الفصل الأول

علم تغذية النباتات

Plant Nutrition

obeikandl.com

obeikandl.com

علم تغذية النباتات

Plant Nutrition

موقع علم تغذية النبات من العلوم الأخرى

تقسم العلوم عامة إلى علوم أساسيه بحتة Fundamental Sciences وهى التى تهدف إلى معرفة سر الكون وظواهره المختلفة والأسباب التى أدت إلى هذه الظاهرة وعلاقة هذه الظواهر ببعضها ومن أمثلة ذلك: علوم الكيمياء – الطبيعة – الرياضة – الحيوان – النبات والوراثة..... إلخ. أما العلوم التطبيقية Applied Sciences فتهدف فى دراستها إلى تطبيق العلوم البحتة السابق ذكرها مثال ذلك العلوم الزراعية (علوم المحاصيل – الألبان – الصناعات الغذائية – أمراض النبات – الإنتاج الحيوانى – الحشرات – مبيدات الآفات – المجتمع الريفى – الاقتصاد الزراعى علوم الأراضى Soil Sciences).

وتنقسم علوم الأراضى إلى: **علوم أساسية**، أيضاً تهتم بدراسة الأرض كجسم طبيعى يطلق عليه البيدولوجى Pedology، ويندرج تحته علوم مورفولوجيا الأراضى Soil mor-phology – تقسيم الأراضى Soil classifcation حصر الأراضى Soil survey وتصنيف الأراضى Soil toxonomy.

علوم تطبيقية، تدرس مدى صلاحية الأرض للنبات والعمل على توفير الظروف الملائمة للإنتاج، ويطلق عليه الإيدافولوجى Edaphology ويشمل معظم علوم الأراضى مثل: كيمياء الأراضى Soil chemistry طبيعة الاراضى Soil physics. أيضاً يشمل علم خصوبة الأراضى Soil fertility والذى يهتم بدراسة التفاعلات الطبيعية والكيميائية التى تسلكها العناصر فى الأرض حتى تصبح فى صورة صالحة للنبات. وفى نفس الوقت يدرس علم الإيدافولوجى امتصاص وانتقال العناصر من الأرض إلى النبات وهو مضمون علم تغذية النبات Plant nutrition. وعلى هذا فعلم تغذية النبات هو أحد فروع العلوم الزراعية التطبيقية الذى يختص بدراسة الأرض وخصائصها

والتفاعلات الحادثة بها وعلاقتها بالنباتات النامية عليها والتى تهدف إلى محاولة تحسين إنتاجية هذه النباتات كماً ونوعاً.

هذا بجانب علوم أخرى مثل: صيانة الأراضى Soil conservation، علم إدارة الأراضى Soil management والذى يهتم بدراسة العمليات الزراعية التى تحافظ على البناء المرغوب للأرض وتحرك الماء الأرضى والتسميد وإصلاح الأراضى.

الأرض كبيئة لنمو النبات Siol as a medium for plant growth

على الرغم من أن كلمة تربة Soil تشير إلى الطبقة السطحية المجواة والمفككة من القشرة الأرضية والصخور الصلبة، إلا أنها كالعديد من الكلمات الشائعة الاستخدام فى الحياة العامة يتم تفسيرها بأكثر من طريقة وبأكثر من أسلوب. فالرجل العادي ينظر إلى الأرض على أنها شيء مرسل يطلق عليه «التراب» منتشر على سطح الكرة الأرضية، والمرأة العادية تنظر إليها على أنها ذلك الشيء الذى يعلق بحذائها أو يتطاير ليتراكم على أثاث شقتها ويحتاج إلى الإزالة والتنظيف، والمهندس المدنى ينظر إلى الأرض على أنها مكان إقامة المنشآت، بينما تعنى الأرض بالنسبة للجيولوجى بأنها المواد الجيولوجية الناتجة من تحلل الصخور والمعادن الأرضية، وبالنسبة للفلاح فهى البيئة التى تنمو فيها المحاصيل. وتعتبر هذه التعريفات محدودة المفهوم حيث إن الأرض كظاهرة تشمل مزيدا من التفصيلات أشار إليها اثنان من علماء الأراضى وهما: دوكيوشيف Dokuchiev الروسى، وهليجارد Hilgard الأمريكى. وقد أشار كل منهما – مستقلا عن الآخر – إلى أن الأرض جسم معقد يتميز بالديناميكية عند سطح القشرة الأرضية ويرتبط بشكل عام مع ظروف المناخ.

