Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۵۵۵-۵۴۱

بررسی اثر تلقیح با کودهای زیستی و شیمیایی بر مقدار جذب عناصر معدنی ذرت علوفه‌ای سینگل‌کراس ۵۴۰ تحت رژیم‌های مختلف رطوبتی

مهدی رمضانی*[۱]، سید محمدرضا احتشامی[۲]، محسن شریفی[۳] و محمدرضا چائی‌چی[۴]

۱. دانشجوی دکتری زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲ . استادیار گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. دانشیار، گروه علوم گیاهی، دانشکدهٔ علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. استاد گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کود زیستی و شیمیایی فسفر بر جذب عناصر معدنی ذرت علوفه‌ای رقم ۵۴۰ تحت رژیم‌های مختلف رطوبتی، آزمایشی به‌صورت لاین سورس (آبیاری بارانی تک‌شاخه) در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. با اجرای سیستم لاین سورس، چهار سطح آبیاری (بدون تنش، تنش ملایم، تنش متوسط و تنش شدید) اعمال شد. عامل فسفر نیز در پنج سطح شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل و بدون کود زیستی، ۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده همراه با کود زیستی، ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده همراه با کود زیستی، ۲۵ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده همراه با کود زیستی، کود زیستی و بدون کود شیمیایی بود. نتایج آزمایش حاکی از معنادار بودن اثر تیمار کودی در اکثر صفات مورد مطالعه در سال‌های اول و دوم بود. بیشترین عملکرد علوفهٔ تر و خشک از اعمال تیمار بدون کود زیستی و ۱۰۰ درصد کود فسفر به‌دست آمد که این مقدار از نظر آماری تفاوت معناداری با تیمار کود زیستی و ۷۵ درصد کود فسفر نداشت. تفاوت معناداری بین سطوح مختلف کود فسفر از نظر تأثیر بر میزان جذب فسفر مشاهده نشد. روند جذب عناصر معدنی با افزایش سطح تنش کاهش بیشتری را نشان داد. بیشترین مقدار جذب کود فسفر در شرایط بدون تنش در تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی به‌علاوه کود زیستی مشاهده شد، درحالی که در شرایط تنش، بیشترین مقدار جذب فسفر متعلق به تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی به‌همراه کود زیستی بود.

کلیدواژه‌ها: ذرت، عملکرد علوفهٔ خشک، فسفر، کود زیستی، لاین سورس.

* نویسنده مسئول
Email: mramezani206@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

استفادهٔ بی‌رویه از کودهای شیمیایی برای تولید هرچه بیشتر، فاقد توجیه اقتصادی و زیست‌محیطی است. بدیهی است مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این کودها، تخریب و تراکم خاک‌ها و همچنین کاهش مقدار مادهٔ آلی خاک نیز تأثیر مهمی در این رویکرد داشته است. دیدگاه بازگشت به طبیعت، استفادهٔ کمتر از کودها و سموم شیمیایی و تمایل فزایندهٔ مردم به استفاده از محصولات ارگانیک سبب توجه بیش از پیش به کودهای زیستی شده است. در ایران نیز تغییرات جهانی اقتصاد کود و لزوم توجه به سلامت خاک، محصول و جامعه، سبب توجه جدی‌تر به کودهای زیستی شده است [۱]. تشخیص نیاز گیاه به مقادیر مختلف عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد، نه‌تنها کارایی مصرف عناصر غذایی را افزایش می‌دهد، بلکه آثار مخرب زیست‌محیطی کودها را نیز به کمترین حد می‌رساند [۱].

با افزایش مصرف فسفر، رشد گیاه ذرت تحت تأثیر قرار گرفت، شاخص سطح برگ و فتوسنتز گیاه افزایش یافت و در نهایت، عملکرد افزایش یافت [۱۰] . با افزایش غلظت فسفر در خاک، مقدار آن در بافت گیاه سورگوم افزایش پیدا کرد؛ ولی غلظت روی، کلسیم و منیزیم کاهش یافت [۹]. افزودن کودهای فسفره به خاک، جذب عناصر روی و مس و همزیستی میکوریزی را کاهش می‌دهد که این کاهش در مورد عنصر روی شدیدتر است [۲۲ ، ۱۷].

اثر کاربرد باکتری‌های افزایش‌دهندهٔ رشد گیاه و حل‌کنندهٔ فسفات به‌همراه کود شیمیایی بر افزایش غلظت آهن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری را نشان نداد [۷]. درحالی که اثر کاربرد کود بیولوژیک به‌همراه کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل بر غلظت عنصر روی در گیاه ذرت در سطح احتمال ۵ درصد معنادار گزارش شد. تلقیح بذور ذرت با جدایه‌های منسوب به *سودمونانس پوتیدا* و *پانتوآ آگلومرانس* بر غلظت فسفر گیاه در مقایسه با تیمار شاهد در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود. این افزایش غلظت در تیمارهای تلقیح‌شده با جدایه‌های منسوب به *سودمونانس پوتیدا* و *پانتوآ آگلومرانس* نسبت به تیمارهای تلقیح‌شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس* بیشتر است. تأثیر اصلی قارچ‌های میکوریزی تأمین فسفر برای ریشهٔ گیاه است، زیرا فسفر در خاک عنصری بسیار کم‌تحرک است [۲۱ ، ۷] و حتی درصورتی که به‌شکل محلول به خاک اضافه شود، به‌سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت می‌شود و به‌صورت غیرمتحرک درمی‌آید. ازاین‌رو قارچ‌های میکوریزی در افزایش جذب مواد معدنی به‌ویژه فسفر و تجمع زیست‌تودهٔ بسیاری ازمحصولات در خاک‌های با فسفر کم، تأثیر مثبت دارند. مصرف کود میکروبی فسفاتی در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در مورد ذرت، سویا و گندم مؤید تأثیرات رضایت‌بخش این کود است، به‌طوری که کود میکروبی فسفاته، نه‌تنها بازده جذب کود را افزایش می‌دهد، بلکه موجب افزایش چشمگیر عملکرد نیز می‌شود [۲۰].

بین آهن و روی در محیط ریشه رقابت وجود دارد و با افزایش روی از جذب آهن جلوگیری می‌شود [۴]. این وضعیت در حالی است که تأثیر کاربرد مایهٔ تلقیح ازتوباکتر بر عملکرد مادهٔ خشک و غلظت آهن در گیاه ذرت معنادار گزارش شد [۳]. استفاده از باکتری‌های افزایندهٔ رشد گیاه با توانایی حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول به‌ترتیب موجب افزایش ۴۶، ۲۲/۳، ۱۱۴، ۵۳/۶، ۲۲/۱ و ۷۴ درصدی عملکرد، وزن تر، محتوای آهن اندام هوایی، روی اندام هوایی، کلروفیل و فسفر اندام هوایی شد [۵].

سطوح کود فسفره، نوع خاک، کشت گیاه ذرت و گندم و تناوب آنها بر فسفر قابل جذب خاک و شکل‌های معدنی فسفر خاک شامل فسفات‌های کلسیم، فسفات‌های آهن و آلومینیوم و فسفات محبوس‌شده در اکسیدهای آهن و

www.SID.ir

Archive of SID

آلومینیوم تأثیر معناداری دارد [۸]؛ به‌طوری که با مصرف سطوح بالای کود فسفره، شکل‌های معدنی فسفر افزایش یافت، ولی در شرایط مصرف متعادل کود، تغییر شکل کود مصرفی به شکل‌های معدنی فسفر کاهش داشت و در شرایط تناوب کشت ذرت و گندم با مصرف کود فسفره در زمان کاشت ذرت نیاز کودی کشت گندم نیز برطرف شد. همچنین تأثیر نوع سویه‌های به‌کاررفته در تلقیح ذرت در جذب عناصر فسفر، نیتروژن، آهن و روی معنادار گزارش شد [۱۴].

