على تماثل الزهرة ، ثم الرمز الدال على نوع الزهرة إذا كانت ذكرية أو أنثوية أو خنثوية ، ثم تلى ذلك الرموز الدالة على المحيطات . ويوضع على يسار كل رمز من هذه الرموز العدد الذى يدل على الأجزاء فى كل محيط . وإذا كانت الأوراق الزهرية عديدة وغير محدودة يرمز لها بالرمز ∞ . وإذا كانت متحدة يوضع العدد الدال عليها بين قوسين . وإذا كانت الزهرة تحت متاعية يوضع خط أسفل الرمز الدال على المتاع ، وإذا كانت فوق متاعية يوضع خط أعلاه ، أما إذا كانت محيطية المتاعية فلا يوضع خط على الإطلاق .

النورة :

تنشأ الأزهار إما وحيدة فى نهاية الساق كما فى الخشخاش (Papaver) وبذلك تحـــد من نمو الساق : أو فى مجموعة تعرف بالنورة (Inflorescence) ويطلق على الجزء من الساق الذى يحمل الأزهار اسم المحور أو الشمراخ (Peduncle) ، وتخرج الزهرة إما من إبط ورقة خضراء عادية . أو من إبط ورقة أصغر حجما من الورقة العادية ، أو من إبط ورقة حرشفية ، وتعرف الورقة فى جميع هذه الحالات بالقنابة ، وفى بعض الأحيان تظهر الأزهار بدون قنابات .

وتتباين النورات تبعاً لنوع التفرع وتوزيع الأزهار وطبيعة المحور وعوامل أخرى ، وتتميز النورة إلى نوعين إذا اتخذنا طريقة التفرع أساساً للتقسيم .

(١) النورة غير المحدودة(Racemose): وفيها يكون التفرع صادق المحور.

(٢) النورة المحدودة (Cymose) : وفيها يكون التفرع كاذب المحور .

النورة غير المحدودة :

فى هذا النوع يستمر المحور فى نموه . ويظهر عند قمته براعم زهرية حديثة تتكشف عن أزهار فيما بعد ، وباستمرار النمو تتكون براعم زهرية أخرى ، وهكذا نجد على امتداد المحور تدرجاً فى عمر الأزهار ودرجة تفتحها ، إذ تقع الأزهار الحديثة ـ التى لم تتفتح بعد ـ عند القمة والأزهار المتفتحة

المتقدمة فى السن عند القاعدة ، بمعنى أن التفتح يبدأ من أسفل إلى أعلى ، وفى حالة تفلطح المحور الزهرى يبدأ التفتح من الخارج إلى الداخل . وتتميز النورة غير المحدودة إلى عدة أنواع (شكل ٢٧٤) منها :

(أ) النورة العنقودية البسيطة (Simple raceme) : يستطيل المحور فى هذا النورة ويحمل الأزهار على أعناق لا تختلف كثيراً فى أطوالها ، مثال ذلك نورة نبات حنك السبع (**Antirrhinum sp.**) وهناك نورة تعرف بالعنقودية المركبة (Panicle) ، وفيها يحمل المحور الأصلى نورات عنقودية بسيطة بدلا من الأزهار كما فى نبات العنب .

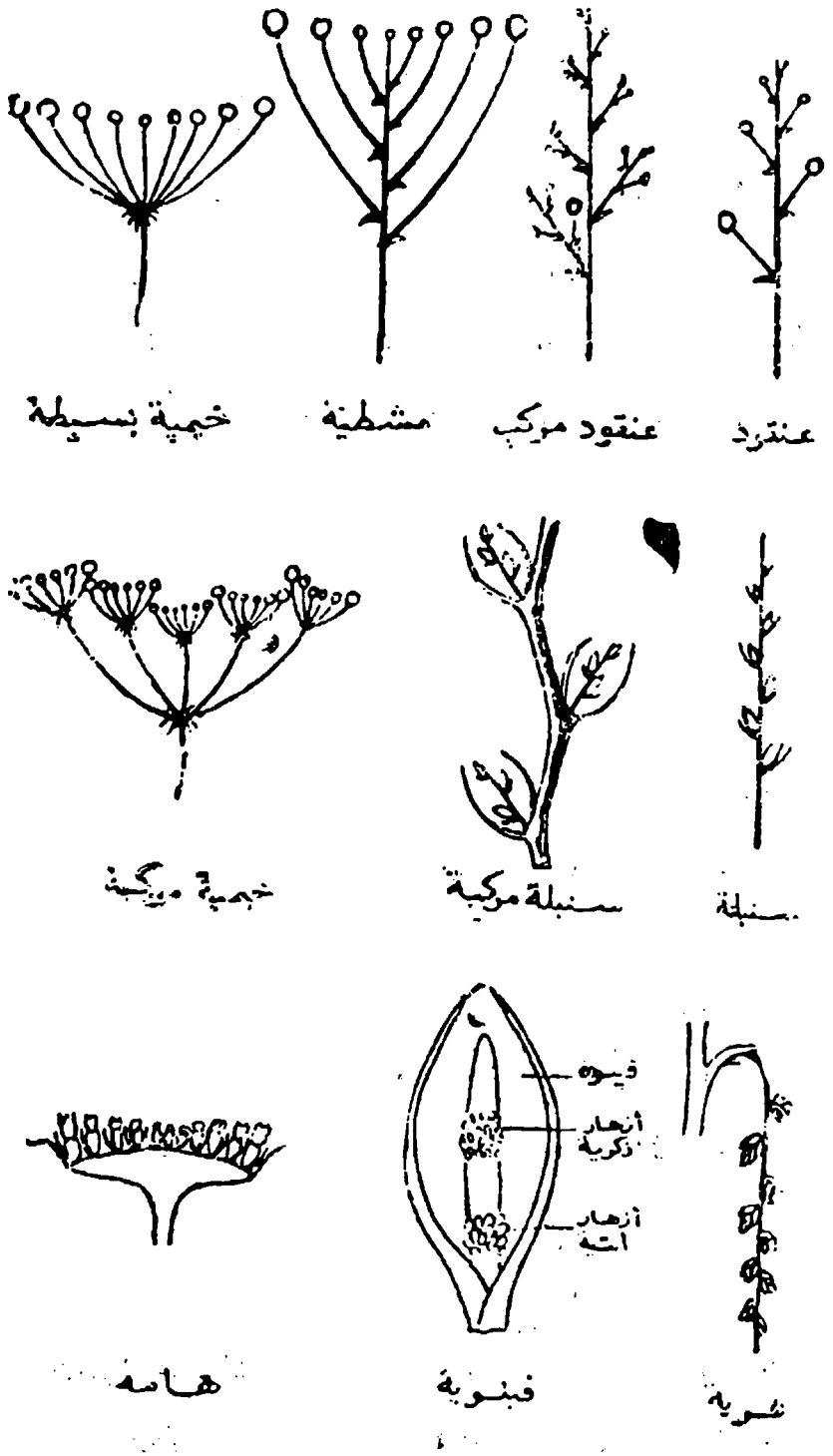
(ب) النورة المشطية (Corymb): هذا النوع يشبه لحد ما النورة العنقودية إلا أن أعناق الأزهار السفلى تستطيل حتى تنتظم الأزهار جميعها فى مستوى واحد تقريباً كما فى نورة نبات الإيبرس **(Iberis)** .

(ج) النورة الخيمية (Umbel) : فى هذه النورة يقصر الشمراخ إلى درجة اختفاء السلاميات التى تفصل الأزهار ، وبذلك تبدو جميع الأزهار وكأنما خرجت من موضع واحد ، والأزهار هنا معنقة وتقع فى مستوى واحد تقريباً كما فى النورة المشطية . أما فى النورة الخيمية المركبة (Compound umbel) فيتفرع المحور الأصلى للنورة إلى عدة فروع تخرج من نقطة واحدة ، وينتهى كل منها بعدة أزهار مرتبة بنفس الطريقة التى تترتب بها الأزهار فى النورة الخيمية البسيطة ، والنورة الخيمية المركبة هى الأكثر شيوعاً ، وتعتبر من أهم الصفات التى تميز الفصيلة الخيمية (Umbelliferae) .

