حركة الأرض حول الشمس ونمو النباتات

د. مصطفى كامل إمام / أ. عبد الرحمن الهديب

ينتج عن دوران الأرض حول الشمس (دورة كاملة مدتها عام) اختلاف فصول السنة الأربعة وهي الشتاء والربيع والصيف والخريف . كذلك ينتج عن دوران الأرض حول نفسها دورة كاملة (كل يوم) ظاهرة الليل والنهار ، ويختلف طول الليل والنهار في منطقة معينة باختلاف فصول السنة . فيقصر النهار في الشتاء ويطول في الصيف ، كما تزداد حدة هذا الإختلاف بزيادة البعد عن خط الإستواء ، وقد درس العلماء تأثير طول الفترة الضوئية على نمو النباتات ، ووجدوا أنه يتأثر في نواح ثلاث هي : التمثيل الضوئي والإزهار وتكوين الدرنات والأبصال في المحاصيل الدرنية والبصلية .

وعندما نشير إلى تأثير طول النهار فإننا في الحقيقة نقصد طول الفترة الضوئية وطول فترة الإظلام خلال اليوم الواحد (٢٤ساعة) وذلك بالنسبة لموقع معين على سطح الكرة الأرضية ، ولتوضيح اختلاف طول النهار على مدار العام يجب الإشارة إلى أنه في يومي ٢١ مارس ، ٢٣ سبتمبر من كل عام (يومي الإعتدال الربيعي والإعتدال الخريفي على التوالي) تكون الشمس فوق خط الإستواء مباشرة وتشرق من اتجاه الشرق تماما وتغرب في الغرب تماما ، ونتيجة لذلك فإن طول فترة الضوء وطول فترة الظلام تتساويان في جميع مناطق العالم سواء في نصف الكرة الشمالي أم في الجنوبي ، وبعبارة أخرى فإن النهار يكون ١٢ ساعة في هذين التاريخين من كل عام في جميع البقاع على سطح الأرض . ومما يجدر ذكره أنه في يوم ٢١ ديسمبر من كل عام تكون الشمس أبعد ما يكون جنوب خط الإستواء وبالتالي فان أقصر نهار وأطول ليل يحدثان في جميع الأماكن الواقعة شمال خط الإستواء ، بينما يحدث أطول نهار وأقصر ليل في جميع المناطق جنوب خط الإستواء . وعلى العكس من ذلك ففي يوم ٢١ يونيو فإن الشمس تكون أبعد ما يكون شمالا من خط الإستواء ، وبالتالي فإن أطول نهار وأقصر ليل يحدثان في جميع المناطق شمال خط الإستواء بينما يحدث أقصر نهار وأطول ليل في جميع المناطق جنوب خط الإستواء ، جدول (١) .

ويلاحظ أن مقدار البعد عن خط الإستواء يؤثر في طول النهار والليل على مدار العام ، ففي نصف الكرة الشمالي نجد أن النهار يكون أطول في المناطق الأكثر اتجاها نحو الشمال خلال الفترة من ٢١ مارس إلى ٢٣ سبتمبر بينما يكون النهار أكثر طولا في المناطق الأكثر ميلا إلى الجنوب خلال الفترة من ٢٣ سبتمبر إلى ٢١ مارس ، شكل (١) .

الفترة الضوئية والنبات

تؤثر الفترة الضوئية على النبات من عدة أوجه منها ما يلي :-

● كمية الكربوهيدرات

من الطبيعي أن الطول النسبي للنهار يؤثر في طول المدة التي تتم خلالها عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis) فكلما طالت فترة الضوء زادت كمية الكربوهيدرات التي يكونها النبات على افتراض أن الظروف البيئية الأخرى مناسبة لعملية التمثيل الضوئي ، وعلى ذلك فإن النبات الذي ينمو في ظروف مناسبة للنمو ويتعرض إلى ١٧ ساعة ضوء و ٧ ساعات ظلام سينتج كمية من الكربوهيدرات أكثر من النبات الذي ينمو في نفس الظروف ولكن يتعرض إلى ١٤ ساعة ضوء و ١٠ ساعات ظلام ، وهذا