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کاربرد کود زیستی و همچنین سطوح مختلف کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل در شرایط مختلف رطوبتی بر مقدار عملکرد و جذب عناصر معدنی در گیاه ذرت است.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعهٔ پژوهشی مرکز آموزش شهید ناصری کرج در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل فسفر و آب آبیاری بودند. عامل آب آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح (بدون تنش، تنش ملایم، تنش متوسط و تنش شدید) و عامل کود شیمیایی (با توجه به نتایج آزمایش خاک و همچنین میزان نیاز گیاه مشخص شد) نیز به‌عنوان عامل فرعی در پنج سطح شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل مورد نیاز زمین آزمایش بدون کود زیستی (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار)، ۷۵ درصد کود شیمیایی مورد نیاز همراه با کود زیستی (*Pseudomonas fluorescens* strains 11, 169, 4) ۱۰۸ (۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ درصد کود شیمیایی (۵۵ کیلوگرم در هکتار) همراه با کود زیستی، ۲۵ درصد کود شیمیایی (۲۷/۵ کیلوگرم در هکتار) همراه با کود زیستی و کود زیستی بدون کود شیمیایی بررسی شد. به‌منظور ایجاد سطوح مختلف تنش رطوبتی از سیستم لاین سورس (آبیاری بارانی تک‌شاخه) استفاده شد [۱۵]. براساس سیستم پیشنهادی، یک خط آبیاری بارانی در وسط قطعهٔ آزمایشی به‌موازات خطوط کاشت نصب و آبپاش‌ها به‌فواصل ۶/۱ متر در روی خط اصلی نصب شد. در شرایط باد ملایم و فشار طراحی‌شده، آب‌پاش‌ها در طرفین خط اصلی، الگوی پاشش تقریباً مثلثی با حدود ۸۰ درصد همپوشانی ایجاد می‌کنند، به همین دلیل با فاصله از خط اصلی میزان آب دریافت شده و در نتیجه رژیم‌های مختلف رطوبتی ایجاد می‌شود [۱۵].

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به‌نحو مطلوب، قبل از کاشت صورت گرفت. به‌منظور کوددهی نیز با توجه به نتایج آزمون خاک، ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم همراه با دیسک در زمان آماده‌سازی بستر و نیتروژن خالص از منبع اوره به‌مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحلهٔ کاشت، شش‌برگی و در زمان تاسل‌دهی همراه با آب آبیاری به خاک افزوده شد (جدول ۱). کود فسفر نیز با توجه به نوع تیمارهای کود در زمان چهاربرگی و همزمان با مرحلهٔ تنک کردن و وجین علف‌های هرز به‌صورت نواری داده شد. هر کرت آزمایشی از چهار ردیف کاشت به‌فاصلهٔ ۶۵ سانتی‌متر و طول ۴ متر تشکیل شد. فاصلهٔ بوته‌ها در روی ردیف نیز ۱۵ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. در هر طرف لولهٔ خط اصلی، ۱۶ خط کشت ایجاد شد.

آبیاری تیمارها تا مرحلهٔ شش تا هشت‌برگی به‌صورت یکنواخت و به‌روش بارانی متداول صورت گرفت، ولی از مرحلهٔ آغاز تنش (مرحلهٔ هشت‌برگی گیاه) از سیستم آبیاری لاین سورس (آبیاری بارانی تک‌شاخه) استفاده شد. به‌منظور تعیین آب مورد نیاز براساس تیمار بدون تنش (خطوط نزدیک به خط اصلی) در هر تکرار و در دو طرف خط اصلی انتقال آب در وسط خطوط کشت، ظرفی بر روی پایه نصب شد تا مقدار آب دریافتی هر تیمار با توجه به منحنی رطوبتی خاک و با استفاده از روابط زیر تعیین شود (شکل‌های ۱ و ۲). کل

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات زراعی از قبیل واکاری، وجین، تنک کردن و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌طور همزمان و به‌نحو مطلوب در همهٔ کرت‌های آزمایشی انجام گرفت.

دور آبیاری ثابت فرض شد و یک روز قبل از آبیاری، از خاک نزدیک پای ریشهٔ بوته‌ها در عمق گسترش ریشه، نمونهٔ خاک تهیه و توزین شد و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۴ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد و با توجه به رابطه‌های ۱ و ۲ مدت زمان لازم برای کار کردن آب‌پاش‌ها تعیین شد [۶]. حجم آب دریافتی در هر نیمه از تکرارها نیز با توجه به ظروف جمع‌آوری آب که روی پایه‌ها نصب شده بود تعیین شد (شکل ۲):

$$I = \rho b(\theta_{FC} - \theta_m)D \quad (۱)$$

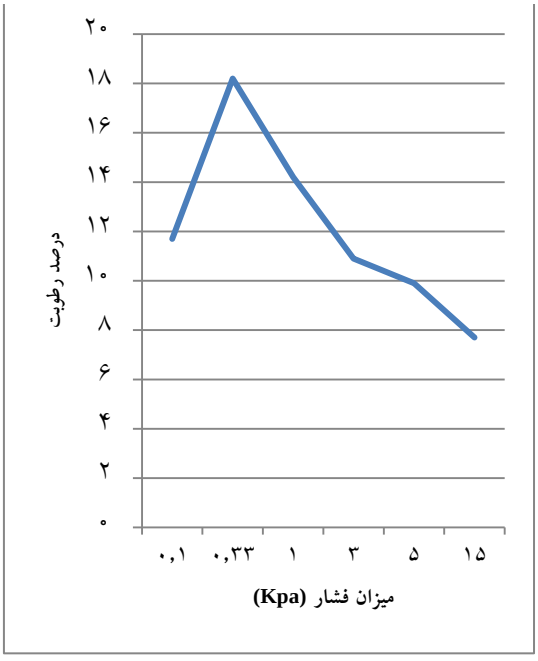
در این رابطه، I ارتفاع آب در هر آبیاری، θ_{FC} رطوبت وزنی خاک در حالت ظرفیت زراعی، θ_m رطوبت وزنی خاک به‌هنگام آبیاری، ρ_b چگالی ظاهری خاک و D عمق مؤثر ریشه است. حجم آب آبیاری نیز با استفاده از رابطهٔ ۲ تعیین شد:

$$V = I \times A \quad (۲)$$

در این رابطه، V حجم آب مورد نیاز و A برابر مساحت هر کرت بر حسب متر مربع است.

جدول ۱. خصوصیات خاک مزرعهٔ آزمایشی (سال ۹۲-۱۳۹۱)

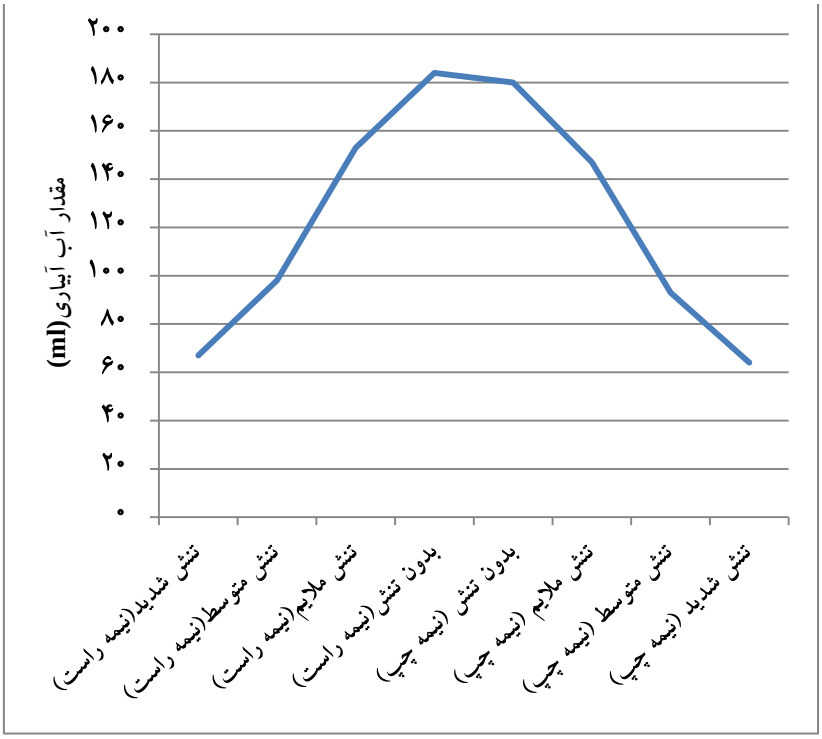
سال	شن (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	بافت خاک	مادهٔ آلی (٪)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	فسفر قابل جذب (p.p.m)	نیتروژن (mg/kg)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته
۱۳۹۱	۶۹	۱۸/۲	۱۲/۸	لوم شنی	۰/۵۷	۲۸۵	۶/۹	۰/۰۶۳	۰/۴۸	۷/۳
۱۳۹۲	۷۲	۱۷	۱۱	لوم شنی	۰/۵۵	۲۷۳	۶/۵	۰/۰۶۴	۰/۴۸	۷/۴



شکل ۱. منحنی رطوبتی خاک

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقدار آب جمع‌شده در ظرف هر تیمار در هر دور آبیاری

برای اندازه‌گیری عناصر از روش خشک سوزانی[1] استفاده شد. برای این منظور پس از آسیاب کردن نمونه‌های گیاهی که به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس خشک شده بودند. ۲ گرم مادهٔ خشک گیاهی در بوته‌های چینی ریخته و در کوره قرار داده شد و دما به‌آرامی تا ۴۵۰ درجهٔ سلسیوس افزایش یافت تا خاکستر سفیدرنگی حاصل شود.

