على خرقة رطبة أو على قطعة مثلها من ورق النشاف الذى لا يمكن أن تمتص الحبوب منه شيئا سوى الماء . هذا النمو الأول لا يحتاج الى مواد غذائية ولا الى الأسمدة ، بل تنبت البزور وتنمو البادرات مدة طويلة فى الأراضى الضعيفة أو الرملية كما تنمو فى الأرض الجيدة الخصبة وبمجرد نفاد الغذاء المختزن تظهر عليها علائم الجوع . فاذا لم تزود النباتات بالمواد الغذائيـة التى توافقها من التربة والهواء وتوضع أيضا فى ظروف مناسبة لنموها كانت عرضة للضعف والمرض .

ومن البزور الكبيرة كالفول والبازلاء حيث يوجد مقدار كبير من المـادة الغذائية المختزنة ما تبتدئ بادراته فى تكوين الغذاء لنفسها من المواد الممتصة من التربة والهواء وذلك قبل نفاد الغـذاء المختزن بمـدة طويلة . أما فى البزور الصغيرة فان الغذاء المختزن يستهلك تقريبا قبل نمو السوق والأوراق نموا كافيا لقيامها بعملها قياما تاما . وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لمـا يحدث من موت تلك البزور جوعا أولمـا يقف أو يعوق ذلك النمو ولاسيما اذا زرعت البزور على عمق بعيد جدا لأن الأمر يحتاج والحالة هذه الى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق والصعود بها فى الهواء .

الفصل الثـالث

الجذر

١ — لوحظ فى البادرات التى سبق ذكرها فى الفصل الثانى أن كلا منها مكوّن من أجزاء متميزة بعضها عن بعض هى الجذر والساق والأوراق . وأن هـذه الأجزاء توجد عادة فى جميع النباتات الزهرية الشائعة . بقى علينا أن نفحص كلا منها على حدته فحصا مفصلا .

٢ ــ الجذور الأوليــة والثانوية ــ قد لوحظ عنــد البحث فى بادرة الفول أن طرفيها ينموان دائما فى اتجاهين متضادين ؛ وعليه يمكن اعتبار البادرة محورا ممتدا يحمل أحد طرفيه الأوراق ويظهر فوق الأرض دائما ، أما الطرف الآخر فلا يحمــل أوراقا مطلقا ويضرب فى الأرض عموديا دائمــا ويعرف الجزء الضارب الى أســفل "بالجذر" ولكن لا تسـير كل الجذور بهــذه الكيفية كما ســيبين لك كما أن كثيرا من أجزاء النبات الأرضية ليست بجذور. أما ما شذ عن ذلك فسيذكر فى الفصول الآتية .

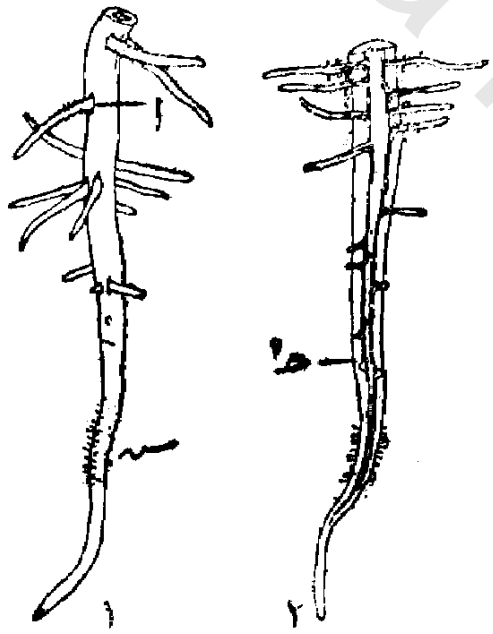
أما الجذر الأولى الذى يشتمل عليــه نبات الفول فهو محض اســتطالة لجــذير الجنين الذى يوجد فى البزرة نفسها ، وبمجرد خروجه من البزرة يتجه الى أسفل ثم يستطيل بمــا يحدث فيه من النمو بالقرب من طرفه .

