النسيج الكولنكيمي
COLLENCHYMA

يكون النسيج الكولنكيمي مع النسيج السكلرنكيمي النظام النسيجي الميكانيكي أو الدعامي في الاعضاء المختلفة لجسم النبات وهو النظام الذى يقوم بحماية النبات وتقويته ضد عوامل الضغط أو الشد أو الانثنـــاء ولاسيما في الاعضاء الحديثة التى لا تستطيع فيها عناصر الخشب وحدها القيام بالوظيفة الدعامية .

والنسيج الكولنكيمي نسيج مستديم بسيط تبقى خلاياه حية بعد النضج ، حاوية على نواة وسايتوبلازم وفجوة عصارية واسعة . وتحاط خلايا النسيج الكولنكيمي بجدران ابتدائية تتميز بتسمكها بصورة غـير منتظمة Unevenly thickened واحتوائها على نسبة عالية من المـواد البكتية Pectic substances مما يترتب عليه وجود نسبة عالية مـن الماء في جدرانها نظرا لالفة المـــواد البكتية للمـــاء Hydrophilic وتتصف الخلايا الكولنكيمية بمعظم الصفات التى تتصف بها الخلايـــا البارنكيمية بحيث يعتبرها البعض نسيجا بارنكيميا محورا . وقد تحتوى الخلايا الكولنكيمية على بلاستيدات خضر ، كما انها ـ تبعا لبقائها حية ـ تحتفظ بقابليتها المرستيمية بصورة كامنة Potentially meristematic مما يمكنها من ممارسة ظاهرة فقدان التميز Dedfferentiation والتحول الى خلايا مرستيمية كما هو ملاحظ في تكوين الكمبيوم الفليني في سيقان بعض النباتات مثل البيلسان (elder) Sambucus ،

ويتميز النسيج الكولنكيمي عن النسيج البارنكيمي في جوانب معينة اهمها تسمك الجدران الابتدائية لخلاياه بصورة غير منتظمة ، واقتصار وجوده على الاجزاء الفتية الهوائية للنبات ، وخلو النسيج الكولنكيمي من المسافات البينية ، وان وجدت فتكون صغيرة عادة . والخلايا الكولنكيمية غالبا ما تكون أكثر طولا ونحافة مقارنة بالخلايا البارنكيمية فقد يصل طول الخلية الى ٢مم ، وغالبا ما تندمج الصفيحة الوسطى بجدران الخلايا

الكولنكيمية مع الجدار الابتدائي مكونة صفيحة وسطى مركبة Compound middle lamella. وتعتبر جدران الخلايا الكولنكيمية ابتدائية على الرغم من تسمكها في بعض المناطق وذلك نظرا لطبيعة المواد الداخلة في تركيب الجدار من جهة ولكون المواد المضافة للجدار تتم اضافتها خلال الفترة التى لا تزال فيها الخلايا مستمرة في الزيادة في الحجم والجدار ما يزال مستمرا في الزيادة السطحية ، مما يؤكد الصفة الابتدائية للجدار . وتتميز جدران الخلايا الكولنكيمية بالمرونة Plasticity وهذه الصفة تجعل من النسيج الكولنكيمي نسيجا ملائما جدا كنسيج ميكانيكي للاعضاء الفتية التى تتميز عادة باضطراد النمو في الطول ، وبالتالي فان مرونة النسيج الكولنكيمي لا تسبب مقاومة لتلك الاعضاء عند استطالتها . وتتميز جدران الخلايا الكولنكيمية بتكوينها اساسا من السليولوز وخلوها من مادة اللكنين مما يميزها عن خلايا النسيج السكلرنكيمي الذى تكون جدرانه ملكننة عادة ، كما سيرد شرحه لاحقاً في هذا الفصل . ومما تجدر الاشارة اليه أن تعرض بعض الاعضاء النباتية الى تأثيرات ميكانيكية ـ كالرياح ـ يحفز حصول التسمك في جدران الخلايا الكولنكيمية بصورة مبكرة مقارنة مع النباتات التى لا تتعرض لمثل هذه الظواهر .

