التأبير والإخصاب

التأبير (Pollination)

التأبير - هو انتقال حبات الطلع من المآبر إلى ميسم المدقة. وله نموذجان مختلفان:

تأبير ذاتي وتأبير تصالبي.

1- التأبير الذاتي (Pollination -Self)؛ ويتحقق بانتقال حبات الطلع من مئبر زهرة إلى ميسم الزهرة نفسها. ويتم فقط، كما هو واضح في الأزهار ثنائية الجنس. يصادف المثال الكلاسيكي للتأبير الذاتي في الأزهار المغلقة (غير المتفتحة)، كما في بعض أنواع البنفسج (Viola) وجنس الكتانية (Linaria) والفستوكة (Festuca) والأراشيس (Arachis) والشعير (Hordeum) وغيرها

2 - التأبير التصالبي (Pollination -Cross)؛ وهو أكثر تطوراً، وأشد انتشاراً، وأعظم فائدة من سابقه. إذ يؤدي إلى ظهور سلالة جديدة، تحمل الصفات الوراثية للأبوين، وتتمتع بمقاومة كبيرة للعوامل الخارجية غير الملائمة يمكن تمييز شكلين مختلفين من التأبير التصالبي:

أ- تأبير تصالبي قريب: ويتم في نبات واحد، حيث تنتقل حبة الطلع من مئبر زهرة إلى ميسم زهرة أخرى.

ب- تأبير تصالبي بعيد: ويتم في حدود نباتات مختلفة من النوع نفسه، حيث تنتقل حبة الطلع من زهرة معينة إلى ميسم زهرة ثانية في نبات آخر. من الجدير بالذكر، أن الزهرة تتكيف لمثل هذا النمط من التأبير.

تساعد عوامل طبيعية عديدة على انتشار التأبير التصالبي وتمنع تحقيق التأبير الذاتي ومن أهمها:

1- تفاوت النضج (Dichogamy) فقد تكون الأزهار الخنثوية مبكرة الذكورة يجري فيها نضج حبات الطلع وانتشارها قبل اكتمال تمايز الكرابل كما في الفصيلة الفولية (Fabaceae) والخبازية (Malvaceae) والكرفسية (Apiaceae) والنجمية (Asteraceae) وغيرها. وقد تكون مبكرة الأنوثة كما في الفصيلة الكلئية (Poaceae) وفي عدد من أنواع الفصيلة الأسلية (Juncaceae) والفصيلة الحملية (Plantaaeginace) والخمانية (Caprifoliaceae) وغيرها

2- تباين الأقلام (Heterostyly): تقع مياسم المدقة في مستو مخالف لمآبر الأسدية، في الأزهار الخنثوية. ففي بعض الحالات تكون الأقلام طويلة جداً، وبالتالي تتوضع المياسم في مستو أعلى بكثير من المآبر المحمولة على خيوط قصيرة نسبياً. وفي حالات أخرى، يلاحظ العكس: تقع المآبر في مستو أعلى بكثير من المياسم. تنتشر مثل هذه الأزهار في أنواع البريمولا (Primula) ونبات الحنطة السوداء السهمية (Fagopyrum sagittatum) وغيرها.

تنبغي الإشارة أيضاً إلى إمكانية اجتماع العاملين السابقين معاً في أزهار نوع واحد: تفاوت النضج وتباين الأقلام. في هذه الحالة يتم التأثير التصالبي بصورة أكيدة.

3- وجود أزهار خنثوية من الناحية المورفولوجية - وحيدة الجنس من الناحية الفيزيولوجية :

فقد تشتمل هذه الأزهار على أسدية عقيمة وكرابل خصبة، أو بالعكس على أسدية خصبة وكرابل عقيمة، كما في بعض أنواع جنس الزنبق (Lilium) والخشخاش (Papaver) وبعض نباتات الفصيلة الفولية (Fabaceae).

أضف إلى ذلك وجود أزهار وحيدة الجنس من الناحية المورفولوجية والفيزيولوجية في كثير من النباتات. في هذه الحالة يكون التأبير التصالبي أمراً حتمياً.

يتحقق التأبير التصالبي بصورة عامة، بوساطة عدة عوامل: الحشرات (أو بعض الحيوانات) والهواء والماء وغيرها.

أ- التأبير الحشري (Insect Pollination): تعد حشرات التأبير من أكثر العوامل أهمية وانتشاراً في تأبير الأزهار، يقوم النحل وبعض الحشرات الأخرى ذات الخرطوم الطويل، بعملية التأبير التصالبي، خلال امتصاصها للرحيق من الغدد الرحيقية التي تقع في قاعدة التويج الأنبوبي الملتحم، كما في النفل (Trifolium). ويعتقد حالياً، أن التأبير التصالبي قد جرى في مغلفات البذور البدائية بوساطة الخنافس، كما في جنس المغنوليا (Magnolia) وفي الحوذانيات وغيرها.

تعرضت هذه النظرة إلى نقد هام، فلم تكن هذه الحشرات معروفة في عهد عريانات البذور - التي تعد أسلافاً لمغلفات البذور. تنسجم البنية العامة لعدد كبير من الأزهار بشكل مدهش، مع حجم وبنية جسم حشرة التأبير المطابقة. تصادف الأمثلة الجيدة على ذلك، في أنواع جنس الأقونيطن (Aconitum) والنفل (Trifolium)، أما حشرات التأبير في هذه الحالة - فهي أنواع النحل ذات الخرطوم الطويل.

وبصورة عامة تتمتع الأزهار حشرية التأبير، بحجم كبير - نسبياً وبألوان زاهية، وروائح فواحة وبرحيق سكري مغذ. تنتشر الغدد الرحيقية في قاعدة مختلف القطع الزهرية أو على كرتي الزهرة وأحياناً على الأوراق الإعاشية ومعاليقها.