تج ١٤ : استنبت بزرة فول عريضة على خرقة رطبة ، واذا قرب طول الجذر الابتدائى من سنتيمترين فضع عليه نقطا صغيرة بعد كل واحدة عن الأخرى ملليمتر بواسطة قلم أو فرشاة دقيقة تغمس فى مداد هندى ثم لف البزرة فى قطعة قطن مندوف رطب واترك الجذر المعلم حرا فى ســيره ثم ضعها فى قاع قمع من الزجاج ذى أنبوبة ضيقة بحيث يبرز الجذر المعلم الى أسفل القمع ، ثم غط القمع بقطعة من الزجاج أو من الورق المقوى حتى يمنع التبخر ثم استخرجها بعد تركها للنمو فى مكان مظلم يومين أو ثلاثة ولاحظ موضع النقط على الجذر المستطيل ثم قس المسافات التى بين هذه النقط وتبين أى جزء من الجذر نما أكثر من سواه .

وبعد أن يطول خمسة سنتيمترات أو سبعة تجد أنه قد نشأت عليه فروع تشبه الجذر الأولى نفسه ، غير أنها تكون أدق منه (شــكل ٩) وهــذه تنمو متباعدة عن الجذر الأولى بحيث تعمل معه زوايا قائمة تقريبا بدلا من أن تكون عمودية الى أسفل مثله وتمتد هذه الفروع الجانبية (Lateral Branches) على تلك الطريقــة وذلك بنموها عند أطرافها وتسمى "بالجذور الثــانوية"

(Secondary Roots) ثم تكون هذه جذورا ثالثية (Tertiary Roots) تخرج منحرفة عن الجـذور الثـانوية وقد يستمر ذلك التفرع بهذه الطريقة حتى تتألف مجمـوعة عظيمة جدا من الجـــذور تسمى "المجموع الجـذرى للنبات" (Root System) .

واذا دققنا فحص جذر بادرة تامة النمو من بوادر الفول نرى الجذور الثانوية مرتبة فى خمسة صفوف على امتـداد الجذر الأولى وليست عديمة النظام كما يرى ذلك لأول وهـلة ومع هذا فبعد بعضها عن بعض فى الصفوف ليس متساويا . وأول ما يظهر منها يكون قريبا من الفلقتين ثم يتبعها غيرها وهذه تنمو عند نقط أقرب الى القمة من غيرها ومن ثم كان أصغرها سنا أقربها الى قمة الجذر الأولى وأكبرها دائمـا أبعدها وعلى ذلك يمكن تعيين العمر النسبى للجذور الجانبية المختلفة بفحص موضعها من الجذر الابتدائى ويعرف هذا النوع من التعاقب الذى يكون فيه أصغر الأجزاء أقربها الى قمة المحور الذى تنمو عليه ويكون أكبرها أبعدها منه ، بالتعاقب القمى (Acropetal Succession) .



(شـــكل ٩)

(١) جذر الفولة الابتدائى ، يرى الجذور الثانوية الجانبيـة ؛ ش = شعور جذرية .

(٢) قطاع طولى لجذر ابتدائى ، يرى الأصل الارفى للجذور الجانبية .

٣ — ومن النقط التى تجب ملاحظتها أن الجذور الجانبيـة لا تنشأ من سـطح الجذر الأولى بل تأتى

من داخله وتعرف "بالجوفية الأصل" (Endogenous) أما الشقوق التى تحدثها هذه الجذور فى جسم الجذر الأولى وتخرج منها فيمكن رؤيتها بسهولة فى بادرة من الفول (رقم ١ . شكل ٩ ، أ) واذا فحصت قطاعا طوليا من الجذر كما فى (٢) تبين لك أن الجذور الجانبية الثانوية مرتبطة بقلبه المركزى الذى هو أشد صلابة من سواه .

أما الثلاثة الســفلى فهى وان كانت قد أخذت فى النمو فانها لا تكون قد اخترقت طبقة الجذر الخارجية وعلى ذلك لا يمكن رؤيتها على ظاهر هــذه الطبقـــة .

وهــذه الصورة الاشــتقاقية هى على وجه الاجمال من خصائص الجذور الجانبية حيثما وجدت .

