الانسجة المستديمة permanent tissue
أو الأنسجة الأساسية Fundamental or Ground Tissue:

النسيج البرنكيمي Parenchyma tissue

تمثل البرنكيما او النسيج الحشوي النسيج الاكثر شيوعا في الاعضاء النباتية او في عموم النبات، وخلايا هذا النسيج تبقى حية بعد النضج **(أي تحتفظ خلاياها بالنواة والسايتوبلازم لفترة طويلة بعد نظجها)**، وتوصف الخلايا البرنكيمية انها ضعيفة في تكشفها او تميزها او تخصصها او انها غير متخصصة نسبيا ولها القدرة على فقدان التميز Dedifferentiation والتخصص والتحول الى خلايا مرستيمية كما يحصل في عملية تكوين **(الكمبيوم بين الحزم والكمبيوم الفليني وعملية التئام الجروح)** لتوصف تبعا لذلك بأنها مرستيمية كامنة وهو مايجعلها قريبة من النسيج المرستيمي ولهذا تعتبر بدائية من الناحية التكشفية.

توجد البرنكيما في جميع النباتات والاعضاء النباتية وفي وجودها في اكثر من موقع داخل العضو النباتي الواحد (في القشرة واللب والخشب واللحاء في الجذور والسيقان) وكذلك تمتاز بانجازها لوظائف مختلفة (البناء الضوئي والتنفس والخزن وصنع البروتين والافراز والنقل لمسافات قصيرة ومعالجة الجروح). تحاط الخلية البرنكيمية بجدار ابتدائي رقيق لكنه قد يكون سميكا جدا (كما في سويداء بذور معينة) ويمتاز الجدار الابتدائي بانه يحوي على حقول نقر ابتدائية تخترقها الروابط البلازمية.

تظهر الخلايا البرنكيمية اختلافا في محتواها من المواد، وتوجد الخلايا البرنكيمية في ميزوفيل الاوارق وفي الجزء اللحمي للثمار وفي النسيج الخازن في الجذور والبذور وفي نسيجي الخشب واللحاء.

وقد تحوي الخلايا البرنكيمية على البلاستيدات الخضراء فيطلق على النسيج حينئذ **النسيج الكلورنكيمي Chlorenchyma.**

مميزات النسيج البرنكيمي:-

1- خلاياه حية بعد النضج ويحتفظ بالنواة والسايتوبلازم لفترة طويلة بعد النضج.
2- النواة مركزية أو جانبية.
3- السايتوبلازم يؤلف طبقة رقيقة تبطن الجدار في الخلايا الناضجة نظراً لوجود فجوات عصارية كبيرة.
4- الجدار الابتدائي رقيق يحوي حقول النقر والروابط البلازمية وفي حالات نادرة قد يضاف جدار ثانوي على الجدار الابتدائي كما يحصل في الخلايا البرنكيمية في نسيج الخشب الثانوي وكذلك خلايا اللب في بعض النباتات.
5- يكون شكل الخلايا متماثل الابعاد Isodiametric ذات أربع أوجه.
6- تعاني ظاهرة التمايز Dedifferentiation فتشارك في تكوين الكامبيوم بين الحزم والفلين.
7- توجد الخلايا البرنكيمية في جميع الاعضاء النباتية الهوائية والترابية منها (الساق والجذر والورقة والثمرة والبذرة).

أشكال الخلايا البرنكيمية:-

أ- متماثلة الأبعاد Isodiametric متعددة الأوجه Polyhydral، اذ يسود فيها الشكل ذو أربعة عشر وجهاً.

ب- Columnarالعمادية، كما في النسيج العمادي للورقة Palisade tissue.

ت- Lobed المفصصة، كما في النسيج الأسفنجي للورقة Spongy tissue.

ث- Folded المطواة، كما في الصنوبر *Pinus*.