وهناك وصف مقبول لما تعنيه كلمة تربة والذى وضع كتعريف عام ذكر فى دليل حصر الأراضى Soil Survey Manual سنة ١٩٥١، وتقسيم الأراضى Soil Taxonomy سنة ١٩٧٥، وعرف الأرض أو التربة Soil على أنها عبارة عن «كتلة طبيعية متجمعة على سطح الكرة الأرضية، وتحتوى على المادة الحية، وتقوم بتدعيم النباتات ولها من الصفات والخصائص التى تختلف عن طبقة الصخور الواقعة تحتها كنتيجة لتفاعلات متداخلة خلال وحدة الزمن والمناخ فى وجود الكائنات الحية الدقيقة، ومادة الأصل وطبغرافية المكان».

هذا التعريف يأخذ فى الاعتبار الشكل الطبيعى للأرض، والعديد من التفاعلات المختلفة والتي تعمل كعوامل تكوين للأراضى. ولذلك فالتربة عبارة عن مادة شديدة التعقيد تتكون من الحبيبات المعدنية الناتجة من تجوية الصخور، وأخرى عضوية ناتجة من تحلل المادة العضوية، والكائنات الحية الدقيقة بالإضافة إلى الماء والهواء الأرضى. والتربة الجيدة تأخذ عدة مئات من السنوات حتى تتكون نتيجة التفاعلات المختلفة بالصخور تحت ظروف الحرارة والماء والعوامل البيولوجية، بالإضافة إلى تحلل البقايا النباتية والحيوانية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة والحيوانات الأرضية، وعلى ذلك تنشأ أرض مختلفة فى صفاتها الكيميائية الأمر الذى يؤدى إلى تغير صفات التربة باستمرار. وحيث إن هناك اختلافات كبيرة فى نوعية الصخور والنموات النباتية والمناخ وطبغرافية السطح، بالإضافة إلى اختلاف فترة نشاط عمليات التكوين من مكان إلى آخر؛ وعلى ذلك يكون من المتوقع تكوين أراضى تختلف كثيراً فى مكوناتها وصفاتها من حيث التركيب واللون والقوام. فالقطاع الأرضى لبعضها يكون عميقاً، وللبعض الآخر يكون سطحياً.

وتعتبر الأرض الزراعية Soil المهد الطبيعى لنمو النبات، وفيها تمتد جذوره وتتعمق باحثة عن الماء والغذاء، وبالتالى يتأثر نمو النبات بخواص هذا المهد وقدرته على إمداد النبات باحتياجاته من العناصر الغذائية المختلفة بالكميات المناسبة وفى الوقت المناسب.

مكونات النظام الأرضى Components of the Soil system

تتركب الأرض من ثلاثة مكونات رئيسية وهى:

أولاً: الطور الصلب Solid phase: والمتمثل فى مخلوط مختلف التركيب من معادن مختلفة فى درجة تجويتها والناتجة من عمليات التجوية الطبيعية والكيميائية والحيوية للصخور الأصلية، وكذلك من مواد عضوية ناتجة من تحلل بقايا النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة.

ثانياً: الطور السائل Liquid phase: والذى يعبر عنه بالمحلول الأرضى Soil solution، وهو المحلول الناتج عن إذابة المواد السهلة الذوبان سواء كانت عضوية أو معدنية والموجودة فى الأرض عند تعرضها للماء.

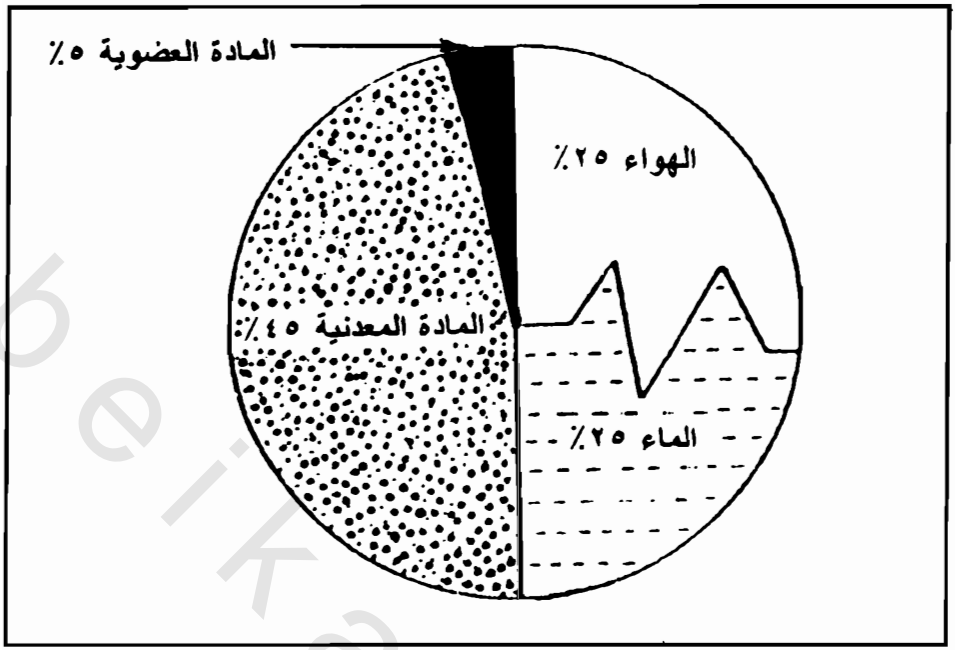
ثالثاً: الهواء الأرضى ويطلق عليه أيضا الطور الغازى Gaseous phase

