الباب الثالث

البذور والانبات

تتكاثر النباتات الراقية أساساً بالبذور . والبذرة نبات جنينى صغير فى حالة سكون ، لديه ما يحتاج إليه أثناء الإنبات من غذاء مدخر ، وتغلفه أغلفة تحميه من المؤثرات الخارجية . وتنتج البذرة من نبات بالغ سابق . وتبدأ منها حياة جيل جديد وتتكون البذرة من الجنين (Embryo) ، يحيط به غلاف يسمى القصرة (Testa) ، ومن قدر من الغذاء المدخر ، إما مختزناً فى بعض أجزاء الجنين ، أو منفصلا عنه فى نسيج خاص يغلفه ، ويعرف بالإندوسبرم (Endosperm) ، وتوصف البذرة فى الحالة الأولى بأنها « لا إندوسبرمية » (Exendospermic) وفى الثانية بأنها « إندوسبرمية » (Endospermic) ، وفى البذرة اللاإندوسبرمية يحدث الاختزان غالباً داخل أنسجة الفلقات . ولذلك تبدو هذه ضخمة متشحمة .

ويتكون الجنين من نفس الأعضاء الأساسية التى يتكون منها النبات البالغ ، وهى الجذر والساق والأوراق ، ولكن فى صورة مصغرة غاية التصغير . ويسمى الجذر الجنينى جذيراً (Radicle) والساق الجنينية ريشة (Plumule) والأوراق الجنينية فلقات (Cotyledons) ، ويختلف عدد الفلقات فى النباتات مغطاة البذور ، فهى واحدة فى ذوات الفلقة الواحدة (Monocotyledons) وإثنتان فى ذوات الفلقتين (Dicotyledons) أما فى النباتات عاريات البذور فالعدد غير محدود ، إذ تحتوى بذور الصنوبر مثلا على (٣ — ١٧) فلقة حسب الأنواع .

ويختلف حجم الجنين ودرجة وضوح أجزائه فى بذور النباتات المختلفة ، فهو صغير جدا فى بذرة البلح رغم كبر البذرة ، ولا يمكن تمييز أجزائه بالعين

المجردة . وفى بذرة الخروع الجافة يتعذر تبين الريشة من الجذير . وعلى النقيض من ذلك يلاحظ أن جنين الفول والفاصوليا كبير واضح ، متميز الأجزاء .

الشروط اللازمة للإنبات

لاتستطيع البذور الإنبات إلا إذا توفرت لها شروط معينة ، أهمها مايأتى :

١ — **تمضية فترة سكون :** أو سبات بعد نضج الثمرة ، تختلف طولا وقصرا باختلاف النباتات ، ولا توجد سوى قلة من النباتات — كالصفصاف — هى التى لاتكاد تحتاج إلى فترة سكون على الإطلاق . على أن البذور إذا تركت دون استنبات أمدا طويلا فقد تفقد الأجنة حيويتها ، وبالتالى قدرتها على النمو والإنبات . وتختلف بذور النباتات المختلفة من حيث المدة التى تستطيع أن تحتفظ فيها بحيويتها ، فبعض البذور تبقى كامنة فصلا أو بضعة فصول ، وبعضها تبقى سنة أو عدة سنين ، ثم تنبت بعد ذلك إذا توفرت لها شروط الإنبات الأخرى .

٢ — **حيوية الجنين :** يجب أن يكون الجنين حيا لكى تنبت البذرة . فالبذور المتعفنة ، أو التى ثقبتها الحشرات وأكلت أجنتها أو أتلفتها ، لاتستطيع الإنبات ، وكذلك البذور التى احترقت أجنتها بالتأكسد البطىء لطول اختزانها ، ومن أمثلتها البذور التى وجدت فى قبور الفراعنة ، إذا اخذت أمثال هذه البذور ذوات الأجنة الميتة ، ووفرت لها جميع شروط الإنبات الأخرى ، فإنها لاتنبت .

٣ — **وفرة الماء :** الماء ضرورى للإنبات لأن التغيرات المختلفة التى تنطوى عليها هذه العملية لاتحدث إلا فى وجود الماء ، والدليل على ذلك أن البذرة إذا تركت فى تربة جافة فإنها لاتنبت ، أما إذا بللت التربة بالماء فإن الإنبات يحدث سريعاً إذا توفرت بقية الشروط .

٤ — **درجة حرارة ملائمة :** لكل نوع من أنواع النبات درجة حرارة تلائم إنبات بذوره . فنباتات المناطق الباردة مثلا تنبت فى درجات حرارة منخفضة ، أما نباتات المناطق الحارة فتنبت فى درجات عالية ، ولكل نبات حدان من درجات الحرارة لاتستطيع بذوره الإنبات إلا بينهما . ويختلف

هذان الحدان والبعد بينهما باختلاف الأنواع . وتخضع سرعة الإنبات — فى حدود معينة — لقانون « فانت هوف » (١) مثلها فى ذلك كمثل التغيرات الفيزيائية والكيميائية ، فتزداد بارتفاع درجة الحرارة ، حتى إذا بلغ الارتفاع حداً معيناً (حوالى درجة ٤٠° مئوية) بدأ البروتوبلازم يضار بالحرارة ، فيقل نشاطه ، وبذلك تهبط سرعة الإنبات ، وإذا استمر ارتفاع درجة الحرارة أكثر من ذلك فإن البروتوبلازم يتجمد ، فتموت البذور ويتوقف الإنبات .

٥ — وفرة الأكسجين : الأكسجين لازم لتنفس البذور أثناء الإنبات ، إذ أن الجنين كائن حى يتنفس كما تتنفس الأحياء . فإذا وضعت البذور فى ماء سبق غليه لطرد ما به من أكسجين ذائب ، ثم برد لدرجة الحرارة العادية ، فإنها لاتنبت ، وإذا شبعت التربة أو غمرت بالماء لدرجة امتلاء فراغاتها به امتلاء تاما — وحلوله فيها محل الهواء — كان ذلك عائقا لإنبات البذور ، لأن الأجنة فى تلك الحالة لاتجد الأكسجين اللازم لتنفسها .

وهناك عدا الشروط العامة سالفة الذكر شروط خاصة ، تقتصر على بعض النباتات دون البعض الآخر ، ومن أمثلتها أن بعض النباتات لاتستطيع الإنبات فى الماء الصافى ، بل يتعين وجود نسبة من الأحماض أو القلويات المخففة لكى تنبت البذور ، وفى حالات أخرى يلزم تعريض البذور فترة من الزمان لدرجة حرارة مرتفعة نوعا أو منخفضة نوعا قبل استنباتها .

وقد لوحظ فى بعض النباتات أن تعريض البذور لدرجة حرارة منخفضة — قبل زراعتها — يؤدى إلى تقصير دورة الحياة وزيادة المحصول ، ونعرف هذه الظاهرة بالارتباع ، (Vernalization) ، وتستغل اقتصاديا فى بعض الدول لإنتاج محصول مبكر من بعض النباتات ، وخاصة الحبوب .

---

(١) يسبب ارتفاع درجة الحرارة زيادة سرعة العمليات الكيميائية والفيزيائية والفسيولوجية . وقد وجد فانت هوف أن النسبة بين سرعة عملية ما عند درجة حرارة معينة وسرعتها عند درجة حرارة أقل منها بمقدار ١٠ درجات مئوية هى : (١,٢ — ١,٣) فى العمليات الفيزيائية والفسيولوجية ، و (٢ — ٣) فى العمليات الكيميائية . وقد أطلق على هذه النسبة اسم : « المعامل الحرارى » (Temperature coefficient) .

وهناك أنواع من البذور تحتاج إلى التعرض للضوء قبل الإنبات ، على أن تنقل بعد ذلك إلى الظلام ، وأنواع أخرى تضار بالتعرض للضوء ، أما بذور الطفيليات الجذرية — مثل الهالوك — فلا تنبت إلا بجوار العائل .

التغيرات التى تطرأ على البذرة أثناء الإنبات

تطرأ على البذرة عند إنباتها ثلاثة أنواع من التغيرات :

١ — تغيرات فيزيائية .

٢ — تغيرات كيميائية .

٣ — تغيرات أحيائية .

أما التغيرات الفيزيائية فتحدث فى كل البذور عند نقعها فى الماء أو وضعها فى تربة رطبة ، سواء كانت تلك البذور حية أم ميتة ، وتشمل هذه التغيرات امتصاص البذرة للماء وانتفاخها وازدياد حجمها ، وما يتبع ذلك من زوال التجعدات التى بالقصرة حتى تصبح ملساء ، ثم تمزقها بعد ذلك نتيجة ازدياد الضغط عليها من الداخل .

