مصدر المحاضرة : كتاب اساسيات علم تشريح النبات تأليف الدكتور بدري عويد العاني (1987)

المحاضرة الثامنة

2- الانسجة الدائمية Permenant tissues

تطرقنا في المحاضرة الرابعة الى امكانية تقسيم الانسجة النباتية اعتماداً على نشاطها وانقسامها. فكان قسمها الاول يدعى بالأنسجة المرستيمية الذي كان محور الدراسة للمحاضرة الرابعة والخامسة. اما اليوم فنتعرف على القسم الثاني من هذا التقسيم والذي يشمل الانسجة الدائمية والتي يمكن **تعريفها** على انها انسجة مكونة من خلايا توقف فيها الانقسام الفعال واصبحت متميزة وتكيفت لأداء وظائف معينة اخرى غير الانقسام مثل الخزن كما في الخلايا البرنكيمية والنقل كما في الخشب واللحاء. **تختلف درجة تمايز الانسجة الدائمية وكما يلي:**

1 - قد يبقى النسيج حياً بعد النضج فتحتفظ خلاياه بمعظم مكوناتها البروتوبلازمية بما في ذلك النواة والسايتوبلازم وفي هذه الانسجة تبقى الخلايا قريبة من الخلايا المرستيمية وغالباً ما تبقى محتفظة بقدرتها على الانقسام بصورة كامنة كما في خلايا النسيج البرنكيمي والكولنكيمي وخلايا القشرة. إذ يمكن لهذا النوع من الانسجة ان تفقد تمايزها وتتحول الى خلايا مرستيمية مرة اخرى كما في تكوين الكامبيوم بين الحزم والكامبيوم الفليني.

2 - انسجة تفقد قابليتها على الانقسام بصورة طبيعية خلال عملية التمايز إذ تنحل النواة ويبقى السايتوبلازم كما في وحدات الانابيب المنخلية لمغطاة البذور والخلايا المنخلية.

3 - قد تموت الخلايا بعد النضج وتصبح خالية من النواة و السايتوبلازم في هذه الحالة تبقى الخلية مكونة من جدار يحيط بتجويف Lumen خالي من البروتوبلاست كما في خلايا الالياف. القلين والتصيبات ويفقد هذا النوع قابليته على الانقسام.

❖ **الاسس المتبعة في تصنيف الانسجة الدائمية**

1 - التصنيف المعتمد على درجة التعقيد Classification based on complexity

- ✓ بسيطة Simple مثل الانسجة البرنكيمية والكولنكيمية.
- ✓ مركبة Complex مثل نسيج الخشب واللحاء.

2 - التصنيف المعتمد على المنشأ Classification based on origin

- ✓ الانسجة الابتدائية Primary tissues وهي الانسجة التي تنشأ من مرستيمات ابتدائية كتلك التي تنشأ من البشرة الاولية والمرستيم الاساس والكامبيوم الاولي.
- ✓ الانسجة الثانوية وهي الانسجة الدائمية التي تنشأ من المرستيمات الثانوية كالخشب الثانوي واللحاء الثانوي اللذان ينشأن من الكامبيوم الوعائي.

3 - التصنيف المعتمد على الاستمرارية الطوبغرافية

Classification based on topographic continuity

وهو التصنيف المعتمد على تقسيم الانسجة النباتية الى ثلاث انظمة اساسية هي:

- ✓ النظام النسيجي الضام Dermal tissue system ويشمل جميع الانسجة التي تحيط بجسم النبات كالبشرة بالنسبة لأعضاء ذات النمو الابتدائي والبشرة المحيطية Periderm بالنسبة لمعظم الاعضاء التي تعاني تغلظ ثانوي كالساق والجذور المعمرة.

- ✓ النظام النسيجي الوعائي Vascular tissue system ويشمل جميع انسجة الخشب واللحاء الموجود في جسم النبات سواء كان ابتدائي او ثانوي.
- ✓ النظام النسيجي الاساس Ground tissue system ويضم الانسجة المتبقية الواقعة بين النظامين النسيجيين السابقين وهو يشمل القشرة والنخاع والاشعة النخاعية في الساق والجذر والاوراق ويمثل النسيج البرنكيمي اهم مكونات هذا النظام وكذلك الكولنكيمي والسكلرنكيمي.

