الباب السابع

الجهاز الماص The Absorbing System

تدخل المواد الغذائية المختلفة جسم النبات من الوسط المحيط به فى حالة سائلة أو فى هيئة محلول ، ويحصل النبات على حاجته من المواد الصلبة القابلة للامتصاص بمساعدة الأنزيمات والأحماض التى يفرزها لهذا الغرض ، كما هو الحال فى خطوات إنبات البذور والحبوب الأليوميئية وكذا فى عمليات الهضم فى النباتات آكلة الحشرات وغيرها . وتحدث معظم هذه التغيرات خارج جسم النبات حيث تجهز المواد الصلبة على حالة قابلة للامتصاص ، أما حالتى الأخصاب والحصول على المواد الصلبة فى Myxomycetes فتترك جانباً حيث ان المواد الغريبة لا تتمكن من الوصول الى داخل الخلية الحية إلا بواسطة تبادل الضغط الأزموزى .

ويعتبر الماء من أهم ما تمتصه النباتات عموماً، وهى تحتاج لكمية مناسبة منه فى الاغراض الغذائية المختلفة ولتزويدها بالايدروجين والاكسيجين اللذان يدخلان فى تركيب معظم المركبات العضوية. وقد تحتاج النباتات لكمية من الماء أكثر قدراً تلزم لما يسمى بماء الامتصاص الذى يركز البروتوبلازم وجدر الخلايا وحبيبات النشا وغير ذلك وكذلك ليزود كتلة العصير الخلوى . وتحتاج النباتات الأرضية عموماً لكمية كبيرة من الماء لتعوض ما يفقد منها عن طريق النتح .

والمواد التى يمتصها النبات إما أن تكون غذائية لا غنى له عنها أو مواداً لا قيمة لها . وتحاط النباتات المغمورة أسفل سطح الماء كالطحالب الخضراء وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا من جميع جهاتها بوسط يحتوى على كل ما تحتاجه من المواد الغذائية فى حالة تركيز مناسبة ، كما أن فى إمكانها امتصاص ما يلزمها بكل سطحها الخارجى ، وهى تحتوى فى مثل

هذه الحالات على أنسجة خاصة بعملية الامتصاص . أما الأعضاء الشبه جذرية التى تزود بها كثير من الطحالب والتى تشبه نوعا ما جذور النباتات الأرضية فانها تخدم كأعضاء مثبتة فقط وتنتمى تبعاً لذلك الى الجهاز الميكانيكى .

والنباتات الأرضية الخضراء توجد تحت ظروف متعددة متباينة ، كما تحصل على مايلزمها من المـاء والمواد الغذائية إما من التربة المثبتة بها بواسطة مجاميعها الجذرية أو من الجو الخارجى المحيط بأعضائها الهوائية . ويزود الهواء النبات بأحد هذه المطالب الغذائية وهى ثانى أكسيد الكربون ، وهذه المـادة ذات أهمية قصوى فهى تمثل المنشأ الخام الذى تستخلص منه خلايا النبات الخضراء الكربون بعملية التمثيل الضوئى . وقد تمتص أعضاء التمثيل الضوئى ثانى أكسيد الكربون بكل سطحها الخارجى كما فى حالة نباتات الموسز ، وقد يكون هذا غير كاف بالنسبة لوجودها فى وضع غير ملائم للقيام بهذه العملية ، ويستعاض عن هذا النقص بتكوين جهاز خاص من مسافات بينية هوائية . وتعتبر عملية الحصول على ثانى أكسيد الكربون جزءاً من عملية تبادل الغازات وتشابه فى ذلك عملية امتصاص أكسيجين التنفس ، ولم يعرف بعد نسيج خاص يقوم بامتصاص أو حمل ثانى أكسيد الكربون فى هيئة محلول الى الاماكن التى يستخدم بها .

وتحصل النباتات الأرضية من التربة على المـاء والأملاح المعدنية الذائبة عن طريق أعضاء ماصة خاصة وهى الجذور التى تزود لهذا السبب بأنسجة تخصصت فى عملية الامتصاص تماثل فى موقعها ومنشئها البشرة فى أعضاء النباتات الهوائية .

وقد تختلف نظم الامتصاص بين النباتات الأرضية ، ويعود ذلك إلى اختلاف البيئات التى توجد بها مثل هذه النباتات . وترجع معظم هذه التغيرات الى مقدرة الأعضاء الهوائية وخصوصاً الأوراق على امتصاص المـاء . وتأخذ هذه الطريقة فى الامتصاص دوراً هاما فى النباتات الحززية كما يتسع توزيعها بين النباتات الزهرية . ولأوراق معظم النباتات القدرة على امتصاص المـاء حتى ولو ذبلت جزئياً حيث ان كوتة جدر خلايا البشرة الخارجية لاتجعلها غير قابلة للنفاذ إطلاقاً . وتعتمد كثير من النباتات العلوية وخصوصاً BROMELIACEAE وبعض نباتات المنحدرات والنباتات

الصحراوية فى الحصول على ما يلزمها من الماء على مقدرة أوراقها فى امتصاص الرطوبة الجوية من الأمطار أو الندى ، وتزود أجزاء النبات الهوائية فى مثل هذه الحالات بأعضاء خاصة بعملية الامتصاص . وتحتوى الجذور الهوائية فى كثير من نباتات ORCHIDACEAE و AROIDEAE العلوية على جهاز خاص يسمى Velamen يقوم بامتصاص مياه الأمطار والندى كما قد يقوم بتكثيف بخار الماء الجوى .

وتكون النباتات الفطرية وغيرها من النباتات العديمة الكلوروفيل بالنسبة لغياب البلاستيدات الخضراء بها ، رمية أو طفيلية معتمدة كلياً على المواد الغذائية العضوية . ويحدث الامتصاص فى أبسط أنواعها مثل الخمائر والبكتيريا عن طريق السطح الخارجى جميعه ، أما فى الانواع الأكثر تخصصاً فيحدث الامتصاص بواسطة عضو خاص ، فالميسيليوم الخيطى الذى تمتاز به النباتات الفطرية يخدم رئيسياً كعضو ماص ، أما النباتات الزهرية المتطفلة فيختزل جسمها الخضرى فى هيئة جهاز مكون من مماص خاصة .

وتعتبر الأجنة والبادرات ما دامت معتمدة فى غذائها على المواد المرنة المدخرة وضعاً وسطياً مابين النباتات الخضراء والأخرى العديمة المادة الخضراء ، وتعتمد فى امتصاصها على مماص خاصة تظهر فى حالة ما اذا كانت مكونة من مجموعة من الخلايا فى هيئة أنسجة خاصة بعملية الامتصاص .

وتشترك الأجسام المختلفة المكونة للجهاز الماص فى :

١ — مساحة أسطحها المعرضة حيث ان كميات المواد الغذائية الممتصة بواسطة الضغط الأزموزى تختلف نسبها باختلاف مساحة السطح الماص .

٢ — من اللازم أن تكون الأنسجة الماصة موجودة قريبة من السطح الخارجى وأن تكون مكونة من طبقات من الخلايا السطحية .

٣ — لتسهيل عملية تبادل الضغط الأزموزى يجب أن تكون جدر الخلايا غير مغلظة ، ولا يتعارض هذا مع بعض التغليظات الموضعية لأغراض ميكانيكية .

٤ — مقدرة الأنسجة الماصة الحية على إنتاج وإفراز الاحماض والأنزيمات .

أولا — امتصاص المركبات الغير عضوية

١ — جهاز الجذور الأرضية الماص

يقوم المجموع الجذرى للنباتات الأرضية الخضراء بامتصاص الماء والأملاح الذائبة بمساعدة أنسجة تختص بهذه العملية . وقد تشابه الساق والأوراق وكذا جذور النباتات المائية ، الجذور الأرضية العادية فى القيام بهذه الوظيفة ، غير أن الجذر الأرضى العادى يعتبر العضو الأساسى فى عملية الامتصاص .

ولا يقوم كل السطح الخارجى للمجموع الجذرى الأرضى بعملية الامتصاص ، حيث يقوم بتلك الوظيفة نسيج ماص خاص ما هو إلا الطبقة السطحية لخلايا الجذيرات الحديثة محددة فى منطقة خاصة تبدأ قريبة خلف القمم النامية وتنتهى على مسافات تختلف بالنسبة لها ، وهى التى سبق تسميتها (Piliferous Layer (Zone . وهى طبقة فردية سطحية من الخلايا تمثل كل النسيج الماص للجذر ، وتقابل البشرة من الوجهة المورفولوجية ، وتمتد خلاياها فى وضع عمودى على المحور الطولى للجذر مكونة أنابيباً وحيدة الخلية مرتبة فى نظام متعاقب قمى ، تسمى بالشعيرات الجذرية Root Hairs .

فاذا اقتلع نبات ما من التربة مع استخلاص مجموعة الجذرى منها بعناية ثم غسله بالماء لفصل جزيئات التربة اللاصقة به لوجد أن هذه الجزيئات لا تزول كلياً إلا من مناطق القمم النامية الناعمة الملمس البيضاء اللون وكذلك من المناطق الأخرى المسمرة اللون المتقدمة فى السن ، أما المناطق التى توجد بها هذه الشعيرات أو بمعنى آخر المناطق التى يوجد بها النسيج الماص فتبقى مغطاة ومغلفة بطبقة من هذه الجزيئات التى تلتصق التصاقاً كاملا بالشعيرات الجذرية .

وتحتوى كل من هذه الشعيرات الوحيدة الخلية على طبقة بروتوبلازمية متوسطة السمك تبطن الجدار الخلوى من الداخل ، أما الطبقة الخارجية للجدار فناعمة رقيقة وتمثل السطح

الماص . وينعدم وجود الكيوتيكل على جدر هذه الخلايا ولكنها تغلف بدلا عنه بطبقة غروية ، أما باقى الجدر فتتكون من طبقات سليلوزية قد تتلجنن أحيانا كما ذكر Kroemer ، أو قد تتخللها مواد واقية غير معروفة التركيب . وتحتوى كل شعيرة جذرية على فجوة واحدة طويلة تساعد وتزيد فى سرعة انتقال المواد الممتصة . ويزداد سمك طبقة البروتوبلازم فى العادة جهة قمة الشعيرة أما النواة فقد تكون راقدة جهة القمة أو خلفها قليلا ، كما يزداد سمك الجدار عند الطرف المستدير للشعيرة ويكون سمكه هناك ضعف أو ثلاثة أضعاف باقى أجزائه الأخرى ، ويقوم هذا الطرف السميك فى الواقع مقام القلنسوة . وقد أجرى هابرلاندت عدة تجارب على نمو الشعيرات الجذرية فى نباتات عدة ، فوجد أن النمو الطولى يحدث عند مناطقها القمية ويقف خلفها مباشرة ، فهى تماثل فى ذلك الأعضاء التى تنمو قمياً ، ويلائم ذلك بالإضافة الى الصفات السابقة مقدرتها على إيجاد طريقها ونفاذها بين جزيئات التربة الصلبة .

وأبسط أوضاع النسيج الماص لا تظهر به الشعيرات الجذرية ، كما فى النباتات التى تنمو فى ظروف يتوفر بها الكثير من الماء والأملاح المعدنية ، فتكون بذلك فى غير حاجة لزيادة السطح الماص ، كنباتات المستنقعات والنباتات المائية . ومن النباتات التى تخلو جذورها من الشعيرات الجذرية بصفة دائمة *Butomus umbellatus* و *Caltha palustris* و *Hippuris vulgaris* و *Lemna minor* و *Nymphaea alba* و *Pistia Stratiotes* ومماثلها فى ذلك *Scirpus sylvaticus* و *Carex paludosa* .

وتختلف الزيادة فى مساحة السطح الماص بالنسبة لتكوين هذه الشعيرات ، فبعض الجذور قد تكون خلاياها الماصة مسطحة أو محدبة قليلا وبذا تكون منطقتها الماصة ملساء ، بينما تمتد فى الأخرى بشكل الشعيرات الجذرية السالفة الذكر (وهى الشكل العادى النموذجى للنسيج الماص فى الجذور) ، فتزداد بذلك مساحة السطح الماص .

