الباب الرابع والعشرون

عاريات البذور

تتميز النباتات عاريات البذور (Gymnosperms) بأن بذورها توجد عارية على الكربلة ، ولا تحيط بها الأخيرة إحاطة كاملة كما هو الحال فى كاسيات البذور . وتحتوى عاريات البذور على حوالى ٧٠٠ نوع ، وهى موزعة بين عدة أقسام وطوائف ورتب ، منها الحفرى ومنها الحى ، ويعد قسم النباتات المخروطية (Coniferophyta) أكثر رتبها الحية انتشاراً ورقياً ، إذ تحتوى على ما يزيد على ٥٠٠ نوع موزعة بين أربعين جنساً ، توجد منتشرة فى المناطق المعتدلة الشمالية والجنوبية ، ويندر وجودها فى المناطق الاستوائية ، وغالبية المخروطات أشجار وقليل منها شجيرات ، وسندرس نبات الصنوبر (Pinus) كمثل لها .

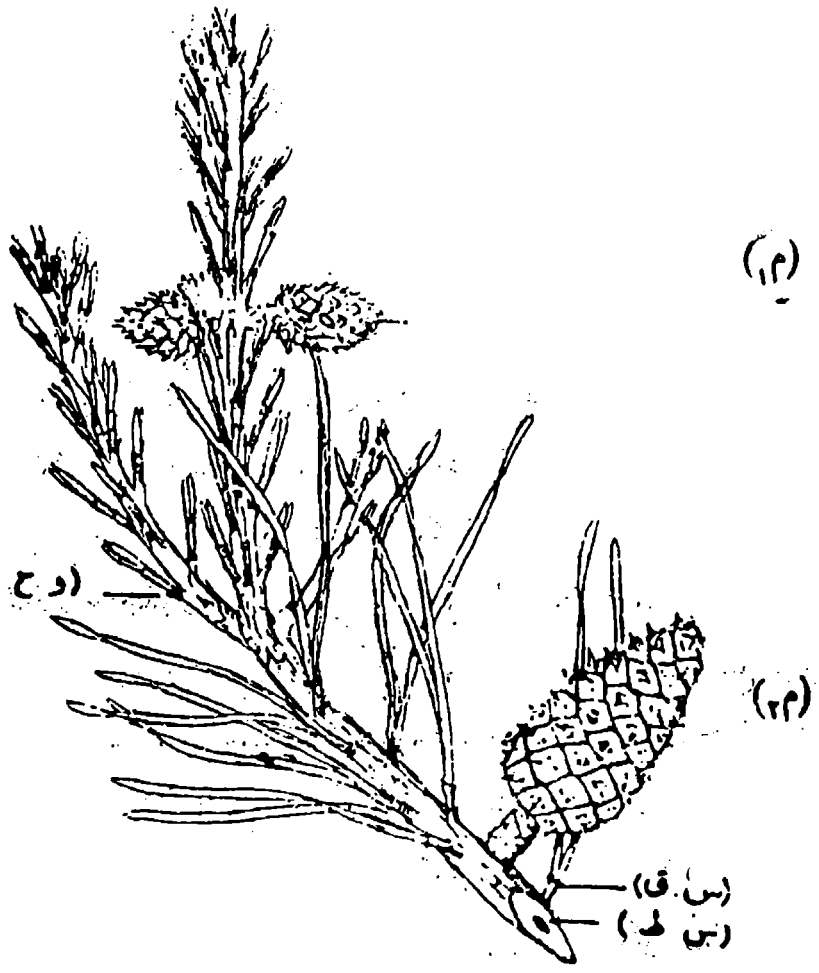
الصنوبر

يحتوى جنس الصنوبر على حوالى ٧٥ نوعاً ، يغلب وجودها فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية ، وهى أشجار خشبية دائمة الخضرة وعطرية . وتمثل الشجرة ذاتها النبات الجرثومى ، وتتكون من جذع رئيسى كبير مثبت فى التربة بمجموع جذرى كبير متفرع ، يمتد إلى أعلا حاملا فروعاً جانبية تنتظم عليه فى تعاقب فى ، بمعنى أن أقصر الفروع وأحدثها عمراً تقع قرب القمة ، أما أكبرها سناً فتستقر عند القاعدة ، ومن ثم تتخذ الشجرة شكلا مخروطياً . وتنتظم على الفروع — فى ترتيب حلزونى — أوراق حرشفية ، تتأبط كل ورقة منها برعماً ، إما أن ينمـــو ليكون ساقاً طويلة (Long shoot) غير محدودة النمو تشبه الجذع الرئيسى للشجرة ، وإما أن يكون ساقاً قصيرة للغاية تعرف بالساق القزمية (Dwarf shoot) تحمـــل أوراقاً طويلة إبرية الشكل ، تعرف بالأوراق الخضرية (شكل ٢٥٦) ، يختلف عددها باختلاف

الأنواع ، ففى نوع الصنوبر وحيد الورقة (Pinus monophylla) تحمل كل ساق قزمية ورقة خضرية واحدة ، وفى غالبية الأنواع يتراوح عدد الأوراق الخضرية — على كل ساق قزمية — بين إثنتين وثلاث ، وقد يكون عددها أربعا فى نوع الصنوبر رباعى الورقات (Pinus quadrifolia) ؛ وقد يصل إلى خمسة فى بعض الأنواع .