(د) سنبلة (Spike) : وهى تشبه إلى حد كبير النورة العنقودية **إلا أن** الأزهار هنا جالسة وليست معنقة ، ومن أمثلتها نورة نبات لسان الحمل **(Plantago major)** وتوجد أيضاً نورة سنبلية مركبة (Compound spike) تختص بها نباتات الفصيلة النجيلية مثل القمح **(Triticum sp.)** ، وتتركب من محور مستطيل يحمل بدلا من الأزهار عدداً من السنابل البسيطة ، يطلق على

الواحدة منها سنيبلة (Spikelet) ، وهى إما أن تكون جالسة أو ذات عنق قصير ، وتتركب من عدد من الأزهار يختلف باختلاف نوع النبات .

(شكل ٢٧٤)



رسوم تخطيطية تبين الأنواع المختلفة من النورة غير المحدودة .

(هـ) نورة هرية (Catkin) : هذه النورة تتركب من عدد من الأزهار الجالسة كما فى السنبلة ، ولكنها وحيدة الجنس ، وتتدلى النورة من الساق ، وغالباً تكون القنابات حرشفية ، مثال ذلك نورة نبات الصفصاف (Salix sp.).

(و) نورة قينوية أو إغريضية (Spadix): وهى تشبه السنبلة إلا أن محور النورة شحمى غليظ والأزهار وحيدة الجنس ، وتغلفها قنابة كبيرة تعرف بالقينوة (Spathe) ، وتكون خضراء كما فى نخيل البلح أو ماونة كما فى القلقاس.

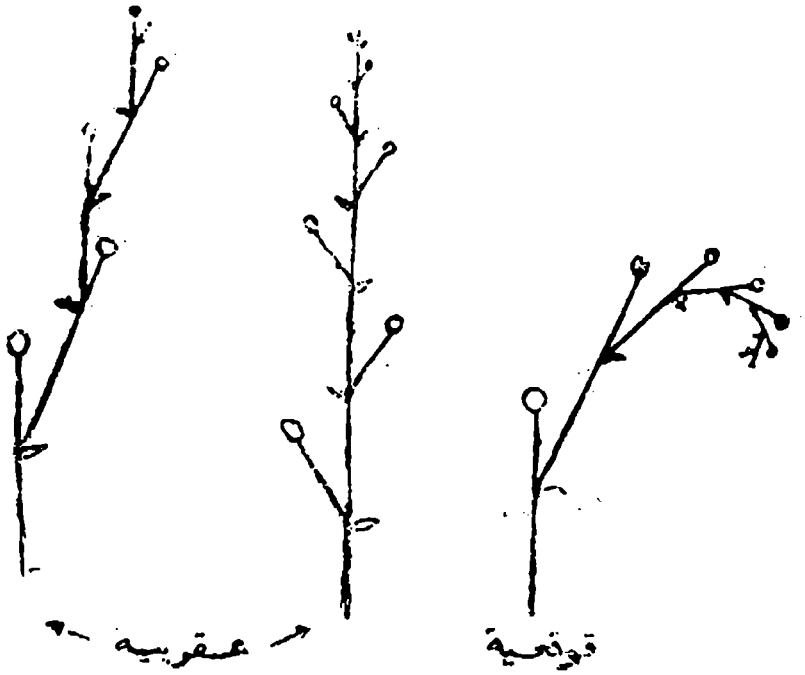
(ز) الهامة (Capitulum) : فى هذا النوع يأخذ المحور أشكالا متعددة ، منها الكروى والمقعر والمحدب والمفلطح ، وتستوى الأزهار الجالسة فوق المحور حيث تقع الأزهار الصغيرة فى المركز ، وتتدرج فى الكبر كلما اتجهنا إلى الخارج ، وتحيط بالأزهار مجموعة من القنابات المتكاثفة تعرف بالقلافة (Involucre) ، وتبدو النورة فى مجموعها كأنها زهرة واحدة كما فى نباتات الفصيلة المركبة (Compositae) .

النورة المحدودة :

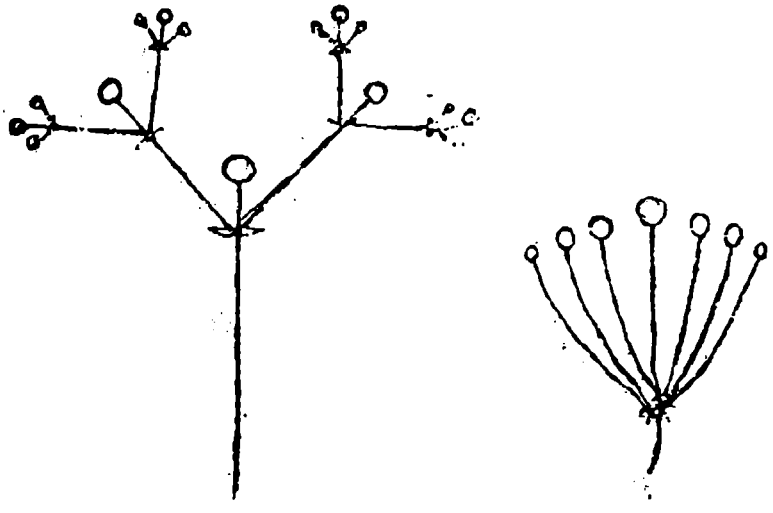
فى هذا النوع تنشأ الأزهار من البراعم الطرفية ، وبذلك يقف نمو الساق الأصلية ، ثم يخرج منها فرع أو فروع جانبية تأخذ فى النمو لفترة ثم تنتهى بأزهار فيقف نموها ، وقد تتكرر هذه الظاهرة عدة مرات فتعرف النورة بالمركبة ، وعلى هذا النحو تبدأ الأزهار العليا — وهى الأكبر سنا — فى التفتح أولا ثم تليها الأزهار السفلى وهى الأحدث تكويناً ، بمعنى أن الانفتاح — على النقيض منه فى النورة غير المحدودة — يبدأ من أعلى إلى أسفل . وتتميز النورة المحدودة إلى ثلاثة أنواع (شكل ٢٧٥) :

(أ) النورة وحيدة الشعبة (Monochasium) : فى النورة البسيطة وحيدة الشعبة لا يتجاوز عدد الأزهار الإثنتين ، إذ ينتهى المحور الأصلى بزهرة ، ويخرج منه فرع جانبى واحد ينتهى أيضاً بزهرة . أما فى النورة المركبة وحيدة الشعبة فتتعدى الأزهار الإثنتين ، وتتخذ وضعين ، أحدهما تظهر فيه الأزهار

(شكل ٢٧٥)



نورات وحيدة الشعب



نورة عديدة الشعب نورة ثنائية الشعب

رسوم تخطيطية عن الأنواع المختلفة من النورة المحدودة

جميعها فى ناحية واحدة من المحور والقنابات فى الناحية الأخرى ، ومن ثم يبدو المحور فى شكل المنحنى ، وتسمى النورة قوقعية (Helicoid) ، كما فى الفصيلة البوراجينية (Boraginaceae) . والوضع الآخر تظهر فيه الأزهار المتعاقبة فى جهتين متقابلتين ، ويبدو المحور مستقيما أو متعرجا ، وتسمى النورة عقربية (Scorpioid) ، كنورة نبات الكتان (Linum) .