اليوم	خط العرض							
	٣٠°		٤٠°°		٥٠°°°		الدائرة القطبية	
	ضوء	ظلام	ضوء	ظلام	ضوء	ظلام	ضوء	ظلام
٢١ مارس، ٢٣ سبتمبر	١٢,٠	١٢,٠	١٢,٠	١٢,٠	١٢,٠	١٢,٠	١٢,٠	١٢,٠
٢١ ديسمبر	١٠,٢	١٣,٨	٠٩,٣	١٤,٧	٠٨,١	١٥,٩	٠٠,٠	٢٤,٠
٢١ يونيو	١٤,١	٠٩,٠	١٥,٠	٠٩,٠	١٦,٤	٧,٦	٢٤,٠	٠٠,٠

● جدول (١) الطول النسبي لفترات الضوء والظلام بالساعة عند أربعة خطوط عرض شمال خط الاستواء.

* مثل مدينة الاسكندرية بمصر، ونيو أورليانز بالولايات المتحدة، شنجهاي وتشنج كنج بالصين.

** مثل مدينة سمرقند بأزبكستان، وروما عاصمة إيطاليا.

*** مثل مدينة فانكوفر بشمال كندا، كالية بشمال فرنسا، وستالينجراد بروسيا.

يوضح ولو جزئيا لماذا تعطي النباتات محصولا أعلى عند خطوط العرض الأكثر شمالا عندما تزرع كمحاصيل صيفية في نصف الكرة الشمالي حيث تزداد كمية الغذاء المتكون بسبب زيادة طول النهار، وتقل كمية الغذاء المستهلك في التنفس أثناء الليل بسبب قصر فترة الظلام. وهذا يؤدي إلى زيادة الناتج الصافي من الكربوهيدرات أثناء فترة نمو النبات والذي ينعكس إيجابيا على كمية المحصول.

● التزهير والبراعم الزهرية

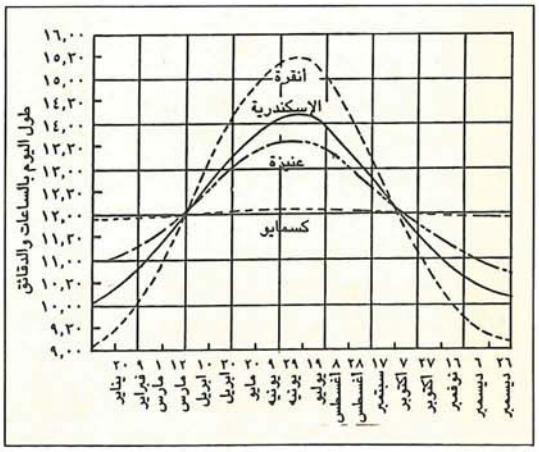
تحدِّد النسبة بين فترة الضوء وفترة الظلام الميعاد الذي تتكون فيه البراعم الزهرية في كثير من النباتات. ويرجع اكتشاف هذه الظاهرة إلى العالمين الأمريكيين جارنر وآلارد عام ١٩٢٠م حيث وجدا أن أحد أصناف نبات التبغ الجديدة تزهر فقط خلال فصل الخريف، بينما معظم أصناف التبغ تزهر في فصل الصيف، ومن ثم لا يمكن إجراء التهجين بين الصنف الجديد والأصناف القديمة بسبب اختلاف ميعاد التزهير، وقد حاول هذان الباحثان عدة محاولات لتغيير الظروف البيئية حول النبات بقصد دفع النبات إلى الإزهار خلال الصيف، غير أن جميع محاولاتهما باءت بالفشل، وفي محاولة لتغيير أحد العوامل البيئية وهو طول الفترة الضوئية التي يتعرض لها النبات يوميا خلال الصيف بالوسائل الصناعية (تغطية النبات بغطاء من القماش الأسود لفترة من الوقت أثناء أول النهار أو آخره) أمكن لهذا الصنف الجديد أن يزهر في الصيف بنفس الغزارة كما كان يفعل في الخريف.

