**الكامبيوم الفليني Cork cambium**

يعتبر الكامبيوم الفليني مرستيما ثانويا Secondary meristem اذ انه يتكون نتيجة تحول خلايا مستديمة خلال عملية فقدان التمايز Dedifferentiation كما انه يمثل مرستيما جانبيا Lateral meristem لانه يقع موازيا لسطح الساق او الجذر كما يوصف الكامبيوم الفليني بكونه خارجي المنشأ Exogenous في الساق وداخلي المنشأ Endogenous في الجذر.

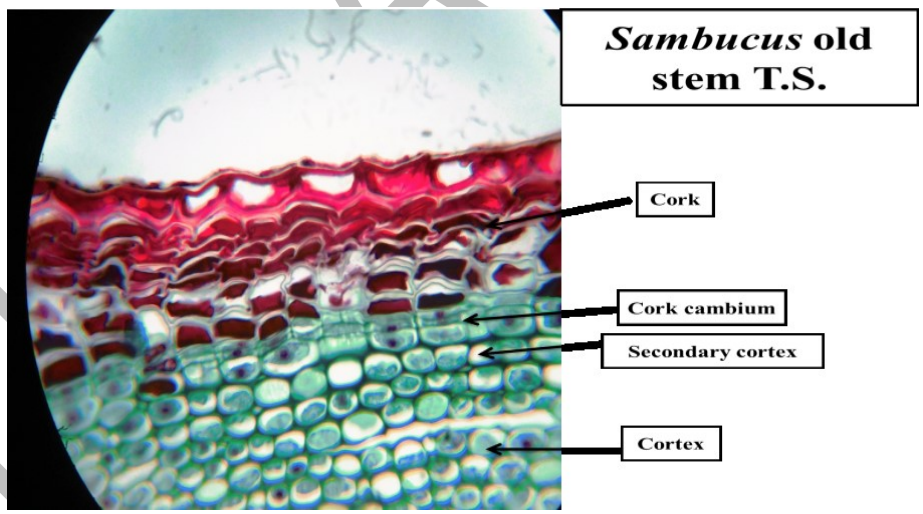
فقد ينشأ اول كامبيوم فليني في الساق من المناطق الخارجية من القشرة كما هو الحال في معظم النباتات او ان ينشأ من البشرة ذاتها وعلى الرغم من ان اول كمبيوم فليني يكون خارجي المنشأ في سيقان معظم النباتات المعمرة الا انه يتكون فيما بعد كمبيوم فليني بين فترة واخرى في مناطق اعمق فاعمق حتى يصل الى منطقة اللحاء الثانوي بل وحتى في منطقة الخشب لذا يعتبر طبقي التكوين . اما في الجذر فأن نشوء اول كمبيوم فليني يكون عادة داخليا حيث يتم نشوءه في جذور معظم النباتات المعمرة من البريسيكل او الدائرة المحيطة Pericycle .

وبانقسام خلايا الكمبيوم الفليني بجدران محيطية تتكون خلايا فلينية نحو الخارج وقشرة ثانوية نحو الداخل مكونا نسيجا وقائيا يعرف بالادمة المحيطية Periderm لتحل محل البشرة في الاعضاء التي تعاني تغلظا ثانويا كسيقان وجذور عاريات البذور Gymnosperm وذوات الفلقتين الخشبية Woody Dicotyledon .

ومما تجدر الاشارة اليه ان الانقسامات المؤدية الى تكوين الفلين عادة اكثر بكثير من تلك التي تؤدي الى تكوين القشرة الثانوية فقد تصل عدد طبقات القشرة الثانوية الى ثلاث طبقات في السنة وفي بعض النباتات لا تكون اطلاقا. وتكون طبقة الادمة المحيطية في الجذور رقيقة نظرا لظروف التربة التي تؤدي الى تفسخ وانسلاخ في الطبقات الخارجية من الفلين .

**تتميزالبشرة المحيطية Periderm عادة الى ثلاث طبقات هي من الخارج الى الداخل**

1- الفلين Cork or Phellem
2- الكامبيوم الفليني Cork cambium
3- القشرة الثانوية Phelloderm or Secondary cortex




Plant Anatomy

## الفلين Cork or Phellem

نسيج مستديم بسيطا مكون من خلايا متراصة خاليا من المسافات البينية وذات جدران ثانوية مسوبرة Suberized خالية من النقر عادة وتموت خلايا الفلين بعد النضج وتكمن الوظيفة الوقائية لطبقة البريدرم في وجود الفلين .