وأما التغيرات الكيميائية فتتلخص فى تحول المواد الغذائية المختزنة من صورة غير ذائبة إلى أخرى ذائبة ، حتى تستطيع بذلك أن تنفذ من خلال جدر الخلايا ليمتصها الجنين ، فيتغذى ويكبر . ذلك لأن الأصل فى اختزان المواد الغذائية — سواء فى الفلقات أو فى الإندوسبرم — أن تكون على صورة غير ذائبة ، فلكى يستفيد منها النبات النامى يلزم أن تتحول إلى الحالة الذائبة .

ويحدث التحول الغذائى بوساطة مواد خاصة — هى الإنزيمات (Enzymes) — تقوم بتكوينها المادة الحية فى أنسجة الفلقات أو غيرها من أجزاء البذرة الحية ، تلك الأجزاء التى تنشط نشاطاً ملحوظاً بعد امتصاصها للماء .

وأهم المواد الغذائية المختزنة هى النشاء ، وهو يحتاج إلى إنزيم الدياستيز لكى يتحول إلى سكر ، والمواد البروتينية التى تحتاج إلى إنزيم البروتيز لكى

تتحول إلى أحماض أمينية ، والدهون والزيوت ، وتتحول إلى جلسرين وأحماض دهنية بفعل إنزيم الليبيز ، والسليلوز الذى يتحول إلى سكر ثنائى بتأثير إنزيم السليوليز (Cellulase) ؛ أما نصف السليلوز فيتحول بانزيم السيتيز إلى سكرات أحادية .

ويوجد النشاء فى الحبوب ، كالذرة والقمح والشعير ، كما توجد المواد البروتينية فى بذور القرنيات ، كالفول والترمس والفاصوليا ، والزيوت فى بذور القطن والسمسم والخروع ، ونصف السليلوز فى البلح والدوم .

وأما التغيرات الأحيائية فهى أهم أنواع التغيرات جميعا ، ويسبقها دائماً النوعان الآخران ، وفيها تنشط الخلايا الإنشائية التى يتكون منها الجنين . فتنقسم ، ثم تزداد الخلايا الناتجة فى الحجم ، ونتيجة لهذا النمو تظهر الريشة فوق سطح الأرض ، ويضرب الجذير فى باطنها ، وبذلك تتحول البذرة إلى بادرة ، وتكبر البادرة وتكون أوراقا خضراء ، وتتحول بالتدريج إلى نبات مستقل ، يعتمد على نفسه فى تجهيز غذائه .

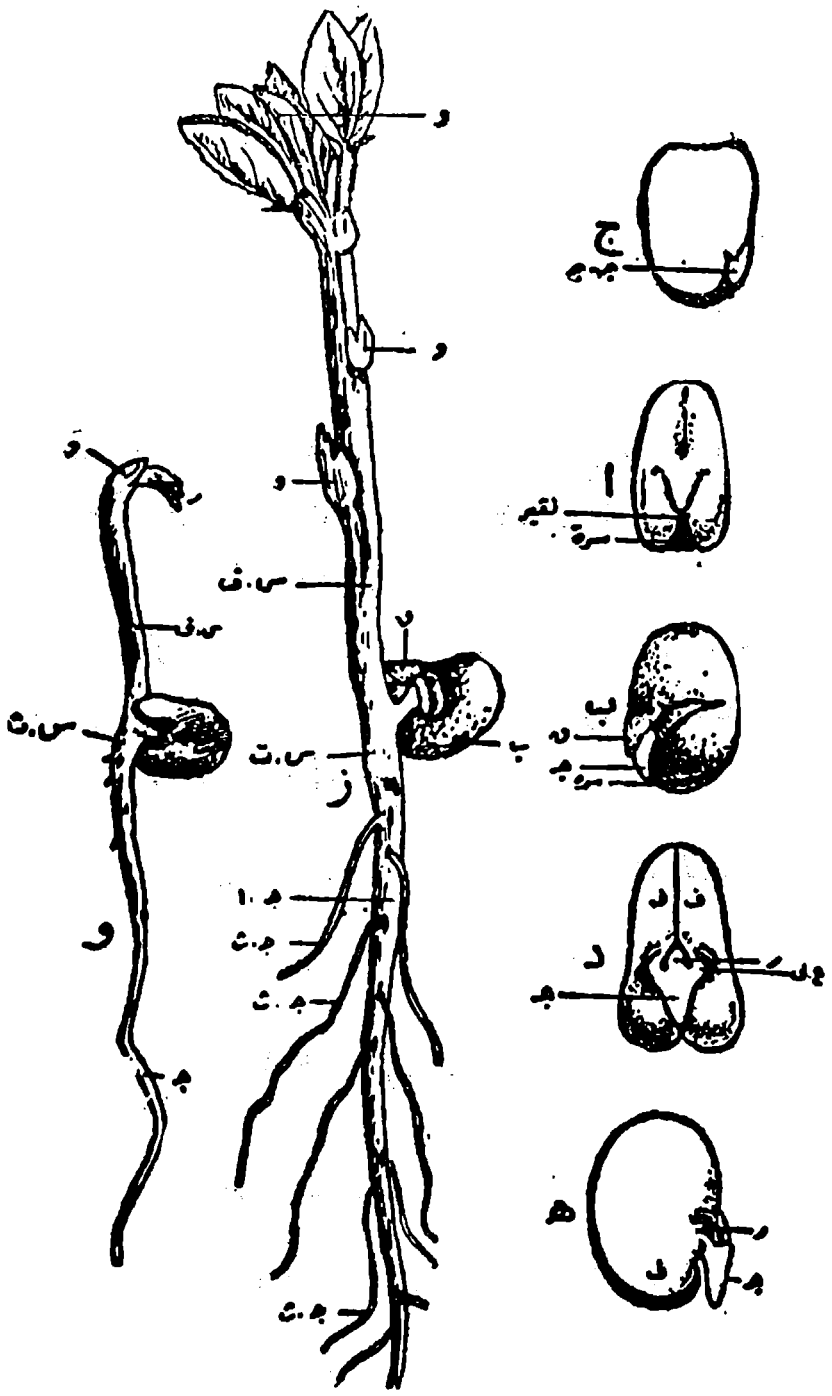
ولتوضيح طرق الإنبات وأدواره فى بذور النباتات المختلفة نضرب الأمثلة الآتية :

أولا – بذور ذوات الفلقتين

١ – بذرة الفول (vicia fapa) :

بذرة الفول مستطيلة قليلا ومفلطحة ، لها وجهان عريضان وجانبان ضيقان ، وهى لا إندوسبرمية ، تتكون من جنين تحيط به قصرة جلدية ، وبأحد طرفيها ندبة سوداء مستطيلة ، تعرف بالسرة (Hilum) ، تحدد موضع اتصال البذرة بجدار الثمرة عن طريق الحبل السرى (Funicle) . ويوجد على أحد الجانبين الضيقين بقرب السرة انتفاخ مثلث الشكل ، يحدد موضع الجذير تحت القصرة (شكل ٢ : ١)

(شكل ٢)



بذرة الفول وأطوار انباتها : (ا) منظر جانبى للبذرة ، (ب) و(ج) منظران أماميان ، (د) منظر جانبى لبذرة منقوعة نزعت عنها القصرة ، (هـ) منظر أمامى لبذرة منقوعة نزعت عنها قصرتها، كما نزعت الفلقة الأمامية لإظهار الريشة . (و ـ ز) طوران من أطوار الإنبات، (ج) جذير ، (ج.ج) جيب الجذير ، (ر) ريشة ، (س.ث) سويقة تحت فلقية ، (س . ف) سويقة فوق فلقية، (ع .ف) عنق الفلقة، (ف) فلقة ، (ق) قصرة ، (ج .ث) جذر ثانوى.

إذا نقعت بذرة الفول الجافة فى الماء وقتاً كافياً امتصته وانتفخت ، فزاد حجمها ، وأصبحت قصرتها طرية ملساء يسهل نزعها . وإذا ضغطت البذرة المنقوعة بين السبابة والإبهام لوحظ خروج الماء من ثقب ضيق جداً فى قمة الانتفاخ المثلث الدال على موضع الجذير ، يعرف بالنقير (Micropyle) شكل (٢ : ا) ، وهو يقع بين قمة الجذير وطرف السرة ، ولا يرى بالعين المجردة ، وإنما يستدل على موقعه بخروج الماء منه فى البذرة المنقوعة ، وخروج فقاعات هوائية دقيقة إذا وضعت البذور الجافة فى كأس به ماء ثم سخن ذلك الماء ، لأن الهواء الذى بداخل البذرة يتمدد بالحرارة فلا يجد له مخرجا سوى ثقب النقير .

