الفصل الخامس

CHAPTER 5

الانسجة المستديمة

Permanent Tissues

وهى انسجة مكونة من خلايا توقف فيها الانقسام الفعال واصبحت متميزة بطريقة تتلاءم والتخصص الوظيفي المنوط بها . وتختلف درجات التميز في الانسجة والخلايا المستديمة تبعا لنوع النسيج . فقد يبقى النسيج حيا فتحتفظ خلاياه بمعظم مكوناتها البروتوبلازمية بما في ذلك النواة والسايتوبلازم . وفي هذه الانسجة تبقى الخلايا قريبة من الخلايا المرستيمية . وغالبا ما تبقى محتفظة بقدرتها على الانقسام بصورة كامنة ، أي انها مرستيمية كامنة Potontially meristemal كما في خلايا النسيج البرنكيمي والنسيج الكولنكيمي وخلايا البشرة في بعض النباتات . وفي جميع هذه الامثلة يمكن أن تعاني الخلية ظاهرة فقدان التميز Dedifferentiation فتتحول الى خلايا مرستيمية مرة أخرى ، كما يحدث في تكوين الكمبيوم بين الحزمى والكمبيوم الفليني وفي التئام الجروح Wound healing . وفي خلايا العديد من الانسجة المستديمة الحية يمكن استحثاث الانقسام الخلوى بصورة تجريبية كما يحدث عند نقل الانسجة الى المزارع النسيجية Tissue Cultures التى تكون مجهزة بمواد غذائية معينة وعناصر ومنظمات نمو وغيرها .

وفي أنواع معينة من الخلايا تنحل النواة خلال عملية التميز بينما يبقى السايتوبلازم ، كما في وحدات الانابيب المنخلية Sieve tube elements لمغطاة البذور ، والخلايا المنخلية Sieve cells وظاهرة فقدان النواة وبقاء السايتوبلازم معروفة ايضا في بعض انواع الخلايا الحيوانية كما في كريات الدم الحمر Red blood corpuscles للانسان وبقية اللبائن . وفي حالات كهذه تفقد الخلايا قابليتها على الانقسام بصورة طبيعية ، كما انها لا يمكن ان تستحث على الانقسام بطريقة تجريبية في أوساط اصطناعية .

وفي بعض أنواع الانسجة تموت الخلايا بعد النضج وتصبح خالية من النواة والسايتوبلازم . وفي مثل هذه الحالات تصبح الخلية مكونة من جدار يحيط بتجويف lumen خال من البروتوبلاست ، كما في خلايا الالياف Fibers والفلين cork والقصيبات Tracheids . ان الخلايا التى تصبح ميتة بعد نضجها تفقد القابلية على الانقسام بطبيعة الحال .

يمكن تقسيم الانسجة المستديمة بطرق مختلفة . وذلك تبعا للاسس المعتمدة كأساس في التصنيف . وفيما يلي بعض النماذج من تصنيف الانسجة :

اولا ـ تقسيم الانسجة تبعا لدرجة تعقدها Complexity فاذا كان النسيج مؤلفا من نوع واحد من الخلايا سمى النسيج بسيطا Simple tissue ، كالنسيج البرنكيمي، والنسيج الكولنكيمي والنسيج السكلرنكيمي والفلين . اما اذا كان النسيج مؤلفا من أكثر من نوع واحد من الخلايا التى تختلف عن بعضها اختلافا واضحا فيسمى النسيج معقدا Complex tissue كما هى الحال في نسيجي الخشب واللحاء .

ثانيا ـ تقسيم الانسجة تبعا للمنشأ Origin فيطلق على الانسجة التى تنشأ من المرستيمات الابتدائية مصطلح الانسجة الابتدائية Primary tissues كتلك التى تنشأ من البشرة الاولية Protoderm أو المرستيم الاساسى ground meristem أو الكمبيوم الاولى Procambium . اما الانسجة المستديمة التى تنشأ من المرستيمات الثانوية فيطلق عليها الانسجة الثانوية Secondary tissues كالخشب الثانوي Secondary xylem واللحاء الثانوي secondary phloem اللذين ينشآن من الكمبيوم الوعائي الذى يمثل ـ بصورة جزئية ـ مرستيما ثانويا . ان مما تجدر الاشارة اليه ان الكمبيوم الحزمي Fascicular cambium هو نسيج مرستيمي ابتدائي من حيث المنشأ لانه بقية من الكمبيوم الاولى Procambium ولكن مع ذلك فان الخشب واللحاء اللذين يكونهما يعتبران نسيجين ثانويين .

