الثانوية Secondary meristem ففي نباتي الدفلة Nerium oleander والصفصاف Salix (willow) وكثير من نباتات العائلة الوردية Rosaceae كالورد Rosa والتفاح Pyrus malus (apple) وغيرها تعاني خلايا البشرة عملية فقدان التميز Dedifferentiation وتتحول الى خلايا مرستيمية هي الكمبيوم الفليني Phellogen (cork cambium) وذلك بعد حصول عملية التغلظ الثانوي .

أنواع خلايا البشرة Epidermal Cell Types

هنالك أنواع مختلفة من الخلايا يمكن ان تتركب منها البشرة . وتختلف هذه الخلايا عن بعضها في الشكل أو التركيب أو الوظيفة واكثر أنواع خلايا البشرة شيوعا في النباتات الراقية مايأتي (شكل ٥ـ١) :ـ

أولاً ـ الخلايا الاعتيادية للبشرة Ordinary epidermal cells

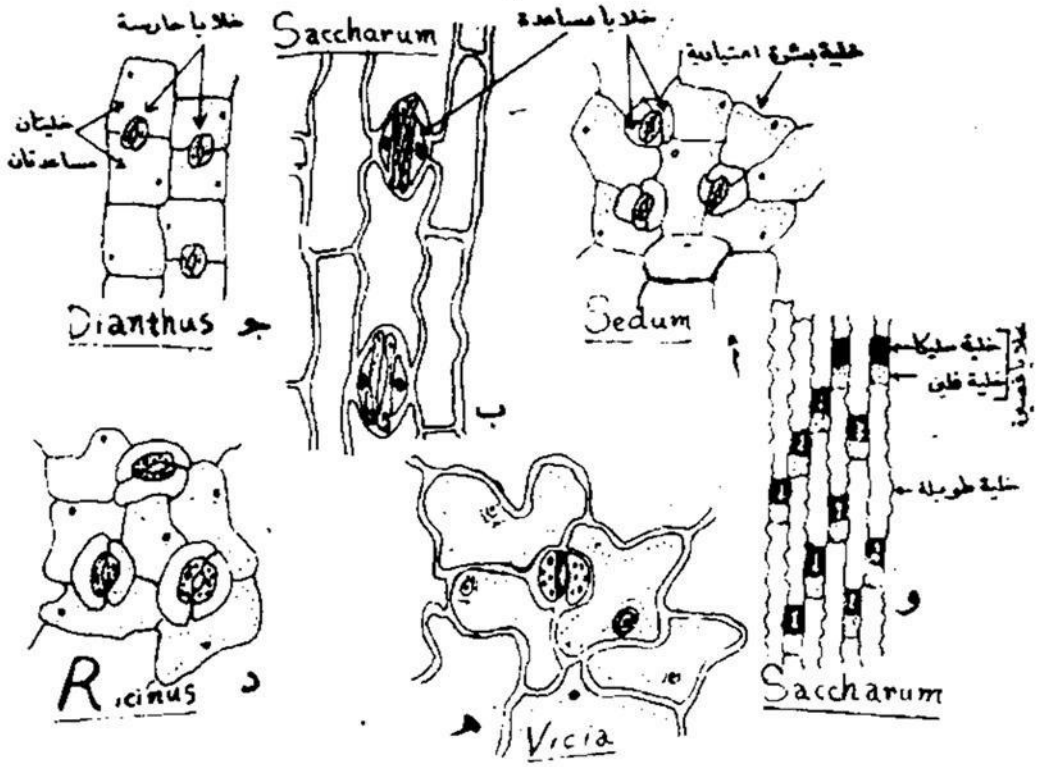
يمثل هذا النوع من الخلايا أكثر انواع خلايا البشرة شيوعا في معظم النباتات ، كما انها تعتبر أقل تخصصا من الانواع الاخرى . ويمثل هذا النوع من الخلايا الارضية التي توجد فيها بقية الانواع الاخرى من خلايا البشرة . وتختلف أشكال وحجوم الخلايا الاعتيادية للبشرة باختلاف النباتات والاعضاء ، وقد يختلف شكل الخلايا حتى في العضو الواحد باختلاف المناطق . وعلى العموم فانها غالبا ما تميل للشكل متساوي الابعاد Isodiametric او أن تكون مستطيلة او متعرجة عند فحصها سطحياً ففي أوراق نبات الفلفل تكون الخلايا متعرجة في المظهر السطحي : ومتعرجة متساوية الابعاد في أوراق العنب ، ومضلعة في بشرة ورق السوسن Iris وتكون خلايا البشرة مستطيلة عادة في الاعضاء التي تميل للاستطالة مثل سويق الورقة Petiole والحامل الزهري Peduncle والساق وغير ذلك من الاجزاء المستطيلة كما تلاحظ الخلايا الطويلة ايضا مصاحبة العروق في أوراق ذوات الفلقتين ومعظم ذوات الفلقة الواحدة . أما الشكل متساوي الابعاد فهو مألوف في التراكيب التي لا تميل الى الاستطالة

وتكون الاوراق متموجة في المظهر السطحى كما في كثير من أوراق ذوات الفلقتين وكذلك في الاوراق الملونة للازهار . ويعتقد أن سبب التموج Undulation يرجع الى قوى الشد التي تتعرض لها البشرة خلال المراحل المبكرة من النمو والتكشف .