(ب) النورة ثنائية الشعب (Dichasium) : النورة البسيطة ثنائية الشعب تتركب من ثلاث أزهار فقط ، وينتهى المحور الأصلى بزهرة تحد نموه ، ثم يخرج من إبط قنابتين متقابلتين على المحور فرعان جانبيان ينتهيان بزهرتين ، أحدث فى تكوينهما من الزهرة الأولى . أما فى النورة المركبة فتستبدل الزهرتان الجانبيتان بنورتين بسيطتين ثنائيتى الشعب ، وقد يتكرر هذا التنسيق عدة مرات كما فى نبات الجيبسوفيلا (Gypsophila) .

(ج) النورة عديدة الشعب (Polychasium) : يتميز هـذا النوع عن النورات ثنائية الشعب بوجود أكثر من زهرتين تحيطان بالزهرة الوسطى . والنورة عديدة الشعب والخيمية — وإن كانتا متقاربتين فى مظهرهما العام — إلا أنه فى الأولى تتوسط الزهرة الكبيرة سناً باقى الأزهار ، بينما فى الثانية يحدث العكس . أى أن الزهرة المركزية هى الأصغر سناً ثم تتدرج الأزهار فى الكبر كلما اتجهنا إلى الخارج .

وهناك نوع من النورات يختلط فيه نوعان أو أكثر من أنواع سابقة الذكر ، ويتضح ذلك فى بعض النورات التى تنتظم فيها وحدات من النورات الفرعية المحدودة فى تعاقب قمى ، أى أن أصغر هذه النورات الفرعية المحدودة تكون أقربها إلى القمة وتتدرج فى الكبر كلما اتجهنا ناحية القاعدة . ومن الأمثلة أيضاً النورة ثنائية الشعب التى تنتهى فيها الأفرع الجانبية بنورات وحيدة الشعبة .

التلقيح والإخصاب

التلقيح :

عندما تنضج حبوب اللقاح تتحلل خلايا الجدار فيما بين كيسى اللقاح ، ويتصل تجويفا الكيسين فى كل فص . ويفتحان إلى الخارج بفتحة مشتركة ، تخرج منها حبوب اللقاح ، ويتم هذا الانفتاح بوساطة خلايا خاصة مرتبة فى صفين على جانبى المتك ، وتعرف هذه بخطوط الانفتاح (Lines of dehiscence) ، وتعرف عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم بالتلقيح (Pollination) .

وإذا تم التلقيح بانتقال حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم نفس الزهرة — أو أى زهرة على نفس النبات — سمى التلقيح ذاتياً (Self - pollination) ، أما إذا انتقلت حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم زهرة أخرى على نبات آخر أطلق على هذه العملية اسم التلقيح الخلطى (Cross-pollination) .

والتلقيح الخلطى هو الشائع بين النباتات ، نظراً لتوافر بعض العوامل التى تساعد على حدوثه ، ومن بين هذه العوامل انفصال أعضاء التذكير عن أعضاء التأنيث فى أزهار مستقلة وحيدة الجنس (Unisexual) ، وقد توجد الأزهار الذكرية والأنثوية على نبات واحد فيسمى النبات أحادى المسكن (Monoecious) أو على نباتين منفصلين فيسمى ثنائى المسكن (Dioecious) وفى هذه الحالة يكون التلقيح الخلطى مؤكداً .

وكذلك يعتبر نضج أحد نوعى الأعضاء الجنسية قبل الآخر من أهم العوامل التى تساعد على التلقيح الخلطى ، ففى بعض النباتات تنضج الأسدية قبل المتاع ، وبذلك لا يكون الأخير قد وصل إلى مرتبة البلوغ التى تؤهله لاستقبال حبوب اللقاح ، ولا يكون التلقيح مجدياً إلا إذا انتقلت حبوب اللقاح إلى زهرة أخرى ناضجة المتاع ، وتوصف الأزهار فى هذه الحالة بأنها مبكرة التذكير (Protandrous) ، وفى نباتات أخرى يحدث العكس ،

أى يصبح الميسم مهيئاً لاستقبال حبوب اللقاح قبل نضج الأسدية ، وحينئذ توصف الزهرة بأنها مبكرة الأنوثة (Protogynous) . وهناك عوامل أخرى أقل أهمية ، منها تفتح المتك للخارج ، أو وجود المتوك فى مستوى تحت مستوى المياسم ، أو العكس عندما تتدلى المتوك .

وتنتقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى بعدة وسائل ، أهمها الرياح والحشرات ، ونادراً ما يتم انتقال حبوب اللقاح بوساطة الماء ، إذ يقتصر ذلك على قليل من النباتات المائية .

التلقيح الهوائى (Wind-Pollination or Anemophily) : يحدث هذا النـــوع من التلقيح فى نبـــاتات الصنوبر والبلوط ونباتات الفصيلة النجيلية وغيرها ، ويكثر حدوثه فى النباتات ذوات الأزهار البسيطة وحيدة الجنس التى تنتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح ، ومن الشروط الواجب توافرها فى النباتات التى يتم فيها التلقيح الهوائى تعدد الأسدية وكبر حجم المتكوك واحتواؤها على كميات كبيرة من حبوب اللقاح ، وتفرع الميسم ليأخذ شكلا ريشياً (شكل ٢٩٧ : ج) وبذلك يتيسر استقبال أكبر قدر ممكن من حبوب اللقاح كما فى الفصيلة النجيلية . وإن وجود النورة مدلاة طليقة فى حركتها ، وكذلك وجود المتوك معلقة وسهلة الحركة ، مما يساعد كثيراً على سهولة تحرر حبوب اللقاح . وتتميز الأزهار هوائية التلقيح بدقة حجمها واخضرار لونها ، وهى إما أن تكون عارية أو ذوات غلاف زهرى بسيط ، وتفتقر إلى المظهر الجذاب الذى تتميز به النباتات حشرية التلقيح .

التلقيح الحشرى (Insect-pollination) : من بين الصفات التى تميز الأزهار حشرية التلقيح عن غيرها وجود الرحيق والغلاف الزهرى الكبير نسبياً ذو الألوان الجذابة . والرحيق سائل سكرى تفرزه غدد رحيقية توجد على التخت ، الذى يكون مفلطحاً أو أنبوبياً ، وتوجد الغدد أيضاً عند قواعد البتلات أو الأسدية أو الأجزاء الأخرى من الزهرة .

وتمتاز حبوب اللقاح فى الأزهار حشرية التلقيح بسطحها اللزج أو الخشن مما يسهل تعلقها بجسم الحشرة ، كما يمتاز الميسم بسطحه اللزج الذى يجعله صالحاً لاستقبال حبوب اللقاح ، وغالبية الحشرات التى تنقل حبوب اللقاح لها خرطوم طويل أو قصير تمتص به الرحيق ، وفى الأزهار ذوات الفتحة الواسعة يسهل على الحشرات ذوات الخرطوم القصير والطويل على السواء امتصاص الرحيق ، بينما فى الأزهار التى يأخذ التويج فيها شكل الأنبوبة الطويلة الضيقة يتعذر على الحشرات ذوات الخرطوم القصيرة امتصاص الرحيق . عندما تهبط الحشرة على الغلاف الزهرى تعلق بجسمها حبوب اللقاح الموجودة بالمتوك ، فإذا ما انتقلت إلى زهرة أخرى احتك جسمها بالميسم ، ومن ثم تنتقل حبوب اللقاح من جسم الحشرة إلى الميسم .

آلية التلقيح :

تختلف آلية التلقيح من زهرة إلى أخرى ، وسنذكر على سبيل المثال آلية التلقيح فى أزهار أربعة نباتات هى : بسلة الزهور (Lathyrus odoratus) والسلفيا (Salvia sp.) والبانسيه (Viola tricolor) وعباد الشمس (Helianthus annuus) .

