

## Horticulture plants propagation

### تكاثر النباتات البستانية

#### التكاثر الجنسي Sexual reproduction

#### التكاثر اللاجنسى أو الخضرى Asexual or Vegetative propagation

#### مقدمة:

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

وهناك طريقتان أساسيتان لإكثار النباتات يمكن إكثار النباتات بواحدة منهما أو بكلاهما وهما:

أ) التكاثر الجنسي أو البذرى Sexual reproduction.

ب) التكاثر اللاجنسى أو الخضرى Asexual or vegetative propagation.

#### التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يتم التكاثر الجنسي عن طريق البذور أو إنبات الجنين الجنسي بالبذور والذي نشأ من اتحاد الجاميطة المذكرة ( حبة اللقاح ) بالجاميطة المؤنثة ( البويضة التي بداخل المبيض ) وحيث أن العوامل الوراثية تختلف في كل من الجامطتين فالأجنة تنتج أفراداً تخالف الأبوين. لذلك تستخدم البذور في إكثار أصول أشجار الفاكهة ونباتات الزينة. ونظراً لأن نجاح وانتشار زراعة الفاكهة يتطلب الاعتماد في إنتاج أصناف وسلالات خاصة معروفة بجودة صفاتها والتي اعتاد المستهلك عليها ولأن النباتات البذرية لأغلب أصناف الفاكهة تنشأ مخالفة للأم نجد أن استعمال التكاثر البذرى لأغلب أصناف الفاكهة لا يتم إلا في إنتاج الأصول فقط نظراً لأن نباتات الفاكهة خليطة في عواملها الوراثية. مع استثناء النباتات التي تنشأ من الأجنة النيوسيلية في البذور العديدة الأجنة. كما يستخدم التكاثر البذرى في تجارب التربية لإنتاج الأصناف الجديدة.

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

#### أنواع البذور:

تقسم البذور عادة إلى قسمين من ناحية التركيب التشريحي:

أ- بذور وحيدة الأجنة: وهي التي عندما تنمو تعطى نبات واحد.

ب- بذور عديدة الأجنة: وهي التي تعطى عند إنباتها عدة بادرات إحداها ناتجة من الجنين الجنسي أما النوات الباقية فنتج خضرياً من نسيج النيوسيلة وتكون متشابهة وراثياً تماماً لأنسجة الأم لذا يمكن اعتبار هذه النباتات خضرية التكاثر ولو أنها ناتجة من البذور وتعتبر المانجو والموالح والكازمارو من أشهر الأمثلة لهذه البذور عديدة الأجنة.

## التكاثر اللاجنسى والخضرى Asexual or Vegetative propagation

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 للأب إلا إذا حدث طفور أو تحورات كيميائية وهي نادرة الحدوث.

### مقارنة بين النباتات البذرية والخضرية

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

(2) تتأخر النباتات البذرية فى 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 يفي 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 فى النباتات الخضرية، ويمكن التغلب على هذه الظاهرة فى النباتات البذرية بالانتخاب وإزالة الشتلات الضعيفة.

(4) يختلف توزيع الجذور بين النباتات البذرية والخضرية وغالباً ما تكون انتشار الجذور فى النباتات البذرية وتدياً اما فى النباتات الخضرية فيكون سطحياً فيما عدا الأصناف التى تطعم على أصول بذرية.

### أولاً: التكاثر بالبذور Propagation by seeds

المقصود بالتكاثر البذرى هو إنتاج فرد أو نبات جديد عن طريق جنين البذرة الجنسى والناجح عن عمليتى التلقيح والإخصاب. وتستخدم البذرة كوسيلة إكثار أساسية فى 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 مايلى:

(1) إنتاج نباتات تختلف وراثياً فيما بينها، حيث أنه عند تكوين حبوب اللقاح والبويضات من خلال الانقسام الاختزالي، فإن هذا يؤدي إلى حدوث الانعزالات الوراثية ومن ثم تختلف الجاميطات الناتجة عن بعضها فى التركيب الوراثى والذى يؤدي إلى إنتاج نسل يختلف كل فرد فيه عن الآخر، أو بمعنى آخر إنتاج نباتات غير ممثلة 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 فى 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 إكثار بعض الأنواع بالطرق الخضرية المعروفة، كما هو الحال في إكثار أشجار البن والكاكاو 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 تلقياً ذاتياً، ومن ثم فإن زراعة مثل هذه البذور تعطى شتلات متشابهة مع بعضها ومشابهة للنبات الأم إلى حد كبير.

