

# الباب السابع

## الجهاز الماص The Absorbing System

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

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

والمواد التي يمتصها النبات إما أن تكون غذائية لا غنى له عنها أو مواداً لا قيمة لها . وتحاط النباتات المغمورة أسفل سطح الماء كالتطحالب الخضراء وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا من جميع جهاتها بوسط يحتوي على كل ما تحتاجه من المواد الغذائية في حالة تركيز مناسبة ، كما أن في إمكانها امتصاص ما يلزمها بكل سطحها الخارجي ، وهي تحتوي في مثل

هذه الحالات على أنسجة خاصة بعملية الامتصاص . أما الأعضاء الشبه جذرية التي تزود بها كثير من الطحالب والتي تشبه نوعاً ما جذور النباتات الأرضية فإنها تخدم كأعضاء مثبتة فقط وتنتمي تبعاً لذلك الى الجهاز الميكانيكي .

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

وتحصل النباتات الأرضية من التربة على الماء 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 التغييرات الى مقدرة الأعضاء الهوائية وخصوصاً الأوراق على امتصاص الماء . وتأخذ هذه الطريقة فى الامتصاص دوراً هاماً فى النباتات الحززية كما يتسع توزيعها بين النباتات الزهرية . ولأوراق معظم النباتات القدرة على امتصاص الماء حتى ولو ذبلت جزئياً حيث ان كوتة جدر خلايا البشرة الخارجية لاتجعلها غير قابلة للتنفاذ إطلاقاً . وتعتمد كثير من النباتات العلوية وخصوصاً BROMELIACEAE وبعض نباتات المنحدرات والنباتات

الصحراوية في الحصول على ما يلزمها من الماء على مقدره أوراقها في امتصاص الرطوبة الجوية من الأمطار أو الندى ، وتزود أجزاء النبات الهوائية في مثل هذه الحالات بأعضاء خاصة بعملية الامتصاص . وتحتوى الجذور الهوائية في كثير من نباتات AROIDEAE و ORCHIDACEAE 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 الكلورفيل بالنسبة لقيام البلاستيدات الخضراء بها ، رمية أو طفيلية معتمدة كلياً على المواد الغذائية العضوية . ويحدث الامتصاص في أبسط أنواعها مثل الخماز والبكتيريا عن طريق السطح الخارجى جميعه ، أما فى الأنواع الأكثر تخصصاً فيحدث الامتصاص بواسطة عضو خاص ، فالميسيليوم الخيطى الذى تمتاز به النباتات الفطرية يخدم رئيسياً كعضو ماص ، أما النباتات الزهرية المتطفلة فيختزل جسمها الحضري فى هيئة جهاز مكون من مصاص خاصة .

وتعتبر الأجنة والبادرات مادامت معتمدة فى غذائها على المواد المرنة المدخرة وضماً وسطياً ما بين النباتات الخضراء والأخرى العديمة المادة الخضراء ، وتعتمد فى امتصاصها على مصاص 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 المنتصبة بواسطة الضغط الأزموزى تختلف نسبتها 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 جدران الخلايا غير منفاضة ، ولا يتعارض هذا مع بعض التغلظات الموضعية لأغراض ميكانيكية .
- ٤ — مقدره الأنسجة الماصة الحية على إنتاج وإفراز الاحماض والأزيمات .

## أولاً - امتصاص المركبات الغير عضوية

### ١ - جهاز الجذور الأرضية الماص

يقوم المجموع الجذري للنباتات الأرضية الخضراء بامتصاص الماء والأملاح الذائبة بمساعدة أنسجة تختص بهذه العملية . وقد تشابه السوق والأوراق وكذا جذور النباتات المائية ، الجذور الأرضية العادية في القيام بهذه الوظيفة ، غير أن الجذر الأرضي العادي يعتبر العضو الأساسي في عملية الامتصاص .

ولا يقوم كل السطح الخارجي للمجموع الجذري الأرضي بعملية الامتصاص ، حيث يقوم بتلك الوظيفة نسيج ماص خاص ما هو إلا الطبقة السطحية لخلايا الجذيرات الحديثة محددة في منطقة خاصة تبدأ قريبة خلف القمم النامية وتنتهي على مسافات تختلف بالنسبة لها ، وهي التي سبق تسميتها (Piliferous Layer (Zone) . وهي طبقة فردية سطحية من الخلايا تمثل كل النسيج الماص للجذر ، وتقابل البشرة من الوجهة المورفولوجية ، وتمتد خلاياها في وضع عمودي على المحور الطولي للجذر مكونة أنابيباً وحيدة الخلية مرتبة في نظام متعاقب تسمى ، تسمى بالشعيرات الجذرية . Root Hairs

فإذا اقتلع نبات ما من التربة مع استخلاص مجموعة الجذري 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 في السن ، أما المناطق التي توجد بها هذه الشعيرات أو بمعنى آخر المناطق التي يوجد بها النسيج الماص فتبقى مغطاة ومغلقة بطبقة من هذه الجزيئات التي تلتصق التصاقاً كاملاً بالشعيرات الجذرية .

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

المصاص . وينعدم وجود الكيوتيكل على جدر هذه الخلايا ولكنها تلتف بدلا عنه بطبقة غروية ، أما باقي الجدر فتكون من طبقات سليلوزية قد تلتجنن أحيانا كما ذكر Kroemer ، أو قد تتخللها مواد واقية غير معروفة التركيب . وتحتوى كل شعيرة جذرية على فجوة واحدة طويلة تساعد وتزيد في سرعة انتقال المواد المنتصة . ويزداد سمك طبقة البروتوبلازم في 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 ضعفي أو ثلاثة أضعاف باقي أجزائه الأخرى ، ويقوم هذا الطرف السميك في الواقع مقام الفلنسة . وقد أجرى هابرلاندت عدة تجارب على نمو الشعيرات الجذرية في نباتات عدة ، فوجد أن النمو الطولي يحدث عند مناطقها القمية ويقف خلفها مباشرة ، فهي تمائل في ذلك الأعضاء التي تنمو قريبا ، ويلاحظ ذلك بالإضافة الى الصفات السابقة مقدرتها على إيجاد طريقها ونفاذها بين جزيئات التربة الصلبة .

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

وتختلف الزيادة في مساحة السطح المصاص بالنسبة لتكوين هذه الشعيرات ، فبعض الجذور قد تكون خلاياها الماصة مسطحة أو محدبة قليلا وبذا تكون منطقتها الماصة ملساء ، بينما تمتد في الأخرى بشكل الشعيرات الجذرية السالفة الذكر ( وهي الشكل العادي النموذجي للنسيج المصاص في الجذور ) ، فتزداد بذلك مساحة السطح المصاص .

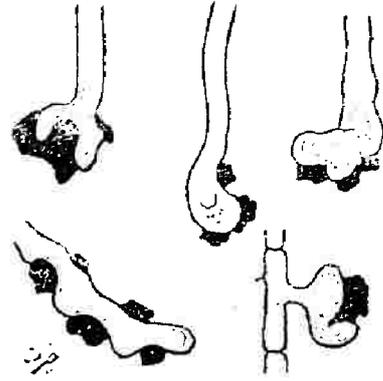
ويتوسط كلا من طورى التخصص في تكوين الشعيرات الجذرية عدد كبير من الخطوات ، والبيئات المختلفة وللمؤثرات الخارجية علاقة كبيرة بمدى هذا التكوين . فبازدياد جفاف

التربة حيث يصعب امتصاص الماء. والاملاح الذائبة تستلزم الضرورة زيادة تكوين الشعيرات الجذرية ، بينما يخترل عددها ومتوسط طولها في التربة الزائدة الرطوبة بالنسبة لتوفر الماء والأملاح المعدنية ، ويزداد هذا الاختزال كلما زادت كمية الماء ، ويترتب ذلك ارتداد الى أبسط أوضاع النسيج الماص . وهناك عدد من النباتات المائية لا تكون جذورها شعيرات جذرية مادامت مغمورة في الماء ، مثل *Elodea canadensis* و *Nuphar leutum* و *Acorus calamus* و *Cicuta virosa* ، ولكنها إذا نفذت في التربة تكونت عليها الشعيرات بكثرة . وتتوقف مقدرة تكوين الشعيرات الجذرية وخصوصاً في النباتات المائية على خلايا ماصة خاصة تختلف في المادة في مظهرها عن الخلايا الأخرى المحيطة بها. ففي *Nuphar leutum* و *Sagittaria sagittae-folia* و *Elodea canadensis* تكون هذه الخلايا أقصر في الطول من غيرها ويقطعها جدر عرضية في طور مبكر من تكوينها . وفي *Hydrocharis* و *Hydromistria stolonifera* و *Morsus-Ranae* تكون أكثر اتساعاً وعمقاً . وفي بعض نباتات *ERIOCAULACEAE* و *JUNCACEAE* ( عن Van Tieghem ) تنقسم هذه الخلايا القصيرة بجدار طولي الى خليتين تكون كل منهما شعيرة جذرية ، وبذلك تظهر هذه الشعيرات في أزواج . وفي *Distichia* يتحد كل زوج منها حتى منتصف طوله فيظهر بذلك متفرعا من أعلى . وفي *Lycopodium* ( عن Nügel 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 الأصلي يتجه عادة مستقيماً الى أسفل بينما تتجه باقي وحدات المجموع الجذري على زوايا تختلف بالنسبة للوضع الرأسى ، فإن الشعيرات الجذرية تكون غير ذات علاقة بالجاذبية الأرضية وتعتبر زوايداً بالنسبة للجذور الموجودة عليها . ويتحدد من جدار الخلية السطحية الخارجى منطقة معينة هي التي 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 التي تنمو في الماء أو الهواء الرطب ، وبالنسبة لهذه الظروف يزداد طولها الى أقصاه . أما مثيلاتها التي تنمو في التربة