تنبغي الإشارة أخيراً، إلى وجود علاقات متبادلة معقدة، في بعض الأحيان، ما بين النبات وحشرة التأبير، كما في التين الشائع (Ficus carica) وغيره (**يوجد شكلان قديمان من أشجار التين في آسيا الصغرى، ينوف عمرهما على 3000 سنة. الشكل الأول نبات أنثوي: تحمل نوراته أزهاراً أنثوية فقط، ذات مدقات طويلة الأقلام، الشكل الثاني نبات ذكري: مهمته تقتصر على توفير حبات الطلع وتأبير الأزهار الأنثوية في الشكل الأول. حشرة التأبير في هذه الحالة هي دبور ثمرة التين (Blastoraga psenes)، التي تتكاثر في النورات الأنثوية**).

ب - التأبير المائي (Water Pollination) : يتم التأبير التصالبي في النباتات المائية بوساطة الماء. ويتحقق ذلك أحياناً، بطرائق طريفة، كما في نبات الكلوية اللولبية (Valisneria spiralis). فهو نبات ثنائي المسكن، يشكل أدغالا في قاع الانهار الصغيرة. وأحواض الأسماك المختلفة.

تنمو الأزهار الأنثوية المفردة لهذا النبات، في الماء على شماريخ طويلة ملتفة حلزونياً. وتجتمع الأزهار الذكرية على نبات آخر لتشكيل نورة قصيرة المحور. تنتصب الشماريخ الزهرية في النباتات المؤنثة خلال مرحلة التأبير ساحبة معها الأزهار الأنثوية إلى سطح الماء.

بالوقت نفسه تنفصل أزهار ذكرية مفردة عن النباتات المذكرة طافية على سطح الماء، ومحررة من المآبر المتفتحة، حبات طلع لزجة. يحصل التأبير عند ملامسة الأزهار الذكرية أو حبات الطلع، للأزهار الأنثوية. بعدئذٍ، سرعان ما تلتف شماريخ الأزهار الأنثوية مجدداً ساحبة معها هذه الأزهار إلى داخل الماء. تنمو البذور والثمار لهذا النبات كما هو واضح داخل الماء

.

ج-- التأبير الريحي (Wind pollination) : تتصف الأزهار ريحيه التأبير عادة، بأنها صغيرة الحجم، مجردة من الكم، أو أنه ضعيف النمو. تعطي هذه الأزهار كميات كبيرة من حبات الطلع الجافة خفيفة الوزن. تكون المياسم فيها متطاولة مسطحة وريشية، وذلك لتسهيل عملية التقاف حبات الطلع، كما في النجيليات (Graminales) وغيرها.

الإخصاب (Fertilization)

الإخصاب هو اتحاد خليتين جنسيتين مع بعضهما: عروس مذكر مع عروس مؤنث. يدعى العروس المذكر في البذريات - نطفة (Sperm)، والمؤنث - خلية بيضية (Egg Cell)، تجري عادة، عمليات تشكل الأبواغ الصغيرة والأبواغ الكبيرة وتمايز الأعراس المختلفة قبل عمليتي التأبير والإخصاب.

تكون الأبواغ الصغيرة (Microsporogenesis):

يؤدي هذا التكوّن إلى تشكيل أبواغ صغيرة ضمن مغلفاتها - أي ضمن المباوغ الصغيرة (Microsporangia) (أكياس الطلع). ويبدأ بتمايز أبواغ أولية (Archesporia) ثنائية الصيغة الصبغية (2N) في مركز كل كيس طلعي: تتعرض كل خلية أولية في بادئ الأمر، إلى انقسامات خيطية، تتشكل بنتيجتها خلايا أم الحبات الطلع Pollen mother cells وتكون ذات صيغة صبغية (2N) صبغياً. ثم بعد ذلك، يطرأ على كل منها انقسامان: (الأول منصف والثاني خيطي). على أثر ذلك، تتشكل رباعيات بوغية (Tetraspores) وحيدة الصيغة الصبغية (N). تشتمل كل بوغة صغيرة على سيتوبلاسم كثيفة ونواة ضخمة. تبدأ الأبواغ الصغيرة المتشكلة بالإنتاش، وهي ماتزال ضمن الأكياس الطلعية، حيث تتمايز إلى حبة طلع أو إلى مشرة عروسية ذكرية.

يحيط بحبة الطلع غلاف مضاعف: خارجي سميك ومتقشرن، يحوي ثقباً أو عدة ثقوب للإنتاش (Germ spores). وداخلي رقيق وسيللوزي ولا يحمل مثل هذه الثقوب ويحافظ على مرونته. يُعد ثقب الإنتاش، منطقة رقيقة من الغلاف الخارجي، ويتكون من مواد بكتينية سريعة الانحلال في السائل السكري الذي تفرزه المياسم.

تبدأ حبة الطلع بالإنتاش، بعد أن تتعرض نواتها لانقسام خيطي، تتشكل نتيجة هذا الانقسام خلية مولدة (Gerative Cell) صغيرة الحجم، وخلية إعاشية كبيرة الحجم، تسمى خلية الأنبوب Tube Cell. تعد الخلية المولدة - أولى خلايا المشرة العروسية الذكرية، وتتوضع عادة إلى جانب جدار حبة الطلع. تعطي الخلية المولدة فيما بعد، نطقتين(Sperm). تتفتح المآبر في هذه المرحلة وتتحرر حبات الطلع الناضجة، حيث تسقط بمساعدة عامل ما، على ميسم المدقة.

تتابع حبة الطلع إنتاشها على ميسم المدقة، ويستغرق ذلك أحياناً، عشر دقائق كما في جنس السورغ (Sorghum) وفي قصب السكر (Saccharum officinarum). وفي حالات أخرى، قد يمتد من 3 - 48 ساعة، كما في الذرة المايسية Zea mays، ويتضمن هذا الإنتاش، انتباج حبة الطلع وزيادة حجمها، ثم ظهور الغلاف الداخلي لحبة الطلع من خلال ثقب أو ثقوب الانتاش، على شكل أنابيب صغيرة. إلا أن واحداً من هذه الأنابيب يتابع نموه بمساعدة الخلية الإعاشية، ويشكل الأنبوب الطلعي (Pollen tube). يبلغ طول الأنبوب الطلعي أحياناً، من 20 - 30 سم، ويبقى قطره مجهرياً. يتدفق محتوى حبة الطلع إلى الأنبوب الطلعي، وهكذا تنمو المشرة العروسية الذكرية.

