

Horticulture plants propagation

تكاثر النباتات البستانية

التكاثر الجنسي Sexual reproduction

التكاثر اللاجنسي أو الخضرى Asexual or Vegetative propagation

مقدمة:

يعرف علم التكاثر بأنه أحد الفروع التطبيقية لعلم النبات والذى يختص بزيادة إعداد النباتات الاقتصادية للمحافظة عليها جيلاً بعد جيل لمواجهة احتياجات ومتطلبات الإنسان من غذاء وكساء ومسكن.

وهناك طرقان أساسيتان لإكثار النباتات يمكن إكثار النباتات بوحدة منها أو بكلاهما وهما:

- أ) التكاثر الجنسي أو البذرى Sexual reproduction
- ب) التكاثر اللاجنسي أو الخضرى Asexual or vegetative propagation

التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يتم التكاثر الجنسي عن طريق البذور أو إنبات الجنين الجنسي بالبذور والذى نشا من اتحاد الجاميطية المذكورة (بحبة اللقاح) بالجاميطية المؤنثة (البوبيضة التى بداخل المبيض) وحيث أن العوامل الوراثية تختلف فى كل من الجاميطتين فالاجنة تنتج أفراداً تختلف الأبوين. لذلك تستخدم البذور فى إكثار أصول أشجار الفاكهة ونباتات الزينة. ونظراً لأن نجاح وانتشار زراعة الفاكهة يتطلب الاعتماد فى إنتاج أصناف وسلالات خاصة معروفة بجودة صفاتها والتى اعتاد المستهلك عليها ولأن النباتات البذرية لأغلب أصناف الفاكهة تنشأ مخالفة للأم نجد أن استعمال التكاثر البذرى لأغلب أصناف الفاكهة لا يتم إلا فى إنتاج الأصول فقط نظراً لأن نباتات الفاكهة خليطة فى عواملها الوراثية. مع استثناء النباتات التى تنشأ من الأجنة النيوسيلية فى البذور العديدة الأجنة. كما يستخدم التكاثر البذرى فى تجارب التربية لإنتاج الأصناف الجديدة.

وتشتمل التكاثر البذرى دون خوف من إنتاج نباتات مخالفة عن الأبوين فى نباتات الخضر حيث أن أغلبها ذاتية التلقيح أصلية فى عواملها الوراثية ولا يوجد بها مسببات التلقيح الخلطى مثل اختلاف ميعاد نضج أعضاء التأثير عن التذكير أو اختلاف طول المياسم عن المتكوك أو انفصال الجنس أو انفصال المسكن لذلك فنباتات الخضر ذاتية التلقيح الأصلية فى عواملها الوراثية تنتج نباتات مشابهة للأباء لذا لا يخشى من استخدامها فى عملية التكاثر.

أنواع البذور:

تقسم البذور عادة إلى قسمين من ناحية التركيب التشريحى:

- أ- بذور وحيدة الأجنة: وهى التى عندما تتموتع بذرة واحدة.
- ب- بذور عديدة الأجنة: وهى التى تعطى عند إنباتها عدة بذرات إحداها ناتجة من الجنين الجنسي أما النباتات الباقيه فتنتج خضراء من نسيج النيوسيلية وتكون متشابهه وراثيا تماما لأنسجة الأم لذا يمكن اعتبار هذه النباتات خضراء التكاثر ولو أنها ناتجة من البذور وتعتبر المانجو والموالح والكارمايو من أشهر الأمثلة لهذه البذور عديدة الأجنة.

التكاثر اللاجنسى والخضري

هو عبارة عن استعمال جزء خضرى من نبات ما لإنتاج نبات جديد كامل مثل التكاثر بالعقلة والتطعيم والترقيد والخلف والفسائل والمدادات والريزومات والأبصال... الخ. وفي هذه الحالة تظل الصفات الوراثية للنباتات الجديدة مشابهة تماماً للأم إلا إذا حدث طفور أو تحورات كيميرية وهي نادرة الحدوث.

مقارنة بين النباتات البذرية والخضري

(1) النباتات البذرية أقوى نمواً وتصل إلى أحجام كبيرة عن النباتات خضرية التكاثر.

(2) تتأخر النباتات البذرية في الوصول إلى طور الإثمار عن النباتات الخضرية نظراً لأن النباتات البذرية يجب أن تمر بمرحلة الطفولة Juvenility قبل أن تصل إلى الإثمار بينما النباتات خضرية التكاثر لا تمر بهذه المرحلة حيث تأخذ الأعضاء الخضرية من نباتات ناضجة ولكن تنمو هذه النباتات لفترة قصيرة نسبياً فقط لتكوين مجموع خضرى ملائم يفى بإنتاج كمية من الكربوهيدرات تغطى احتياجات النبات من النمو والتنفس ويبقى كمية ملائمة تفى باحتياجات النبات لتكوين النموات الزهرية.

(3) تقل نسبة التجانس عادة بين الشتلات البذرية (من حيث قوة النمو والحجم) عنها في النباتات الخضرية، ويمكن التغلب على هذه الظاهرة في النباتات البذرية بالانتخاب وإزالة الشتلات الضعيفة.

(4) يختلف توزيع الجذور بين النباتات البذرية والخضرية وغالباً ما تكون انتشار الجذور في النباتات البذرية وتديةً أما في النباتات الخضرية فيكون سطحياً فيما عدا الأصناف التي تطعم على أصول بذرية.

أولاً: التكاثر بالبذور Propagation by seeds

المقصود بالتكاثر البذرى هو إنتاج فرد أو نبات جديد عن طريق جنين البذرة الجنسى والناتج عن عملية التلقيح والإخصاب. وتستخدم البذرة كوسيلة إكثار أساسية في كثير من المحاصيل البستانية مثل معظم محاصيل الخضر والزهور ونباتات الزينة. ولكن بالنسبة لأشجار الفاكهة فإنه لا ينصح بإتباع التكاثر الجنسى، وذلك للعديد من الأسباب والتي منها مابلى:

(1) إنتاج نباتات تختلف وراثياً فيما بينها، حيث أنه عند تكوين حبوب اللقاح والبويضات من خلال الانقسام الاختزالي، فإن هذا يؤدى إلى حدوث الانزعالات الوراثية ومن ثم تختلف الجاميطات الناتجة عن بعضها في التركيب الوراثي والذي يؤدى إلى إنتاج نسل يختلف كل فرد فيه عن الآخر، أو بمعنى آخر إنتاج نباتات غير مماثلة للصنف.

(2) أن الأشجار الناتجة عن البذرة غالباً ما تثمر متأخرة عن مثيلاتها الناتجة عن التكاثر الخضرى.

غير أنه يمكن استخدام التكاثر الجنسى لإكثار بعض الفواكه في حالات محددة هي:

· تزرع البذور لإنتاج أصول تطعم بالأصناف التجارية المرغوبة لزراعتها بالبستان المستديم.