وتوجد الانسجة الكولنكيمية على وجه الخصوص في الاعضاء الحديثة النامية التى تحتاج الى نسيج دعامي قابل للانحناء أو التمدد اثناء النمو ويقتصر وجودها على الاجزاء الهوائية Aerial parts الفتية كالسيقان والاوراق وبعض الاجزاء اللزهرية واعناق الاوراق Petioles وسيقان النباتات العشبية والعروق الوسطى بالاوراق الحديثة . غير أنها تكون معدومة في الاعضاء الارضية عادة كالجذور والاجزاء الترابية الاخرى . وفي حالات نادرة كالريزومات Phizomes قد يتواجد النسيج الكولنكيمي، كما انها توجد أيضا في حالة الجذور الهوائية Aerial roots . وقد يشكل النسيج الكولنكيمي طبقة مستمرة ومتصلة على هيئة اسطوانة أو أن يكون

على هيئة اشرطة تمتد طوليا بمحاذاة المحور الطولي للعضو الذى تتواجد فيه . وهى على العموم تكون موجودة تحت البشرة مباشرة أو تفصلها عنها طبقة أو طبقتين من الخلايا البارنكيمية ، كما قد توجد ايضا في الاركان . كما أنها قد تكون مقترنة مع النسيج الوعائي كما في أعناق الاوراق ونصولها للعديد من النباتات أو أن تتواجد خارج النسيج الوعائي . لكنها لا توجد في سيقان واوراق ذوات الفلقة الواحدة حيث تتكون الانسجة السكلرنكمية مبكرا .

وتبعا لطريقة التسمك الحاصل في الجدار الابتدائي يمكن تقسيم النسيج الكولنكيمي الى ثلاثة أنواع (شكل ٥ـه) هى :

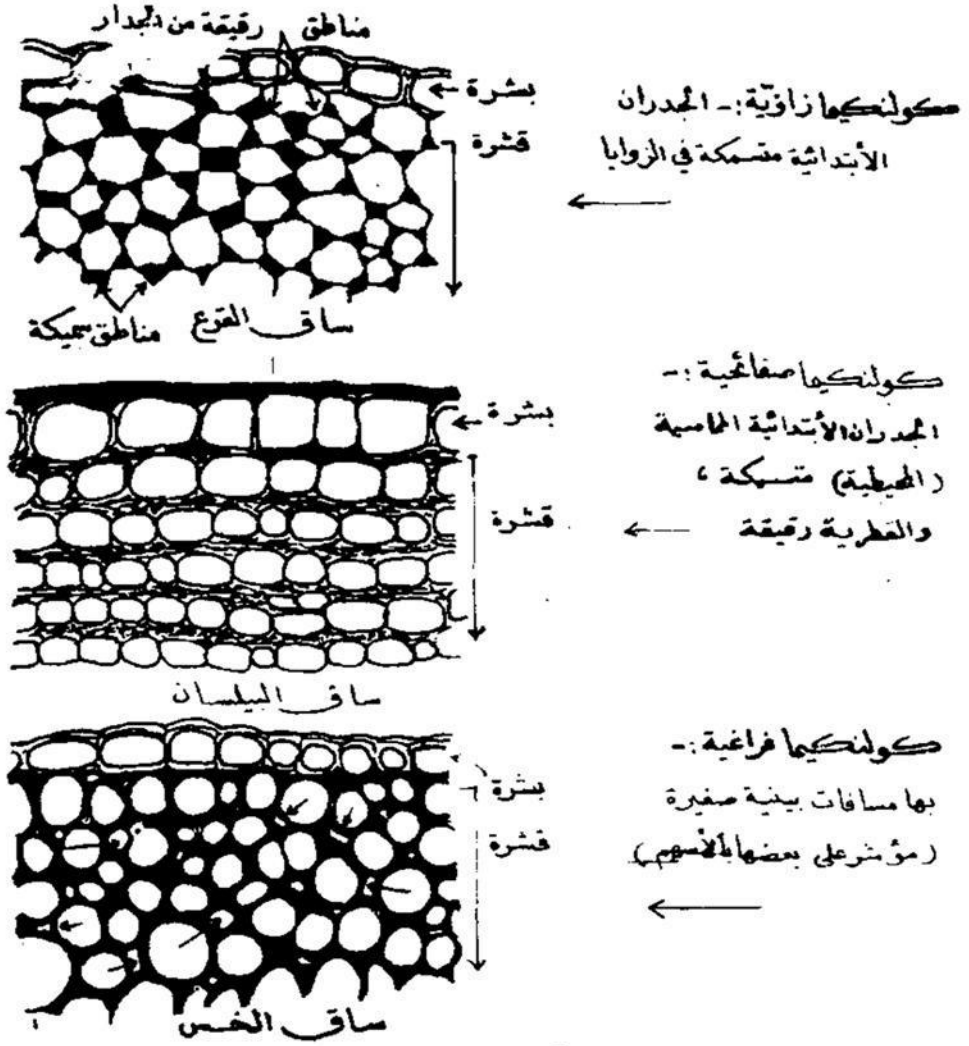
١ ـ الكولنكيما الزاوية Angular Collenchyma

