الفصل الخامس عشر

امتصاص المواد الزادية

يعترى البروتوپلازم أى المادة الحية الكائنة فى النباتات والحيوانات الناميـة 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 البروتوپلازم لتكوين أعضاء جديدة ولتغذية البروتوپلازم ذاته يسهل ادراكها بعد بحث المواد التى تستهلك أثناء نمو جنين ما من بزرة النبات .

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

وكذلك البراعم النامية من شجرة فى الربيع تغتذى بمركبات شبيهة بتلك فكل شئ يدل على أن البروتوپلازم فى النباتات والحيوانات على السواء تتوقف 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 لنشوئها ونموها ، على أنها ليست بالاجمال مهيأة للحصول على مركبات من هذا القبيل مما يحيط بها ولكنها قادرة على صنعها من مركبات غير عضوية كأكسيد الكربون والماء وأملاح شتى — تأخذها من الجو والتربة على أنه ان كانت هذه المواد غير العضوية التى تمتص من الهواء والتربة تسمى عادة "بزاد 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 البروتوپلازم وتكوينه أنسجة الأعضاء النامية .

والبادرة بعد إذ تكون قد استهلكت الزاد الذى اختزنته الأم لها لاتستطيع الاستفادة من أكسيد الكربون والأملاح البسيطة حتى تتعرض للضوء بشرائط تسمح لها باصطناع هذه المواد غير العضوية وبأن تبنى 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 تمد 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 لاتستوى عندها الصورة التى 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 زادية قادرة على إمداده بعنصر خاص لتغذيته أن يكون (١) قابلا للذوبان وقادرا على الانتشار من خلال الجدار الخلوى والبروتوبلازم (٢) أن يكون ذا تركيب كيماوى 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 الزادية ، التى تؤدى بقية العناصر اللازمة للنبات ، من التربة بواسطة قوة الانتشار الغشائى من خلال الشعيرات الجذرية .

وفضلا عن هذا فانه لايمكن النباتات أن تمتص ماتحتاج اليه إلا من المحاليل المخففة من المواد الزادية ، فأما النباتات المنماة بواسطة المزارع المائية فانها تنجح اذا كان المقدار الكلى من المواد الصلبة الذائبة فى الماء لايزيد على ٠,٢ ٪ الى ٠,٥ ٪ أى ٢ الى ٥ أجزاء فى ١٠٠٠ جزء من الماء . والمحاليل التى تشتمل على ٢٪ و ٢½ ٪ من المواد الذائبة تضر بپروتوبلازم النبات وتمنع النمو . ومن ثم تتضح أهمية اجتناب استعمال الأسمدة القابلة للذوبان بكثرة .

وماء التربة الذى تأخذ منه النباتات كل ماتحتاج اليه لايشتمل فى العادة إلا على ٠,٠١ الى ٠,٠٣ ٪ 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 . وهـذا الغاز يساعد النباتات على امتصاص المواد الزادية مساعدة غير مباشرة ، إذ أن من هذه المواد مايكون غير قابل للذوبان فى المـاء النقى ولكنـه يذوب فى المـاء المشتـمل على ثانى أوكسيد الكربون ذوبانا مذكورا .

ويلاحظ أيضا أن ثانى أوكسيد الكربون وفسفات ايدروجين البوتاسيوم وغيره من المواد التى لها تفاعل حمضى تخرق جدران خلايا الشعيرات الجذرية وتساعدها على أكل بعض المركبات المعدنية التى تتصل بها واذابتها كفسفات الكلس وكربونات الكلس والمجنيزيوم .

اذا غمس جذر النبات فى اناء يشـتمل على ماء يحتوى مادة محللة فقـد لا تسـتطيع المـادة الذائبـة أن تمر من خلال الجدر الخلوية أوسيتوبلازم الشعيرات الجذرية وعليه فلا يدخل من هذه المـادة شئ فى النبات . فأما إذا اسـتطاعت المـادة أن تتسرب فى هذين الغشائين الخلويين فانها تمر إلى الشعيرات الجذرية ومنها الى سائر خلايا النبات حتى تشتمل العصارة الخلوية من هذه المـادة على مقـدار يناسب ما فى المـاء الخارج الموجود فى الاناء ، فاذا تم ذلك تقرر التوازن ولم يمتص شئ من المـادة الذائبة بعد ذلك . فأما اذا اسـتعملت المـادة 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 المـادة بالذات ينعـدم ويمكن إذ ذاك أن يمتص من هذه المـادة مقدار آخر .