وخلايا البشرة الاعتيادية تكون خالية من البلاستيدات الخضر عادة . الا ان البلاستيدات تكون موجودة في نباتات الظل Shade plants وفي النباتا ت المائية Aquetic plants وكذلك في النباتات التريدية Pteridophytes ، وفي جميع الحالات فان وجود البلاستيدات الخضر يكون مقتصرا على الاجزاء الهوائية للنبات . وكما سبق فان خلايا البشرة الاعتيادية تكون خالية من المسافات البينية وتكون جدرانها الخارجية مغطاة بالادمة في الاجزاء الهوائية . وقد يتميز الجدار الخارجي الى طبقات ـ وخاصة في نباتات البيئة الجافة Xerophytes حيث تكون الطبقة الخارجية من الجدار غنية بالكيوتين وخالية من السليولوز ، والوسطى حاوية على مزيج من الكيوتين والسليولوز ، أما الداخلية فمكونة من السليلوز فقط . وقد يترسب الشمع Wax على سطح الكيوتيكل كما في ثمار العنب وسيقان قصب السكر . ويعتقد ان خيوط البلازمودزمات الموجودة في حقول النقر الابتدائية تلعب دورا هاما في تكوين الكيوتيكل حيث تنقل المواد من السايتوبلازم عبر الجدار الخارجي لخلايا البشرة .

٢ ـ الخلايا الحارسة Guard Cells

وهى الخلايا التى توجد على هيئة أزواج ضمن الانواع الاخرى من خلايا البشرة وكل زوج من هذه الخلايا يحيط بفتحة ويطلق حينئذ على الفتحة والخلتين الحارستين اسم الثغر Stoma ، ويفضل البعض استعمال مصطلح الجهاز الثغري Stametal apparatus بدلا من الثغر غير أن مصطلح المعقد الثغري Stomatal Complex هو المصطلح الاكثر قبولاً في الوقت الحاضر ، ويستخدم للدلالة على الخليتين الحارستين والفتحة الموجودة بينهما اضافة الى الخليتين المساعدتين والخلايا المساعدة في حالة وجود النوع الاخير من الخلايا . والخلايا الحارسة خلايا متخصصة غالباً ما تبدو في المظهر السطحي كلوية الشكل kidney-shaped تقريباً وتتميز باحتوائها على بلاستيدات



(شكل (٥ ـ ١) بشرة منزوعة من الاوراق (أ الى هـ) ومن الساق (و) توضح التشكيلات المختلفة للخلايا الحارسة والمساعدة وخلايا البشرة الاعتيادية .

أ ـ متباينة الخلايا المساعدة في نبات سيدوم .

ب ـ النوع النجيلي في نبات قصب السكر

جـ ـ متعامد الخلايا في القرنفل .

د ـ متوازي الخلايا في الخروع .

و ـ بشرة غير متجانسة في ساق قصب السكر نظهر الخلايا الطويلة والخلايا القصيرة .

خضر وهى خلايا حية ذات سايتوبلازم ونواة وبها بروتوبلازم اكثر كثافة من خلايا البشرة الاعتيادية وتكون الجدران الجانبية رقيقة أما الجداران الخارجي والداخلى فسميكان وهذا الاختلاف في سمك جدار الخلايا الحارسة يلعب دورا هاما في قيام الخلايا الحارسة بمهمتها الرئيسية وهى فتح وغلق الثغور . ويلعب الضغط الازموزي للخلايا الحارسة دورا مهما في آلية فتح وغلق الثغور اضافة الى التسمك غير المنتظم في الجدران . فعندما تكون الخلايا الحارسة ممتلئة Turgid تنفتح الثغور اما اذا كانت في حالة انكماش Shrinkage نظرا لفقدها الماء فان الجدران الجانبية الرقيقة تصبح فى حالة ارتخاء فتلتقى عند الفتحة وينغلق الثغر . وهنالك

عدد من النظريات التى تفسر آلية فتح الثغور وغلقها من بينها التغير في الضغط الازموزي نتيجة لعمليات تحول السكر الى نشا وبالعكس والرقم الهايدروجيني ph والضوء وغير ذلك من العوامل .

ويقتصر وجود الثغور عادة على بشرة الأجزاء الهوائيـة كالاوراق والسيقان الهوائية الفتية بينما تكون معدومة في الاجزاء التى تنمو تحت سطح التربة كالجذور ، لكنها موجودة في السيقان الريزومية Rhizomes أما في النباتات المائية المغمورة Submerged hydrophytes فالثغـور موجودة في بعضها ومعدومة في البعض الاخر . والثغور موجودة أيضـا في الاجزاء الزهرية الملونة ، الا انها غالبا ما تكون عديمة الوظيفة .