وفيها يحصل التسمك في الجدران الابتدائية في الاركان اي في المناطق المناظرة لمناطق المسافات البينية في الخلايا البارنكيمية الاعتيادية . ونتيجة لذلك فان الخلايا الكولنكيمية الزاوية تكون جدرانها متسمكة الزوايا ، كما في ساق نبات القرع Cucurbita وفي أعناق أوراق الكرفس Apium graveolens (celery) وفي العنب Vitis (grape) والتين Ficus . ويمثل هذا النوع من النسيج الكولنكيمي أكثر الانواع شيوعا .

٢ ـ الكولنكيما الصفائحية Lamellar Collenchyma

وفيها يقتصر تسمك الجدار الابتدائي على الجدران المماسية Tangential walls الداخلية والخارجية ، بينما تبقى الجدران القطرية Radial walls رقيقة . وتحصل هذه التسمكات على هيئة طبقات أو صفائح متراكبة منضدة فوق بعضها البعض كما في ساق نبات البيلسان Sambucus (elder) وعباد الشمس Helianthus annuus

وتعتبر الكولنكيما الصفائحية أقل شيوعا في النباتات من النوع الزاوي . وفي كلا النوعين السابقين تتلاشى المسافات البينية تماما .



شكل (٥-٥) انواع النسيج الكولنكيمي كما تبدو في المقطع المستعرض.

٣ ـ الكولنكيما الفراغية أو الانبوبية
Lacunar or Tubular Collenchyma

وتتميز بوجود فراغات بينية بين الخلايا ويتركز التسمك على اجزاء الجدر المواجهة لهذه الفراغات . وهذا النوع من الانسجة الكولنكيمة اقل الانواع شيوعاً ويمكن ملاحظته في بعض النباتات كالخس **Lactuce** (lettuce) وورد المرجان **Salvia**.

وفي القطاع الطولى تتبين الخلية الكولنكيمية بتغلظها غير المستمر اذ تبدو الجدران كأجزاء رقيقة واجزاء سميكة على خلاف مايوجد بالالياف

كما تكون الجدر العرضية عادة مائلة .

