نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، مهر – آبان 1394، ص. 979-966

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 4, Sept.-Oct. 2015, p. 966-979

تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی مقدار پتاسیم قابل جذب خاک با عصاره‌گیرهای مختلف در یک خاک با سطح ویژه زیاد

مهدی حسینی[1*] - سید علیرضا موحدی نائینی[2]- ابوالفضل بامری[3]

تاریخ دریافت: 1392/02/28
تاریخ پذیرش: 1394/02/05

چکیده

به منظور بررسی تاثیر شدت خاک‌ورزی بر روی پتاسیم قابل جذب خاک در خاک‌های حاوی رس ایلایت و با محدودیت پتاسیم قابل جذب در منطقه گلستان پژوهشی در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با 5 تیمار و 4 تکرار، طی سال زراعی 89- 88 در اراضی زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در سید میران اجرا گردید. پنج روش مختلف خاک‌ورزی شامل شخم با گاوآهن برگرداندار سوار به عمق (25-20 سانتیمتر) به همراه یک شخم با دیسک، رویتواتور (17-12 سانتیمتر)، دیسک (10-8 سانتیمتر)، چیزل (30-25 سانتیمتر) و نظام بدون‌خاک‌ورزی بودند. نتایج نشان داد که مقدار پتاسیم خاک با همه عصاره‌گیرها (تترافنیل بران سدیم، استات آمونیوم، اضافه بار پتاسیم و پتاسیم محلول) در تیمار خاک‌ورزی گاوآهن برگرداندار نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی کمتر بود. زیرا مقاومت مکانیکی در تیمار گاوآهن برگرداندار نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی کمتر شد در نتیجه رشد و توسعه ریشه و جذب پتاسیم توسط گیاه افزایش و در نتیجه پتاسیم خاک کاهش یافت. افزایش شدت خاک‌ورزی بر غلظت پتاسیم با عصاره‌گیرهای مختلف فقط در مرحله قبل از خوشه‌دهی تأثیر معنی‌داری داشت. خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن برگرداندار در خاک مورد مطالعه با محدودیت پتاسیم با افزایش تراکم ریشه و سطح تماس ریشه با خاک موجب افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه و افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و عملکرد گردید. زمانی می توان از عصاره‌گیرهای خاک برای پیش بینی جذب عناصر توسط گیاه و عملکرد استفاده کرد که رشد ریشه با تیمارهای مختلف یکسان و همبستگی غلظت عناصر غذایی خاک با جذب آنها یک همبستگی مثبت و معنی دار باشد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم خاک، جذب پتاسیم توسط گندم، عملکرد دانه و کاه

مقدمه

اثر استفاده از یک روش خاک‌ورزی خاص بر خصوصیات خاک بستگی به موقعیت منطقه (خاک، آب و هوا) و تعداد سالهایی که از اجرای نظام خاک‌ورزی گذشته است دارد (48). خاک‌ورزی‌های متداول ممکن است ساختمان خاک را تخریب کند و خطر هرزآب و فرسایش را افزایش دهد. خاک‌ورزی‌های متداول همچنین بر مقاومت مکانیکی خاک، پیوستگی خلل و فرج درشت (52) و عمق توزیع ریشه (15) اثر می‌گذارند. نظام بدون‌خاک‌ورزی در برخی خاکها و شرایط آب و هوایی و مدیریتی امتیاز بیشتری نسبت به نظام‌های خاک‌ورزی متداول دارد. این فواید شامل کاهش تعداد رفت و آمد ماشین روی زمین، کاهش هدر رفت خاک (ناشی از پایداری بالای خاکدانه) و اثرات مثبت باقی ماندن بقایای گیاهی روی زمین است در حالیکه فشردگی خاک با این روش نفوذ را کاهش می‌دهد و باعث کاهش رشد ریشه می‌شود. نظام‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات خاک مانند مقاومت مکانیکی خاک، رطوبت، خاکدانه و دما اثر دارد که می تواند رشد ریشه را تحت تاثیر قرار دهد. از سوی دیگر ریشه‌ها همچنین ساختمان خاک و خواص شیمیایی اطراف آنها را تغییر می‌دهد و با رشد و گسترش ذرات خاک را جابه جا می کنند و با جذب آب و عناصر غذایی مقدار آنها را در خاک تغییر می‌دهند (45). ریشه ها به داخل لایه‌های فشرده خاک نفوذ و دسترسی ریشه‌ها به اعماق خاک را با ایجاد معابر برای ریشه محصولات بعدی تسهیل می‌کند (21). که این معابر می تواند حرکت آب، عناصر غذایی و پخشیدگی گازها را افزایش دهد. فعالیت ریشه برای سلامت گیاه و محصول خیلی مهم

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: mehdi.h.2009@gmail.com)
3- عضو هیات علمی گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه زابل

است. عمق و توزیع ریشه‌ها پارامترهای مهمی بر جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه هستند (37). گامدا و همکاران (18)، ایشاق و همکاران (23) گزارش کردند که عملکرد محصول با فشردگی خاک کاهش پیدا می‌کند که به دلیل افزایش مقاومت مکانیکی خاک در مقابل رشد ریشه و کاهش راندمان استفاده از آب و عناصر غذایی است. دولان و همکاران (14) گزارش کردند که فشردگی عمقی و سطحی خاک (مقاومت مکانیکی بالا خاک) هر دو باعث کاهش جذب پتاسیم شد. زیرا مقدار رشد و توسعه ریشه گیاه کاهش پیدا کرده و افزایش فشردگی خاک مانعی در جهت رشد و نمو گیاه بوده و از این طریق عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (11، 33 و 44). لیموسین و تسیر (32) به بررسی اثرات نظام بدون‌خاک‌ورزی و خاک ورزی متداول (عمق 20 سانتیمتر) بر روی خواص شیمیایی خاک پرداختند. خاک‌های شخم نخورده شامل مقدار زیادی کربن آلی نسبت به خاک‌های شخم خورده هستند. نتایج نشان میدهد که خاک‌ورزی متداول ماده آلی را اکسید می‌کند و همچنین سرعت معدنی شدن آن را افزایش می‌دهد. خاک‌های شخم نخورده حاوی مقدار زیادی پتاسیم قابل تبادل نسبت به خاک‌های شخم خورده در عمق بالای 20 سانتیمتر است (6 و 31). این نتایج با نتایج محققین دیگر نیز مطابقت دارد(30 و 56). در برخی از خاکها کاهش پتاسیم تحت خاک‌ورزی متداول به دلیل سرعت بالای شست و شو بوده است که در اثر کاهش کربن آلی یا تفاوت خاصیت ماده آلی می‌باشد و می‌تواند با تیمارهای خاک‌ورزی تغییر کند (25). pH پایین خاک‌های شخم نخورده می تواند هوادیدگی مواد معدنی و پتاسیم تبادلی را افزایش دهد و پتاسیمی که از هوازدگی مواد معدنی به وجود می‌آید می‌تواند در خاک‌های شخم نخورده نسبت به خاک‌های شخم خورده بیشتر باشد. بنا بر این تفاوتی بین دو سیستم در مقدار پتاسیم قابل تبادل دیده می‌شود (38). دیماریا و همکاران (13) تاثیر روش‌های بدون‌خاک ورزی و خاک‌ورزی حداقل با چیزل را بر میزان پتاسیم خاک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بدست آمده از آزمایشات آنها نشان می‌دهد که پتاسیم خاک در تیمار بدون خاک‌ورزی بالاتر بوده است.