4 - التصنيف المعتمد على اساس التشابه الفسيولوجي

Classification based on physiologic similarity

- ✓ Protective tissue system ويشمل البشرة خلال مرحلة النمو الابتدائي والبشرة المحيطية في الاعضاء المسنة.
- ✓ Mechanical tissue system ويظم جميع الانسجة ذات الوظيفة الميكانيكية التي تكسب النبات متانة وقوة ويشمل النسيج الكولنكيمي والسكلرنكيمي وبموجب هذا النوع من التقسيم فأن النسيجين قد عوملا كنسيج واحد اطلق عليه مصطلح Stereome وذلك بناء على التشابه الفسلجي بينهما على الرغم من الإختلافات الكبيرة الموجودة بين النسيجين.
- ✓ Conducting tissues system ويظم جميع انسجة الخشب واللحاء في جسم النبات الإبتدائية والثانوية.
- ✓ Photosynthetic tissue system ويظم جميع الانسجة التي تمارس عملية التركيب الضوئي ويشمل الانسجة الحاوية على مادة الكلور وفيل الموجود في الاجزاء المعرضة للضوء.
- ✓ Secretory and excretory tissue system ويظم جميع الانسجة والخلايا والتراكيب التي تلعب دوراً في عملية الافراز او الاخراج في النباتات او في نقل مثل هذه المواد ضمن الجسم النباتي او خارجه.

سنهتم في دراستنا للأنسجة الدائمية على التصنيف على اساس الاستمرارية الطوبغرافية.

❖ الانسجة الضامة Dermal tissue

البشرة Epidermis

وهي الطبقة الخارجية التي تغلف جسم النبات الابتدائي للسيقان والجذور والاوراق والثمار. وتستبدل عادة في الجذور والسيقان المسنة بنسيج القلين . ونظراً لوجود بعض الفوارق التركيبية والفسيولوجية والنشوئية بين بشرة الجذر وبشرة الساق فقد استعمل مصطلح Rhizodermis or Epiblem للدلالة على بشرة الجذر . يكون سمك طبقة البشرة عادة من صف من الخلايا . وفي بعض الحالات يكون سمكها اكثر من طبقة وخاصة في الاوراق المعر ضة لشمس قوية وتسمى البشرة في هذه الحالة بالبشرة المتضاعفة كما في اوراق التين المطاط.

خلايا البشرة خلايا حية بالغة . نادراً ما تحتوي على بلاستيدات خضراء . وذات فجوات عصارية كبيرة. وتظهر الخلايا في المقطع العرضي في معظم النباتات بشكل صف واحد من الخلايا المستطيلة الشكل المتراصة بدون مسافات بينية الا في مواضع الثغور . الجدار الخارجي لخلية البشرة هو اغلظ الجدر عادة . اما الجدر الجانبية فرقيقة . وتغطى الجدر الخارجية لبشرة السيقان والاوراق. عدا في مناطق الثغور . طبقة من الكيوتكل Cuticle غير المنفذة للماء. وهذه الطبقة قد تكون ملساء او خشنة او ذات شقوق . ويختلف سمكها باختلاف النباتات والظروف البيئية. ففي النباتات المائية تكون رقيقة جدا وقد تختفي. وفي النباتات النامية في المناطق الجافة تكون سميكة وقد تتكون من عدة طبقات . وقد يترسب الشمع wax على سطح الكيوتكل في بعض النباتات كما في ثمار العنب وسيقان القصب.

تحتوي جدر خلايا البشرة على حقول نقر ابتدائية وبلازموديزمات حتى على الجدر الخارجية والتي يعتقد انها تلعب دوراً في تكوين طبقة الكيوتكل .

وظائف نسيج البشرة:

1 - **الوقاية Protection** وتشمل الوقاية من الاضرار الميكانيكية التي يتعرض لها النبات في محيطة الخارجي بفعل الرياح والامطار او الرمال او غيرها . والوقاية من الحشرات والآفات الاخرى. إذ تقوم 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 نظراً لسمية تراكيب موادها المفرزة او رائحتها التي تخافها الحيوانات.

