Archive of SID

نشریه زراعت شماره ۱۰۶، بهار ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

تأثیر آمونیوم وکلسیم بر رهاسازی و قابلیت جذب پتاسیم و عملکرد گندم

- مهنا وفاخواه، دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاک شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (نویسنده مسئول)
- سید علیرضا موحدی نائینی، دانشیار گروه خاک شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ابراهیم زینلی، استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- امید قاسمی، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی ساری

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۵۳۵۲۲۴

پست الکترونیک نویسنده مسئول: vafakhah.mohanna@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاتیون همراه آمونیوم و کلسیم (از دو منبع کلرور کلسیم و سولفات کلسیم) بر جذب پتاسیم توسط گندم دیم و عملکرد، تیمارهای کلرور کلسیم، گچ، مخلوط اوره + کلرور پتاسیم، مخلوط گچ + کلرور پتاسیم، مخلوط کلرور کلسیم + کلرور پتاسیم و شاهد با یک طرح آزمایشی بلوک های کامل تصادفی مقایسه شدند. با کاربرد کافی ازت، مهمترین عامل محدود کننده رشد گندم در محل آزمایش پتاسیم است. سطح ویژه زیاد خاک و لایه دوگانه پخشیده الکتریکی منقطع با کاهش نسبت سطح تماس لایه دوگانه الکتریکی با محلول خاک، موجب کاهش سرعت انتشار پتاسیم و قابلیت جذب آن برای گیاه می شود. نتایج نشان داد کاتیون همراه آمونیوم و کلسیم با غلظت بالا در الکترولیت، موجب حرکت بیشتر پتاسیم گردید. میزان مصرف کود پایه در این تحقیق که حاوی میزان زیادی پتاسیم است برای تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه و تولید عملکرد بالا کافی نبود، بطوریکه با افزایش بیشتر پتاسیم علاوه بر کود پایه با سه تیمار کلرور کلسیم + کلرور پتاسیم، سولفات کلسیم + کلرور پتاسیم و اوره + کلرور پتاسیم هنوز عملکرد گندم افزایش یافت. کاتیون همراه کلسیم از منبع سولفات کلسیم موجب افزایش جذب پتاسیم و عملکرد گندم شد ولی کلسیم از منبع کلرور کلسیم بر جذب پتاسیم و عملکرد گندم مؤثر نبود. تأثیر سینرژستیکی کلسیم بر قابلیت جذب پتاسیم در معیت یون سولفات از کلر بیشتر بود. کاتیون همراه آمونیوم حتی با میزان مصرف کمتر نسبت به کلسیم، بر افزایش جذب پتاسیم و عملکرد گندم بیشتر مؤثر واقع شد.

کلمات کلیدی: آمونیوم، نمکهای کلسیم، رهاسازی پتاسیم، لایه دو گانه پخشیده منقطع، گندم

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 104-110

The Effect of Ammonium and Calcium Bearing Amendments on Soil Potassium Release and Wheat Uptake

By:

- *M. Vafakhah, (Corresponding Author; Tel: 09113535224), M. Sc. Student of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*
- *S. A. Movahedi Naeini, Associate Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*
- *E. Zeinali, Associate Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*
- *O. Ghasemi chapi, Instructor, Sari Agricultural Research Institute*

Received: September 2012 **Accepted: July 2013**

Effects of accompanied ammonium and calcium (from $CaCl_2$ and $CaSO_4$ sources) with potassium fertilizer on wheat yield were investigated with six treatments in a field trial in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources farm No.1. With a non limiting N supply, potassium is the most limiting plant growth factor in the site of the experiment. Electric diffuse double layer is expected to be truncated with a high specific surface soil in this area minimizing the soil solution-diffuse double layer interface for potassium diffusion. The results showed accompanying ammonium and calcium with a high concentration of electrolytes increased potassium movement. The high quantity of potassium applied with the base fertilizer was still insufficient for optimum yield production as is inferred from increased yield when extra potassium was applied by $CaCl_2$ + KCl, $CaSO_4$ + KCl and Urea + KCl treatments. Contrary to $CaCl_2$ calcium sources, potassium uptake and yield were increased by K-accompanied calcium from $CaSO_4$. Calcium synergistic effects on plant potassium uptake were stronger with sulfate anions as compared with chloride. Data show when potassium is applied with low quantities of accompanied ammonium, improvements in yield and potassium uptake are even greater than calcium when applied in high quantities.

key Words: Ammonium, Calcium salts, Potassium release, Truncated diffuse double layer, Wheat