عوامل موثر بر قابلیت جذب پتاسیم به دو گروه عوامل خاکی و گیاهی تقسیم می‌شوند. از جمله عوامل خاکی می‌توان به مقدار و نوع کانی‌های رسی، ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت بافری پتاسیم، رطوبت، دما، تهویه و pH خاک اشاره کرد (14).عوامل گیاهی شامل مشخصات ریشه، توسعه و شکل ریشه، محیط ریشه، ظرفیت تبادل کاتیونی ریشه و گونه و واریته می باشد (36). سبطی و همکاران(50) بیان کردند در خاک‌های منطقه مورد مطالعه، با رس غالب ایلایت (سطح ویژه بالا) با تغذیه کافی ازت، مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گندم، پتاسیم خاک است. با توجه به اینکه خاک‌های لسی منطقه گلستان دارای سطح ویژه بالایی است این رس تأمین کننده پتاسیم مورد نیاز گیاه برای تولید متوسط محصولات زراعی است ولی برای تولید بالا باید از کود پتاسه استفاده شود. تحقیقات قبلی با گندم بیانگر محدودیت عملکرد این گیاه در اثر کمبود پتاسیم است (4، 49، 54 و 57). در این خاک ها با سطح ویژه زیاد سرعت حرکت پتاسیم از سطوح تبادلی به محلول خاک کم است و این، عملکرد گیاهان زراعی از جمله گندم را محدود می‌کند. در خاکهای لسی حاوی ایلایت زیاد و سطح ویژه بالا (مثل خاک محل آزمایش واقع در سری خاک رحمت آباد گرگان) عصاره‌گیر استات آمونیوم، پتاسیم روی سطوح تبادلی و محلول خاک را اندازه‌گیری می‌کند که همبستگی بالایی با عملکرد دانه گندم ندارد (54). تترافینیل بران سدیم و اضافه بار پتاسیم همبستگی بالایی با عملکرد دانه گندم نشان می‌دهند(57). تترافنیل-بران سدیم بسته به مدت عصاره‌گیری نسبت‌های مختلفی از پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی را اندازه‌گیری می‌کند. با افزایش زمان عصاره‌گیری (از کسری از یک دقیقه تا چند روز یا چند ماه) نسبت پتاسیم غیر تبادلی عصاره‌گیری شده به پتاسیم محلول و تبادلی افزایش می‌یابد. تحقیقات گذشته در خاکهای لسی حاوی ایلایت زیاد و سطح ویژه بالا (مثل خاک محل آزمایش واقع در سری خاک رحمت آباد گرگان) نشان داد که همبستگی بالایی بین عملکرد گندم و عصاره‌گیری با تترافنیل بران سدیم (به مدت یک دقیقه عصاره گیری) وجود دارد. بخشی از کاتیون‌های محلول در لایه دوگانه پخشیده الکتریکی با آنیون‌های همراه خنثی نمی‌شوند که مقدار آنها برابر کمبود آنیونی است. کاتیون‌های اضافه ای که برای تکمیل ظرفیت تبادل کاتیون مورد نظر لازم است اضافه بار کاتیونی نامیده می شود. بنابراین مجموع اضافه بار کاتیونی و کمبود آنیونی برای کل عناصر خاک برابر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و برای هریک از کاتیون‌های موجود در خاک بطور مجزا از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\gamma^{+}{}_{k} = T_{k} - Wc_{0,k} \quad (1)$$

در رابطه فوق غلظت پتاسیم ($C_{0,k}$) در عصاره اشباعی بر حسب میلی اکی والان بر میلی‌لیتر، غلظت کل پتاسیم (T_k) بر حسب میلی‌اکی والان‌گرم در صد گرم خاک با عصاره‌گیری با نیترات آمونیوم مولار و اضافه بار پتاسیم (γ^{+}) بر حسب میلی‌اکی والان بر صد گرم خاک است.اضافه بار قبل از ورود به جدول 3 به میلی‌گرم بر کیلوگرم تبدیل واحد شده است (8). با توجه به نتایج تحقیقات گذشته در محل آزمایش (4، 49، 54 و 57) عصاره‌گیر تترافنیل بران سدیم عصاره‌گیر مناسبی برای تعیین پتاسیم قابل جذب برای خاک‌های حاوی رس غالب ایلایت (سطح ویژه بالا) در منطقه است. وفاخواه (57) بیان کرد که شدت جذب پتاسیم در مرحله بلوغ و برداشت کاهش می‌یابد و همبستگی غلظت پتاسیم قابل جذب خاک با عملکرد دانه و کاه و جذب پتاسیم به وسیله دانه و کاه در مرحله برداشت ضعیف تر است. اسمیت و اسکات (53) روش تترافنیل‌بران سدیم را برای عصاره‌گیری

پتاسیم بین لایه‌ای در خاک و کانی‌های رسی پیشنهاد کردند. در این روش آنیون تترافنیل‌بـران بـا پتاسـیم موجـود در محلـول ترکیـب و به‌صورت تترافنیل‌بران پتاسیم رسوب می‌کند و یون سـدیم جانشـین پتاسیم بین لایه‌ای می‌شود. عصاره‌گیر تترافنیل‌بران سدیم با رسـوب پتاسیم خاک در محلول خاک موجب کاهش غلظت پتاسیم محلول و انتشار پتاسیم تبادلی و غیر تبادلی از سطوح خاک به داخل محلول می گردد. بنابراین برخلاف سایر عصاره‌گیرها (نیترات آمونیـوم و اسـتات آمونیوم) که پتاسیم را در سطوح خاک جایگزین می‌کنند، این عصـاره گیر، جذب ریشه ای را تقلید نموده و در این خاکها با سطح ویژه زیاد، بهترین روش عصاره‌گیری برای تعیین پتاسیم قابل استفاده گیاه مـی باشد. تترافنیل‌بران سدیم می‌تواند عمل ریشه‌های گیاه را برای خارج کردن یون پتاسیم از محلول خاک به‌صـورت تترافنیـل‌بـران پتاسـیم شبیه‌سازی کند و موجب رهاسازی پتاسیم از منابع تبادلی و غیرتبادلی گردد. سپس پتاسیم موجود در رسوب تترافنیل‌بران پتاسیم به وسـیله جوشاندن سوسپانسیون با کلرید مس آزاد و اندازه‌گیـری مـی‌شـود. از آنجا که این عصاره‌گیر ساختمان کانی را تخریب نمی‌کند از اسیدهای معدنی قوی مناسب تـر اسـت (47). کـاکس و همکـاران (12) طـی مطالعاتی با گندم دیم زمستانه دریافتند اندازه گیری پتاسیم قابل جذب خاک با عصاره گیر تترافنیل‌بران سدیم در مقایسه با عصاره‌گیر استات آمونیوم در خاک‌های با رس غالب ایلایت روش مناسبتری می‌باشد. با غلظت بالای پتاسیم در محلول، خاک‌هـای حـاوی ایلایـت موجـب فیکس شدن پتاسیم می‌شوند و با کاهش غلظت پتاسـیم در محلـول خاک، پتاسیم را به داخل محلول رها می‌کنند (20). این در مورد خاک های با سطح ویژه بالا نیز مصداق دارد (36). عصاره‌گیری با اسـتات آمونیوم بدون در نظر گرفتن درصد و نوع رس غالـب خـاک صـحیح نیسـت (36). سـبطی و همکـاران (50)، شـفعیی و همکـاران (51) و همچنین وفاخواه و همکاران (58) به بررسی عصاره‌گیرهای مختلـف پتاسیم در خاک پرداختند و به این نتیجه رسیدن که عصاره‌گیر مناسب برای خاک‌های با رس غالب ایلایت، تترافنیل‌بران سدیم بود. هدف از اجرای این طرح بررسی میزان جذب پتاسیم (عامل محدود کننده رشد گیاه) با روش‌های مختلف خاک‌ورزی با اعماق مختلف است. سمت و سوی توصیه‌های جهانی کاهش عمق و شدت خاک‌ورزی (حـداقل خاک‌ورزی[1] به بدون‌خاک‌ورزی[2]) بـرای کـاهش شـدت فرسـایش و کاهش اکسیداسیون مواد آلی است که نقش مهمی در تعیـین میـزان گازهای گلخانه‌ای دارند. درصورتیکه بـا کـاهش شـدت خـاک‌ورزی عملکرد و جذب پتاسیم کاهش نیابد، روش‌های کم یا بدون‌خاک‌ورزی ارجح هستند. در غیر اینصورت چاره ای جز استمرار روش‌های رایج خاک‌ورزی نیست. هدف دوم با توجه به تاثیر تیمارهـا (روش‌هـای مختلف خاک‌ورزی) بر رشد و اندازه ریشه‌ها، امکان استفاده از عصاره گیرهای عناصر غذایی (پتاسیم) برای پیش بینی جذب عناصر غذایی توسط گیاه و عملکرد وجود دارد یا نه.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 5 تیمار و 4 تکرار، طی سال زراعی 89- 88 در اراضـی زراعـی دانشـگاه علـوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در سید میران اجرا گردید. پـنج روش مختلف خاک‌ورزی شامل شخم با گاوآهن برگرداندار سـوار بـه عمق (25-20 سانتیمتر) به همراه یک شـخم بـا دیسـک، رویتواتـور (17-12 سـانتیمتر)، دیسـک (10-8 سـانتیمتر)، چیـزل (30-25 سانتیمتر) و نظام بدون‌خاک‌ورزی در نظر گرفته شدند. طول هر کرت آزمایش 5 متر و عرض آن هم 5 متر در نظر گرفته شد. گندم دیم با رقم 19-80- N در کرت‌های آزمایشی کشت گردید. فاصـله ردیـف های کشت 20 سانتی متر و فاصله بین بذرها در ردیـف 1/5 سـانتی متر و مقدار بذر مصرفی معادل 268/5 کیلوگرم در هکتار بود (کاشت گندم با دست انجام شد). مقدار کود مصرفی براساس نتـایج آزمـون خاک و نتایج گزارش شده توسـط محقـق دیگـر بـه‌صـورت پخـش سطحی قبل از کشت به خاک اضافه شدند (54). در تمام تیمارها 350 کیلوگرم در هکتار دی آمونیـوم فسـفات و 200 کیلـوگرم در هکتـار سولفات پتاسیم با دست به صورت پخش سطحی قبـل از کشـت بـه خاک افزوده شد و سپس به وسیله روتیواتور، دیسک، چیـزل و بـرای تیمار گاوآهن برگرداندار و نظام بدون‌خاک‌ورزی به ترتیب با استفاده از دیسک و گاوآهن پنجه غازی با خاک مخلوط گردید (لازم بـه ذکـر هست که در روش بدون‌خاک‌ورزی با پنجه غازی، کود بسیار سطحی با خاک مخلوط شد که به بدون‌خاک‌ورزی بسیار نزدیک است. استفاده از پنجه‌غازی به عنوان یک شخم ثانویه است و یک نوع شخم اولیـه به حساب نمی آید در واقع یک خراش جزئی در سـطح زمـین ایجـاد می‌کند و با توجه به این کـه فاصـله بـین تیغـه‌هـای آن حـدود 30 سانتیمتر است و در تیمار بدون خاک‌ورزی از فاصله بین تیغه ها که هیچ نوع خراشی در سطح خاک ایجاد نشده است نمونه‌برداری انجـام گرفته است) و همچنین مقدار 60 کیلوگرم در هکتار اوره بـه صـورت کود سرک بدون مخلوط کردن با خاک در یک مرحله قبل از سـاقه رفتن مصرف گردید. در فواصل بین بلوک‌ها و کرت‌ها برای ایجاد بافر کشت صورت گرفت. بذور قبل از کشت به قارچکش کربوکسی تیرام آغشته شد. کشت به صورت دیم بود. هدایت الکتریکی عصاره اشـباع خاک (41)، بافت خاک (27) و سطح ویژه بـا روش اتـیلن گلایکـول مونو اتیل اتر قبل از کود دهی و کشت اندازه‌گیری شد (9). مقاومـت مکانیکی خاک در طول دوره رشد در عمق 8-0 سانتیمتر با استفاده از پنیترومتر در 6 مرحله (قبل از پنجه‌زنـی)، (پنجـه‌زنـی)، (قبـل از