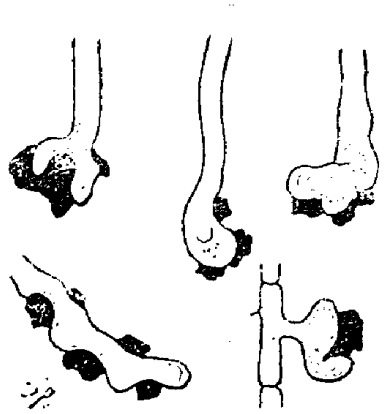
ويتوسط كلا من طورى التخصص فى تكوين الشعيرات الجذرية عدد كبير من الخطوات ، وللبيئات المختلفة وللمؤثرات الخارجية علاقة كبيرة بمدى هذا التكوين . فبازدياد جفاف

التربة حيث يصعب امتصاص الماء والاملاح الذائبة تستلزم الضرورة زيادة تكوين الشعيرات الجذرية ، بينما يختزل عددها ومتوسط طولها فى التربة الزائدة الرطوبة بالنسبة لتوفر الماء والأملاح المعدنية ، ويزداد هذا الاختزال كلما زادت كمية الماء ، ويعتبر ذلك ارتداد الى أبسط أوضاع النسيج الماص . وهناك عدد من النباتات المائية لاتكون جذورها شعيرات جذرية مادامت مغمورة فى الماء ، مثل *Elodea canadensis* و *Nuphar leutum* و *Acorus calamus* و *Cicuta virosa* ، ولكنها اذا نفذت فى التربة تكونت عليها الشعيرات بكثرة . وتتوقف مقدرة تكوين الشعيرات الجذرية وخصوصاً فى النباتات المائية على خلايا ماصة خاصة تختلف فى المادة فى مظهرها عن الخلايا الأخرى المحيطة بها . ففى *Nuphar leutum* و *Sagittaria sagittaefolia* و *Elodea canadensis* تكون هذه الخلايا أقصر فى الطول من غيرها ويقطعها جدر عرضية فى طور مبكر من تكوينها . وفى *Hydromistria stolonifera* و *Hydrocharis Morsus-Ranae* تكون أكثر اتساعا وعمقاً . وفى بعض نباتات ERIOCAULACEAE و JUNCACEAE (عن Van Tieghem) تنقسم هذه الخلايا القصيرة بجدار طولى الى خليتين تكون كل منهما شعيرة جذرية ، وبذلك تظهر هذه الشعيرات فى أزواج . وفى *Distichia* يتحد كل زوج منها حتى منتصف طوله فيظهر بذلك متفرعا من أعلى . وفى *Lycopodium* (عن Nägeli و Leitebg) تنشأ مجموعة من الشعيرات الجذرية من خلية واحدة بعد أن تنقسم الى عدد من الخلايا تكون كل منها شعيرة مستقلة .

ولما كان الجذر الأصلى يتجه عادة مستقيما الى أسفل بينما تتجه باقى وحدات المجموع الجذرى على زوايا تختلف بالنسبة للوضع الرأسى ، فان الشعيرات الجذرية تكون غير ذات علاقة بالجاذبية الأرضية وتعتبر زوائداً بالنسبة للجذور الموجودة عليها .

ويتحدد من جدار الخلية السطحية الخارجى منطقة معينة هى التى تنمو للخارج مكونة للشعيرة الجذرية . وكل من هذه الشعيرات الجذرية عبارة عن أنبوبة اسطوانية الشكل غير متفرعة وذات قمة مستديرة ، ويمثل هذا الشكل كل الشعيرات التى تنمو فى الماء أو الهواء الرطب ، وبالنسبة لهذه الظروف يزداد طولها الى أقصاه . أما مثيلاتها التى تنمو فى التربة

فأقصر طولا بالنسبة لتغير شكلها بسبب احتكاكها بجزيئات التربة . وعادة تنمو كل شعيرة جذرية للخارج على زاوية قائمة من سطح الجذر ، ولكنها أثناء نفاذها بين جزيئات التربة تتحاشى الصلب منها وتضطر الى الالتفاف حولها ، وبذلك لا تأخذ شكلها الطبيعى المستقيم أثناء نموها ، فقد تنحنى بشكل الركبة ، وقد تمتد قمتها فى شكل قرصى أو تتفصص فى شكل أصابع اليد (شكل ٧٠) ، وبذلك لا يتسنى لها أن تبلغ طولها المناسب كما لو تكونت فى الهواء الرطب. ولما كان غياب الضوء عن أعضاء النبات الخضرية مما يسبب الزيادة فى طولها ، فالمثل يحدث ذلك للشعيرات الجذرية عند غياب الأجسام الصلبة عن طريقها .



(شكل ٧٠)

الشعيرات الجذرية لنبات *Linaria Cymbalaria* وقد اتخذت أطارفها أشكالا مختلفة أثناء انسيابها بين جزيئات التربة الصلبة .

وقد وجد Schwarz أن جذير نبات الذرة المستنبت فى حجرة رطبة والذي يبلغ طوله ملليمتر واحد يحمل فى المتوسط ١٩٢٥ شعيرة جذرية ، فاذا كان قطر الجذير ١,٤٤مم ، فان الملليمتر المربع يوجد به ٤٢٥ شعيرة . وجذير البسلة المستنبت تحت نفس هذه الشروط يحمل عدداً منها يبلغ ١٠٩٤ أو ٢٣٢ شعيرة فى الملليمتر المربع . وللخلايا الماصة القدرة على تكوين الشعيرات الجذرية لوقت محدود ، والشعيرات الحديثة لا توجد بين التى تكونت من قبل ، بل تتكون فى نظام متعاقب قمى . وهى بالنسبة لرقة جدر خلاياها ودقتها قصيرة العمر ، فتموت الشعيرات الكبيرة وتتجدد بدلا عنها أخرى حديثة من أسفل فوق منطقة الاستطالة مباشرة حيث تتكون من الطبقة السطحية هناك شعيرات أخرى . وطول منطقتها ثابت تبعا لذلك وقد يبلغ فى العادة بضعة ملليمترات أو سنتيمترات . وتتكمش الشعيرات الكبيرة فى العادة ويصير لونها بنياً ثم تموت على مسافة معينة من قمم الجذور وبذلك يختفى النسيج الماص فى تلك المنطقة ويغطى الجذر بعد ذلك بخلايا الأكسودرمس Exodermis المسوبرة التى تمثل الطبقات الخارجية من القشرة . واذا تسوبرت

هذه الخلايا أثناء نشاط النسيج الماص ، كما هو الحال فى معظم نباتات ذات الفلقة الواحدة ، تبقى بينها خلايا قصيرة الطول غير مسوبرة الجدر وذات محتويات بروتوبلازمية وافرة ، تخدم كممرات لتوصيل المواد الممتصة بواسطة النسيج الماص الى خلايا القشرة البرنشيمية الحية .

وللشعيرات الجذرية القدرة على امتصاص الماء والأملاح الذائبة من التربة . وتفرز فى العادة مواداً حمضية تسهل امتصاص الأملاح المعدنية . ويقول Czapek انها تفرز ثانى أكسيد الكربون . ويقول Ernest إنها تفرز الأحماض العضوية كحمضي الخليك والفورميك فى حالة عدم توفر الأكسيجين . وبمجرد تكوين المحاليل من المواد الصلبة فانه يسهل لها اختراق الاكتوبلاست الذى ينظم التغييرات الأزموزية المتبادلة فى الشعيرات الجذرية بالنسبة لرقة جدرها (فيما عدا بعض الحالات الشاذة) حيث لا يزيد سمكها عن ٠,٠٠٠٦ الى ٠,٠٠١ مم .

وتتميز بعض السراخس العلوية بوجود شعيرات جذرية شاذة فى طول عمرها ، فهى اذا ما جفت ينسحب بروتوبلازمها مع النواة نحو المنطقة القاعدية حيث يتكون حاجز مستدير الشكل يفصل بين البروتوبلاست وبين باقى المناطق الجافة ، التى تنفصل بعد ذلك . وبذلك تتكون خلية سطحية تبقى فى حالة سكون ثم تنشط مرة أخرى اذا ما توفر الماء لها لتكون شعيرات جذرية جديدة .

والشعيرات الجذرية علاوة على وظيفتها الغذائية ذات وظيفة ميكانيكية ، فهى تثبت وتوزع المجموع الجذرى فى التربة ، كما انها تتكون بعدد كبير فى حالة أولى خطوات إنبات البذور التى تنبت وهى أعلى سطح التربة فتثبتها أولا ثم تمتص ما يلزمها من ماء وأملاح ذائبة ثانياً . وقد لاحظ Schwarz ان أول الشعيرات الجذرية المتكونة عند إنبات *Panicum miliaceum* تظهر على غلاف الجذير Coleorhiza ، وبذلك تثبت الحبة فى التربة قبل اختراق الجذير لغلافه ، ويشاهد مثل ذلك فى الحشائش عموما . وقد تتكون الشعيرات الجذرية فى بعض الأحيان على الأعضاء الخضرية المتحورة وكذلك

على الأوراق فى HYMENOPHYLLACEAE . وفى نبات *Psilatum triquetrum* يزود الريزوم بالنسبة لغياب الجذور بعدد كبير من الشعيرات الجذرية .

٢ — الرايزويدز Rhizoids

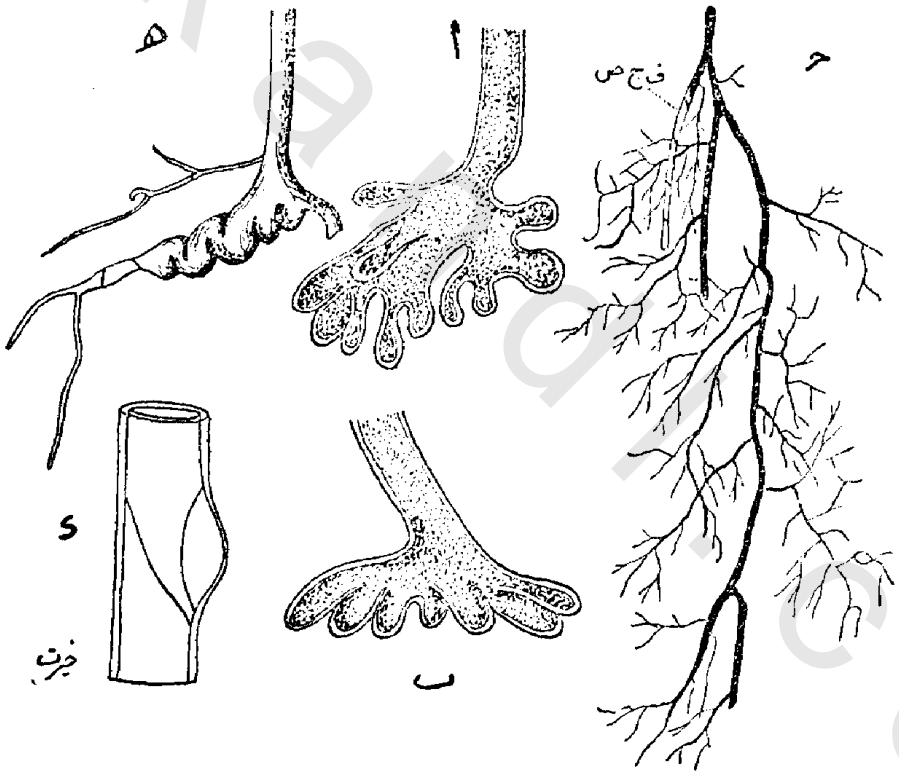
تمتاز النباتات المزهرة والأطوار الجرثومية للنباتات التيريدية بوجود الجذور الحقيقية ، أما النباتات الثالوثية (وهذه تترك جانباً فى الوقت الحاضر) وكل النباتات الحززية المنبطحة Liverworts والمستقيمة Mosses والأطوار الجاميطية للنباتات اللازهرية ذات الحزم الوعائية فلا يوجد بها مثل هذه الجذور الحقيقية وإنما تتمثل أنسجتها الماصة فى زوائد خاصة تسمى بالرايزويدز Rhizoids ، وهذه يصعب تمييز أبسط أشكالها من الشعيرات الجذرية . وغالباً ما يطلق اصلاح الشعيرات الجذرية على هذه الزوائد الجاميطية كما أنها تشابهها فى صفاتها مضافاً الى ذلك صفات الجذور نفسها ، فهى تشبه الجذور فى أنها سالبة الجاذبية الضوئية وموجبة الجاذبية الأرضية وتتجه دائما نحو الماء .

