الباب التاسع

قسم النباتات الزهرية

Division Anthophyta

تعرف نباتات هذا القسم أيضا بالنباتات كاسيات البذور وذلك لتكون بذورها داخل تركيبات خاصة مقفلة تعرف بالثمار . النباتات الزهرية هى أرقى النباتات الموجودة حاليا وتتميز بتكوينها لازهار واضحة، وأن الاوراق الجرثومية الكبيرة والتى تعرف فى هذا القسم بالكرابل carpels قد انطوت والتصقت حوافها طوليا . توجد البويضات فى داخل جزء من الكربلة أو الكرابل يعرف بالمبيض ovary ، وبعد الاخصاب تتحول البويضات الى بذور ويتحول جدار المبيض الى جدار الثمرة .

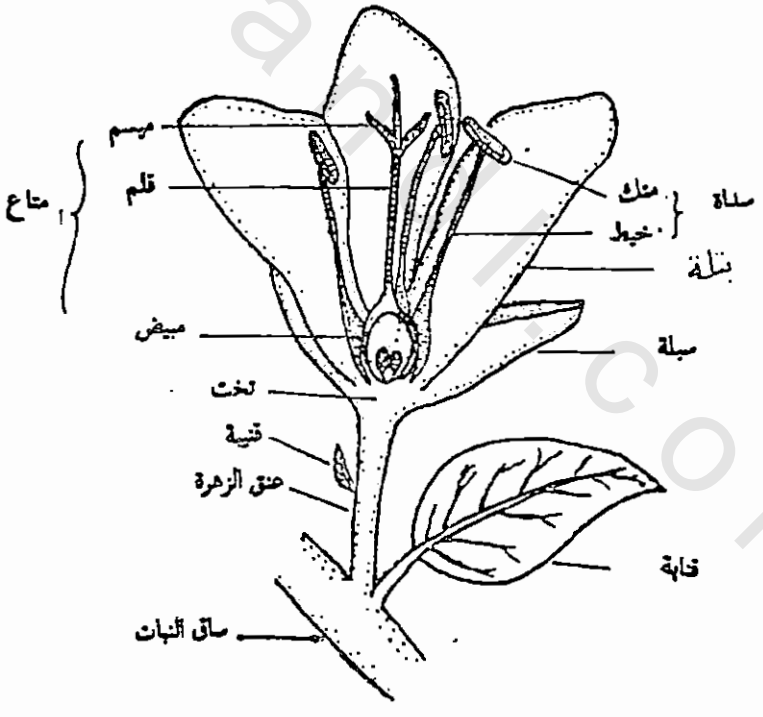
يختلف التركيب الكروموسومى لنسيج الاندوسبرم فى النباتات الزهرية عن النباتات عاريات البذور ، فهو فى النباتات الزهرية ثلاثى الاساس الكروموسومى فى حين أنه أحادى الاساس الكروموسومى فى النباتات عاريات البذور .

النباتات الزهرية هى أكثر النباتات انتشارا فى وقتنا الحاضر بعضها عشبى وبعضها شجيرى أو شجرى ، منها ما هو دائم الخضرة ومنها ما هو متساقط الاوراق .

اختلفت الآراء حول نشأة النباتات الزهرية ، فالبعض يفترض أنها نشأت من سرخسيات بذرية والبعض الآخر يعتقد أنها تطورت عن النباتات النيتية ، ويرجح الرأى الاخير التشابه الكبير بين النباتات الزهرية والنباتات النيتية من حيث احتواء أنسجة الخشب الثانوى فى كلا القسمين على أوعية الخشب ، كما أن وحدات المخروط فى النباتات النيتية تتكون من أزهار بدائية تحتوى على حراشيف تشبه أوراق الغلاف الزهرى فى بعض النباتات الزهرية .

مورفولوجيا الزهرة

الأزهار هى أعضاء النبات التى تحتوى على أعضاء التكاثر الجنسى . والزهرة عبارة عن ساق قصيرة متحورة للتكاثر الجنسى وتحمل أوراقا متخصصة (شكل ٨٢) . الزهرة قد تكون طرفية تنشأ عن تكشف برعم طرفى ، وقد تكون ابطية فتنشأ عن تكشف برعم ابطى . الزهرة الابطية تنشأ فى ابط ورقة تسمى قنابة bract . القنابة قد تشبه الاوراق العادية للنبات وقد تختلف عنها فى الشكل ، وهى تكون خضراء عادة كما فى زهرة نبات العايق وقد تكون ملونة كما فى أزهار نبات الجهنمية ، وقد تكون غائبة كما فى المنثور .



(شكل ٨٢) : رسم تخطيطى يبين أجزاء الزهرة

تتركب الزهرة من عنق pedicel اسطوانى عادة ينتفخ فى نهايته مكونا التخت receptacle . وقد يحمل العنق أوراقا صغيرة تعرف بالقنيبات bracteoles ويكون عددها عادة اثنين فى ذوات الفلقتين وواحدة فى ذوات الفلقة الواحدة . العنق قد يكون طويل كما فى المنتور او قصير كما فى حنك السبع ، وقد يكون غائبا فتسمى الزهرة جالسة sessile كما فى الجلاديولس .

التخت receptacle هو الجزء المنتفخ الذى يعلو عنق الزهرة والذى يحمل الاوراق الزهرية . والتخت عادة يكون قصير جدا ، وعقده متقاربة جدا . يصعب تمييز السلاميات فى غالبية الازهار ، وأحيانا يستطيل التخت فى السلامية بين الكأس والتويج مكونا ما يسمى بالحامل الزهرى anthophore كما فى بعض أزهار العائلة القرنفلية . قد يتضخم التخت بدرجة كبيرة كما فى أزهار الفراولة .

تحتوى كثير من الازهار على غدد رحيقية ، وهى غدد متخصصة لافراز الرحيق . والرحيق عبارة عن محلول سكرى له رائحة عطرية عادة . توجد الغدد الرحيقية على أجزاء معينة من الزهرة تختلف باختلاف الازهار ، فقد توجد على قرص أسفل المبيض كما فى الموالح ، وقد توجد فى جدار المبيض نفسه كما فى بعض أزهار العائلة الزنبقية أو على المبيض كما فى أزهار العائلة الخيمية ، وقد توجد أسفل الاسدية كما فى المنتور ، أو على الجزء السفلى من البتلات كما فى زهرة الشقيق . عادة يفرز الرحيق بكميات كبيرة وقد يخزن فى مواضع خاصة مثل الجيوب الموجودة فى الجزء السفلى للسبلات الجانبية لزهرة المنتور ، أو فى مهماز زهرة البنفسج.

المحيطات الزهرية

يوجد على تخت الزهرة المثالية أربعة محيطات زهرية ، محيطان خارجيان هما الكأس والتويج ، لا يدخلان مباشرة فى عمليتى التلقيح والاخصاب ولذلك يعتبران محيطان غير أساسيان وقد يسميان بالغلاف الزهرى ، ومحيطان داخليان هما الطلع والمتاع ، يدخلان مباشرة فى عملية التلقيح والاخصاب لذلك يعتبران محيطان أساسيان .

الكأس Calyx : هو المحيط الزهرى الخارجى ويتركب من أوراق صغيرة خضراء عادة تسمى سبلات sepals قد تكون السبلات ملونة كما فى أزهار السلفيا والعايق . السبلات قد تكون سائبة aposepaly كما فى أزهار المنتور وقد تكون ملتحمة symsepaly كما فى أزهار القطن . قد يسقط الكأس مبكرا بعد تفتح البرعم الزهرى كما فى زهرة الخشخاش وقد يستديم مع الثمرة كما فى زهرة الباذنجان . قد لا يوجد الكأس ويحل محله شعيرات أو زغب كما فى بعض أزهار نباتات العائلة المركبة وقد يكون على هيئة حرشفتين غشائيتين كما فى زهرة عباد الشمس .

وظيفة الكأس الرئيسية هى حماية الاجزاء الزهرية الاخرى فى البرعم الزهرى وعند بدء تفتح الزهرة . قد تكون للسبلات وظائف أخرى تختلف باختلاف الأزهار . فالسبلات الملونة كما فى السلفيا تعمل على جذب الحشرات ، وقد تنمو قاعدة الكأس لتكون حافظة تحوى الثمرة بداخلها بعد الاخصاب كما فى السكران *Hyoscyamus* ، وقد يساعد الكأس الزغبى أو الشعرى على انتشار الثمار كما فى بعض نباتات العائلة المركبة .

فى بعض الازهار يوجد خارج محيط الكأس محيط زهرى خامس يعرف بمحيط تحت الكأس epicalyx كما فى أزهار القطن والفراولة .

التويج Corolla : هو المحيط الذى يلى الكأس للداخل ويتركب من عدة أوراق ملونة تعرف عادة بالبتلات petals ، وعددها يساوى عدد السبلات فى معظم الازهار ، وتتبادل معها السبلات وهى قد تكون سائبة apopetaly كما فى أزهار العائلة الخبازية ، وقد تكون ملتحمة sympetaly كما فى أزهار العائلة الباذنجانية .

التويج له أشكال عديدة فقد يكون صليبى الشكل كما فى المنتور ، حيث يتكون من أربعة بتلات تنتظم على محورين متعامدين ، وقد يكون التويج فراشى كما فى البسلة وقد يكون شفوى كما فى العائلة الشفوية ، أو شعاعى كما فى الازهار الخارجية لنورة عبادة الشمس . أو أنبوبى كما فى الازهار الداخلية لنورة عباد الشمس أو قمعى كما فى زهرة البيتونيا أو مستدير حيث تكون الانبوبة التويجية قصيرة وجزئها العلوى مستدير ومفرطح كما فى الطماطم .

وظيفة التويج الاساسية هى جذب الحشرات بالوانه الزاهية ، وبذلك تعمل على اتمام عملية التلقيح ، كما يقوم التويج بحماية المحيطات الاساسية للزهرة من المؤثرات الخارجية .

فى معظم نباتات الفلقة الواحدة يتشابه المحيطان غير الاساسيان فيتكونان من أوراق ملونة أو غير ملونة . ويعرف المحيطان فى هذه الحالة بالغلاف الزهرى perianth وتعرف أوراقه بالتبلات tepals .

الطلع Androecium : هو عضو التذكير فى الزهرة ويوجد للداخل من محيط التويج ، وأوراقه تعرف بالاسدية stamens ، وعددها قد يساوى عدد البتلات وتتبادل معها وفى بعض الحالات تتبادل الاسدية مع محيط الكأس وتتقابل مع البتلات . الاسدية تكون عادة سائبة apoandry كما فى المنتور ، ولكن فى بعض الحالات تلتحم الاسدية synandry ، قد يحدث الالتحام فى المتك كما فى أزهار العائلة المركبة . تخرج الاسدية من التخت ، ولكن فى بعض الحالات تخرج الاسدية من البتلات ، وتوصف الاسدية فى هذه الحالة بأنها فوق بتلية epipetalous .

وتتكون السداة من خيط filament يحمل فى طرفه المتك anther وخيوط الاسدية قد تكون متفرعة كما فى أزهار الخروع وقد تكون غائبة كما فى بعض أزهار العائلة القلقاسية . ويتكون المتك عادة من فصين lobes وقد يتكون من فص واحد كما فى العائلة الخبازية ، يصل بين فصى المتك نسيج ضيق عادة يعرف بالموصل أو النسيج الضام connective tissue ، وقد يكون الموصل متضخما كما فى الزيزفون أو متطاولا كما فى السلفيا . يشتمل كل فص من فصى المتك على كيسين حبوب لقاح pollen sacs . ينفتح المتك بالانشقاق طوليا أو بالتثقيب .

تختلف طرق اتصال الخيط بالمتك تبعا للازهار ، فقد يتصل الخيط بظهر المتك على طوله ويسمى بالاتصال الظهرى كما فى المانوليا *Magnolia* ، أو يتصل الخيط بظهر المتك فى نقطة واحدة فيهتز المتك بسهولة بفعل الرياح ويسمى بالاتصال المتحرك كما فى أزهار العائلة النجيلية ، أو يتصل الخيط بقاعدة المتك اتصالا قاعديا كما فى الشقيق .

بعض الازهار لا تحتوى على محيط الطلع وتعرف بأنها أزهار مؤنثة . وظيفة الاسدية هى تكوين حبوب اللقاح .

المتاع Gynoecium : هو عضو التأنيث فى الزهرة وهو المحيط الداخلى ، ووحداته تسمى كرابل carpels . الكرابل تكون عادة ملتحمة syncarpy كما فى أزهار العائلة الخبازية ، وقد تكون الكرابل منفصلة apocarpy كما فى زهرة الفراولة .

تتكون الكربلة من مبيض ovary وقلم style وميسم stigma . المبيض هو الجزء القاعدى المنتفخ من الكربلة ، وفى حالة التحام الكرابل فان الجزء القاعدى المنتفخ من الكرابل الملتحمة تكون مبيضا واحدا يعلوه القلم فالميسم . وقد يحدث التحام الكرابل فى المبيض فقط وتبقى الاقلام والمياسم سائبة كما فى زهرة الكتان ، أو يحدث الالتحام فى المبيض والقلم وتبقى المياسم سائبة كما فى البلارجونيم أو يحدث الالتحام فى المبيض والقلم والميسم كما فى الموالح وفى حالتى الالتحام الاوليتان يستدل على عدد الكرابل بعدد الاقلام أو المياسم السائبة .

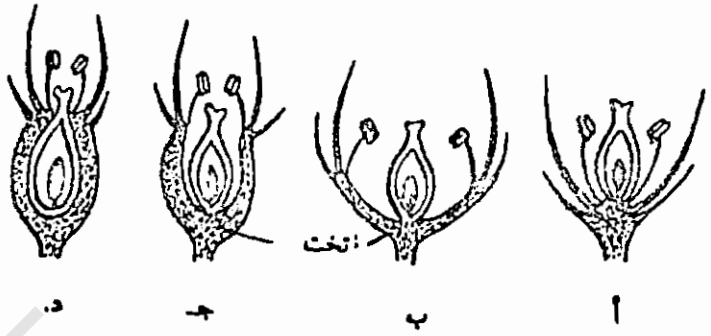
يختلف شكل الميسم فقد يكون كروى أو قرصى املسا لزجا ، وقد يكون وبريا وقد يكون ريشيا أو ذو نتوءات .