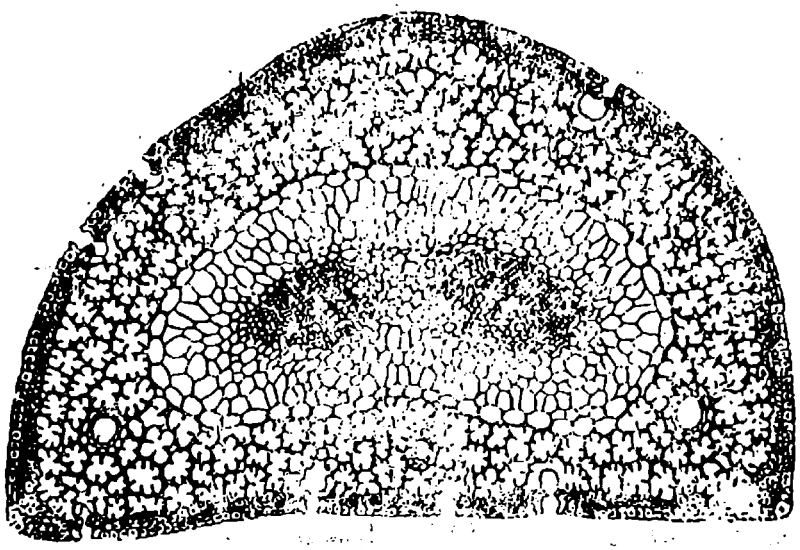
تشريح الورقة : (شكل ٢٥٧) : تتميز ورقة الصنوبر بأنها مهيأة لكى تتحمل الظروف البيئية القاسية ، فتوجد بشرة مكونة من طبقة واحدة من

(شكل ٢٥٦)



جزء من نبات الصنوبر يبين : (س ط) ساق طويلة تحمل مخاريط أنثوية ، ويمثل (م ١) المخروط الأنثوى للموسم الحالى و(م ٢) المخروط الأنثوى الناضج من الموسم الماضى ، (و ح) ورقة حرشفية ، (س ق) ساق قزمية (عن بولد) .

(شكل ٢٥٧)



قطاع مستعرض فى ورقة الصنوبر ، ويرى السطح السفلى للورقة فى أعلى الصورة والعلوى باسفلها

خلايا تتميز جدرها بشدة تأدمها . أما الثغور فلا توجد فى مستوى البشرة بل تستقر غائرة عن مستوى السطح الخارجى للورقة . وتقع تحت البشرة مباشرة طبقة أو أكثر من خلايا سكلرنشيمية تكون طبقة تحت بشرية (Hypodermal layer) ، تتميز جدر خلاياها أيضاً بشدة تغلظها . وخلايا البشرة وطبقة تحت البشرة غير تامة الاتصال بسبب وجود حجرات هوائية تتخللها وتصل ما بين الثغور الغائرة والخارج. أما النسيج الوسطى (Mesophyll) — الذى يعتبر النسيج التمثيلى للورقة — فلا تتميز خلاياه إلى عمادية وإسفنجية كما سبق الشرح فى النباتات الزهرية ، بل تكون متشابهة ، وهى خلايا مدمجة غنية بالنشا والبلاستيدات الخضر ، وتتميز بجدرها المطوية التى تمتد منها إلى الداخل زوائد سليلوزية ، وتنتشر بينها قنوات راتنجية (Resin ducts) ، وهى قنوات طويلة تتكون بين الخلايا وتبطنها خلايا مفرزة للراتنج . ويفصل الجزء المركزى من الورقة عن النسيج الوسطى بشرة داخلية (Endodermis) تتلوها طبقة محيطية (Pericycle) تحيط بالنسيج الذى يحتوى على الحزم الوعائية .

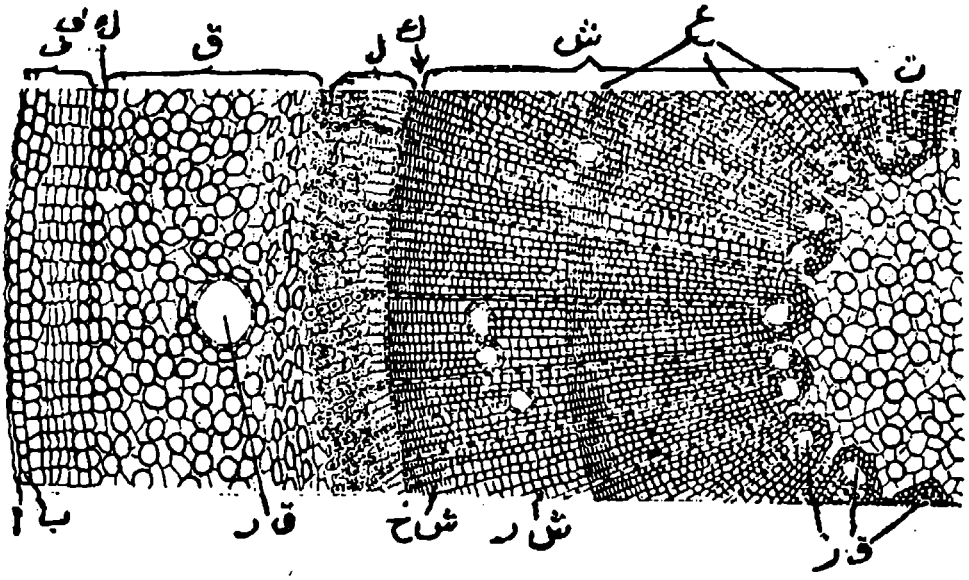
ويختلف عدد الحزم الوعائية باختلاف الأنواع ، ويتراوح بين واحدة

واثنتين . والحزمة الوعائية جانبة (Collateral) يتجه فيها اللحاء — الخالى من الخلايا المرافقة — نحو السطح السفلى المحدب ، بينما يتجه الخشب — الخالى من الأوعية — نحو السطح العلوى المستوى . وتوجد الحزم الوعائية مطمورة فى نسيج — تحده من الخارج الطبقة المحيطية — يعرف بنسيج الإصفاق (Transfusion tissue) ، ويتكون من خلايا بارنشيمية مختلطة بخلايا فارغة ميتة مضفوفة النقر تعرف بالخلايا القصيبية (Tracheidal cells) ، وتتميز خلايا نسيج الإصفاق المجاورة للحاء بوفرة البروتينات ، وتعرف بالخلايا الزلالية (Albuminous cells) .