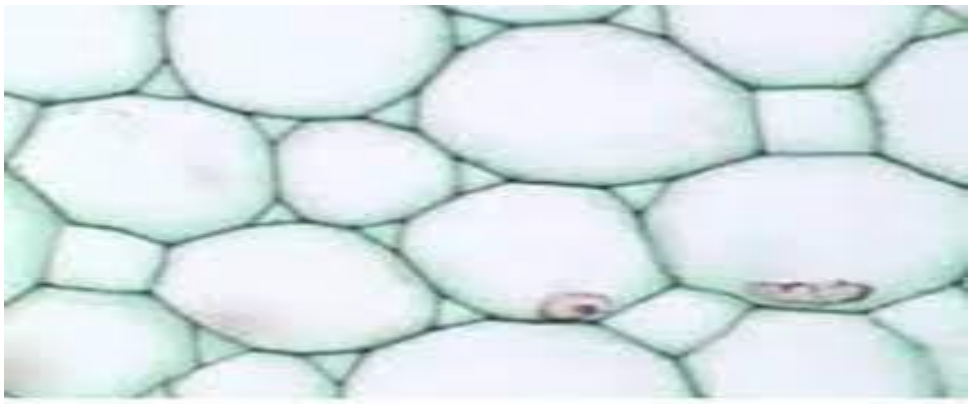
ج- Stellate النجمية، كما في ثمار موز الفحل Canna indica.

ح- Prosenchyma مستدقة النهاية.

تقسم البرنكيما او النسيج البرنكيمي الى عدة انواع كالاتي :

النسيج البرنكيمي العادي ordinary parenchy matissue :

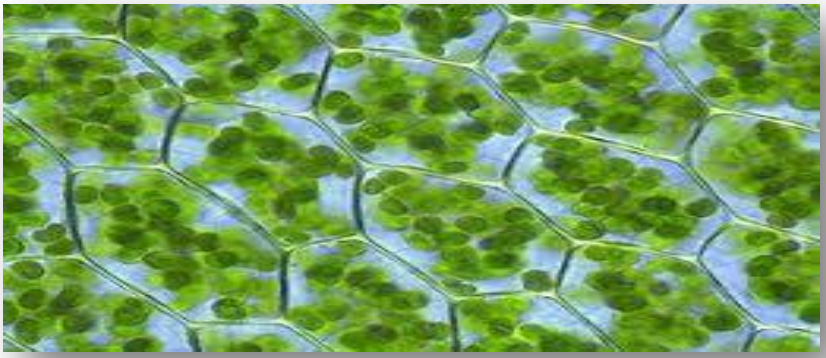
هو اكثر انواع البرنكيما سيادة في النبات وتكثر بين خلاياه المسافات البينية وتمتاز خلاياه كذلك بفجواتها الكبيرة.



Parenchyma

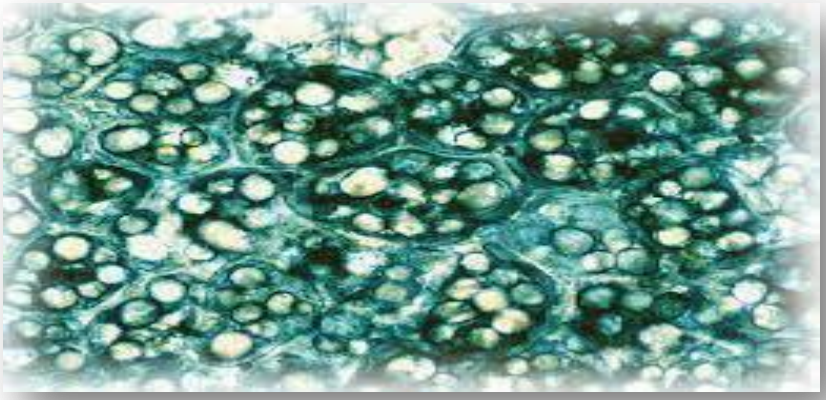
النسيج الكلورنكيمي أو المتوسط Chlorenchyma and Mesophyll tissue:

هو نسيج خاص بالبناء الضوئي ويوجد في الاعضاء النباتية الخضراء المعرضة للضوء، البرنكيما الحاوية على كمية كبيرة من بلاستيدات خضراء وتقوم بعملية البناء الضوئي وموجود هذا النوع في ميزوفيل الاوارق لكن يمكن ملاحظته تحت بشرة الساق.