1- Minimum tillage
2- No tillage

خوشه‌دهی)، (خوشه‌دهی)، (خمیری شدن دانـه)، (برداشـت گنـدم) اندازه‌گیری شد (3، 24 و 46). در مرحله قبل از خوشه‌دهی گندم، 10 بوتـه گنـدم بـه طـور تصـادفی بـرای تعیـین وزن خشـک ریشـه نمونه‌برداری شد و در آزمایشگاه پس از قطع ریشه از سایر قسمتهای گیاه و شستشو، ریشه‌ها جمع‌آوری و در داخل ظروفی در آون به مدت 48 ساعت و در دمای 70 درجه سانتیگراد قرار داده و سـپس تـوزین گردید. مقدار نیتروژن کل خاک به روش کجلدال (29) و فسفر قابـل استفاده نیز با استفاده از روش اولسن و همکاران (42) در مرحله قبـل از افزودن کود به خاک اندازه‌گیری شدند. در مرحله قبل از خوشه‌دهی و برداشت مقدار پتاسیم با عصاره‌گیرهای تترافنیل‌بـران سـدیم (12)، استات آمونیوم (28)، نیترات آمونیوم برای تعیین اضافه بار پتاسیم (8) و پتاسیم موجود در عصاره اشباع (2) اندازه‌گیری شد. در پایان فصـل رشد، برای تعیین عملکرد از سطح 1/5×1/5 متر نمونه‌بـرداری انجـام شد و پس از جدا کردن دانه‌ها در دمای 70 درجه سـانتیگراد خشـک شدند و عملکرد در واحد سطح تعیین شد. در این مرحله برای تعیـین اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانـه بـر حسـب گرم و تعداد خوشه در متر مربع تعداد 15 بوته از هر کرت برداشت شد پس از جدا کردن دانه‌ها از کاه و کلش و خشک کردن در آون و انجام آسیاب، مقدار پتاسیم موجود در دانه و کاه وکلـش تعیـین شـد (22). تحلیل آماری داده ها (شامل جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با روش LSD) و همبستگی‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه مرکب خاک قبـل از کشت گندم در جدول 1 نشان می‌دهد که بافـت خـاک لـومی رسـی سیلتی می‌باشد. سطح ویژه 130 مترمربع بر گرم و غلظت پتاسیم قابل جذب خاک با استات آمونیوم 260 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. براساس این نتایج غلظت پتاسیم قابل جذب خاک در حد خیلی زیـاد (دامنـه کمتر از 40 ، 80-41، 120-81، 160-121 و بیشتر از 160 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب بیانگر مقادیر خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد می‌باشند (20))، بوده اما گیاه قـادر بـه جذب این مقدار زیاد پتاسیم نمی‌باشد زیرا سطح ویژه زیاد با کـاهش نسبت آب موجود در خلل و فرج به لایه دوگانه پخشـیده الکتریکـی موجب کاهش پخشیدگی پتاسیم بداخل محلول خاک و کاهش قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاه می‌گردد (10) فسفر قابل جذب خاک 7/33 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در حد متوسط (دامنـه کمتـر از 3 ، 7-4، 11-8، 20-12 و بیشتر از 20 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل جذب خاک که به ترتیب بیانگر مقادیر خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی-زیاد می‌باشد (20)) بود. نیتروژن خاک 0/11 درصد بود که در حد کم قرار داشت. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 0/6 دسی زیمس بر متر بوده و واکنش گل اشباع 7/33 در حدود خنثی قرار دارد.

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی غلظت پتاسیم بـا عصاره‌گیرهای مختلف

نتایج تجزیه واریانس غلظت پتاسیم با عصاره‌گیرهای مختلف در خاک در دو مرحله قبل از خوشه‌دهـی و برداشـت در جـدول 2 آورده شده است. نتایج نشان می دهد در مرحله قبل از خوشه‌دهی گندم اثر تیمارها بر پتاسیم قابل استخراج با تترافنیـل بـران سـدیم و پتاسـیم محلول در سطح پنج درصد و بر پتاسـیم قابـل اسـتخراج بـا اسـتات آمونیوم در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد و بر اضافه بار پتاسـیم تأثیر معنی‌داری نداشت. در مرحله برداشت عصـاره‌گیرهـای مختلـف پتاسیم تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی قرار نگرفته‌اند.