ويشبه الصنوبر — من حيث المميزات التشريحية للورقة — النباتات الصحراوية مشابهة كبيرة ، وذلك فى شدة تأدم البشرة ووجود طبقة تحت بشرية وتعمق الثغور ، مما يساعد على الإقلال من النتح .

تشريح الساق (شكل ٢٥٨) : يشبه القطاع المستعرض فى ساق الصنوبر الحديثة مثيله فى نبات ذى فلقتين ، فتحيط بالساق بشرة متأدمة ، قد توجد

(شكل ٢٥٨)



قطاع مستعرض فى ساق الصنوبر يبين من الخارج إلى الداخل : الأدمة (أ) ، البشرة (ب) ، فلين (ف) ، كامبيوم فلينى (ك . ف) ، قشرة (ق) ، قناة راتنجية (ق . ر) ، لحاء (ل) ، كامبيوم (ك) ، خشب ثانوى (ش) ، خشب خريفى (ش . خ) ، خشب ربيعى (ش . ر) ، أشعة نخاعية (ع) ، نخاع (ن) ، ويرى الخشب الابتدائى قرب النخاع (عن سميث) .

تحتها خلايا سكلرنشيمية مكونة طبقة تحت بشرية ، ثم قشرة من خلايا بارنشيمية بينها قنوات راتنجية ، تليها بشرة داخلية وطبقة محيطية تحيط بالأسطوانة الوعائية وتتكون الأخيرة من حلقة من حزم وعائية جانبية داخلية الخشب الأول (Collateral endarch) ، تفصل ما بينها أشعة نخاعية ويتوسطها نخاع ، والحزمة الوعائية مفتوحة ، بمعنى أنه يوجد كامبيوم حزمى بين الخشب واللحاء ، ولا توجد فى اللحاء خلايا مرافقة بل يتكون من أنابيب غربالية وبارنشيمية لحاء ، كما لا توجد فى الخشب أوعية على الإطلاق .

ومن ثم فيشارك الصنوبر النباتات البتيرية — من الوجبة التشريحية — فى غياب أوعية الخشب والخلايا المرافقة فى اللحاء ، كما يشابه النباتات ذوات الفلقتين فى طريقة ترتيب الحزم الوعائية وحدوث تغلظ ثانوى ، يماثل تماماً مايحدث فى سيقان النباتات الزهرية من ذوات الفلقتين ، حيث يتكون لحاء ثانوى وحلقات خشب سنوية . والخشب الثانوى — كالخشب الابتدائى — خال من الأوعية وتنتشر فيه القنوات الراتنجية ، كما لا توجد بين عناصر اللحاء الثانوى خلايا مرافقة ، ويتكون كامبيوم فلينى بمنتجاته من خلايا فلين وقشرة ثانوية وعديسات .

المخاريط (Cones or strobili) : يحمـــل النبات الأسدية والكرابل فى مخاريط منفصلة ، ومن ثم فيعد الصنوبر أحادى المسكن (Monoecious) ، أما المخاريط الذكرية (Male strobili) — وتعرف أيضاً بالمخاريط السدائية (Staminate strobili) — فتنتظم فى مجموعات حول قاعدة البراعم الطرفية لغالبية الفروع البالغة (شكل ٢٥٩) ، ويمكن التعرف عليها خلال فصل الشتاء السابق لفصل الربيع الذى يتم فيه بروزها ونضجها . وتغطى المخاريط الذكرية أثناء فصل الركود بحراشيف برعمية بنية اللون ، لا تلبث أن تأخذ فى التساقط فى باكورة فصل الربيع بسبب الازدياد فى أحجام المخاريط الذكرية .

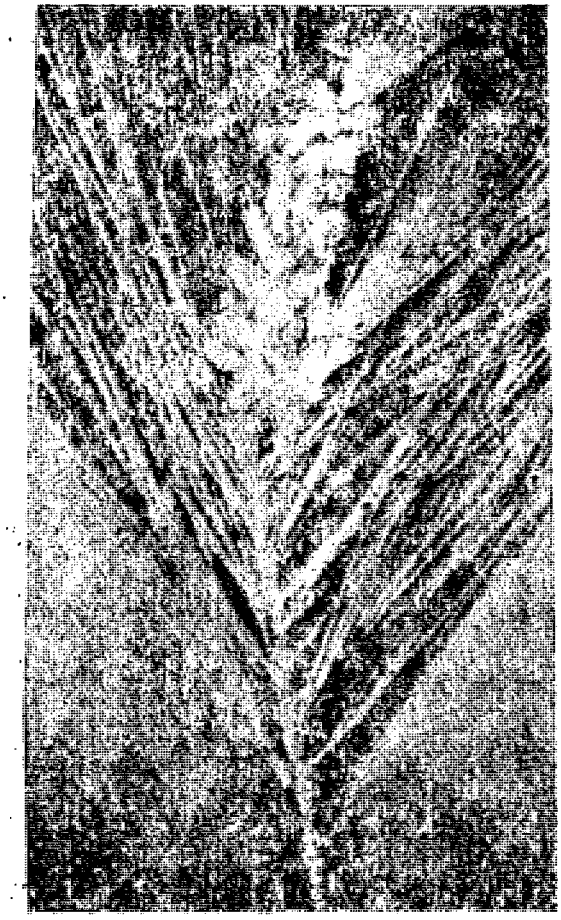
أما المخاريط الأنثوية (Female strobili) — وتعرف أيضاً بالمخاريط البويضية (Ovulate strobili) — فتنتظم على فروع جانبية قصيرة تتكون

على مقربة من أطراف بعض الفروع الأحدث سناً للموسم الحالى (شكل ٢٥٦). ومن ثم فلا يمكن رؤيتها بوضوح إلا بعد انبساط البراعم الطرفية لهذه الفروع واستطالتها ، وتكون عند بدء ظهورها خضراء اللون طرية ، حتى إذا ما تم نالقيحها أخذت فى التصلب وأصبح لونها بنياً .