آلية التلقيح فى زهرة بسلة الزهور : يمثل التلقيح فى زهرة بسلة الزهور نوع التلقيح الذى يحدث فى أزهار الفصيلة الفراشية بصفة عامة . ويتركب التويج فى هذه الأزهار من بتلة خافية كبيرة يطلق عليها اسم العلم ووضعها رأسى ، وزوج من البتلات الجانبية تشبه الأجنحة ، وزوج من البتلات الأمامية تتحدان وتأخذان شكل الزورق (شكل ٢٧٦) ، ويتركب الطلع من عشرة أسدية ، تتحد خيوط تسع منها مكونة أنبوبة سدائية مفتوحة طولياً من الخلف وتظل السداة العاشرة – وهى الخلفية – سائبة ، ويأخذ المبيض شكل القرن ، ويكون له قلم طويل ينتهى بالميسم . ويظهر الرحيق على

السطح الداخلى لقواعد الأسدية ، ثم يتجمع فى تجويف محصور بينها وبين المبيض ، ويوجد امتداد عند قاعدة كل جناح يتعشق فى الشق الموجود فى بتلة الزورق المجاورة .

ولهذا التركيب أثره فى آلية التلقيح ، إذ أنه عندما تهبط الحشرة على الأجنحة وتدفع بخرطومها فى الشق الذى تكونه السداة المنفردة لتمتص الرحيق تنخفض الأجنحة وينخفض معها الزورق ، ويترتب على ذلك بروز الأسدية والميسم ، وتحتك بالسطح السفلى لجسم الحشرة ، وعندما تغادر الحشرة الزهرة تعود الأجزاء الزهرية إلى وضعها الأصلى ، وتحتجب الأسدية والميسم داخل الزورق . وإذا ما زارت الحشرة زهرة أخرى احتك جسمها بالشعيرات التى تظهر أسفل الميسم على صورة فرشاة ، وبذلك تنتقل إليها حبوب اللقاح .

(شكل ٢٧٦)

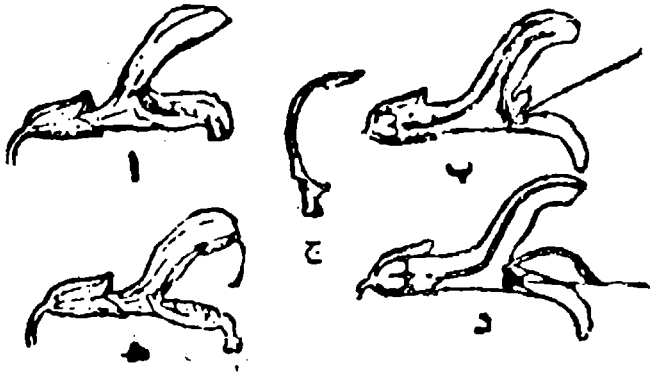
تركيب زهرة بسلة الزهور يبين كيف تتم عملية التلقيح : (ا) قطاع طولى مركزى فى الزهرة ، (ب) منظر خارجى للزهرة ، (ج) الطلع والمتاع ، (د) المتاع .

آلية التلقيح فى زهرة السلفيا : تتركب زهـــرة السلفيا من كأس وتويج لونهما أحمر ، ويتكون الكأس من خمس سبلات ملتحمة والتويج من خمس بتلات ملتحمة على شكل أنبوبة ، والبتلتان الخلفيتان تكونان الشفة العليا والثلاث الأمامية تكون الشفة السفلى (شكل ٢٧٧) التى تهبط عليها الحشرة وتمتد الزهرة فى وضع أفقى متعامدة على محور النورة . ولزهرة السلفيا سداتان ولكل سدادة رابط (Connective) طويل يفصل فصى المتك . وأحد فصى المتك خصب والآخر عقيم ، ويكون الرابط مع الخيط رافعة من النوع الأول ، أحد ذراعيها طويل والآخر قصير .

وينتهى الذراع الطويل بفص المتك الخصب ، أما الذراع القصير فينتهى بالفص العقيم (شكل ٢٧٧ : ج) ، ويظهر الفصان العقيمان للسداتين فى حلق أنبوبة التويج ، ويفرز الرحيق عند قاعدة المبيض .

وعندما تزور الحشرة الزهرة باحثة عن الرحيق ، وتهبط على الشفة

(شكل ٢٧٧)



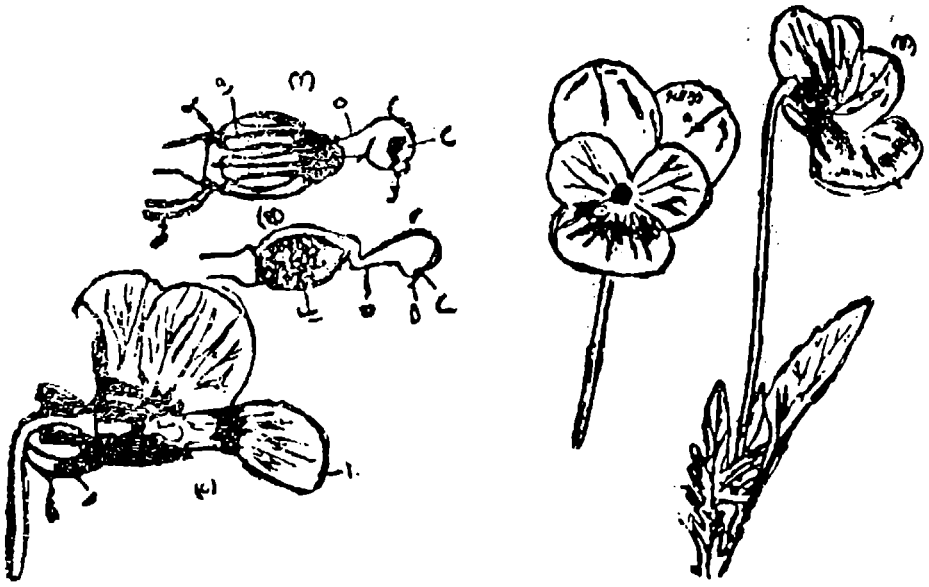
التلقيح الحشرى فى نبات السلفيا: (ا) منظر خارجى للزهرة، (ب) قطاع طولى فى الزهرة ويشير السهم إلى موضع خرطوم الحشرة ، (ج) منظر لسداة مكبرة نسبيا يبين تركيبها وكيفية اتصالها بالخيط القصير، (د) قطاع فى نفس الزهرة ب يبين كيف تنجب الحشرة فى تحرك المتك إلى أسفل حتى يلامس ظهرها ويلتصق عليه حبوب اللقاح، (هـ) زهرة أكبر سنا استطال فيها القلم وتدلى الجسم فى مدخل التويج (عن كريز).

السفلى ، ترسل خرطومها داخل أنبوبة التويج ، وبذلك تدفع الفصين العقيمين (شكل ٢٧٧ : ب) فيتحرك تبعا لذلك الفصان الخصيبان إلى أسفل (حسب الرافعة – كما فى شكل ٢٧٧ : د) – وينفضان حبوب اللقاح على ظهر الحشرة ، وهذا ما يحدث عامة فى المرحلة الأولى التى يتم فيها نضج المتك قبل المتاع . أما فى المرحلة الثانية التى يتم فيها نضج المتاع فيبرز فصا الميسم (شكل ٢٧٧ : ه) ويتهيآن لاستقبال حبوب اللقاح ، فعندما تزور الحشرة الزهرة يحتك فصا الميسم بظهرها ، وبذلك تنتقل حبوب اللقاح من ظهر الحشرة إلى الميسم وتتم عملية التلقيح .

