العوامل البيئية وتأثيرها على المحاصيل الحقلية

Environmental factors and their impact on field crops

وأهم العوامل البيئية التي تؤثر على انتاج المحاصيل الحقلية هي : الضوء ، الحرارة ، الرطوبة ، الرياح.

أ- الضوء Light:

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة الواصلة إلي الأرض ويخترق الإشعاع الشمسي الكون الخارجي على شكل موجات كهرومغناطيسية وتقوم طبقة الأوزون المغلفة للكرة الأرضية بامتصاص الإشعاعات الضارة للنبات والإنسان وتمتص السحب جزءاً من الإشعاعات ليصل الباقي إلي النبات الذي يستفيد بحوالي ١ – ٢ % فقط من الطاقة الشمسية للقيام بعملياته الحيوية التي تحتاج إلي ضوء (ومن مجموع الطاقة الشمسية الممتصة ما بين ٧٥ – ٨٠ % يستعمل لتبخير الماء و ٥ – ١٠ % طاقة تخزن في التربة)، والضوء الذي يمتصه النبات هو الضوء المنظور وهو الجزء من الإشعاع الشمسي الذي تدركه الأبصار وتحول النباتات هذه الطاقة الضوئية إلي طاقة كيميائية في عملية التمثيل الضوئي ويمتص كلوروفيل النبات (كلوروفيل A و كلوروفيل B)حيث ان الألوان الزرقاء تمتص بواسطة كلوروفيل B والالوان الحمراء تمتص بواسطة كلوروفيل A وتعكس باقي الألوان ولا يستفيد النبات إلا بجزء ضئيل من هذه الألوان. والضوء له تأثيرات على النبات نوجزها فيما يلي :

١- تكوين المادة الخضراء وإكتمال تكوين البلاستيدات الخضراء.

٢- يدخل في عملية التمثيل الضوئي كمصدر للطاقة.

٣- يتزايد نمو النباتات نتيجة للتعرض للضوء الأزرق والأحمر.

٤- تؤثر الموجات الضوئية في توزيع الأوكسينات وبالتالي يؤثر ذلك في عملية النمو والانتحاءات وتكوين هرمونات الأزهار.

٥- يؤثر الضوء في فتح وغلق الثغور (عملية النتح).

٦- يتأثر التركيب التشريحي للنبات باختلاف شدة الضوء. فالنباتات المحبة للشمس تتميز بوجود طبقات من النسيج العمادي وأديم أكثر سمك (Epiderm) مع تواجد شعيرات أو زغب على السطح الخارجي عن النباتات المحبة للظل، ويختلف تأثير الضوء من حيث النوع Quality ، الكمية Quantity وشدة الإضاءة Light Intensity ومدة الإضاءة Duration.

أ- نوعية الضوء Light Quality: يختلف تأثير الضوء من حيث نوعية الضوء بالإضافة إلي مكوناته من الألوان المختلفة ويختلف النوع من حيث الموسم والموقع الجغرافي فيؤثر كل من الموسم والموقع على زاوية سقوط الضوء على سطح الأرض فزاوية السقوط تكون عمودية على خط الاستواء وتكون بزاوية أكبر كلما اتجهنا شمالاً (القطب الشمالي مثلاً).

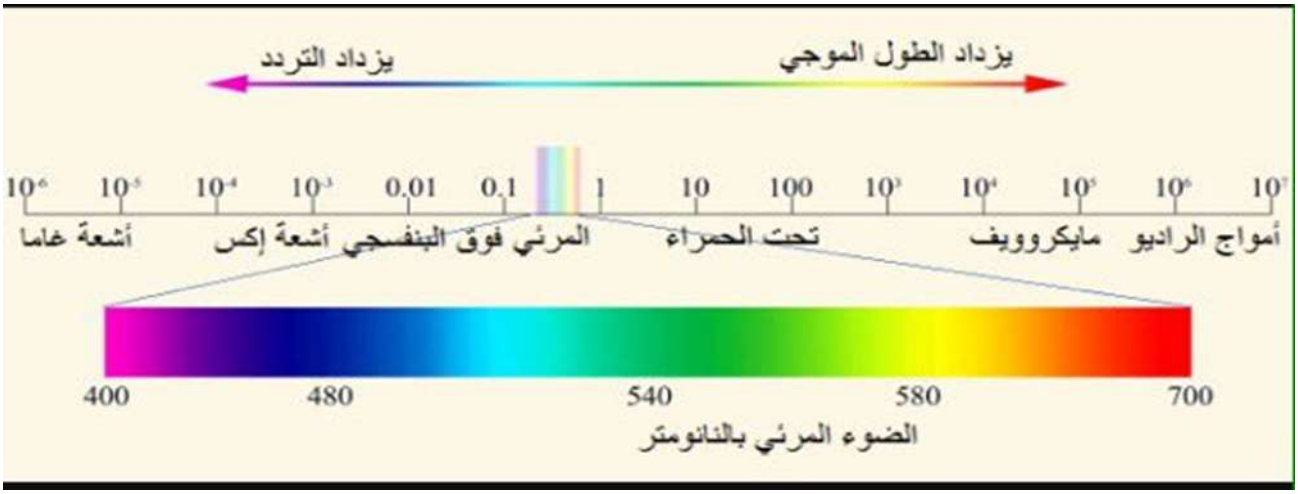
أما نوعية الضوء فلقد ذكرنا أن الإشعاعات القصيرة تمتص بطقبة الأوزون والإشعاعات الطويلة تمتص من خلال السحب وبخار الماء. كما تؤثر الأتربة والدخان على باقي الموجات الضوئية ، وكمت

