الباب الحادى والعشرون
الحـركة فـى النبـات
Plant Movement

بالرغم من أن النباتات الزهرية وعاريات البذور والسرخسيات أى النباتات الوعائية vascular plants غير قادرة على الحركة كما فى الحيوانات إلا أنها أثناء النمو تظهر أنواع وحالات مختلفة من الحركة تكون أغلبها عبارة عن تغيير إتجاه عضو النبات أو إتجاه أجزاء من النبات ويمكن تصنيف الحركة فى النبات إلى ثلاث مجاميع كبيرة وهى :

١- حركة نتيجة النمو Growth movements .

٢- حركة نتيجة إمتلاء أو إنتفاخ الخلايا Turgor movements.

٣- الحركة الهيجروسكوبية Hygroscopic movements .

يمكن تصنيف الحركة فى النبات على أساس آخر وهى:

١- الحركة التأثيرية Paratonic movement.

٢- الحركة التلقائية Autonomic movement .

يسمى العامل أو العامل البيئى الذى يؤثر على حركة النبات بالمؤثر stimulus وتسمى إستجابة النبات لهذا العامل بالإستجابة وتكون الأستجابة عبارة عن حركة movement.

أولا : الحركة التأثيرية Paratonic movements

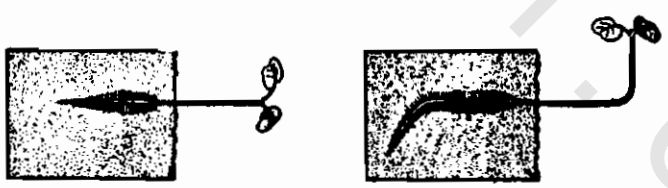
تحدث الحركة التأثيرية نتيجة لمؤثر معين واضح فإن كان إستجابة النبات لهذا المؤثر النمو فى إتجاه المؤثر أو البعد عنه تسمى إنتحاء tropism وإذا كانت الحركة ملحوظة، ولكنها مستقلة تماما فى حركتها فى الإتجاة نحو المؤثر أى لا تتجه نحو أو ضد إتجاه المؤثر تسمى حركة لا إنتحائية nastic .

١- الحركة الأنتحائيـة Tropic Movement :

وفيها يتحرك أحد أعضاء النبات بالنمو البطئ أو السريع نحو المؤثر الخارجى أو بعيدا عنه، فإذا كان إتجاه النمو نحو المؤثر الخارجى سميت الحركة إنتحاء موجب وإذا كان بعيدا عنه سميت أنتحاء سالب. ومن أمثلة الأنتحاء ما يلى (جميع أنواع الأنتحاء حركات نمو) :

أ - الأنتحاء الأرضى Geotropism : ففى الظروف الطبيعية تنمو الجذور الإبتدائية فى اتجاه تأثير الجاذبية الأرضية، وتنمو السيقان الأساسية فى اتجاه عكسى لذلك. فإذا حرك النبات عن وضعه الطبيعى، ووضع أفقياً مثلاً، تحركت قمة الساق إلى أعلى، وتحركت قمة الجذر إلى أسفل، ليأخذ كل عضو اتجاهه الطبيعى الأصلى، وتسمى حركة الساق انتحاء أرضياً سالباً، وحركة الجذر انتحاء أرضياً موجب (شكل١٩٣).

تتجه الجذور ناحية الجاذبية الأرضية حيث يكون الجذر الأبتدائى أو الأصلى مواز لأتجاه الجاذبية الأرضية ويسمى هذا النوع positively orthogeotropic وقد تكون الجذور زاوية مع إتجاه الجاذبية الأرضية ويسمى هذا النوع plagiogeofropic كما فى الجذور الثانوية وقد يكون



(شكل ١٩٣) : الأنتحاء الأرضى
بادرة نبات الخردل توضع أفقياً (شمال) ثم نبات الخردل بعد يوم من وضعه أفقياً (يمين) ويلاحظ الأنتحاء الأرضى السالب للسويقة والأنتحاء الأرضى الموجب للجذير.

