والعادة فى النباتات التى كالغلال وغيرها مما لايزرع عادة بالقرب من البحر أن تقتلها المحاليل التى تشتمل على أكثر من ١ أو ½ ١ فى المائة من الملح . أما بنجر البحر وبعض أنواع الأتربلكس فلا تتلفها المحاليل التى تشتمل على ٣ أو ٤ فى المائة من الملح .

الفصل الثالث عشر

الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء

الانتشار الغشائى — اذا ربطت مثانة مائت بمحلول سكرى ، من فتحتها بخيط ثم وضعت فى إناء ملئ ماء نقيا وجد أن مقدارا عظيما من هذا الماء يمر مسرعا الى باطن المثانة من جدرانها ويختلط بالمحلول السكرى بالرغم من أنه لا ترى فتحات يكون الماء قد نفذ منها .

وتظهر نتيجة انتقال الماء الى الباطن فى الضغط الذى يحدث داخل المثانة وظهور التمدد فيها شيئا فشيئا كما يحدث لو أكره فيها الماء أو الهواء بطريقة ميكانيكية . ويتوقف مقدار الضغط الباطنى المحدث تحت هذه الظروف على مقدار السكر المذوب فى المحلول السكرى وعلى درجة الحرارة التى تجرى فيها التجربة أيضا . فاذا كان المحلول مركزا حدث ضغط أعظم منه اذا استعمل محلول غير مركز واذا كانت درجة الحرارة عالية كان الضغط أشد منه اذا كان المحلول على درجة واطئة .

ويرى مثل هذا الضغط الباطنى المؤدى الى تمدد المثانة اذا استعيض عن محلول السكر بمحاليل من نترات البوتاسيوم وكبريتات النحاس وغيرهما من المواد. فلكل من هذه المركبات القابلة للذوبان قدرة مختلفة عن غيرها فى جذب الماء من خلال جدران المثانة . والضغط المحدث من محلول يشتمل على واحد فى المائة من السكر ليس كالذى يحدث من محلول من نيترات البوتاسا .

ويرى فى هذه التجارب أن المثانة على مرور الماء الى باطنها من خلال الجدران تخرج من السكر الذائب فيها أو المركبات القابلة للذوبان المستعملة مقدارا ما الى الماء الذى فى الاناء . ويلاحظ أن عملية الانتشار أو مرور المواد الذائبة تستمر خلال الغشاء حتى تصبح نسبة المحلول المثينية أو تركيبه ، أو قوته واحدة فى الداخل والخارج .

على أن فى الأغشية ما يسمح للماء بالتسرب منه ولا يسمح بذلك للسكر وغيره من المركبات الذائبة .

فانتشار أو مرور السوائل ومحاليل المواد من الأغشية التى لا ترى بها فتحات يسمى "الاوسموز" أو "الانتشار الغشائى". والضغط المحدث فى داخل الأغشية القابلة لنفوذ الماء منها يسمى " الضغط الانتشارى " وقد يطلق على المواد الذائبة التى يتوقف عليها الضغط مبدئيا " المواد الانتشارية ".

وتصبح المثانة أو غيرها من الكيانات الممتدة بواسطة الضغط الانتشارى قوية أو مكتنزة لارخوة خرعة وتسمى فى هذه الحالة "مزندة" (Turgid) ويوجد فى العصارة الخلوية من خلايا النبات الحية مواد انتشارية مثل السكرات والأملاح المختلفة وتلك لها قوة جذب الماء الى الداخل واذا غمست الخلايا النباتة فى ماء نقى أصبحت منتفخة .

وتمتد الخلايا بواسطة الضغط الانتشارى فى كل أجزاء النباتات الحية التى تمد بالمـاء الكافى ولا سيمـا فى تلك الجهات التى يكون النمو فيها مستمرا . وهـذه الحالة التزند (Turgidity) هى سبب المرونة والاكتناز اللذين يشاهدان فى الأنسجة البرنشـيمية الحية الرقيقة الجـدران من الأوراق ومن النقط النامية وغيرها من الأجزاء اللطيفة البنية من النبات .

ويبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصـغيرة السن المنتفخة فى العـادة خمسة أجواء أو عشرة وبسلطته يكره السيتوبلازم خارجا حتى يتصل بالجدران الخلوية فى كل النقط . وهنالك يصبح الجدار الخلوى ممتطا حتى تساوى قوة التمـدد (Elastic Recoil) الضغط الخارجى . وقد يكون الضغط المحدث فى خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية فى العصارة الخلوية (فى فصل البلل حين يكثر وصول المـاء الى الخلايا) كافيا لتمزق الجدر الخلوية فتنشق الثمـار .