وتوجد الثغور عادة في مستوى البشرة الا انها قد تكون أحيانا تحت هذا المستوى ويقال عنها أنها غائرة Sunken كما في أوراق السوسـن والصنوبر كما قد تكون مرتفعة عن مستوى البشرة قليلا كما في النباتات المائية وأوراق الفلفل والطماطة أو أن تكـون موجودة في تجويف خفى كما في اوراق نبات الدفلة او في شقوق كما في سيقان نبات الرتم Retama وفي الحالتين تحيط بها شعيرات كثيفة تساعد على تقليل النتح وذلك عن طريق تهيئة جو مشبع بالرطوبة حول الثغور .

ومن حيث التركيب يمكن تمييز ثلاثة انواع للمعقد الثغري :

١ ـ النوع العادي والاكثر شيوعا ويطلق عليه اسـم نوع ذوات الفلقة الواحدة والفلقتين Monocot-Dicot type ويوجد في جميـع نباتات ذوات الفلقتين وفي جميع نباتات ذوات الفلقة الواحدة فيما عـدا فصيلتين همـا العائلة النجيلية Gramineae والعائلة السـعدية Cyperaceae وفي هذا النوع تكون الخلايا الحارسة كلوية الشكل في المنظر السطحى اما في المقطع الرأسي فتبدو الخلايا الحارسة مزودة بجزء قرني الشكل horn-like في الجهة الخارجية فقط أو الجهتين الخارجية والداخلية من الثغر . هذه الاجزاء تحدد من الخارج تجويفا يسـمى

بالتجويف الامامي Front cavity ومن الجهة الداخلية تجويفا اخر يسمى بالتجويف الخلفي Back cavity وهذا الاخير يقع مابين فتحة الثغر والغرفة الهوائية الداخلية والتي تقع داخل الثغر مباشرة .

٢ ـ النوع الثاني يوجد في العائلتين النجيلية والسعدية Gramineae-Cyperaceae type وفي هذا النوع من المعقد الثغري تكون الخلايا الحارسة صولجانية أو دمبلية الشكل dumb-bell shaped في المنظر السطحي . وتبدو الخلية ضيقة من الوسط ومتسعة ومنتفخة من الطرفين . والجزء الوسطي الضيق سميك الجدار في حين يكون الطرفان المنتفخان رقيقا الجدار ويعتمد انفتاح وانغلاق الثغر في هذا النوع على شكل الخلية الحارسة والتغلظ غير المتجانس في جدارها . فعند امتلاء الخلية تنتفخ الاطراف رقيقة الجدر دون الجزء الوسطى سميك الجدار فينفتح الثغر . اما في حالة قلة الضغط الازموزي فيقل انتفاخ الاجزاء الطرفية وتتقارب الاجزاء الوسطية السميكة من الخلايا الحارسة وينغلق الثغر .

٣ ـ النوع الثالث من انواع العقد الثغري يوجد في النباتات المخروطية Coniferales ومنها الصنوبر Pinus . ويسمى هذا النوع باسم نوع عاريات البذور Cymnosperm type . والمعقدات الثغرية في هذه الحالة غائرة Sunken ومزودة بخلايا مساعدة subsidiary cells . وتبدو الخلايا الحارسة في المقطع الرأسي في وضع مائل كما ان جدرها مغلظة في بعض اجزائها ورقيقة في البعض الاخر . ويعتمد انفتاح الثغر وانغلاقه على طريقة تغلظ جدر الخلايا الحارسة ووضع الخلايا المساعدة بالنسبة للخلايا الحارسة .

ومما تجدر الاشارة اليه أن الخلايا الحارسة قد تكون متصلة مباشرة بخلايا البشرة الاعتيادية كما في أوراق نبات الباقلاء Vicia faba أو أن يكون اتصالها بالبشرة عن طريق خلايا متميزة عن بقية خلايا البشرة وهى الخلايا المساعدة subsidiary cells . وتبعا لوجود أو

عدم وجود الخلايا المساعدة في المعقد الثغري وكذلك طريقة اتصالها بالخلايا الحارسة وعددها فقد قسم المعقد الثغري الى طرز مختلفة اهمها (شكل ٥ ـ ١) : ـ

أ ـ الطراز الشاذ Anomocytic type ويسمى ايضا Ranunculaceous type وفيه لا تتميز في البشرة خلايا مساعدة كما في الباقلاء ، اذ تكون الخلايا الحارسة متصلة مباشرة بالخلايا الاعتيادية للبشرة .

ب ـ الطراز متباين الخلايا Anisocytic type ويسمى ايضا Cruciferous type ويتميز بوجود ثلاث خلايا مساعدة أو أكثر تكون احداها صغيرة وتتدرج الاخريات في الحجم ، كما في الفجل Raphanus والمنثور Matthiola وكثير من نباتات العائلة الصليبية .