پس از سرد شدن نمونه‌ها، ۲۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک یک نرمال به هر نمونه اضافه و به‌مدت نیم ساعت در حمام شن قرار داده شد. نمونه‌ها در داخل بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف شده و به حجم رسانده شد [۱۱].

برای اندازه‌گیری فسفر از روش زرد استفاده شد. در این روش از نیترو وانادومولیبدات به‌عنوان معرف استفاده شد؛ به این ترتیب که ۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ گیاهی و ۱۰ میلی‌لیتر از این معرف به بالن ۵۰ میلی‌لیتر اضافه و به حجم رسانده شد. بعد از گذشت یک ساعت میزان جذب در طول موج ۴۳۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Shimadzu UV3100 اندازه‌گیری و غلظت براساس درصد گزارش شد [۱۱].

مقدار آهن، روی و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA670، مقدار منیزیم و کلسیم با استفاده از روش کمپلکس متری (EDTA) و مقدار پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتری مدل ELE، در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه تهران اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد تر و خشک علوفه، در مرحلهٔ خمیری شدن دانه، از ردیف‌های دوم و سوم هر کرت آزمایشی، پس از حذف تأثیر حاشیه‌ای و به‌مساحت ۲ مترمربع، بوته‌های هر تیمار کف‌بر شد و پس از اندازه‌گیری وزن تر علوفه، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک علوفه تعیین شد.

1. Dry Ashing

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس صفات مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۹۱

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات صفات (MS)								
		عملکرد علوفهٔ تر (Kg/m^2)	عملکرد علوفهٔ خشک (Kg/m^2)	فسفر (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)	پتاسیم (٪)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
تکرار	۲	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۴۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۶۷^{ns}	۴۰^{ns}	۳۸/۳^{ns}	۴۰/۸۰^{ns}
فسفر	۴	۲۱/۷۶**	۴/۰۸۷**	۰/۰۵۲**	۰/۰۰۷۲^{ns}	۰/۰۳۰۷**	۰/۰۱۹۹^{ns}	۲۸۵۰/۳۲^{ns}	۸۰/۴۶**	۱۳/۹۹^{ns}
خطا	۸	۰/۱۱۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱۸	۰/۰۱۶۷	۰/۰۰۲۹	۰/۰۲۶۷	۲۲۴۰/۵۲	۹/۲۷	۱۰/۲۲
تنش	۳	۲۲/۸۸^{ns}	۰/۲۴۵^{ns}	۰/۰۳۴۶^{ns}	۰/۰۹۰۳^{ns}	۰/۰۱۴۳^{ns}	۱/۰۳۷^{ns}	۶۹۱۷۰/۴۰^{ns}	۴۰۳/۸۸^{ns}	۱۰۱۱/۰۱^{ns}
خطا	۶	۰/۰۸۶	۰/۰۱۶	۷/۷۶e-۳۳	۷/۶۲e-۳۱	۱/۴۱e-۳۱	۲/۴۸e-۳۱	۳/۴۴e-۲۴	۲/۸۴e-۲۶	۲/۲e-۲۸
تنش × فسفر	۱۲	۱/۴۶۹**	۰/۳۴۳**	۹/۶e-۴*	۰/۰۰۲۷^{ns}	۰/۰۰۲۸**	۰/۰۵۰۳**	۴۸۴/۰۳**	۱۵/۳۸**	۲۵/۰۲**
خطا	۲۴	۰/۱۸۷	۰/۰۳۲	۳/۷۲e-۴	۰/۰۰۱۹	۹/۹۷e-۴	۰/۰۱۰۱	۱۰۴/۹۶	۱/۴۴	۱/۸۰
نیمه	۱	۰/۰۸۷۴^{nv}	۰/۰۱۴۱^{nv}	۱/۹e-۴^{nv}	۱/۹e-۴^{nv}	۱/۸۷e-۴^{nv}	۱/۷e-۴^{nv}	۹/۷۵^{nv}	۹/۷۵^{nv}	۱۰/۸۰^{nv}
خطا	۲	۰/۰۰۰۱	۸e-۸	۹/۰۷e-۳۳	۴/۲e-۳۱	۱/۴۹e-۳۲	۴/۲۴e-۳۱	۲/۹۱e-۲۴	۱/۸۵e-۲۶	۴/۲۶e-۲۹
فسفر × نیمه	۴	۰/۵۸*	۰/۰۸۳*	۶/۴۸e-۳۲*	۲/۵۴e-۳۱^{ns}	۱/۳۸e-۳۲^{ns}	۲/۳۸e-۳۱^{ns}	۱/۵۴e-۲۴^{ns}	۱/۶۷e-۲۶^{ns}	۵/۹۸e-۲۸**
خطا	۸	۰/۰۹۸۷	۰/۰۱۴۱	۱/۲۷e-۲۵	۱/۴e-۲۸	۴/۰۵e-۲۹	۱/۹۲e-۲۸	۳/۶۲e-۲۲	۲/۵۱e-۲۳	۲/۱۴e-۲۷
تنش × نیمه	۳	۱/۱e-۵^{nv}	۳/۲e-۶^{nv}	۹/۶۹e-۳۳^{nv}	۴/۵۳e-۳۱^{nv}	۱/۷۹e-۳۲ ^{nv}	۱/۶۲e-۳۱ ^{nv}	۲/۴۱e-۲۴^{nv}	۱/۷۳e-۲۶^{nv}	۴/۵۵e-۲۸^{nv}
خطا	۶	۷/۸e-۶	۱/۱e-۵	۱/۸۵e-۲۶	۲/۰۵e-۲۲	۳/۲۴e-۲۸	۱/۵e-۲۹	۳/۰۸e-۱۹	۲/۶۲e-۲۴	۲/۱۶e-۲۵
تنش × فسفر × نیمه	۱۲	۰/۰۵۷۵**	۰/۰۸۳۲**	۲/۱e-۳۱^{ns}	۱/۰۲e-۱۹^{ns}	۲/۶۲ e-۳۴^{ns}	۱/۰۹ e-۲۷^{ns}	۷/۱e-۲۲^{ns}	۲/۵۱ e-۱۸^{ns}	۶/۴۱ e-۲۷^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۹۹	۰/۱۴۴	۱/۶۵e-۲۹	۳/۴۲e-۱۶	۳/۷۲ e-۳۱	۳/۱ e-۲۶	۴/۳۱e-۱۸	۳/۴۲ e-۱۶	۸/۲۳ e-۲۴
ضریب تغییرات	–	۴	۳/۶۲	۳/۲	۱/۲۵	۲/۱۷	۳/۴۱	۷/۵۴	۲/۱۸	۱/۰۹

*، **، ns و nv : به‌ترتیب معنادار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد، بدون اختلاف معنادار و فاقد ارزش آماری.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳. تجزیهٔ واریانس صفات مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۹۱

