الفصل الخامس والعشرون

فسيولوجيا الإزهار

يمكن تقسيم أنواع الخضر حسب احتياجاتها البيئية للإزهار إلى أربع مجاميع كالتالى :

١ – خضروات تزهر عندما تصل إلى مرحلة معينة من النمو ، أو عندما تبلغ عمرًا فسيولوجيًا معينًا دون احتياجات بيئية خاصة من الحرارة والفترة الضوئية ، مثال ذلك : معظم أصناف الطماطم ، والبامية ، والبسلة ، والقرعيات . وهذه الخضراوات لا تتأثر نوعيًا فى إزهارها بالعوامل البيئية ، وإن كانت تتأثر كميًا . وبمعنى آخر .. فإن إزهارها من عدمه لا يتوقف على التعرض لدرجات حرارة خاصة أو لفترة ضوئية معينة ، ولكنه يتأثر كميًا بهذه العوامل ؛ فيكون الإزهار مبكرًا أو متأخرًا ، وقليلًا أو غزيرًا ، كما تتأثر أيضًا نسبة الأزهار المذكرة إلى المؤنثة أو الخنثى فى القرعيات .

٢ – خضروات تزهر عند تعرضها لدرجات حرارة مرتفعة ، كما فى الخس ، والفجل البلدى (الحولى) وغيرهما من أصناف الخضر الشائعة الزراعة فى المناطق ذات الشتاء المعتدل .

٣ – خضروات تتهيأ للإزهار عندما تتعرض لدرجات حرارة منخفضة لفترة معينة ، ويسمى ذلك بالارتباع Vernalization .

٤ – خضروات تتهيأ للإزهار عندما تتعرض لفترة ضوئية معينة لعدد معين من المرات ، ويسمى ذلك بالتأقت الضوئى Photoperiodism .

وسنتناول بالشرح فى هذا الفصل أساسيات عمليتى الارتباع والتأقت الضوئى وتطبيقاتهما العملية فى مجال إزهار الخضر .

٢٥ – ١ : الارتباع

الارتباع Vernalization هو تهيئة النباتات للإزهار بتعريضها للحرارة المنخفضة لفترة من الزمن ، وتسمى تلك الفترة بالفترة الضوئية المهيئة للإزهار Thermo- inductive period.ويقتصر دور الارتباع على تهيئة النباتات للإزهار فقط ، لكنها لا تتجه نحو الإزهار إلّا بعد تعرضها للجو الدافىء بعد ذلك ، بينما نجد فى النباتات التى تستجيب للتأقت الضوئى أن التعرض لفترة ضوئية مناسبة يهيىء النبات للإزهار ، ويدفعه للإزهار فى آن واحد .

ويجب أن تكون درجة الحرارة أثناء فترة الارتباع حوالى ٥°م ، وأن يستمر التعرض لها لمدة ١ – ٢ شهر حسب المحصول والصنف . كما يجب أن تكون النباتات قد تعدت مرحلة الحداثة Juvenality حتى يمكنها الاستجابة لمعاملة الحرارة المنخضفة .

وتعتبر الأنسجة الميرستيمية فى القمة النامية هى موضع استجابة النباتات للحرارة المنخفضة ، حيث يتكون بها العامل المحفز للإزهار Flowering Stimulus . وقد وجد أن هذا العامل لا ينتقل عبر منطقة التحام الأصل بالطعم فى التطعيم ولا يتحرك فى النبات ، إلّا أن جميع النموات التى تتكون من القمة النامية التى تم ارتباعها تكون أيضًا فى حالة ارتباع .

٢٥ – ١ – ١ : تقسيم النباتات حسب حاجتها من الارتباع لكى تتهيأ للإزهار

تقسم النباتات حسب حاجتها من الارتباع لكى تتهيأ للإزهار إلى مجموعتين :

١ – نباتات لا تزهر إلّا بعد أن تتهيأ للإزهار بفعل التعرض للحرارة المنخفضة ، مثال ذلك : الكرفس ، والكرنب ، والبنجر ، والجزر ، والشيكوريا ، والسلق ، وكرنب بروكسل ، والكولارد ، والكيل ، وكرنب أبو ركبة ، والروتاباجا ، والفينوكيا ، والبقدونس ، والكرات أبو شوشة ، والبصل ، والسلسفيل . وتعرف نباتات هذه المجموعة بأن استجابتها للارتباع نوعية .

٢ – نباتات يكون إزهارها أسرع بعد أن تتهيأ للإزهار بفعل التعرض للحرارة المنخفضة ، مثال ذلك : الخس ، والفجل ، واللفت ، والبسلة ، والسبانخ . وتعرف نباتات هذه المجموعة بأن استجابتها للارتباع كمية . فنباتات هذه المجموعة تزهر إذا تعرضت لظروف أخرى مناسبة لإزهارها ، دون أن تتعرض مطلقًا لدرجات الحرارة المنخفضة ، لكن تعرضها للحرارة المنخفضة يسرع من إزهارها .

٢٥ – ١ – ٢ : العوامل المؤثرة على الارتباع

تتأثر استجابة النباتات للارتباع بعدد من العوامل أهمها : الحداثة ، ودرجة حرارة معاملة الارتباع ، والمحصول ، والصنف .

