التركيب الداخلي للورقة Internal structure of leaf **المحاضرة السابعة**

تعريف الورقة: هي عبارة عن نموات خارجية مسطحه تنشأ عند العقد وتكون خضراء اللون عامة وتحمل في إبطها برعماً، وتقوم بعملتي التركيب الضوئي والنتح. هل أن الأوراق لوحدها تقوم بعملية التركيب الضوئي؟ الجواب كلا إن كل الأجزاء الخضراء في النبات سواء كانت سيقان وسويقات الأوراق والأوراق الزهرية الخضراء والجذور الهوائية الخضراء تقوم بعملية التركيب الضوئي فعلى سبيل المثال السيقان الورقية في نبات السفندر Ruscus أو السيقان العشبية الخضراء أو النباتات الواطئة الخضراء كالطحالب تقوم بعملية التركيب الضوئي.

استنادا إلى ما مر علينا سابقا تشترك الأجزاء النباتية ومنها الورقة بوجود ثلاثة أنظمة نسيجية رئيسية هي:

1- النظام النسيجي العام Dermal tissue system
2- النظام النسيجي الأساسي Ground tissue system
3- النظام النسيجي الوعائي vascular tissue system

غير أنه توجد اختلافات في توزيعها وترتيبها وهذا يتماشى مع الوظيفة الأساسية للجزء النباتي الذي يضم تلك الأنظمة فعلى سبيل المثال وفرة النسيج الأخضر واتساع وامتداد أنسجة التهوية في حين تكون في الساق بوضع مختلف يتناسب مع الأنسجة الوعائية والدعامية الموجودة.

تشريح الورقة Anatomy leaf

1- البشرة epidermis: تحتوي الاوراق على بشرتين عليا adaxial وسفلى Abaxial وتتباين خلايا البشرة كما مر علينا سابقا فهناك خلايا البشرة الاعتيادية ordinary epidermal cells والخلايا المساعدة subsidiary cells والحارسة وزوائد البشرة trichomes المتنوعة، في النجيليات لاحظنا نوعين من الخلايا هي cork cells أي خلايا فلينية وخلايا سيليكيه silica cells وكذلك يلاحظ أحيانا خلايا خاصة هي الخلايا المتحركة motor cells كما مر علينا أيضا هناك خلايا أخرى كالبلورات المعلقة lithocytes والتي تحتوي على البلورات cystolith، تتباين الثغور في عددها وحجومها وهناك ما يسمى بدليل الثغور:

$$\text{دليل الثغور} = \frac{\text{عدد الثغور}}{\text{عدد الثغور + عدد الخلايا الاعتيادية}} \times 100$$

وهناك ثلاثة أنواع من الأوراق بالنسبة لتوزيع الثغور هي:

* epistomatic leaf حيث يقتصر وجود الثغور على البشرة العليا
* hypostomatic leaf حيث يقتصر وجود الثغور على البشرة السفلى
* Amphistomatic leaf حيث تتوزع الثغور على السطحين السفلي والعلوي، وقد يتساوى توزيع الثغور في حالة النوع الأخير مع البشرتين أو لا يتساوى حسب نوع النبات.

خلايا البشرة الاعتيادية خالية من الكلوروفيل فيما عدا النباتات المائية ونباتات الظل وبعض النباتات الواطئة كالسراخس.

وظائف البشرة مرت علينا سابقا.

2- النسيج المتوسط Mesophyll: يعرف بأنه النسيج الواقع بين البشرة العليا والسفلى ويتكون من خلايا بارنكيمية عادة الا انه قد يحتوي على سكلريدات كما في الهاكيا، الخلايا الميزوفيلية عادة غنية بالبلاستيدات، **هناك نوعين من النسيج المتوسط نسيج غير مقسم إلى خلايا أسفنجية وعمادية ونسيج مقسم إلى:**

أ- الطبقة العمادية: خلايا مستطيلة افتراضية متوازية جدرانها عمودية على سطح الورقة عادة وتكون غنية بالبلاستيدات وهناك أنواع مختلفة من الطبقات العمادية من حيث عدد الطبقات وتوزيعها، فقد تتكون البارنكيميا العمادية من طبقة واحدة أو أكثر وقد تكون الخلايا ذات أذرع.