المخروط الذكرى أو السدائى :

يتكون المخروط الذكرى من عدد من الأســـدية (Stamens) — التى تعرف أيضاً بإسم الحراشيف السدائية (Staminate scales) — تنتظم على محوره فى ترتيب حلزونى شبيه بترتيب الأوراق الحرشفية (شكل ٢٦٠) .

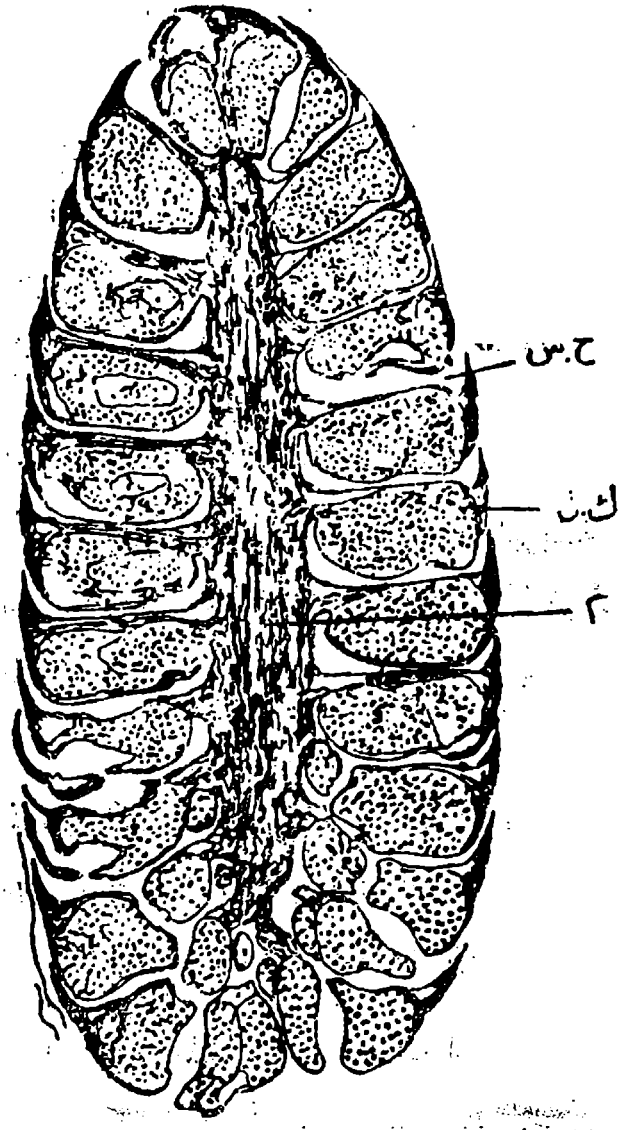
(شكل ٢٥٩)



جزء من نبات الصنوبر بين المخاريط الذكرية والبراعم الخضرى فى القمة (عن بولد)

والسداة أو الحرشفة السدائية ضامرة ، تتكون من عنق ينتهى بطرف منتفخ ، وتحمل كل سداة على سطحها السفلى كيسى لقاح (Pollen sacs) يماثلان الحوافظ الجرثومية الصغيرة فى النباتات الوعائية اللابذرية متباينة الجراثيم ، أو ما تعرف فى النباتات البذرية بحبوب اللقاح (Pollen grains). وتتحرر حبوب اللقاح عن طريق شق طولى يظهر فى كيس اللقاح فى منطقة تتميز خلاياها برقة جدرها ، ولكل حبة لقاح جناحان يعملان على مساعدتها فى الانتشار بوساطة الرياح .

(شكل ٢٦٠)



قطاع طولى فى المخروط الذكرى للصنوبر يبين : محور المخروط (م) ، سداة أو حرشفة سدائية (ح . س) ، كيس لقاح (ك . ل)

ويبدأ انقسام حبة اللقاح وهى ما زالت حبيسة داخل كيس اللقاح ، فتتميز عنـــد قاعدتها خليتان صغيرتان عدسيتا الشـــكل تعرفان بالخليتين الخضريتين (Vegetative cells) تمثلان نباتاً مشجياً ذكرياً ضامراً للغاية ، أما الخلية البـــاقية الكبيرة فتسمى بالخلية الأنثريدية (Antheridial cell) ، وتنتثر حبة اللقاح وهى على هذه الدرجة من الانقسام (شكل ٢٦٢ : ب) .

المخروط الأنثوى أو البويضى : يتكون المخروط البويضى من عدد من الأوراق الجرثومية الكبيرة — أو الكرابل (Carpels) — تنتظم على محوره فى ترتيب حلزونى (شكل ٢٦١ : ا) ، وتتميز كل كربلة (شكل ٢٦١ : ب) إلى حرشفة كبيرة علوية تعرف بالحرشفة البويضية (Ovuliferous scale) وأخرى صغيرة تقـــع بأسفلها وتعرف بالحرشفة القنابية (Bract scale) ، وتحمل كل حرشفة بويضية على سطحها العلوى بويضتين مقلوبتين (Inverted ovules) ، بمعنى أن فتحة النقير تتجه نحو محور المخروط .