· استنباط أصناف جديدة عن طريق برامج التربية حيث يتم التهجين بين الأنواع والأصناف المختلفة من الفاكهة... ولذلك كان لابد من زراعة البذور الناتجة عن التهجين حتى يمكن الحكم على النسل الناتج منها.

· صعوبة إثمار بعض الأنواع بالطرق الخضرية المعروفة، كما هو الحال في إثمار أشجار البن والكافور وجوز الهند والباباظ، حيث تتكاثر جميعها بالبذرة.

· في بعض الحالات النادرة جداً نجد أن بعض الفواكه تعطى بذوراً نقية، بمعنى أنه لم يحدث خلط عند تكوين الجنين، أي حدث تلقيحاً ذاتياً، ومن ثم فإن زراعة مثل هذه البذور تعطى شتلات متشابهة مع بعضها وتشابهها للنبات الأم إلى حد كبير.

تكوين البذور:

يبدأ تكوين البذرة بعد تمام عملية الإخصاب وبعد تكوين الزيجوت يبدأ نمو البذرة وتكون أجزاؤها المختلفة ثم تبدأ في تخزين المواد الغذائية حتى اكتمال نموها. وإذا استمر تكوين البذور وتخزين المواد الغذائية بها دون عائق تكونت بذوراً ممتلئة.

وتكون البذرة من الأجزاء الآتية:

(1) الجنين: يعتبر الجنين منشأ لنبات جديد ويكون غالباً نتيجة لاتحاد الجاميطية المؤنثة المذكورة وقد تحتوى البذرة على أكثر من جنين واحد ويتركب الجنين من السويقة الجنينية السفلية، الفلات، السويقة الجنينية العليا والريشة والجذير.

(2) الأنسجة المخزنة: تخزن البذور الغذاء أما في الفلات أو في الاندروسيبرم أو البرسيبرم وتسمى البذور الاندوسيبرمية *Albuminous* أما الغير اندوسيبرمية فتسمى *Exalbuminous* وفي هذه الحالة يخزن الغذاء أما داخل الفلات أو أحياناً في البرسيبرم الذي ينشأ من النيوسيلة.

(3) الأغلفة البذرية: تتكون من أغلفة البذرة أو بقايا النيوسيلة والاندوسيبرم ويتكون غلاف البذرة (القصرة *Testa*) من أغلفة البوية وهي تتكون من غلاف أو اثنين عادة وغالباً ما يتصلب الغلاف الخارجي ويصبح ذو لون غامق في حين يظل الغلاف الداخلي شفاف رقيق وتبقي النيوسيلة والاندوسيبرم داخل الغلاف الداخلي مكونة في بعض الحالات طبقة واضحة حول الجنين.

إنبات البذرة Seed germination

يتطلب إنبات البذرة توافر ثلاثة عوامل رئيسية هامة وهي:

- أ- يجب أن تكون البذور حية بمعنى أن يكون الجنين حي وله القدرة على الإنبات.
- ب- عدم وجود البذرة في حالة السكون وأن يكون الجنين قد مر بمجموعة تغيرات ما بعد النضج وليس هناك موانع كيميائية أو فسيولوجية تعيق عملية الإنبات.

ج- توافر الظروف البيئية الضرورية للإنبات ومنها الماء ودرجة الحرارة والأكسجين وأحياناً الضوء.

مراحل الإنبات Stages of germination

يمكن تقسيم عملية الإنبات إلى عدة مراحل منفصلة، وذلك بغرض تفهم كل مرحلة منها على حدة، إلا أنها في حقيقة الأمر مراحل متداخلة مع بعضها، وهذه المراحل هي:

أ- المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء)

فيها تقوم المواد الغروية في البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبى للبذور، ويعقب ذلك انتفاخ البذور وزيادة أحجامها وقد يصاحب هذا الانفاخ تمزق أغلفة البذرة. وتتجدر الملاحظة هنا أن عملية امتصاص الماء وانتفاخ البذرة يمكن أن تحدث حتى مع البذور الغير حية. وعقب امتصاص الماء وانتفاخ البذور يبدأ نشاط الإنزيمات التي تكونت أثناء تكوين الجنين، وكذلك تخلق بعض الإنزيمات الجديدة. كما تنشط بعض المركبات الكيميائية الخاصة بإنتاج الطاقة اللازمة لعملية الإنبات مثل (ATP) أو الأدينوزين ثلاثي الفوسفات.

وفي نهاية هذه المرحلة يمكن مشاهدة أولى مظاهر الإنبات والتي تتمثل في ظهور الجذير والذى يظهر كنتيجة لاستطالة الخلايا أكثر من كونه نتيجة للانقسام الخلوي. وعادة ما يظهر الجذير من البذور الغير ساكنة خلال عدة ساعات أو أيام من الزراعة.

ب- المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية)

يحدث في هذه المرحلة تحول المواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات المخزنة في الأندوسبيرم أو الفلقات إلى مواد بسيطة والتي تنتقل إلى نقط النمو الموجودة بمحور الجنين، والتي يسهل على الجنين تمثيلها.

ج- المرحلة الثالثة (مرحلة النمو):

وفي هذه المرحلة يحدث نمو الباذرة الصغيرة كنتيجة لاستمرار الانقسام الخلوي الذي يحدث في نقط النمو المختلفة الموجودة على محور الجنين. ويتقدم مراحل النمو تأخذ الباذرة الشكل الخاص بها. ويكون الجنين من المحور الذي يحمل واحدة أو أكثر من الأوراق الفاقية، والجذير الذي يظهر من قاعدة محور الجنين، بينما تظهر الريشة من الناحية العلوية لمحور الجنين فوق الأوراق الفاقية. ويقسم ساق الباذرة إلى السويقة الجنينية العليا والتي توجد أعلى الفلقات، والسوية الجنينية السفلية التي توجد أسفل الفلقات.

ويأخذ إنباتات البذور صورتين مختلفتين هما:

الإنباتات الهوائية: وفيه تنمو السويقة الجنينية السفلية إلى أعلى، حاملة الفلقات لتظهر فوق سطح التربة، كما في حالة إنباتات بذور الكريز.

الإنباتات الأرضية: وفي هذه الحالة تنمو السويقة الجنينية السفلية إلا أنها لا تتمدد بالقدر الذي يسمح برفع الفلقات فوق سطح التربة ولكن الذي يظهر فوق سطح التربة هي السويقة الجنينية العليا، كما هو الحال عند إنباتات بذور الخوخ.

سكون البذرة Seed Dormancy

لقد حب الله البذرة القدرة على تأخير أو تأجيل إنباتها حتى يتهيأ لها الوقت الملائم والظروف البيئية المثلث وذلك لضمان بقاء الأنواع النباتية جيلاً بعد آخر. هذه الميكانيكية خاصة بالنسبة لأنواع النباتية التي تتوارد بالمناطق الصحراوية أو المناطق الباردة حيث تكون الظروف غير ملائمة لإنبات البذور عقب نضجها أو جمعها مباشرة. وقبل تناول هذا الموضوع يجب أن نفرق بين سكون البذرة الناتج عن عدم توافر الظروف الضرورية للإنبات وهذا ما يطلق عليه **Quiescence** وبين السكون الحقيقي **true dormancy** والذي يمكن تعريفه بأنه عدم قدرة

البذور الحية على الإنبات حتى مع توافر الظروف المثلثى والملائمة لذلك، أى يرجع هذا النوع من السكون إلى عوامل داخلية خاصة بالبذرة نفسها. وهناك نوعان من السكون هما:

أ - السكون الأولى: Primary dormancy

وعادة ما يحدث هذا النوع من السكون بالبذرة أثناء نضجها على النبات.

