

الباب الحادى عشر

الجهاز المحرك The Motor System

يتناظر النبات مع الحيوان فى مظهر الحركة التى قد تشمل النبات جميعه ، أو بعض الأعضاء التى يتكون منها ، بالنسبة للنشاط الفسيولوجى الخاص بها ، أو بالنسبة لفائدة قد تعود الى بعض الأعضاء الأخرى . ومن المعروف أن عدداً من النباتات الدنيئة تمتاز بحركة دائمة طيلة حياتها ، أو على الأقل فى أطوار خاصة . ومثال ذلك الحركة الزاحفة الأميبية للميكسوميستيس ، والحركة الانزلاقية لأنواع الدياتوم Diatoms ، والحركة السابحة لأنواع البكتيريا وخلافها من الكائنات التى تعتمد على الحركة الإهتزازية أو التموجة لأهدابها . أما النباتات الراقية فلا يرى بها سوى الاستطالة التدريجية لأعضائها النامية ، خلاف انتشار بذورها وثمارها معتمدة فى ذلك على أعضاء خاصة . وقد يعود تحرك بعض أعضاء النباتات الى مؤثرات خارجية فسيولوجية ، ومثال ذلك ما يحدث لأوراق النباتات النجيلية الزروفيتية من التفاف وانسباط . وغالباً ما تتكشف فى أجزاء النباتات المختلفة أعضاء محرّكة Motor Organs ، وهذه تظهر فى الأوراق بصفة خاصة ، كما قد ترى فى السوق وفى أعناق الأوراق وأغمارها وكذا فى الوريقات ، وتسمى Pulvini .

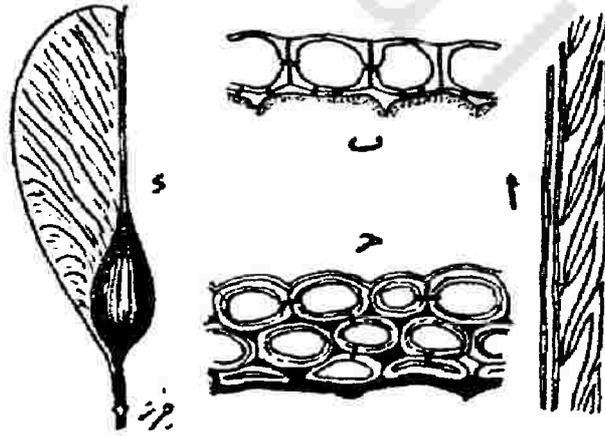
ويشمل الجهاز المحرك كل الأنسجة وكذا المظاهر التشريحية التى تتعلق مبدئياً بحدوث الحركات الغير فعالة أو الغير عاملة Passive Movements ، وكذا الحركات الفعالة Active Movements . وتحدث الحركة فى حالة الأنسجة المحركة الغير الفعالة Passive Motor Tissues بمساعدة المؤثرات الخارجية ، أما الأنسجة المحركة الفعالة Active Motor Tissues فتزود ذاتها بالطاقة اللازمة لحدوث هذه الحركة .

أولا — الأنسجة المحركة الغير فعالة

١ — الشعيرات والأنسجة الطائرة Flying Hairs & Flying Tissues

تتماز البذور والثمار بنظم خاصة تساعد على انتشارها بواسطة الهواء ، فقد تزود بزوائد متنوعة أو بصفايح من أنسجة رقيقة تسمى بالاجنحة Wings تحتوى جميعها على الهواء . وبالنسبة لاتساع أسطح هذه الأعضاء التي تساعد على حمل الهواء لها ، فقد تنتقل هذه البذور أو الثمار خلال انتشارها الى مسافات بعيدة .

وقد تغلف الشعيرات السطح الخارجى للبذور بأجمعه كما فى بذور القطن ، أو تكون على هيئة خصلة طرفية تقوم مقام «الباراشوت» ، كما فى *Salvia* و *Populus* و *Asclepias* و *Epilobium* وكذا ثمار العائلة المركبة . وعادة تتكون هذه الخصلة من عدد كبير من الشعيرات ، إلا أنه قد يقل عددها فيصل إلى حوالى ثلاثة منها كما فى بذور *Aeschynanthus* الخفيفة . وتتكون هذه الشعيرات وحيدة الخلية كما فى القطن أو عديدة الخلايا كما فى العائلة المركبة ، وتنظم الخلايا فى هذه الحالة فى شكل شبكى كما فى *Tragopogon orientale* ، أو فى شكل ريشى منتظم على كل من الحافتين كما فى *Centaurea calocephala* (شكل ٩٤ — ١) . وتكون جدر هذه الشعيرات متوسطة السمك ذات قابلية للامتداد .



(شكل ٩٤)

