



## به زراعی کشاورزی

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

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

مهدی رمضانی<sup>۱\*</sup>، سید محمدرضا احتشامی<sup>۲</sup>، محسن شریفی<sup>۳</sup> و محمدرضا چائی‌چی<sup>۴</sup>

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

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۰۱

### چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کود زیستی و شیمیایی فسفر بر جذب عناصر معدنی ذرت علوفه‌ای رقم ۵۴۰ تحت رژیم‌های مختلف رطوبتی، آزمایشی به صورت لاین سورس (آبیاری بارانی تک‌شاخه) در قالب طرح پایه 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 توصیه شده همراه با کود زیستی، ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده همراه با کود زیستی، ۲۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده 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 علوفه تر و خشک از اعمال تیمار بدون کود زیستی و ۱۰۰ درصد کود فسفر به دست 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 به علاوه کود زیستی مشاهده شد، در حالی که در شرایط تنش، بیشترین مقدار جذب فسفر متعلق به تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه کود زیستی بود.

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

## ۱. مقدمه

استفاده 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 ماده آلی خاک نیز تأثیر مهمی در این رویکرد داشته است. دیدگاه بازگشت به طبیعت، استفاده کمتر از کودها و سموم شیمیایی و تمایل فزاینده 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، نه تنها 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 فسفوره 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 افزایش‌دهنده رشد گیاه و حل‌کننده فسفات به همراه کود شیمیایی بر افزایش غلظت آهن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری را نشان نداد [۷]. در حالی که اثر کاربرد کود بیولوژیک به همراه 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 سودموناتس پوتیدا و

پاتتوآ 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 سودموناتس پوتیدا و پاتتوآ آگلومرانس نسبت به تیمارهای تلقیح‌شده با باکتری سودوموناتس فلورسنس بیشتر است. تأثیر اصلی قارچ‌های میکوریزی تأمین فسفر برای ریشه گیاه است، زیرا فسفر در خاک عنصری بسیار کم‌تحرک است [۲۱، ۷] و حتی در صورتی که به شکل محلول به خاک اضافه شود، به سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت می‌شود و به صورت غیرمتحرک درمی‌آید. از این رو قارچ‌های میکوریزی در افزایش جذب مواد معدنی به‌ویژه فسفر و تجمع زیست‌توده بسیاری از محصولات 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، به طوری که کود میکروبی فسفاته، نه تنها 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 مایه تلقیح از توباکتر بر عملکرد ماده خشک و غلظت آهن در گیاه ذرت معنادار گزارش شد [۳]. استفاده از باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه با توانایی حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول به ترتیب 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 فسفوره، 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 فسفات‌های محبوس‌شده در اکسیدهای آهن و

(آبیاری بارانی تک‌شاخه) استفاده شد [۱۵]. براساس سیستم پیشنهادی، یک خط آبیاری بارانی در وسط قطعه آزمایشی به موازات خطوط کاشت نصب و آبپاش‌ها به فواصل ۶/۱ متر در روی خط اصلی نصب شد. در شرایط باد ملایم و فشار طراحی شده، 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 مرحله 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 مرحله تنک کردن و وجین علف‌های هرز به‌صورت نواری داده شد. هر کرت آزمایشی از چهار ردیف کاشت به فاصله ۶۵ سانتی-متر و طول ۴ متر تشکیل شد. فاصله بوته‌ها در روی ردیف نیز ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر طرف لوله خط اصلی، ۱۶ خط کاشت ایجاد شد.

آبیاری تیمارها تا مرحله شش تا هشت‌برگی به‌صورت یکنواخت و به‌روش بارانی متداول صورت گرفت، ولی از مرحله آغاز تنش (مرحله 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 کاشت، 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