فأقصر طولاً 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 الطبيعي المستقيم أثناء نموها ، فقد تنحني بشكل الركبة ، وقد تمتد قمتها في شكل قرصى أو تفصص في شكل أصابع اليد ( شكل ٧٠ ) ، وبذلك لا يتسنى لها أن تبلغ طولها

المناسب كما لو تكونت في الهواء الرطب . ولما كان غياب الضوء عن أعضاء النبات الخضرية مما يسبب الزيادة في طولها ، فبالمثل يحدث ذلك للشعيرات الجذرية عند غياب الأجسام الصلبة عن طريقها . وقد وجد Schwarz أن جذير نبات الذرة

المستنبت في حجرة رطبة والذي يبلغ طوله مليمتر واحد يحمل في المتوسط ١٩٢٥ شعيرة جذرية ، فإذا كان قطر الجذير ١,٤٤م ، فإن المليمتر المربع يوجد به ٤٢٥ شعيرة . وجذير البسلة المستنبت تحت نفس هذه الشروط يحمل عدداً منها يبلغ ١٠٩٤



( شكل ٧٠ )

الشعيرات الجذرية لنبات *Linaria* و *Cymbalaria* وقد اتخذت أظانها أشكالاً مختلفة أثناء انسياها بين جزيئات التربة الصلبة .

أو ٢٣٢ شعيرة في المليمتر المربع . وللخلايا الماصة القدرة على تكوين الشعيرات الجذرية لوقت محدود ، والشعيرات الحديثة لا توجد بين التي تكونت من قبل ، بل تتكون في نظام متعاقب قمي . وهي بالنسبة لرقعة 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 تبعاً لذلك وقد يبلغ في العادة بضعة مليمترات أو سنتيمترات . وتتكشف الشعيرات الكبيرة في العادة ويصير لونها بنياً ثم تموت على مسافة معينة من قمم الجذور وبذلك يخفق النسيج الماص في تلك المنطقة ويغطي الجذر بعد ذلك بخلايا الأكسودرمس Exodermis المسورة التي تمثل الطبقات الخارجية من القشرة . وإذا تسورت

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

ولشعيرات الجذرية القدرة على امتصاص الماء والأملاح الذائبة من التربة . وتفرز في العادة مواداً حمضية تسهل امتصاص الأملاح المعدنية . ويقول Czapek انها تفرز ثاني أكسيد الكربون . ويقول Ernest إنها تفرز الأحماض العضوية كحمض الخليك والفورميك في حالة عدم توفر الأكسجين . وبمجرد تكوين المحاليل من المواد الصلبة فإنه يسهل لها اختراق الاكتوبلاست الذي ينظم التغييرات الأزموزية المتبادلة في الشعيرات الجذرية بالنسبة لرقه جدرها ( فيما عدا بعض الحالات الشاذة ) حيث لا يزيد سمكها عن ٠,٠٠٠٦ الى ٠,٠٠٠١ مم .

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

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

على الأوراق في Hymenophyllaceae . وفي نبات *Psilatum triquetrum* يزود الريزوم بالنسبة لغياب الجذور بعدد كبير من الشعيرات الجذرية .

## ٢ - الرايزويدز Rhizoids

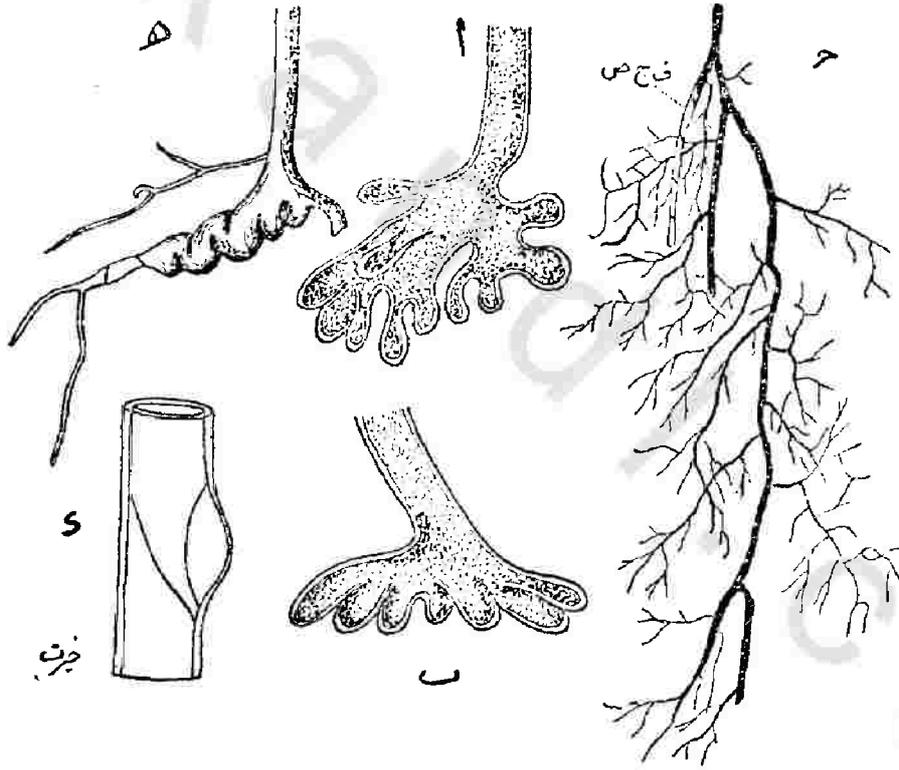
تمتاز النباتات المزهرة والأطوار الجرثومية للنباتات التيريدية بوجود الجذور الحقيقية ، أما النباتات التالوية ( وهذه تترك جانباً في الوقت الحاضر ) وكل النباتات الحززية المنبسطة Liverworts والمستقيمة Mosses والأطوار الجاميطية للنباتات اللازهرية ذات الحزم الوطائية فلا يوجد بها مثل هذه الجذور الحقيقية وإنما تمثل أنسجتها الماصة في زوائد خاصة تسمى بالرايزويدز Rhizoids ، وهذه يصعب تمييز أبسط أشكالها من الشعيرات الجذرية . وغالباً ما يطلق اصلاص الشعيرات الجذرية على هذه الزوائد الجاميطية كما أنها تشابهها في صفاتها مضافاً الى ذلك صفات الجذور نفسها ، فهي تشبه الجذور في أنها سالبة الجاذبية الضوئية وموجبة الجاذبية الأرضية وتنتج دائماً نحو الماء .

ونادراً ما تختلف ريزودات النباتات الحززية المنبسطة والأجسام التالوية للنباتات السرخسية عن الشعيرات الجذرية ، إلا في وجود الجدار القاعدي . ويتكون الريزود الواحد من خلية فردية أنبوبية ذات جدار رقيق تأخذ أشكالاً عدة بالنسبة لاحتكاكها بجزيئات التربة الصلبة كما هو الحال في الشعيرات الجذرية ( شكل ٧١ - ٤١ ، ٤٢ ) ، كما تشبهها أيضاً في النمو القمي .

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

ميكانيكية ولكنها تزيد من مساحة السطح الماص للرايزويد بالنسبة لزيادة الأكتوبلاست في هذه المنحنيات تبعاً للزيادة في السطح الداخلي ، فهي مختصة تبعاً لذلك بعملية الامتصاص . ويرى Kamerling أنها تخدم في حفظ الفقاعات الغازية التي تظهر في الرايزويد عند نقص الماء والتي تبقى معلقة في مركز الفجوة الوسطية وبذلك تسهل للماء أن يمر بينها وبين الجدار .