آلية التلقيح فى زهره البانسيه : تتركب زهرة البانسيه من كأس مكون من خمس سبلات منفصلة لها زوائد تتدلى أسفل التخت ، ويتركب التويج من خمس بتلات منفصلة غير متساوية ، وتتميز البتلة الأمامية باستطالتها أسفل التخت على هيئة مهماز (Spur) أنبوبى الشكل (شكل ٢٧٨ : ا) ، ويتكون الطلع من خمس أسدية لها خيوط قصيرة ومتوك تتجمع حول المبيض والقلم وتغلفهما باحكام (شكل ٢٧٨ : ٣) . ويستطيل الموصلان فى المتكين الأمامين ليكونا زائدتين داخل المهماز (شكل ٢٧٨ : ٥) ، وبهاتين الزائدتين غدد رحيقية تفرز الرحيق الذى يتجمع فى المهماز ، ويتركب المتاع من ثلاث كرابل ملتحمة ، ويخرج من المبيض قلم ينتهى بميسم كروى يوجد على سطحه الأمامى جزء غائر (شكل ٢٧٨ : ٤) يستقبل حبوب اللقاح وتغطية زائدة تتعلق بطرفه السفلى .

وعندما تزور الحشرة زهرة البانسيه تهبط على البتلة الأمامية وتدفع بخرطومها فى المهماز لتمتص منه الرحيق ، وعند سحبه تتعلق به بعض حبوب اللقاح ، وتؤدى هذه الحركة إلى غلق الجزء المستقبل من الميسم بالزائدة التى تتعلق به ، وبذلك يتعذر التلقيح الذاتى . وإذا ما انتقلت هذه الحشرة إلى زهرة أخرى ودفعت بخرطومها لامتصاص الرحيق تتحرك الزائدة إلى الخلف ، وبذلك يتعرض الجزء المستقبل من الميسم لحبوب اللقاح العالقة بالخرطوم ، ومن ثم تتم عملية التلقيح .

(شكل ٢٧٨)

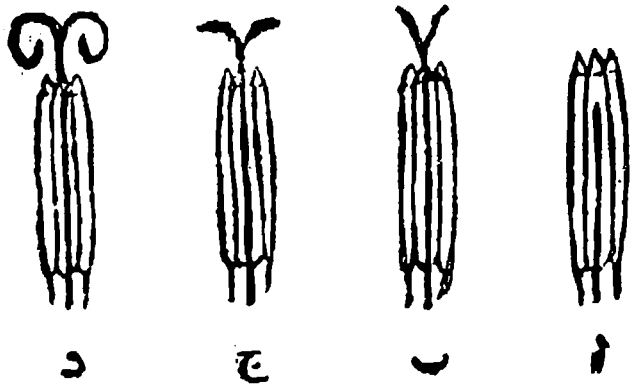


تركيب زهرة البانسيه يبين كيف تتم عملية التلقيح : (١ ، ٢) منظران لخارج أجزاء الزهرة ، (٣) الزهرة بعد نزع الكأس والتويج ، (٤) قطاع طولى فى المبيض ، (٥) قطاع طولى فى الزهرة : (ا) البتلة الأمامية ، (ب) المبيض ، (ح) الجزء العالى من المبسم الذى يستقبل حبوب اللقاح ، (ز) زائدة ناتجة من استطالة الوصل فى البتلة الامامى ، (ط) الطلع ، (ع) مهماز ، (ق) قلم ، (ل) زائدة تتدلى من الطرف السفلى للمبسم

آلية التلقيح فى زهرة عباد الشمس : تتركب النورة فى نبات عباد الشمس من محور مفلطح تستوى عليه الزهيرات الجالسة ، وتتوسط النورة مجموعة من الزهيرات الأنبوبية أو القرصية (Disc florets) المنتظمة تحيط بهـا زهيزات شعاعية (Ray florets) وحيدة التناظر (شكل ٢٧٩)، والزهيرات الأنبوبية خنثى — وهى التى يحدث فيها التلقيح — أما الزهيرات الشعاعية فعقيمة . وتتركب الزهيرة الأنبوبية من كأس ضامرة تمثل نتوءين صغيرين بينما يتكون التويج من خمس بتلات ملتحمة وهو أنبوبى الشكل ، ويتركب الطلع من خمس أسدية تتحد متوكها لتكون أنبوبة بينما تظل الخيوط سائبة . والمبيض سفلى يخرج عند قمته قلم ينتهى بميسمين .

ويتم نضج المتوك قبل المياسم ، وعندما تتفتح المتوك إلى الداخل تتحرر حبوب اللقاح وتتجمع فى الأنبوبة المحصورة بين المتوك ، فإذا ما استطال القلم

(شكل ٢٧٩)



رسم تخطيطى يبين خطوات نمو القلم والميسمين (أ — د) داخل الأنبوبة المتكية فى الزهيرة الأنبوبية لنبات عباد الشمس أثناء التلقيح

دفع أمامه حبوب اللقاح فتبرز من الأنبوبة المتكية ، وحينئذ يسهل تعلقها بجسم الحشرة عندما تهبط على النورة ، والسطحان الخارجيان للميسمين تغطيهما شعيرات تتعلق بها حبوب اللقاح عند بروز القلم من الأنبوبة المتكية ، أما السطحان الداخليان فهما المعدان لاستقبال حبوب اللقاح ، ويكونان منطبقين عند خروج الميسمين من الأنبوبة المتكية (شكل ٢٧٩) ، وعند اكتمال نضج الميسمين ينفرجان ، وبذلك يتهيأ السطحان الداخليان لاستقبال حبوب اللقاح .

وإذا هبطت حشرة على نورة عباد الشمس فى المرحلة الأولى — التى يكون فيها الميسمان منطبقين — علقت حبوب اللقاح بجسم الحشرة ، فإذا ما انتقلت إلى نورة أخرى — وكان الميسمان منفرجين — انتقلت حبوب اللقاح إلى السطحين المستقبلين ، وبذلك تتم عملية التلقيح .

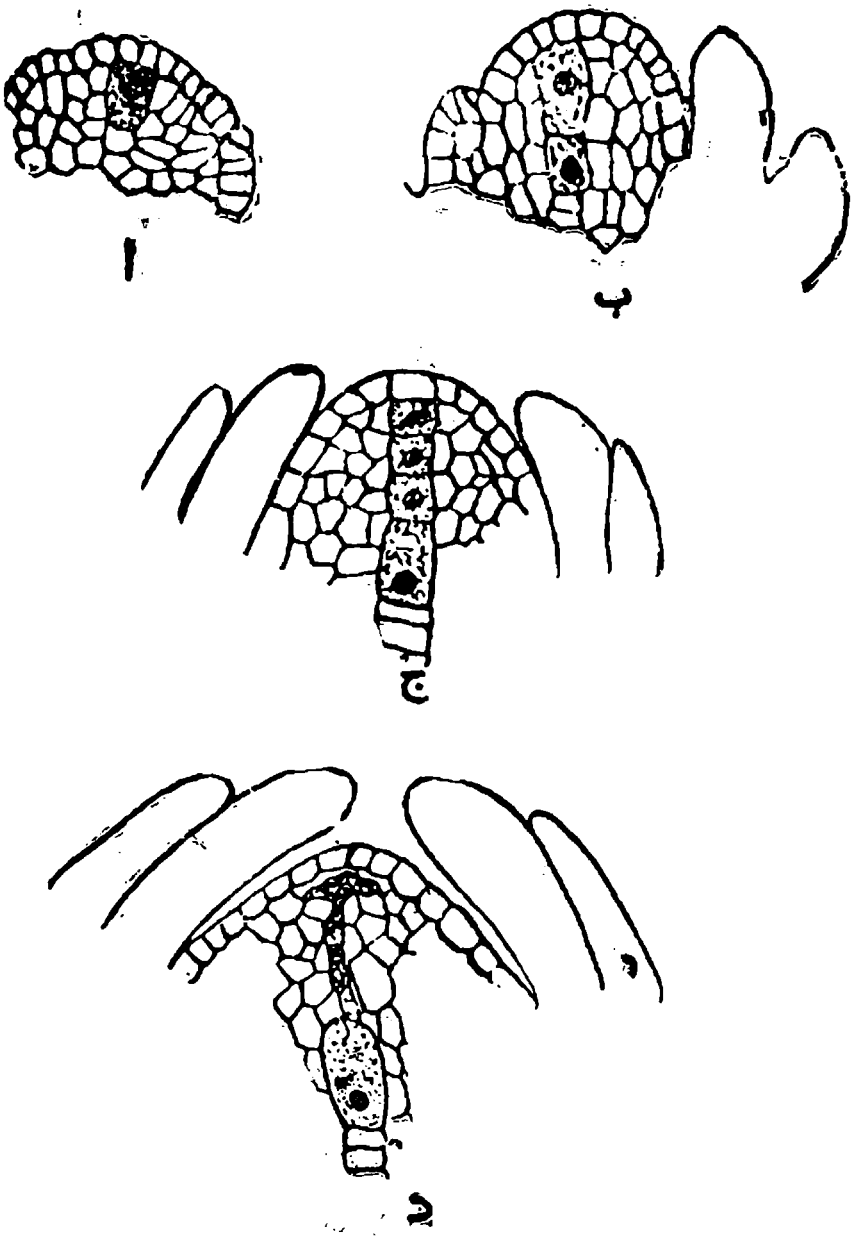
أما إذا كانت الظروف غير مهيأة للتلقيح الحشرى لجأت الأزهار إلى التلقيح الذاتى ، وذلك بأن يلتوى الميسمان وعندئذ يلامس السطحان الداخليان الشعيرات التى تقع على السطح الخارجى للميسم ، ومن ثم تنتقل حبوب اللقاح إلى السطحين المستقبلين ، فيتم التلقيح الذاتى .