تجربة ١٥ : ضع بعضا من بزور الفول العريضــة على خرقة مبللة ودعها تنبت وتنمو كما فى التجربة الثالثة وراقب نشوء الجــذور الثانوية ولاحظ موضعها وصفوفها الطولية على الجذر الأولى . اقتطع شريحة من الجذر عليها جذور ثانوية وانظر أصلها الجوفى . اقتلع من الأرض بنجرة نامية نصف نمو ثم لفتة وجزرة ثم اغسل الطين عنها ولاحظ ترتيب الجــذور الثانوية على الجذر الأولى . شق جزرة بسكين شقا مستطيلا عميقا من قشرتها الى مركزها ثم اســلخ القشرة والحص المركز الذى تنشأ منه الجذور الثانوية وانظر كم صف هناك منها .

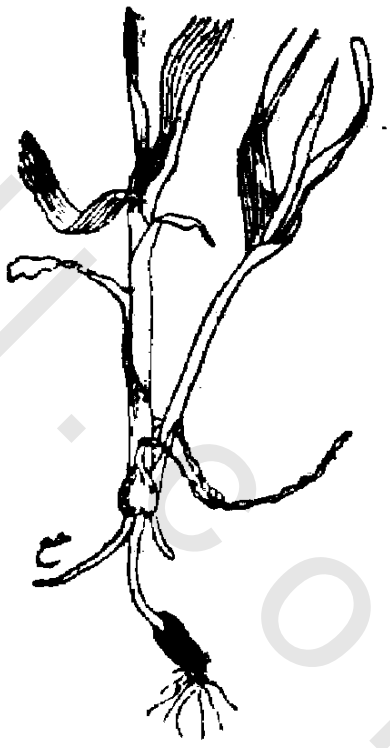
٤ — ان كثيرا من ذوات الفلقتين له جذور مشابهة لجذور نبات الفول . فاذا استمر الجذر الأولى فى النمو كما فى هــذه الحالة مع بقائه أكبر من الجذور الجانبية فانه يسمى "بالجذر الوتدى" (Tap root) وأحسن الأمثلة على ذلك فى النباتات المزروعة جذر الجزر والبنجر والخردل والبرسيم والخشخاش وغيرها من أعشاب عدة وكذلك جذر معظم الأشجار ذات الأوراق العريضة .

ومن النباتات عديد له جذور منتفخة شحمة فيها تخزن المواد الغذائيـة لاستعمالها فى المستقبل وتسمى هذه "بالجذور الدرنية" (Tuberous) وهذه غير الدرنات إذ الدرنات هى سوق أرضية شحمة .

ولتمييز الأشكال المختلفة من الجذور الغليظة استعملت نعوت شتى خاصة بكل منها ، فالجذر النموذجى من الجزر هو مخروطى الشكل (Conical) وجذر اللفت يسمى "الجذر اللفتى الشـكل" (Napiform) ويقال لجـذر الفجل "مغزلى الشكل" (Fusiform) ، وفى بعض الأحوال تجارى الفروع فى الحجم الجذر الأولى الذى نشأت منـه ، بل ربما توقف هـذا الجذر عن النمو . واذا اقتلعت النباتات التى جذورها من هذا القبيل تكون كرزمة من الجذور الناحلة أظهر مافيها أنها واحدة فى القطر والطول تقريبا ويعبر عن هذه الجذور "بالجذور الليفية" (Fibrous) ، وأحسن مثال لها جذور النجيليات .

٥ — الجذور العرضية — تختلف جذور ذوات الفلقة الواحدة من النباتات فى تكوينها عن ذوات الفلقتين وذلك أن الجذر المفرد الأولى من البصل مثلا لايمكث إلا زمنا قصيرا ثم يتبعه آخر من الجذور التى لاتنشأ من الجذر الأولى بل تنشأ من ساق النبات الشـديدة القصر وتسمى الجذور التى تخرج من السوق والأوراق أومن الأجزاء المختلفة من جذور النباتات دون أن يكون تعاقبها قميا "بالجذور العرضـية" (Adventitious Roots.) وهى شائعة فى ذوات الفلقة الواحدة من نباتات الحقول والبساتين ويمكن اعتبارها أهم الجذور التى تشـتمل عليها تلك النباتات . ففى الحنطة مثلا يشـتمل جنين الحبة على ثلاثة جذور . أما فى الشعير فيشتمل على خمسة أو ستة على أن هذه مؤقتة فائدتها مقصـورة على أدوار النمـو الأولى واذا ما أظهر نبات الحنطة