النمو عمودى على إتجاه الجاذبية الأرضية ويسمى هذا النوع diageotropic كما فى الريزومات أى الساق الريزومية.

ب – الإنتحاء الضوئى Phototropism : ينمو الساق فى اتجاه مصدر الضوء عادة بينما، لا يتأثر نمو الجذر باتجاه الضوء فى معظم الحالات. فإذا سلط الضوء على نبات من جانب واحد، شوهدت قمة الساق تتجه نحو مصدر الضوء، وتسمى هذه الحركة إنتحاء ضوئياً موجباً.

يعتبر نبات عباد الشمس أحد الأمثلة لذلك حيث أن النورة تتجه دائماً إلى مصدر الضوء أى إنتحاء ضوئى موجب positive phototropism. كثير من النباتات العشبية ذات أنتحاء ضوئى سالب فى وجود إضاءة قوية أى شمس ساطعة وضوء قوى وفى الظل تصبح هذه النباتات ذات إنتحاء ضوئى موجب وفى بعض النباتات فإن أعناق الأوراق تتجه ناحية مصدر الضوء ولذلك يصبح نصل الأوراق مواجه لمصدر الضوء وتكون الأوراق ما يسمى بالنظام أو الشكل الموازيكىmosaic pattern كما فى نبات حبل المساكين ivy.

جـ – الإنتحاء الكيماوى Chemotropism : يحدث فى بعض الحالات إنتحاء كيماوى للجذور . حيث لوحظ إنتحاء كيماوى موجب لجذور نبات *Lupinus albus* عند وجودها بالقرب من أملاح معينة مثل sodium monohydrogen phosphate ويحدث إنتحاء كيماوى سالب للجذور عند وجودها بالقرب من أملاح معينة مثل نترات الكالسيوم ونترات البوتاسيوم وكبريتات الماغنسيوم. وعامة فأن تأثير المركبات على أنتحاء الجذور يتوقف على درجة تركيز المركب وأيضاً مدة التعريض للمركب وذلك تبعا للمعادلة.

درجة تأثير المركب على أنتحاء الجذر = $C^n t$

حيث أن

C= درجة التركيز المركب

t= مدة التعريض للمركب

n= قيمة تتراوح بين ٢,٥ إلى ٣.

د – إنتحاء حرارى Thermotropism : يحدث ذلك فى بعض الحالات من النباتات. وجد أن حامل الزهرة أى الساق الحاملة للزهرة *Anemone stellata* و *A. nemorosa* أيضاً زهرة *Tulipa sylvestris* تنحى فى أتجاه الشمس على مدار اليوم أى تنحنى وتتبع حركة الشمس من الشرق إلى الغرب من الصباح إلى المساء. أى أن الزهرة تنحنى ناحية الشرق فى الصباح وتنحنى ناحية الغرب فى المساء، وأن ذلك يحدث تماماً وبنفس الطريقة عند تغطية الزهرة والساق بغطاء أسود.

٢- الحركة التأثيرية اللاإنتحائية Nastic Movement :

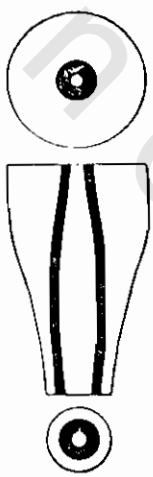
هى عبارة عن حركة تأثيرية نتيجة لمؤثر وليس لها علاقة بالأتجاه ناحية المؤثر.

Occur independently, of the direction of the environmental stimulus.

ولذلك فإنها تختلف عن الإنتحاء إختلاف جوهرى حيث أن الحركة فى الأنتحاء تكون عادة فى إتجاه أو عكس أتجاه المؤثر. قد تكون الحركة نتيجة للنمو أو نتيجة ضغط الإنتفاخ.