ونادراً ما تختلف ريزودات النباتات الحززية المنبطحة والأجسام الثالوثية للنباتات السرخسية عن الشعيرات الجذرية ، إلا فى وجود الجدار القاعدى . ويتكون الريزود الواحد من خلية فرديه أنبوبية ذات جدار رقيق تأخذ أشكالا عدة بالنسبة لاحتكاكها بجزيئات التربة الصلبة كما هو الحال فى الشعيرات الجذرية (شكل ٧١ — ١ ، ب) ، كما تشبهها أيضاً فى النمو القمى .

وللنباتات الحززية المنبطحة MARCHANTIACEAE نوعان من الريزودات ، أحدهما بسيط عادى Simple ، والآخر ذو شكل وتدى ويمتاز بوجود تغليظات داخلية عديدة على الجدار الخلوى فى شكل زوائد بسيطة أو متفرعة تبرز فى الفجوة الداخلية من كل جانب وتكون متزاحمة ومتقاربة من بعضها أو مرتبة فى مجاميع حلزونية . وتوجد الريزودات البسيطة متصلة بالعرق الوسطى للجسم الثالوثى ممتدة نحو المنطقة القمية ، أما النوع الآخر فيوجد على كل من الجناحين الجانبيين وهو الذى يقوم بتزويد النبات بالماء وبالأملاح المعدنية . ويرى هابرلاندت أن هذه الزوائد الريزودية ليست ذات قيمة

ميكانيكية ولـكنها تزيد من مساحة السطح المـاص للرايزويد بالنسبة لزيادة الأكتوبلاست فى هذه المنحنيات تبعاً للزيادة فى السطح الداخلى ، فهى مختصة تبعاً لذلك بعملية الامتصاص . ويرى Kamerling أنها تخدم فى حفظ الفقاعات الغازية التى تظهر فى الرايزويد عند نقص المـاء والتى تبقى معلقة فى مركز الفجوة الوسطية وبذلك تسهل للمـاء أن يمر بينها وبين الجدار .

أما ريزودات النباتات الحززية القائمة (الموسز) فـكل منها عبارة عن جهاز مكون من عدد كبير من الخيوط المتفرعة يبلغ سمك أفرعها الرئيسية فى الغالب خمسة أو ستة أضعاف التفرعات النهائية . ويمكن مقارنة هذه المجموعة بجذور النباتات ذات الحزم الوعائية



(شكل ٧١)

(ا) طرف أحد الريزودات وقد تفصص الى عدد من الفصوص . (ب) طرف ريزود آخر وقد انبسط فى شكل قرصى . (هـ) ريزود نبات *Tortula muralis* الـكامل التكوين — ف ج ص = فرع جانبي صغير . (و) جزء من المحور الرئيسى لريزويد يظهر به الخلية الحلمية التى ستكون فرعا جانبياً × ٤٥٠ (ه) جزء من ريزويد يبين موضع تقابله مع احدى جزيئات التربة الـكبيرة الصلبة ، (عن ها برلاندت)

وبالشعيرات الجذرية الموجودة عليها . ويشبه الريزويد الكامل المجموع الجذرى من الوجهة الفسيولوجية (شكل ٧١ —) ، وفيها عدا الأفرع الرئيسية ، فان التفرعات النهائية عبارة عن خيوط مكونة من عدد من الخلايا يزيد طولها عن عرضها كما ينفصل كلا منها عن الأخرى جدر مائلة الوضع . وتزيد هذه الجدر الفاصلة بالنسبة لرقتها ووضعها المائل من مساحة السطح الداخلى وتسهل عملية تبادل الضغط الأزموزى بين الخلايا المتتالية وبذلك تزداد عملية الانتقال فى الخيط جميعه . أما التفرعات الرقيقة التى تقوم نسبياً بعمليات الانتقال فتكون الجدر الفاصلة بها فى وضع عرضى عادى . والجدر الجانبية لريزودات الموسز ذات لون بنى عادة ، وتتكون فى هذه الحالة من طبقتين متتاليتين ، أما المحتويات الداخلية فعبارة عن طبقة بروتوبلازمية تلاصق الجدار من الداخل ، وقد تحتوى فى بعض الأحيان على الليوكوبلاستيدات أو على بلاستيدات خضراء باهتة وفجوة وسطية بها عصير خلوى عديم اللون ، كما أن التفرعات كلها بما فيها المحور الوسطى ذات نمو قمى .

ويمتاز الجهاز الرايزويدى لنبات *Tortula muralis* بأن كل الجدر الفاصلة العرضية فى محوره الرئيسى ذات وضع مائل . وتبدأ كل الأفرع الجانبية فى الظهور على مسافة قصيرة من القمة النامية وتنشأ عند الأطراف القمية للخلية فى وضع يقابل الحاجز المائل حيث يكون الجدار الجانبى امتداد حلمى الشكل يتساوى قطره عند القاعدة مع قطر المحور الأصلى (شكل ٧١ — ء) . ويمتلىء هذا الامتداد بالبروتوبلاست ثم ينفصل عن الخلية الأمية بحاجز رقيق يشبه فى شكله زجاجة الساعة ، وبذلك يتم تكوين الخلية التى سيتكون منها الفرع الجانبى ، وغالباً لا تكون كل هذه الخلايا الأفرع الجانبية مباشرة بل قد يبقى عدد منها فى بعض الحالات فى حالة سكون مشابهاً فى وضعه هذا البراعم الساكنة فى جذوع أشجار ذات الفلقتين . وهذه اذا نشأت على الرايزوردات الصغيرة نمت الى أفرع جانبية سميكة تتجه الى أسفل تبعاً للجاذبية الأرضية ، أما اذا ما تكونت على المسن منها فتكون أفرعاً رفيعة قد تتجه الى أسفل فى وضع مائل أو قد تكون ذات وضع أفقى . واذا ما وصل المحور الأصلى الى نهاية نموه والأفرع الجانبية الى سن معين تبدأ بعض الأفرع الساكنة فى النمو مكونة مجاميعاً أخرى من الأفرع الجانبية السميكة ،

وهذه تشبه المحور الأصلى تماماً فى نظام تفرعه . واذا ما عاق الرايزويد أثناء اتجاهه الى أسفل موضع صلب من جزيئات التربة فانه يتفاداه بأن يصبح شكله منبسطاً ويكون من أحد جهاته فرعاً جانبياً بينما يتمم من الجهة الأخرى نموه فى اتجاهه العادى (شكل ٧١ — ه) .

والرايزودات كالجذور وكالشعيرات الجذرية تقوم بتثبيت النبات علاوة على وظائف الامتصاص الأساسية . ومن أنواع الموسز ما ينمو على قلف الأشجار أو على الصخور ومنها ما يعيش فى المياه الجارية مثل *Fontinalis* و *Cinclidotus* وتكون ريزوداتها أيضاً ذات صفات ميكانيكية ، ويقول Paul إنها ذات جدر سميكة . وقد تلتف أشرطة الريزودات مع بعضها حول أحد أفرعها الرئيسية السميكة كما فى بعض نباتات POLYTRICHACEAE وقد يجعلها هذا الوضع غير قابلة للانثناء . وقد تغطى معظم سوق بعض الموسز مثل *Paludella squarrosa* وأنواع *Dicranum* و *Meesea* و *Mnium* بكتلة كثيفة من الرايزويدز فى هيئة غطاء كثيف يقوم بحجز الماء ونقله .

٣ — الأنسجة الماصة فى الجذور الهوائية

تمتاز الجذور الهوائية لنباتات الأوركدز الاستوائية وكثير من النباتات الأرويدية العلوية بوجود طبقة مغلفة تسمى Root-sheath أو *Velamen radicum* أو لفظ Velamen فقط . ويتكون الفيلامن من غلاف فضى متفاوت السمك يشبه رق الغزال ، وينشأ من البروتودرم على مسافة قريبة خلف القمة النامية فى عدة طبقات ناتجة عن الانقسام التماسى . وقد يتكون فى حالات قليلة شاذة من الانقسام القطرى الجانبى للبروتودرم ، وبذلك يبقى مكوناً من طبقة واحدة ، كما فى *Vanilla planifolia* و *V. aphylla* و *Dendrocolla teres* وغيرها . ويختلف فى عدد الطبقات المكونة له من طبقة واحدة إلى ثمانى عشرة طبقة ، إلا أن عددها يكون ثابتاً فى النوع الواحد .

وتتلامس خلايا الفيلامن بدون نظام كل منها بالأخرى ، كما يختلف شكلها كثيراً . فقد تكون متساوية الأقطار مستطيلة قطرياً نوعاً ما ، كما ترى فى مقطعها العرضى ،

وقد يكون محورها الطويل موازيا للجذر نفسه . وتتغلظ جدرها بطرق متعددة غير أنها تكون عادة ذات غلظ ليفي حلزوني (شكل ٧٢ — ١ ، ب) . وقد تجرى هذه الألياف موازية لبعضها وقد تتفرع أو تتحد لتكون أشرطة عريضة . والتغليظ الشبكي أقل مشاهدة ويرى في *Dendrocolla teres* وفي *Vanda furva* . ونادراً ما ينتظم تغليظ هذه الجدر ويكون مزوداً بعدد قليل أو كثير من النقر كما في *Angraecum subulatum* ، وقد يبقى الجدار في حالات قليلة رقيقاً كما في *Trichotosia ferox* . وقد تظهر كل أنواع هذه التغليظات في خلايا الفيلامن الواحد أو في جوانب الخلية الواحدة كما في *Renanthera matutina* . ويرى الجدار الخلوي ذو فتحات على هيئة ثقوب بين الألياف المغلظة ، ولا يتوقف وجود هذه الثقوب على الجدر التي تفصل الخلايا المتجاورة عن بعضها بل تظهر أيضاً على الجدر الخارجية للخلايا السطحية ، فإذا غمس جذر هوائي جاف في الماء فسرعان ما يمتص الماء المغمور فيه عن طريق هذه الثقوب . ومما يثبت وجودها أنه غالباً ما تشتمل الخلايا الداخلية للفيلامن على أنواع من الطحالب الدقيقة مثل *Protococcus* و *Raphidium* . ولا تحتوي خلايا الفيلامن البالغة غالباً على غير الهواء ، ولهذا السبب يرجع المظهر الفضي للجذور الهوائية .

ويعتبر الفيلامن من الوجهة الفسيولوجية النسيج الماص للجذور الهوائية، وقد أثبت ذلك كل من Schleiden و Unger من زمن طويل . وبالنسبة للثقوب الموجودة في جدر خلايا الفيلامن في عدة أماكن منها ، وكذا لاحتواء الفراغات الداخلية على الهواء الذي يتصل بالجو الخارجي ، كانت هذه الخلايا مشابهة لنسيج اسفنجي ذي قدرة على امتصاص مياه الامطار والندى . وقد كان من المعتقد أن الطبيعة الاسفنجية لخلايا الفيلامن ذات قدرة على تكثيف بخار الماء الجوي وغير ذلك من الغازات كالأمونيا ليستفيد بها المجموع الخضري . وقد أثبت Gaebel امتصاص الامونيا في *Odontoglossum Barkeri*، أما تكثيف بخار الماء الجوي فقد حوول اثباته بعدة تجارب اختلفت الآراء فيها .

وتنفصل خلايا القشرة البرنشيمية عادة عن الفيلامن بطبقة من الخلايا تتوسط كلا منهما وتسمى بالاكسودرمس أو الاندودرم الخارجي ، وهي تشبه الاندودرم في صفاته العامة .