### تكوين البذور:

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

وتتكون البذرة من الأجزاء الآتية:

(1) الجنين: يعتبر الجنين منشأ لنبات جديد ويتكون غالباً نتيجة لاتحاد الجاميطة المؤنثة المذكورة وقد تحتوى البذرة على أكثر من جنين واحد ويتركب الجنين من السويقة الجنينية السفلى، الفلقات، السويقة الجنينية العليا والريشة والجذير .

(2) الأنسجة المخترنة: تخزن البذور الغذاء اما فى الفلقات أو فى الاندوسبرم أو البرسبرم وتسمى البذور الاندوسبرمية Albuminous أما الغير اندوسبرمية فتسمى Exalbuminous وفى هذه الحالة يخزن الغذاء اما داخل الفلقات أو أحيانا فى البرسبرم الذى ينشأ من النيوسيلة.

(3) الأغلفة البذرية: تتكون من أغلفة البذرة أو بقايا النيوسيلة والاندوسبرم ويتكون غلاف البذرة ( القصرة Testa ) من أغلفة البويضة وهى تتكون من غلاف أو اثنين عادة وغالبا ما يتصلب الغلاف الخارجى ويصبح ذو لون غامق فى حين يظل الغلاف الداخلى شفاف رقيق وتبقى النيوسيلة والاندوسبرم داخل الغلاف الداخلى مكونة فى بعض الحالات طبقة واضحة حول الجنين.

### إنبات البذرة Seed germination

يتطلب إنبات البذرة توافر ثلاثة عوامل رئيسية هامة وهى:

أ- يجب أن تكون البذور حية بمعنى أن يكون الجنين حى وله القدرة على الإنبات.

ب- عدم وجود البذرة فى 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 وأحيانا الضوء.

### مراحل الإنبات Stages of germination

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

## أ- المرحلة الأولى ( مرحلة امتصاص الماء )

فيها تقوم المواد الغروية في البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبي للبذور، ويعقب ذلك انتفاخ البذور وزيادة أحجامها وقد يصاحب هذا الانتفاخ تمزق أغلفة البذرة. وتجدر الملاحظة هنا أن عملية امتصاص الماء وانتفاخ البذرة يمكن أن تحدث حتى مع البذور الغير حية. وعقب امتصاص الماء وانتفاخ البذور يبدأ نشاط الأنزيمات التي تكونت أثناء تكوين الجنين، وكذلك تخليق بعض الأنزيمات 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 والذي 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 الأنوسبيرم أو الفلقات الى 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 البادرة الصغيرة كنتيجة لاستمرار الانقسام الخلوي الذي يحدث في نقط النمو المختلفة والموجودة على محور الجنين. ويتقدم مراحل النمو تأخذ البادرة الشكل الخاص بها. ويتكون الجنين من المحور الذي يحمل واحدة أو أكثر من الأوراق الفلقية، والجذير الذي يظهر من قاعدة محور الجنين، بينما تظهر الريشة من الناحية العلوية لمحور الجنين فوق الأوراق الفلقية. ويقسم ساق البادرة إلى السويقة الجنينية العليا والتي توجد أعلى الفلقات، والسويقة الجنينية السفلى التي توجد أسفل الفلقات .

## ويأخذ إنبات البذور صورتين مختلفتين هما:

• الإنبات الهوائية: وفيه تنمو السويقة الجنينية السفلى إلى أعلى، حاملة الفلقات لتظهر فوق سطح التربة، كما في حالة إنبات بذور الكريز .

• الإنبات الأرضي: وفي هذه الحالة تنمو السويقة الجنينية السفلى 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 إنبات بذور الخوخ .