وإذا نزعت القصرة عن البذرة المنقوعة انكشف الجنين ، وظهرت الفلقتان لحميتين مكتنزتين بالمواد الغذائية — وهى هنا مواد بروتينية ونشوية — وبينهما تختبىء الريشة ، بينما يبقى الجذير ظاهراً خارجهما . ويلاحظ أن الجذير يستقر فى نمد داخلى من القصرة ، يعرف بجيب الجذير (Radicle pouch) فى قمته ثقب النقير (شكل ٢ : ج) .

وباستمرار انتفاخ البذرة المنقوعة تتمزق القصرة ، ويبدأ التمزق عادة فوق الجذير عند النقير (شكل ٢ : ب) ، والسبب فى ذلك أن الجذير أكثر أعضاء الجنين امتصاصا للماء ، لقربه من النقير ، وهو لذلك أكثرها انتفاخا وضغطا على القصرة . وبتمزق القصرة يبرز الجذير إلى الخارج ، وينمو فى التربة بسرعة ، متجها إلى أسفل بتأثير الجاذبية الأرضية : ثم يستطيل عنقاً الفلقتين وينفرجان قليلا فتتحرر الريشة من مكمنها بينهما (شكل ٢ ؛ د ، هـ) وتبدأ فى الاستطالة والخروج من البذرة . وتكون الريشة مقوسة فى البادرة الصغيرة (شكل ٢ : و) بحيث تنحنى قمتها النامية إلى أسفل ، فلا تتعرض للتمزق بسبب الاحتكاك بالتربة أثناء اختراقها لها ، ويستمر نمو الريشة حتى تبلغ سطح الأرض ، وعندئذ تبدأ ساقها فى الاعتدال (شكل ٢ : ز) ، ويختفى التقوس بالتدريج ، ثم لاتلبث أن تعطى أوراقاً خضراء ، وتتحول رويدا إلى مجموع خضرى ، مكون من ساق وأوراق وبراعم إبطية وطرفية .

وتختلف الورقتان اللتان تكونهما البادرة فى أول تكشفها ، وهما المعروفتان بالورقتين الأوليتين Prophylls (و — شكل ٢ : ز) ؛ عن الأوراق التى تتكون بعد ذلك ، إذ أنهما أصغر حجما وأبسط تركيبا من الأوراق العادية لنبات الفول . كما أنهما جالستان غير مؤذنتين ، ذواتا قاعدتين عريضتين تلتفان حول جزء كبير من محيط الساق ، وحافة مشرشرة غير منتظمة . أما الأوراق العادية لنبات الفول فهى كبيرة مركبة ، ومؤذنة معنقة .

وتبقى الفلقتان تحت الأرض فى حالة الفول ، ولذلك يسمى الإنبات أرضياً (Hypogeal) ، ويفصل الجذير عن الفلقتين جزء من محور البادرة يعرف بالسويقة تحت الفلقية (Hypocotyl) (س. ت — شكل ٢ : ز) ، وهى تقع أسفل الفلقتين وتظل قصيرة فى الفول وفى جميع حالات الإنبات الأرضى بوجه عام . أما جزء المحور الذى يقع فوق الفلقتين ، ويفصلهما عن الورقة الأولية السفلى ، فيسمى السويقة فوق الفلقية (Epicotyl) (س . ف — شكل ٢ : ز) .

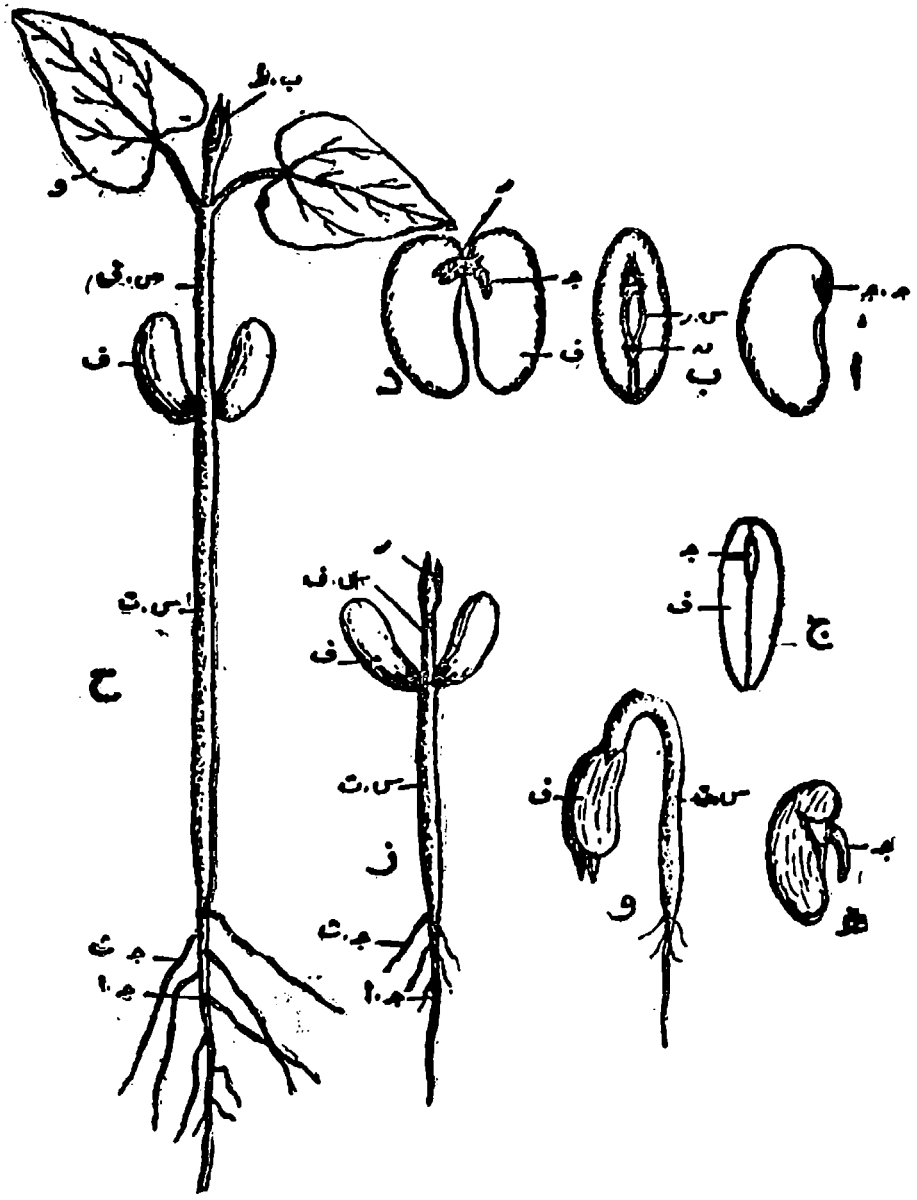
ويستنفد الغذاء المختزن فى الفلقتين تدريجيا فى تغذية الجنين أثناء الإنبات ، وينتهى بهما الأمر إلى الضمور والذبول عندما يصبح الجذر قادرا على الامتصاص والأوراق قادرة على التمثيل .

٢ — بذرة الفاصوليا (Phaseolus vulgaris) :

هى بذرة كلوية الشكل (شكل ٣ : ا) . بيضاء مغطاء بقصرة جلدية ، لها وجهان عريضان ، وجانبان ضيقان كبذرة الفول ، وفى وسط أحد الجانبين الضيقين ندبة غير داكنة ، هى السرة (شكل ٣ : ب) ، وعند أحد طرفى السرة يوجد انتفاخ صغير مثلث الشكل يدل على موضع الجذير ، كما يوجد النقير فى رأس ذلك المثلث .