2 - **تنظيم عملية تبادل الغازات والماء Exchange of Gases and water** تقوم الثغور الموجودة في البشرة بتنظيم تبادل الغازات بين الانسجة الداخلي للنبات والمحيط الخارجي في عملية التنفس والتركيب الضوئي . هذا بالإضافة الى تنظيم خروج الماء من النبات على هيئة بخار في عملية النتح Transpiration . فضلا عن حفظ الانسجة الداخلية للنبات من فقد الماء المفرط.

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 دوراً اساسياً في عملية الامتصاص.

4 - **القيام بعملية التركيب الضوئي Photosynthesis** تحتوي بعض النباتات المائية ونباتات الظل والنباتات التربية على بلاستيدات خضر تمكنها من القيام بعملية البناء الضوئي.

5 - **القدرة على العودة الى الحالة المرستيمية** تكون خلايا البشرة حية وحاوية على نواة فانها غالباً ما تحتفظ بخاصيتها المرستيمية بصورة كامنة Potentially meristematic لذا فانها في حالات كثيرة تساهم في تكوين المرستيمات الثانوية كما في نبات الدفلة وغيرها.

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 . اما في

النباتات الراقية فأن طريقة نشوء البشرة تعتمد على كيفية انتظام الخلايا الإنشائية في القمة النامية ففي النباتات التي لا ي وجد فيها تمايز واضح الى طبقات مغلفة كما في معظم عاريات البذور وبعض مغطاة البذور فأن البشرة هناك يكون لها منشأ مستقل وفي مثل هذه الحالات يمكن ان نطلق مصطلح البشرة الاولية Protoderm على الطبقة السطحية من القمة النامية التي ستؤول الى البشرة فيما بعد مرورها بعم لية التمايز . اما في النباتات التي تتميز فيها قمة الساق الى طبقات مغلفة بشكل واضح فغالبا ما تنشأ البشرة من الطبقة المغلفة الخارجية كما هو الحال في معظم نباتات ذوات الفلقتين وكثير من نباتات ذوات الفلقة الواحدة . وفي مثل هذه الحالات تتكون البشرة نتيجة لحصول ان قسامات عمودية في الطبقة المغلفة السطحية فيكون للبشرة منشأ مستقل وعندها تصبح الطبقة المغلفة الخارجية منسجمة مع مصطلح منشئ البشرة Dermatogeng لنظرية نشوء الانسجة.

وفي الجذر نادراً ما يكون للبشرة طبقة انشائية مستقلة ويمكن ملاحظة ذلك في حالات معينة من ذوات الفلقة الواحدة . وفي جذور بعض النباتات العائية . حيث يكون في القمة المرستيمية للجذر اربع مناطق انشائية متخصص احداها في تكوين البشرة.

انواع خلايا البشرة Epidermal cell type

1 - **الخلايا الاعتيادية للبشرة Ordinary epidermal cells** وتشمل خلايا البشرة التي لا تمثلها الانواع الاخرى التي سيرد ذكرها . وتعتبر اقل الانواع تخصصاً وتختلف في اشكالها وحجومها وعلى العموم فأنها غالباً ما تميل الى الشكل متساوي الابعاد كما في بشرة ورقة العنب او مضلعة متطاولة كما في بشرة ورقة السوسن او ذات جدر متعرجة كما في ورقة الفلفل . وذكرت مواصفات هذه الخلايا في مقدمة الدرس.

2 - **الخلايا الحارسة Guard cell** وهي نوع من الخلايا المتخصصة تختلف في الشكل عن باقي خلايا البشرة. إذ تكون عادة كلوية الشكل Kidney shaped في النباتات ثنائية الفلقة ودمبلية الشكل Dumbell shaped في نباتات ذوات الفلقة مثل العائلة النجيلية والسعدية. تحيط كل خليتين حارستين فتحة تعرف بالثغر Stomata. والخلايا الحارسة خلايا حية . بروتوبلازمها اكثر كثافة من خلايا البشرة الاعتيادية . تحتوي على البلاستيدات الخضراء . جدرها الجانبية رقيقة اما الجدر الداخلية والخارجية فسميكة.