## سكون البذرة Seed Dormancy

لقد حبا الله البذرة القدرة على تأخير أو تأجيل إنباتها حتى يتهيأ لها الوقت الملائم والظروف البيئية المثلى وذلك لضمان بقاء الأنواع النباتية جيلاً بعد آخر. هذه الميكانيكية خاصة بالنسبة للأنواع النباتية التي تتواجد 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 المثلى 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 والفسولوجية، وهذه العوامل يمكن إجمالها فيما يلي:

#### 1- السكون الراجع إلى أغلفة البذرة Seed coat dormancy

وفى هذه الحالة يقوم غلاف البذرة بالدور الهام فى عدم إنباتها وقد يرجع ذلك إلى :

#### أ- السكون الطبيعى Physical dormancy

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

#### ب- السكون الميكانيكى Mechanical dormancy

يتمثل فى وجود الأغلفة الصلبة التى تمنع تمدد الجنين خلال عملية الإنبات. ولاشك أن وجود هذا العامل يؤخر من إنبات البذرة. وتوجد هذه الحالة فى 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 المثبطة للإنبات والموجودة فى أنسجة البذرة.

#### ج- السكون الكيمائى (المواد المثبطة للإنبات) Chemical dormancy

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

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

على الرغم من أن الماء والأكسجين تتكون من جزيئات 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 الإنبات. وظاهرة النفاذية الاختيارية توجد في بذور بعض النباتات مثل الشيبط والتفاح والبسلة. وتجدر 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 لغازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون. فقد وجد Brown 1940 أن الغلاف النيوسيلي الداخلي لبذرة الخيار يسمح بنفاذية أكبر لغاز ثاني أكسيد الكربون (15.5 مل/سم<sup>2</sup>/ساعة) عن غاز الأكسجين (4.3 مل/سم<sup>2</sup>/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 متكشفة وقت نضج الثمار. فهناك بعض البذور تحتوي على أجنة غير متكشفة وعادة ما تكون هذه الأجنة صغيرة جداً ومطمورة بين الأنسجة المغذية كالاندوسبيرم 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 الأندوسبيرم المحيط بهذه الأجنة. ويمكن إجراء بعض المعاملات التي من شأنها أن تدفع الجنين على النمو مثل تعريض البذور لدرجة حرارة 15 درجة مئوية أو أقل، وتعريض البذور لدرجات حرارة مختلفة (مرتفعة أو منخفضة) في تتابع، أو معاملة البذور ببعض المواد الكيماوية مثل نترات البوتاسيوم أو حمض الجيريليك.

### ب- الأجنة غير مكتملة النمو

في بعض الحالات تحتوي البذور على أجنة غير مكتملة النمو بحيث نجد أن الجنين لا يشغل سوى نصف فراغ البذرة وذلك عند نضج الثمار ومن ثم لا بد أن ينمو الجنين ليشتغل هذا الفراغ قبل الإنبات. وتوجد هذه الحالة في بعض نباتات العائلة الخيمية *Umbelliferae* مثل الجزر وبعض نباتات العائلة *Ericaceae* مثل الأزاليا *Rhododendron* وهناك عدد من الأنواع النباتية وخاصة وحيدة الفلقة منها والتي تنمو في المناطق الاستوائية توجد ببذورها مثل هذه الظاهرة. أي تحتوي بذورها على أجنة غير مكتملة النمو، ويمكن المساعدة في اكتمال نمو الجنين وتمدده وذلك بتعريض 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 بتعريض البذور لدرجة حرارة تتراوح ما بين 38-40م، 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 واضحاً عقب جمع البذور والذي يخفى تدريجياً خلال نقل وتداول البذور وتخزينها تخزيناً جافاً. وقد تمتد فترة السكون في مثل هذه البذور من 1-6 أشهر .

