

شناخت ظرفیت تبادلی کاتیونی، خاصیت تامپونی خاک و درصد اشباع

• مهندس بابک سلیم زاده

کارشناس خبره تولید سموم شرکت فرآورده های طیف سبز

• مهندس محمدرضا رسولی

کارشناس زراعت اصلاح نباتات

• مهندس خبازی

شوند. چون سطح ذرات رس و مواد آلی خاک دارای بار منفی هستند بنابراین، کاتیون ها را جذب می نمایند. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) عبارت است از توانایی خاک در جذب، نگهداری و تبادل عناصر کاتیونی. ظرفیت تبادل کاتیونی برحسب میلی اکی والان کاتیون در صد گرم خاک بیان می شود. هرچه خاک ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری داشته باشد ظرفیت آن در جذب، نگه داری و تأمین عناصر غذایی کاتیونی برای گیاه بیشتر است. در شکل زیر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک الف بیشتر از خاک ب بوده و بنابراین مقدار بیشتری کاتیون نگه داری نموده است.

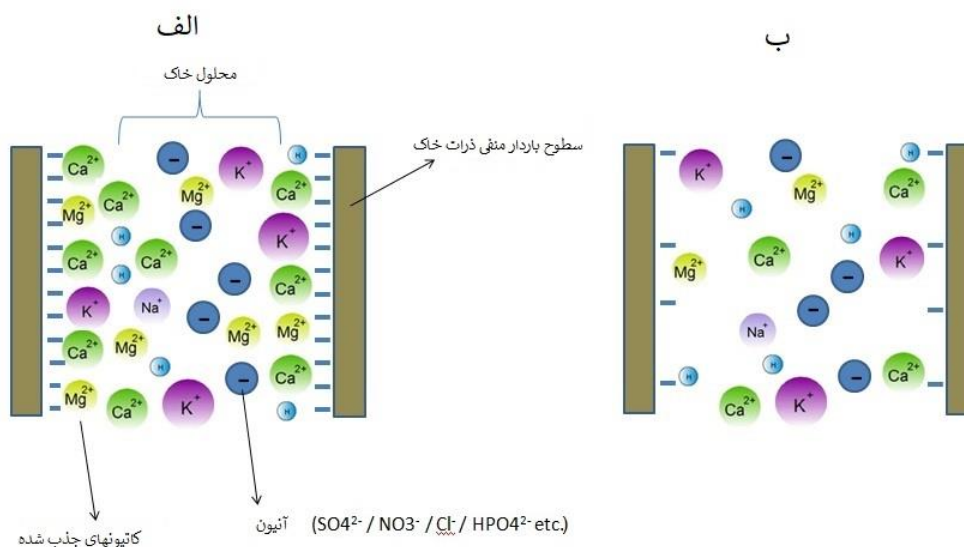
در جدول صفحه بعد خصوصیات خاکهای با ظرفیت تبادل کاتیونی کم و زیاد آمده است. هرچه درصد رس و مواد آلی خاک بیشتر باشد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بالاتر خواهد بود.

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به علت وجود رس و مواد هیومیکی ایجاد می شود. CEC کل خاک مجموع CEC مواد ارگانیک و رس است. در خاک های دارای مقادیر متوسط تا زیاد رس، بخش مهمی از CEC ممکن است به دلیل رس باشد. از سوی دیگر، در خاکهای لوم شنی با رس کم و یا در برخی از خاک ها که حاوی رس با CEC کم هستند، ماده آلی ممکن است بخش عمده CEC را تشکیل دهد. بطور خلاصه، دو روش عملی برای افزایش توانایی خاک برای نگهداری کاتیون های مغذی مانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آمونیوم وجود دارد: ۱- افزودن مواد آلی به خاک ۲- اگر خاک بیش از حد اسیدی باشد، از آهک استفاده کنید تا PH آن را به محدوده مورد نیاز برای محصولات افزایش دهید. CEC بالا به این معنی است که خاک ظرفیت