وقد تحتوى خلايا هذا النسيج على بلاستيدات خضر مما يمكنه من القيام بعملية التركيب الضوئي وذلك على الرغم من ان الوظيفة الرئيسية للنسيج الكولنكيمي هى التدعيم وخاصة بالنسبة للاعضاء الهوائية الفتية. هذا اضافة الى كثير من الفعاليات الحيوية الاخرى التى تستطيع خلايا هذا النسيج ممارستها تبعا لطبيعتها الحية بما في ذلك قدرتها على فقدان التميز Dedifferentiation

النسيج السكلرنكيمي
SCLERENCHYMA

نسيج مستديم تموت خلاياه عند النضج عادة ، حيث تصبح الخلية مكونة من مجرد جدار خلوي يحيط بتجويف الخلية Cell lumen الخالىمن البروتوبلاست. وتتميز خلايا النسيج السكلرنكيمي بوجود جدار ثانوي مشبع بمادة اللكنين Lignin . وتتم اضافة الجدار الثانوي من قبل البروتوبلاست بعد ان تكون الخلية قد وصلت حجمها النهائي . ومن ثم يموت البروتوبلاست عادة بعد اكتمال اضافة الجدار الثانوي . وبالنظر لعدم وجود اختلافات أساسية بين خلايا النسيج السكلرنكيمي فانه يعتبر نسيجا بسيطا Simple tissue . والوظيفة الرئيسية لهذا النسيج هى التدعيم Support حيث يكسب الاجزاء التى يوجد فيها دعامة ميكانيكية . وبالنظر للتشابه الوظيفي بين النسيج السكلرنكيمي

فقد استعمل البعض مصطلح ستيريوم والنسيج الكولنكيمب Stereome للدلالة على النسيجين معاً .غير أن هناك من الفروق الرئيسية بين خلايا النسيجين مايبرر معاملتها

كنسيجين منفصلين. فخلو الخلايا السكرنكيمية الناضجة من البروتوبلاست واحاطتها بجدران ثانوية ملكننة عادة ووجودها في الاجزاء الهوائية والارضية تميزها عن النسيج الكولنكيمي الذى تكون خلاياه حية عند النضج ، ومحاطة بجدار ابتدائي خال من اللكنين ومكون اساسا من

السليولوز واقتصار وجودها على الاجزاء الهوائية الحديثة عادة . واضافة لذلك فان الخلايا السكلرنكيمية تتميز بتملظ جدرانها بصورة منتظمة نوعا ما وبصفة المطاطية Elasticity بينما يكون تسمك جدران الخلايا الكولنكيمية غير منتظم Unevenly thickened وتتميز بصفة بلاستيكية Plasticity تكسبها مرونة . ومما تجدر الاشارة اليه أنه في بعض الحالات قد يكون الجدار الثانوي للخلايا السكلرنكيمية مكونا اساسا من السليولوز ، كما انه في حالات نادرة قد تبقى الخلايا السكلرنكيمية حية لفترة طويلة كما في خلايا الالياف المحجرة أو المقسمة Septate fibres (شكل ٥ـ٦) التي تنقسم فيها الخلية الاصلية بجدران مستعرضة بضع مرات متحولة الى تركيب متعدد الخلايا. وغالبا ماتكون الصفيحة الوسطى في الخلايا السكلرنكيمية غير متميزة عما يجاورها من طبقات الجدار فتمثل صفيحة وسطى مركبة Compound middle lamella حيث قد يشترك فيها ـ اضافة الى الصفيحة الوسطى البسيطة ـ الجداران الابتدائيان على الجانبين ، أو الجداران الابتدائيان مضافا اليهما جزء من الجدار الثانوي على كلا الجانبين ، فتصبح في الحالة الاخيرة تركيبا خماسي الطبقة .وغالبا ما يتميز الجدار الثانوي ذاته الى طبقات يمكن ملاحظتها عند فحص خلايا النسيج السكلرنكيمي في المقطع المستعرض تحت المجهر الاعتيادى .وتكون الجدران خالية من البكتات الحقيقية True pectic substances وهى ظاهرة مميزة للجدران الثانوية بصورة عامة .