الحـــداثة

تعرف الحداثة Juvenility بأنها تلك المرحلة من النمو التى لا تستجيب النباتات خلالها لمعاملة الارتباع ، وتستمر فى نموها الخضرى الطبيعى برغم تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة . وتختلف مرحلة النمو التى تستجيب فيها النباتات لدرجة الحرارة المنخفضة اختلافًا كبيرًا فى الأنواع النباتية المختلفة كالتالى :

١ – فى بعض النباتات تستجيب البويضة المخصبة للحرارة المنخضة .

٢ – فى القمح يستجيب جنين البذرة للحرارة المنخفضة .

٣ – فى بعض النباتات تستجيب البذرة المشربة بالماء للحرارة المنخفضة ، بشرط ألا تكون فى حالة سكون . وقد تكون هذه الاستجابة نوعية ، كما فى البنجر ، والشيكوريا ، والجزر ، وقد تكون كمية ، كما فى الخس ، والبسلة ، والسبانخ .

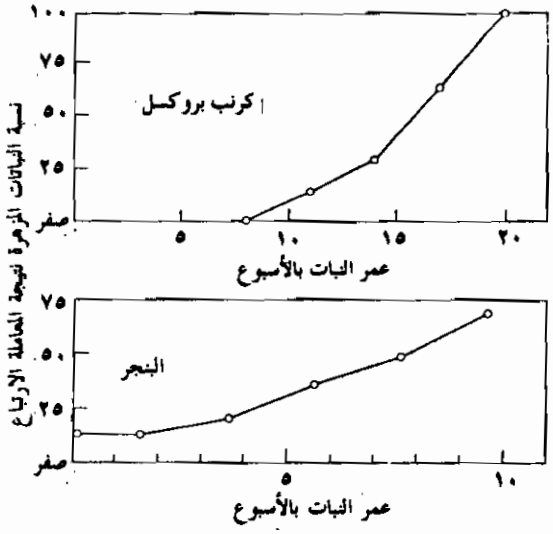
٤ – فى بعض النباتات تحدث الاستجابة فى أية مرحلة من مراحل النمو ، كما فى البنجر .

٥ – فى نباتات أخرى لا تحدث الاستجابة إلّا بعد وصول النباتات إلى مرحلة معينة من النمو مثل طور البادرة ، كما فى الكرفس ، والنباتات الأكبر ، كما فى الكرنب ، والنباتات التى بلغ عمرها ١١ أسبوعًا ، كما فى كرنب بروكسل (Leopold & Kriedmann ١٩٧٥ ، Vince-Prue ١٩٧٥) .

هذا .. وقد تكون الحداثة نوعية أو كمية كالتالى :

الحداثة النوعية هى الحالات التى لا تحدث فيها أية استجابة للحرارة المنخفضة أثناءها ففى كرنب بروكسل مثلًا توجد فترة حداثة نوعية تستمر لمدة ١١ أسبوعًا لا تستجيب خلالها النباتات لمعاملة الارتباع .

والحداثة الكمية هى الحالة التى تزيد فيها الاستجابة للحرارة المنخفضة مع تقدم النباتات فى العمر . ففى كرنب بروكسل أيضًا توجد فترة حداثة كمية تمتد من عمر ١١ أسبوعًا حتى عمر ٢٠ أسبوعًا تزيد خلالها الاستجابة للحرارة المنخفضة تدريجيًّا مع تقدم النباتات فى العمر حتى تصبح الاستجابة ١٠٠٪ عندما تصل النباتات لعمر ٢٠ أسبوعًا (شكل ٢٥ – ١) . كذلك تزيد استجابة نباتات الكرنب والجزر لمعاملة الارتباع مع تقدمها فى العمر . وفى البنجر لا توجد فترة حداثة نوعية ، لكن النباتات تستجيب للحرارة المنخفضة بدرجة متزايدة من وقت زراعة البذرة حتى عمر ١٠ أسابيع (شكل ٢٥ – ١) .



شكل ٢٥ – ١ : دور الحداثة Juvenility فى الاستجابة لعملية الارتباع .

درجة حرارة معامل الارتباع

كلما انخفضت درجة الحرارة التى تتعرض لها النباتات ، نقصت المدة اللازمة لكى تتهيأ للإزهار . فعملية الارتباع كمية ، ويوجد ارتباط بين درجة الحرارة ومدة المعاملة ، لكن الحرارة القريبة من التجمد (والتى تقل عن ٢°م) أقل تأثيرًا من الحرارة الأعلى قليلًا من ذلك (والتى تتراوح من ٢ – ٥°م) (Bleasdale ١٩٧٣) . كما أن درجة حرارة التجمد ليس لها تأثير يذكر ، لأن الماء هو الوسط الذى تجرى فيه كل التفاعلات الحيوية ، ولأن الأنسجة النباتية المتجمدة يقل نشاطها الحيوى بدرجة كبيرة – ذلك النشاط الذى لا غنى عنه لحدوث التغيرات الحيوية اللازمة لتهيئة النبات للإزهار .

المحصول والصنف المزروع

تختلف المدة اللازمة للارتباع باختلاف المحصول . فمثلًا تزيد المدة اللازمة لتهيئة الجزر للإزهار كثيرًا عما يلزم اللفت . كما تختلف مدة الارتباع اللازمة باختلاف الصنف . فالمدة اللازمة لتهيئة الكرنب برونزويك للإزهار أطول كثيرًا من تلك التى تلزم لتهيئة الكرنب البلدى . وكذلك تقل مدة التعرض للحرارة المنخفضة اللازمة لتهيئة الجزر البلدى للإزهار كثيرًا عما يلزم لتهيئة أصناف الجزر الأجنبية .