(١) حافة إحدى شعيرات الكأس الزغبي فى نبات *Centaurea calocephala* . (ب) ق.ع. فى كل من المنطقة الرقيقة والسميكة من النسيج الطائر فى جناح بذرة *Cedrus Libani* . (ج) ثمرة *Machaerium tipa* المجنحة (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٢، ٣٣، ٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤٠، ٤١، ٤٢، ٤٣، ٤٤، ٤٥، ٤٦، ٤٧، ٤٨، ٤٩، ٥٠، ٥١، ٥٢، ٥٣، ٥٤، ٥٥، ٥٦، ٥٧، ٥٨، ٥٩، ٦٠، ٦١، ٦٢، ٦٣، ٦٤، ٦٥، ٦٦، ٦٧، ٦٨، ٦٩، ٧٠، ٧١، ٧٢، ٧٣، ٧٤، ٧٥، ٧٦، ٧٧، ٧٨، ٧٩، ٨٠، ٨١، ٨٢، ٨٣، ٨٤، ٨٥، ٨٦، ٨٧، ٨٨، ٨٩، ٩٠، ٩١، ٩٢، ٩٣، ٩٤، ٩٥، ٩٦، ٩٧، ٩٨، ٩٩، ١٠٠، ١٠١، ١٠٢، ١٠٣، ١٠٤، ١٠٥، ١٠٦، ١٠٧، ١٠٨، ١٠٩، ١١٠، ١١١، ١١٢، ١١٣، ١١٤، ١١٥، ١١٦، ١١٧، ١١٨، ١١٩، ١٢٠، ١٢١، ١٢٢، ١٢٣، ١٢٤، ١٢٥، ١٢٦، ١٢٧، ١٢٨، ١٢٩، ١٣٠، ١٣١، ١٣٢، ١٣٣، ١٣٤، ١٣٥، ١٣٦، ١٣٧، ١٣٨، ١٣٩، ١٤٠، ١٤١، ١٤٢، ١٤٣، ١٤٤، ١٤٥، ١٤٦، ١٤٧، ١٤٨، ١٤٩، ١٥٠، ١٥١، ١٥٢، ١٥٣، ١٥٤، ١٥٥، ١٥٦، ١٥٧، ١٥٨، ١٥٩، ١٦٠، ١٦١، ١٦٢، ١٦٣، ١٦٤، ١٦٥، ١٦٦، ١٦٧، ١٦٨، ١٦٩، ١٧٠، ١٧١، ١٧٢، ١٧٣، ١٧٤، ١٧٥، ١٧٦، ١٧٧، ١٧٨، ١٧٩، ١٨٠، ١٨١، ١٨٢، ١٨٣، ١٨٤، ١٨٥، ١٨٦، ١٨٧، ١٨٨، ١٨٩، ١٩٠، ١٩١، ١٩٢، ١٩٣، ١٩٤، ١٩٥، ١٩٦، ١٩٧، ١٩٨، ١٩٩، ٢٠٠، ٢٠١، ٢٠٢، ٢٠٣، ٢٠٤، ٢٠٥، ٢٠٦، ٢٠٧، ٢٠٨، ٢٠٩، ٢١٠، ٢١١، ٢١٢، ٢١٣، ٢١٤، ٢١٥، ٢١٦، ٢١٧، ٢١٨، ٢١٩، ٢٢٠، ٢٢١، ٢٢٢، ٢٢٣، ٢٢٤، ٢٢٥، ٢٢٦، ٢٢٧، ٢٢٨، ٢٢٩، ٢٣٠، ٢٣١، ٢٣٢، ٢٣٣، ٢٣٤، ٢٣٥، ٢٣٦، ٢٣٧، ٢٣٨، ٢٣٩، ٢٤٠، ٢٤١، ٢٤٢، ٢٤٣، ٢٤٤، ٢٤٥، ٢٤٦، ٢٤٧، ٢٤٨، ٢٤٩، ٢٥٠، ٢٥١، ٢٥٢، ٢٥٣، ٢٥٤، ٢٥٥، ٢٥٦، ٢٥٧، ٢٥٨، ٢٥٩، ٢٦٠، ٢٦١، ٢٦٢، ٢٦٣، ٢٦٤، ٢٦٥، ٢٦٦، ٢٦٧، ٢٦٨، ٢٦٩، ٢٧٠، ٢٧١، ٢٧٢، ٢٧٣، ٢٧٤، ٢٧٥، ٢٧٦، ٢٧٧، ٢٧٨، ٢٧٩، ٢٨٠، ٢٨١، ٢٨٢، ٢٨٣، ٢٨٤، ٢٨٥، ٢٨٦، ٢٨٧، ٢٨٨، ٢٨٩، ٢٩٠، ٢٩١، ٢٩٢، ٢٩٣، ٢٩٤، ٢٩٥، ٢٩٦، ٢٩٧، ٢٩٨، ٢٩٩، ٣٠٠، ٣٠١، ٣٠٢، ٣٠٣، ٣٠٤، ٣٠٥، ٣٠٦، ٣٠٧، ٣٠٨، ٣٠٩، ٣١٠، ٣١١، ٣١٢، ٣١٣، ٣١٤، ٣١٥، ٣١٦، ٣١٧، ٣١٨، ٣١٩، ٣٢٠، ٣٢١، ٣٢٢، ٣٢٣، ٣٢٤، ٣٢٥، ٣٢٦، ٣٢٧، ٣٢٨، ٣٢٩، ٣٣٠، ٣٣١، ٣٣٢، ٣٣٣، ٣٣٤، ٣٣٥، ٣٣٦، ٣٣٧، ٣٣٨، ٣٣٩، ٣٤٠، ٣٤١، ٣٤٢، ٣٤٣، ٣٤٤، ٣٤٥، ٣٤٦، ٣٤٧، ٣٤٨، ٣٤٩، ٣٥٠، ٣٥١، ٣٥٢، ٣٥٣، ٣٥٤، ٣٥٥، ٣٥٦، ٣٥٧، ٣٥٨، ٣٥٩، ٣٦٠، ٣٦١، ٣٦٢، ٣٦٣، ٣٦٤، ٣٦٥، ٣٦٦، ٣٦٧، ٣٦٨، ٣٦٩، ٣٧٠، ٣٧١، ٣٧٢، ٣٧٣، ٣٧٤، ٣٧٥، ٣٧٦، ٣٧٧، ٣٧٨، ٣٧٩، ٣٨٠، ٣٨١، ٣٨٢، ٣٨٣، ٣٨٤، ٣٨٥، ٣٨٦، ٣٨٧، ٣٨٨، ٣٨٩، ٣٩٠، ٣٩١، ٣٩٢، ٣٩٣، ٣٩٤، ٣٩٥، ٣٩٦، ٣٩٧، ٣٩٨، ٣٩٩، ٤٠٠، ٤٠١، ٤٠٢، ٤٠٣، ٤٠٤، ٤٠٥، ٤٠٦، ٤٠٧، ٤٠٨، ٤٠٩، ٤١٠، ٤١١، ٤١٢، ٤١٣، ٤١٤، ٤١٥، ٤١٦، ٤١٧، ٤١٨، ٤١٩، ٤٢٠، ٤٢١، ٤٢٢، ٤٢٣، ٤٢٤، ٤٢٥، ٤٢٦، ٤٢٧، ٤٢٨، ٤٢٩، ٤٣٠، ٤٣١، ٤٣٢، ٤٣٣، ٤٣٤، ٤٣٥، ٤٣٦، ٤٣٧، ٤٣٨، ٤٣٩، ٤٤٠، ٤٤١، ٤٤٢، ٤٤٣، ٤٤٤، ٤٤٥، ٤٤٦، ٤٤٧، ٤٤٨، ٤٤٩، ٤٥٠، ٤٥١، ٤٥٢، ٤٥٣، ٤٥٤، ٤٥٥، ٤٥٦، ٤٥٧، ٤٥٨، ٤٥٩، ٤٦٠، ٤٦١، ٤٦٢، ٤٦٣، ٤٦٤، ٤٦٥، ٤٦٦، ٤٦٧، ٤٦٨، ٤٦٩، ٤٧٠، ٤٧١، ٤٧٢، ٤٧٣، ٤٧٤، ٤٧٥، ٤٧٦، ٤٧٧، ٤٧٨، ٤٧٩، ٤٨٠، ٤٨١، ٤٨٢، ٤٨٣، ٤٨٤، ٤٨٥، ٤٨٦، ٤٨٧، ٤٨٨، ٤٨٩، ٤٩٠، ٤٩١، ٤٩٢، ٤٩٣، ٤٩٤، ٤٩٥، ٤٩٦، ٤٩٧، ٤٩٨، ٤٩٩، ٥٠٠، ٥٠١، ٥٠٢، ٥٠٣، ٥٠٤، ٥٠٥، ٥٠٦، ٥٠٧، ٥٠٨، ٥٠٩، ٥١٠، ٥١١، ٥١٢، ٥١٣، ٥١٤، ٥١٥، ٥١٦، ٥١٧، ٥١٨، ٥١٩، ٥٢٠، ٥٢١، ٥٢٢، ٥٢٣، ٥٢٤، ٥٢٥، ٥٢٦، ٥٢٧، ٥٢٨، ٥٢٩، ٥٣٠، ٥٣١، ٥٣٢، ٥٣٣، ٥٣٤، ٥٣٥، ٥٣٦، ٥٣٧، ٥٣٨، ٥٣٩، ٥٤٠، ٥٤١، ٥٤٢، ٥٤٣، ٥٤٤، ٥٤٥، ٥٤٦، ٥٤٧، ٥٤٨، ٥٤٩، ٥٥٠، ٥٥١، ٥٥٢، ٥٥٣، ٥٥٤، ٥٥٥، ٥٥٦، ٥٥٧، ٥٥٨، ٥٥٩، ٥٦٠، ٥٦١، ٥٦٢، ٥٦٣، ٥٦٤، ٥٦٥، ٥٦٦، ٥٦٧، ٥٦٨، ٥٦٩، ٥٧٠، ٥٧١، ٥٧٢، ٥٧٣، ٥٧٤، ٥٧٥، ٥٧٦، ٥٧٧، ٥٧٨، ٥٧٩، ٥٨٠، ٥٨١، ٥٨٢، ٥٨٣، ٥٨٤، ٥٨٥، ٥٨٦، ٥٨٧، ٥٨٨، ٥٨٩، ٥٩٠، ٥٩١، ٥٩٢، ٥٩٣، ٥٩٤، ٥٩٥، ٥٩٦، ٥٩٧، ٥٩٨، ٥٩٩، ٦٠٠، ٦٠١، ٦٠٢، ٦٠٣، ٦٠٤، ٦٠٥، ٦٠٦، ٦٠٧، ٦٠٨، ٦٠٩، ٦١٠، ٦١١، ٦١٢، ٦١٣، ٦١٤، ٦١٥، ٦١٦، ٦١٧، ٦١٨، ٦١٩، ٦٢٠، ٦٢١، ٦٢٢، ٦٢٣، ٦٢٤، ٦٢٥، ٦٢٦، ٦٢٧، ٦٢٨، ٦٢٩، ٦٣٠، ٦٣١، ٦٣٢، ٦٣٣، ٦٣٤، ٦٣٥، ٦٣٦، ٦٣٧، ٦٣٨، ٦٣٩، ٦٤٠، ٦٤١، ٦٤٢، ٦٤٣، ٦٤٤، ٦٤٥، ٦٤٦، ٦٤٧، ٦٤٨، ٦٤٩، ٦٥٠، ٦٥١، ٦٥٢، ٦٥٣، ٦٥٤، ٦٥٥، ٦٥٦، ٦٥٧، ٦٥٨، ٦٥٩، ٦٦٠، ٦٦١، ٦٦٢، ٦٦٣، ٦٦٤، ٦٦٥، ٦٦٦، ٦٦٧، ٦٦٨، ٦٦٩، ٦٧٠، ٦٧١، ٦٧٢، ٦٧٣، ٦٧٤، ٦٧٥، ٦٧٦، ٦٧٧، ٦٧٨، ٦٧٩، ٦٨٠، ٦٨١، ٦٨٢، ٦٨٣، ٦٨٤، ٦٨٥، ٦٨٦، ٦٨٧، ٦٨٨، ٦٨٩، ٦٩٠، ٦٩١، ٦٩٢، ٦٩٣، ٦٩٤، ٦٩٥، ٦٩٦، ٦٩٧، ٦٩٨، ٦٩٩، ٧٠٠، ٧٠١، ٧٠٢، ٧٠٣، ٧٠٤، ٧٠٥، ٧٠٦، ٧٠٧، ٧٠٨، ٧٠٩، ٧١٠، ٧١١، ٧١٢، ٧١٣، ٧١٤، ٧١٥، ٧١٦، ٧١٧، ٧١٨، ٧١٩، ٧٢٠، ٧٢١، ٧٢٢، ٧٢٣، ٧٢٤، ٧٢٥، ٧٢٦، ٧٢٧، ٧٢٨، ٧٢٩، ٧٣٠، ٧٣١، ٧٣٢، ٧٣٣، ٧٣٤، ٧٣٥، ٧٣٦، ٧٣٧، ٧٣٨، ٧٣٩، ٧٤٠، ٧٤١، ٧٤٢، ٧٤٣، ٧٤٤، ٧٤٥، ٧٤٦، ٧٤٧، ٧٤٨، ٧٤٩، ٧٥٠، ٧٥١، ٧٥٢، ٧٥٣، ٧٥٤، ٧٥٥، ٧٥٦، ٧٥٧، ٧٥٨، ٧٥٩، ٧٦٠، ٧٦١، ٧٦٢، ٧٦٣، ٧٦٤، ٧٦٥، ٧٦٦، ٧٦٧، ٧٦٨، ٧٦٩، ٧٧٠، ٧٧١، ٧٧٢، ٧٧٣، ٧٧٤، ٧٧٥، ٧٧٦، ٧٧٧، ٧٧٨، ٧٧٩، ٧٨٠، ٧٨١، ٧٨٢، ٧٨٣، ٧٨٤، ٧٨٥، ٧٨٦، ٧٨٧، ٧٨٨، ٧٨٩، ٧٩٠، ٧٩١، ٧٩٢، ٧٩٣، ٧٩٤، ٧٩٥، ٧٩٦، ٧٩٧، ٧٩٨، ٧٩٩، ٨٠٠، ٨٠١، ٨٠٢، ٨٠٣، ٨٠٤، ٨٠٥، ٨٠٦، ٨٠٧، ٨٠٨، ٨٠٩، ٨١٠، ٨١١، ٨١٢، ٨١٣، ٨١٤، ٨١٥، ٨١٦، ٨١٧، ٨١٨، ٨١٩، ٨٢٠، ٨٢١، ٨٢٢، ٨٢٣، ٨٢٤، ٨٢٥، ٨٢٦، ٨٢٧، ٨٢٨، ٨٢٩، ٨٣٠، ٨٣١، ٨٣٢، ٨٣٣، ٨٣٤، ٨٣٥، ٨٣٦، ٨٣٧، ٨٣٨، ٨٣٩، ٨٤٠، ٨٤١، ٨٤٢، ٨٤٣، ٨٤٤، ٨٤٥، ٨٤٦، ٨٤٧، ٨٤٨، ٨٤٩، ٨٥٠، ٨٥١، ٨٥٢، ٨٥٣، ٨٥٤، ٨٥٥، ٨٥٦، ٨٥٧، ٨٥٨، ٨٥٩، ٨٦٠، ٨٦١، ٨٦٢، ٨٦٣، ٨٦٤، ٨٦٥، ٨٦٦، ٨٦٧، ٨٦٨، ٨٦٩، ٨٧٠، ٨٧١، ٨٧٢، ٨٧٣، ٨٧٤، ٨٧٥، ٨٧٦، ٨٧٧، ٨٧٨، ٨٧٩، ٨٨٠، ٨٨١، ٨٨٢، ٨٨٣، ٨٨٤، ٨٨٥، ٨٨٦، ٨٨٧، ٨٨٨، ٨٨٩، ٨٩٠، ٨٩١، ٨٩٢، ٨٩٣، ٨٩٤، ٨٩٥، ٨٩٦، ٨٩٧، ٨٩٨، ٨٩٩، ٩٠٠، ٩٠١، ٩٠٢، ٩٠٣، ٩٠٤، ٩٠٥، ٩٠٦، ٩٠٧، ٩٠٨، ٩٠٩، ٩١٠، ٩١١، ٩١٢، ٩١٣، ٩١٤، ٩١٥، ٩١٦، ٩١٧، ٩١٨، ٩١٩، ٩٢٠، ٩٢١، ٩٢٢، ٩٢٣، ٩٢٤، ٩٢٥، ٩٢٦، ٩٢٧، ٩٢٨، ٩٢٩، ٩٣٠، ٩٣١، ٩٣٢، ٩٣٣، ٩٣٤، ٩٣٥، ٩٣٦، ٩٣٧، ٩٣٨، ٩٣٩، ٩٤٠، ٩٤١، ٩٤٢، ٩٤٣، ٩٤٤، ٩٤٥، ٩٤٦، ٩٤٧، ٩٤٨، ٩٤٩، ٩٥٠، ٩٥١، ٩٥٢، ٩٥٣، ٩٥٤، ٩٥٥، ٩٥٦، ٩٥٧، ٩٥٨، ٩٥٩، ٩٦٠، ٩٦١، ٩٦٢، ٩٦٣، ٩٦٤، ٩٦٥، ٩٦٦، ٩٦٧، ٩٦٨، ٩٦٩، ٩٧٠، ٩٧١، ٩٧٢، ٩٧٣، ٩٧٤، ٩٧٥، ٩٧٦، ٩٧٧، ٩٧٨، ٩٧٩، ٩٨٠، ٩٨١، ٩٨٢، ٩٨٣، ٩٨٤، ٩٨٥، ٩٨٦، ٩٨٧، ٩٨٨، ٩٨٩، ٩٩٠، ٩٩١، ٩٩٢، ٩٩٣، ٩٩٤، ٩٩٥، ٩٩٦، ٩٩٧، ٩٩٨، ٩٩٩، ١٠٠٠، ١٠٠١، ١٠٠٢، ١٠٠٣، ١٠٠٤، ١٠٠٥، ١٠٠٦، ١٠٠٧، ١٠٠٨، ١٠٠٩، ١٠١٠، ١٠١١، ١٠١٢، ١٠١٣، ١٠١٤، ١٠١٥، ١٠١٦، ١٠١٧، ١٠١٨، ١٠١٩، ١٠٢٠، ١٠٢١، ١٠٢٢، ١٠٢٣، ١٠٢٤، ١٠٢٥، ١٠٢٦، ١٠٢٧، ١٠٢٨، ١٠٢٩، ١٠٣٠، ١٠٣١، ١٠٣٢، ١٠٣٣، ١٠٣٤، ١٠٣٥، ١٠٣٦، ١٠٣٧، ١٠٣٨، ١٠٣٩، ١٠٤٠، ١٠٤١، ١٠٤٢، ١٠٤٣، ١٠٤٤، ١٠٤٥، ١٠٤٦، ١٠٤٧، ١٠٤٨، ١٠٤٩، ١٠٥٠، ١٠٥١، ١٠٥٢، ١٠٥٣، ١٠٥٤، ١٠٥٥، ١٠٥٦، ١٠٥٧، ١٠٥٨، ١٠٥٩، ١٠٦٠، ١٠٦١، ١٠٦٢، ١٠٦٣، ١٠٦٤، ١٠٦٥، ١٠٦٦، ١٠٦٧، ١٠٦٨، ١٠٦٩، ١٠٧٠، ١٠٧١، ١٠٧٢، ١٠٧٣، ١٠٧٤، ١٠٧٥، ١٠٧٦، ١٠٧٧، ١٠٧٨، ١٠٧٩، ١٠٨٠، ١٠٨١، ١٠٨٢، ١٠٨٣، ١٠٨٤، ١٠٨٥، ١٠٨٦، ١٠٨٧، ١٠٨٨، ١٠٨٩، ١٠٩٠، ١٠٩١، ١٠٩٢، ١٠٩٣، ١٠٩٤، ١٠٩٥، ١٠٩٦، ١٠٩٧، ١٠٩٨، ١٠٩٩، ١١٠٠، ١١٠١، ١١٠٢، ١١٠٣، ١١٠٤، ١١٠٥، ١١٠٦، ١١٠٧، ١١٠٨، ١١٠٩، ١١١٠، ١١١١، ١١١٢، ١١١٣، ١١١٤، ١١١٥، ١١١٦، ١١١٧، ١١١٨، ١١١٩، ١١٢٠، ١١٢١، ١١٢٢، ١١٢٣، ١١٢٤، ١١٢٥، ١١٢٦، ١١٢٧، ١١٢٨، ١١٢٩، ١١٣٠، ١١٣١، ١١٣٢، ١١٣٣، ١١٣٤، ١١٣٥، ١١٣٦، ١١٣٧، ١١٣٨، ١١٣٩، ١١٤٠، ١١٤١، ١١٤٢، ١١٤٣، ١١٤٤، ١١٤٥، ١١٤٦، ١١٤٧، ١١٤٨، ١١٤٩، ١١٥٠، ١١٥١، ١١٥٢، ١١٥٣، ١١٥٤، ١١٥٥، ١١٥٦، ١١٥٧، ١١٥٨، ١١٥٩، ١١٦٠، ١١٦١، ١١٦٢، ١١٦٣، ١١٦٤، ١١٦٥، ١١٦٦، ١١٦٧، ١١٦٨، ١١٦٩، ١١٧٠، ١١٧١، ١١٧٢، ١١٧٣، ١١٧٤، ١١٧٥، ١١٧٦، ١١٧٧، ١١٧٨، ١١٧٩، ١١٨٠، ١١٨١، ١١٨٢، ١١٨٣، ١١٨٤، ١١٨٥، ١١٨٦، ١١٨٧، ١١٨٨، ١١٨٩، ١١٩٠، ١١٩١، ١١٩٢، ١١٩٣، ١١٩٤، ١١٩٥، ١١٩٦، ١١٩٧، ١١٩٨، ١١٩٩، ١٢٠٠، ١٢٠١، ١٢٠٢، ١٢٠٣، ١٢٠٤، ١٢٠٥، ١٢٠٦، ١٢٠٧، ١٢٠٨، ١٢٠٩، ١٢١٠، ١٢١١، ١٢١٢، ١٢١٣، ١٢١٤، ١٢١٥، ١٢١٦، ١٢١٧، ١٢١٨، ١٢١٩، ١٢٢٠، ١٢٢١، ١٢٢٢، ١٢٢٣، ١٢٢٤، ١٢٢٥، ١٢٢٦، ١٢٢٧، ١٢٢٨، ١٢٢٩، ١٢٣٠، ١٢٣١، ١٢٣٢، ١٢٣٣، ١٢٣٤، ١٢٣٥، ١٢٣٦، ١٢٣٧، ١٢٣٨، ١٢٣٩، ١٢٤٠، ١٢٤١، ١٢٤٢، ١٢٤٣، ١٢٤٤، ١٢٤٥، ١٢٤٦، ١٢٤٧، ١٢٤٨، ١٢٤٩، ١٢٥٠، ١٢٥١، ١٢٥٢، ١٢٥٣، ١٢٥٤، ١٢٥٥، ١٢٥٦، ١٢٥٧، ١٢٥٨، ١٢٥٩، ١٢٦٠، ١٢٦١، ١٢٦٢، ١٢٦٣، ١٢٦٤، ١٢٦٥، ١٢٦٦، ١٢٦٧، ١٢٦٨، ١٢٦٩، ١٢٧٠، ١٢٧١، ١٢٧٢، ١٢٧٣، ١٢٧٤، ١٢٧٥، ١٢٧٦، ١٢٧٧، ١٢٧٨، ١٢٧٩، ١٢٨٠، ١٢٨١، ١٢٨٢، ١٢٨٣، ١٢٨٤، ١٢٨٥، ١٢٨٦، ١٢٨٧، ١٢٨٨، ١٢٨٩، ١٢٩٠، ١٢٩١، ١٢٩٢، ١٢٩٣، ١٢٩٤، ١٢٩٥، ١٢٩٦، ١٢٩٧، ١٢٩٨، ١٢٩٩، ١٣٠٠، ١٣٠١، ١٣٠٢، ١٣٠٣، ١٣٠٤، ١٣٠٥، ١٣٠٦، ١٣٠٧، ١٣٠٨، ١٣٠٩، ١٣١٠، ١٣١١، ١٣١٢، ١٣١٣، ١٣١٤، ١٣١٥، ١٣١٦، ١٣١٧، ١٣١٨، ١٣١٩، ١٣٢٠، ١٣٢١، ١٣٢٢، ١٣٢٣، ١٣٢٤، ١٣٢٥، ١٣٢٦، ١٣٢٧، ١٣٢٨، ١٣٢٩، ١٣٣٠، ١٣٣١، ١٣٣٢، ١٣٣٣، ١٣٣٤، ١٣٣٥، ١٣٣٦، ١٣٣٧، ١٣٣٨، ١٣٣٩، ١٣٤٠، ١٣٤١، ١٣٤٢، ١٣٤٣، ١٣٤٤، ١٣٤٥، ١٣٤٦، ١٣٤٧، ١٣٤٨، ١٣٤٩، ١٣٥٠، ١٣٥١، ١٣٥٢، ١٣٥٣، ١٣٥٤، ١٣٥٥، ١٣٥٦، ١٣٥٧، ١٣٥٨، ١٣٥٩، ١٣٦٠، ١٣٦١، ١٣٦٢، ١٣٦٣، ١٣٦٤، ١٣٦٥، ١٣٦٦، ١٣٦٧، ١٣٦٨، ١٣٦٩، ١٣٧٠، ١٣٧١، ١٣٧٢، ١٣٧٣، ١٣٧٤، ١٣٧٥، ١٣٧٦، ١٣٧٧،