ولقد شجعت تجارب جارنر وآلارد على إجراء عدد كبير من الإختبارات والدراسات على هذه الظاهرة والتي تسمى حاليا التوقت الضوئي (Photoperiodism) والتي تفسر استجابة النبات في تزهيره إلى طول النهار أو على وجه التحديد النسبة بين فترة الإضاءة والإظلام خلال ١٤ ساعة، ومن نتائج هذه الدراسات أمكن تقسيم النباتات إلى ثلاث مجاميع هي :-

١ - **نباتات النهار الطويل**، وهي نباتات لا تزهر إلا إذا زاد طول الفترة الضوئية عن الحد الحرج (Critical day length) الذي يتراوح ما بين ١٢ إلى ١٤ ساعة وتشمل غالبا جميع النباتات التي تزهر خلال فصل الصيف في المنطقة المعتدلة مثل البنجر والفجل والسبانخ والخس.

٢- **نباتات النهار القصير**، هي التي تبدأ في الإزهار عندما تتعرض لنهار أقصر من الحد الحرج الذي يختلف باختلاف النباتات أي مايتراوح مابين ١٠ إلى ١٢ ساعة، وتشمل كثيراً من النباتات التي تزهر في الربيع والخريف مثل الكريزانثيم والسلفيا والكوزموس والبوتسيتيا.

٣- **النباتات المحايدة**، وهي التي يمكنها أن تزهر في أي ظروف من طول النهار مثل الداندليون والقمح والطماطم وكثير من النباتات الإستوائية التي تزهر على مدار العام.



● شكل (١) منحنيات طول النهار في أربع مدن.

وقد أصبح لاكتشاف التوقت الضوئي (عملية استجابة النبات لفترات الضوء والظلام المتعاقبة) أهمية كبيرة وخصوصا إذ أصبح بالإمكان توضيح التحكم الهرموني في عملية التنبيه الزهري حيث أمكن اثبات أنه عند تعريض أوراق النبات البالغة إلى الفترة الضوئية المناسبة فإنها تقوم بإنتاج مادة هرمونية (Hormone) أو بادئة هذه المادة الهرمونية (homone precursor). وتقوم هذه المادة بتنشيط الإزهار عند انتقالها إلى أعلى وأسفل خلال ساق النبات. وقد تنتقل هذه المادة من نبات إلى آخر عبر منطقة التطعيم، وقد أطلق على هذه المادة اسم Florigen ولكن لم يتمكن العلماء من استخلاص هذه المادة بصورة نقية ومعرفة تركيبها الجزيئي.

وقد أوضحت الدراسات الحديثة دور الصبغ النباتي (الفيتوكروم - Phytochrome) في الإستجابة للتوقت الضوئي الذي يتحكم في تزهير النباتات الحساسة لطول الفترة الضوئية. ويوجد الفيتوكروم في صورتين هما :-

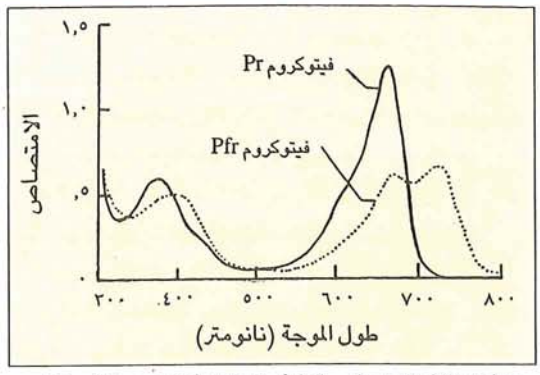
(أ) فيتوكروم ممتص للأشعة الحمراء (Phytochrome red -"Pr")

(ب) فيتوكروم ممتص للأشعة تحت الحمراء (Phytochrome far red -"Pfr").

يعمل Pr عند الطول الموجي ٦٦٠ نانومتر (٦٦٠×١٠^{-٩} متر) ليتحول إلى Pfr الذي يعمل عند الطول الموجي ٧٣٠ نانومتر، وعلى سبيل المثال يوضح شكل (٢) الإمتصاص الطيفي لفيتوكروم نبات الشوفان.