ويمثل شكل (١-١) النسب التقريبية للمكونات الثلاثة السابق ذكرها، وتتكون هذه النسب فى أرض طمية سلتية Silty loam تحت الظروف المثلى لنمو النبات، ٥٠٪ جزء صلب (٤٥٪ معدنى، ٥٪ عضوى) بالحجم، والـ ٥٠٪ الأخرى عبارة عن المسافات البينية بين الحبيبات Pore spaces وهى ممتلئة بالماء والهواء. وعند الظروف المثلى لنمو النبات تكون المسافات البينية بين الحبيبات نصفها (٢٥٪من الحجم الكلى للأرض) مملوء بالماء والنصف الآخر مملوء بالهواء.

وبصفة عامة نجد أن حجم الجزء الصلب يمكن أن يزداد أو يقل حسب وجود المادة العضوية، ويرجع ذلك لأن كثافة المادة العضوية قليلة حيث تكون فى العادة أقل من ١جم/سم٣، وبالتالى يكون حجمها كبير، وعلى هذا يمكن أن يتغير حجم الجزء الصلب على حساب المسافات البينية. وفى نفس الوقت أيضا يمكن تغيير حجم الجزء السائل على حساب الجزء الغازى والعكس. وعلى هذا يمكن أن يحدث تغير طفيف فى نسب هذه المكونات من أرض إلى أخرى، وفى نفس الوقت من زمن إلى آخر لنفس الأرض.

وعموما يكون التغير ملحوظاً فى حجم الطور السائل والطور الغازى، وفى نفس الوقت يحدث هذا التغير بسرعة تحت الظروف الطبيعية المؤثرة فى التربة مثل: المناخ – طور النمو فى النبات – الرى وعمليات الخدمة وخلافه. وبصفة عامة تتواجد هذه المكونات الثلاثة للأرض فى حالة تداخل واختلاط شديد مع بعضها البعض مما يؤدى إلى كثرة التفاعلات داخل كل مكون، أو بين المكونات بعضها البعض مما ينشأ عنه تغيرات محسوسة فى الظروف المحيطة بنمو النبات.

ومن الطبيعى أن تكون الكمية الممتصة من العناصر الضرورية للنبات متوقفة على كميتها فى التربة وبالتالى الصورة التى تتواجد عليها فى الأطوار الثلاثة المكونة للنظام الأرضى. وعلى هذا سوف نتناول صور تواجد العناصر فى كل مكون من المكونات السابقة:



شكل (١-١): مكونات الطبقة السطحية للتربة الزراعية حجماً

صور تواجد العناصر فى الطور الصلب

يعتبر الطور الصلب بما يحتويه من حبيبات معدنية وعضوية هو المصدر الرئيسى لمعظم المغذيات النباتية. وتمثل المادة المعدنية حوالى ٩٥٪ من وزن الجزء الصلب فى الأراضى المعدنية، وهذه المادة المعدنية تنتج من عمليات التجوية الطبيعية والكيميائية والحيوية للصخور والرواسب التى تتكون منها الأرض، وعلى ذلك فهى تعكس الصفات الخاصة لصخور مادة الأصل التى نشأت منها.

والتركيب الكيميائى العام للصخور والمعادن توضحه البيانات المدونة فى جدول (١-١)، ومنها نلاحظ أن ٨ عناصر فقط من مجموع العناصر الكيميائية والبالغ عددها ٩٢ عنصراً توجد بتركيزات أكبر من ١٪، ومنها ٤ عناصر فقط.

جدول (١-١): التركيب الكيميائي لطبقة الليزوسفير Lithosphere كنسبة مئوية بالوزن

العنصر	٪	العنصر	٪
الأكسجين	٤٦,٧	الكالسيوم *	٣,٧
السليكون	٢٧,٧	الصوديوم	٢,٨
الألومنيوم	٨,١	البوتاسيوم *	٢,٦
الحديد*	٥,١	الماغنسيوم *	٢,١
باقى العناصر وتمثل ١,٢ ٪			

* = عناصر مغذية للنبات.

