فصل دوم

خواص خاک

۱- مبادله یونی (کاتیونی)[۱]

الف - مقدمه:

مبادله یونی یا کاتیونی برای خواص خاک، دارای اهمیت بسیاری است. کاتیونهای قابل تبادل، در بافت خاک، مقدار هوا و آب خاک، فعالیت حیاتی و واکنش خاک و همچنین در پدیده‌های ساختمانی و تکاملی (تشکیل تیپ‌های مختلف) خاک، بسیار موثر است و نقش خیلی مهمی را ایفا می‌کند

کاتیونهائی که از طریق کود دادن، به خاک اضافه می‌شود، در مبادله با کاتیونهای قابل تبادل، قرار می‌گیرد و قسمت اعظم آنها به صورت قابل تبادل در می‌آید. در این حالت یا وضعیت کاتیونها به میزان قابل توجهی از شسته شدن و از دسترس گیاه خارج شدن، مصون میماند، ولی قابل استفاده برای گیاه می‌باشد.

به دلیل اهمیت ویژه و تأثیر چند جانبه‌ای که مبادله کاتیونی در خواص خاک و قابلیت جذب مواد غذائی دارد، لازم است که درباره آن به تفصیل صحبت شود. اما برای آنکه در این نوشته سخن خیلی به درازا نکشد و دانشجویان هم تا حدودی از آن اطلاع حاصل کنند به شرح مطالب ذیل می‌پردازیم.

ب - کلیات راجع به پدیده جذب:

ذرات جامد خاک، قادر است ملکول و یونها را هم در حالت گاز (مانند ازت،

Scanned with CamScanner

اکسیژن، آمونیاک و غیره) و هم از محلول‌ها، جذب کند.

همانطور که قبلا هم متذکر شدیم، مبادله یونی از خواص مهم خاک به شمار میرود. مبادله یونی یعنی قابلیت و استعداد جذب یون بوسیله ذرات خاک و پس دادن آن، به مقدار مساوی مجدداً به محلول خاک. قسمتهائی از خاک که دارای خاصیت جذب یون و پس دادن آن به محلول خاک است (یعنی یون را مبادله می‌کند) اجسام مبادله کننده[۱] خوانده می‌شود.

ج - تشریح و توصیف مبادل کاتیونی:

برای آنکه پدیده تبادل کاتیونی را بفهمیم، کافی است که مقداری از یک خاک را در محلولی از کلروآمونیوم[۲] بریزیم و سپس شیشه را تکان بدهیم. در اینجا یونهای آمونیوم[۳] در سطح ذرات خاک قرار می‌گیرد و یونهائی راکه در سطح ذرات خاک بوده از جایش خارج میسازد. این یون وارد محلول خاک می‌شود. در واقع یون آمونیوم با یون موجود در سطح جسم مبادله کننده (ذره خاک) مبادله می‌گردد. چنانچه چندین بار محلول جدید کلرور آمونیوم روی همین خاک بریزیم، تمام یونهای موجود در سطح ذره خاک مانند کلسیوم، منیزیوم، سدیوم، پتاسیوم، هاش و غیره.... به وسیله یون آمونیوم از جای خود خارج می‌شود و جای آن را یون آمونیوم می‌گیرد(اگر یون دو ظرفیتی باشد، مانند کلسیوم، معمولا دو یون آمونیوم بجای آن می‌نشیند = مقدار اکی والان)[۴]

- به مجموع کاتیونهائی که جذب خاک می‌شود مانندکلسیوم، منیزیوم و غیره... هیدروژن «ظرفیت تبادلی»[۵] گویند.

- مجموع کاتیونها (مانند کلسیوم و منیزیوم، پتاسیوم و غیره) بدون هیدروژن را «بازهای قابل تبادل» نامند.

کاتیونها معمولا هم روی جسم مبادله کننده قرار دارد و هم در محلول خاک.