ترجع الوظيفة الوقائية للفلين الى :-

1- وجود مادة السوبرين الدهنية في جدرانها مما يجعلها غير منفذة للهواء والسوائل
2- جدران خلايا الفلين متراصة لا تحتوي مسافات بينية
3- احتواء خلايا الفلين على هواء تستطيع بواسطته ان تكون طبقة عازلة تقي النبات ولا سيما الانسجة الداخلية من الحرارة والبرودة الزائدة
4- تحتفظ خلايا الفلين بداخلها ببعض المواد الواقية كالمواد الدباغية والتي لها القدرة على مقاومة الطفيليات عند غرزها لأنسجة النبات

## القشرة الثانوية Phelloderm or Secondary cortex

وهي خلايا برنكيمية حية تحتفظ بجميع محتوياتها البروتوبلازمية ومحاطة بجدار ابتدائي مؤلف من مادة السيليلوز لا تختلف طبقة الفلودرم من حيث تركيبها عن طبقة القشرة التي تليها من الداخل الا في انتظام خلاياها في صفوف قطرية ومستمرة في انتظامها بصفوف شعاعية مع خلايا الكمبيوم الفليني وخلايا الفلين الواقعة خارجه

## القلف Rhytidome or Bark

عندما يتكون نسيج الفلين في الساق او الجذر المعمر تحرم الانسجة الخارجية من الماء والغذاء وتجف وتموت ومع استمرار زيادة الساق في السمك لا تستطيع هذه الانسجة الميتة مسايرة هذه الزيادة فتنفصل وتسقط وتسمى هذه الانسجة بالقلف Rhytidome or Bark والقلف بمعناه العلمي الدقيق جميع الانسجة الميتة الواقعة خارج الكامبيوم الفليني الفعال والتي تتكون من طبقات متبادلة من الفلين.

**يكون القلف على نوعين حسب الطريقة التي يتكون بها**

### 1- القلف الحلقي Ring Bark

يتبع شكل القلف المتساقط طريقة تكوين الكامبيوم الفليني فإذا كان تكوينها على هيئة طبقات اسطوانية تساقط القلف بشكل حلقات كاملة تعرف باسم القلف الحلقي مثال قلف شجرة الثامول *Betula* والعنب *Vitis*

### 2- القلف الحرشفي Scaly Bark

إذا كان تكوينها نتيجة صفائح كمبيومية متجاورة ومتراكبة فأن القلف في هذه الحالة وهي الاكثر شيوعا يتساقط على هيئة قشور او حراشف ويسمى القلف الحرشفي ومن امثلة قلف شجرة الصنوبر *Pinus* والبلوط *Quercus* والكامور *Eucalyptus*

## الفلين التجاري Commercial cork

يعتبر البلوط الفليني المصدر الرئيسي للفلين التجاري وفي هذه الاشجار ينشأ اول كامبيوم فليني من البشرة وهذا الكامبيوم يستطيع ان يستمر في نشاطه مدى الحياة لكن الفلين الناتج لا يصلح استغلاله تجاريا ولذلك فأن الفلين المتكون حتى سن العشرين والذي يسمى الفلين البكر Virgin cork ينزع من الاشجار ولا يعتبر ذا قيمة تجارية وينشأ الكامبيوم الفليني بعد ذلك من القشرة وهذه الطبقة الجديدة تقوم بتكوين فلين جيد النوع ينزع على فترات تتراوح ما بين 8-12 عاما ويمكن استغلال الشجرة الواحدة لمدة 150 عاما او اكثر وتعزى قيمة الفلين التجارية الى عدم نفاذيته وخفته وقابليته للضغط والانثناء .

