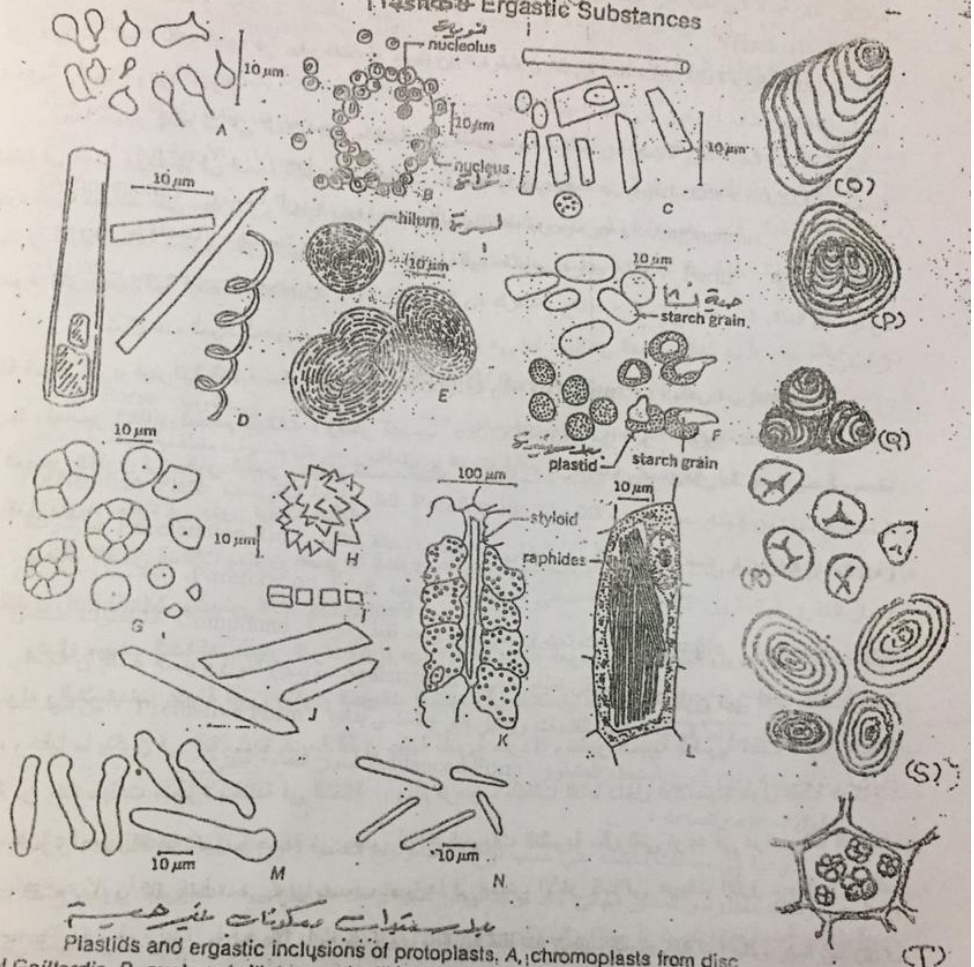


Plastids and ergastic inclusions of protoplasts. *A*, chromoplasts from disc flowers of *Gaillardia*. *B*, nucleus (with two nucleoli) and chromoplasts from pericarp of red pepper (*Capsicum*). The bodies in the plastids are deep orange-red in fresh material. *C*, pigment bodies from pericarp of tomato (*Lycopersicon*). *D*, pigment bodies from the root of carrot (*Daucus*). *E*, starch grains from seed of bean (*Phaseolus*). *F*, starch grains and plastids from rhizome of *Iris*. The plastids are leucoplasts (or elaioplasts) that form starch and oil. *G*, *H*, simple and multiple starch grains (*G*) and a druse crystal (*H*) from root of sweet potato (*Ipomoea*). *I*, *J*, crystals from secondary phloem of *Juglans* (*I*) and *Pinus* (*J*). *K*, styloid crystal in an elongated cell among mesophyll cells of *Iris*. *L*, cell with raphide crystals from root tip of *Vitis*. *M*, *N*, starch grains from laticifers of two different species of *Euphorbia*.

(O-Q) Potato starch: simple (O), semi-compound (P) and compound (Q). Maize starch (R), wheat starch (S) Pea starch (T).

يختلف شكل الحبيبات النشوية فى الأنواع النباتية المختلفة وهو ثابت النوع الواحد من النبات ومميز له . وحبيبات النشا غير قابلة للذوبان فى الماء البارد وتعطى لونا أزرق مع محلول مخفف فى اليود البوتاسيوم .