٢٥ – ١ – ٣ : إزالة أثر الارتباع

يمكن إزالة تأثير الارتباع بتعريض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة ، وتسمى هذه العملية Devernalization . ويكون تأثيرها أقوى ما يمكن عندما تتعرض النباتات لدرجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة بالتبادل أثناء فترة الارتباع . ويقل تأثير الـ devernalization بزيادة فترة تعرض النباتات للحرارة المنخفضة قبل تعريضها للحرارة المرتفعة ، أى مع قرب اكتمال عملية الارتباع . ففى الشيلم يقل تأثير الـ devernalization لمعاملة الحرارة المرتفعة (٣٥° م) بمقدار النصف مع كل زيادة مقدارها أسبوع فى فترة الارتباع . كما يستجيب الفجل ذو الحولين للـ devernalization بطريقة مماثلة للشيلم (Vince-Prue ١٩٧٥) . هذا .. ويمكن إعادة تهيئة النباتات التى أُزيل أثر الارتباع منها بتكرار عملية الارتباع .

٢٥ – ١ – ٤ : التطبيق العملى للارتباع فى مجال الخضر

تفيد دراسة احتياجات الخضر من الحرارة المنخفضة حتى تتهيأ للإزهار فى الجوانب التطبيقية التالية :

١ – اختيار الموعد المناسب للزراعة لتلافى الإزهار المبكر ، كما فى الكرنب ، والكرفس ، والبصل .

٢ – اختيار الأصناف المناسبة للخضروات المختلفة لاختلافها فى احتياجاتها من الحرارة المنخفضة لكى تتهيأ للإزهار . فالكرنب البلدى يزرع فى يوليو حتى سبتمبر ، نظرًا لأنه يتهيأ بسرعة للإزهار بفعل الحرارة المنخفضة ، فى حين أن الكرنب برونزويك يزرع فى شهر نوفمبر ، نظرًا لأن احتياجاته

من البرودة لكى يتهيأ للإزهار كبيرة جدًّا ، ولا يتوفر ذلك القدر من البرودة خلال فصل الشتاء بمصر .

٣ – توفير الظروف المناسبة لإزهار الأصناف التى لا تزهر تحت الظروف الطبيعية فى مصر لاستخدامها فى أغراض التربية .

٤ – إنتاج البذور التجارية للخضر (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

٢٥ – ٢ : التأقت الضوئى

تتجه بعض النباتات نحو الإزهار بعد أن تتعرض لفترة ضوئية معينة لعدد من الدورات . وتسمى هذه الاستجابة للفترة الضوئية باسم التأقت الضوئى Photoperiodism . ولا تقتصر استجابة النباتات للفترة الضوئية على الإزهار فقط ، بل إنها قد تستجيب بتكوين الأبصال ، كما فى البصل ، أو بتكوين الدرنات ، كما فى البطاطس ، أو بنمو المدادات ، كما فى الشليك . وقد سبقت الإشارة إلى هذه النوعيات من الاستجابة للفترة الضوئية فى الجزء (٧ – ٤ – ٣) . كذلك سبق أن قدمنا فى الجزء المشار إليه شرحًا أوليًّا عن أساسيات عملية الاستجابة للفترة الضوئية بصورة عامة .

أما فى هذا الفصل ، فسنتطرق إلى تفاصيل أكثر تعمقًا ، خاصة فيما يتعلق بإزهار محاصيل الخضر .

سبق أن قسمنا النباتات حسب استجابتها للفترة الضوئية إلى ثلاث مجموعات هى :

١ – نباتات النهار القصير ، وهى التى يلزمها التعرض لفترة إضاءة قصيرة حتى تزهر .

٢ – نباتات النهار الطويل ، وهى التى يلزمها التعرض لفترة إضاءة طويلة حتى تزهر .

٣ – النباتات المحايدة ، وهى التى لا يشترط لإزهارها أن تتعرض لفترة ضوئية بطول معين .

وتسمى الفترة الضوئية التى تتحدد عندها استجابة النباتات للفترة الضوئية باسم فترة الإضاءة الحرجة Critical photoperiod . وفى نباتات النهار القصير تكون الفترة الحرجة هى أطول فترة إضاءة يمكن أن يحدث معها إزهار ، وتتراوح عادة من ١١ – ١٤ ساعة . أما فى نباتات النهار الطويل ، فإن الفترة الحرجة تكون هى أقصر فترة إضاءة يمكن أن يحدث معها إزهار ، وتتراوح عادة من ١٢ – ١٤ ساعة .