تكوين الكيس الجنينى :

عند بدء تكوين البويضة تظهر النيوسيلة على هيئة نتوء من المشيمة ، يتكون من مجموعة من الخلايا المتشابهة ، وعند قاعدة هذا النتوء تظهر حلقتان نسيجيتان تنموان لتكونا الغلافين البويضيين . وتتميز خلية تحت البشرة عند قمة النيوسيلة بكبر حجمها وغزارة محتوياتها ، ويطلق عليها الخلية الوالدة للجوثومة الكبيرة (Megaspore mother cell) (شكل ٢٨٠ : ا) ، وتنقسم انقسامين متتاليين — أولها انقسام اختزالى — ينتج عنه تكوين أربع خلايا تنتظم فى صف واحد (شكل ٢٨٠ : ج) ، وتكون نواة كل منها وحيدة المجموعة الصبغية ، ثم تأخذ الخلية الطرفية — المتجهة إلى داخل النيوسيلة — فى الكبر ، بينما تتحلل الثلاث الأخرى وتستنفد محتوياتها بوساطة الخلية الطرفية ، التى تعرف حينئذ بالجرثومة الكبيرة (Megaspore) ، كما فى الشكل (٢٨٠ : د) .

ويحدث بعض التغيرات داخل الجرثومة الكبيرة ينتج عنها تكوين الكيس الجنينى ، إذ تنقسم النواة داخلها إلى نواتين ، تتحرك إحداهما إلى الطرف النقيرى بينما تتجه الأخرى إلى الطرف الكلازى (شكل ٢٨١ : ا ، ب) ، ثم تنقسم كل واحدة من هاتين النواتين مرتين ، وبذلك تتجمع عند كل طرف أربع أنوية (شكل ٢٨١ : ج) ، ويعقب ذلك انفصال نواة من كل مجموعة وتحركها نحو مركز الكيس الجنينى ، حيث تبقى النواتان — دون اندماج — حتى وقت الإخصاب (شكل ٢٨١ : د) ، وبذلك يصبح الكيس الجنينى مشتملا على ثمان أنوية ، ثم تحاط كل نواة من الأنوية الثلاث المتجمعة عند الطرف النقيرى بطبقة من السيتوبلازم وتظل عارية ، وتعرف هذه المجموعة من الخلايا باسم الجهاز البيضى (Egg apparatus) ، ويطلق على الخلية الوسطى اسم البيضة أو الخلية البيضية (Ovum or egg cell) ، بينما تعرف الخليتان الأخريان بالخليتين المساعدتين (Synergids) — كما فى (شكل ٢٨١) — أما النواتان المركزيتان فتعرفان بالنواتين القطبيتين (Polar

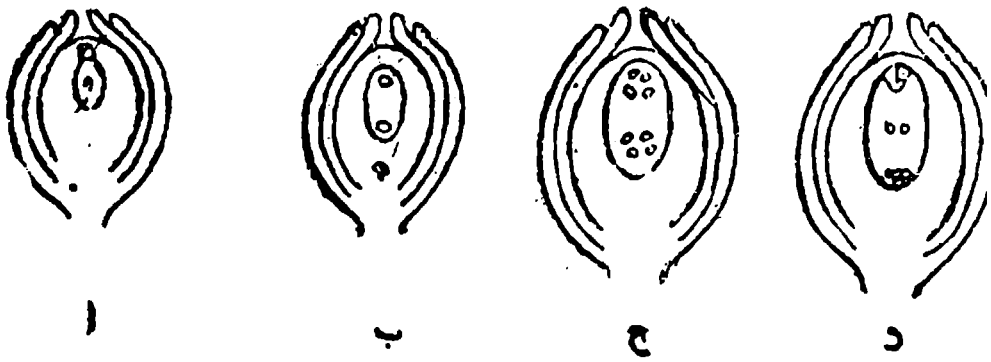
(شكل ٢٨٠)



قطاع طولى مركزى فى بويضة صغيرة لنبات القمح يبين خطوات تكوين الجرثومة الكبيرة : (أ) تميز خلية تحت البشرة إلى خلية والدة جرثومية ، (ب) انقسام الخلية الوالدة إلى خليتين ، (ج) انقسام الخلية الوالدة إلى أربع خلايا تنتظم فى صف واحد ، (د) تكوين الجرثومة الكبيرة من الخلية الطرفية بعد أن كبرت فى الحجم واستنفدت محتويات الخلايا الثلاث الأخرى (عن برسيفال) .

(nuclei ، وعندما تندمجان يطلق على النواة الناتجة اسم نواة الإندوسبرم الابتدائية (Primary endosperm nucleus) أو النواة المحددة (Definitive nucleus) ، أما الأنوية الثلاث المتجمعة بالطرف الكلازى فتحاط كل واحدة منها بطبقة من السيتوبلازم وجدار خلوى ويطلق عليها اسم الخلايا السمية (Antipodal cells) كما فى (شكل ٢٨١) .

(شكل ٢٨١)

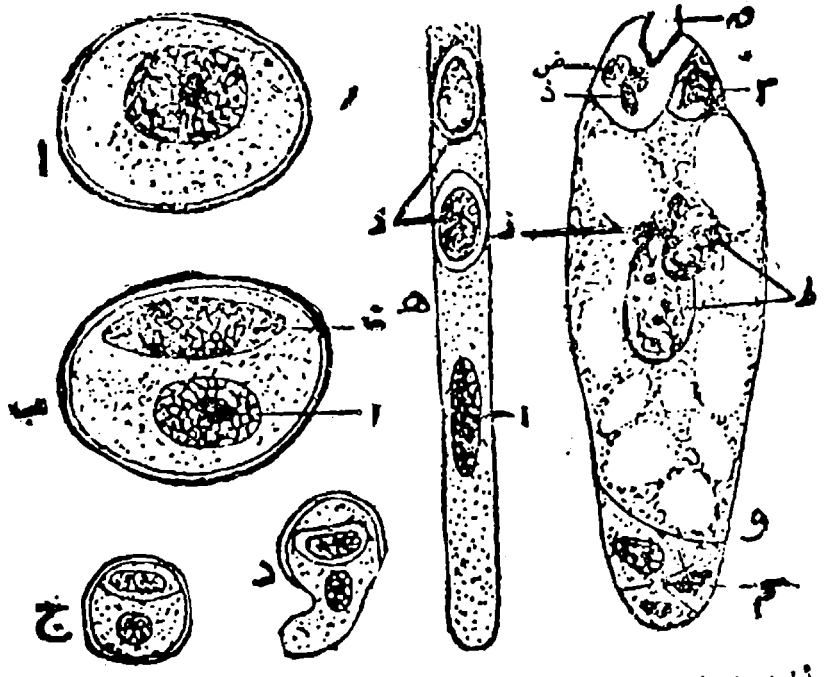


رسوم تخطيطية لقطاعات طولية فى البويضة تبين الخطوات التدريجية (ا — د) فى تكوين كيس الجنين من الجرثومة الكبيرة .