ثالثا ـ تقسيم الانسجة تبعا للاستمرار الطوبوغرافي

-: Topographic continuity

وهو التقسيم الذى عمل به ساكس Sachs عام ١٨٧٥ عندمـــا صنف الانسجـة المكونـة لجسـم النبـات الى انظمـة نسيجيـة Tissue Systems يمثل كل منها موقعا محددا في الجسم النباتي . وعلى هـــذا الاساس يمكن تمييز ثلاثة أنواع من الانظمة النسيجية فيجسم النبات هى:

١ ـ النظام النسيجي الضام Dermal tissue system

ويشمل جميع الانسجة التى تحيط بجسم النبـــات ، وتتمثل بالبشرة Epidermis بالنسبة للاعضاء ذات النمو الابتدائي وبالبريدرم Periderm بالنسبة لمعظم الاعضاء التى عانـت تغلظا ثانويا كالسيقان والجذور المعمرة .

٢ ـ النظام النسيجي الوعائي Vascular tissue system

ويشمل جميع انسجة الخشب واللحاء الموجودة في جسم النبات سواء كان ذلك ابتدائيا أم ثانويا .

٣ ـ النظام النسيجي الاساسى

Fundamental or Ground tissue system

ويضم الانسجة المتبقية الواقعة بين النظامين النسجيين السابقين، وهو يشمل القشرة Cortex والنخاع pith والاشعة النخاعية medullary rays في الســـيقان والجـــذور والنسيج الاساسى Ground tissue في سيقان ذوات الفلقة الواحدة والنســـيج الوسطي Mesophyll في الاوراق وما شاكل ذلك . ويمثل النســـيج البرنكيمي parenchyma اهم مكونات هذا النظام ، وكذلك النســـيج الكولنكيمي Collenchyma والسكلرنكيمي Sclerenchyma

رابعا ـ تقسيم الانسجة تبعا للتشابه الوظيفي

Physiologic similarity

هذا التقسيم يعتمد الوظيفة كاساس لتصنيف الانسجة وعلى ضوء التقسيم الوظيفي فان أنسجة النبات تقسم الى عدد من الانظمة أو الاجهزة الوظيفية

يرتبط كل منها بوظيفة معينة . وبموجب هذا النظام قد يشترك في جهاز واحد خلايا مختلفة تمام الاختلاف بالنسبة لحيوية البروتوبلازم أو طبيعة الجدار لكنها تعامل سوية كجهاز أو كنظام واحد على اساس وظيفي . وبموجب هذا التقسيم يمكن تصنيف الانسجة النباتية الى الانظمة النسيجية التالية :

١ ـ النظام النسيجي الضام (او الوقائي)
Dermal (or Protective) tissue system

ويشمل الانسجة التى تحيط بجسم النبات بجميع اعضائه سواء كانت في مرحلة النمو الابتدائي أو الثانوي . ويضم هذا النسيج البشرة خلال مرحلة النمو الابتدائي والبريدرم في الاعضاء المسنة . كما قد يدخل فيها طبقات واقعة تحت البشرة كما يحدث في الجذور مثلا عندما تتمزق بشرتها وتحل محلها خلايا مسوبرة واقعة في المناطق الخارجية من القشرة والتى تقوم بوظيفة الوقاية .

٢ ـ النظام النسيجي الدعامي (أو الميكانيكي)
Supporting (or mechanical) tissue system

ويضم جميع الانسجة ذات الوظيفة الميكانيكية التى تكسب النبات متانة وقوة . وهو لذلك يشمل النسيج السكلرنكيمي والنسيج الكولنكيمي بصفة رئيسية كما يضم أنسجة وخلايا اخرى كالقصيبات Trachieds وبموجب هذا النوع من التقسيم فان النسيج الكلولنكيمي والنسيج السكلرنكيمي قد عوملا كنسيج واحد اطلق عليه مصطلح ستريوم Stereome وذلك بناء على التشابه الفسلجي بينهما على الرغم من الاختلافات الكبيرة الموجودة بين النسيجين وطبيعة البروتوبلاست والجدار في كل منها . وكان العالم هابرلانت Haberlandt أول من استخدم مصطلح الستيرويوم ليشمل النسيجين الكولنكيمي والسكرنكيمي على أساس وظيفي وذلك منذ عام ١٩١٨ م .

