مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳

مجله پژوهش های به زراعی

تأثیر مقادیر مختلف فسفر بر ویژگی‌های رشدی ذرت در خاک‌های شور منطقه‌ی اردبیل

سمیه سلطانی سیاه‌پوش[۱]، کاظم هاشمی مجد[۲]، نصرت اله نجفی[۳]، مهدی عقیقی شاهوردی[۴*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳- گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۴- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف فسفر بر عملکرد گیاه ذرت در خاک‌های شور منطقه‌ی اردبیل، آزمایشی با ۱۰ سطح شوری (۰/۷۵، ۱/۲۰، ۲/۲۹، ۳/۳۰، ۴/۲۵، ۵/۱۱، ۶/۱۹، ۸/۸۰، ۱۰/۸۸ و ۱۴/۰۰ دسی‌زیمنس بر متر) و ۵ سطح فسفر (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع فسفات دی‌آمونیوم به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در شرایط گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. نمونه‌های خاک از ۴۵ نقطه‌ی مختلف دشت زرناس اردبیل تهیه شد و پس از تعیین خصوصیات خاک، تعداد ۱۰ نمونه با ویژگی‌ها و شوری مختلف برای انجام آزمایش انتخاب گردید. نتایج نشان داد که با افزایش میزان فسفر، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه‌ی گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافتند، در حالی که با افزایش غلظت شوری به طور معنی‌داری کاهش نشان دادند. اثر متقابل شوری و فسفر برای شاخص کلروفیل برگ، وزن تر و خشک اندام های هوایی و ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد ولی اثر متقابل شوری و فسفر برای ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ غیر معنی‌دار بود. کاربرد کود فسفره از طریق بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه در شرایط شور، اثرات منفی تنش را کاهش و عملکرد گیاه ذرت را بهبود بخشید.

واژه های کلیدی: ذرت، شاخص‌های رشد، شوری، فسفر

* نگارنده مسئول (aghighim@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

شوری و خشکی خاک از مهمترین خصوصیات اکولوژیکی نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شوند (Singh *et al.*, 1992). خاک‌های شور بالغ بر ۳۰ درصد اراضی زراعی را در ایران به خود اختصاص داده‌اند (قولرعطا و همکاران، ۱۳۸۷). میزان خسارت ناشی از شور شدن زمین‌های کشاورزی در سطح جهان قابل توجه و معادل ۱۵ میلیارد دلار گزارش شده است (امرالهی، ۱۳۷۵). شوری از طریق کاهش پتانسیل اسمزی، سمیت ناشی از یون‌های ویژه و عدم تعادل تغذیه‌ای، رشد و عملکرد گیاه را محدود می‌سازد. همچنین در خاک‌های شور، جذب و تجمع عناصر غذایی در گیاه بر اثر رقابت میان عناصر و گونه‌های مختلف یونی، کاهش می‌یابد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). بسیاری از گیاهان توان رویش در خاک‌های شور را ندارند، زیرا غلظت زیاد نمک جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حساسیت گیاهان مختلف نسبت به شوری متفاوت است (Taiz & Zeiger, 2006).

در بین محصولات کشاورزی، ذرت (*Zea maize* L.) مهمترین محصول نواحی معتدله است که بیشترین تقاضا را برای تغذیه دام دارد. خاک‌های لومی و سیلتی لومی با زهکشی مناسب بهترین خاک‌ها برای کشت ذرت هستند (Aslam Khan *et al.*, 2005). ذرت می‌تواند در خاک‌هایی با pH، ۵ تا ۸ رشد کند، اما به شوری نسبتاً حساس می‌باشد و در هدایت الکتریکی حدود ۱/۸ دسی زیمنس بر متر، ۹۰ درصد عملکرد نسبی بدست می‌آید (Jones, 1985). از سوی دیگر فسفر عنصر ضروری برای رشد و توسعه‌ی ذرت محسوب می‌شود (Yazdani *et al.*, 2009). با افزایش شوری خاک، رشد ریشه‌ی گیاه کاهش می‌یابد و در نتیجه سطوح جذب ریشه کم می‌شود. لذا، برای تأمین مواد غذایی، لازم است، غلظت عناصر غذایی نسبت به شرایط غیرشور تا حدودی افزایش یابد. همچنین با توجه به اهمیت فسفر در گیاه و نقش آن در بسیاری از ترکیبات مهم سلول‌های گیاهی از جمله اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدهای غشا و نوکلئوتیدهایی که در متابولیسم انرژی گیاه شرکت دارند و نیز نقش فسفر در محدوده‌ی وسیعی از فرآیندهای گیاهی نظیر تقسیم سلولی و توسعه‌ی ریشه، در رابطه با کاربرد فسفر و تأثیر آن بر تحمل تعدادی از گیاهان زراعی به شوری مطالعاتی انجام شده است (معینی و فرح‌بخش، ۱۳۸۲ و Seilsepour *et al.*,2008). در سال‌های اخیر تعدادی از محققان تأثیر کوددهی فسفر را در افزایش عملکرد برخی از گیاهان زراعی در خاک‌های شور نشان دادند (قولرعطا و همکاران، ۱۳۸۷؛ معینی و فرح‌بخش، ۱۳۸۲). معینی و فرح بخش (۱۳۸۲) مشاهده نمودند که کاربرد فسفر اثرات منفی شوری را بر گیاه آفتابگردان تعدیل نمود و تأثیر آن حتی در سطوح پایین فسفر محسوس‌تر بود. وی بیان داشت که کاربرد فسفر ممکن است، بتواند بردباری گیاه را در شرایط شوری بهبود بخشد. مطالعات انجام شده توسط Ryan & Matar (1992) نشان داد که با مصرف کودهای فسفری در گندم دیم، تراکم ریشه‌ها و به دنبال آن پتانسیل اسمزی در ریشه‌ی گندم افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی گندم‌هایی که مقدار بیشتری فسفر دریافت کرده بودند، مقاومت بیشتری به سرمازدگی نشان دادند و به علت زودرس شدن در مرحله‌ی گلدهی با تنش خشکی مواجه نشدند و در نتیجه عملکرد گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت. تحقیقات مرجوی (۱۳۸۲) در استان قم نشان داد که با افزایش شوری خاک، فعالیت یون کلسیم در خاک زیاد می‌شود و افزایش فعالیت یون کلسیم در خاک سبب تشکیل فسفات‌های کلسیم با حلالیت کمتر می‌گردد و در واقع سرعت تثبیت فسفر در خاک افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه‌ی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۰ انجام گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل ۱۰ سطح شوری (۰/۷۵، ۱/۲۰، ۲/۲۹، ۳/۳۰، ۴/۲۵، ۵/۱۱، ۶/۱۹، ۸/۸۰، ۱۰/۸۸ و ۱۴/۰۰ دسی‌زیمنس بر متر) و ۵ سطح فسفر (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. تعداد ۴۵ نمونه خاک از نقاط مختلف دشت زرناس اردبیل تهیه شد و پس از تعیین خصوصیات آنها تعداد ۱۰ نمونه خاک با شوری و خصوصیات متفاوت برای انجام آزمایش انتخاب گردید. سپس ۱۰۰ کیلوگرم نمونه‌ی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر از نقاط انتخابی تهیه و برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی شامل قابلیت هدایت الکتریکی نمونه‌ها در عصاره‌ی گل اشباع و pH در گل اشباع (Gupta, 2004)، کربن آلی خاک به روش والکلی- بلاک (Nelson & Sommers (1982، غلظت نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل جذب در عصاره‌ی حاصل از بی کربنات سدیم نیم نرمال با روش رنگ سنجی، پتاسیم و سدیم قابل جذب در عصاره‌ی حاصل از استات آمونیوم یک نرمال با دستگاه فلیم فتومتر و بافت خاک با روش هیدرومتری تعیین شد (Jones, 2001) (جدول ۱). بعد از انتقال خاک به داخل گلدان‌ها، سطوح فسفر مورد نظر به داخل خاک گلدان‌ها از منبع کودی فسفات دی‌آمونیوم اعمال و با خاک گلدان‌ها مخلوط شد. بذور ذرت رقم کنسور به تعداد ۷ عدد در هر گلدان در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شد. رطوبت خاک داخل گلدان‌ها از طریق توزین گلدان‌ها کنترل گردید. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و به صورت دستی و بر اساس ظرفیت زراعی انجام گرفت. پس از سبز شدن گیاهان، تعدادشان به ۴ عدد در هر گلدان کاهش یافت. برای تأمین نیتروژن مورد نیاز رشد گیاهان، معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در سه مرحله به خاک هر گلدان اضافه و سپس آبیاری شد. در پایان هفته‌ی دهم ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ و شاخص کلروفیل برگ‌ها با دستگاه کلروفیل متر SPAD – 502 ساخت شرکت Minolta ژاپن اندازه‌گیری شد. گیاهان از خاک جدا شده، پس از شستشو با آب معمولی و آب مقطر ابتدا وزن تر بخش هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۶۵ درجه‌ی سلسیوس قرار داده شد و وزن خشک بخش هوایی و ریشه در آن‌ها اندازه‌گیری گردید. تجزیه آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد) با استفاده از نرم افزار SAS ویرایش ۹ انجام پذیرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - بر خی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه

EC($dS.m^{-1}$) / ویژگی شیمیایی و فیزیکی	۰/۷۵	۱/۲۰	۲/۲۹	۳/۳۰	۴/۲۵	۵/۱۱	۶/۱۹	۸/۸۰	۱۰/۸۸	۱۴/۰۰
pH	۷/۱۹	۷/۳۹	۸/۰۹	۷/۷۳	۷/۸۸	۸/۶۲	۸/۵۹	۸/۷۳	۸/۶۹	۹/۴۷
نیتروژن (٪)	۰/۰۸۴	۰/۰۰۳	۰/۰۴۹	۰/۰۵۹	۰/۲۲	۰/۰۹۸	۰/۱۰۵	۰/۰۰۷	۰/۱۸۹	۰/۰۹۴
فسفر ($mg.\ kg^{-1}$)	۱۶/۸۰	۳۸/۹۱	۱۵/۹۱	۱۷/۲۵	۱۶/۳۶	۲۷/۷۴	۱۶/۳۶	۱۹/۹۹	۱۹/۵۳	۲۷/۷۴
پتاسیم ($mg.\ kg^{-1}$)	۹۹۰	۳۱۰۱	۳۳۲۹	۱۸۶۴	۲۸۲۷	۳۶۷۹	۹۱۵	۲۵۶۵	۹۳۲	۸۲۹
سدیم ($mg.\ kg^{-1}$)	۲۰۱	۱۹۳	۶۰۱	۳۰۲	۳۹۲	۸۷۰	۹۸۲	۹۵۴	۴۵۰۰	۴۶۰۰
کربن آلی (٪)	۰/۷۴۱	۱/۷۱۶	۱/۰۷۲	۱/۰۳۳	۱/۱۳۱	۰/۴۹۱	۰/۶۲۴	۰/۷۸۰	۰/۴۰۹	۰/۳۹۹
شن (٪)	۳۹/۰۰	۳۱/۳۳	۳۱/۰۰	۳۷/۰۰	۴۱/۳۳	۶۴/۶۵	۴۱/۰۰	۴۹/۰۰	۴۰/۶۵	۴۴/۶۵
سیلت (٪)	۲۹/۳۳	۴۰/۰۰	۴۲/۳۳	۲۹/۳۳	۴۴/۰۰	۲۶/۳۳	۴۴/۳۳	۳۵/۳۳	۳۶/۳۳	۳۶/۳۳
رس (٪)	۳۱/۶۷	۲۸/۶۷	۲۶/۶۷	۳۳/۶۷	۱۴/۶۷	۹/۰۵	۱۴/۶۷	۱۵/۶۷	۲۳/۰۲	۱۹/۰۲
گروه بافت خاک	لوم رسی	لوم	لوم	لوم رسی	لوم	لوم شنی	لوم	لوم	لوم	لوم

نتایج و بحث

شوری و فسفر تأثیر معنی‌داری بر صفات مورفولوژیکی و رشدی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، شاخص کلروفیل برگ و وزن تر و خشک بخش های هوایی و ریشه داشت. اثر متقابل شوری در فسفر نیز بر روی صفات کلروفیل برگ و وزن تر و خشک اندام های هوایی و ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار و افزایش سطح فسفر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد شد (شکل ۱ و ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها برای ارتفاع گیاه نشان داد که بیشترین میزان این صفت در شوری ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر و سطح فسفر ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. کمترین ارتفاع گیاه مربوط به شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و سطح فسفر شاهد بود. کاهش ارتفاع گیاه (شکل ۱) به خوبی بیانگر تأثیر منفی شوری است. اثر سطوح شوری تا ۴/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر ناچیز و تنها باعث کاهش ۹/۲۹ درصدی ارتفاع گیاه شد. از شوری ۵/۱۱ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع گیاه، به شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفت، به طوری که در شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، ۷۸/۸ درصد کاهش در ارتفاع گیاه نسبت به شوری ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. Francois (1994) مشاهده کرد غلظت‌های بالای نمک، ارتفاع گیاه را تا ۵۰ درصد کاهش داد. شوری با کاهش تقسیم سلولی باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد (میرمحمدی‌میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). نتایج تحقیقات Aslam Khan *et al* (2005) نشان داد که با کاربرد کودهای فسفری در خاک‌های شور امکان افزایش ارتفاع گیاه وجود دارد، به‌طوری که اثرات منفی شوری بر ارتفاع گیاه ذرت با کاربرد کود فسفری قابل تعدیل است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که گیاهان ذرت در خاک‌های با غلظت بالای فسفر خاک در مراحل مختلف رشد، کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت. Amin *et al* (1989) افزایش ارتفاع گیاه ذرت را با کاربرد کودهای فسفری گزارش کردند.