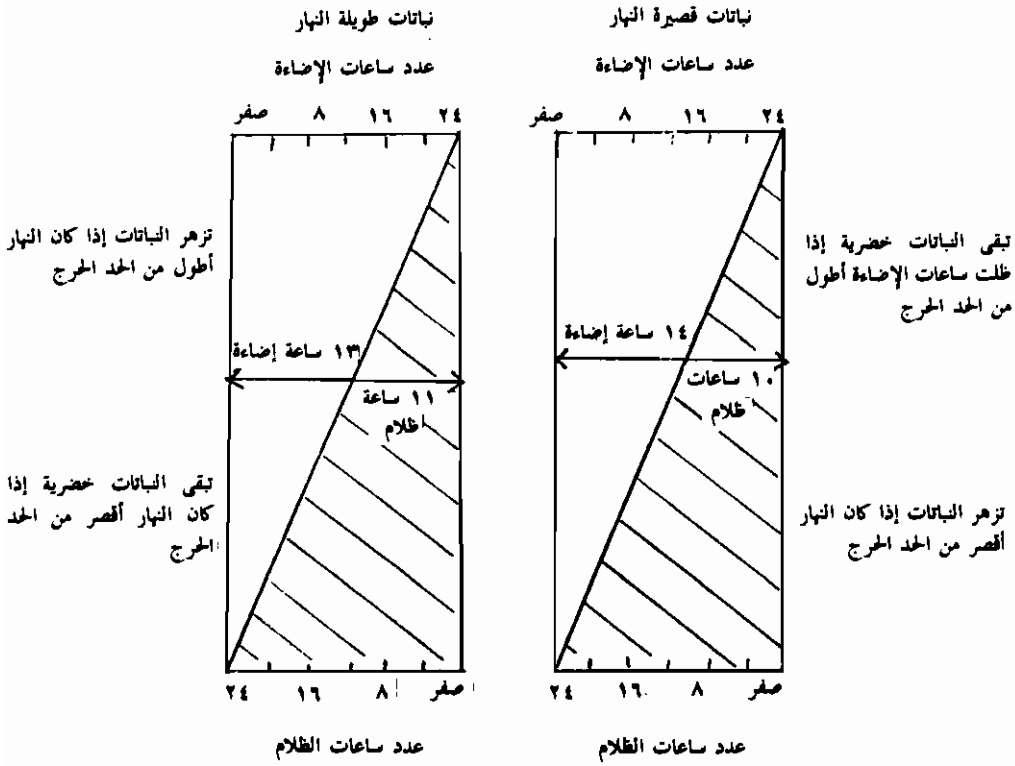
وإلى جانب التقسيم السابق للنباتات ، فإن الاستجابة للفترة الضوئية قد تكون :

١ – نوعية Qualitative : فلا يزهر النبات إلّا بعد أن يتعرض لعدد كافٍ من الدورات الضوئية المهيئة للإزهار photo-inductive Cycles ، مثال ذلك : السبانخ ، وهى من نباتات النهار الطويل ، ونوع الشليك **Fragaria chiolensis** ، وهو من نباتات النهار القصير .

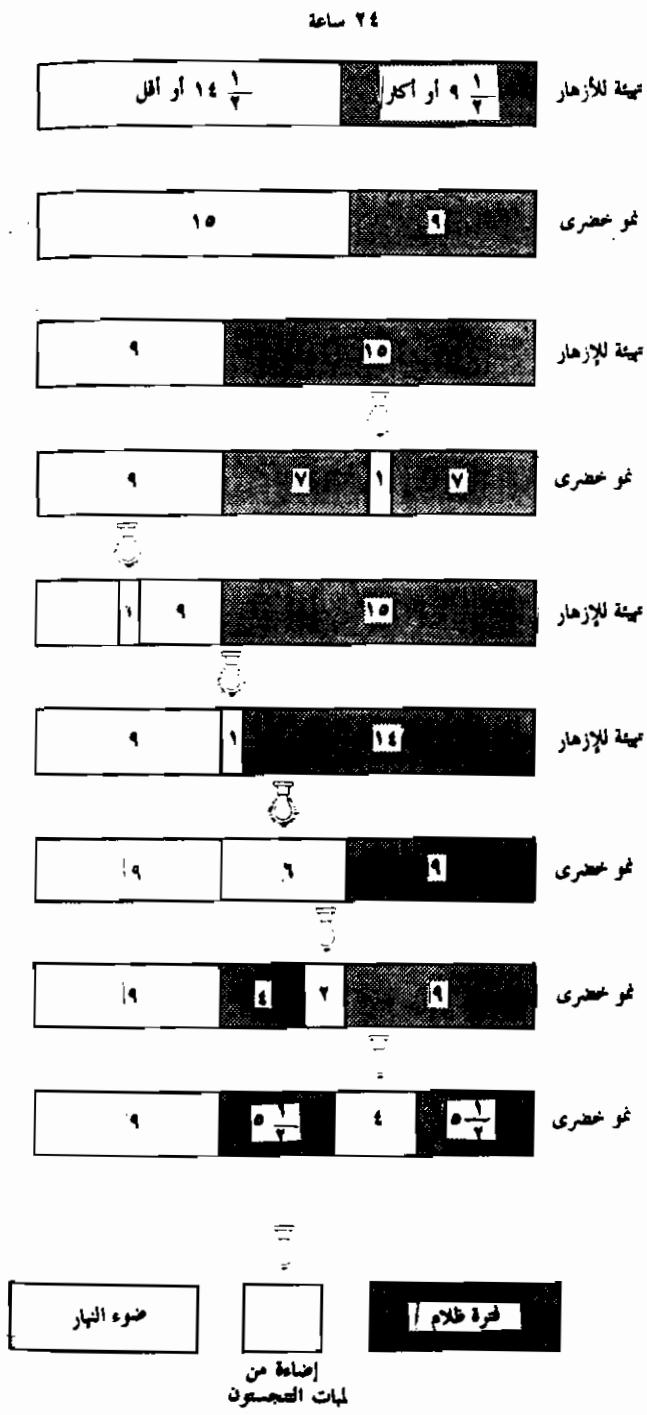
٢ – كمية Quantitative : وهنا لا يتحدد إزهار النبات بتعريضه لفترة ضوئية معينة ، ولكن إزهاره يكون أسرع عندما يتعرض لعدد كافٍ من الدورات الضوئية المهيئة للإزهار . مثال ذلك : القطن ، وهو من نباتات النهار القصير ، والبسلة ، وهى من نباتات النهار الطويل (Bleasdale ١٩٧٣) .