وإذا نقعت البذرة الجافة فى الماء امتصته وانتفخت وزاد حجمها . وأصبحت ملساء لينة ؛ وزال مابها من تجعدات . وإذا نزعت القصرة عن البذرة المنتفخة وجد الجنين وحده بداخلها ، مما يدل على أن البذرة « لاإندوسبرمية » ، ويتكون الجنين هنا — كما فى الفول — من فلقتين متشحمتين

(شكل ٣)

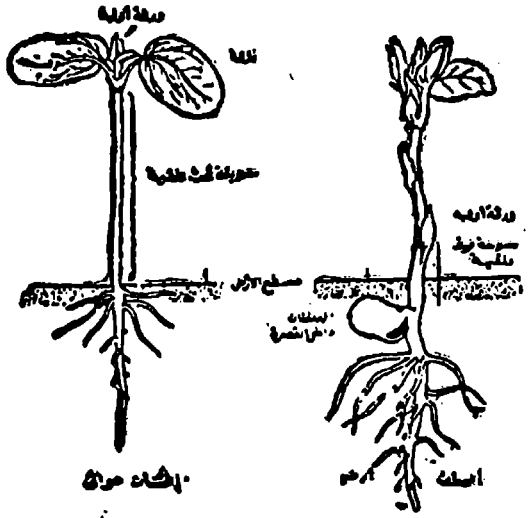


بذرة الفاصوليا وأطوار إنباتها . (ا) منظر أمامى للبذرة ، (ب) منظر جانبى ، (ج) منظر جانبى لبذرة منقوعة نزعت عنها القصرة ، (د) بذرة منقوعة نزعت عنها القصر وانفرجت الفلقتان، (ه) الطور الأول فى الإنبات وقد تمزقت القصرة فوق الجذير وبدأ الأخير فى الخروج من البذرة والنمو إلى أسفل ، (و ـ ح) أدوار متعاقبة فى الإنبات، (ب.ط) برعم طرفى ، (ج) جذير ، (ج ا) جذر ابتدائى ، (ج.ث) جذر ثانوى ، (ج.ج) جيب الجذير ، (ر) ريشة ، (س.ث) سويقة تحت فلقية ، (س . ر) سرة . (س . ف) سويقة فوق فلقية ، (ف) فلقة ، (ن) نقير ، (و) ورقة .

لاختزانهما المواد الغذائية . وهى مواد بروتينية ونشوية ، ومن ريشة صغيرة مختبئة بين الفلقتين (شكل ٣ : د) وجذير رفيع مدبب الطرف خارجهما (شكل ٣ : ج) . وتلتقى الريشة والجذير والفلقتان جميعا فى نقطة واحدة .

وإذا استنبتت البذرة تمزقت القصرة بالقرب من الجذير (شكل ٣ : هـ) نتيجة لانتفاخ الجنين وضغطه عليها ، واستطال الجذير وامتد فى التربة إلى أسفل ، ونمت السويقة تحت الفلقية سريعاً إلى أعلى حاملة معها الفلقتين والريشة (شكل ٣ : و) ، وتكون تلك السويقة فى أول الأمر منحنية إلى أسفل فتحمى الريشة من الاحتكاك المباشر بحبيبات التربة ، ثم لاتلبث الفلقتان أن تظهرا فوق سطح الأرض ، وعندئذ تستقيم السويقة وتنفرج الفلقتان ، فتتعرض الريشة للضوء والهواء (شكل ٣ : ز) . وتضمر الفلقتان شيئاً فشيئاً ، ثم لا تلبثان أن تسقطا بعد أن يكون قد استنفد كل ما بهما من غذاء مدخر أثناء الأطوار الأولى للإنبات ، وفى الوقت نفسه تخضر الريشة وتكبر ، وتتميز فيها الساق والأوراق الخضراء . وبذلك تتحول تدريجياً إلى مجموع خضرى ، كما يتفرع الجذير ويستمر فى النمو تحت الأرض حتى يتحول إلى

(شكل ٤)



رسم توضيحي يبين الفرق بين الإنبات الأرضى والإنبات الهوائى من حيث موضع البذرة وطول السويقة تحت الفلقية

مجموع جذرى (شكل ٣ : ح) . ويسمى إنبات الفاصوليا هوائيا (Epigeal) لأن الفلقتين تظهران فى الهواء فوق سطح الأرض .

ويوضح (شكل ٤) الفرق بين الإنبات الأرضى والإنبات الهوائى

٣ — بذرة الترمس (Lupinus termis) :

تشبه بذرة الترمس فى شكلها بذرة الفول إلى حد ما ، سوى أنها أعرض وأكثر استدارة ؛ ويختفى نقيرها تحت نتوء من القصرة يغطى السرة (شكل ٥ : و) ، وهى بذرة لا إندوسبرمية ، ذات قصرة بيضاء جلدية متجعدة ؛ تزول تجعداتها وتصبح ماساء طرية عندما تنقع فى الماء وتنتفخ .

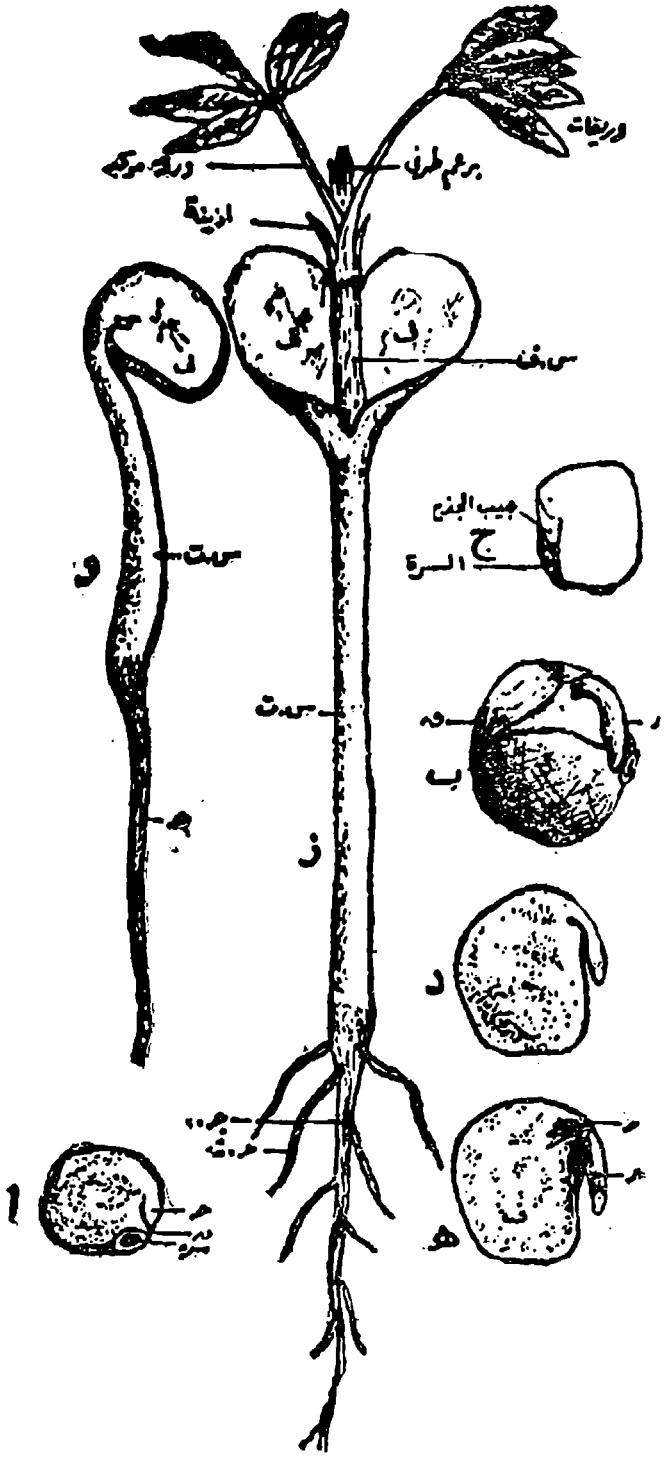
وتوجد السرة فى أحد أركان البذرة ، ويختبىء الجذير — كما فى الفول — فى جيب داخلى من القصرة ، فى قمته ثقب النقير (شكل ٥ : ج) . وتتمزق القصرة عند الإنبات بالقرب من الجذير (شكل ٥ : ب) وتنمو السويقة تحت الفلقية سريعاً إلى أعلى ، حاملة الفلقتين فوق سطح الأرض (شكل ٥ : و) ، أى أن الإنبات هنا هوائى كما فى الفاصوليا .

وتخضر الفلقتان قليلا عندما تتعرضان للضوء ، وتنفرجان لتظهرا الريشة ، ولكنهما لاتلبثان أن تضمرا وتسقطا ؛ وتتحول الريشة بالتدريج إلى مجموع خضرى ، مكون من ساق وأوراق راحية مركبة ، فى كل ورقة خمس وريقات ، ومن براعم إبطية وطرفية ، كما يتحول الجذير بالتدريج إلى مجموع جذرى ، يتغلغل فى الأرض ويتفرع (شكل ٥ : ز) .