♦ جزئیات ظرفیت تبادل کاتیونی، خاصیت تامپونی خاک و ظرفیت اشباع خاک

خاک از اجزا زیادی ساخته شده است. بخش عمده ذرات خاک را رس تشکیل می دهد. مواد آلی خاک، علی رغم اینکه قسمت کوچکی از ذرات خاک را تشکیل می دهند، بخش مهمی در خاک هستند. هر دو جز خاک (مواد آلی و رس) در سطح خود دارای مقدار زیادی بارهای منفی هستند. عناصر غذایی باید به حالت محلول درآیند تا برای گیاه قابل جذب شوند، و در حالت حل شده، یون نامیده می شوند. یونها دارای بارهای الکتریکی هستند. به عنوان مثال ترکیب NaCl (کلرید سدیم) که به یون Na^+ و Cl^- تبدیل می شود. علائم نشانه + و - روی سر هر یک از این عناصر به معنی نوع بار الکتریکی آن عنصر می باشد. در اینجا، یون سدیم دارای بار مثبت هست و کاتیون نامیده می شود. کلر دارای بار منفی هست و آنیون تعریف می شود. عناصر غذایی کاتیونی که دارای بار مثبت هستند شامل پتاسیم (K^+)، آمونیوم (NH_4^+)، منیزیم (Mg^{++})، کلسیم (Ca^{++})، روی (Zn^{++})، منگنز (Mn^{++})، آهن (Fe^{++})، مس (Cu^{++})، یون هیدروژن (H^+) می باشند. اگرچه، یون هیدروژن عنصر غذایی نیست، ولی در PH خاک تاثیرگذار هست لذا از این نظر یون مهمی به حساب می آید. برخی از عناصر دیگر که در بافت گیاه نقش دارند فرم قابل جذب شان به شکل آنیون است، شامل نیترات (NO_3^-)، فسفات ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-})، سولفات (SO_4^{2-})، بورات (BO_3^-)، مولیبدات (MoO_4^{2-}) می باشند. در شیمی خاک بارهای مخالف همدیگر را جذب و بارهای مشابه همدیگر را دفع می نمایند. عناصر غذایی یونی می توانند جذب بارهای مخالف موجود در خاک

ظرفیت تبادل کاتیونی ب > ظرفیت تبادل کاتیونی الف



برخی اطلاعات کاربردی	
خاکهای دارای تبادل کاتیونی در دامنه ۱۱-۵۰	خاکهای دارای تبادل کاتیونی در دامنه ۱-۱۰
متشکل از ذرات رس بالا	درصد شن بالا
نیاز به مواد بیشتر برای اصلاح خاک	شستشو و خارج شدن بیشتر نیتروژن و پتاسیم،
ظرفیت نگهداری بالاتر عناصر غذایی در عمق مشخصی از خاک	ظرفیت نگهداری بالاتر عناصر غذایی در عمق مشخصی از خاک
ظرفیت نگهداری آب بسیار بالا	ظرفیت نگهداری آب پایین

کاتیون داشته باشد و ۱۰۰ جایگاه تبادل توسط عناصر زیر اشغال شده باشد. درصد اشباع بازی، مرکب از ۳ کاتیونی است که واکنش آنها قلیایی است (پتاسیم، کلسیم، منیزیم). با توجه به اینکه آزمون خاک، مقدار همه کاتیون‌های موجود در خاک را گزارش نمی‌نماید، لذا مرسوم این است مجموع همه کاتیون‌های اندازه‌گیری شده موجود در خاک کمتر از ۱۰۰ باشد. بسته به pH خاک، اشباع بازی می‌تواند کمتر از CEC یا مساوی با آن باشد. در pH کمتر از ۷ اشباع بازی کمتر از CEC است و در pH مساوی یا بیشتر از ۷، سطح ذرات رس و مواد آلی خاک توسط کاتیون‌های بازی اشغال شده است و درصد اشباع بازی مساوی ظرفیت تبادل کاتیونی است. از این رو در اکثر خاکهای ایران که pH بالای ۷ دارند سطح ذرات رس و مواد آلی توسط کاتیون‌های بازی اشغال شده است. این اطلاعات ابزار دیگری برای پیش بینی توانایی خاک در تامین مقادیر مناسب عناصر غذایی برای گیاه فراهم می‌نماید و تغییرات ضروری برنامه کود دهی را مشخص می‌نماید.