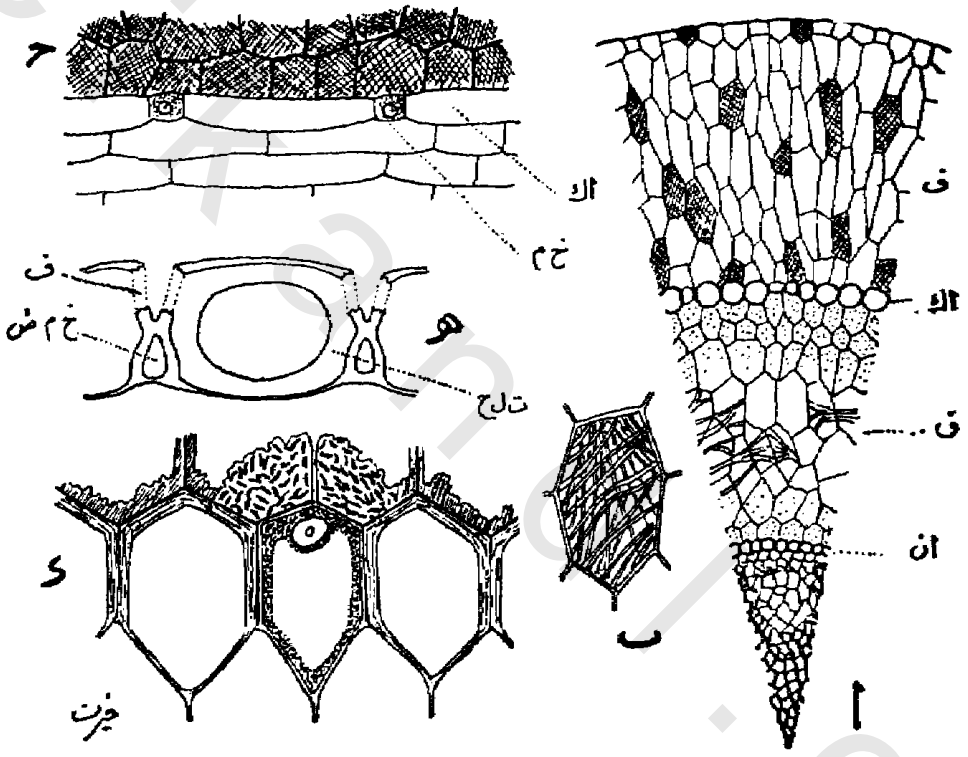
وتتكون من نوعين من الخلايا ، أحدهما مستطيل نوعا ذو جدر خارجية سميكة فى العادة عديمة النقر ، أما الآخر فيوجد بين خلايا النوع الاول فى صفوف رأسية ، وهو مستدير الشكل وأقصر طولا ذو جدر رقيقة ومحتويات بروتوپلازمية وافرة (شكل ٧٢ — حـ) . والخلايا الطويلة ذات جدر مسوبرة وغير منفذة للماء وهذه تحفظ الجذور الهوائية من الجفاف ، أما الثانية ذات الجدر الرقيقة والاصغر حجما فتعمل كممرات يمر منها الماء المتجمع بواسطة الڤيلامن نحو الداخل .

ويمتاز ڤيلامن الجذور الهوائية لبعض الأوركدز بأن خلاياه التى توجد أسفل خلايا الاكسودرمس المنفذة مباشرة ذات تغليظات قرصية أو كروية توجد على جدرها الداخلية. وقد شاهدها Leitgeb فى جنس *Sobralia* وأسماها Meinecke بالأجسام الليفية Fibrous Bodies . ويتكون النموذجى منها من زوائد ليفية دقيقة تظهر على الجانب الداخلى من جدار الخلية وينشأ منها عدد لا حد له من الاجسام العصوية الصغيرة تبرز فى أول الامر فى زوايا قائمة ، وسرعان ما تتشابك الالياف والاجسام العصوية فى كتلة واحدة ذات حجم مميز . ويقول Leitgeb انها تمتص الماء أولا ثم تنقله تدريجياً الى الخلية المنفذة الموجودة أسفلها . ويعتبر هابرلاندت هذه الاجسام الليفية كأعضاء مكثفة وكسدادات واقية تخدم فى منع التبخر من الخلايا المنفذة ذات الجدر الرقيقة (شكل ٧٢ — و) .

وقد يزول الڤيلامن فى بعض الحالات كما فى *Angraecum subulatum* لما يبلغ الجذر الهوائى سناً معيناً ويحل الاكسودرمس محل البشرة العادية ، ويحدث مثل ذلك اذا نفذ الجذر الهوائى بين حزيئات التربة .

ومن نباتات الموسز ما تقوم أعضاؤها الهوائية بامتصاص الماء مماثلة فى ذلك الجذور الهوائية . ففى جنس *Leucobryum* وفى LEUCOBRYACEAE عموماً ، تشتمل الورقة على طبقة فردية وسطية من الخلايا الكلورنشيمية يغلفها من كل من جانبيها طبقة واحدة أو عدة طبقات من خلايا كبيرة الحجم عديمة اللون لا توجد بها محتويات بروتوپلازمية ،

وهذه تتصل كل منها بالاخرى كما تتصل بالجو الخارجي بواسطة ثقوب متسعة توجد فى جدرها ، أما نسيج التمثيل الضوئى فيوجد مغلفاً فى جهاز مكون من أنابيب خلوية شعرية . واذا كانت هذه الخلايا الأنبوبية الشعرية مملوءة بالهواء صارت الورقة بيضاء المظهر ، أما اذا غمست فى الماء فسرعان ما تمتلئ به ويزداد وضوح اللون الاخضر بخلايا التمثيل الضوئى .



(شكل ٧٢)

(ا) ق . ع . فى جذر هوائى لنبات *Stanhopea oculata* — ف = ثيلامن ، اك = اكسودرمس ، ق = قشرة ، ان = اندودرم . (ب) احدى خلايا الثيلامن وتظهر بها تغليظات الجدار الليفية × ٤٨٠ . (هـ) جزء من منطقة الاكسودرمس فى المنظر السطحى عن قطاع طولى تماسى — اك = اكسودرمس ، خ م = خلية منفذة . (و) جزء من ق . ع . فى جذرهوائى لنبات *Corbalia macrantha* تظهربه الخلية المنفذة والجسم الليفى ملتصقاً بجدارها الخارجى . (ه) جزء من ق . ع . فى ورقة فرع جانبى لنبات *Sphagnum cymbifolium* — ت ل ح = تغليظ ليفى حلقى ، ف = فتحة فى الجدار الخارجى ، خ م ض = خلية ممثلة ضوئية ، (ا ، ب ، هـ ، و عن هابرلاندت ، ه عن Russow)

وفى جنس *Sphagnum* تنتظم خلايا النمثيل الضوئى الانبوبية فى شكل شبكى يشغل تفرعات الخلايا الانبوبية الشعرية العديمة اللون (شكل ٧٢ — ه) ، وهى ذات جدر مقواة بواسطة تغليظات ليفية فى هيئة أشرطة حلقية أو حلزونية ، أما الاماكن الغير مغلظة من هذه الجدر فيشغلها فتحات مستديرة متسعة ، كما يحيط بحافة كل من هذه الفتحات الشريط الليفى ذو الغلظ الحلقى . وبالمثل تزود سوق *Sphagnum* بجهاز خلوى أنبوبى شعرى يتكون من طبقتين أو أربع طبقات من طبقات القشرة الخارجية ، وتشبه هذه مثيلاتها فى الورقة فكل من جدرها العرضية والطولية ذات فتحات متسعة .

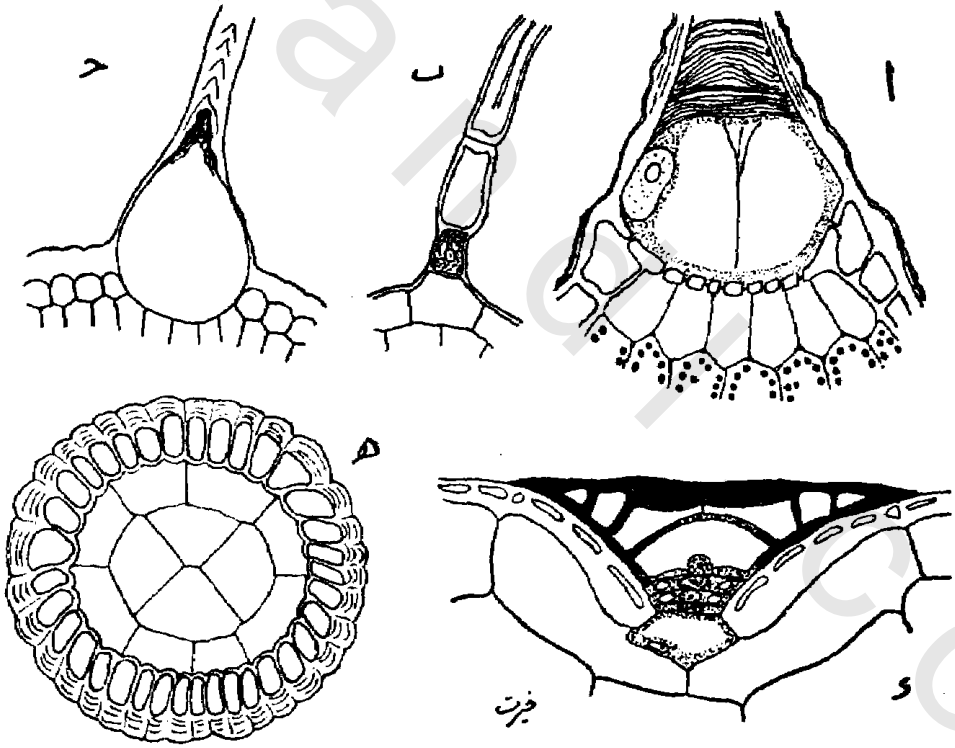
٤ — شعيرات الأوراق الخضراء الماصة للماء

للنباتات المزهرة ، كما للنباتات الحزازية وبعض النباتات السرخسية ، القدرة على امتصاص الماء عن طريق السطح الخارجى لأوراقها الخضراء . ويعتبر الامتصاص السطحى للماء عملية طبيعية ، وخصوصاً فى المناطق ذات الجو الجاف والزيروفيتية عموماً ، حيث تكون النباتات فى حاجة لامتصاص قطرات الأمطار والندى . ولا يكون الامتصاص عن طريق السطح الخارجى للاوراق جميعه ، بل يحدد فى منافذ خاصة بذلك . وأحياناً ما تكون الجدر الخارجية لخلايا البشرة الموجودة فوق العروق ذات قابلية لنفاذ الماء ، غير أنه يغلب أن يختص بهذه العملية زوائد تسمى بالشعيرات أو الحراشيف الماصة Absorbing Hairs or Scales . وقد يقوم بعملية الامتصاص أعضاء أخرى تشبه الشعيرات أو خلايا البشرة المتحورة مورفولوجياً ، وتسمى هذه هايدائودز Hydathodes ، غير أن الوظيفة الأساسية لها هى إفراز الماء ولو أن البعض منها ذو قدرة على امتصاصه. وقد يصعب التمييز بين هذه الأعضاء الافرازية وبين الزوائد الماصة للماء ، كما قد تشبه الشعيرات فى بعض أنواع النباتات الهايدائودز فى وظيفتها ، بينما تقوم بامتصاص الماء فى بعض الأنواع الأخرى .

ولا يكون امتصاص الأوراق للماء تحت الظروف العادية عن طريق الثغور إطلاقاً ، وإذا استثنينا الثغور المائية Water Pores ، فالثغور العادية ما هى إلا الفتحات الخارجية لجهاز التهوية . أما الشعيرات الماصة فتوجد على أوراق كثير من نباتات المناطق الحارة

الجافة وخصوصاً ما ينمو منها فى المناطق الصحراوية ، كالصحراء العربية المصرية ، مما يسهل لها الحصول على ماء الندى ليلا ما بين شهرى نوفمبر وأبريل . كما تزود بها كثير من نباتات مناطق البحر الأبيض المتوسط وكذلك النباتات الموجودة فى الأماكن الجافة المشمسة . وتوجد الزوائد الماصة للماء أيضاً فى نباتات BROMELIACEAE العلوية .