وعندما تكون البذور ساكنة فسيولوجياً فإنها تحتاج لكي تنبت إلى عدة عوامل بيئية خاصة تختلف عن تلك العوامل المطلوبة للإنبات في حالة عدم سكون البذرة. فبذور الأمرننس الطازجة يمكنها أن تنبت فقط على درجات الحرارة المرتفعة ( 30° م ) في حين أن بذور الخس يثبط إنباتها عند درجات حرارة أعلى من 25°م. 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 مثبطات ومنتشطات النمو الداخلية. ويعزى السكون إلى وجود المواد المثبطة أو غياب المواد المنتشطة للنمو، أو لمدى العلاقة بين الاثنين. ويؤثر مستوى هذه المواد سواء أكانت مثبطات أو منتشطات بعدد من العوامل البيئية الخارجية مثل الضوء والحرارة. ولتوضيح العلاقة بين هذه المواد وكيفية تنظيمها لحدوث السكون من عدمه فقد أقرح 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 المثبطة (النوع الثاني) يخفى التأثير التنشيطي للجبريلين أما النوع الثالث من الهرمونات فهو السيتوكينين ويعمل على كسر السكون عن طريق منع المواد المثبطة من إظهار تأثيراتها، ومن ثم فإنه إذا وجدت المواد المثبطة في حالة غير منتشطة 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 تقصر حسب الأنواع. كل هذه الاحتياجات يمكن الإبقاء بها عن طريق ما يطلق عليه الكمر البارد Cold stratification وفيه توضع البذور في طبقات متبادلة مع طبقات من الرمل أو نشارة الخشب المنداه في صوان أو صناديق، ثم تخزن في الثلاجة على درجة حرارة منخفضة (7°-2م) لفترة زمنية تختلف باختلاف الأنواع النباتية، ويحدث خلالها تغيرات ما بعد النضج.

وبذور الأنواع النباتية التي بها هذا النوع من السكون، تحتاج إلى برودة عالية لمدة تتراوح من 1-4 أشهر لكي يحدث الإنبات. علاوة على ذلك فإنه عند فصل أجنة هذه البذور وتنميتها على بيئات 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 للسويقة 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 والمشمش... الخ ) تمتص الماء ببطء شديد مما يؤدي إلى زيادة الفترة اللازمة لحدوث التغيرات المطلوبة. وخلال تعرض البذرة لدرجة الحرارة المنخفضة، نجد أن المحتوى الرطوبي الداخلى بالبذرة يظل ثابتاً تقريباً أو ربما يرتفع هذا المحتوى تدريجياً، ولكن بنهاية السكون ومع بداية الإنبات يبدأ الجنين فى امتصاص الماء بسرعة. ويجب ملاحظة أن نقص المحتوى الرطوبي للبذور خلال عملية الكمر البارد يؤدي إلى حدوث آثار سيئة. فالجفاف قرب نهاية الكمر البارد يمكن أن يؤدي إلى الأضرار بالجنين.

كذلك فإن جفاف البذور خلال عملية الكمر البارد يؤدي إلى إيقاف تغيرات ما بعد النضج، علاوة على أنه يؤدي 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 أنسب درجات حرارة والتي يمكن عندها كسر السكون وحدث التغيرات المختلفة تتراوح بين 2-7°م. وقد تحدث درجات الحرارة الأقل أو الأعلى من هذا المدى نقصاً فى معدل تغيرات ما بعد النضج. وقد تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى فشل الإنبات وحدث السكون الثانوى. وقد وجد أن تعريض بذور التفاح لدرجة حرارة 17م يحدث عندها توازن بين العمليات المؤدية الى تغيرات بعد النضج وتلك المسؤولة عن السكون الثانوى. وتسمى هذه الدرجة من الحرارة بحرارة التعويض Compensation temperature. واستجابة بذور التفاح للإنبات تختلف باختلاف درجات الحرارة التي عرضت لها البذور، فعند درجات الحرارة المنخفضة كان إنبات البذور بطيئاً، ولكن نسبة الإنبات كانت مرتفعة، بينما عند درجات الحرارة المرتفعة زاد معدل الإنبات غير أن نسبة الإنبات انخفضت، وهذا الانخفاض فى نسبة الإنبات يزداد كلما ارتفعت درجة الحرارة.

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

5- سكون السويقة الجنينية العليا Epicotyl dormancy

فى بعض الحالات نجد أن البذور تحتاج إلى عمليات كمر بارد منفصلة لكل من الجذير والسويقة الجنينية السفلى والسويقة الجنينية العليا. ويمكن تقسيم الأنواع التى تقع تحت هذا القسم الى مجموعتين هما :

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

ب- وفى هذه المجموعة تحتاج البذور للكمز البارد لأحداث تغييرات بعد النضج فى الجنين، ثم يعقب ذلك تعريض البذور لفترة دافئ للسماح للجذير بالنمو ثم تعرض مرة ثانية لفترة برودة حتى ينشط النمو الخضرى. وفى الطبيعة نجد أن بذور مثل هذه الأنواع تحتاج إلى موسمى نمو كاملين حتى يكتمل إنباتها.