على أن الخواص الانتشارية للخلية النباتية ليست كتلك التى لمثانة ملأى من محلول سكرى إذ فى كثير من الأحوال لا تسمح الخلايا المشتملة على سكر أو غيره من المواد بمرور هذه المواد الى المـاء الذى قد تغمس فيه الخلايا .

وظاهر أن وجود أقل قابلية للنفوذ فى المواد التى ينسب اليها الانتفاخ قد يجعل بقاء أى نبات مائى مغموس فى المـاء مستحيلا . وكذا يصـبح صعبا اجتماع السكر وبقاؤه هو وغيره من المواد فى جذور البنجر وأشباهه من النباتات التى تنمو فى الأراضى الرطبـة اذا كان البروتوبلازم وجدر الخـلايا الخارجية قابلة لنفوذ هذه المركبات .

ولا بد لأى مادة تمر من أو الى الخلية النباتية الحيـة من أن تنفذ فى كلا الجدار الخلوى و بطانة السيتو بلازم الرقيقة . وفى حين أن المـاء النقى يجد مسلكا سهلا فى كلا الغشائين فالغالب أن السيتو بلازم إما أن يكون غير قابل مطلقا لنفوذ المواد التى تخترق الجدار الخلوى بسهولة أو قابلا لنفوذها بدرجة تختلف باختلاف نوع المواد . وفضلا عن ذلك فان قابلية نفوذ المواد فى السيتو بلازم ليست سواء فى كل وقت .

واذا غمست خليـة منتفخة فى محلول من مادة اجتذابها للمـاء أكثر من اجتذابها للمواد الذائبـة فى عصارتها الخلوية انسرب منها مقدار ما من مائهـا ونقص الضـغط الانتشارى بذلك ثم صـغر حجم الخلية وطرئت وارتخت . فأما اذا لم تفسـد حيوية السيتو بلازم واستمـرت حركة المحلول الانتشـارية فانه يؤخذ من الفجوة ماء أكثر ولكن يتكمش السيتو بلازم مبتعدا عن جدار الخلية و يأخذ شكل كرة فارغة فى مركز تجويف الخلية بدلا من بقائه ملتصقا بالجدار الخلوى وترخيصه للمحلول بالنفوذ الى الفجوة . وتوصف الخلية فى تلك الحالة بأنها مبلزمة (Plasmolysed) أى حدث فيها فقدان مادى . وتصبح المسافة الحادثة بين الجـدار الخلوى و بين السيتو بلازم المتكمش محتلة بمحلول كان قد نفذ الى الداخل من الجدار الخلوى وحده دون السيتو بلازم الحى . وفضلا عن ذلك فان المواد الانتشارية الذائبة فى العصارة لاتسير الى الخارج فى مادة السيتو بلازم . والخلايا المبلزمة بهذه الطريقة تستعيد حالتها الانتفاخية اذا هى وضعت فى ماء نقى . هنا تنتشر المواد التى سببت التبلزم والتى كانت قد مرت خلال الجدار الخلوى . و يكون انتشارها الى الخارج ثم يعود المـاء فيدخل الفجوة حتى يصبح السيتو بلازم مكرها على ملاصقة الجدار الخلوى .

اذا قطعت ورقة أو فرع عليـه أوراق من نبـات ما وترك معرضا للهواء انطلق المـاء من الخلايا على عجل على حالة بخار ونقص انتفاخ الخلايا سريعا وعلى ذلك فالأوراق بدلا من بقاء مرونتها ومتانتها تصبح رخوة غير قادرة على النهوض بنفسها نهوضا طبيعيا . وهذه الرخاوة فى الأجزاء الذابلة من النباتات انمـا تحدث من فقد المـاء من الخلايا اذ تنقص به حالة الانتفاخ وان لم تكن الظروف التى تؤدى الى فقد المـاء واحدة فى كل الأحوال .

واذا كان فقدان المـاء من فرخ مقطوع لم يبلغ حدّا بعيدا وكان السيتو بلازم لا يزال حيا امكن أن تعاد حالة انتفاخ الخلايا الى ما كانت عليه بواسطة وضع طرف الساق فى المـاء أو باكراه المـاء فى الفرخ الذابل على نحو ما هو مبين فى (تج ٩٨) .

وظاهر من الملاحظات والتجارب الواسـعة أن مرور أى مادة فى حالة محلول من الخلية أو اليها انمـا يضبطه السيتو بلازم إذ أن ظاهرات الانتفاخ وغيره من الخواص الانتشارية تبطل اذا أصاب المـوت مادة السيتو بلازم هـــذه .