ذكرنا أن الضوء ذو اللون الأزرق أو الأحمر أهم الألوان التي تمتصها البلاستيدات الخضراء في حين تعكس الألوان الأخري ويلاحظ أن ألوان الضوء تؤثر على الأوكسينات فاللون الأحمر يزيد من إنبات

بعض البذور. كذلك نجد أن الأشعة فوق البنفسجية والزرقاء تساعد في تكوين اللون الأحمر في البذور أما بالنسبة للنمو فالأشعة فوق البنفسجية تعتبر ضارة وتؤدي إلي تقزم النباتات ولها تأثير على النباتات النامية على قمم الجبال في حين أن الأشعة الحمراء تسرع من إنبات بعض البذور بينما الإشعاع الأحمر البعيد له تأثير سلبي على إنبات البذور.

أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق مخضر	أزرق	بنفسجي
٧٦٠	٦٥٠	٦٠٠	٥٦٠	٥٠٠	٤٧٠	٤٣٠ ٣٩٠

نانومتر



أنواع الإشعاعات المختلفة للطاقة الشمسية الواصلة للأرض

ب- شدة الإضاءة Light Intensity : وهي كمية الضوء الساقط على مساحة معينة خلال فترة زمنية معينة وتقاس بوحدات مختلفة أقدمها شمعة ضوئية وهي تعادل كمية الضوء الساقط على السطح من شمعة قياسية على بعد ١ قدم. وهناك وحدات أخري أحدث مثل : اللكس Lux ، وتختلف شدة الضوء باختلاف الموقع و علاقته بخطوط العرض على سطح الكرة الأرضية. فزاوية سقوط الاشعاع الشمسي رأسية على خط الأستواء و تميل كل ما أبتعدنا شمالاً أو جنوباً وبالتالي يتوزع الشعاع على مساحة أكبر من سطح الارض . كذلك يوثر سمك الغلاف الجوي على إمتصاص و تشتت الاشعة الضوئية، حيث يقل سمك الغلاف فوق خط الإستواء وتزداد عند القطبين. وتحتاج النباتات على الأقل من ١٠٠ – ٢٠٠ شمعة لكي تنمو ولهذا تزداد كمية المواد الكربوهيدراتية المتكونة في النباتات بزيادة شدة الضوء حتى تصل إلي حد أقصي. وتتراوح شدة الضوء ما بين ٨,٠٠٠ – ١٠,٠٠٠ شمعة قدم في فصل الصيف.

ويعرف هذا الحد الأقصي **نقطة تشبع الضوء Light Saturation** وهي كمية الضوء التي لا يحدث بعدها أي زيادة في كمية المواد الكربوهيدراتية ، وتختلف نقطة التشبع الضوئي من محصول إلي آخر وتتراوح ما بين ٥,٠٠٠ – ١٠,٠٠٠ شمعة قدم.

وإذا قلت شدة الإضاءة عن ١٠٠ – ٢٠٠ شمعة يؤدي هذا إلي تقليل التمثيل الضوئي بحيث تقل نواتج التمثيل الضوئي عن المستهلك بواسطة التنفس ويصبح النبات شاحباً Elilated فيستطيل النبات ويقل سمك الساق ويتحول لونه إلي اللون الأبيض والشكل المغزلي.