لم يعرف حتى الآن دور الخلية الإعاشية، التي هاجرت إلى قمة الأنبوب الطلعي. بشكل أكيد. من المعتقد بأنها تنشط نمو هذه القمة. أحياناً، تعطي الخلية المولدة النطفتين ضمن حبة الطلع، وفي حالات أخرى، تتشكل النطفتان ضمن الأنبوب الطلعي مباشرة.

ينمو الأنبوب الطلعي مخترقاً نسج الميسم والقلم الرخوة، متجهاً نحو المبيض. ثم يستمر في نموه إلى أن ينفذ إلى البويضة، إما عن طريق الكوة - الإلقاح الكوي، أو عن طريق الحبل السري فالمفرق - الإلقاح المفرقي.

البويضة وتكوّن البوغة الكبيرة (Megasporogenesis)

يؤدي هذا التكون، إلى تشكيل بوغة كبيرة (Megaspore أو Macrospore) والتي سوف تعطي في مغلفات البذور، الكيس الجنيني أو المشرة العروسية الأنثوية.

يجري تشكل الأبواغ الكبيرة ضمن البويضات (Ovules). يتراوح عدد البويضات داخل المبيض، حسب الأنواع النباتية، من بيضونة واحدة وحتى بضعة آلاف.

ينظر علماء الشكل إلى البويضات بطرائق مختلفة: فبعضهم يراها ذات طبيعة ورقية ويقول آخرون أن لها طبيعة ساقية، وينظر إليها فريق ثالث على أنها صرات (Sori). وقد اعطت البويضة في بعض الحالات الشاذة، فارعاً خاصاً - فهي بمثابة البرعم. يُنظر إلى اللحافتين (Integuments)، في هذه الحالة، على أنها أوراق.

تبدو البويضة في بداية تمايزها، على شكل تحدب صغير على سطح المشيمة، ينشأ هذا التحدب نتيجة انقسام الخلايا التي تقع تحت سطح المشيمة مباشرة أو التي تليها. يعد النوسيل الجزء الأساسي في البويضة، حيث يحتل مركزها، ويتألف من نسيج عديد الخلايا.

بعد ذلك، سرعان ما تبدأ إحدى خلايا النوسيل العلوية (تحت البشرة) بالنمو، بصورة نشيطة. هذه الخلية - هي البوغة الأولية (Archesporium) أو الخلية الأم للكيس الجنيني (Embryo sac mother cell)، ذات (2N) صبغياً. تتعرض الخلية الأم السابقة إلى انقسام منصف وآخر خيطي.

تتشكل نتيجة ذلك، أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية - هي الأبواغ الكبيرة (Megapores). بعد ذلك، تموت منها ثلاث خلايا، وتحتفظ الخلية الرابعة بحيويتها (عادة الخلية السفلية القريبة من المفرق)، يتشكل الكيس الجنيني (المشرة العروسية الأنثوية) بدءاً من هذه الخلية. تتميز البوغة الكبيرة، كالبوغة الصغيرة تماماً، **بصيغة صبغية أحادية** بصورة دائمة.

يبدأ إنتاش البوغة الكبيرة وتمايز المشرة العروسية الأنثوية، بنموها بصورة واضحة، دافعة النوسيل نحو اللحافتين. ثم تعاني النواة الأولية للكيس الجنيني (نواة البوغة الكبيرة) ثلاثة انقسامات خيطية متعاقبة، تتشكل بنتيجتها ثمان نوى وحيدة الصيغة الصبغية تهاجر النواتان المتمايزتان بعد الانقسام الأول، إلى قطبي البوغة المنتشة: واحدة نحو القطب الكوي والثانية نحو القطب المفرقي - تعاني النواتان السابقتان في قطبي البوغة، للانقسامين التاليين، وبالنتيجة يتشكل في كل قطب أربع نوى ذات (N) صبغياً، تنفصل ثلاث نوى في كل قطب عن بعضها بجدر خلوية، مشكلة ثلاث خلايا. تصبح إحدى هذه الخلايا في القطب الكوي، عروساً أنثوياً - الخلية البيضية (Egg cell)، والخليتان الأخريان هما الخليتان المساعدتان (sSubsidiary cell). تسمى الخلايا الثلاث الأخرى في القطب المفرقي - الخلايا المقابلة للقطب (Antipodal cells)، وهي ذات وظيفة غير محددة تماماً. وأخيراً تهاجر النواتان القطبيتان الباقيتان إلى مركز الكيس الجنيني، حيث تتلامسان ثم تتحدان مع بعضهما خلال فترة زمنية قصيرة أو طويلة. وهكذا تتشكل نواة الكيس الجنيني الثانوية ذات (2 N) صبغياً.

الإخصاب المضاعف (Double Fertilization) وأهميته الحيوية:

يخترق الأنبوب الطلعي الكيس الجنيني، وتنفجر نهايته بالقرب من الخلية البيضية محرراً النطفتين. تتلاشى في هذا الوقت الخلية الاعاشية أو نواة الأنبوب الطلعي. تتحد إحدى النطفتين مع الخلية البيضية مشكلة البيضة الملقحة أو الزيغوت (Zygote)، ثنائي الصيغة الصبغية (بداية الطور البوغي)، وتتحد النطفة الثانية مع النواة الثانوية للكيس، مشكلة خلية ثلاثية الصيغة الصبغية - نواة السويداء. بهذه الطريقة، يجري الإخصاب المضاعف الخاص بمغلفات البذور، يبدأ بعد ذلك، نمو الجنين وتطوره مباشرة في بعض الأنواع النباتية، وبصورة متأخرة في أنواع أخرى - وذلك بدءاً من الزيغوت. وتتمايز السويداء (Albumen) بدءا من النواة الثانوية للكيس الجنيني. يملك الإخصاب المضاعف في مغلفات البذور، أهمية حيوية كبيرة جداً. يعد ظهور طور ثلاثي الصبغة الصبغية (3N) في حلقة تطور النبات، حدثاً فريداً في تاريخ العالم النباتي. يتجلى هذا الطور بالسويداء التي تنتقل إلى الجيل الجديد، حيث تحيط بالجنين حاملة صفات الأبوين الوراثية، بالإضافة إلى ادخارها للمواد الغذائية. تتشكل السويداء إذن، بنتيجة الإخصاب المضاعف، وتتمتع خلاياها بصيغة صبغية ثلاثية (Triploid). ويتم تمايزها بفضل اتحاد خلية أبوية - النطفة (N) صبغياً، مع خلية من الأم - النواة الثانوية (2N) صبغياً. غالباً ما تنتمي الخليتان السابقتان إلى نباتين مختلفين، أما السويداء في عريانات البذور والتي تسمى بذراء داخلية – N صبغيا، فتتمايز قبل عملية الإخصاب المضاعف كنسيج إعاشي للمشرة العروسية الأنثوية بهذه الصورة، تبدو أهمية الإخصاب المضاعف في مغلفات البذور واضحة جلية، بالمقارنة مع مثيله في عريانات البذور. ولهذا السبب يتمتع الجيل الجديد، بفضل الإخصاب المضاعف وتمايز السويداء (الأندوسبرم)، بصفات حيوية ممتازة. مما يساعد مغلفات البذور على الانتشار في جميع أنحاء العالم وفي مختلف المناطق الجغرافية، حيث بلغ عددها حالياً، نحو ثلاثمائة ألف نوع.

فقدان الامتزاج (Apomixis) : تشمل هذه الظاهرة جميع الحالات التي ينمو فيها الجنين بدءاً من خلية غير ملقحة. وخلال هذه الحادثة بقي التعاقب المورفولوجي مابين الطورين العروسي والبوغي مستمراً، بصورة عامة، تلاحظ ظاهرة فقدان الامتزاج في. المجموعات التصنيفية - بدءاً من الطحالب، وحتى مغلفات البذور. تختلف أشكال فقدان الامتزاج عن بعضها حسب طبيعة الخلية التي سوف تشكل الجنين.

ملاحظة هامة: قد لا تترافق عمليتا تشكل البذور والثمار بعملية القاح مسبق فينمو الجنين والبذرة في عدد كبير من أنواع مغلفات البذور، والتي تنتمي إلى فصائل مختلفة دون عملية إخصاب: أي دون اتحاد أو امتزاج عروس مذكر مع عروس مؤنث. تسمّى هذه الظاهرة فقدان الامتزاج (Apomixis).

تلاحظ حالات فقدان الامتزاج عادة، في المجموعات التصنيفية الراقية، كما في أجناس الفصيلة النجمية (Asteraceae) وغيرها. وتبدو هذه الظاهرة حينئذ كثيرة التنوع، عديدة الأشكال، صعبة التصنيف وفيما يلي نستعرض أكثر أشكال فقدان الامتزاج انتشاراً في العالم النباتي عامة، وفي النباتات المزروعة خاصة :

1- التكون البكري (Parthenogenesis) ؛ ويعني تطور الجنين وبالتالي النبات البوغي الجديد (الطور البوغي)، بدءاً من خلية بيضية غير ملقحة.

2 - فقدان الإلقاح (Apogamy) ؛ وذلك عندما يتمايز الجنين (الطور البوغي)، بدءاً من أية خلية غير ملقحة من خلايا الكيس الجنيني، عدا الخلية البيضية. يعرف في مغلفات البذور أشكال مختلفة من فقدان الإلقاح كما في :
أ- البصل العطري (Allium odoratum)، ينمو الجنين بدءاً من إحدى الخلايا المقابلة للقطب

ب- في أنواع جنس الخميلة (Alchemilla)؛ يتمايز الجنين بدءاً من خلية مساعدة

ج- في نبات لسان الحمل (Plantage lanecolata) ؛ وفي غيره من الأنواع، تصادف أشكال مختلفة من فقدان الإلقاح.

3- فقدان التبويض (التبوغ) (Apospory) ؛ وذلك عندما تتمايز المشرات العروسية الأنثوية بدءاً من خلايا إعاشية ذات (2N) صبغياً تابعة للنبات البوغي. بينما كانت تتمايز في الحالات الطبيعية بدءاً من أبواغ ذات (N) صبغياً. يعرف في مغلفات البذور حالات متباينة من فقدان النبوغ. فقد ينمو الجنين بدءاً من إحدى خلايا النوسيل، ذات (2N) صبغياً. وقد يتمايز في حالات أخرى بدءاً من لحافتي البويضة أو من المفرق Chalaza.

تشكل جميع الحالات التي لا يتمايز فيها الجنين بدءاً من إحدى خلايا الكيس الجنيني، وإنما من إحدى خلايا النوسيل تعد الأجنة الإضافية أو العارضة جزءاً من ظاهرة تعدد الأجنة، بصورة عامة بحادثة الأجنة الإضافية، تصادف الأجنة الإضافية غالباً في الليمون (Citrus limon) وفي الحمضيات.

البذرة (The Seed)

تعطي بويضة واحدة البذرة، بعد إنجاز عملية الإخصاب. وقد تتشكل أحياناً، نتيجة ظاهرة فقدان الامتزاج (Apomixis). تجري في البويضة الملقحة تغيرات أساسية. تنحصر في تطور الزيغوت وتشكل الجنين. تتشكل البذرة في مغلفات البذور، بنتيجة الإخصاب المضاعف: فبدءاً من الزيغوت، المتكوّن من اتحاد نطفة مع الخلية البيضية، يتمايز الجنين، وبدءاً من الخلية، المتكونة من اتحاد النطفة الثانية مع النواة الثانوية للكيس الجنيني، يتمايز نسيج مغذ في البذرة

- السويداء (Albumen): تتفكك وتتحل عادة، الخلايا الباقية في الكيس الجنيني (الخليتان المساعدتان - والخلايا الثلاث المقابلة للقطب). تتحول لحافتا البويضة بعد الإلقاح إلى غلاف البذرة (Seed coat). بينما يستهلك النوسيل، بصفته مادة مغذية في معظم النباتات، خلال تمايز جنين البذرة ونادراً ما يتحول النوسيل أو بقيته إلى نسيج مغذ، هو البذراء المحيطية (2N) صبغيا (Perisperm) (بريسبرم).