تج ٩٢ : انشر قطعـة مبللة من مثانة على فوهـة زجاجة مصباح ثم اربطها على رقبتهـا بخيط ثم املأ حوالى ٣/١ الزجاجة بمحلول مشبع من السكر ثم علقها فى اناء مملوء ماء بحيث يكون المحلول السكرى الذى فى الزجاجة على سمت سطح المـاء الخارجى . دعها كذلك بضع ساعات . ثم لاحظ أن المـاء ينفذ من خلال المثانة الى محلول السكر ويرفع سمته .

تج ٩٣ : أعد التجربة السـابقة واستعمل محلولا من سـلفات النحاس أو من بيكربونات البوتاسيوم . أنظر هل يمر هذا أو ذاك الى الخارج ويلوّن المـاء الذى فى الاناء أم لا ؟

تج ٩٤ : اقطع بعض شرائح سمكها ٤/١ بوصة من البنجر واغسلها بماء مقطر ثم ضع :

(١) بعضها فى اناء فيه ماء مقطر .

(٢) وبعضها أولا فى ماء غال مدة دقيقة أو اثنتين لقتل سيتو بلازم الخلايا ثم انقلها الى اناء فيه ماء مقطر ودعها فى الاناء أربع ساعات . ثم خذ مقدارا قليلا من الماء من كل اناء وابحث عن وجود السكر بغلى هذا المقدار مع نقطة أو نقطتين من الحامض الايدروكلوريك واضافة محلول فلهنج بعد ذلك (أنظر تج ٧٤) .

تج ٩٥ : اقطع قطاعا عرضيا من جزء من البنجر . واغسله أولا بماء فى زجاجة ساعة ثم ضعه فى الماء وافحصه بالشيئية الضعيفة من الميكروسكوب .

(١) لاحظ وجود العصارة الخلوية الحمراء فى الخلايا التى لم يصبها الأذى . ولاحظ أنها لاتتسرب الى الماء .

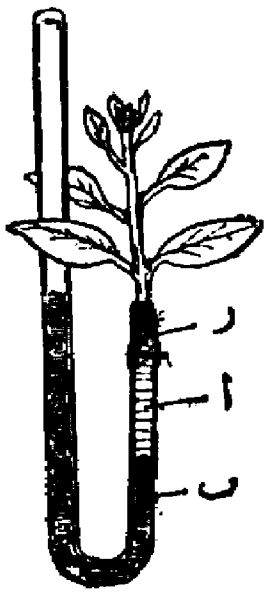
(٢) دع بضع قطرات من محلول من الملح العادى بنسبة ٤ ٪ تمر تحت الغطاء الشيئى ولاحظ أنه عند نفوذ المحلول الملحى العديم اللون الى الخلايا تبتدئ عملية التبلزم (Plasmolysis) ويتراجع السيتو بلازم عن الجدر الخلوية . لاحظ أن الماء وان انسحب من خلال السيتو بلازم لايسمح للمادة الملونة الموجودة فى العصارة الخلوية بالانتشار الى الخارج وذلك مشاهد فى أن محلول الملح الذى يمر الى الداخل من خلال الجدر الخلوية يبقى غير ملون .

(٣) ارفع الغطاء الشيئى عندما تتبلزم الخلايا ثم اغسل المحلول الملحى عنها بأن تنقع القطاع ثانية أو اثنتين فى ماء نق ثم أعد وضعها بعدئذ فى الماء .

افحصها بميكروسكوب ولاحظ أن السيتو بلازم يستعيد موقعه الأصلى بالتدرج فى ملاصقة الجدر الخلوية .

تج ٩٦ : اقطع قطاعا مشابها للسابق من قطعة بنجر ثم اغمسها لحظة فى كحول ممثل (Methylated spirit) لقتل سيتو بلازم الخلايا . ثم اغسلها بسرعة وثبتها فى الماء ولاحظ أن العصارة الخلوية القرنفلية تنتشر الآن الى الخارج فى الماء المحيط .

تج ٩٧ : اضبط مقاس أجزاء طولها بوصتان أو ثلاث من الجذور الأولية الصغيرة السن من الفول أو البازلاء ومن غيرها من الأجزاء المنتفخة من النباتات . ضعها فى محلول ملحى بنسبة ١٠ ٪ مدة ست ساعات أو سبع ثم خذ مقاسها بعد ذلك ولاحظ تكمش الاجزاء وارتخاءها الناجمين عن فقدان انتفاخ الخلايا .