#### 6- وجود نوعين من السكون Double dormancy

فى بعض الحالات يوجد بالبذرة أكثر من نوع واحد من السكون، فمثلاً فى بعض الحالات تتميز البذرة بالأغلفة الصلبة الغير منفذة للماء، هذا بالإضافة إلى سكون الجنين نفسه، ولتشجيع البذور على الإنبات لابد من كسر كلا نوعى السكون. فيمكن معاملة أغلفة البذرة ببعض المعاملات التى تسمح للماء بالمرور من خلاله إلى الجنين، ثم تحدث تغييرات بعد النضج التى من شأنها كسر سكون الجنين. وأفضل طريقة للتخلص من سكون هذه البذور هو إجراء كمر دافئ لبضعة أشهر تنشيط خلاله الأحياء الدقيقة لتحلل غلاف البذرة ثم يعقب ذلك كمر بارد.

هذا النوع من السكون يوجد فى بذور الأنواع الشجرية والشجيرية والتى تنمو فى المناطق الباردة حيث تتميز بذورها بوجود الأغشية الصلبة. وفى الطبيعة تلعب العوامل البيئية دوراً هاماً فى كسر هذا السكون حيث أنه عند سقوط البذور على سطح الأرض يحدث كسر للسكون الطبيعى (الناشئ عن أغلفة البذرة) حيث تحدث ليونة أو تطرية فى هذه الأغشية، ثم بتعرض البذور لبرد الشتاء تحدث تغييرات بعد النضج.

#### ثانياً: السكون الثانوى Secondary dormancy

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

ويلعب السكون الثانوى دوراً هاماً للمحافظة على الأنواع النباتية فى الطبيعة. فكما هو ملاحظ أن بذور نباتات الأنواع المنزرعة تحتفظ 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 التى تؤدى إلى كسر سكون البذرة Treatments to overcome seed dormancy

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

## أ- الخدش الميكانيكى Mechanical scarification

ويجرى على البذور ذات الأغشية الصلبة وذلك بغرض تطرية وتليين القشرة، وزيادة نفاذيتها للماء والغازات وفى هذه الحالة تخدش القشرة 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 فى بذور الزيتون. ويجب الحذر التام عند إجراء عمليات بالخدش حتى لا تحدث أية أضرار بالأجزاء الداخلية بالبذرة .

## ب- الغمر فى الماء الساخن Hot water scarification

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

## ج- المعاملة بالأحماض Acids scarification

وفيه تعامل البذور بالأحماض حيث توضع البذور فى إناء زجاجى 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 فى 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 تجفف ثم تخزن لحين زراعتها .

## د - الكمر الدافى Warm moist scarification

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

## هـ- المعاملة بالحرارة المرتفعة High temperature scarification

لوحظ أن البذور ذات الأغلفة الصلبة لبعض النباتات النامية طبيعياً فى مناطق تجميع الأشجار أو الغابات، تنبت بسهولة عقب اندلاع الحرائق فى هذه المناطق. ونتيجة لتعرض البذور لدرجات الحرارة المرتفعة فإنه يحدث تغيير فى أغلفة البذور.

## و- جمع الثمار غير مكتملة النمو Harvesting immature fruits

وجد أن فى 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 .

