكون الجذر عميق الامتداد عريض الحجم يصل لأضعاف امتداده وحجمه فى لساق.

**٣- النباتات الجفافية الحقيقية True xerophytes :**

تتميز هذه النباتات بتحورات تركيبية يطلق عليها التشكلات الجفافية Xeromorphic structures تتجه نحو تيسير الإمداد المائى وزيادة التبادل الغازى مع وقاية النبات من النتح الشديد وإبقاء ثغوره مفتوحة رغم الجفاف وقد تكون هذه التشكلات التركيبية هى زيادة السطح الماص من حيث طول الجذور التى تتعمق إلى أغوار بعيدة أو ممتدة تحت سطح الأرض واختزال السطوح المعرضة للجو

للحد من فقد الماء فتقل الأوراق أو تصغر أو تنعدم أو تتحور إلى الشكل الأسطوانى أو تلتفحول نفسها نهاراً أو تكون سطوحها مغطاة بأدمة سميكة أو شعيرات أو تكون الثغور غائرة وتغطيها شعيرات تظللها وتعرقل خروج الماء وتكون جواً رطباً حول الثغوريقلل من شدة النتح، وقد تموت الأجزاء الهوائية فى فصل الجفاف أو تلتف حول نفسها ومن الصفات الفسيولوجية المهمة هى زيادة الضغط الأسموزى للعصير الخلوى مما يساعد على امتصاص الماء وكذلك كثرة المواد الغروية المحبة للماء مما يزيد من نسبة الماء المقيد بها وهو الماء الذى يحفظ على النبات حياته بإبقائه على حيوية البروتوبلازم دون أن يدخل فى تيار النتح.

**الخصائص المورفولوجية والتشريحية والفسيولوجية العامة للنباتات الجفافية الحقيقية:**

١) مجموع جذري جيد التكوين قادر على امتصاص الماء من الطبقات السفلى من التربة.

٢) تقليل مساحة سطوح الأوراق المعرضة لأشعة الشمس بتحورها إلى حراشيف كما في الكازوارينا أو إلى أشواك كما في التين الشوكي أو تصبح إبرية الشكل كما في الصنوبر أو تتحور الأذنيات إلى أشواك كما في السنط أو بالتفاف الأوراق حول نفسها كما في نبات قصب الرمال أو تتدلى الأوراق فلا تتعامد على أشعة الشمس فيقل النتح كما في نبات الكافور، وقد تتحور السيقان إلى أشواك كما في العاقول والسلة.

٣) الثغور قليلة العدد بالنسبة لوحدة المساحة في الورقة وعادة تكون غائرة عن سطح البشرة وقد توجد الثغور متجمعة في تجاويف وتغطيها شعيرات كثيفة تحميها من التعرض المباشر لأشعة الشمس كما في ورق نبات الدفلة.

٤) كثير من النباتات الصحراوية يغطي سطحها شعيرات كثيفة أو توجد هذه الشعيرات في تجاويف منخفضة عن مستوى سطح العضو النباتى تتجمع فيها الثغور كما في أوراق الدفلة مما يزيد نسبة الرطوبة في هذه التجاويف فيقل النتح، لذا فإن هذه الشعيرات تحمي النبات من الرياح القوية ورمال الصحراء.

٥) من النباتات الجفافية ما يختزن الماء لوقت الحاجة و تعرف بالنبالتات العصارية فمنها ما يختزن الماء في الأوراق مثل نبات حي علم و الصبار أو في الساق مثل التين الشوكي كما ترتفع نسبة المواد الغروية في انسجتها مما يزيد قوة حفظ الخلايا بالماء.

٦) زيادة سمك جدر خلايا البشرة خاصة الجدرالخارجية حيث تغطيها طبقة سميكة من الكيوتين (الأدمة) مما يقلل فقد الماء منها بالتبخيروهو ما يعرف بالنتح الأديمى.

٧) فى بعض النباتات الصحراوية تغطي الأدمة طبقات شمعية تعكس أشعة الشمس فيقل النتح.