مقدمه

بسیاری از خاکها با رس غالب ایلیت، خاکهایی با قدرت بالا برای جذب و نیز رهاسازی پتاسیم می باشند (هاولین، بیتن، تیسدل و نلسون، ۲۰۰۵). پتاسیم درون لایه ای ایلیت می تواند به وسیله کاتیون های هیدراته مثل کلسیم و آمونیوم تبادل شود (زو و هانگ، ۲۰۰۷؛ اسپوسیتو، ۲۰۰۸). کود پتاسیم با این رس ها تثبیت می شود ولی جذب پتاسیم و عملکرد گیاه تغییر نمی کند، درصورتیکه کاربرد توأم کود پتاسیم با کودهای حاوی عناصر رقیب مثل کودهای آمونیومی و یا اوره موجب افزایش جذب پتاسیم و عملکرد بهتر گیاه می گردد (بولت و همکاران، ۱۹۷۶). در خاک های آهکی کاتیونهایی که پتاسیم را از مکان های تبادلی جابجا می کنند عمدتاً کلسیم، منیزیم، آمونیوم وتا حدودی آلومینیوم می باشند (جلالی، ۲۰۰۶؛ موستسچر، ۱۹۹۵). یون های آمونیوم از لحاظ اندازه با پتاسیم یکسان می باشند وتوانایی تبادلی خوبی با پتاسیم دارند. بار، اندازه و انرژی آبپوشی پتاسیم و آمونیوم مشابه است. اما قدرت پلاریزه آمونیوم بیشتر از پتاسیم می باشد، لذا در تبادل توانایی خروج پتاسیم را دارا می باشد (دیلون و همکاران، ۱۹۸۹). اضافه کردن کودهای آمونیومی باعث آزاد شدن پتاسیم و رفع کمبود می شوند (سالاردینی، ۱۳۸۴).

مطالعات نشان دادند که رفتار پتاسیم با عوامل متعدد خاک و محیط همبستگی دارد. نوع کانی رسی، رژیم رطوبتی، سابقه کشت و کوددهی، دمای خشک شدن و هوازدگی از این عوامل هستند (حنان، ۲۰۰۸). در محل آزمایش قابلیت استفاده پتاسیم تحت تأثیر دو عامل سطح ویژه و وضعیت دانه بندی خاک کنترل می شود (امینی و موحدی نائینی، ۲۰۱۳).

برای تغذیه مطلوب گیاه، مقدار K^+ محلول خاک تحت تاثیر رهاسازی پتاسیم غیر تبادلی از کانی های رسی و ماده آلی می باشد. در خاک محل آزمایش با توجه به سطح ویژه زیاد، لایه دوگانه پخشیده منقطع[1]، نسبت بیشتر پتاسیم موجود در لایه دوگانه الکتریکی به محلول خاک و سرعت پخشیدگی کم پتاسیم از روی سایت های تبادل کاتیونی[2] به داخل محلول خاک، انتظار می رود سینتیک جابجایی پتاسیم تبادلی به داخل محلول از سینتیک رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی کندتر و عامل کنترل غلظت پتاسیم در محلول خاک و قابلیت جذب آن باشد (امینی و موحدی نائینی، ۲۰۱۳).

در تحقیقی باجوا و رحمان (۱۹۹۶) نشان دادند که در خاک های پاکستان هنگامی که Ca^{2+} به مقدار زیاد بصورت گچ اضافه شد جایگزینی K^+ توسط Ca^{2+} اتفاق افتاد. به دلیل جذب سطحی Ca^{2+} در مکان های تبادلی، افزایش Ca^{2+} باعث شستشوی K^+ شد. جلالی (۲۰۰۶) نشان داد که Ca^{2+} به دلیل اندازه هیدراته بزرگتر فضاهای درون لایه رس ایلیت را منبسط می کند و باعث رهاسازی پتاسیم در خاک های آهکی همدان می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جلالی (۲۰۰۸) اقدام به بررسی نسبت Ca/Mg آب آبیاری روی آزادسازی پتاسیم در خاک های آهکی غرب کشور نمود و اعلام کرد که کلسیم و منیزیم موجود در آب آبیاری، طی پروسه تبادل یونی و جانشینی، می توانند در آزادسازی پتاسیم موجود در کانی ها به محلول خاک مؤثر باشند و رهاسازی پتاسیم در آب آبیاری شور حاوی این عناصر و با افزایش نسبت منیزیم افزایش می یابد.

فرهنگی و موحدی نائینی (۱۳۸۹)، در تحقیقی نشان دادند که در خاک های رسی با سطح ویژه بالا به علت لایه دوگانه منقطع پخشیده، اختلاط کود پتاسیمی با کود کلسیمی (از منابع گچ و کلرور کلسیم) می تواند به علت جایگزینی کلسیم به جای پتاسیم در مکان های تبادلی باعث افزایش تحرک پتاسیم و کاهش تثبیت آن گردد.