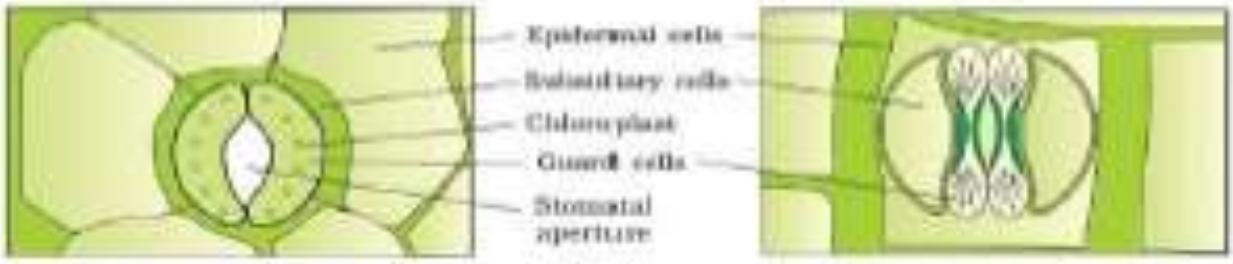


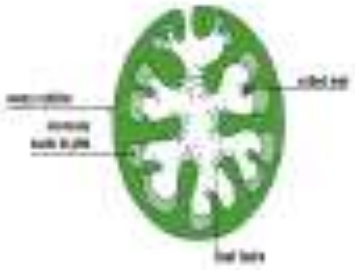
Figure 4. Diagrammatic representation: (a) stomata with bean-shaped guard cells (b) stomata with dumb-bell shaped guard cell

وتوجد الثغور في اجزاء النبات الحديثة الهوائية . وبخاصة في الاوراق فقد توجد على سطحي الورقة النباتية وتسمى في هذه الحالة Amphistomatous كما في الحنطة والذرة والفاصوليا. اوقد توجد على احد السطوح دون الاخر . فأن وجدت على السطح السفلي فقط كما

في التفاح والخوخ فتسمى في هذه الحالة Hypostomatous . واذا وجدت فقط على السطح العلوي للأوراق كما في الصفصاف فتسمى Epistomatous. ويوجد اسفل الثغر تجويف يعرف بغرفة الثغر . إذ تتصل هذه الغرف بالمسافات البينية لخلايا الانسجة المحيطة بها . لذا تعتبر الثغور نهاية شبكة المسافات البينية الموجودة بين خلايا النبات.

يسمى الجهاز الثغري Stoma اذا كان مؤلف من الثغرة وزوجي الخلايا الحرسة . وفي كثير من الاحيان تحاط الثغر والخليتين الحارستين بخليتين او اكثر يختلفان في الشكل عن باقي خلايا البشرة تسمى الخلايا المساعدة Subsidiary cells وعندها يطلق على الجهاز الثغري Stomatal complex.

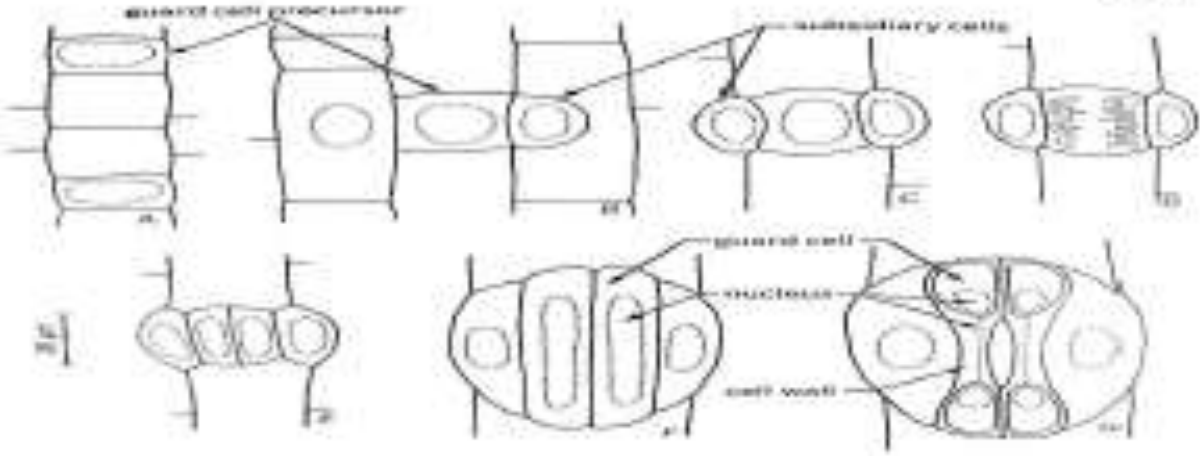
تكون الثغور عادة مبعثرة في بشرة اوراق النباتات ذات الفلقتين , ومرتبة في صفوف متوازية في اوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة . وتوجد الثغور عادة في مستوى خلايا البشرة العادية وتسمى Leveled ,الا انها في بعض الحالات قد تكون منخفضة عن سطح خلايا البشرة العادية وتسمى Sunken كما في اوراق السوسن.