◆ بهینه سازی دامنه درصد اشباع

در میان متخصصان کشاورزی در مورد حد مطلوب درصد اشباع عناصر کاتیونی اختلاف نظر زیاد است. یک گروه بر این باور هستند که خاک برای هر یک از عناصر کاتیونی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم) اشباع خاص یا نسبت اشباع خاص داشته باشد. پیروان این روش توصیه‌هایی برای تنظیم سطوح اشباع دارند. دیدگاه دیگر، این است که می‌توان دامنه گسترده‌ای از اشباع را برای این کاتیون‌ها داشت و دانستن اشباع ویژه یا نسبت اشباع ویژه مزیت خاصی ندارد.

بالاتری برای نگهداری ذرات کاتیونی دارد. زمانی که نتایج آزمون خاک (با CEC بالا) در سطح مناسبی باشد، خاک ذخیره عناصر غذایی بالاتری دارد. همینطور زمانی که خاک به لحاظ ذرات غذایی فقیر باشد، به مقدار زیادی کود برای اصلاح خاک نیاز خواهیم داشت. خاک دارای CEC بالا، برای تغذیه گیاه، کاتیون و آزمون خاک بیشتری نیاز دارند. اما خاک دارای CEC پایین عناصر غذایی کمی دارد و بیشتر در معرض شستشوی عناصر غذایی و متحرک آنیونی قرار می‌گیرند. در این گونه خاکها ضروریست عناصر غذایی مختلف طی چند مرحله استفاده شوند. بالا ارقام CEC خاک مزیت محسوب نمی‌شود و یا پائین بودن آن محدودیت ایجاد نمی‌نماید، اما دانستن آن جهت مدیریت تغذیه خاک لازم است.

◆ درصد اشباع

درصد اشباع به درصدی از CEC خاک که توسط یک عنصر غذایی خاص (اشباع عنصر غذایی) یا مجموعه‌ای از عناصر غذایی (اشباع بازی) اشغال شده، اشاره دارند. درصد اشباع بازی (BS%) درصدی از ظرفیت تبادل کاتیونی خاک است که توسط کاتیون‌های بازی (قلیایی) کلسیم، منیزیم و پتاسیم اشغال شده است و به صورت زیر بیان می‌شود:

$$BS\% = \frac{Ca + Mg + K}{CEC} \times 100$$

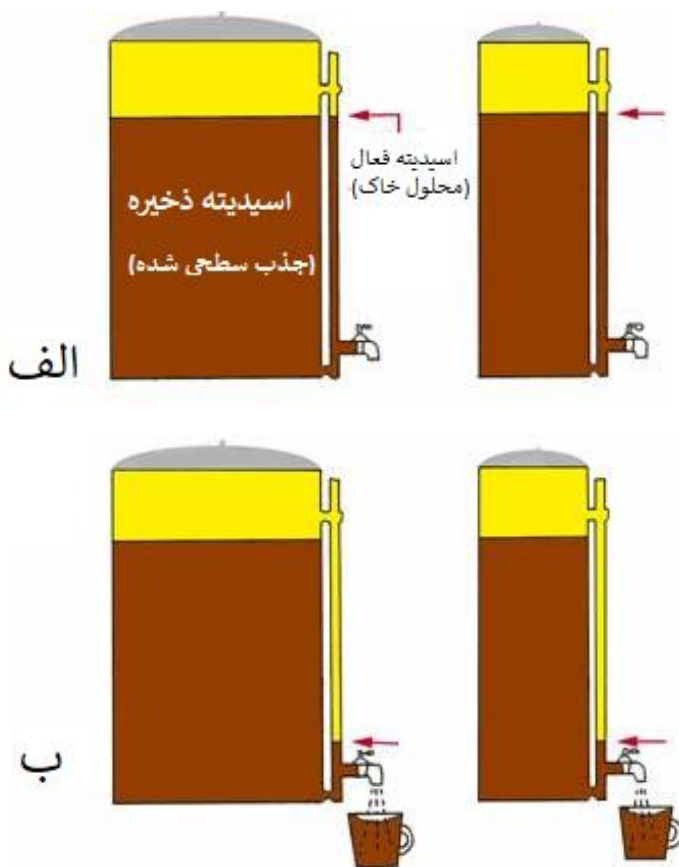
یک مثال ساده از درصد اشباع زمانی است که یک خاک توانایی نگهداری ۱۰۰