ب- السكون الثانوى: Secondary dormancy

وهذا النوع من السكون يحدث للبذرة بعد جمعها وفصلها عن النبات الأم. ويحدث هذا السكون نتيجة لتأثير واحد أو أكثر من العوامل البيئية.

أولاً: السكون الأولى Primary dormancy

وهو أكثر أنواع السكون شيوعاً. ويحدث السكون الأولى نتيجة لعدد من العوامل الطبيعية والفيسيولوجية، وهذه العوامل يمكن إجمالها فيما يلى:

1- السكون الراجع إلى أغلفة البذرة Seed coat dormancy

وفي هذه الحالة يقوم غلاف البذرة بالدور الهام في عدم إنباتها وقد يرجع ذلك إلى :

أ- السكون الطبيعي Physical dormancy

ويتمثل في وجود غلاف البذرة الصلب والذي لا يسمح ببنفاذية الماء، والسكون هنا لا يرجع إلى سكون الجنين، وهذه الظاهرة توجد في بذور كثير من العائلات النباتية مثل العائلة البقولية والعائلة النجيلية والبانجانية وغيرها وكثير من النباتات الخشبية.

ب- السكون الميكانيكي Mechanical dormancy

يتمثل في وجود الأغلفة الصلبة التي تمنع تمدد الجنين خلال عملية الإنبات. ولاشك أن وجود هذا العامل يؤخر من إنبات البذرة. وتوجد هذه الحالة في كثير من الأنواع النباتية مثل الجوز والفواكه ذات النواة الحجرية (خوخ، مشمش.. الخ). ولقد لوحظ أن الغلاف الصلب (الأندوكارب) المحيط ببذور الخوخ يقلل من معدل امتصاص الماء ومن ثم يؤخر من التخلص من المواد المثبتة للإنبات الموجودة في أنسجة البذرة.

ج - السكون الكيميائي (المواد المثبتة للإنبات) Chemical dormancy

ويرجع سكون البذرة في هذه الحالة إلى وجود مواد كيميائية يطلق عليها مثبتات الإنبات توجد في أنسجة الثمرة وأغلفة البذرة. ولقد لوحظ أن عصير مثل هذه الثمار يثبط إنبات البذور بشدة. وتوجد هذه الظاهرة في كثير من الأنواع النباتية مثل الموالح (الحمضيات) والقرعيات والثمار ذات النواة الحجرية والتفاح والكمثرى والعنب والطماطم. ومن أمثلة المواد المثبتة للإنبات بعض المركبات الفينولية والكومارين Coumarin وحمض الأسيسik Abscisic acid .

د- الأغلفة غير المنفذة للغازات Impermeability of seed coats to gases

على الرغم من أن الماء والأكسجين تكون من جزئيات صغيرة، إلا أن أغلفة البذرة تتميز بوجود ظاهرة الاختيارية بالنسبة لنفاذية هذه الجزيئات من خلالها، فهي تسمح بمرور جزيئات الماء بينما تمنع مرور جزيئات الأكسجين الضروري لعملية الإن amat. وظاهرة النفاذية الاختيارية توجد في بذور بعض النباتات مثل الشبيط والتفاح والبسلة. وتتجدر ملاحظة أن انخفاض معدل نفاذية الأكسجين أو زيادته من خلال أغلفة البذرة يرتبط ببعض العوامل الأخرى. فقد لوحظ أن أغلفة بذور التفاح لم تسمح بنفاذ الأكسجين في حين حدث امتصاص البذرة للماء وانتفاخها على درجة حرارة 20 درجة مئوية، بينما يزداد معدل نفاذية الأغلفة للأكسجين عندما تكون درجة حرارة الوسط الذي تم فيه امتصاص البذرة للماء 4 درجة مئوية.

كما أن هناك بعض البذور تختلف درجة نفاذيتها لغاز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. فقد وجد Brown 1940 أن الغلاف النيوسيلى الداخلى لبذرة الخيار يسمح بنفاذية أكبر لغاز ثانى أكسيد الكربون (15.5 مل/سم²/ساعة) عن غاز الأكسجين (4.3 مل/سم²/ساعة).

2- السكون المورفولوجي Morphological dormancy

ويوجد هذا النوع من السكون في بعض العائلات النباتية التي تتصف بذورها بعدم اكتمال نمو الأجنة وقت جمع البذور، ومن ثم يلزم استكمال نمو هذه الأجنة عقب فصل البذور وجمعها وقبل الإنبات. وقد يرجع السكون في هذه الحالة إلى وجود الحالات التالية :

أ- الأجنة الأثرية

الأجنة الأثرية عبارة عن أجنة غير مكتشفة وقت نضج الثمار. فهناك بعض البذور تحتوى على أجنة غير مكتشفة وعادة ما تكون هذه الأجنة صغيرة جداً ومحمورة بين الأنسجة المغذية كالأندوسبيرم كما هو الحال في بذور المانوليا magnolia وبذور كثير من الزهور وأبصال الزينة مثل الأنيمون وشقائق النعمان والأوركيد. وبالإضافة لوجود الأجنة الأثرية فقد توجد أيضاً مواد مانعة للإنبات في الأندوسيبريم المحيط بهذه الأجنة. ويمكن إجراء بعض المعاملات التي من شأنها أن تدفع الجنين على النمو مثل تعرية البذور لدرجة حرارة 15 درجة مئوية أو أقل، وتعرية البذور لدرجات حرارة مختلفة (مرتفعة أو منخفضة) في تتابع، أو معاملة البذور ببعض المواد الكيماوية مثل نترات البوتاسيوم أو حمض الجبريليك.

ب- الأجنة غير مكتملة النمو

في بعض الحالات تحتوى البذور على أجنة غير مكتملة النمو بحيث نجد أن الجنين لا يشغل سوى نصف فراغ البذرة وذلك عند نضج الثمار ومن ثم لابد أن ينمو الجنين ليشغل هذا الفراغ قبل الإنبات. وتوجد هذه الحالة في بعض نباتات العائلة الخيمية Umbelliferae مثل الجزر وبعض نباتات العائلة Ericaceae مثل الأزalia Rhododendron وهناك عدد من الأنواع النباتية وخاصة وحيدة الفلقة منها والتي تنمو في المناطق الاستوائية توجد بذورها مثل هذه الظاهرة. أي تحتوى بذورها على أجنة غير مكتملة النمو، ويمكن المساعدة في اكتمال نمو الجنين وتمده وذلك بتعرية البذور لدرجات حرارة مرتفعة حتى يحدث الإنبات. فعلى سبيل المثال نجد أن بذور بعض الأنواع المختلفة من النخيل تحتاج إلى فترة طويلة قد تصل إلى عدة سنوات حتى يحدث بها الإنبات، ولكن يمكن اختصار هذه المدة إلى ثلاثة أشهر فقط وذلك بتعرية البذور لدرجة حرارة تتراوح مابين 38-40°C، أو يمكن أن يحدث الإنبات خلال 24 ساعة وذلك بفصل الأجنة وزراعتها على بيئات ملائمة. ويمكن معاملة البذور

بحمض الجبريليك بتركيز 1000 جزء في المليون وهذه المعاملة تسرع من إنبات بذور النخيل، غير أن أغلفة البذرة تحتاج إلى معاملات خاصة لضمان دخول وتغلغل حمض الجبريليك.