(شـــكل ٧٣)

تج ٩٨ : اقطع فرخ طرطوفة واتركه يذبل فى غرفة عادية مـدة ساعة ثم لاحظ حالة الرهـل والاسترخاء التى تصيب أوراقه بعد ذلك وبعد قطع نصف بوصة من الساق أوصله بأنبوبة زجاجية منحنية بواسطة قطعة من أنبوبة مطاط (ر) كما فى شكل ٧٣ ثم اربط أنبوبة المطاط الى الأنبوبة الزجاجية ربط محكما والى الساق ثم املأ بعض الأنبـوبة الزجاجية بالمـاء واحرص أن يبقى الهـواء بين طرف الساق والمـاء ثم صب زئبقا حتى يصبح السمت فى الطرف الخالص من الأنبوبة الزجاجية أعلى بكثير مما هو فى الآخر (ب) ؛ هنا يكره ضـغط الزئبق المـاء (ا) فى الفرخ ومرعان ما تبـدأ الأوراق فى اسـتعادة موضعها وصـــلابتها .

٢ ــ امتصاص المـاء ــ يكوّن المـاء فى كل النباتات النشـــطة النمو أكثر من نصف مجموع وزنها . فهو يشبع مادة البروتوبلازم الحيـة والجدر الخلوية ثم هو أهم مكوّنات العصارة الخلوية .

تستخدم النباتات المـاء للابقـاء على حالة الانتفاخ فى خلاياها وتستعمل مقدارا قليلا منه كمادة غذائية بل هو أيضا عظيم الأهمية لاذابة مواد الغـذاء المختلفة الموجودة فى النبات وحملها الى مختلف الأعضاء المتطلبة التغـــذية . فضلا عن أن امتصاص المـاء هو الوســيلة الوحيدة التى يحصل بها النبات على مواد الزاد الجوهرية التى تستمد من التربة . إذ أنه لايمكن أن تجد هذه المكوّنات اللازمة ســبيلا الى الدخول فى النباتات حتى تكون ذائبـــة فأما الجزئيات الصلبة من الأسمدة أو غيرها من مركبات التربة مهما صغرت فلا تأخذها النباتات .

ويدخل المـاء وما تمتصه النباتات من المركبات الذائبة جسم النباتات بواسطة الانغمار الغشائى وعلى ذلك فلا تستطيع الدخول إلا من خلال

أعضاء جدرها الخلوية الخارجية غير مشتملة على كيوتين أو سوبرين (Cutin or Suberin) ويحدث امتصاص الماء وامتصاص المواد الزادية الذائبة أثناء حياة النبات الحقلى أو البستانى العادى فى وقت واحد بالضرورة على أنه قد تعد كل منها ظاهرة مباينة للأخرى .

وقد تناولنا البحث فى طبيعة المواد الذائبة التى تمتصها النباتات وفى الشروط التى تضبط امتصاصها فى الفصلين الثانى عشر والخامس عشر فيحسن بنا ههنا أن نتناول بحث امتصاص الماء وحده .

ان النباتات التى تعيش مغمورة غمرا تاما فى البحر والبرك والانهار يندر أن يكون لها أديم تام النمو وهى تستمد الماء من خلال سطوح سوقها وأوراقها وكذا من خلال جذورها . أما مغلات الحقول والبساتين وكل النباتات الأرضية العادية فتمتص كل مايلزمها من الماء من التربة بواسطة جذورها فقط .

واذا ترك الماء فى تربة أص (قصرية) زرع فيه نبات ما بخف الماء أخذ النبات فى التنكيس والذبول ولا يمكن أن يستعيد النبات سيرته الأولى تماما بأى مقدار من الماء يكره فيه بالحقن بل ولا بغمس الأوراق والسوق فى الماء مادامت التربة باقية جافة . وفى التربة الصالحة الجيدة الصرف ينزل المقدار الأكبر من المطر الذى يسقط عليها متخللا أجزاءها حتى يصل الى التحتربة (Subsoil) (*) ولكن يبقى مقدار منه فى التربة على شكل طبقات من الماء رقيقة أو غير رقيقة تحيط كل جزئى صلب من الجزئيات التى تتكون منها التربة .

(*) التحتربة : كلمة مركبة منحوتة من "تحت التربة" (المعرب) .

فى مثل هــذه التربة يبقى بعض المـاء فى المسافات الدقيقة الموجودة بين جزئياتها و يصعد مقدار منه من التحتربة بواسطة الامتصاص الشـعرى (Capillarity) الى هــذه المسافات فى الطبقات العليا من التربة . والترب الصالحة الجيدة الصرف ، وهى تستبق مقدارا مناسبا من المـاء ، تسـمح بنفوذ الهواء ودو رانه فى باطنهـا بسهولة إلا حيث تكون التربة غدقة بالمـاء (Water logged) غير موافقة لنمو المغلات الحقلية والبستانية العادية فان كل المسافات بين الجزئيات المركبة لها تمتلئ بالمـاء وتطرد الهواء .