ومن الأمثلة الجيدة لهذه الحالة هى حالة تفتح البرعم الزهرى يحدث إنحناء القنابات ووحدات الغلاف الزهرى للخارج وذلك نتيجة لسرعة نمو السطح أو الجزء العلوى عن السطح السفلي. يمكن أن يكون هذا التفتح نتيجة للإختلاف فى درجة الحرارة أو الإضاءة أو كلاهما. حيث أنه فى كثير من حالات nastic يمكن أن يكون ذلك راجع لأكثر من عامل ومثال ذلك درجة الحرارة والضوء.

وتنتج الحركات فى بعض الأنواع النباتية من تغيرات فى امتلاء خلايا عضو الحركة pulvinus وتوجد هذه التراكيب فى أنواع كثيرة من الفصيلة البقولية. ويوجد عضو الحركة عادة عند قاعدة عنق الورقة وأيضاً عند نقطة اتصال النصل بالعنق، وهى تبدو ظاهرياً، كأجزاء قصيرة من العنق ومنتفخة إلى حد ما. وإذا وجدت أعضاء الحركة فى الأوراق المركبة فإنه يوجد منها عادة واحدة عند اتصال كل وريقة بالعنق وواحدة أخرى عند قاعدة الورقة.



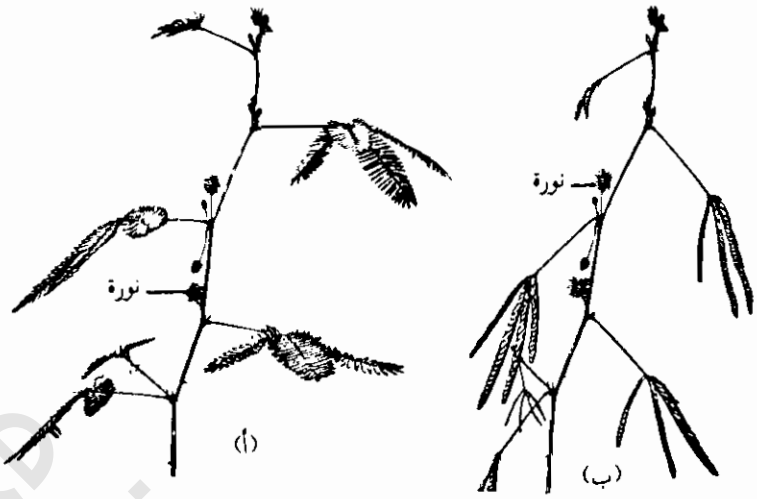
(شكل١٩٤): توزيع الأنسجة الوعائية فى عضو الحركة
قطاع عرضى فى عضو الحركة (علوى) الأنسجة الوعائية مظللة.
قطاع طولى فى منطقة إنتقال بين عضو الحركة وعنق الورقة (وسطى)
قطاع عرضى فى عنق الورقة (سفلى).

ويتركب عضو الحركة من خلايا كبيرة الحجم رقيقة الجدر متزاحمة وملاصقة لبعضها تحيط بشريط وعائى مركزى (شكل ١٩٤).

وعندما تنتفخ جميع خلايا عضو الحركة بفعل ضغط امتلائها يصبح ارتكاز الورقة قوياً. وتنتج الحركات من تغيرات مفاجئة فى امتلاء خلايا جزء من أجزاء عضو الحركة بينما يبقى امتلاء خلايا الجانب المقابل كما هو وربما زاد. وعلى ذلك فالضغوط غير المتساوية التى تنشأ على جانبى عضو الحركة تجعل عنق الورقة يتحرك فى اتجاه الجانب الذى نقص ضغط الامتلاء فى خلاياه. وعندما تستعيد الخلايا المرتخية من عضو الحركة امتلاءها يدفع عنق الورقة بطء إلى وضعه الذى كان يشغله قبل أن تحدث الحركة. وكثيراً ما يكون فقدان الامتلاء سريعاً جداً. وقد وجدت حركات امتلائية ملحوظة فى النبات الحساس استغرق حدوثها ٠,٠٧٥ من الثانية بعد «التنبيه»، ويتم التأثير فى أكثر من الثانية بقليل. وتستعيد الخلايا امتلاءها عادة فيما بين ٨ – ٢٠ دقيقة. وتختلف سرعة التأثر والعودة إلى الحالة الطبيعية اختلافاً كثيراً بشدة العامل المؤثر، وتكون الحركة الناتجة أسرع والشفاء أبطأ إذا كان العامل المحفز شديداً عما إذا كان ضعيفاً. غير أن حركة عضو الحركة فى بعض الأنواع تكون بطيئة بدرجة تجعلها غير ملحوظة ما لم يستعمل القياس فى إدراكها.