جـ- المواد البروتينية Proteins :

وهى تمثل مواد غذائية مختزنة ، وتوجد إما ذائبة فى العصير الخلوى أو غير ذائبة فى السيوبلازم . وفى كثير من البذور الغنية بالمواد الدهنية مثل بذور الخروع يحتوى العصير الخلوى لخلايا الإندوسبرم على كمية من البروتينات الذائبة ، وعندما تجف البذرة وتنضج ، تتحول هذه المواد البروتينية إلى ما يسمى بحبيبات الأليرون Aleurone Grains وتظهر حبة الأليرون تحت الميكروسكوب محاطة بغشاء يوجد بداخله كمية من المواد البروتينية فى صورة غير بلورية ينغمس فيها جسم أو أكثر من مواد بروتينية متبلورة أحدهما كبير نسبيا مضلع الشكل ويسمى بالجسم البلورى Crystalloid ويتكون من مواد بروتينية والآخر صغير ومستدير ويتكون من مواد بروتينية متحدة مع مواد فسفورية يسمى بالجسم الكروى Globoid ويمكن التعرف على هذه المكونات حيث تذوب المواد البروتينية غير المتبلورة فى الماء البارد تاركة الجسم البلورى والجسم الكروى وتصطبغ حبيبات الأليرون باللون الأصفر أو البنى إذا عوملت بمحلول اليود ، وبهذا يمكن تمييزها عن حبيبات النشا .

د - الزيوت والدهون Oils And Fats :

توجد بكثرة فى بعض أنواع البذور مثل القطن والخروع والكتان ، وهى تمثل مواد غذائية مختزنة وتوجد فى الخلية على شكل قطرات فى العصير الخلوى أو البروتوبلازم وتتكون الزيوت والدهون من أحماض دهنية ويمكن الكشف عنها تحت الميكروسكوب بصباغة الخلية ببعض الصبغات الخاصة مثل سودان ٣ حيث تتلون باللون الأحمر .

هـ - الجليكوسيدات: Glycosides

وهى مواد توجد ذائبة فى العصير الخلوى ، وتمثل نواتج ثانوية لعمليات التمثيل الغذائى ، ولا يعرف وظيفتها بالنسبة للنبات ، وتتركب كيميائيا من مركبات عضوية معقدة تعطى بالتحليل المائى سكرا أحاديا هو الجلوكوز غالبا ومركبات عضوية حلقية . ومن أمثلتها مادة الأميجدالين التى توجد فى بذور الخروع والمشمش والبرقوق واللوز ، وهى تعطى بالتحليل المائى سكر الجلوكوز والبنزالدهيد . وتعزى الرائحة والطعم المميزين لنوى الخوخ والمشمش إلى وجود مادة البنزالدهيد . وتتحلل الجليكوسيدات بواسطة أنزيم خاص يسمى أنزيم الأملسين Emulsin ولا يظهر تأثير هذا الأنزيم إلا عند طحن الخلايا . وهناك بعض الجليكوسيدات التى تعطى بالتحلل المائى حمض الهيدروسيانيك السام ، مثل التى توجد فى أوراق الخوخ وبعض أنواع الذرة الرفيعة .

و - الأنثوسيانينات Anthocyanins

هى أصباغ توجد ذائبة فى العصير الخلوى ويعزى إليها الألوان الزاهية المختلفة التى توجد فى بتلات الكثير من الأزهار وبعض الأعضاء النباتية مثل جذور اللفت الأحمر والفجل وثمار الكريز والبرقوق وبعض أصناف العنب ، وتتراوح ألوانها بين الأحمر والأزرق والأرجوانى . وتظهر الأنثوسيانينات منتشرة داخل الخلية ولا تنفذ من الخلية إلى خارجها إلا عند هدم نفاذية الغشاء البلازمى ، فعند وضع جذور البنجر فى ماء يغلى فإن الماء يلون باللون الأحمر نتيجة خروج الأنثوسيانينات من الخلية .

وتتركب الأنثوسيانينات من اتحاد سكر مع مادة عضوية من المركبات الحلقية تعرف بالأنثوسيانيدينات ، ويتغير لون الأنثوسيانينات تبعا لاختلاف الرقم الأيدروجينى للوسط الذى توجد به

ز- الأحماض العضوية: Organic Acids

يحتوى العصير الخلوى على أحماض عضوية غالبا فى صورة ذائبة تتكون نتيجة عمليات التحول الغذائى مثل حمض الليمونيك Citric Acid والتفاحيك Malic والطرطريك Tartaric والأوكساليك Oxalic الذى يوجد فى صورة أملاح الكالسيوم غير الذائبة والتى تظهر فى كثير من النباتات فى صورة بلورات مختلفة الأشكال . فقد توجد بلورة مفردة Solitary معينة الشكل أو مضلعة فى الخلية كما فى البلح ، أو توجد متجمعة فى صورة نجمية الشكل Druses Or Rosette كما فى ساق التوليا ، أو فى صورة إبرية Raphides كالتى توجد فى ساق الدراسينا حيث تتجمع البلورات الإبرية المتساوية فى الطول فى حزمة متوتزية .