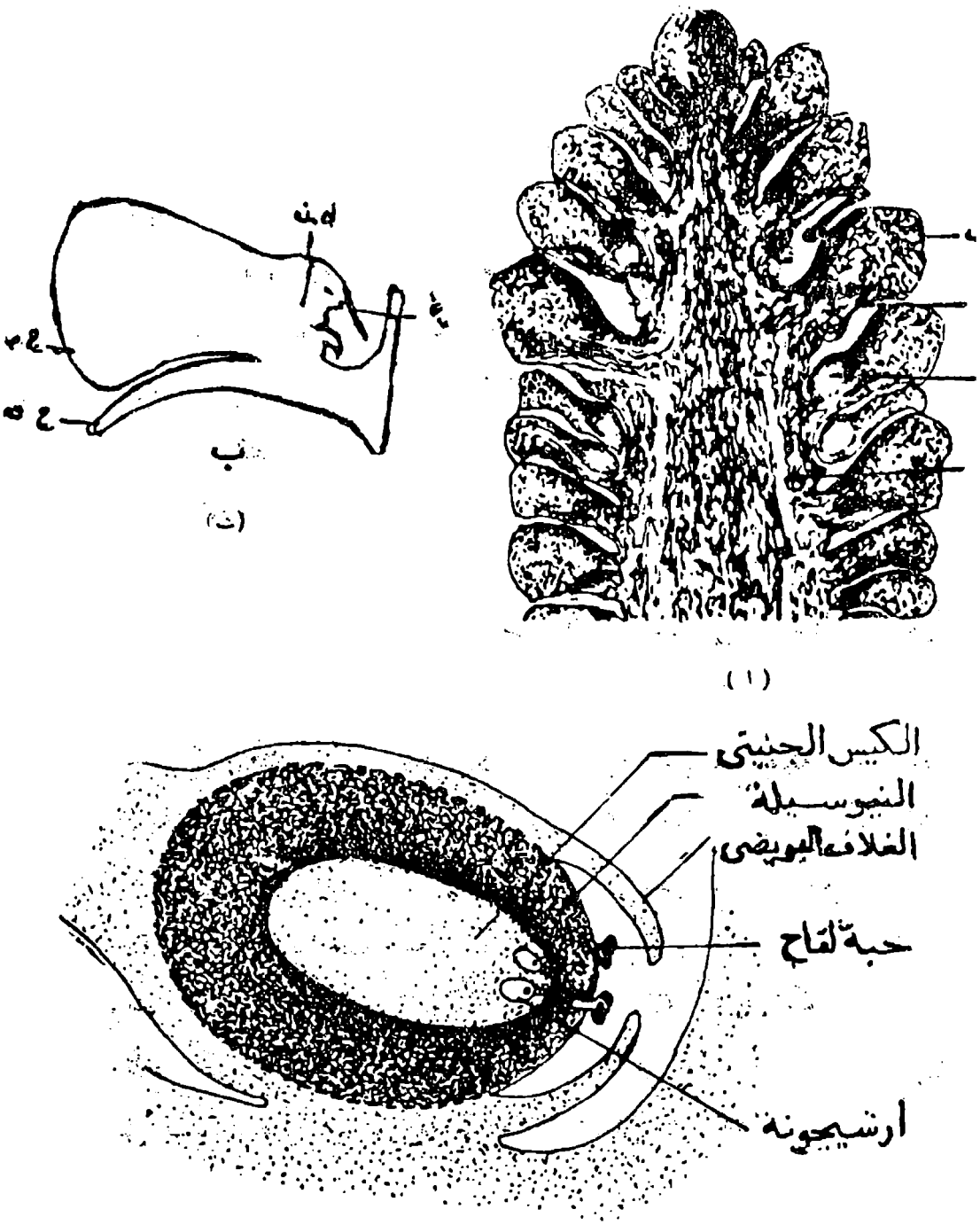
يبين قطاع طولى فى البويضة (شكل ٢٦١ : ج) التراكيب الآتية :

(١) كيس جنينى (Embryo sae) يتوسط البويضة وبداخله الثالوس الأولى الأنثوى (Female prothallus) ، تستقر الأرشيجونات عند طرفه المجاور لفتحة النقير ، ويتراوح عدد الأرشيجونات بين اثنتين وخمس حسب الأنواع .

(٢) تحيط بالكيس الجنينى النيوسيلة (Nucellus) والغلاف البويضى (Integument) ، ويلتحمان معاً على مدى امتداد البويضة فيما عـــدا الطرف الأمامى منها ، حيث يكون الجزء المنفصل من النيوسيلة تركيباً مخروطياً مميزاً .

(٣) يمتد الجزء المنفصل من الغلاف البويضى ليكون أنبوبة النقير (Micropyle) ، ويعد النقير فى البيضة بمثابة جهاز إضافى — بالنسبة للحافظة الجرثومية الكبيرة البتيرية — لاستقبال حبوب اللقاح ، وهو جهاز مستمد من الغلاف الإضافى للبويضة .

(شكل ٢٦١)



المخروط الأنثوى لنبات الصنوبر ويرى : (ا) قطاع طولى بين المحور (م) والحرشفة الغابية (ح . ف) والحرشفة البويضية (ح . ب) والبويضة (ب) ويمثل الشكل (ب) جزء مكبر من المخروط يظهر فيه الكيس الجنينى (ك . ن) والغلاف (غ) والحرشفة البويضية (ح . ب) والحرشفة الغابية (ح . ف) . أما شكل (ج) فيبين قطاع طولى فى البويضة

(٤) يتميز الغلاف البويضي داخلياً إلى ثلاث طبقات : طبقة وسيطة متحجرة تحيط بها طبقتان لحميتان ، إحداهما من الداخل والأخرى من الخارج.