٨) جدر البشرة و تحت البشرة في معظم النباتات الصحراوية تكون سميكة وقد تكون البشرة مركبة كما في أوراق التين والمطاط و الزمله.

٩) وفرة الأنسجة الإسكلرنكيمية في السيقان والأوراق كأنسجة دعامية تساعد النبات على مقاومة الضغط الواقع عليه بفعل الرياح كما تساعد على تقليل النتح.

١٠) زيادة نسبة النسيج العمادي إلى الأسفنجي في الأوراق و قد يوجد النسيج العمادي تجاه كلا سطحى الورقة كما في نبات الدفلة.

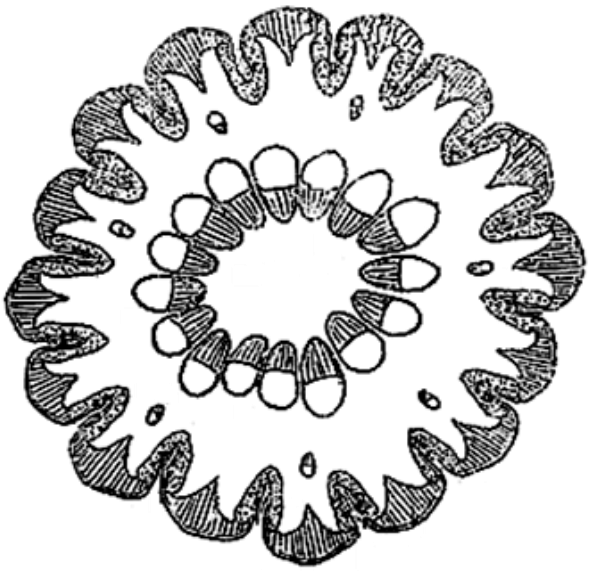
١١) وأهم ما يميز التركيب التشريحى لسيقان وأوراق هذه النباتات الخلايا اصغر حجما وجدرها اكثر تغلظا من خلايا النباتات الوسطية، وتكون اوعية الخشب في الحزم الوعائية اضبق من مثيلاته في النباتات الوسطية والبشرة مغطاة بطبقة سميكة من الادمة وقد تكون البشرة متضاعفة وذلك بهدف التقليل من فقدان الماء، تتخلل البشرة ثغور غائرة أومخباة في تجاويف تملؤها شعيرات، حتى اذا ما اشتد الجفاف او ازدادت شدة التبخر لاتكون هذه الثغور معرضة للجو الخارجي، وتحتوي الساق على انسجة تمثيلية نظرا لاختزال الاوراق في كثير من النباتات الجفافية أو سقوطها مع حلول فصل الجفاف.

١٢) في النباتات التي تلتف اوراقها مثل قصب الرمال توجد خلايا حركية و هي خلايا متخصصة من خلايا البشرة تمتاز بأنها كبيرة الحجم - رقيقة الجدر - خالية من الأدمة مما يجعلها عرضه لفقد الماء منها اسرع من باقي خلايا البشرة العادية فتحدث إلتفافا للورقة إلى الداخل بحيث يغطى السطح السفلى (الخالى من الثغور) السطح العلوى للورقة (المحتوى على الثغور) فيقل النتح، وعند توفر الرطوبة يزداد حجم الخلايا الحركية ثانية فتمتلىء بالماء وبالتالى ينبسط نصل الورقة مرة أخرى. و توجد هذه الخلايا الحركية أو اللافة أيضا في أوراق نبات الذرة والقمح.

١٣) الضغط الأسموزي لخلايا النباتات الجفافية أو الصحراوية يكون مرتفعا مما يرفع قدرتها على امتصاص الماء .