٤ — بذرة الخروع (Ricinus communis) :

بذرة الخروع بيضية مستطيلة نوعاً ، وتنتهى فى أحد طرفيها بانتفاخ إسفنجى أبيض . يسمى البسباسة (Caruncle) ، يخفى تحته السرة والنقير (شكل ٦ : ا) ، والبسباسة تمثل تضخما فى قاعدة الحبل السرى ، الذى يوصل البذرة بالمشيمة (Placenta) على السطح الداخلى لجدار الثمرة .

(شكل ٥)



بذرة الفرمس وأطوار إنباتها : (ا — ج) منظر سطحي للبذرة ، (د ـ ز) أطوار الإنبات المتتالية ، (ج) جذير ، (ج . ا) جذر ابتدائي ، (ج . ث) جذر ثانوي ، (س . ت) سويقة تحت فلقية (ر) ريشة ، (ف) فلقة ، (ق) قصيرة ، (ن) نقير

والقصرة رقيقة سهلة الكسر ، بنية اللون مزركشة ؛ إذا نزعت وجد بداخلها جسم أبيض ، مغطى بغشاء رقيق يعرف بالشغاف (Tegmen) ، وبداخل الشغاف يوجد الإندوسبرم ، وهو نسيج ثخين يغلف الجنين ، ويختزن به زيت الخروع المعروف وكذلك المواد البروتينية ، كغذاء مدخر يعتمد عليه الجنين أثناء الإنبات ، فبذرة الخروع إذن بذرة إندوسبرمية .

وإذا قطت البذرة بعد تقشيرها قطعاً طولياً منصفا ، وموازياً للسطحين العريضين ، أمكن رؤية الجنين . وهو يتكون كما فى (شكل ٦ : ب) من فلقتين غشائيتين ، بهما تعرق واضح ، يحيط بهما الإندوسبرم من الخارج ، ويفصلهما فراغ ، كما يشاهد فى قطاع مستعرض (شكل ٦ : ج) . وتتصل الفلقتان عند الطرف القريب من البسباسة بالجذير والريشة ، وهما هنا صغيران غاية الصغر (وخاصة الريشة) . وتقع قمة الجذير — وهو هنا جسم مخروطى صغير أبيض — تحت البسباسة مباشرة .

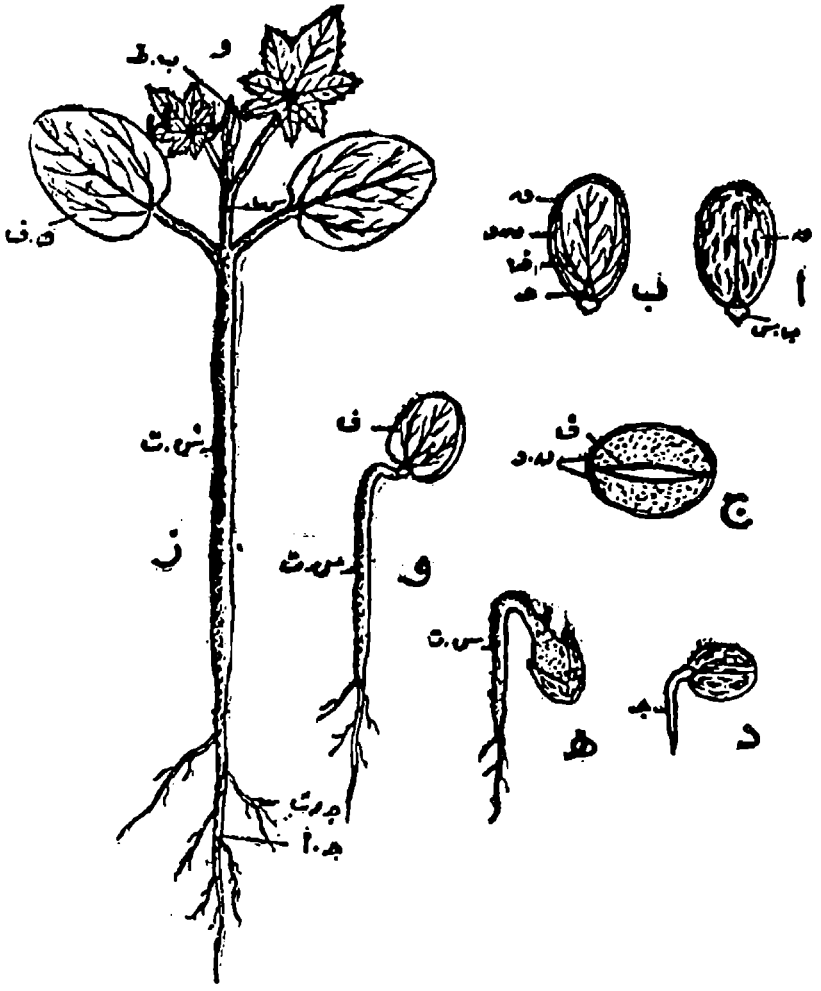
وعندما تستنبت بذرة الخروع تمتص البسباسة الماء وتنقله إلى الجنين والإندوسبرم ، فيكبران وينتفخان ، ويضغطان على القصرة حتى تنكسر ، ويخرج منها الجذير متجها إلى أسفل (شكل ٦ : د) ، ثم يعقب ذلك نمو السويقة تحت الفلقية واستطالتها وتقوسها (شكل ٦ : هـ) ؛ وتتعلق الفلقتان — ومن خارجهما الإندوسبرم وما يغلفه من بقايا القصرة — بطرف السويقة (شكل ٦ : هـ ، و) ، وتنسحبان خلفها أثناء نموها إلى أعلى تجاه سطح الأرض .

وتظهر بقية البذرة فى النهاية فوق الأرض — أى أن الإنبات هنا هوائى — وتستقيم السويقة ، ثم تنفض الفلقتان عنهما بقايا الإندوسبرم والقصرة ، وتنفرجان لتعرضا سطحيهما للضوء والهواء ، فتخضران وتكبران ، وتقومان بدور هام فى عملية التمثيل ، وتعرفان حينئذ بالورقتين الفلقيتين (Cotyledonary leaves) (شكل ٦ : ز) ، وتبقيان على النبات مدة طويلة ، وفى ذلك تختلفان عن فلقات البذور السابقة (اللاإندوسبرمية) ، كالفول والفاصوليا ، التى تقتصر وظيفتها على اختزان المواد الغذائية وتزويد الجنين بها فحسب .

وتستمد الفلقتان غذاءهما أثناء الإنبات من الإندوسبرم الملاصق لهما ، إذ يمتص الإندوسبرم الماء من التربة ، ومن ثم تنشط الأنزيمات ، فتحلل المواد الغذائية المدخرة إلى مواد بسيطة ذائبة يمتصها الجنين النامى .

ويتأخر نمو الريشة بعض الشيء فى حالة الخروع وغيره من حالات البذور الإندوسبرمية ، ولكنها تكبر فى النهاية ، وتتحول بالتدريج إلى مجموع خضرى مكون من ساق وبراعم وأوراق مفصصة ، وفى الوقت نفسه ينمو الجذير إلى مجموع جذرى كامل .

(شكل ٦)