من الصعب إعطاء تعريف شامل للبذرة في مغلفات البذور، وذلك بسبب تنوع أشكالها بصورة مدهشة. يعد الجنين - العنصر الأساسي في البذرة. تتحدد في الجنين المتمايز عادة، أعضاء النبات الأساسية: الجذر والساق والورقة. ولكن في عدد كبير من الأنواع النباتية أو في بعض الفصائل المطابقة، لا يمكن تمييز الأجنة بصورة واضحة. ففي بعض الحالات، يكون الجنين ضامراً، كما في عدد من النباتات الطفيلية والرمية، مثل جنس الهالوك (Orobanche) وغيرها. وفي حالات أخرى، يكون الجنين غير مكتمل النمو. يعد ذلك دليلاً على الأصل البدائي للعضوية. تشاهد السويقة أو المحور تحت الفلقي Hypocotyl في الحالتين السابقتين، إلا أنها تكون ضامرة جداً في النباتات وحيدة الفلقة.

تعرف البذرة من الناحية الفيزيولوجية بأنها العضو الذي يستطيع العيش في حالة راحة خلال الشروط الملائمة للسبات. وبالمقابل تنتش البذور في عدد كبير من الأنواع النباتية مباشرة، دون أن تمر في مرحلة الراحة، كما في جنس الدوريو Durio. يُعد إنتاش البذرة مباشرة، دليلا على بدائية العضوية النباتية بصورة عامة، ينمو عادة في البويضة (في البذرة) بعد عملية الإخصاب جنين واحد. وقد لاحظ أحياناً في البويضة الواحدة عدد من الأجنة - حادثة – تعدد الأجنة (Polyembryon). تعزى حادثة تعدد الأجنة لظاهرة فقدان الامتزاج (Apomixis).

ملاحظة هامة: يلاحظ أحياناً، في بعض أنواع الكرمة (Vitis vinifera) أو في بعض الحمضيات، كما في جنس الليمون (Citrus) تطور المبيض إلى ثمرة دون إخصاب مسبق أو دون حادثة فقدان الامتزاج. تتشكل مثل

هذه الثمار بنتيجة التكون البكري. يمكن الحصول على الثمار البكرية (Parthenocarpy) عديمة البذور بمحلول مخفف لبعض الأوكسينات، مثل حمض الأندول الخلي (L.A.A) أو حمض النفتالين أسيتيك (NAA).

لكن قد يتشكل في بعض الحالات، عدد من الأجنة، بدءاً من بيضة ملقحة واحدة. أما سبب ظاهرة (تعدد الأجنة الزائفة)، فيعود إلى وجود أكثر من كيس جيني واحد في البويضة. تلاحظ هذه الظاهرة في أنواع جنس النفل (Trifolium) والورد (Rosa) وغيرهما.

يتألف **الجنين** عادةً من أربعة أجزاء: هي الجذير (Radicle) والسويقة والبريعم (Plumule) وفلقة أو فلقتان. استناداً لما سبق، ميز العلماء منذ القدم مجموعتين أساسيتين من الأجنة في مغلفات البذور: يشتمل الجنين في المجموعة الأولى فلقتين - ثنائيات الفلقة (Dicotyledoneae)، ويشتمل في المجموعة الثانية فلقة واحدة - وحيدات الفلقة (Monocotyledoneae). توجد أشكال انتقالية عديدة بين النموذجين السابقين من الأجنة، ففي جنس السحلب (Orchis) يكون الجنين بكامله ضعيف التمايز، صغير الحجم، أجاصي الشكل.

تعد الفلقات من الناحية البنيوية أوراقاً، وهي عبارة عن زوائد جانبية لمحور الجنين - المحور تحت الفلقي (Hypocotyl). قد تتحول الفلقة، عند بعض وحيدات الفلقة الراقية إلى غمد يحيط بالبريعم الحمايته، يسمى غمد البريعم (Coleoptile)، يتمايز بدءاً من خلايا البريعم القسومة، محور فوق فلقي (Epicotyl)، بالإضافة إلى الوريقات البدائية.

أما السويداء (Albumen)، فتلاحظ في معظم بذور مغلفات البذور. وتتألف من نسيج مغذ، خلاياه ثلاثية الصيغة الصبغية، تكون السويداء نامية بصورة واضحة، في بذور النباتات وحيدة الفلقة سويدائية. ولكنها تكون ضعيفة التمايز في عدد كبير من النباتات مغلفة البذور، وبخاصة في ثنائيات الفلقة - بذور لا سويدائية تتراكم المواد الغذائية، في هذه الحالة، في أجزاء الجنين الأخرى ـ في المحور تحت الفلقي أو في الفلقات نادراً ما تشتمل بذور النباتات في مغلفات البذور على بذراء محيطية (Perisperm). تميز البذراء المحيطية بعض الفصائل فقط، مثل الفلفلية (Piperaceae) والوزية (Chenopodiaceae) والنمفية (Nymphaeaceae) وغيرها. غالباً ما تتراكم المواد الادخارية في البذور ذات البذراء المحيطية في لحافتي البويضة، وقد تتراكم أحياناً، في خلايا بقية النوسيل أو في خلايا اللحافتين وبقية النوسيل معا.

ينشأ غلاف البذرة عادة، بدءاً من لحافتي البويضة، ويتألف من غلاف داخلي رقيق، وخارجي سميك وجاف، يدعى القصرة (Testa).

يتم تصنيف البذور بسهولة كبيرة جداً، وذلك استناداً إلى مكان تراكم المواد الادخارية فيها - في السويداء، أو في البذراء المحيطية، أو في بقية أجزاء الجنين الأخرى.

تتصف البذور بخاصة حيوية هامة: قدرتها في الشروط غير المناسبة، على الحياة بصورة هادئة فترة طويلة من الزمن، ثم تجديد نشاطها في الشروط الملائمة من حرارة ورطوبة ومقدار كاف من الهواء، حيث تمتص الماء وتبدأ بالإنتاش، مشكلة البادرة.