بر اساس تحقیقات امینی، موحدی نائینی و مشایخی (۲۰۱۲) در خاک مورد آزمایش (Typic Haploxerepts)، تیمار N+P+K (در صورتی که کود فسفره مورد نظر سوپرفسفات تریپل باشد)، نسبت به تیمار N+K موجب کاهش عملکرد گندم شد. بنابراین احتمالاً کلسیم همراه با کود سوپرفسفات، موجب کاهش نسبت K/Ca در محلول خاک و کاهش جذب ریشه ای پتاسیم می گردد.

طالبی زاده، موحدی نائینی، پهلوانی و زینلی (۱۳۸۸) در بررسی تأثیر انواع تیمارهای کودی همراه با کود پتاسیم بر عملکرد دانه و برداشت پتاسیم در گیاه گندم در یک خاک با سطح ویژه بالا، گزارش دادند که بیشترین مقدار پتاسیم مربوط به تیمار اختلاط کودهای اوره + سولفات پتاسیم + دی آمونیوم فسفات بوده است و نیز افزایش پتاسیم در مخلوط کودهای آمونیوم و پتاسیم، موجب افزایش جذب ریشه ای پتاسیم در گندم می شود.

موحدی نائینی و رضایی (۱۳۸۸) با مطالعه تأثیر کاتیون های آمونیوم و کلسیم بر سنتیک رهاسازی پتاسیم در تیمارهای خاک، زئولیت و مخلوط خاک و زئولیت، رهاسازی زیاد اولیه پتاسیم را به آزاد شدن پتاسیم از محل های تبادلی و مناطق لبه ای و گوه ای شکل کانی های پتاسیم دار و نیز غلظت بالای کلسیم نسبت دادند. همچنین اعلام کردند که در حضور یون های آمونیوم و کلسیم، میزان رهاسازی پتاسیم در خاک بیشتر می شود.

بدروسیان و سینگ (۲۰۰۶) رهاسازی پتاسیم را از ۴ خاک تحت کشت پنبه در نیو ساوت ولز[۳] شمالی، با شستشوی مداوم با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار و کلرید آمونیوم ۰/۰۱ مولار تعیین کردند و به این نتیجه رسیدند که کلرید آمونیوم بیشتر از کلرید کلسیم در همه این خاک ها پتاسیم را آزاد می کند و مقدار پتاسیم تبادلی اندازه گیری شده خاک افزایش پیدا می کند.

در اراضی تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در سید میران با سطح ویژه بالا، مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گندم، پتاسیم خاک است. اضافه کردن کلسیم به خاک ممکن است از طریق مکانیزم های زیر موجب کاهش جذب پتاسیم توسط گیاه گردد:

کلسیم ممکن است باعث بسته شدن رس ایلیت خاک و کاهش دسترسی ریشه به پتاسیم گردد (بولت و همکاران، ۱۹۷۶).

و یا ممکن است افزایش غلظت کلسیم در محیط ریشه موجب افزایش رقابت و کاهش جذب پتاسیم توسط ریشه گردد (وایلد، ۱۹۸۸) و نیز ممکن است کلسیم در داخل گیاه با جایگزینی به جای پتاسیم در فرایندهای متابولیکی موجب کاهش عملکرد گردد. و از طرف دیگر اضافه کردن کلسیم ممکن است از طریق مکانیزم‌های زیر موجب افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه گندم گردد:

در خاک های با سطح ویژه بالا و لایه دوگانه منقطع پخشیده ممکن است مقادیر زیادی پتاسیم در لایه دوگانه موجود باشد ولی به دلیل نسبت کم آب موجود در خلل و فرج به آب موجود در لایه دوگانه پخشیده و درنتیجه کاهش سرعت پخشیدگی، این پتاسیم با سرعت کافی برای جذب و رشد گیاه مهیا نباشد. افزایش پتاسیم به همراه عناصر رقیب مثل آمونیوم و کلسیم ممکن است بتواند موجب کاهش تثبیت پتاسیم وافزایش غلظت آن در محیط ریشه گردد.

در بالانس مکانیزم‌های فوق‌الذکر برای اثرات کلسیم بر جذب پتاسیم، مقدار جذب پتاسیم به مکانیزم غالب در بین آن ها بستگی دارد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر یون کلسیم از دو ترکیب مختلف نمکی بر جذب پتاسیم و عملکرد گندم در مقایسه با یون آمونیوم در خاک‌های لسی حاوی رس ایلیت و سطح ویژه زیاد است.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۹-۸۸ در اراضی تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در سید میران با طول جغرافیایی "۵۶ ' ۱۹ ° ۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی "۴۹ ' ۴۷ ° ۳۶ اجرا گردید. بافت خاک رسی سیلتی که رس غالب در این منطقه ایلایت و سطح ویژه خاک حدود ۱۳۰ متر مربع بر گرم می باشد. این منطقه با توجه به قرار گرفتن در اقلیم شهرستان گرگان از آب و هوای معتدل کوهستانی و مدیترانه ای برخوردار است.