ويختلف المظهر الخارجى للزوائد الماصة للماء ، فقد تكون فى شكل شعيرات أو أشواك بسيطة أو ذات رؤوس مستديرة ، أو فى شكل شعيرات درعية أو حراشيف ، كما قد تكون وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا . وترى أنواعها الوحيدة الخلية فى *Diplotaxis Harra* وفى بعض أنواع *Heliotropium* التى تنمو فى الصحراء العربية المصرية. وتمتاز أوراق النبات الأول (شكل ٧٣ — ا) بوجود عدد من الشعيرات



(شكل ٧٣)

شعيرات ماصة بالنباتات الزيروفيتية (ا) *Diplotaxis Harra* . (ب) *Centaurea argenta* . (حـ) *Heliotropium luteum* . (و ، هـ) الحراشيف الماصة الماء فى نبات *Vriesa psittacina* ، ق . ط . فى احدى الحراشيف فى حالة الانتفاخ والمنظر السطحى للقرص العلوى ، (عن هابرلاندت)

الشوكية الصلبة ذات سطح خشن الملمس وقواعد بصلية منتفخة وتغطى جدرها السليلوزية جميعها بطبقة رقيقة من الكيوتيكل . ويشغل فجوة كل منها طبقات سليلوزية متتالية ، أما المنطقة القاعدية فيشغلها طبقة بروتوبلازمية تلاصق جدارها من الداخل وينغمس بها النواة ، كما أن جدرها السفلية والجانبية ذات نقر عديدة . وتجرى مياه الندى على سطحها الخارجى حيث تمتص عند المنطقة المحيطة بقاعدتها المنتفخة ، ثم ينتشر الماء بعد امتصاصه الى الخلايا المجاورة لها الموجودة أسفلها والمختزنة للماء عن طريق النقر السابق ذكرها . أما فى أنواع *Heliotropium* فتوجد بها مثل هذه الشعيرات الماصة ولو أن جدر مناطقها القاعدية المختصة بامتصاص الماء تكون رقيقة وأقل سمكا عما فى *Diplotaxis* (شكل ٧٣ — حـ) .

وتكون الشعيرات العديدة الخلايا فى العادة غطاء كثيفاً على كل من سطحى الورقة ، ويقوم بامتصاص الماء ما كان منها ذو خلايا قاعدية رقيقة الجدر ومحتويات بروتوبلازمية وافرة ، كالشعيرات العديدة الخلايا الغير متفرعة فى ***Centaurea argenta*** (شكل ٧٣ — ب) . وتتشابك الأجزاء الطرفية الميتة من هذه الشعيرات أو قد تتجه كلها فى اتجاه واحد مكونة غطاء ناعم الملمس لامعاً كما فى ***Convolvulus Cneorum*** و*Plantago cylindrica* وغيرهما ، وهذه الشعيرات علاوة على مساعدتها فى تقليل النتح فانها تتلقى قطرات المطر والندى وتوجهها نحو الأجزاء القاعدية الماصة منها .

وقد أشار De Bary من زمن طويل الى كثرة وجود الشعيرات الماصة الغير إفرازية ، وتكون منغمسة فى السطح الخارجى جالسة أو ذات حامل قصير ورؤوس مستديرة كما فى *Syringa vulgaris* ، أوصولجانية كما فى *Vaccinium Vitis Idaea* . وتمثل هذه بشكلها الخاص الأعضاء الماصة ، ويحدث الامتصاص بواسطة أطارفها المستديرة أو الصولجانية الوحيدة أو العديدة الخلايا ذات المحتويات البروتوبلازمية الوافرة . وقد تقوم هذه الشعيرات فى كثير من الحالات بافراز الماء علاوة على امتصاصه .

وتعتبر حراشيف أوراق BROMELIACEAE من أهم الأعضاء المتخصصة فى امتصاص الماء ، وتوجد هذه فى العادة على قواعد الأوراق وتعتبر مواضعاً لاختزان الماء ، أما الأنواع الطويلة السوق مثل *Tillandsia* فتغطى كل من سوقها وأوراقها بحراشيف درعية (شكل ٧٣ — حـ ، ء) . والمنطقة القاعدية لكل منها أو القدم عبارة عن حامل قمعى الشكل يكون غائراً أسفل مستوى البشرة الخارجية ويتكون من ثلاثة الى أربعة خلايا رقيقة الجدر تحتوى على كمية وافرة من البروتوبلازم ، وتمثل جهاز الامتصاص . ويعلو هذا الحامل قرص مستدير الشكل (قد يكون غير منتظم فى بعض الحالات) ، تتكون حافته من عدد من خلايا مستطيلة ذات وضع قطرى ، وعلى عكس خلايا الحامل ، تخلو خلايا القرص الحافية والوسطية من المحتويات الحية . وتكون الجدر الخارجية لخلايا القرص خالية من الكيوتين وقابلة للذوبان فى حامض الكبريتيك المركز ، ويقول Mez انها تتكون من جسم أساسى سليلوزى يندمج معه نسبة كبيرة من المركبات البكتينية . واذا غمست إحدى الأوراق البروميليسية المغطاة بطبقة كثيفة من هذه الحراشيف الدرعية فى الماء فانها تمتصه سريعاً ويتحول لونها المبيض فى حالة الجفاف الى لون مخضر ، ويرجع ذلك الى امتلاء خلايا الحراشيف بالماء . ولما كانت هذه النباتات وخصوصاً العلوى منها عديمة الجذور أو ذات جذور متسلقة ، تقوم هذه الحراشيف مقامها فى امتصاص الماء والمحاليل الغذائية .

وتغطى الزوائد الماصة للماء عموماً ، ما عدا القليل منها ، بطبقة من الكيوتيكل غير قابلة للذوبان فى حامض الكبريتيك حتى فى مواضعها التى يدخل منها الماء . وقد يرجع نفاذ الماء فى هذه المواضع من الكيوتيكل الى تركيب كيماوى خاص أو صفات تكوينية أخرى ، كوجود ممرات دقيقة ألترا ميكروسكوبية . ومن المهم اعتبار البروتوبلاست الحى الموجود فى هذه الزوائد الماصة للماء عاملا مباشراً فى عملية الامتصاص يقوم مقام المضخات الدقيقة ، كما قد يرجع دخول الماء الى الامتصاص الأزموزى الذى يحدث فى خلايا النسيج الميزوفالى بواسطة النتح . وتعتبر العناصر الحية الموجودة فى الشعيرات عموماً كخلايا موصلة تسمح بنفاذ الماء

ثانياً — امتصاص المواد الغذائية العضوية

١ — الجهاز الماص فى الأجنة والبادرات

قد يعتبر كل طور جرثومى متطفلا وخصوصاً فى أطوار تكوينه المبكرة عند ما يعتمد اعتماداً كاملا على المواد الغذائية المختزنة . وتبدأ مدة التطفل هذه مع أولى خطوات تكوين الجنين وتبقى مستمرة حتى آخر خطوات إنباته. وتنحصر النظم المتعلقة بامتصاص المواد الغذائية المرنة فى هذه الحالات فى مجموعتين ، تتكون الأولى منهما من الأعضاء الماصة التى تنقل المواد المرنة إلى الجنين عند تكوينه أثناء نضج الثمرة مادام ذو علاقة بنباته الأمى ، وتشمل الثانية كل الأجسام التى تساعد النبت الصغير على امتصاص المواد المختزنة عند ما تبدأ البذرة فى الانبات بعد انفصالها من النبات الأمى وقضائها فى التربة فترة من السكون تقل أو تزداد مدتها .

وتتكون أعضاء المجموعة الأولى الماصة من أجسام تختلف مورفولوجيا ، كالكيس الجنيني ، والأندوسپرم ، والجسم المعلق ، والخلايا السمتية[1] . (فى بعض نباتات COMPOSITAE و RUBIACEAE) ، والأنبوبة اللقاحية (كما فى القرع — عن Longo).

وفى بعض أنواع الكنان تعتبر المنطقة السفلية من الكيس الجنينى (الميجاسپور) كمص، وتحتوى هذه المنطقة السفلية الأكثر تميزاً عن العلوية على البروتوپلازم ، ويصل اليها عدد قليل من نوايا الأندوسپرم ، وتبقى هذه المنطقة الماصة من الكيس الجنينى غير متفرعة ، وقد تزداد مساحة سطحها فى حالات أخرى بالنسبة لتكوين عدد من الأفرع . ففى نبات *Globularia cordifolia* تنمو المنطقه العليا من الكيس الجنينى نحو الخارج فى هيئة جسم أنبوبى عن طريق النقير ، ثم ينتشر على الطرف العلوى للبويضة ملامساً جدار المبيض ، وبذا يتكون عدد من الزوائد الخيطية يمتد بعضها الى أسفل بين البذرة النامية والغلاف الثمرى بينما تمتد الأخرى الى أعلى على طول الحبل السرى فى اتجاه المشيمة .

---

(١) تنمو وتكبر الخلايا السمتية بعد الاخصاب وتساعد على امتصاص الغذاء للجنين ، فقد تستطيل احداها وتمتد الى خارج الكيس الجنينى وتعمل كمص لامتصاص الغذاء اللازم له (فى بعض نباتات RUBIACEAE) ، وقد تكبر الخلايا الثلاث فى الحجم لتساعد على امتصاص الغذاء (COMPOSITAE).

وقد كان Treub أول من شاهد الممصات الاندوسپرمية فى *Avicennia officinalis* (VERBENACEAE) ، كما شـــاهدها هابرلاندت فى *Bruguiera eriopetale* (RHIZOPHORACEAE) حيث ينمو الأندوسپرم الذى يكون طبقة رقيقة تحيط بالفلقات الأربعة الى فصوص عديدة تشبه الشعيرات الجذرية .

واذا ما تكونت هذه الممصات من الجنين نفسه فانها تنشأ فى العـادة من المعلق Suspensor ،فى بعض أنواع جنس *Phalaenopsis* تنمو كل من الأربعة خلايا التى تكون المعلق الى زوج من أجسام طويلة أنبوبية ، تتجه مجموعة منها نحو الميكروپيل بينما تحيط الباقية بالجنين فى هيئة حزمة من الهيفات الفطرية . وفى نبات الأوركدز المسمى *Stanhopea oculate* تنقسم خلية البيضة المخصبة فى أول الأمر لتكون من ١٠—١٥ خلية كروية تسمى Proembryo ، وينشأ الجنين الحقيقى من واحدة من هذه الخلايا بينما تنمو الباقية فى هيئة أنابيب طويلة تأخذ طريقها بين خلايا النيوسيلة نحو آخر طبقاتها الخارجية ، وقد تمتد فى بعض الاحيان حتى النقير. ويقول Krooder إن الحويصلات المـاصة الـكبيرة التى تظهر على الجزء المركزى من المعلق فى نبات *Tectona grandis* تمثل خلايا الاندوسپرم المتحورة التى أصبحت ملتصقة به .

أما المجموعة الثانية فهى التى تقوم بامتصاص المواد المختزنة أثناء خطوات الانبات ، فاذا كانت كل المواد الغذائية المرنة التى يزود بها النبات الامى النبت الصغير موجودة فى أجزاء الجنين ، فى الفلقات ، فانها تكون فى حالة قابلة للامتصاص بسهولة . أما اذا كانت فى نسيج الاندوسپرم أو أحيانا فى البرسپرم فلا بد لامتصاصها من نظم خاصة حيث لا تكون فى هذه الحالة ذات علاقة بالجنين ، وعلى الجنين المستنبت فى مثل هذه الحالات أن يستخلص مواده المرنة من الانسجة الغريبة عنه كما تفعل النباتات المتطفلة ، فيكون تبعاً لذلك أنسجة ماصة كما قد يكون أعضاء ماصة فى حالات أخرى .