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



(شكل ٧١)

(١) طرف أحد الريزودات وقد تفصل الى عدد من الفصوص . (ب) طرف ريزود آخر وقد انبسط في شكل قرصي . (ج) ريزود نبات *Tortula muralis* الكامل التكوين — ف ج ص = فرع جانبي صغير . (د) جزء من المحور الرئيسي لريزويد يظهر به الخلية الخلية التي ستكون فرعاً جانبياً  $\times 400$  (هـ) جزء من ريزويد يبين موضع تقابله مع إحدى جزيئات التربة الكبيرة الصلبة ، (عن هابرلاندت)

وبالشعيرات الجذرية الموجودة عليها . ويشبه الريزويد الكامل المجموع الجذري من الوجهة الفسيولوجية (شكل ٧١ — ) ، وفيها عدا الأفرع الرئيسية ، فإن التفرعات النهائية عبارة عن خيوط مكونة من عدد من الخلايا يزيد طولها عن عرضها كما يفصل 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 الموسر 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 المرضية 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 يتكون الجدار الجانبى امتداد لحمى الشكل يتساوى قطره عند القاعدة مع قطر المحور الأسمى (شكل ٧١ — s) . ويمتلىء هذا الامتداد بالبروتوبلاست ثم يفصل 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 سمكية 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 الأسمى الى نهاية نموه والأفرع الجانبية الى سن معين تبدأ بعض الأفرع الساكنة فى النمو مكونة مجاميعاً أخرى من الأفرع الجانبية السمكية ،

وهذه تشبه المحور الأصلي تماماً في نظام تفرعه . وإذا ما طاق الرايزويد أثناء اتجاهه الى أسفل موضع صلب من جزئيات التربة فإنه يتفاداه بأن يصبح شكله منبسطاً ويكون من أحد جهاته فرعاً جانبياً بينما يتم من الجهة الأخرى نموه في اتجاهه العادى (شكل ٧١ - هـ) .

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 في المياه الجارية مثل *Fontinalis* و *Cinclidotus* وتكون ريزوداتها أيضاً ذات صفات ميكانيكية ، ويقول Paul إنها ذات جدر سميكة . وقد تلف أشرطة الريزودات مع بعضها حول أحد أفرعها الرئيسية السميكة كما في بعض نباتات *POLYTRICHACEAE* وقد يجعلها هذا الوضع غير قابلة للانتشاء . وقد تغطي معظم سوق بعض الموسز مثل *Paludella squarrosa* وأنواع *Mnium* و *Meesea* و *Dicranum* بكتلة كثيفة من الرايزويدز في هيئة غطاء كثيف يقوم بحجز الماء ونقله .

### ٣ - الأنسجة الماصة في الجذور الهوائية

تمتاز الجذور الهوائية لنباتات الأورككوز الاستوائية وكثير من النباتات الأروبية العلوية بوجود طبقة مغلفة تسمى *Root-sheath* أو *Velamen radicum* أو لفظ *Velamen* فقط . ويتكون الفيلا من من غلاف فضي متفاوت السمك يشبه رق الغزال ، وينشأ من البروتودرم على مسافة قريبة خلف القمة النامية في عدة طبقات ناتجة عن الانقسام التماسى . وقد يتكون في حالات قليلة شاذة من الانقسام القطرى الجانبي للبروتودرم ، وبذلك يبقى مكوناً من طبقة واحدة ، كما في *Vanilla planifolia* و *V. aphylla* و *Dendrocolla teres* وغيرها . ويختلف في عدد الطبقات المكونة له من طبقة واحدة إلى ثمانى عشرة طبقة ، إلا أن عددها يكون ثابتاً في النوع الواحد . وتلامس خلايا الفيلا من بدون نظام كل منها بالأخرى ، كما يختلف شكلها كثيراً . فقد تكون متساوية الأقطار مستطيلة قطرياً نوعاً ما ، كما ترى في مقطعها العرضى ،

وقد يكون محورها الطويل موازياً للجذر نفسه . وتغلظ جذرها بطرق متعددة غير أنها تكون عادة ذات غلظ ليفي حلزوني ( شكل ٧٢ — ١، ٢ ) . 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 الثغر 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 الحلوي ذو فتحات على هيئة ثقبوب بين الألياف المغلظة ، ولا يتوقف وجود هذه الثقبوب 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 الثقبوب . وبما ثبت 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 للثقبوب 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 كالأمويا ليستفيد بها المجموع الحضري . وقد أثبت *Gaebel* امتصاص الامونيا في *Odontoglossum Barkeri* ، أما تكثيف بخار الماء الجوي فقد حوّل اثباته بعدة تجارب اختلفت الآراء فيها .

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

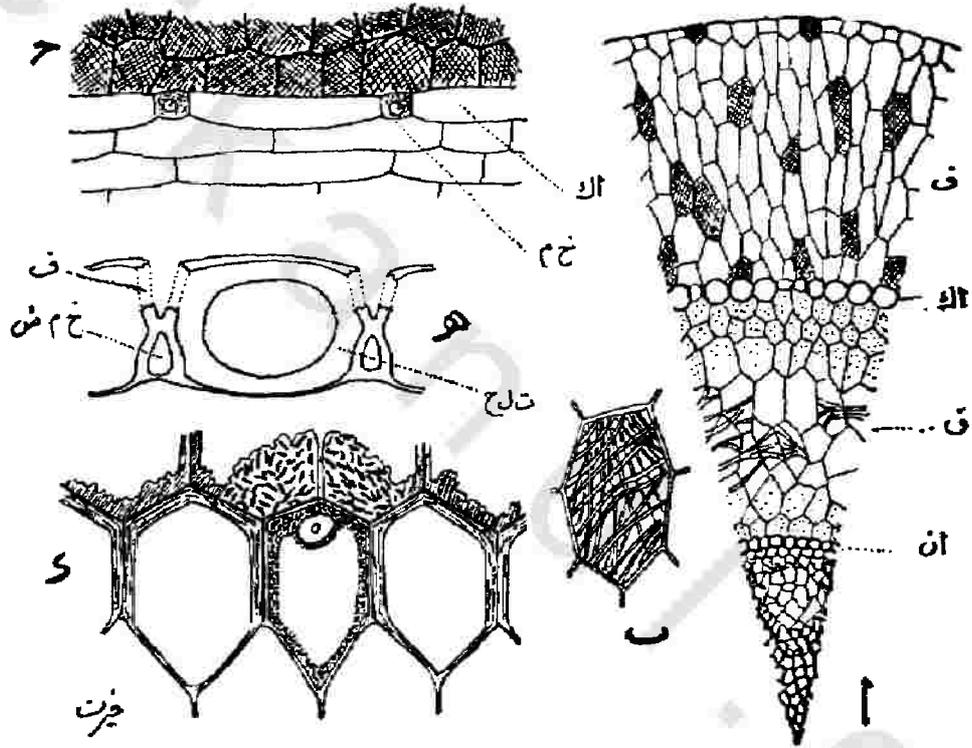
وتتكون من نوعين من الخلايا، أحدهما مستطيل نوطا ذو جدر خارجية سميكة في العادة عديمة النقر، أما الآخر فيوجد بين خلايا النوع الاول في صفوف رأسية، وهو مستدير الشكل وأقصر طولاً ذو جدر رقيقة ومحتويات بروتوبلازمية وافرة (شكل ٧٢ — ح). والخلايا الطويلة ذات جدر مسورة وغير منفذة للماء وهذه تحفظ الجذور الهوائية من الجفاف، أما الثانية ذات الجدر الرقيقة والاصفر حجماً فتعمل كممرات يمر منها الماء المتجمع بواسطة الفيلامن نحو الداخل.

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

وقد يزول الفيلامن في بعض الحالات كما في *Angracum subulatum* لما يبلغ الجذر الهوائى سنناً معيناً ويحل الاكسودرمس محل البشرة العادية، ويحدث مثل ذلك اذا نفذ الجذر الهوائى بين جزئيات التربة.

ومن نباتات الموسز ما تقوم أعضاؤها الهوائية بامتصاص الماء مماثلة في ذلك الجذور الهوائية. ففي جنس *Leucobryum* وفي *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 بروتوبلازمية،

وهذه متصل كل منها بالآخرى كما تتصل بالجو الخارجى بواسطة ثقب متسعة توجد في جدرانها ، أما نسيج التمثيل الضوئى فيوجد مغلفاً في جهاز مكون من أنابيب خلوية شعيرية . وإذا كانت هذه الخلايا الأنبوية الشعيرية مملوءة بالهواء صارت الورقة بيضاء المظهر ، أما إذا غمست في الماء فسرعان ما تمتلئ به ويزداد وضوح اللون الاخضر بخلايا التمثيل الضوئى .