جدول 1- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش پیش از کشت

Table 1- Soil physical and chemical analysis in the site of experiment

سیلت (درصد) Silt (percentage)	شن (درصد) Sand (percentage)	رس (درصد) Clay (percentage)	نیتروژن (درصد) N (percentage)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) P (mg per kg soil)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) K (mg per kg soil)	pH	EC (dS/m)	سطح ویژه (مترمربع بر گرم خاک) Soil specific surface area (square meter per gram soil)
47.6	18.47	33.93	0.11	7.33	260	7.33	0.6	130

جدول 2- تجزیه واریانس پتاسیم قابل جذب خاک (با عصاره‌گیرهای تترافنیل بران سدیم و استات آمونیوم، اضافه بار پتاسیم و پتاسیم محلول) در مراحل قبل از خوشه‌دهی و برداشت

Table 2- Analysis of variance for soil potassium with sodium tetraphenyl boron and ammonium acetate extractents and potassium excess determination and bulk solution potassium methods before wheat heading stage and harvest both

منابع تغییر Variables	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Sum of squares			
		پتاسیم با تترافنیل بران سدیم Potassium with sodium tetraphenyl boron extraction	پتاسیم با استات آمونیوم Potassium with ammonium acetate extraction	اضافه بار پتاسیم Potassium excess	پتاسیم محلول Bulk solution potassium
			قبل از خوشه دهی Before heading		
تیمار Treatment	4	5503.66*	11545.59**	280.572^{ns}	0.000426*
بلوک Block	3	9168.66^{ns}	11769.79^{ns}	326.345^{ns}	0.000434^{ns}
اشتباه Error	12	2516.01	858.01	218.617	0.000149
			برداشت harvest		
تیمار Treatment	4	9386.52^{ns}	1814.17^{ns}	599.252^{ns}	0.0000758^{ns}
بلوک Block	3	41134/20 ^{ns}	2658.77^{ns}	938.46^{ns}	0.000114^{ns}
اشتباه Error	12	12766/96	1255.42	332.415	0.000103

ns اختلاف معنی داری وجود ندارد

ns: no significant differences

* معنی دار در سطح 0/05

*significant differences at 5% level

** معنی دار در سطح 0/01

**significant differences at 1% level

جدول 3 نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم مربوط به تیمارهای خاک ورزی با چیزل و گاوآهن برگرداندار می‌باشد که اختلاف معنی داری بین گاوآهن برگرداندار با سایر روش‌های خاک‌ورزی وجود داشت. توماس و همکاران (55)، مارتین رودا و همکاران (40) به مقدار زیاد تر پتاسیم قابل تبادل در غیاب شخم اشاره دارند. بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل بران سدیم مربوط به تیمارهای نظام بدون‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار می‌باشد که اختلاف معنی‌داری بین گاوآهن برگرداندار با نظام بدون خاک‌ورزی بود. لوپز فاندو و پاردو (34) نیز تجمع بیشتر پتاسیم را در سیستم بدون‌خاک‌ورزی نسبت به شخم مرسوم با گاوآهن برگرداندار گزارش کردند. بیشترین و کمترین مقدار اضافه بار پتاسیم مربوط به تیمارهای خاک‌ورزی با چیزل و گاوآهن برگرداندار می‌باشد که اختلاف معنی‌داری بین گاوآهن برگرداندار با چیزل وجود داشت. بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم محلول در عصاره اشباع مربوط به تیمارهای نظام بدون‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار می‌باشد که اختلاف معنی‌داری بین گاوآهن برگرداندار با تیمار چیزل و نظام بدون خاک‌ورزی بود این نتایج موافق با نتایج به دست آمده توسط محقق دیگر بود (35). نتایج جدول 5 نشان می‌دهد که هر چه شدت خاک‌ورزی افزایش یابد رشد ریشه و جذب پتاسیم توسط گیاه افزایش یافته و در نتیجه مقدار پتاسیم موجود در خاک کاهش می‌یابد. توماس و همکاران (55) در خاک‌های لوویسول استرالیا، گوزمان و همکاران (19) در خاک رسی، اسقار و همکاران (5) در خاک‌های ورتی سول کوییزلند و همچنین لال و همکاران (30) دریافتند در صورتی که عملیات خاک‌ورزی کاهش یابد پتاسیم در افق‌های سطحی افزایش می‌یابد. در مرحله برداشت فقط پتاسیم محلول تحت

تأثیر شدت خاک‌ورزی قرار گرفته بود که کمترین و بیشترین غلظت پتاسیم محلول مربوط به گاوآهن برگرداندار و نظام بدون‌خاک‌ورزی بود. با افزایش شدت خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار و افزایش شدت اکسیداسیون مواد آلی، باید میزان پتاسیم محلول خاک با گاوآهن برگرداندار از سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر باشد. ولی چون رشد و توسعه ریشه گیاه در تیمار گاوآهن برگرداندار افزایش یافت و پتاسیم بیشتری توسط گیاه جذب شد (جدول 5) اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی وجود ندارد.

جدول 4 نشان می‌دهد که افزایش شدت خاک‌ورزی (روش‌های خاک‌ورزی موجود در جدول از پایین به بالا)، مقاومت مکانیکی خاک را به شدت کاهش داد.

جدول 3- مقایسه میانگین غلظت عناصر پتاسیم (با عصاره‌گیرهای تترافنیل بران سدیم و استات آمونیوم، اضافه بار پتاسیم و پتاسیم محلول)، در خاک در مرحله قبل از خوشه‌دهی

Table3- Mean soil potassium concentration comparisons using sodium tetraphenyl boron and ammonium acetate extractents and potassium excess determination and bulk solution potassium methods before wheat heading

تیمار Treatment	پتاسیم با استات آمونیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Potassium with ammonium acetate (mg per kg soil)	پتاسیم با تترافنیل بران سدیم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Potassium with sodium tetraphenyl boron (mg per kg soil)	اضافه بار پتاسیم(میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Potassium excess(mg per kg soil)	پتاسیم محلول (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Bulk solution potassium(mg per kg soil)
		قبل از خوشه دهی Before heading		
برگردان Moldboard plow	322.07^{c}	367.64^{b}	80.85^{b}	.0345^{b}
روتیواتور Rotivator	399.62^{b}	377.14^{ab}	97.83^{ab}	0.0456^{ab}
دیسک Discking	431.9^{ab}	427.46^{ab}	95.75^{ab}	0.0483^{ab}
چیزل Chisel	466.9^{a}	440.24^{ab}	103.10^{a}	0.0558^{a}
بدون خاک-ورزی No-tillage	415.41^{b}	447.84^{a}	97.51^{ab}	0.0616^{a}
		برداشت گندم harvest		
برگردان Moldboard plow	306.36^{a}	325.84^{a}	78.35^{ab}	0.0338^{a}
روتیواتور Rotivator	296.53^{a}	305.65^{a}	86.03^{ab}	0.0446^{a}
دیسک Disckin g	273.22^{a}	202.24^{a}	95.90^{a}	0.0385^{a}
چیزل Chisel	252.75^{a}	305.14^{a}	95.69^{a}	0.0451^{a}
بدون خاک‌ورزی No-tillage	292.06^{a}	277.78^{a}	67.06^{b}	0.0457^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد

Same letters in each column point to no significant differences between treatments according to LSD test at 5% level