آلومینیوم تأثیر معناداری دارد [۸]؛ به‌طوری‌که 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 مزرعه 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 سوپرفسفات تریپل مورد نیاز زمین آزمایش بدون کود زیستی (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار)، ۷۵ درصد کود شیمیایی مورد نیاز همراه با کود زیستی (۱۰۸ *Pseudomonas fluorescens* strains 11, 169, 4) (۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ درصد کود شیمیایی (۲۷/۵ 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

$$I = \rho_b(\theta_{FC} - \theta_m)D \quad (1)$$

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

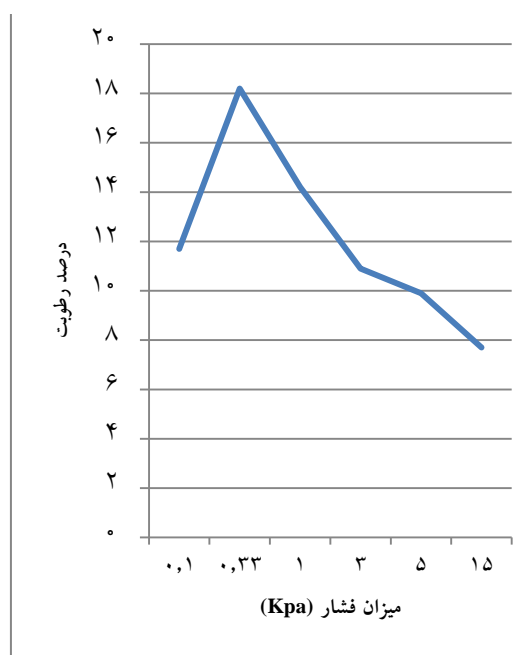
$$V = I \times A \quad (2)$$

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

عملیات زراعی از قبیل واکاری، وجین، تنک کردن و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌طور همزمان و به‌نحو مطلوب در همه کرت‌های آزمایشی انجام گرفت. دور آبیاری ثابت فرض شد و یک روز قبل از آبیاری، از خاک نزدیک پای ریشه بوته‌ها در عمق گسترش ریشه، نمونه خاک تهیه و توزین شد و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۴ درجه 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):

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

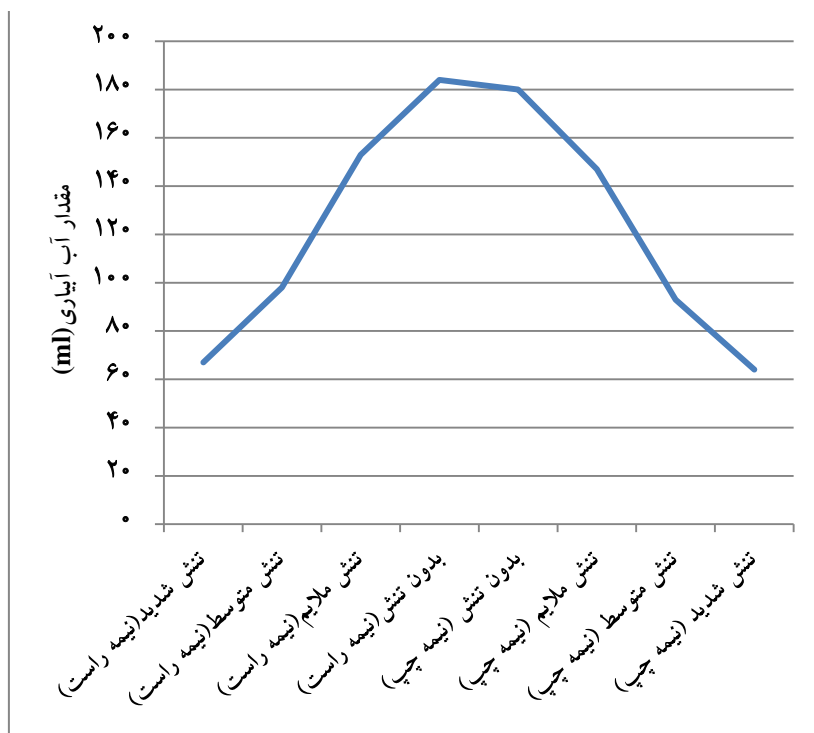
سال	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	بافت خاک	ماده آلی (%)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	فسفر قابل جذب (p.p.m)	نیترژن (mg/kg)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته
۱۳۹۱	۶۹	۱۸/۲	۱۲/۸	لوم شنی	۰/۵۷	۲۸۵	۶/۹	۰/۰۶۳	۰/۴۸	۷/۳
۱۳۹۲	۷۲	۱۷	۱۱	لوم شنی	۰/۵۵	۲۷۳	۶/۵	۰/۰۶۴	۰/۴۸	۷/۴



شکل ۱. منحنی رطوبتی خاک

## به‌زراعی کشاورزی

بررسی اثر تلقیح با کودهای زیستی و شیمیایی بر مقدار جذب عناصر معدنی ذرت علوفه‌ای سینگل کراس ۵۴۰ تحت رژیم‌های ...