( شكل ٧٢ )

(١) ق . ع . في جذر هواثى لنبات *Stankopea oculata* — ف = قيلامن ، اك = اكسودرمس ، ق = قشرة ، ان = اندودرم . (ب) احدى خلايا القيلامن وتظهر بها تغليظات الجدار الليفية  $\times 480$  . (ج) جزء من منطقة الاكسودرمس في المنظر السطحي عن قطاع طولى تماثلي — اك = اكسودرمس ، خ م = خلية منفذة . (د) جزء من ق . ع . في جذر هواثى لنبات *Corbalia macrantha* تظهر به الخلية المنفذة والجسم اللينى ملتصقاً بجدارها الخارجى . (هـ) جزء من ق . ع . في ورقة فرع جانبي لنبات *Sphagnum cymbifolium* — ت ل ح = تغليظ لينى حلقي ، ف = فتحة في الجدار الخارجى ، خ م ض = خلية ممثلة ضوئية ، (ا، ب، ج، د، هـ، و) عن هابرلاندت ، هـ عن Russow

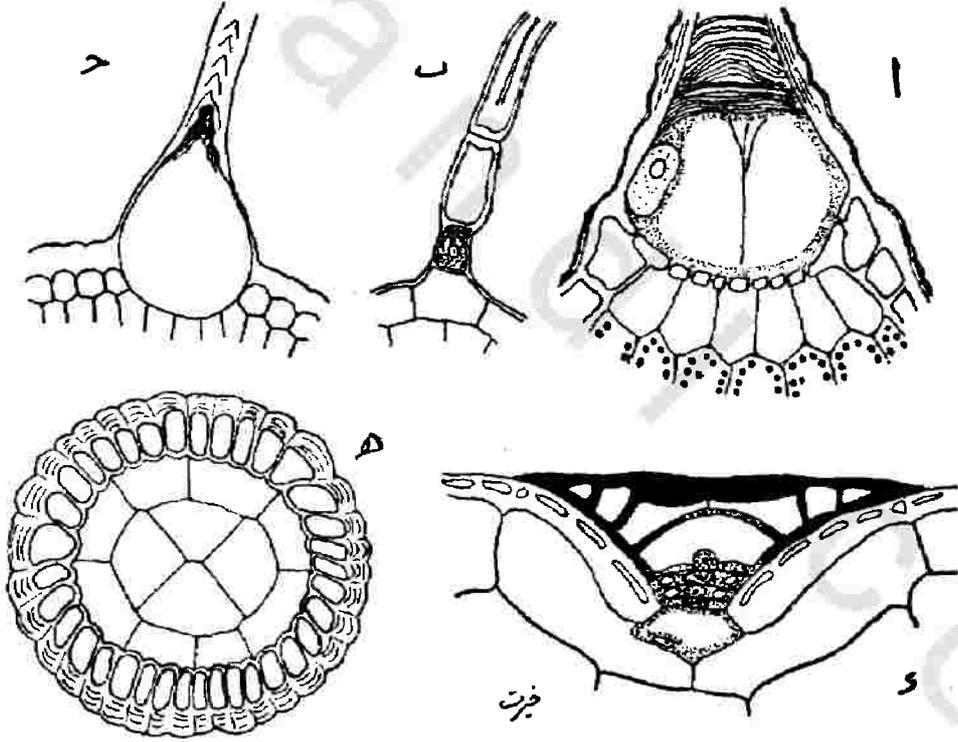
وفي جنس *Sphagnum* تنظم خلايا التمثيل الضوئي الانبوية في شكل شبكي يشغل قرعاً الخلايا الانبوية الشعرية العديدة اللون (شكل ٧٢ — هـ) ، وهي ذات جدر مقواة بواسطة تغليظات ليفية في هيئة أشربة حلقة أو حلزونية ، أما الأماكن الغير مغلظة من هذه الجدر فيشغلها فتحات مستديرة متسعة ، كما يحيط بحافة كل من هذه الفتحات الشريط اللينى ذو الغلظ الحلقى . وبالمثل تزود سوق *Sphagnum* بجهاز خلوى أنبوي شعري يتكون من طبقتين أو أربع طبقات من طبقات القشرة الخارجية ، وتشبه هذه مثيلاتها في الورقة فكل من جدرها المرضية والطولية ذات فتحات متسعة .

#### ٤ — شعيرات الأوراق الخضراء الماصة للماء

للنباتات المزهرة ، كما للنباتات الحززية وبعض النباتات السرخسية ، القدرة على امتصاص الماء عن طريق السطح الخارجى لأوراقها الخضراء . ويعتبر الامتصاص السطحي للماء عملية طبيعية ، وخصوصاً في المناطق ذات الجو الجاف والزيروفيتية عموماً ، حيث تكون النباتات في حاجة لامتنصاص قطرات الأمطار والندى . ولا يكون الامتنصاص عن طريق السطح الخارجى للأوراق جميعه ، بل يحدد في 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 الامتنصاص أعضاء أخرى تشبه الشعيرات أو خلايا البشرة المتحورة مورفولوجياً ، وتسمى هذه هايداثودز *Hydathodes* ، غير أن الوظيفة الأساسية لها هي إفراز الماء ولو أن البعض منها ذو قدرة على امتصاصه . وقد يصب التمييز بين هذه الأعضاء الإفرازية وبين الزوائد الماصة للماء ، كما قد تشبه الشعيرات في بعض أنواع النباتات الهايداثودز في وظيفتها ، بينما تقوم بامتصاص الماء في بعض الأنواع الأخرى .

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

الجافة وخصوصاً ما ينمو منها في المناطق الصحراوية ، كالصحراء العربية المصرية ، مما يسهل لها الحصول على ماء الندى ليلاً ما بين شهري نوفمبر وأبريل . كما تزود بها كثير من نباتات مناطق البحر الأبيض المتوسط وكذلك النباتات الموجودة في الأماكن الجافة المشمسة . وتوجد ازوائد الماصة للماء أيضاً في نباتات BROMELIACEAE العلوية . ويختلف المظهر الخارجي للزوائد الماصة للماء ، فقد تكون في شكل شعيرات أو أشواك بسيطة أو ذات رؤوس مستديرة ، أو في شكل شعيرات درعية أو حراشيف ، كما قد تكون وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا . وترى أنواعها الوحيدة الخلية في *Diplotaxis Harra* وفي بعض أنواع *Heliotropium* التي تنمو في الصحراء العربية المصرية . وتتماز أوراق النبات الأول (شكل ٧٣ - ١) بوجود عدد من الشعيرات



(شكل ٧٣)

شعيرات ماصة بالنباتات الزيروفيتية (١) *Diplotaxis Harra* . (٢) *Centaurea argenta* . (٣) *Vriesea psittacina* . ط . في احدى الحراشيف في حالة الانتفاخ والمنظر السطحي للقرص العلوي ، ( عن هابرلاندت )

الشوكية الصلبة ذات سطح خشن الملمس وقواعد بصلية منتفخة وتغطي جدرها السليولوزية جميعها بطبقة رقيقة من السكيوتينكل . وبشغل فجوة كل منها طبقات سليولوزية متتالية ، أما المنطقة القاعدية فيشغلها طبقة بروتوبلازمية تلتصق جدارها من الداخل وينمى بها الثواة ، كما أن جدرها السفلية والجانبية ذات ثغر عديدة . وتجري مياه الندى على سطحها الخارجى حيث تمتص عند المنطقة المحيطة بقاعدتها المنتفخة ، ثم ينتشر الماء بعد امتصاصه الى الخلايا المجاورة لها الموجودة أسفلها والمحتزنة للماء عن طريق الثغر السابق ذكرها . أما في أنواع *Heliotropium* فتوجد بها مثل هذه الشعيرات الماصة ولو أن جدر مناطقها القاعدية المختصة بامتصاص الماء تكون رقيقة وأقل سمكا عما في *Diplotaaxis* ( شكل ٧٣ - ح ) .

وتتكون الشعيرات العديدة الخلايا في 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 في *Centaurea argenta* ( شكل ٧٣ - ب ) . وتشابك الأجزاء الطرفية الميتة من هذه الشعيرات أو قد تنجس كلها في اتجاه واحد مكونة غطاء ناعم الملمس لامعاً كما في *Convolvulus Cneorum* و *Plantago cylindrica* وغيرها ، وهذه الشعيرات علاوة على مساعدتها في تقليل التتح فإنها تلتقي 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 في السطح الخارجى جالسة أو ذات حامل قصير ورؤوس مستديرة كما في *Syringa vulgaris* ، أو صولجانية كما في *Vaccinium Vitis Idaea* . وتمثل هذه بشكلها الخاص الأعضاء الماصة ، ويحدث الامتصاص بواسطة أطرافها المستديرة أو الصولجانية الوحيدة أو العديدة الخلايا ذات المحتويات البروتوبلازمية الوافرة . وقد تقوم هذه الشعيرات في كثير من الحالات بافراز الماء علاوة على امتصاصه .