ويوجد النسيج السكلرنكيمي في جميع الاجزاء النباتية سواء كانت أرضية Subterranean أو هوائية ولذا فهو يوجد في الجذور والسيقان والاوراق والثمار والبذور وغيرها . كما انه قد يوجد ضمن النظام النسيجي الاساسى Ground tissue system أو الوعائي Vascular Tissue system أو الضام Dermal tissue system . وفي الحالة الاخيرة قد يغطى النسيج السكلرنكيمي بعض الاجزاء النباتية

كالبذور كما هى الحال في بعض نباتات العائلة القرنية Leguminosae والاوراق الحرشفية في بعض الابصال .

اما فيما يتعلق بطريقة نشوء خلايا النسيج السكلرنكيمي فقد تنشأ بصورة مباشرة من الانسجة المرستيمية كالكمبيوم الاولى Procambium والكمبيوم الوعائي Vascular cambium أو أن تنشأ عن طريق تحول خلايا بالغة اخرى ـ كالخلايا البرنكيمية ـ الى خلايا سكلرنكيمية عن طريق تلكنن Lignification جدران الخلايا البرنكيمية وتغلظ جدرانها ، ومن ثم يموت البروتوبلاست وتتحول الى خلية سكلرنكيمية . ويطلق على العملية التى تتحول فيها الخلايا المستديمة الى نوع اخر اكثر تميزا مصطلح اعادة التميز Redifferentiation

وتصنف الخلايا السكلرنكيمية تبعا لاشكالها الى نوعين رئيسيين هما الالياف Fibres التى تكون ممعنة في الطول عادة والسكلريدات أو الخلايا المتصلبة Sclereids التي تتخذ اشكالاً مختلفة ولا تكون طويلة عادة (شكل ٥ ـ ٦) .

١ ـ الالياف Fibres

خلايا طويلة نحيفة slender ذات نهايات مستدقة غير متفرعة تتصف جدرانها بخاصية Elasticity والتي تجعل الخلايا قادرة على استرجاع شكلها وطولها الاصليين بعد مطها او شدها مما يجعلها عناصر ميكانيكية ملائمة للاعضاء المسنة . وتتداخل النهايات المستدقة لخلايا الالياف مع بعضها باحكام فتكسب الاجزاء التى توجد فيها قوة ومتانة . وتبدو الالياف في المقطع المستعرض على شكل مضلع خماسي أو سداسي في الغالب غير ان شكلها يميل للاستدارة عندما تكون جدرانها سميكة جداً . والالياف ذات تجويف ضيق (شكل ٥-٦ و ،ح) اما النقر فهى قليلة نسبيا ، وتصبح عديمة الوظيفة بعد اكتمال نضج الالياف وموتها ، كما أنها تكون من نوع النقر البسيطة عادة ، كثيرا ماتكون مختزلة . وفي أنواع خاصة من الياف الخشب والتى يطلق عليها الالياف القصيبية Fibre tracheids توجد في الجدران نقر

مضفوفة ذات صفوف ضعيفة · اما في الالياف العادية للحاء libriform fibres فتكون النقر بسيطة لكنها كثيرا ماتكون فتحتها المواجهة لتجويف الخلية منضغطة مكونة تركيبا شبيها بالشق Slit-like aperture وتكون النقر في الالياف سميكة الجدران على شكل قناة تخترق الجدار يطلق عليها قناة النقرة Pit canal وتتميز فيها فتحتان ، احداهما داخلية Innner aperture تواجه تجويف الخلية ، والاخرى خارجية Outer aperture تحاذى الصفيحة الوسطى ·