1. Austauscher
2- $CINH_4$
3- NH_4^+

مهمترین اجسام مبادله کننده خاک رس و هوموس

د- اجسام مبادله کنند:

اجسامی در خاک وجود دارد که استعداد گرفتن مواد و مبادله یونی را دارد. این اجسام که عمل تبادل را انجام می‌دهد، «اجسام مبادله کننده» خوانده می‌شود. مهمترین اجسام مبادله کننده خاک رس و هوموس است. البته قدرت جذب مواد و همچنین مبادله یونی در ماده آلی به خصوص ماده آلی که خوب پوسیده و هوموس مرغوبی را تشکیل می‌دهد، بیشتر از رس است.

هـ- تأثیر کلی جذب و مبادله کاتیونی در خواص خاک و رشد گیاه:

تأثیر مبادله یونی در خواص فیزیکی، شیمیائی و حیاتی خاک و در نتیجه در رشد گیاه، بسیار زیاد است.

(۱)- تأثیر در خواص فیزیکی:

یونهائی که جذب خاک (جسم مبادله کننده) می‌شود، هر چه آب اطراف (آب هیدراته)[۱] آنها کمتر باشد بیشتر سبب بهبود خواص فیزیکی خاک می‌گردد. به عنوان مثال هر چه در خاک کلسیوم و منیزیوم بیشتر باشد بهتر است تا سدیوم. سدیوم به علت داشتن قشر آبی ضخیم و یک ظرفیتی بودن، سبب خراب شدن بافت خاک می‌گردد. روی همین اصل وقتی زمینهای شور به وسیله باران یا آب آبیاری، مرطوب بشود، معمولا مدتها خاک بصورت گل چسبنده باقی میماند. جریان آب شیرین از زهکشها، نمک‌ها را با خود می‌برد و خواص خاک را بهبود می‌بخشد (تأثیر آبهای سطحی شیرین- سیلابهای خوب و شیرین، در شستشوی زمینهای کویری).

(۲)- تأثیر در خواص شیمیائی خاک در رشد گیاه:

مبادله یونی یا کاتیونی در خواص شیمیائی خاک و همچنین تغذیه گیاه نقش مهمی را به عهده دارد. هر چه یونهائی که به عنوان ماده غذائی گیاه محسوب می‌شود، جذب ذرات خاک گردد، برای خواص شیمیائی خاک و همچنین رشد گیاه، بهتر است به

عنوان مثال کلسیوم، منیزیوم، و آمونیوم که از مواد غذایی گیاه به شمار می‌رود، هرچه در زمین بیشتر باشد، یعنی جذب ذرات خاک گردد، خواص شیمیائی خاک و در نتیجه رشد گیاه بهتر می‌شود.

بر عکس یونهائی مانند سدیوم که ماده غذائی مورد نیاز گیاه نیست، سبب بد شدن خواص شیمیائی خاک می‌گردد.

معمولا در خاکهای زراعتی نسبت یونهای قابل تبادل جذب شده، به شرح ذیل است:

۸۰ تا ۹۰ درصد کلسیوم

۱۰ درصد منیزیوم

۲ تا ۳ درصد پتاسیوم

۱ درصد سدیوم

این نسبتها در خاکهای مختلف متفاوت است. به عنوان مثال ممکن است نسبت سدیوم در بعضی از خاکها مانند خاکهای شور قلیائی یا سدیومی به ۳۰ تا ۴۰ درصد برسد.

۲- اسیدیته و پ - هاش خاک

ترشی یا اسیدیته[۱] خاک به طور مستقیم و غیر مستقیم در خواص فیزیکی، شیمیائی و حیاتی خاک، تأثیر بسیار زیادی دارد.

اسیدیته یا ترشی خاک را از روی میزان یونهای اسید کننده مانند هاش (هیدروژن) یا آلومینیوم و غیره می‌سنجند، به عبارت دیگر، درجه اسیدی خاک بیشتر در نتیجه‌ی زیاد شدن یونهای هاش و آلومینیوم در خاک و قرار گرفتن این یونها، به جای یونهای منیزیوم، پتاسیوم، سدیوم و غیره... در سطح جسم مبادله کنند، بالا میرود. این عمل در طبیعت، در نتیجه‌ی تأثیر این عوامل صورت می‌گیرد: مانند آب نفوذی (براثر آبیاری یا بارندگی زیاد)، ترشح زیاد یون هاش توسط ریشه گیاه، کودهای اسیدی و خلاصه گوگرد و ترکیبات گوگردی که در دود کارخانجات زیاد باشد و توسط باران و

برف وارد زمین گردد.