شکل ۲. مقدار آب جمع شده در ظرف هر تیمار در هر دور آبیاری

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 مرحله خمیری شدن دانه، از ردیف‌های دوم و سوم هر کرت آزمایشی، پس از حذف تأثیر حاشیه‌ای و به مساحت ۲ مترمربع، بوته‌های هر تیمار کف بر شد و پس از اندازه‌گیری وزن تر علوفه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک علوفه تعیین شد.

برای اندازه‌گیری عناصر از روش خشک سوزانی<sup>۱</sup> استفاده شد. برای این منظور پس از آسیاب کردن نمونه‌های گیاهی که به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شده بودند. ۲ گرم ماده خشک گیاهی در بوته‌های چینی ریخته و در کوره قرار داده شد و دما به آرامی تا ۴۵۰ درجه سلسیوس افزایش یافت تا خاکستر سفیدرنگی حاصل شود.

پس از سرد شدن نمونه‌ها، ۲۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک یک نرمال به هر نمونه اضافه و به مدت 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 وانادومولیدات به عنوان معرف استفاده شد؛ به این ترتیب که ۵ میلی‌لیتر از عصاره گیاهی و ۱۰ میلی‌لیتر از این معرف به بالن ۵۰ میلی‌لیتر اضافه و به حجم