بعض الازهار لا تحتوى على محيط المتاع وتعرف بأنها أزهار مذكرة . وظيفة المتاع هو تكوين البويضات داخل المبيض واستقبال حبوب اللقاح على المياسم حيث تنبت وتنمو داخل القلم ، فتساعد على حدوث الاخصاب وتكوين البذور والثمار .

وضع المحيطات الزهرية على التخت

تختلف الازهار فى المستوى الذى تخرج منه الاوراق الزهرية على التخت ويوجد لذلك ثلاثة أوضاع كالآتى (شكل ٨٣) :

١ ــ زهرة سفلية Hypogynous : وفيها يكون التخت محدباأو مخروطيا ويحمل المتاع على قمته ، وتوجد باقى المحيطات الزهرية أسفله ، ولذلك يوصف المتاع بأنه علوى superior وذلك كما فى أزهار العائلة الباذنجانية



(شكل ٨٣) : قطاعات طولية فى أزهار تبين وضع المحيطات الزهرية المختلفة

(أ) زهرة سفلية (ب ، جـ) زهرة محيطية (د) زهرة علوية

٢ ــ **زهرة علوية Epigynous** : وفيها يكون التخت مقعر ويلتصق ويحيط بالمبيض احاطة تامة وتخرج المحيطات الزهرية الأخرى فى مستوى من التخت يعلو مستوى خروج المتاع ، ولذلك يوصف المتاع بأنه سفلى inferior كما فى أزهار العائلة القرعية .

٣ ــ **زهرة محيطية Perigynous** : وفيها يكون التخت مقعرا قليلا أو كثيرا ولكنه لا يلتصق بالمبيض وذلك كما فى أزهار العائلة البقولية والورد .

التربيع الزهرى Aestivation

التربيع الزهرى هو ترتيب وضع حواف السبلات أو البتلات بالنسبة لبعضها فى البرعم الزهرى ، وأنواع التربيع الزهرى كما يأتى (شكل ٨٤) :

١ ــ **ترتيب مصراعى Valvate** : وفيه تكون الاوراق الزهرية فى محيط دائرة واحدة وتتجاور حواف الاوراق دون تراكب ، كما فى بتلات الجزر وقد تنثنى الحواف قليلا للداخل فتسمى منثنية الحافة للداخل induplicate ، أو تنثنى قليلا للخارج فتسمى منثنية الحافة للخارج reduplicate .

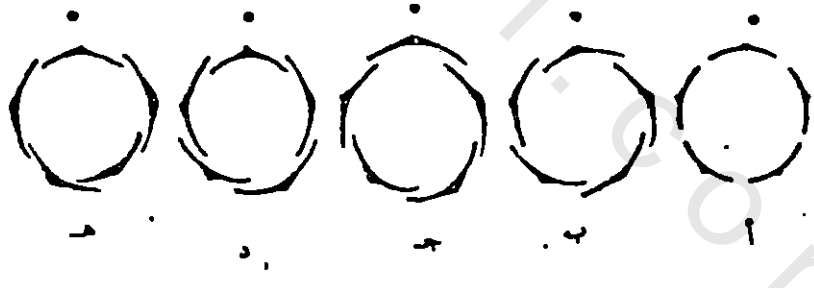
٢ ــ **ترتيب ملتف Contorted** : وفيه تكون الاوراق الزهرية مرتبة فى دائرة ، الا أن أحد حافتى كل ورقة زهرية تعلو حافة الورقة المجاورة ، بينما الحافة الاخرى

تعلوها حافة الورقة المجاورة ، أى أن جميع الاوراق الزهرية لها حافة خارجية وأخرى داخلية وذلك كما فى بتلات زهرة القطن . وقد يكون الالتفاف فى اتجاه عقرب الساعة وقد يكون فى عكس اتجاه عقرب الساعة .

٣ ــ **ترتيب متراكب Imbricate** : وفيه تكون احد الأوراق الزهرية فى المحيط الزهرى متراكبة فوق الورقتين المتجاورتين أى تعلو حافتيها أى خارجية ، وتكون احدى الاوراق داخلية بالنسبة للورقتين المتجاورتين وتكون باقى الاوراق ملتفة ، أى ذات حافة خارجية وأخرى داخلية .

ويوجد نوعان من الترتيب المتراكب ، تراكب تنازلى descending حيث تكون الورقة الزهرية الخلفية أى المواجهة للساق خارجية وذلك كما فى بتلات زهرة البسلة ، وتراكب تصاعدى ascending حيث تكون الورقة الزهرية الخلفية داخلية كما فى بتلات زهرة البوانسيانا . .

٤ ــ **الترتيب الكونسى Quincuncial** : وفيه يوجد فى المحيط الزهرى ورقتان زهريتان خارجيتان وورقتان زهريتان داخليتان والورقة الزهرية الاخرى ذات حافة خارجية وأخرى داخلية وذلك كما فى بتلات زهرة كاسيا *Cassia* .



(شكل ٨٤) : أنواع التربيع الزهرى

(أ) مصراعى . (ب) ملتف
(جـ) تراكب تنازلى . (د) تراكب تصاعدى .
(هـ) كونسى .

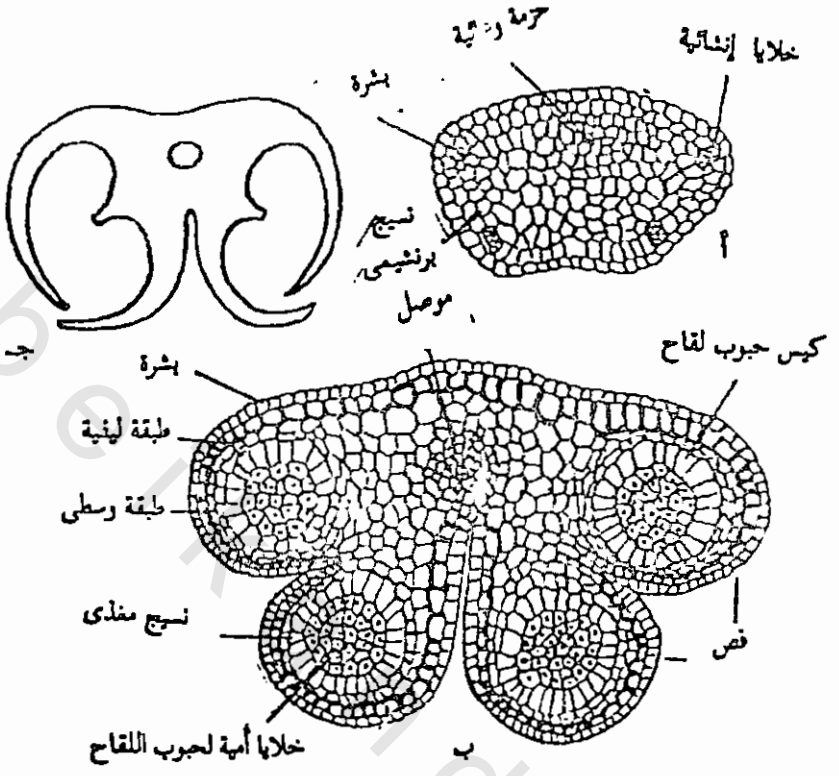
تكشف الاعضاء الجنسية

تعتبر الزهرة فرع نبات متحور ويحمل الاوراق الزهرية على عقده . الخلايا المرستيمية الموجودة فى قمة التخت تقل تدريجيا حتى تتحول كلية الى خلايا بالغة . عادة تتكون الحيطات الزهرية بالبرعم الزهرى فى تعاقب قمى أى يظهر الكأس أولا يليه التويج فالطلع فالمتاع .

تكشف المتك

يتكون المتك كنتوء صغير ذو أربعة أركان فى طرف الخيط . يتكون النتوء من بشرة للخارج يليها للداخل نسيج برنشيمى ، ويوجد قريب من المركز حزمة وعائية . يوجد فى كل ركن من أركان المتك تحت نسيج البشرة صف طولى أو أكثر من الخلايا الانشائية archesporium . تمتاز الخلية الانشائية بكبر حجمها وغزارة بروتوبلازمها وكبر نواتها (شكل ٨٥ أ) . تنقسم كل خلية من الخلايا الانشائية بجدار مواز للسطح فتتكون طبقتين من الخلايا ، وتكون الخارجية منها الخلايا الجدارية الابتدائية primary parietal cells وتكون الداخلية منها الخلايا الجرثومية الابتدائية Primary sporogenous cells . تنقسم الخلايا الجدارية الابتدائية عدة انقسامات بجدر موازية للسطح الخارجى مكونة جدار كيس حبوب اللقاح (جدار الكيس الجرثومى الصغير) . وتنقسم الخلايا الجرثومية عدة انقسامات ثم تذوب الصفائح الوسيطة لتكون الخلايا الامية لحبوب اللقاح pollen grains mother cells ، وأثناء ذلك تنقسم خلايا جدار كيس حبوب اللقاح بجدر عمودية ومائلة على السطح الخارجى لفصوص المتك لكى تحيط بالخلايا الأمية لحبوب اللقاح احاطة تامة . تنقسم كل خلية من الخلايا الامية لحبوب اللقاح انقساما اختزاليا لتكون مجموعة من أربعة خلايا أحادية الاساس الكروموسومى tetrad ، تنفصل كل خلية منها لتصبح حبة لقاح pollen grain .

بعمل قطاع عرضى فى متك ناضج نجد أنه يتكون من فصين يصل بينهما موصل وبكل فص كيسين لحبوب اللقاح ، ويتكون كل كيس من جدار يحيط بحبوب اللقاح . ويتكون جدار كيس حبوب اللقاح من ثلاثة طبقات ، الطبقة الخارجية تعرف بالطبقة الليفية fiberous layer ، والطبقة الوسطى تعرف بالطبقة



(شكل ٨٥) : خطوات تكشف المتك

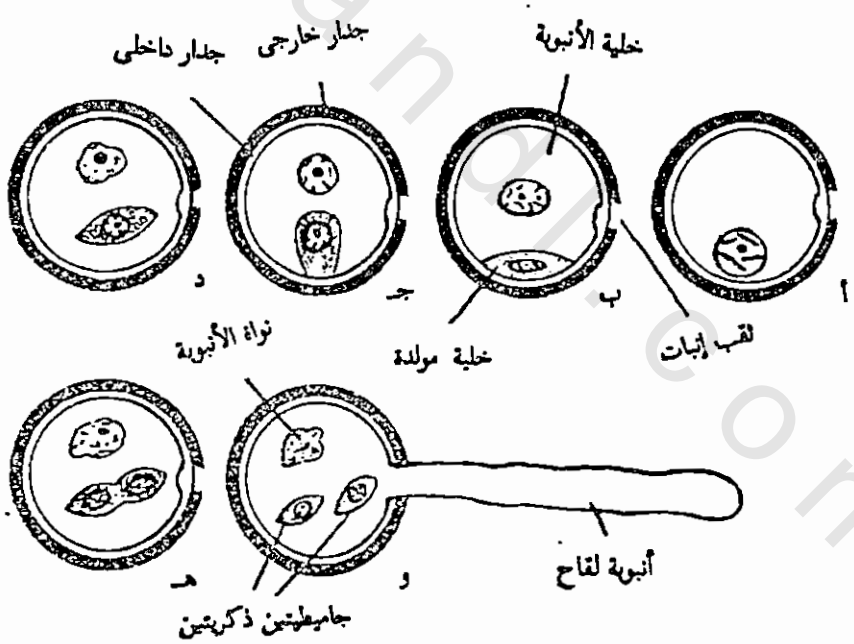
(أ) قطاع عرضى فى بدائى متك .
(ب) قطاع عرضى فى متك قبل تمام النضج .
(جـ) قطاع عرضى تخطيطى فى متك بعد إنتثار اللقاح .

الوسطى middle layer ، والطبقة الداخلية تعرف بطبقة النسيج المغذى (شكل ٨٥ ب) . تستهلك الطبقة المغذية أثناء تكوين حبوب اللقاح ونموها ، تحتوى حبة اللقاح وهى صغيرة على فجوة عصارية كبيرة وسطية ، وعند النضج تكبر النواة ويصبح السيتوبلازم أكثر كثافة ويزداد فى الحجم ويشغل مكان الفجوة العصارية . وتحتوى حبة اللقاح الناضجة على كمية كبيرة من النشا ، الا أنه فى بعض النباتات تحتوى حبة اللقاح على مواد دهنية بدلا من النشا .

حبة اللقاح لها جدارين ، يوجد بحبوب اللقاح ثقوب الانبات . وفى أماكن

ثقوب الانبات لا يوجد جدار خارجى وأحيانا توجد الطبقة الداخلية فى الجدار الخارجى ، أما الجدار الداخلى فيصبح أكثر غلظا ويحتوى عادة فى هذه الاماكن على مادة الكالوس .

تحتوى حبة اللقاح على نواة واحدة أحادية الاساس الكروموسومى ، تنقسم عادة قبل انطلاقها لتتكون خليتين لا يفصل بينهما جدار ، خلية كبيرة هى الخلية الخضرية التى تعرف بخلية الأنبوبة tube وخلية صغيرة هى خلية مولدة generative ، تنفصل الخلية المولدة عن جدار حبة اللقاح وتبقى فى سيتوبلازم الخلية الخضرية ، ويصبح شكلها بيضاوى أو عدسى . تنقسم الخلية المولدة لتكون جاميطتين ذكريتين ، الجاميطة عبارة عن خلية بدون جدار عادة وقد تكون نواة فقط ، ويحدث ذلك أحيانا قبل تفتح المتك وأحيانا لا يحدث الا عند الانبات وتكوين أنبوبة اللقاح . بهذا نجد أن النبات الجاميطى المذكر قد اختزل الى جاميطتين ذكريتين وخلية خضرية بها نواة الانبوبة (شكل ٨٦) .