٢٥ – ٢ – ١ : الأهمية النسبية لفترتى الضوء والظلام

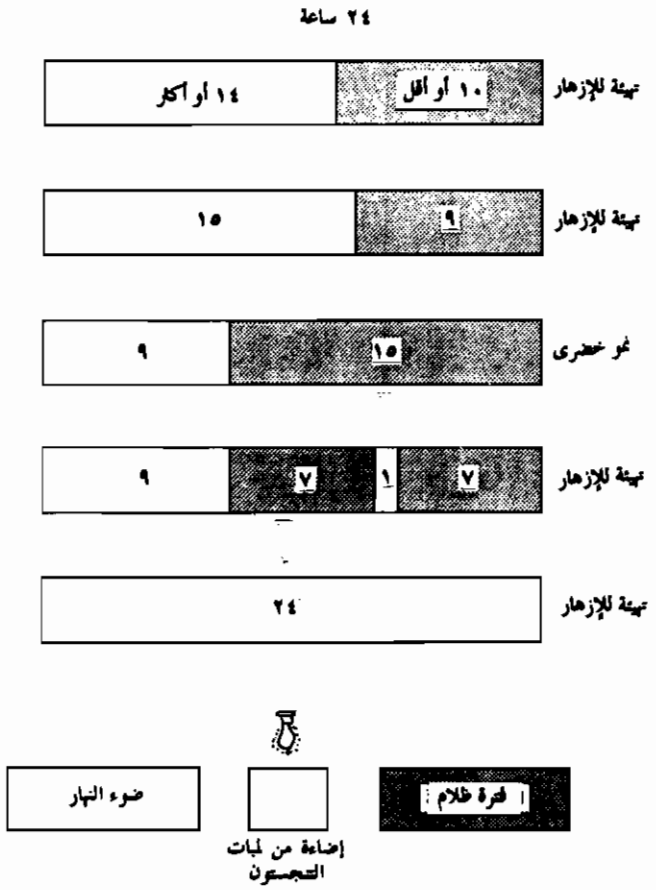
يتحدد إزهار النباتات من عدمه بطول فترة الظلام ، وليس بطول فترة الضوء . فنباتات النهار القصير لا تزهر إلّا إذا زاد طول الليل عن حد معين ، ونباتات النهار الطويل لا تزهر إلّا إذ قصر طول الليل عن حد معين (شكل ٢٥ – ٢) . وتزهر بعض نباتات النهار الطويل حتى إذا تعرضت للإضاءة باستمرار (Steward ١٩٦٦) . كما لا تزهر نباتات النهار القصير إذا جُزِّئت فترة الظلام الطويلة إلى فترات قصيرة بتعريض النباتات لومضات من الضوء على فترات أثناء الليل . ويتحقق ذلك بضوء شدته ١٠ – ١٠٠ قدم – شمعة (شكل ٢٥ – ٣) . وبعكس ذلك .. فإن نباتات النهار الطويل تتهيأ للإزهار إذا جُزِّئت فترة الظلام الطويلة التى تتعرض لها بفترات قصيرة من الضوء ، ويكفى لذلك ضوء شدته ١٠٠ قدم ــ شمعة (شكل ٢٥ – ٤) .



شكل ٢٥ – ٢ : تأثير فترتى الضوء والظلام على إزهار نباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل .



شكل ٢٥ – ٣ : أهمية فترة الظلام فى إزهار نباتات الأقحوان ، وهو نبات قصير النهار تلزمه فترة ظلام لا تقل عن تسع ساعات ونصف فى درجة حرارة ١٥°م (عن Mastalerz ١٩٧٧) .



شكل ٢٥ – ٤ : أهمية فترة الظلام فى تكوين درنات نبات البيجونيا Begonia ، وهو نبات نهار طويل تلزمه فترة ظلام لا تزيد عن ١٠ ساعات فى درجة حرارة ١٥°م (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

نرى مما تقدم أن تقسيم النباتات إلى طويلة وقصيرة النهار لا يعتمد على العدد المطلق من الساعات الضوئية اللازمة للإزهار ، ولكنه يبنى على كيفية استجابة النبات إذا نقصت أو زادت فترة التعرض للظلام عن حد معين . وبناء على ذلك .. فإن نباتات النهار القصير والطويل قد تزهران معًا فى وقت واحد إذا كانت فترة التعرض للظلام فى حدود الفترة الحرجة لكلتيهما . ليس هذا فقط ، بل إن نباتات النهار القصير قد تزهر فى نهار أطول من نباتات النهار الطويل . فالتقسيم السابق لا يعنى أن كل النباتات القصيرة النهار تزهر فى فترات ضوئية أقصر من الفترات الضوئية التى تزهر فيها النباتات الطويلة النهار .