بعد ظهور الجذر الابتدائى من البزرة تنشأ جذو ر ثانوية منه على عجل ومن هذه تخرج جذور أخرى فتصبح التربة مخترقة فى كل الجهات بجذيرات دقيقة تبدر على أطرافها شـعيرات جذرية كثيرة العدّ . وتأخذ الجذيرات الناميـة طريقها اندفاعا فى الشقوق الصـغرى الموجودة فى التربة فتتصل الشـعيرات الجذرية بالجزئيات الصغرى من التربة و بطبقات المـاء الرقيقة المحيط بهذه الجزئيات اتصالا تاما .

وقد كان يظن أن امتصاص المـاء انمـا يحدث بواسـطة القلنسوات الجذرية التى تسمى "الاسفنجيات" (Spongioles) ولكن دلت التجارب على أن النباتات قادرة على امتصاص كل المـاء الذى تحتاجه اذا كانت القلنسوات الجذرية معرّضة للهواء أو كانت قد تلفت مادام سائر الأجزاء الحديثة السن من الجذور متصلة بالمـاء .

وقد أثبت بواسطة التجارب أن امتصاص المـاء انمـا يحدث فقط خلال الشعيرات الجذرية وأحدث الأجزاء الموجودة فى جوار الشعيرات الجذرية . أما فى الأجزاء التى تليها فى السن وهى التى قد حفيت عنها الشعيرات وتغطت بنسيج من الخلايا الفلية فلا يستطيع المـاء النفوذ منها .

جدران الشعيرات الجذرية تتكون من سلولوز عادى غير مكوتن (Uncutinized) يمر منه الماء بسهولة ويسبب وجود مواد انتشارية فى العصارة الخلوية داخل الشعيرات تجتذب الماء الذى تتصل به .

وبعد قيام الشعيرات الجذرية بعملها مدة قصيرة تذبل وتموت ولكن قبل حدوث هذا تظهر مجموعة جديدة من الشعيرات تنشأ على الجذيرات الآخذة فى الامتداد .

وأكبر نمو فى الشعيرات يحدث على الجذور التى يسمح لها بالنمو فى هواء رطب أو فى تربة معتدلة الجفاف واذا كانت الجذور كلها مغمورة فى الماء لم توجد فى العادة شعيرات جذرية ، إذ أن الامتصاص فى هذه الجذور انما يحصل بواسطة الخلايا السطحية غير الممتدة من الطبقة الشعرية ولا حاجة إذ ذاك لامتداد هذه الخلايا لتكون شعيرات طويلة .

فى الأراضى الشديدة الجفاف يضعف نمو الشعيرات أو يمتنع .

ونظرا لدقة طبيعة الشعيرات الجذرية لا يمكن ازالة نبات ما من الارض بغير فصم اتصال الشعيرات بالجزيئات الدقيقة من التربة واتلاف كثير منها اتلافا مؤبدا . فالنباتات المشتولة تتأذى تبعا لذلك من الظمأ حتى تبدر شعيرات أخرى على الجذيرات .

وفى بعض النباتات لا تتكون الجذور والشعيرات الجذرية بسرعة وعلى ذلك فلا يمكن شتل مثل هذه النباتات . فاذا نقلت أشجار أو غيرها من النباتات فالواجب وقاية أصغر الجذيرات اذ يسهل منها خروج شعيرات جذرية جديدة . ويجب بعد شتل النباتات العشبية تجنب تعريضها لجو

جاف أو لضوء شديد مدة ما أو لغير ذلك من المؤثرات التى تدعو الى فقد الماء من الأوراق بواسطة التبخر ما أمكن ذلك (أنظر فصل ١٤) .

والامتصاص الانتشارى للماء بواسطة الشعيرات الجذرية انما يحدث اذا تيسرت لها الشروط الآتية :

(١) درجة معلومة من الدفء فى التربة المجاورة .

(٢) التعرض للهواء الطازج .

(٣) مقدار مناسب من الماء .

أنواع الكرنب وغيره من النباتات قادرة على امتصاص مقادير كبيرة من الماء عند درجة التجمد ولكن اذا كان الماء على درجة تحت تلك كما يحدث فى شتاء بعض الأقاليم الباردة فان الامتصاص يقف أو ينقص جدا ولا يعود سيرته الأولى إلا على عودة أيام الدفء فى الربيع فحينئذ يبدو التنشط فى الجذور.