كذلك تؤثر شدة الإضاءة على الإنتحاء الضوئي فتحلل الأوكسينات المسببة للنمو وتتحرك نحو الجزء المظلم وبالتالي تؤدي إلي إستطالة الخلايا البعيدة عن الضوء مما يؤدي إلي إنتحاء النبات نحو الضوء. ويزيد الضوء من نسبة الإنبات في بعض المحاصيل .

ج- مدة الإضاءة Light Duration: المقصود بها عدد ساعات الإضاءة في اليوم وتختلف من موقع إلي آخر ومن موسم إلي آخر، فعند خط الاستواء فإن عدد ساعات النهار ١٢ ساعة طول العام أما عند خط عرض ٢٥ ° مثلاً تتراوح عدد ساعات النهار من ٥-١٠ ساعة شتاءاً إلي ١٣ ساعة صيفاً وعند خط عرض ٤٥° تتراوح ما بين ٨ ساعات شتاءاً إلي ١٦ ساعة صيفاً عند القطب الشمالي تتراوح ما بين صفر شتاءاً إلي ٢٤ ساعة صيفاً، ويطلق على ظاهرة اختلاف استجابة النباتات للطول النسبي لكل من الليل والنهار بظاهرة التأقت الضوئي Photoperiodism. ويؤثر إختلاف طول الفترة الضوئية بالنهار في النباتات عن طريق التأثير في العمليات الحيوية مثل نشوء البراعم و كمونها و النشوء الزهري. وتنقسم النباتات من حيث إستجابتها لمدة الإضاءة إلي تأثيرها على نشوء الأزهار ويمكن تقسيمها إلي نوعين :

١- نباتات محايدة Neutral: وهذه لا تتأثر لنشوء الأزهار بعدد ساعات النهار كالقطن واللوبيا و زهرة الشمس .

٢- نباتات النهار الطويل Long day plants: وهذه تحتاج لنشوء الأزهار إلي عدد ساعات إضاءة تزيد عن حد معين من الساعات على الأقل وأن ساعات الإضاءة تتزايد في أثناء فترة نشوء التزهير مثل: الحنطة ، الشعير ، الراي ، البرسيم ، الكتان.

٣- نباتات النهار القصير Short day plants : وهذه تحتاج لنشوء الأزهار إلي ساعات إضاءة أقل من حد معين ويجب أن تتناقص ساعات النهار باستمرار مثل: الرز ، الذرة الصفراء ، الذرة البيضاء ، فول الصويا.

فإذا نقلنا نبات نهار قصير من المنطقة الإستوائية إلي المنطقة المعتدلة يؤدي هذا إلي عدم إزهار النباتات وتستمر في النمو الخضري. والعكس عند زراعة محاصيل النهار الطويل في موسم نهار قصير يؤدي هذا إلي تقصير فترة النمو الخضري. وتختلف الأصناف المختلفة لمحصول ما في إستجابتها لساعات الإضاءة. قد نجح مربي النباتات إلي إنتخاب أصناف لا تتأثر بطول النهار. كذلك تؤثر الفترة الضوئية في تكوين الأشطاء في النجيليات.

الضوء وعملية التمثيل الضوئي:

سبق أن أوضحنا أن الضوء لازم في عملية التمثيل الضوئي. ومن نواتج عملية التمثيل الضوئي الكلوكوز الذي يتحول إلي مركبات أخري. ويستهلك جزء من الغذاء المتكون في عملية التنفس Respiration

والفرق بين عملية التمثيل الضوئي - التنفس = يعرف باسم صافي عملية الأيض

net assimilation Rate = Photosynthesis – Respiration

وبالتالي فإنه يمكن زيادة معدل عملية الأيض (البناء) بتقليل التنفس. والتنفس لازم لإنطلاق الطاقة التي يستعملها النبات في عملياته الحيوية. وكان هناك إعتقاد أن عملية التنفس تتم أثناء الليل فقط ، ولكن وجد أخيراً أن هناك نوعين من التنفس : التنفس الضوئي Dark respiration و التنفس الظلامي Photo respiration.

ويعمد الباحثون على تعديل الإضاءة للاستفادة اكثر في نمو المحاصيل الحقلية من خلال :

أ- إختيار المحصول المناسب (محاصيل المناطق الاستوائية تحتاج لشدة ضوء أعلى من محاصيل المناطق المعتدلة).

ب- تعديل الكثافة النباتية .

ج- ازالة بعض التفرعات او الاوراق أو خف النباتات.

د- تحميل المحاصيل بزراعة اكثر من محصول واحد في الحقل نفسه .