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات صفات (MS)								
		عملکرد علوفهٔ تر (Kg/m²)	عملکرد علوفهٔ خشک (Kg/m²)	فسفر (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)	پتاسیم (٪)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
تکرار	۲	۰/۱۰۵ns	۰/۰۲۲ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۱**	۲۳/۳۳*	۱۰**	۱۰/۲**
فسفر	۴	۳۰/۷۱۲**	۲/۷۵۲**	۰/۰۰۵۱**	۰/۰۴۲**	۰/۰۰۴۳۲**	۰/۱۶۹**	۳۴۳۰/۳۸**	۲۰۲/۷۴**	۳۱۹/۲۳**
خطا	۸	۰/۰۷۴	۱/۳۲۷	۲/۲۸e-۳	۲/۵e-۳	۳e-۴	۳/۶۶e-۳	۳/۳۳	۲/۵۱e-۲	۰/۰۰۰۳
تنش	۳	۲۶/۶۴ns	۸/۲۲ns	۰/۰۴۴۶ns	۰/۰۰۹ns	۰/۰۷۵۶ns	۰/۴۸ns	۸۴۶۶۶/۹۳ns	۲۶۵/۱۷ns	۵۵۳/۵۹ns
خطا	۶	۰/۱	۰/۱۴۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۶/۶۷	۱۰	۱۰/۲
تنش × فسفر	۱۲	۱/۴۰۳**	۳/۴۷۸**	۰/۰۰۱۰۴**	۰/۱۵۶ ns	۰/۰۰۹ **	۰/۱۰۵**	۷۱۸/۵۲**	۲۲/۳۶**	۱۱/۴۷**
خطا	۲۴	۰/۱۰۳	۰/۲۲۳	۰/۰۰۰۱۲۱	۰/۰۵۳۷	۰/۰۰۰۱۰۹	۰/۰۰۵۲	۳/۳۳	۰/۰۰۶۲۴	۰/۰۰۰۳۳
نیمه	۱	۰/۱۰۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۰۰۲۷ns	۰/۰۰۰۲۷ns	۰/۰۰۰۲۶ns	۰/۰۰۲۵ns	۱۱/۵۳۲ns	۱۱/۵۳۲ns	۴/۸۸ns
خطا	۲	۰/۰۰۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۰۵۸	۱/۴۸e-۳۲	۴/۶۳e-۳۲	۸/۸۸e-۳۲	۴/۹۱e-۳۲	۹/۶۶e-۲۶	۶/۱۶e-۲۸	۰/۰۰۰۳۳
فسفر × نیمه	۴	۰/۰۰۰۰۳۱ns	۰/۰۰۰۰۴۲۵ns	۳/۲۸ e-۳۲ ns	۱/۰۴ e-۳۲ ns	۱/۱۶ e-۳۱ ns	۳/۹۱e-۳۲ns	۶/۷۳e-۲۷ ns	۲/۶۴e-۲۸ns	۰/۰۰۰۳ ns
خطا	۸	۰/۰۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۰۰۲۶	۳/۱۸e-۳۰	۸/۳۸e-۲۹	۴/۱۸e-۳۰	۶/۸۸e-۲۹	۵/۰۸e-۲۵	۰/۴۵e-۲۵	۰/۰۰۰۳۳۳
تنش × نیمه	۳	۰/۰۰۰۰۲۷nv	۰/۰۰۰۰۲۹nv	۱/۲۹e-۳۲nv	۳/۵۸e-۳۳nv	۷/۲۳e-۳۳nv	۵/۸۶e-۳۳nv	۲/۱۶e-۲۶nv	۱/۵۴e-۲۸nv	۰/۰۰۰۳۳nv
خطا	۶	۰/۰۰۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۰۰۴۷	۵/۲۱e-۲۹	۲/۶۳e-۳۱	۳/۲۱e-۲۸	۳/۴۸e-۳۰	۶/۵۵e-۲۸	۷/۰۸e-۲۹	۰/۰۰۰۳۳۳
تنش × فسفر × نیمه	۱۲	۰/۰۰۰۰۲۴ns	۰/۰۰۰۰۲۵ns	۱/۰۸e-۳۱ns	۱/۳۸e-۲۷ns	۵/۴۱e-۲۷ ns	۱/۷۱e-۲۸ ns	۹/۱۴e-۲۷ ns	۳/۳۸e-۲۷ ns	۰/۰۰۳ns
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۰۰۲۶	۰/۰۰۰۰۰۱۲	۲/۸۳e-۲۸	۷/۶۸e-۲۵	۸/۷۸e-۲۶	۶/۴۱e-۲۷	۶/۹۱e-۲۵	۱/۴۸e-۲۴	۰/۰۰۰۳۲۶
ضریب تغییرات	–	۵/۰۵	۴/۱۳	۲/۳	۳/۴۵	۱/۶۱	۴/۰۲	۷/۲۷	۳/۱۲	۳/۶۲

*، ** و Ns، ns و NV : به‌ترتیب معنادار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد، بدون اختلاف معنادار و فاقد ارزش آماری.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور آزمون همگنی واریانس‌ها از آزمون بارتلت استفاده شد. براساس نتایج آزمون بارتلت، تجزیهٔ مرکب به‌دلیل یکنواخت نبودن واریانس‌ها امکان‌پذیر نشد؛ بنابراین تجزیهٔ واریانس هر سال به‌طور جداگانه صورت پذیرفت. داده‌ها پس از ثبت، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخهٔ ۹/۱) و روش پیشنهادی جانسون و همکاران تجزیه‌وتحلیل شد[۱۶].

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که تأثیر تیمار کود فسفر، در سال اول آزمایش برای تمامی صفات به‌غیر از میزان جذب عناصر کلسیم، پتاسیم، آهن و منگنز در سطح ۱ درصد معنادار بود، درحالی که در سال دوم آزمایش تأثیر آن در تمامی صفات در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول‌های ۲ و ۳). تأثیر استفاده از باکتری‌های افزایندهٔ رشد گیاه سودوموناس فلورسنس بر جذب عناصر فسفر، روی و آهن و همچنین وزن تر و خشک گیاه ذرت معنادار بود، ولی تأثیر آنها بر جذب عناصر پتاسیم و مس غیرمعنادار گزارش شد [۵]. بهره‌گیری از باکتری باسیلوس به‌طور معناداری سبب افزایش عملکرد، جذب فسفر، نیتروژن و آهن شد، ولی تأثیر معناداری بر جذب پتاسیم و مس نداشت [۱۹].

اثر متقابل تنش در فسفر نیز در سال اول برای همهٔ صفات به‌غیر از کلسیم معنادار بود. براساس مقایسهٔ میانگین سطوح مختلف فسفر، با اینکه بیشترین عملکرد علوفهٔ تر (۸/۸۵۸ کیلوگرم در مترمربع) از تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر و بدون تلقیح با کود زیستی به‌دست آمد، این تفاوت از نظر آماری با عملکرد حاصل از تیمار ۷۵ درصد کود فسفر به‌همراه تلقیح با کود زیستی معنادار نبود که این مطلب حاکی از کارایی این باکتری‌ها در جبران کمبود فسفر گیاه از طریق آزادسازی فسفر تثبیت‌شده در خاک است. این موضوع در خصوص عملکرد علوفهٔ خشک نیز مصداق داشت (جدول ۴).

کمترین عملکرد علوفهٔ تر نیز از تیمار تلقیح با باکتری و بدون استفاده از کود فسفر (۶/۷۵۹ کیلوگرم در متر مربع) به‌دست آمد که این نتیجه با توجه به این مطلب که در دسترس بودن فسفر در مراحل اولیهٔ رشد گیاه ذرت به اندازهٔ نیتروژن حیاتی است، دور از انتظار نبود؛ زیرا حرکت فسفر به‌سمت ریشه‌های گیاه در دمای کم خاک کاهش می‌یابد. بنابراین کمبود فسفر در اغلب موارد در مراحل اولیهٔ فصل رشد گیاه مشاهده می‌شود [۱۲]. همچنین قارچ میکوریزی به‌همراه کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار همزیستی مناسب‌تری را با گیاه میزبان ذرت برقرار و بیشترین مقدار فسفر را جذب کرد و همچنین رشد گیاه را تحت تأثیر قرار داد و موجب افزایش عملکرد مادهٔ خشک گیاه شد [۳].

در سال اول، اعمال تنش آبی نیز به کاهش ۲۲/۲۱، ۱۲/۰۷ و ۲/۷۸ درصدی به‌ترتیب در تیمارهای تنش شدید، متوسط و کم، نسبت به تیمار بدون تنش رطوبتی منجر شد. بیشترین عملکرد علوفهٔ تر و خشک به‌دست‌آمده نیز در سال دوم مربوط به تیمار بدون تلقیح و ۱۰۰ درصد کود فسفر بود (جدول ۴). این در حالی است که تیمار تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر از نظر عملکرد علوفهٔ تر و خشک در جایگاه دوم قرار داشت. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تأثیر سال در آزمایش انجام‌گرفته به‌وضوح قابل مشاهده است. تغییر محل اجرای آزمایش و همچنین سال اجرای آزمایش از عواملی است که در نتایج آزمایش بسیار تأثیرگذارند. همچنین چون جمعیت باکتری خاک نیز می‌تواند در نتایج به‌دست‌آمده مؤثر باشد، این وضعیت چندان دور از انتظار نیست. در سال دوم نیز اعمال تنش

www.SID.ir

Archive of SID

آبی به کاهش ۲۲/۱۵، ۱۲/۵۷ و ۲/۶۱ درصدی به‌ترتیب در تیمارهای تنش شدید، متوسط و کم، نسبت به تیمار بدون تنش رطوبتی منجر شد (جدول ۴).