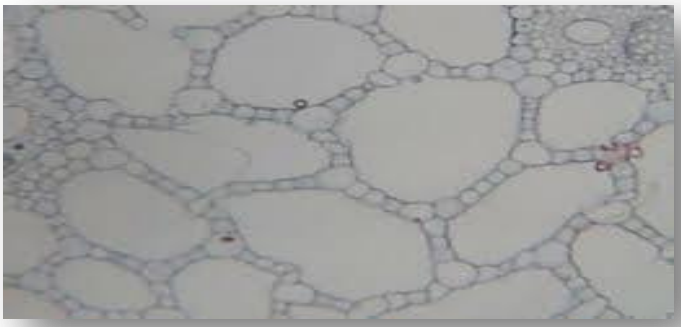
نسيج البرنكيما الخازنة Storage parenchyma tissue :

وهي نوع من البرنكيما تخزن الغذاء بصورة نشا كما في درنات البطاطا وسويداء البذور او تخزن دهون كما في بذور زهرة الشمس والكتان والخروع، وبعضها تخزن الماء في خلايا برنكيمية كبيرة الحجم رقيقة الجدران قليلة السايتوبلازم.



نسيج البرنكيما الهوائية Aerenchyma tissue :

تمتاز هذه البرنكيما بوجود المسافات البينية الكبيرة (غرف هوائية) الخازنة للهواء لاسيما O2 و CO2 وهي من صفات النباتات المائية، وتعد البرنكيما الاسفنجية في النسيج الميزوفيلي من البرنكيما الهوائية التي تسمح بالتبادل الغازي المطلوب لعملية البناء الضوئي.



خلايا النقل القصير Transfer cells :

هي خلايا برنكيمية متخصصة لنقل المذاب على مسافات قصيرة كما في الاشعة الوعائية، وتمتاز هذه الخلايا بوجود النموات الداخلية للجدار الابتدائي وتشعبها مما يزيد من المساحة السطحية للجدار وكذلك لغشاء الخلية الذي يستمر بمحاذاة النموات الجدارية . ويمكن ملاحظة هذا النوع من الخلايا البرنكيمية في مناطق النقل العالي للمذابات مثل الغدد الافرازية والانسجة الفارزة للرحيق في الازهار وكذلك في نسيجي الخشب واللحاء.

النسيج الكولنكيمي Collenchyma tissue :

توصف الكولنكيما انها من الانسجة الدعامية في النبات التي ينحصر وجودها في اجزاء النبات فوق التربة، وهو النسيج الذي يعمل على حماية النبات وتقويتهُ ضد عوامل الضغط أو الشد أو الأنثناء ولا سيما في الاعضاء الحديثة التي لا يستطيع فيها عناصر الخشب وحدها القيام بالوظيفة الدعامية.
تتركب من خلايا محاطة بجدارن ابتدائية تحتفظ بالبروتوبلاست عند النضج وتحتوي على بلاستيدات خضر ولها القدرة على معاودة الانقسام بعد فقد التميز والتخصص وهي بذلك تشبه البرنكيما وبسبب هذا التشابه توصف احيانا بانها برنكيما محورة، لكن تختلف عن البرنكيما في كونها تتركب من خلايا اكبر في الطول وذات جدران اكثر سمكا وغير منتظمة التثخن . وتكون معدومة في الاعضاء الارضية عادةً كالجذور والاجزاء الترابية الاخرى، وقد يتواجد في حالات نادرة كالرايزومات Rhizomes وكذلك في حالة الجذور الهوائية Aeral roots. ويمكن ملاحظة توزيع الخلايا الكولنكيمية في الأجزاء النباتية المختلفة منها.

1- بشكل طبقة مستمرة ومتصلة على هيئة أسطوانة في السيقان الدائرية الشكل وتكون تحت البشرة مباشرةً او يفصلها بطبقة او طبقتين من البرنكيما.
2- توجد في أركان السيقان المضلعة.
3- توجد مقترنة مع النسيج الوعائي في أعناق الاوراق ونصولها.

أهم مميزات النسيج الكولنكيمي:

1- خلاياه حية بعد النضج أي يحتفظ بالنواة والسايتوبلازم لفترة طويلة بعد النضج.
2- تحاط الخلايا بجدران أبتدائية تتميز بتسمكها بصورة غير منتظمة واحتوائها على نسبة عالية من المواد البكتينية مما يترتب عليه وجود نسبة عالية من الماء في جدرانها كما تتميز جدرانها بالمرونة Plasticity مما يجعلها نسيجاً ميكانيكياً للاعضاء الفتية.
3- عدم وجود مسافات بينية وان وجدت فتكون صغيرة جداً.
4- خلاياها أكثر طولاً ونحافة من الخلايا البرنكيمية.
5- وظيفتهُ دعامية واسناد.
6- يوجد في الاجزاء الهوائية فقط.
7- خلاياه تمارس ظاهرة فقدان التمايز ولذلك فأنها تشارك في ظاهرة فقدان التمايز.