وبهذه الطريقة يستطيع النبات أن يستخرج كل المادة المذوبة فى الماء الذى تتصل به جذوره استخراجا تاما ، ويستطيع أن يجمع فى باطنه مقادير كبيرة من بعض العناصر من المحاليل المشتملة على أقل أثارات منها مثال ذلك : ماء البحر فانه لا يشتمل على أكثر من جزء واحد من اليود فى ١٠٠ مليون جزء من الماء ومع ذلك فان رماد بعض الحشائش البحرية يشتمل على مقدار بين ١ و ٣ فى المائة من هذا العنصر ويتوقف المقدار الكلى من أى عنصر يوجد فى رماد نبات ما على (١) مقدار المادة القابلة للذوبان التى تشتمل على هذا العنصر من مواد التربة المزروع فيها النبات (٢) قابلية الانفاذ النوعى لبروتوبلازم الشعيرات الجذرية وعلى (٣) ما اذا كان النبات يستخدم المادة المعينة أو يحولها أو يزيلها من عصارته الخلوية حتى يمكن أن يدخل الى النبات منها مقدار آخر بواسطة الانتشار الغشائى .

وبذا وجد أنه اذا زرع نوعان مختلفان من النبات فى محلول زادى واحد أو كانت جذورهما فى تربة واحدة كان كل منهما فى العادة يشتمل على مقادير مختلفة من كل نوع من أنواع المكونات الرمادية المختلفة . مثال ذلك : مقدار السليكا فى رماد النشنين فانه فى العادة أقل من $\frac{1}{2}$ فى المائة فأما الغاب العادى (فراجميتس كوميونس Phragmites Communis) الذى ينمو فى التربة الاستنقاعية فانه يشتمل على ٧٠ فى المائة من السليكا ؛ وبينما تجد أن رماد نبات البازلاء لا يشتمل على مقدار من السليكا أكثر من ٧ فى المائة ترى رماد النجيليات النامية فى نفس التربة يشتمل على أكثر من ٢٠ فى المائة منه .

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

يحتمل أن المـادة التى تشتق منهـا السليكا تنتشر فى جدرهما الخلوية بدرجة واحدة ولكن بينما يستمر الغاب فى ازالة المركب المذكور من العصارة الخلوية، وايداع مقادير كبيرة من السليكا فى الجدر الخلوية، وعليه يسمح بدخول مقادير أخرى فى النبات، نجد أن البشنين لا يستعمل إلا قليلا جدا فلا يلبث أن يحـدث توازن انتشارى لا يدخل بعـده شئ من السـليكا فى النبات. ويتناسب مقدار أى مادة ممتصة من التربة تناسبا مطردا مع المقدار المستعمل فى العمليـة 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 استخراجا كليا.

أما طبيعة المركبات غير العضوية التى تحصـل منها النباتات الخضراء على مددها من العناصر اللازمة لتمـام تغذيتها، فقد سبق ذكرها عند بحث تركيب النباتات فى الفصـل الثانى عشر وكل هـذه المواد الزادية تقريبا — ما عدا الكربون — تمتص من التربة.

وقد دلت التجارب على أن استمرار النمو وازالة المغلات (المحاصـيل) من الأرض يؤدى عاجلا أو آجلا الى حالة ترفض الأرض معها انمـاء مغل مفيد من أى نوع حتى يعطى لها أسمدة.

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

الى نفاد ذخيرتها والى جوع النباتات القائمة عليها مالم تسعف بمدد جديد من المواد الزادية يقوم مقام ما قد أزيل .

أجل ، إن الأرض بعدإذ يجرى عليها هذا الأمر لاتخلو من مكوناتها النافعة خلوا تستعصى النباتات معه عن النمو فيها ، إذ أن المواد الزادية القابلة للذوبان فيها لا تنفك تتحرر أى تتجدد من مختزن المواد غير القابلة للذوبان التى فى التربة بما للبرد والحر وللفعل الكيماوى الذى للهواء والماء من التأثير التحليلى فيها ؛ ولكن لابد لامكان الحصول على مغلات مفيدة من الأراضى التى أخذ منها مغلان متواليان أو ثلاثة من تسميد الأراضى بسماد يشتمل على مواد زادية أو على سماد 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 . ولهذه الخاصة كانت قدرة التربة على اعطاء مغل ما مضبوطة بضابط العنصر الجوهرى الموجود فيها على أقل مقدار .

واذا 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 الزادية التى يحصل منها النبات على عناصر الكبريت والحديد والمغنيزيوم والكلس والكربون والايدروجين 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 لايتاح معه للمغلات التامة أن تنمو حتى يضاف الى التربة ماتحتاج اليه من هذه العناصر .