والشعير بعض أوراق فوق الأرض تجد أن جذور الجنين الأولى قد خلفتها جذور عرضية تنبت من عقد الساق السفلى بالقرب من سطح الأرض (شكل ١٠) والجذور العرضية ان كانت غير مقصورة على ذوات الفلقة الواحدة من النباتات وان كانت شائعة فيها فان هناك فى كثير من أنواع النباتات ذوات الفلقتين أمثلة عديدة ، ومن أحسنها ما نجده على الساق الأرضية (Underground stem) من النعنع والبطاطس وكذلك على مداد (Runner) الشليك وعلى ساق كثير غيره من النباتات وتبدو هذه الجذور فى العادة عند العقد التى تنمو منها الأوراق على الساق وربما نشأت فى بعض النباتات (فى مداد الشليك مثلا) عن عوامل داخلية لا دخل فيها للمؤثرات الخارجية ويتوقف نموها فى بعضها على ملامسة الساق للماء أو للتربة الرطبة . وقد يمكن جعل جميع أجزاء بعض النباتات قادرة على انتاج تلك الجذور . ومن النباتات كثير مثل الكرم والبلارجونيوم يتوقف توليده على عقل وقطع منها . واذا وضعت قطع الساق التى تقطع من أسفل الورقة مباشرة فى أرض رطبة فانها تنتج جذورا عرضية بسرعة بالقرب من الطرف المقطوع . ويستفاد من تكون هذه الجذور فى تكثير النباتات بواسطة الترقيد .



(شـــكل ١٠)
نبات شعير صغير يبين الجذور العرضية (جع) خارجة من أول عقدة أو كعب من الساق .

شكل ١٦ : الفص جذور مداد الشليك وكذلك جذور الفراخ الصغيرة للكدراجلكس والتى تكون على السوق الأرضية من البطاطس والنعنع وعلى ما يكون قريب الأرض من سوق الحنطة والشعير والذرة .

لاحظ موضع هذه الجذور وعددها وامتدادها والفص جذورا تكون على أى عقل يمكن الحصول عليها ولاحظ أيضا ما اذا كانت هذه الجذور تنشأ على السطح المقطوع أو عند نقطة بعيدة عنه بمسافة ما .

والجذور العرضية تكون فى العادة رفيعة ليفية ولكن جذور البطاطا الحلوة جذور درنية .

٦ — وتختلف المجاميع الجذرية فى امتدادها اختلافا عظيما ولكن مجموع الطول فى جميع الأحوال أعظم بكثير مما يقدر فى العادة ، فقد قيس طول المجموع الجذرى فى نبات الحنطة الذى عمره سنة واحدة فوجد أن مجموع طول الجذور يبلغ ٥٠٠ الى ٦٠٠ متر . وقد اقتلعت الريح شجرة فظهر أن بها عدد قليل من الجذور الغليظة تشابه أفرع الجذع الغليظة ، وأنه من هذه تتفرع جذور أكثر منها عددا نسيجها أدق من نسيج تلك ، ومع هذا فان العدد الأعظم مما تشتمل عليه الشجرة من الجذور بقى فى الأرض بشكل جذيرات دقيقة جدا تمتد الى الخارج بمقدار امتداد الفروع والأوراق على الشجرة أو أكثر من ذلك بقليل ولكن فى بعض الأحيان تمتد بمقدار أكثر من ذلك بكثير . وليست الجذور مقصورة على النمو أفقية قريبة من سطح التربة وانما تمتد كذلك الى أسفل ، وقد وجد فى أحوال فريدة أنه حيث يحصل من الهواء على مقدار كاف بواسطة الشقوق والفجوات تضرب الجذور فى الأرض أمتارا عدة ولكن أطول الأشجار فى الجملة قلما تضرب جذورها فى الأرض الى عمق أكثر من مترين ونصف واعلم أن قلة الهواء ووجود المواد الفاسدة المضرة فى الطبقات السفلى من الأرض يعوق تقدم النمو فى ذلك الاتجاه .