3- السكون الفسيولوجي Physiological dormancy

وهذا النوع من السكون يتحكم فيه عدة عوامل داخلية خاصة بأنسجة البذرة نفسها. فكثير من بذور النباتات العشبية التي تنمو بالمناطق المعتدلة تتميز بذورها بالسكون الفسيولوجي الذي يكون أياً عقب جمع البذور والذي يخفى تدريجياً خلال نقل وتداول البذور وتخزينها تدريجياً جافاً. وقد تمتد فترة السكون في مثل هذه البذور من 1-6 أشهر.

وعندما تكون البذور ساكنة فسيولوجياً فإنها تحتاج لكتير من العوامل التي تختلف عن تلك العوامل المطلوبة للإنباتات في حالة عدم سكون البذرة. في بذور الأمورنس الطازجة يمكنها أن تنبت فقط على درجات الحرارة المرتفعة (30°C) في حين أن بذور الخس يثبط إنباتها عند درجات حرارة أعلى من 25°C. كما أن بذور بعض الأنواع النباتية تحتاج إلى الضوء حتى تستطيع الإنبات مثل الخس، بينما بذور بعض الأنواع الأخرى تحتاج إلى فترات إظلام حتى يحدث الإنبات.

ويعتقد بأن السكون الفسيولوجي للبذرة وعلى وجه العموم ينظم بمدى التوازن بين كل من مثبتات ومنشطات النمو الداخلية. ويعزى السكون إلى وجود المواد المثبتة أو غياب المواد المنشطة للنمو، أو لمدى العلاقة بين الاثنين. ويتأثر مستوى هذه المواد سواء أكانت مثبتات أو منشطات بعده من العوامل البيئية الخارجية مثل الضوء والحرارة. ولتوسيع العلاقة بين هذه المواد وكيفية تنظيمها لحدوث السكون من عدمه فقد أقترح Khan 1971 أن هناك ثلاثة أنواع من الهرمونات النباتية تتحكم في هذه الميكانيكية. النوع الأول وهو الجبريلين وله تأثير تنشيطي على الإنبات. ولكي يحدث الإنبات لابد من وجود الجبريلين، غير أنه في وجود المواد المثبتة (النوع الثاني) يخفى التأثير التنشيطي للجبريلين أما النوع الثالث من الهرمونات فهو السيتوكينين ويعمل على كسر السكون عن طريق منع المواد المثبتة من إظهار تأثيراتها، ومن ثم فإنه إذا وجدت المواد المثبتة في حالة غير منشطة فإن السيتوكينين لا يصبح له أي دور في كسر سكون البذرة حيث أن هذه هي وظيفة الجبريلين.

4- سكون الجنين Embryo dormancy

ويرجع سكون البذرة في هذه الحالة إلى أن الجنين نفسه في مرحلة سكون، والدليل على ذلك أنه إذا ما فصلت مثل هذه الأجنة لتنميتها على بيئات معقمة لا يمكن أن تنبت بحالة طبيعية. وهذه الظاهرة توجد في بذور العديد من أنواع نباتات المناطق المعتدلة. ويلزم لكسر هذا النوع من السكون وتحرير الأجنة منه، أن تعرض البذور لدرجة حرارة منخفضة ورطوبة لفترة معينة من الزمن تحدث خلالها عدة تغيرات تؤدي إلى الإنبات وهذه التغيرات يطلق عليها تغيرات بعد النضج.

وتعرض البذور لدرجات حرارة منخفضة ورطوبة مناسبة مع وجود التهوية الجيدة لفترة زمنية تطول أو تقصير حسب الأنواع. كل هذه الاحتياجات يمكن الإبقاء بها عن طريق ما يطلق عليه الـ *Cold stratification* أو *stratification* وفيه توضع البذور في طبقات متبادلة مع طبقات من الرمل أو نشاره الخشب المنداه في صوان أو صناديق، ثم تخزن في الثلاجة على درجة حرارة منخفضة (7-2°C) لفترة زمنية تختلف باختلاف الأنواع النباتية، ويحدث خلالها تغيرات ما بعد النضج.

وبذور الأنواع النباتية التي بها هذا النوع من السكون، تحتاج إلى بروادة عالية لمدة تتراوح من 1-4 أشهر لكي يحدث الإنبات. علاوة على ذلك فإنه عند فصل أجنة هذه البذور وتنميتها على بيئة مغذية، فهي عادة لا تنبت بحالة طبيعية بل تظهر درجات مختلفة من أعراض السكون. فقد تتمدد الفلقات ويحضر لونها مع خروج جذير قصير وسميك، كما لا يحدث نمو أو استطالة للسويةة الجنينية العليا. ويمكن استخدام هذه المظاهر البسيطة للحكم إلى حد ما على مدى حيوية هذه البذور الساكنة.

ولكسر هذا النوع من السكون يجب توافر الظروف التالية:

1- امتصاص البذرة للماء وانتفاخها.

2- تعريض البذور للبرودة (ليس من الضروري أن تكون على درجة التجمد).

3- التهوية الجيدة.

4- الوقت الكافي.

ولحدوث تغيرات ما بعد النضج، لابد للبذور من امتصاص الماء حيث لوحظ أن البذور ذات الأغلفة الصلبة (مثل الخوخ والممشمش... الخ) تمتض الماء ببطء شديد مما يؤدى إلى زيادة الفترة الازمة لحدوث التغيرات المطلوبة. وخلال تعرض البذرة لدرجة الحرارة المنخفضة، نجد أن المحتوى الرطوبى الداخلى بالبذرة يظل ثابتاً تقريباً أو ربما يرتفع هذا المحتوى تدريجياً، ولكن بنهاية السكون ومع بداية الإنبات يبدأ الجنين في امتصاص الماء بسرعة. ويجب ملاحظة أن نقص المحتوى الرطوبى للبذور خلال عملية الكمر البارد يؤدى إلى حدوث آثار سيئة. فالجفاف قرب نهاية الكمر البارد يمكن أن يؤدى إلى الأضرار بالجنين.

كذلك فإن جفاف البذور خلال عملية الكمر البارد يؤدى إلى إيقاف تغيرات ما بعد النضج، علاوة على أنه يؤدى إلى ما يسمى بالسكون الثانوى .