الثمرة (The Fruit)

الثمرة ـ عضو متخصص في حماية البذور وتسهيل انتشارها. فهي تحتضن البذور وتحميها من جميع عوامل الوسط الخارجية: الحيوية والفيزيائية والميكانيكية. تتألف الثمرة عادة من جزأين أساسيين: البذور والمحيط الثمري (Pericarp)، الذي يحيط بالبذور من جميع الجوانب.

تبدأ الثمار بالتشكل، على أثر تطور المبيض، بعد عملية الإخصاب المضاعف، أو بنتيجة ظاهرة فقدان الامتزاج (pomixis). فيبدأ المبيض بالتضخم، ويزداد جدار المبيض ثخانة بمقدار طفيف (زهر الشمس)، أو بمقدار كبير جداً (البطيخ الأحمر).

غالباً ما يزول القلم والميسم بعد تطور الثمرة، وقد يشكلان أحياناً زائدة جانبية على سطح الثمرة، تساعد على انتشارها ـ كما في شقائق النعمان.

يتشكل المحيط الثمري عادة، بدءاً من جدار المبيض. ويتألف من ثلاث طبقات، تبدو واضحة في الثمار النووية: ثمرة خارجية (Exocarp) - وتشتق من البشرة الخارجية للمبيض. وثمرة متوسطة (Mesocarp) - وتشتق من النسيج البرنشيمي الجدار المبيض. وثمرة داخلية (Endocarp) - وتتشكل من البشرة الداخلية للمبيض. تتألف الثمرة الداخلية في بعض الثمار، كالخوخ والدراق والكرز وغيرها، من طبقة من الخلايا المتخشبة عبارة عن ألياف اسكليريدية تسمى هذه الطبقة المتخشبة بنواة الثمرة، حيث تحافظ على حيوية البذرة لفترة طويلة من الزمن.

تتشكل الثمار والبذور في كثير من النباتات مرة واحدة خلال حلقة حياتها، ثم تموت بعد ذلك. تسمى مثل هذه النباتات وحيدة الإثمار (Monocarpous). تنتمي إلى هذه المجموعة، النباتات الحولية، أو ثنائية الحول، والتي تزهر وتثمر مرة واحدة خلال حياتها. كما ينتمي إليها بعض النباتات العشبية الاستوائية المعمرة، التي تكون الثمار مرة واحدة فقط. أما نبات الآغاف (Agave) الذي ينمو في المكسيك، فيعيش مائة عام تقريباً ويزهر ويثمر مرة واحدة، ثم يموت بعد ذلك. وقد تتشكل الثمار والبذور في نباتات أخرى، مرات عديدة خلال حلقة حياتها. تسمى مثل هذه النباتات عديدة الإثمار (Polycarpous). ينتمي إلى هذه المجموعة معظم نباتات الفاكهة والحراج والنباتات العشبية المعمرة تسمى عادة، الثمرة التي تتشكل بدءاً من المبيض فقط ثمرة حقة (True fruit). والثمرة التي يساهم بتكوينها أجزاء أخرى من الزهرة: كقاعدة الأسدية أو البتلات أو السبلات أو كرسي الزهرة، الثمرة الكاذبة (اللحقة) (Accessory fruit)، كما في التفاح المستأنس (Malus domestica) والفريز (Fragaria vesca) ويجب النظر إلى مثل هذا التصنيف بحذر شديد.

أشكال الثمار وتصنيفها :

تأخذ الثمار في عالم النبات، أشكالاً متنوعة جداً. يعود سبب ذلك، إلى سهولة انتشارها بصورة طبيعية ، مما يؤدي إلى صعوبة وضع تصنيف طبيعي أو سلالي لها. وبخاصة أن مثل هذا التصنيف سيكون مرتبطاً بالضرورة مع مسيرة التطور العام لمغلفات البذور من الضروري إذن، وفي غياب التصنيف الطبيعي للثمار، أن نستعمل تصنيفاً آخر اصطناعياً، يعتمد على الصفات المورفولوجية ـ البيئية للثمار، ويستند في أساسه إلى النواحي التالية :

1 ـ درجة قساوة المحيط الثمري (ثمار جافة وأخرى لحمية).

2 ـ عدد البذور ضمن المحيط الثمري (ثمرة وحيدة البذرة أو عديدة البذور).

3 - تفتح المحيط الثمري، أو عدم تفتحه (ثمرة متفتحة أو غير متفتحة).

4- عدد الكرابل التي تشكل الثمرة (ثمرة وحيدة الكربلة أو عديدة الكرابل الملتحمة أو المنفصلة).

كما ظهرت حديثاً، تصانيف مورفولوجية للثمار، تستند إلى بنية المأنث. فتشتق الثمار المركبة بدءاً من مأنث مركب، يتألف من عدة المدقات منفصلة، وتشتق الثمار القرنية المنتشرة في الفصيلة الفولية (Fabaceae)، بدءاً من مأنث بسيط وحيد المدقة، وحيد الكربلة.

وتشتق ثمار متنوعة، بدعاً من المأنث البسيط عديد الكرابل الملتحمة، وذلك حسب طريقة التحام هذه الكرابل.

وهكذا يمكن التمييز ما بين الثمرة بسيطة (Simple fruit) تتشكل بدءاً من مبيض وحيد الكربلة، أو من مبيض عديد الكرابل الملتحمة. وثمرة مركبة (Compound fruit) - تتشكل بدءاً من مأنث مركب أي بدءاً من مبايض عدة مدقات منفصلة. وثمرة متجمعة (Aggregate fruit) - وهي على عكس الثمار البسيطة والمركبة، لا تتشكل بدءاً من مأنث زهرة واحدة، وإنما من مانث نورة كاملة أو غير كاملة.

الثمار البسيطة (Simple fruits)

تتشكل الثمرة البسيطة، كما أشير سابقاً، بدءاً من مبيض وحيد الكربلة أو الكرابل الملتحمة.

