كيف يصل الماء

الى رؤوس الاشجار الكبار

تجارب جديدة بجذور مفصولة عن نباتها

تتناول جذور النبات غذاءها من مصادر مختلفة . فمن التراب تتناول الماء والأملاح ، ومن ورق النبات السكر وغيرهُ . فاذا فصلت جذراً عن نباتهِ بقي في وسعهِ ان يتناول الماء والأملاح من التراب ، ولكنهُ يغدو عاجزاً عن أخذ السكر من الورق . فاذا غذيت الجذر بألوان الغذاء التي كان يتناولها من الورق والتراب مضى الجذر في نموّهِ على نحو ما فعل الدكتور كارل بضل القلب من فرخ الدجاج . وقد عُني الدكتور فيليب هوايت أحد علماء معهد روكفلر بهذا النوع من البحث الذي مدى العشر السنوات الأخيرة نخرج منهُ بحقائق شتى طريفة .

كان علماء النبات يعرفون شتى الأملاح التي يحتاج اليها النبات عندما بدأ هوايت بحثهُ . وكانوا يعرفون كذلك ان في نسيج النبات سكراً ، إما سكر قصب وإما جلوكوزاً . إلاّ ان غير واحد من الباحثين جرب صنع سائل مغذٍ لجذور النبات باذابة الأملاح والسكر جميعاً في ذلك السائل فأبت الجذور ان تنمو فيهِ ، وإذن فالجذور تتناول من الورق شيئاً او أشياء غير السكر على أضافهِ ، فقال بعضهم إنها « أتوار » النبات ولكنهم كانوا يقولون هذا جزراً لا بناء على تجربة وتحقيق ، ولم يعرف الجواب الاّ بعد بحث طويل وتجريب دقيق

بدأ الدكتور رُبنز Robbins الأميركي تجربته باضافة قليل من الخميرة الى السائل المغذي المستعمل في تغذية جذور محفوظة في أنابيب الاختبار . والخميرة من المواد التي تحتوي على يسير من كل مادة مغذية . وحوالي ذلك الوقت (سنة ١٩٢٢) أضاف الدكتور كوت Kotte الألماني الى السائل المغذي قليلاً من خلاصة لحم البقر ، فكان من أثر زيادة هاتين المادتين في الحالين ان طال عمرُ الجذور قليلاً ولكنها كانت في الحالين تعجز عن المضي في النموّ بعد ذلك

وأقبل الدكتور هوايت على البحث نفسهِ في سنة ١٩٢٩ ومضى يبدّل ويعدّل في عناصر السائل المغذي مضيفاً اليهِ وحاذفاً منهُ ، قليلاً من الفوصفات أو الحديد او غيرهما . ولكنهُ مع ذلك داوم على استعمال خميرة الدكتور رُبنز الى ان وفق الى مزيج تعيش فيهِ الجذور وتنمو . وكان قد انقضى عليها خمس سنوات وهي ناميةٌ في أنابيب اختبارهِ عندما كتب هذا الكلام من عهد غير بعيد ، ومن أغرب ما رواهُ أن بعضها زاد طولهُ بوصتين في يوم واحد

وتركيب سائله المغذي ليس ثابتاً لا يتغير ، فالجذور فيه لا تزيد عن جزء من عشرة آلاف جزء من الماء ، وقد يضيف اليه قليلاً من خلاصة لحم البقر او بسيراً من « فبرين » الدم ، او البيرا . ولكن الحميرة أفضل مصدر لكل ما تحتاج اليه الجذور عدا أصناف السكر والملح

ومما استوقف نظر الدكتور هوايت ان الجذور المفصولة عن نباتها تبدو كأنما تحتاج الى نفس عناصر الطعام التي تحتاج اليها نحن . إلاَّ أن هذا الخاطر لم يتمهُ عن البحث بحثاً دقيقاً غرضهُ معرفة عناصر الطعام أو الحياة التي تستمدُّها الجذور من الحميرة . وهذا البحث استغرق ثلاث سنوات في مختبر الكيمياء الحيوية . فوجد ما أيَّد خاطرهُ المتقدم الذكر اي وجد أدلة على شدة الشبه بين ما يحتاج اليه النبات وما نحتاج اليه نحن من عناصر الغذاء . ذلك بان البحث مدى ثلاث سنوات في الحميرة أسفر عن انها تمدُّ الجذور بثلاث طوائف من عناصر الغذاء ، اولاً — الاحماض الامينية وهي التي لا نستغني عنها ونصيبها في اللحم المشويّ مثلاً . ثانياً — ڤيتامين B الذي نصيبه في النبات الاخضر وغيره . ثالثاً — اليود الذي نتناوله في الملح الذي أدخل في تركيبه قليل من اليود أو من هواء البحر أو ما اشبه . فاذا غذيت جذور الطماطم المفصولة عن نبات الطماطم والمحفوظة في أنابيب الاختبار ، بالسكر والبروتين والڤيتامين والأملاح اللازمة نمت كما لو أدخلت في سائلها المغذي مقداراً من الحميرة . واذا كنا في حاجة الى دليل اضافي على ان اوراق النبات تركب البروتين والڤيتامين فهذه التجربة بالجذور وتحليل الحميرة هي هذا الدليل