* أوراق ذات طبقة عمادية واحدة تحت البشرة العليا وهي حالة شائعة.
* أوراق ذات طبقة عمادية واحدة تقع فوق البشرة السفلى فقط كما في نبات التمليا *Thymelaea* .
* أوراق ذات طبقتين عماديتين أسفل البشرة العليا وفوق البشرة السفلى كما في التين المطاط *Ficus elastica* والكسوب *Centaurea*.
* أوراق يكون جميع النسيج المزوفين عبارة عن طبقة عمادية كما في الكالبتوز *Eucalyptus* والرغل *Atriplex* وبعض الاوراق الاسطوانية كالهاكيا *Hakea*.
* أوراق ذات خلايا عمادية موازية لمحور الورقة كما في الالوديا *Elodea* أو موازية لسطح الورقة وعمودية على محور الورقة كما في نبات الايرس *Iris* والكلاديولس *Gladiolus*.
* أوراق ذات نسيج عمادي ذو أذرع كما في الزنبق Lily

س: لماذا يبدو السطح العلوي أكثر اخضرارا في معظم الاوراق؟ لوجود الطبقة العمادية والتي تحتوي على القسم الاكبر من الكلوروفيل.

ب- النسيج الاسفنجي: الخلايا ذات أشكال مختلفة عادة غير منتظمة، أو تكون متساوية الاقطار أو مستطيلة، وقد تكون ذات أذرع متصلة مع بعضها وتتخللها مسافات بينيه (لماذا) حتى تتعرض للغازات، **الخلايا المجمعة collcting cells** وهي خلايا تقع في النسيج الاسفنجي متصلة باللحاء تلتقي بها مجموعة من الخلايا العمادية ويعتقد إنها تقوم بجمع الغذاء ونقله إلى اللحاء. **النوع الثاني من الأوراق يكون النسيج الميزوفيلي غير مقسم إلى طبقة عمادية وأسفنجي** هذا النوع من الأوراق يتمثل في نباتات ذوات الفلقة الواحدة في النجيليات وأوراق الصنوبر *Pinus* في الأخير تكون الخلايا ذات ثنيات إلى الداخل.

الانسجة الوعائية في الورقة Vascular Tissue of the leaf

يطلق على الحزم الوعائية في الورقة بالعروق Veins، كما يطلق على نظام توزيع العروق في النصل بالتعرق Venation. العرق Vein قد يتكون من حزمة وعائية واحدة أو عدة حزم، اما عدد العروق في الورقة فقد يكون واحد أو اثنتين أو اكثر ففي الصنوبريات أو المخروطيات Conifers تحتوي الاوراق على عرق واحد فقط، اما في النباتات الراقية قد يكون عدد العروق كثير، التعرق في مغطاة البذور يكون:

1- شبكي Reticulate وهو شائع في ذوات الفلقتين.
2- متوازي parallel وهو شائع في ذوات الفلقة الواحدة.

كلا النوعين اما ان يكون ريشي Pinnate أو كفي plamate.

مكونات الخشب في العروق الكبيرة:

اوعية Vessels - قصيبات Tracheids - ألياف Xylem parenchyma - Fibres اما العروق الصغيررة فيبقى فيها قصيبة وخلايا بارنكيمة.

مكونات اللحاء في العروق الكبيرة:

انابيب منخلية Sieve tube - خلايا مرافقة companion cells – fibre بارنكيما اللحاء phloem parenchyma .