اما الثغور التي توجد على اوراق النباتات الصحراوية فتكون غائرة في انسجة الورقة ومخبئة في كهوف وتكون مغطاة بشعيرات جذرية وتسمى Sunken in groove.

تنشأ الثغور من انقسام احدى خلايا البشرة الى خليتين غير متساويتين في الحجم . تنقسم الخلية الصغيرة والتي تعتبر الخلية الامية للخليتين الحارستين الى خليتين تكبران في الحجم وتأخذان الشكل المحدد للخليتين الحارستين . ثم تنفتح مواد الصفيحة الوسطى الموجودة بين الخل يتين. ويحدث انفصال في الجزء الوسطي من الصفيحة الوسطى وتتكون فتحة الثغر .

كما ويشارك في الجهاز الثغري المعقد خليتين او اكثر من خلايا متميزة مورفولوجياً عن باقي خلايا البشرة, تتصل مباشرة بالخليتين الحارستين من جهة وبباقي خلايا البشرة من جهة اخرى . غالباً ما يكون منشأها من خلايا البشرة الاولية واحيانا قد يكون لها منشأ مشترك مع الخلية الحارسة.



هناك عدة عوامل تؤثر في الية فتح وغلق الثغور من بينها التغير بالضغط الازموزي الذي يحدث نتيجة لعملية تحول السكر الى نشأ وبالعكس , والتغير في PH والضوء وغيرها.

س/ ماهي الفائدة من دراسة الجهاز الثغري....؟ .

3 -شعيرات البشرة او الزوائد Epidermal hair or Trichomes تحتوي البشرة على زوائد سطحية او شعيرات مشتقة من خلاياها وتختلف اختلاف كبير من حيث الشكل والتركيب والوظيفة. ويمكن تقسيم الزوائد الى:

اولاً: الزوائد غير الافرازية Nonsecretory trichomes وتشمل :

أ - شعور وحيدة الخلية Unicellular hairs وتتكون من خلية واحدة جزء منها يقع بين خلايا البشرة والقسم الاخر يمتد الى الخارج. وقد يكون الجزء الخارجي غير متفرع كما في شعرة بذور القطن. او تكون متفرعة كما في شعيرة اوراق نبات الشيو.

ب شعور عديدة الخلايا Nulticellular hairs ويتكون من خلايا عديدة غير متفرعة توجد في صف واحد كما في نبات القرع والطماطم. او توجد في عدة صفوف كما في نبات الرجلة (الحمكة). وقد تكون متفرعة تفرعاً نجمياً كما في ابو تيلون . او يكون التفرع شجري كما في نبات بانتانس.