التلقيح والإخصاب : يقصد بالتلقيح (Pollination) انتقال حبوب اللقاح من أكياس اللقاح إلى البويضات ، ويتم ذلك بوساطة الرياح ، ويكون المخروط البويضي الصغير على أتم أهبة التلقيح في باكورة تكوينه وبمجرد ظهوره من البرعم . وقبيل وقت التلقيح تأخذ الأجزاء الخارجية للحراشيف البويضية في الابتعاد عن بعضها البعض بدرجة طفيفة تهيئ فيما بينها شقوقاً تسمح لحبوب اللقاح — التي تحملها الرياح — أن تتخذ طريقها إلى داخل المخروط لتستقر عند فتحة النقير في البويضة ، وتفرز هذه الفتحة سائلا هلامياً تلتصق به حبوب اللقاح ، حتى إذا ما أخذ السائل الهلامي في الجفاف بالتدريج امتص معه حبوب اللقاح فتنفذ خلال فتحة النقير لتستقر عند طرف الجزء المنفصل من النيوسيلة . وبعد أن يتم التلقيح تأخذ الخلايا السطحية للحراشيف البويضية في الانقسام فتعمل على سد الفرج التي بين الحراشيف وانغلاق المخروط .

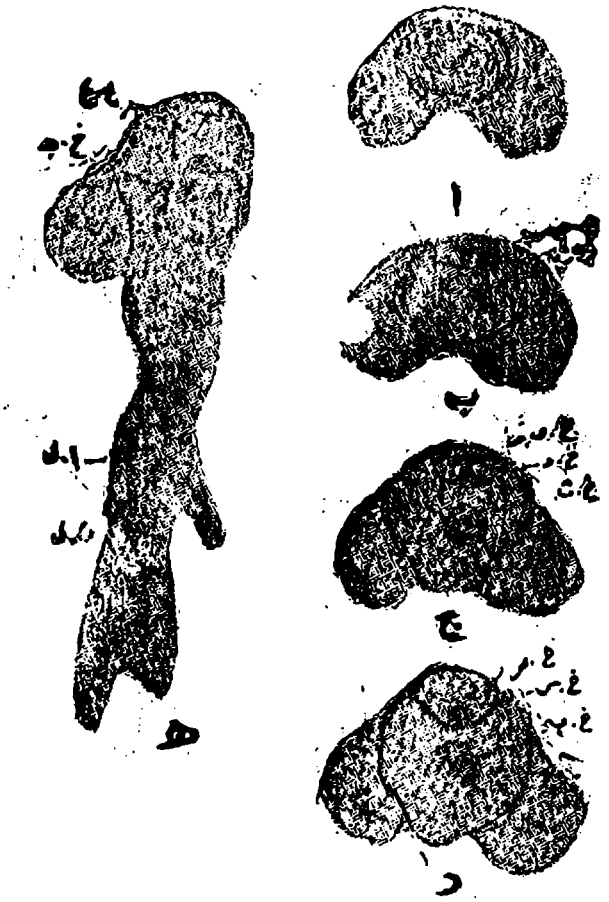
وتكون حبة اللقاح حينئذ مكونة من خلية أنثريدية وخليتين خضريتين (شكل ٢٦٢ : ج) ، تمثلان نباتاً مشيجياً ذكريا ضامراً ولا تلبثان أن تأخذا في الانحلال . أما الخلية الأنثريدية فتنقسم بجدار محيطي — موازٍ للسطح الخارجي لحبة اللقاح — إلى خلية وسطية تعرف بالخلية التناسلية (Generative cell) وأخرى خارجية تعرف بالخلية الأنبوبية (Tube cell) — كما في شكل (٢٦٢ : د) وتأخذ الخلية الأنبوبية في الاستطالة والامتداد داخل النيوسيلة (شكل ٢٦١ : ج) على هيئة أنبوبة تعرف بأنبوبة اللقاح (Pollen tube) ، تنتقل إليها نواة الخلية الأنبوبية .

ويقف إنبات حبة اللقاح عند هذه المرحلة ، وتستمر في حالة سكون لفترة طويلة قد تصل إلى حوالي عام ، وعند معاودة نشاطها تأخذ أنبوبة اللقاح في التعمق داخل النيوسيلة ، وتنقسم الخلية التناسلية (شكل ٢٦٢ : هـ) بجدار مستعرض إلى خلية قاعدية تعرف بالخلية العنقية (Stalk cell) وأخرى

كبيرة نسبياً تعرف بالخلية الجسدية (Body cell) ، وتنقسم الخلية الأخيرة بدورها إلى خليتين ذكريتين (Male cells) ، تختلفان حجما .

وتتحرر الأنوية من داخل خلاياها ، وتنتقل أنوية الخلايا الأنبوبية والعنقية والذكرية بالتتابع إلى طرف أنبوبة اللقاح ، وتواصل أنبوبة اللقاح نموها داخل النيوسيلة حتى تصل إلى عنق الأرشيجونة فتحطمها ويتمزق طرف أنبوبة

(شكل ٢٦٢)