## العديسات lenticels

تتكون العديسات عادة مع تكوين البشرة المحيطية Periderm لكي تحل محل الثغور وتقوم بوظائفها إذ أن وجود طبقة الفلين المحيطة بالساق والجذور تمنع تبادل الغازات بين الهواء الجوي والانسجة الداخلية ولما كان هذا التبادل اساسا بالنسبة للكثير من الوظائف

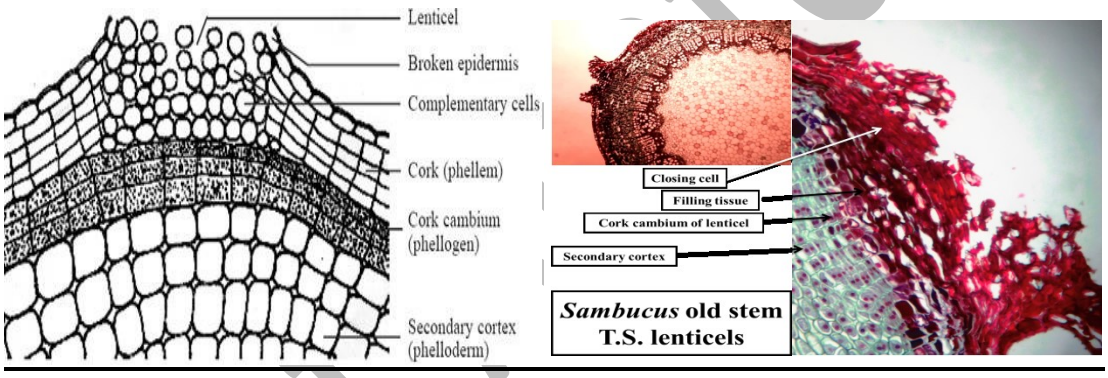
Plant Anatomy

الحيوية لذلك كان لابد من وجود منافذ كالعديسات تخترق طبقة الفلين وتسمح بالتبادل الغازي . يختلف حجم العديسة بين تلك التي لا ترى بالعين المجردة والكبيرة التي قد تصل الى 1 سم او اكثر في الطول.

تبدأ العديسات في الظهور تحت الثغور غالبا وذلك قبل تكوين البشرة المحيطية مباشرة إذ تنشط الخلايا التي تحت الثغر وتتحول الى خلايا مرستيمية تنقسم في جميع الاتجاهات لتكون كتلة من الخلايا يظهر في الجزء الداخلي منها شريط من الكامبيوم الفليني Phellogen تنقسم خلاياه انقسامات محيطية لتعطي للخارج نسيجا مفككا يسمى Complementary tissue وتكون خلاياه حية رقيقة الجدران غير مسوبرة وغيرمتماسكة كما انها تحصر بينهما مسافات بينية واسعة لتسمح بتبادل الغازات بين الهواء الخارجي والانسجة الداخلية وباستمرار تكوين النسيج المفكك يحدث ضغط على طبقة البشرة في منطقة الثغر غالبا فيسبب تمزقها .

عند بدأ فصل الخمول يقوم الكامبيوم الفليني في العديسة بتكوين نسيج أخر الى جهة الخارج مكون من طبقة واحدة او طبقتين من خلايا مسوبرة متماسكة يغلق بها العديسة ويسمى النسيج المتكون النسيج الغالق Closing tissue وهذا النسيج يقوم بحفظ انسجة النبات الداخلية في فترة الخمول من النتح الشديد او تأثير العوامل الخارجية وعند بدء فصل الربيع أي فصل النشاط تقوم انسجة الكامبيوم الفليني ثانية بتكوين نسيج مفكك من عدة طبقات وتكوين خلايا متراصة مع خلايا الكامبيوم الفليني في صفوف قطرية وبتوالي تكوينها تضغط على خلايا النسيج الغالق فتمزقه وتنفتح العديسة لتستأنف وظيفتها في السماح بتبادل الغازات .

بتعاقب فصول الخمول والنشاط تصبح العديسة مكونة من طبقات متعاقبة من نسيج مفكك ونسيج غالق متمزق وقد يصبح من الممكن بواسطة عد هذه الطبقات تكوين فكرة تقريبية عن عمر النبات . يلاحظ ان الكامبيوم الفليني الذي يكون العديسة ينشأ في بادئ الامر تحت الثغر اما بعد ان تتكون طبقة الادمة المحيطية وتتمزق البشرة فأن العديسة تظهر بعد ذلك في اي مكان اخر .