ص- كربونات الكالسيوم: Calcium Carbonate

وهى واسعة الانتشار فى النباتات ، وتمثل أحد النواتج الثانوية لعمليات التحول الغذائى ، وأهم صورها الحوصلة الحجرية Cystolith التى توجد فى خلايا بشرة ذات التوين المطاط ، إذ تترسب بلورات كربونات الكالسيوم حول عنق سليلوزى يتدلى من الخلية التى تكبر فى الحجم ، ويكون جسمها عنقوديا كبيرا يملأ فراغ الخلية . ويمكن الكشف عن هذه المواد بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف حيث تذوب الحوصلة ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون .

ض- المواد المخاطية: Mucilagenous Substances

توجد بالعصير الخلوى فى بعض النباتات حيث تعطيه قواما لزجا كما فى الأبصال وكثير من النباتات الصحراوية ، وهذه المواد لا تذوب فى الماء ولكنها تنتشر به لزيادة فى الحجم ، وهى غير قابلة للذوبان فى الكحول . والمواد المخاطية عبارة عن مركبات عديدة التسكر ، يمكن الكشف عنها بواسطة أزرق الميثيلين حيث تصبغ باللون الأزرق .

ع- التانينات: Tanins

وتوجد فى بعض النباتات مثل أوراق الشاى والبلوط ، وتعطى العصير الخلوى لونا داكنا ، وقد توجد فى الجدار الخلوى نفسه . ويمكن الكشف عن هذه المواد بواسطة صباغتها بكلوريد الحديديك حيث تعطى لونا أسود مزرقا أو لونا أخضر . ويحتوى قلف البلوط وأبو فروة على نسبة عالية من المواد التانينية قد تصل إلى ٤٠ % من الوزن الجاف .

ل- أشباه القلويات: Alkaloides

هى مركبات حلقية معقدة تحتوى على النيتروجين ، وتوجد فى كثير من أنواع النباتات ومعظمها يستعمل طبيا فى علاج بعض الأمراض ، ومن أمثلتها النيكوتين الذى يوجد فى التبغ والكينين فى شجر السينكونا والمورفين فى ثمار الخشخاش ، والستركنين فى ثمار الجوز المقيئ والأتروبين فى نبات الدرزوبيا بلادونا والكولشيسين فى نبات اللحلاح والكافين فى البن والشاى والثيوبرومين فى ثمار الكاكاو وغيرها . وأهمية هذه المركبات بالنسبة للنبات غير معروفة ولكنها عبارة عن نواتج ثانوية لتمثيل النيتروجين فيها .

م – اللبن النباتى: Latex

هو إفرازات تتكون في بعض الأنواع النباتية تتكون من خليط من المواد الرانتجية والصبغية والكربوهيدراتية وغيرها ، وتفرز عادة فى أوعية خاصة من خلايا إفرازية خاصة تعرف بالأوعية اللبنية ، وأهميتها للنبات غير معروفة ومن أنواعها ما يستعمل إقتصاديا فى صناعة المطاط. (أنظر النسيج الإفرازى) .

المحاضرة ٣

الأنسجة النباتية Plant Tissues

يتكون جسم النبات فى النباتات الاوليه من خليه واحده Unicellular تقوم بكل الوظائف الحيوية أو مستعمره Colony تتكون من عدد من الافراد مع بعضهم أو من خيط Filament تنتظم فيه الخلايا طوليا ، ومع استمرار رقى وتقصر جسم النبات ظهر مبدأ انقسام العمل الذى يعطى لكل نوع من الخلايا تركيبا خاصا ووظيفه خاصه ، وبهذا ظهرت الانسجه النباتيه التى يتكون كل منها من مجموعه من الخلايا التى تنشأ منه فى التركيب والوظيفه . وهكذا فجسم النبات الراقى يتكون من مجموعه من الانسجه المختلفه التي ترعى ، مجموع احتياجات النبات ووظائفه . وتنقسم الأنسجه النباتيه الى نوعين رئيسيين : –

أ – انسجه انشائيه (مرستيميه) Meristematic Tissues

ب – انسجه دائمه (ناضجه) Permenant Tissues

أ – الانسجه الانشائيه Merisematic Tissues

ويوجد هذا النوع من الانسجه فى الاطراف الناميه في السيقان (البراعم Buds) والقمم الناميه للجذور وتوجد أيضا فى أجنة البذور وتعرف فى هذه الحاله بالمرستيمات الجنينيه Embryonic M . وتوجد كذلك فى منشأت الاوراق وبدايت الأزهار ، كما توجد أيضا فى قواعد السلاميات Base Of Internodes ومنها أيضا ما يوجد فى الاسطوانه الوعائيه ويعرف بالكمبيوم الحزمى Vascular Cambium وتتميز خلايا الانسجه المرستيميه بقدرتها على الانقسام الخلوى وتكوين خلايا جديده ، والخليه الانشائيه مكعبة الشكل تقريبا ذات جدر رقيقه ، ولا يوجد فراغات بينه ، ويملأ السيتوبلازم كل تجويفها أى لا يوجد بها فجوات عصاريه واضحه والنواه فيها كبيرة الحجم نسبيا.