ولذلك كان سقى جذور نباتات المنطقة الحارة ونصف الحارة وكذا سقى ما يزرع فى أصص موضوعة فى البيوت الحارة (التى تصنع لها فى البلاد الباردة) بمياه الآبار سببا فى عوق قوتها الامتصاصية بتخفيض درجة حرارتها تخفيضا كبيرا .

وقد أبان العالم ساتش أن امتصاص نبات التبغ للماء على درجة ٤ أو ٥ مئينية كان من القلة بحيث اعتوره الذبول بالرغم من أن جذور النبات كانت معرضة لفيض من الماء .

ودرجة الحرارة فى الأراضى المصروفة صرفا كاملا هى تبعا لوجود مقدار كبير من الماء الذى يحتاج الى كثير من الحرارة لتدفئته أقل فى العادة من الدرجة التى تؤدى فيها جذور النباتات الحقلية والبستانية وظيفتها أحسن أداء

وزد على ذلك أن هذه الترب لا تسمح بدوران الهواء الطازج فى باطنها فتعاق عملية التنفس التى يجريها پروتوپلازم الشعيرات الجذرية الحى .

واذا لم يدخل مقدار مناسب من الأوكسيجين أو اذا وجد فى التربة مقدار كبير من ثانى أكسيد الكربون تتكون مركبات سامة فى باطن الجذور بسبب سوء التنفس تؤدى الى ضعف صحة النباتات . وكذا الأمر فى النباتات التى تزرع فى الأصص فانها اذا أفرط ريها ظهرت عليها علائم أذى من قبيل ذلك .

وتموت الجذور أو تنمو نموا سيئا اذا نقلت نباتاتها ووضعت فى التربة الى عمق بعيد . والشعيرات الجذرية وان كانت تسير حتى تتصل بجزئيات الأرض اتصالا كليا وكانت مهيئة خصيصة باستعمال الطبقات المائية الرقيقة التى تحيط بهذه الجزئيات لا تستطيع أن تسحب كل الماء الذى تستطيع الأرض استبقاءه . واذا تركت الترب للجفاف أخذت النباتات النامية فيها فى الذبول بمجرد نقص الماء عن مقدار معلوم يختلف باختلاف تركيب التربة . فقد وجد أن نباتات الفول والتبغ والخيار تذبل وتموت فى الأراضى البستانية الجيدة التى تشتمل على ١٢ الى ١٥ فى المائة من الماء وفى الأراضى الصفراء التى تشتمل على ٨ فى المائة .

تج ٩٩ : ازرع فولة فى أصيص ملئ من تربة رملية وأخرى فى أصيص ملئ من تربة البستان . فاذا نما النباتان وأخرج كل منها ورقات أربعا تامة النمو فدع التربة تجف . وعند موت النباتين استخرج التربة من كل أصيص وابحث عن نسبة ما بقى فيها من الماء . وللقيام بهذا زن طبقا من الصينى ثم ضع فيه مقدارا قليلا من التربة وزنه بعد ذلك . فالفرق يكون وزن التربة . ضع الطبق بما فيه من التربة فى فرن مائى ليجف الماء واتركه كذلك خمس ساعات أو ستا ثم اذا برد فزنه ، فالنقص الحادث فى الوزن هو مقدار الماء المتبخر من مقدار التربة المأخوذة فاحسب من هذه الأوزان نسبة ما فقد من الماء فى المائة .

تج ١٠٠ : انتخب ثلاث بوادر من نبات الكرنب تكون كلها بحجم واحد ما أمكن واقتلع واحدة منها مع الحرص الزائد بما علق عليها من التربة حتى يكون الأذى الذى يصيب الجذور قليلا ما أمكن

فأما الثانية فخذها وانفض عنها كل ما عليها من التراب ، فأما الثالثة فبعد أن تنفض عن جذورها ترابها كله فانزع عنها أدق جذيراتها . ثم ازرع الثلاثة جميعها وراقب أحوال النمو فى الأيام العشر التى تلى يوم الزرع .