**الانسجة الدائمية Permanent tissues**

وهي انسجة مكونة من خلايا توقف فيها الانقسام الفعال واصبحت متميزة وتكيفت لأداء وظائف معينة اخرى غير الانقسام مثل البرنكميا للخزن والخشب للنقل وكذلك اللحاء .

**تختلف درجة تمايز الانسجة المستديمة كما يلي**

**1-** قد يبقى النسيج حيا بعد النضج فتحتفظ خلاياه بمعظم مكوناتها البروتوبلازمية بما في ذلك النواة والسايتوبلازم وفي هذه الانسجة تبقى الخلايا قريبة من الخلايا المرستيمية وغالبا ماتبقى محتفظة بقدرتها على الانقسام بصورة كامنة كما في خلايا النسيج البرنكيمي والكولنكيمي وخلايا القشرة. كما يعاني هذا النوع من الانسجة من ظاهرة فقدان التمايز Dedifferentiation فتتحول الى خلايا مرستيمية مرة اخرى كما يحدث في تكوين الكامبيوم بين الحزم والكامبيوم الفليني.
**2-** قد تنحل النواة خلال عملية التمايز بينما يبقى السايتوبلازم كما في وحدات الانابيب المنخلية لمغطاة البذور والخلايا المنخلية في هذه الحالة تفقد الخلايا قابليتها على الانقسام بصورة طبيعية.
**3-** قد تموت الخلايا بعد النضج وتصبح خالية من النواة والسايتوبلازم في هذه الحالة تبقى الخلية مكونة من جدار يحيط بتجويف Lumen خالي من البروتوبلاست كما في خلايا الالياف والفلين والقصيبات ويفقد هذا النوع من الخلايا قابليته على الانقسام.

**الاسس المتبعة في تصنيف الانسجة الدائمية**

**1- التصنيف المعتمد على درجة التعقيد Classification based on complexity**

A- Simple مثل Collenchyma و Parenchyma .

B- Complex مثل Phloem وXylem

**2- التصنيف المعتمد على المنشأ Classification based on origin**

A- Primary tissues وهي الانسجة التي تنشأ من مرستيمات ابتدائية كتلك التي تنشأ من البشرة الاولية والمرستيم الاساسي والكامبيوم الاولي.

B- Secondary tissues وهي الانسجة المستديمة التي تنشأ من المرستيمات الثانوية كالخشب الثانوي واللحاء الثانوي اللذان ينشأن من الكامبيوم الوعائي.

**3- التصنيف المعتمد على الاستمرارية الطوبوغرافية**

**Classification based on topographic continuity**

وهو التقسيم الذي عمل به Sachs عام 1975 حيث صنف الانسجة النباتية الى 3 أنظمة هي:

A- Dermal tissue system ويشمل جميع الانسجة التي تحيط بجسم النبات كالبشرة بالنسبة للأعضاء ذات النمو الابتدائي والبشرة المحيطة Periderm بالنسبة لمعظم الاعضاء التي تعاني تغلظا ثانويا كالسيقان والجذور المعمرة

B- Vascular tissue system ويشمل جميع انسجة الخشب واللحاء الموجود في جسم النبات سواء كان ذلك ابتدائيا ام ثانويا

C- Fundamental or Ground tissue system ويضم الانسجة المتبقية الواقعة بين النظامين النسيجيين السابقين وهو يشمل القشرة والنخاع والاشعة النخاعية في السيقان والجذور والنسيج الاساسي في سيقان ذوات الفلقة الواحدة والنسيج المتوسط في الاوراق ويمثل النسيج البرنكيمي اهم مكونات هذا النظام وكذلك الكولنكيمي والسكلرنكيمي.

**4- التصنيف المعتمد على التشابه الفسيولوجي Classification based on physiologic similarity ويشمل :-**

A- Dermal (or protective) tissue system ويضم نسيج البشرة خلال مرحلة النمو الابتدائي والبشرة المحيطية Periderm في الاعضاء المسنة.