الإخصاب :

عندما يتم تكوين الكيس الجنينى تصبح البويضة مهيأة للإخصاب (Fertilization) ، فإذا ما وقعت حبة لقاح على الميسم تبدأ فى الإنبات فتخرج منها أنبوبة اللقاح (Pollen tube) ، وتنتقل إلى نهايتها النواة الأنبوبية (شكل ٢٨٢ : د) وتليها النواة التناسلية ، التى تنقسم إلى نواتين ذكريتين (Male nuclei) —(شكل ٢٨٢ : هـ) — وتنمو أنبوبة اللقاح آخذة طريقها فى القلم (شكل ٢٨٣) ، وعند وصولها إلى البويضة تتجه إلى النقير مستجيبة لجاذبية مادة تفرزها البويضة ، وتخترق النيوسيلة حتى تصل إلى الكيس الجنينى ، وعندئذ تتلاشى النواة الأنبوبية ، ثم يتمزق طرف أنبوبة اللقاح وتفرغ ما تحويه من سيتوبلازم ونواتين ذكريتين داخل الكيس الجنينى ، ثم تقترب إحدى النواتين الذكريتين من البيضة (شكل ٢٨٢ : و) ويتلاشى

(شكل ٢٨٢)

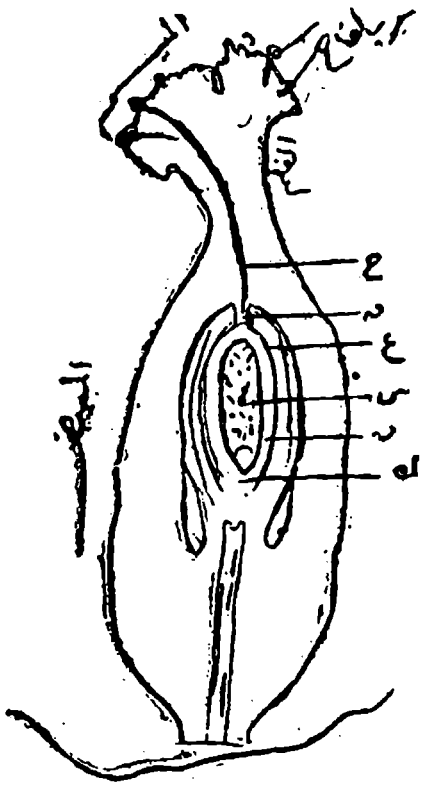


أطوار الإنبات فى حبة اللقاح وعملية الإخصاب : (ا) حبة لقاح ناضجة تحتوى على نواة واحدة ، (ب ، ج) حبتا لقاح فى طور متأخر ، وتحتوى كل منهما على النواة التناسلية والنواة الأنبوبية ، (د) طور مبكر فى تكوين أنبوبة اللقاح ، (هـ) جزء طرفى من أنبوبة اللقاح محتوى على النواة الأنبوبية والنواتين الذكريتين ، (و) الكيس الجنينى وقت الإخصاب . (ا) النواة الأنبوبية . (ت) النواة التناسلية ، (ذ) النواة الذكرية ، (سم) خلية سمتية ، (ض) نواة بيضية ، (ط) النواتان القطبيتان ، (ق) جزء طرفى من أنبوبة اللقاح ، (م) خلية مساعدة (عن فرتش وسالسبورى).

الجدار الذى يفصلهما ، وتتحد نواتاهما لتكونا اللاقحة ، وتصبح نواتها ثنائية المجموعة الصبغية ، ويرجع ذلك إلى احتواء كل من النواتين الذكرية والبيضية على مجموعة صبغية أحادية. وينشأ الجنين نتيجة لانقسام اللاقحة، وفى نفس الوقت الذى تتحد فيه النواة الذكرية بنواة البيضة يتم اتحاد النواة الذكرية الأخرى بنواة الإندوسبرم الابتدائية (شكل ٢٨٢ : و) ، وتكون النواة الناتجة ثلاثية المجموعة الصبغية (Triploid) ، وينشأ الإندوسبرم نتيجة لانقسام هذه النواة . ويعد الإندوسبرم بمثابة نسيج اختزانى، يستخدم فيما بعد لإمداد الجنين بما يحتاج إليه من مواد غذائية فى المراحل الأولى من التكوين .

تكوين الجنين :

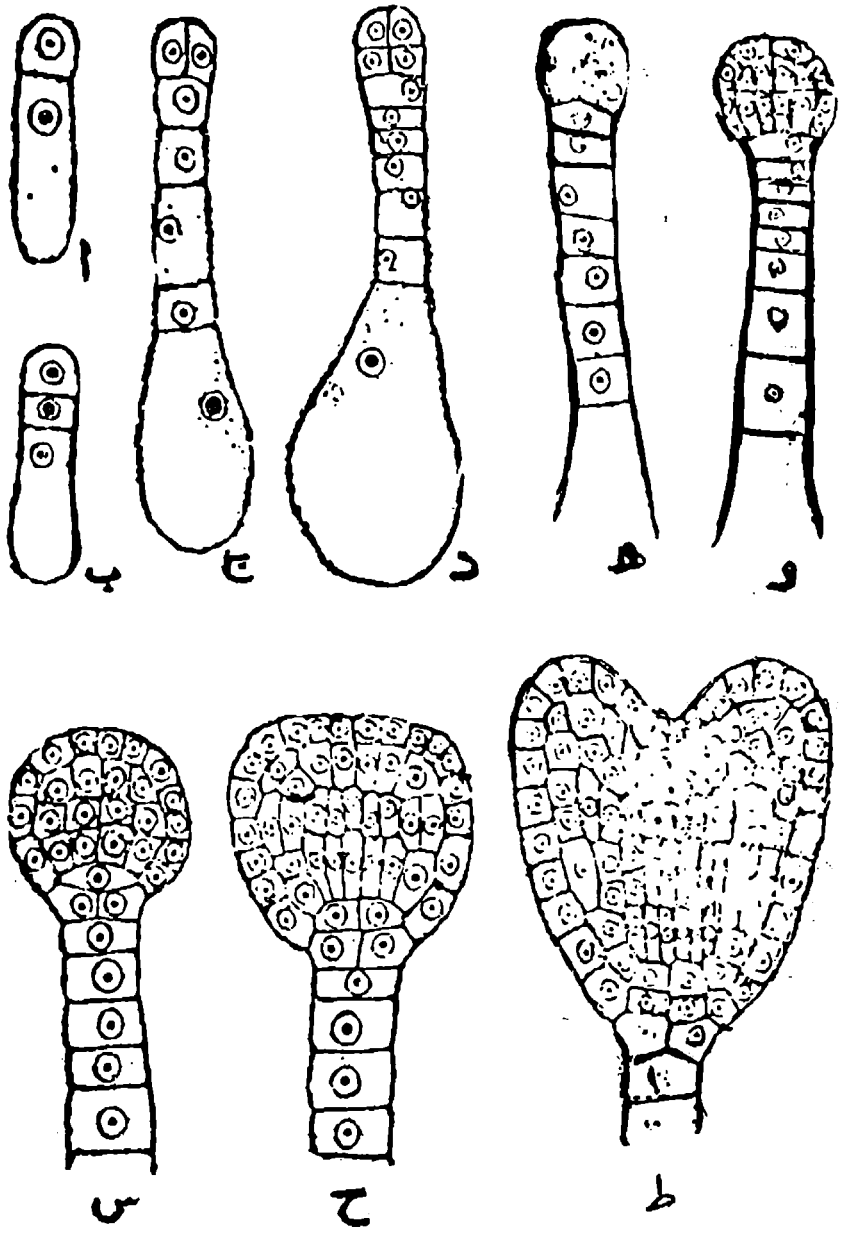
(شكل ٢٨٣)



قطاع طولى فى البيض يبين عملية الإخصاب: (ح) أنبوبة اللقاح، (ص) الكيس الصفير، (غ) الغلاف البويضى، (ق) النقير، (ك) الكلازة، (ن) الإنبوسيفة وفى جوف اللقاح مستقره على الميسم ومنها تنشأ أنابيب اللقاح (عن ستراسبرجر).