عناصر غذایی	مقدار عنصر غذایی (میلی اکی والان)	اشباع عنصر غذایی	اشباع بازی
کلسیم (Ca ⁺⁺)	۶۷	۶۷٪	مجموع اشباع عنصری کلسیم، منیزیم و پتاسیم: ۶۷ + ۱۵ + ۳ = ۸۵%
منیزیم (Mg ⁺⁺)	۱۵	۱۵٪	
پتاسیم (K ⁺)	۳	۳٪	
هیدروژن (H ⁺)	۱۲	۱۲٪	
بقیه*	۳	۳٪	
کل	۱۰۰	۱۰۰٪	

*بقیه، شامل: آهن، منیزیم، مس، روی، سدیم و آلومینوم و سایر می‌باشد.

تمایل به خاکهای کمی قلیایی دارند (حدود $pH=7-7.5$). مقیاس PH تابعی لگاریتمی است، بدین معنی که هر عدد مضربی از ۱۰ برابر بزرگتر یا کوچکتر از عدد ماقبل و یا مابعد خود است. برای مثال اگر خاکی $pH=6.5$ داشته باشد و این PH به $5/5$ کاهش یابد، مقدار اسیدیته آن خاک ۱۰ برابر افزایش پیدا خواهد کرد. اگر PH به حدود $4/5$ تنزل یابد میزان اسیدیته خاک نسبت به $pH=6.5$ ، ۱۰۰ برابر افزایش خواهد داشت. خاصیت لگاریتمی اسیدیته خاک بدین معنی است که اگر اسیدیته خاک تغییر کوچکی داشته باشد می تواند تاثیرات زیادی در قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک و رشد گیاه داشته باشد.

PH بافر: pH خاک با میزان کاتیونهای بازی یا مواد بازی در محلول خاک مرتبط است. گیاهان یونهای بازی را از محلول خاک جذب می نمایند و عناصر جذب شده توسط عناصر موجود روی ذرات رس و مواد آلی خاک جبران می شوند. به خاطر این رابطه و با توجه به مقدار بسیار زیاد عناصر بازی در ذرات کلوئیدی خاک، pH خاک تغییر نمی کند. به این خاصیت که باعث جلوگیری از تغییرات زیاد pH در دوره های ماهیانه و حتی سالیانه می شود خاصیت تامپونی یا بافری خاک گفته می شود. هر چه خاک بافرتر باشد تغییرات pH خاک کمتر خواهد بود و این به مقدار یونهای اسیدی و قلیایی ذخیره بر روی سطح ذرات رس و مواد آلی بستگی دارد. شکل زیر به سادگی این مساله را توضیح می دهد. دو ظرف را در نظر بگیرید که یکی ۵۰ لیتر و دیگری ۱۰ لیتر ظرفیت دارند و هر دو دارای لوله شاخص و خروجی یکسان هستند.