تعتبر عناصر مغذية للنبات وهى الحديد، الكالسيوم، البوتاسيوم، والماغنسيوم، بينما باقى العناصر المغذية للنبات فتتواجد بكميةأقل من ٠,١٪، فمثلاً الفوسفور وهو أكبر العناصر توافراً في التربة يتواجد بتركيز حوالى ٠,١٪. وهنا يجب التأكيد بأن لا يوجد نيتروجين إطلاقاً داخل التركيب الكيميائى للصخور والمعادن الأرضية، بينما يوجد فقط فى مكونات المادة العضوية بالتربة.

وعموما لا تتواجد العناصر الغذائية فى صورة منفردة فى الأرض، بل تتواجد فى صورة مركبات كيميائية معدنية وعضوية.

ويمكن تقسيم هذه المركبات إلى:

أولا: المعادن الأولية: Primary Minerals

وهى المعادن السائدة فى الجزء الخشن من الأرض كالسلت والرمل (٠,٠٢ – ٠,٠٥مم)، وهذه المعادن تنتج من تفتت الصخور بفعل عوامل التجوية الطبيعية والتى لم يتغير تركيبها الكيميائى عما كانت عليه فى الصخر الأصلى.

وترجع أهمية هذه المعادن إلى أنها مخزن لبعض العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات. وبتعرض هذه المعادن للتجوية الكيميائية (مثل: الذوبان – التحلل المائى – الكربنة) تنطلق العناصر الغذائية الموجودة بها إلى المحلول الأرضى على صورة ميسرة

للامتصاص بواسطة النبات. والمعادن الشائعة فى التركيب المعدنى للسلت والرمل هى:

أ - معادن سليكاتيه:

وهذه المعادن منها:

١ - **الكوارتز SiO_2**: وهو صعب الذوبان جداً. ومقاوم للتعرية ويكون حبيبات مفردة. ولا تحتوى على أى عناصر غذائية ولكنها تُسهم فى تكوين الهيكل العام للأرض.

٢ - **معادن الفلسبارات Feldspars**: وهى تشكل نسبة كبيرة من المعادن المكونة للصخور، وتختلف الفلسبارات فى تركيبها حسب نوع القواعد الموجودة فيها سواء كانت بوتاسيوم مثل: الأورثوكلاز $K\ Al\ Si_3O_3$ وهو مقاوم للتعرية، ولكن يتاثر بالتحلل المائى ويكون مصدراً للبوتاسيوم فى الأرض. والبلاجيوكلاز **Plagioclase** ويعرف باسم الفلسبارات الصودية الكالسية وتشمل البيت $Na\ Al\ Si_3O_3$ وهو قابل للتعرية بسرعة عن الأرثوكلاز، والأنوروثيت $Ca\ Al\ Si_2O_8$ ويعتبر من مصادر الكالسيوم فى الأرض.

٣ - **معادن الميكا Micas**: وهى تتبع مجموعة السليكات الورقية والصفائحية ومنها ميكا مسكوفيت **Mica muscovite** ورمزها الكيميائى $K(Si,Al)_4AL_2O_{10}(OH)_2$ وتسمى بالميكا البيضاء، وعند تحللها تعطى معادن الطين وعنصر البوتاسيوم، ومنها أيضا، الميكا السوداء **Mica biotite** ورمزها الكيميائى $K(Si,Al)_4(Fe,Mg)_3O_{10}(OH)_2$ ولونها غامق، وعند تحللها ينطلق منها البوتاسيوم والحديد.

٥ - **الأوليفينات Olivines**: ورمزها $(Mg,Fe)SiO_3$ وعند تحللها تعطى معادن طين غنية بالحديد، ونظراً لسهولة تجوية هذه المعدن فإنها تُسهم فى خصوبة الأراضى التى تتواجد بها ومن الأوليفينات الفورستريت (سليكات ماغنسيوم) والفيالايت (سليكات حديدوز).

٦ - **التورمالين Tourmaline**: ورمزها $Na(Mg,Fe)_3Al_6(BO_3)_3$ ويعتبر هذا المعدن ذا أهمية خاصة من وجهة نظر كيمياء الأراضى وتغذية النبات لاحتوائه على عنصر البورون.

ب - المعادن غير سليكاتيه:

وتشمل هذه المجموعة ما يلى:

١ - **معادن الكبريتات والكبريتيدات:** ومن أهمها الجبس Gypsum ورمزه الكيميائى $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ويتراكم فى أراضى المناطق الجافة وشبه الجافة. ومن أمثلة الكبريتيدات معدن Pyrite (كبريتيد حديد FeS_2) وهو مصدر للحديد والكبريت.

٢ - **معادن الفوسفات:** وأشهرها معادن مجموعة الأباتيت Apatite group وتركيبها العام $Ca_{10}(F,OH)_2(Po_4)_6$ وهى المصدر الأساسى للفوسفات فى الأرض.