مقاومت مکانیکی در تیمار گاوآهن برگردان‌دار از مرحله قبل خوشه‌دهی تا برداشت نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی کمتر بود. در مرحله قبل از خوشه‌دهی کمترین مقاومت مکانیکی خاک مربوط به گاوآهن برگرداندار است و بیشترین مربوط به نظام بدون‌خاک‌ورزی می‌باشد و اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با سایر روش‌های خاک‌ورزی وجود داشت. در مرحله برداشت هم اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار و نظام بدون‌خاک‌ورزی وجود داشت که کمترین و بیشترین مقدار مقاومت مکانیکی خاک مربوط به تیمارهای گاوآهن برگرداندار و نظام بدون‌خاک‌ورزی بود. فررراس و همکاران (17)، مارتینز و همکاران (39) گزارش کردند که مقدار مقاومت مکانیکی خاک در تیمار گاوآهن برگرداندار نسبت به نظام بدون‌خاک‌ورزی کمتر بود و همچنین کاسل و همکاران (10) دریافتند که مقدار مقاومت مکانیکی خاک در نظام بدون‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار و چیزل بیشتر بود. وزن ریشه در هر دو مرحله قبل از خوشه‌دهی و برداشت در تیمارهای گاوآهن برگردان‌دار نسبت به سایر تیمارهای خاک‌ورزی بیشتر بود و در مرحله قبل از خوشه‌دهی اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با سایر روش‌های خاک‌ورزی داشت ولی در مرحله برداشت اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با روتیواتور نداشت. در نتیجه میزان برداشت پتاسیم توسط دانه و کاه با گاوآهن برگرداندار نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر بود (جدول 5). کیرکارد و همکاران (26) بیان کرد که بالا بودن مقاومت مکانیکی خاک باعث کاهش رشد ریشه در سیستم‌های حفاظتی شد. مقاومت مکانیکی بالای خاک باعث کاهش جذب عناصر غذایی از جمله پتاسیم و آب توسط گیاه می‌شود (43). ویلهلم و همکاران (59) به این نتیجه دست یافتند که تراکم کمتر ریشه در بدون‌خاک‌ورزی به دلیل زیادتر بودن جرم مخصوص ظاهری خاک و مقاومت مکانیکی خاک حاصل شده و باعث محدودیت جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه گیاه گندم گردید. نتایج جدول 3، 4 و 5 نشان داد که افزایش شدت خاک‌ورزی موجب کاهش مقاومت مکانیکی خاک و درنتیجه افزایش رشد ریشه شده که پتاسیم خاک را با شدت بیشتری جذب کرد و مقدار جذب پتاسیم توسط دانه و کاه افزایش یافت و این نتایج موافق با نتایج بدست آمده توسط محقق دیگر بود (16). بهبود و همکاران (7) نشان دادند که با افزایش فشردگی خاک میزان جذب پتاسیم توسط برگ سیب زمینی کاهش یافت. لازم بذکر است که همبستگی بین جذب پتاسیم توسط دانه و عملکرد دانه (0/818، P<0/01)، جذب پتاسیم توسط کاه و عملکرد کاه (0/857، P<0/01)، و همبستگی بین عملکرد دانه و کاه و تعداد خوشه در واحد سطح بترتیب (0/817، P<0/01) و (0/777، P<0/01) بودند. با افزایش شدت خاک‌ورزی وزن ریشه و جذب پتاسیم افزایش یافت که با عملکرد دانه همبستگی دارد.

ضرایب همبستگی بین انواع عصاره‌گیری‌های پتاسیم خاک در مرحله قبل خوشه با وزن ریشه در مرحله قبل خوشه-دهی، عملکرد دانه،کاه و جذب پتاسیم توسط دانه و کاه

براساس جدول 6، همبستگی بین غلظت پتاسیم در مرحله قبل خوشه‌دهی با عصاره‌گیر تترافنیل‌بران سدیم با عملکرد دانه 76/1- درصد، با برداشت پتاسیم بوسیله دانه 82/7- درصد، با عملکرد کاه وکلش 78/1- درصد و با برداشت پتاسیم بوسیله کاه و کلش 71/1- درصد می‌باشد.

جدول 4- مقایسه میانگین مقاومت مکانیکی خاک (کیلوپاسکال) در اعماق 8-0 سانتیمتر سطح خاک برای تیمارهای آزمایشی

Table 4. Soil mechanical resistance mean differences (KPa) between tillage treatments, within 0-8 cm soil depth

تیمار Treatment	Before قبل از پنجه‌زنی tillering	پنجه‌زنی Tillering	Before قبل از خوشه‌دهی heading	خوشه‌دهی Heading	خمیری-شدن Grain paste	برداشت harvest
برگردان Moldboard plow	693.4^{b}	697.7^{b}	1385.5^{c}	2113.2^{c}	3954.4^{c}	3867.3^{c}
روتیواتور Rotivator	623.6^{b}	539.6^{b}	1848.9^{b}	2354.3^{c}	4081.9^{c}	3954b^{c}
دیسک Discking	845^{b}	1194.2^{b}	2014.7^{b}	2749.2^{b}	4181b^{c}	4030^{ab}
چیزل Chisel	831.9^{b}	1300^{b}	2292.1^{b}	3038.5^{b}	4399^{ab}	4058^{ab}
بدون‌خاک‌ورزی No-tillage	1820.9^{a}	2147.5^{a}	3113.13^{a}	3739.8^{a}	4657.2^{a}	4144.1^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشاندهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد

Same letters in each column point to no significant differences between treatments according to LSD test at 5% level

جدول 5- میانگین جذب پتاسیم توسط دانه و کاه (کیلوگرم بر هکتار) و وزن ریشه (کیلوگرم بر هکتار) در مراحل قبل از خوشه‌دهی و برداشت
Table 5- Mean treatment grain and straw potassium uptake (Kg per ha) and root weight (Kg per ha) at before heading and harvest

تیمار treatment	جذب پتاسیم توسط دانه Grain potassium uptake	جذب پتاسیم توسط کاه Straw potassium uptake	وزن ریشه (قبل از خوشه‌دهی) Root weight (before heading)	وزن ریشه (برداشت) Root weight (harvest)
برگردان Moldboard plow	10.521[a]	45.61[a]	2371.6[a]	3155[a]
روتیواتور Rotivator	8.509[ab]	33.428[abc]	1877.3[b]	2726.3[a]
دیسک Discking	6.808[ab]	34.875[ab]	1113.8[c]	1738.3[b]
چیزل Chisel	5.551[ab]	18.306[bc]	488.7[d]	1038.4[c]
بدون‌خاک‌ورزی No-tillage	4.514[b]	14.041[c]	452.4[d]	899.2[c]

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد
Same letters in each column point to no significant differences between treatments according to LSD test at 5% level

بین وزن ریشه در مرحله قبل خوشه‌دهی و غلظت پتاسیم خاک همبستگی منفی معنی‌داری دیده می‌شود و از بین عصاره‌گیرهای پتاسیم خاک، تترافنیل‌بران سدیم بیشترین همبستگی منفی (65/7- درصد) با وزن ریشه نشان داد که با توجه به همبستگی بالا و منفی بین برداشت پتاسیم توسط گیاه و غلظت پتاسیم در خاک با استفاده از عصاره‌گیر تترافنیل‌بران سدیم، شدت‌های بالای خاک‌ورزی (گاوآهن برگرداندار) با افزایش حجم ریشه باعث کاهش غلظت پتاسیم قابل جذب خاک می‌شوند و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن ریشه در مرحله قبل از خوشه‌دهی و عملکرد دیده می‌شود. با افزایش وزن ریشه با برخی تیمارهای خاک‌ورزی، میزان جذب پتاسیم و در نتیجه عملکرد افزایش یافت. تیمارهای با عملکرد بالای دانه و کاه، غلظت پتاسیم خاک را به دلیل جذب بیشتر توسط گندم کاهش می‌دهند. عملکرد دانه در تیمارهای گاوآهن برگرداندار، روتیواتور، دیسک، چیزل و بدون‌خاک‌ورزی به ترتیب 2166، 1958، 1653، 1505 و 1305 کیلوگرم در هکتار و عملکرد کاه در تیمارهای گاوآهن برگرداندار، روتیواتور، دیسک، چیزل و بدون‌خاک‌ورزی به ترتیب 4872، 4646، 4319، 3524 و 3072 کیلوگرم در هکتار بود. در واقع با افزایش شدت خاک‌ورزی عملکرد دانه و کاه افزایش و پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل‌بران سدیم و پتاسیم محلول در خاک کاهش یافت. برای مثال در خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار وزن ریشه و در نتیجه سطح تماس ریشه با خاک نسبت به سایر تیمارهای خاک‌ورزی بیشتر بود که در نتیجه میزان جذب پتاسیم از خاک و عملکرد افزایش یافت. بنابراین در این خاکها با هر روشی که بتوان رشد ریشه را افزایش داد ممکن است بتوان جذب پتاسیم از خاک و عملکرد گیاه را نیز افزایش داد. برخی از این روش‌ها ممکن است استفاده از هورمون-های ریشه‌زایی و یا استفاده از باکتری‌های محرک رشد ریشه باشد (50). با افزایش رشد ریشه در خاک، مقدار یون هیدروژن هیدراته (هیدرونیم) نیز در محیط ریزوسفری افزایش می‌یابد که با شعاع هیدراته مشابهی با پتاسیم هیدراته، ممکن است موجب آزادسازی آن از سطوح اجزاء خاک و افزایش جذب پتاسیم شود. همبستگی نسبتاً ضعیفی بین عملکرد دانه با پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم (57/2- درصد) و عملکرد کاه (61- درصد) وجود دارد. همبستگی بین عملکرد دانه با اضافه بار پتاسیم (46/9- درصد) و همبستگی با عملکرد کاه (67/9- درصد) بود. بنابراین همبستگی استات آمونیوم و اضافه بار با فاکتورهای مذکور در بالا مشابه با تترافنیل‌بران سدیم منفی است ولی میزان آنها کمتر از مقادیر مذکور در بالا برای تترافنیل‌بران سدیم است.