Soil CEC	% K	% Ca	% Mg
۰-۵	۴-۶	۵۰-۷۰	۱۰-۲۰
۶-۱۰	۳-۵	۵۰-۷۰	۸-۲۰
۱۱-۱۵	۳-۴	۵۰-۷۰	۸-۲۰
۱۶-۲۰	۲-۴	۵۰-۷۰	۸-۲۰
۲۱-۲۵	۲-۴	۵۰-۷۰	۸-۲۰
۲۶-۳۰	۱/۵-۳	۵۰-۷۰	۵-۲۰
۳۰+	۱/۵-۳	۵۰-۷۰	۵-۲۰

شواهد نشان می دهد که صرف نظر از درصد اشباع حاصله، داشتن مقدار کافی همه عناصر غذایی، نیاز اولیه تغذیه گیاه است. تا حدودی می توان گفت که دامنه ایده آل درصد اشباع یا نسبت عناصر غذایی می تواند توسط فاکتورهای مختلف از جمله خصوصیات گونه گیاه، هدف از مصرف گیاه، خصوصیات خود خاک و دیگر فاکتورها تحت تاثیر قرار گیرد. با فرض انعطاف پذیر بودن درصد اشباع، جدول روبرو دامنه هایی از اشباع ها را پیشنهاد می دهد که توسط اکثر متخصصان کشاورزی قابل قبول است. دقت کنید که ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بین ۳-۰، از نظر زراعی بی معنی است. زیرا قدرت نگهداری خاک به قدری ضعیف است که استفاده از مقادیر بسیار کم یک عنصر کاتیونی، به اشباع نسبتا بالایی منجر گردد. در این موارد آزمون خاک به ما می گوید کاتیونهای مورد نیاز بایستی به صورت تقسیمی (چندباره) مصرف شوند زیرا در یک بار مصرف، خاک توانایی نگهداری مقدار کافی عنصر غذایی را ندارد. بهترین حالت درصد اشباع بازی از نظر تغذیه گیاه به صورت زیر است:

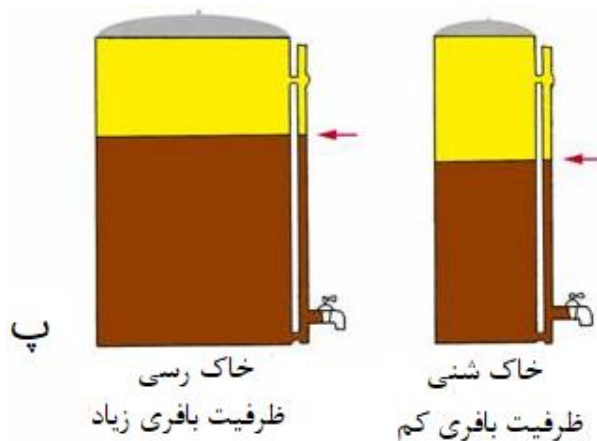
<10%	Na
2-7 %	K
15-20 %	Mg
6.5-7.5 %	Ca

لازم به توضیح است ارقام ذکر شده در جدول برای خاکهای دارای CEC کمتر از ۱۰ صادق است و در CEC بیشتر از ۴۰ جوابگو نیست. مصرف کود باید به گونه ای باشد که به سطوح اشباع بهینه ذکر شده برسیم.

◆ PH خاک و شاخص تامپونی

PH خاک معیاری از خاصیت اسیدی و قلیائیت خاک است و برخی اوقات بنا بر PH آب خاک معرفی می شود، زیرا نشان دهنده PH محلول خاک است. PH فعال مؤثر بر رشد گیاه است. PH خاک در واقع پایه شیمی خاک و واکنشهای عناصر غذایی است و در یک آزمون خاک جز اولین معیارها؛ اندازه گیری محسوب می شود. تغییرات PH بین ۰ تا ۱۴ متغیر هست. مقادیر زیر حد میانی $pH=7$ اسیدی و بالاتر از آن، قلیایی نامیده می شود. PH خاک ۷ خنثی تعریف شده است. اکثر گیاهان برای رشد و تغذیه نیازمند PH حدودی اسیدی در حدود ۶ تا ۷ می باشند برخی گیاهان مانند درخت زغال اخته نیازمند PH کمتر، حدود $5/5$ تا $4/5$ هستند و سایرین مانند پونجه

