

الفصل الخامس عشر

امتصاص المواد الزائدة

يعتري البروتوبلازم أى المادة الحية الكائنة فى النباتات والحيوانات النامية بتنشط فى كل آن تغييرات كيمياوية تؤول به الى التلف وتكون مركبات منه أبسط تركيبا . فلكى يمكن التعويض عما فقد منه حتى يستطيع القيام ببناء أجزاء جديدة يقتضى له الزاد .

وطبيعة زاد النبات أى المواد التى يستعملها البروتوبلازم لتكوين أعضاء جديدة ولتغذية البروتوبلازم ذاته يسهل ادراكها بعد بحث المواد التى تستهلك أثناء نمو جنين ما من برة النبات .

والمواد التى تخزنها الأم فى الأندوسبرم أو فى باطن أنسجة الجنين لتغذية الجنين هى مركبات عضوية مركبة كالنشأ والدهون والبروتينات . وهذه المواد — أو صور متغيرة منها تغيرا ضئيلا — هى التى تستهلك فى عمليات التغذية والنمو التى تحدث عند ابتداء الانبات . وكذلك المواد التى تزود بها الفراخ الصغيرة السن من درنة بطاطس مستفرخة أو الأوراق والفراخ المزهرة الصغرى من بصلة نامية هى كربوايدرات ودهون وبروتينات أى مركبات عضوية ذات بناء معقد مماثلة لتلك .

وكذلك البراعم النامية من شجرة فى الربيع تغذى بمركبات شبيهة يتلك فكل شئ يدل على أن البروتوبلازم فى النباتات والحيوانات على السواء لتوقف تغذيته المباشرة فى كل وقت على مواد عضوية من هذا القبيل .

وتحصل الحيوانات والنباتات الطفيلية والسبروفية على هذه المركبات مباشرة أو بواسطة من أجسام كائنات أخرى حية أو غير حية . فان لم تحصل عليها ماتت على عجل . وتحتاج النباتات الخضراء كذلك الى زاد معقد التركيب لذشوتها ونموها ؛ على أنها ليست بالاجمال مهياة للحصول على مركبات من هذا القبيل مما يحيط بها ولكنها قادرة على صنعها من مركبات غير عضوية كأ كسيد الكربون والماء وأملاح شتى — تأخذها من الجو والتربة على أنه ان كانت هذه المواد غير العضوية التي تمتص من الهواء والتربة تسمى عادة ”زاد النباتات“ نرى أنه يحسن أن تسمى ”بالمواد الزادية“ إذ أن النبات الحى لا يستطيع أن يغذى نفسه بها مباشرة بل انما يحصل ذلك بعد إذ يكون قد اصطنعها فجعلها مركبات أكثر تعقيدا فى التركيب يمكن استعمالها لتغذية البروتوبلازم وتكوينه أنسجة الأعضاء النامية .

والبادرة بعد إذ تكون قد استهلكت الزاد الذى اخترنته الأم لها لا تستطيع الاستفادة من أكسيد الكربون والأملاح البسيطة حتى تتعرض للضوء بشرائط تسمح لها باصطناع هذه المواد غير العضوية وبأن تبني منها بطريقة التركيب (Synthesis) مركبات شبيهة بما استهلكته لنفسها ، وهى المركبات التى صنعتها الأم من قبل .

٢ — المواد الزادية وامتصاصها .

يحصل على المواد الزادية التى تمتصها النباتات الخضراء العادية من الجو المحيط بها ومن التربة التى تنمو فيها النباتات .

وقد أثبت بواسطة طرق المزرعة الرملية والمزرعة المائية أنه يجب لتغذية النباتات الخضراء أن تمتد بمواد زادية تشتمل على عشرة عناصر أو أحد عشر عنصرا كما هو مشروح فى الفصل الثانى عشر .

وقد تبين أيضا بواسطة هذه الطرق التجريبية أن النباتات لا تستوى عندها الصورة التي يقدم عليها أى عنصر لها فهى غير قادرة مثلا على استعمال كل المركبات النتروجينية كمورد للنتروجين ولا أن تحصل على ما يلزمها من الكربون من كل مركبات الكربون .

ويقتضى فى المركب الذى يمكن أن يكون نافعا للنبات كمادة زائدة قدرة على إمداده بعنصر خاص لتغذيته أن يكون (١) قابلا للذوبان وقادرا على الانتشار من خلال الجدار الخلوى والبروتوبلازم (٢) أن يكون ذا تركيب كىاوى خاص .

وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء هو المورد المهم الذى يحصل منه على عنصر الكربون فأما امتصاص هذا الغاز واستعماله بعد ذلك فقد أرجأنا البحث فيه الى الفصل التالى .

ويحصل على المواد الزائدة ، التى تؤدى بقية العناصر اللازمة للنبات ، من التربة بواسطة قوة الانتشار الغشائى من خلال الشعيرات الجذرية .