**١- ساق نبات الرتم *Lygos raetam***

الرتم نبات صحراوى عديم الأوراق سيقانه الطرفية خضراء رفيعة مستديرة تؤدى وظيفة التمثيل عوضاً عن الأوراق ويتميز القطاع المستعرض فى ساق هذا النبات بوفرة العناصر الميكانيكية والتوصيلية ووجود بروزات فى سطح الساق تفصلها تجاويف تجعل سطح الساق غير مستوى وتتغطى البشرة بأدمة سميكة ، كما تنحصر الثغور فى التجاويف وتقع فى منطقة من خلايا بارنشيمية تمثيلية ، رقيقة الجدر وممتلئة بالبلاستيدات الخضراء وتحمى الثغور وفتحات التجاويف شعيرات سطحية تساعد على تقليل النتح وإضعاف أثر الهواء الخارجى الجاف ، وفى البروزات توجد تحت البشرة أنسجة إسكلرنشيمية وتتكون الأسطوانة الوعائية من حزم مرتبة فى حلقة واحدة ، تحتوى كل حزمة على خشب ثانوى إلى جانب الخشب الابتدائى ، وبالخشب قدر وفير من العناصر الملجننة.



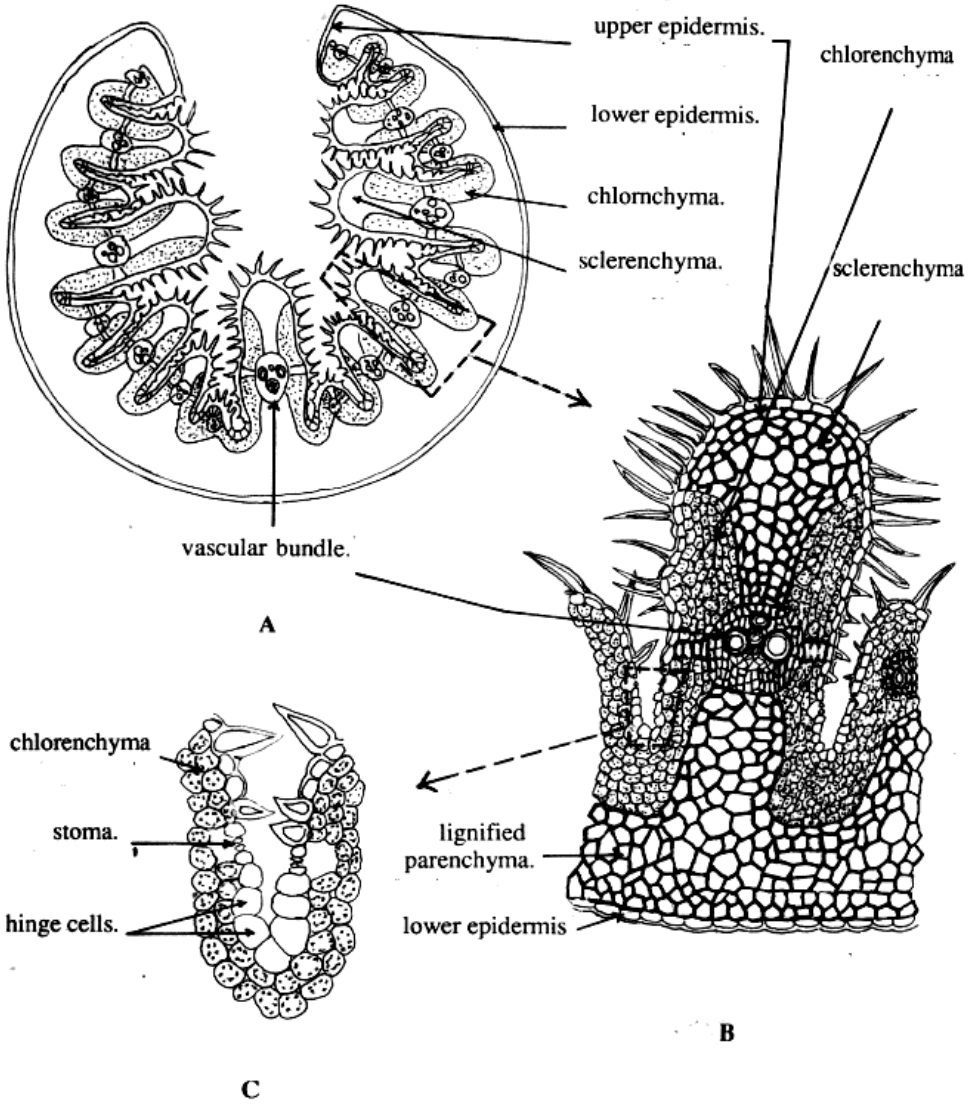
**شكل (٢١٨) ق.ع فى ساق نبات الرتم**

**٢- ورقة نبات قصب الرمال *Ammophila arenaria***

نبات قصب الرمال هو أحد أفراد العائلة النجيلية ويوجد بكثرة على الكثبان الرملية الساحلية ولهذا النبات أوراق طويلة تلتف حول نفسها من