فعال و pH مشابه هستند. حال خروجی ظرف را باز کرده و یک لیتر مایع خارج نمایید (شکل ب). برداشتن یک لیتر مایع، مشابه افزودن مقدار کمی آهک به یک خاک اسیدی است. باز کردن خروجی باعث می شود سطح مایع در لوله شاخص پایین تر از سطح مایع داخل ظرف قرار گیرد، و بعد از بستن خروجی به همان سطح اولیه بر می گردد (خاک رسی). سقوط لحظه ای سطح مایع در لوله شاخص نشان دهنده افزایش اولیه pH بعد از افزودن آهک است (که هیدروژن فعال را تحت تأثیر قرار می دهد)، اما هیدروژن ذخیره (همانند مایع موجود در ظرف) به سرعت اثر آهک را خنثی کرده و pH به سطح اولیه خود بر می گردد (خاک رسی، شکل پ). بنابراین، اگر pH خاک ۶/۵ یا کمتر باشد، تست بافر انجام می شود تا اسیدیته ذخیره مشخص گردد. نتیجه pH بافر مقدار آهک مورد نیاز برای خنثی سازی بخش عمده اسیدیته ذخیره را نشان می دهد. مقدار نسبی مایع در هر دو ظرف (شکل پ) نشان می دهد چرا خاک رسی و شنی با pH یکسان نیاز آهکی متفاوت دارند. برای مثال، افزودن مقدار کمی آهک (معادل با برداشتن یک لیتر از هر ظرف) کل مایع را در ظرف کوچکتر (خاک شنی) ۱۰٪ کاهش داد در حالی که در ظرف بزرگتر (خاک رسی) فقط ۲٪ کاهش یافت. متشابهاً، یک تن آهک، در خاک شنی اختلاف pH بیشتری ایجاد می نماید تا خاک رسی.



مایع درون لوله شاخص نشان دهنده اسیدیته فعال (اسیدیته محلول خاک؛ pH اندازه گیری شده و معمول) و مایع درون ظرف نشان دهنده اسیدیته ذخیره (روی سطح ذرات خاک؛ pH بافر) هستند. ظرف ۵۰ لیتری نشان دهنده خاک رسی و ظرف ۱۰ لیتری نشان دهنده خاک شنی است. هر دو ظرف مقدار مشابهی مایع در لوله شاخص دارند، که نشان دهنده هیدروژن

رسانه فنی، تخصصی، پژوهشی
و ترویجی سم و کشاورزی



برای اشتراک یکساله ماهنامه شکوفه لطفا مبلغ صد و پنجاه هزار تومان را به حساب جاری شماره ۴۵۳۸۸۲۸۴۸ یا کارت بانک ۶۰۳۷۷۰۱۱۷۱۲۵۱۸۷۶ بانک کشاورزی ولنجک (کد شعبه ۴۷۹۱) به نام رضا فرشاد واریز و تصویر فیش بانکی و فرم اشتراک را به دفتر ماهنامه ارسال نمایید.

نام خانوادگی..... نام موسسه محل اشتغال..... تحصیلات و سمت در موسسه.....
نشانی پستی..... کد پستی.....
ده رقمی..... تلفن و نمابر(با کد شهر)..... تعداد نسخه از هر شماره.....

آگهی استخدام

شرکت گل سم گرگان جهت تکمیل کادر مدیریت بخش بذر خود نیاز به نیروی متخصص با شرایط ذیل دارد
* دارا بودن حداقل مدرک تحصیلی لیسانس مرتبط
* دارا بودن حداقل پنج سال سابقه کار مرتبط
واجدین شرایط می توانند رزومه خود را به ایمیل golsam@golsamco.com ارسال فرمایند.