مقایسه‌ی میانگین داده‌های حاصل نشان داد که با افزایش سطح شوری، تعداد و سطح برگ‌ها کاهش (شکل ۳ و ۵) و با افزایش غلظت فسفر افزایش یافتند (شکل ۴ و ۶). بطوری که بیشترین تعداد و سطح برگ مربوط به شوری ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر و سطح فسفر ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین تعداد و سطح برگ در شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و سطح فسفر شاهد مشاهده شد. افزایش شوری از ۰/۷۵ به ۱۴ دسی‌زیمنس بر

Archive of SID

www.SID.ir

متر باعث کاهش ۷۷ درصدی و کاربرد ۴۰۰ کیلوگرم در هکتارکود فسفری نسبت به سطح صفر کیلوگرم در هکتار این کود باعث افزایش ۱۲ درصدی تعداد برگ شد. کاربرد ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفری باعث افزایش ۴۰ درصدی سطح برگ نسبت به سطح شاهد گردید. اختلاف معنی‌داری بین سطح ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفری برای شاخص سطح برگ مشاهده نشد. افزایش شوری از ۰/۷۵ به ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش ۹۲ درصدی سطح برگ شد. این نتیجه نشان داد که سطح برگ شدیداً تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. Soltani *et al* (2001) طی آزمایشی گزارش کردند، سطح برگ در برخی از ارقام تحت شرایط تنش شوری کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان می دهد، در حالی که در تعدادی از ارقام کاهش آن معنی‌دار نبود و لذا نتیجه گرفتند که ارقام مورد آزمایش از نظر سطح برگ در شرایط تنش دارای تنوع ژنتیکی می‌باشند. Wang *et al* (2001) کاهش سطح برگ گیاه لوبیا را در شرایط تنش شوری گزارش کردند. کاهش تعداد و سطح برگ‌ها بر اثر تنش شوری توسط Alberico, & Cramer (1993) در ذرت، Al-Harbi (1995) در خیار و گوجه‌فرنگی و Ghoulam *et al* (2002) در چغندرقند گزارش شده است، که نتایج این تحقیق را تأیید می‌کنند. با این حال El-Keltawi & Croteau (1986) در مرزنگوس و Chartzoulakis & Loupassaki (1997) در بادمجان گزارش کردند که سطح برگ بر اثر شوری کاهش معنی‌داری یافت، در حالی که تعداد برگ‌ها تحت تأثیر شوری قرار نگرفت. نتایج تحقیقات پژوهشگران نشان داده است که با افزایش میزان فسفر، تولید پنجه تحریک می‌شود که این امر ارتباط مستقیم با افزایش ظهور برگ بر روی ساقه‌ی اصلی در نتیجه‌ی فراهمی فسفر دارد (Payne *et al.*, 1991).

Gutie'rrez-boem & Thomas (1998) با اشاره به نقش فسفر بر سرعت ظهور و سطح برگ، گزارش نمودند که کمبود فسفر سرعت ظهور برگ را در گندم کاهش می‌دهد و از طریق ممانعت از توسعه‌ی سلول‌ها، سطح برگ را هم کاهش می‌دهد.

نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها برای شاخص کلروفیل برگ نشان داد که بیشترین میزان این صفت در شوری ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر در سطح فسفر ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). کمترین شاخص کلروفیل برگ مربوط به شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر در سطح فسفر شاهد بود. افزایش سطوح شوری باعث کاهش و افزایش سطوح فسفر، باعث افزایش این صفت گردید. اثر شوری تا سطح ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر ناچیز و تنها باعث کاهش ۳ درصدی این صفت شد. ولی افزایش شوری از ۴/۲۵ به ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش ۴۵ درصدی شاخص کلروفیل گردید. مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفری باعث افزایش ۲۰ درصدی شاخص کلروفیل برگ نسبت به سطح شاهد شد. Prasad (1997) گزارش نمود با افزایش شوری میزان شاخص کلروفیل برگ کاهش می‌یابد. شوری از طریق آسیب به کلروفیل‌های برگ و ایجاد اختلال در امر سنتز کلروفیل‌ها باعث کاهش فتوسنتز می‌شود (Prasad, 1997). اثرات شوری روی فتوسنتز بین گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است به طوری که در شرایط تنش شوری، میزان فتوسنتز در گندم کاهش می‌یابد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). در حالی که در برنج، تنش شوری موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (Asch *et al.*, 2000). گزارش‌های زیادی در مورد واکنش‌های متفاوت گیاهان به شوری از نظر میزان فتوسنتز وجود دارد. در ارزیابی ارقامی از سورگوم‌های علوفه‌ای در شرایط تنش شوری، کاهش محتوای کلروفیل کل و کلروفیل a وb در نمونه‌های مورد آزمایش گزارش شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

Arjunan & Chandrasekran (1994) در آزمایشی که روی برنج انجام دادند، مشاهده نمودند که شوری باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ در ارقام متحمل و کاهش آن در ارقام حساس شده است. نتایج نشان داد که شوری ۱/۲ نسبت به شوری ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر شاخص کلروفیل بیشتری داشت. احتمالاً غلظت بالای نیتروژن و کربن آلی این خاک دلیل این نتایج بوده است. Smyth & Cravo (1990) اظهار داشتند که با افزایش فسفر خاک، غلظت نیتروژن برگ در گیاهان خانواده‌ی غلات و بقولات افزایش پیدا می‌کند. همچنین شواهدی مبنی بر آنکه جذب نیتروژن در ریشه با افزایش میزان فسفر افزایش می‌یابد، در دست است. Bindi *et al* (2002) در مطالعات خود بیان نمودند، بین قرائت‌های کلروفیل متر و محتوای نیتروژن گیاه سیب زمینی، همبستگی مثبتی وجود دارد. Peng *et al* (1993) در مطالعات خود بر روی تعیین نیاز کودی، با استفاده از دستگاه کلروفیل متر گزارش کردند که بین میزان نیتروژن گیاه و عدد کلروفیل متر رابطه خطی و مثبتی وجود دارد که البته این رابطه خود به مرحله رشدی گیاه و ارقام برنج نیز بستگی دارد. شاخص کلروفیل، فاکتوری قابل اعتماد و غیرتخریبی برای تخمین نیتروژن مورد نیاز گیاه است و نیز همبستگی مثبتی بین عدد کلروفیل متر و کل نیتروژن برگ وجود دارد (Rodriguez *et al.*, 2000). با افزایش سطح فسفر، وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه افزایش معنی‌داری داشت، در حالی که با افزایش غلظت شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴ و ۵)، که با نتایج تحقیقات ایران‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) و Sharma & Gupta (1998) مطابقت داشت. وزن تر و خشک بخش های هوایی در سطح فسفر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش از سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. تفاوت بین این تیمارها در وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار نبود، ولی تفاوت بین دو تیمار ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از نظر وزن تر اندام هوایی معنی‌دار بود. احتمالاً سطوح بالای فسفر در شرایط شور، باعث تشدید شوری در محلول خاک گردیده و رشد و توسعه‌ی اندام هوایی را کاهش می‌دهد (ایران‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). دلیل احتمالی دیگر می‌تواند ناهمسازی فسفر با عناصر غذایی کم مصرف در خاک‌های شور و قلیا باشد (Havlin *et al.*, 2005). همانند بخش های هوایی، با افزایش میزان شوری، وزن تر و خشک ریشه به طور معنی داری کاهش یافت که این امر به دلیل عدم توسعه‌ی ریشه‌ی گیاه و کاهش تراکم ریشه در سطوح بالای شوری می‌باشد. مطالعات انجام شده نیز نشان می‌دهند که افزایش شوری خاک سبب کاهش رشد ریشه می‌گردد ولی میزان کاهش به نوع گیاه و غلظت املاح محلول در خاک بستگی دارد (Ghazi *et al.*, 2001; Al-Karaki, 2000). از طرف دیگر مصرف فسفر، افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه‌ی ذرت را به همراه داشت (جدول ۶ و ۷). با مقایسه‌ی تأثیر سطوح فسفر بر وزن تر اندام هوایی و ریشه ملاحظه گردید که افزایش سطح فسفر از ۲۰۰ به ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش وزن تر اندام هوایی شد در حالی که چنین کاهشی در وزن تر ریشه مشاهده نشد. این نتیجه احتمالاً بیانگر تأثیر فسفر بر نسبت وزن اندام هوایی به ریشه می‌باشد. Isabella *et al* (2001) به تأثیر فسفر بر کاهش نسبت وزن اندام هوایی به ریشه تأکید کرده‌اند. بیشترین وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه مربوط به سطح شوری ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر و سطح فسفر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه در سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و سطح فسفر شاهد مشاهده گردید. افزایش جذب فسفر و بهبود تغذیه‌ی گیاه، دلیل تولید بیشتر بخش هوایی و