این بررسی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۶ تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل گچ (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم)، کلرور کلسیم (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم)، مخلوط اوره (۹۳ کیلوگرم در هکتار ازت) و کلرور پتاسیم (۱۰۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم)، مخلوط گچ (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم) و کلرور پتاسیم (۱۰۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم)، مخلوط کلرور کلسیم (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم) و کلرور پتاسیم (۱۰۵ کیلوگرم در هکتار) و شاهد بود. تیمارهای کلسیم و مخلوط کلسیم با سایر کودها ۲ ماه قبل از کشت اعمال شد تا از اثر آنتاگونیستی و کاهش محصول جلوگیری شود. تیمارها تا عمق ۲۰ سانتی متری توسط دیسک با خاک مخلوط شد.

پس از انتخاب قطعه زمین مورد نظر، قبل از کشت، یک نمونه مرکب از خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی متری تهیه و آزمایش های فیزیکوشیمیایی روی آن انجام شد. همچنین برای کوددهی کل زمین از ۹۳ کیلوگرم در هکتار ازت از منبع اوره، ۸۳ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم، ۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع فسفات دی آمونیوم استفاده شد. یک سوم کود اوره به همراه دو کود دیگر قبل از کشت با خاک مخلوط شد و دو سوم باقی مانده کود اوره در دو مرحله پنجه زنی و قبل از خوشه دهی به صورت کود سرک به خاک اضافه گردید. گندم لاین N-۸۰-۱۹ در کرت های آزمایشی کشت شد. اندازه کرت ها ۶×۳، فاصله کرت ها ۱ متر، فاصله بین بلوک ها ۳ متر، فاصله ردیف های کشت ۱۵ سانتی متر و فاصله بین بذرها در هر ردیف ۲/۵ سانتی متر در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکو شیمیایی خاک

Mg/kg										(درصد)			ds/m	Cmol/kg
ازت آمونیومی	ازت نیتراتی	فسفر قابل جذب خاک	پتاسیم قابل جذب خاک با استات آمونیوم	کلسیم محلول و قابل جذب خاک	منیزیم محلول و قابل جذب خاک	شن	سیلت	رس	ماده آلی	واکنش گل اشباع	هدایت الکتریکی عصاره اشباع	ظرفیت تبادل کاتیونی
۱/۶۲	۷/۸۴	۱۱/۴	۴۶۹/۷۳	۲۴۰۰	۴۸۶	۰/۸۲	۵۹/۱۸	۴۰	۲/۱	۷/۳	۱/۸۱	۱۷/۸۳

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد گندم

تیمار	عملکرد دانه	عملکرد کاه
کلرور کلسیم	۳۴۵۴^{d}	۵۲۴۷^{de}
گچ	۳۶۸۰^{cd}	۵۶۴۹^{cd}
اوره + کلرور پتاسیم	۴۷۷۶^{a}	۷۱۸۹^{a}
کلرور کلسیم + کلرور پتاسیم	۴۰۷۰^{bc}	۶۰۷۵^{bc}
گچ + کلرور پتاسیم	۴۴۴۶^{ab}	۶۴۷۱^{b}
شاهد	۳۲۸۰^{d}	۴۹۶۰^{e}

میانگین‌ها در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نظر گرفته شد. مقدار مصرف بذر ۱۶۲ کیلوگرم در هکتار بود. در فواصل بین بلوک ها و کرت ها برای ایجاد بافر کشت صورت گرفت کشت به صورت دیم بود. میزان بارندگی در طی فصل کشت ۳۱۶ میلیمتر و در دو ماه قبل از شروع کشت ۱۵۶٫۶ میلیمتر بود.