وفضلا عن هذا فانه لا يمكن النباتات أن تمتص ما تحتاج اليه إلا من المحاليل المخففة من المواد الزائدة ، فأما النباتات المنماة بواسطة المزارع المائية فانها تنجح اذا كان المقدار الكلى من المواد الصلبة الذائبة فى الماء لا يزيد على ٢.٥ ٪ الى ٥.٥ ٪ أى ٢ الى ٥ أجزاء فى ١٠٠٠ جزء من الماء . والمحاليل التى تشتمل على ٢.٥ ٪ و ٢ ٪ من المواد الذائبة تضرير وتولزم النبات وتمنع النمو . ومن ثم نتضح أهمية اجتناب استعمال الأسمدة القابلة للذوبان بكثرة .

وماء التربة الذى تأخذ منه النباتات كل ما تحتاج اليه لا يشتمل فى العادة إلا على ٠.١ ٪ الى ٠.٣ ٪ من المواد الصلبة الذائبة فيه .

وغاز ثانى أكسيد الكربون يتولد فى باطن الأرض فى عملية التعفن والتحلل التى تحدث فى الأسمدة الموجودة ، ويفرز بمقدار قليل فى عملية التنفس التى يقوم بها بروتوبلازم الشعيرات الجذرية . وهذا الغذاء يساعد النباتات على امتصاص المواد الزائدة مساعدة غير مباشرة ، إذ أن من هذه المواد ما يكون غير قابل للذوبان فى الماء النقي ولكنه يذوب فى الماء المشتمل على ثانى أكسيد الكربون ذوبانا مذكورا .

ويلاحظ أيضا أن ثانى أكسيد الكربون وفسفات ايدروجين البوتاسيوم وغيره من المواد التى لها تفاعل حمضى تحرق جدران خلايا الشعيرات الجذرية وتساعد على أكل بعض المركبات المعدنية التى تتصل بها واذا ابتها كفسفات الكلس وكربونات الكلس والمجنيزيوم .

إذا غمس جذر النبات فى اناء يشتمل على ماء يحتوى مادة محللة فقد لا تستطيع المادة الذائبة أن تمر من خلال الجدر الخلوية أوسيتوبلازم الشعيرات الجذرية وعليه فلا يدخل من هذه المادة شئ فى النبات . فأما إذا استطاعت المادة أن تتسرب فى هذين الغشائين الخلويين فانها تمر إلى الشعيرات الجذرية ومنها الى سائر خلايا النبات حتى تشتمل العصارة الخلوية من هذه المادة على مقدار يناسب ما فى الماء الخارج الموجود فى الاناء ، فإذا تم ذلك تقرر التوازن ولم يمتص شئ من المادة الذائبة بعد ذلك . فأما إذا استعملت المادة بعد دخولها النبات فى عمليات التغذية أو تغيرت الى مادة غير قابلة للذوبان أو مركب غير ذى طبيعة الانتشار الغشائى ، فان التوازن الانتشارى بالنسبة لهذه المادة بالذات ينعدم ويمكن إذ ذاك أن يمتص من هذه المادة مقدار آخر .

وبهذه الطريقة يستطيع النبات أن يستخرج كل المادة المذوبة في الماء الذي نتصل به جذوره استخراجا تاما ، ويستطيع أن يجمع في باطنه مقادير كبيرة من بعض العناصر من المحاليل المشتملة على أقل أنارات منها مثال ذلك : ماء البحر فإنه لا يشتمل على أكثر من جزء واحد من اليود في ١٠٠ مليون جزء من الماء ومع ذلك فإن رماد بعض الحشائش البحرية يشتمل على مقدار بين ١ و ٣ في المائة من هذا العنصر ويتوقف المقدار الكلي من أى عنصر يوجد في رماد نبات ما على (١) مقدار المادة القابلة للذوبان التي تشتمل على هذا العنصر من مواد التربة المزروع فيها النبات (٢) قابلية الانفاذ النوعي لبروتويلازم الشعيرات الجذرية وعلى (٣) ما إذا كان النبات يستخدم المادة المعينة أو يحولها أو يزيلها من عصارتها الحلوية حتى يمكن أن يدخل الى النبات منها مقدار آخر بواسطة الانتشار الغشائي .

وبذا وجد أنه إذا زرع نوعان مختلفان من النبات في محلول زادى واحد أو كانت جذورهما في تربة واحدة كان كل منهما في العادة يشتمل على مقادير مختلفة من كل نوع من أنواع المكونات الرمادية المختلفة . مثال ذلك : مقدار السليكا في رماد البشنين فإنه في العادة أقل من $\frac{1}{4}$ في المائة فأما الغاب العادى (فراجميتس كوميونس *Phragmites Communis*) الذى ينمو في التربة الاستنقاعية فإنه يشتمل على ٧٠ في المائة من السليكا ، وبينما نجد أن رماد نبات البازلاء لا يشتمل على مقدار من السليكا أكثر من ٧ في المائة ترى رماد النجيليات النامية في نفس التربة يشتمل على أكثر من ٢٠ في المائة منه .