واذا كان الجنين محاطاً من كل جهاته بالنسيج المخزن فانه يمتص المواد الغذائية الذائبة بجميع سطحه الخارجى الملاصق لهذا النسيج ، وخصوصاً عن طريق النسيج السطحى للفلقات الذى ينشط ويختص من مبدأ الأمر بعملية الامتصاص ثم يتحول

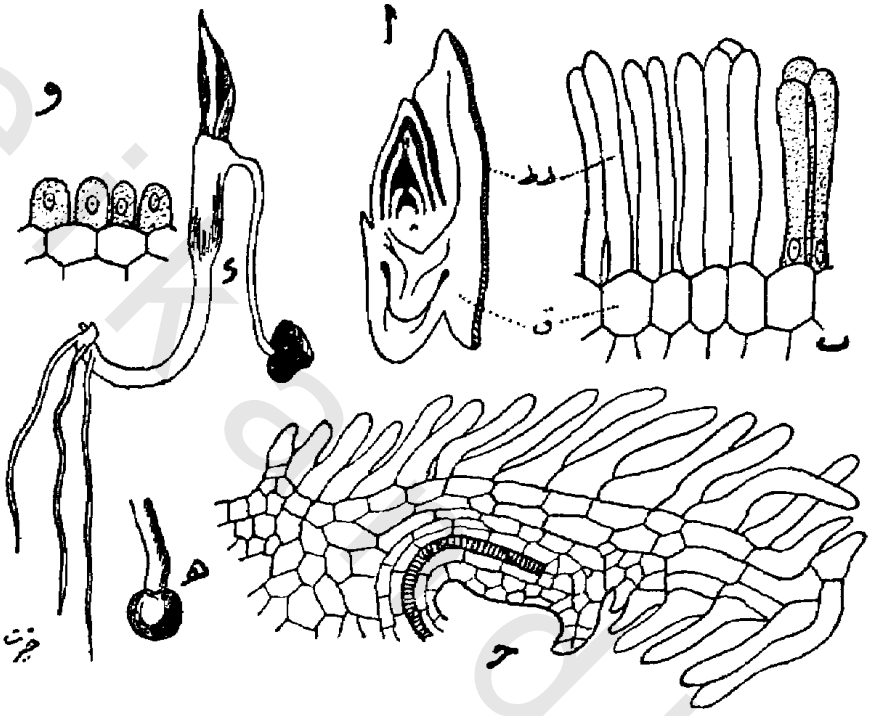
فيما بعد الى البشرة النموذجية . وفى بذور نبات *Agrostemma Githago* يكون السطح السفلى لأحد الفلقات هو الجزء الوحيد من أجزاء الجنين الملاصق للاندوسپرم ، وتقوم طبقته السطحية فى مبدأ الأمر بعملية الامتصاص ثم تتحول فيما بعد الى البشرة بثغورها . وينحصر الفرق الوحيد بين الطبقة الطلائية الماصة والپروتودرم غير الماص ، فى أن خلايا النوع الأول تستطيل قطريا ، ويمثل هذا التحور الخطوة الأولى فى تكوين النسيج المختص بعملية الامتصاص .

ويشابه الجنين النبات البالغ فى وجود أنسجته الماصة فى أعضاء مختصة بذلك . ويمكن مقارنته مثل هذه الأجسام بالممصات وتسميتها بنفس الاسم ، ويمتاز بوجودها بادرات نباتات ذات الفلقة الواحدة . وغالباً ما يبقى الجزء الطرفى من الفلقة راقداً وسط الاندوسپرم أثناء خطوات الانبات ويقوم هذا الطرف بعملية الامتصاص حتى يستنفد الاندوسپرم جميعه ، ويسمى بالجزء الماص ، كما فى البصل والبلح وغيرهما .

وتشبه الانسجة الماصة للاجنة المستنبتة ، الانسجة الماصة للجذور ، فى تكونها من نوعين مميزين من الخلايا أحدهما أكثر اختصاصاً عن الآخر . ويتكون أبسطهما من خلايا ماصة ذات جدر خارجية منبسطة أو ممتدة قليلا على هيئة حلمات ، ولذا يكون السطح الماص فى هذه الحالة صغيراً ، وتكون عملية الامتصاص بطيئة ، فقد تستمر أسابيعاً أو أشهراً قبل أن يستنفد الاندوسپرم جميعه . وقد تكون كثير من النباتات الموجودة فى بيئات خاصة فى حاجة الى مثل هذا الامتصاص البطىء مكتفية بهذا النسيج البسيط الماص فى قضاء حاجاتها . أما النوع الآخر الاكثر مشاهدة فيرى فى نباتات النخيل وفى LILIACEAE و IRIDACEAE و ZINGIBERACEAE و MARANTACEAE و CYPERACEAE وغيرها .

وتزود أجنة النباتات النجيلية بنسيج ماص يوجد على السطح الخلفى للقصعة ملاصقا للاندوسپرم (شكل ٧٤ — ١). وترى خلاياه الماصة ، حتى فى حالة سكون الجنين ، مستطيلة الشكل على زوايا قائمة من سطح القصعة مكونة لما يسمى بالطبقة الطلائية Epithelium أو Epithelial Layer ، وتكون خلاياها ملاصقة كل منها للأخرى جانبياً . وتزداد القصعة فى حجمها فى أثناء الانبات كما تنفصل خلايا الطبقة الطلائية كل منها عن الأخرى

وتمتد جانبياً بدرجات متفاوتة نحو الاندوسپرم ، وبذلك يتعدد تكوين المسافات البينية جهة الخارج وتصبح كل خلية أو مجموعة من الخلايا منفصلة عما حولها (شكل ٧٤ — ـ) . وتختلف الزيادة فى أسطحها بالنسبة لنشاط نموها وبالنسبة لانواع النباتات المختلفة ،



(شكل ٧٤)

(ا) ق . ط . فى جنين حبة القمح × ١٦ . (ب) جزء من الطبقة الطلائية فى طور متقدم من نمو خلاياها الماصة الأنبوبية الشكل × ٢٣٠ — ق = قصمة ، ط ط = طبقة طلائية . (هـ) قصمة بادرة نبات *Briza minor* يشبه فيها النسيج الماص طبقة الشعيرات الجذرية فى الجذور . (و) بادرة نبات *Tradescantia erecta* . (ح) الجزء الفلقى الماص بها . (و) الخلايا الماصة ، (عن هابرلاندت)

فمتوسط طول خلايا الطبقة الطلائية فى حالة سكون جنين القمح هى ٠٢٣ و ٠ مم وتزداد الى ٠٫٠٩ مم أثناء أقصى نشاط عملية الامتصاص ، وفى الذرة تكون ٠٫٠٢٥ مم و ٠٫٠٧١ مم . وتشبه هذه الخلايا فى شكلها عند تمام نموها وتكوينها أكياساً أو أنابيباً مستطيلة ويكون طولها بالنسبة لعرضها ٤—١٢ : ١ وجدر هذه الخلايا رقيقة جداً وهى ذات محتويات پروتوپلازمية وافرة ، أما النواة فتبقى فى العادة راقدة قرب قاعدة

كل منها . وبعد انتهاء خطوات الانبات ونفاذ الاندوسپرم ، تضمحل هذه الخلايا الماصة وتنثنى جدرها الجانبية ، وتختفى محتوياتها البروتوپلازمية .

وتشبه الطبقة الطلائية لقصعة نبات *Briza minor* لحد كبير النسيج الماص للجذر العادى (شكل ٧٤ — ص) ، وتنشأ الأنابيب الماصة نتيجة لامتداد مواضع خاصة من الخلايا السطحية للعضو الماص كما فى حالة الشعيرات الجذرية النموذجية ، ويمتاز الجزء الطرفى من هذه القصعة بوجود الخلايا الماصة على كل من جانبيه .

وتمتاز الأنسجة الماصة لبادرات COMMELYNACEAE كما فى *Tradescantia erecta* ببقاء طرف الحامل الفلقى الخيطى راقداً فى البذرة (شكل ٧٤ — ع) . ويغطى هذا العضو الماص الذى لا يزيد حجمه عن رأس الدبوس (شكل ٧٤ — ه) من جميع جهاته بطبقة من الخلايا الخاصة بعملية الامتصاص يبلغ ارتفاع كل منها حوالى ٠,٠٧ مم واتساعها ٠,٠٣ مم ، وتحتوى على كمية وافرة من البروتوپلازم ، كما ينفصل كل منها عن الأخرى (شكل ٧٤ — و) .

وفى البذور النشوية يفرز النسيج الماص للجنين المستنبت أنزيم الدياستاز الذى يساعد على تحويل النشا المخزن الى مادة قابلة للذوبان والامتصاص ، وتتناظر هذه العملية مع إفراز الشعيرات الجذرية للمواد الحمضية . واذا فصل جنين حبة القمح المستنبتة بعناية عن الاندوسپرم ، ثم نثرت طبقة رقيقة من عجينة نشا القمح المخلوط بالماء على ظهر القصعة ، تختفى غالبية حبيبات النشا بسرعة بفعل انزيم الدياستاز الذى يفرز فى ظرف أربعة وعشرين ساعة . ويمكن مشاهدة مثل هذه الحالة ، ولكنها تكون أقل سرعة ، اذا ما طبقت هذه التجربة على العضو الماص لنبات *Canna indica* . ومما يجدر ذكره أن إفراز أنزيم الدياستاز لا ينحصر فقط فى نسيج القصعة الماص ، بل يفرز أيضاً من طبقة الاليرون . وفى بذور البلح يفرز الجزء الماص من الفلقة انزيم السايتاز الذى يؤثر على المواد السليلوزية ، حيث تمثل المواد الغير آزوتية المختزنة الجدر الخلوية الزائدة السمك فى الاندوسپرم .

ومما يجدر ذكره المقارنة بين الطور الجرثومى الصغير فى النباتات الحززية وبادرات النباتات الزهرية ، بالنسبة لنظم أعضائها الماصة . فللطور الجرثومى منطقة قاعدية تامة التكشف تمتد فى جسم الطور الجاميطى (النبات الأم) فيحصل بذلك على كمية كبيرة من المواد الغذائية اللازمة له . وتزود المنطقة القاعدية الماصة للطور الجرثومى بنسيج ماص ، يتكون فى نباتات الموسز من خلايا حلمية الشكل رقيقة الجدر ، بينما يمثلها فى النباتات الحززية المنبطحة مثل *Anthoceros* و *Dendroceros* و *Notothylas* زوائد أنبوبية قصيرة تشق طريقها بنشاط بين أنسجة الطور الجاميطى .

٢ — الجهاز الماص للنباتات الرمية والمتطفلة والمفترسة

تعتمد النباتات العديمة المادة الخضراء فى الحصول على ما يلزمها من المواد الغذائية العضوية على غيرها من النباتات الأخرى . وبالنسبة لغياب أعضاء التمثيل الضوئى فى مثل هذه النباتات تكون أجهزتها الماصة مسئولة عن الحصول على كل ما يلزمها من مواد غذائية ، كما يتسبب عن عدم وجود الأوراق وضعف النشاط النتحى اختزال الجهاز الماص للماء تبعاً إلى ذلك ، هذا علاوة على تأثير البيئة فى تركيب أجهزتها الماصة .

ومن بين النباتات الزهرية الرمية أنواع تعيش على المواد الدبالية ، وهذه قد تستعيد أوراقها الخضراء وبذلك تكون قادرة على تكوين قدر من المواد المرنة الغير آزوتية ، غير أنها تحتاج لكميات مناسبة من الماء وتكون بذلك فى حاجة الى سطح ماص متسع . وفى مثل هذه الحالات تتكون الشعيرات الجذرية التى تقوم بامتصاص الماء كما تحصل علاوة على ذلك على المركبات العضوية من جزيئات المادة الدبالية التى تثبت نفسها بها . ومن المرجح أن تكون هذه الشعيرات الجذرية (كما فى أنواع الأوركدز الأرضية) ذات قدرة على إفراز أنزيمات خاصة تحول بعضاً من المحتويات العضوية الغير قابلة للذوبان ، كحبيبات النشا الموجودة فى الأنسجة الخضرية الميتة ، الى مركبات قابلة للانتشار .