هـ- إستعمال الشباك والتظليل.

و- إنتاج أصناف من المحاصيل تتحمل شدة الإضاءة.

ب- درجة الحرارة Temperature

من أهم العوامل البيئية التي تؤثر على الكائنات الحية. وتلعب الحرارة دوراً رئيسياً في كثير من العمليات الطبيعية والكيمائية والتي تؤثر بدورها في التفاعلات الحيوية. فتؤثر الحرارة على عمليات إنتشار الغازات والسوائل وكذلك على عمليات إذابة الأملاح كما تؤثر على التفاعلات الإنزيمية في الخلايا، وتقاس درجات الحرارة العظمي والمثلي يومياً وبحسب معدل درجة حرارة اليوم كمتوسط لدرجتي الحرارة. وتختلف درجات الحرارة من يوم إلي آخر حسب الموسم ومن مكان إلي آخر.

تعرف الحرارة على أنها طاقة الجسم التي تعبر عن سخونة أو برودة ذلك الجسم وتقاس الحرارة بالمئوية (م°) أو الفهرنهايت (ف°) أو الكلفن (G) والمئوية هو الأكثر شيوعا في الاستعمال.

عند تحويل درجة الحرارة من الدرجة المئوية الي فهرنهايت تكوّنُ المعادلة:

فْ = (مْ × ٨،١) + ٣٢ .

أما في حال تحويل درجة الحرارة من فهرنهايت الي المئوية.

مْ = (فْ – ٣٢) ÷ ٨،١

وكمثال إذا كانت درجة حرارة ٢٠ مئويًا، فإنها تساوي ٦٨ ف، وبتطبيق المعادلة (٢٠ × ٨،١) + ٣٢ = ٣٦ + ٣٢ =٦٨° ف، أما العكس فإذا كانت درجة الحرارة ٦٨ف، فإنّها تساوي ٢٠ مئويًا، من خلال معادلة مْ = (فْ – ٣٢) ÷ ٨،١، أي (٦٨ – ٣٢) ÷ ٨،١ =٢٠° م .

- 32درجة فهرنهايت تساوي ٠ درجة مئوية.
- 40 درجة فهرنهايت تساوي ٤.٤ درجة مئوية.
- 50 درجة فهرنهايت تساوي ١٠ درجات مئوية.
- 60 درجة فهرنهايت تساوي ١٥.٥ درجة مئوية.
- 70 درجة فهرنهايت تساوي ٢١.١ درجة مئوية.
- -٥ درجات مئوية يساوي ٢٣ درجة فهرنهايت.
- ٥ درجات مئوية تساوي ٤١ درجة فهرنهايت.
- ١٥ درجة مئوية تساوي ٥٩ درجة فهرنهايت.
- ٢٥ درجة مئوية تساوي ٧٧ درجة فهرنهايت.
- ٣٥ درجة مئوية تساوي ٩٥ درجة فهرنهايت.

الدرجات الحدية Cardinal Temperature: وهي الدرجات التي تحدث عندها تغيرات حساسة في حيوية النباتات وفي نموه وفي طاقته الإنتاجية. وقد حدد لكل عملية حيوية ثلاث درجات حرارية مميزة هي القصوي (الحد الأعلى) الصغري أو الدنيا (الحد الأدني) وبينهما المثلي وهي أكفئ درجة حرارة لحدوث التفاعل.

وتختلف الدرجات الحدية من محصول إلي آخر ويمكن للنباتات عموماً أن تعيش بين درجة حرارة صفر مئوي إلي درجة حرارة ٥٥° م ولكن عموماً لا تنمو النباتات إذا زادت درجة الحرارة عن ٥٥م .

الحرارة المتجمعة Accumulated Temperature:

ويقصد بها مجموع الوحدات أو الدرجات الحرارية التي تتجمع فوق أدني متوسط يومي للحرارة يمكن أن تنمو فيه النباتات بصفة عامة، وبتعبير آخر أن لكل محصول درجة حرارة دنيا للنمو يتوقف بها النبات عن النمو تعرف **بدرجة حرارة صفر النمو Zero Temperature of Growth** .