وتعزى هذه القوة الانتخابية الكمية المختلفة (Quantitative Selective Power) في النباتين المقارنين الى الاختلاف في قدرتهما على استعمال السليكا؛

يحتمل أن المادة التى تشتق منها السليكا تنتشر فى جذرها الحلوية بدرجة واحدة ولكن بينما يستمر الغاب فى ازالة المركب المذكور من العصارة الحلوية، وايداع مقادير كبيرة من السليكا فى الجدر الحلوية، وعليه يسمح بدخول مقادير أخرى فى النبات، نجد أن البشنيين لا يستعمل إلا قليلا جدا فلا يلبث أن يحدث توازن انتشارى لا يدخل بعده شئ من السليكا فى النبات. ويتناسب مقدار أى مادة ممتصة من التربة تناسباً مطرداً مع المقدار المستعمل فى العملية الكيماوية التى يقوم بها النبات حتى لقد يمتص من مادة موجودة بكثرة مقادير صغيرة فقط فى حين أنه قد يستخرج مركب موجود فى التربة بمقدار قليل استخراجاً كلياً.

أما طبيعة المركبات غير العضوية التى تحصل منها النباتات الخضراء على مددها من العناصر اللازمة لتسام تغذيتها، فقد سبق ذكرها عند بحث تركيب النباتات فى الفصل الثانى عشر وكل هذه المواد الزائدة تقريباً — ما عدا الكربون — تمتص من التربة.

وقد دلت التجارب على أن استمرار النمو وازالة المغلات (الحاصيل) من الأرض يؤدى عاجلاً أو آجلاً الى حالة ترفض الأرض معها انماء مغل مفيد من أى نوع حتى يعطى لها أسمدة.

وسبب هذا المحل فى الأرض أن النباتات ترفع فى أجسامها من التربة التى تنمو فيها مقداراً من مكوناتها، وعليه فمؤدى ازالة المحصول عن الأرض ازالة مقدار عظيم من أهم مكونات التربة الزراعية. وبما أن هذه التربة لا تشمل على مقدار غير محدود من المواد الزائدة النباتية على صورة قابلة للذوبان والاصطناع فيفهم من ذلك أن دوام ازالة المحصولات عن الحقول يؤدى حتماً

الى نفاذ ذخيرتها والى جوع النباتات القائمة عليها ما لم تسعف بمدد جديد من المواد الزائدة يقوم مقام ما قد أزيل .

أجل ، إن الأرض بعد إذ يجرى عليها هذا الأمر لا تخلو من مكوناتها النافعة خلوا تستعصى النباتات معه عن النمو فيها ، إذ أن المواد الزائدة القابلة للذوبان فيها لا تنفك تتحرر أى تتجدد من مخزن المواد غير القابلة للذوبان التى فى التربة بما للبرد والحز وللعمل الكيماوى الذى للهواء والماء من التأثير التحليلى فيها ، ولكن لا بد لامكان الحصول على مغلات مفيدة من الأراضى التى أخذ منها مغلان متواليان أو ثلاثة من تسميد الأراضى بسماذ يشتمل على مواد زائدة أو على سماذ يمكن أن تتحرر منه هذه المواد .

لا تنمو النباتات ما لم تمد بكل العناصر التى نص عنها فى صفحات (١٥٢ الى ١٥٩) فاذا كان أحد هذه العناصر مفقودا فقدانا تاما استحال النمو . ولهذا الخاصة كانت قدرة التربة على اعطاء مغل ما مضبوطة بضابط العنصر الجوهري الموجود فيها على أقل مقدار .

وإذا اشتملت التربة على مقدار قليل جدا من الفوسفات اللازمة لنمو محصول ما ، لم يجد معه أن تكون العناصر الأخرى كالنتروجين والبوتاسيوم موجودة بكثرة زائدة إذ أن هذه لا يمكن الانتفاع بها حتى يكون الفوسفات اللازم متوفرا .

والمواد الزائدة التى يحصل منها النبات على عناصر الكبريت والحديد والمغنيزيوم والكلس والكربون والايديروجين والأوكسيجين موجودة دائما فى التربة والهواء بوفرة كافية لحاجة كل أنواع المغلات ، ولكن المركبات التى تعطى النتروجين والفوسفات والبوتاسيوم تزال عادة من التربة الى حد لا يتاح معه للمغلات التامة أن تنمو حتى يضاف الى التربة ما تحتاج اليه من هذه العناصر .