وتعتبر حراشيف أوراق BROMELIACEAE من أهم الأعضاء المتخصصة في امتصاص الماء ، وتوجد هذه في العادة على قواعد الأوراق وتعتبر مواضعاً لاختزان الماء ، أما الأنواع الطويلة السوق مثل *Tillandsia* فتغطي كل من سوقها وأوراقها بحراشيف درعية (شكل ٧٣ — م ، د) . والمنطقة القاعدية لكل منها أو القدم عبارة عن حامل قمى 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 في بعض الحالات) ، تكون حافته من عدد من خلايا مستطيلة ذات وضع قطرى ، وعلى عكس خلايا الحامل ، تحلو خلايا القرص الحافية والوسطية من المحتويات الحية . وتكون الجدر الخارجية لخلايا القرص خالية من الكيوتين وقابلة للذوبان في حامض الكبريتيك المركز ، ويقول Mez انها تتكون من جسم أساسى سليوزى يندمج معه نسبة كبيرة من المركبات البكتينية . واذا غمست إحدى الأوراق البرومليدية المغطاة بطبقة كثيفة من هذه الحراشيف الدرية في الماء فإنها تمتصه سريعاً ويتحول لونها الببيض في 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 في امتصاص الماء والمحاليل الغذائية .

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

## ثانياً — امتصاص المواد الغذائية العضوية

### ١ — الجهاز الماص في الأجنة والبادرات

قد يعتبر كل طور جراثيمي متطفلاً وخصوصاً في أطوار تكوينه المبكرة عند ما يعتمد اعتماداً كاملاً على المواد الغذائية المخزنة . وتبدأ مدة التطفل هذه مع أولى خطوات تكوين الجنين وتبقى مستمرة حتى آخر خطوات إنباته. وتنحصر النظم المتعلقة بامتصاص المواد الغذائية المرنة في هذه الحالات في مجموعتين ، تكون الأولى منهما من الأعضاء الماصة التي تنقل المواد المرنة إلى الجنين عند تكوينه أثناء نضج الثمرة مادام ذو علاقة بنباته الأمي ، وتشمل الثانية كل الأجسام التي تساعد النبات الصغير على امتصاص المواد المخزنة عند ما تبدأ البذرة في الانبات بعد انفصالها من النبات الأمي وقضائها في التربة فترة من السكون قفل أو تزداد مدتها .

وتتكون أعضاء المجموعة الأولى الماصة من أجسام تختلف مورفولوجياً ، كال كيس الجنيني ، والأندوسپرم ، والجسم المعلق ، والحلايا السميتية<sup>(١)</sup> . ( في بعض نباتات RUBIACEAE و COMPOSITAE ) ، والأنبوبة اللقاحية ( كما في القرع — عن Longo ) .

وفي بعض أنواع الكتان تعتبر المنطقة السفلية من الكيس الجنيني ( الميجاسپور ) كحصص ، وتحتوي هذه المنطقة السفلية الأكثر تمييزاً عن العلوية على البروتوبلازم ، ويصل إليها عدد قليل من نوايا الأندوسپرم ، وتبقى هذه المنطقة الماصة من الكيس الجنيني غير متفرعة ، وقد تزداد مساحة سطحها في حالات أخرى بالنسبة لتكوين عدد من الأفرع . ففي نبات *Globularia cordifolia* تنمو المنطقة العليا من الكيس الجنيني نحو الخارج في هيئة جسم أنبوبي عن طريق النقيير ، ثم ينتشر على الطرف العلوي للبيض ملامساً جدار المبيض ، وبذا يتكون عدد من الزوائد الخيطية يمتد بعضها إلى أسفل بين البذرة النامية والغلاف الثمري بينما تمتد الأخرى إلى أعلى على طول الجبل السرى في اتجاه المشيمة .

(١) تنمو وتكبر الحلايا السميتية بمد الاخصاب وتساعد على امتصاص الغذاء للجنين ، فقد تستطيل احداها وتمتد إلى خارج الكيس الجنيني وتعمل كحصص لامتصاص الغذاء اللازم له ( في بعض نباتات RUBIACEAE ) ، وقد تكبر الحلايا الثلاث في الحجم لتساعد على امتصاص الغذاء ( COMPOSITAE ) .

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

وإذا ما تكونت هذه المصاط من الجنين نفسه فإنها تنشأ فى العادة من المعلق Suspensor ، وفى بعض أنواع جنس *Phalaenopsis* تممواكل من الأربعة خلايا التى تكون المعلق الى زوج من أجسام طويلة أنبوية ، تنج مجموعة منها نحو الميكرويل بينما تحيط الباقية بالجنين فى هيئة حزمة من الهيفات الفطرية . وفى نبات الأوركيدز المسمى *Stanhopea oculata* 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 الأحيان حتى التقير. ويقول Krooder إن الحويصلات الماصة الكبيرة 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 المخزنة أثناء خطوات الانبات ، فإذا كانت كل المواد الغذائية المرته التى يزود بها النبات الامى التبت الصغير موجودة فى أجزاء الجنين ، فى الفلقات ، فإنها تكون فى حالة قابلة للامتصاص بسهولة . أما اذا كانت فى نسيج الاندوسپرم أو أحيانا فى الپرسپرم فلا بد لامتصاصها من نظم خاصة حيث لا تكون فى هذه الحالة ذات علاقة بالجنين ، وعلى الجنين المستتب فى مثل هذه الحالات أن يستخلص مواده المرته من الانسجة الغريبة عنه كما تفعل النباتات المتطفلة ، فىكون تبعاً لذلك أنسجة ماصة كما قد يكون أعضاء ماصة فى حالات أخرى .

وإذا كان الجنين محاطاً من كل جهاته بالنسيج المخزن فإنه 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

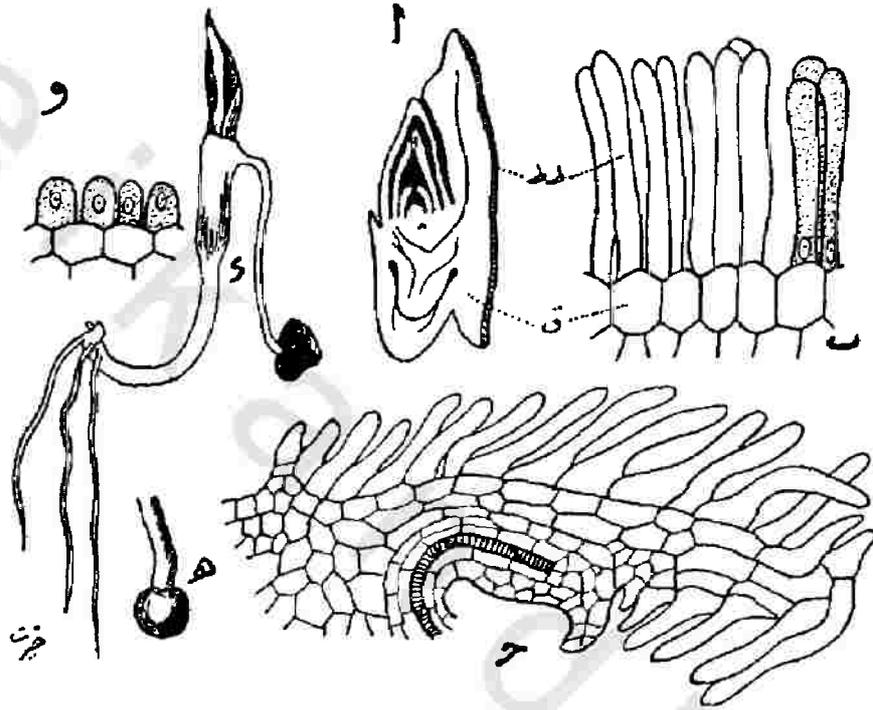
فما بعد الى البشرة النموذجية . وفي بذور نبات *Agrostemma Githago* يكون السطح السفلى لأحد الفلقات هو الجزء الوحيد من أجزاء الجنين الملاصق للاندوسپرم ، وتقوم طبقة السطحية في مبدأ الأمر بعملية الامتصاص ثم تتحول فيما بعد الى البشرة بثغورها . وينحصر الفرق الوحيد بين الطبقة الطلائية الماصة والبروتودرم غير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