غلاف الحزمة Bundle sheath

تحاط الحزم الوعائية الكبيرة بخلايا بارنكيمية متميزة تمتد قليلاً وبموازاة العرق وتكون هذه الخلايا قليلة الكلوروفيل تسمى بغلاف الحزم والخلايا بالخلايا المتأخمة وقد تحتوي على شريط كاسبار casparian strip كما في العائلة الوردية Rasaceae وعندما تحتوي على حبيبات نشوية فهي تقابل الغلاف النشوي أو تقابل القشرة الداخلية عندما تكون حاوية على شريط كاسبار، ويطلق عليها احياناً Border parenchyma .الخلايا تتباين في اعداد الكلوروبلاست فمنها قليل البلاستيدات ومنها معدوم ومنها لا يختلف عن الخلايا الميزوفيليه الاخرى ويمتد هذا الغلاف إلى نهاية الحزمة ليغلف نهايتها ، احياناً في بعض ذوات الفلقتين تمتد خلايا من غلاف الحزم باتجاه البشرتين العليا والسفلى واحياناً إلى جهة واحدة من البشرات ويطلق عليها امتداد الغلاف الحزمي Bundle Sheath extensions .

نشأة الورقة: leaf Development

يبدأ نشوء الورقة بانقسامات محيطية periclinal division قرب سطح المرستيم القمي apical meristem أسفل منطقة المرستيم الأول piomeristem ويصاحب ذلك انقسامات عمودية في الطبقة السطحية anticlinal division وباستمرار الانقسامات يتكون نتوء أو انتفاخ يدعى بالمسند الورقي buttress leaf ويحوي هذا المسند على بشره أولية وكتله من خلايا المرستيم الاساسي واشرطه كامبيوميه ويتحول المسند الورقي إلى البداية الورقية وذلك بعد توالي الانقسامات فيه.والنوع الاول يسبق النوع الثاني، ويترافق النمو القمي مع الحافي حتى يكتمل النصل blade وهناك تباين في نمو أوراق النباتات ففي معراة ومغطاة البذور تصل الورقة إلى مرحلة النضج بعد فترة قصيرة أما في السرخسيات فيستمر النمو القمي رغم وصول القاعدة إلى تمام النضج. ان الاوراق قرب القمة النامية تنمو وتغطي القمه النامية. وقد تتحور إلى حراشف في حالة بعض البراعم الشتوية .

عند تكشف البدايات الورقية تتميز منطقتان جزء قاعدي قد يصبح لحميا وساديا أو غمديا أوقد يكون أذينات و جزء علوي يكون النصل وجزء بين القاعده والنصل يمثل سويقة الورقه في حالة وجوده.

وكما مر علينا في الفصل الاول فيما يخص أنواع الاوراق بالنسبة لتوزيع الطبقة العمادية في نسيج الميزوفيل أذ توجد أوراق ذات طبقة واحدة bifacialأو dorsiventral وفي حالة وجود طبقتين من الطبقات العمادية، عليا وسفلى يطلق على الورقة isolateral.

ورقة النجيليات Crassess Leaf

تنفرد النجيليات كالحنطة والشعير والذرة والحشائش الاخرى عن غيرها من نباتات ذوات الفلقتين والفلقة الواحدة، ففي المقطع نلاحظ الطبقات الثلاث الاتية: بشرة عليا – نسيج ميزوفيلي غير متميز إلى طبقة عمادية واسفنجية – بشرة سفلى .

أما الانسجة الوعائية فتنتشر في النسيج الميزوفيلي أو المتوسط. البشرة قد تحتوي على خلايا متميزة هي الخلايا المحركة Motor Cells أو تسمى بالخلايا الفقاعية Bulliform cells تمتاز بكبر حجمها ورقة جدرانها وهي مسؤولة عن انطواء وانبساط الاوراق لدى تغير الرطوبة. الثغور هي الاخرى تختلف فهي من النوع Gramineae –Cyperaceae type .

التركيب الداخلي لسويق (عنق الورقة Internal structure of petiole).

هنـاك اشـكال مختلفـة لسـويق الورقـة فـي المقطـع منهـا: الـدائري – دائرة غيـر كاملـة أو يكـون منبسـطاً أو مقعراً من الجهة العيا أو ذو اجنحة اما الحزم الوعائية والمسارات الورقية فتختلف من نبات لأخر.
فقد تكون اسطوانه تشكل حلقة واحيانا اكثر من حلقه.
النيسج الاساسي في ذوات الفلقتين ذو نسيج كولنكيمي وفي ذوات الفلقة ذو نسيج سكلرنكيمي.