در مرحله قبل از خوشه دهی، ۴۰ بوته گندم از هر کرت به طور تصادفی نمونه برداری شد و پس از جدا کردن ۴ برگ بالایی، برگ ها را در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک کرده و پس از آسیاب کردن مقدار پتاسیم اندازه گیری شد. در پایان فصل رشد ۱۵ عدد بوته از هر کرت برداشت شد و پس از جدا کردن دانه ها از کاه و کلش و خشک کردن در آون و انجام آسیاب، بعد از هضم با اسید کلریدریک دو مولار مقدار پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر در دانه و کاه وکلش تعیین شد (چاپمن و پرآت، ۱۹۶۱). برای تعیین عملکرد در سطح ۱×۱ متر نمونه برداری انجام شد و پس از جدا شدن دانه ها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند و عملکرد در واحد سطح تعیین شد. همچنین در دو مرحله قبل از خوشه دهی و برداشت، نمونه خاک از هر کرت گرفته شد و مقدار پتاسیم قابل جذب خاک با روش ترافنیل بران سدیم[۴] اندازه گیری شد (کاکس، ۱۹۹۹). برای تعیین سطح ویژه خاک از اتیلن گلایکول استفاده شد. داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد (SAS، ۱۹۹۹). میانگین تیمارها با استفاده از آزمون محافظت شده LSD انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی نمونه مرکب قبل از اعمال تیمارها در جدول ۱ آورده شده است. در این جدول مقادیر ازت، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم، بافت خاک، ماده آلی، واکنش خاک، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی نشان داده شده است.

جدول ۱ غیر از محدودیت ازت محدودیت دیگری با کشت گندم نشان نمی دهد. علی رغم میزان بالای پتاسیم قابل عصاره گیری با استات آمونیوم بدلیل سطح ویژه بالای خاک (۱۳۰ متر مربع بر گرم) و سرعت کم انتشار پتاسیم بین فاز محلول و تبادلی، پتاسیم قابل استفاده گیاه این خاک ها محدود است.

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به تیمار اوره + کلرور پتاسیم مربوط بود که در گروه آماری a قرار گرفت و از نظر آماری با تیمار گچ + کلرور پتاسیم اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین میزان عملکرد دانه در تیمارهای شاهد و کلرور کلسیم حاصل شد که بین این تیمارها و تیمار گچ از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین بیشترین میزان عملکرد کاه و کلش به تیماراوره + کلرور پتاسیم مربوط بود که این تیمار با سایر تیمارها در سطح ۵ در صد اختلاف معنی داری نشان داد. کمترین عملکرد کاه و کلش در تیمار شاهد به دست آمد که با تیمار کلرور کلسیم اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ۲).

همچنین، نتایج نشان داد که تیمار اوره + کلرور پتاسیم بیشترین میزان غلظت پتاسیم را در دانه گندم داشت و با تیمار گچ + کلرور پتاسیم اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین غلظت پتاسیم به تیمار کلرور کلسیم مربوط بود که با تیمارهای گچ و شاهد اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). ظاهراً غلظت پتاسیم دانه هنوز در مرحله برداشت با میزان عملکرد دانه (مقایسه جداول ۲ و ۳) از هماهنگی خوبی برخوردار است. همچنین تیمار اوره + کلرور پتاسیم بیشترین میزان غلظت پتاسیم را در کاه و کلش گندم داشت و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان داد. کمترین غلظت پتاسیم به تیمار شاهد مربوط بود که با تیمار کلرور کلسیم اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). هماهنگی خوبی بین عملکرد کاه و غلظت پتاسیم در کاه ملاحظه می شود (مقایسه جداول ۲ و ۳).

در مرحله قبل از خوشه دهی بالاترین غلظت پتاسیم عصاره گیری شده با ترا فنیل بران سدیم به تیمار کودی اوره + کلرور پتاسیم مربوط بود، که برای تولید دانه با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار نشان داد و نیز تیمارهای شاهد و کلرور کلسیم دارای کمترین غلظت پتاسیم بودند. تیمارهای شاهد و کلرور کلسیم دارای کمترین غلظت پتاسیم خاک بودند (جدول ۴). در مرحله برداشت تیمار کودی اوره + کلرور پتاسیم با بالاترین غلظت پتاسیم عصاره گیری شده با ترا فنیل بران سدیم از نظر آماری در گروه a قرار گرفت که با تیمار گچ + کلرور پتاسیم اختلاف معنی داری نداشت و تیمارهای شاهد و کلرور کلسیم دارای کمترین غلظت پتاسیم خاک بودند.

بحث

رس غالب خاک اراضی مورد تحقیق ایلیت می باشد و لایه دو گانه پخشیده الکتریکی[۵] در این خاک ها با سطح ویژه حدود ۱۳۰ متر مربع بر گرم منقطع می باشد (طالبی زاده و همکاران، ۱۳۸۸). بولت و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت پتاسیم در دانه و کاه و کلش گندم (کیلوگرم در هکتار)

تیمار	پتاسیم	
	بذر	کاه و کلش
کلرور کلسیم	۰/۳۷۶^{d}	۰/۶۹۹^{de}
گچ	۰/۳۹۳^{cd}	۰/۷۴۵^{cd}
اوره + کلرور پتاسیم	۰/۴۳۸^{a}	۰/۹۳۳^{a}
کلرور کلسیم + کلرور پتاسیم	۰/۴۰۲^{bc}	۰/۷۹۰^{bc}
گچ + کلرور پتاسیم	۰/۴۱۹^{ab}	۰/۸۴۱^{b}
شاهد	۰/۳۸۳^{cd}	۰/۶۹۱^{e}