٣ - **معادن الكربونات:** وأكثرها شيوعا «فى الأراضى الكالسيت $CaCO_3$ والماغنيسيت $MgCO_3$ والدلوميت $(Ca,Mg(CO_3)_2$ والسيدريت $FeCO_3$ ولكنها أقل شيوعا». وهذه المركبات قليلة الذوبان فى الماء وتذوب نسبياً فى المحاليل الحمضية، وتعتبر مصدراً للكالسيوم والماغنسيوم.

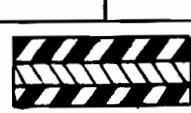
٤ - **الأكاسيد والأيدروكسيدات:** وهى تكون فى صورة مساحيق مغلفة لحبيبات الرمل والسلت والطين. ومن أمثلة المعادن التى تتواجد فى الجزء الخشن من الأرض، أكاسيد الألومنيوم مثل: الكوراندم AL_2O_3، الهيماتيت Fe_2O_3، المجناتيت Fe_2O_4 وهذا المركب يكسب الأرض اللون الأحمر.

ثانيا: المعادن الثانوية Secondary Minerals

وتشمل المعادن التى تنتج من التجوية الكيميائية للمعادن الأولية، وعلى ذلك فيكون لها تركيب كيميائى جديد، وتتواجد هذه المعادن غالباً فى الجزء الناعم من الأرض والذى يقل قطر حبيباته عن ٢ ميكرون. ويطلق على هذا الجزء الناعم من الأرض اسم الطين Clay.

ويتركب الطين من حبيبات تختلف فى تركيبها الكيميائى والمعدنى، وتنتمى إلى أكثر من مجموعة من المركبات والمعادن المختلفة. وجدول (١-٢) يوضح باختصار تركيب وصفات هذه المجموعات. وترجع أهمية المعادن الثانوية إلى زيادة سطحها النوعى، والذى يحمل شحنات كهربائية تكون الغالبية العظمى منها سالبة، والذى

جدول (١-٢) : تركيب وصفات أهم معادن الطين

المعدن ⇐ الصفة ⇓	الكاولينيت	الإيلليت	المعادن المتحولة	الفيرميكيوليت	المونتموريللونيت	الكلوريت ١:١:٢
نوع المعدن ⇐ تركيب الطبقات ⇐	١:١		Si, Al Al, Fe, Mg Si, Al		١:٢ 	
موقع الإحلال المتماثل	–	لسلسا لى طبقة التتراهيدرا			لسلسا لى الأوكتاهيدرا	لى التتراهيدرا والأوكتاهيدرا
مقدار شحنة الوحدة	صفر تقريبا	٠,٦٦ - ٠,٩٠			٠,٢٥ - ٠,٦٠	صفر تقريبا
القدرة على التمدد	–	–	+	++	+++	–
وجود اسطح داخلية	–	+	++	+++	+++	–
سعة إمتصاص الماء	+	+	++	+++	++++	+
سعة إمتصاص الأيونات	+	++	+++	++++	+++	+
قدرة حجز البوتاسيوم	–	–	+++	+++	+	–
الليونة والإلتصاق	+	+	++	+++	+++	+

يدمص عليها الكاتيونات الغذائية، ويمكن لهذه الكاتيونات أن تنطلق إلى المحلول الأرضى عن طريق عملية التبادل الأيونى. وعلى ذلك نجد أن المعادن الثانوية تتحكم فى تركيز الأيونات المختلفة فى المحلول الأرضى، وبالتالى السعة التبادلية الكاتيونية والتى لها دور أساسى فى تغذية النبات.

مصادر الشحنة السالبة على أسطح الطين:

١ - الإحلال المتماثل Isomorphous substitution

ويعتبر المصدر الرئيسى للشحنة السالبة لمعادن الطين. وهو إحلال كاتيونات ذات تكافؤ أقل محل كاتيونات أخرى ذات تكافؤ أعلى فى الوحدة البلورية للمعدن مما يجعل صافى الشحنة سالب (لأن صافى الشحنة للبلورة قبل الإحلال متعادل).

وعادة لا تتأثر هذه الشحنة بالعوامل الخارجية مثل درجة الـ pH فى المحلول الخارجى مما يجعل هذه الشحنات من النوع الثابت. والإحلال الشائع هو إحلال الألومنيوم الثلاثى محل أيون السليكون الرباعى فى طبقة التتراهيدرا، وكذلك إحلال الماغنسيم والحديد الثنائى محل الألومنيوم فى طبقة الأوكتاهيدرا. والشحنة السالبة الناتجة فى الحالة الأولى تكون قريبة من السطح، بينما فى الحالة الثانية تكون بعيدة عنه، ولذلك يعتقد أن الأيونات المدمصة على أسطح المعادن تكون ممسوكة بقوة أكبر إذا كان مصدر الشحنة هو طبقة التترا هيدرا كما هو الحال فى معدن الميكا والفيرميكيولايت، وتكون ممسوكة بقوة أقل إذا كان مصدر الشحنة هو طبقة الأوكتاهيدرا.