(شكل ٨٦) قطاعات فى حبة اللقاح تبين خطوات تكوين الجاميطات الذكرية وحدوث الانبات

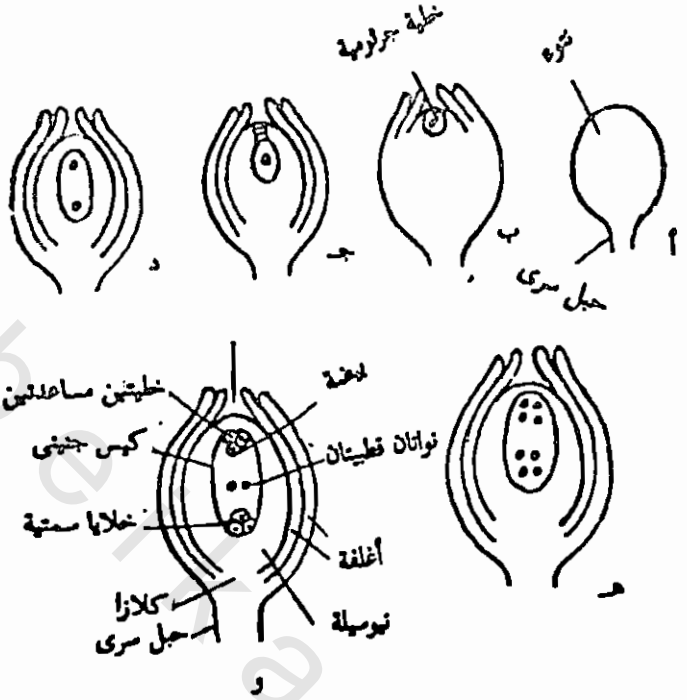
عند انبات حبة اللقاح يمتص الجدار الداخلى الماء ويكبر فى الحجم ، وتتمزق الطبقة الداخلية للجدار الخارجى ان وجدت ويبرز الجدار الداخلى على هيئة أنبوبة لقاح . وأثناء ذلك يتحلل النشا الموجود بحبة اللقاح فيرتفع الضغط الاسموزى فى أنبوبة اللقاح .

يختلف شكل حبوب اللقاح حسب النباتات فمنها الكروى والبيضاوى والمضلع والمستطيل ، كذلك تختلف أحجام حبوب اللقاح كثيرا كما يختلف شكل نتوءات الجدار الخارجى . يختلف عدد ثقوب الانبات ، فعادة تحتوى حبوب اللقاح فى النباتات ذات الفلقة الواحدة على ثقب واحد ، بينما تحتوى حبوب اللقاح فى النباتات ذات الفلقتين عادة على ثلاثة ثقوب أو أكثر .

بعد تمام نضج المتك تبدأ أكياسه فى التفتح فتفقد الطبقة الليفية بعض مائها فيتجعد الجدار الخارجى لكل خلية من خلاياها ، وجدر خلايا هذه الطبقة مغلظة الجدر الداخلية والقطرية ورقيقة الجدر الخارجية ، ولهذا فان الجدر الخارجية هى أكثرها تأثرا بفقد الماء ، وأكثرها انحناء للداخل . ونتيجة لجفاف جميع خلايا الطبقة الليفية لاكياس حبوب اللقاح يفتح المتك ، وينفتح المتك فى منطقة خلاياها رقيقة الجدر ، وفى كثير من النباتات يفتح المتك بشكل شق طويل أو بشكل ثقوب أو مصاريع (شكل ٨٥ جـ) .

تكشف البويضات

تنشأ البويضات ovules بداخل المبيض، ويسمى مكان خروج البويضة من جدار المبيض بالمشيمة placenta ، ويمتد من المشيمة نمو اسطوانى عادة يعرف بالحبل السرى funicle ليحمل فى طرفه البويضة . يعرف جسم البويضة بالنيوسيلة nucellus ويتكون فى المبدأ من خلايا برنشيمية متشابهة ، ثم تغلف النيوسيلة بغلاف أو بغلافين يحيطان بها احاطة تامة الا فى جزء طرفى حيث تبقى فتحة ضيقة تسمى النقير micropyle . وتعمل الاغلفة على حفظ النيوسيلة وحمايتها كما تقوم بمدها بالغذاء اللازم . والجزء المقابل للنقير أسفل النيوسيلة يسمى بالكلازا chalaza (شكل ٨٧ و) .



(شكل ٨٧) : خطوات تكشف البويضة تبعا قطاعات طولية

فى طور مبكر من أطوار تكوين النيوسيلة تكبر خلية تحت البشرة فى قمة نسيج النيوسيلة ومقابلة للنقير ، كما تكبر نواة تلك الخلية ويكثف سيتوبلازمها وتسمى بالخلية الجرثومية أو بالخلية الامية للكيس الجنينى ، تنقسم الخلية الامية انقساما اختزاليا لتعطى صف من أربع خلايا أحادية الاساس الكروموسومى (شكل ٨٧ أ ـ جـ) .

تتحلل الثلاث خلايا الخارجية وتبقى الداخلية التى تكبر فى الحجم وتعرف بالجرثومة الكبيرة megaspore . تنمو الجرثومة الكبيرة متغذية على الثلاث خلايا المتحللة وعلى نسيج النيوسيلة وتصبح الكيس الجنينى embryo sac . تنقسم نواة الكيس الجنينى انقساما غير مباشر الى نواتين . تتجه كل نواة الى أحد قطبى الخلية (شكل ٨٧ د) ، ثم تنقسم كل نواة انقساما غير مباشر مرتان لتكون أربع نوايات أحادية الاساس الكروموسومى . تتحرك نواة من كل مجموعة الى مركز الكيس الجنينى ، بذلك يكون بالكيس الجنينى ثمانى نوايات ثلاث منها عند كل

قطب واثنتان فى المركز ، ويعتبر الكيس الجنينى ذو النوايات الثمانية هو النبات الجاميطى المؤنث . تحاط كل من الثلاث نوايات الموجودة ناحية النقير بجزء من السيتوبلازم وبذلك تصبح كل منهم خلية عارية ، الوسطى منهما أكبر حجما وتوجد للداخل قليلا تعرف بالبيضة egg والخليتان الأخرتان تلاصقان جدار الكيس الجنينى وتعرفان بالخليتين المساعدتين synergid cells . وتحاط الثلاث نوايات ناحية الكلازا بسيتوبلازم وتصبح خلايا تعرف بالخلايا السمتية antipodal cells ، وهى عادة عديمة الجدر . تتحد النواتان الموجودتان فى مركز الكيس الجنينى واللتان تعرفان بالنواتين القطبيتين polar nuclei ليكونا نواة واحدة ثنائية الاساس الكروموسومى تعرف بنواة الاندوسبرم الاولية (شكل ٨٧ هـ ، و) .

أنواع البويضات .

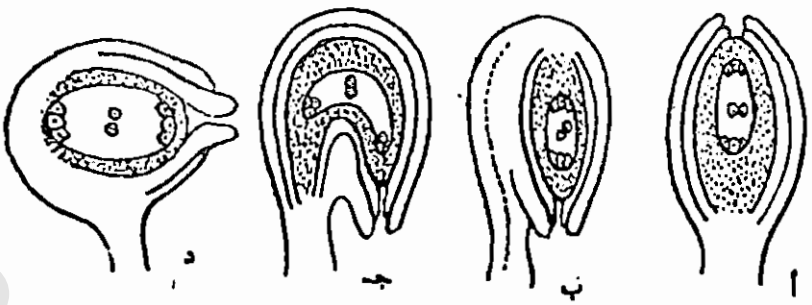
توجد أنواع مختلفة من البويضات تختلف فى درجة انتظام شكل البويضة وفى وضعها بالنسبة للحبل السرى ، ومن أهم أنواعها ما يأتى (شكل ٨٨) .

١ ــ **مستقيمة Orthotropous** : وفيها تكون البويضة وحيدة التناظر وتكون فتحة النقير بعيدا عن المشيمة والكلازا ناحية المشيمة ، أى أن النقير والكلازا والحبل السرى والمشيمة على استقامة واحدة كما فى الحميض .

٢ ــ **منعكسة Anatropous** : وفيها تكون البويضة وحيدة التناظر ، الا أنها معكوسة الوضع فتكون الكلازا بعيدة عن المشيمة ويكون النقير ناحية المشيمة ، ويحدث ذلك نتيجة انحناء البويضة أثناء نموها والتصاق الحبل السرى بجزء كبير من جانب البويضة ، ويعرف مكان التصاق الحبل السرى بالبويضة بالرافى raphe وذلك كما فى غالبية النباتات الزهرية ومنها الخروع .

٣ ــ **أفقية Amphitropous** : وفيها تكون البويضة وحيدة التناظر ، الا أنها منقلبة الوضع جزئيا فتكون عمودية على الحبل السرى كما فى لسان الحمل .

٤ ــ **كلوية Campylotropous** : وفيها تكون البويضة غير متناظرة كلوية الشكل ، ويصبح النقير والكلازا متقاربين كما فى الفول والبسلة .



(شكل ٨٨) : أنواع البويضات تبينها قطاعات طولية

(أ) بويضة مستقيمة . (ب) بويضة منعكسة .

(جـ) بويضة كلوية . (د) بويضة أفقية .

الوضع المشيمى Placentation

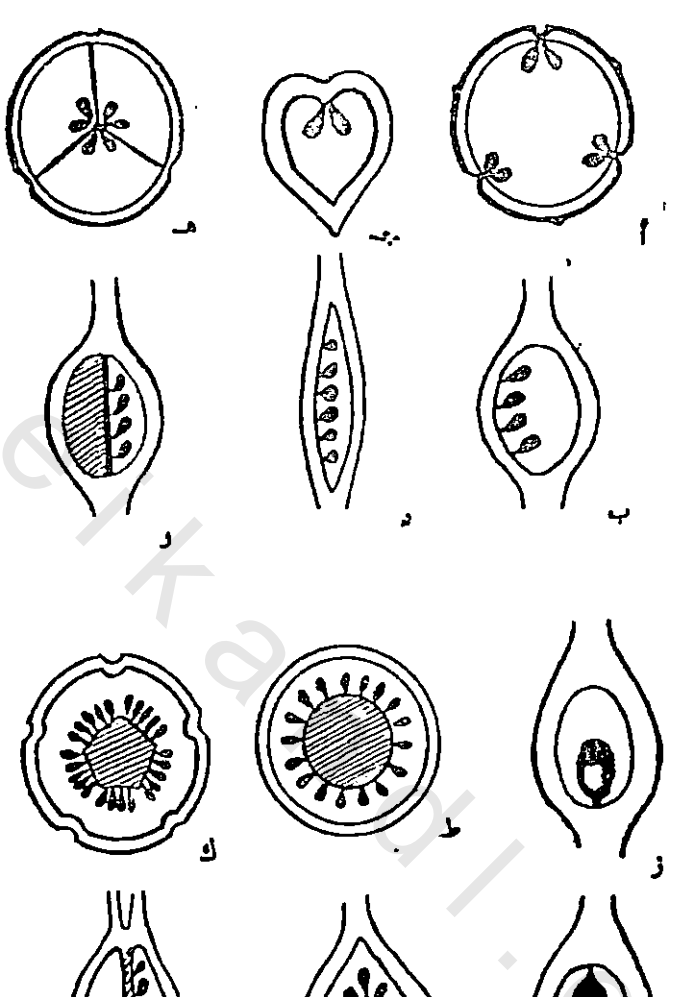
الوضع المشيمى هو كيفية اتصال البويضات بجدار المبيض . والأوضاع المشيمية المعروفة هى (شكل ٨٩) :

١ ــ **وضع مشيمى حافى Marginal** : وفيه يتكون المبيض من كربلة واحدة ، وتخرج البويضات من التدريز البطنى central suture أى من مكان التحام حافتى الكربلة ، كما فى العائلة البقولية .

٢ ــ **وضع مشيمى قاعدى Basal** : وفيه يتكون المبيض من كربلة واحدة أو أكثر وتخرج من قاعدة المبيض بويضة واحدة عادة ، وقد تخرج أكثر من بويضة ، وذلك كما فى زهرة عباد الشمس .

٣ ــ **وضع مشيمى قمى Apical** : وفيه يتكون المبيض من كربلة واحدة أو أكثر.وتخرج من قمة المبيض بويضة واحدة عادة ، وأحيانا أكثر وذلك كما فى أزهار العائلة الخيمية . .

٤ ــ **وضع مشيمى جدارى Parietal** : وفيه يتكون المبيض من أكثر من كربلة التحمت حوافها مكونة مبيض به حجرة واحدة ، وتخرج البويضات من مكان تلاصق حواف الكرابل ، ويكون عدد صفوف المشايم مساويا لعدد الكرابل ، وذلك كما فى أزهار العائلة الصليبية .



(شكل ٨٩) : أنواع الأوضاع المشيمية

١ ــ قطاعات عرضية وطولية على التوالى فى المبيض وهى (أ ، ب) وضع مشيمى جدارى ، (جـ ، د) وضع مشيمى حافى (هـ ، و) وضع محورى ، (ط ، ى) وضع مشيمى مركزى سائبة (ك ، ل) وضع مشيمى مركزى .

٢ ــ قطاع طولى بين وضع مشيمى قاعدى (ز) ووضع مشيمى قمى (ح)

٥ - وضع مشيمي محوري Axile : وفيه يتكون المبيض من أكثر من كربلة واحدة التحمت حوافها فى مركز المبيض ، وبذلك يكون مقسم الى غرف عددها يساوى عدد الكرابل، تخرج البويضات من مكان تلاصق حواف الكرابل فى المركز ، وذلك كما فى أزهار العائلة الزنبقية .

٦ ــ وضع مشيمي مركزي Central : ويشبه الوضع المشيمى المحورى الا أن حواف الكرابل تتمزق ويبقى محور وسطى يصل المبيض من أعلى الى أسفل ، وتخرج البويضات من المحور الوسطى وذلك كما فى القرنفل .

٧ ــ وضع مشيمي مركزي سائب Free central : وفيه يتكون المبيض من أكثر من كربلة غير مقسمة الى غرف ، وينمو من قاعدة المبيض محور مركزى ينمو الى أعلى ولا يصل الى قمة المبيض ، ويتكون المحور من جزء من الكرابل وجزء من عنق أو تخت الزهرة . يحمل المحور المركزى البويضات على سطحه ، وذلك كما فى زهرة الربيع .

النـــورات Inflorescences

الازهار قد تتكون منفردة طرفيا فى نهاية الافرع كما فى زهرة التيوليب أو جانبيا فى آباط الاوراق كما فى البيتونيا . وكثيرا ما تتكون أكثر من زهرة فى مجموعة واحدة تسمى نورة . وتتركب النورة من ساق يسمى محور النورة أو شمراخ النورة peduncle ، وتخرج الازهار على جوانب الشمراخ فى آباط قنابات عادة .