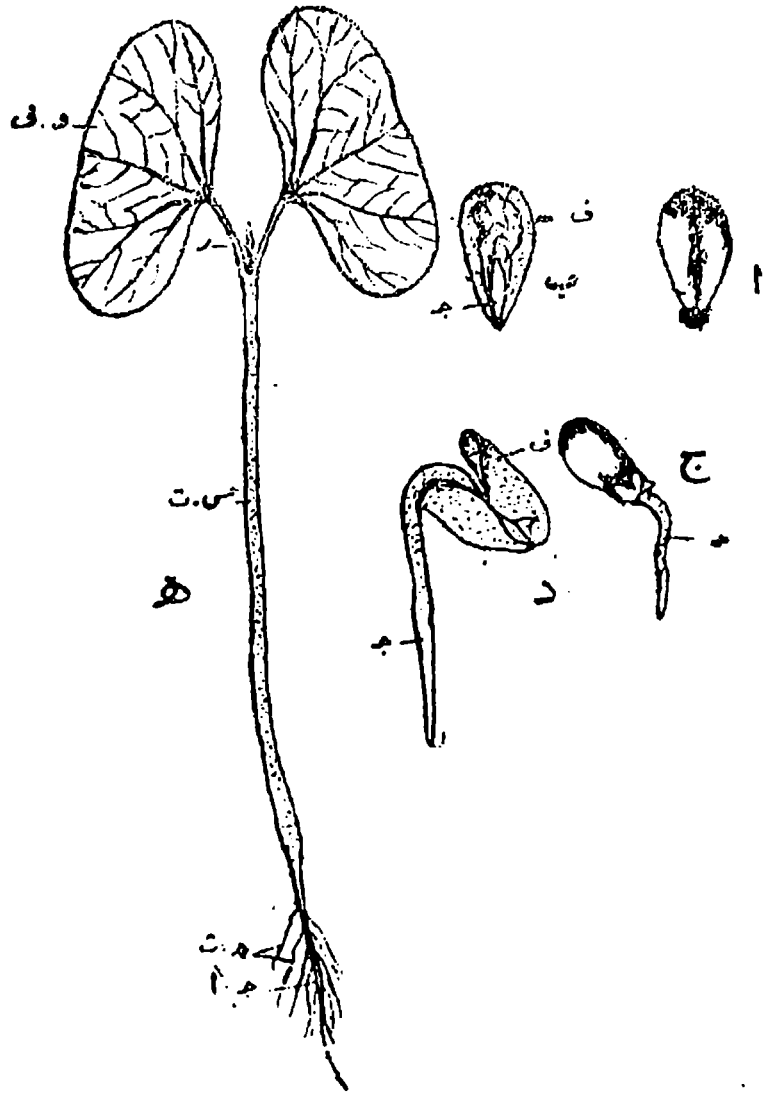


بذرة الخروع وأطوار إنباتها : (ا) منظر سطحى للبذرة ، (ب) قطاع طولى فيها موازى لسطح العريض ، (ج) قطاع مستعرض فى البذرة ، (د — ز) أطوار الإنبات المختلفة . (ب . س) بسباسة ، (ب . ط) برعم طرفى ، (ج) جذير ، (ج . ا) جذر ابتدائى ، (ب . ج) جذر ثانوى ، (س . ت) سويقة تحت فلقية ، (س . ف) سويقة فوق فلقية ، (ف) فلقة ، (ق) قصرة ، (ن . د) إندوسبرم ، (و) ورقة . ، (وف) ورقة فلقية .

٥ — بذرة القطن (Gossypium barbadense) :

بذرة القطن الجافة بنية اللون داكنة ، مخروطية الشكل (شكل ٧ : ١) ، تغطى سطحها شعور بيضاء غزيرة ، هى ألياف القطن المعروفة ، وهى تمثل امتدادات طويلة أنبوبية لخلايا بشرة القصرة ، ويوجد النقير فى طرف البذرة المدبب . وتمتد السرة بثلث طول البذرة من جهة النقير .

(شكل ٧)



بذرة القطن وأطوار إنباتها : (ا) منظر خارجى للبذرة ، (ب) قطاع طولى فيها ، (ج — هـ) أطوار الإنبات المختلفة ، (جـ) جذير ، (جـ ا) جذر ابتدائى ، (جـ ث) جذر ثانوى ، (ر) ريشة ، (س.ث) — ويقة تحت فلقية ، (ف) فلقة ، (و.ف) ورقة فلقية .

وإذا نزعنا القصرة نجد الجنين بداخلها ، مغلفا بغشاء رقيق أبيض ، هو بقايا الإندوسبرم . وتمتلىء البذور الناضجة امتلاء تاما بالجنين ، فيما عدا ذلك الغشاء الإندوسبرمى الرقيق ، وتعتبر بذرة القطن إندوسبرمية فى الأطوار المبكرة من تكونها ، لأنها تحتوى إذ ذاك على إندوسبرم ظاهر وغنى بالمواد الغذائية ، غير أن معظم هذا الإندوسبرم يستنفد بعد ذلك فى تغذية الجنين . ويتم استهلاكه قبل أن تنضج البذرة وتدخل فى طور السكون ؛ فلا يبقى منه فى البذرة الناضجة غير ذلك الغشاء الرقيق الذى سبق ذكره ، والذى يعرف أحيانا بالشغاف . وفى ذلك تختلف بذرة القطن عن بذور النباتات الأخرى التى يظل جنينها صغيرا وغذاؤها مدخرا لايستعمل إلا وقت الإنبات .

وجنين القطن (شكل ٧ : ب) كبير نسبياً إذا قورن بأجنة النباتات الأخرى . فالفلقتان رقيقتان ، وسطحهما كبير ، ولذلك تلتفان داخل البذرة لفات عديدة ، وتتغضنان لكثرة الالتفاف والتضاغط فى حيز ضيق ، أما الجذير فكبير نسبياً ويقع فى الطرف القريب من النقير ، وتحتوى جميع أعضاء الجنين خلايا زيتية ، بها زيت بذرة القطن المعروف ، الذى يمثل الغذاء المدخر فى البذرة ، ويستدل على وجوده بضغط بذرة مقشرة على قطعة من الورق وملاحظة تكون بقع زيتية عليها .

ويعتبر إنبات بذرة القطن هوائياً ، لأن الفلقتين تظهران فوق سطح الأرض ، نتيجة لاستطالة السويقة تحت الفلقية (شكل ٧ : ج ، د،ه) . وتنثنى تلك السويقة فى أطوار الإنبات الأولى (شكل ٧ : ج ، د) ، ثم تستقيم بعد بلوغها سطح الأرض (شكل ٧ : ه) ،وتنفرج الفلقتان لإظهار الريشة وتعريضها للضوء والهواء ، ثم تواصل الريشة والجذير نموهما ، لتكون الأولى المجموع الخضرى ، ويكون الثانى المجموع الجذرى للنبات . والأوراق الفلقية فى القطن عريضة خضراء كلوية الشكل ، تقوم بعملية البناء الضوئى . كفلقات الخروع ، ويمكن مشاهدة بقع داكنة على الفلقتين والسويقة تحت الفلقية .

ثانياً — بذور ذوات الفلقة الواحدة

حبة الذرة (Zea mays) :

تعتبر حبة الذرة ثمرة كاملة من نوع البرة ، التحمت فيها القصرة التحاما تاما بجدار الثمرة ، وهى عريضة مفلطحة ، أحد طرفيها مدبب ، تتصل عنده الحبة بالقولحة . والطرف الآخر مستدير ، توجد بوسطة على أحد الوجهين ندبة دقيقة بارزة هى بقايا القلم الذى جف وضمر . وفى وسط السطح العريض يوجد منخفض بيضى الشكل يحدد موضع الجنين ، ويغطيه غشاء رقيق ، هو غلاف الحبة الذى يمثل القصرة وجدار الثمرة الملتحمين (شكل ٨ :ا) .

وإذا نقعت الحبة فى الماء امتصته فـــلانت وانتفخت وزاد حجمها . وإذا نصفت الحبة المنقوعة طوليا فى مستوى عمودى على السطح العريض — ومار بمنتصف المنخفض البيضى — ظهرت أجزاؤها على السطح المقطوع ، وأمكن فحصها ودراستها (شكل ٨ : ج) .