٣ ـ النظام النسيجي الناقل (او الوعائي)
Conducting (or vascular) tissue system

ويضم جميع انسجة الخشب واللحاء الموجودة في جسم النبات سواء في مرحلة النمو الابتدائي أو الثانوي

٤ ـ النظام النسيجي التمثيلي Photosynthetic tissue system

ويضم جميع الانسجة التى تمارس عملية التركيب الضوئي ويشمل الانسجة الحاوية على مادة الكلوروفيل الموجودة عادة في الاعضاء النباتية المعرضة للضوء . ويمثل النسيج الوسطى للورقة اهم مكونات هذا الجهاز كما وتشترك فيه أنسجة اخرى واقعة في الطبقات المعرضة للضوء من الساق والاعضاء النباتية الاخرى التى لم تعان تغلظا ثانويا .

٥ ـ النظام النسيجي الافرازي والاخراجي
Secretory and Excretory Tissue system

ويضم جميع الانسجة والخلايا والتراكيب التى تلعب دورا في عمليات الافراز أو الاخراج في النباتات أو في نقل مثل هذه المواد ضمن الجسم النباتي أو الى خارجه . وبالاضافة الى ماتقدم فان هنالك أنظمة نسيجية اخرى يمكن ان يتضمنها التقسيم على الاساس الوظيفي كتلك التى ترتبط بوظيفة التخزين او التهوية او ما شاكلها .

مما تقدم يتبين ان تصنيف الانسجة يختلف تبعا للاسس المعتمدة كأساس في عملية التصنيف . ويلاحظ ان بعضها يمكن ان يشكل مجموعة متماثلة حتى في حالة الاعتماد على أكثر من أساس واحد . فالنظام النسيجي الضام أو الوقائي مثلا يمثل مجموعة نسيجية كبيرة تجمع بين صفة الاستمرار الطوبوغرافي وبين التشابه الوظيفي مما جعل نفس النظام النسيجي مكرراً في اكثر من نظام واحد من أنظمة التصنيف ، وسنتم عند شرحنا للانسجة المستديمة في لبنات نظام التشابه الوظيفي وعلى الشكل التالي :

الانسجة الضامة Dermal Tissues

يحاط الجسم النباتي من الخارج بطبقة واقيـــة تفصله عن محيطـه الخارجي وتقيه من الاضرار الميكانيكية أو الافراط في فقد الماء أو التعرض لمهاجمة الآفات الخارجية . ويطلق مصطلح الانسجة الضامة على مجمـــل الانسجة المحيطة بالجسم النباتي شاملا جميع اعضائه سواء كانت هذه الاعضاء في مرحلة النمو الابتدائي أو الثانوي . والانسجة الضامة تتمثل بالبشرة Epidermis خـــلال فترة النمـــو الابتـــدائي وبالبريدرم Periderm في الاعضاء التي عانت تغلظا ثانويا ، حيث تتمزق فيهـــا البشرة عادة ويحل محلها نسيج ضام ثانوي هو البريدرم . وفيما يلـــي شرح لكل من النسيج الضام الابتدائي (البشرة) والنسيج الضام الثانوي (البريدرم) .

البشـــــرة Epidermis

غالبا ما يستعمل مصطلح البشرة للدلالة على الطبقة الخارجية التـي تغلف جسم النبات الابتدائي بما في ذلك الجذر والساق والاوراق والبذور والأزهار والثمار . ونظراً لوجود بعض الفوارق التركيبية والفسلجية والنشوئية في الغالب بين بشرة الجذر من جهة وبشرة الساق وغيره من الاجـــزاء الهوائية من جهة اخرى فقد استعمل بعض الباحثين مصطلحات اخرى مثل Rhizodermis , Epiblem للدلالة على بشرة الجذر ، وذلـك تمييزا لها عن بشرة الساق . غير ان مفهوم البشرة بمعناه العام ســـوف يؤخذ به في معالجة هذا الموضوع تجنبـــا للتعقيد وتفاديا لاســـتعمال مصطلحات لا طائل تحتها . لذا فان مصطلح البشرة سيستعمل للدلالة على الطبقة الخارجية التى تغلف الجسم الابتدائي للنبات primary plant body بجميع اعضائه .