وتوجد الالياف أما على شكل طبقة مستمرة أو على شكل حزم أو أشرطة منفصلة مرتبة بشكل خاص بحيث توفر لعضو النبات اقصى دعامة ممكنة كما انها قد تكون على شكل خلايا منفردة او مجموعات صغيرة من الخلايا مبعثرة هنا وهناك · وتحصل عملية التغلظ في جدران الالياف بطرق مختلفة · ففي الالياف غير الممعنة في الطول كالياف قنب مانيلا Manila hemp والياف جنس Agave التى لايتعدى طولها بضعة مليمترات يحدث التغلظ في جميع انحاء الجدار في آن واحد · أما في الالياف الطويلة كالياف نبات الكتان (flax) Linum **ustatissimum** والقنب Cannabis stativa (hemp) فيحصل التغلظ في الجدار في المناطق الوسطية أولا بينما تستمر النهايات بالنمو الانحشاري أو الاقتحامي intrusive growth حيث تسلك نهايات خلايا الالياف طريقها مابين الخلايا الاخرى · وقد يتم ذلك عن طريق شطر شقي الجدار للخلايا المفصولة بطريقة لا تزال مجهولة ·

وتصنف الالياف تبعا لموقعها بطرق مختلفة · ومن الطرق المعروفة في تصنيف الالياف تقسيمها الى الياف خشب Xylem or wood fibres وتقع ضمن نسيج الخشب ، والياف خارج الخشب bast or Extraxylary fibres وتشمل الياف اللحاء phloem fibres والياف الدائرة المحيطة والي Hericyclic fibirs والياف القشرة . ويشمل النوعان الاخيران من الالياف تلك التي تقع خارج اللحاء الابتدائي ـ في سيقان ذوات

الفلقتين ـ والتي تنشأ من المرستيم الاساسي . وكذلك الالياف الواقعة تحت البشرة Hypodehmal fibres في سيقان بعض نباتات ذوات الفلقة الواحدة ، كالذرة **Zea mays** (maize).

وتمثل الالياف الموجودة على هيئة أشرطة أو حزم ـ وبخاصة تلك التى تقترن باللحاء ـ المصدر الرئيسى للالياف التجارية Commercial fibres وتعزل هذه الالياف عما يجاورها من أنسجة في الصناعة بطريقة تعرف بعملية التعطين Retting نظرا لتعريضها لتأثير البكتريا . وبالنظر للاهمية الاقتصادية لالياف اللحاء Bast fibres فسوف نعالج هذا الموضوع بشيء من التفصيل . ففي نبات الكتان يوجد مقابل كل حزمة وعائية خارج اللحاء مباشرة حزمة من الالياف (شكل ٥ـ٦ ح) وتكون ذات منشأ مشترك مع اللحاء الذى تقترن به (وهو الكمبيوم الاولى) غير ان هذه الالياف لا تتميز وتنضج الا بعد فترة من الزمن عندما يتوقف اللحاء عن أداء وظيفته . وعلى هذا الاساس تمثل هذه الالياف جزءا من اللحاء الابتدائي ويكون سمكها عدة طبقات . اما في نبات البيلسان(elder) Sambucus والزيزفون(basswood) Tilia والعنب Vitis (grape vine) وكثير غيرها فان الالياف لا تقتصر على ألياف اللحاء الابتدائي بل تتعدى ذلك لتشمل الالياف الواقعة في منطقة اللحاء الثانوي Secondary phloem fibres وقد توجد الالياف في اللحاء الثانوي لبعض نباتات عاريات البذور كما في بعض النباتات التى تنتمي الى رتبة الصنوبريات Coniferales.

الاليـاف الاقتصادية Economic Fibres

تمثل ألياف اللحـاء Phloem fibres or bast fibres لذوات الفلقتين المصدر الرئيسى للالياف المستعملة في الصناعة مثل ألياف الكتان (Flax) والقنب (Hemp) والجوت (Jute) . الا ان هنالك الكثير من أنواع « الالياف » التى يطلق عليها في الصناعة والتجارة ألياف لكنها لا تمثل ألياف حقيقية بالمعنى النباتي الدقيق ومن الامثلة على ذلك الياف