B- Supporting (or mechanical) tissue system ويضم جميع الانسجة ذات الوظيفة الميكانيكية التي تكسب النبات متانة وقوة ويشمل النسيج السكلرنكيمي والكولنكيمي وبموجب هذا النوع من التقسيم فأن النسيج الكولنكيمي والسكرنكيمي قد عوملا كنسيج واحد اطلق عليه مصطلح Stereome وذلك بناء على التشابه الفسلجي بينهما على الرغم من الاختلافات الكبيرة الموجودة بين النسيجين.

C- Conducting (or vascular) tissues system ويضم جميع أنسجة الخشب واللحاء الموجودة في جسم النبات سواء في مرحلة النمو الابتدائي او الثانوي.

D- Photosynthetic tissue system ويضم جميع الانسجة التي تمارس عملية التركيب الضوئي ويشمل الانسجة الحاوية على مادة الكلوروفيل الموجودة في الاجزاء النباتية المعرضة للضوء.

E- Secretory and Excretory tissue system ويضم جميع الانسجة والخلايا والتراكيب التي تلعب دورا في عملية الافراز او الاخراج في النباتات او في نقل مثل هذه المواد ضمن الجسم النباتي او خارجه.

مما تقدم يتبين ان تصنيف الانسجة يختلف تبعا للأسس المعتمدة كأساس في عملية التصنيف وسنعتمد في دراستنا النظام الثالث نظام Sach اي حسب الطبيعة الطوبوغرافية.

**الانسجة الضامة Dermal tissue**

**البشرة Epidermis** وهي الطبقة الخارجية التي تغلف جسم النباتات الابتدائي بما في ذلك الجذر والساق والاوراق والثمار . ونظرا لوجود بعض الفوارق التركيبية والفسيولوجية والنشوئية بين بشرة الجذر من جهة وبشرة الساق فقد استعمل مصطلح Rhizodermis أو Epiblem للدلالة على بشرة الجذر.

خلايا البشرة حية واضحة النواة وذات سايتوبلازم رقيق وفجوات واسعة مملؤة بالعصير الخلوي. يحيط بخلايا البشرة جدران ابتدائية تحتوي حقول النقر الابتدائية Primary pit field وتكون خالية من المسافات البينية مما يعيق مرور بخار الماء والغازات من خلالها الا عن طريق الثغور .

Plant Anatomy

**أهم وظائف نسيج البشرة**

**1- الوقاية Protection**

وتشمل الوقاية من الاضرار الميكانيكية التي يتعرض لها النباتات في محيطه الخارجي بفعل الرياح والامطار او الرمال او غيرها . والوقاية ضد الحشرات والآفات الاخرى . اضافة الى حفظ الانسجة الداخلية للنباتات من فقد الماء المفرط، وتقوم بعض الزوائد الناشئة من البشرة بدور هام في مهمة الوقاية كما ان الافرازات التي تكونها بعض خلايا البشرة في نباتات معينة تقوم هي الاخرى بدور الوقاية نظرا لتراكيب موادها المفرزة او راحتها التي تخافها الحيوانات

**2- تنظيم عملية تبادل الغازات Exchange of Gases**
تقوم الثغور الموجودة في البشرة بتنظيم تبادل الغازات بين الانسجة الداخلية للنبات والمحيط الخارجي في عملية التنفس والتركيب الضوئي . هذا بالإضافة الى تنظيم خروج الماء من النبات على هيئة بخار في عملية النتح Transpiration .
**3- تقوم البشرة في الجذور بوظيفة الامتصاص Absorption**
حيث يتم عن طريق خلايا البشرة امتصاص الماء والاملاح المذابة في التربة او المحيط المائي الذي تتواجد فيه الجذور وتلعب الشعيرات الجذرية دورا اساسيا في هذا الصدد .
**4-** تقوم بعملية **البناء الضوئي photosynthesis** لاحتوائها على البلاستيدات الخضراء.
**5-** تعاني خلايا البشرة **عملية فقدان التمايز Dedifferentiation** وتتحول الى خلايا مرستيمية هي الكامبيوم الفليني .

**منشأ نسيج البشرة**

يختلف نشوء البشرة باختلاف المجاميع النباتية ففي **النباتات الوعائية الواطئة** حيث توجد في القمة النامية خلية انشائية مفردة او بضع خلايا انشائية منتظمة في طبقة واحدة لا يوجد هناك منشأ مستقل للبشرة بل تقوم خلية واحدة او بضع خلايا بتكوين جميع انسجة الجسم تسمى single apical cell.