أما الأنسجة الطائرة فترى في البذور وكذا الثمار المنجحة ، ويتكون أبسط أشكالها من طبقة واحدة أو أكثر من الخلايا. ولا تعتبر مثل هذه الأنسجة امتداد من القشرة بل هي في الواقع جزء من الكربة الحرشية كما في *ABIETINEAE* ، وقد تتكون من خلايا البشرة وحدها أو منها مع عدة طبقات من خلايا تحت البشرة . وفي *Cedrus Libani* تتكون المنطقة الرقيقة من الجناح من طبقة واحدة من الخلايا المستطيلة الشكل وتكون جدرها القطرية زائدة السمك مزودة بعدد كبير من الثغر (شكل ٩٤ - ب) ، أما المنطقة الأكثر سمكا فتتكون من طبقتين أو ثلاث طبقات من الخلايا علاوة على خلايا البشرة ، وهي ذات شكل يضي وجدرها منتظمة السمك وملجئة (شكل ٩٤ - ج) . وترى مثل هذه الأجنحة في *Spathodea campanulata* و *Zanonia macrocarpa* و *Machaerium tipa* (شكل ٩٤ - د) .

وتكون أجنحة الثمار أكثر تعقيداً مما في البذور بالنسبة لوجود الحزم الوعائية بها كما في *Ulmus* ، أو الأشربة الميكانيكية كما في *Acer* . ولما كانت مثل هذه الأجنحة تقابل الأوراق في وضعها المورفولوجي ، فقد تقوم أحياناً بعملية التمثيل الكلوروفللى وخصوصاً إذا ما كانت حديثة السن .

٢ - الأنسجة الطافية Floating Tissues

تنتز بذور وثمار النباتات التي تعيش في الماء أو بقربه بواسطة التيارات المائية ، ولذا كان من اللازم أن تلبث طافية لمدة طويلة وأن تزود بأنسجة مملوءة بالهواء تساعدها على ذلك . وتختلف هذه الأنسجة في تركيبها بالنسبة لنباتات المختلفة سواء أكانت موجودة في القشرة أم الغلاف الثمرى . فقد يحتوي النسيج البرنثيمي الاسفنجي كما في *Nipa fruticans* والهوائية المتسعة مشابهاً في ذلك النسيج البرنثيمي الاسفنجي كما في *Gerbera Odollam* . وقد يقل تكوين هذه المسافات البينية أو قد تنعدم كلية حيث يشغل الهواء الفجوات الخلوية ، وتكون جدر هذه الخلايا رقيقة ملجئة ذات ثغر عديدة قابلة لنفاذ الهواء وغير قابلة لنفاذ الماء ، ولذلك تبقى بصفة دائمة مملوءة بالهواء مع وجودها في الماء .

وإذا كانت مثل هذه الأنسجة سطحية سواء في البذور أو الثمار ، فإنها تزود بعدد كبير من الاشرطة الميكانيكية تحميها من التسلخ كما في *Carapa* و *Cocos nucifera* و *Lumnitzera* . أو قد تغلف بقصرة صلبة أو غلاف ثمرى صلب كما في *Cycas circinalis*.