تعتبر الحرارة من أهم العوامل التي تؤثر على معدل حدوث تغيرات ما بعد النضج خلال فترة كمر البذور. وقد وجد أن أنساب درجات حرارة والتى يمكن عندها كسر السكون وحدوث التغيرات المختلفة تتراوح بين 2-7°C. وقد تحدث درجات الحرارة الأقل أو الأعلى من هذا المدى نقصاً في معدل تغيرات ما بعد النضج. وقد تؤدى درجات الحرارة المرتفعة إلى فشل الإنبات وحدوث السكون الثانوى. وقد وجد أن تعريض بذور التفاح لدرجة حرارة 17°C يحدث عندها توازن بين العمليات المؤدية إلى تغيرات بعد النضج وتلك المسئولة عن السكون الثانوى. وتسمى هذه الدرجة من الحرارة بحرارة التعويض Compensation temperature واستجابة بذور الإنبات تختلف باختلاف درجات الحرارة التي عرضت لها البذور، فعند درجات الحرارة المنخفضة كان الإنبات البذور بطيئاً، ولكن نسبة الإنبات كانت مرتفعة، بينما عند درجات الحرارة المرتفعة زاد معدل الإنبات غير أن نسبة الإنبات انخفضت، وهذا الانخفاض في نسبة الإنبات يزداد كلما ارتفعت درجة الحرارة.

ولابد من توافر التهوية الجيدة حول البذور أثناء عملية الكمر البارد إذ أن ذلك يؤدى إلى حدوث تغيرات ما بعد النضج بحالة طبيعية. ويختلف طول فترة بعد النضج باختلاف الأنواع أو الأصناف التابعة لنفس النوع. وقد تتم هذه الفترة من 1-3 أشهر، إلا أنها قد تزداد إلى 5 أو 6 أشهر في بعض الأنواع النباتية الأخرى .

5- سكون السويةة الجنينية العليا Epicotyl dormancy

في بعض الحالات نجد أن البذور تحتاج إلى عمليات كمر بارد منفصلة لكل من الجذير والسويةة الجنينية السفلية والسويةة الجنينية العليا. ويمكن تقسيم الأنواع التي تقع تحت هذا القسم إلى مجموعتين هما :

أ- بذور يمكن تنشيط إنباتها وذلك بتعرضها لوسط دافئ لفترة تختلف من 1-3 أشهر، وهذه المعاملة تنشط نمو الجذير والسويةة الجنينية السفلية، وبعد ذلك تحتاج البذور للتعرض للبرودة لمدة تتراوح بين 1-3 أشهر أيضاً حتى يمكن للسويةة الجنينية العليا أن تنمو بحالة طبيعية.

ب- وفي هذه المجموعة تحتاج البذور للكمر البارد لأحداث تغيرات بعد النضج في الجنين، ثم يعقب ذلك تعریض البذور لفترة دافئ للسماح للجذير بالنمو ثم تعرض مرة ثانية لفترة برودة حتى ينشط النمو الخضري. وفي الطبيعة نجد أن بذور مثل هذه الأنواع تحتاج إلى موسمى نمو كاملين حتى يكتمل إنباتها.

6- وجود نوعين من السكون Double dormancy

في بعض الحالات يوجد بالبذرة أكثر من نوع واحد من السكون، فمثلاً في بعض الحالات تميز البذرة بالأغلفة الصلبة الغير منفذة للماء، هذا بالإضافة إلى سكون الجنين نفسه، ولتشجيع البذور على الإنبات لابد من كسر كل نوع من السكون. فيمكن معاملة أغلفة البذرة ببعض المعاملات التي تسمح للماء بالمرور من خلاله إلى الجنين، ثم تحدث تغيرات بعد النضج التي من شأنها كسر سكون الجنين. وأفضل طريقة للتخلص من سكون هذه البذور هو إجراء كمر بارد لبضعة أشهر تنشط خلاله الأحياء الدقيقة لتحل غلاف البذرة ثم يعقب ذلك كمر بارد.

هذا النوع من السكون يوجد في بذور الأنواع الشجرية والشجيرية والتي تنمو في المناطق الباردة حيث تميز بذورها بوجود الأغطية الصلبة. وفي الطبيعة تلعب العوامل البيئية دوراً هاماً في كسر هذا السكون حيث أنه عند سقوط البذور على سطح الأرض يحدث كسر للسكون الطبيعي (الناشئ عن أغلفة البذرة) حيث تحدث لبونة أو تطريدة في هذه الأغطية، ثم بتعرض البذور لبرد الشتاء تحدث تغيرات بعد النضج.

ثانياً: السكون الثانوي Secondary dormancy

هذا النوع من السكون يحدث للبذور عقب فصلها وجمعها من النبات الأم. وهنا يجب ملاحظة أن البذور في هذه الحالة عقب جمعها لا تكون ساكنة ولكن نتيجة لعرضها لبعض الظروف يمكن دفعها إلى دخول السكون. ويمكن تحرير البذور من السكون الثانوي وذلك بتعرضها للبرودة وأحياناً للضوء وفي كثير من الحالات بمعاملة البذور بالهرمونات المنشطة للإنبات خاصة حمض الجبريليك Gibberellic acid. كذلك يمكن منع حدوث السكون الثانوي بتجفيف البذور وتخزينها تخزيناً جافاً.

ويلعب السكون الثانوي دوراً هاماً للمحافظة على الأنواع النباتية في الطبيعة. فكما هو ملاحظ أن بذور نباتات الأنواع المنزرعة تحافظ بحيويتها لمدة طويلة إذا كانت هذه البذور جافة، كما أنها تفقد سكونها الأولى خلال فترات التخزين، ويمكن لمثل هذه البذور أن تنبت مباشرة عند غمرها بالماء.

المعاملات التي تؤدي إلى كسر سكون البذرة

هناك عدة معاملات تجرى على البذور قبل زراعتها وذلك لإخراجها من السكون وحتى تنبت بصورة طبيعية، وتعطى بادرات قوية النمو. بعض هذه المعاملات تجرى بعرض تطريدة أو تلixin غطاء البذرة حتى يسهل دخول الماء والغازات من خلاله، والبعض الآخر يجرى لكسر سكون الجنين نفسه أو لإزالة المواد المثبطة للنمو والتي تمنع إنبات البذور. وفيما يلى وصفاً موجزاً لهذه المعاملات :

A- الخدش الميكانيكي Mechanical searification

ويجرى على البذور ذات الأغطية الصلبة وذلك بعرض تطيرية وتليين القصرة، وزيادة نفاذيتها للماء والغازات وفي هذه الحالة تخدش القصرة أو تكسر أو قد تتشقق بإحدى الطرق الميكانيكية كاستخدام الآلات الحادة أو المطارق أو استخدام أوراق السنفرة، أو يمكن كسر قمة البذرة باستخدام الكماشة كما هو الحال في بذور الزيتون. ويجب الحذر التام عند إجراء عمليات بالخدش حتى لا تحدث أية أضرار بالأجزاء الداخلية بالبذرة.