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

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

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

وتمد جانبياً بدرجات متفاوتة نحو الأندوسپرم ، وبذلك يتعدد تكوين المسافات البينية جهة الخارج وتصبح كل خلية أو مجموعة من الخلايا منفصلة عما حولها (شكل ٧٤ - -) .  
وتختلف الزيادة في أسطحها بالنسبة لنشاط نموها وبالنسبة لأنواع النباتات المختلفة ،



(شكل ٧٤)

(١) ق . ط . في جنين حبة القمح  $\times 16$  . (س) جزء من الطبقة الطلائية في طور متقدم من نمو خلاياها الماصة الأنبوية الشكل  $\times 230$  - ق = قصعة ، ط = طبقة طلائية . (ح) قصعة بادرة نبات *Briza minor* يشبه فيها النسيج الماص طبقة الشعيرات الجذرية في الجنور . (و) بادرة نبات *Tradescantia erecta* . (هـ) الجزء الفلقي الماص بها . (و) الخلايا الماصة ، (عن هابرلاندت)

فمتوسط طول خلايا الطبقة الطلائية في حالة سكون جنين القمح هي ٠.٢٣ و ٠.٠٢٣ مم وتزداد الى ٠.٠٩ مم أثناء أقصى نشاط عملية الامتصاص ، وفي الذرة تكون ٠.٢٥ مم و ٠.٧١ مم . وتشبه هذه الخلايا في شكلها عند تمام نموها وتكوينها أكياساً أو أنابيباً مستطيلة ويكون طولها بالنسبة لعرضها ٤-١٢ : ١ وجدر هذه الخلايا رقيقة جداً وهي ذات محتويات بروتوبلازمية وافرة ، أما النواة فتبقى في العادة راقدة قرب قاعدة

كل منها . وبعد انتهاء خطوات الانبات ونفاذ الاندوسپرم ، تضمحل هذه الخلايا الماصة وتنتج جدرها الجانبية ، وتحتوي محتوياتها البروتوبلازمية .

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

وتمتاز الأنسجة الماصة لبادرات *COMMELYNACEAE* كما في *Tradescantia erecta* ببقاء طرف الحامل الفلتي الخيطي راقداً في البذرة (شكل ٧٤ — د) . ويغطي هذا العضو الماص الذي لا يزيد حجمه عن رأس الدبوس (شكل ٧٤ — هـ) من جميع جهاته بطبقة من الخلايا الخاصة بعملية الامتصاص يبلغ ارتفاع كل منها حوالي ٠.٧ مم واتساعها ٠.٣ مم ، وتحتوي على كمية وافرة من البروتوبلازم ، كما يفصل كل منها عن الأخرى (شكل ٧٤ — و) .

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

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

#### ٢ — الجهاز الماص للنباتات الرمية والمتطفلة والمفترة

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

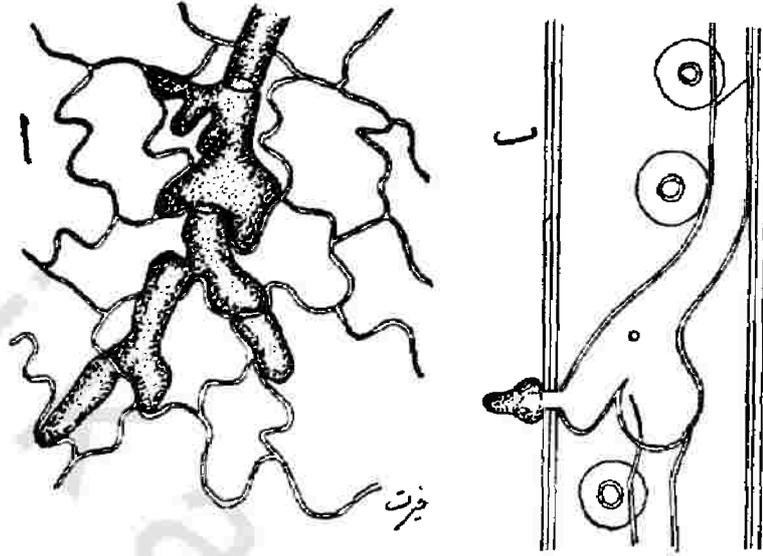
ومن بين النباتات الزهرية الرمية أنواع تعيش على المواد الدبالية ، وهذه قد تستعيد أوراقها الخضراء وبذلك تكون قادرة على تكوين قدر من المواد المرنة الغير آزوتية ، غير أنها تحتاج لكميات مناسبة من الماء وتكون بذلك في حاجة الى سطح ماص متسع . وفي مثل هذه الحالات تتكون الشعيرات الجذرية التى تقوم بامتصاص الماء 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 الأوركيدز 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 *BETULACEAE* و *CUPULIFERAE* الى جانب كثير من النباتات المحروطية ، ما تزود نفسها بسطح كبير ماص ، بأن تعيش معيشة تبادل المنفعة باشتراكها

مع الميسليوم الفطري ، بدلا من أن تكون عدداً كبيراً من الشعيرات الجذرية معتمدة في حاجياتها المختلفة على هذا الميسليوم الخيطي الغريب عنها والذي يمثل عضو الامتصاص. وتغلف الجذور الماصة في مثل هذه النباتات ، من القمة الى ما وراءها ، بغلاف ميسليومي مكون من هيفات كثيفة متشابكة . وتمتد أفرع فردية من الغلاف الميسليومي ما بين خلايا الجذر الماصة عديمة الشعيرات ، كما تمتد عدد من الهيفات من سطح الغلاف الميسليومي الخارجى وتحيط بمجزئات المادة الدبالية في كل الاتجاهات . والهيفات الفطرية عموماً أكثر ملاءمة من الشعيرات الجذرية لمثل هذه الحياة الرمية بالنسبة للزيادة الكبيرة في سطحها الخارجى وتفوقها في المقدرة على استخلاص محتويات المادة الدبالية المطلوبة . وكثير من النباتات اللازهرية ذات الحزم الوعائية ما يعيش معيشة رمية ، فكثير من ريزومات الموسم ما يكون مختصاً بذلك . وفي جنس *Buxbaumia* تكون البروتونيا خضراء اللون وذات قدرة على القيام بعملية التمثيل الكلوروفللى بينما تكون السوق البصلية والأوراق التي تطلقها خالية من الكلوروفيل . أما جهاز الرايزويدز التام التكوين فيختلف عن رايزومات الموسم النموذجية باحتوائه على جدر خلوية رقيقة عديمة اللون ، كما يمتاز بوجود وصلات ما بين أفرع الرايزويد المنفصلة مما يجعلها تشبه حرف H ، مكونة شكلاً شبكياً منتظماً من الرايزومات. وبشبه مثل هذا الجهاز الرايزويدى لحد كبير الميسليوم الفطري العادى .

ومن الرايزومات، كرايزود *Rhynchostegium murale*، ما ينفترق سوق وجذور النباتات ذات الحزم الوعائية الميتة ، ولا يتغير شكله إلا قليلاً أثناء مروره خلال جدر الخلايا . أما رايزومات نبات *Eurbynchium praelongum*، الذى ينمو بين الاوراق المنساقطة ، فتتقب جدر خلايا البشرة الخارجية ثم تأخذ طريقها بينها من خلية الى أخرى عن طريق جدرها الجانبية ، وتكون هذه الرايزومات زوائداً مفصصة تهيب نفسها للاتصال بخلايا البشرة ، وأحياناً ما تملأ فراغاتها الداخلة تماماً (شكل ٧٥ - ١) . وفي حالة اختراق هذه الرايزومات للعناصر المكونة للنسيج الميزوفللى فانها تشغل أيضاً فراغات الخلايا جميعها . وقد شاهد هابرلاندت أن رايزومات نبات *Webera nutans*

عندما نحترق الحشب ، تنمو على طول جدر القصيبات ، وقد يثقب أحدها جدار القصيبة السميك مشابهاً في ذلك إحدى هيفات الفطر الرمي (شكل ٧٥ - ب) ، وهو ينشأ عادة



(شكل ٧٥)

رايزودات نباتات الموسر الرمية . (١) رايزود نبات *Eurbynehium praelongum* نامياً على بشرة إحدى الأوراق الميتة ومكوناً مماساً مفصصة . (ب) رايزود نبات *Webera nutans* ثاقباً جدار إحدى قصيبات نبات مخروطي ، (عن هابر لاندت)