ضرایب همبستگی بین عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم در مرحله قبل از خوشه‌دهی

با توجه به ضرایب همبستگی بین عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم (جدول 6)، بین پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل‌بران سدیم با اضافه بار پتاسیم همبستگی بالا و مثبتی دیده می‌شود (0/7) که با نتایج به دست آمده به وسیله محقق دیگر مطابقت داشت (1). نتایج نشان داد که پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل‌بران سدیم بیشتر تابعی از اضافه بار پتاسیم خاک بود. با توجه به ضرایب همبستگی بین پتاسیم محلول با عصاره‌گیرهای مختلف پتاسیم، پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل‌بران سدیم همبستگی پایین و غیرمعنی‌داری با پتاسیم محلول داشت اما برعکس پتاسیم محلول با پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم (تبادلی) همبستگی بالا و مثبتی (0/727) داشت زیرا

با استات آمونیوم هم پتاسیم تبادلی و هم محلول هر دو کنترل می شوند (جدول 6). مقاومت مکانیکی خاک در عمق 8-0 سانتیمتر همبستگی بالا و مثبتی با پتاسیم عصاره‌گیری شده با تترافنیل‌بران سدیم (0/546، P<0/01)، پتاسیم با استات آمونیوم (0/636، P<0/01) و پتاسیم محلول (0/708، P<0/01) داشت. در واقع مقاومت مکانیکی خاک از طریق اثر بر رشد ریشه موجب تاثیر بر روی رشد گیاه و جذب عناصر توسط گیاه می شود. در تیمار بدون‌خاک-ورزی با توسعه کم ریشه و جذب، مقدار پتاسیم تبادلی و محلول بالا می‌باشد. بطور کلی براساس نتایج این جدول با افزایش شدت خاک ورزی وزن ریشه و جذب پتاسیم افزایش یافت که با عملکرد دانه همبستگی دارد.

جدول 6- ضرایب همبستگی بین انواع عصاره‌گیری‌های پتاسیم خاک در مرحله قبل خوشه با وزن ریشه در مرحله قبل خوشه‌دهی، عملکرد دانه،کاه و برداشت پتاسیم توسط دانه و کاه

Table 6- Correlation coefficients between soil potassium with different methods, root weight, grain weight, straw weight, grain and straw potassium uptake

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	اضافه بار پتاسیم Potassium excess	1								
2	پتاسیم خاک با استات آمونیوم Potassium with ammonium acetate	0.624**	1							
3	پتاسیم خاک با تترافنیل بران سدیم Potassium with sodium tetraphenyl boron	0.7**	0.603**	1						
4	پتاسیم محلول Bulk solution potassium	0.56*	0.727**	0.41^{ns}	1					
5	جذب پتاسیم بوسیله دانه Grain potassium uptake	-0.632**	-0.607**	-0.827**	-0.501*	1				
6	جذب پتاسیم بوسیله کاه Straw potassium uptake	-0.689**	-0.637**	-0.711**	0.588**	0.851**	1			
7	عملکرد دانه Grain yield	-0.469*	-0.572**	-0.761**	-0.522**	0.818**	0.739**	1		
8	عملکرد کاه Straw yield	-0.679**	-0.61**	-0.781**	-0.631**	0.887**	0.857**	0.856**	1	
9	وزن ریشه root weight	-0.491*	-0.58**	-0.657**	-0.639**	0.63**	0.719**	0.744**	0.62**	1

ns اختلاف معنی داری وجود ندارد

ns: no significant differences

* معنی دار در سطح 0/05

*significant differences at 5% level

** معنی دار در سطح 0/01

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

در این تحقیق با رشد بیشتر ریشه و افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه با شخم با گاوآهن برگرداندار، میزان پتاسیم خاک با عصاره-گیرهای استات آمونیوم، تترافینیل‌بران سدیم، اضافه بار پتاسیم و پتاسیم محلول در مرحله قبل از خوشه‌دهی(مرحله جذب فعال عناصر)کاهش یافت (وجود همبستگی منفی بین پتاسیم قابل استفاده خاک و جذب توسط گندم). بنابراین برای توصیه کودی زمانی می توان از عصاره‌گیرهای خاک برای پیش بینی جذب عناصر توسط گیاه و عملکرد استفاده کرد که رشد ریشه با تیمارهای مختلف یکسان و همبستگی غلظت عناصر خاک با جذب آنها یک همبستگی مثبت و معنی‌دار باشد. چون مهم ترین عامل محدودکننده رشد گندم در خاکهای لسی حاوی ایلایت زیاد و سطح ویژه بالا (مثل خاک محل آزمایش واقع در سری خاک رحمت آباد گرگان) پتاسیم است بنابراین هر نوع تیمار کودی (معدنی و یا میکروبی)، مدیریت زراعی، مدیریت آبیاری و اصلاح خاک که موجب افزایش عملکرد گیاه گردد از طریق کاهش محدودیت جذب پتاسیم است. خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن برگرداندار در خاک مورد مطالعه با محدودیت پتاسیم با افزایش تراکم ریشه و سطح تماس ریشه با خاک موجب افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه و افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و عملکرد گردید. پیشنهاد می شود در محل تحقیق حاضر (خاک با سطح ویژه بالا) روش معمول خاک‌ورزی (گاوآهن برگرداندار) برای کشت گندم استفاده شود زیرا روش های کم یا بی‌خاک‌ورزی با مقاومت مکانیکی بالا موجب

افت عملکرد می شوند. پس از عملیات خاک‌ورزی، خاکدانه‌سازی در اراضی غیر شیب‌دار خطر فرسایش آنها زیاد نیست (3). این خاک ها با سطح ویژه بالا و اجزاء بسیار ریز سریع است و در

منابع

1-Alaeddin M.Z. 2011. Physical and chemical parameters affecting plant available potassium in some soils of Golestan and Tehran Provinces. M.Sc. thesis, Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2-Ali-Ahyai M., and Behbahani Zadeh, A.A. 1993. Methods of Soil Analysis Descriptions. Soil and Water Research Institute. Technical Paper, No. 893. Tehran.

3-Amini S., and 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, 1:295-313.

4-Amini S. 2007. The effect of paper mill sludge on soil fertility and wheat growth. M.Sc. thesis, Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

5-Asghar M., Lack D.W., Cowie B.A., and Parker J.C. 1996. Effects of surface soil mixing after long-term zero tillage on soil nutrient concentration and wheat production. p. 88–91. In: Asghar, M. (Ed.), Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, the Australian Society of Agronomy Inc. Toowoomba, Queensland.