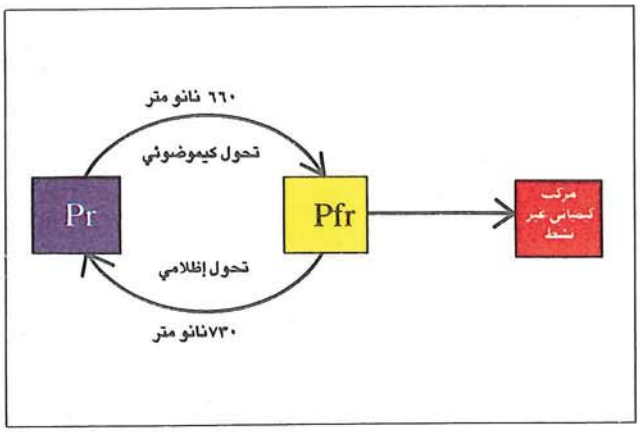
تعد صورة Pfr أكثر نشاطا من صورة Pr، وهما يتحولان بعضهما إلى بعض تحول كيموضوئي، إضافة لذلك هناك حالتان لتحول الصورة Pfr هما : إما التحول ببطء إلى الصورة Pr في الظلام، وإما التحول إلى مركب كيميائي غير معروف وغير نشط، شكل (٣).

عند تعريض النبات للضوء الأبيض (المحتوي على جميع ألوان الطيف) فإن صورة فيتوكروم Pfr قد تتراكم فوق المستوى الحرج ويحدث تشجيع لتزهير نباتات النهار الطويل،



● شكل (٢) الإمتصاص الطيفي لمحلول فيتوكروم الشوفان.

ولكنها لا تشجع ازهار نباتات النهار القصير، فالضوء الأبيض (الكامل) في الظروف البيئية العادية له تأثير الضوء الأحمر، ويعود السبب الرئيس لتراكم Pfr عند التعرض للضوء (النهار) إلى الكفاءة العالية لوحدة الضوء (quantum) في التحول الفيتوكرومي إلى صورة Pfr، وفي فترة الظلام يحدث التحول من صورة Pfr إلى صورة Pr، فتنخفض كمية Pfr إلى أقل من المستوى الحرج، ويؤدي ذلك إلى استمرار نباتات النهار الطويل في النمو الخضري (لا تزهر).



● شكل (٣) تحول الصور المختلفة للفيتوكروم إلى بعضهما البعض.

ويعد وجود Pfr في مستوى أقل من المستوى الحرج عاملا هاما في تشجيع تزهير نباتات النهار القصير، ولذا تعد نظرية الفيتوكروم من النظريات العلمية لتوضيح تأثير طول الفترة الضوئية على إزهار النباتات، إلا أنه لا يمكن ترجمة التصور الخاص بالتوقت الضوئي على أنه يعمل على التحكم الكامل في عملية الإزهار، فدرجة الحرارة مثلا لها تأثير مباشر وآخر غير مباشر على عملية التنبيه الزهري حيث يمكنها التأثير مباشرة على الإزهار عن طريق تحوير استجابة النبات للفترة الضوئية المتاحة، وعلى سبيل المثال فإن البوتسيتيا سوف تتهيأ للإزهار وتزهر بعد ٦٥ يوما من النمو في ظروف النهار القصير في درجة حرارة ٢١ درجةم (٧٠ درجة ف)، أما عند نموها في نفس الظروف الضوئية ولكن في درجة حرارة ١٥,٥ درجة م (٦٥ درجة ف) فإنها تحتاج إلى ٨٥ يوما لحدوث التنبيه الزهري، وتعد الفراولة من أكثر الأمثلة لفتًا للإنتباه في هذا الصدد، فعند درجة حرارة أعلى من ١٩,٥درجة م (٦٧ درجة ف) فإن الفراولة التي تزهر في شهر يونيو عادة سوف تسلك سلوك النهار القصير ولن تستطيع الإزهار في ظروف فترة ضوئية أطول من ١٢ ساعة. أما عند درجات حرارة أقل من١٩,٥ درجة م فإنها تستجيب وكأنها محايدة ضوئيا فتنتج أزهارا حتى في ظروف الإضاءة المستمرة. ولا شك أن هذه المعلومة تفيد كثيرا منتجي الفراولة حيث يهمهم إزهار الفراولة وبالتالي إثمارها، ومن المعلوم أن الأصناف المختلفة داخل النوع الواحد قد تختلف من حيث تفاعلها مع طول الفترة الضوئية نتيجة وجود اختلافات وراثية بينها، وهذه الإختلافات الوراثية يعتمد عليها مربو النباتات عند تربية أصناف جديدة تزهر في موسم معين حسب ما تقتضيه طلبات السوق.