ج ـ الطراز متوازي الخلايا Paracytic type ويسمى ايضا Rubiaceous type وفيه تكون هناك خليتان مساعدتان موازيتان للخليتين الحارستين ولفتحة الثغر كما في أوراق نبات الخروع Ricinus communis وانواع كثيرة من عائلة المديد Convolvulaceae والبقوليات Papilionaceae والبقمية Mimosaceae

د ـ الطراز متعامد الخلايا Diacytic type ويسمى ايضا Caryophyllaceous type وفيه تكون هناك ايضا خليتان مساعدتان تتعامد فيها الجدر المشتركة مع الخلايا الحارسة على اتجاه فتحة الثغر . كما في نبات القرنفل Dianthus وهو شائع ايضا في بقية نباتات العائلة القرنفلية Caryophyllaceae

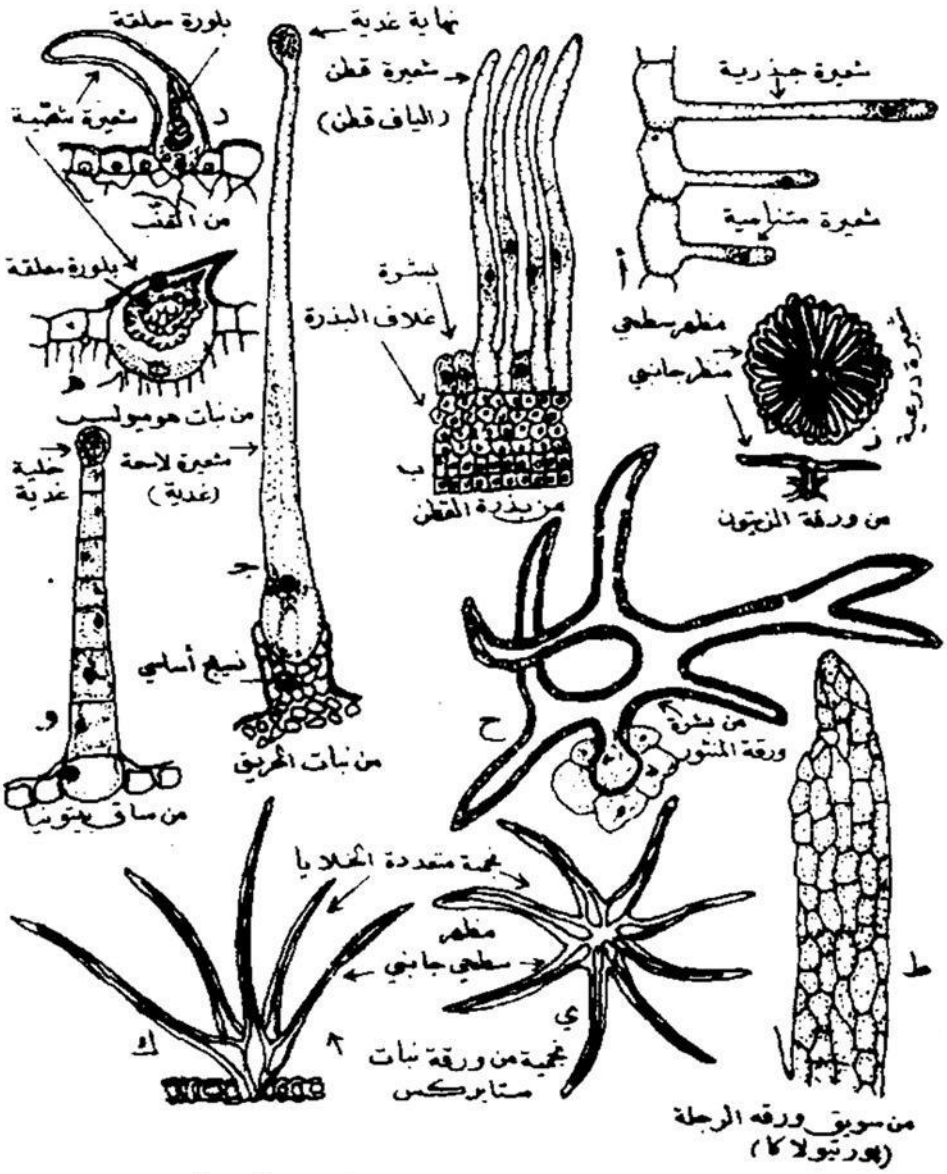
هـ ـ الطراز شعاعي الخلايا Actinocytic type وفي هذا الطراز يحاط الثغر بعدد من الخلايا المساعدة منتظمة بشكل نجمي او شعاعي كما في ورد الجوري Rosa