6-Balesdent J., Chenu C., and Balabane M. 2000. Relationship of soilorganic matter dynamics to physical protection and tillage. Soil and Tillage Research, 53: 215–230.

7-Behbood M., Golchin A., and Besharati H. 2011. Effects of soil compaction and phosphorous on potato yield. Soil and Water Journal, 11-19.

8-Bolt G.H. 1978. Soil chemistry. p. 281. Physico-Chemical Models. Part B. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsredam.

9-Carter D. L., Mortland M. M., and Kemper W. D. 1986. Specific surface area. p. 413-423. In: Methods of Soil Analysis: Physical and Mineralogical Methods, 2nd edn (ed. A. Klute). Part 1. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.

10-Cassel D.K., Raczkowski C.W., and Denton H.P. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical properties. Soil Science Society of America. Journal, 59: 1436–1443.

11-Cllement C.R., and Williams T.E. 1964. Leys and soil organic matter. I. The accumulation of organic carbon in soil under different lays. The Journal of Agricultural Science, 63:377-383.

12-Cox A.E., Joern B.C., and Roth B.C. 1996. Nonexchangeable Ammonium and Potassium Determination in soils with a Modified SodiumTetraphenylboron Method. WI: Soil_Science Society of America Journal, 60: 114-120.

13-DeMaria I.C., Nnabude P.C., and DeCastro O.M. 1999. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. Soil and Tillage Research, 51: 71-79.

14-Dolan M.S, Dowdy R.H., Voorhees W.B., Johnson J.F., and Bidwellschrader A.M. 1992. Corn phosphorus and potassium uptake in response to soil compaction. Agronomy Journal, 84: 639-642.

15-Dwyer L.M., Stewart D.W., Hayhoe H.N., Balchin D., Culley J.L., and McGovern M. 1996. Root mass distribution under conventional and conservation tillage. Canadian Journal of Soil Science, 76: 23–28.

16-Fakouri V. 2012. Short term Tillage Effects on Some Soil Chemical Properties and macro and micro element uptake by corn. M.Sc. thesis, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

17-Ferreras L., Costa J., Garcia F., and Pecorar C. 2000. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern ``Pampa" of Argentina. Soil and Tillage Research, 54: 31-39.

18-Gameda S., Raghavan G.S.V., McKyes E., Watson A.K., and Mehuys G. 1991. Long-term effects of a single incidence of high axle load compaction on a clay soil in Quebec. Soil and Tillage Research, 29: 173–177.

19-Guzmán J.G., Godsey C.B., Pierzynski G.M., Whitney D.A., and Lamond R.E. 2006. Effects of tillage and nitrogen management on soil chemical and physical properties after 23 years of continuous sorghum. Soil and Tillage Research, 91: 199–206.

20-Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L., and Nelson W.L. 2005. Soil Fertility and Fertilizer. Prentice Hall, U.S.A.

21-Henderson C.W. 1989. Lupin as a biological plough: evidence for and effects on wheat growth and yield. Australian Journal of Experimental Agriculture, 29: 99–102.

22-Imami A. 1996. Methods of plant analysis. Technical paper No. 982. Soil and Water Research Institute. Research, education and extension organization, Agricultural Ministry. 128p.

23-Ishaq M., Hassan A., Saeed M., Ibrahim M., and Lal R. 2000.Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: 1. Soil physical properties and crop yield. Soil and Tillage Research, 1570: 1–9.

24-Joudi, Z., and Movahedi, S.A.R. 2008. The effects of zeolite, LECA and compost on soil water content and temperature. Journal of Agricultural Sciences and Technology, special issue: soil, water and air, 21: 35- 46.

25-Jozefaciuk G., Muranyi A., Szatanik-Kloc A., Farkas C., and Gyuricza C. 2001. Changes of surface, fine pore and variable charge properties of a brown forest soil under various tillage practices. Soil and Tillage Research, 59: 127–135.
26-Kirkegaard J.A., Angus J.F., Gardner P.A., and Muller W. 1994. Reduced growth and yield of wheat with conservation cropping. I. Field studies in the first year of the cropping phase. Australian Journal of Agricultural Research, 45: 511–528.
27-Klute, A. 1986. Methods of soil analysis. Physical and Mineralogical Methods, Part I; American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. 1188.
28-Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. P. 225-246. In: Methods of soil analysis (part II) Chemical and microbiological properties, Page et al. (ed.). American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA.
29-Krik P.L. 1950. Kjeldahl method for total nitrogen. Analytical chemistry. 22: 354-358.
30-Lal R., Logan T.J., and Fausey N.R. 1990. Long-term tillage effects on amollicochraqualf in North-West Ohio. III. Soil nutrient profile. Soil and Tillage Research, 15: 371–382.
31-Lilienfein J., Wilcke W., Vilela L., Do Carmo Lima S., Thomas R., and Zech W. 2000. Effect of no-tillage and conventional tillagesystems on the chemical composition of soil solid phase and soilsolution of Brazilian savanna oxisols. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 163: 411–419.
32-Limousin G., and Tessier D. 2007. Effects of no-tillage on chemical gradients and topsoil acidification. Soil and tillage Research, 92: 167-174.
33-Logesdon S. D., Reneau R.B., and Parker J.C. 1987. Corn seeding root growth as influenced by soil physical properties. Agron Journal, 79: 221-224.
34-Lopez-Fando C., and Pardo M.T. 2009. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practices in a semi-arid environment. Soil and Tillage Research, 104: 278-284.
35-Lozano-García B., and Parras-Alcántara L. 2011. Soil tillage effects on monovalent cations (Na+ and K+) in vertisols soil solution. Soil and Tillage Research, 84: 61-69.
36-Malakoti M.J., shahabi A.A., and Bazargani K. 2005. Potassium in Iran agriculture. Sana publication, Tehran.
37-Manschadi A.M., Sauerborn J., Stutzel H., Gobel W., and Saxena M.C. 1998. Simulation of faba bean (ViciafabaL.) root system development under Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy, 9: 259–272.
38-Markewitz D., and Richter D.D. 2000. Long-term soil potassium availabilityfrom a Kanhapludult to an aggrading loblolly pine ecosystem. Forest Ecology and Management, 130: 109–129.
39-Martinez E., Fuentes J., Silva P., Valle S., and Acevedo E. 2008. Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. Soil and Tillage Research, 99: 232-244.
40-Martin-Rueda I., Munoz-Guerra L.M., Yunta F., Esteban E., Tenorio J.L., and Lucena J.J. 2007. Tillage and crop rotation effects on barley yield and soil nutrients on a Calciortidic Haploxeralf. Soil and Tillage Research, 92: 1–9.
41-Mc Lean E.O. 1982. Soil PH and lime requirement. P. 192-224. In: Methods of soil analysis (part II) Chemical and microbiological properties, Page et al. (ed.). American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA.
42-Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean L.A. 1954. Estimation of available P in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture, circular, 939: 1-19.
43-Oussible M., Crookston R.K., and Larson W.E. 1992. Subsurface compaction reduces the root and shoot growth and grain yield of wheat. Agron Journal, 84: 34–38.
44-Passiora J.B. 1988. Root signal control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil. Australian Journal of Plant Physiology, 15: 687-693.
45-Pierret A., Doussan C., Capowiez Y., Bastardie F., and Pages L. 2007. Root functionalarchitecture: a framework for modeling the interplay between roots and soil. Vadoze Zone Journal, 6: 269–281.
46-Polshekan Pahlavan M., Movahedi Naeini S.A.R., Etesam G., Keykha A., and Kuhkan S.A.1997. Soil mechanical resistance with different cultivation methods and irrigation quantities and their effect on wheat yield. Proceedings of 10th Iran soil science congress, Pardis Agricultural and Natural Resources College; Tehran University. Karaj. Iran. In Farsi.
47-Rao C.S., and Takker P.N. 1997. Evaluation of different extract ants for measuring the soil potassium and determination of critical levels for plant available K in semectitic soils for sorghum. Journal of the Indian Society of Soil Science, 45:113-119.
48-Rhoton F.E. 2000. Influence of time on soil response to no-till practices. Soil_Science Society of America Journal, 64: 700–709.
49-Sebti M., Movahedi Naeini S.A.R., Ghorbani N.R., Roshani G.A., and Movahedi M. 2009. Suitable soil potassium extractant for a loess soil with illite dominance in clay fraction and the effects of Azotobacter and vermicompost on rainfed wheat tissue potassium concentration and uptake. Journal of Agricultural Sciences and Natural resources, 16: 59-75.