يمكن تقسيم الكولنكيما تبعاً لنمط التسمك او التثخن في جدرانها الى :

1- الكولنكيما الزاوية Angular collenchyma :

وفيها يحصل التسمك في الجدران الابتدائية في الاركان أي في المناطق المناظرة لمناطق المسافات البينية في الخلايا البرنكيمية الاعتيادية. وتتصف بتركز التسمكات الجدارية في زوايا الخلايا فقط ويمكن ملاحظتها في اعناق نبات الكرفس *Apium graveolens* وفي العنب *Vitis* والتين *Ficus* . ويمثل هذا النوع من النسيج أكثر الانواع شيوعاً.

2- 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 (elder) *Sambucus* ودوار الشمس (Sunflower) *Helianthus*

annuus. وتعتبر الانسجة الصفائحية اقل شيوعاً من النوع الزاوي، وفي كلا النوعين السابقين تتلاشى المسافات البينية تماماً.

3- الكولنكيما الفراغية أو الأنبوبية Lacunar or Tubular collenchyma :

وتتميز بوجود فراغات بينية بين الخلايا ويتركز التسمك على اجزاء الجدر المواجهة لهذه الفراغات، وهذا النوع من الانسجة الكولنكيمية أقل الانواع شيوعاً، ويمكن ملاحظتهُ في بعض النباتات كالخس *Lactuce* و ورد المرجان *Salvia*.

على الرغم من أن النسيج الكولنكيمي وظيفتهُ هي الدعامية ولكن يمكن القيام بعملية التركيب الضوئي لاحتواء خلاياه على البلاستيدات الخضر وخاصةً في الاعضاء الهوائية الفتية.

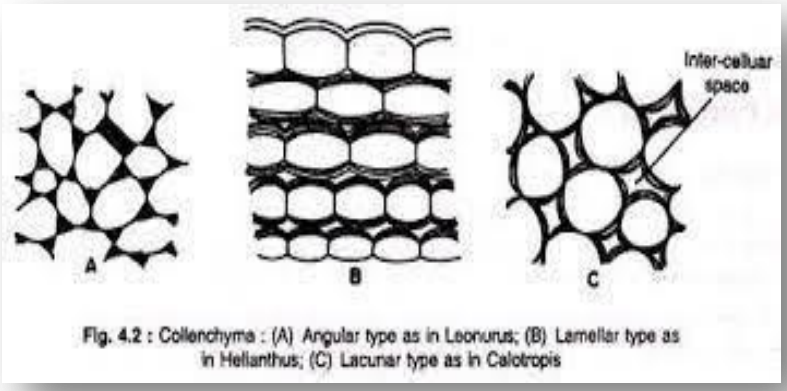


Fig. 4.2 : Collenchyma : (A) Angular type as in Leonurus; (B) Lamellar type as in Hellanthus; (C) Lacunar type as in Calotropis

النسيج السكلرنكيمي Sclerenchyma tissue :

نسيج مستديم تموت خلاياه عند النضج عادةً، اذ تكون الخلية مكونة من مجرد جدار خلوي يحيط بتجويف الخلية Cell lumen الخالي من البروتوبلاست.

توصف السكلرنكيما بانها نسيج دعامي او ميكانيكي مؤلف من خلايا تفقد البروتوبلاست عند النضج وذات جدران ثانوية ملكننة Lignin صلبة وسميكة وغير مرنة وتوجد السكلرنكيما في جميع الاجزاء النباتية الناضجة سواء كانت اوراق او جذور او سيقان او ثمار. ويعتبر النسيج السكلرنكيمي نسيجاً بسيط Simple tissue وذلك لعدم وجود أختلافات أساسية بين خلايا النسيج، وبالنظر للتشابه الوظيفي بين النسيج السكلرنكيمي والكولنكيمي فقد أستعمل البعض مصطلح ستريوم Stereome للدلالة على النسيجين معاً. وفيما يتعلق بطريقة نشوء خلايا النسيج السكلرنكيمي فقد تنشأ بصورة مباشرة من الانسجة المرستيمية كالكامبيوم الأولي Procambium والكامبيوم الوعائي Vascular cambium أو ينشأ من تحول خلايا بالغة اخرى كالخلايا البرنكيمية الى خلايا سكلرنكيمية عن طريق تلكنن Lignification جدران الخلايا البرنكيمية وتغلظ جدرانها ومن ثم يموت البروتوبلاست وتتحول الى خلايا سكلرنكيمية ويطلق على هذه الحالة **مصطلح أعادة التميز Redifferentiation.**