يتكون الجنين نتيجة لانقسام اللاقحة ، إذ تنمو اللاقحة وتبدأ فى الانقسام لتنتج خليتين غير متساويتين (شكل ٢٨٤ : ا) ، الكبيرة منهما هى القاعدية ، وهى الأقرب إلى النقير وتعمل على تثبيت الجنين ، أما الصغيرة فتنقسم عدة مرات لتكون صفاً من الخلايا (شكل ٢٨٤ : ب) ، وتعرف الخلية التى تقع عند نهاية هذا الصف — البعيدة عن النقير — بالخلية الجنينية (Embryonic cell) ، وينشأ نتيجة لانقسامها الجنين الأصلى (Embryo proper) بينما تكون بقية الخلايا بالاشتراك مع الخلية القاعدية المعلق (Suspensor) الذى يدفع الخلية الجنينية فى أنسجة الأندوسبرم. وتنقسم الخلية الجنينية فى بادىء الأمر رأسياً (شكل ٢٨٤ : ج) ثم أفقياً إلى أربع خلايا (شكل ٢٨٤ : د) ويلى ذلك انقسام الخلايا بجدر محيطية مكونة ثمان خلايا (٢٨٤ : ه) وتنقسم هذه عدة مرات (شكل ٢٨٤ : و — ط) وتتميز إلى خلايا محيطية تكون فيما بعد الغلاف البشرى وخلايا مركزية ينشأ منها النسيج الإنشائى الأساسى والكامبيوم الأولى (Procambium) .

(شكل ٢٨٤)



تكوين الجنين فى نبات ذى فلقتين : (ا) أول أقسام اللاقحة ، (ب ، ج ، د) أطوار متتالية تبين انقسام الخلية الجنينية ، (هـ) طور الجنين ذى الثمان خلايا ، (و س ، ح) أطوار تمثل توالى انقسام الخلايا الجنينية ، (ط) طور متميز فيه الفلقتان (عن هوبت)

وتتميز الخلايا العليا البعيدة عن النقير إلى فصين - يمثلان الفلقتين فى نباتات ذوات الفلقتين- حيث يوجد بينهما تجويف تخرج منه الريشة فيما بعد . أما الخلايا السفلية القريبة من النقير فينشأ منها الجذير والسويقة تحت الفلقية .

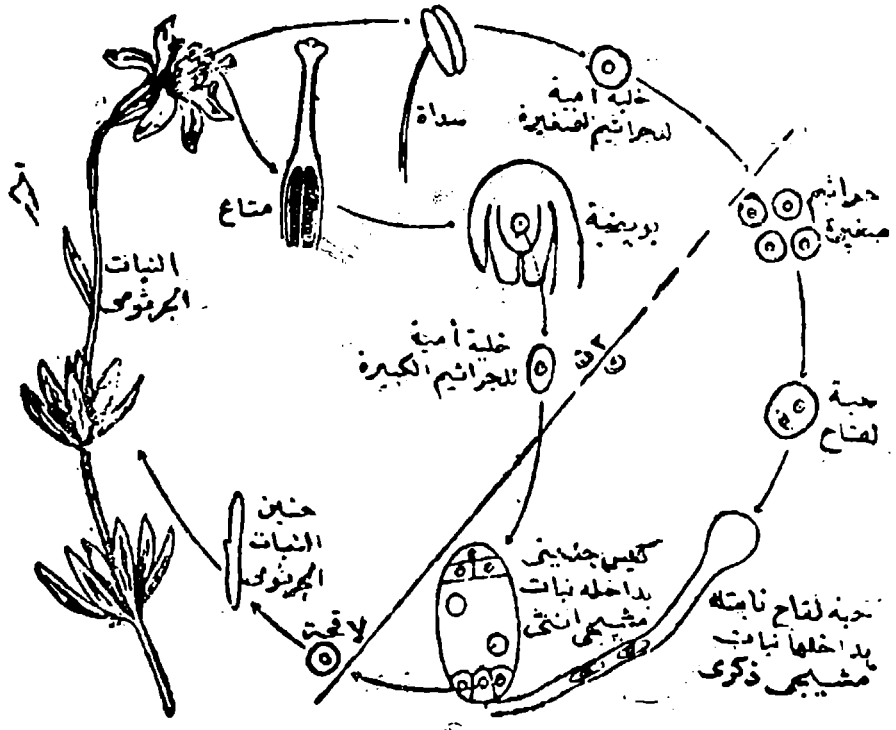
وتنقسم نواة الإندوسبرم - بعد عملية الإخصاب بفترة وجيزة - انقساما سريعاً متوالياً ، يعقبه تكوين جدر تغلف الأنوية وما يحيط بها من سيتوبلازم، وبذلك يتكون نسيج الإندوسبرم . وهذا النسيج إما أن يبقى خارج الجنين فيشغل جزءاً من البذرة - يختلف حجمه فى بذور النباتات المختلفة - وعندئذ توصف البذرة بأنها إندوسبرمية ؛ أو يستنفد أثناء تكوين الجنين ويختزن داخل الفلقات ، وتوصف البذرة حينئذ بأنها غير إندوسبرمية .

ويتركب الجنين فى النباتات ذوات الفلقتين من فلقتين تحصران بينهما الريشة ، بينما يوجد الجذير فى الطرف المقابل للنقير ، أما فى بذور ذوات الفلقة الواحدة فيتركب الجنين من فلقة واحدة تقع على الجانب الملاصق للإندوسبرم ، ويحيط بكل من الجذير والريشة غمد .

وبعد عملية الإخصاب تختفى الخلايا المساعدة والخلايا السمتية ، ويستنفد الجنين أثناء تكوينه الجزء الباقى من النيوسيلة ، ثم يتصلب الغلافان البويضيان ليكونا القصرة ، ومن ثم يتم تكوين البذرة .

وإذا تتبعنا دورة الحياة فى نبات من كاسيات البذرة (شكل ٢٨٥) نلاحظ تميزها إلى طورين : جرثومى ومشيجى ، فهى تشبه من هذه الناحية دورة الحياة فى نبات الصنوبر والنباتات السرخسية والحزازية ، ولكن تختلف عنها فى ضآلة حجم النبات المشيجى إلى درجة كبيرة يستحيل معها رؤيته بالعين المجردة ، بينما يصل النبات الجرثومى إلى حجم كبير ودرجة متقدمة من التخصص والتعضى والتعقيد فى تركيبه .

(شكل ٢٨٥)



ملخص دورة حياة نبات من كاسيات البذور. جميع خلايا التراكيب والأعضاء الواقعة أعلى الخط المنقط ثنائية المجموعة الصبغية (٢ ن) ، أما تلك الواقعة تحته فأحادية المجموعة الصبغية (ن) . (عن روبنزور بكت) .