50-Sebti M., Movahedi Naeini S.A.R., Ghorbani NasrAbadi R., Roshani G.A., and Movahedi M. 2007. The growth of the microbial population and azotobacter by adding Vermicompost to soil and the effect of microbial population on wheat yield and growth. 16: 51-65.

51-Shafiei S.A., Movahedi Naeini S.A.R., Dehghani A.A., and Roshani G.A. 2013. Extractible sodium tetraphenyl boron soil available potassium estimation with artificial neural network using specific surface area of soils in Golestan Province as input. Second National Conference of sustainable Agriculture and safe environment. Technical and Professional University of Hamadan.

52-Shipitalo M.J., Dick W.A., and Edwards W.M. 2000. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement andthe fate of chemicals. Soil and Tillage Research, 53: 167–183.

53-Smith S.J., and Scott A.D. 1966. Exchangeable potassium in grundite corn. Agronomy Fact Sheet Series Journal, 84: 850-856.

54-Talebizadeh E. 2009. The effect of calcium, ammonium and potassium based phosphorous fertilizers on potassium uptake by rain-fed winter wheat in a potassium fixing loess soil with a dominance of weathered mica in clay fraction. M.Sc. thesis, Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan , Iran.

55-Thomas G.A., Dalal R.C., and Standley J. 2007. No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. Soil and Tillage Research, 94: 295–304.

56-Unger P.W. 1991. Organic matter, nutrient, and pH distribution in no and conventional-tillage semiarid soils. Agronomy Journal, 83: 186–189.

57-Vafakhah M. 2011. The effect of calcium bearing amendments on root zone potassium release and wheat uptake in soil dominated by illite in clay fraction and high specific surface. M.Sc. thesis, Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan , Iran.

58-Vafakhah M., Movahedi Naeini S.A.R., Zeinali A., and Ghasemi Chapi A. 2010. Suitable soil potassium extraction methods and their correlation with wheat yield in a loess soil with illite dominance in clay fraction. Second National Agricultural Conference and Sustainable Development, Forthcoming Opportunities and Challenges. Free Islamic University.

59-Wilhelm W. W., Bouzerzour H., and Power J. F. 1989. Soil disturbance residue management effect on winter wheat growth and yield. Agronomy Journal, 81: 581-588.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 4, Sept.-Oct. 2015, p. 966-979

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، مهر – آبان 1394، ص. 979-966

The Effects of Different Tillage Methods on Available Soil Potassium Measured by Various Extractors in a Soil with High Specific Surface Area

M. Hosseini[1*] - S.A.R. Movahedi Naeini[2] – A. Bameri[3]

Received: 25-04-2013
Accepted: 18-05-2015

Introduction: The effects of any tillage method on soil properties, depends on location (soil, water and air) and the number of (years) their implementation. Soil compaction reduces yield through increased soil mechanical resistance against root growth and lower water and nutrient use efficiency (Gamda et al. 18 & Ishagh et al 23). Soil surface and sub surface compaction both reduce yield due to limited root growth and plant potassium uptake (Doulan et al. 14). Sabt et al. (50) reported that in the study area, which the lands are mostly illite clay (high specific surface area) with sufficient nitrogen, soil potassium is the most important limiting factor for the growth of wheat.Considering the point that loess soils in Golestan Province have a high specific surface area,they can provide potassium for plants to produce crop, but for a higher production, potassium fertilizers should be used. Previous studies indicated that production of wheat is limited due to potassium deficiency (4, 49, 54 and 57). In these soils with a high specific surface area, the speed of movement of potassium from the soil solution is low, and doing solimits wheat yield.In loess soils containing high illite and high specific surface area (eg, soilsin the series of Rahmat Abad of Gorgan), ammonium acetate measured potassium on exchange and solution surfaces, which is highly correlated with grain yield (54) . There is a high correlation between grain yield with overload of potassium and Na TPB extraction (57). The aim of this study was to absorb potassium (limiting factor for plant growth) with different tillage systemsat different depths. International recommendations towards reducing the depth and intensity of tillage (from minimum tillage to no-tillage) in order to reduce erosion and oxidation of organic substances plays an important role in determining the amount of greenhouse gases. If potassium absorption does not reduceafter reducing tillage intensity,low or no-tillage methods are preferred. Otherwise no choice but to continue conventional tillage. The second objective is to assess the effects of the treatments (different tillage systems) on the growth and size of the roots and to predict nutrient uptake by plants.

Materials and Methods: This research was a field experiment during 2009-2010 in estates of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (Seyed Miran Area) with 5 treatments and 4 replications which used completely randomized block design. Treatments were 5 tillage methods including moldboard-ploughing (20-25 cm depth) followed by disking, rotivator (12-17 cm depth), disking (8-10 cm depth), chisel (25- 30 cm depth) and no-tillage. Row spacing, distance between seeds in a rowand the amount of seeding was 20 cm 1.5 cm and 268.5 kg ha respectively (planting was done by hands). The consumption of fertilizers based on soil test results and the results reported by other researchers were added to the soil surface before planting (54). In all treatments, 350 kg per hectare of ammonium phosphate and 200 kg of potassium sulfate before planting and by hands were added. For treated moldboard,rotary cultivator, disc and chisel were used, and for no-tillage system by disc plow and sweep were used.Main parameters measured were soil mechanical resistance at 6 stages during wheat growth using a cone penetrometer (0-8 cm soil depth), soil potassium at two stages during plant growth (before heading and harvest) using sodium tetraphenyl boron(12), ammonium acetate(28) and ammonium nitrate as extractents and using potassium surface excess(8) determination method and also bulk soil solution potassium concentration(2). Yield of wheat and its components were also determined at harvest. Data analysis include the analysis of variance and mean comparisons using LSD and correlations which carried out using SAS software.

Results and Discussion: Results show there was a significant difference between treatments with respect to extractible soil potassium using sodium tetraphenyl boron at 5 percent level and ammonium acetate at 1 percent level, both before wheat heading. Soil potassium content did not differ significantly in this stage when potassium excess method was used. With all methods of soil potassium determination, soil potassium did not differ significantly at harvest. Soil potassium with moldboard-ploughing was less than all other tillage methods

1, 2- M.Sc. Graduate, and Associate Professor, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(*- Corresponding Authors Email: mehdi.h.2009@gmail.com)
3- Professor Department of Soil, Water and Soil Faculty, University of Zabol

at before plant heading. Thomas et al. (55) and Martin Rhoda et al.(40) also stated that soil potassium was greater with no-tillage method. Lopez Phando & Pardo. (34) similarly stated that soil potassium with no-tillage method was greater than moldboard ploughing. According to results of the current experiment, soil mechanical resistance was further reduced as tillage intensity was increased. Soil mechanical resistance with moldboard ploughing was less than other tillage methods between early heading stage and harvest. Lower mechanical resistance with increased tillage intensity increased root growth and soil potassium uptake by wheat grain and straw, leading to greater yield production in accordance with results by Fakori (16).

Conclusions Soil tillage with moldboard ploughing reduced mechanical resistance, increased root density (and possibly soil-root contact surface area) and soil potassium uptake which results a greater wheat head density and yield and also a lower soil potassium with different methods (potassium excess determination and bulk soil solution potassium concentration methods and also using soidium tetraphenyl boron, ammonium acetate extractants) at before heading which is the stage for maximal growth and nutrient accumulation rate. Soil extractants maybe used for plant nutrient uptake and yield predictions in a plant canopy, when plant nutrient uptake has a positive significant correlation with soil potassium and treatments do not affect root growth and the mentioned correlation.

Keywords: Grain and straw yield, Potassium uptake with grain and straw, Soil potassium