تقسم النورات تبعا لطبيعة شمراخ النورة ونوع برعمه الطرفى وطريقة تفريعه وتوزيع الازهار عليه ووجود أعناق الازهار وطبيعة نموها ، وذلك كما يأتى (شكل ٩٠) .

أولا ــ نورات غير محدودة Raceme

يمتاز هذا النوع من النورات بأن الشمراخ ينتهى نموه الطرفى ببرعم نشط يستمر فى النمو معطيا ازهارا أو أفرعا زهرية على جوانبه ، وبأن الازهار المتكونة عليه تنفتح من أسفل الى أعلى ، وفى حالة قصر الشمراخ الزهرى وتقارب عقده كثيرا فتكون الازهار الاصغر سنا للداخل ، ويكون تفتح الازهار من الخارج للداخل .

ومن أنواعها ما يأتى :

(أ) نورات غير محدودة بسيطة Simple raceme

وفيها لا يتفرع المحور الاصلى للنورة وتحمل الازهار عليه ، ومن أنواعها ما يأتى :

١ ــ العنقودية Raceme : يستطيل محور النورة ويحمل أزهارا معنقة فى تتابع قمى كما فى نورة حنك السبع والمنتور .

٢ ــ المشطية Corymb : يستطيل محور النورة ويحمل أزهارا معنقة الا أن أعناق الازهار السفلى تكون أكثر طولا من أزهار الاعناق العليا وتظهر الازهار كلها فى مستوى واحد تقريبا كما فى نورة الايبرس *Iberis* .

٣ ــ السنبلية Spike : يستطيل محور النورة ويحمل أزهارا جالسة كما فى نورة الجلاديولس .

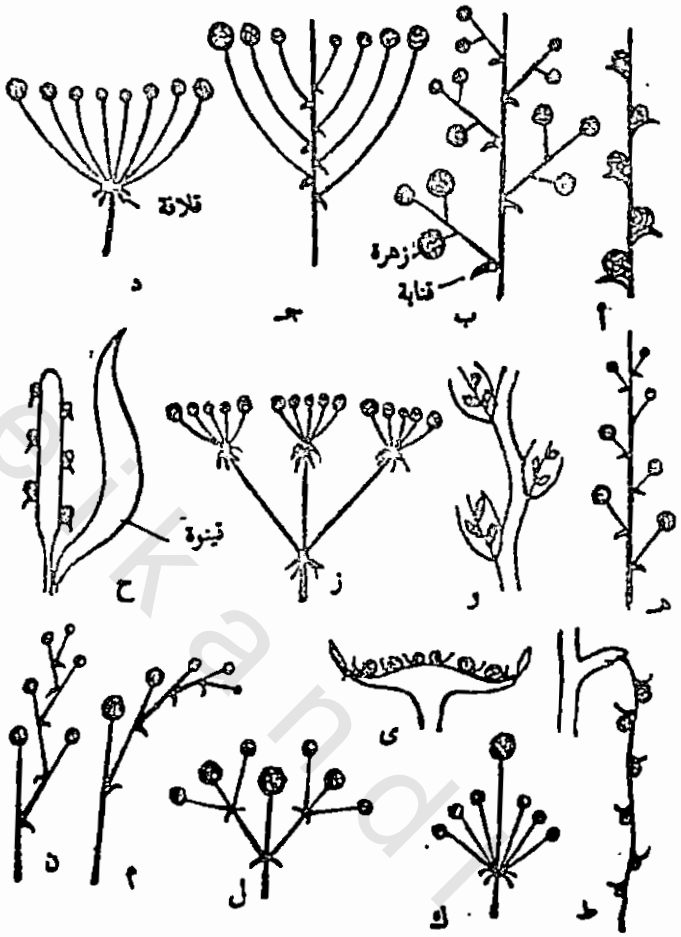
٤ ــ الهرية Catkin : تشبه السنبلة وقد تكون الازهار معنقة الا أن الازهار وحيدة الجنس وتظهر النورة مدلاه الى أسفل كما فى نورات التوت والصفصاف .

٥ ــ الخيمية Umbel : محور النورة قصير جدا وتخرج الازهار ذات الاعناق المتساوية تقريبا من عقد المحور المتقاربة جدا فتظهر الازهار فى مستوى واحد كما فى نورة الكريز .

٦ ــ الهامة Capitulum : محور النورة قصير مفلطح أو مقعر أو محدب ويحمل الازهار الجالسة عادة على سطحه ، وتوجد الازهار الصغيرة السن فى المركز وتتدرج فى الكبر ناحية الخارج . وتحاط النورة من الخارج بقنابات عديدة تسمى قلافة involucre ، كما فى نورة عباد الشمس .

٧ ــ الرأس Head : محور النورة كروى ويحمل أزهارا جالسة عادة كما فى نورة الفتنة . ويعتبر الكثير أن هذه النورة هامة .

٨ ــ الاغريضية Spadix : تشبه السنبلية الا أن محور النورة متشحم ويحمل أزهارا جالسة وحيدة الجنس عادة ويغلف محور النورة بورقة قنابية كبيرة قد تكون



(شكل ٩٠) : أنواع النورات

(أ) سنبلة .
(جـ) مشطية .
(هـ) عنقودية .
(ز) خيمية مركبة .
(ط) هرية .
(ك) محدودة عديدة الشعب
(م) محدودة الشعبة قوقعية

(ب) عنقودية مركبة .
(د) خيمية .
(و) سنبلة مركبة .
(ح) أغريضية
(ى) هامة
(ل) محدودة ثنائية الشعب
(ن) محدودة وحيدة الشعبة عقربية .

ملونة وتعرف بالقينوة spathe ، وذلك كما فى نورات القلقاس والكنا .

٩ ــ التينية Syconium : محور النورة شحمى متضخم مجوف يحمل الازهار الوحيدة الجنس عادة بداخله كما فى نورات التين والجميز .

(ب) نورات غير محدودة مركبة Compound raceme

وفيها يتفرع محور النورة الاصلى وتحمل الازهار على الافرع الجانبية فتعتبر الافرع نورات بسيطة ، وقد تتفرع الافرع الجانبية فتعتبر هذه نورات مركبة . تختلف النورات غير المحدودة المركبة فى مدى وطريقة تفريعها وفى نوع النورات البسيطة التى تكون أفرعها ، وذلك كما يأتى :

١ ــ **عنقودية مركبة** : وتكون النورات الجانبية عنقودية بسيطة كما فى نورة الرتم *Retama* .

٢ ــ **دالية panicle** : تشبه العنقودية المركبة الا أن الفروع الجانبية تكون مدلاة كما فى الزمير . ويعتبر الكثير أن هذه النورة عنقودية مركبة .

٣ ــ **خيمية مركبة** : وتكون النورات الجانبية خيمية بسيطة وتحاط النورة بقلافة مثل الخلة والينسون .

٤ ــ **مشطية مركبة** : وتكون النورات الجانبية مشطية بسيطة مثل نورة هيدرانجيا *Hydrangea*

٥ ــ **سنبلية مركبة** : وتكون النورات الجانبية سنبلية بسيطة كما فى سنبلة القمح .

٦ ــ **أغريضية مركبة** : ويكون محور النورة الرئيسى متضخم ويحمل نورات بسيطة أزهارها جالسة وحيدة الجنس عادة ، وتغلف النورة بأكملها بقينوة كما فى نورة نخيل البلح .

ثانيا ــ نورات محدودة

وفيها ينتهى نمو محور النورة بزهرة ثم تخرج من أسفلها زهرة أو أكثر ولذلك تكون الزهرة المحددة لمحور النورة هى الاكبر سنا . وأنواعها ما يأتى :

١ ــ وحيدة الشعبة Monochasium : ينتهى محور النورة بزهرة ثم يخرج من محور النورة أسفل الزهرة زهرة أخرى من أبط قنابة عادة وهكذا يمكن أن يتكرر خروج أزهار عديدة . واذا كان خروج الازهار كلها من جهة واحدة فتسمى النورة قوقعية helicoid كما فى كثير من نباتات العائلة البوراجينية Boraginaceae واذا كان خروج الازهار من جهتين مختلفتين فتسمى النورة عقربية scorpioid كما فى نورة الفريزيا *Fressia* . وكثيرا ما يتكون فى الحالتين السابقتين محور كاذب حيث أن المحور يتحدد بزهرة ثم ينمو برعم مقابل للزهرة وينمو لمسافة ما ثم يتحدد بزهرة وهكذا ، فيتكون نتيجة لذلك محور كاذب .

ويمكن تمييز المحور الكاذب عن المحور الصادق بسهولة اذا وجدت القنابات ، ففى المحور الكاذب القنابات مواجهة للازهار وفى المحور الصادق تنشأ الازهار فى آباط القنابات .

٢ ــ ثنائية الشعبة Dichasium : ينتهى محور النورة بزهرة ، ويوجد على عقدة محور النورة أسفلها قنابتان عادة يتكون فى أبط كل منها زهرة ، وهكذا يتكرر ذلك كما فى نورة جيبسوفيلا *Gypsophila* .

٣ ــ عديدة الشعب Polychasium : ينتهى محور النورة بزهرة ثم يخرج من العقدة أسفلها أكثر من قنابتين يتكون فى أبط كل منها زهرة وقد لا توجد قنابات كما فى نورة الكافور . وتختلف عن الخيمية بأن الازهار الكبيرة فى الداخل والصغيرة فى الخارج .

ثالثا ــ نورات مختلطة Mixed

هى نورات مركبة يتفرع فيها المحور الاصلى تفرعا محدودا ، بينما تتفرع المحاور الجانبية تفرعا غير محدود أو يحدث العكس . ففى العنب يكون التفرع الاصلى عنقوديا بينما تكون الافرع الجانبية محدودة النمو .

التلقيح والاخصاب

التلقيح Pollination

التلقيح هو انتقال حبوب اللقاح من المتك الى المياسم . والتلقيح قد يكون ذاتيا self pollination وقد يكون خلطيا cross pollination . فالتلقيح الذاتى هو انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم نفس الزهرة أو زهرة أخرى على نفس النبات . أما التلقيح الخلطى فهو انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة الى ميسم زهرة أخرى على نبات آخر من نفس الصنف أو النوع أو من نوع آخر مقارب أو من جنس آخر متوافق معه .

يرجع أسباب حدوث التلقيح الخلطى الى عديد من الاسباب من أهمها ما يأتى :

١ ــ الازهار وحيدة الجنس والنبات ثنائى المسكن ، أى أن الازهار المذكرة تحمل على نبات والازهار المؤنثة تحمل على نبات آخر كما فى النخيل .

٢ ــ اختلاف أطوال الاسدية والاقلام فى الزهرة الواحدة فيصعب انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة الى ميسم نفس الزهرة كما فى زهرة البانسيه *Viola tricolor* حيث يكون مستوى الميسم أعلى من مستوى المتك .

٣ ــ اختلاف مواعيد نضج المياسم والمتك dichogamy ، فاذا نضجت المتك أولا تسمى الازهار مبكرة الطلع protandrous وهو الاكثر شيوعا كما فى عباد الشمس ، واذا نضجت المياسم أولا سميت الازهار مبكرة المتاع protogynous وذلك كما فى الكمثرى .

٤ ــ وجود خاصية العقم الذاتى بالازهار ، أى عدم امكان اخصاب حبوب لقاح زهرة لبويضات نفس الزهرة . ويرجع حدوث عدم التوافق لعوامل وراثية فى كل من حبوب اللقاح والبويضات ينتج عنه بطء نمو أنبوبة اللقاح أو عدم تكوينها أصلا ، كما فى أصناف من الدخان والبرقوق والكريز ، ولذلك يحسن زراعة أصناف مختلفة من هذه المحاصيل بجانب بعضها للحصول على محصول وفير .

يحدث التلقيح الخلطى بعدة طرق أهمها ما يأتى :

١ ــ **التلقيح بالحشرات Entomophily** : الازهار التى تلقح بالحشرات لها مميزات خاصة تجذب اليها الحشرات الملقحة فقد تتلون محيطاتها الزهرية غير الاساسية بألوان جذابة للحشرات ، كما فى السلفيا *Salvia* حيث تتلون السبلات والبتلات ، وقد تفرز رحيقا ذو رائحة مميزة عطرية عادة لجذب الحشرات كما فى الموالح ، وقد تكون ذات أشكال خاصة تمكن من التصاق حبوب اللقاح والمياسم بجسم الحشرة كما فى زهرة السلفيا . الازهار التى تتلقح حشريا تكون عادة حبوب اللقاح بكميات قليلة نسبيا ، وحبوب اللقاح تكون متجمعة لزجة سطوحها غير ملساء عليها نتوءات تسهل التصاقها بجسم الحشرة ، والمياسم تكون لزجة .

تزور الحشرات الازهار للتغذية على حبوب اللقاح أو الرحيق أو كليهما ، ولهذا فان أزهار بعض النباتات تكون حبوب لقاح بكميات كبيرة بحيث عند تغذية الحشرة يتبقى عليها كمية من حبوب اللقاح تكفى لتلقيح أزهار أخرى كما فى أزهار كاسيا *Cassia* . ومن أهم الحشرات التى تقوم بعملية التلقيح النحل والزنابير والفراش .

٢ ــ **التلقيح بالرياح Anemophily** : ينقص هذه النباتات عادة المواصفات الزهرية التى تجذب الحشرات كالغلاف الزهرى الملون والغدد الرحيقية والرائحة الجذابة للحشرات . كثيرا ما تكون تلك الازهار وحيدة الجنس والنبات ثنائى المسكن وكلاهما بعيد عن الآخر . ولهذا فان مثل هذه الازهار تكون حبوب لقاح بأعداد كبيرة نتيجة لزيادة أعداد المتك أو لزيادة اعداد حبوب اللقاح فى المتك ، لتعويض الفقد فى حبوب اللقاح . المياسم تكون عادة ريشية تلتقط حبوب اللقاح من الهواء بسهولة ، والاسدية تكون مدلاة ومتحركة لتتحرك مع أقل رياح لتنثر حبوب اللقاح . حبوب اللقاح تكون خفيفة ملساء جافة ، توجد منفردة وليست فى مجاميع .