ناحية السطح العلوى ، بحيث لا يتعرض ذلك السطح – الذى يحمل الثغور – لجفاف الجو أثناء الوقت الحار من النهار. وعند فحص قطاع مستعرض فى هذه الورقة يلاحظ التفافها بحيث يصبح سطحها العلوى داخلياً والسطح السفلى خارجياً وتتغطى البشرة بأدمة سميكة وتكون خالية من الثغور خلواً تاماً ، أما على السطح العلوى فتتبادل البروزات مع التجاويف ، وتختبئ الثغور اختباء محكماً ، وتنتظم على جوانبها الأنسجة التمثيلية بخلاياها البارنشيمية ذات الجدر الرقيقة وبلاستيداتها الخضراء الغزيرة وتوجد بكل بروز حزمة وعائية مغلقة من نوع حزم ذوات الفلقة الواحدة ، لحاؤها يتجه ناحية السطح السفلي للورقة بينما يتجه خشبها ناحية السطح العلوى المختبئ ويحيط بالحزم عمد إسكلرنشيمى متصل من فوقه ومن تحته بشريط من أنسجة ملجننة تصل إلى البشرتين، وتوجد أيضاً شعيرات حادة قوية ، تنشأ من خلايا البشرة العليا، وتحمى فتحات التجاويف التى بها الثغور والأنسجة التمثيلية الرقيقة، فتقلل تعرضها للهواء الجوى الجاف وبذلك يقل النتح وتصان الأنسجة من الجفاف كما تشاهد أيضاً عند قاع التجاويف خلايا

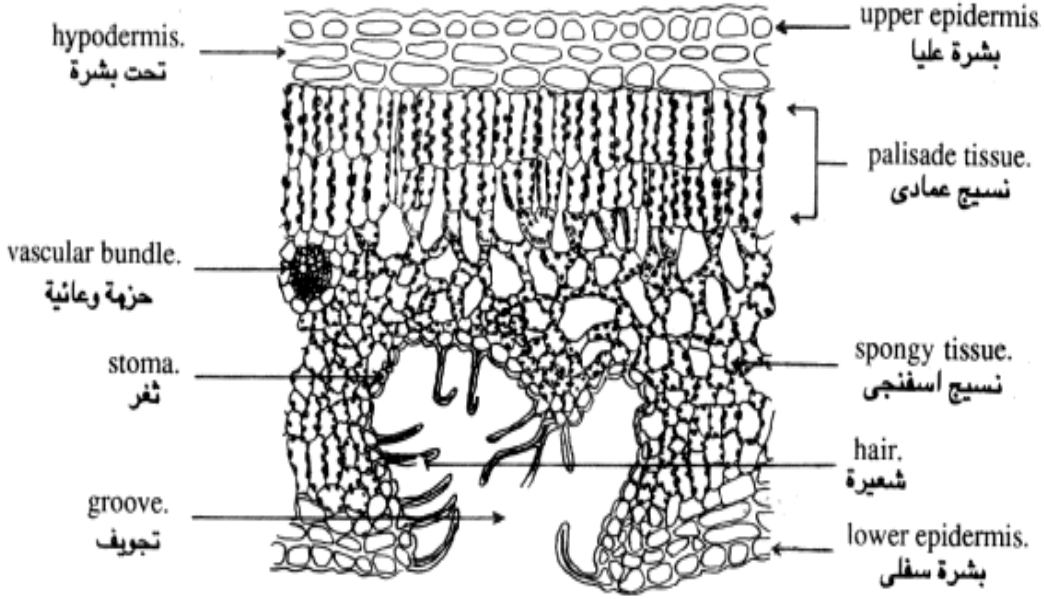
مفصلية (Hinge cells) وظيفتها المعاونة على انفراج الورقة عندما تزداد الرطوبة ويقل الجفاف وتنبعج الخلايا وعلى انغلاقها عندما يزداد الجفاف وتقل الرطوبة وتتقلص الخلايا.