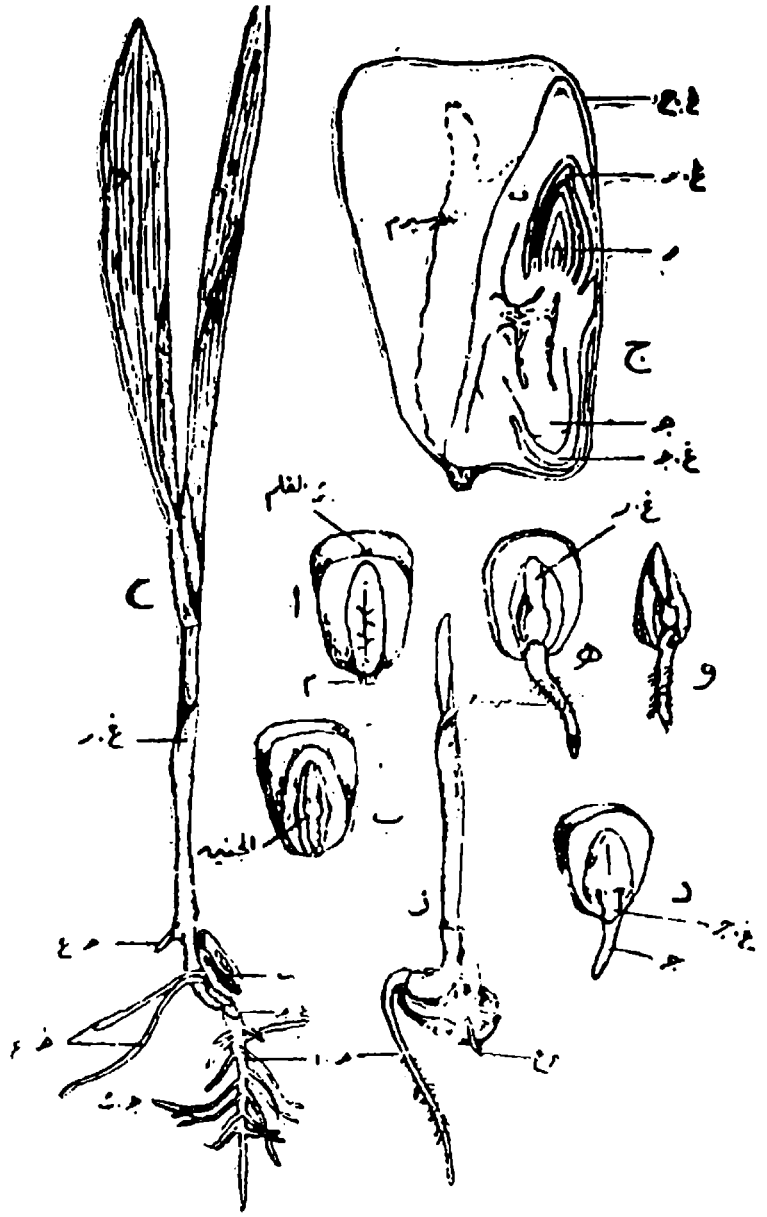
وحبة الذرة إندوسبرمية ، يملأ الإندوسبرم جانبا كبيرا منها ، بعضه نشوى أبيض يعرف بالأندوسبرم الدقيقى (Mealy endosperm) ، والبعض الآخر زلالى شفاف عديم اللون شديد الصلابة فى الحبة الجافة ويعرف بالإندوسبرم القرنى (Horny endosperm) . ويشغل الجنين الجزء الداخلى القريب من الطرف المدبب ويتكون من ريشة وجذير ، كل منهما داخل غمد خاص به ، ومن فلقة واحدة تعرف بالقصعة (Scutellum) ، تمتد ملاصقة للإندوسبرم عند الجانب الداخلى للريشة والجذير .

ويتصل بالجنين عند موضع اتصال الريشة بالجذير نتوء صغير يكمن تحت الغلاف ، ويمثل أصل الجذور العرضية فى الجنين .

وتفرز القصعة فى الحبة المستنبتة إنزيمات تحلل الغذاء المدخر فى الإندوسبرم وتحيله إلى حالة ذائبة تجعله قابلا للانتشار ، فيمتصه الجنين وينمو ، ويتحول إلى بادرة .

وفى تكوين البادرة الصغيرة يمتص الجنين الماء فينتفخ ، ويضغط على غلاف الحبة فيمزقه ، ويمتد الجذير داخل غمده إلى أسفل مهما كان وضع الحبة فى التربة (شكل ٨ : د — و) ، ثم لايلبث غمد الجذير أن يتمزق

(شكل ٨)



حبة الذرة وأطوار انباتها : (أ) منظر خارجى للحبة الجافة ، (ب) منظر خارجى للحبة المنقوعة ، (ج) اطباع طولى فى حبة الذرة مواز للسطح الضيق ومار بالجنين ، (د — ح) أدوار الإنبات المختلفة ، (ج) الجذير ، (ج . ا) ، جذير ابتدائى ، (ج . ث) جذير ثانوى ، (ج . ع) جذير عرضى (ر) الريشة ، (ش . ج) شعيرات جذرية ، (غ . ج) غمد الجذير ، (غ . ح) غلاف الحبة ، (غ . ر) غمد الريشة ، (ف) فلقة ، (م) موضع اتصال الحبة بالفوطة

ويخرج منه الجذير نفسه ، ويواصل نموه مكونا الجذر الابتدائى كما تمتد الريشة إلى أعلى داخل نعمدها ، ويساعد طرف الغمد الحاد المدبب على اختراق التربة حتى تظهر الريشة فوق سطح الأرض دون أن يصيبها أى تمزق . وتعتمد الريشة والجذير فى نموهما على الغذاء الذى يمتصانه من الحبة . وتظل الأخيرة تحت سطح الأرض حتى ينفد مابها من غذاء مدخر ، فتضمر وتجف. فإنبات حبة الذرة إذن إنبات أرضى .

وباستمرار نمو البادرة يتفرع الجذر الابتدائى **ليعطى** جذوراً ثانوية وجذيرات تتغلغل فى التربة ، كما تظهر على التوالى جذور عرضية ، تنشأ من الجنين عند موضع اتصال الريشة بالجذير ، وتنمو أسرع مما ينمو الجذر الابتدائى الناشىء من الجذير نفسه ، ولا تلبث أن تحل محله مكونة المجموع الجذرى لنبات الذرة ، وهو مكون من عدد من الجذور الليفية أو الخيطية ، تكاد تتساوى فى الغلظ والطول ، كذلك تتحول الريشة بالتدريج إلى مجموع خضرى تتميز فيه الساق والأوراق (شكل ٨ : ج) ، والأخيرة ذات أنصال ضيقة مستطيلة ، متوازية التعرق ، وأغماد مغلفة للساق .

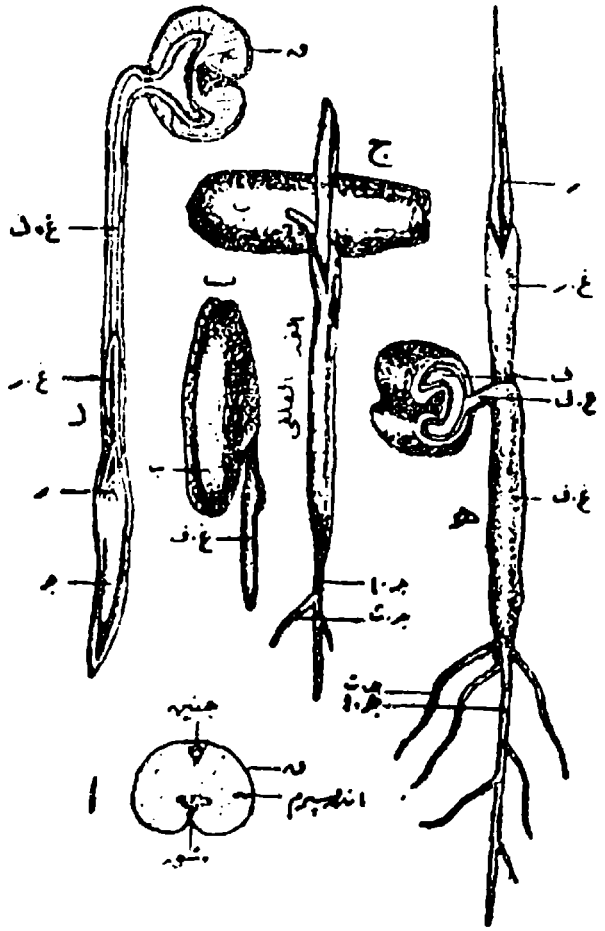
وتشبه حبة القمح فى إنباتها حبة الذرة إلى حد كبير .

٧ — بذرة البلح (Phoenix dactylifera) :

بذرة البلح مستطيلة ، مغطاة بقصرة بنية داكنة ، أحد سطحيها محدب ، والآخر به شق طولى بداخله بقايا أغلفة جافة (شكل ٩ : أ) . وعلى السطح المحدب — فى ثلث طول البذرة تقريبا — توجد بقعة منخفضة قليلا ، صغيرة ومستديرة ، تحدد موضع الجنين .

وإذا قطعت البذرة الجافة قطعاً مستعرضاً مارا بموضع الجنين — وفحص السطح المقطوع — شوهد الجنين كجسم أبيض دقيقى ، ملامس للقصرة ، يحيط به إندوسبرم قرنى من مادة صلبة نصف شفافة ، تشغل البذرة جميعها ، عدا حيز ضئيل لايكاد يذكر ، يشغله الجنين ، ويتكون الإندوسبرم من مواد نصف سليلوزية (Hemicellulose) . ولا يمكن فى البذرة الجافة تمييز أجزاء الجنين بالعين المجردة لصغرها .

(شكل ٩)



بذرة البلح وأطوار إنباتها . (ا) قطاع مستعرض فى بذرة البلح ، (ب ـ ه) أطوار الإنبات المختلفة . (ب) بذرة ، (جـ) جذير ، (جـ . ا) جـذير ابتدائى ، (جـ . ث) جذير ثانوى ، (ر) ريشة ، (ع ف) عنق الفلقة ، (ع . ر) غمد الريشة ، (غ . ف) غمد الفلقة ، (ف) فلقة ، (ق) قصرة .