Archive of SID

www.SID.ir

ریشه در گیاه ذرت است. همچنین نتایج یافته‌های Chaudhry & Ahmed (1992) نشان دادند که کاربرد سطوح بالای فسفر، میزان جذب سدیم را کاهش می‌دهد و این امر موجب افزایش تولید محصول در خاک‌های شور و سدیمی می‌شود. کاهش وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه در سطوح بالای شوری به عدم توسعه‌ی ریشه‌ی گیاه، کاهش پتانسیل اسمزی خاک و در نتیجه کاهش جذب آب و عناصر غذایی نسبت داده می‌شود. لذا می‌توان بیان کرد که این اثرات منفی شوری با استفاده از کود فسفری قابل جبران است (Singh & Dubey, 1991). معینی و فرح‌بخش (۱۳۸۲) اظهار داشتند که کاربرد فسفر ممکن است بتواند بردباری گیاه را در شرایط شوری بهبود بخشد. با استفاده از کودهای فسفری می‌توان اثرات منفی شوری را در گیاه گندم معینی و فرح‌بخش (۱۳۸۲) و شبدر برسیم قولرعطا و همکاران (۱۳۸۷) کاهش داد. در سطوح پایین شوری، حداکثر عملکرد گیاه در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفری مشاهده شد. ولی با افزایش سطوح شوری به بالای ۵/۱۱ دسی‌زیمنس بر متر حداکثر عملکرد در سطح کودی ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. این نتیجه بیانگر تأثیر مثبت سطوح بالای فسفر بر عملکرد ذرت در خاک‌های شور می‌باشد که با نتایج تحقیقات Aslam Khan *et al* (2005) مطابقت دارد. در مقادیر شوری بیش از ۵/۱۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌دار عملکرد ذرت مشاهده شد. در شوری ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر از آنجایی که غلظت اولیه فسفر خاک بیش از شوری ۲/۲۹ دسی‌زیمنس بر متر بود، بیشترین عملکرد ذرت در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به‌دست آمد در حالی که شوری ۲/۲۹ دسی‌زیمنس بر متر حداکثر عملکرد را در سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر داشت. این نتیجه نشان داد در خاک‌هایی با فسفر قابل جذب بیش از ۱۸ میلی گرم در کیلوگرم مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش عملکرد نسبت به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار شده است. نتایج تحقیقات ایران نژاد و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد کاربرد فسفر تا سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر عملکرد پسته را افزایش داد، اما سطوح بالاتر آن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت. یافته‌های Aslam Khan *et al* (2005) نشان داد، ذرت حداکثر عملکرد را در سطح کود ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار داشت در حالی که سطح ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر عملکرد ذرت را کاهش داد که نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند. نتایج رگرسیون برای تعیین همبستگی بین سطوح شوری و فسفر با صفات مورد بررسی در جدول ۸ آمده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، همبستگی بین این پارامترها بسیار بالا و معنی‌دار می‌باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مصرف فسفر به تنهایی باعث بهبود رشد و عملکرد می گردد، در حالی که افزایش غلظت املاح محلول خاک باعث کاهش رشد گیاه ذرت می‌شود. از سوی دیگر، در خاک‌های شور می‌توان با استفاده از کودهای فسفری عملکرد ذرت را بهبود بخشید. فسفر از طریق بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه در شرایط شور اثرات منفی شوری را کاهش و بنابراین تولید ذرت (علوفه‌ای) را بهبود می‌بخشد. کشت ذرت در EC بیش از ۵/۱۱ دسی‌زیمنس بر متر توصیه نمی‌شود. مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفری در شوری‌های کم و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار آن در شوری‌های متوسط توصیه می‌شود. در خاک‌های با فسفر قابل‌جذب بیش از ۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، مصرف ۴۰۰ کیلوگرم کود فسفر باعث کاهش عملکرد محصول ذرت شد. در چنین خاک‌هایی مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفره برای افزایش عملکرد ذرت توصیه می‌شود.