**شكل (٢١٩) رسومات تفصيلية لقطاع عرضى فى ورقة نبات قصب الرمال.**

### ٣- ورقة نبات الدفلة *Nerium oleander*

لا يقتصر وجود التشكل الجفافى ممثلاً فى الثغور المختبئة داخل تجاويف من سطح البشرة على نباتات الأراضى الجافة وحدها ، كنباتى الرتم وقصب الرمال، ولكنه يوجد أيضاً فى بعض نباتات الأراضى الرطبة ، ويعتبر فى تلك الحالة من الصفات الوراثية الملازمة لتلك النباتات أكثر منه استجابة فى ورقة هذا النبات يلاحظ وجود تجاويف كثيرة على السطح السفلى تخرج منها شعيرات غزيرة، وتمتد هذه التجاويف إلى الداخل مسافة تقرب من ثلث سمك الورقة . وتمثل الشعيرات امتدادات لخلايا البشرة المبطنة لتلك التجاويف. وينحصر وجود الثغور فى ذلك الجزء من البشرة الواقع داخل التجاويف ، وتنتشر بينها تلك الشعيرات المتناثرة وحيدة الخلية . ويرتفع الثغر قليلاً فوق نتوء ضئيل حلقى الشكل من سطح البشرة المبطنة للتجويف وبوجود الثغور داخل تجاويفها تظللها شعيرات سطحية تصبح محاطة بهواء معتدل الحرارة مرتفع الرطوبة . وتتميز أوراق الدفلة فوق ذلك بأدمة سميكة على السطح العلوى المعرض وتكثر بالنسيج الفراغات الهوائية الواسعة ، الشبيهة بفراغات النباتات المائية، إذ يفصل كل فراغ عن ما يجاوره طبقة من خلايا بارنكمية رقيقة الجدر سمكها خلية واحدة ، كذلك توجد تحت البشرة طبقتان من الخلايا المختزنة للماء، تفصلان البشرة العليا عن الطبقات العمادية، كما تحتوى الأوراق على طبقة عمادية واحدة.