وعندما تستنبت البذرة ، تمتص المـــاء ، فيفرز الجنين إنزيمات تحلل الإندوسبرم من حوله ، ثم يمتصه فى حالة ذائبة فيكبر ،وتظهـــر أجزاؤه بوضوح ويستغرق إنبات بذرة البلح وقتاً أطول مما يستغرقه إنبات البذور الأخرى التى سبق وصفها .

ويكبر الجنين بالتدريج على حساب الإندوسبرم ، ويخرج منه جزء إلى خارج البذرة — يعرف بغمد الفلقة (Cotyledonary sheath) (شكل ٩ : ب ـ ه) — يحتوى الريشة داخل غمدها ، وكذلك الجذير ، ويغلفهما تغليفاً تاما. ويظل

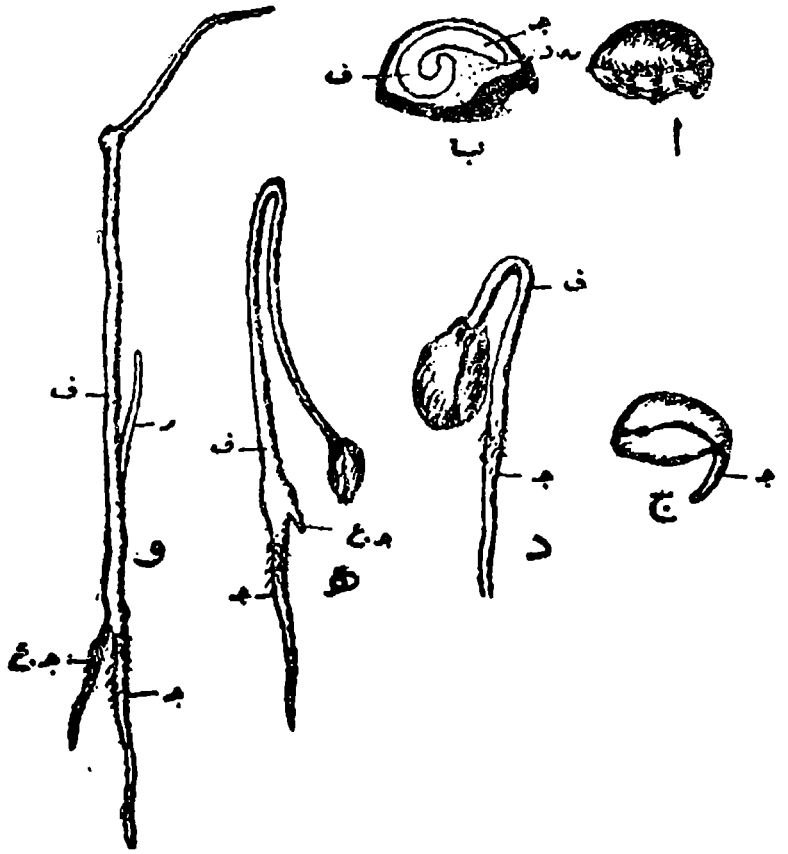
جزء من الفلقة داخل البذرة ويعرف بالجزء الماص (Absorbing part) ، ويتخذ شكلا هلاليا (شكل ٩ : ب — هـ) . ووظيفة هذا الجزء إفراز الإنزيمات وإذابة الإندوسبرم ثم امتصاصه وتوصيله إلى بقية أجزاء الجنين . ويتصل الجزء الماص بالغمد الخارجي بوساطة عنق قصير ، يسمى عنق الفلقة (Cotyledonary stalk) (شكل ٩ : هـ) ، ويكبر الجزء الماص بالتدريج على حساب الغذاء المختزن حتى يشغل جميع فراغ البذرة .

وباستمرار الإنبات ينمو الجذير إلى أسفل ، مكونا جذراً ابتدائياً ، تخرج منه جذور ثانوية صغيرة وجذيرات ، وذلك هو المجموع الجذرى . أما الريشة فتتجه إلى أعلى — وهى ما تزال فى غمدها — مخترقة غمد الفلقة بعد تمزيقه ، ثم يتبع ذلك تمزق غمد الريشة وظهور الورقة الخوصية الأولى (شكل ٩ : هـ) . وبذلك تتحول الريشة بالتدريج إلى مجموع خضرى . ويلاحظ أن إنبات البلح أرضى ، لأن البذرة تبقى باستمرار تحت سطح الأرض . ولا تلبث المادة الغذائية التى بها أن تنفد ، مما يؤدى إلى ضمورها وجفافها .

٨ — بذرة البصل (Allium cepa)

بذرة البصل صغيرة سوداء غير منتظمة ، توجد بأحد أركانها ندبة غائرة تمثل السرة (شكل ١٠ : ا) . وعندما تنقع البذرة فى الماء تمتصه وتنتفخ وتصبح لينة ، فإذا قطعت طوليا فى وسطها لوحظ أن قصرتها السوداء تغلف كتلة من الإندوسبرم ، يستقر فى وسطها الجنين (شكل ١٠ : ب). والجنين هنا ملتو مستطيل ، مدبب الطرفين . وجزؤه القريب من السرة يمثل الجذير ، أما الجزء البعيد فيمثل الفلقة وبداخلها الريشة . وتلتقى أجزاء الجنين الثلاثة فى موضع واحد ، أقرب إلى الطرف الذى به السرة منه إلى الطرف الآخر . وتحتوى الريشة على عدد من الأوراق البرعمية الجوفاء ، يغلف بعضها بعضاً .

(شكل ١٠)



بذرة البصل وأطوار إنباتها : (ا) الشكل الخارجي للبذرة ، (ب) قطاع طولى فى بذرة منقوعة ، (ج — و) أطوار الإنبات المتعاقبة : (ج) جذير . (ج . ع) جذر عرضى ،(ر) ريشة ، (ف) فلقة ، (ن) إندوسبرم .

وعندما تستنبت البذرة ، يكون الجذير أسبق الأعضاء إلى إمتصاص المـــاء والنمو ، وتؤدى إستطالته إلى إختراقه القصرة عند السرة ، والبروز خارج البذرة (شكل ١٠ : ج) « وتلى الفلقة الجذير فى الظهور . وتستطيل بسرعة حتى يصل طولها إلى بضعة سنتيمترات ، وتبدو خضراء اسطوانية . والفلقة هنا غمدية وتغلف الريشة فى أطوار الإنبات المبكرة ، وتبدو منحنية فى أول الأمر (شكل ١٠ : و) ، تجر خلفها بقايا البذرة أثناء نموها إلى أعلى تجاه سطح الأرض . ويؤدى طرف الفلقة — الذى يبقى داخل البذرة — وظيفة الامتصاص إذ يفرز الإنزيمات التى تذيب الأندوسبرم ،

ثم يمتصه فى حالته الذائبة ، وينقله إلى باقى أجزاء الجنين . وبعد نفاد الغذاء المختزن . يذبل طرف الفلقة المـاص ، وينفصل عن غلاف البذرة الفارغة.

وتستقيم الفلقة المنحنية بعد أن تبلغ سطح الأرض (شكل ١٠ : و) ، وقد تحمل معها بقايا الغلاف البذرى الذى يظل عالقاً بطرفها الهوائى فترة من الزمن ، ثم ينفصل عنها ويسقط ، ويحدث ذلك عادة إذا كانت التربة خفيفة متفككة ، أما إذا كانت طينية ثقيلة فإن الغلاف البذرى يبقى تحت الأرض حتى يذبل طرف الفلقة وينفصل عنها . وتعتبر الفلقة أولى الأوراق الخضراء التى ينتجها النبات ، ولذلك يعد الإنبات هنا هوائياً .

ويلاحظ وجود تضخم فى قاعدة الفلقة عند موضع اتصالها بالجذير ، ويعزى هذا التضخم إلى وجود الريشة داخل الجزء القاعدى للفلقة الغمدية . وفوق هذا الجزء بمسافة قصيرة يوجد شق ضيق تخرج منه الريشة عندما تتقدم البادرة فى النمو . وتكون الريشة فى بدء ظهورها ممثلة بورقة واحدة خضراء لا تلبث أن تتلوها بسرعة أوراق أخرى : ويتم ظهور الأوراق المتعاقبة بالترتيب حيث تخرج كل ورقة من شق صغير فى أحد جوانب الورقة التى سبقتها .

ويتكون الجذر الإبتدائى من الجذير ، ولكنه لا يعمر طويلا ، إذ سرعان ما تنمو من قاعدة الساق جذور عرضية لتحل محله (شكل ١٠ :و)، كما هو الحال فى الذرة والقمح ، وغيرهما من النباتات ذوات الفلقة الواحدة .