#### 1. Dry Ashing

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

میانگین مربعات صفات (MS)										
مگنر	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)	عملکرد علوفه خشک (Kg/m <sup>2</sup> )	عملکرد علوفه تر (Kg/m <sup>2</sup> )	آزادی درجه	منابع تغییرات
۴۰/۸۰ <sup>NS</sup>	۳۸/۳ <sup>NS</sup>	۴۰ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۲۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۲۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۴۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۴۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۸ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۹ <sup>NS</sup>	۲	تکرار
۱۳/۹۹ <sup>NS</sup>	۸۰/۴۶ <sup>**</sup>	۲۸۵۰/۳۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۹۹ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۳۰ <sup>**</sup>	۰/۰۰۷۶ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۵۲ <sup>**</sup>	۴/۰۸۷ <sup>**</sup>	۲۱/۸۶ <sup>**</sup>	۴	فسفر
۱۰/۳۲	۹/۲۷	۲۲۴۰/۵۲	۰/۰۰۲۶۷	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۰۱۶۷	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۱۱۴	۸	خطا
۱۰/۱۱/۰ <sup>NS</sup>	۴۰/۳/۸ <sup>NS</sup>	۶۹۱۷۰/۴۰ <sup>NS</sup>	۱/۰۳۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۴۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۹۰ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۳۴ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۴۵ <sup>NS</sup>	۲۲/۸۸ <sup>NS</sup>	۳	تنش
۲/۲e-۲۸	۲/۸۴e-۲۶	۳/۴۴e-۲۴	۲/۴۸e-۳۱	۱/۴۱e-۳۱	۷/۶۲e-۳۱	۷/۷۶e-۳۳	۰/۰۱۶	۰/۰۸۶	۶	خطا
۲۵۰/۲ <sup>**</sup>	۱۵/۳۸ <sup>**</sup>	۴۸۴/۰۳ <sup>**</sup>	۰/۰۰۵۰۳ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۲۸ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۲۷ <sup>NS</sup>	۹/۶e-۴ <sup>*</sup>	۰/۳۴۳ <sup>**</sup>	۱/۴۶۹ <sup>**</sup>	۱۲	تنش x فسفر
۱/۸۰	۱/۴۴	۱۰۴/۹۶	۰/۰۱۰۱	۹/۹۷e-۴	۰/۰۰۰۱۹	۳/۸۲e-۴	۰/۰۳۲	۰/۱۸۷	۲۴	خطا
۱۰/۸۰ <sup>NS</sup>	۹/۷۵ <sup>NS</sup>	۹/۷۵ <sup>NS</sup>	۱/۸۷e-۳ <sup>NS</sup>	۱/۸۷e-۳ <sup>NS</sup>	۱/۹e-۳ <sup>NS</sup>	۱/۹e-۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۴۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۸۷۳ <sup>NS</sup>	۱	نیمه
۴/۶۶e-۲۹	۱/۸۵e-۲۶	۲/۹۱e-۲۴	۴/۲۴e-۳۱	۱/۴۹e-۳۲	۴/۲e-۳۱	۹/۰۷e-۳۳	۸e-۸	۰/۰۰۰۰۱	۲	خطا
۵/۹۸e-۲۸ <sup>**</sup>	۱/۶۷e-۲۶ <sup>NS</sup>	۱/۵۴e-۲۴ <sup>NS</sup>	۲/۳۸e-۳ <sup>NS</sup>	۱/۳۸e-۳ <sup>NS</sup>	۲/۵۴e-۳ <sup>NS</sup>	۶/۴۸e-۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۸۳ <sup>*</sup>	۰/۵۸ <sup>*</sup>	۴	فسفر x نیمه
۲/۱۴e-۲۷	۲/۵۱e-۲۳	۳/۶۲e-۲۲	۱/۹۲e-۲۸	۴/۰۵e-۲۹	۱/۴e-۲۸	۱/۲۷e-۲۵	۰/۰۱۴۱	۰/۰۰۹۸۷	۸	خطا
۴/۵۵e-۲۸ <sup>NS</sup>	۱/۸۳e-۲۶ <sup>NS</sup>	۲/۴۱e-۲۴ <sup>NS</sup>	۱/۶۲e-۳۱ <sup>NS</sup>	۱/۷۹e-۳۲ <sup>NS</sup>	۴/۵۲e-۳۱ <sup>NS</sup>	۹/۶۹e-۳۳ <sup>NS</sup>	۳/۲e-۶ <sup>NS</sup>	۱/۱e-۵ <sup>NS</sup>	۳	تنش x نیمه
۲/۱۶e-۲۵	۲/۶۲e-۲۴	۳/۰۸e-۱۹	۱/۵e-۲۹	۳/۲۴e-۲۸	۲/۰۵e-۲۲	۱/۷۵e-۲۶	۱/۱e-۵	۷/۸e-۶	۶	خطا
۶/۴۱ e-۲۷ <sup>NS</sup>	۲/۵۱ e-۱۸ <sup>NS</sup>	۷/۱e-۲۲ <sup>NS</sup>	۱/۰۹ e-۲۷ <sup>NS</sup>	۲/۶۲ e-۳۳ <sup>NS</sup>	۱/۰۲e-۱۹ <sup>NS</sup>	۲/۱e-۳۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۸۳۲ <sup>**</sup>	۰/۰۵۷۵ <sup>**</sup>	۱۲	تنش x فسفر x نیمه
۸/۲۳ e-۲۴	۳/۴۲ e-۱۶	۴/۳۱e-۱۸	۳/۱ e-۲۶	۳/۷۲ e-۳۱	۳/۴۲e-۱۶	۱/۶۵e-۲۹	۰/۰۱۴۴	۰/۰۰۹۹	۲۴	خطا
۱/۰۹	۲/۱۸	۷/۵۴	۳/۴۱	۲/۱۷	۱/۲۵	۳/۲	۳/۶۲	۴	-	ضریب تغییرات

\*, \*\*, \*\*\*, NS: به ترتیب معنادار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد، بدون اختلاف معنادار و فاقد ارزش آماری.

بررسی اثر تلقیح با کودهای زیستی و شیمیایی بر مقدار جذب عناصر معدنی ذرت علوفه‌ای سیگل کراس ۵۴۰ تحت رژیم‌های ...