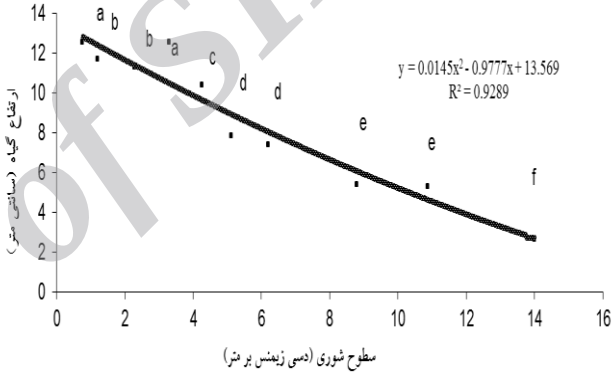
Archive of SID

www.SID.ir

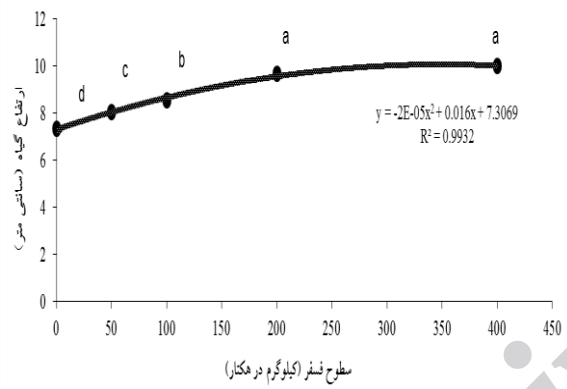
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری و فسفر بر خصوصیات مورفولوژیکی و رشدی گیاه ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع گیاه	تعداد برگ	سطح برگ	کلروفیل برگ	وزن تر بخش هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه
تکرار	۲	۴/۶۱^{ns}	۱/۲۱**	۹۲۱/۱۰۲^{ns}	۳/۸۶^{ns}	۲۹/۱۱*	۵۵/۱۹**	۰/۵۰*	۰/۰۵۱*
شوری	۹	۷۳۱/۲۹**	۸۲/۲۸**	۴۵۹۴۸۱/۸۸**	۲۱۱۲/۲۹**	۸۱۲۲/۷۶**	۱۵۶۷/۱۳**	۷۳/۵۳**	۱۷/۷**
فسفر	۴	۱۵۰/۲۶**	۴/۴۲**	۸۷۴۲۳/۹۱**	۶۹۵/۶۸**	۴۲۹/۸۹**	۱۵۹/۳**	۵/۹۸**	۲/۰۵**
شوری×فسفر	۳۶	۱/ ۶۸^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۴۲۳۲^{ns}	۳۲/۴۹**	۳۶/۵۲**	۱۸/۴۲**	۰/۴۳**	۰/۲۳**
خطای آزمایشی	۹۸	۱/۷	۰/۰۲۰	۳۹۰۴/۷۰۷	۸/۶۱	۸/۳۲	۶/۶۳	۰/۱۳	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۱/۴۴	۱۴/۹۴	۲۰/۰۷	۹/۹۵	۱۰/۴۹	۲۰/۸۳	۱۲/۷۷	۸/۲۲

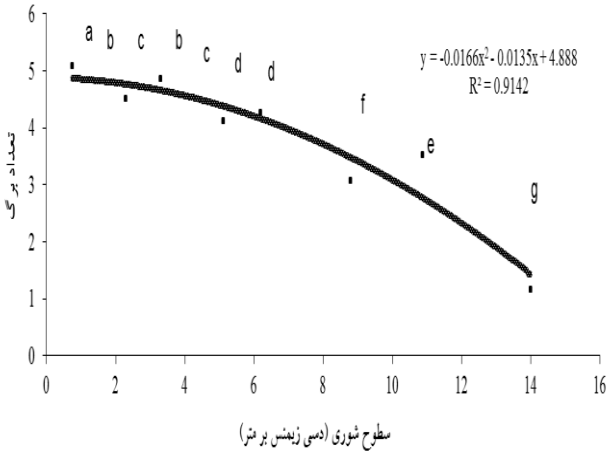
ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



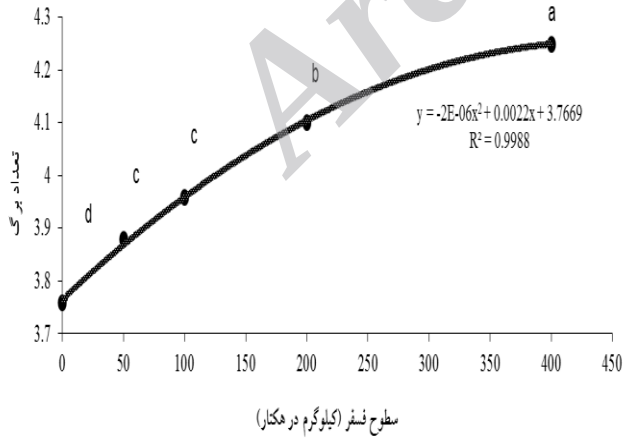
شکل ۱- تأثیر شوری طبیعی خاک بر ارتفاع گیاه ذرت



شکل ۲- تأثیر میزان فسفر خاک بر ارتفاع گیاه ذرت



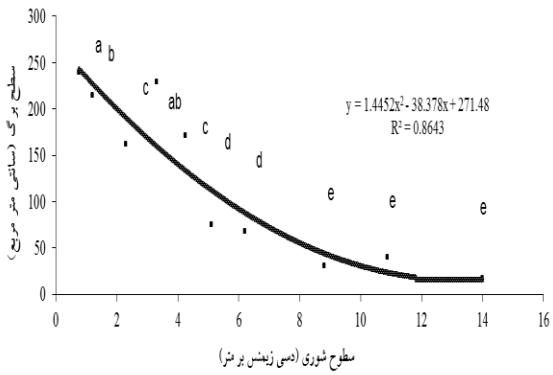
شکل ۳- تأثیر شوری طبیعی خاک بر تعداد برگ گیاه ذرت



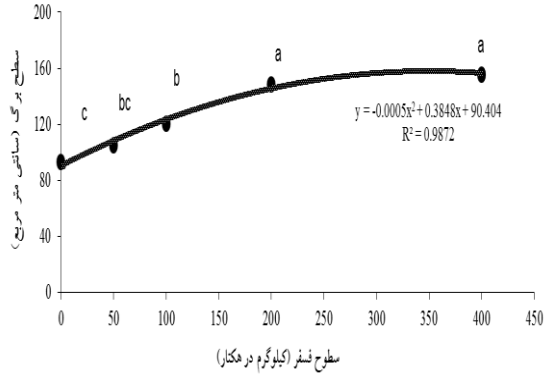
شکل ۴- تأثیر میزان فسفر خاک بر تعداد برگ گیاه ذرت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- تأثیر شوری طبیعی خاک بر سطح برگ گیاه ذرت



شکل ۶- تأثیر میزان فسفر خاک بر سطح برگ گیاه ذرت

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل شوری و فسفر بر شاخص کلروفیل برگ ذرت