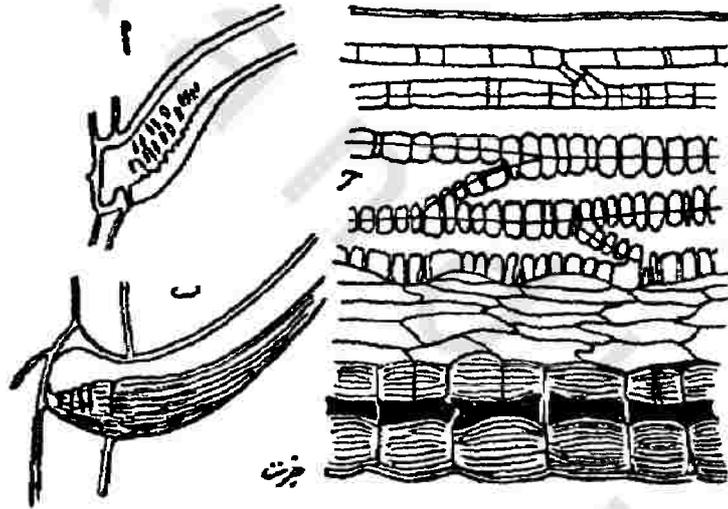
ثانياً - الأنسجة المحركة الفعالة

١ - النظم الخاصة بامتصاص الرطوبة من الهواء

قد يتسبب عن اتفاح وانقباض بعض الخلايا وكذا التغير في أحجامها حركة واضحة لأعضاء النبات التي توجد بها ، وتسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا المحركة *Motor Cells* . وتتساوى الجدر الجانبية للخلية المحركة في قدرتها على امتصاص الماء الذي تسبب زيادته أو نقصانه انقباض أو امتداد واضحين بها . ولا يحدث مثل هذا التقوس أو الانحناء عند امتصاص الماء إلا إذا اختلف تساوى جدارى الخلية المتقابلين في قوتها على الاتفاح ، فيكون أحدها أكثر قابلية على الامتداد من الآخر ، بصرف النظر عن سمك هذه الجدر . ويرجع التغير في حجم جدار الخلية ، الذي يرافقه عادة التغير في المحتويات المائية ، الى كمية الماء الزائدة أو الناقصة ، كما يرجع الى التركيب الجزيئى للجدار الحلوى نفسه مما يسبب عدم توزيع الماء الممتص بالتساوى في مختلف اتجاهاته . ولهذا الوضع أهمية أساسية فى الحركة الناتجة عن امتصاص الرطوبة ، ففى الخلايا المغزلية الشكل ينشط امتداد وانقباض جدرها إما فى اتجاه طولى أو عرضى ، وفى الخلايا المستطيلة يكون النشاط فى اتجاه عرضى بالنسبة لتزويد جدرها بمجاميع طولية أو مائلة من النقر ذات الفتحات الضيقة ، أما اذا كانت هذه النقر ذات استطالة أفقية كان النشاط فى اتجاه طولى . وتختلف الخلايا المحركة من جهة أشكالها وتركيبها ، وتكون أنواعها البروزنشيمية المغلظة الجدر ، مع غيرها من الأشكال المتحولة ، ذات علاقة باللياف الميكانيكية . وفى الواقع تساعد ألياف اللحاء العادية فى حدوث الحركة علاوة على وظيفتها الميكانيكية . ويطلق اسم *Dynamic Cells* على أى خلية بروزنشيمية ذات جدر مغلظة تكون جزئيات جدرها

مرتبّة في حلقات عرضية أو حلزونية تقبض طولياً عند فقدان الماء . أما الخلايا البرنشيمية الماصة للرطوبة فقد تكون متساوية الاقطار أو في شكل مستطيل شبه عصوي ذات جدر مختلفة السمك وغلظ موضعي يتسبب عنه أهم جانب من الحركة الناتجة . وقد تكون هذه الجدر ملجننة ، إلا أن ذلك لا يتعارض مع الصفات الخاصة بها .

وتزود بعض البذور والثمار بشعيرات ماصة للرطوبة ، وهذه تلتف نحو الجهة الداخلية من قاعدتها إذا ما ابتلت بالماء حتى تلامس أسطحها ، ثم تنبسط مرة أخرى عند جفاف الهواء . وتوجد المنطقة الماصة في مثل هذه الشعيرات عند قاعدتها حيث يشتمل الجدار على مجاميع من النقر الضيقة الأفقية الوضع ، أو يزداد سمكه على هيئة وسادة تزيد من قابليته على الانحناء (شكل ٩٥ - ١ ، ٢) .



(شكل ٩٥)

(١ ، ٢) المنطقة القاعدية لشعيرات الطائرة . (ح) ق . ع . في أحد مصراعى ثمرة نبات *Lathyrus latifolius* ، (عن هابرلاندت) .

وقد ترجع الحركة الى تكون العضو من أنسجة مختلفة ، كما هو الحال في قلافة بعض الثورات الهامة التابعة للعائلة المركبة . وهذه تلتف جهة الداخل في حالة الرطوبة والى الخارج في حالة الجفاف ، وبذلك تمنع الثمار من الانتثار بواسطة الهواء وخصوصاً في الجوف الممطر . ويتكون النسيج المحرك Motor Tissue في هذه الحالة من طبقة من الخلايا

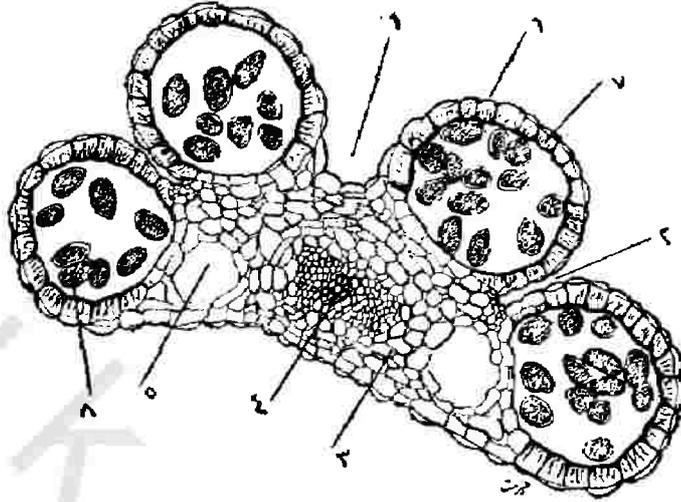
البروزنشيمية توجد أسفل السطح الخارجى مباشرة تزود جدرها بنقر ضيقة أو أفقية الوضع، يليها طبقة برنشيمية توجد بجدرها نقر أقل قدرة على الامتصاص عن نقر الطبقة الأولى، أما الطبقة الثالثة فبرنشيمية ذات نقر مائلة. ويلى السطح الداخلى مباشرة طبقة بروزنشيمية ثانية ذات نقر مائلة كثيرة أو ذات وضع طولى مخالفة فى ذلك وضع النقر الموجودة فى الطبقة البروزنشيمية الخارجية .

وفى جنس *Campanula* يماثل تركيب مصاريع الثمرة الجافة المنفتحة ، التى تلتف وتبسط طولياً ، التركيب السابق ذكره فى قلافة نورة *Centaurea* . وبالمثل فان أفرع شجيرة الورد المسماة *Anastatica hierochuntica* التى تلتف جهة الداخلى فى حالة الجفاف والى الخارج فى حالة الرطوبة ، ذات تركيب مشابه للتركيب السابق ذكره .

وتكون الخلايا فى الحالات السابق وصفها مستطيلة فى اتجاه واحد ، وقد تكون ذات وضع أفقى فى أحد جوانب العضو ، وطولى . جهة الجانب الآخر ، كما هو الحال فى الثمار الجافة « المفرقة » مثل بعض الثمار القرنية وكذا الثمار الجافة للعائلات *LILIACEAE* و *RUTACEAE* و *ERICACEAE* . وتفتح مصاريع معظم الثمار القرنية فى وضع حلزوى بالنسبة لتكون الجانب الداخلى المصراع من منطقة يختلف سمكها من خلايا ليفية محركة ذات جدر سميكة (شكل ٩٥ — م) .

وتمازالتك *Anthers* بنظم خاصة تسبب افتتاحها وانتثار حبوب اللقاح من حجراتها. ويفتح كل فص من فصى المتك عادة عن طريق فتحة فردية طويلة ضيقة تؤدى الى كل من حجرتيه اللتين تحتويان على حبوب اللقاح ، وذلك وقت الجفاف حيث يلتف مصراعى كل فص بعيداً عن الفتحة السابق ذكرها ، أما فى حالة الرطوبة فسرعان ما ينطبق هذان المصراعان ليتخذا وضعهما الأول . وتزود خلايا الطبقة الموجودة أسفل بشرة كل من هذين المصراعين بغلظ ليفى خاص ، ولذلك سميت هذه الطبقة بالطبقة الليفية أو الميكانيكية *Fibrous or Mechanical Layer* (شكل ٩٦) ، وهى المسئولة عن تحريك هذين المصراعين بخلاف طبقة البشرة التى لا تشترك فى هذه العملية اشترآكاً فعلياً . وتترتب التغليفات الليفية فى كل خلية من خلايا هذه الطبقة بحيث تتقاطع مع طول الجدر القطرية

بأكملها وتتحد على الجدر الداخلية التماسية لتكون مجموعة متفرعة من أشرطة متوازية أو صفحة كاملة في بعض الأحيان ، أما الجدر التماسية الخارجية فتبقى رقيقة كما هي



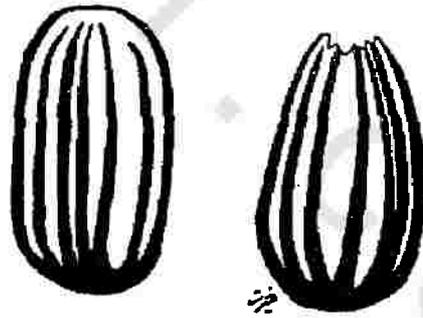
(شكل ٩٦)

ق . ع . في متك أحد أسدية زهرة نبات المنوخية .