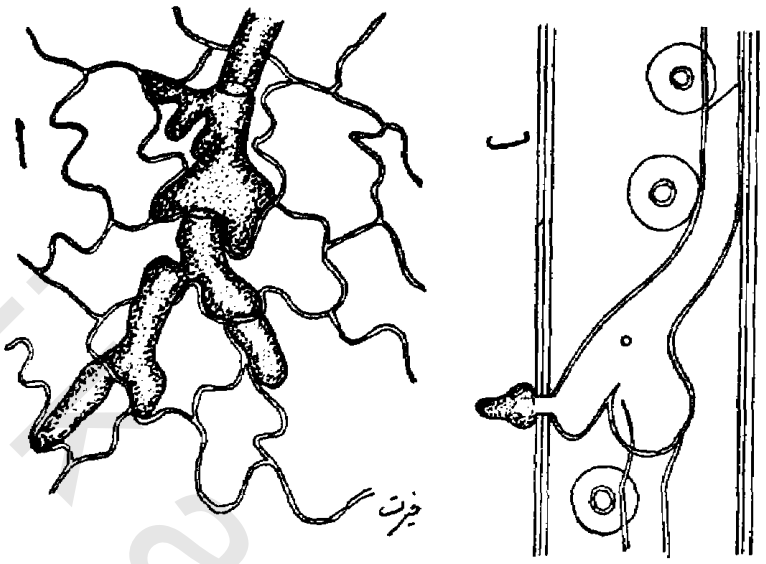
ومن نباتات Cupuliferae و Betulaceae الى جانب كثير من النباتات المخروطية ، ماتزود نفسها بسطح كبير ماص ، بأن تعيش معيشة تبادل المنفعة باشتراكها

مع الميسليوم الفطرى ، بدلا من أن تكون عدداً كبيراً من الشعيرات الجذرية معتمدة فى حاجياتها المختلفة على هذا الميسليوم الخيطى الغريب عنها والذى يمثل عضو الا متصاص. وتغلف الجذور الماصة فى مثل هذه النباتات ، من القمة الى ما وراءها ، بغلاف ميسليومى مكون من هيفات كثيفة متشابكة . وتمتد أفرع فردية من الغلاف الميسليومى ما بين خلايا الجذر الماصة عديمة الشعيرات ، كما يمتد عدد من الهيفات من سطح الغلاف الميسليومى الخارجى وتحيط بجزيئات المادة الدبالية فى كل الاتجاهات . والهيفات الفطرية عموما أكثر ملاءمة من الشعيرات الجذرية لمثل هذه الحياة الرمية بالنسبة للزيادة الكبيرة فى سطحها الخارجى وتفوقها فى المقدرة على استخلاص محتويات المادة الدبالية المطلوبة .

وكثير من النباتات اللازهرية ذات الحزم الوعائية ما يعيش معيشة رمية ، فكثير من ريزودات الموسز ما يكون مختصاً بذلك . وفى جنس *Buxbaumia* تكون البروتونيا خضراء اللون وذات قدرة على القيام بعملية التمثيل الكلوروفللى بينما تكون السوق البصلية والأوراق التى تغلفها خالية من الكلوروفيل . أما جهاز الرايزويدز التام التكوين فيختلف عن رايزودات الموسز النموذجية باحتوائه على جدر خلوية رقيقة عديمة اللون ، كما يمتاز بوجود وصلات ما بين أفرع الرايزويد المنفصلة مما يجعلها تشبه حرف H ، مكونة شكلا شبكياً منتظما من الرايزودات. ويشبه مثل هذا الجهاز الرايزويدى لحد كبير الميسليوم الفطري العادى .

ومن الرايزودات، كرايزود *Rhynchostegium murale* ، مايخترق سوق وجذور النباتات ذات الحزم الوعائية الميتة ، ولا يتغير شكله إلا قليلا أثناء مروره خلال جدر الخلايا . أما رايزودات نبات *Eurbynchium praelongum* ، الذى ينمو بين الاوراق المتساقطة ، فتثقب جدر خلايا البشرة الخارجية ثم تأخذ طريقها بينها من خلية الى أخرى عن طريق جدرها الجانبية ، وتكون هذه الرايزودات زوائداً مفصصة تهيء نفسها للاتصال بخلايا البشرة ، وأحيانا ما تملأ فراغاتها الداخلية تماما (شكل ٧٥ — ا) . وفى حالة اختراق هذه الرايزودات للعناصر المكونة للنسيج الميزووفللى فانها تشغل أيضاً فراغات الخلايا جميعها . وقد شاهد هابرلاندت أن رايزودات نبات *Webera nutans*

عندما تخترق الخشب ، تنمو على طول جدر القصيبات ، وقد يثقب أحدها جدار القصيبة السميك مشابهاً فى ذلك إحدى هيفات الفطر الرمى (شكل ٧٥ — ب) ، وهو ينشأ عادة



(شكل ٧٥)

رايزودات نباتات الموسز الرمية . (ا) رايزود نبات *Eurbynchium praelongum* تامياً على بشرة احدى الأوراق الميتة ومكوناً مماصاً مفصصة . (ب) رايزود نبات *Webera nutans* ثاقباً جدار احدى قصيبات نبات مخروطى ، (عن هابرلاندت)

من الامتدادات الغير منتظمة الشكل المستديرة أو المفصصة للرايزويد الأصلى ، وهذه بعد اختراقها لجدار إحدى القصيبات تمتد أطارفها ثم تنمو لتكون أفرعا جانبية عادية .

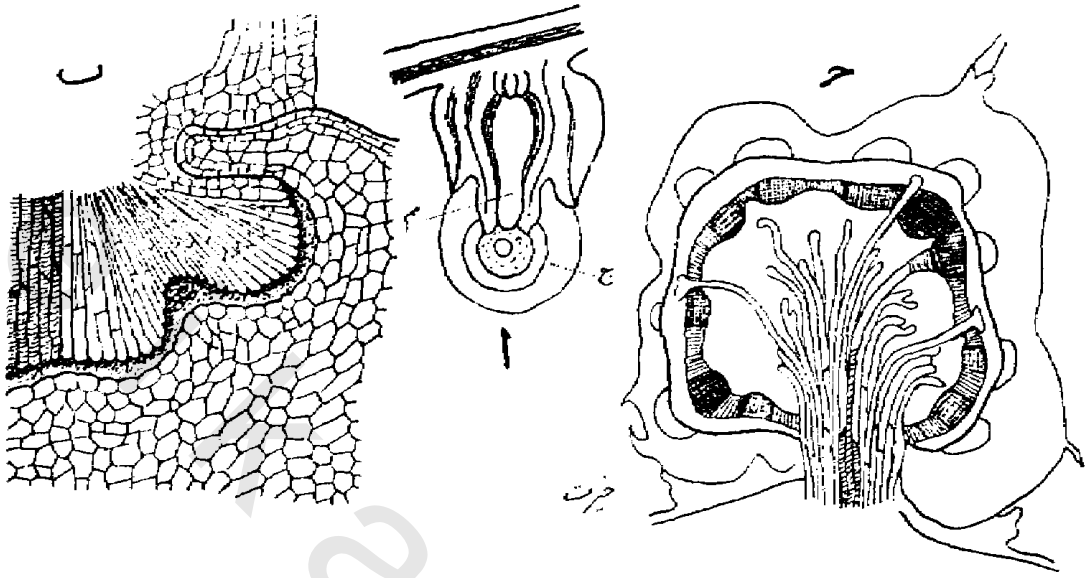
وتستخلص النباتات الزهرية المتطفلة ما يلزمها من المواد الغذائية من عوائلها التى تتطفل عليها بطرق شتى . ويختلف تكوين أجهزتها الماصة بالنسبة لمقدرتها على التطفل، فاذا استعاد النبات المتطفل أوراقه الخضراء اختزل السطح الخارجي للنسيج الماص وقل اختصاصه. وفى حالة Mistletoe وبعض نباتات LORANTHACEAE غالباً ما يكون غرض النبات الطفيلى الاتصال بالجهاز الناقل للماء. والنباتات الغير كاملة التطفل غالباً ماتكون جذورها المثبتة فى التربة شعيرات جذرية ، مشابهة فى ذلك البادرات ، التى مع تكون المجموع الجذرى إلا أنها تعتمد أيضاً على المواد المرنة المختزنة فى البذرة . واذا خلا النبات المتطفل من مادة الكلوروفيل تكون أعضاءه الماصة فى العادة زوائدا قلمية أو خيطية

الشكل لكى تزيد من مساحة السطح الماص ، وفى مثل هذه الحالات يتخذ النسيج الماص شكل أشرطة من الخلايا تشبه الهيفات الفطرية وهذه تخترق أنسجة العائل فى اتجاهات عدة ، كما فى *Lathraea squamaria* و *Cascuta* و *Orobanche* . أما خلايا القصيبات الموجودة بالماص والمتممة للجهاز الناقل للماء فى النبات المتطفل ، فانها تتصل اتصالا مباشراً بمناطق الخشب فى النبات العائل ، كما تتصل الخلايا التى تشبه الانابيب الغربالية بمناطق اللحاء الناقلة للمواد البروتينية ، بينما تحصل باقى خلايا الماص الأقل اختصاصاً فى عملية الامتصاص على المواد المرنة الغير آزوتية من الخلايا البرنشيمية المكونة للنخاع ونسيج القشرة . وفى RAFFLESIACEAE يختزل المجموع الخضرى الى جهاز مكون من أشرطة ماصة تشبه الميسليوم .

وهناك بعض حالات أخرى للتطفل شاهدها كل من L. Koch و Solms-Laubach و Heinricher وغيرهم ، كما فى النبات العشبى المتطفل المسمى *Thesium pratense* (SANTALACEAE) ، وتكون جذور هذا النبات مماصاً خاصة تشبه الزوائد البيضية الشكل (شكل ٧٦ — ١ ، ب) ويقول Schwarz إن النبات المتطفل يثبت نفسه فى مبدأ حياته بالسطح الخارجى لجذر العائل بواسطة شعيرات جذرية ، فاذا ما تم نموه ارتكزت قمة المنطقة الماصة على الجذر فى موضع يشبه وضع السرج على ظهر الجواد . ويتكون الجهاز الماص من خلايا برنشيمية مستطيلة الشكل غنية بالبروتوبلازم ، كما يشتمل على حزمتين وعائيتين تظهران متصالبتين فى مقطعهما العرضى . ويتكون النسيج الماص من الخلايا الطرفية الزائدة الطول المستديرة الأطراف وتشبه فى شكلها خلايا الطبقة الطلائية التى تمتد من قصعة أجنة حبوب النباتات النجيلية . وهذه تلتصق بعناصر الاسطوانة الخشبية ، كما تمتد قصيبات كل من حزمتى الماص فى شكل خصلتين تتصلان اتصالا مباشراً بالأوعية الخشبية للنبات العائل . هذا اذا ما تطفل هذا النبات على أحد عوائله من نباتات ذات الفلقتين ، وفى حالة تطفله على نباتات ذات الفلقة الواحدة يتحور كل من الماصات عموماً والجهاز الماص خصوصاً تحوراً خاصاً بالنسبة لمقدرتهما على ذلك .