بعض الازهار التى تتلقح بالحشرات يمكنها أن تتلقح بالرياح اذا لم ينجح التلقيح الحشرى كما فى زهرة سيكلامن *Cyclamen* التى تكون مهيأة للتلقيح الحشرى فاذا لم يحدث فان حبوب اللقاح تفقد لزوجتها وتجمعها وتصبح جافة دقيقة يسهل انتشارها بالرياح .

٣ ــ **التلقيح بالماء Hydrophily** : يحدث التلقيح فى النبـ ـت المائية بطرق مختلفة فاذا كانت النباتات أو أزهارها تطفو على الماء فالتلقيح قد يحدث بالحشرات أو بالرياح ، وقد يحدث بالماء حيث تكون حبوب اللقاح ذات كثافة أقل من كثافة الماء فتطفو على السطح كما فى أزهار روبيا *Ruppia* . واذا كانت أزهار النباتات مغمورة فى الماء كما فى كثير من نباتات عائلة سلق الماء Potamogetonaceae فان التلقيح يحدث بالماء ، وتكون كثافة حبوب اللقاح مساوية لكثافة الماء ، وتكون النباتات فى هذه الحالة كميات كبيرة من حبوب اللقاح التى تكون شمعية ملساء خفيفة وقد تكون خيطية ، المياسم تكون كبيرة ومتفرعة .

٤ ــ **التلقيح بالانسان** : ويعرف بالتلقيح الصناعى artificial ، ويحدث عندما يريد الانسان الحصول على محصول وفير أو نباتات ذات صفات ممتازة ، فيلجأ الى التهجين بين سلالات الذرة للحصول على تقاوى ذات إنتاج وفير . وقد يلجأ الى التهجين والتربية فى القطن للحصول على صفات مرغوبة ، ويلجأ الى تلقيح النخيل لوجود النباتات المذكرة بعيدة عن النباتات المؤنثة لضمان محصول وفير .

٥ ــ **التلقيح بحيوانات مختلفة** : الطيور والخفافيش والزحويات تقوم فى حالات خاصة بتلقيح أزهار بعض النباتات .

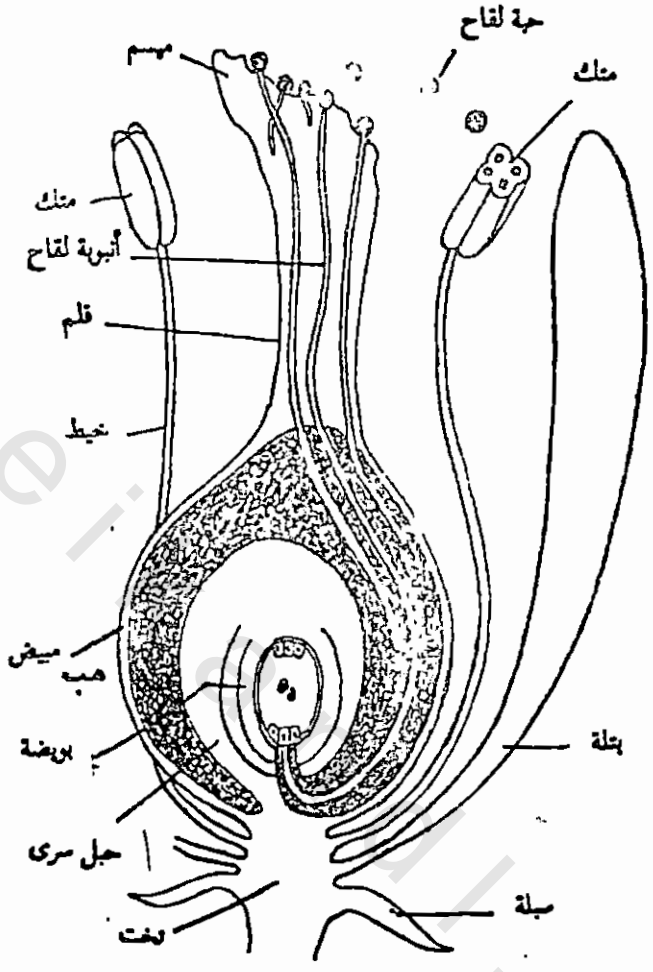
الاخصـــاب Fertilization

الاخصاب هو اندماج نواة الجاميطة الذكرية مع نواة البيضة ، ويسبق الاخصاب حدوث التلقيح . فعقب سقوط حبة لقاح على ميسم زهرة تنبت حبة اللقاح ، وكثيرا ما يفرز الميسم محلولا قد يكون سكريا يساعد على انبات حبة اللقاح . وعند انبات حبة اللقاح يتمدد جدارها الداخلى عن طريق ثقب انبات مكونا انبوبة لقاح، وكان الاعتقاد السائد بأن نواة الانبوبة تمر أولا ثم يعقب ذلك مرور الجاميطتين الذكريتين ، ولكن وجد فى بعض الحالات حدوث العكس . وقد وجد أن الجاميطتين الذكريتين لا تتحركان تبعا للحركة الانسيابية للسيتوبلازم فى أنبوبة اللقاح ، بل يتحركان حركة مستقلة عن حركة سيتوبلازم أنبوبة اللقاح . بنمو

أنبوبة اللقاح يتركز السيتوبلازم فى الجزء الطرفى من الانبوبة الذى ينفصل عن الجزء الآخر من الانبوبة بواسطة حاجز من مادة الكالوس ، والتى تتكون من وقت الى آخر بواسطة البروتوبلاست ، ولذلك فان أنبوبة اللقاح الطويلة البالغة ممكن أن يوجد بها عدد من الحواجز الكالوسية .

تخترق أنبوبة اللقاح الميسم ويساعدها فى ذلك تركيب الميسم الاجوف أو المخاطى ، ثم تخترق أنبوبة اللقاح أنسجة القلم ، ويتم ذلك عن طريق المسافات البينية للخلايا أو عن طريق افراز انزيمات تذيب الخلايا التى التى تخترقها انبوبة اللقاح . وأثناء نمو انبوبة اللقاح فانها تتغذى على الغذاء المخزن بها وذلك علاوة على المواد الغذائية التى تستمدها من أنسجة الميسم والقلم . ويعتقد أن تحديد اتجاه نمو أنبوبة اللقاح مخترقة أنسجة الميسم والقلم ثم المبيض يرجع الى وجود جاذبية كيميائية . فى بعض النباتات تخرج البويضة خيوط من منطقة النقير الى أسفل القلم قد يكون لها دور فى توجيه أنبوبة اللقاح للبويضة . وعندما تصل أنبوبة اللقاح الى البويضة فانها تخترقها عادة عن طريق النقير ، وفى حالات قليلة يحدث الاختراق عن طريق الكلازا كما فى الكازورينا والبندق ، ونادرا جانبيا من خلال أغلفة البويضة .

تخترق الانبوبة النيوسيلة ثم جدار الكيس الجنينى وفى هذه الاثناء يزول الجزء الطرفى من أنبوبة اللقاح وتختفى نواة الانبوبة ان كانت لا تزال موجودة (شكل ٩١) ، وتمر الجاميطتين الذكريتين الى الكيس الجنينى وتتجه احدهما الى خلية البيضة ، ويعتقد أن الخليتين المساعدتين تقومان بدور فى ارشاد وتوجيه الانبوبة اللقاحية ناحية البيضة . وتتجه الجاميطة المذكرة الثانية نحو نواة الاندوسبرم الاولية . تندمج الجاميطة الذكرية الاولى مع خلية البيضة وتتحد نواتيهما ويتكون الزيجوت الثنائى الاساس الكروموسومى . وتندمج الجاميطة الذكرية الثانية مع نواة الاندوسبرم الاولية الثنائية الاساس الكروموسومى لتكوين نواة الاندوسبرم endosperm nucleus الثلاثية الاساس الكروموسومى وفى هذه الاثناء تختفى الخلايا المساعدة والسميتية ويعرف الاخصاب فى هذه الحالة بالاخصاب المزدوج double fertilization .

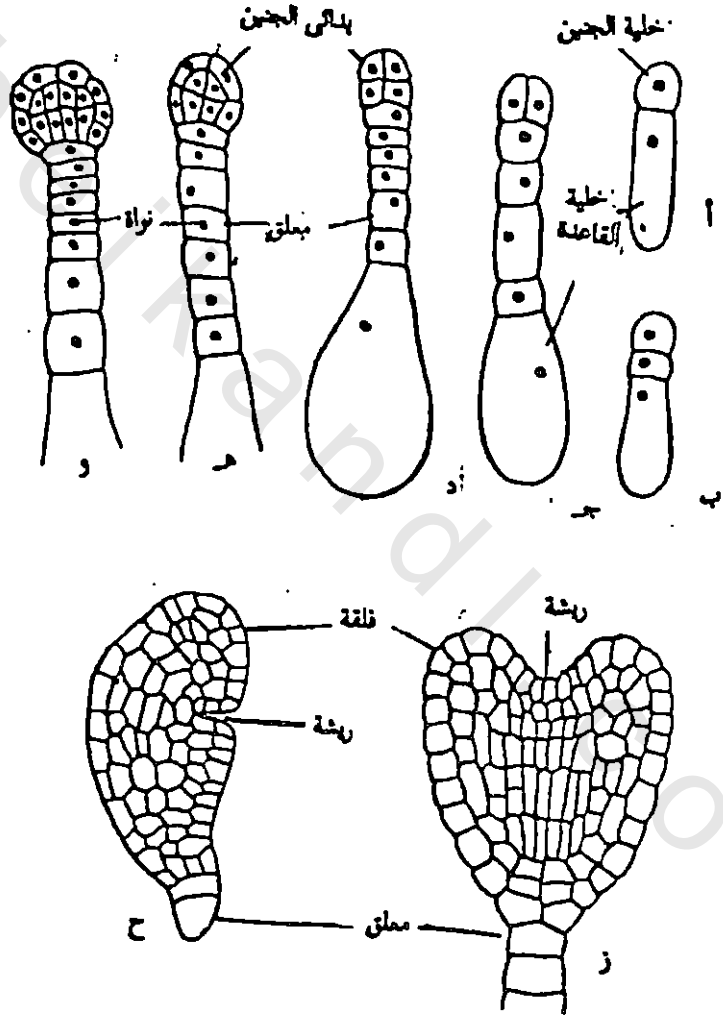


(شكل ٩١) : خطوات التلقيح والاخصاب فى الزهرة

تكشف الجنين

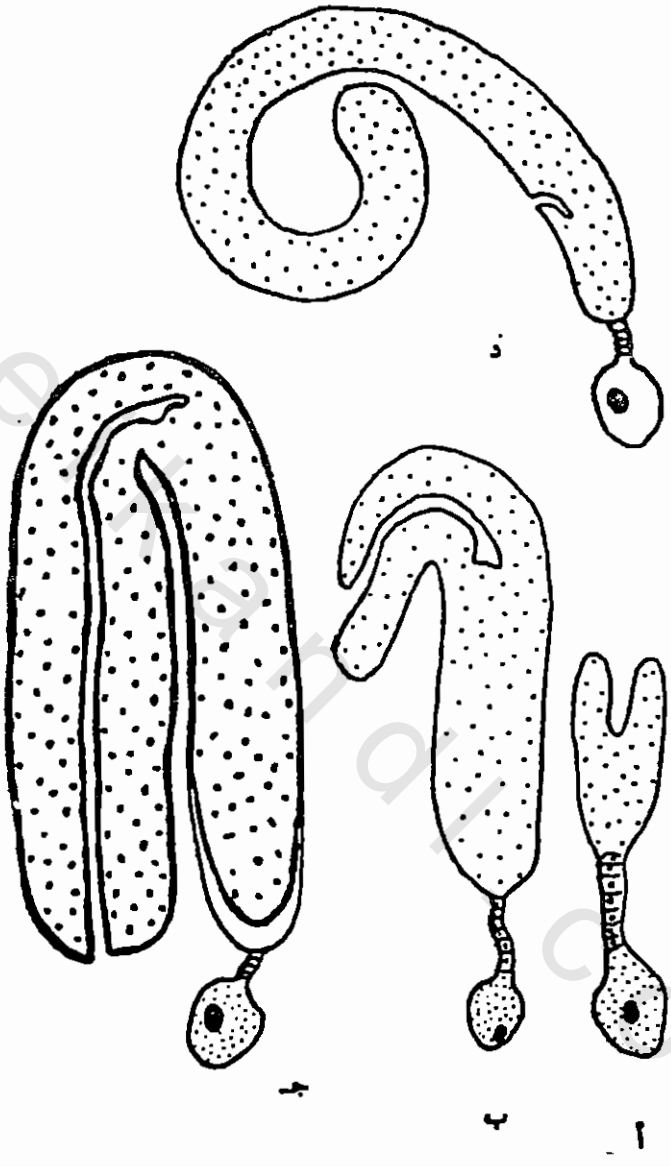
بعد تمام الاخصاب ينقسم كل من نواة الإندوسبرم والزيجوت ، وعادة يسبق أنقسام نواة الاندوسبرم إنقسام الزيجوت . ينقسم الزيجوت بجدار عرضى فتتكون خليتان غير متساويتين فى الحجم ، الخلية الكبيرة جهة النقير ولا تدخل فى تكوين الجنين وتسمى خلية القاعدة basal cell ، والخلية الصغيرة بعيدة عن النقير وتسمى بخلية الجنين embryo cell . تنقسم خلية القاعدة انقسامات عديدة

لتكون صف من الخلايا يعرف بالمعلق suspensor يدفع بخلية الجنين الى مسافة أكثر داخل الكيس الجنينى . تنقسم خلية الجنين لتكوين الجنين . يتغذى الجنين أثناء تكشفه على الاندوسبرم . تختلف خطوات تكشف الجنين الاخيرة فى ذوات الفلقة الواحدة عنه فى ذوات الفلقتين ففى ذوات الفلقتين توجد الريشة بين الفلقتين ، أما فى ذوات الفلقة فتوجد الريشة على أحد جانبيها (شكل ٩٢ ، ٩٣ ، ٩٤) .