ثالثاً- شعيرات البشرة Epidermal Hairs أو الترايكومات or Trichomes

تحتوى البشرة في احوال كثيرة على زوائد سطحية او شعيرات مشتقة من خلاياها وتختلف اختلافا كبيرا من حيث الشكل والتركيب والوظيفية ولعل أبسط أنواع هذه الزوائد هى تلك التى تأخذ شكل نتوءات صغيرة يبرز كل نتوء منها عن الجدار الخارجي للخلية البشرية وتنتشر هـذه الحليمات Papillae في الاوراق الملونة للازهار مثل ازهار الورد والياسمين والشمعدان Geranwm وفي هذه الحالات تفرز خلايا البشرة زيوتاً طيارة تتبخر بالتدريج وتعطي الروائح المعروفة عن هذه الازهار ·

اما الزوائد الاكثر انتشارا فهي تلك التي تمتد فيها خلايا البشرة لتكون شعـيرات hairs تنتشر عـلى الاعضاء المختلفة لجسم النبـات أو انها تقتصر على عضو دون سائر الاعضاء · كما انها قد تظل حيـة لفترة طويلة محتفظة بمحتوياتها البروتوبلازمية أو أن تموت خلاياهـا وتمتلىء بالهواء · ومن حيث الشكل فقد تكون الشعيرة وحيدة الخليـة بسيطة كما في نبات كيس الراعي **Capsella** وكما هي الحال في الشعيرات الجذرية بوجه عام · وقد تكون وحيدة الخليـة متفرعة كما في نبـات المنثـور Matthiola · والشعيرات عديدة الخلايا قد تكون بسيطة ومكونة من صف واحد من الخلايا uniseriate كما في شعيرات القرع Cucurbita والداتورة **Datura** وورد الجوري **Petunia**، او قد تكون من عدة صفوف من الخلايا **Multiseriate** كما في نبات البجونيا Begonia ، كما انها قـد تكون متفرعـة كما في نبـات اذان الـدب **Verbascum** ونبـات الجـذر Platanus · وقد تنتهى الشعيرة عديدة الخلايا بخلية غدية طرفيـة منتفخة كما في نبات الشمعدان أو بعدة خلايا مكونة رأسا غدية في نهاية الشعيرة كما في نباتات العائلة الشفوية Labiatae وتسمى الشعيرات في هذه الحالة بالشعيرات الغدية Glandular **hairs** وهذه الخلية أو

الخلايا الطرفية تقوم بوظيفة افرازية . وقد تأخذ الشعيرة شكل قرص عديد الخلايا مسنن الحافة يخرج من طبقة البشرة بواسطة عنق قصير من خلية واحدة أو أكثر ثم ينبسط القرص على سطح البشرة وهذا النوع من الشعيرات تتميز به اوراق الزيتون (olive) **Olea** واوراق نخيل الدوم **Hyphaene** وتسمى الشعيرة في هذه الحالة بالشعيرة القرصية peltate



شكل (٥ ـ ٢) انواع مختلفة من الشعيرات والزوائد البشرية .

وهنالك نباتات متسلقة تظهر عليها الشعيرات باشكال مختلفة فبعضها يتخذ مثلا شكل الشعر **Hook-like** بغرض المساعدة في عملية التسلق

كما هي الحال في نبات اللزيج **Galium** وتسمى الشعيرات في هذه الحالة شعيرات متسلقة Climbing hairs .

وتتخصص بعض الشعيرات في وقاية النبات من حيوانات الرعي وتسمى هذه الشعيرات بالشعيرات اللاسعة **Stinging hairs** كتلك الموجودة على سطح نبات الحكّيك **Urtica** . وفي هذه الحالة ترتكز كل شعيرة على عنق عديد الخلايا يحيط بقاعدتها المنتفخة ، والتي تحتوي على سائل لاذع حاوٍ على الهستامين Histamine والأسبتيل كولين Acetylcholine . أما الجزء الطرفي من الشعيرة فمدبب سميك الجدار ينتهي برأس دقيق منتفخ ، جدار هذا الجزء يحتوي على مادة السليكا في الجزء العلوي منه ، ومكلّس في الجزء السفلي . وبمجرد أن يحتك جسم الحيوان بالنبات ينكسر الرأس الدقيق الموجود بقمة الشعيرة وتتحول الشعيرة الى ابرة دقيقة تخترق جسم الحيوان . وبالضغط الحادث نتيجة احتكاك جسم الحيوان تنضغط القاعدة المحتوية على السائل اللاذع ، فيندفع السائل الى جسم الحيوان ويحدث به الألم والحكة (شكل ٥ ـ ٢) .