مقایسهٔ میانگین اثر سادهٔ فسفر حاکی از آن بود که کمترین مقدار فسفر جذب‌شده نیز مربوط به تیمار بدون کود فسفر و تلقیح با کود زیستی بود. این در حالی است که در دیگر تیمارها تفاوت معناداری بین سطوح مختلف کود فسفر از نظر تأثیر بر میزان جذب فسفر مشاهده نشد که نشان‌دهندهٔ تأثیر کود زیستی در جبران کمبود کود فسفر است، به‌طوری که با استفاده از کود زیستی می‌توان تا حدود زیادی در مصرف کود شیمیایی فسفر صرفه‌جویی و از این راه از تأثیرات مخرب محیط زیست نیز جلوگیری کرد که نتایج دیگر تحقیقات نیز مؤید این مطلب است (جدول ۴) [۳]. نتایج مقایسهٔ میانگین اثر سادهٔ فسفر بر میزان جذب عناصر منیزیم و روی نیز حاکی از آن بود که با افزایش کود فسفر، مقدار این عناصر کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. این‌گونه به‌نظر می‌رسد که وجود سطوح بالای کود فسفر یا مقدار کمتر از آن به‌همراه استفاده از کود زیستی، موجب تأثیر منفی بر جذب عناصر منیزیم و روی در گیاه ذرت شد (جدول ۴). مقایسهٔ میانگین سطوح مختلف تنش نیز حاکی از آن بود که با افزایش تنش، مقدار جذب عناصر به‌ویژه فسفر و آهن کاهش یافت، به‌نحوی که جذب فسفر نسبت به شرایط بدون تنش به‌ترتیب ۳۰/۶۵، ۲۱/۸۴ و ۴/۸ درصد در شرایط تنش شدید، متوسط و کم کاهش نشان داد و جذب آهن نیز به‌ترتیب ۳۵/۷، ۱۸/۴ و ۶/۸ درصد کاهش یافت که علت را می‌توان وجود مقدار کم آب برای انحلال بیشتر فسفر و عناصر معدنی و انتقال کمتر آنها نسبت به شرایط نرمال دانست (جدول ۴).

نتایج مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نیز حاکی از آن بود که در هر دو سال اجرای آزمایش، بیشترین عملکرد علوفهٔ تر از تیمار بدون تلقیح و ۱۰۰ درصد کود فسفر با شرایط تنش کم به‌دست آمد، ولی این مقدار با عملکرد حاصل برای تیمار تلقیح با باکتری و بدون تنش رطوبتی تفاوت معناداری داشت (جدول‌های ۵ و ۶). با وجود این، در حالت استفاده از کود زیستی عملکرد علوفه در شرایط ایجاد تنش تا حدود زیادی بهبود یافت، هر چند که با افزایش درصد کود فسفر تفاوت بین شرایط تنش‌دار و بدون تنش کمتر می‌شود، به‌طوری که در تیمارهای تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر و تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر تا حدود زیادی این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نشد.

تأثیر تیمار تلقیح بذرها با باکتری در کاهش شرایط تنش به‌وضوح مشاهده شد، به‌طوری که در دو تیمار تلقیح با باکتری و استفاده از ۷۵ و ۵۰ درصد کود فسفر تفاوت عملکردهای حاصل بسیار کم بود؛ درحالی که در تیمار بدون تلقیح و ۱۰۰ درصد کود فسفر و همچنین تیمار تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر، تفاوت بین عملکردها در چهار سطح تنش رطوبتی بسیار چشمگیر بود. شاید علت اصلی این تفاوت، تثبیت کود فسفر در تیمار بدون تلقیح و ۱۰۰ درصد کود فسفر و کمبود کود لازم در تیمار تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر باشد. بنابراین نتایج این آزمایش‌ها حاکی از آن است که وجود مقدار مناسبی از کود فسفر به‌همراه اجرای فرایند تلقیح بذور با باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات نه‌تنها تأمین‌کنندهٔ بخش چشمگیری از کود مورد نیاز گیاه است، سبب افزایش توانایی گیاه در تحمل شرایط تنش‌های محیطی از جمله تنش رطوبتی نیز می‌شود و یافته‌های دیگر محققان نیز بر این مطلب تأکید دارد [۱۸].

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین صفات در سطوح مختلف کود فسفر و تنش رطوبتی در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

سال	سطوح فسفر	عملکرد علوفهٔ خشک (Kg/m²)	عملکرد علوفهٔ تر (Kg/m²)	فسفر (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)	پتاسیم (٪)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
۱۳۹۱	تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر	۲/۸۱۲^{d}	۶/۷۵۹^{d}	۰/۱۳۵^{b}	۰/۳۸۸^{a}	۰/۳۱۶^{a}	۱/۴۶۴^{a}	۲۴۳/۹۱^{a}	۲۵/۲۸^{a}	۶۴/۹۸^{a}
	تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	۲/۹۲۸^{c}	۷/۰۰۷^{c}	۰/۲۳۴^{a}	۰/۴۲۲^{a}	۰/۳۰۹^{a}	۱/۴۷۴^{a}	۲۶۳/۷۸^{a}	۲۴/۴۵^{a}	۶۶/۰۲^{a}
	تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	۳/۴۱۱^{b}	۸/۱۰۲^{b}	۰/۲۴^{a}	۰/۳۹۲^{a}	۰/۳۰۵^{a}	۱/۵۰۱^{a}	۲۷۱/۶۶^{a}	۲۴/۳۷^{a}	۶۶/۶۱^{a}
	تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	۳/۶۴۴^{a}	۸/۶۵۸^{a}	۰/۲۴۵^{a}	۰/۴۰۴^{a}	۰/۲۵۴^{b}	۱/۴۹۹^{a}	۲۶۷/۱۲^{a}	۲۱/۹۱^{b}	۶۶/۹۹^{a}
	بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	۳/۷۱۷^{a}	۸/۸۵۷^{a}	۰/۲۳۴^{a}	۰/۴۲۷^{a}	۰/۲۳۹^{b}	۱/۵۳۸^{a}	۲۵۵/۹۵^{a}	۲۱/۰۴^{b}	۶۶/۲۸^{a}
	تنش شدید	۳/۱۷۶^{b}	۶/۷۵۲^{d}	۰/۱۸۱^{d}	۰/۳۲۵^{c}	۰/۲۵۳^{d}	۱/۳۰^{d}	۱۹۷/۴۸^{d}	۱۹/۶۸^{d}	۶۰/۲۴^{d}
	تنش متوسط	۳/۳۵۹^{a}	۷/۶۳۳^{c}	۰/۲۰۴^{c}	۰/۴۳۱^{b}	۰/۲۹۷^{b}	۱/۳۷^{c}	۲۵۰/۸۸^{c}	۲۲/۰۸^{c}	۶۴/۱^{c}
	تنش کم	۳/۳۷۵^{a}	۸/۴۳۹^{b}	۰/۲۲۵^{b}	۰/۴۳۱^{b}	۰/۳۰۱^{a}	۱/۶۲^{b}	۲۸۶/۲۸^{b}	۲۳/۴۸^{b}	۶۶/۳۴^{b}
	بدون تنش	۳/۲۹۸^{a}	۸/۶۸۱^{a}	۰/۲۶۱^{a}	۰/۴۴۱^{a}	۰/۲۸۷^{c}	۱/۶۸^{a}	۳۰۷/۲۸^{a}	۲۸/۳۸^{a}	۷۴/۰۲^{a}
۱۳۹۲	تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر	۱/۹۸۳^{d}	۷/۱۲۸^{e}	۰/۲۲۹^{e}	۰/۴۶۴^{a}	۰/۲۹۹^{a}	۱/۵۰^{b}	۲۶۱/۳۱^{d}	۲۵/۴۳^{a}	۶۳/۵۵^{e}
	تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	۲/۲۳۵^{c}	۷/۵۵۴^{d}	۰/۲۴۱^{c}	۰/۴۶۴^{a}	۰/۲۷۹^{c}	۱/۳۳^{e}	۲۷۱/۰۶^{c}	۲۴/۰۶^{b}	۶۷/۱۲^{d}
	تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	۲/۶۶۲^{ab}	۸/۸۱۹^{c}	۰/۲۵۷^{b}	۰/۴۱۴^{d}	۰/۲۷۹^{c}	۱/۴۲^{d}	۲۷۷/۸۳^{b}	۲۳/۹۴^{c}	۷۰/۸۸^{b}
	تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	۲/۸۸۱^{a}	۹/۲۲^{b}	۰/۲۶۲^{a}	۰/۳۳۹^{c}	۰/۲۶۴^{d}	۱/۴۵^{c}	۲۸۴/۳۱^{a}	۲۰/۵۱^{d}	۷۰/۶۷^{c}
	بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	۲/۶۴^{ab}	۹/۸۱۱^{a}	۰/۲۳۲^{d}	۰/۴۵۲^{b}	۰/۲۹۲^{b}	۱/۵۵^{a}	۲۵۴/۸۱^{e}	۱۸/۴۱^{e}	۷۲/۷۵^{a}
	تنش شدید	۳/۱۴۰^{d}	۷/۲۹۳^{d}	۰/۲۰۲^{d}	۰/۴۴۲^{a}	۰/۲۱۸^{c}	۱/۲۹^{d}	۲۰۴/۳۱^{d}	۱۹/۴۹^{c}	۶۴/۰۱^{d}
	تنش متوسط	۳/۳۸۷^{c}	۸/۲۴۳^{c}	۰/۲۲۶^{c}	۰/۴۴۲^{a}	۰/۲۶۹^{b}	۱/۳۹^{c}	۲۵۹/۴۴^{c}	۲۰/۸۹^{c}	۶۷/۱۴^{c}
	تنش کم	۳/۵۳۶^{a}	۹/۱۱۴^{b}	۰/۲۵۹^{b}	۰/۴۶۲^{a}	۰/۳۲۹^{a}	۱/۵۴^{b}	۲۸۳/۵۱^{b}	۲۳/۲۱^{b}	۷۰/۹۰^{b}
	بدون تنش	۳/۴۷۱^{b}	۹/۳۷۴^{a}	۰/۲۸۹^{a}	۰/۴۴۲^{a}	۰/۳۱۴^{a}	۱/۵۷^{a}	۳۳۲/۱۱^{a}	۲۶/۲۹^{a}	۷۳/۸۴^{a}