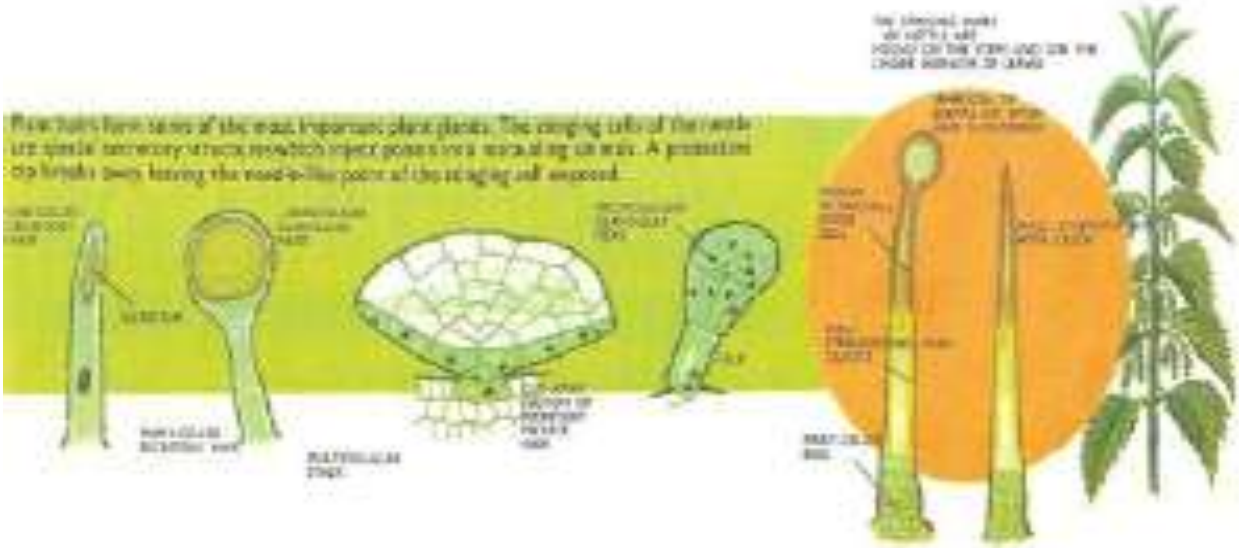
ت شعور عديدة الخلايا منبسطة Squamiform hairs وهي شعور ذات راس منبسطة , قد تكون جالسة فتسمى حرشفية او تكون معنقة فتسمى شعور درعية كما في اوراق الزيتون.

ث -المثانات Bladders وهي خلايا بشرة امتدت وكبرت في الحجم وتخصصت لتخزين الماء قد تكون معنقة او تكون جالسة كما في نبات حي علم.

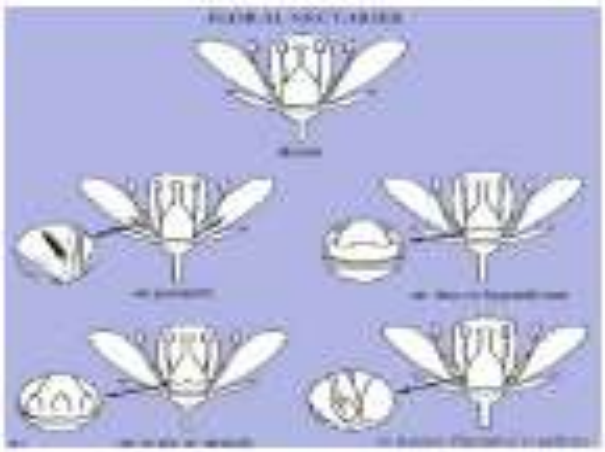
ج -زوائد غير سطحية Emergences وهي زوائد ذات اصل من البشرة وبعض الطبقات تحت البشرة كما في اشواك نبات الورد.

ثانياً : الزوائد والتراكيب الافرازية للبشرة Secretory trichomes وتتكون هذه التراكيب من بعض خلايا بشرة النبات او زوائد بشرة النبات . وقد تشمل بعض الطبقات اسفل البشرة . ومن انواع هذه التراكيب:

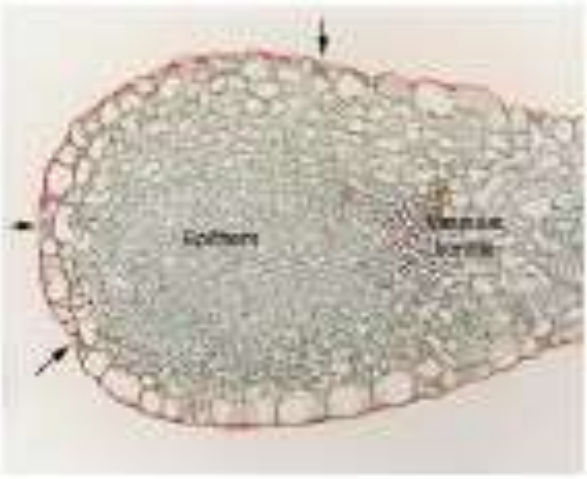
أ - الشعور الغدية Chandular hairs تختلف هذه الزوائد في درجة تعقيدها فمنها البسيطة التركيب من خلايا البشرة او تكون اكثر تعقيداً تتكون من خلايا البشرة وخلايا تحت البشرة . ولكنها جميعها لها القدرة على افراز مركبات خاصة . وفي بعض الشعور الغدية تتجمع افرازاتها الغدية تحت طبقة الكيوتكل وبزيادة كم ية الافرازات يتمدد الكيوتكل ويتمزق ثم يتحرر الافراز كما في نبات اللانفذر.