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

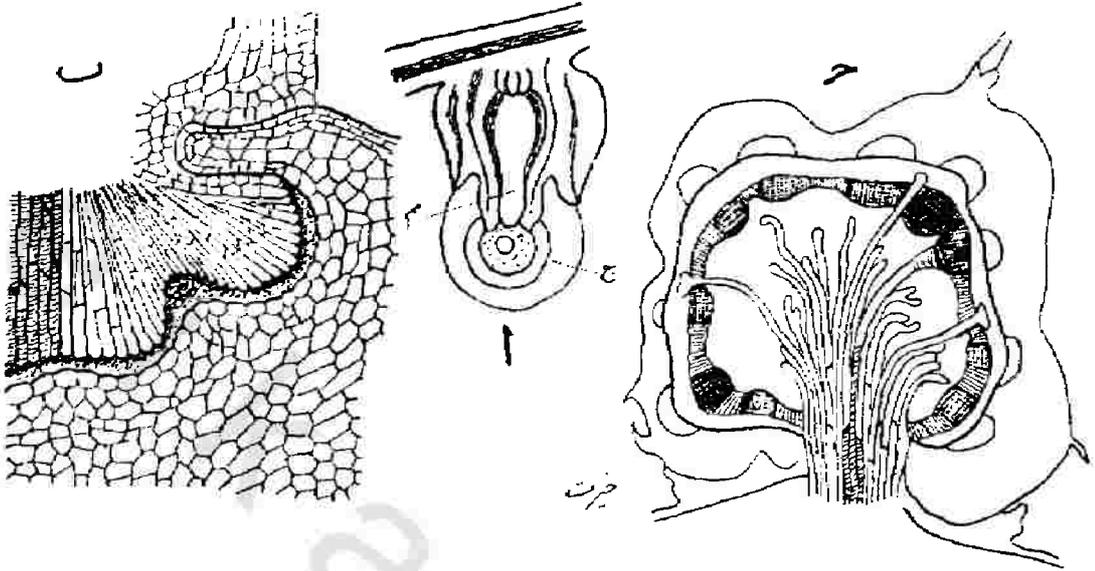
وتستخلص النباتات الزهرية المتطفلة ما يلزمها من المواد الغذائية من عوائلها التي تتطفل عليها بطرق شتى . ويختلف تكوين أجهزتها الماصة بالنسبة لمقدرتها على التطفل ، فإذا استعاد النبات المتطفل أوراقه الخضراء اختزل السطح الخارجي للنسيج الماص وقل اختصاصه . وفي حالة Mistletoe وبعض نباتات LORANTHACEAE غالباً ما يكون غرض النبات الطفيلي الاتصال بالجهاز الناقل للماء . والنباتات الغير كاملة التطفل غالباً ما تكون جذورها المثبتة في التربة شعيرات جذرية ، مشابهة في ذلك البادرات ، التي مع تكون المجموع الجذري إلا أنها تعتمد أيضاً على المواد المرنة المخزنة في البذرة . وإذا خلا النبات المتطفل من مادة السكلوروفيل تكون أعضائه الماصة في العادة زوائداً قلمية أو خيطية

الشكل لكي تزيد من مساحة السطح الماص ، وفي مثل هذه الحالات يتخذ النسيج الماص شكل أشرطة من الخلايا تشبه الهيفات الفطرية وهذه تحترق أنسجة العائل في اتجاهات عدة ، كما في *Lathraea squamaria* و *Cuscuta* و *Orobanche* . أما خلايا القصبية الموجودة بالماص والمتممة للجهاز الناقل للماء في النبات المتطفل ، فإنها تتصل اتصالاً مباشراً بمناطق الخشب في النبات العائل ، كما تتصل الخلايا التي تشبه الأنايب الغرابية بمناطق اللحاء الناقلة للمواد البروتينية ، بينما تحصل باقي خلايا الماص الأقل اختصاصاً في عملية الامتصاص على المواد المرنة الغير آزوتية من الخلايا البرنشيمية المكونة للخضاع ونسيج القشرة . وفي *RAFFLESIACEAE* يتخزل المجموع الحضري 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 في النبات العشبي المتطفل المسمى *Thesium pratense* (*SANTALACEAE*) ، وتكون جذور هذا النبات مماًصاً خاصة تشبه الزوائد البيضاء الشكل (شكل ٧٦ - ٤١ - ٤) ويقول Schwarz إن النبات المتطفل يثبت نفسه في مبدأ حياته بالسطح الخارجي لجذر العائل بواسطة شعيرات جذرية ، فاذا ما تم نموه ارتكزت قمة المنطقة الماصة على الجذر في موضع يشبه وضع السرج على ظهر الجواد . ويتكون الجهاز الماص من خلايا برنشيمية مستطيلة الشكل غنية بالبروتوبلازم ، كما يشتمل على حزمين وعائيتين تظهران متصلبتين في مقطعهما العرضي . ويتكون النسيج الماص من الخلايا الطرفية الزائدة الطول المستديرة الأطراف وتشبه في شكلها خلايا الطبقة الطلائية التي تمتد من قصعة أجنة حبوب النباتات النجيلية . وهذه تلتصق بعناصر الاسطوانة الخشبية ، كما تمتد قصبية كل من حزمتي الماص في شكل خصلتين متصلان اتصالاً مباشراً بالأوعية الخشبية للنبات العائل . هذا اذا ما تطفل هذا النبات على أحد عوائله من نباتات ذات الفلقتين ، وفي حالة تطفلة على نباتات ذات الفلقة الواحدة يتحور كل من الماصات عموماً والجهاز الماص خصوصاً محوراً خاصاً بالنسبة لمقدرتهما على ذلك .

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

جذور ولا أوراق خضراء ، ولذا كان اعتمادها تماماً في الحصول على ما يلزمها من الماء والمواد الغذائية عن طريق ماصها التي تكون على سوقها ، ولذلك تزود هذه الماص بسطح



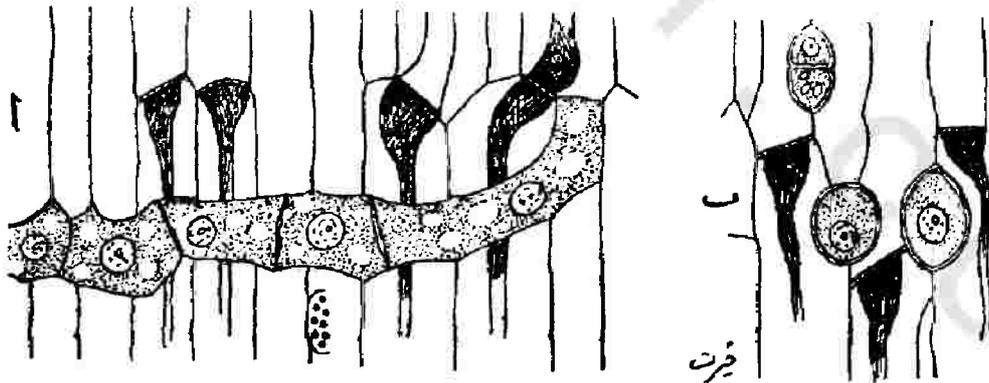
(شكل ٧٦)

(١) ق . ط . في ممص نبات *Thesium pratense* المتطفل على جذر أحد نباتات ذات الفلقتين في مقطعه العرضي — مم = ممص ، ج = جذر . (ب) جزء من القطاع السابق  $\times 8$  ، مبيناً الخلايا الماصة المستطيلة في شكل مروحي . (ح) ممص نبات *Cascula europea* في مقطعه الطولي محترقاً ساق نبات *Urtica dioica* في مقطعه العرضي ، مبيناً مبلغ الزيادة في تكوين الأنابيب الماصة في منطقة الخناج ، وان بعضاً منها يصل الى منطقة اللحاء بعد اختراقه للاسطوانة الحشبية ، (١) ب عن Solms-Laubach ، ح عن هابرلاندت )

كبير ماص أو بمعنى آخر فإنها تكون تامة التخصص للقيام بهذه العملية عما في نبات *Thesium* السابق ذكره . ويتكون ممص نبات الحامول من قرص لاصق مستدير أو غير منتظم النقصيص يثبت تماماً في قشرة النبات العائل بواسطة زوائد ماصة مخروطية الشكل يوجد النسيج الماص في أطرافها على هيئة مجموعة تشبه الأقلام مروحية الشكل مكونة من خصلة من خلايا مستطيلة تشبه الشعيرات . وفي نبات *Cascula epilinum* تمتد بعض هذه الخلايا الأنبوية الماصة بين خلايا قشرة النبات العائل بينما تتجه الأخرى نحو الأسطوانة الحشبية حيث تلتصق بها دون أن تغذ منها . وفي نبات *Cascula europea* و *Cascula epithimum* تغذ هذه الأنابيب الماصة من الاسطوانة الحشبية وتنشعب بكثرة .