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل کود فسفر در تنش در سال زراعی ۱۳۹۱

سطوح کود فسفر	سطوح تنش	عملکرد علوفهٔ تر (Kg/m^2)	عملکرد علوفهٔ خشک (Kg/m^2)	فسفر (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)	پتاسیم (٪)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر	تنش شدید	۴/۹۱۸^{j}	۲/۳۱۳^{i}	۰/۱۲۱^{l}	۰/۳۵۱^{a}	۰/۲۶۱^{ghi}	۱/۱۸۱^{h}	۱۸۰/۲۸^{j}	۱۸/۲۸^{k}	۵۷/۵^{h}
	تنش متوسط	۶/۲۸۳^{hi}	۲/۸۶۷^{gh}	۰/۱۲۶^{kl}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۳۱۱^{bcdef}	۱/۲۵۱^{gh}	۲۳۱/۲۸^{h}	۲۳/۷۸^{def}	۶۳/۴^{f}
	تنش کم	۷/۴۸^{g}	۲/۹۹۳^{fg}	۰/۱۳۱^{l}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۳۳۱^{abc}	۱/۶۸۱^{a}	۲۷۰/۲۸^{f}	۲۵/۷۸^{c}	۶۸/۲^{d}
	بدون تنش	۸/۳۵۵^{def}	۳/۱۷۵^{def}	۰/۱۶۱^{k}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۳۶۱^{a}	۱/۷۴۱^{a}	۲۹۳/۷۸^{cd}	۳۳/۲۸^{a}	۷۰/۸^{c}
تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	تنش شدید	۵/۶۴۱^{ij}	۲/۶۵۷^{h}	۰/۱۹۸^{ij}	۰/۳۳۴^{a}	۰/۲۸۸^{defgh}	۱/۳۳۲^{fg}	۱۹۷/۹۵^{i}	۲۱/۲۸^{ghi}	۶۰/۸۳^{g}
	تنش متوسط	۶/۵۰۷^{h}	۲/۸۶۳^{fgh}	۰/۲۱۸^{ghi}	۰/۴۵۱^{a}	۰/۳۲۴^{abcde}	۱/۴۰۸^{cdef}	۲۶۶/۶۳^{f}	۲۲/۶۳^{efg}	۶۳/۵۳^{f}
	تنش کم	۷/۸۴^{efg}	۳/۱۳۵^{ef}	۰/۲۴۸^{de}	۰/۴۳۴^{a}	۰/۳۳۱^{abc}	۱/۴۸۴^{cd}	۲۸۴/۶۳^{de}	۲۴/۱۲^{de}	۶۳/۶۷^{f}
	بدون تنش	۸/۰۳۸^{defg}	۳/۰۵۵^{fg}	۰/۷۷۴^{bc}	۰/۴۶۸^{a}	۰/۲۹۴^{cdefg}	۱/۶۶۸^{a}	۳۰۵/۹۵^{abc}	۲۹/۷۸^{b}	۷۶/۰۳^{a}
تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	تنش شدید	۷/۵۵۶^{fg}	۳/۵۵۲^{abc}	۰/۲۰۴^{hij}	۰/۳۱۸^{a}	۰/۲۸۴^{efgh}	۱/۳۸۸^{cdef}	۲۰۴/۶۳^{i}	۲۱/۲۸^{ghi}	۶۱/۰۷^{g}
	تنش متوسط	۷/۹۸۱^{defg}	۳/۵۱۳^{bc}	۰/۲۲۴^{efgh}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۳۲۸^{abcd}	۱/۴۷۴^{cde}	۲۷۶/۹۵^{ef}	۲۲/۴۵^{fgh}	۶۳/۸۷^{ef}
	تنش کم	۸/۴۹^{cde}	۳/۳۹۵^{cde}	۰/۲۵۴^{cd}	۰/۴۱۸^{a}	۰/۳۴۱^{ab}	۱/۵۱۸^{bc}	۲۹۲/۹۵^{cd}	۲۴/۴۵^{cd}	۶۴/۲۳^{ef}
	بدون تنش	۸/۳۸^{def}	۳/۱۸۵^{def}	۰/۲۷۸^{bc}	۰/۴۳۴^{a}	۰/۲۶۸^{gh}	۱/۶۲۴^{ab}	۳۱۲/۱۲^{a}	۲۹/۲۸^{b}	۷۷/۲۷^{a}
تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	تنش شدید	۸/۰۵۱^{defg}	۳/۷۸۸^{ab}	۰/۱۹۸^{ij}	۰/۳۱۴^{a}	۰/۲۲۴^{ij}	۱/۲۷۸^{fgh}	۲۰۶/۶۳^{i}	۱۹/۲۸^{jk}	۶۱/۳۷^{g}
	تنش متوسط	۸/۵۹۶^{bcde}	۳/۷۸۳^{ab}	۰/۲۳۱^{defg}	۰/۴۳۴^{a}	۰/۲۷۴^{fgh}	۱/۳۴۴^{efg}	۲۴۹/۲۸^{g}	۲۱/۴۵^{ghi}	۶۵/۵۳^{e}
	تنش کم	۸/۷۰۸^{bcd}	۳/۴۸۳^{bcd}	۰/۲۴۴^{def}	۰/۴۳۴^{a}	۰/۲۵۴^{ghi}	۱/۶۸۸^{a}	۲۹۷/۲۸^{bcd}	۲۲/۱۲^{gh}	۶۸/۱۳^{d}
	بدون تنش	۹/۲۷۳^{abc}	۳/۵۲۱^{bc}	۰/۳۰۸^{a}	۰/۴۳۴^{a}	۰/۲۶۱^{ghi}	۱/۶۸۸^{a}	۳۱۵/۲۸^{a}	۲۴/۷۸^{cd}	۷۲/۹۳^{b}
تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	تنش شدید	۷/۵۹۱^{fg}	۳/۵۷^{abc}	۰/۱۸۴^{ij}	۰/۳۰۸^{d}	۰/۲۰۸^{i}	۱/۳۳۴^{fg}	۱۹۷/۹۵^{i}	۱۸/۲۸^{k}	۶۰/۴۳^{g}
	تنش متوسط	۸/۷۹۸^{bcd}	۳/۷۷^{a}	۰/۲۲۱^{fghi}	۰/۴۶۸^{a}	۰/۲۴۸^{hij}	۱/۳۷۸^{defg}	۲۳۰/۲۸^{h}	۲۰/۱۲^{ij}	۶۴/۱۷^{ef}
	تنش کم	۹/۶۸^{a}	۳/۱۷^{a}	۰/۲۴۸^{de}	۰/۴۶۸^{a}	۰/۲۴۸^{hij}	۱/۷۵۴^{a}	۲۸۶/۲۸^{de}	۲۰/۹۵^{hi}	۶۷/۴۷^{d}
	بدون تنش	۹/۳۵۸^{ab}	۳/۵۵۷^{abc}	۰/۲۸۴^{b}	۰/۴۶۸^{a}	۰/۲۵۱^{ghi}	۱/۶۸۴^{a}	۳۰۹/۲۸^{ab}	۲۴/۷۸^{cd}	۷۳/۰۷^{b}

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل کود فسفر در تنش در سال زراعی ۱۳۹۲