پ ـ هاش*:

خاصیت اسیدی** یا بازی یک ماده، بستگی به میزان H^+ و یا OH^- آزاد موجود در آن دارد. در آب خالص تعداد یونهای مذکور با هم مساوی است، پس محیط آن نه اسیدی است و نه بازی، بلکه خنثی است. در محلول خاک، ممکن است یکی از دو یون مذکور بیشتر باشد و به همین دلیل، هر خاکی، دارای یک نوع واکنش است: اسیدی، خنثی و یا قلیائی.

پ ـ هاش خاک در خواص فیزیکی، شیمیائی وحیاتی خاک و در نتیجه در رشد گیاه و میزان محصول نیز تأثیر به سزائی دارد. بیشتر گیاهان زراعتی، در محیط خنثی خوب رشد می‌کنند ولی هستند گیاهانی که در واکنش کمی اسیدی و برعکس گیاهان دیگری که درمحیط قلیائی، بهتر رشد می‌کنند و یا محصول می‌دهند.

بعضی از گیاهان غیر زراعتی (گیاهان طبیعی مانند بوته‌ها و علفهای هرز) معرف قلیائی و یا اسیدی بودن خاک هستند به این معنی که برخی از آنها، فقط در خاکهای

---

*ـ PH از حروف اول کلمه‌های Potentia Hydrogenium گرفته شده است.

**ـ معمولا درجه واکنش (قلیائی یا اسیدی بودن محیط) را با اعدادی مانند ۸ـPH ویا ۶ـPH و غیره نشان می‌دهد. این رقم در واقع معرف غلظت یونهای Hلگاریتم منفی غلظت یون H یک محلول به گرم لیتر) است. غلظت یون H آب را بطور خلاصه این طور حساب می‌کنند:

آب بیشتر به صورت ملکول H_2O می‌باشد و به مقدار خیلی ناچیز یونیزه (تبدیل به یونهای H و OH شده است، به عبارت دیگر از یک لیتر آب خالص $۱۰^{-۱۴}$ مولکول گرم آن به یونهای H و OH) تجزیه شده است. بنابر این غلظت یون H به تنهائی مساوی $۱۰^{-۷}$ است.

[درجه اسیدی = غلظت یون H = $۱۰^{-۷}$ = $\frac{۱}{۱۰/۰۰۰/۰۰۰}$]

معمولا برای سهولت امر بجای $۱۰^{-۷}$ که غلظت H می‌باشد، لگاریتم منفی آن (۷) را با PH یعنی توان یونی هیدروژن بکار می‌برند ۷ = $۱۰^{-۷}$ log - به این ترتیب غلظت یون H آب خالص مساوی $۱۰^{-۷}$ و PH آن مساوی ۷ می‌شود. بنابراین PH آب خالص که مایعی است خنثی مساوی هفت (۷) است.

اسیدی می‌رویند و رشد می‌کنند. با تغییر کردن واکنش محیط، امکان دارد که گیاهان بومی آن خاک از رشد باز بمانند و یا حتی از بین بروند و جای آنها را گیاهان دیگری که سازگار با آن شرایط باشند بگیرند.

خاکها را بر اساس پ - هاش آنها می‌توان طبق جدول ذیل (جدول شماره ۹) درجه بندی کرد:

جدول شماره ۹ درجه بندی خاکها بر اساس پ - هاش

واکنش	پ - هاش		پ - هاش
	۷		
خنثی	۶/۹ تا ۶	کمی قلیائی	۷/۱ تا ۸
کمی اسیدی	۵/۹ تا ۵	متوسط قلیائی	۸/۱ تا ۹
متوسط اسیدی	۴/۹ تا ۴	زیاد قلیائی	۹/۱ تا ۱۰
زیاد اسیدی	کمتر از ۴	خیلی زیاد قلیائی	بیشتر از ۱۰
خیلی زیاد اسیدی			

۳- مواد غذائی گیاه در خاک

مواد غذائی به عناصر و یا ترکیباتی اطلاق می‌شود که برای گیاه لازم است (برای مواد ساختمانی آن، برای فعالیت‌های آن برای دفع اثر زیانبخش مواد دیگر و غیره غیره...)