B- الغمر في الماء الساخن Hot water scarification

يمكن غمر البذور في ماء ساخن درجة حرارته من 77-100°C، مع ملاحظة وضع جزء واحد من البذور في أربعة أو خمسة أجزاء من الماء الساخن. ويجب استبعاد مصدر الحرارة مباشرة عقب غمر البذور. تتنقل البذور بعد ذلك تدريجياً إلى ماء بارد لمدة 12-24 ساعة.

C- المعاملة بالأحماض Acids scarification

وفيه تعامل البذور بالأحماض حيث توضع البذور في إناء زجاجي ثم تغطى بحمض الكبريتيك المركز بحيث تكون النسبة بين البذور إلى الحامض 1:4 وعند الانتهاء من المعاملة يصب الحامض من الإناء حيث تبقى البذور بالقاع وعندئذ يجب غسل البذور جيداً بالماء وذلك للتخلص من آثار الحامض.

ولمعادلة تأثير بقايا الحامض العالق بالبذور، توضع البذور في إناء يحتوى على كمية كبيرة من الماء ويضاف إليها قليل من بيكربونات الصوديوم، أو يمكن غسل البذور المعاملة بالماء الجارى لمدة عشر دقائق. وبعد الغسيل والتخلص من الحامض يمكن زراعة البذور مباشرة وهى رطبة أو قد تجف ثم تخزن لحين زراعتها.

D- الکمر الدافى Warm moist scarification

يمكن حفظ البذور في بيئة رطبة دافئة وغير معقمة (مثل التربة الرملية الغير معقمة) لعدة أشهر. هذه المعاملة تؤدى إلى مرونة أو تليين أغطية البذرة بفعل الكائنات الأرضية الدقيقة. وفي الطبيعة يمكن تحقيق هذا الغرض عن طريق زراعة البذور ذات الأغلفة الصلبة في أواخر الصيف أو أوائل الخريف عندما تكون التربة دافئة.

E- المعاملة بالحرارة المرتفعة High temperature scarification

للحظ أن البذور ذات الأغلفة الصلبة لبعض النباتات النامية طبيعياً في مناطق تجميع الأشجار أو الغابات، تنتاب بسهولة عقب اندلاع الحرائق في هذه المناطق. ونتيجة لعرض البذور لدرجات الحرارة المرتفعة فإنه يحدث تغيير في أغلفة البذور.

F- جمع الثمار غير مكتملة النمو Harvesting immature fruits

وجد أن في بعض الأنواع الشجرية أن استخراج البذور من الثمار غير مكتملة النمو يزيد من قدرة هذه البذور على الإنبات، وذلك قبل تصلب أغلفة البذرة. ومثل هذه البذور يجب زراعتها بسرعة وبدون تجفيفها.

G- الکمر البارد Cold stratification

وفي هذه المعاملة توضع البذور في بيئة مناسبة رطبة (مندah) مع توافر الأكسجين حول البذور ثم تخزن على درجة حرارة منخفضة لفترة معينة. والغرض من هذه المعاملة هو إحداث تغيرات بعد النضج في الأجنة. ويمكن

إجراء عملية الكمر البارد معملياً أو يمكن إجراؤها بزراعة البذور مباشرة بأرض المشتل. وعند إجراء الكمر البارد بالمعمل يفضل أن تكون البذور متشربة بالماء ومنتفخة وذلك بعمر البذور في الماء لفترة تتراوح بين 12-24 ساعة على درجة حرارة دافئة، وهذه الفترة كافية في حالة البذور ذات الأغلفة الصلبة أو غير الصلبة. وقد تزداد فترة الغمر في الماء عند معاملة البذور ذات الأغطية الصلبة مثل بذور الخوخ والمشمش والكريز، حيث تمتد فترة الغمر في الماء من 3-7 أيام. كما يمكن تعريض البذور لماء جار. وبعد غمر البذور في الماء لمدة المطلوبة، يصفى الماء وتخلط البذور ببيئة ذات قدرة على الاحتفاظ بالرطوبة. والبيئة المثالية التي تفي بها الغرض يجب أن يكون لها القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة المعقولة وتسمح بالتهوية الجيدة، وخلالية من المواد السامة. وهناك العديد من المواد التي يمكن أن تستخدم كبيئة عند إجراء الكمر البارد للبذور مثل، الرمل المغسول جيداً، البيت موس، السفاجن موس، الفيرميكيليت ونشرة الخشب. ويجب ملاحظة أن نشرة الخشب الحديثة ربما تحتوى على مواد سامة. وقد دلت التجارب بأن البيئة المثالية هي ما تكونت من رمل وبيت موس بنسبة 1:1 بالحجم، ويجب ترطيب البيئة وتركها لمدة 24 ساعة قبل الاستعمال، مع ملاحظة ألا تبلل البيئة أكثر من اللازم. يخلط جزء من البذور مع ثلاثة أمثل حجمه من البيئة. ويمكن أن ترخص البذور في طبقات متبادلة مع البيئة المستخدمة وعادة توضع في إناء من الخشب أو المعدن ذي غطاء مثقب، أو أواني أخرى بشرط أن توفر التهوية الجيدة ولا تسمح بجفاف البيئة. كما يمكن استخدام أكياس البولي إيثيلين، ويجب إضافة بعض المبيدات الفطرية للبيئة كحماية للبذور من الأمراض.

توضع الأواني أو أكياس البلاستيك في ثلاجات على درجة حرارة من صفر-10°C وتختلف الفترة الازمة لعملية الكمر البارد باختلاف أنواع البذور. فعادة ما تتراوح هذه الفترة من 1-4 أشهر لبذور معظم الأنواع النباتية. وخلال عملية الكمر لابد من الكشف عن البذور على فترات دورية.

أما في الطبيعة فيمكن عمل خنادق عميقه بالأرض وتوضع بها البذور في طبقات متبادلة مع البيئة أو تخلط معها وهذه الطريقة تصلح في المناطق ذات الشتاء البارد. وخلال الشتاء تتوافر درجات الحرارة المنخفضة والرطوبة الازمة لكسر سكون البذور.

ح- غسل البذور Leaching

والغرض من غسل البذور هو التخلص من المواد المثبتة الموجودة على سطح البذور. وفي هذه الحالة تغمر البذور في ماء جارى أو تنقل البذور إلى ماء متعدد عدة مرات من إناء لآخر، وهكذا. وتختلف الفترة الازمة لإجراء هذه العملية من 12-24 ساعة. وإذا طالت مدة المعاملة يلزم تغيير الماء كل 12 ساعة حتى يسمح بتوافر الأكسجين للبذور المغمورة.

ط- استخدام أكثر من معاملة Combination of treatments

حيث أن كثير من الأنواع الشجرية تحتوى بذورها على أكثر من نوع من السكون مثل الأغلفة الصلبة بالإضافة إلى سكون الجنين. لذلك تحتاج مثل هذه البذور لأكثر من معاملة واحدة لتحريرها من السكون، فالمعاملة الأولى تلزم لتطيرية أغطية البذرة وزيادة نفاذيتها للماء، أما المعاملة الثانية (الكمر البارد) فهى ضرورية لكسر سكون الجنين وإحداث تغيرات بعد النضج.