(شكل ٩٢) : قطاعات طولية تبين خطوات تكوين الجنين

(أ-و) خطوات تكوين الجنين (ز) جنين ذو فلقتين (ح) جنين ذو فلقة



(شكل ٩٣) : قطاعات طولية تبين خطوات متقدمة فى تكوين الجنين

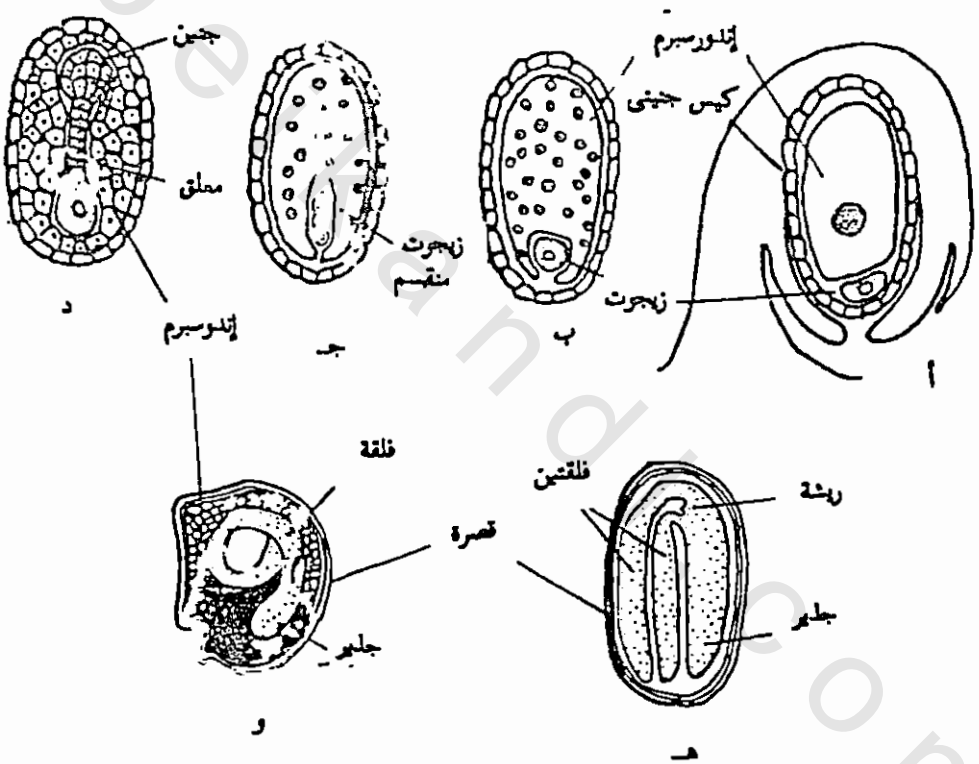
(أ ، ب) خطوات تكوين جنين ذو فلقتين . (جـ) جنين ذو فلقتين ناضج .

(د) جنين ذو فلقة ناضج .

تكوين الاندوسبرم

تنقسم نواة الاندوسبرم بسرعة فائقة ، وعادة أسرع من سرعة انقسام الزيجوت . يكبر الكيس الجنينى فى الحجم وتنتشر النوايات داخل الكيس الجنينى وقد تتكون جدر خلوية تفصل بين النوايات وتتكون بذلك خلايا نسيج الاندوسبرم (شكل ٩٤) .

تختلف الاجنة فى سرعة إستهلاكها للغذاء الاندوسبرمى ، فاذا كان نمو الجنين بطيئا لا يستهلك الاندوسبرم جميعه أثناء نمو الجنين ولهذا يتبقى اندوسبرم بالبذرة



(شكل ٩٤) : قطاعات طولية فى البويضة والبذرة تبين خطوات تكوين البذرة

(أ ــ د) خطوات تكوين الجنين والاندوسبرم

(هـ) بذرة ذات فلقتين . (و) بذرة ذات فلقة .

الناتجة ، وتعتبر البذرة الناتجة اندوسبرمية كما فى بذور الخروع والبلح . وعندما يكون نمو الجنين سريعا ، فانه يستهلك الغذاء الاندوسبرمى جميعه وتكون البذرة الناضجة خالية من الاندوسبرم وتعتبر البذرة غير اندوسبرمية كما فى بذور الفول والترمس .

أحيانا يتبقى بالبذرة الناضجة بقايا من نسيج النيوسيلة يعرف بالبريسبرم perisperm وتسمى البذرة بريسبرمية كما فى بذرة البنجر .

الثمـــار

يعقب الاخصاب حدوث تنبيه لانسجة المبيض المختلفة وأحيانا لبعض أنسجة الزهرة الاخرى لتكوين الثمار . وفى بعض الاحوال نجد أن تكوين الثمار لا يرتبط بالاخصاب كما فى الموز والعنب البناتى والبرتقال أبو سرة حيث تتكون الثمار بدون اخصاب ، فهذه الثمار لا تحتوى على بذور ويعتقد أن ذلك راجع الى احتواء مبايض أزهار هذه النباتات على كمية كبيرة من الهرمونات . وقد أمكن فى كثير من الاحوال انتاج ثمار فراولة أو طماطم بدون بذور وذلك برشها بهرمونات معينة . ولهذا فان عملية الرش بالهرمونات أو بمستخلص حبوب اللقاح قد يؤدى الى تكوين ثمار بدون بذور أما الأخصاب فهو ضرورى لانتاج البذور . ويعزى الى نشاط الهرمونات تحول بعض أنسجة الزهرة الى الثمرة ، فيتحول جدار المبيض الى جدار الثمرة وتتحول البويضات الى بذور ، وتتحول أغلفة البويضة الى قصر البذرة . كما يصبح نقير البويضة نقير للبذرة . كما تصبح النيوسيلة بريسبرم ، ونواة الاندوسبرم الاولية نسيج الاندوسبرم ، وتصبح البيضة جنينا (شكل ٩٤) .

والثمرة تنتج عادة من تكشف مبيض الزهرة ، الا أنه قد يدخل فى تكوين الثمرة أجزاء أخرى من الزهرة أو النورة كثمار التفاح التى يدخل فى تكوينها تخت الزهرة وثمار التين التى يدخل فى تكوينها ثمراخ النورة .

وظيفة الثمار حمل البذور وحمايتها ومدها بالغذاء اللازم حتى استكمال نموها ، وقد تساعد الثمار فى انتشار البذور .

أنواع الثمـــار

يمكن تقسيم الثمار أساسا الى ثلاثة أقسام تبعا لاصلها الزهرى وهى ، ثمار بسيطة وثمار متجمعة ، وثمار مركبة .

الثمار البسيطة Simple fruits

الثمار البسيطة هى الثمار التى تنتج عن زهرة واحدة وحيدة المبيض سواء كان ناتجا عن كربلة واحدة أو كرابل عديدة ملتحمة . والثمار البسيطة قد تكون جافة وقد تكون غضة .

أولا ــ الثمار البسيطة الجافة : وفيها تكون الاغلفة الثمرية جافة وقد تكون قابلة للانفتاح أو غير منفتحة أو منشقة .

(أ) الثمار البسيطة الجافة المنفتحة Dehiscent

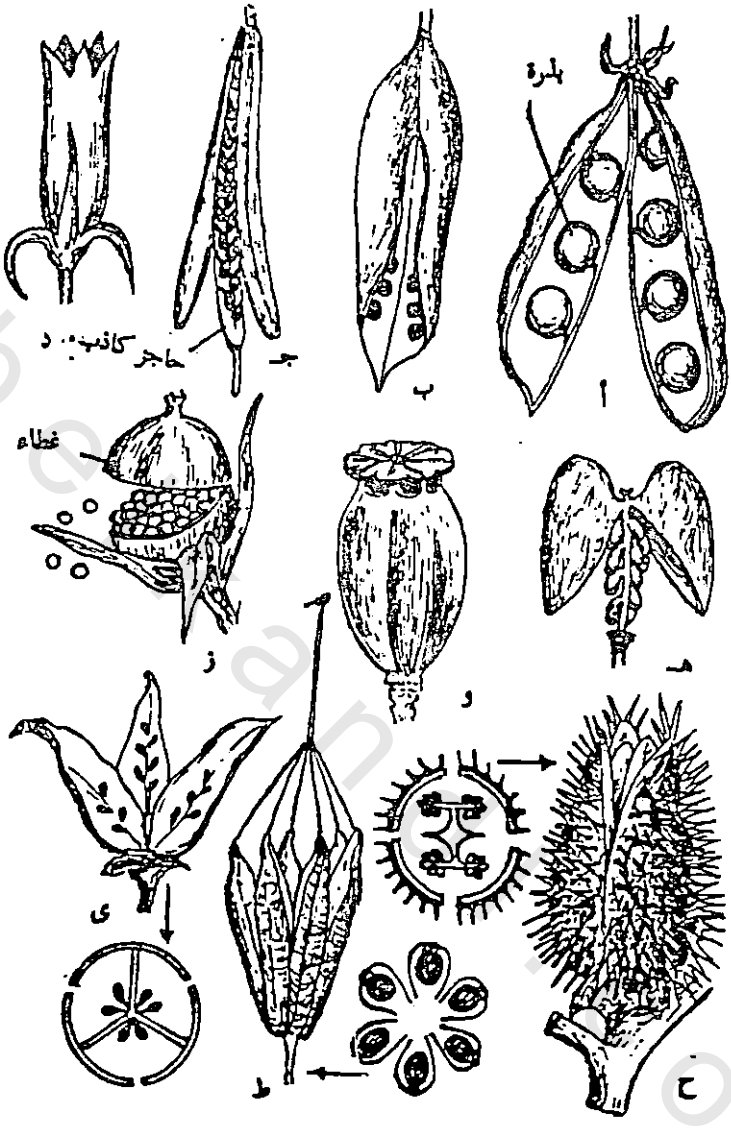
وهى ثمار تنفتح جدرها عند النضج بطرق عديدة لتحرر بذورها ومن أنواعها ما يأتى (شكل ٩٥) :

١ ــ القرن Pod : ويعرف أيضا بالباقلاء legume ، وفيها تتكون الثمرة من مبيض ذو كربلة واحدة ، وتتكون البذور فيها على التدريز البطنى ، وتفتح عند النضج على خطى تدريزها البطنى ventral والظهرى dorsal ، كما فى ثمار الفول . مكان التحام حافتى الكربلة يسمى بالتدريز البطنى ومكان العرق الوسطى للكربلة يسمى بالتدريز الظهرى .

أحيانا يكون القرن غير قابل للتفتح وكثيرا ما توجد حواجز عرضية بين البذور كما فى الفول السودانى .

٢ ــ الجرابية Follicle : تتكون الثمرة من مبيض ذو كربلة واحدة تنفتح على خط تدريز واحد هو التدريز البطنى عادة كما فى ثمرة العايق .

٣ ــ الخردلة Siliqua : تتكون الثمرة من مبيض ذو كربلتين ملتحمتين وبه مشيمتين جداريتين ، ويمتد بينهما حاجز كاذب ، الثمرة طويلة ضيقة وتنفتح من أسفل الى أعلى مكونة مصراعين وتاركة حاجزا كاذبا وعليه البذور كما فى ثمرة لمنتور



(شكل ٩٥) : أنواع الثمار البسيطة الجافة القابلة للانفتاح

(أ) قرن فى البسلة .
(ب) جرابية فى العايق .
(جـ) خودلة فى المنثور .
(د) علبة انفتاح بالأسنان فى القرنفل .
(هـ) خويدلة فى كيس الراعى .
(و) علبة انفتاح بالثقوب فى الخشخاش
(ز) علبة انفتاح عرضى فى عين القطن .
(ح) علبة انفتاح مصراعى وقطاع عرضى الداتورة
(ط) علبة انفتاح حاجزى وقطاع عرضى فى أريسولوخيا .
(ى) علبة انفتاح مسكى وقطاع عرضى فى القطن

٢ ــ الخريدلة Silicula : تشبه الثمرة الخردلة الا أنها قصيرة وعريضة كما فى ثمرة كيس الراعى *Capsella* . وعادة تحتوى على عدد قليل من البذور كما فى ثمرة الايبرس *Iberis* .

٥ ــ العلبة Capsule : تتكون الثمرة من مبيض ذو كربلتين أو أكثر يحتوى على مسكنين (حجرتين) أو أكثر ، بكل مسكن عدد من البذور . تنفتح الثمرة العلبة بعدة طرق كما يأتى :

(أ) انفتاح طولى : ويحدث الانفتاح بانشقاق جدار الثمرة طوليا . وقد يكون الانفتاح على خطوط التدريزات الظهرية ويعرف بالانفتاح المسكنى loculicidal ، فيتكون كل جزء من نصفى جدار كربلتين كما فى ثمار القطن المنفتحة حديثا والباميا . وقد يكون الانفتاح على خطوط التدريزات البطنية وعلى طول أماكن التحام جوانب الكرابل مع بعضها ، فتنفصل كل كربلة عن الاخرى ، ويعرف بالانفتاح الحاجزى septicidal كما فى ثمار أريستولوخيا . وقد يكون الانفتاح فى مكان اتصال جدار الثمرة الخارجى بالحواجز الداخلية فتنشق الجدر وتنفتح وتبقى الحواجز الداخلية متصلة بالمحور الوسطى ويعرف هذا الانفتاح المصراعى septifragal كما فى الداتورة . ويلاحظ فى ثمار الداتورة حدوث انفتاح آخر على خط التدريز الظهرى ولهذا فان الثمرة تفتح بأربعة مصاريع بالرغم من أنها نشأت من كربلتين فقط .

(ب) انفتاح عرضى Circumscissile : وفيه تفتح الثمرة بانشقاق جدار الثمرة عند خط عرضى دائرى وبجفاف الثمرة ينفصل الجزء العلوى الذى يعرف بالغطاء lid وقد يسقط وتسمى العلبة حقية pyxis ، كما فى ثمار الرجلة وعين القط .

(جـ) انفتاح بواسطة ثقوب Poricidal : تظهر بجدار الثمرة ثقوب كما فى ثمار الخشخاش وحنك السبع .

(د) انفتاح بواسطة أسنان Valvate : وذلك بأن ينشق الجدار من أعلى الى أسفل لمسافة محدودة فى عدة أماكن كما فى ثمار القرنفل والسيلين .

(ب) الثمار البسيطة الجافة الغير منفتحة Indehiscent

وهى ثمار جافة جدارها خشبى أو جلدى يبقى مغلقا عند النضج ، ولا تتحرر البذور الا بعد تحلل جدار الثمرة ومن أنواعها ما يأتى (شكل ٩٦) .