قد تكون الثمرة البسيطة، ثمرة لحقة أو حقة، أحياناً يجف المحيط الثمري تدريجياً خلال نضج الثمرة البسيطة، فتسمى ثمرة جافة، وفي حالات أخرى، يبقى المحيط الثمري لحمياً أو عصيريا فتسمى ثمرة لحمية. يلاحظ في بعض الأنواع النباتية، انتشار البذور من الثمار الجافة بعد تفتحها، فتسمى حينئذ - ثمرة جافة متفتحة، وفي أنواع نباتية أخرى، تبقى البذور ضمن الثمرة الجافة، فتسمى ثمرة جافة غير متفتحة. من الجدير بالذكر، أن الثمار المعروفة هي ثمار بسيطة.

I - الثمار البسيطة الجافة (Dry simple fruits) : ولها نمطان رئيسان:

أ - ثمار بسيطة جافة متفتحة (Dehiscent) ؛ وتسمى عادة الثمار العلبية، وتضم بذوراً عديدة، تنتثر منها بصورة طبيعية من أمثلتها :

1- **الثمرة الجرابية (Follicle)**؛ ثمرة وحيدة الحجيرة تتشكل بدءاً من مبيض وحيد الكربلة. وتتفتح وفق شق طولي وحيد، من الناحية البطنية - وهو خط التحام حافتي الكربلة، كما في نبات المدعم الممتع (Consolidat regalis).

2 الثمرة القرنية (Pod) ؛ ثمرة وحيدة الحجيرة، تتشكل بدءاً من مبيض وحيد الكربلة. وتتفتح عند نضجها وفق شقين طوليين : من الناحية البطنية والظهرية على شكل مصراعين، كما في الفاصولياء (Phaseolus vulgaris) والبيقية الزراعية (Vicia sativa).

أحياناً، لا تتفتح الثمار القرنية كما سبق، وإنما تتشقق وتتكسر بصورة عرضية إلى أجزاء صغيرة. تسمى هذه الثمار المنشطرة، كما في نبات رجل الطير. إلى جانب القرون الطبيعية يوجد قرون حلزونية كما في الفصة الزراعية (Medicago sativa).

3 الثمرة الخردلية والخريدلية؛ ثمرة ثنائية الحجيرة، تتشكل بدءاً من مبيض ثنائي الكرابل وتتفتح عند نضجها وفق شقين طوليين حيث تبدو البذور محمولة على حاجز طولي رقيق. تنتشر هذه الثمار عادةً، في الفصيلة

الملفوفية (Brassicaceae)، فتلاحظ الخردلة جنس الفجل (Raphanus) والملفوف (Brassica) وغيرهما. بينما تلاحظ الخريدلية في نبات جمعية الراعي (Capsella bursa- pastoris) وفي غيره. تختلف الخردلة عن الخريدلة بحجمها. فبينا يفوق طول الخردلة عرضها بأكثر من أربع مرات، يلاحظ أن طول الخريدلة لا يتجاوز سوى ضعف عرضها.

4 الثمرة العلبية (Capsule)؛ تتشكل هذه الثمرة من كربلتين أو من عدة كرابل، وتأخذ أشكالاً متنوعة. تصنف الثمار العلبية حسب طريقة تفتحها : فهناك ثمرة علبية ذات شقوق في جنس التوليب (Tulipa) وذات ثقوب في جنس الخشخاش (Papaver) وذات قبعة في جنس البنج (Hyosyamus) وذات أسنان في جنس القرنفل (Dianthus) وذات مصاريع في جنس الداتورة (Datura) وهكذا....

ب ثمار بسيطة جافة غير متفتحة (dehiscentIn) ؛ تسمى عادة الثمار البهمية (Achene). وهي ثمار وحيدة البذرة لا تتفتح عند نضجها، وبالتالي لا تنتشر منها البذور(شكل 48 و 49) من أمثلتها :

1 - الثمرة الجوزية (Nut) والجويزية ؛ يكون المحيط الثمري فيها جافاً صلباً ومتخشباً، وغالبا ما تتشكل بدءا من كربلة واحدة، وتشتمل على بذرة واحدة بحالة حرة، من أمثلتها ثمرة البندق البندقي (Corylus avellana) وفي جنس الكستناء (Castanaca) وجنس البلوط (Quercus).

2 الثمرة البذرية (Seedy) ؛ يكون المحيط الثمري فيها جلدياً، وتشتمل على بذرة واحدة، كما في زهر الشمس الحولي (elianthus annuusH)، وتصادف أحياناً ثمار بذرية مركبة ، تشتق بدءاً من مأنث مركب، كما في الحوذان الحريف (Ranunculus caris)والفريز (Fragaria vesca) وغيرهما.

4 البرة (Caryopsis) ؛ هي ثمرة جافة بهمية، يلتحم فيها المحيط الثمري الجلدي أو الغشائي مع غلاف البذرة بشكل وثيق، من أمثلتها برة جنس القمح (Triticum) والذرة المايسية (Zea mays) وجنس الشعير (Hordeum) وغيرها.

3 - الثمرة المجنحة (Samara) ؛ ثمرة بذرية ينمو فيها المحيط الثمري جانبياً، على شكل أجنحة غشائية أو جلدية كما في جنس الألم (Ulmus) والقيقب (Acer).

من الضروري الإشارة إلى وجود ثمار بسيطة جافة تتشقق إلى حجيرات بسيطة أو تنجزاً إلى أقسومات صغيرة وحيدة البذرة. تسمى هذه الثمار المنشطرة (Schizocarpous).

من أمثلتها : الثمرة الجوزية في أنواع الفصيلة الفاغرة (Lamiaceae)، والثمرة المجنحة في جنس القيقب (Acer)، والثمرة القرنية في الفجل البري (Raphanus rapianistrum).

II - الثمار البسيطة اللحمية (Fleshy simple fruits): تكون جميلة الألوان، ولها نمطان رئيسان:

أ- الثمار العنبية (Berry) ؛ ثمار لحمية أو عصيرية البنية، عديمة النواة، وغالباً ما تكون عديدة البذور، ومن أمثلتها :

1-الثمرة العنبية (Berry) ويكون فيها المحيط الثمري لحميا أو عصيريا، باستثناء الثمرة الخارجية، التى تتألف من قشرة رقيقة، ولها أشكال متنوعة مثل عنبات الكرمة الخمرية (Vitis vinifera) والبندورة والباذنجان والبطاطا التي تنتمي لجنس (Solanum). للثمرة العنبية أحياناً، بنية خاصة، كما في الرمان والموز.