وقد استفاد منتجو الخضر والزهور من المعلومات المتوفرة عن تأثر إزهار بعض النباتات بطول الفترة الضوئية في مناطق إنتاجهم وبالأخص منتجي زهور الكريزانثمم حيث يقومون بالتحكم في طول الفترة الضوئية في البيوت المحمية التي ينتجون فيها أزهارهم، فمثلاً في الظروف العادية للبيوت الزجاجية فإن الكريزانثمم يزهر طبعياً خلال شهر اكتوبر، ويمكن بوساطة إعطاء فترة إضاءة إضافية في تلك البيوت خلال الشتاء، أو تقصير فترة الإضاءة أثناء الصيف بتغطية النباتات بستائر سوداء لمدة ساعتين أو ثلاثة في أول النهار أو آخره، إنتاج أزهار الكريزانثمم على مدار العام، ويوضح الجدول (٢) أمثلة لبعض النباتات من حيث علاقة تزهيرها بطول الفترة الضوئية.

● تكوين أعضاء التخزين

يؤثر طول الفترة الضوئية على ميعاد تكوين أعضاء التخزين في بعض المحاصيل الدرنية والبصلية مثل تكوين الدرنات في نبات البطاطس وتكوين الأبصال في نبات البصل.

وقد أظهرت الدراسات أن النهار القصير يشجع تكوين الدرنات في أصناف معينة من البطاطس، وقد أمكن اكتشاف هذه الظاهرة منذ قديم الزمن عندما ذهبت بعض البعثات الإستكشافية الأوربية إلى أمريكا الجنوبية - الوطن الأصلي لنبات البطاطس — للبحث عن نباتات بطاطس عالية الإنتاج وجيدة الصفات، وعندما عادوا إلى وطنهم وزرعوا هذه النباتات وجدوا أنها لا تكوِّن درنات، وقد أثبتت الدراسات أن هذه النباتات تعطي محصولاً جيداً في ظروف النهار القصير (في المناطق تحت الإستوائية في بيرو بأمريكا الجنوبية خلال فصل الشتاء) أما عند زراعتها في ظروف النهار الطويل (في الدول الأوربية خلال فصل الصيف) فإنها لم تكوِّن درنات على الإطلاق، وقد تمكن الأوربيون فيما بعد من تربية أصناف بطاطس لا تتأثر بطول الفترة الضوئية أي يمكنها تكوين درنات بوفرة في ظروف النهار الطويل.

المجموعة	نهار قصير (ليل طويل)	نهارطويل (ليل قصير)	نباتات محايدة
الخضروات	بعض أصناف الفاصوليا والبسلة	السبانخ - الخس - الفجل	الطماطم - الفلفل - الباميه
نباتات الزينة	الكريزانثمم — البوفارديا - البنفسج الكوزموس - الكالانكو - البوتسيتيا	الكالنديولا — الآستر - الجاررينيا - الدلفينيوم	القرنفل - الديانشر البنفسج الأمريكي

● جدول (٢) أمثلة لنباتات النهار القصير والنهار الطويل والنباتات المحايدة.