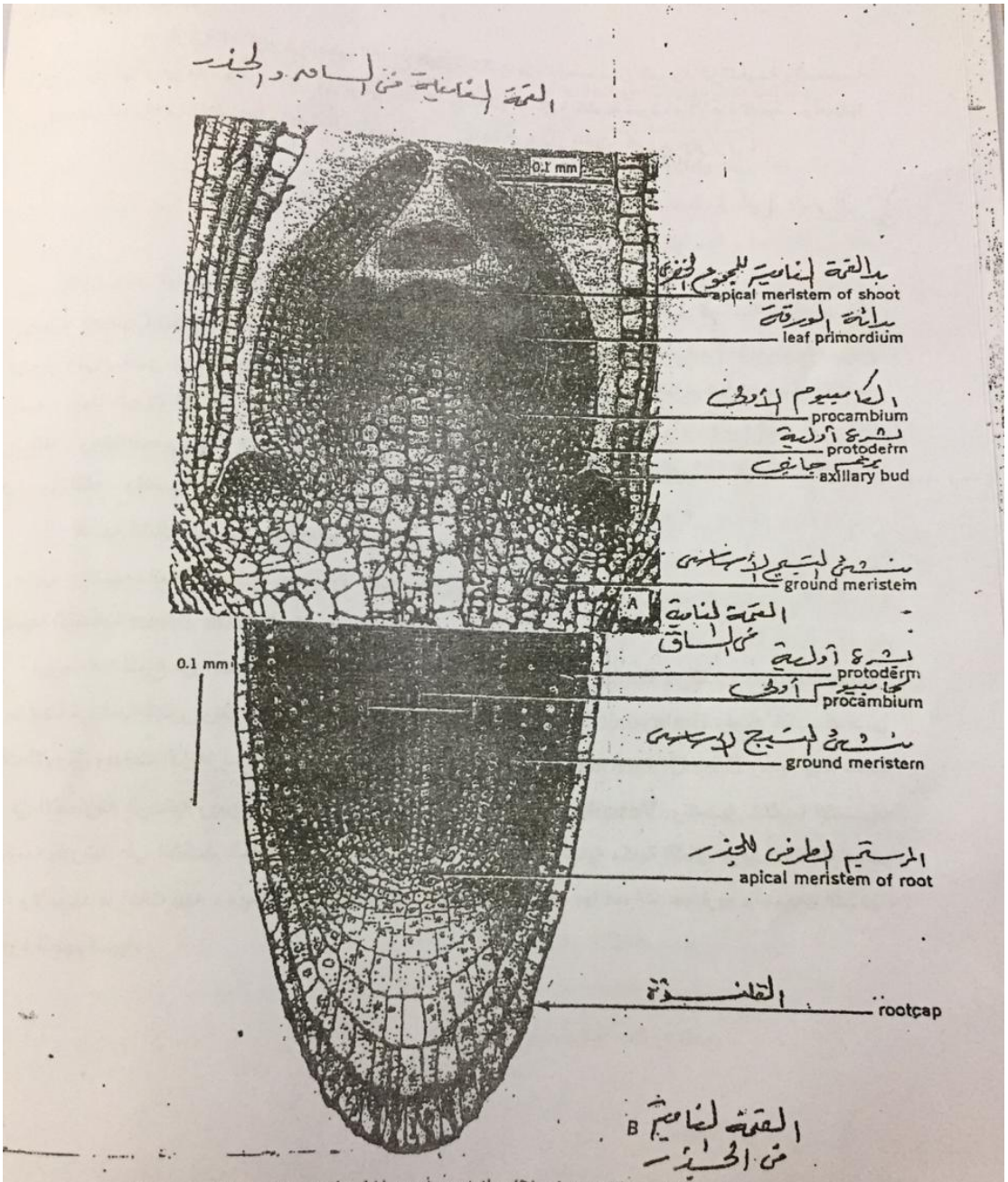


Figure 2.3 Shoot tip (*A*) and root tip (*B*) of seedling of flax (*Linum usitatissimum*) in longitudinal sections. Both illustrate apical meristems and derivative primary meristematic tissues. *A*, primodia of leaves and axillary buds are present. *B*, rootcap covers apical meristem.