سطوح فسفر ($Kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری ($dS.m^{-1}$)								
	۰/۷۵	۱/۲۰	۲/۴۰	۳/۳۰	۴/۲۵	۵/۱۱	۶/۱۹	۸/۸۰	۱۰/۸۸	۱۴/۰۰
۰	$۲۹/۸۰^{k-p}$	$۳۲/۶۳^{c-l}$	$۲۸/۳۶^{o-r}$	$۳۱/۰۰^{g-o}$	$۲۷/۳۵^{p-r}$	$۲۹/۵۹^{l-p}$	$۲۵/۷۶^{r}$	$۲۸/۶۰^{m-r}$	$۲۶/۳۴^{qr}$	$۶/۱۸^{w}$
۵۰	$۳۱/۱۰^{g-o}$	$۳۳/۴۱^{a-i}$	$۲۹/۱۱^{m-p}$	$۳۲/۶۷^{c-l}$	$۲۸/۸۰^{m-r}$	$۲۹/۸۱^{k-p}$	$۲۹/۶۵^{l-p}$	$۲۹/۹۵^{j-p}$	$۲۷/۴۰^{p-r}$	$۹/۹۴^{v}$
۱۰۰	$۳۳/۱۷^{b-k}$	$۳۳/۸۹^{a-h}$	$۲۹/۸۱^{k-p}$	$۳۳/۳۰^{b-j}$	$۳۰/۶۱^{h-p}$	$۳۰/۴۴^{i-p}$	$۲۹/۰۱^{m-q}$	$۳۱/۰۹^{q-o}$	$۲۸/۰۹^{o-r}$	$۱۱/۸۸^{u}$
۲۰۰	$۳۵/۰۹^{a-e}$	$۳۵/۳۸^{a-d}$	$۳۱/۵۵^{f-n}$	$۳۴/۱۳^{a-g}$	$۳۰/۰۵^{i-p}$	$۳۰/۶۰^{h-p}$	$۳۰/۹۲^{g-o}$	$۳۴/۰۲^{b-g}$	$۲۹/۶۴^{l-p}$	$۱۷/۶۳^{t}$
۴۰۰	$۳۶/۰۰^{ab}$	$۳۶/۶۳^{a}$	$۳۳/۰۷^{b-k}$	$۳۵/۸۹^{a-c}$	$۳۱/۸۰^{e-m}$	$۳۲/۵۴^{d-l}$	$۳۲/۱۰^{o-m}$	$۳۴/۸۵^{b-f}$	$۳۲/۰۸^{d-m}$	$۲۲/۶۴^{s}$

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول۴- مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل شوری و فسفر بر وزن تر بخش هوایی گیاه ذرت

سطوح فسفر ($Kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری ($dS.m^{-1}$)								
	۰/۷۵	۱/۲۰	۲/۲۹	۳/۳۰	۴/۲۵	۵/۱۱	۶/۱۹	۸/۸۰	۱۰/۸۸	۱۴/۰۰
۰	$۵۶/۵^{c-e}$	$۴۸/۱۵^{g-i}$	$۲۴/۳۹^{lm}$	$۴۴/۵۹^{i}$	$۱۹/۶۸^{m-o}$	$۱۴/۵۳^{op}$	$۱۱/۷۸^{p-r}$	$۱/۷۴^{uv}$	$۵/۷۹^{s-v}$	$۰/۴۳^{v}$
۵۰	$۶۰/۱۲^{c}$	$۵۰/۱۵^{f-h}$	$۲۸/۲۹^{kl}$	$۴۶/۹۵^{hi}$	$۲۴/۲۳^{lm}$	$۱۵/۶۲^{op}$	$۱۲/۱۴^{p-r}$	$۲/۵۶^{t-v}$	$۶/۶۸^{r-u}$	$۰/۶۲^{v}$
۱۰۰	$۷۰/۶۶^{ab}$	$۵۵/۳۰^{c-e}$	$۳۲/۷^{k}$	$۵۲/۴۴^{e-g}$	$۲۸/۲۰^{l}$	$۱۷/۳۲^{n-p}$	$۱۳/۳۴^{pq}$	$۳/۹۷^{s-v}$	$۷/۴۴^{r-t}$	$۰/۸۷^{v}$
۲۰۰	$۷۲/۰۹^{a}$	$۶۸/۹۰^{ab}$	$۳۹/۷۸^{j}$	$۶۶/۱۲^{b}$	$۲۹/۲۶^{kl}$	$۱۹/۵۳^{m-o}$	$۱۳/۲^{pq}$	$۷/۲۸^{r-t}$	$۸/۶۶^{q-s}$	$۱/۲۲^{uv}$
۴۰۰	$۶۶/۳۲^{b}$	$۵۴/۰۲^{d-f}$	$۳۸/۲۵^{j}$	$۵۷/۹۰^{cd}$	$۲۷/۳۵^{lm}$	$۲۱/۲۴^{mn}$	$۱۴/۸۱^{op}$	$۳/۵۹^{s-v}$	$۸/۷۳^{qr}$	$۱/۳۱^{uv}$

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول۵- مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل شوری و فسفر بر وزن خشک بخش هوایی گیاه ذرت

سطوح فسفر ($Kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری ($dS.m^{-1}$)								
	۰/۷۵	۱/۲۰	۲/۲۹	۳/۳۰	۴/۲۵	۵/۱۱	۶/۱۹	۸/۸۰	۱۰/۸۸	۱۴/۰۰
۰	$۴/۵۸^{f}$	$۴/۶^{f}$	$۲/۴^{i-k}$	$۴/۵۲^{f}$	$۲/۲۸^{i-l}$	$۱/۵۴^{mn}$	$۱/۱۸^{no}$	$۰/۲۸^{p}$	$۰/۵۶^{op}$	$۰/۰۹^{p}$
۵۰	$۵/۱۸^{d-f}$	۵^{ef}	$۲/۶^{h-j}$	$۵/۱۸^{d-f}$	$۲/۷۸^{hi}$	$۱/۷۵^{k-n}$	$۱/۶۷^{l-n}$	$۰/۴۵^{p}$	$۰/۶۶^{op}$	$۰/۱۱^{p}$
۱۰۰	$۶/۴۸^{ab}$	$۵/۷۳^{cd}$	$۳/۲۹^{gh}$	$۵/۶۲^{c-e}$	$۲/۸۷^{hi}$	$۲/۲۱^{i-m}$	$۱/۵۲^{mn}$	$۰/۴۷^{p}$	$۰/۷۲^{op}$	$۰/۱۶^{p}$
۲۰۰	$۶/۸۹^{a}$	$۶/۷۵^{a}$	$۳/۶۶^{g}$	$۶/۴۲^{ab}$	$۳/۱۸^{gh}$	$۲/۳۹^{i-k}$	$۱/۸۳^{k-n}$	$۰/۸۲^{op}$	$۰/۸۱^{op}$	$۰/۲^{p}$
۴۰۰	$۶/۳۹^{ab}$	$۶/۰۶^{bc}$	$۳/۷۴^{g}$	$۶/۶۳^{ab}$	$۲/۸۴^{hi}$	$۲/۶۹^{h-j}$	$۲/۰۶^{j-m}$	$۰/۴۹^{op}$	$۰/۸۲^{op}$	$۰/۲۴^{p}$

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۶- مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل شوری و فسفر بر وزن تر ریشه گیاه ذرت