١ ــ أكينة (فقيرة) Achene : تتكون الثمرة من مبيض ذو كربلة واحدة جدارها ورقى أو جلدى أو خشبى تحتوى على بذرة واحدة غير ملتحمة بالجدار الثمرى الا فى نقطة واحدة ، وعادة توجد الثمار الاكينة متجمعة أى تنتج عن زهرة عديدة الكرابل المنفصلة كما فى الورد والشقيق والفراولة .

٢ ــ حبة (برة) Grain (Caryopsis) : تشبه الثمرة الاكينة فى أن الثمرة تحتوى على بذرة واحدة وتنشأ من مبيض ذو كربلة واحدة ، الا أن قصرة البذرة تلتصق التصاقا تاما بغلاف الثمرة مكونة جدارا واحدا كما فى ثمار القمح والشعير والذرة .

٣ ــ سبسلاء Sypsela : تنشأ من مبيض سفلى لزهرة ذات كربلتين ملتحمتين ومكونتين لحجرة واحدة وبها بذرة واحدة وجدارها جلدى أو صلب كما فى ثمار عباد الشمس وقد يستديم مع الثمرة الكأس الزغبى كما فى ثمار الجعضيض .

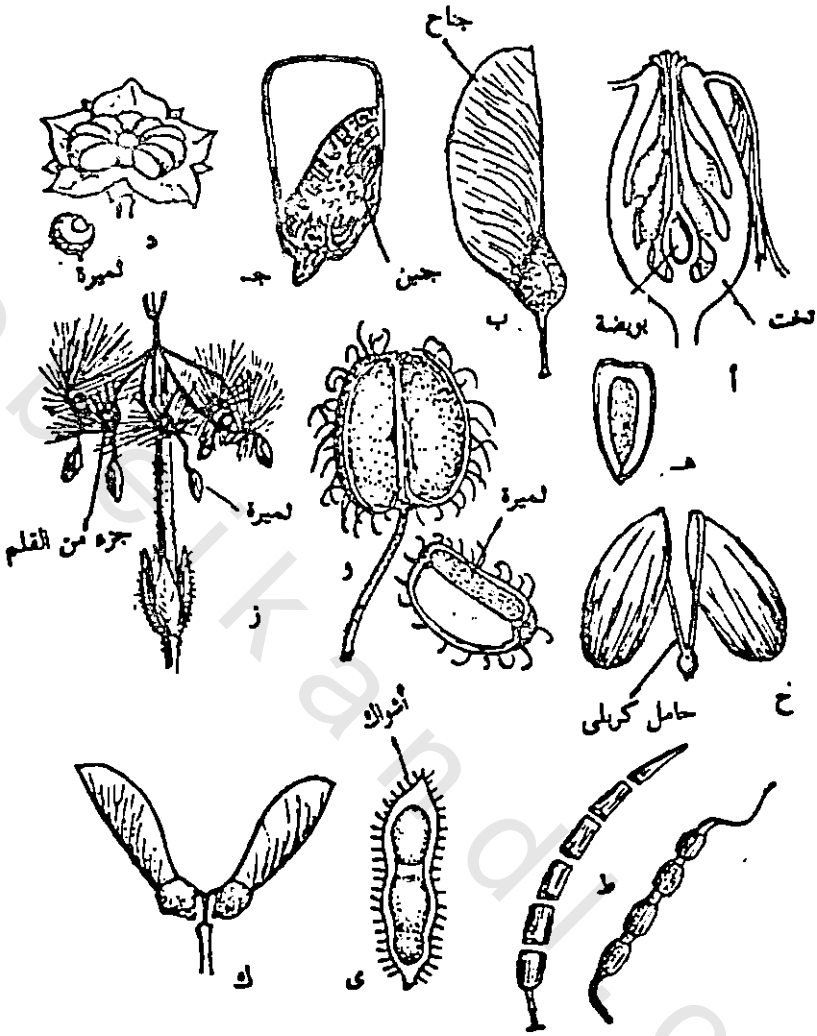
٤ ــ مجنحة Samara : تشبه الثمار الاكينة الا أن جدار الثمار يمتد على هيئة جناح كما فى أبو المكارم .

٥ ــ بندقة Nut : تتكون من مبيض علوى أو سفلى وحيد الحجرة لزهرة ذات كربلتين أو أكثر ملتحمة ويتكون بها بذرة واحدة من بويضة واحدة ، أما باقى البويضات فلا تنمو وتبقى عقيمة عادة ، ومن أمثلتها ثمار البلوط وأبو فروة والبندق . ثمرة البندق تنشأ من مبيض سفلى لزهرة ذات ثلاث كرابل ملتحمة .

٦ ــ كيسية Utricle : تشبه البندق الا أن الغلاف الزهرى يكبر ويحيط بالثمرة كما فى الحميض .

(جـ) الثمار البسيطة الجافة المنشقة Schizocarp

وهى ثمار جافة تنشأ من كربلة أو أكثر من كربلة ملتحمة ، تنشق عند



(شكل ٩٦) : أنواع الثمار البسيطة الجافة الغير قابلة للانفتاح

(أ) مجموعة اكينات فى الورد .
(ب) مجنحة فى أبو المكارم .
(جـ) قطاع فى حبة الذرة .
(د) خبازية منشقة فى الخبيزة .
(هـ) سبسلاء فى عباد الشمس .
(و) منشقة رجما فى الخروع .
(ز) منشقة رجما فى البلازجونيوم .
(ح) منشقة خيمية فى الجزر .
(ط) خردلة قرظية فى الفجل .
(ى) قرن قرظى فى الست المستحية
(ك) منشقة خيمية فى الاسفندان .

النضج الى أجزاء غير منفتحة عادة ، ويحتوى كل منها عادة على بذرة واحدة ويعرف كل جزء بالثميرة mericarp . توجد أنواع مختلفة من الثمار المنشقة تختلف حسب نوع الثميرات كالآتى :

١ ــ منشقة خبازية Carcerulus : وفيها تنشق الثمرة الى عدد من الثمرات تنفصل عن بعضها وتحتوى كل ثميرة على بذرة واحدة عادة كما فى الخبيزة .

٢ ــ منشقة رجمها Regma : وفيها تنفصل الثمرة الى عدد من الثميرات التى تنفتح عادة وتنتثر منها البذور كما فى ثمرة الخروع التى تتكون من ثلاث ثميرات، وثمرة البلارجونيوم التى تتكون من خمس ثميرات .

٣ ــ منشقة خيمية Cremocarp : وهى تنشأ من مبيض سفلى مكون من كربلتين ملتحمتين مكونة غرفتين . تنشق الثمرة الى ثمرتين وبكل ثمرة بذرة واحدة قمية عادة ، وتظل كل من الثمرتين متصلة من القمة بواسطة حامل كربلى carpophore كما فى الجزر . قد تكون الثميرات جناحية كما فى ثمرة الاسفندان *Acer* .

٤ ــ قرظة Loment : وهى تتكون من كربلة أو كربلتين ملتحمتين ، توجد حزوز حلقية على الثمرة عادة ، ويوجد بين البذور حواجز عرضية وتنشق الثمرة عند النضج فى أماكن الحزوز مكونة أجزاء بكل جزء بذرة واحدة ، واذا كانت الثمرة مكونة من كربلة واحدة تسمى قرن قرظى كما فى الست المستحية واذا كانت مكونة من كربلتين بينهما حاجز كاذب تسمى خردلة قرظية كما فى الفجل . والحزوز فى الفجل البرى غائرة أما فى الفجل المنزرع فهى غير واضحة .

تعتبر الثمار المنشقة هى همزة الوصل بين الثمار القابلة للانفتاح والغير قابلة للانفتاح وخاصة أن بعض منها ينشق ثم تنفتح ثميراته عادة كما فى المنشقة الرجما .

ثانيا ــ الثمار البسيطة الغضة : هى ثمار لها أغلفة غليظة عادة ، ويتكون الغلاف الثمرى pericarp من غلاف ثمرى خارجى epicarp يتكون عادة من صف واحد من خلايا البشرة التى تغطى أحيانا بطبقة سميكة من الكيوتين ، وغلاف ثمرى وسطى mesocarp يكون عادة سميكا وتمر به عادة الحزم الوعائية ،

وغلاف ثمرى داخلى endocarp . توجد أنواع مختلفة من الثمار الغضة تختلف أساسا حسب طبيعة الاغلفة الثمرية ، ومنها الانواع الآتية (شكل ٩٧) .

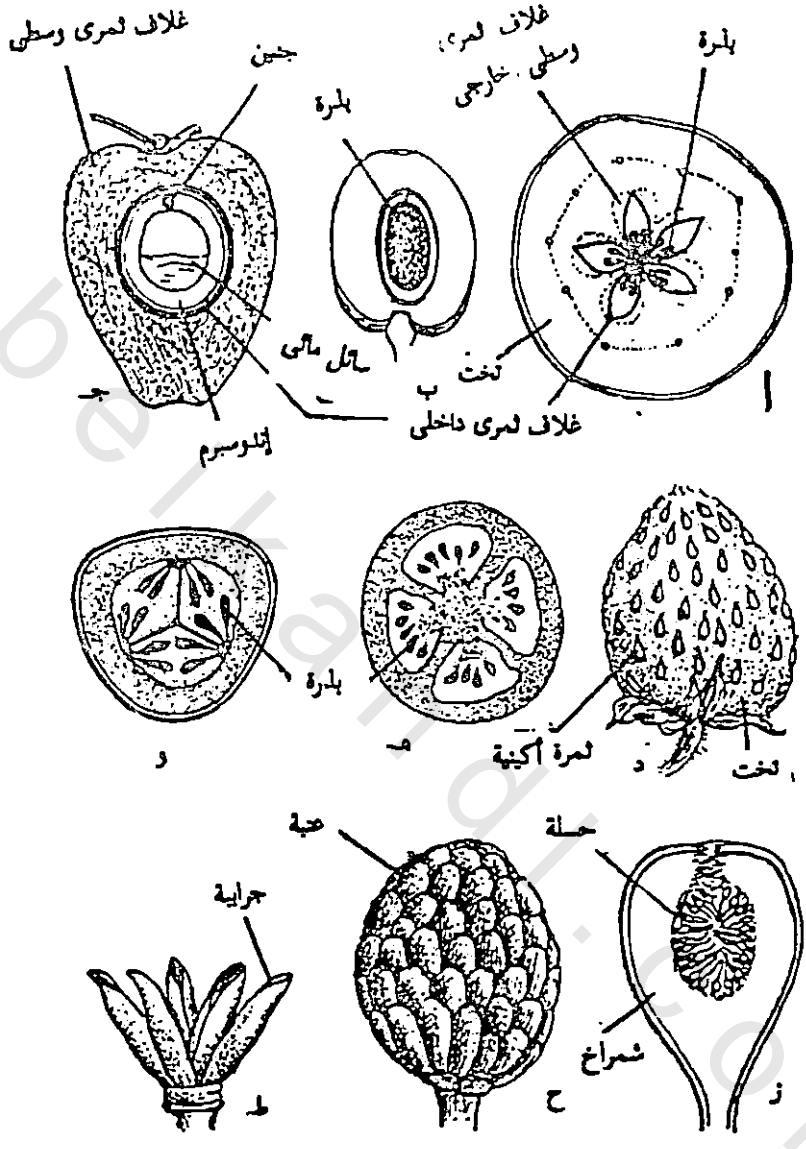
٢ ــ الحسلة Drupe : وفيها الغلاف الثمرى الخارجى جلدى ، والوسطى لحمى أو ليفى ، والداخلى صلب ويوجد بداخله بذرة واحدة عادة ذات قصرة غشائية رقيقة كما فى ثمار الخوخ والمشمش واللوز والبرقوق والزيتون والمانجو . وفى جوز الهند الغلاف الثمرى الوسطى ليفى والجنين صغير منغمس فى الاندوسبرم الكروى الاجوف ناحية قاعدة الثمرة ، ويوجد فى تجويف الاندوسبرم سائل مائى .

٢ ــ العنبة (اللبية) Berry : وفيها الغلاف الثمرى الخارجى جلدى رقيق . والوسطى لحمى والداخلى لحمى أو غشائى وفى كثير من الاحيان يصعب التمييز بين الغلافين الوسطى والداخلى كما فى العنب والطماطم . فى البلح يكون الغلاف الداخلى غشائى رقيق ويحيط بالبذرة . قد تنشأ الثمرة العنبة من مبيض سفلى فيشترك التخت فى تكوين الغلاف الثمرى الخارجى وتسمى هذه الثمار pepo كما فى ثمار القرع والخيار والبطيخ . ثمار الموالح تمثل نوعا آخر من الثمار اللبية تسمى hesperidium ، وفيها تتكون قشرة الثمرة من الغلافان الخارجى وهو الجلدى الملون والوسطى وهو الطرى الابيض ، أما الغلاف الداخلى فهو غشائى رقيق (غشاء الفصوص) وهو الذى تنمو منه للداخل شعيرات عديدة تنفتح وتصبح عصارية مكونة لب الثمرة . والموز ثمرة لبية عديمة البذور لانه يتكون بكريا .

٣ ــ التفاحية Pome : تنشأ هذه الثمار من مبيض سفلى ، حيث يلتحم التخت بجدار المبيض التحاما تاما. ويتكون الجزء اللحمى الذى يؤكل عادة فى هذه الثمار أساسا من التخت أما الجزء الداخلى المحيط بالبذور فهو الجزء الناتج عن المبيض ويتكون من غلافين خارجى ووسطى شحميين حجريين وغلاف داخلى قرنى رقيق ويوجد بداخله البذور ، كما فى التفاح والكمثرى والسفرجل وتعتبر هذه الثمار كاذبة لدخول التخت فى تكوينها .

الثمار المتجمعة Aggregate fruits

الثمرة المتجمعة هى الثمرة التى تنشأ من عدد من المبايض لزهرة واحدة ذات



(شكل ٩٧) : ثمار بسيطة طرية وثمار متجمعة وثمار مركبة

(أ) قطاع عرضى فى ثمرة تفاح .
(ب) قطاع طولى فى حسلة المشمش .
(جـ) قطاع طولى فى حسلة جوز الهند .
(د) ثمرة متجمعة فى الفراولة .
(هـ) قطاع عرضى فى ثمرة عنبة فى الطماطم
(و) قطاع عرضى فى ثمرة عنبة فى الخيار
(ز) قطاع طولى فى ثمرة مركبة فى التين
(ح) ثمرة متجمعة فى القشطة
(ط) ثمرة متجمعة فى سيريا .