سطوح کود فسفر	سطوح تنش	عملکرد علوفهٔ تر (Kg/m^2)	عملکرد علوفهٔ خشک (Kg/m^2)	فسفر (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)	پتاسیم (٪)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر	تنش شدید	۵/۲۹۳^{s}	۲/۲۷۵^{s}	۰/۱۹۳^{i}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۳۰۲^{k}	۱/۴۴۱^{defg}	۱۹۲/۳۱^{n}	۱۹/۳۱^{j}	۵۶/۸^{t}
	تنش متوسط	۶/۸۱۳^{q}	۲/۷۹۳^{q}	۰/۲۳۳^{fg}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۳۰۱^{g}	۱/۶۸۲^{b}	۲۶۴/۳۱^{i}	۲۲/۳۳^{f}	۶۲/۲^{s}
	تنش کم	۸/۱۲۸^{o}	۳/۱۶۸^{n}	۰/۲۳۳^{fg}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۳۴۱^{c}	۱/۴۱۱^{efgh}	۲۶۹/۲۷^{h}	۲۷/۸۱^{c}	۶۵/۸^{p}
	بدون تنش	۸/۳۶۲^{l}	۳/۰۹۳^{o}	۰/۲۶۲^{cd}	۰/۵۰۲^{a}	۰/۳۵۲^{b}	۱/۴۷۲^{def}	۳۱۹/۲۰^{cd}	۳۲/۳۲^{a}	۶۹/۶^{j}
تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	تنش شدید	۶/۰۱۴^{f}	۲/۵۸^{f}	۰/۲۱۲^{h}	۰/۵۰۱^{a}	۰/۲۲۱^{j}	۱/۱۹۱^{l}	۱۹۹/۳۰^{l}	۲۱/۲۵^{h}	۶۲/۸^{f}
	تنش متوسط	۷/۰۴۱^{p}	۲/۸۸۶^{p}	۰/۲۲۲^{gh}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۲۴۱^{i}	۱/۲۳۲^{kl}	۲۷۳/۳۵^{g}	۲۱/۸۱^{g}	۶۵/۱۹^{q}
	تنش کم	۸/۵۱۳^{k}	۳/۳۱۹^{l}	۰/۲۵۲^{de}	۰/۵۰۱^{a}	۰/۳۳۱^{d}	۱/۳۷۱^{ghij}	۲۹۰/۱۷^{e}	۲۳/۸۲^{e}	۶۸^{l}
	بدون تنش	۸/۶۵۸^{j}	۳/۲۰^{m}	۰/۲۸۱^{b}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۳۲۱^{e}	۱/۵۳۱^{cd}	۳۲۱/۲۲^{c}	۲۹/۳۰^{b}	۷۲/۸^{f}
تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	تنش شدید	۸/۲۱۳^{n}	۳/۵۳^{q}	۰/۲۲۱^{gh}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۲۴۲^{i}	۱/۲۸۱^{jkl}	۲۱۰/۳۱^{k}	۲۱/۲۶^{h}	۶۶/۶^{o}
	تنش متوسط	۸/۶۴۱^{j}	۳/۵۴۵^{h}	۰/۲۲۱^{gh}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۳۲۱^{e}	۱/۳۳۱^{hij}	۲۶۲/۹۷^{i}	۲۲/۳۱^{f}	۶۸/۸^{k}
	تنش کم	۹/۱۷۵^{h}	۳/۵۷۷^{g}	۰/۲۷۲^{bc}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۳۱۲^{f}	۱/۴۹۲^{cde}	۲۸۸/۵۴^{e}	۲۴/۳۵^{d}	۷۳/۱^{e}
	بدون تنش	۹/۳۵۵^{f}	۳/۴۵۹^{k}	۰/۳۱۱^{a}	۰/۳۵۱^{a}	۰/۲۴۱^{i}	۱/۵۸۱^{c}	۳۴۹/۳۱^{b}	۲۷/۸۱^{c}	۷۴/۷^{c}
تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	تنش شدید	۸/۷۸۱^{i}	۳/۷۷۴^{e}	۰/۲۱۱^{h}	۰/۴۰۲^{a}	۰/۲۲۱^{j}	۱/۳۰۱^{ijk}	۲۲۳/۱۵^{j}	۱۸/۷۱^{l}	۶۷/۴^{m}
	تنش متوسط	۹/۲۹۶^{g}	۳/۸۱^{d}	۰/۲۴۱^{ef}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۲۴۱^{i}	۱/۳۵۱^{ghij}	۲۷۱/۴۳^{gh}	۱۹/۷۳^{i}	۷۰^{h}
	تنش کم	۹/۴۰۷^{e}	۳/۶۶۸^{f}	۰/۲۸۱^{b}	۰/۴۵۱^{a}	۰/۳۲۱^{e}	۱/۵۷۱^{c}	۲۸۹/۱۵^{e}	۲۱/۳۱^{h}	۷۱/۸^{g}
	بدون تنش	۹/۴۸۶^{d}	۳/۵۰۷^{j}	۰/۳۱۳^{a}	۰/۴۵۱^{a}	۰/۲۷۲^{h}	۱/۵۸۲^{c}	۳۵۳/۳۰^{a}	۲۲/۳۰^{f}	۷۳/۶^{d}
تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	تنش شدید	۸/۲۴۳^{m}	۳/۵۴۸^{h}	۰/۱۷۱^{j}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۲۰۱^{k}	۱/۲۸۲^{jkl}	۱۹۶/۱۸^{m}	۱۶/۸۱^{n}	۶۶/۸^{n}
	تنش متوسط	۹/۵۳۴^{c}	۳/۹۰۶^{c}	۰/۲۱۱^{h}	۰/۴۰۱^{a}	۰/۲۴۱^{i}	۱/۳۹۱^{fghi}	۲۲۵/۲۸^{j}	۱۸/۳۱^{m}	۶۹/۷^{i}
	تنش کم	۱۰/۴۸۵^{b}	۴/۰۸۸^{b}	۰/۲۶۱^{cd}	۰/۵۰۱^{a}	۰/۳۴۱^{c}	۱/۶۸۱^{a}	۲۸۰/۶۳^{f}	۱۸/۸۱^{k}	۷۶^{b}
	بدون تنش	۱۱/۰۷۴^{a}	۴/۰۹۶^{a}	۰/۲۸۱^{b}	۰/۵۰۲^{a}	۰/۳۸۱^{a}	۱/۶۸۱^{a}	۳۱۷/۱۹^{d}	۱۹/۸۱^{i}	۷۸/۶^{a}

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین در حالت کلی مشخص شد که روند جذب عناصر معدنی با افزایش سطح تنش کاهش بیشتری را نشان می‌دهد، به‌نحوی که با افزایش کود شیمیایی فسفر تا حدود ۵۰ درصد، جذب عناصر افزایش می‌یابد، ولی با افزایش بیشتر مقدار کود فسفر، جذب عناصر کم‌کم روند کاهشی نشان می‌دهد، به‌طوری که بیشترین میزان جذب کود فسفر در شرایط بدون تنش در تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی به‌علاوهٔ کود زیستی مشاهده شد، درحالی که در شرایط تنش، بیشترین میزان جذب فسفر متعلق به تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی به‌همراه کود زیستی بود. عملکرد مادهٔ خشک و غلظت فسفر در اندام‌های هوایی در اثر کاربرد قارچ میکوریزی به‌همراه فسفر (تا سطح سوم کاربرد فسفر)، افزایش یافت، ولی درصد کلنیزاسیون ریشه، غلظت روی و منگنز در اندام‌های هوایی روند کاهشی داشت، به‌طوری که کمترین غلظت روی و منگنز به کاربرد قارچ میکروریزی به‌همراه سطح چهارم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت [۳]. تأثیر استفادهٔ تلفیقی کود بیولوژیکی به‌همراه کود شیمیایی در جذب عناصر روی، آهن، مس، پتاسیم، فسفر و نیتروژن بیشتر از کود شیمیایی خالص نیز گزارش شد [۱۳].

در خصوص منیزیم نیز مشخص شد که بیشترین میزان جذب منیزیم در تیمار بدون تنش رطوبتی و بدون کود فسفر مشاهده شد، هرچند که با افزایش تنش خشکی، میزان جذب منیزیم نیز به‌طور محسوسی کاهش یافت. ازاین‌رو با افزایش مقدار کود شیمیایی فسفر نیز مقدار جذب منیزیم کاهش یافت؛ به‌طوری که در شرایط بدون تنش رطوبتی با افزایش مقدار کود فسفر، میزان جذب منیزیم کاهش فاحشی را نشان داد، درحالی که با افزایش شدت تنش تا حد تنش متوسط، جذب منیزیم با افزایش مقدار کود شیمیایی تا حد ۵۰ درصد به‌همراه کود زیستی در حد زیادی باقی ماند، ولی از آن به بعد کاهش شدیدی در میزان جذب منیزیم با ادامهٔ افزایش مقدار کود شیمایی فسفر مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۶). به‌نظر می‌رسد که روند جذب منیزیم دارای رابطهٔ معکوسی با جذب فسفر باشد؛ نتایج دیگر محققان نیز گواهی بر این ادعاست.