در بین تعداد کثیری از عناصری که در گیاه وجود دارد، عناصر نامبرده در ذیل، امروزه برای گیاه لازم و ضروری تشخیص داده شده است:

- کربن، هیدروژن، اکسیژن
- ازت - فسفر، پتاسیوم، منیزیوم، کلسیوم
- گوگرد - بر - آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن، کبالت،
- گیاه مواد ساختمانی اصلی بدن خود یعنی کربن، هیدروژن واکسیژن را از هوا می‌گیرد.
- گیاه آب را، هم از طریق ریشه (از زمین) و هم از طریق برگ جذب می‌کند.
- گیاه دیگر مواد غذائی مورد نیاز خود را اغلب از طریق ریشه از زمین می‌گیرد معهذا امکان جذب مواد غذائی از طریق برگ نیز برای گیاه وجود دارد.

Scanned with CamScanner

قسمت اعظم مواد غذائی گیاه که در خاک، موجود است، از خاک، یعنی از سنگ اصلی زمین است که خود خاک هم از آن به وجود آمده و تکامل یافته است. قسمتی هم از خارج به وسیله کود، باران، آب زیر زمین و غیره... به خاک اضافه می‌شود.

عناصری که به عنوان مواد غذائی گیاه در خاک وجود دارد و گیاه آن را جذب می‌کند، می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

دسته اول - عناصری که مواد غذائی برای گیاه به شما میرود و گیاه به آن به مقدار بالنسبه زیاد احتیاج دارد، مانند کلسیوم، پتاسیوم، ازت، منیزیوم و غیره... هرگاه یکی از این عناصر در خاک نباشد، گیاه قادر نخواهد بود، در آن خاک به رشد خود، ادامه می‌دهد.

دسته دوم - عناصر غیر ضروری یعنی عناصری که گیاه به آن احتیاج مبرم ندارد، هر چند هم ممکن است از آن به مقدار زیاد در دسترس گیاه باشد و گیاه آن را جذب هم بکند، مانند سدیوم و آلومینیوم. گیاه می‌تواند بدون این عناصر هم رشد کند و به زندگی خود ادامه بدهد.

دسته سوم - عناصر ضروری ولی کم مصرف[۱] که گیاه بدون هر یک از آنها قادر به ادامه حیات نیست، به عناصر کم مصرف، امروزه «ریزمغذی» هم می‌گویند. از طرف دیگر اگر هر یک از این عناصر به مقدار زیاد در زمین، یعنی در اختیار گیاه باشد، برای گیاه ایجاد مسمومیت می‌کند. این عناصر عبارتند از روی[۲]، مس[۳]، کبالت[۴] و مولیبدن[۵] و غیره...

مواد غذائی گیاه به صورت‌های ذیل در خاک وجود دارد که بعضی از آنها به آسانی و برخی دیگر به سختی و یا پس از تحولات زیادی برای گیاه، قابل جذب می‌گردد:

الف - عناصر حل شده در محلول خاک:

این صورت از مواد غذائی حل شده در محلول خاک، به آسانی قابل جذب برای گیاه است و اصولاً گیاهان عالی مانندگندم و جو، پنبه و غیره مواد غذائی را که به صورتهای دیگر در خاک وجود دارد، هنگامی می‌توانند جذب کنند، که به این صورت، یعنی حل شده در محول خاک درآید.

محلول خاک:

مایعی که اطراف ذرات خاک را احاطه کرده، ممکن است گاهی حتی تا ۲۵ درصد وزن خاک را تشکیل دهد. این مایع مقداری از یونهای موجود در سنگها و بطور کلی در خاک را، در خود حل می‌کند. به این جهت است که این مایع را، محلول خاک می‌نامند.