أهم مميزات النسيج السكلرنكيمي:

1- خلاياه ميتة بعد النضج أي خلو الخلايا من النواة والسايتوبلازم أي البروتو بلاست.
2- تحاط الخلايا بجدران ثانوية ملكننة عادةً وتتميز بتغلظ جدرانها بصورة منتظمة نوعاً ما وبصفة مطاطية Elasticity.
3- وظيفتهُ دعامية واسناد.
4- وجودها في الاجزاء الهوائية والارضية تميزها عن النسيج الكولنكيمي.

تقسم الخلايا السكلرنكيمية الى نوعين هما الالياف fibers والسكلريدات sclereides. توصف بانها خلايا طويلة ونحيفة وغير متفرعة ومستدقة النهايات وتوجد مفردة لكنها توجد عادة بشكل حزم ، اما السكلريدات فهي خلايا قصيرة نسبيا ومتغايرة في الشكل وتوجد عادة منفردة او بمجموعات صغيرة.

الالياف Fibers :

خلايا طويلة ونحيفة Slender ذات نهايات مستدقة وجدران مطاطية لها القدرة على استرجاع شكلها وطولها الأصلي بعد الشد حيث تتداخل النهايات المستدقة للألياف مع بعضها فتكسب الأجزاء قوة ومتانة. لها شكل مضلع في المقطع المستعرض وجدران سميكة مع تجويف ضيق وشكلها يميل للاستدارة عندما تكون جدرانها سميكة جداً، النقر قليلة أو معدومة وهي من النوع البسيط وتتواجد النقر المضفوفة في الالياف القصبية Fiber tracheid اما النقر البسيطة تتواجد في الالياف العادية Libriform fiber.

وتوجد في الاوراق والسيقان والجذور والثمار مصاحبة لعدد من الانسجة المتميزة فهي قد تلاحظ في نسيجي الخشب واللحاء او تكون غلافا ليفيا يحيط بالحزمة الوعائية او بشكل قبعة حزمة مصاحبة لحزمة الوعائية ، كما قد تلاحظ في النسيج البرنكيمي للب او القشرة. **تقسم الالياف على اساس الموقع في النبات** الى : الياف الخشب xylem or wood fiber وهي الموجودة في نسيج الخشب فقط ، والياف خارج الخشب وتشمل جميع الالياف الموجودة في انسجة اخرى من غير نسيج الخشب مثل الياف اللحاء phloem fibers والياف القشرة Cortical fibers والياف الدائرة المحيطة pericyclic fibers والالياف المحيطة بالحزم الوعائية أو حول وعائية perivascular fibers وألياف قبعة الحزمة Bundle cup fibers وألياف غمد الحزمة Bundle sheath fibers.

تعتبر الالياف المقترنة باللحاء هي المصدر الرئيس للالياف التجارية وتعزل عما يجاورها من انسجة اخرى بعملية التعطين Retting نظراً لتعريضها لتأثير البكتريا. من المواصفات الجيدة للالياف الصناعية هي:

1- زيادة في طول الليفة. 2- أمتلاكها قوة شد عالي. 3- أنتظام سمكها. 4- نحافتها ومرونتها.

تصنف الالياف الصناعية الى:-

1- **الالياف السطحية أو القصيرة Surface or short fiber:** كألياف القطن وهي شعيرات البشرة لبذور لبقطن.
2- **الألياف الناعمة Soft fibers:** وتشمل الياف اللحاء phloem fiber خالية من اللكنين او تحتوي على كمية قليلة منه مما يجعلها ناعمة ومرنة وتستخرج هذه الالياف من نباتات ذوات الفلقتين، كألياف الدائرة المحيطية pericyclic fibers والياف القشرة Cortex fiber وتعتبر اهم الالياف المستعملة في الصناعة كما في الياف الكتان ***Linum usitatissium*** والقنب ***Cannabis sativa*** والجوت ***Corchours capsulairs***.
3- **الألياف الخشنة او الصلبة Hard fiber:** وتشمل الياف غير النقية مع انسجة اخرى وتشمل الالياف الصلبة كل من الياف الخشب والالياف المستخرجة من اوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة وتمتاز هذه الالياف بجدارنها السميكة الملكننة وبقساوتها وصلابتها وتستعمل في صناعة الانسجة الخشنة كالحبال.