وفى كثير من النباتات نجد أن كل سنتيمتر مكعب من التربة التى تظلها هذه النباتات يشتمل على جذيرات دقيقة رقيقة وأن امتداد التفرع فى جذورها لا يمكن ادراكه إلا نادرا وذلك لأن جذيراتها الرقيقة تتقطع بسهولة حينما يقلع النبات أو تعبث به الأيدى ، ولكثير من أشجار الغابات عادة خاصة هى ارسال جذورها فى الأرض على مسافة أقدام عدة ، ومن أشجار الفاكهة التى من هذا القبيل والتى تحتاج الى تربة عميقة لكى تنمو نموا حسنا شجرة المشمش وبعض الأشجار تحفظ مجموعها الجذرى بالقرب من سطح الأرض ثم تنتشر أفقية فيها كالتين .

أما السفرجل الذى يستعمل كأصل يطعم عليه الكمثرى فله جذور تبقى فى الطبقات العليا من الأرض وعادة وجود الجذور قريبة من سطح الأرض بينة واضحة فى التفاح البلدى وهو الذى يطعم عليه التفاح الآخر .

ويضرب المجموع الجذرى من نبات الحنطة فى الأرض الى عمق أكثر من المجموع الجذرى من الشعير وترسل جذور البنجر الطويلة جذيراتها الدقيقة فى طبقات الأرض الى عمق أبعد من جذيرات الكرنب واللفت ويضرب البرسيم الحجازى جذوره فى الأرض الى عمق أبعد من جذور البرسيم البلدى . هذا ولجميع النباتات تقريبا عادات خاصة متميزة بعضها عن بعض من هذه الوجهة .

٧ — إن صفة نمو الجذور وامتدادها لا يتوقفان بتة على نوع النبات ولكنهما تتأثران تأثرا كبيرا بالظروف الخارجية والعوامل المحيطة بها كتركيب نوع الأرض ومقدار ما بها من الماء . واعلم أن الأراضى العميقة المفككة والأراضى الرملية الرخوة يكون المجموع الجذرى فيها أكبر منه فى نبات

مماثل له نام فى أرض صلبة ثقيلة . أما فى الأراضى التى ليست متشبعة بالماء فان ازدياد الرطوبة فيها لدرجة ما يزيد تفرّع الجذر . ومن أحسن الأمثلة على تأثير الماء تعززه كميـة عظيمة من الهواء ما يرى فى النباتات التى يحسن تعهدها بزراعتها فى الأصص (القصريات) ، وكذلك ما يشاهد فى النباتات المزروعة بالقرب من السواقى .

ويتنوع المجموع الجذرى تنوّعا عظيما أيضا تبعا لمقدار الأسمدة أى المواد الغذائية الموجودة فى التربة ونوعها فان نمو الجذر يزداد بزيادة المواد الغذائية لدرجة محدودة لأن الزيادة تعوق النمو . ويؤثر جذع الجذور فى نمو المجموع الجذرى فاذا قطع الجذر الأصـلى لكتبة أو شجرة عند منطقة نموه امتنعت استطالته بعد ذلك غير أن الجذور الثانوية تعوض عما فقد بأن تنمو نموا شديدا ويغلب إذ ذاك ظهور جذور عرضية كثيرة بالقرب من الطرف المقطوع .

ولكى تزرع جميع النباتات زراعة حسنة يقتضى دراسـة طريقة التفرع فى جذورها ومعرفة النسب بين الجذر الأصـلى الغليظ والجذور الثانوية وبين الفروع الدقيقة التى تنشأ منها والتى تنتشر فى الأرض فى جميع الجهات .

هذا وجدير بالملاحظة معرفة النسبة بين المجموع الجذرى الذى تحت الأرض وبين الأغصان والأوراق التى فوقها .

أما ملاءمة النباتات لشتى أنواع الأراضى ومسألة احتياجها للماء ، والفلاحة التى تجب لهـا وتسـميد النبات تسميدا مضـبوطا فيعرف معرفة جيدة ، ويقدّر تقديرا حقيقيا بالعناية فى دراسة هـذه النقط . والزروع ذات الجذور الأصلية مثـل البنجر الطويل والجزر تحتاج أن تخدم تربتها خدمة جيدة الى عمق عظيم من الأرض .