وخلايا البشرة البالغة حية واضحة النواة ذات سايتوبلازم رقيـــق وفجوات واسعة مملوءة بالعصير الخلوي . ويحيط بخلايا البشرة جدران

ابتدائية توجد بها حقول النقر الابتدائية Primary pit fields الحاوية على بلازوموديزمات . وهى خالية من المسافات البينية مما يعيق مرور بخار الماء والغازات من خلالها الا عن طريق الثغور . وفي بشرة الاعضاء الهوائية يكون الجدار مشبعا بمادة الكيوتين الشمعية التى اما ان تتخلل الجدار او أن تضاف بشكل طبقة خارجية مستمرة هى الادمة cuticle . ويطلق على عملية اضافه مادة الكيوتين بالطريقة الاولى مصطلح التكيتن Cutinization ، اما عملية اضافة الكيوتين على شكل طبقة خارجية مستمرة فيطلق عليها التأدم (التكيتل) cuticularization وتوجد الادمة في بشرة الاعضاء الهوائية ، وهى معدومة تقريبا في الجذور والاعضاء الموجودة تحت التربة . والادمة اكثر سمكاً في النباتات الصحراوية Xerophytes عنها في النباتات متوسطة البيئة Mesophytes ، بينما تكون رقيقة جدا او معدومة في النباتات المائية Hydrophytes وقد تكون لخلايا البشرة في حالات معينة جدران ثانوية كما في أوراق بعض النباتات دائمة الخضرة Evergreens كالصنوبر (pine) Pinus وفي الاوراق الحرشفية لبعض الابصال ، وفي قصرة بعض البذور التي تتحول فيها خلايا البشرة الى خلايا متصلبة Sclereids

نشوء البشرة وفترة بقائها

يختلف نشوء البشرة باختلاف المجاميع النباتية . ففي النباتات الوعائية الواطئة ـ حيث توجد في القمة النامية خلية انشائية مفردة أو بضع خلايا انشائية منتظمة في طبقة واحدة ـ لا يوجد هنالك منشىء مستقل للبشرة ، بل تقوم خلية واحدة او بضع خلايا بتكوين جميع انسجة النبات . اما في النباتات الوعائية الراقية ـ حيث يوجد عدد من الخلايا الانشائية عادة في قمة الجذر أو الساق ـ فان طريقة نشوء البشرة تعتمد على كيفية انتظام الخلايا الانشائية في القمة النامية . ففي النباتات التى لا يوجد فيها تميز واضح الى طبقات مغلفة ـ كما في معظم عاريات البذور وبعض مغطاة البذور ـ فان البشرة هنا لا يكون لها منشىء

مستقل ، ولذا فإن معالمها لا تتضح الا على مسافة من النهايـة القصوى للقمة النامية . وفي مثل هذه الحالات يمكن ان يطلق مصطلح البشـرة الاولية Protoderm على الطبقة السطحية من القمـة النامية التـى ستؤول الى البشرة فيما بعد ، وذلك بعد مرور البشرة الاولية في عملية التميز Differentiation لتكوين بشرة الاعضاء التى تشتق منها . كما ان عدم وجود منشىء مستقل للبشرة أمر مألوف في جذور معظـم النباتات الوعائية ، حيث كثيرا ما تشترك البشرة في نشوئها مع القشرة أو مع القلنسوة أو كلتيهما .

اما في النباتات التى تتميز فيها قمة الساق الى طبقات مغلفة بشكل واضح ، فغالبا ما تنشأ البشرة من الطبقة المغلفة الخارجية كما هى الحال في معظم نباتات ذوات الفلقتين وكثير من نباتات ذوات الفلقة الواحدة . وفي مثل هذه الحالات تتكون البشرة نتيجة لحصول انقسامات عموديـة Anticlinal في الطبقة المغلفة السطحية . فيكون للبشرة بذلك منشىء مستقل ، وعندها تصبح الطبقة المغلفة الخارجية منسجمة مع مصطلـح منشىء البشرة Dermatogen الذى استعمله العالم هانشتاين في نظريته المعروفة بنظرية نشوء الانسجة Histogen theory التـى سـبقت الاشارة اليها .

وفي الجذر نادرا ما يكون للبشرة طبقة انشائية مستقلة . ويمكن ملاحظة ذلك في حالات معينة من ذوات الفلقة الواحدة وفي جذور بعض النباتات المائية ، حيث يكون في القمة المرستيمية للجذر أربع مناطـق انشائية تتخصص احداها في تكوين البشرة .