السكلريدات Sclereids:

وهي نوع من أنواع الخلايا السكلرنكيمية وتضم آنواعاً مختلفة من الخلايا التي تتباين في اشكالها بين متساوية الابعاد Isodiametric الى الاشكال التي تميل للاستطالة أو تظهر على شكل خيوط رفيعة ومتفرعة. وتتميز بوجود جدار ثانوي سميك وملكنن ويحوي على نقر بسيطة عادةً،

وتوجد في أعضاء نباتية مختلفة في الجذور والسيقان والاوراق والثمار والبذور وذلك في البشرة والنسيج الاساس والحزم الوعائية أي تكون مقترنة بالنسيج الوعائي. فهي توجد في نسيجي الخشب واللحاء لكنها تسود في مناطق الانسجة البرنكيمية مثل اللب والقشرة للسيقان واعناق الاوراق والجذور وميزوفيل الورقة وجدار الثمرة كما في العرموط وفي

غلاف البذرة كما في الفاصوليا. ويتميز النمو في أنواع الخلايا السكلريدية التي تميل للاستطالة أو التي تظهر تفرعاً ملحوظاً بحصول ما يسمى بالنمو الأقتحامي أو الأنحشاري Gntrusive growth اذ تنمو النهايات او الفروع قمياً سالكة طريقها بين الخلايا المجاورة أو المسافات البينية.

تقسم السكلريدات على اساس الشكل الى :

السكلريدات المتشعبة (الخلايا الصخرية) stone cells or brachysclereids :

وهي تشبه الخلايا البرنكيمية في الشكل غير انها تختلف عنها بجدرانها الثانوية السميكة الملكننة، وتتميز بأنها تميل الى الشكل متساوي الأبعاد وبوجود النقر المتشعبة Ramiform pit وتنشأ عن طريق تصلب جدران الخلايا البرنكيمية وتكون جدران ثانوية ملكننة وتوجد في جدار ثمرة العرموط ، وتظهر السكلريدات في ثمار العرموط نوعا من النقر تعرف بالنقر المتفرعة او المتشعبة.

السكلريدات العصوية أو الكبيرة Macrosclereids :

وهي تتميز بشكلها الاسطواني الشبيه بالخلايا العمادية المتطاولة كما في غلاف بذرة الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* والبزاليا *Pisum sativum*.

السكلريدات العظمية Osteosclereids or bone – shaped sclereids :

تشبه السكلريدات العصوية وتكون عمودية الشكل ومتضخمة النهايات او متسعة النهايات مما يكسبها شكلاً شبيهاً بالعضام، كما توجد في الطبقة الواقعة تحت البشرة في بذور نبات الفاصولياء والبزاليا وفول الصويا وثمار نخيل التمر.

السكلريدات النجمية Astrosclereids or star shaped :

وتكون متفرعة بشكل نجمي ويمكن ملاحظتها في الاوراق واعناقها لنبات الشاي وزنبق الماء *Nympheae*.

السكلريدات الخيطية Trichosclereids or Filiform sclereids :

وهي سكلريدات متطاولة جدا ونحيفة وشعرية الشكل واحيانا تكون متفرعة وتوجد في النسيج المتوسط لأوراق نبات الزيتون *Olea europeae* .

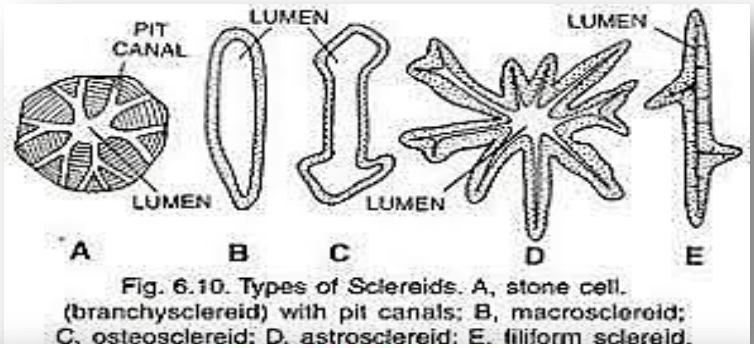


Fig. 6.10. Types of Sclereids. A, stone cell. (branchysclereid) with pit canals; B, macrosclereid; C, osteosclereid; D, astrosclereid; E, filiform sclereid.