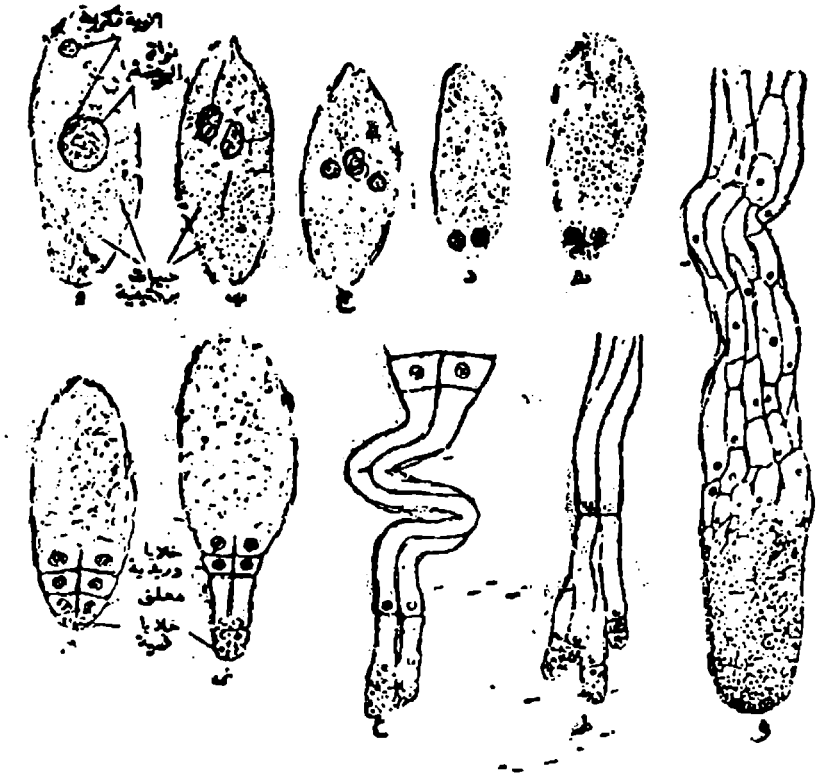


انقسام حبة اللقاح في الصنوبر وطريقة انباتها : (أ) حبة اللقاح وبرى على كل جانب منها كيس هوائى (ك . ه) ، (ب) انقسام الحبة إلى خلية خضرية (خ . ر) وخلية أنثريدية (خ . ن) ، (ج) ظهور خلية أخرى خضرية (د) أنقسام الخلية الانثريدية إلى خلية تناسلية (خ . س) وأخرى أنبوبية (خ . ب) ، (هـ) أنقسام الخلية التناسلية إلى خلية عنقية (خ . ع) ، وأخرى جسدية (خ . ج) وأستطالة الخلية الأنبوبية إلى أنبوبة اللقاح (ا . ل) تستقر نواتها (ن . ل) عند الطرف .

اللقاح لتفرغ كافة محتوياتها فى الأرشيجونة . وتنحل الأنوية الأنبوبية والعنقية وإحدى النواتين الذكريتين ، أما النواة الذكرية المتبقية فتتحد مع نواة البيضة لتكوين نواة اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية .

تكوين الجنين والبذرة : تنقسم نواة اللاقحة إلى ست عشرة نواة ، تنتظم فى أربع طبقات ، كل طبقة مكونة من أربع خلايا (شكل ٢٦٣) ؛ وتنشأ الأجنة (Embryoes) من الخلايا الأربع للطبقة الطرفية ، أما خلايا الطبقة تحت الطرفية فتكون المعلقات (Suspensors) ، وتعرف الطبقة الثالثة بالطبقة

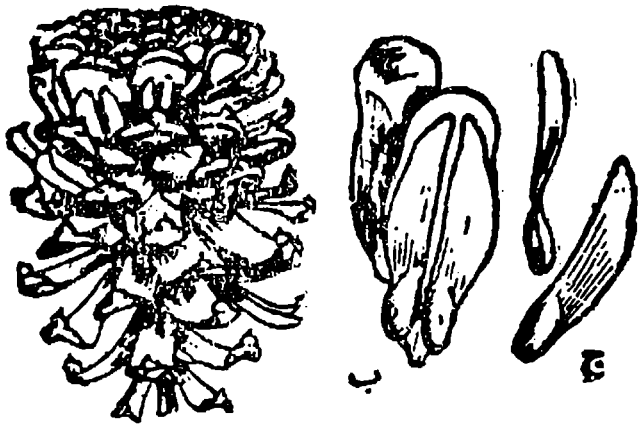
(شكل ٢٦٣)



لإحصاب وتكوين الجنين فى الستوبر : (أ) اندماج احدى النواتين الذكريتين مع نواة البيضة ، (ب) نواتان ناتجتان عن أنقسام نواة اللاقحة ، (ج) تكوين أربع أنوية نتيجة انقسام النواتين المتكونتين فى ب ، (د) انتقال الأربعة أنوية (لا يرى فى الشكل إلا اثنتان منها) إلى قاعدة البويضة ، (هـ) أنقسام الأربع أنوية الى ثمان ، تنتظم فى طابقين ، كل طابق يشمل أربع خلايا ، لا يرى الا اثنتان منها ، (ز — ح) استطالة خلايا المعلق وانقسام الخلايا القمية ، (ط) مرحلة متقدمة فى تكوين الأربعة اجنة ، (ك) جنين واحد يواصل النمو . اما الثلاثة الأخرى فيكون مآلها الاضمحلال (ع ح حميث)

الورىدية (Rosette tier) ، أما خلايا الطبقة الرابعة فتكون الخلايا الماصة (Haustorial cells) . وتأخذ المعلقات فى الاستطالة دافعة بالأجنة إلى أسفل داخل أنسجة الثالوس الأولى الأنثوى ، وتنفصل الخلايا المكونة للأجنة وقد تكون أربعة أجنة ، وتعرف مثل هذه الحالة بالتضاعف الجنينى (Polyembryony) ولكن لايصل منها عادة إلى مرتبة النضج سوى جنين واحد ، ولايلبث الجنين المتكون أن يتميز إلى ريشة وجذير (شكل ٢٦٥ : على اليسار) ويتراوح عدد الفلقات بين ثلاث وسبع عشرة حسب الأنواع ، أما الجزء المتبقى من الثالوس الأولى الأنثوى فيظل محيطا بالجنين لتكوين الإندوسبيرم . ويتصلب الغلاف البويضى ليكون غلاف البذرة أو القصرة (Testa) ، ويلتصق بالبذرة غشاء رقيق — مستمد من السطح العلوى للحرشفة البويضية — ليكون جناحا يساعد على انتشارها بوساطة الرياح (شكل ٢٦٤ : ب ، ج) .