میانگین‌ها در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین غلظت پتاسیم در خاک در دو مرحله قبل از خوشه‌دهی و برداشت گندم (میلی گرم بر کیلوگرم)

تیمار	پتاسیم	
	قبل از خوشه‌دهی	برداشت
کلرور کلسیم	۳۳۵/۴۱^{de}	۳۹۹/۸۸^{d}
گچ	۳۵۴/۱۱^{cd}	۴۶۷/۲۲^{c}
اوره + کلرور پتاسیم	۴۸۱/۰۶^{a}	۵۴۳/۵۹^{a}
کلرور کلسیم+ کلرور پتاسیم	۳۷۳/۸۵^{bc}	۴۸۵/۷۴^{bc}
گچ + کلرور پتاسیم	۴۲۰/۸۳^{b}	۵۲۲/۴۹^{ab}
شاهد	۳۲۸/۰۹^{e}	۳۷۱/۱۴^{d}

میانگین‌ها در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

همکاران (۱۹۷۶) نیز بیان کردند که با خاک های با سطح ویژه بالاتر از ۱۰۰ متر مربع بر گرم معمولاً لایه دو گانه پخشیده الکتریکی منقطع[۶] می شود و با افزایش سطح ویژه از این مقدار، میزان انقطاع نیز افزایش می یابد. در این گونه خاک ها با سطح ویژه بالا و لایه دو گانه منقطع پخشیده و با حضور رس ایلیت، قسمت اعظم نمک ها و عناصر خاک، از جمله پتاسیم، در لایه دو گانه پخشیده الکتریکی موجود می باشد و بنابراین نسبت عناصر موجود در لایه دو گانه الکتریکی به عناصر موجود در خلل و فرج خاک بسیار زیاد و در نتیجه سطح تماس برای مبادله عناصر تحت تاثیر پخشیدگی کم است و به دلیل نسبت کم آب موجود در خلل و فرج به آب موجود در لایه دو گانه پخشیده الکتریکی و پخشیدگی کند، پتاسیم موجود در لایه دو گانه با سرعت کافی برای جذب و رشد گیاه فراهم نیست. کاربرد توام کود پتاسه با کودهای عناصر رقیب مثل کودهای با مبانی آمونیوم مثل اوره، موجب افزایش غلظت این عناصر در لایه دو گانه پخشیده و افزایش سرعت پخشیدگی پتاسیم به محیط ریشه می گردد. همچنین در خاک‌های با لایه دوگانه منقطع پخشیده (سطح ویژه زیاد)، تجمع کلسیم در فواصل نزدیک سطح کلویید، موجب رانده شدن پتاسیم یک ظرفیتی به فواصل دورتر و افزایش قابلیت استفاده پتاسیم برای ریشه می گردد. حتی ممکن است میزان تثبیت پتاسیم در بین لایه های رس ایلیت با خشک شدن خاک با حضور کلسیم کاهش یابد.در خاک محل آزمایش، کاتیون همراه آمونیوم و کلسیم با غلظت بالا در الکترولیت، موجب حرکت بیشتر پتاسیم گردید (فرهنگی و موحدی نائینی، ۱۳۸۹). همچنین افزایش مقدار پتاسیم در مخلوط این کودها، باعث می شود که پتاسیم موجود در لایه دو گانه منقطع پخشیده و مجاری ریز خاک قابلیت بیشتری برای انتشار به سمت ریشه ها و جذب پیدا کنند (موحدی نائینی و رضایی، ۱۳۸۷).