وكل أنواع جنس *Cascuta* (CONVOLVULACEAE) نباتات ذات سوق تتسلق بواسطة الالتفاف ، مكونة غلافاً حول أعضاء عوائلها الهوائية . وليس لمثل هذه النباتات

جذور ولا أوراق خضراء ، ولذا كان اعتمادها تاماً فى الحصول على ما يلزمها من الماء والموادالغذائية عن طريق مماصها التى تتكون على سوقها ، ولذلك تزود هذه المماص بسطح



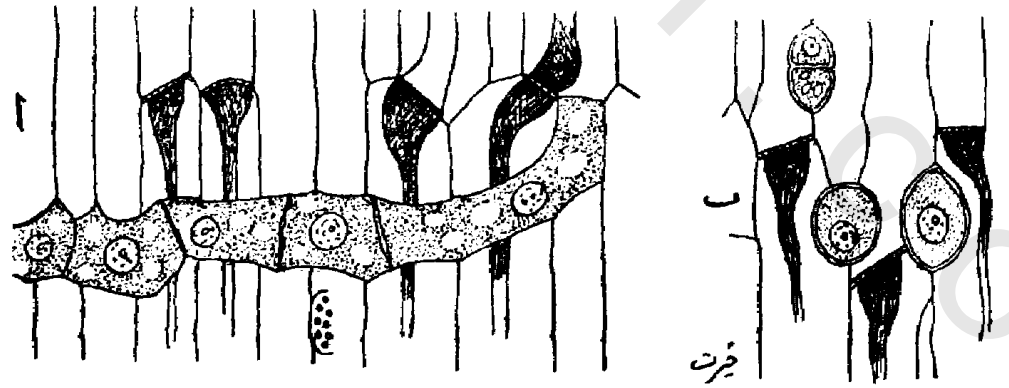
(شكل ٧٦)

(ا) ق . ط . فى ممص نبات *Thesium pratense* المتطفل على جذر أحد نباتات ذات الفلقتين فى مقطعه العرضى — م = ممص ، ج = جذر . (ب) جزء من القطاع السابق × ٨ ، مبيناً الخلايا الماصة المستطيلة فى شكل مروحى . (حـ) ممص نبات *Cascuta europea* فى مقطعه الطولى مخترقا ساق نبات *Urtica dioica* فى مقطعها العرضى ، مبيناً مبلغ الزيادة فى تكوين الأنابيب الماصة فى منطقة النخاع ، وان بعضاً منها يصل الى منطقة اللحاء بعد اختراقه للاسطوانة الخشبية ، (ا ، ب عن Solms-Laubach ، حـ عن هابرلاندت)

كبير ماص أو بمعنى آخر فانها تكون تامة التخصص للقيام بهذه العملية عما فى نبات *Thesium* السابق ذكره . ويتكون ممص نبات الحامول من قرص لاصق مستدير أو غير منتظم التفصيص يثبت تماما فى قشرة النبات العائل بواسطة زوائد ماصة مخروطية الشكل يوجد النسيج الماص فى أطارفها على هيئة مجموعة تشبه الأقلام مروحية الشكل مكونة من خصلة من خلايا مستطيلة تشبه الشعيرات . وفى نباتى *Cascuta epilinum* تمتد بعض هذه الخلايا الأنبوبية الماصة بين خلايا قشرة النبات العائل بينما تتجه الأخرى نحوالأسطوانة الخشبية حيث تلتصق بها دون أن تنفذ منها. وفى نباتى *Cascuta europea* و*Cascuta epithymum* تنفذ هذه الأنابيب الماصة من الاسطوانة الخشبية و تتشعب بكثرة

بين خلايا النخاع (شكل ٧٦ — ح) . وسرعان مايشبه بعض من هذه الأنابيب الماصة في طبيعته القصيبات ويتجه نحو أوعية الخشب الثانى من مجاميع الخشب الابتدائى ويلتصق بها ، بينما تشق الأنابيب الأخرى طريقها بين الحزم الابتدائية حتى تصل الى كل من اللحاء الابتدائى والثانوى حيث تكون به امتدادات مفصصة غير منتظمة الشكل . أما غالبية الأنابيب الماصة التى تحتوى على پرتوپلازم وافر ونواة كبيرة فانها تبقى بين خلايا النخاع متقاطعة معه فى اتجاهات شتى .

وتمتاز نباتات جنس *Rafflesia* بأزهارها الكبيرة الحجم وبانعدام وجود أى أثر للساق أو الأوراق أو الجذور أو أى عضو من أعضاء المجموع الخضرى ، ولذا كان النبات ممثلا فى جسم ثالوثى مكون من عدد كبير من الأشرطة الخلوية المتفرعة التى تشبه الميسليوم الفطرى فى شكلها . وقد تمتد هذه الأشرطة لتكون صفائح فردية من الخلايا ، أو كتلا منها يسمى أكبرها بالوسائد الزهرية Floral Cushions وهذه تنشأ منها الأزهار . ويتطفل نبات الرافلزيا عادة على ساق وجذور أنواع جنس *Cissus* . وقد ذكر Schaar أن الجسم الثالوثى لنبات *R. Rochussenii* يتكون من أشرطة من الخلايا تشبه الهيفات ، تخترق العناصر الناقلة للمواد البروتينية ممثلة فى اللحاء الثانوى لجسم العائل (شكل ٧٧) ، كما تمر أفرع أخرى منها فى اتجاه قطرى خلال منطقة الكمبيوم والخشب الثانوى مشابهة فى ذلك الأشعة النخاعية ، بينما تجرى غيرها خلال



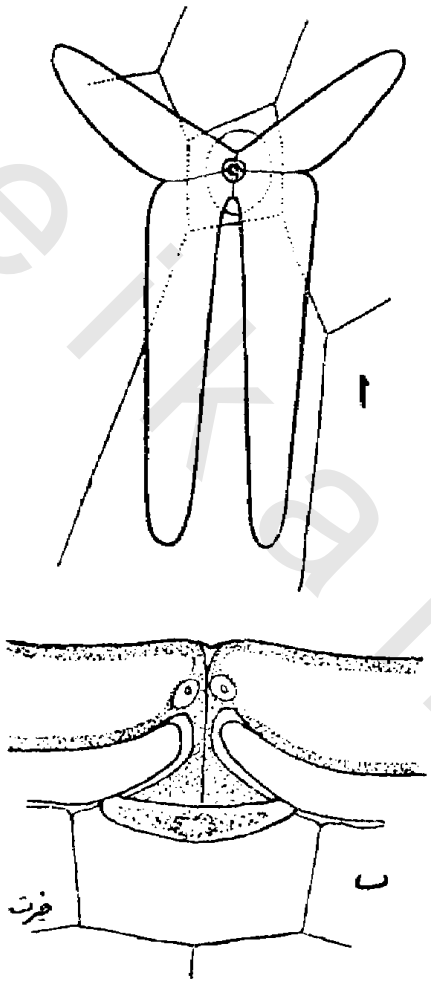
(شكل ٧٧)

الخيوط الثالوثية لنبات *Rafflesia Rochussenii* مخترقة اللحاء الثانوى فى جذور *Cissus sp.*
(ا) ق . ط . فى أحد الجذور . (ب) ق . ط . تماسى (اللحاء يتكون من الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة) ، (عن هابرلاندت) .

الأشعة المحتوية على النشا لكل من الخشب واللحاء الثانويين . وتعطى هذه الأشرطة الثالوثية القطرية أفرعا عديدة فى اتجاه طولى، وخصوصا فى منطقة اللحاء الثانوى، متخذة طريقا متضرساً حتى نهايته الخالية من المحتويات ، ثم تنحنى لتعود وتتجه مرة أخرى نحو منطقته الوسطية مفضلة الأنسجة الغنية بالمواد الغذائية . والخيوط الثالوثية عند مرورها من منطقة اللحاء الى منطقة الخشب ، عليها أن تخترق منطقة الكمبيوم ، ولأجل ألا تعوق عملية النمو الثانوى فى جذر عائلها تصبح مناطق الأشرطة الثالوثية القطرية التى تكون فى مستوى الكمبيوم مرستيمية وبذلك يستمر اتصال حلقة الكمبيوم. ويلاحظ أن خلاياها فى مثل هذه المناطق تكون رقيقة الجدر كما تبقى قابلة للانقسام بصفة دائمة .

ويلى الجهاز الماص لكل من النباتات الرمية والطفيلية النظام الخاص بالامتصاص فى النباتات المفترسة . ففى بعض الحالات كما فى نبات *Sarracenia* (عن Balatin و Goebel) ، تمتص المواد الغذائية الذائبة الناتجة عن هضم الحيوانات المقتنصة عن طريق سطح العضو الذى يخدم فى عملية الاقتناص ، ويشبه ذلك ما يحدث فى حالة الجذور عديمة الشعيرات . وفى *Drosophyllum* و *Dionaea* و *Pinguicula* قد تقوم الغدد الهاضمة بعملية الامتصاص علاوة على قيامها بعملية الهضم . وتزود بعض النباتات الأخرى بأعضاء خاصة تقوم بامتصاص نواتج عملية الهضم ، ففى نبات *Utricularia vulgaris* (عن Goebel) يوجد على السطح الداخلى للأجسام المثانية الشكل شعيرات ماصة رباعية الأذرع ، تمتلىء أذرعها التى تشبه فى شكلها الشعيرات الجذرية بكرات زيتية عديدة ، ويحدث ذلك بعد اقتناص هذه الأجسام المثانية الشكل للحشرات . وعادة لا تكون هذه الاذرع الأربعة متساوية فى الطول ، بل يكون زوج منها أقصر طولا وأكثر تباعداً عن الزوج الآخر (شكل ٧٨) . ويتكون كل ذراع من خلية فردية تمتد من أسفل فى شكل زائدة ضيقة ذات جدار خارجى زائد السمك . وتتصل هذه الامتدادات القاعدية لتكون حاملا قصيراً يساعد فى التفاف واثناء هذه الشعيرات لكيلا تتلف من نضال الحيوانات المقتنصة التى تبغى الفرار . ويمتد هذا الحامل الى أسفل ويرتكز على خلية قرصية ذات جدر رقيقة (أسماها Goebel بالخلية الوسطية)، وهذه ترتكز بدورها على الخلية القاعدية التى تعتبر قدما لهذه الشعيرات .

وتحصل معظم الطحالب (النباتات الثالوثية) على الغذاء اللازم لها عن طريق كل أسطحها الخارجية ، ولذا كانت هذه النباتات فى غير حاجة لجهاز ماص ، أما الأجسام العديدة الأذرع الشبه جذرية والتى تظهر فى هذه المجموعة النباتية فانها تقوم مقام الأعضاء المثبتة . غير أن هناك أنواعا قليلة من الطحالب مثل *Botrydium granulatum* تنمو على سطح التربة ، ومما لاشك فيه أن الرايزودات العديدة الأفرع التى تثبت هذه النباتات ، تقوم علاوة على ذلك بعملية الامتصاص . كما قد تقوم الزوائد المختلفة التى تظهر فى مجاميع الطحالب الأكثر رقياً مثل PHAEOPHYCEAE و FLORIDEAE بامتصاص المواد الغذائية . ويغلب أن يصح قول كل من Reinke و Wille فى اعتبار خصلات الشعيرات التى تظهر فى LAMINARIACEAE على سطح الجسم الثالوثى ، والتى تكون غائرة فيما يسمى Cryptostomata فى FUCACEAE ، أعضاء تقوم بعملية الامتصاص وتشبه الشعيرات الجذرية ، حيث وجد Wille أن كثيراً من المحاليل الملونة تمر خلال هذه الزوائد الى الانسجة الناقلة بالجسم الثالوثى .



(شكل ٧٨)
الشعيرات الماصة لنبات *Utricularia vulgaris* . (ا) منظر سطحى . (ب) مقطع رأسى ، (عن هابرلاندت)

أما النباتات الفطرية فتعتمد فى وظيفة الامتصاص عموما على شكل وتكوين جسم النبات . ويمثل الميسليوم الفطرى ذوالخيوط العديدة الأفرع ، جهازاً قوى التكوين مكوناً من أعضاء ماصة . واذا كان الميسليوم مكوناً من أشرطة متجمعة Rhizomorphs ،

كما فى PHALLOIDEAE ، فانها تكون هيفات خاصة تبرز من سطحها وتشبه الشعيرات فى شكلها وتقوم بعملية الامتصاص مشابهة فى ذلك الشعيرات الجذرية للنباتات الراقية .

ويتكون على السطح السفلى فى بعض النباتات الأشينية Lichens عدد من الهيفات الرايزودية تقوم مقام الشعيرات الجذرية ، وقد تتحد فى بعض الأنواع مكونة أشرطة تسمى Rhizines .

وتمتص كثير من الفطريات المتطفلة ، مثل UREDINEAE و PERONOSPOREAE و ERYSIPHALES المواد الغذائية اللازمة لها بمساعدة مماص تخترق خلايا عوائلها . وهذه تتكون فى أبسط أشكالها من حويصلات مختلفة الأحجام تتصل بهيفاتها بواسطة أعناق دقيقة تتقاطع مع جدر خلايا العائل كما فى *Cystopus candidus* . وهناك أشكال أخرى من المماص تكون فى العادة متفرعة أو مفصصة وبذا يكون سطحها الماص كبيراً ، كما فى *Erysiphe graminis* و *Peronospora parasitica* و *P. calotheca*. وقد تكون هذه المماص فى شكل خصلة من هيفات دقيقة كما فى *Piptocephalis freseniana* .