كذلك يعتبر الإحلال المتماثل المصدر الأساسى للسعة التبادلية الكاتيونية فى معادن (١:٢) مثل المونتيموريللونيت والفيرميكيولايت، أما مجموعة (١:١) ومنها الكاؤولينيت فتتميز بانخفاض شحنتها نظراً لعدم وجود إحلال متماثل فى وحداتها البنائية.

٢ - الروابط المكسورة Broken bonds

عند تكسير المعدن إلى حبيبات صغيرة فإننا نجد أن الروابط الموجودة على الحواف تصبح غير مشبعة، وبزيادة عدد هذه الروابط المكسورة تزداد السعة التبادلية الكاتيونية الناشئة عنها، وهذا المصدر هو المسئول عن السعة التبادلية الكاتيونية لمعادن الكاؤولينيت والهالوسيت والأليت.

٣ - تأين الأيدروجين

يحدث ذلك فى مجموعة الأيدروكسيل المعرضة على سطح المعادن والناتجة من الروابط المكسورة. أما مجاميع الأيدروكسيل الموجودة فى بناء المعدن فمن الصعب حدوث تأين لها.

٤ - العيوب البلورية

وهى عيوب تنتج أثناء بلورة المعادن فى محاليل لاتحتوى على كميات متكافئة من الكاتيونات أو الأنيونات، ويؤدى ذلك إلى امتصاص سطحى لبعض الأيونات الأخرى مما يؤدى فى النهاية إلى تكوين شحنة على البلورة قد تكون سالبة إذا حدث زيادة فى امتصاص الأنيونات عن الكاتيونات، أو تكون موجبة إذا حدث العكس. وتعتبر أهمية هذا المصدر للشحنة السالبة قليل جداً.

٥ - الشحنة المتوقفة على الـ pH

حيث تزداد الشحنات أو تقل حسب رقم pH الوسط فتزداد الشحنة السالبة وتنخفض الشحنات الموجبة فى الوسط القلوى بزيادة تأين المجاميع الحامضية ونقص اكتساب البروتون H^+ إلى المجاميع القاعدية. وفى حالة انخفاض رقم pH الوسط فإن الشحنة تسلك عكس هذا المسلك، أى زيادة الشحنة الموجبة ونقص الشحنة السالبة كما هو موضح فى المعادلات.

تحت ظروف الأراضى القلوية:

$$Si - Caly - OH + OH^- \Rightarrow Si - Caly - O^- + H_2O$$

سطح الطين السليكاتى سطح الطين السليكاتى

تحت ظروف الأراضى الحامضية:

$$Si - Caly - OH + H^+ \Rightarrow Si - Caly - OH_2^+$$

سطح الطين السليكاتى سطح الطين السليكاتى

ويتضح مما سبق وجود شحنة سالبة على معظم معادن الطين أياً كان مصدرها، وهذه الشحنات السالبة لابد من توازنها، ويتم ذلك عن طريق ادمصاص الأيونات السابحة فى المحلول الأرضى، ويمكن لهذه الأيونات (كاتيونات) أن تخرج إلى المحلول الأرضى مرة أخرى مما يُكسب هذه المعادن القدرة على التبادل الأيونى. وعلى ذلك نجدان المعادن الثانوية تتحكم فى تركيز الأيونات المختلفة فى المحلول الأرضى، وتعتبر الأيونات المدمصة مخزون أساسى لغذاء النبات.

وتختلف كميات الكاتيونات القابلة للتبادل فى الأرض باختلاف السعة التبادلية الكاتيونية والتى تتوقف على قوام الأرض، نوع معدن الطين حيث تزداد كميات الكاتيونات المتبادلة كما زادت كمية الطين فى الأرض. وأهم المعادن الثانوية التى لها أسطح نشطة هى معادن الطين ومنها الكاؤولينيت – الإليت – المونتيموريللونيت والتى تختلف فى سعتها التبادلية الكاتيونية ما بين ٣–١٥، ٣٠–٤٠،٨٠–١٥٠ ملليمكافىء/ ١٠٠جم معدن على التوالى.