## ز- الكمر البارد Cold stratification

وفى هذه المعاملة توضع البذور فى بيئة مناسبة رطبة ( منداه ) مع توافر الأكسجين حول البذور ثم تخزن على درجة حرارة منخفضة لفترة معينة. والغرض من هذه المعاملة هو إحداث تغيرات بعد النضج فى 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 بغمر البذور في الماء لفترة تتراوح بين 12-24 ساعة على درجة حرارة دافئة، وهذه الفترة كافية في حالة البذور ذات الأغلفة الرقيقة أو غير الصلبة. وقد تزداد فترة الغمر في الماء عند معاملة البذور ذات الأغلفة الصلبة مثل بذور الخوخ والشمش والكريز، حيث تمتد فترة الغمر في الماء من 3-7 أيام. كما يمكن تعريض البذور لماء جار. وبعد غمر البذور في الماء للمدة المطلوبة، يصفى الماء وتخلط البذور ببيئة ذات قدرة على الاحتفاظ بالرطوبة. والبيئة المثالية التي تفي بهذا الغرض يجب أن يكون لها القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة المعقولة وتسمح بالتهوية الجيدة، وخالية من المواد السامة. وهناك العديد من المواد التي يمكن أن تستخدم كبيئة عند إجراء الكمر البارد للبذور مثل، الرمل المغسول جيداً، البيت موس، السفانج موس، الفيرميكيوليت ونشارة الخشب. ويجب ملاحظة أن نشارة الخشب الحديثة ربما تحتوي 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 أمثال حجمه من البيئة. ويمكن أن ترص 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°م وتختلف الفترة اللازمة لعملية الكمر البارد باختلاف أنواع البذور. فعادة ما تتراوح هذه الفترة من 1-4 أشهر لبذور معظم الأنواع النباتية. وخلال عملية الكمر لا بد من الكشف عن البذور على فترات دورية.

أما في الطبيعة فيمكن عمل خنادق عميقة 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 اللازمة لكسر سكون البذور .

#### ح- غسل البذور Leaching

والغرض من غسل البذور هو التخلص من المواد المثبطة الموجودة على سطح البذور. وفي هذه الحالة تغمر البذور في ماء جارى أو تنتقل البذور إلى ماء متجدد عدة مرات من إناء لآخر، وهكذا. وتختلف الفترة اللازمة 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 تحتوي 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 لتطرية أغلفة البذرة وزيادة نفاذيتها للماء، أما المعاملة الثانية (الكمر البارد) فهي ضرورية لكسر سكون الجنين وإحداث تغييرات بعد النضج.

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

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

#### ك- تعريض البذور للضوء Light exposure

يمكن للضوء أن يشجع إنبات بذور كثير من الأنواع النباتية مثل بذور الخس وبذور كثير من الخضروات ونباتات الزينة. ويمكن استخدام مصابيح النيون كمصدر للإضاءة. ويجب غمر البذور بالماء حتى تنتفخ ثم تعرض لكثافة 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 صواني 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 تبلل بيئة إنبات البذور بتركيزات معينة من حمض الجبريليك تتراوح بين 500-1000 جزء في المليون. كما يستخدم السيتوكينين وهو أحد منظمات النمو بالطبيعية في تنشيط إنبات البذور وذلك عن طريق إيقافه لنشاط مثبطات الإنبات التي تؤدي إلى سكون البذرة. ويعتبر الكينتين 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 الكينتين 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 ثلاث 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 الكمر 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 اللازمة لذلك مثل الماء والحرارة والهواء والضوء وغيرها. وفيما يلي موجزاً لدور كل عامل من العوامل البيئية على حدة:

#### أولاً: الماء Water

يعتبر الماء من العوامل البيئية الأساسية اللازمة لحدوث الإنبات. حيث أن النشاط الأنزيمي 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 الرطوبي أقل من 40-60% ( على أساس الوزن الطازج ) . وعند زراعة البذور الجافة تقوم بامتصاص الماء بسرعة في بادئ الأمر حتى يحدث التشبع والانتفاخ، ثم يعقب

ذلك انخفاض في معدل امتصاص الماء والذي لا يلبث 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 . وبإنبات البذرة وتكوين الجذير تبدأ البادرة الصغيرة في الاعتماد على مجموعها الجذري ومقدرته 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.

وتستطيع بذور كثير 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 بالنباتية الأخرى مثل الخس والبنجر يتوقف عند مستويات الرطوبة المنخفضة بالتربة. ومثل هذه البذور تحتوي على مواد مثبطة للإنبات يلزم للتخلص منها توافر رطوبة أرضية عالية.