٣ — الضغط التسربى (Exudation Pressure). الضغط الجذرى — "ادماء النباتات" يمر الماء بواسطة الانتشار الغشائى بعد إذ امتصته الشعيرات الجذرية من التربة الى خلايا القشرة البرنشيمية المجاورة (ق ٦ ٢ . شكل ٦٢) ثم تمتصه الخلايا القشرية بعضها عن بعض حتى تنتفخ كلها انتفاخا عظيما ثم تلحقها فى ذلك الانتفاخ الخلايا البرنشيمية الموجودة فى باطن اسطوانة الجذر الوعائية . فاذا بلغ الضغط درجة معلومة داخل أبعد الخلايا البرنشيمية الداخلة المتاخمة للاشرطة الزيلمية (الخشبية) (ز ٢٠ . شكل ٦٢) أصبح بروتوبلازم الخلايا قابلا لنفوذ الماء من خلاله وأكره جزء من العصارة الخلوية الذى به فى فراغات الأوعية والقصيبات المتصلة بالخلايا ويسمى الضغط المحدث بواسطة خلايا القشرة البرنشيمية المنتفخة وخلايا النسيج الأساسى الموجود داخل اسطوانة الجذر الوعائية "بالضغط الجذرى".

وتصبح الأوعية وقصيبات الحزم الوعائية تحت هذا الضغط ملأى بالماء وعند قطع ساق شجرة فى الربيع بعد إذ تكون الجذور قد ابتدأت فى عملها الامتصاصى وقبل تفتح البراعم ، يكره الماء على الخروج من الطرف المقطوع من الجذل الذى لايزال متصلا بالجذر بمقادير كبيرة أو صغيرة ويسمى خروج الماء من النباتات التى قطعت "بالادماء" . وليس السائل الذى يكره على الخروج من نبات مدمأ ماء نقيا ولكنه محلول يشتمل على مقادير قليلة من مواد شتى مثل الكربوايدراتات القابلة للذوبان والحوامض والأملاح العضوية وغير العضوية والبروتيدات . ويشتمل السائل الخارج من شجرة الاسفندان

السكرى (Sugar maple.) على ثلاثة فى المائة من السكر وهذا يستخرج من السائل فى بعض بقاع الدنيا وينتفع به كذلك .

وفى الكروم وغيرها من الأشجار قد يستمر الادماء بضعة أيام يترشح فى أثنائها بضعة لترات من العصارة .

وبوصل مانومتر مناسب (أى مقاس ضغط) الى جذل ساق دامية يمكن معرفة مقدار الضغط الذى أكرهت به العصارة على الخروج . ويبلغ مقدار هذا الضغط فى الكرم أكثر من جو واحد أى أنه يكفى لرفع عمود من الزئبق طوله ٧٦٠ ملليمترا .

وقد وجد أن الضغط الجذرى لنبات الحريق (Nettle.) كاف لموازنة عمود من الزئبق طوله ٤٦٠ ملليمترا وظواهر الضغط الجذرى والادماء تظهر ظهورا بينا فى المعمرات الخشبية مثل الكرم فى الربيع وأوائل الصيف حيال وقت تفتح البراعم . فى هذا الفصل تساعد حرارة التربة الجذور على الامتصاص الشديد ولا يجد الماء المأخوذ مخرجا فتصبح أوعية الخشب الحديث وقصيباته فى النبات جميعه مفعمة بالماء فاذا حز فى الساق سال الماء وانطلق . على أنه فى الصيف عند ما تكون الأوراق متمددة والماء ممتصا بواسطة الجذور ومكرها فى الاسطوانة الوعائية يسير الماء فى الساق ثم يدخل فى الأوراق حيث ينطلق فى الهواء على صورة بخار كما سيمر عليك فى الفصل التالى . وسرعة فقد الماء من الأوراق ينتهى بزوال مقادير كبيرة من الماء من فراغات الأوعية والقصيبات ثم ترى هذه الأجزاء الخشبية مشتملة على مقادير عظيمة من الهواء ومن الماء ايضا . والنباتات التى تقطع فى هذا الوقت لاتدمى .

وفضلا عن ذلك فان تبخر الماء من الأوراق يستمر بسرعة يبلغ من فرطها أنه يحدث منها فراغ جزئى يسبب ضغطا سلبيا فى الجهاز الوعائى من النباتات .

ففى مثل هـذه الظروف يرى أن الجذل (Stump) المقطوع المتصل بالجذر يمتص كل مايعطى من المـاء بدل أن يندفع منه المـاء بقوة عظيمة ولا يعود الضغط الجذرى الموجب حتى يصبح الجذل مشبعا بالمـاء .