ومن الجدير بالذكر أن الحبيبات الغروية، معدنية كانت أو عضوية أو معقدة (المعقد الغروى يكون ناشئ من اتحاد الطين والدبال فى مركب يطلق عليه اسم المعقد الغروى Clay-humus complex) تلعب دوراً هاماً فى تحديد الخواص الطبيعية والكيميائية للأرض، فكلما زاد مقدارها فى الأرض كلما زادت الأرض تماسكاً وقدرة على حفظ الماء وقل فقد الماء منها بالرشح والبخر، واتسعت قدرتها على اختزان عناصر الغذاء النباتى فى صورة صالحة للاستعمال. ويمكن إيجاز أهمية كمية الطين فى التربة الزراعية فى النقاط الآتية:

١ – إن الطين ذو أقطار تدخل فى حدود الأقطار الغروية، ولذلك فإن سطحه النوعى كبير جداً مما يترتب عليه زيادة كبيرة فى الماء الممتص أو المرسب على صورة ماء أيجروسكوبى، وعلى هذا تتوافر البيئة الصالحة لنمو النبات.

٢ – الطين حساس للإلكترونيات فيتجمع بها، أى أن له خواص كهروكيميائية، وعلى ذلك فإنه يدخل فى تفاعلات كيميائية هامة ذات أبعاد كبيرة فى تغذية النبات مثل تبادل الأيونات وتثبيتها.

٣ – محتوى الأرض من هذا الجزء الغروى يؤثر على الصفات والخواص الطبيعية الممزة للأرض مثل: البناء – النفاذية – التماسك – حركة الماء..... إلخ. وهذه الصفات لها تأثيرها الكبير على نمو النبات.

٤ – يدخل فى تركيب معادن الطين كثيراً من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، وبالتالى فهى مصدر هام لهذه العناصر.

٥ – محتوى الأرض من الطين يكون دلالة على مدى شدة عملية التجوية الكيميائية المختلفة والتى تعرضت لها أثناء تكوينها.

٦ – السعة التنظيمية Buffering capacity للأرض (مقاومة الأرض للتغير فى رقم pH الأرض) وتتأثر بوجود الغرويات المعدنية والعضوية، مثل الطين والدبال، والتى تعمل كأحماض ضعيفة التأين، كما ترجع إلى وجود الكربونات، وخاصة مركبات الكالسيوم والماغنسيوم. والواقع أن قدرة الأرض التنظيمية تتناسب طردياً مع كمية ما بها من الطين والمواد العضوية الدبالية وكربونات الكالسيوم.

ثالثاً: المادة العضوية Organic matter

تُعتبر المادة العضوية من أهم مكونات الأرض ذات النشاط الكيميائى. ويختلف محتوى الأراضى من المادة العضوية، حيث تكون نسبتها فى أراضى المناطق الجافة ذات المناخ الحار منخفضة. وتتكون المادة العضوية من مخلفات النباتات والأحياء وأهمها الجذور والأوراق المتساقطة ومخلفات المحاصيل عند الحصاد. كذلك من الكائنات الحية الدقيقة الأرضية مثل البكتريا – الطحالب – الفطريات والديدان الأرضية وتوجد فى حالة مخلوط مع معدن التربة. وتحت الظروف الحقلية تعتبر مخلفات المحاصيل، التسميد

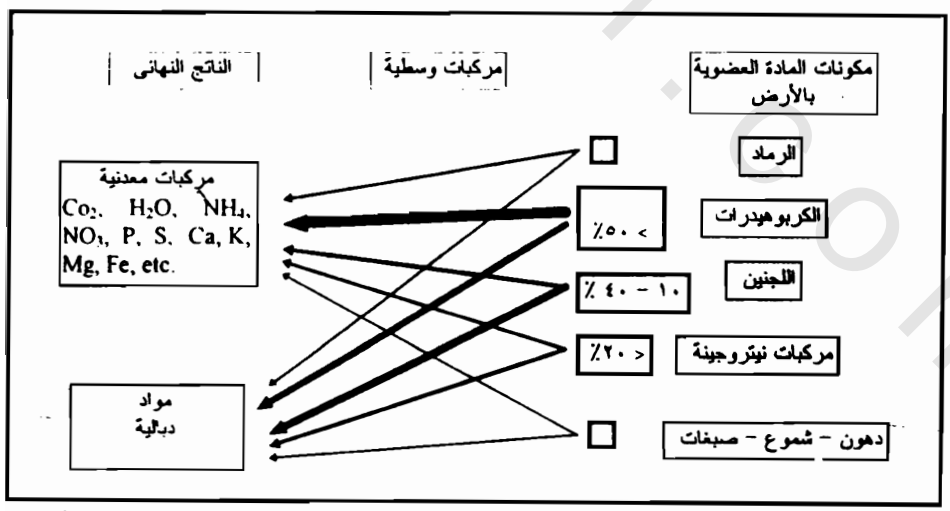
الأخضر، الأسمدة العضوية الصناعية، ومخلفات مزارع الدواجن هى المصادر الأساسية للمادة العضوية فى التربة الزراعية. ومما سبق نجد أن غالبية المادة العضوية من بقايا النباتات وعلى ذلك فهى تحتوى على جميع العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات وبنفس نسب تواجدها داخله. ويؤدى مهاجمة الكائنات الحية الدقيقة فى الأرض للمادة العضوية (والتى تستخدمها كمصدر للطاقة) إلى تغيرات فى كميات العناصر الغذائية المكونة لها وفى نسب هذه العناصر بعضها لبعض حيث تُفقد بعض العناصر مثل الكربون والأكسجين والأيدروجين بكميات كبيرة، والبعض الآخر مثل النيتروجين والفوسفور والكبريت بكميات أقل. وشكل (١-٢) يوضح تركيب المادة العضوية بالأرض ونواتج تحللها عن Schroeder سنة ١٩٨٤.