ى- تعريض البذور لدرجات حرارة متبادلة :Daily alternation of temperature

يمكن تشجيع إنبات البذور وذلك بتعرضها لدرجات حرارة متبادلة، تتراوح من 15- 20° م أو 30° م وفيها تُعرض البذور لدرجات الحرارة المنخفضة لمدة 16 ساعة، ثم تُعرض لدرجات الحرارة المرتفعة لمدة 8 ساعات. هذا التذبذب في درجات الحرارة التي تُعرض لها البذور يشجع إلى حد كبير على إنباتها.

ك- تعریض البذور للضوء Light exposure

يمكن للضوء أن يشجع إنبات بذور كثيرة من الأنواع النباتية مثل بذور الخس وبذور كثيرة من الخضروات ونباتات الزيينة. ويمكن استخدام مصايد النيون كمصدر للإضاءة. ويجب غمر البذور بالماء حتى تتنفس ثم تُعرض لكتافة ضوئية مقدارها من 75- 125 قدم/شمعة لمدة ثمان ساعات يومياً.

ل- الغمر في محلول نترات البوتاسيوم Soaking in potassium nitrate solution

يمكن الحصول على نسبة إنبات أعلى عند غمر البذور الساكنة والحديثة الجمع في محلول نترات البوتاسيوم. توضع البذور في صوانى الإنبات أو أطباق بترى ثم تشرب بمحلول نترات البوتاسيوم 2% .

م- استخدام الهرمونات والكيماويات المنشطة :Hormones and chemical stimulants

توجد بعض الهرمونات والمركبات الكيماوية التي يمكن باستخدامها كسر سكون البذرة وتشجيع إنباتها . ويعتبر حمض الجبريليك أكثر استخداماً في هذا المجال. وحمض الجبريليك يؤدي إلى كسر السكون الفسيولوجي بالبذرة وينشط إنباتها بشرط عدم سكون الجنين نفسه. وعادة ما تبلي بيئة إنبات البذور بتركيزات معينة من حمض الجبريليك تتراوح بين 500- 1000 جزء في المليون. كما يستخدم السيتوكينين وهو أحد منظمات النمو بالطبيعة في تنشيط إنبات البذور وذلك عن طريق إيقافه لنشاط مثبطات الإنبات التي تؤدي إلى سكون البذرة. ويعتبر الكينيتين من أكثر المركبات المستخدمة في تنشيط إنبات البذور وكسر السكون الراجع إلى درجات الحرارة المرتفعة كما هو الحال في بذور بعض الأنواع النباتية مثل بذور الخس. ولتحضير محلول من الكينيتين تذاب أولاً كمية صغيرة منه في قليل من حمض الهيدوكلوريك ثم تخفف بالماء، وعادة ما تغمر البذور في محلول تركيزه 100 جزء في المليون لمدة ثلاثة دقائق.

وفي بعض الأحيان يمكن استخدام محلول ثيوبيوريا بتركيز 0.5- 3% لكسر سكون البذور خاصة تلك التي لا تنبت جيداً في الظلام التام أو على درجات الحرارة المرتفعة أو تلك البذور التي تحتاج إلى معاملات الکمر البارد. وحيث أن الثيوبيوريا تعتبر من مثبطات النمو، لذلك من المفضل غمر البذور في محلولها لمدة لا تزيد عن 24 ساعة ثم ترفع البذور وتغسل جيداً بالماء.

العوامل البيئية التي تؤثر على إنبات البذرة Environmental factors affecting seed germination

سبق أن ذكرنا أن إنبات البذرة يتطلب توافر عدة عوامل منها وجود الظروف البيئية الازمة لذلك مثل الماء والحرارة والهواء والضوء وغيرها. وفيما يلى موجزاً لدور كل عامل من العوامل البيئية على حدة:

أولاً: الماء Water

يعتبر الماء من العوامل البيئية الأساسية الازمة لحدوث الإنبات. حيث أن النشاط الأنزيمى وعمليات هدم وبناء المواد الغذائية المختلفة تتطلب لإتمامها وسطاً مائياً. وكما هو معروف فإن إنبات البذرة يتحكم فيه بصفة أساسية محتواها المائي، فالبذرة عادة لا تنبت إذا كان محتواها الرطوبى أقل من 40- 60% (على أساس الوزن الطازج) . وعند زراعة البذور الجافة تقوم بامتصاص الماء بسرعة في بادئ الأمر حتى يحدث التتشبع والانتفاخ، ثم يعقب

ذلك انخفاض في معدل امتصاص الماء والذى لا يلبي أن يزداد بظهور الجذير وتمزق الغلاف. وقدرة البذرة على امتصاص الماء تتوقف على عدة عوامل هامة منها نفاذية أغلفة البذرة للماء والماء المتاح بالوسط المحيط بالبذرة وأيضاً درجة حرارة الوسط أو البيئة ، فنجد أن ارتفاع درجة حرارة البيئة يزيد من معدل امتصاص البذرة للماء . وبإثبات البذرة وتكوين الجذير تبدأ البادرات الصغيرة في الاعتماد على مجموعها الجذري ومقدرتها على تكوين شعيرات جذرية صغيرة أخرى تساهم في امتصاص الماء من الوسط المحيط وكمية الماء التي تمتصها البذرة خلال فترة الانتفاخ وحتى ظهور الجذير تعتبر من الأهمية بما كان حيث أنها يمكن أن تؤثر على كل من نسبة ومعدل إنبات البذور.

وتحتاج بذور كثيرة من الأنواع النباتية أن تنبت في مدى من الرطوبة الأرضية يقع بين السعة الحقلية Field capacity (FC) ونقطة الذبول المستديمة (Permanent wilting point (PWP)) ومع ذلك فإن إنبات بذور بعض الأنواع النباتية الأخرى مثل الخس والبنجر يتوقف عند مستويات الرطوبة المنخفضة بالترية. ومثل هذه البذور تحتوى على مواد مثبتة للإنبات يلزم للتخلص منها توافر رطوبة أرضية عالية.

وتتجدر ملاحظة أن معدل ظهور البادرات الصغيرة يتتأثر كثيراً بمحنوى الرطوبة الأرضية، حيث يقل إلى حد كبير مع انخفاض الرطوبة في الوسط المحيط بالبذور. ويمكن تسهيل إنبات البذور وذلك بغمراها في الماء لعدة ساعات قبل الزراعة.