وبالنسبة لنبات البصل فإن تكوين الأبصال بصفة عامة يحتاج إلى نهار طويل إلا أن أصناف البصل قد قسمت إلى مجموعتين رئيستين هما مجموعة أصناف النهار الطويل ومجموعة الأصناف التي تسمى مجازا أصناف النهار القصير .

تزرع أصناف النهار الطويل في المناطق شمال خط العرض ٣٥ درجة شمالا كمحصول صيفي حيث تحتاج إلى فترة ضوئية أطول من ١٤ ساعة لتكوين الأبصال (طول النهار في هذه المناطق أثناء فصل الصيف لا يقل عن ١٤ ساعة) .

أما مجموعة النهار القصير فتزرع في المناطق تحت الإستوائية خلال فترة الشتاء حيث تحتاج إلى فترة ضوئية تتراوح مابين ١٠ إلى ١٢ ساعة لتكوين الأبصال . ومن الجدير بالذكر أن هذه الأصناف إذا عُرِّضت إلى فترة إضاءة أقل من ١٠ ساعات فإنها لا تكوِّن أبصالا . ومن هنا كانت تسميتها مجازا بأصناف النهار القصير .

ومن الحقائق العلمية المعروفة أنه لا يمكن زراعة أصناف النهار الطويل في مناطق أصناف النهار القصير والعكس ، أي لا يمكن زراعة أصناف النهار القصير في المناطق التي يزرع بها أصناف النهار الطويل . ففي الحالة الأولى أي إذا زرعت أصناف النهار الطويل في مناطق زراعة أصناف النهار القصير فإنه من البديهي أن الفترة الضوئية تكون غير كافية لإنتاج الأبصال وبالتالي تستمر النباتات في إعطاء أوراق خضراء دون تكوين أبصال . وفي الحالة الثانية فإنه عند زراعة البذور في فصل الربيع وتكوين البادرات ثم دخول فصل الصيف وزيادة طول النهار بدرجة تشجع تكوين الأبصال قبل أن يكون النبات قد وصل إلى الحجم المناسب من النمو الخضري فإن النباتات تبدأ في تكوين الأبصال وهي ما زالت صغيرة الحجم ويقف نموها الخضري وبالتالي تعطي أبصالا صغيرة عديمة القيمة الإقتصادية .

ولذا فإنه من الضروري جدا عند استيراد تقاوي صنف جديد من البصل في منطقة لم يسبق زراعتها بهذا الصنف التأكد من أن هذا الصنف يناسب الفترة الضوئية أثناء موسم زراعة البصل لهذه المنطقة ، وإلا فإنه لن يتوقع أي محصول أبصال من هذا الصنف الجديد .

وهكذا يتضح أن طول الفترة الضوئية أو النسبة بين طول النهار والليل الذي يختلف من بلد لآخر وعلى مدار السنة تبعا لبعد البلد عن خط الإستواء يتحكم كثيرا في الإنتاج الزراعي من حيث الصنف وميعاد الزراعة مما قد يؤثر تأثيرا كبيرا على كمية المحصول ونوعيته وموعد إنتاجه .

تأثير الحرارة على النباتات

يصاحب حركة الأرض حول الشمس حدوث الفصول الأربعة على مدار العام واختلاف الظروف المناخية للمناطق المختلفة للكرة الأرضية . فمثلا نجد أن المناخ في المنطقة الإستوائية مختلف تماما عن المنطقة المدارية وهذا بالتالي يختلف عن المنطقة القطبية . ويؤثر هذا الإختلاف تأثيرا كبيرا على التوزيع الجغرافي للنباتات حيث تتميز كل منطقة بمجموعتها النباتية التي تتأقلم مع الظروف البيئية السائدة في المنطقة .

ولا شك أن درجة الحرارة لها تأثير أساس في التوزيع الجغرافي للنباتات حيث أنها تؤثر على نمو النبات في كل مرحلة من مراحل نموه المختلفة بدءاً من البذرة حتى الإثمار ، وتختلف الإحتياجات الحرارية لكل مرحلة عن الأخرى ، فالحرارة تؤثر في تحديد الموعد المناسب لزراعة كل نبات في كل منطقة والتي يجب مراعاتها للحصول على أفضل نمو وأعلى محصول .