فيما يخص الفترة الزمنية التى تبقى فيها البشرة محتفظة بكيانها ومستمرة في أداء وظيفتها فان ذلك يختلف باختلاف النباتات ويعتمد الى حد كبير على طبيعة نموها وعلى العضو الذى تحيط بـه البشرة . ففي النباتات التى لا يحصل فيها نمو ثانوي تبقى البشـرة عادة محتفظة بتركيبها ومؤدية لوظائفها طيلة فترة حياة الفرد . يشذ عن ذلك حالات

عديدة من ذوات الفلقة الواحدة التى على الرغم من عدم حصول تغلظ ثانوي فيها فان البشرة تتصدع وتتساقط مع سقوط القلف bark وهنالك بعض الحالات قد تبقى البشرة سليمة لعدة سنوات على الرغم من حصول النمو الثانوي . ففي نبات القيقب او الاسفندان(Acer (maple مثلا تبقى البشرة سليمة في مناطق من الساق يصل عمرها الى ٢٠ سنة على الرغم من حدوث التغلظ الثانوي . وفي هذه الحالة تنقسم خلايا البشرة وتتسع في الاتجاه المماسي لكي تتماشى مع الزيادة في سمك الساق . الا انه في معظم النباتات التى تتغلظ تغلظا ثانويا تبقى البشرة سليمة وتؤدى وظيفتها لفترة حوالى العام الواحد ، وسرعان ما تفقد وظيفتها وتحل محلهـــا البريدرم بعد حصول النمو الثانوي .

البشرة البسيطة والمتضاعفة

توصف البشـــرة بانها بسيطة simple أو وحيـــدة الطبقـــة Uniseriate عندما تكون مؤلفة من صف واحد من الخلايا ومضاعفة double عندما تكون مؤلفة من صفين من الخلايا ومتضاعفة Multiple أو متعددة الطبقات multiseriate عنـــدما تتألف من عدة طبقات . والبشرة المكونة من اكثر من صف واحد من الخلايا مألوفة في عدد مـــن العوائل النباتية كالعائلة التوتية Moraceae التى ينتمى اليها جنس التين Ficus (شل ٢ــ٢) العائلة الخبازية Malvaceae العائلة الفلفلية Piperaceae والنخيلية Palmae والسحلبية Orchidaceae وبعض النباتات الوعائية الواطئة كبعض السراخس Ferns . ويتراوح عدد الطبقات في هذه الحالات مابين ٢ ، ١٦ وهى تختلف باختلاف النباتات ومرحلة النمو والعضو النباتي . وتنشأ في البداية كطبقة واحدة ، ثـم تعانى خلاياها انقسامات موازية للسطح Periclinal مما يزيد مـــن عدد طبقاتها تدريجيا لحين وصولها الى العدد النهائي الذى قـــد يختلف حتى في العضو الواحد بين منطقة واخرى .

وظائف البشـــرة

يمكن تلخيص اهم الوظائف التى تقوم بها البشرة فيما يلي :

١ ـ الوقاية Protection :وتشـــمل الوقاية من الاضـرار الميكانيكية التى يتعرض لها النبات في محيطه الخارجي بفعل الرياح أو الامطار أو الرمال أو غيرها ، والوقاية ضد الحشرات والآفات الاخرى ، اضافة الى حفظ الانسجة الداخلية للنبات من فقد الماء المفرط . وتقوم بعض الزوائد الناشئة من البشرة بدور هام في مهمة الوقاية ، كما ان الافرازات التى تكونها بعض خلايا البشرة في نباتات معينة تقوم هى الاخرى بدور الوقاية نظرا لتركيب موادها المفرزة أو رائحتهـــا التى تعافها الحيوانات .

٢ ـ تنظيم عملية تبادل الغـــازات Exchange of gases تقوم الثغور الموجودة في البشرة بتنظيم تبادل الغازات بـــين الانسجة الداخلية للنبات والمحيط الخارجي في عمليتي التنفس والتركيب الضوئي . هذا بالاضافة الى تنظيم خروج الماء من النبات على هيئة بخار في عملية النتح Transpiration

٣ ـ تقوم البشرة في الجذور بوظيفة الامتصاص Absorption حيث يتم عن طريق خلايا البشرة امتصاص الماء والامـــلاح المذابة فيه من التربة أو المحيط المائي الذي تتواجد فيه الجذور وتلعب الشعيرات الجذرية دورا أساسيا في هذا الصدد .

٤ ـ تحتوى البشرة في النباتات المائيـــة ونباتات الظل والنباتات التريدية على بلاستيدات خضر Chloroplasts تمكنها مـــن القيام بعملية التركيب الضوئي Photosynthesis

٥ ـ تكون خلايا البشرة حية وحاوية على نواة ، فانها غالبـــا ما تحتفظ بخاصيتها المرستيمية بصورة كامنة potentially meristematic لذا فانها في حالات كثيرة تساهم في تكوين المرستيمات

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