ثانياً: الحرارة Temperature

ربما تعتبر الحرارة من أهم العوامل البيئية التي تتنظم عملية الإنبات وتحكم بدرجة كبيرة في نمو الشتلات أو البادرات. وعموماً فإن للحرارة تأثير على نسبة ومعدل إنبات البذور. حيث أنه عند درجات الحرارة المنخفضة يقل معدل الإنبات وبارتفاع درجة الحرارة يزيد هذا المعدل حتى يصل إلى المستوى الأمثل، ولكن بزيادة درجة الحرارة عن هذا الحد يقل معدل الإنبات نتيجة للضرر الذي يحدث للبذرة. وعلى العكس من ذلك فإن نسبة الإنبات ربما تظل ثابتة إلى فترة محددة بارتفاع درجة الحرارة وحتى تصل هذه الدرجة إلى المستوى الأمثل وحتى يتتوفر الوقت الذي يسمح بحدوث الإنبات. وتقسم درجة الحرارة التي يحدث عنها الإنبات إلى ثلاثة درجات هي:

أ- درجة الحرارة الصغرى : وهي أقل درجة حرارة يحدث عنها الإنبات .

ب- درجة الحرارة المثلثى: وهي درجة الحرارة التي يحدث عنها أكبر نسبة إنبات وأعلى معدل إنبات. وتتراوح درجة الحرارة المثلثى للبذور الغير ساقنة لمعظم الأنواع النباتية بين 25- 30°.

ج- درجة الحرارة القصوى: وهي أعلى درجة حرارة يحدث عنها الإنبات. وأى ارتفاع في درجة الحرارة عن الدرجة القصوى ربما تضر البذور أو تدفعها إلى دخول السكون الثانوى.

و عموماً تختلف احتياجات بذور الأنواع المختلفة لدرجات الحرارة التي تشجع إنباتها ، ومن ثم يمكن تقسيم النباتات تبعاً لدرجة الحرارة اللازمة لإنبات بذورها إلى :

أ- بذور تحمل درجات الحرارة المنخفضة: يمكن لبذور كثيرة من الأنواع النباتية - وخاصة البرية منها - النامية في المناطق المعتدلة من الإنبات خلال نطاق حراري واسع يتراوح ما بين 4-5°م (وفي بعض الأحيان قرب درجة التجمد) حتى حدود درجات الحرارة المميتة (30-40°م) . وتشمل هذه المجموعة بذور كثيرة من النباتات منها على سبيل المثال بذور الخس والكرنب.

ب- بذور تحتاج إلى درجات حرارة منخفضة: وتحتاج بذور نباتات هذا القسم إلى درجة حرارة منخفضة حتى تنبت. وغالباً ما يفشل الإنبات إذا تعرضت البذور لدرجة حرارة أعلى من 25°C. وعدم قدرة البذور على الإنبات في ظروف درجات الحرارة المرتفعة ظاهرة شائعة الوجود في البذور حديثة الحصاد لكثير من الأنواع النباتية. وتشمل هذه المجموعة بذور كثيرة من الأنواع النباتية مثل البصل والبرمبرولا والدلفينيوم.

ج- بذور تحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة: تحتاج بذور عديدة من الأنواع النباتية خاصة تلك التي تنمو في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية إلى درجة حرارة مرتفعة نسبياً حتى تستطيع الإنبات، فائق درجة حرارة يمكن أن يحدث عنها إنبات بذور الاسبرسوس والطماطم 1°C، في حين أن درجة 15°C تعتبر أقل درجة تلزم لإنبات بذور بعض المحاصيل الأخرى مثل البازنجان والفلفل والفول... الخ.

د- بذور تحتاج إلى درجات حرارة متباعدة: تذبذب درجات الحرارة خلال الليل والنهار تعطى نتائج أفضل إذا ما قورنت بدرجات الحرارة الثابتة بالنسبة لإنبات البذور ونمو البادرات. وبذور قليل من الأنواع النباتية لا يمكن أن تنبت على درجات الحرارة الثابتة، بل يلزم تعريض البذور لدرجات حرارة متباعدة بحيث يكون الفرق بين درجات الحرارة التي تعرّض لها البذور لا يقل عن 10°C.

ثالثاً: التهوية Aeration

كما هو معروف فإن الهواء الجوي يحتوى على ثلث غازات أساسية ضمن مكوناته وهي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والنيدروجين. ويمثل الأكسجين 20% بينما يشكل ثاني أكسيد الكربون 0.03% أما غاز النيدروجين فيمثل ما يقرب من 80% من مكونات الهواء الجوى. ويعتبر الأكسجين ضروري جداً لإنبات بذور كثيرة من الأنواع النباتية. أما إذا ارتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون عن 0.03% في البيئة، فغالباً ما يثبط إنبات البذور. ومن ناحية أخرى فإن غاز النيدروجين ليس له تأثير على إنبات البذور بصفة عامة.

ويزداد معدل تنفس البذور زيادة كبيرة خلال الإنبات، والتنفس عملية أساسية لإتمام عمليات الأكسدة اللازمة لنمو وتمدد الجنين ومن ثم فإن توافر الأكسجين بالبيئة يعد ضرورياً لحدوث الإنبات الجيد. لذلك فإن أي نقص في تركيز الأكسجين الموجود بالبيئة عن تركيزه في الهواء الجوى يؤدى إلى إعاقة أو تثبيط إنبات بذور كثيرة من النبات.

ونقص الأكسجين اللازم للجنين خلال الإنبات ينتج أساساً من ظروف بيئية الإنبات خاصة إذا كانت تلك البيئة مغمورة بالماء. أو قد يرجع نقص الأكسجين إلى عدم نفاذية أغلفة البذرة له، حيث أنه في كثير من الحالات فإن أغلفة البذور لا تسمح بتبادل الغازات بين الجنين والهواء الخارجي. ويتأثر مستوى الأكسجين في بيئه النمو بمقادير ذاتيتها القليلة في الماء وعمق الزراعة، حيث يقل تركيز الأكسجين بشدة كلما زاد عمق زراعة البذور.

أما بالنسبة لغاز ثاني أكسيد الكربون (أك 2) وهو يمثل ناتج عملية التنفس فيتجمع ويزداد تركيزه خاصة في البيئات سيئة التهوية، كما يزداد تركيزه بازدياد عمق الزراعة ومن ثم فإنه يعمل على تثبيط إنبات البذور.

رابعاً: الضوء Light

يمكن للضوء أن يؤثر على إنبات البذور وتحتاج احتياجات بذور الأنواع النباتية المختلفة للضوء فهناك بعض النباتات مثل نوع التين (Ficus aurea) تحتاج بذورها إلى ضوء كامل ومستمر حتى تنبت، وتفقد هذه البذور حيويتها خلال بضعة أسابيع إذا لم تعرّض للضوء. كما يشجع الضوء إنبات بذور مجموعة أخرى من الأنواع النباتية تشمل كثيرة من أنواع الحشائش والخضر والزهور. وقد يثبط بالضوء من إنبات بذور

بعض الأنواع النباتية الأخرى مثل البصل. و تستجيب بعض النباتات لطول النهار (الفترة الضوئية) فهناك بذور تحتاج إلى نهار طويل لكي تنبت مثل بذور البتولا ولكن يلزم أيضاً تعريض هذه البذور لفترة برودة معينة حتى تساعد على إنباتها، بينما يثبط النهار الطويل إنبات بذور بعض الأنواع الأخرى.