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورده بررسی در سال زراعی ۱۳۹۱

مگنر	میانگین مربعات صفات (MS)							درجه آزادی	منابع تغییرات	
	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	پتاسیم (%)	میتریم (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)	عملکرد علوفه خشک (Kg/m <sup>2</sup> )			عملکرد علوفه تر (Kg/m <sup>2</sup> )
۱/۰۲ <sup>ns</sup>	۱۰ <sup>ns</sup>	۲۳/۳۳ <sup>*</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۳۱۹/۲۳ <sup>ns</sup>	۲۰۷/۲۴ <sup>ns</sup>	۳۴۳/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۶۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵۱ <sup>ns</sup>	۲/۸۵۲ <sup>ns</sup>	۳۰/۸۱۲ <sup>ns</sup>	۴	فسفر
۰/۰۰۰۳	۲/۵۱ <sup>e-2</sup>	۳/۳۳	۳/۶۶ <sup>e-3</sup>	۳ <sup>e-4</sup>	۲/۵ <sup>e-3</sup>	۲/۲۸ <sup>e-3</sup>	۱/۳۲۷	۰/۰۷۴	۸	خطا
۵۵۳/۵۹ <sup>ns</sup>	۲۶۵/۱۷ <sup>ns</sup>	۸۴۶۶/۹۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۵۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۶۶ <sup>ns</sup>	۸/۲۶ <sup>ns</sup>	۲۶/۶۴ <sup>ns</sup>	۳	تنش
۱۰/۲	۱۰	۱۶/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۱۶۸	۰/۱	۶	خطا
۱۱/۴۷ <sup>ns</sup>	۲۲/۳۶ <sup>ns</sup>	۷۱۸/۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۵۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱۰۴ <sup>ns</sup>	۳/۴۷۸ <sup>ns</sup>	۱/۴۰۳ <sup>ns</sup>	۱۲	تنش x فسفر
۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۰۶۲۴	۳/۳۳	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۰۱۰۹	۰/۰۵۳۷	۰/۰۰۰۱۲۱	۰/۲۲۳	۰/۱۰۳	۲۴	خطا
۴/۸۸ <sup>ns</sup>	۱۱/۵۳۲ <sup>ns</sup>	۱۱/۵۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۶ <sup>ns</sup>	۱	نیبه
۰/۰۰۰۳۳	۶/۱۶ <sup>e-28</sup>	۹/۶۶ <sup>e-26</sup>	۴/۹۱ <sup>e-32</sup>	۸/۸۸ <sup>e-32</sup>	۴/۶۳ <sup>e-32</sup>	۱/۴۸ <sup>e-32</sup>	۰/۰۰۰۰۵۸	۰/۰۰۰۰۱۲	۲	خطا
۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>	۲/۶۴ <sup>e-28</sup>	۶/۸۳ <sup>e-27</sup>	۳/۹۱ <sup>e-32</sup>	۱/۱۶ <sup>e-31</sup>	۱/۰۴ <sup>e-32</sup>	۳/۲۸ <sup>e-32</sup>	۰/۰۰۰۰۴۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۳۱ <sup>ns</sup>	۴	فسفر x نیبه
۰/۰۰۰۳۳۳	۰/۴۵ <sup>e-25</sup>	۵/۰۸ <sup>e-25</sup>	۶/۸۸ <sup>e-29</sup>	۴/۱۸ <sup>e-30</sup>	۸/۳۸ <sup>e-29</sup>	۳/۱۸ <sup>e-30</sup>	۰/۰۰۰۰۲۶	۰/۰۰۰۰۳۲	۸	خطا
۰/۰۰۰۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱/۵۳ <sup>e-28</sup>	۲/۱۶ <sup>e-26</sup>	۵/۸۶ <sup>e-32</sup>	۷/۲۳ <sup>e-32</sup>	۳/۵۸ <sup>e-32</sup>	۱/۲۹ <sup>e-32</sup>	۰/۰۰۰۰۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۲۷ <sup>ns</sup>	۳	تنش x نیبه
۰/۰۰۰۳۳۳	۷/۰۸ <sup>e-29</sup>	۶/۵۵ <sup>e-28</sup>	۳/۴۸ <sup>e-30</sup>	۳/۲۱ <sup>e-28</sup>	۲/۶۳ <sup>e-31</sup>	۵/۲۱ <sup>e-29</sup>	۰/۰۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۰۲۲	۶	خطا
۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>	۳/۳۸ <sup>e-27</sup>	۹/۱۴ <sup>e-27</sup>	۱/۸۱ <sup>e-28</sup>	۵/۴۱ <sup>e-27</sup>	۱/۳۸ <sup>e-27</sup>	۱/۰۸ <sup>e-31</sup>	۰/۰۰۰۰۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۲۴ <sup>ns</sup>	۱۲	تنش x فسفر x نیبه
۰/۰۰۰۳۲۶	۱/۴۸ <sup>e-24</sup>	۶/۹۱ <sup>e-25</sup>	۶/۴۱ <sup>e-27</sup>	۸/۸۸ <sup>e-26</sup>	۷/۶۸ <sup>e-25</sup>	۲/۸۳ <sup>e-28</sup>	۰/۰۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۲۶	۲۴	خطا
۳/۶۲	۳/۱۲	۷/۲۷	۴/۰۲	۱/۶۱	۳/۴۵	۲/۳	۴/۱۳	۵/۰۵	-	ضریب تغییرات