وعموما يمكن تقسيم النباتات الحولية (التي يتكرر زراعتها كل عام) إلى قسمين رئيسين هما نباتات الموسم البارد (Cool season crops) ونباتات الموسم الدافيء (Warm season crops) . فالمجموعة الأولى تضرها الحرارة المرتفعة ولكنها تتحمل جزئيا الصقيع (الحرارة الأقل من صفر مئوي)، أما المجموعة الثانية فإنها تتحمل الحرارة المرتفعة ولكن يضرها الصقيع ، ويطلق تجاوزا على المجموعة الأولى المحاصيل الشتوية وهي التي تقضي معظم موسم نموها أثناء فصل الشتاء ، والمجموعة الثانية المحاصيل الصيفية وهي التي تقضي معظم موسم نموها أثناء فصل الصيف .

وهناك ظاهرة فسيولوجية تجدر الإشارة إليها هي ضرورة تعرض بعض النباتات إلى البرودة لتكوين الأزهار، فمثلا بعض الأصناف ذات الحولين (تنمو خضريا في موسم وتزهر وتنمو في الموسم التالي) مثل الجزر الأصفر والكرنب الأفرنجي لا تزهر إلا إذا تعرضت إلى فترة طويلة (شهر أو شهرين أو أكثر) من البرودة قرب الصفر المئوي ، وإذا لم تتعرض إلى هذه البرودة فإن النباتات تبقى خضرية أي لا تزهر ، وتعد هذه وسيلة تتخذها هذه النباتات للمحافظة على البقاء عندما تنمو طبعياً في الحالة البرية ، حيث أنها إذا أزهرت قبل الشتاء فإن الثمار والبذور المتكونة تتعرض لبرودة الشتاء التي تصل الحرارة فيها إلى درجة التجمد وتؤدي إلى هلاك النبات ، أما إذا كان النبات في الحالة الخضرية فإن أجزاء النبات الموجودة أعلى سطح التربة مثل الأوراق تموت بينما تبقى الجذور وأجزاء النبات الأخرى الموجودة تحت سطح الأرض حية وكامنة ، وعند انتهاء الشتاء وحلول الربيع يتجدد نمو النبات ويدخل في مرحلة الإزهار والإثمار .

ويحدث الشيء نفسه بالنسبة للأشجار متساقطة الأوراق بما في ذلك أشجار الزينة أو أشجار الفاكهة مثل التفاح والكمثرى والبرقوق والخوخ ، فإن البراعم الزهرية لهذه الأشجار تخرج دائما في فصل الربيع أي بعد مرور فصل الشتاء وتعرضها إلى فترة كافية من البرودة .

وجدير بالذكر أن الأصناف الممتازة من التفاح والكمثرى والخوخ والبرقوق تحتاج إلى كمية برودة أكثر من الأصناف الأقل جودة ، ولذا توجد الأصناف الممتازة دائما في المناطق الباردة ولا تنجح في المناطق الدافئة ، كذلك تحتاج بذور بعض النباتات مثل الشوفان البري إلى التعرض للبرودة لإنباتها ، ولا يمكن لهذه البذورالإنبات بدون التعرض لهذه البرودة حتى لو توفرت لها جميع الظروف المناسبة للإنبات ويعرف ذلك بطور السكون في البذرة ، وقد اكتسبت هذه النباتات هذه الظاهرة كوسيلة للبقاء حيث إنه إذا نبتت بذورها قبل حلول الشتاء فإن البادرات المتكونة ستتعرض إلى برودة الشتاء وتهلك بفعل الصقيع ، أما إذا تأخر إنباتها إلى ما بعد فصل الشتاء فإنها تنبت في فصل الربيع حيث ظروف النمو مناسبة لذلك، ولذا فلعل الله سبحانه وتعالى أودع هذه الخاصية في هذه النباتات للمحافظة على بقائها وتأقلمها مع الظروف المناخية للفصول الأربعة في المناطق المختلفة من العالم .