أولا : الأنسجة البسيطة Simple Tissues

أ - النسيج البارنشيمى Parenchymatous Tissue

وهو نسيج خضرى بسيط ، أى أنه نسيج غير معقد فى تركيبه او شكله ، وهذا النسيج يكون كتلة الجسم فى النباتات الدنيئه والاجزاء الغير متخصصه فى النباتات الأكثر تعقيدا . والبرانشيميه اصطلاح يطلق على كل الانسجه الغير متخصصه بوجه عام والبسيطه الى حد ما والمسئوله بدرجه كبيره عن النشاط الخضرى العادى فى النبات . ومن حيث النشاه تعتبر البارنشيميه نسيج بدائى Premative Forms وذلك لأن النباتات الراقيه قد نشات دون شك من النباتات الدنيئه عن طريق التخصص ، وأن النوع الوحيد أو الانواع القليله من الخلايا الموجوده فى النباتات الاخيره ، قد تحولت الى الانواع الكثيره الدقيقه الخاصه بالنباتات الراقيه . وفضلا عن ذلك ، فأن النسيج الانشائى بأجمعه غير متخصص ، ومن ثم فهو شبيه بالبارنشيميه – وفى الحقيقه كثيرا ما يسمى بالنسيج البارنشيمي. وعليه يمكن القول أن النسيج البارنشيمي من حيث نشوئه التكوينى أيضا ،هو النسيج البدائى .

الصفات العامه للخلايا البارنشيميه :

هى أكثر الانسجه النباتيه شيوعا فى الاعضاء النباتيه ، فهى تكون الاجزاء الرخوه كالقشره والنخاع والنسيج الوسطى فى الورقه Mesophyll والخلايا البارنشيميه خلايا حيه تحتوى على بروتوبلاست ، كما أن لها القدره فى بعض الحالات على الانقسام الخلوى ، الجدار سليلوزى رقيق به نقر من النوع البسيطSimple Pit. الخلايا البرانشيميه اما أن تكون مضلعه ، مستديره أو بيضاوية الشكل ، وهذه تسمى بالبارانشيميه الاسفنجيه Spongy Parenchyma ولها دور تخزينى Storage فى الاعضاء النباتيه المختلفه . أو تكون أيضا مستديره أوبيضاوية الشكل ولكنها تحتوى على بلاستيدات خضراء Chloroplastids وتعرف فى هذه الحاله بالكلورانشيميه الاسفنجيه Spongy Chlorenchyma أو تكون مستطيله متعامده على سطح النبات وتسمى بالكلورانشيميه العماديه Palisade Chlorenchyma. وهذه الأنواع الأخيره توجد فى السيقان والنسيج المتوسط للاوراق وتقوم بوظيفة التمثيل أو البناء الضوئي Photosynthesis . قد تنفصل الخلايا وتتباعد عن بعضها لتكون فراغات هوائيه واسعه بين الخلايا مكونه ما يعرف بالبرانشيميه الهوائيه Aerenchyma أو قد تتخذ شكل الاذرع المتفرعه وتعرف بالبرانشيميه المزرعه Armed Parenchyma وهذه الانواع ينتشر وجودها فى قشرة النباتات المائيه Hydrophytes أو فى النسيج المتوسط لاوراق بعض النباتات على التوالى .

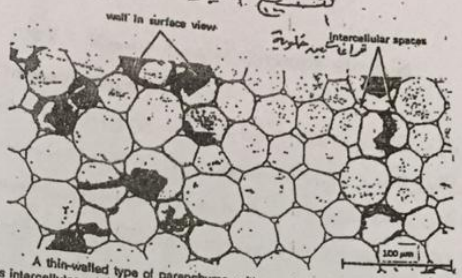
وهناك نوع أخر من الخلايا البارنشيميه يوجد أيضا فى النسيج المتوسط لاوراق نبات الصنوبر تعرف بالبرانشيميه المنتقيه Folded Parenchyma وهى تعمل على زيادة سطح الامتصاص للخليه البرانشيميه وأحيانا يضاف جدار ثانوى ملجنن Lignified Secondary Cell Wall للخليه البرانشيميه لتعطى نوع يعرف بالبارانشيمه الملجننه Lignified Farenchyma .