مقدار این محلول نسبت به عمق خاک تغییر می‌کند و چون کانی‌ها در آب کم و بیش محلول است، لذا در محلول خاکهای مختلف، اجسام گوناگونی یافت می‌شود که در تغذیه معدنی گیاه نقش مهمی را به عهده دارد، بطوری که می‌توان گیاهان را در محلولهای خاک، به نمو کامل رساند.

محلول‌های خاکهای مختلف با یکدیگر اختلاف کلی دارد ولی در محلول خاک ثابتی، غلظت جسم معین مثلا غلظت فسفر تقریباً همیشه ثابت است، بطوری که می‌توان گفت بین مقدار جسمی که به صورت غیر محلول یا ذخیره در خاک وجود دارد و مقداری از آن که در محلول خاک حل شده است، همواره یک حالت تعادل برقرار می‌باشد. این تعادل، ممکن است بطور موقت در نتیجه‌ی تأثیر بعضی از عوامل فیزیکی مانند حرارت، تغییر کند و به همین دلیل است که محلول خاکهای در فصول مختلف سال غلظتهای مختلفی می‌باشد.... به تجزیه ثابت شده است که غلظت محلول خاک در بهار- تابستان، بیش از سایر فصول است و ممکن است براثر پاشیدن کود و یا فعالیت شدید میکروارگانیسم‌های خاک، غلظت محلول خاک افزایش یابد.

بطور کلی می‌توان گفت که خاکهائی که حاصلخیز است، محلول‌های غلیظتری دارد.

ب - عناصر قابل تبدیل جذب شده:

اینها عناصری هستند که جذب سطحی اجسام مبادله کننده (رس، مواد آلی، و

غیره) شده به آسانی جذب گیاه می‌گردند (از روی جسم مبادله کننده در مقابل عناصر دیگر آزاد شده، وارد محلول خاک می‌گردد وسپس جذب گیاه می‌شود). مانند کلسیوم، پتاسیوم و غیره...

ج ـ عناصر غیرقابل تبادل جذب شده:

برخی از عناصر مانند آهن سه ظرفیتی، هنگامی جذب سطحی ذرات خاک بشود، آنچنان سفت و سخت جذب می‌شود که به آسانی از آن جدا نمی‌شود.

د ـ عناصر موجود در ترکیبات مختلط:

درکانیهای تجزیه نشده، مانند سلیکاتها (ترکیبات مختلط)، عناصری چون کلسیوم، منیزیوم و غیره به صورت ترکیب وجود دارد که به این صورت برای گیاه قابل جذب نیست ولی براثر پدیده تخریب و تجزیه کانی، اغلب آنها به صورت قابل جذب در می‌آید.

مواد غذائی ممکن است به صورت آلی و یا معدنی نیز در خاک وجود داشته باشد. در هر صورت گیاه قادر نیست مواد غذائی مورد نیاز خود را بصورت آلی جذب کند. مواد آلی به مواد معدنی تبدیل می‌شود (می‌پوسد)، آنگاه مواد یا عناصر قابل جذب برای گیاه فراهم می‌شود.

مواد غذائی ممکن است تحت تأثیر حرکت آب در زمین، به مرور در یک محل جمع بشود. اگر آب نفوذی در خاک هم باشد، مواد غذائی در اطراف ریشه گیاه باقی میماند. اما اگر زیاد باشد ، مواد غذائی به طبقات پائین‌تر منتقل و کم کم داخل آب زیرزمینی می‌شود، به عبارت دیگر عمل شستشو، انجام می‌گیرد. براثر شستشو ممکن است مقدار زیادی از مواد غذای از دسترس گیاه خارج شود (در مناطقی که بارندگی زیاد است و یا آبیاری زیاد صورت می‌گیرد).

منابعی که برای تهیه فصل دوم مورد استفاده قرار گرفته است:

1-Klapp:1958.S.70-78,u.84-100

2-Schefer ,F.und Schachstschabell,1999.

Scanned with CamScanner