سطوح فسفر ($Kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری ($dS.m^{-1}$)									
	۰/۷۵	۱/۲۰	۲/۲۹	۳/۳۰	۴/۲۵	۵/۱۱	۶/۱۹	۸/۸۰	۱۰/۸۸	۱۴/۰۰
۰	۱۹/۷۷ $^{e-g}$	۲۳/۰۲ ^{de}	۱۰/۲ $^{j-m}$	۹/۲۸ $^{j-n}$	۱۲/۵۸ $^{i-l}$	۵/۲۸ $^{m-t}$	۴/۶۴ $^{n-t}$	۰/۸۳ $^{r-t}$	۳/۵۴ $^{o-t}$	۰/۰۹ ^{t}
۵۰	۲۹/۰۶ $^{a-c}$	۲۶/۷۴ ^{cd}	۱۵/۸۲ $^{g-i}$	۱۴/۳۰ $^{h-i}$	۱۳/۱۲ $^{h-k}$	۵/۹۴ $^{m-s}$	۵/۴۶ $^{m-t}$	۱/۲۹ $^{r-t}$	۳/۸۳ $^{o-t}$	۰/۴۵ ^{t}
۱۰۰	۲۹/۳۸ $^{a-c}$	۲۸/۲۵ ^{bc}	۱۷/۶۴ $^{f-i}$	۱۸/۱۶ $^{e-h}$	۱۴/۴۴ $^{h-j}$	۶/۷۹ $^{m-q}$	۷/۵۴ $^{l-p}$	۱/۵۸ $^{q-t}$	۳/۷۳ $^{o-t}$	۰/۶۹ st
۲۰۰	۳۳/۴۹۸ ^{a}	۳۳/۴۹ ^{a}	۲۲/۵۸ $^{d-f}$	۲۶/۲۱ ^{cd}	۱۴/۱۷ $^{h-j}$	۷/۶۹ $^{l-p}$	۸/۱۲ $^{k-o}$	۲/۴۷ $^{p-t}$	۳/۴۸ $^{o-t}$	۰/۹ $^{r-t}$
۴۰۰	۲۸/۵۳ $^{a-c}$	۲۸/۶۰ $^{a-c}$	۲۲/۷۱ ^{de}	۲۰/۰۷ $^{e-g}$	۱۳/۰۸ $^{h-k}$	۶/۲۶ $^{m-r}$	۷/۱۵ $^{m-p}$	۲/۲۵ $^{p-t}$	۳/۱۲ $^{o-t}$	۱/۱۶ $^{r-t}$

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول۷- مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل شوری و فسفر بر وزن خشک ریشه گیاه ذرت

سطوح فسفر ($Kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری ($dS.m^{-1}$)									
	۰/۷۵	۱/۲۰	۲/۲۹	۳/۳۰	۴/۲۵	۵/۱۱	۶/۱۹	۸/۸۰	۱۰/۸۸	۱۴/۰۰
۰	۱/۶۲ ^{jk}	۲/۰۷ ^{gh}	۲/۳۶ ^{ef}	۱/۱ ^{l}	۱/۶۷ $^{i-k}$	۰/۳۱ $^{t-v}$	۰/۶۷ $^{p-r}$	۰/۱۱ ^{vw}	۰/۴۰ st	۰/۰۴ ^{w}
۵۰	۲/۴۵ ^{e}	۲/۷۹ ^{d}	۲/۸۱ ^{d}	۱/۴ ^{kl}	۱/۷ ^{ij}	۰/۵۵ ^{rs}	۰/۷۸ $^{p-q}$	۰/۲۵ $^{t-w}$	۰/۳۷ $^{s-u}$	۰/۰۹ ^{vw}
۱۰۰	۳/۰۹ ^{c}	۲/۸۰ ^{d}	۲/۶۹ ^{d}	۱/۵۵ ^{jk}	۱/۷۹ ^{hi}	۰/۸۱ ^{po}	۰/۸۶ $^{n-p}$	۰/۲۶ $^{t-w}$	۰/۴۷ $^{r-t}$	۰/۱۰ ^{vw}
۲۰۰	۳/۶۳ ^{a}	۳/۱۴ ^{c}	۲/۷۸ ^{d}	۲/۸۹ ^{d}	۲/۰۸ ^{gh}	۱/۰۳ ^{m}	۰/۹۷ $^{m-o}$	۰/۴۳ st	۰/۴۱ st	۰/۱۴ ^{vw}
۴۰۰	۳/۴۲ ^{b}	۲/۸۶ ^{d}	۲/۸۰ ^{d}	۲/۲۳ ^{fg}	۱/۹۱ ^{gh}	۰/۹۴ $^{m-o}$	۰/۹۸ ^{mn}	۰/۴۴ st	۰/۵۹ $^{q-s}$	۰/۱۵ $^{u-w}$

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۸- همبستگی بین متغیرهای شوری و فسفر با صفات مورد بررسی در گیاه ذرت

متغییر مستقل	متغییر وابسته	معادله برازش یافته	R^2
شوری	ارتفاع گیاه	$y=۰/۰۳۶x^2-۱/۵۵۵x+۱۸/۶۵$	۰/۸۹ *
شوری	شاخص کلروفیل برگ	$y=-۰/۰۷۹x^2+۰/۳۶۸x+۲۹/۵۱$	۰/۸۴ *
شوری	وزن تر اندام هوایی	$y=۰/۵۰۵x^2-۱۱/۷۹x+۶۹/۶۴$	۰/۸۸ **
شوری	وزن تر ریشه	$y=۰/۲۵۱x^2-۵/۶۵۲x+۳۲/۰۵$	۰/۹۶ **
شوری	وزن خشک اندام هوایی	$y=۰/۰۴۱x^2-۱/۰۲۶x+۶/۶۳۹$	۰/۹۵ **
شوری	وزن خشک ریشه	$y=۰/۰۱۸x^2-۰/۴۸۱x+۳/۳۲۲$	۰/۸۵ *
فسفر	ارتفاع گیاه	$y=-۰/۰۰۰۴x^2+۰/۰۲۲x+۹/۸۱$	۰/۹۲ **
فسفر	شاخص کلروفیل برگ	$y=-۰/۰۰۰۲x^2+۰/۰۲۳x+۲۵/۱۸$	۰/۹۸ **
فسفر	وزن تر اندام هوایی	$y=-۰/۰۰x^2+۰/۰۷۸x+۲۲/۱۰$	۰/۹۷ **
فسفر	وزن تر ریشه	$y=-۰/۰۰۱x^2+۰/۰۵x+۹/۰۳$	۰/۹۹ **
فسفر	وزن خشک اندام هوایی	$y=-۰/۰۰۰۱x^2+۰/۰۰۸x+۲/۲۰۶$	۰/۹۹ **
فسفر	وزن خشک ریشه	$y=-۰/۰۰۰۱x^2+۰/۰۰۵x+۱/۰۷۹$	۰/۹۸ **

** معنی‌دار در سطح یک درصد و * معنی‌دار در سطح پنج درصد

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

امرالهی، ج. ۱۳۷۵. بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور در جنوب خراسان. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

ایران‌نژاد، س.، الف، تاج آبادی‌پور، و. مظفری و ا. ادهمی. ۱۳۸۸. تأثیر شوری و فسفر بر برخی از پارامترهای رشد پسته (*Pistatic vera* L.). مجموع مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۲۴- ۲۱ تیر ۱۳۸۸- گرگان. ص ۱۳۸۰- ۱۳۸۱.