نتایج همچنین حاکی از آن بود که بیشترین میزان جذب آهن در شرایط بدون تنش و استفاده از ۷۵ درصد کود فسفر به‌همراه کود زیستی رخ داد. هرچند که این مقدار جذب در این تیمار تفاوت معناداری را با تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفر و بدون تلقیح با کود زیستی، ۲۵ و ۵۰ درصد کود شیمیایی به‌همراه کود زیستی در شرایط مشابه رطوبتی نشان نداد، از نظر تأثیر شرایط تنش رطوبتی مشخص شد که با اینکه تنش رطوبتی موجب کاهش شدید جذب آهن در گیاه ذرت می‌شود. استفاده از کودهای زیستی به‌همراه کود شیمیایی فسفر تا حدود زیادی این میزان کاهش در جذب را جبران می‌کند، به‌نحوی که مقدار جذب آهن در شرایط تنش شدید در تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی به‌همراه کود زیستی نسبت به دیگر تیمارهای دیگر در بیشترین مقدار ممکن بود (جدول‌های ۵ و ۶). مشابه همین شرایط در خصوص جذب عناصر منگنز و روی نیز به‌چشم می‌خورد، با این تفاوت که بیشترین مقدار جذب منگنز در تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفر به‌همراه کود زیستی و ۲۵ درصد کود شیمیایی فسفر به‌همراه کود زیستی مشاهده شد، ولی بیشترین مقدار جذب روی در تیمار بدون کود زیستی و بدون تنش مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۶).

در خصوص جذب پتاسیم نکتهٔ جالب این بود که بیشترین میزان جذب پتاسیم در شرایط تنش کم رطوبتی و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و بدون تلقیح مشاهده شد، ولی این مقدار از نظر آماری اصلاً تفاوت معناداری با دیگر تیمارهای کود شیمیایی فسفر در شرایط نرمال رطوبتی نداشت (جدول‌های ۵ و ۶). به‌نظر می‌رسد که تغییرات

www.SID.ir

Archive of SID

میزان کود شیمیایی فسفر تأثیر چندانی در میزان جذب پتاسیم ندارد، درحالی که در شرایط تنش رطوبتی کمترین میزان جذب پتاسیم در تیمار بدون کود فسفر و تلقیح به‌تنهایی مشاهده شد. وجود کود زیستی به‌همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفر موجب شد که میزان جذب پتاسیم به بیشترین مقدار خود در شرایط مشابه تنش رطوبتی در بین دیگر سطوح کود فسفر دست پیدا کند که این امر نیز دلیلی دیگر بر آثار مفید کود زیستی و همچنین ضرورت استفاده از نسبت مناسبی از کود شیمیایی فسفر است.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که وجود مقدار مناسبی از کود فسفر به‌همراه اجرای فرایند تلقیح بذور با باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات نه‌تنها سبب بهبود عملکرد علوفهٔ تر و خشک ذرت می‌شود، بلکه افزایش توانایی گیاه در تحمل شرایط تنش‌های محیطی از جمله تنش رطوبتی را نیز در پی دارد. از طرف دیگر با توجه به اینکه روند جذب عناصر معدنی با افزایش سطح تنش خشکی کاهش می‌یابد، افزایش بیشتر مقدار کود فسفر نیز جذب عناصر را با مشکل مواجه می‌کند؛ بنابراین استفاده از باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، کاهش آلودگی خاک و همچنین کمک به تحمل شرایط تنش خشکی در گیاه ذرت به‌دلیل مصرف کمتر کود شیمیایی، به جذب بهتر عناصر معدنی مورد نیاز در شرایط تنش خشکی کمک شایانی می‌کند.

تشکر و قدردانی

از رئیس محترم مرکز آموزش کشاورزی شهید ناصری کرج و همچنین کارکنان این مرکز قدردانی می‌شود.

منابع

۱. اسدی ف و خادمی ز (۱۳۹۲) تغییرات غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های مختلف گیاه ذرت طی مراحل مختلف رشد. پژوهش‌های خاک. ۲۷(۴): ۴۹۸-۴۸۹.

۲. اسدی رحمانی ه، خاوازی ک، اصغرزاده ا، رجالی ف و افشاری م (۱۳۹۱) کودهای زیستی در ایران: فرصت‌ها و چالش‌ها. پژوهش‌های خاک. ۲۶(۱): ۸۷-۷۷.

۳. امیرآبادی م، رجالی ف، اردکانی م ر و برجی م (۱۳۸۸) تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ در سطوح مختلف فسفر. پژوهش‌های خاک. ۲۳(۱): ۱۱۵-۱۰۷.

۴. بای‌بوردی ع (۱۳۸۶) تغذیه گیاهان زراعی و روی در خاک. انتشارات پایور، تبریز. ۱۸۰ ص.

۵. شریعتی ش، علیخانی ح ع، پور بابایی ا ع و شریعتی ف (۱۳۹۳) تأثیر مایه‌زنی به بذر و خاک زادمایهٔ باکتری افزایندهٔ رشد گیاه (سودوموناس فلورسنس) بر عملکرد و جذب برخی عناصر در ذرت. مهندسی زراعی. ۳۷(۱): ۱۰۷-۹۳.

۶. ماهرخ ع و خواجه‌پور م ر (۱۳۸۹) تأثیر رژیم رطوبتی بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی چغندرقند. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۲): ۲۴۶-۲۳۵.

۷. مختاری م و بشارتی ح (۱۳۹۲) اثر باکتری‌های حل-کنندهٔ فسفات بر عملکرد و برخی ترکیبات شیمیایی ذرت. پژوهش‌های خاک. ۲۷(۴): ۶۲۸-۶۱۹.

۸. مستشاری م (۱۳۹۱) بررسی تأثیر تناوب کاشت گندم-ذرت بر شکل‌های معدنی و قابل جذب فسفر خاک‌های آهکی. پژوهش‌های خاک. ۲۶(۱): ۳۲-۱۹.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Bagyako M, Georg E, Romheld V and Buerkert A (2000) Effects of mycorrhiza *fungi* and Phosphorus on growth and nutrient uptake of millet, cow pea and sorghum in West African. Soil Journal of Agriculture Science. 135: 399–407.
10. Colomb B, Kinivy R and Debaeke PH (2000) Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field - grown maize. Agronomy. 5: 428–435.
11. Cottenie A (1980) Methods of Plant Analysis. In: Soil and Plant Testing. FAO Soils Bulletin. 38(2): 64-100.
12. Doberman DJ and Walters DT (2003) Procedures for measuring dry matter, nutrient uptake, yield and components of yield in maize. Department of Agronomy and Horticulture University of Nebraska-Lincoln. 402: 472-1051.
13. Elkholy MM, Mahrous SE and El-Tohamy SA (2010) Integrated effect of mineral, compost and biofertilizers on soil fertility and tested crops productivity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(4): 453-465.
14. Franco AD, Chairez FEO, Lozano Contreras MG, Aguado Santacruz GA and Gageda Cabrera OA (2013) Growth, mineral absorpation and yield of maize inoculated with microbe strains. African Journal of Agricultural Research. 8(28): 3764-3769.
15. Hanks RJ, Keller J, Rasmussen VP and Wilson GD (1976) Line Source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. Journal of Soil Society American. 40: 426-429.
16. Johnson DE, Chaudhuri UN and Kanemasu ET (1983) Statistical analysis of line-source sprinkler irrigation experiments and other nonrandomized experiments using multivariate methods. Journal of Soil Science Society American. 47: 309-312.
17. Lambert DH, Baker DE and Cole JH (1979) The role of mycorrhiza in the interaction of phosphorus with zinc, copper and other elements. Journal of Soil Science Society of America. 43: 976-980.
18. Marulanda A, Azco´n R, Ruı´z J, Lozano M and Aroca R (2008) Differential effects of a Bacillus megaterium strain on *Lactuca sativa* plant growth depending on the origin of the *arbuscular mycorrhizal* fungus coinoculated: physiologic and biochemical traits. Journal of Plant Growth Regullar. 27: 10-18.
19. Orhan E, Esitken A, Ercisli S, Turan M and Sahin F (2006) Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contentsin organically growing raspberry. Scientia Horticulturae. 111: 38-43.
20. Rashid M, Khalil S, Ayub N, Alam S and Latif F (2004) Organic acids production phosphate solubilization by phosphate solubilizing micro organisms (PSM) under in vitro conditions. Pakistan Journal of Biological Science. 7: 187-196.
21. Turk MA, Assaf TA, Hameed KM and Tawaha AM (2006) Significance of Mycorrhizae. World Journal Agricalture Science. 2: 16-20.
22. Yadav KS and Dadarwal KR (1997) In biotechnological approaches in soil micro organism for sustainable crop production. Scientific Publishers, Jodhpur, Pp. 293-308.

www.SID.ir

www.SID.ir