١ = نجويف يتوسط موضع الفصين ، ٢ = نجويف طويل يبين موضع الانفتاح
لحجرتي كل نص ، ٣ = نسيج برنشيمي ، ٤ = حزمة وعائية ، ٥ = قناة غروية
٦ = البشرة ، ٧ = الطبقة الليغية أو الميكانيكية ، ٨ = حبوب اللقاح .

مما يسبب الاختلاف في قوة كل من جانبي الجدر التماسية . وعند فقدان الماء وأثناء
الانقباض التماسي للخلايا الليغية ، تنقبض جدرها الخارجية الرقيقة وتبقى الداخلية كما هي

بالنسبة للغلظ الليفي الذي يزيد من قوتها
(شكل ٩٧) ، وبذلك يلتف المصراع
بأجمعه نحو الخارج وقت جفاف الهواء .
وقد تكون صفات امتصاص الرطوبة
الخاصة بجدر طبقة الخلايا الليغية مسؤولة
عن تحرك هذه المصاريح ، حيث أنها لا تبدأ
في الالتفاف نحو الخارج إلا بعد اختفاء
السائل الموجود في فجوات هذه الخلايا
اختفاء كلياً وبدء الجدر الخلوية في فقد
مائها بالمثل .



(شكل ٩٧)

خليتين من خلايا الطبقة الليغية لنتك زهرة
نبات *Lilium candidum* ، اليمنى منهما في
حالة الجفاف واليسرى في الحالة الرطبة .

(عن STRINBRINCK)

٢ - النظم الخاصة بعملية الانطباع

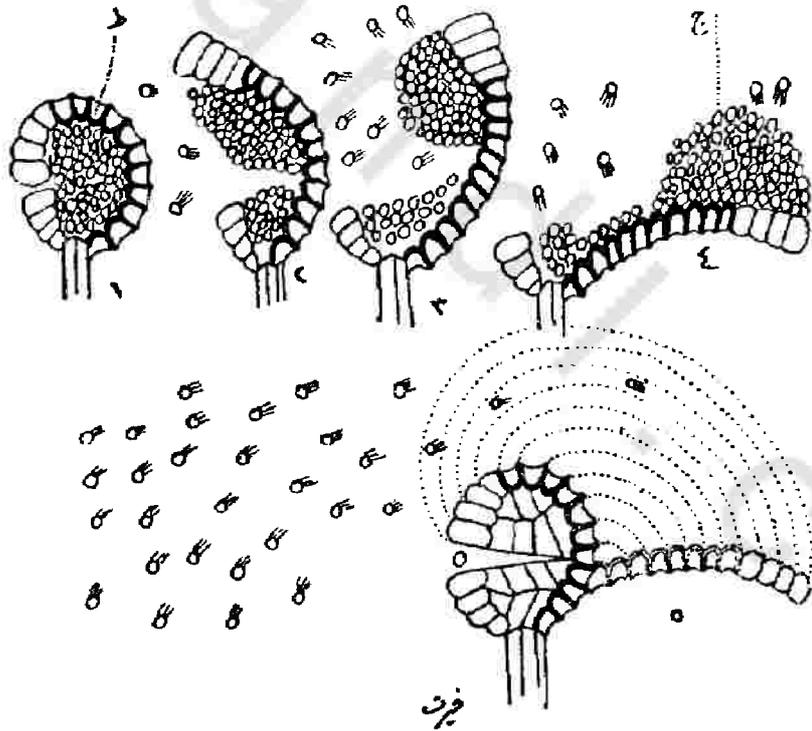
تعتمد النظم الخاصة بامتصاص الرطوبة اعتماداً كاملاً على قوة انتفاخ جدر الخلايا ، أما الحركة الخاصة بالانطباع فتتجه الى الماء الموجود في فجوات الخلايا المحركة . فعندما تنقص كمية الماء الموجودة في فراغ الخلية المحركة بسبب التبخر ينجم عن ذلك سحب المواضع الرقيقة من الجدار الخلوي نحو الداخل نظراً لملاصقة السائل للجدار الخلوي المبتل . وباستمرار التبخر يأتي وقت يقاوم فيه الجدار الخلوي أى انقهاد أو تشوه أو تغير في شكله ويقف عن ملاصقة الماء الداخلي ، وبذلك يضم ما تبقى من هذا الماء وينفصل عن الجدار فيتكون حيز قد فرغ منه الهواء في فجوة الخلية . وغالباً ما يكون الجدار الخلوي غير منفذ للهواء في الأحوال الجافة ، وبذلك يبقى هذا الفراغ بعض الوقت ، كما أنه وبالنسبة لكونه منفذاً للماء ، فإن مورد الماء الجديد سرعان ما يسبب زوال هذا الفراغ مرة أخرى ، كما قد تتكرر هذه العملية مراراً عديدة .

وتتقبض عادة المواضع الرقيقة من الجدار الخلوي ، أما المواضع الأكثر سمكاً فتكون أقل انقباضاً ، وتحدث هذه الحركة تدريجياً معتمدة على سرعة تبخر الماء وتسمى بالحركة الابتدائية Primary Movement . وعندما ينتهي التلاصق الداخلي للماء يبقى الجدار الخلوي في وضع مستديم ، وبالنسبة لمرونة مناطقه المغلظة ولانقباض الماء المتبقي ينتج عن ذلك نقص في هذه المرونة يتسبب عنه هزة أو رجفة فجائية تسمى بالحركة الثانوية Secondary Movement .

وخير نموذج لهذا النظام ما يشاهد في الأكياس الجرثومية للنباتات السرخسية العادية . ويزود جدار هذا الكيس الجرثومي في نباتات POLYPODIACEAE ، والمكون من طبقة واحدة من الخلايا ، بمنطقة تسمى بالطوق Annulus تمتد على ظهر ورقة هذا الكيس . ويتكون الطوق من صف من الخلايا ذات جدر داخلية وجانبية زائدة السمك ، أما الجدر الخارجية فرقيقة . وعندما تنقص كمية الماء الموجودة في فجوات خلايا الطوق بسبب التبخر ، تتجه الجدر الخارجية نحو الداخل بسبب تلاحقها للماء ، مما يسبب تقارب الجدر الجانبية المغلظة نحو بعضها ، وبذلك يبدأ الطوق بأجمعه في أن يأخذ وضعاً مستقيماً

بعد أن كان منحنيًا ينتج عنه عرق باقي النسيج الرقيق مكوناً فتحة تنتثر الجراثيم عن طريقها. وباستمرار تبخر الماء ينحني الطوق نحو الجهة الخلفية تدريجياً ، وبذلك يصبح سطحه الخارجي مقعراً بعد أن كان محدباً ، وتحدث هذه الحركة الابتدائية بطيئة نوعاً ما . إلا أن الماء لا يستمر في مسارة امتداد الجدر الخلفية ، وبذلك تقبض كميات الماء المتبقية في فجوات الخلايا فجأة مما يسبب رجفة سريعة للطوق تجعله يندفع مرة أخرى في اتجاه مخالف نحو وضعه الأصلي ، فتندفع الجراثيم الموجودة على سطحه الداخلي بقوة نحو الخارج . ومن ذلك يرى أن الحركة الثانوية الفجائية هي المسئولة أساسياً عن انتشار الجراثيم (شكل ٩٨) .