(شكل ٢٦٤)

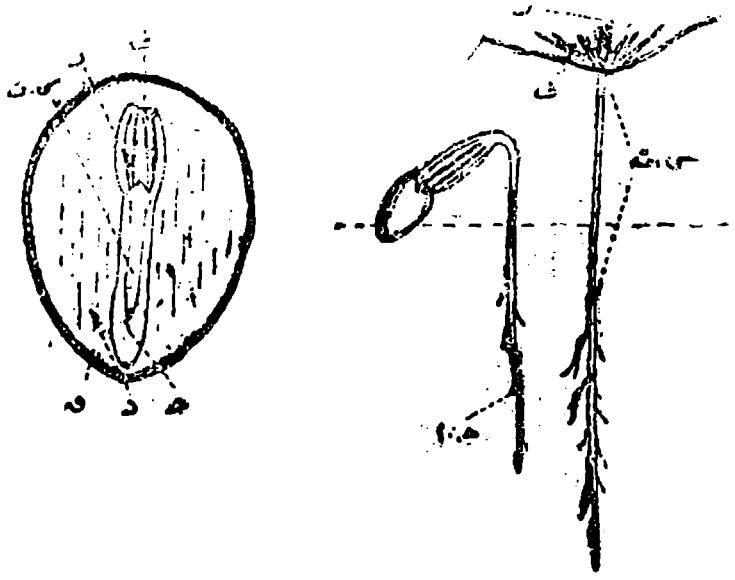


المخروط الأنثوى لنبات الصنوبر : (ا) بعد إتمام الإخصاب وتكوين البذور ، (ب) بقرتان تحولتان على الحرشفة البويضية ويلتصق بكل منها غشاء رقيق أو جناح ، (ج) الانفصال التام لكل بذرة مع الجناح

وبعد تكوين البذور يأخذ المخروط البويضى فى التضخم وتزداد الحراشيف البويضية حجما وتصبح صلبة خشبية (شكل ٢٦٤ : ا) ، أما الحراشيف القنابية فيكون من الصعب تميزها . وعندما تتهيأ للبذرة الظروف المناسبة للإنبات (شكل ٢٦٥ على اليمين) ينبثق الجذير من القصرة ويتعمق فى

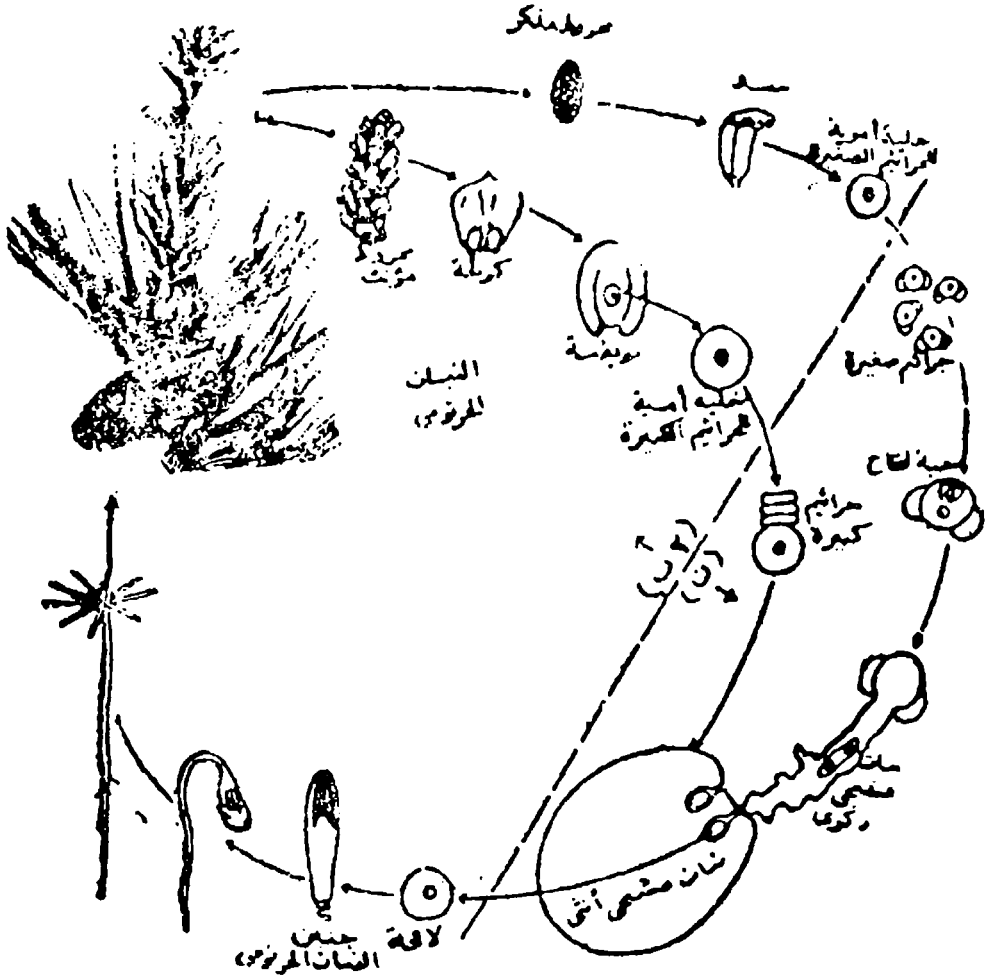
التربة ليعطى المجموع الجذرى ، ونأخذ السويقة تحت الفلقية (Hypocotyl) فى الاستطالة حاملة معها الفلقات والريشة فوق سطح الأرض ، وتتخذ الفلقات لوناً أخضر ، وعلى ذلك فالإنبات هوائى . ويبين (شكل ٢٦٦) ملخص دورة حياة نبات الصنوبر .

(شكل ٢٦٥)



التركيب الداخلى لبذرة الصنوبر وطريقة إنبات البذرة ، ويرى إلى اليسار قطاع طولى فى البذرة ، وإلى اليمين مرحلتان مختلفتان من مراحل الانبات الخوائى للبذرة : (ف) فلقة ، (ر) ريشة ، (س.ت) سويقة تحت فلقية ، (ج) جذير ، (د) إندوسبرم ، (ق) قصرة ، (ج . ا) جذر ابتدائى .

(شكل ٢٦٦)



بلغص دورة حياة نبات الصنوبر