Parenchyma Tissue

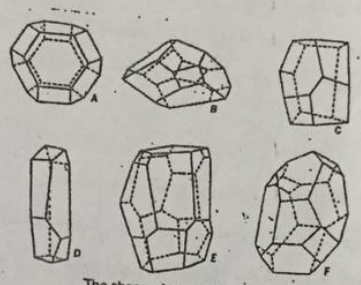
لنسيج البرنشيمي

Normal

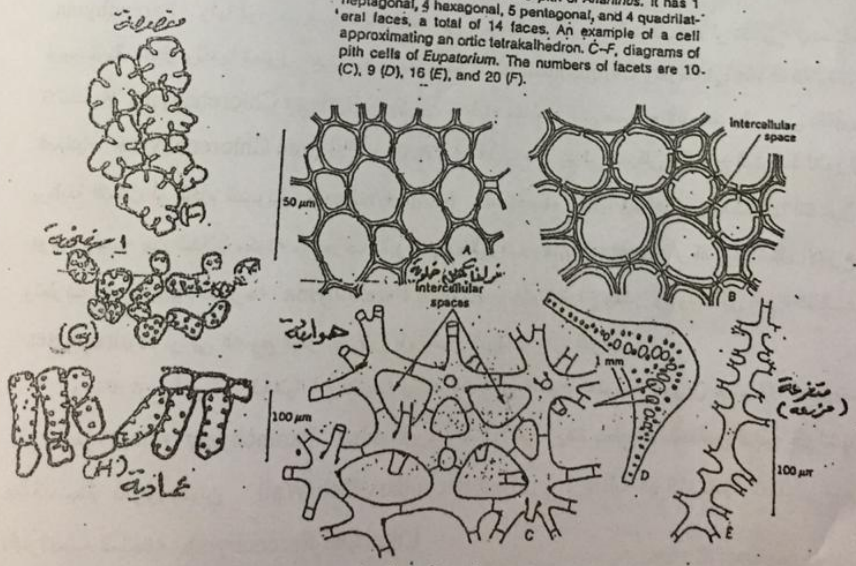
عادية



A thin-walled type of parenchyma, with regularly shaped cells and schizogenous intercellular spaces; from petiole of celery (*Apium*).



The shape of parenchyma cells. *A*, diagram of the orthic tetrakaidecahedron, a 14-sided polyhedron. *B*, diagram of a cell from the pith of *Ailanthus*. It has 1 heptagonal, 4 hexagonal, 5 pentagonal, and 4 quadrilateral faces, a total of 14 faces. An example of a cell approximating an ortic tetrakaihedron. *C–F*, diagrams of pith cells of *Eupatorium*. The numbers of facets are 10-(*C*), 9 (*D*), 16 (*E*), and 20 (*F*).



Shape and wall structure of parenchyma cells. (Cell contents are omitted.) *A*, *B*, parenchyma from the stem pith of birch (*Betula*). In younger stem (*A*) the cells have only primary walls; in older (*B*), secondary walls occur also. *C*, *D*, parenchyma of the aerenchyma type (*C*), which occurs in lacunae of petioles and midribs (*D*) of Canna leaves. The cells have many "arms." *E*, long "armed" cell from the mesophyll of a disc flower of Gaillardia. *F*, lobed Parenchyma. *G*, spongy parenchyma. *H*, Palisade parenchyma.

طبيعة الجدار : -

جدار الخليه البارنشيميه رقيق يتكون أساسا من مادة السليلوز Cellulose الا فى حالات نادره وقد يحتوى على الكيوتين Cutine كما فى خلايا البشره ، وقد يحتوى على مادة السوبرين Suberin كما فى خلايا الاندوديرمس Endodermis أو على مادة اللجنين Lignin كما فى البارنشيمه الملجننه Lignified Parenchyma . ويتكون أيضا نقر من النوع البسيط Simple Pits فى جدار الخليه البارنشيميه ، التى تمر خلالها مجموعه من الروابط البروتوبلازميه Plasmodesmta ووجود هذه الروابط يعمل على تنظيم وتجانس الانشطه الحيه فى الخلايا العديده التى يتكون منها جسم النبات .

التوزيع فى جسم النبات :

توجد الخلايا البرانشيميه فى جميع الاجزاء النباتيه المختلفه فنجدها فى القشره والنخاع فى الخشب ، الاشعه النخاعيه وتوجد أيضا فى النسيج المتوسط للاوراق ، الانسجه المتشحمه فى الاعضاء النباتيه التخزينيه كالدرنات والكرومات ، للابصال ..... كما توجد فى الاجسام الرخوه عامة فى جسم النباتات المختلفه .

ب - النسيج الكولنشيمى Collenchymatous Tissue

اسمها مأخوذ من كلمة Colla ومعناها غراء ، حيث يبدو الجدار غليظ لامعا كمادة الغراء ، والنسيج الكولنشيمى حى يتكون من خلايا مستطيله ذات جدر سميكه تتغلظ تغليظا غير منتظم بمادة السليلوز ؛ وهى أصلا خلايا دعاميه تزيد من صلابة العضو النباتى خاصة فى المراحل المبكره من الانبات .

وأهم ما يميز هذا النسيج تطوره المبكر وملائمته للتغيرات التى تحدث فى أعضاء النمو وخاصة الزياده فى الطول . وعندما يصبح هذا النسيج قائما بوظيفته ، يتوقف غيره من أنسجة التدعيم القويه عن الظهور .