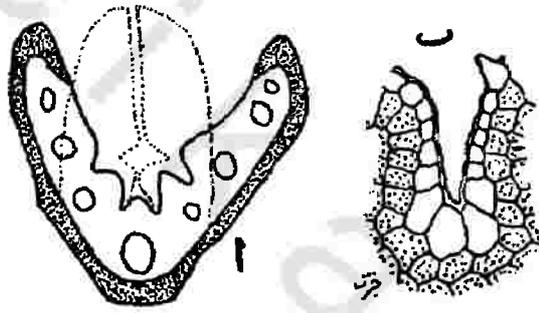
وتعتمد بعض الأعضاء الخضرية في حركتها على النظرية السابق ذكرها ، ومثال ذلك أوراق كثير من النباتات النجيلية الزبروفيتية التي تلتف بسبب نقص كمية الماء التي تزود بها



(شكل ٩٨)

خطوات انفتاح السكيس الجرثومي في نبات *Pteris sp.* . ط = الطوق ، ج = جراثيم ،
(عن BOWER)

حتى تتحاشى النتج الزائد . وتزود الأنصال المتلفة مثل هذه الأوراق جهة أسطحها العليا بعدد من القنوات أو المنخفضات تمتاز خلايا البشرة الموجودة في مواضعها وخصوصاً في قيعانها بكون حجمها وبقرة جدرها وقابلية هذه الجدر للانتواء . هذا علاوة على الطبقات الليفية التي تزود بها مثل هذه الأنصال في نظام معين ، كما هو الحال في نصل ورقة نبات القمح وورقة الكلمجروستس (شكل ١٢٦ - ١ ، ٢ ، ٣) ، وورقة *Festuca glauca* (شكل ٩٩ - ١ ، ٢) . ويرجع التفاف هذه الأنصال الى الخلايا السابق ذكرها



(شكل ٩٩)

رسم تخطيطي لورقة نبات *Festuca glauca* .
(١) في حالتى الانفراد والانطباق . (٢) الخلايا
اللافة ، (عن Tschirch)

الموجودة في مواضع المنخفضات
والتي تسمى بالخلايا اللافة
Motor or Bulliform Cells
أو الخلايا المفصلية Hinge Cells
بالنسبة لنشاط انقباضها المتسبب
عن نقص اتفاخها بسبب النتج .
وللاشرطة أو الطبقات الليفية
دخل كبير في هذه العملية لقدرتها
الزائدة على الامتصاص ، فهي
لذلك أكثر قابلية للانقباض

عن الطبقات السطحية ، ولو أن الاعتماد الرئيسى لعملية الالتفاف يرجع الى الخلايا اللافة .

٣ - الأنسجة المحركة الحية

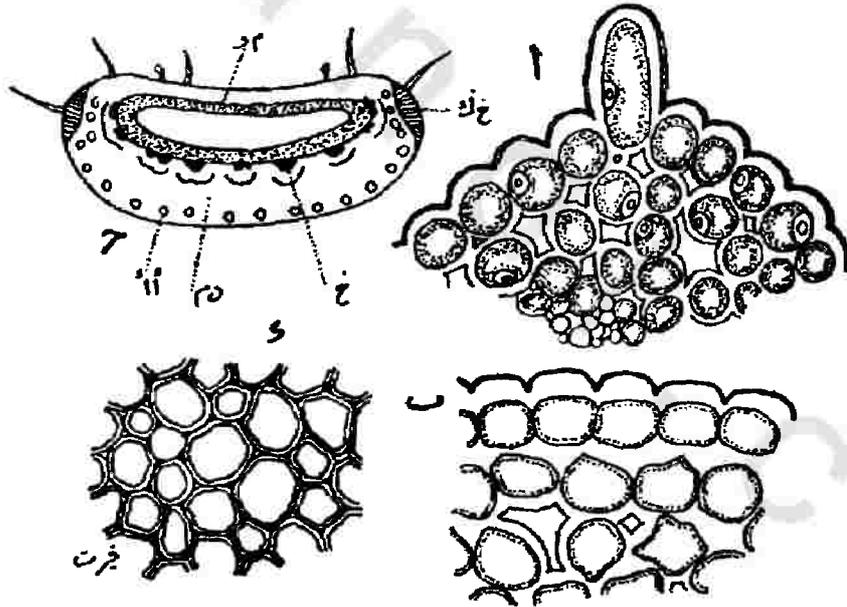
تعتبر الحركات التي تحدث في مختلف الأعضاء الزهرية أو الثمار بسبب النقص في امتداد أنسجتها من بين الأوضاع المختلفة للحركة التي تقوم بها الأنسجة الحية ، وهي التي يتسبب عنها انتشار جبوب اللقاح وكذا مختلف أنواع الثمار .

وهناك مجموعة أخرى من الحركات الفسيولوجية تضم كل أوضاع الانحناء أو التقوس الناتج عن النمو الغير متساوى في العضو المنحني دون أية مساعدة من الأعضاء أو الأنسجة المحركة المتخصصة . ويحدث مثل هذا الانحناء عادة في المنطقة من العضو التي تمتد طولياً ،

وتسمى هذه الحركة تبعاً الى ذلك بالنمو الانحنائى . أما المجموعة الثالثة من الحركة الفسيولوجية ، فلو أنها تسبب إما عن النمو الغير متساوى أو التغيرات الانتفاخية ، إلا أنها تحدث بمساعدة أنسجة محرّكة توجد فى مواضع خاصة من الأعضاء المحركة ذاتها . وتشاهد أبسط أوضاع هذه الحركات فى الأسدية والأقلام وفصوص الميايم فى الأزهار المختلفة ، متسببة عن نشاط الانقباض الطولى الذى يحدث للأنسجة المحركة نتيجة للتنبه الميكانيكى . وفى زهرة نبات *Centaurea jacea* تكون خيوط الأسدية الخمس فى وضعها العادى منحنية نحو الخارج ، وهذه اذا ما لمست انقبضت طولياً بنسبة قد تبلغ من ١٠٪ الى ٢٥٪ ، وبذلك تتخذ وضعاً مستقيماً مما يسبب انسحاب المتك ذاتها الى أسفل وتعلق حبوب اللقاح بالشعيرات الموجودة على القلم فى وضع أكثر مناسبة للاتصاق بالحشرات . ويقول Pfeffer إن انقباض هذه الخيوط يرجع الى الهبوط الانتفاخى الفجائى الناشئ بسبب التنبه الميكانيكى والذى يؤثر على الخلايا البرنشيمية الموجودة بين كل من بشرة الخيط والحزمة الوعائية المركزية ، ولذلك تمثل هذه الخلايا وفى هذه الحالة النسيج المحرك الخاص بهذه الخيوط . ويرافق هذا الانقباض عادة تسرب العصير الخلولى من الخلايا المنبهة الى المسافات البينية العديدة الموجودة بين هذه الخلايا . ويتكون النسيج المحرك لخيوط مثل هذه الأسدية فى وضعه العادى من خلايا البشرة التى تحده من الجهة الخارجية ، وهى ذات جدر سمكية يمتد الخارجى منها قليلاً نحو الخارج . يلبها نسيج برنشيمى خلايا ذات جدر مغلظة ويتقاطع معها عدة مسافات بينية مختلفة الأحجام (شكل ١٠٠ - ١) . وتظهر هذه الخلايا المحركة فى مقطعها الطولى مستطيلة نوعاً ما ، كما تنحصر الزيادة فى السمك فى جدرها الجانبية التى تزود بعدد كبير من النقر مما يؤدى الى ضعف المقاومة للامتداد فى اتجاه المحور الطولى للخيط ذاته . ويرى البروتوبلازم فى هذه الخلايا المحركة ملامصاً تماماً لأغشية هذه النقر ، وبذلك تتصل المحتويات البروتوبلازمية بواسطة خيوط دقيقة فى هذه المواضع ، ويكون البروتوبلاست كثيفاً فى العادة أما النواة فتتوسط الحجم تحتوى على نوية كبيرة . وتظهر الجدر العرضية لهذه الخلايا فى مقطعها الطولى رفيعة عديمة النقر كما يفصل البروتوبلازم عنها بسهولة .

وقد تكون الجدران الطولية للخلايا المحركة أكثر سمكا كما في *C. Cyanus* ، أما أزيدها سمكا فترى في *C. montana* مشابهة للخلايا الكولنشيمية في مقطعها العرضي (شكل ١٠٠ - س).