در این تحقیق کود پایه مخلوط پتاسیم با کودهای منابع تولید آمونیوم در تمام تیمارها استفاده شد. عملکرد کاه و دانه با تیمار کلرور کلسیم با شاهد متفاوت نبود ولی تیمار گچ موجب افزایش عملکرد کاه نسبت به شاهد شد. اضافه کردن کلسیم بصورت کلرور کلسیم موجب تغییر غلظت پتاسیم خاک نسبت به شاهد در مراحل قبل خوشه دهی و برداشت گندم نشد. غلظت پتاسیم گیاه نیز در مرحله قبل خوشه دهی و نیز در مرحله برداشت (با دانه و کاه گندم) با شاهد متفاوت نبود. در حالی که تمام فاکتورهای فوق به جز غلظت پتاسیم دانه با تیمار گچ افزایش یافت. به نظر می رسد همراهی کلسیم (نمک سولفات کلسیم) و آمونیوم حاصل از کودهای پایه در تیمار گچ موجب افزایش عملکرد کاه گردیدند. با افزایش بیشتر پتاسیم به کود پایه موجود در خاک با تیمار کلرور کلسیم + کلرور پتاسیم افزایش عملکرد دانه و کاه نسبت به شاهد معنی دار بود ولی با گچ در تیمار گچ + کلرور پتاسیم افزایش عملکرد بیشتر بود، به طوری که با تیمار اوره + کلرور پتاسیم در یک گروه آماری قرار گرفت. کاتیون های همراه کلسیم (گچ) و آمونیوم (اوره) در افزایش جذب پتاسیم و عملکرد مؤثر بودند. ولی کاتیون همراه کلسیم با تیمار کلرور کلسیم در افزایش عملکرد مؤثر نبود. ظاهراً آنیون همراه کلسیم (سولفات و کلر) در رهاسازی پتاسیم و جذب و عملکرد گندم مؤثر بود. اثرات سینرژیستیکی کلسیم با آنیون سولفات در خاک محل آزمایش از کلر بیشتر بود. در این تحقیق میزان کاربرد کلسیم با هر دو نمک گچ و کلرور کلسیم در حدی نبود که رسوب فاز جامد تشکیل شود و در نتیجه درجه انحلال نمک ها بر رشد گیاه مؤثر نیست. با توجه به اینکه نمک های کلسیم دو ماه قبل از کشت در خاک مصرف شدند سرعت انحلال آن ها نیز عامل اختلاف نیست. به جز تیمار کلرور کلسیم، در تمامی تیمارها، عملکرد دانه یا کاه نسبت به شاهد افزایش یافت. بنابراین کود پایه مصرفی برای شاهد و سایر تیمارها برای رفع محدودیت پتاسیم کافی نبود. چون میزان مصرف پتاسیم با کود پایه (اوره، سولفات پتاسیم و فسفات دی آمونیوم) مقدار قابل توجهی به نظر می رسد اشباع نمودن ظرفیت تثبیت این خاک ها مستلزم کاربرد بیشتر پتاسیم و مدیریت های ویژه زراعی می باشد که خود در گرو کارهای تحقیقاتی بیشتر است.

جذب پتاسیم در بین لایه های رسی می تواند از نوع درون کره ای[۷] و بدون لایه های آب در اطراف یون پتاسیم باشد. ولی جذب کلسیم و سدیم اغلب از نوع برون کره ای[۸] می باشند. البته همه کاتیون های پتاسیم، کلسیم و سدیم بصورت پراکنده در لایه دوگانه الکتریکی موجود هستند. بنابراین جذب پتاسیم در لایه اشترن از جذب کلسیم و سدیم قوی تر است. مجموع جذب های درون کره ای و برون کره ای در لایه اشترن قرار می گیرند (اسپوسیتو، ۲۰۰۸). همراهی آمونیوم حاصل از تجزیه اوره با کلرور پتاسیم، حتی با مقدار کمتر از کلسیم موجب افزایش بیشتری در عملکرد دانه و کاه گندم شد. فرهنگی و موحدی نائینی

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۳۸۹) با مطالعه حرکت پتاسیم در معیت کلسیم (گچ و کلرور کلسیم) و آمونیوم با استفاده از منحنی های رخنه ملاحظه نمود که حرکت پتاسیم در معیت کلسیم و آمونیوم افزایش می‌یابد ولی حرکت پتاسیم در معیت آمونیوم از معیت کلسیم بیشتر و احتمالاً قابلیت استفاده پتاسیم و نیز اثر سینرژیستیکی آمونیوم بر رشد گیاه در معیت آمونیوم از کلسیم بیشتر است. ممکن است نزدیک بودن اندازه شعاع هیدراته آمونیوم و پتاسیم و قابلیت جایگزینی پتاسیم درون کره ای با آمونیوم به حرکت بیشتر پتاسیم در معیت آمونیوم و جذب بیشتر گیاه کمک کند.

میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه در خاک های منطقه تحت تأثیر دو عامل اضافه بار پتاسیم و وضعیت دانه بندی است که تعیین کننده سرعت انتشار پتاسیم به سمت ریشه گیاه است (امینی و موحدی نائینی، ۲۰۱۳). احتمال دارد یون سولفات دو ظرفیتی با تعداد کمتری نسبت به کلر یک ظرفیتی در لایه دوگانه منقطع پخشیده قرار گیرد و میزان فشار تورمی توده رسی را که بر وضعیت دانه بندی موثر است را کاهش دهد (اسپوسیتو، ۲۰۰۸).