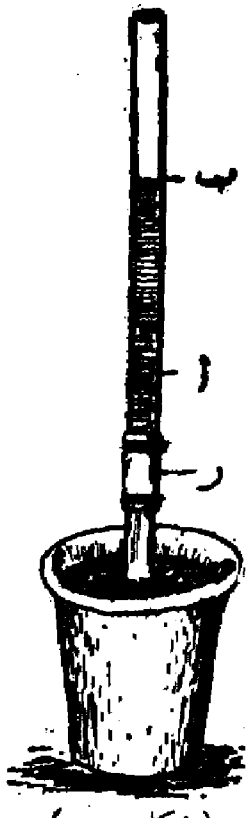
وليس الضغط الجـذرى والادماء مقصورين على الأشجـار والشجيرات ولكنه ملاحظ لدرجة ما فى كثير من النبـاتات حينما يعاق تبخـر المـاء من الأوراق أو يمنع فيرى فى كثير من النباتات العشبية مثل البطاطس والتبغ والداليـا والذرة كما يرى فى النباتات الخشبية الساق وأكبر ما تكون قوة الضغط الجـذرى بعد الظهر وأصـغر ما تكون فى باكورة الصباح . وهذه القوة تتأثر كغيرهـا من العمليات الحيوية بالظروف الخارجية فازدياد درجة حرارة التربة تزيد هذه القوة. على أن الضغط الذى يحدثه التنشط الانتشارى الغشائى فى الخـلايا البرنشيمية القشرية ومثلها من الأجزاء الأخرى فى الجذر والساق وان كان غير كاف لدفع المـاء الى قمة الأشجار العالية فانه يدخل المـاء الى المجارى الموصلة ويساعد على سرعة تنقل المـاء فى كل الأنسجة الوعائية من النبات .

واذا سـاعد دفء التربة على التنشـط الامتصاصى فى جذر النبات وقل فى نفس الوقت فقد المـاء على صورة بخار من الورق أو منع بسبب وجود جو رطب يصبح النبات مشـبعا بالمـاء فيخرج المـاء من أطراف الأوراق وحوافها على صـــورة نقط كثيرا ما زعمها الناس ندى . وترى هذه النقط أحيانا فى الصباح الأبدر على الأطراف والحواف من أوراق نبات أبو خنجر (Tropœolum) وأوراق القمح وكثير غيره من النباتات .

وادماء السوق المقطوعة وتسرب نقط المـاء من النباتات غير المقطوعة لا يتسبب كله عن الضغط الانتشارى فى خلايا الجذر ولكنه راجع لدرجة ما

الى الخلايا البرنشيمية من الورقة والأشعة النخاعية و برنشيمة الخشب من السوق إذ أن الادماء من الطرف المقطوع من ساق مورقة غير متصل بالجذر يمكن أن يحدث أحيانا بغمس أوراقها الصغيرة السن السهلة التبلل وكذا غمس الساق فى الماء غمسا تاما . والضغط الانتشارى ، الذى يحدث فى ادماء النباتات ، إذا هى قطعت ، أو انطلاق نقط الماء مدفوعة من الأوراق وغيرها من الأجزاء ، هو ظاهرة عامة تلاحظ بدرجة ما فى كل أجزاء جسم النبات . وخير ما يطلق عليه اسم الضغط التسربى أو "الضغط الادمائى" فأما الضغط الجذرى فليس إلا مثلا خاصا من تنشطه .

تجربة ١٠١ : اقلع نباتا من عباد الشمس تام النمو أو من الطماطم أو التبغ المزروع فى أصيص كما فى شكل (٧٤) وضعها فى مكان دافئ مظلل مدة ساعتين أو ثلاث ثم اقطع الساق وثبت أنبوبة زجاجية فى الجذل بواسطة أنبوبة مطاطة (د) وصب فيها قليلا من الماء واطرق عليها بأصبعك حتى تخرج فقاعات الهواء ، وعلم الارتفاع الذى يقف عنده الماء كما فى (ا) . فبعد مدة ما يندفع مقدار من العصارة من الجزء المقطوع من الساق ويرتفع فى الأنبوبة الزجاجية .



(شكل ٧٤)

تجربة ١٠٢ : اقطع ساق قريص صغير السن متنشط النمو فى الربيع وبعد مسح سطح الجزء المقطوع من الساق انظر اليه بعدسة تجد أن العصارة التى تتسرب بعد ذلك تأتى من الحزم الوعائية لا من النخاع .

تجربة ١٠٣ : ابذر بعض حبوب من الشعير فى أصيص ملىء من تربة جيدة مأخوذة من البستان . واذا أصبحت النباتات على طول قدره بوصتان ونصف أو ثلاث فضع الأصيص فى مكان عال من غرفة دافئة مظللة أو فى مكان مظلم وغط الأصيص بزجاجة ناقوسية . لاحظ أن نقط الماء بعد مضى ثلاث ساعات أو أربع تترشح من أطراف الأوراق الصغيرة السن . ثم أزل الزجاجة الناقوسية واترك النباتات مكشوفة حتى تجف جفافا تاما ثم غطها ثانيا ولاحظ أن الماء يبرز منها ثانية .