أما في حالة المحاليق ، ومثلها ما يرى في العائلات القرعية والياسفلورية والفراشية والعنبية ، فيرجع انحنائها الذي يعقب التنبية باللامسة الى اضطراب النمو جهة أسطحها المقعرة . أما أسطحها المحدبة فلا يحدث لها انقباض ما ، كما لا يوجد في مثل هذه المحاليق أنسجة محركة متخصصة . وقد يحدث الانقباض جهة السطح المحدب كما يرى في المحاليق التي تماثل زنبك الساعة في النفاها ومثلها محاليق SAPINDACEAE ، وتشابه هذه المحاليق في نظام حركتها مع ما يحدث في بعض الأسدية فتحتوى على نسيج محرك خاص ،



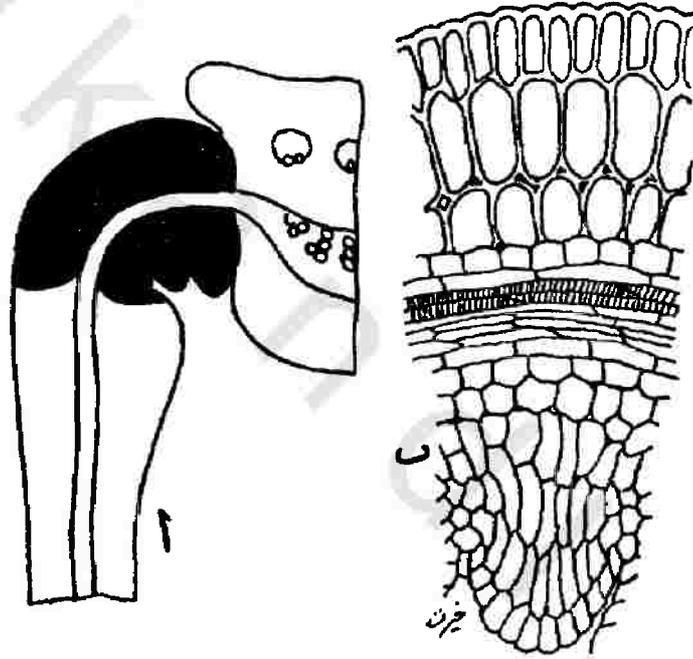
(شكل ١٠٠)

(١) ق.ع. في خبط أحد أسدية زهرة نبات *Centaurea jaca* . (ب) جزء من ق.ع. في خبط أحد أسدية زهرة نبات *C. montana* . (ج) ق.ع. في محلاق نبات *Urvillea ferruginea* — م و = مجموعة وطائية ، خ ك = خلايا كولنشيمية ، ن م = نسيج محرك ، ا ا = أكياس الفرازية . (و) بعض خلايا النسيج المحرك في س مكبرة ، (عن هارلان)

وتكون منبسطة ذات سطحين أحدهما علوى والآخر سفلى . وبفحص المقطع العرضى لمحلاق *Urvillea ferruginea* (شكل ١٠٠ - هـ) ، ترى المجموعة الوعائية منبسطة مشابهة فى ذلك الشكل الخارجى للمحلاق ذاته وقريبة فى وضعها من السطح العلوى المقعر . وتفصل البشرة العليا عن النسيج الميكانيكى بعدة طبقات من الخلايا البرنشيمية العادية ، كما يشغل الحيز الواقع بين البشرة السفلى والمجموعة الوعائية كتلة من نسيج محرك يتكون من خلايا مستطيلة يحتوى الخارجى منها على قليل من البلاستيدات الخضراء ، وجدرها ذات غلظ خاص (شكل ١٠٠ - و) . وتكون الطبقات الثانوية لجدر هذه الخلايا ذات مظهر براق ، كما تتلون باللون الأزرق عند إضافة كلور الزنك اليودى . وهناك حالات عديدة يتركز وجود النسيج المحرك بها فى أعضاء محركة خاصة تسمى *Pulvini* ، وبطلق هذا الاصطلاح عادة على كل الانتفاخات التى تشبه الوسادة فى شكلها والتى ترى فى كل من السوق وأعناق الأوراق مسببة لها الانحناء . وقد توجد هذه الأعضاء فى الأطراف القاعدية للسلاميات كما فى *Polygonaceae* ، أو فى النهايات القاعدية للأعناق الابتدائية ، كما فى *Leguminosae* ، وقليل ما توجد عند نهاياتها الطرفية أسفل النصل مباشرة ، كما فى *Marantaceae* . وقد تتكون هذه الأعضاء المحركة إذا كانت الأوراق مركبة أو مركبة متضاعفة فى قواعد أعناق الورىقات أو الورىقات الثانوية ، علاوة على وجودها فى قاعدة عنق الورقة الرئيسى . وفى أوراق الحشائش تقوم قواعدها المنتفخة مقام هذه الأعضاء المحركة .

وتكون معظم هذه الأعضاء اسطوانية الشكل ذات قدرة على الانحناء أو التقوس فى مختلف الاتجاهات ، وقد تكون منبسطة نوعا ما ولذلك تنحني فى اتجاه واحد فقط ، كما فى الورىقات الثانوية لنبات *Mimosa pudica* وغيره من نباتات العائلة البقلية . وبالنسبة الى ذلك قد يكون التركيب الداخلى لهذه الأعضاء منتظما متساريا ، أو قد يكون ذا جانين . وتتركز الخلايا المحركة فى مثل هذه الأعضاء فى منطقة الفشرة ، مكونة منطقة متسعة ، تقع بين كل من البشرة والشريط الوعائى المركزى . ويؤدى الوضع المركزى للأنسجة الوعائية والميكانيكية الكولنشيمية ، الى مساعدة العضو فى الانحناء عما إذا كان

وضعها خارجياً . ويتكون النسيج المحرك من خلايا برنشيمية متساوية الأقطار ، تكون قصيرة أنبوبية الشكل في مناطق العقد في النباتات النجيلية . وتكون منبسطة في *Oxalis* و *Biophytum* وتظهر أطرافها في المقطع الطولي مدببة نوعاً ما (شكل ١٠١-س) . وتكون جدر هذه الخلايا رقيقة في العادة أو قليلة السمك ، وقد يزداد سمكها في المنطقة العليا وتبقى رقيقة في المنطقة السفلى من العضو المحرك لنبات *Mimosa pudica* و *Biophytum sensitivum* (شكل ١٠١ - س) ، وقد يتسبب عن هذا الوضع



(شكل ١٠١)

- (١) ق . ع . في العضو المحرك Pulvini للوريقة الثانوية لنبات *Biophytum sensitivum* .
(س) جزء مكبر من العضو المحرك ، (عن هابرلانديت)

سرعة الانحناء . ويرى هذا الوضع في النبات الثاني في أعناق الوريقات الثانوية ، أما جدر الخلايا الموجودة في العضو المحرك للعنق الأصلي فتكون رقيقة بأجمعها . ويتقاطع عادة مع أغشية النقر الموجودة في جدر مثل هذه الخلايا المحركة خيوط بروتوبلازمية دقيقة ، وهي ظاهرة تشملها جميعاً . وهذه الخلايا ، علاوة على احتوائها

على البروتوبلاست والنواة ، فانها تحتوي أيضاً على عدد قليل من البلاستيدات الخضراء
وجميع غير منتظمة الشكل من مادة التانين . أما المسافات البينية فقد تكون غائبة
أو ضعيفة التكوين ، مما يجعل مثل هذه الأعضاء المحركة ذات مظهر شفاف نوعاً مشابهاً
للزجاج . وقد تكون المسافات البينية الهوائية أكثر عدداً واتساعاً في المناطق الداخلية
المجاورة للشريط الوعائي المركزى .

ويعود انحناء وتقوس هذه الأعضاء المحركة الى التغييرات التي تحدث في انتفاخ
الخلايا ، فقد يزداد الانتفاخ في النصف العلوى من العضو المحرك ويقل في النصف السفلى
منه ، أو قد يحدث عكس ذلك . وترى هذه الحركة في أوراق كل من *Oxalis*
و *Phaseolus Amicia* ذات الوضع الأتقى العادى والتي تنحني الى أسفل في حالة
السكون ثم تعود الى الوضع الأتقى مرة ثانية .

ويعود الوضع الخاص بتحريك أوراق نبات *Mimosa pudica* أيضاً الى التغييرات
الانتفاخية في خلايا النسيج المحرك . فتطبق الأوراق الثانوية في أزواج على بعضها
الى أعلى وبذلك تتلاصق أعناقها جانبياً ، أما عنق الورقة الأصلية فينحني الى أسفل .
وتعود كل هذه الحركات المتتالية الى انحناء الأعضاء المحركة التي تكون أكبر حجماً في قواعد
الأعناق الأصلية ، مما هي في قواعد أعناق الوريقات الثانوية . ويمقب الهبوط الانتفاخى
في الخلايا المحركة عادة ، تسرب الماء الموجود بها الى المسافات البينية التي كانت مملوءة
بالهواء ، كما يعود الانحناء الى انقباض جدر الخلايا المحركة بسبب نقص انتفاخها ،
هذا الى جانب ثقل الورقة نفسها .

وقد تزود الأعضاء المحركة بمنخفضات أو قنوات عرضية ترى جهة جوانبها السفلية
(شكل ١٠١ — ١) ، وهذه تشبه الأغشية الجلدية الموجودة بين أصابع الانسان .
وقد تظهر هذه القنوات جهة الجانب العلوى ، ويسبب وجودها عموماً انحناء العضو المتحرك
انحناءً كبيراً دون أن ينتج عن ذلك أى ضرر للنسيج المحرك بسبب زيادة الانضغاط .