في **عاريات البذور وبعض مغطاة البذور** فأن البشرة هناك يكون لها منشأ مستقل ويطلق عليه مصطلح البشرة الاولية Protoderm والتي ستكون البشرة فيما بعد .

**انواع خلايا البشرة Epidermal cell Type**

**1- الخلايا الاعتيادية للبشرة Ordinary epidermal cells**
تمثل الارضية التي توجد فيها بقية الانواع الاخرى من خلايا البشرة كما انها تعتبر اقل تخصصا من الانواع الاخرى تختلف اشكالها وحجومها وعلى العموم فأنها غالبا ما تميل الى الشكل متساوي الابعاد Isodiametric أو مستطيلة او متموجة . خلايا البشرة الاعتيادية تكون خالية من البلاستيدات الخضراء ماعدا في نباتات الظل وفي النباتات المائية والتريدية . وتكون خالية من المسافات البينية وتكون جدرانها الخارجية مغطاة بالأدمة في الاجزاء الهوائية .

**2- الخلايا الحارسة Guard cell**
وتوجد على هيئة زوجين عادة توجد ضمن المعقد الثغري والذي يتكون عادة من زوج من الخلايا الحارسة وكل زوج من هذه الخلايا يحيط بفتحة الثغر وخلايا البشرة الاعتيادية ويطلق حينئذ على الفتحة والخليتين الحارستين اسم الثغر Stomata ، والخلايا الحارسة تعتبر خلايا متخصصة غالبا ما تبدو في المظهر السطحي كلوية الشكل Kidney shaped تقريبا وتتميز باحتوائها على بلاستيدات خضراء وهي خلايا حية ذات سايتوبلازم ونواة وبروتوبلاست وتكون الجدران الجانبية رقيقة اما الجدران الخارجية والداخلية فسميكة وهذا الاختلاف في سمك الجدران يلعب دورا هاما في قيام الخلايا الحارسة بمهمتها الرئيسية وهي فتح وغلق الثغور اضافة الى الضغط الازموزي للخلايا الحارسة حيث عندما تكون الخلايا الحارسة ممتلئة Turgid تنفتح الثغور اما اذا كانت في حالة انكماش Shrinkage نظرا لفقدها الماء فأن الجدران الجانبية الرقيقة تصبح في حالة ارتخاء فتلتقي عند الفتحة وينغلق الثغر، هناك عدة عوامل تفسر آليه فتح وغلق الثغور في بينها التغير في الضغط الازموزي نتيجة لعمليات تحول السكر الى نشاء وبالعكس ,الرقم الهيدروجيني PH والضوء وغيرها من العوامل.

Plant Anatomy

**3- الثغور Stomata**

**من حيث التركيب يمكن تميز ثلاثة انواع للمعقد الثغري**

**1-** Monocot Dicot type ويكون شكل الخلايا الحارسة كلوية الشكل في المنظر السطحي
**2-** Gramineae Cyperaceae type شكل الخلايا الحارسة صولجانية dumb bell shaped
**3-** Gymnosperm type شكلها غائر Sunken type

**وحسب طريقة اتصال الخلايا المساعدة بالخلايا الحارسة يمكن تميز الانواع التالية:-**

**1-** الشاذ Anomocytic : تكون خالية من الخلايا المساعدة كما في نبات الباقلاء *Vicia faba*
**2-** متباين الخلايا Anisocytic type : تكون محاطة بثلاث خلايا مساعدة واحدة صغيرة والاثنان الاخريات كبيرة الحجم كما في نبات الفجل *Raphanus*
**3-** متوازي الخلايا Paracytic type : تتكون من خليتين مساعدتين تكون موازية للمحور الطولي للثغر كما في نبات الخروع *Ricinus communis*
**4-** المتعامد Diacytic type : تتكون من خليتين مساعدتين تكون متعامدة على المحور الطولي للثغر كما في نبات القرنفل *Dianthus*
**5-** الشعاعي Actinocytic type : تتكون من اكثر من خلية مساعدة وتحيط بالثغر من كل الجوانب كما في نبات الورد الجوري *Rosa* .