ويوضح الجدول الآتي قيم صفر النمو لمجموعة من المحاصيل:

المحصول	صفر النمو
الحنطة	٦م
الذرة الصفراء	١٠م
القطن	١٤م
الشوفان	٦م
البنجر السكري	٨م
الذرة البيضاء	١٠م
التبغ	١٠م
البطاطا	٧م

*** ملاحظة : اليوم الذي يكون متوسطه الحراري أقل من صفر النمو يكون حرارته (لاشيء) أي لا يمد النبات بأي وحدات حرارية.**

ويمكن أن تحسب الحرارة المتجمعة (**التجميع الحراري Heat Accumulation** : ويعرف التجميع الحراري على أنه مجموع عدد الوحدات الحرارية المقاسة بالمئوي والفهرنهايت لمدة زمنيه معينه ليوم

واحد أو لأسبوع أو شهر أو لأي فترة) غير ذلك، إلا أن المعتاد هو حسابها لفصل النمو بأكمله، والحرارة المتجمعة لأي يوم هي الفرق بين متوسط درجة حرارته وصفر النمو:"٦ " فإذا كان متوسط درجة الحرارة في يوم ما هو ١٦ م فإن الحرارة المتجمعة لهذا اليوم تكون ١٦ - ٦ = ١٠ م والحرارة المتجمعة لأي شهر من الأشهر هي مجموع الدرجات الحرارية المتجمعة في جميع أيام هذا الشهر، وأبسط طريقة لحسابها هي: م = "ح- ٦" × عدد أيام الشهر.

الحرارة المتجمعة بـاليوم = متوسط درجة الحرارة اليومي – صـفـر الـنـمـو.

ولتقدير الحساب الشهري = الـحـرارة المـتـجـمـعـة بـالـيـوم × عدد أيام الشهر.

ولتقدير الحرارة المتجمعة لموسم النمو تقدر بحساب الإجمالي للأشهر الواقعة في موسم النمو.

وذلك على اعتبار أن "م" هي الحرارة المتجمعة و"ح" هي المتوسط اليومي لدرجة حرارة الشهر، فإذا كان المتوسط اليومي لدرجة حرارة شهر كانون الثاني مثلا هو ١٠ م فإن حرارته المتجمعة تكون "١٠ - ٦" × ٣١ = ١٢٤ م.

وقد دلت التجارب على أن محصول الحنطة يحتاج لكي تتم حياته إلي أن تتجمع خلال فصل نموه المعتاد الذي حوالي ٢١٥ يوما، ١٠٩٠ م على الأقل، ومع ذلك فقد استنبط من الحنطة اصناف يمكن أن تتم حياتها في فترة أقصر من ذلك وبعدد أقل من الدرجات الحرارية المتجمعة، وبالتأكيد فأن وفرة ضوء الشمس في فصل الصيف يعتبر من العوامل التي تساعد على سرعة نمو النباتات وسرعة النضج؛ لأنه يعوض النقص في درجة الحرارة من جهة وقصر النمو من جهة أخري.

مثال: إذا زرع نبات الذرة الصفراء في أول شهر نيسان وحصد في العاشر من تموز وكانت درجات الحرارة القصوي والصغري كما يلي:

	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب
عدد الأيـام	٣١	٣٠	٣١	٣٠	١٠ أيام منه
درجة الحرارة القصوي	٢٧	٣٢	٣٩	٤٢	٤٤
درجة الحرارة الدنيا	١٣	١٨	٢٣	٢٥	٢٧
المتوسط	٢٠	٢٥	٣١	٣٣.٥	٣٥.٥
الحرارة التراكمية اليوم	٢٠ -١٣=٧	١٢	١٨	٢٠.٥	٢٢.٥

الحرارة المتجمعة بـاليوم = متوسط درجة الحرارة اليومي – صـفـر الـنـمـو.

ولتقدير الحساب الشهري = الـحـرارة المـتـجـمـعـة بـالـيـوم × عدد أيام الشهر.

ولتقدير الحرارة المتجمعة لموسم النمو تقدر بحساب الإجمالي للأشهر الواقعة في موسم النمو.

الحرارة التراكمية للنمو = (٧ × ٣١) + (١٢ × ٣٠) +(١٨× ٣١) + (٢٠.٥ × ٣٠) + (١٠ × ٢٢.٥) = ٢٠١٠ درجة متراكمة .

وعلى هذا كلما أرتفعت درجة الحرارة كلما زادت عدد الوحدات الحرارية التراكمية ويقل موسم النضج أما إذا أرتفعت درجة الحرارة عن ٣٥°م في الذرة فنحسب على أنها الحد الأعلى. (الوحدات الحرارية).