رابعاً : الخلايا المساعدة **Subsidiary cells**

كثيراً مايشارك في المعقد الثغري خليتان او اكثر من الخلايا المتميزة مورفولوجيًا عن باقي خلايا البشرة ، تتصل مباشرة بالخليتين الحارستين من جهة وبباقي خلايا البشرة الاعتيادية من جهة اخرى ، يطلق عليها الخلايا المساعدة Subsidiary cells . وقد تكون الخلايا المساعدة معدومة في المعقد الثغري كما في نبات الباقلاء **Vicia faba** ، الا أنها كثيراً ماتكون موجودة في الكثير من مغطاة البذور وعاريات البذور . وكما سبق فان وجود الخلاًيا المساعدة او عدمه ، وعددها ان كانت موجودة وطريقة ترتيبها ، جعل بالامكان تصنيف المعقد الثغري الى طرز مختلفة . اما فيما يخص نشوء الخلايا المساعدة ، فغالباً ما يكون نشؤوها من خلايا من البشرة الأولية Protoderm محاذية للخلايا الدم للخلية الحارسة Guard mother cell . لكن قد يكون لها منشأ مشترك مع الخلية الحارسة . اي ان الخلية الحارسة والخلية المساعدة المحاذية لها تنشآن من خلية واحدة . وعلى هذا الاساس يُصنف المعقد الثغري الى :

أ ـ وسطي المنشأ mesogenous عندما تنشأ الخليتان الحارستان والخليتان المساعدتان (والخلايا المساعدة) من منشأ واحد .

ب ـ محيطية المنشأ Perigenous عندما تنشأ الخليتان المساعدتان من خليتين من خلايا البشرة الاولية مجاورتين للخليتين الحارستين .

جـ ـ مختلطة المنشأ Mesoperigenous عندما تنشأ بعض الخلايا المساعدة من منشأ مشترك مع الخليتين الحارستين ، بينما تنشأ خلايا مساعدة اخرى من منشأ مختلف .

ويرى بعض الباحثين ان وجود الخلايا المساعدة وعددها لاتقتصر فائدته على الأهمية في الجوانب التصنيفية للنبات فحسب بل تتعدى ذلك لتشمل اهميتها في تحديد العلاقات التطورية بين المجاميع النباتية .

خامساً : الخلايا المحركة **Bullifor cells (motor cells)**

خلايا واسعة الحجم ، رقيقة الجدران ، موجودة في العائلة النجيلية Gramineae وعدد من نباتات ذوات الفلقة الواحدة عدا مجموعة Helobiae ، حيث تفتقر نباتات المجموعة الأخيرة لهذا النوع من الخلايا . وتتميز جدرانها الابتدائية الرقيقة بكثرة السليلوز والمواد البكتية Pectic substances فيها ، كما انها تكون حاوية على مادة الكيوتين Cutin ، كما قد تكون جدرانها الخارجية مغطاة بطبقة الادمة Cuticle . كما تتميز الخلايا بكونها حية ، واسعة الفجوات ، وخالية من البلاستيدات الخضر عادة . وغالباً ما تكون الخلايا المحركة على هيئة اشرطة متوازية parallel Strips من المناطق الواقعة بين العروق لبشرة السطح العلوي للورقة Abaxial (or upper Surface) ونادراً ما يكون وجودها على السطح السفلي Adaxial (or lower Surface) . وفي حالات نادرة قد تشكل الخلايا المحركة جميع خلايا السطح العلوي للورقة ، او ان تكون بهيئة اشرطة يمثل الحالة الغالبة . وفيما يخص الوظيفة او الوظائف التي تقوم بها الخلايا المحركة ، هنالك عدة آراء بهذا الشأن . فهنالك رأي يؤكد بأن أهمية هذه الخلايا ترتبط اساساً بالمساعدة على انبساط الاوراق خلال فترة التكشف للاوراق عند تكونها في القمم النامية للساق ، اي انبساطها خلال فترة نمو الاوراق من براعمها ontogeny . اما الرأي الثاني فيؤكد اهمية هذا النوع من الخلايا في بسط unpolding وكمي folding الاوراق خلال الطقس الرطب والجاف على التوالي . ان احتواء الخلايا المحركة على كميات كبيرة من الماء تجعلها تفقد الكثير من مائها عند الجفاف ، فيصغر حجمها ، وبالتالي تعمل على طي الورقة والتفافها مما يعمل على التقليل من سرعة النتح Traspiration . اما في حالة الجو الرطب ، فتكون ممتلئة Turgid . اما أو منتفخة مما يعمل على انبساط الاوراق وعودة عملية النتح الى حالتها الطبيعية . اما الرأي الثالث فيرجع الى الخلايا المحركة وظيفة خزن الماء . وبغض النظر عن ترجيح اي من هذه الوظائف المقترحة للخلايا المحركة ، فقد تكون جميع هذه الوظائف او بعضها مقترن بهذا النوع من الخلايا .