مميزات الخليه الكولنشيميه :

تتميز الخلايا الكولنشيميه بأنها تتكون من خلايا مستطيله ، متباينة الشكل ، جدرها غير منتظمة التغلظ ، وأطرافها قائمه أو مائلة الزوايا ، ويوجد بها بروتوبلازم وتتراكب الخلايا وتتشابك بدرجات متفاوته مكونه أشرطه تشبه أشرطة الالياف . ويتكون الجدار من السليلوز و البكتين ، وتحتوى على نسبه عاليه من الماء (ويعتقد أن يكون وجود البكتين هو السبب فى القدره الفائقه على امتصاص الماء) والجدر لدنه قابله للتمدد ، ومسريعة التلائم مع النمو السريع، كما يتخلل هذه الجدر نقر من النسيج البسيط تمر خلالها خيوط سيتوبلازميه تعرف بالروابط البلازميه Plasmodesmata

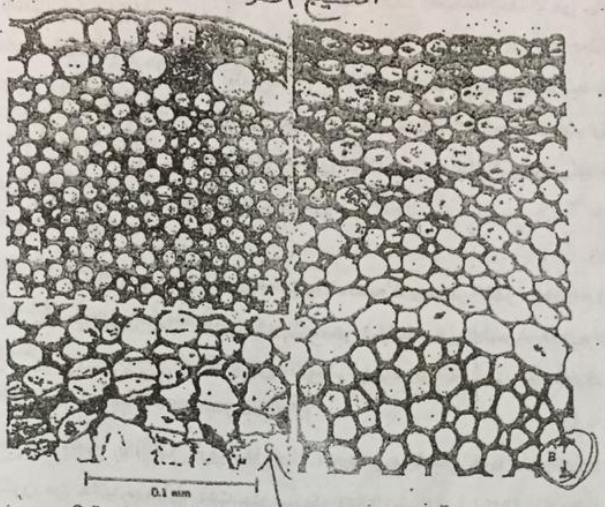
أنواع وأشكال الخليه الكولنشيميه :

توجد أشكال مختلفه للخلايا الكولنشيميه تبعا لطريقة ترتيب الخلايا وتغلظ الجدر وهى : -

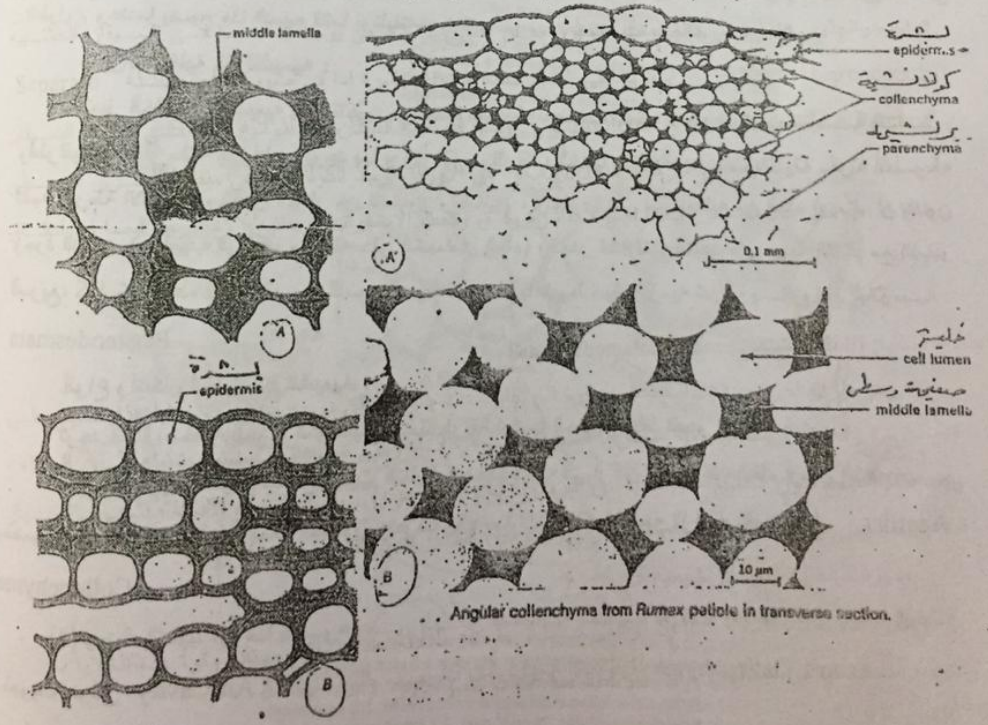
(١) قد تكون الخلايا منتظمه ويحدث التغليظ فى هذه الحاله فى أركان الخلية عند التقاء أركان الخلايا مع بعضها وتملأ الفراغات البينيه بمادة السليلوز ويعرف مثل هذا النوع بالكولنشيميه الزاويه (المضلعه) Angular Collenchyme.