والآلية التى تسبب التغيرات المفاجئة فى امتلاء الخلايا فى جزء من أجزاء عضو الحركة غير معروفة بوضوح. ويخرج الماء من الخلايا إلى المسافات البينية المجاورة، وربما دخل بعضه خلايا أخرى من خلايا العنق أو الساق المجاورة. ويبدو أن انتقال الماء من الخلايا إلى المسافات البينية مصحوب بزيادة فى نفاذية أغشيتها السيتوبلازمية وبنقص فى محتوى هذه الخلايا من المواد ذات النشاط الأسموزى. وهذه التغيرات عكسية كلها لأن خلايا عضو الحركة غير الممتلئة يمكنها استعادة امتلائها فى فترة قصيرة من الزمن.

ويمكن إحداث حركات الامتلاء بعدة طرق مختلفة. فتنتج الحركات فى النبات الحساس من التلامس الفيزيائى ومن الجروح والتعرض لغازات مختلفة والصدمة الكهربائية والارتجاج وقلة الماء والانتقال من الضوء إلى الظلام أو العكس ومن عوامل أخرى كذلك ومثال ذلك المستحية (شكل ١٩٥).



(شكل ١٩٥): أوراق المستحية عادية (أ) وأوراق المستحية نائمة (ب).

كذلك يبدى النبات الحساس اختلافاً فى درجة تأثره بأطوال الموجات الضوئية المختلفة. وتنتج حركات الامتلاء إذا أضيئت النباتات الموضوعة فى الظلام بأمواج ضوئية مناسبة الأطوال من مناطق الضوء الأزرق وفوق البنفسجية الطويلة والحمراء الطويلة. ولا تحدث حركات نتيجة التعرض للموجات البرتقالية أو الصفراء المخضرة أو تحت الحمراء.

والعوامل البيئية المسببة للحركات يمكن أن تستقبلها الأعضاء على مسافة محسوسة من عضو الحركة التى تحدث فيها تغيرات الامتلاء التى تسبب الحركة فإذا أحرقت الوريقة الطرفية لورقة النبات الحساس بلهب فإن جميع الأوراق الموجودة على النبات كله قد تتأثر وتبدى حركات امتلائية عنيفة كما فى المستحية.

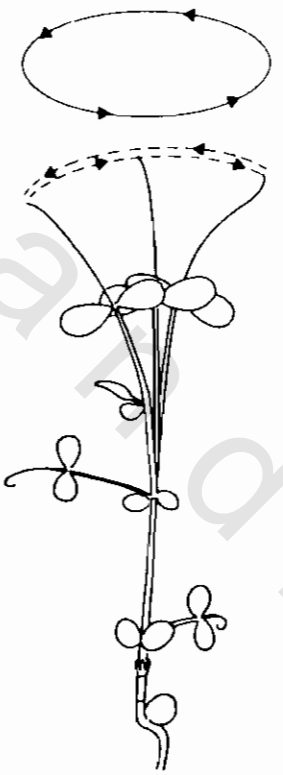
ثانياً : الحركة التلقائية Autonomic Movement

وهى الحركة التى تتم ذاتياً بالنبات دون فعل مؤثر خارجى واضح وهى حالات عديدة منها ما يأتى:

١ – **الدوران أثناء النمو** Nutation : أثناء نمو السيقان إلى أعلى يأخذ الجزء القمى منه حركة دائرية أى أن نمو الجزء الطرفى من الساق لا يكون رأسى وتسمى هذه الحالة فى السيقان circumnutation . تحدث هذه الحالة أيضاً فى الجذور والسيقان المدادة وأعناق الأزهار وفى الطحالب الخيطية وفى حوامل الأكياس الجرثومية فى الفطريات ولكنها عادة تكون بدرجة أقل. تلاحظ حدوث هذه الحالة عند بداية خروج الجذور من البذرة وتستمر مع نمو الجذير

والجذور وبدراسة هذه الظاهرة فى المحاليق إتضح أن سرعة الحركة الدائرية لقمة المحلاق هى ١,٥٧ ملليمتر لكل دقيقة وتحتاج لعمل دائرة كاملة ثلاثون دقيقة (شكل ١٩٦) وذلك فى حالة محلاق البسلة.

وجد أن إتجاه الدائرة يكون فى إتجاة عقرب الساعة أو فى عكس إتجاه عقرب الساعة تبعاً لنوع النبات حيث أن جميع نباتات النوع الواحد ذات إتجاه ثابت. وقاعدة عامة فإن جميع نباتات العائلة الواحدة يكون لها إتجاه واحد مع وجود بعض الإستثناءات.



(شكل ١٩٦) : نمو محلاق البسلة فى حركة حلزونية.

obeikandl.com

وجد أن قطر الدائرة يختلف بإختلاف النبات وعامة يكون القطر أكبر فى النباتات الملتفة twining plants عنه فى النباتات غير الملتفة وجد أن قطر الدائرة فى أحد نباتات العائلة العشارية *asclepiadaceae* حوالى ١,٦ متر وهو نبات *Ceropegia gardnerii* بينما وجد أن قطر الدائرة فى أحد نباتات الصبار هو ١,٣ ملليمتر وهو نبات *Cereus speciocissimus* . تختلف سرعة الحركة للفة الواحدة بإختلاف النبات فقد تكون ساعتين كما فى الفاصوليا وقد تكون ثلاث ساعات فى السفندر.

٢ - **حركة فصلية** Ephemeral Movement : وهي عبارة عن حركة تحدث مرة واحدة فى عمر العضو أو الجزء النباتى ولذلك سميت فصيلة، يوجد أمثلة كثيرة لذلك منها حركة المياسم أو القلم أو الأسدية لإتمام عملية التلقيح ومثال ذلك فى كثير من أزهار العائلة المركبة ومنها عباد الشمس حيث ينفرج الميسمان وينفصلان عن بعضهما للإستعداد لعملية التلقيح حيث أن السطح العلوى للميسم هو الحساس والمستقبل أساساً لحبوب اللقاح وتعتبر أيضاً هذه الحالات حركات نمو.

٣- **كبر أو صغر الزاوية** Epinasty and Hyponasty : وهى الزاوية المحصورة بين عنق الورقة والساق وعندما يكون السطح العلوى للعنق محدب تسمى epinasty وعندما يكون السطح السفلى للعنق محدب تسمى hyponasty يمكن تطبيق ذلك أيضاً على الفروع الجانبية للنبات أو محور فروع النورة أو أعناق الأزهار. حيث أن الأوراق على الساق وتبعاً لنوع النبات وعمره تكون فى الوضع hyponasty أو epinasty تعتبر أيضاً هذه أحدى حركات النمو حيث أن التقعير لأعلى أو لأسفل هو نتيجة لإختلاف سرعة نمو جزئى العنق السفلى والعلوى.

ففى حالة epinasty تكون سرعة نمو الجزء العلوى من العنق فى منطقة التحدب أسرع من الجزء السفلى والعكس صحيح فى حالة hyponasty.

ومن أمثلة ذلك أوراق نبات عباد الشمس حيث أن عنق ونصل الورقة يختلفان فى وضعيهما بالنسبة للساق أثناء مراحل النمو والبلوغ والشيخوخة حيث أن الورقة الصغيرة تكون فى حالة hyponasty بينما تكون الورقة فى حالة الشيخوخة فى حالة epinasty .