وتعتبر العوامل المؤثرة على نشاط الكائنات الحية الدقيقة هى نفس العوامل التى تُعتبر محددة لتحلل المادة العضوية، وتنحصر هذه العوامل فيما يلى:

١ – طبيعة المادة العضوية المتحللة، كنوع النبات النامى وعمره وتركيبه الكيميائى.

٢ – خواص الأرض، من حيث ملاءمتها للعمليات الحيوية، فدرجة التهوية وكمية الرطوبة بالأرض ودرجة حموضتها كلها ذات تأثير على النشاط الحيوى بها.

٣ – حالة المناخ، وأهمها درجة الحرارة وكمية المطر حيث لها تأثير مُباشر على تحلل المادة العضوية.



شكل (١-٢): نواتج عملية المعدنة للمادة العضوية وتكوين الدبال بالأرض

والناتج النهائى لتحلل المادة العضوية عبارة عن مجموعة من العناصر المعدنية بجانب مادة معقدة التركيب وبطيئة التحلل يطلق عليها اسم الدُبال Humus شكل (١-٢)، وهو عبارة عن مادة عضوية وصلت فى انحلالها إلى درجة متقدمة، وهى غير متجانسة فى تركيبها الكيميائى ذات لون متغير بين البنى الأسود وهى لا تشبه تماماً المادة العضوية الناشئة منها. ومن خصائص الدُبال أيضاً بأنها عبارة عن مادة غروية لها أسطح نشطة عليها شحنات سالبة من تأين مجاميع الكربوكسيل COOH والفينول، وعلى ذلك فإنها تدمص على سطوحها الأيونات موجبة الشحنة. ويمكن إيجاز دور المادة العضوية فى الأرض الزراعية فيما يلى:

١ - تعمل كمادة لاحمة بين الحبيبات الفردية، وبالتالى تؤدى إلى نشوء التجمعات الأرضية Soil aggregates مما يقلل من انجراف التربة الرملية وتحسن من فلاحة هذه الأرض. وبالتالى تُحسن من الصفات الطبيعية للأرض مثل: البناء - التهوية (فى الأراضى الطينية) وسهولة حركة الجذور ومرور الماء بها.

٢ - تزيد من محتوى الأرض من العناصر الغذائية، كذلك تحمى بعض العناصر من الفقد بالغسيل.

٣ - تزيد من كمية الماء الميسر للنبات وخاصة فى الأراضى الرملية والطمييية حيث تزيد من قدرة هذه الأراضى على الاحتفاظ بالماء.

٤ - تعتبر مخزون للمغذيات النباتية. فمعظم النيتروجين وكثير من الفوسفور والكبريت بالأرض يكون فى صورة عضوية، ناتجة من تحلل المادة العضوية وهذه العناصر تُصبح ميسرة للنبات.

٥ - قد تكون مصدرا لبعض الهرمونات ومنظمات النمو الطبيعية للنباتات النامية.

٦- تعتبر المصدر الرئيسى لغذاء الكائنات الدقيقة الأرضية، وعلى ذلك وجودها يزيد من النشاط الميكروبى.

٧ - عند تحلل المادة العضوية فى الأرض تتكون بعض الأحماض العضوية التى لها القدرة على إذابة بعض المركبات الغذائية للنبات، كذلك بعد تحللها وتحت الظروف المختلفة ينتج غاز CO_2 والذى يتحول إلى حمض الكربونيك، وهذا الحمض له أثر قوى فى الإذابة أكثر من الماء.

٨ – يمتاز الدُبال بأن السعة التبادلية الكاتيونية له عالية. وهى ذات فائدة كبيرة خصوصاً للأرض الرملية ذات السعة التبادلية المنخفضة. كذلك وجود الدبال يُكسب الأرض لوناً داكناً، وبذلك تزداد قدرتها على امتصاص الأشعة الحرارية من الشمس مما يزيد من النشاط الميكروبى، وأيضاً يزيد الدُبال من السعة التنظيمية للأرض.

obeikandl.com

obeikandl.com