قولرعطا، م.، ف. رئیسی و ح. نادیان. ۱۳۸۷. اثرات متقابل شوری و فسفر بر رشد، عملکرد و جذب عناصر در شبدر برسیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۶ (۱): ص۱۲۴- ۱۷۱.

مرجوی، ع. ر. ۱۳۸۲ .اثرمتقابل کود و آب آبیاری برعملکردگندم روشن درشرایط شور. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۲-۹ شهریور ۱۳۸۲، رشت. ص ۳۲۸ تا۳۳۰.

معینی، م و ع. فرح بخش. ۱۳۸۲. بررسی اثر کاربرد فسفر در شرایط شوری روی آفتابگردان. مجموع مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۲-۹ شهریور۱۳۸۲، رشت. ص ۵۱۷ تا ۵۱۹.

میرمحمدی میبدی، ع و ب. قره‌یاضی. ۱۳۸۱ . جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران، ۲۴۷ ص.

همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری .کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۹۷ ص.

Alberico, G. J. and G. R. Cramer. 1993. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? I. Preliminary screening of seven cultivars. Journal of Plant Nutrient. 16(11): 2289-2303.

Al-Harbi, A. R. 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedling as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. Journal of Plant Nutrient. 18(7): 1403-1416.

Al-Karaki, G. N. 2000. Growth, Water use efficiency and mineral acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. Plant Nutr Journal. 23: 1-8.

Amin, R., M. S. Zia, K. C. Berger, and K Aqil. 1989. Effect of fertilizer rate and phosphorus placement methods on corn production. Sarhad Journal. Agric. 5: 221–227.

Arjunan, A. and S. Chandrasekran. 1994. Photosynthetic effeciency of rice under salin media. Agro Botanical Publishers India. Bikaner. pp: 295-298.

Asch, F., M. Dingkuhn, and K. Droffling. 2000. Salinity increases CO2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. Plant and soil. 218: 1-10.

Aslam Khan, M., M. Abid, N. Hussain, and M. Usman Masood. 2005. Effect of phosphorus level on growth and yield of maize (*zea mays* L.) cultivars under saline conditions. International Journal of Agriculture & Biology. 3: 511-514.

Bindi, M., A. Hacour, K. Vandermeiren, J. Craigon, K. Ojanpera, G. Sellden, P. hogy, J. Finnan, and L. Fibbi.2002. Chlorophyll concentration of potatos grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. Agronomy Journal. 17: 319-335.

Chartzoulakis, K. S., M. H. Loupassaki. 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. Agriculture Water Management. 32: 215-225.

Chaudhry, M. R. and C. B. Ahmed. 1992. Phosphorus response by paddy and wheat in a saline sodic soil. In: Symposium on the Role of Phosphorus in Crop Production National Fertilizer Development center. Islamabad, Pakistan. pp. 425-438.

Archive of SID

www.SID.ir

Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, Organic carbon and Organic matter, In method of soil Analysis. Part 2nd Edn.(A. L. Page, R.H.Miller and D. R. Keey, Eds). 539-579.

Payne, W. A., R. J. Lascano, L. R. Hossner, C. W. Wendt, and A. B. Onken. 1991. Pearl millet growth as affected by phosphorus and water. Agron. J. 83:942-948.

Peng, S., F. V. Garcia, R. C. Laza, and K. G. Cassman. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meters estimate of rice leaf nitrogen concentration. Agronomy Journal. 83: 987-990.

Prasad, M. N. V. 1997. Plant Ecophysiology. John Wiley & Sons Inc., USA.

Rodriguez, I. R. and L. M. Grady. 2000. Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration nitrogen concentration and visual quality of St. Austinne grass Hort Sci. 35: 751-754.

Ryan, J. and A. Matar. 1992. Fertilizer use efficiency under rain-fed agriculture in west Agadir, Morocco International center for Agricultural Research in Dry Areas.

Seilsepour, M., M. Rashidi, and B. G. Khabbaz . 2008 . Prediction of soil available phosphorus based on soil organic carbon. American–Eurasian Journal Agric and Environ Sci. 4(2): 189–193.

Sharma, M. P. and J. P. Gupta. 1998. Effect of organic material on grain yield and soil properties in maize-wheat cropping system. Indian Jouranal Agron Sci. 68: 715-717.

Singh, K. N., A. Swarup, D. P. Sharma, and K. V. G. K. Rao. 1992. Effect of drain spacing and phosphorus levels on yield, chemical composition and uptake of nutrients by Indian Mustard (*Brassica Juncea*). Expl Agric. 28: 135-142.

Singh, V. K. and O. P. Dubey. 1991. Response of maize to the application of nitrogen and phosphorus . Current Res. 20: 153-154.

El-Keltawi, N. E. and R. Croteau. 1986. Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil mcontent of several members of lamiaceae. Phytochemistry. 26(4): 891-895.

Francois, L. E. 1994. Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J. 86: 233–237.

Ghazi, N., R. Al-Karaki, and M. Hammad. 2001. Response of tomato cultivars differing in salt tolerance inoculation with mycprrhizal fungi under Salt stress. Mycorrhizae. 11: 43-47.

Ghoulam, C., A. Foursy, and K. Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and praline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany. 47: 39-50.

Gupta, P. K. 2004. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios. India.

Gutie'rrez-boem, F. A. and G. W. Thomas. 1998. Phosphorus nutrition affects wheat response to water deficit. Agron Journal. 90:166-171.

Havlin, J. L., S. L. Tisdale, J. B. Beaton, and W. L. Nelson. 2005. Soil fertility and fertilizers, Printice -Hall. Upper Saddle River. New Jersey. pp. 97-159.

Isabella, C., G. Cantrella, G. Robert, and G. Linderma. 2001. Pre-inoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effect of soil salinity. Plant and Soil 233: 269-281.

Jones, C. A. 1985. C4 Grasses and Cereals: Growth, Development and Stress Response. Wiley, New York, USA.

Jones, J. B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests plant and plant analysis. CRC Press LLC. U.S.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Plant 2nd Ed. Academic Press Ltd, Londan. pp. 184-196.

Archive of SID

www.SID.ir

Wang, D., M. C. Shannon, and C. M. Grieve. 2001. Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. Field Crops Research. 69(3): 267-277.

Yazdani, M., M. A. Bahmanyar, H. Pirdashti, and M. A. Esmaili. 2009. Effect of solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacterria (PGPR) on yield components of corn *(Zea mays* L.).World Academy of Science, Engineering and Technology. 49: 85-91.

Smyth, T. J. and M. S. Cravo. 1990. Critical phosphorus levels for corn and cowpea in a Brazilian Amazon oxisoil. Agron Journal. 82:309-312.

Soltani, A., S. Galeshi, E. Zenali, and N. Latifi. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30: 51-60

Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant physiology (Fourth Edition). Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunde land, USA. 764PP.

Archive of SID

www.SID.ir