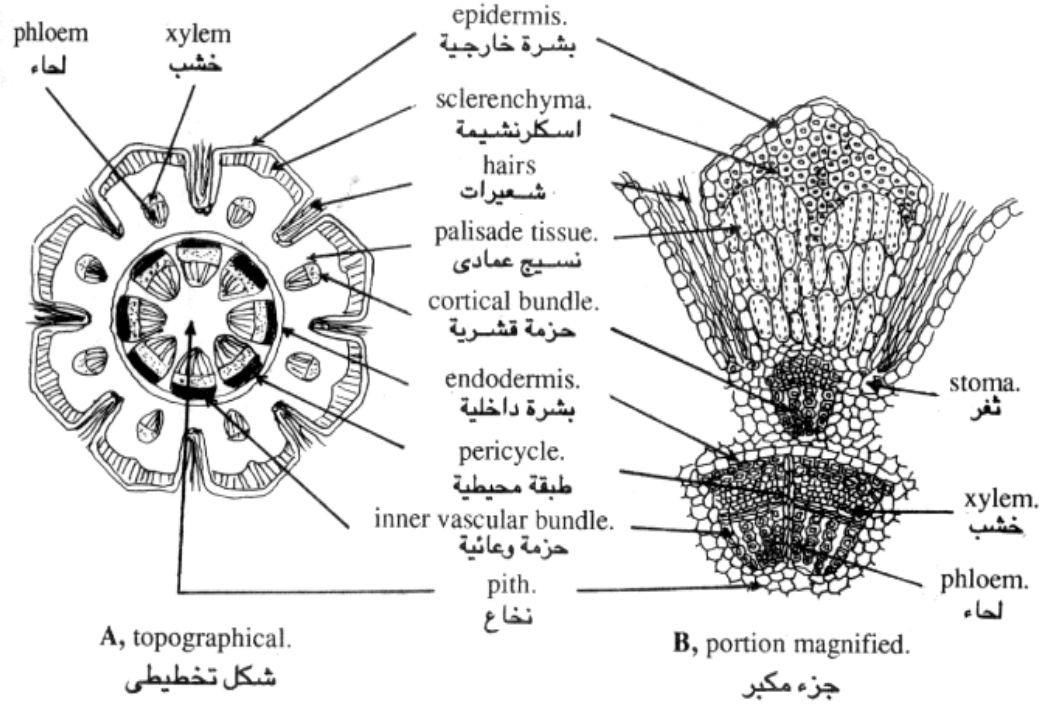



**شكل (٢٢٠) رسم تفصيلى لقطاع عرضى يوضح التشكلات الجفافية فى ورقة نبات الدفلة.**

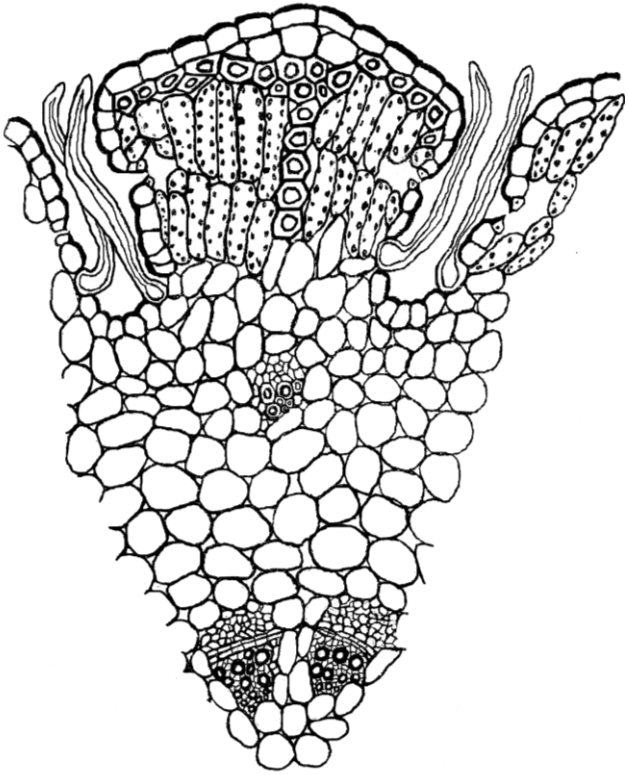
### ٤- ساق نبات الكازوارينا *Casuarina*

يعيش نبات الكازوارينا دائماً تحت ظروف الرطوبة الوفيرة فى التربة ولا يستطيع أن يعيش فى الأراضى الجافة على الإطلاق ولا يوجد بشكل طبيعى فى البيئة الصحراوية ويعتبر التشكل الجفافى الذى يشاهد فى هذا النبات من الصفات الوراثية الملازمة له . ويحمل النبات أوراقاً حرشفية صغيرة لا تقوم بوظيفة التمثيل وتؤدى تلك الوظيفة فروع النبات القصيرة الخضراء عوضاً عن الساق.