سادساً : خلايا البلورات المعلقة **Lithocytes**

خلايا متخصصة من خلايا البشرة ، تتميز بسعة حجمها ، واحتوائها على نوع خاص من البلورات يطلق عليه البلورة المعلقة Cystolith . وتتميز البلورة المعلقة بكونها مركبة من جسم البلورة Body المؤلف اساساً من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ، ومن عنق Stalk مؤلف اساساً من مادة السليلوز Cellulose حيث يجعل جسم البلورة معلقاً بالجدار الخارجي للخلية الحاوية عليها بواسطة العنق . وخلايا البلورات المعلقة هذه يطلق عليها ايضاً كيس البلورة المعلقة Lithocyst ، وهي وان كانت غالباً ماتوجد ضمن خلايا البشرة ، الا انها قد تكون احياناً موجودة ضمن النظام النسيجي الضام Ground tissue system حيث قد توجد في خلايا برنكيمية في منطقة القشرة او سواها . ان البلورات المعلقة مألوفة في العوائل النباتية التالية :
العائلة الأقنثية Acanthaceae ، والتوتية Moraceae ، والقُدّاحية (او الحرُيقيّة) Urticaceae ، والقثائية Cucurbitaceae .

سابعاً : خلايا السليكا **Silica cells** وخلايا الفلين **Cork cells**

في اوراق العديد من نباتات العائلة النجليلية Gramineae كثيراً ماتكون خلايا البشرة غير متجانسة الحجم . اذ فضلا عن الخلايا الحارسة **Guard cells** ، والخلايا المساعدة subsidiary cells ، فإن الخلايا الاخرى من البشرة تتميز الى خلايا طويلة long cells ، وخلايا قصيرة short cells . وتتميز الخلايا القصيرة بدورها الى خلايا السليكا silica cells التي تتميز بكونها غنية بمادة السليكا التي تكون موجودة في داخل الخلايا على هيئة حبيبات صغيرة متجانسة ضوئياً optically isotropic من مادة السليكا ، وخلايا الفلين Cork cells التي تتميز بكون جدرانها مشبعة بمادة السوبرين Suberin المميزة للخلايا الفلينية . كما ان خلايا الفلين هذه تتميز بكون العديد منها يكون حاوياً على اجسام عضوية صلبة بداخلها . ان الخلايا القصيرة قد تحمل احياناً حليمات papillae ، أو هُلب setae . أو أشواك spines أو شعيرات hairs .

لقد وجد ميكالف Metcaife عام ١٩٦٠ ان خلايا الفلين في العديد من النباتات يمكن ان تحوي اجسام سليكا . وإن خلايا السليكا لا يقتصر وجودها على نباتات العائلة النجيلية ، اذ وجد العالم ميكالف ذاته عام ١٩٦٣ أن الخلايا المتخصصة الحاوية على السليكا موجودة أيضاً في العائلة السُعديّة Cyperaceae ومن بعض النباتات الاخرى من ذوات الفلقة الواحدة . ومما تجدر الاشارة اليه بهذا الصدد ان الخلايا الطويلة قد تحتوي هي الأخرى مواد السليكا .

ثامناً : ألياف البشرة Epidermal fibers

في بعض السرخسيات Pteridophytes ، وبعض عاريات البذور Gymno-sperms ، وفي عدة أجناس من العائلة النجيلية Gramineae وبعض ذوات الفلقتين Dicotyledons تتكون في البشرة خلايا شبيهة بالالياف Fiber-like cells تتكون نتيجة تصلب Sclerification خلايا البشرة نتيجة لحصول عملية التلكنن Lignification في جدرانها ، أو قد تضاف كذلك مادة الكيوتين للجدار ، أو يبقى الجدار سليلوزياً .

تاسعاً : خلايا المايروسين Myrosin cells

خلايا منعزلة idioblasts موجودة في البشرة ، غنية بانزيم المايروسين Myrosin enzyme . وتتميز هذه الخلايا بكونها واسعة الحجم ، وذات طبيعة غدية ، غنية بانزيم المايروسين ، تصطبغ بالأحمر لدى المعاملة بكاشف ميلون Millon test ، وبالنفسجي لدى المعاملة بمحلول الأورسين orcein solution وحامض الهايدركلوريك المركز Conc . HCl . ان خلايا المايروسين مألوفة في بشرة بعض نباتات العائلة الصليبية Cruciferae . وقد تكون خلايا المايروسين طويلة أو متفرعة .

عاشراً : الخلايا الأفرازية Secretory cells

خلايا حية متخصصة تقوم بافراز مواد عضوية غالباً كالمواد الدباغية Tannins ، والهلام mucilage ، والصموغ Gums ، والرحيق Nectar وغيرها . وكثيرا ماتكون الخلايا الغدية glandular أو الافرازية الموجودة في البشرة مقترنة مع الشعيرات الغدية ، او ان تكون بهيئة خلايا منعزلة افرازية Secretory idoblasts ، او كسطوح غدية glandular surfaces ، أو بهيئة تراكيب اكثر تعقيداً قد تسهم فيها البشرة فقط أو البشرة وطبقات اخرى تابعة للنظام النسيجي الاساسي Cround Tissue system او في مناطق أعمق . والخلايا الأفرازية تكون عادة عزيرة السايتوبلازم ، غنية بالميتاكوندريا rich in mitochondria والشبكة الاندوبلازمية ER ، ومعقد كولجي Colgi complex ، وحاوية من سايتوبلازمها على عدد من التراكيب الحوصلية Vescicular structures . والخلايا الافرازية الموجودة في البشرة سواء كانت بهيئة خلايا منعزلة أو بصيغ اخرى ، قد تكون موجودة في الأجزاء الزهرية ، او في بشرة البذور أو الثمار أو الأوراق أو باقي الأجزاء الخضرية الاخرى للنبات .