(٢) يحدث التغليظ فى هذا النوع على الجدر المحيطة للخلايا تاركة بعض الفراغات البينية (تجويف هوائى Air Cavity) مكونة بذلك ما يعرف بالكولنشيمة التجويفية Lacunar Collenchyma.

Collenchyma Tissue النسيج الكولنشيمي



Collenchyma tissue in cross sections. *A*, petiole of celery (*Apium graveolens*). Collenchyma of the angular type. *B*, stem of *Ambrosia*. Collenchyma of the lacunar type with intercellular spaces and wall thickening next to these. Unevenly thickened walls of collenchyma sharply contrast with evenly thickened walls of sclerenchyma (below in *B*). *C*, collenchyma of *Ambrosia* with cells that underwent divisions near a surface injury.



Angular collenchyma from *Rumex* petiole in transverse section.

Walls of collenchyma cells. *A, C*, angular collenchyma of *(A) Salvia* in transverse sections. *B*, lamellar collenchyma of *Arctantia*.

(٣) يوجد نوع ثالث من الكولنشيمة تكون فيها الخلايا أيضا منتظمة الترتيب وترسيب مادة السليلوز يكون أيضا منتظما على جميع الجدر المحيطة الخلايا مكونة ما يعرف بالكولنشيمة الغضروفية Cartileginous Collenchyma .

(٤) قد يحدث التغليظ على الجهر المماسية دون الجدر القطرية ويظهر التغليظ فى هذه الحالة على هيئة رقائق مرتبة فوق بعضها فى طبقات مكونة ما يعرف بالكولنشيمة الصفائحية Lamellar Collenchyma . والتمييز بين هذه الطرز ليس شيئا ضروريا ، أى أنها جميعها قد توجد فى شريط واحد صغير مختلطة بعضها مع بعض ، وأكثر هذه الطرز شيوعا ، هو ذلك الذى توجد فيه التغلظات عند الأركان ، ويعتبر الطراز المثالى .

طبيعة جدار الخليه :

الخلايا الكولنشيميه خلايا تدعيم فى الأعضاء النباتيه الاخذه فى النمو والاستطاله يرتبط ذلك ارتباطا وثيقا مع طبيعة الجدار فهو متغلظ سليلوزيا ، والسليلوز يتمتع بصفة الليونه Plasticity أى انه قابل للتمدد اذا وقع عليه شد دون أن يعود لحالته الاولى بزوال المؤثر ، أى أن للخليه القدره على أن تساير النمو نتيجه لزياده فى مساحة سطح الجدار وسمكه .

وعلى ذلك فنلاحظ أن النباتات الخشبيه الاكثر صلابه والتى يتوقف فيها الزياده فى الطول نسبيا ، تدعم بخلايا أخرى ملجننه تعرف بالخلايا أو النسيج الاسكلارنشيمى Sclerenchyma

التوزيع فى جسم النبات :

ينتشر وجود النسيج الكولنشيمى فى نباتات ذوات الفلقتين بينما يكون نادر الوجود فى نباتات ذوات الفلقه الواحده والجذور عامه . فى حالة ذوات الفلقتين نجد أن النسيج الكولنشيمى يوجد أساسا فى السيقان الخشبيه Herbaceous حيث يتركز وجودها فى القشره تحت البشره مباشرة اما فى صورة قطع منفصله Separate Patches أو محيط كامل Complete Cycle وذلك فى حالة السيقان الاسطوانيه ، اما فى حالة السيقان المضلعه فتوجد الكولنشيمه فى الاركان Corners فى الاوراق توجد الكولنشيمه فى منطقة العرق الوسطى Mid Rib على كلا السطحين تحت البشره مباشرة وفوق وتحت الاسطوانه الوعائيه ، كما توجد أيضا فى أعناق الاوراق

جـ - النسيج الاسكلارنشيمى Sclerenchymatous Tissue

وهو طراز آخر من أنسجة التدعيم ، يقوم الى جانب ذلك بالوقايه الى درجه كبيره . وخلايا هذا النسيج على النقيض من الخلايا الكولنشيميه تمتاز بجدرها الصلبه الملجننه عادة ، والتى تحتوى على نسبه ضئيله من الماء . وعند تمام النضج تكون الخلايا غالبا خاليه من البروتوبلاست (خليه ميته) . ويمثل النسيج الاسكلارنشيمى جهاز التدعيم الاساسى فى النباتات الخشبيه والاشجار فى المراحل المتأخره من النمو .

مميزات الخليه الاسكلارنشيميه :

أشتق اسمها من كلمة Scler وتعنى صلبا أو متحجر للدلاله على صلابة ومتانة وقوة هذه الخلايا ، وتختلف هذه الخلايا فى أشكالها وتتباين كثيرا ولكنها عموما تتميز بالاتى : -