بين خلايا النخاع (شكل ٧٦ — ح) . وسرعان ما يشبه بعض من هذه الأنايب الماصة في طبيعته الفصيصات ويتجه نحو أوعية الخشب الثاني من مجاميع الخشب الابتدائي ويلتصق بها ، بينما تشق الأنايب الأخرى طريقها بين الحزم الابتدائية حتى تصل الى كل من اللحاء الابتدائي والتانوى حيث تكون به امتدادات مفصصة غير منتظمة الشكل . أما غالبية الأنايب الماصة التي تحتوى على رتوبلازم وافر ونواة كبيرة فانها تبقى بين خلايا النخاع متقاطعة معه في اتجاهات شتى .

وتمتاز نباتات جنس *Rafflesia* بأزهارها الكبيرة الحجم وبانعدام وجود أى أثر للسوق أو الأوراق أو الجذور أو أى عضو من أعضاء المجموع الحضري ، ولذا كان النبات ممثلاً في جسم تالوى مكون من عدد كبير من الأشرطة الحلوية المتفرعة التي تشبه الميسليوم الفطرى في شكلها . وقد تمتد هذه الأشرطة لتكون صفائحاً فردية من الخلايا ، أو كتلاً منها يسمى أكبرها بالوسائد الزهرية *Floral Cushions* وهذه تنشأ منها الأزهار . ويتطفل نبات الرافلزيا عادة على سوق وجذور أنواع جنس *Cissus* . وقد ذكر Schaar أن الجسم التالوى لنبات *R. Rochussenii* يتكون من أشرطة من الخلايا تشبه الهيفات ، تخترق العناصر الناقلة للمواد البروتينية ممثلة في اللحاء التانوى لجسم المائل ( شكل ٧٧ ) ، كما تمر أفرع أخرى منها في اتجاه قطرى خلال منطقة الكبيوم والخشب التانوى مشابهة في ذلك الأشعة النخاعية ، بينما تجرى غيرها خلال



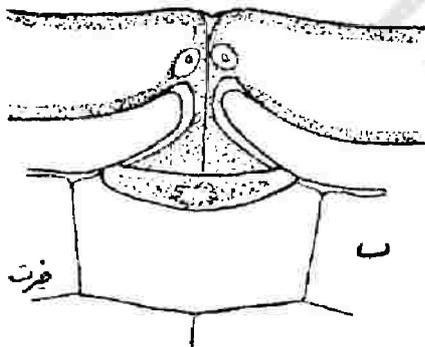
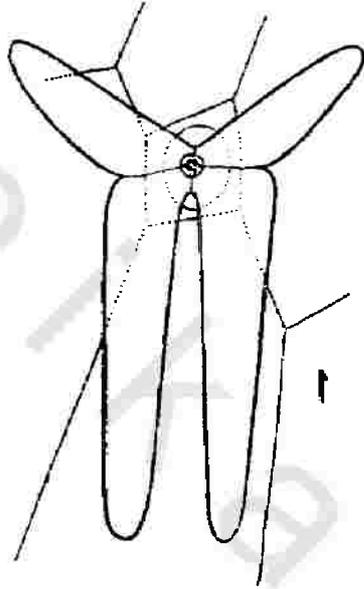
( شكل ٧٧ )

الجووط التالوية لنبات *Rafflesia Rochussenii* مخترقة اللحاء التانوى في جذور *Cissus sp.*  
(أ) ق . ط . في أحد الجذور . (ب) ق . ط . نماسى ( اللحاء يتكون من الأنايب الغربالية والخلايا المرافقة ) ،  
( عن هابرلانديت ) .

الأشعة المحتوية على النشا لكل من الخشب واللحاء الثانويين . وتعطى هذه الأنسجة الثانوية القطرية أفرع عديدة في اتجاه طولي، وخصوصاً في منطقة اللحاء الثانوي، متخذة طريقاً متضرساً حتى نهايته الخالية من المحتويات، ثم تنحني لتعود وتوجه مرة أخرى نحو منطقتها الوسطية مفضلة الأنسجة الغنية بالمواد الغذائية . والخيوط الثانوية عند مرورها من منطقة اللحاء الى منطقة الخشب، عليها أن تخترق منطقة الكييوم، ولأجل ألا تعوق عملية النمو الثانوي في جذر عائتها تصبح مناطق الأنسجة الثانوية القطرية التي تكون في مستوى الكييوم مرستيمية وبذلك يستمر اتصال حلقة الكييوم. وبلا حظ أن خلاياها في مثل هذه المناطق تكون رقيقة الجدر كما تبقى قابلة للانقسام بصفة دائمة .

وبلى الجهاز الماص لكل من النباتات الرمية والطفيلية النظام الخاص بالامتصاص في النباتات المفترسة . ففي بعض الحالات كما في نبات *Sarracenia* (عن Goebel و Balatin) ، تمتص المواد الغذائية الذائبة الناتجة عن هضم الحيوانات المقتنصة عن طريق سطح العضو الذي يخدم في عملية الاقتناس، ويشبه ذلك ما يحدث في حالة الجذور عديدة الشعيرات . وفي *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 ، ففي نبات *Utricularia vulgaris* (عن Goebel) يوجد على السطح الداخلي للأجسام المثانية الشكل شعيرات ماصة رباعية الأذرع ، تملأ أذرعها التي تشبه في شكلها الشعيرات الجذرية بكرات زيتية عديدة ، ويحدث ذلك بعد اقتناس هذه الأجسام المثانية الشكل للحشرات . وعادة لا تكون هذه الأذرع الأربعة متساوية في الطول ، بل يكون زوج منها أقصر طولاً وأكثر تباعداً عن الزوج الآخر (شكل ٧٨) . ويتكون كل ذراع من خلية فردية تمتد من أسفل في شكل زائدة ضيقة ذات جدار خارجي زائد السمك . وتتصل هذه الامتدادات القاعدية لتكون حاملاً قصيراً يساعد في التقاف واثناء هذه الشعيرات لكيلا تلتف من نضال الحيوانات المقتنصة التي تبغى الفرار . ويمتد هذا الحامل الى أسفل ويرتكز على خلية قرصية ذات جدر رقيقة (أسمها Goebel بالخلية الوسطية)، وهذه ترتكز بدورها على الخلية القاعدية التي تعتبر قدماً لهذه الشعيرات .

ونحصل معظم الطحالب (النباتات التالوثية) على الغذاء اللازم لها عن طريق كل أسطحها الخارجية، ولذا كانت هذه النباتات في غير حاجة لجهاز ماص، أما الأجسام



(شكل ٧٨)

الشعيرات الماصة لنبات *Utricularia vulgaris*. (أ) منظر سطحي. (ب) مقطع رأسي، (عن هارلانديت)

العديدة الأذرع الشبه جذرية والتي تظهر في هذه المجموعة النباتية فإنها تقوم مقام الأعضاء المثبتة. غير أن هناك أنواعا قليلة من الطحالب مثل *Botrydium granulatum* تنمو على سطح التربة، وبملاشك فيه أن الرايزومات العديدة الأفرع التي تثبت هذه النباتات، تقوم علاوة على ذلك بعملية الامتصاص. كما قد تقوم الزوائد المختلفة التي تظهر في مجاميع الطحالب الأكثر رقياً مثل *PHAEOPHYCEAE* و *FLORIDEAE* بامتصاص المواد الغذائية. وينبغي أن يصح قول كل من Reinke و Wille في اعتبار خصلات الشعيرات التي تظهر في *LAMINARIACEAE* على سطح الجسم التالوثي، والتي تكون غائرة فيما يسمى *Cryptostomata*

في *FUCACEAE*، أعضاء تقوم بعملية الامتصاص وتشبه الشعيرات الجذرية، حيث وجد Wille أن كثيراً من المحاليل الملونة تمر خلال هذه الزوائد إلى الأنسجة الناقلة بالجسم التالوثي.

أما النباتات الفطرية فتعتمد في وظيفة الامتصاص عموماً على شكل وتكوين جسم النبات. ويمثل الميسليوم الفطري ذو الحياض العديدة الأفرع، جهازاً قوياً للتكوين مكوناً من أعضاء ماصة. وإذا كان الميسليوم مكوناً من أشرطة متجمعة *Rhizomorphs*،

كما في PHALLOIDEAE ، فانها تكون هيفات خاصة تبرز من سطحها وتشبه الشعيرات في شكلها وتقوم بعملية الامتصاص مشابهة في ذلك الشعيرات الجذرية للنباتات الراقية . ويتكون على السطح السفلى في بعض النباتات الأشينية Lichens عدد من الهيفات الرايزودية تقوم مقام الشعيرات الجذرية ، وقد تتحد في بعض الأنواع مكونة أشرطة تسمى Rhizines .

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