2 - الثمرة التفاحية (Pome)؛ ثمرة لحمية (تتشكل بدءا من مبيض خماسي الكرابل)،بصورة عامة، تلتحم مع بعضها بشكل وثيق. يشارك في تكوين الثمرة التفاحية أجزاء الزهرة الأخرى، بما في ذلك كرسي الزهرة - فهي ثمرة لحقة. تكون الثمرة الداخلية، جلدية البنية، وتتألف من خمس حجيرات، في كل منها بذرتان أو أكثر من ذلك، أحياناً. من أمثلتها ثمار جنس التفاح (Malus) والأجاص (Pyrus) والسفرجل (Cydonia) وغيرها.

3- الثمرة اليقطينية (Pumpkin fruit)؛ ثمرة (عنبية لحقة، تتشكل من مبيض سفلي ثلاثي الكرابل، ويساهم بتكوينها كرسي الزهرة الذي يحيط بالمبيض. تكون فيها الثمرة الخارجية جلدية قاسية أو متخشبة. من أمثلتها البطيخ الأحمر (Citrulus vulgaris) والبطيخ الأصفر (Melo sativa) والخيار الزراعي (Cucumis sativus) وأنواع جنس القرع (Cucurbita).

4 - الثمرة الحزَّة (Hesperidium) ؛ ثمرة عنبية تميز الحمضيات بشكل عام، كما في الليمون (Citrus limon).

ب الثمار النووية (Drupe) ؛ تكون فيها الثمرة الداخلية متخشبة، تشكل نواة الثمرة، وهي غالبا وحيدة البذرة.

كما توجد ثمار نووية مركبة، تشتق بدءاً من مأنث مركب، يتألف من كرابل عديدة منفصلة، مثل توت العليق (Rubus idacus) وغيرها.

الثمار المركبة (Compound fruits)

تتشكل الثمار المركبة، كما رأينا، من مأنث مؤلف من عدة كرابل منفصلة، وتضم ثماراً مركبة حقة وأخرى لحقة. تنتشر هذه الثمار في الفصيلة المغنولية (Magnoliaceae) وفي الفصائل الأخرى القريبة منها. تسمى عادة أجزاء الثمرة المركبة، أي المدقات أو الكرابل المنفصلة **الثميرات**.

تختلف الثمار المركبة عن بعضها بنوع ثميراتها : تشتق ثمرة توت العليق Rubus idious (شكل 51)، بدءاً من كرابل عديدة منفصلة متوضعة على كرسي الزهرة المخروطي. تتمايز كل كربلة إلى ثميرة نووية صغيرة، وتشكل مجموع هذه الثميرات المتراصة، ثمرة نووية مركبة وتعد ثمرة الحوذان الحريف (Ranunculus caris) وثمرة الفريز (Fragaria vesca) وغيرهما، ثماراً بذرية مركبة. فثمرة الفريز - ثمرة بذرية مركبة لحقة، يشارك بتكوينها كرسي الزهرة، الذي ينمو ويتسع ويتلون بالأحمر، ويأخذ بنية اللحمية. بينما تغدو الثميرات البذرية متباعدة وغائرة قليلا في كرسي الزهرة.

الثمار المتجمعة (Aggregate Fruits) :

تتشكل الثمار المتجمعة، كما مر سابقاً، من مآنث نورة كاملة أو من بعضها. يلاحظ دائماً، عند تشكل الثمار المتجمعة، مشاركة محاور النورات مع الأزهار في تكوينها - فهي ثمار لحقة. تشبه الثمرة المتجمعة في الحالات النموذجية، الثمرة البسيطة بالشكل والوظيفة.

تأخذ الثمار المجمعة أشكالاً متنوعة جداً، بحيث أصبح تصنيفها ضرورة ملحة، تتشكل الثمرة المتجمعة في التوت الأبيض (Morus alba)، بدءاً من النورة الأنثوية. ويتمايز جزؤها الذي يؤكل من الكم النامي المتسع.

وفي التين الشائع (Ficus carica)، يتشكل الجزء الذي يؤكل من ثمرته المتجمعة، بدءاً من محور النورة المتضخم والمجوف، والذي يأخذ بنية لحمية خلال تكون الثمرة. كما يساهم بتكوينها جزئياً كم الأزهار - اللحمي والمتسع.

تتألف ثمرة الأناناس الزراعي (Ananas comosus) من عدة ثمار حقيقية صغيرة ملتحمة وعديمة البذور، مرتبة بشكل حلزوني حول محور النورة اللحمي، الذي يشارك في تكوين الثمرة مع الأوراق الزهرية اللحمية المحيطة بكل زهرة.

وأخيراً، تتشكل الثمرة المتجمعة في الشمندر الشائع (Beta vulgaris)، من التحام 2 - 8 ثمار بسيطة، لها شكل كريات صغيرة ذات غلاف قاس، متمايز من الكم المتخشب.

بهذه الصورة، نرى أن الثمرة المتجمعة، هي شكل متحور للنورة بكاملها أو لبعض أجزائها، وذلك نتيجة اتحاد الأزهار (الثمار) مع بعضها من ناحية أولى والنمو الشديد الذي سبب أجزاء الزهرة ومحور النورة من جهة ثانية.

ملاحظة هامة: أحياناً يستخدم اصطلاح (الثمار المتجمعة) بالمعنى الواسع، فتعد حينئذٍ أية نورة، بعد إلقاحها، ثمرة متجمعة. في هذه الحالة تتطابق تماماً النورة المتحورة للأناناس أو للشمندر مع النورة التي لا تتعرض بعد إلقاحها إلى أية تحورات شكلية، مثل نورة الذرة والكرمة. فليس منطقياً إذن، تصنيف عرنوس الذرة أو عنقود العنب مع الثمار المتجمعة.

(انتهت المحاضرة)