وعند فحص قطاع مستعرض فى ساق هذا النبات يلاحظ وجود تجاويف على سطحه تحتمى الثغور بداخلها تظللها شعيرات كثيفة ، وتقع الثغور على جوانب التجاويف فى مناطق الأنسجة التمثيلية التى تبطن هذه الجوانب من الداخل . وتوجد بالبروزات أنسجة إسكلرنشيمية تحت البشرة يليها عدة طبقات من خلايا عمادية وفى وسط الساق توجد حلقتان من الحزم الوعائية وعند أسفل التجاويف توجد خلايا بارنشيمية رقيقة الجدر تتصل بالأنسجة التمثيلية العمادية والبشرة مغلظة الجدران ملجننة فى البروزات ولكنها تصبح رقيقة الجدر غير ملجننة على جوانب التجاويف حيث توجد الثغور.




**شكل (٢٢١) رسم تخطيطى لقطاع عرضى فى ساق الكازوارينا**



**شكل (٢٢٢)رسم تفصيلى لقطاع عرضى فى يوضح التشكلات الجفافية الساق المتورقة لنبات الكازورينا.**

## النباتات الملحية Halophytes

تعيش هذه النباتات في تربة عالية الملوحة تحتوي على تركيز مرتفع من الاملاح الذائبة . وتوجد هذه النباتات عادة قرب الشواطئ البحرية وتكثر في دولة مصر في شبه جزيرة سيناء والساحل الشمالى، وكذلك في المناطق الجافة ذات التربة العالية الملوحة .تتخذ هذه النباتات عدة اشكال مورفولوجية بالاضافة الى تغيرات في التركيب التشريحي لتتلائم مع البيئة التي تعيش فيه.

تتميز بعض هذه النباتات بوجود اوراق مختزلة حرشفية تساعد على تقليل مساحة سطح النبات المعرض للجو مما يقلل من فقدان النبات للماء .وقد تكون الوراق مختزلة عصيرية تحتفظ بكميات من الماء داخل خلاياها مما يخفف من تركيز الاملاح بداخلها.

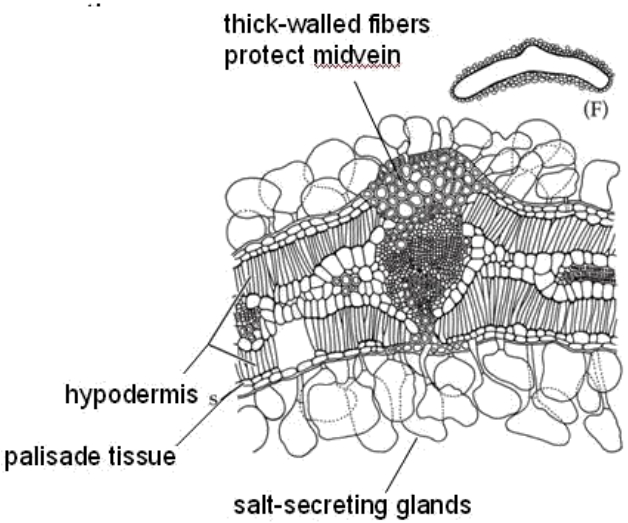
وتقاوم هذه النباتات الملوحة بالتخلص من الاملاح بعدة طرق اهما وجود غدة ملحية على البشرة تعمل على التخلص من الاملاح كما في نبات القرم وتفرز هذه النباتات الملح على هيئة محلول مركز من خلال الغدد الملحية فيتبخر الماء وتبقى طبقة من الملح على سطح الاوراق تزريها الرياح او تذيبها الامطار، كما تتخلص بعض النباتات 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 رغم أنها لا تقاوم ظروف الجفاف - بل تنمو في بيئة يتوفر فيها الماء ولكن نظراً لإرتفاع درجة ملوحة الماء التربة الذي يتراوح بين ١-٦% فإنه يصعب على النباتات العادية الحصول والإستفادة من هذا الماء - لذا فإن النباتات الملحية تحدث بها التحورات الأساسية التالية:

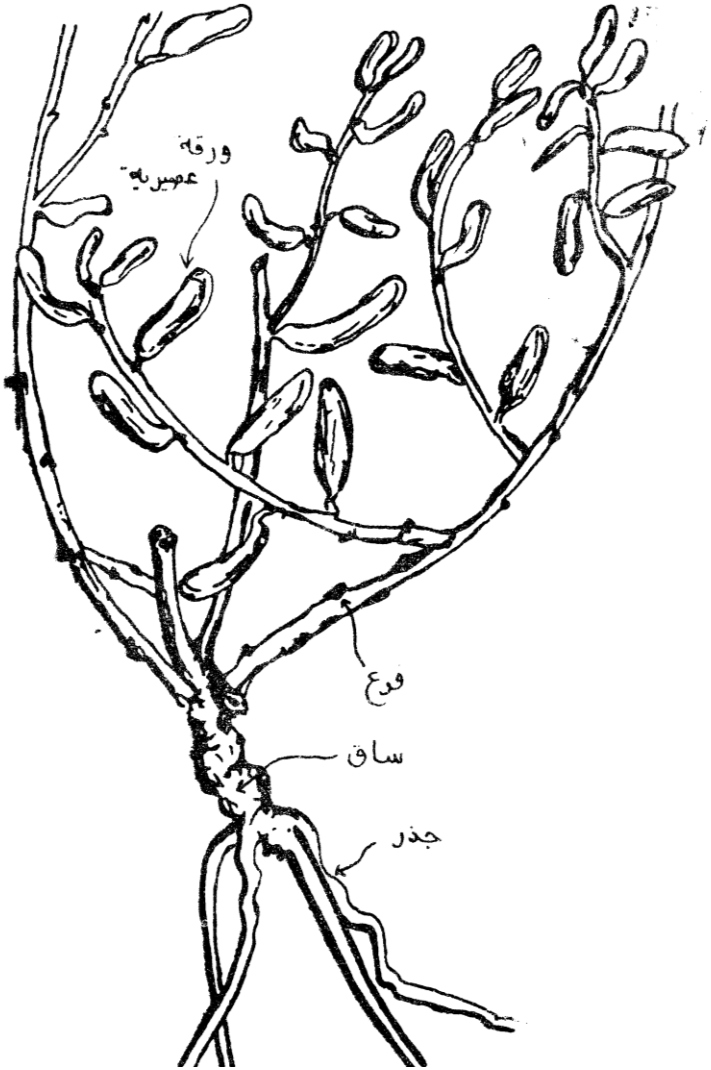
١ - الضغط الأسموزي لخلاياها أعلى من جميع نباتات الأقسام البيئية الأخرى - ويتراوح بين ٣٠-٦٠ ضغط جوي - وهذا مما يرفع معه قوة الإمتصاص الأسموزية.

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 الأمثلة على هذه النباتات السويدا والخزيزة والرطريط.




**شكل (٢٢٣) رسم تفصيلى لقطاع عرضى فى ورقة نبات السويدا.**




**شكل (٢٢٤) نبات السويدا.**

# الأسئلة

السؤال الأول : أذكر أهم الخصائص المورفولوجية والتشريحية لكل من:
النباتات المائية – النباتات الجفافية الحقيقية – النباتات الملحية

السؤال الثانى : وضح برسم مدعوم بالبيانات أهم الفروق التشريحية بين ورقة نبات من البيئة الوسطية وورقة نبات من البيئة المائية وورقة نبات من البيئة الجفافية

السؤال الثالث : وضح المقصود بكل من
النباتات الهاربة من الجفاف – النباتات البرمائية – الجفاف الفسيولوجى

السؤال الرابع : وضح مستعينا بريم مدعوم بكتابة البينات أهم التشكلات الجفافية فى كل من:
ساق الرتم – ساق الكازورينا – ورقة الدفلة.

السؤال الخامس : أكتب مقالا تفصيليا يوضح أهمية دراسة التكيفات المورفولوجية والتشريحية لنباتات البيئات المختلفة فى الأغراض التطبيقية؟

***تمت بحمد الله***