كرابل منفصلة مع أجزاء أخرى من الزهرة عادة ، وتوجد منها أنواع تختلف نوع ثمرتها كما يأتى :

١ ــ **مجموعة أكينات** : وفيها الوحدة ثمرية أكينية يتجمع عدد الزهرة كما فى الشقيق والورد والفراولة .

٢ ــ **مجموعة جراييات** : وفيها الوحدة ثمرية جرابية يتجمع عدد منها على تخت الزهرة كما فى ثمرة سبيريا *Spiraea vanhouttei* .

٣ ــ **مجموعة عنبات** : وفيها الوحدة ثميرة عنبة كما فى ثمرة القشطة .

٤ ــ **مجموعة حسلات** : وفيها الوحدة حسلة كما فى نبات روبس *Rubus* .

الثمار المركبة Composite or Multiple fruits

الثمرة المركبة هى الثمرة التى تنشأ من عدد من الأزهار أى تنشأ من نورة وكثيرا ما تدخل أجزاء من النورة فى تركيب الثمرة ، ومن أنواعها ما يأتى :

١ ــ **ثمار مركبة توتية** : وفيها محور النورة يحمل الثميرات كما فى التوت ، يحيط بكل ثميرة أوراق الغلاف الزهرى المتشحم والثميرة حسلة ، وكما فى الاناناس حيث تلتحم الازهار مع بعضها وتتشحم أوراق الاغلفة الزهرية .

٢ ــ **ثمار مركبة تينية** : وفيها محور النورة متشحم كروى الى كمثرى الشكل أجوف يحمل الثمرات الحسلية فى تجويفه كما فى ثمار التين والجميز .

الثمار الكاذبة Pseudocarps

هى عبارة عن ثمار لا تتكون من مبيض الزهرة فقط بل تدخل فى تركيبها أجزاء أخرى . فالثمار التفاحية والثمار العنبة فى القرعيات وثمار الموز تعتبر ثمارا كاذبة لدخول التخت فى تركيب الثمرة . ومجموعة الاكينات فى الورد والفراولة كاذبة لان الاكينات فى الورد منغمسة فى تجويف التخت المقعر والذى يدخل فى تركيب الثمرة ، وكذلك فى الفراولة فان الاكينات مبعثرة على سطح التخت المتحشم الحلو المذاق والذى يدحل فى تركيب الثمرة . وكذلك الثمار المركبة التوتية ففى التوت يدخل الغلاف الزهرى المتشحم فى تركيب الثمرة ، وكذلك الاناناس حيث

يدخل الغلاف الزهرى ومحور النورة . وفى الثمار المركبة التينية يدخل محور النورة المتضخم فى تركيب الثمرة كما فى التين والجميز .

انتشار البذور والثمار

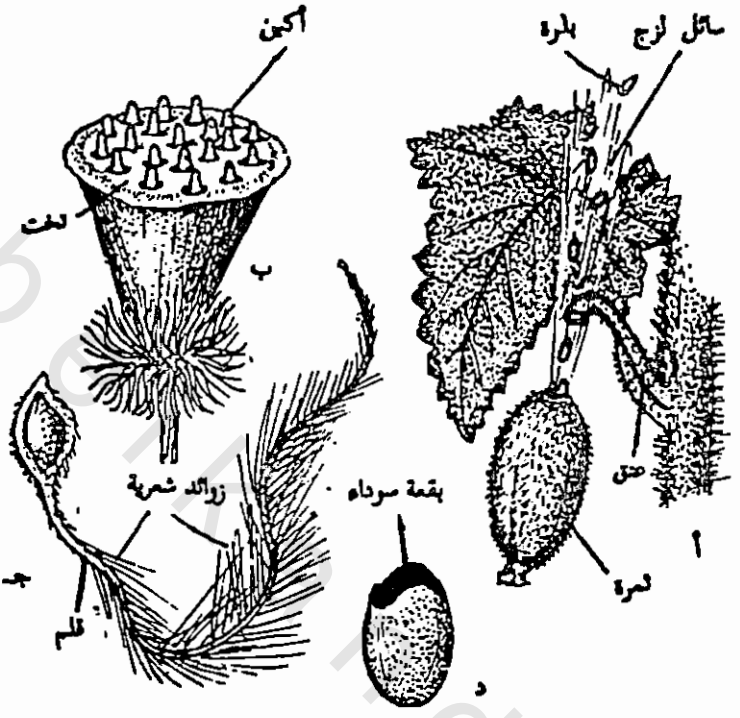
لا يكفى انتاج النبات للبذور لكى يضمن المحافظة على نوعه ، بل لابد للنبات من أن ينثر بذوره الى أماكن جديدة ليجد فيها وسطا جديدا لنموه ، ولتقليل فرص التنافس بين البادرات الناتجة وبعضها ، وبينها وبين النبات الأم اذا سقطت فى نفس مكان تكوينها ، وذلك بالنسبة لاحتياجات البادرات والنباتات الكبيرة الناتجة الى الضوء والماء والعناصر الغذائية اللازمة للنمو والحياة . كذلك فان انتشار البذور يقلل من فرص انقراض النوع النباتى عند حدوث الكوارث مثل الأمراض النباتية والحرائق وغيرها وذلك فى منطقة معينة .

فى كثير من النباتات يحدث الانتشار للبذور عن طريق انتشار الثمار . ويحدث الانتشار سواء للبذور أو للثمار بوسائل مختلفة منها الرياح والماء والحيوانات والانسان ، والانتشار الميكانيكى نتيجة لانفتاح الثمار بقوة .

الانتشار بالرياح Wind Dispersal

البذور أو الثمار التى تنتشر بالرياح لها مواصفات خاصة تساعدها على هذه الطريقة من الانتشار منها خفة الثمار أو البذور وصغر حجمها ووجود زوائد جناحية أو ريشية والتركيب المبخرى للثمار censer mechanism وعادة ما تنتج البذور المهيأة للانتشار بالرياح بكميات كبيرة جدا لتعويض الفقد منها نتيجة السقوط فى أماكن غير ملائمة للانبات أو للنمو .

تحمل الرياح الثمار والبذور الصغيرة الخفيفة الوزن لمسافات بعيدة،والبذور قد تكون خفيفة جدا كما فى بذور الاوركيد حيث يصل وزن البذرة الى ٠,٠٠٠٥ جم . قد تكون الثمار منبسطة كما فى ثمار زينيا *Zinnia* . وقد تكون الثمار ذات زوائد جناحية كما فى ثمار أبو المكارم والاسفندان . وقد تكون البذور جناحية كما فى التيكوما *Tecboma* والجاكارندا *Jacaranda* .وقد تكون الثمار أو البذور ذات زوائد شعرية . وقد تكون الزوائد على القلم الذى يستديم على الثمرة كما فى الثمار الاكينية



(شكل ٩٨) : انتشار البذور والثمار

(أ) ثمرة فقوس الحمار (ب) ثمرة اللوتس .
(جـ) ثمرة الكليماتس (د) بذرة ابرس

لنبات كليماتس *Clematis* (شكل ٩٨ جـ) ، وقد تكون عبارة عن الكأس الزغبى كما فى سبسلاء الجعضيض . كما قد تتكون الزوائد الشعرية على البذور كما فى الصفصاف .

قد يكون للثمرة تركيب المبخرة ، فتكون مفتوحة وتنتثر منها البذور عند اهتزازها بالهواء ، وهى عادة من نوع الثمار العلبة ، فمثلا فى علبة الخشخاش تنفتح الثمار بواسطة ثقوب علوية ، وتحمل الثمرة على عنق طويل يهتز مع الريح فتنتثر البذور . ومن ذلك أيضا ثمار القرنفل التى تنفتح بالاسنان وثمرة أريستولوخيا وهى علبة

تنفتح حاجزيا . وقد تكون الثمار من نوع غير العلبة كما فى عباد الشمس حيث تنتثر الثمار السبسلاء نفسها عند اهتزاز محور النورة بالهواء .

كذلك أيضا الثمرة الجرابية فى العايق حيث تنتثر البذور من الثمرة عند اهتزازها بالهواء .

الانتشار بالماء Water Dispersal

الماء عامل هام فى انتشار بذور وثمار النباتات المائية والنباتات التى تنمو على حافة الماء . وقد يكون الماء عامل الانتشار فى بعض النباتات الارضية والتى تكون بذورها متأقلمة للانتشار بالرياح وذلك كما فى البذور المجنحة لنباتات تيكوما *Tecoma stans* التى تحمل لمسافات بعيدة بواسطة مياه الامطار وذلك دون أن تفقد حيويتها .

يلائم الانتشار بالماء خفة البذور أو الثمار حيث تجد أن الثمار الاكينية لزهرة اللوتس تعوم منفردة على سطح الماء .

وفى حالة الانتشار بالماء يجب أن تكون الثمار أو البذور ذات أغلفة غير منفذة للماء حتى تقاوم أضرار الغمر فى الماء لمدد طويلة ، كما يجب أن تكون عوامة حتى تتحرك مع حركة الماء . فنجد فى بذرة البشنين تجويف مملوء بالهواء بين البسباسة والقصرة ، ونجد أن الثمار الاكينية لزهرة اللوتس قد تعوم منفردة على سطح الماء ، وقد تكون منغمسة فى تخت كبيرة عوام يحتوى على فراغات هوائية عديدة (شكل ٩٨ ب) .

مما يدل على فاعلية الماء فى الانتشار وجود نباتات معينة منتشرة على شواطىء طويلة من العالم تمتد آلاف الاميال كما فى نبات جوز الهند *Cocos nucifera* الذى يعتقد أن منشأه الاصلى هو الساحل الغربى لامريكا الاستوائية ومنها انتقلت ثماره بالتيارات المائية فى المحيطين الهادى والهندى واستوطنت مناطق كثيرة من شواطىء آسيا ، ومن المعروف أن ثماره لها القدرة على الطفو على سطح الماء لمدد كبيرة دون أن تتأثر حيويتها .

الانتشار بالحيوان Animal Dispersal

يحدث انتشار البذور والثمار بالحيوانات ، اما خارجيا بالتصاقها بأجسامها ، أو داخليا بتغذيتها عليها ثم خروجها أو خروج بذورها سليمة مع البراز .

وجود زوائد شوكية أو خطافية يساعد الثمار والبذور على الالتصاق بأجسام الحيوانات وذلك كما فى ثمار الشبيط *Xanthium* التى تلتصق بأجسام الحيوانات وخاصة الاغنام بزوائدها الشوكية وتنتقل معها من مكان الى آخر . بعض الثمار أو البذور يمكنها الالتصاق بواسطة زوائد أو شعور لزجة توجد على سطوحها كما فى ثمار النبات البقولى ديزموديوم *Desmodium adscendens* .

قد يحدث الالتصاق بجسم الحيوانات بدون وسائل خاصة للالتصاق وخاصة النباتات النامية فى تربة رطبة فيلتصق الطين المبتل بأرجل أو فراء أو ريش الحيوانات والطيور ، وكثيرا ما يحمل الطين معه ثمار وبذور تلك النباتات .

كثيرا من الثمار تجذب الحيوانات للتغذية فتتغذى على لبها وتترك بذورها أو تتغذى عليها وتخرج بذورها سليمة مع البراز ، وتنتقل أثناء ذلك من أماكن وجودها الى أماكن أخرى ، كما فى ثمار المانجو والبلح التى تستسيغها كثير من الحيوانات ، أكلة الاجزاء المستساغة من الثمار وتاركة البذور ، وثمار الجوافة التى تؤكل كلها وتمر البذور خلال الجهاز الهضمى سليمة صالحة للانبات .

بعض الطيور تنجذب الى بذور وثمار معينة ليس لطعمها بل لألوانها الزاهية كما فى بذور نبات أبرس *Abrus precatorius* البقولى التى تشبه بعض الخنافس بلونها الاحمر البراق والبقعة السوداء على أحد طرفى البذرة ولهذا فانها تجذب كثيرا من الطيور بشكلها وليس لقيمتها الغذائية (شكل ٩٨ د) .

الانتشار بالانسان Human Dispersal

الانسان عامل هام فى نقل كثير من البذور والثمار من مكان الى مكان آخر ، فهو ينقلها عادة للزراعة من مكان وجودها الى أماكن جديدة ، فمثلا أدخل الانسان الكمثرى الى مصر منذ وقت حديث نسبيا ، كذلك نقل الانسان نباتات الذرة الشامية والبطاطس من أمريكا بعد اكتشافها الى مختلف دول العالم .

كذلك فان الانسان ينقل الثمار والبذور بالتصاقها بملابسه سواء مباشرة أو عن طريق الطين الذى يلتصق بالاحذية ، وكذلك عند تغذيته عليها ، من مكان الى آخر .

وقد أدى تحسن وسائل المواصلات فى العصر الحديث الى سرعة نقل الانسان للبذور والثمار من أماكن وجودها الى أماكن جديدة .

الانتشار الميكانيكي Mechanical Dispersal

بعض النباتات تنثر بذورها بعيدة عنها بقوة تنتج عن الانفتاح الفجائى للثمار الناضجة بتأثير بعض العوامل البيئية وخاصة عوامل الرطوبة أو عدم انتظام نضج الغلاف الثمرى ، وذلك كما فى الثمار القرنية لنبات البوهينيا *Bauhinia* التى تلتوى وتنفتح عند جفاف القرن مسببة قذف بذورها بقوة لعدة أمتار . فى نبات فقوس الحمار *Ecballium elaterium* الذى يكون ثمارا لبية خضراء تمتد أعناقها قليلا داخل الثمار كالسدادات ، ويوجد داخل الثمرة عدد من البذور البيضية المنبسطة تحاط بمادة لزجة ، ويوجد فى جدر الثمرة من الداخل طبقة من خلايا ذات ضغط اسموزى مرتفع وتحت ضغط . عند النضج يتحلل النسيج الثمرى المحيط بالعنق وبذلك فإن أقل لمس يؤدى إلى فصل الثمرة عن العنق ، فتتمدد الخلايا المضغوطة ذات الضغط الاسموزى المرتفع مسببة قذف البذور والسائل اللزج من الفتحة القاعدية للثمرة بقوة لمسافة قد تزيد عن أربعة أمتار (شكل ٩٨ أ) .