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

#### ثانياً: الحرارة Temperature

ربما تعتبر الحرارة من أهم العوامل البيئية التي تنظم عملية الإنبات وتتحكم بدرجة كبيرة في نمو الشتلة أو البادرة. 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 الى فترة محددة بارتفاع درجة الحرارة وحتى تصل هذه الدرجة إلى المستوى الأمثل وحتى يتوفر الوقت الذي يسمح بحدوث الإنبات. وتقسم درجة الحرارة التي يحدث عندها الإنبات إلى ثلاث درجات هي:

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

ب- درجة الحرارة المثلى: وهي درجة الحرارة التي يحدث عندها أكبر نسبة إنبات وأعلى معدل إنبات. وتتراوح درجة الحرارة المثلى للبذور الغير ساكنة لمعظم الأنواع النباتية بين 25- 30°م.

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

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

أ- بذور تتحمل درجات الحرارة المنخفضة: يمكن لبذور كثير من الأنواع النباتية - وخاصة البرية منها - النامية في المناطق المعتدلة من الإنبات خلال نطاق حرارى واسع يتراوح ما بين 4.5°م ( وفى بعض الأحيان قرب درجة التجمد ) حتى حدود درجات الحرارة المميته ( 30- 40°م ). وتشمل هذه المجموعة بذور كثير 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°م. 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 كثير من الأنواع النباتية مثل البصل والبرمبولا والدلفينيوم.

ج- بذور تحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة: تحتاج بذور عديد من الأنواع النباتية خاصة تلك التي تنمو في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية إلى درجة حرارة مرتفعة نسبياً حتى تستطيع الإنبات، فأقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها إنبات بذور الاسبرجس والطماطم هي 1°م، في حين أن درجة 15°م تعتبر أقل درجة تلزم لإنبات بذور بعض المحاصيل الأخرى مثل الباذنجان والفلفل والفاصوليا... الخ .

د - بذور تحتاج إلى درجات حرارة متبادلة: تذبذب درجات الحرارة خلال الليل والنهار تعطي 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 متبادلة بحيث يكون الفرق بين درجتى الحرارة التي تعرض لهما البذور لا يقل عن 10°م.

### ثالثاً: التهوية Aeration

كما هو معروف فإن الهواء الجوى يحتوى على ثلاث غازات أساسية ضمن مكوناته وهى الأكسجين وثنائى أكسيد الكربون والنيتروجين. ويمثل الأكسجين 20% بينما يشكل ثنائى أكسيد الكربون 0.03% أما غاز النيتروجين فيمثل ما يقرب من 80% من مكونات الهواء الجوى. ويعتبر الأكسجين ضرورى جداً لإنبات بذور كثير من الأنواع النباتية. أما إذا ارتفع تركيز ثنائى أكسيد الكربون عن 0.03% فى البيئة، فغالباً ما يثبط إنبات البذور. ومن ناحية أخرى فإن غاز النيتروجين 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 أى نقص فى تركيز الأكسجين الموجود بالبيئة عن تركيزه فى الهواء الجوى يؤدي إلى إعاقة أو تثبيط إنبات بذور كثير من النباتات.

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 فى كثير من الحالات فإن أغلفة البذور لا تسمح بتبادل الغازات بين الجنين والهواء الخارجى. ويتأثر مستوى الأكسجين فى بيئة النمو بمقدار ذائبته القليلة فى الماء وعمق الزراعة، حيث يقل تركيز الأكسجين بشدة كلما زاد عمق زراعة البذور .

أما بالنسبة لغاز ثنائى أكسيد الكربون (ك 2) وهو يمثل ناتج عملية التنفس فيتجمع ويزداد تركيزه خاصة فى 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 وتختلف احتياجات بذور الأنواع النباتية المختلفة للضوء فهناك بعض النباتات مثل نوع التين (Strangling Fig (Ficus aurea) تحتاج بذورها إلى ضوء تام ومستمر حتى تنبت، وتفقد هذه البذور حيويتها خلال بضعة أسابيع إذا لم تعرض للضوء. كما يشجع الضوء إنبات بذور مجموعة أخرى من الأنواع النباتية تشمل كثير من أنواع الحشائش والخضر والزهور. وقد يثبط بالضوء من إنبات بذور

بعض الأنواع النباتية الأخرى مثل البصل. وتستجيب 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.