ويمكننا أن نلخص العلاقة بين درجة الحرارة وحياة النباتات فيما يلي:

١- أن هناك حدا أدني لدرجة الحرارة التي يمكن أن تنمو فيها النباتات، وهذا الحد الأدني هو الذي يطلق عليه اسم "صفر النمو" zero point of growth" وهو يختلف من نبات إلي آخر، فبينما تستطيع نباتات الأقاليم الباردة أن تنمو في درجة حرارة أقل من الصفر المئوي نجد أن أغلب نباتات الأقاليم المعتدلة لا تنمو إلا إذا ارتفع المتوسط اليومي لدرجة الحرارة عن ٦ م، "وهذا هو صفر النمو المتفق عليه بين كثير من الباحثين" أما نباتات الأقاليم الحارة فيلزم لنموها لدرجات حرارة أعلى من ذلك.

٢- ولأن هناك حد أدني لدرجة الحرارة التي ينمو فيه النبات، فإن هناك كذلك حدا أعلى لها، ويكون هذا الحد أقل بالنسبة لنباتات الأقاليم المعتدلة والباردة منه بالنسبة لنباتات الأقاليم الحارة، فبينما تموت بعض نباتات الأقاليم الباردة إذا زاد المتوسط اليومي لدرجة الحرارة عن ٢١ م، نجد أن أغلب نباتات الأقاليم الحارة لا يؤذيها ارتفاع هذا المتوسط إلي ٣٨ م أو أكثر.

٣- أن سرعة نمو أي نبات تبلغ أقصاها في درجة حرارة معينة يمكن اعتبارها أصلح درجة لنموه "Optimum Temperature" وهي ليست واحدة بالنسبة لجميع النباتات، بل إنها ليست واحدة بالنسبة للنبات الواحد في مراحل نموه، المختلفة، وهي تقع بطبيعة الحال بين أدني وأعلى درجتي حرارة يستطيع أن ينمو فيهما النبات، وتكون أعلى بالنسبة لنباتات الأقاليم الحارة منها بالنسبة لنباتات الأقاليم الباردة.

٤- أن كل نبات يحتاج لكي يتم حياته ونضجه إلي عدد معين من الوحدات الحرارية التي يجب أن تتجمع في أثناء حياته فوق "صفر النمو" ويطلق على هذه الوحدات اسم الحرارة المتجمعة Accumulated Temperature.

٥- في الأقاليم المعتدلة والباردة يقف نمو معظم النباتات في الفصل الذي ينخفض في إثنائه المتوسط اليومي لدرجة الحرارة عن "صفر النمو" ويتزايد طول هذا الفصل، أو بعبارة أخري يتناقص طوله كلما اقتربنا من القطبين، ولهذا فإن النباتات التي تنمو في الأقاليم الباردة والقطبية تكون عادة من الأنواع التي تستطيع أن تتم حياتها في فترات قصيرة نسبيا، ويلاحظ مع ذلك أن كثيرا من النباتات لا تموت تماما بانتهاء فصل النمو بل تموت فقط موتا ظاهريا، ولا تلبث أن تدب فيها مظاهر الحياة من جديد عندما يحل الدفء، كما يلاحظ أن بعض النباتات لا تتأثر تأثرا ظاهرا ببرودة فصل الشتاء بل تظل خضراء طول السنة.

الحساسية للحرارة : Heat Sensitivity

تحتاج المحاصيل الحولية الشتوية وبعض المحاصيل المعمرة إلي فترة خاصة من إنخفاض الحرارة لكي تزهر. يطلق على عملية تعريض النباتات الموجودة في المناطق الباردة إلي درجات حرارة منخفضة لدفعها للإزهار بعملية الارتباع Vernilization (مثل محصول الحنطة). وفي هذه الحالة تنقع البذور في الماء لفترة قصيرة ثم تعرض لدرجة حرارة منخفضة حوالي ٥م او اقل حسب الاصناف لمدة (١٥ – ٦٠يوم) قبل الزراعة وتؤدي زراعة هذه البذور في أول الربيع إلي سرعة

إزهارها في فصل الصيف أما إذا لم تعرض البذور لدرجة حرارة منخفضة فإنها تستمر في النمو الخضري ولا تزهر في الربيع.

كما أن بعض النباتات ذا ت الحولين مثل البنجر تحتاج إلي موسم لنمو خضري وموسم آخر للنمو الزهري وتحتاج إلي تعرضها للبرد في الموسم الثاني لدفعها للإزهار. ولقد لوحظ أن زراعة نبات البنجر في Alaska يؤدي إلي دفع النباتات للإزهار في السنة الأولي.