ان للخلايا الافرازية أهمية تصنيفية . Taxonomic significance حيث ان وجود الخلايا أو التراكيب الافرازية ـ في البشرة أو في غيرها من الانسجة ـ وكذلك طبيعة المواد التي تكونها ، تعتبر ذات أهمية بالغة لكونها تشكل بعضاً من الصفات المميزة لبعض العوائل النباتية أو المجموعات التصنيفية Taxons الاخرى .

ولا يفوتنا ان نشير الى الثغور المائية hydathodes التي تقع ضمن خلايا البشرة الافرازية التي يتم خلالها فقد الماء بهيئة محلول سائل ، بدلاً من فقده بهيئة بخار ماء كما يجري من المعقدات الثغرية الاعتيادية . ويطلق على عملية فقد الماء (مع بعض الاملاح المذابة فيه) بشكل سائل مصطلح الادماع Guttation . وسوف يجري شرح الثغور المائية لاحقاً من الباب الثاني من مبحث الخلايا والانسجة الافررازية ص ١٥٤ .

البريـــدرم Periderm

من ابرز النتائج المتسببة عن التغلظ الثانوي الناتج عن نشـــاط الكمبيوم الوعائي في سيقان وجذور عاريات البذور وكثـــير من ذوات الفلقتين هى الزيادة الملحوظة في سمك العضو النباتي الذى يحصل فيـه التغلظ الثانوي ، مما يسلط ضغطا كبيرا على البشرة والاجزاء الخارجية من القشرة . وكنتيجة حتمية لذلك فان البشرة والجزء الخارجي مـــن القشرة تتمزق في معظم النبـاتـات ،، وبـالتـالي فـان البشرة تفقـد وظيفتهـا الوقائية كنسيج ضام . لذا يصبح من الضروري التعويض عن البشـرة بنسيـج ضـام يقوم البشرة المزقـة وهـذا النسيـج هو البشرة المحيطـة . فالبريدرم نسيج وقائي ثانوي المنشأ ، يحل محل البشرة في الاعضاء التى تعانى تغلظا ثانـويا . وتعتبر سـيقان وجـذور عاريات البـذور Gymnosperms وذوات الفلقتين الخشبية Woody Dicotyledons من أهم النماذج التى تتكون فيها البريدرم . اما في أوراق معظم النباتات فلا وجود للبريدرم ، عدا حالات نادرة كما في الحراشـف Scales التى تحيط بـ اعم الشتوية حيث يمكن ان تتكون فيها البريدرم . وقد

تتكون البريدرم ايضا في بعض ذوات الفلقتين العشبيةخاصة في الاجزاء المسنة من الجذور والسيقان ، وكذلك في بعض نباتات ذوات الفلقة الواحدة . واضافة لذلك فان البريدرم تتكون ايضا في مناطق انفصال الاعضاء النباتية Abscission zones كالاوراق والفروع والثمار ، وأسفل مناطق الجروح Wounds والانسجة الميتة أو المناطق المصابة ببعض الحشرات أو غيرها من الآفات .

وبالنظر لكون الفلين غير منفذ للماء والغازات فان الطبقات الواقعة خارج البريدرم تموت عادة ، وغالبا ما تسقط على شكل قلف bark بين فترة واخرى . وقد تبقى هذه الطبقات لفترة طويلة على النبات . وفي سيقان بعض النباتات قد لا تكون طبقة بريدرم الا مرة واحدة ، حيث تبقى البريدرم السطحية مؤدية لوظيفتها الوقائية طيلة حياة النباتات كما في جنس Fagus . أما في بعض انواع الجوز Walnuts والمشمش Apricot فتحتفظ الساق بقلفها السطحي الناعم لفترة تتراوح بين ٢٠ ، ٣٠ سنة ، بينما يلاحظ ان ثاني طبقة بريدرم يبدأ تكوينها في اشجار التفاح والكمثرى Pyrus communis (pear) بين السنتين السادسة والثامنة من عمر الساق . وفي نبات القيقب أو الاسفندان Acer (maple) تبقى البشرة مؤدية لوظيفتها الوقائية دون تكوين البريدرم حتى في مناطق من الساق قد يزيد عمرها عن ٢٠ سنة .

وتتميز البريدرم عادة الى طبقات ثلاثة هى من الخارج الى الداخل الفلين Cork or Phellem ، الكمبيوم الفليني Cork cambium or phellogen والقشرة الثانوية أو القشرة الثانوية Phelloderm . وتتكون الطبقة الخارجية (الفلين) والطبقة الداخلية (القشرة الداخلية) بفعل نشاط الطبقة الوسطى (الكلميوم الفليني) .