وكمثال على ذلك .. فإن الزانثيم **Xanthium** يُعد من النباتات القصيرة النهار ، وتبلغ فترة الإضاءة الحرجة له $15\frac{1}{2}$ ساعة ، حيث لا يزهر إذا زادت مدة الإضاءة عن ذلك . وبالمقارنة .. فإن الهايوسكيمس **Hyoscyamus** نبات طويل النهار ، وفترة الإضاءة الحرجة له ١١ ساعة ، ولا يزهر إذا قصرت مدة الإضاءة عن ذلك . ويعنى هذا أنهما يمكن أن يزهرا معًا فى فترة إضاءة ١٣ ساعة مثلًا .

٢٥ - ٢ - ٢ : الدورات الضوئية المهيئة للإزهار

تختلف النباتات التى تستجيب للتأقت الضوئى اختلافًا كبيرًا فى عدد دورات الضوء والظلام اللازمة لتهيئتها للإزهار Photo-Inductive Cycles ، فمثلًا :

١ - فى النوع **Xanthium pennsylvanicum** - وهو قصير النهار - تكفى دورة واحدة لتهيئة النباتات للإزهار .

٢ - وفى النوع **Salvia occidentalis** - وهو أيضًا قصير النهار - تلزم ١٧ دورة حتى تتهيأ النباتات للإزهار .

٣ - وفى النوع **Plantago lanceolata** - وهو طويل النهار - تلزم ٢٥ دورة لكى يحدث إزهار كامل .

ونجدر الإشارة إلى أنه متى حصل النبات على العدد الكافى من دورات الضوء والظلام المهيئة للإزهار ، فإنه يزهر حتى ولو تعرض بعد ذلك لدورات غير مهيئة للإزهار . كما أن التهيئة للإزهار قد تكون جزئية ، بمعنى أن النباتات قد لا تزهر ، لكن تتكون بها مبادىء أزهار فقط إذا لم يكن عدد الدورات التى تعرضت لها النباتات كافيًا لدفعها نحو الإزهار .

وإذا حدث وتعرضت النباتات لدورات مهيئة للإزهار بالتبادل مع دورات غير مهيئة ، فإن تأثير ذلك يختلف فى نباتات النهار القصير ، عنه فى نباتات النهار الطويل كالتالى :

١ - يؤدى ذلك فى نباتات النهار القصير إلى تثبيط أو تقليل فعل الدورات المهيئة للإزهار .

٢ - بينما يستمر تأثير الدورات المهيئة متجمعًا فى نباتات النهار الطويل ، حتى ولو تخللتها دورات غير مهيئة للإزهار .

٢٥ - ٢ - ٣ : الموجات الضوئية المؤثرة على الإزهار

يمكن بواسطة دراسة طول الموجات الضوئية المؤثرة على الإزهار أن نتعرف على الصبغات التى يمكن أن تلعب دورًا فى هذه العملية . فإذا كانت إحدى المكونات النباتية ذات مقدرة على امتصاص الأشعة الضوئية فى مدى من طول الموجات يتشابه مع المدى المؤثر على الإزهار ، فإن ذلك يكون دليلًا قويًا على أن لهذه المادة علاقة بعملية الإزهار ، وأنها هى المستقبل الضوئى photoreceptor الذى يبدأ العمليات التى تقود فى النهاية إلى الإزهار .

فمثلًا نجد أن أعلى معدل لعملية البناء الضوئى يحدث فى منطقتى الضوء الأزرق والأحمر ، وهى أطوال الموجات التى يحدث عندها أقصى امتصاص من صبغة الكلوروفيل الأساسية فى عملية البناء الضوئى .

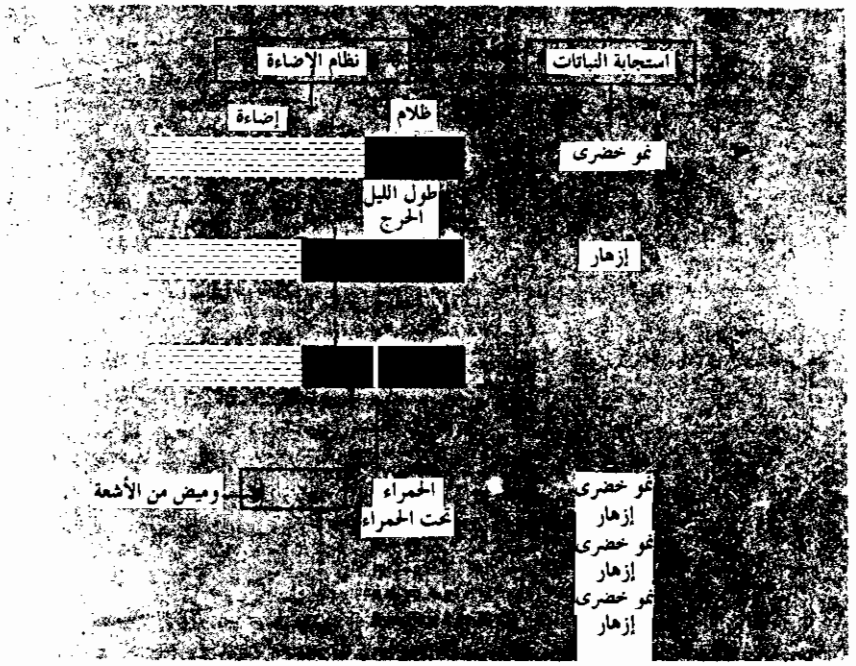
وكما سبق الذكر .. فقد أوضحت الدراسات أن قطع الليل الطويل بفترة إضاءة قصيرة أدى إلى عدم إزهار نبات الزانثيم **Xanthium** القصير النهار . وقد أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى تحديد

أكثر الموجات الضوئية تأثيرًا فى هذا الشأن ، ووجد أنها تقع بين موجتى ٦٢٠ و ٦٦٠ ملى ميكرون ، أى بين اللونين البرتقالى والأحمر . وحدث أقصى تثبيط فى طول موجة ٦٤٠ ملى ميكرون .