پاورقی ها

1. Truncated diffuse double layer
2. CEC
3. NSW
4. Sodium tetra phenyl boron
5. DDL
6. TDDL
7. Inner-sphere
8. Outer-sphere

منابع مورد استفاده

1. Amini, S., Movahedi Naeini, S. A. R. (2013). Effects of Paper Mill Sludge Application on Physical Properties of an Illitic Loess Slowly Swelling Soil With High Specific Surface Area And Wheat Yield In a Temperate Climate, *Journal of Agricultural Science*, vol. 5 No.1, pp: 295-313.
2. Amini, S., Movahedi Naeini, S. A. R. and Mashayekhi, K. (2012). Effects of Paper-Mill Sludge as a Mulch versus Topsoil Incorporation on Potassium Uptake and the Grain Yield of Rain-Fed Wheat in a High Specific Surface Loess Soil with Illite Dominance in Clay Fraction, Applied and Environmental Soil Science, vol. 2012, Article ID 624824, 10 pages.
3. Bajwa, M. I., and Rehman, F. (1996). Potassium mineralogy and fertility of Pakistan soils. AEFC. M-29, Civic Center, Model Town Extension Lahore, Pakistan.
4. Bedrossian, S. T., and Singh, B. (2006). Kinetics of potassium release from Vertosols from northern NSW. Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, NSW.
5. Bolt, G. H., M. G. M. Bruggenwert, f. A. M. De Haan, A. Kamphorst, I. Novozamsky, N. Van Bremen, R. Brinkman and P. J. Zwerman. (1976). *Soil Chemistry*, Part A. Basic Elements. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 281 p.
6. Chapman, H. D., and Pratt, P. F. (1961). Method of Analysis for soils, plants and waters. University of California. Division of Agricultural Sciences. Pp: 150-179.
7. Cox, A.E., Joern, B.C., Brouder, S.M., and Gao, D. (1999). Plant-available potassium assessment with a modified sodium tetraphylboron method. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 902–911.
8. Dhillon, S.K., Sidhu, P.S., and bansal, R.C. (1989). Release of potassium from same benchmark soils of India. Indian. J. Soil Sci. 40: 783-797.
9. Farhangi, F., Movahedi Naeini, S.A.R. (2010). Soil potassium release into soil solution (Pardis and Nokandeh soils) as controlled by different mineral fertilizer applications using breakthrough curves. The 4th Regional Congress on Advances in Agricultural Research (West of Iran). May 12-13.
10. Hannan, A. (2008). Evaluation of sorption isotherm based soil solution potassium concentration levels for maximizing crop yields. PhD Thesis. Faisalabad: Agriculture University, Institute of Soil and Environmental Sciences.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Havlin, J. L., Bbeaton, J. D., Tisdale, S. L., and Nelson, W. L. (2005). Soil fertility and fertilizers. Prentice, Hall. U. S. A. 513 p.
12. Jalali, M. (2008). Effect of sodium and magnesium on kinetics of potassium release in some calcareous soils of western Iran. Geodema. 145:207-215. (Abstract).
13. Jalali, M. (2006). Kinetics of non-exchangeable potassium Release and availability in some calcareous soils of western Iran. Commun. Geoderma. 135: 63-71.
14. vahedi Naeini, S.A.R., Rezai, M. (2010). Effects of accompanied ammonium and calcium on the kinetics of soil potassium release from control soil, zeolite and zeolite incorporated soil treatments. Proceedings of Iran 11th Soil Science Congress. 2456 p.
15. vahedi Naeini, S. A. R., & Rezaei, M. (2009). *Soil Physics*, Fundamentals and applications. Gorgan , Iran : Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Publications Series. 445p. ISBN: 978-964-8926-24-8.
16. stscher, H. (1995). Measurment and assessment of soil potassium. Int. potash Inst. Res. Topic. 4. Bern, Switzerland.
17. Sardini., A.A. (2003). *Soil Fertility*. Third Edition. Tehran University Publication. 428 p. (In Persian).
18. SAS Institute, SAS Software, version 8, (1999). SAS Institute, Cary, NC, USA.
19. Ssito, G. (2008). *The chemistry of soils*. Second Edition. Oxford University Press, Inc. 329 p.
20. bizadeh, A., Movahedi Naeini, S. A. R., Pahlevani, M. H., Zeinali, A., (2010). Effects of accompanied fertilizer treatments on grain yield and potassium uptake in a high specific surface soil. Proceedings of Iran 11th Soil Science Congress. 759 p. (In Farsi).
21. d, A. (1988). RUSSEU·s soil conditions and plant growth. Eleventh Edition. Longman scientific and thechnichal. Great Britain. Pp. 991.
22. u, J. M., and Huang, P. M. (2007). Kinetics of potassium release from illite as influenced by different phosphates. Geoderma, 138: 221-228.

www.SID.ir