ونمو الجذور في أنابيب الاختبار يختلف عن نموّ قطعة من عضل قلب الفرخ (تجربة الدكتور كارل) فعضل قلب الفرخ ينمو منتشراً في السائل المغذّي لا تشكّل له ولا قوام . فلا يتحوَّل ثمة سوياً . ولكن قطع الجذور تنمو جذوراً سوية فيها جميع مقوّمات الجذور ومنها الخيوط أو العروق الممتدة فيها من تحت الى فوق ، وهي الأداة التي تعتمد عليها الجذور السوية في نقل الاملاح والماء الى جذع الشجر فالى الاغصان والورق

وأراد الدكتور هوايت ان يعلم سبب نموّ هذه الخيوط او العروق في الجذور التي في انابيب الاختبار . ولا يخفى إن من أقدم المسائل التي حيَّرت ألباب العلماء مسألة ارتفاع الماء من جذور الأشجار الى ذرى الأغصان . فالماء بحسب ما يملي العلم والاختبار علينا لا يرتفع إلاَّ بتأثير الضغط او الامتصاص . فالقوة التي ترتفع من الجذور الى ذروة شجرة علوها مائة قدم أو مائتان أو ثلاثمائة قدم . هذه مسألة في علم النبات لم يجبِ العلماء عنها جواباً شافياً

ولكن من نحو قرنين من الزمان كان في انكلترا قسيس عالم يُدعى اسطيفان هايلز Stephen Hales وهو اول من قاس ضغط الدم في الحيوان ثم عكف على دراسة النبات فتوصل الى القول بأن في النبات ضغطاً كذلك « هو ضغط عصير النبات » Sap Pressure وان الجذور تفعل فعل المضخات تدفع العصير في عروق النبات داخل الجذع والاغصان ، وبهذا

الأسلوب يرتفع الماء الذي تمتصهُ الجذور من الأرض الى ذرى الاشجار الكبار

وظن رأيهُ مقبولاً منذ قرن وربع قرن من الزمان . ولكن فريقاً من الباحثين لم يقنع به قائلاً الى انه لا يحتمل ان تستطيع الجذورُ توليد ضغط يستطيع ان يدفع الماء في الشجر أكثر من خمسين قدماً . واعترض غيرهم اعتراضات أخرى عليهِ فانصرف العلماء عنهُ من نحو خمس وسبعين سنة بغير ان يقترحوا رأياً مقنعاً آخر لتفسير ارتفاع الماء في جذور الشجر وجذوعهِ الى أغصانه وورقه

ولكن الدكتور هوايت قال في ذات نفسه عند ما رأى الخيوط أو العروق في الجذور التي في أنابيب الاختبار : — حيثما تكون المضخات يحتمل ان نجد أنابيب . وحيثما تكون الأنابيب يحتمل وجود المضخات . فلما تبين ان هذه العروق هي في منزلة الأنابيب قال في ذات نفسه كذلك : — لعلَّ القياس هايل مصيب في ما ذهب اليه . ولعلَّ هذه الجذور تعمل عمل المضخات وما هذه العروق الا الأنابيب التي ينقل فيها الماء بفعل الضغط المتولد في المضخات

ومن ثمة صنع الدكتور هوايت جهازاً لقياس هذا الضغط ، فوضع أنابيب من الزجاج على الطرف الأعلى لعروق الجذور فما لبث حتى رأى الأنابيب تفيض ماء من طرفها الأعلى . أي ان الماء المرتفع في عروق الجذور أو أنابيبها بفعل الضغط الحيوي الذي تولده الجذور دخل أنابيب الزجاج وارتفع فيها حتى فاض من طرفها الأعلى

كانت أنابيب الزجاج الأولى التي استعملها الدكتور هوايت لا تزيد على بضع بوصات طولاً فمضى في تجربتهِ وهو يزيد الأنابيب المستعملة طولاً رويداً رويداً حتى بلغ ارتفاعها سبع أقدام وبعد ذلك مضى الماء من عروق الجذور يرتفع فيها ثم يفيض من طرفها الأعلى . ثم تحول من زيادة طول الأنابيب الى استعمال الزئبق لقياس مقدار الضغط المتولد في الجذور على نحو ما هو مستعمل في «البارومتر» البسيط . ولكنه وجد ان الزئبق لا يكفي لذلك لأن الضغط عليهِ بلغ مبلغاً عظيماً يساوي رفع الماء في أنبوب الى مستوى ثمانين قدماً . فعدل عنه الى الهواء المضغوط . فلما بلغ الضغط على عروق الجذور ما يعدل تسعين رطلاً (pound) على البوصة المربعة وجد الدكتور هوايت ان هذا الضغط لا يؤثر في خفض منسوب الجذور الداقع بالماء الى عروق . فكأن القوة التي تولدها الجذور لدفع الماء أكبر من ضغط ٩٠ رطلاً على بوصة مربعة . وهذه القوة الضاغطة او الدافعة تكفي لرفع الماء الى علو ٢٠٠ قدم . وفي هذا عود الى رأي هايلز .

ما هو الحد الأعلى لهذه القوة ؟ عندما كتب الدكتور هوايت بحثهُ في هذا الموضوع من نحو سنتين كان لا يعلم ، لأن جهاز الهواء المضغوط الذي صنعهُ لقياس هذا الضغط في الجذور كان لا يصلح لقياس ضغط يفوق ٩٠ رطلاً على البوصة المربعة . وقد اعترف في آخر بحثهِ بأنهُ ما فتىء عاكفاً على صنع جهاز آخر يصلح لهذا الغرض