٢٥ – ٢ – ٤ : كيفية استجابة النباتات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار :

لا تحدث الاستجابة لعملية التأقت الضوئى إلّا عند تعرض الأوراق – خاصة الأوراق الصغيرة الكاملة النمو – للعدد اللازم من الفترات الضوئية المهيئة للإزهار . وقد اكتشفت هذه الحقيقة لأول مرة على نبات السبانخ بواسطة نط Knott .

كما اكتشف بورثويك Borthwick أن الأشعة تحت الحمراء Far Red (اختصارًا FR) قادرة على إلغاء التأثير الذى يحدثه التعرض للأشعة الحمراء Red (اختصارًا R) على النباتات القصيرة النهار . فإذا عرضت النباتات القصيرة النهار للضوء الأحمر فى منتصف الليل ، وأعقب ذلك تعريضها للأشعة تحت الحمراء ، فإن هذه النباتات تزهر . وإذا أعقب ذلك تعريض النباتات مرة أخرى للأشعة الحمراء ؛ فإنها لا تزهر ، وهكذا (شكل ٢٥ – ٥) . وبمعنى آخر .. فإن المعاملة الأخيرة هى التى تحدد ما إذا كانت النباتات ستزهر أم لا ، بغض النظر عن عدد دورات التعريض السابقة للضوء الأحمر والأشعة تحت الحمراء .



شكل ٢٥ – ٥ : تأثير التعرض للأشعة الحمراء وتحت الحمراء على إزهار نبات قصير النهار – (عن Galston ١٩٦٤) .

وقد افترض وجود صبغة أُطلق عليها اسم فيتوكروم phytochrome (اختصارًا P) تأخذ صورتين : إحداهما (Pr) وهى التى تقوم بامتصاص الأشعة الحمراء ، والأخرى (Pfr) وهى التى تقوم بامتصاص الأشعة تحت الحمراء .

ويستخلص من الدراسات العديدة التى أُجريت على هذا الموضوع ما يلى :

١ – يعتقد أن الصورة (Pfr) هى النشطة فسيولوجيًّا .

٢ – كل منهما قادرة على التحول إلى الصورة الأخرى .

٣ – تتحول الصورة (Pfr) ببطء إلى الصورة (Pr) فى الظلام .

٤ – لا يتم التحول من صورة لأخرى بشكل مباشر ، بل يتم ذلك مرورًا بعدة مراحل وسطية يتغير فيها تركيب الصبغة .

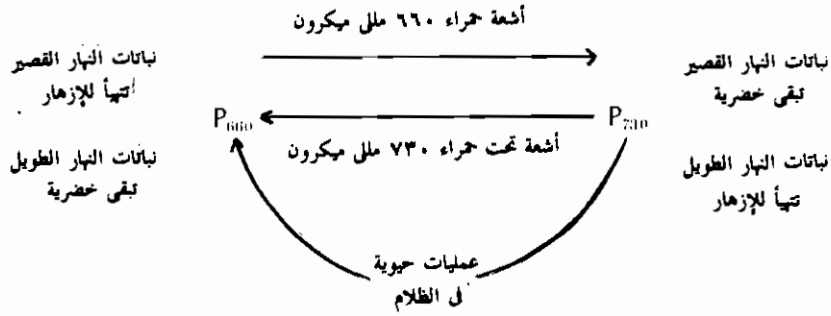
وقد لخص بورثويك التغيرات التى تحدث فى الصبغة عند التعرض للدورات المهيئة للإزهار كما يلى :

١ – عند التعرض للضوء تتراكم صورة الصبغة (Pfr) فى النبات . هذه الصورة تمنع الإزهار فى نباتات النهار القصير .

٢ – مع بداية فترة الظلام تتحول الصورة (Pfr) تدريجيًّا إلى الصورة (Pr) . هذه الصورة تحفز الإزهار فى نباتات النهار القصير ، وتمنع الإزهار فى نباتات النهار الطويل .

٣ – يؤدى تعريض النباتات أثناء الليل إلى فترة قصيرة من الضوء الأحمر إلى تحويل الصبغة إلى صورة (Pfr) ، الأمر الذى يؤدى إلى منع الإزهار فى نباتات النهار القصير .

٤ – إذا أعقب التعريض للضوء الأحمر تعريض النباتات للأشعة تحت الحمراء ، فإن الصبغة تتحول مرة أخرى إلى صورة (Pr) ، ويزول أثر التعرض للضوء الأحمر (شكل ٢٥ – ٦)



شكل ٢٥ – ٦ : تأثير التعرض للأشعة الحمراء وتحت الحمراء على صبغة الفيتوكروم بصورتيها (Pr) و (Pfr) ، وعلى أزهار النباتات القصيرة والطويلة النهار (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

٥ – ويؤدى استمرار تعرض النبات للضوء الأحمر إلى استمرار تحول الصبغة من صورة (Pr) إلى صورة (Pfr) إلى أن يصل تركيز الصورة (Pr) إلى أقل من الحد الحرج ؛ فلا يحدث توازن بين الصورتين .