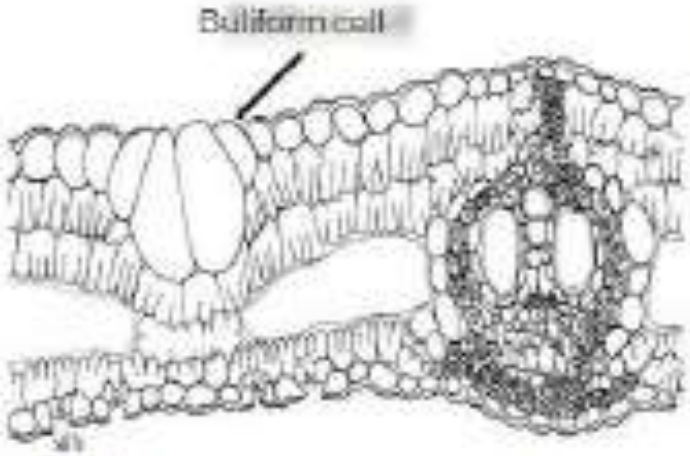
ب -الغدد الرحيقية Nectaries وهي غدد سطحية تتكون عادة من خلايا بشرة متحورة وقد تشمل عدة طبقات اسفل البشرة ومنها غدد رحيقية زهرية توجد مختلفة في النباتات والسبانت الزهرة. وقد تكون غدد رحيقية غير زهرية موجودة في الاجزاء الخضرية مثل الساق والاوراق كما في الكرفس والشوندر.



ت -الثغور المائية Hydathodes توجد في حواف الاوراق لبعض النباتات , فعندما يكون معدل النتح اقل من معدل الامتصاص تقوم هذه الثغور بالإفراز وتسمى هذه الظاهرة بالا دماع guttation.



4 - **الخلايا المحركة Buliform cell (Moto cells)** خلايا حية واسعة الحجم رقيقة الجدران موجودة في العائلة النجيلية وعدد من نباتات الفلقة الواحدة , تمتاز بجدرها الابتدائية واحتوائها على فجوات واسعة وخلوها من البلاستيدات , غالبا ما تكون على هيئة اشرطة متوازية في المناطق الواقعة بين العروق لبشرة السطح العلوي للورقة. ان احتواء الخلايا المحركة على كميات كبيرة من الماء تجعلها تفقد الكثير من مائها عند الجفاف , فيصغر حجمها وبالتالي تعمل على طي الورقة والتفافها. وبالتالي تقلل من سرعة النتح. والحالة معكوسة عندما تكون الجو رطباً , فضلا عن انها تساعد الورقة على تحمل الدهس بالأقدام وعودتها الى الانتصاب مرة ثانية كما في اوراق المسطحات الخضراء لملاعب القدم.



5 - **خلايا البلورات المعلقة Lithocytes** خلايا متخصصة من خلايا البشرة تتميز بسعة حجمها واحتوائها على نوع من البلورات يطلق عليه البلورات المعلقة Cystolith.

6 - خلايا السليكا Cork and silica cells في اوراق العديد من نباتات العائلة النجيلية كثيراً ما تكون البشرة غير متجانسة الحجم فهي تحتوي على خلايا طويلة هي خلايا البشرة الاعتيادية وخلايا قصيرة تتميز الى خلايا السليكا التي تتميز بكونها غنية بمادة السلكا التي توجد داخل الخلايا على هيئة حبيبات تعمل كحافة حادة تسبب الجروح عند سحب الاوراق. فضلاً عن احتوائها على خلايا فلينية.