أما النباتات ذات الجـذور التى تكون فى الطبقة السطحية من الأرض مثل الشعير فيمكن زرعها فى تربة أرق من تلك ويصدق هذا على الكمثرى المطعمة على السفرجل والتفاح المطعم على النوع البـلدى منه . ومثـل هذه النباتات اذا سمد سـطح تربتها بسماد قابل للذوبان كانت أسرع من النباتات ذات المجموع الجذرى الضارب فى الأرض الى عمق بعيد فى استفادتها منـه وفى تملكها الحيـاة .

تج ١٧ : يجب على الطالب أن يحتفر جذور بعض عينات من النباتات الحقلية المهمة ويفحصها ولاسيما من وجهة شكلها العام وعليه أن يتأمل امتداد جذور الأعشاب الشائعة فى الغيطان وفى المـــراعى .

إبدأ بفحص البوادر الصـغيرة التى يسهل الحصول عليها سليمة كاملة وانظر هل يوجد لها جذر أصلى أم لا ؟ وافحص التفرع فى جذورها والعمق الذى تصل اليه فى الأرض ثم امتدادها الأفقى .

٨ — الشعيرات الجذرية — يشاهـد فوق جذر بادرة الفول التى نبتت على خرقة رطبة أو على قطعة من ورق النشاف حزام من الشـعيرات الدقيقة بيضاء اللون حريرية وهذه تسمى "بالشعيرات الجذرية". ولا توجد عند نهاية الجذر مطلقا بل تنشأ على مسافة ماخلف منطقة النمو . وكلما طال الجذر ماتت الشعيرات الجذرية التى فوق الأجزاء الكبيرة وانقلبت سمراء اللون ونمت شعيرات أخرى فوق الأجزاء التى تليهـا فى السنّ ، وعلى ذلك فالجذر يكون جميعه مغطى بهذه الشعيرات الرقيقة الشفافة وراء طرفه بمسافة صغيرة مهما يكن من طوله وحجمه .

واذا ظهرت الجذور الثانوية نشأت عليها الشعيرات الجذرية على الطريقة السابقة واتبعت فى نموها عين النظام الذى سارت عليه شعيرات الجذر الأولى ويتوقف حجم الشعيرات ووفرتها على نوع النبات وعلى مقدار الرطوبة المحيطة

بالجذر . فالنباتات النامية فى الأماكن الشديدة الرطوبة أو المغمورة بالماء لايكون بها من الشعيرات الجذرية إلا القليل وقد لاتكون فيها شعيرات جذرية مطلقا . ويعاق نمو هذه الشعيرات فى الأراضى الشديدة الجفاف وأكثر ما تكون هذه الشعيرات الجذرية فى الأراضى المعتدلة فى رطوبتها .

وقد وجد أن إمداد الأرض بكمية وافرة من الجير يزيد عدد الشعيرات الجذرية وطولها فى كثير من النباتات . والشعيرات الجذرية كانات جوفاء البناء شبيهة بالأنابيب وهى غير الجذيرات الصغيرة الدقيقة بل هى استطالات من سطح الجذر (شكل ٦٢ ، ٦٨) ومهمتها امتصاص الماء من الأرض وما ذاب فيه من المواد المختلفة . والشعيرات الجذرية فى النباتات النامية فى الأرض متصلة بجزئيات التربة اتصالا كليا وهى من رقة الجسم بحيث يكاد يكون من المحال انتزاع نبات من الأرض بدون اتلافها .

تج ١٨ : استنبت بزورا من الفول والخردل وحبوب الشعير والحنطة فى خرقة رطبة ثم افحص الشعيرات الجذرية النامية على الجذور الابتدائية ولاحظ دقتها ثم موضعها وطولها وكثرتها .

تعتبر هذه الشعيرات الجذرية من أهم الأعضاء التى تشتمل عليها النباتات وان كانت من الصغر بحيث لا تكاد ترى إذ أن جميع المواد الغذائية التى يحصل عليها النبات من الأرض وكذا الأسمدة فيها انما تمتص بواسطة الشعيرات الجذرية وبها يتزود النبات دائما بما يحتاج اليه من الماء ، ولذلك يترتب على تلفها عند شتل النبات أو عند حدوث أى عارض يعوق نموه وعمله كشدة جفاف التربة أو سوء تهويتها نقص فى مقدار ما يستمده النبات من الماء يعقبه ذبول واضح .