وقد عزلت صبغة الفيتوكروم بالفعل من الجذور ، والسيقان ، والسويقة الجنينية العليا ، والفلقات ، وأنصال وأعناق الأوراق ، والبراعم الخضرية ، والنورات ، والثمار النامية لعدد من النباتات ، منها : الدخان ، والذرة ، والفاصوليا . كما عزلت الصبغة أيضًا من بعض النباتات الدنيئة ، كالطحالب .

٢٥ – ٢ – ٥ : طبيعة المادة التى تتكون استجابة للفترة الضوئية المهيئة للإزهار

يتكون عند تعريض النبات لفترة الإضاءة المناسبة لإزهاره مادة فعالة لها صفات الهرمون أُطلق عليها اسم فلوريجين Florigen . وتنتقل هذه المادة من الأوراق إلى المناطق الميرستيمية ، حيث تحدث تأثيرها فى تحويل النموات الخضرية إلى نموات زهرية . وقد يتحكم الهرمون المتكون فى الورقة الواحدة فى إزهار النبات كله ، حتى ولو تعرضت بقية أجزاء النبات لفترة ضوئية غير ملائمة لتكوين الهرمون . ويتحرك الهرمون المتكون داخل النبات عن طريق اللحاء ، كما ينتقل خلال منطقة التحام الأصل مع الطعم ، لكن لم يكن فى الإمكان استخلاصه أو معاملة النبات به .

ويبدو أن المواد اللازمة لتهيئة نباتات النهار الطويل للإزهار مماثلة لتلك اللازمة لتهيئة نباتات النهار القصير . فقد وجد أنه إذا طعم نبات نهار طويل على نبات نهار قصير ، وعرض الطعم لفترة ضوئية مناسبة لإزهاره ، فإن الأصل يزهر أيضًا . كما وجد أنه إذا طعم نبات نهار قصير على نبات نهار طويل ، وعرض الطعم لفترة ضوئية مناسبة لإزهاره ، فإن الأصل يزهر كذلك . ويعنى ذلك أن الهرمون المتكون ليس قاصرًا على نوع نباتى معين ، وأن طبيعته واحدة فى كل من نباتات النهار الطويل ونباتات النهار القصير على حد سواء .

٢٥ – ٢ – ٦ : العوامل المؤثرة على استجابة النباتات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار

تتوقف استجابة النباتات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار على عدد من العوامل ، من أهمها ما يلى :

١ – عمر النبات :

لا تستجيب النباتات للضوء عند إزهارها إلّا إذا بلغت مرحلة معينة من النمو الخضرى . كما أن بعض النباتات ، كالشليم ، تقل حساسيتها للفترة الضوئية مع تقدمها فى العمر ، فى حين أن البعض الآخر تظل حساسيتها ثابتة طوال فترة حياتها .

٢ – شدة الإضاءة :

لكى يستجيب النبات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار ، فإنه يجب أن يسبق ذلك تعريضه لإضاءة شديدة ، ولو لمدة قصيرة ، أو لإضاءة ضعيفة لمدة طويلة ، لأن لشدة الإضاءة دورًا غير مباشر فى عملية تهيئة النباتات للإزهار ، فهى تؤثر على كمية السكريات المجهزة ، وهى المواد اللازمة لنمو وتميز المناطق الميرستيمية التى تتكون فيها مبادىء الأزهار . كما قد تلعب شدة الإضاءة دورًا مباشرًا فى تمثيل

الهرمون اللازم للإزهار . وأقل إضاءة يمكن أن تحدث معها استجابة للفترة الضوئية المهيئة للإزهار هى ١٠٠ قدم – شمعة (Devlin ١٩٧٥ ، Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

٣ – درجة الحرارة .

هذا .. وقد سبقت مناقشة التطبيقات العملية للاستجابة للفترة الضوئية فى الجزء (٧ – ٤ – ٣) . وللمزيد من القراءة المتعمقة فى موضوع التأقت الضوئى يراجع كل من Vince-Prue (١٩٧٥) و Salisbury (١٩٨٢) فيما يتعلق بالأسس العامة ، و Piringer (١٩٦٢) فيما يتعلق بمحاصيل الخضر .

٢٥ - ٣ : المراجـــع

استينو ، كمال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبد المقصود محمد ، و وريد عبد البر وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحة .

Bleasdale, J.K.A. 1973. Plant physiology in relation to horticulture. The MacMillan Pr., Ltd., London. 144p.

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D.Van Nostrand Co., N.Y. 600p.

Galston, A.W. 1964. The life of the green plant. Prentice-Hall. Englewood Cliffs,N.J. 118p.

Leopold, A.C. and P.E. Kriedmann. 1975. (2nd ed.) Plant growth and development. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 545p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629p.

Piringer, A.A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants. In Campbell Soup, Company Plant Science Symposium pp. 173-185. Camden, N.J.

Salisbury, F.B. 1982. Photoperiodism. Hort. Rev. 4: 66-105.

Steward, F.C. 1966. About plants: topics in plant biology. Addison-Wesley, Reading, Mass 174p.

vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Co., London. 444p.