ns, \*\*, \* : به ترتیب معنادار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد، بدون اختلاف معنادار و فاقد ارزش آماری.

## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۴

فسفر گیاه از طریق آزادسازی فسفر تثبیت شده در خاک است. این موضوع در خصوص عملکرد علوفه خشک نیز مصداق داشت (جدول ۴).

کمترین عملکرد علوفه تر نیز از تیمار تلقیح با باکتری و بدون استفاده از کود فسفر (۶/۷۵۹ کیلوگرم در متر مربع) به دست آمد که این نتیجه با توجه به این مطلب که در دسترس بودن فسفر در مراحل اولیه رشد گیاه ذرت به اندازه نیتروژن حیاتی است، دور از انتظار نبود؛ زیرا حرکت فسفر به سمت ریشه‌های گیاه در دمای کم خاک کاهش می‌یابد. بنابراین کمبود فسفر در اغلب موارد در مراحل اولیه فصل رشد گیاه مشاهده می‌شود [۱۲]. همچنین قارچ میکوریزی به همراه 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 ماده خشک گیاه شد [۳].

در سال اول، اعمال تنش آبی نیز به کاهش ۲۲/۲۱، ۱۲/۰۷ و ۲/۷۸ درصدی به ترتیب در تیمارهای تنش شدید، متوسط و کم، نسبت به تیمار بدون تنش رطوبتی منجر شد. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک به دست آمده 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 علوفه تر و خشک در جایگاه دوم قرار داشت. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تأثیر سال در آزمایش انجام گرفته به وضوح 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 به دست آمده مؤثر باشد، این وضعیت چندان دور از انتظار نیست. در سال دوم نیز اعمال تنش

به منظور آزمون همگنی واریانس‌ها از آزمون بارتلت استفاده شد. براساس نتایج آزمون بارتلت، تجزیه مرکب به دلیل یکنواخت نبودن واریانس‌ها امکان‌پذیر نشد؛ بنابراین تجزیه واریانس هر سال به طور جداگانه صورت پذیرفت. داده‌ها پس از ثبت، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و روش پیشنهادی جانسون و همکاران تجزیه و تحلیل شد [۱۶].

### ۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که تأثیر تیمار کود فسفر، در سال اول آزمایش برای تمامی صفات به غیر از میزان جذب عناصر کلسیم، پتاسیم، آهن و منگنز در سطح ۱ درصد معنادار بود، در حالی که در سال دوم آزمایش تأثیر آن در تمامی صفات در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول‌های ۲ و ۳). تأثیر استفاده از باکتری‌های افزایش‌دهنده 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 غیر معنادار گزارش شد [۵]. بهره‌گیری از باکتری باسیلوس به طور 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 همه صفات به غیر از کلسیم معنادار بود. براساس مقایسه میانگین سطوح مختلف فسفر، با اینکه بیشترین عملکرد علوفه تر (۸/۸۵۸ کیلوگرم در مترمربع) از تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر و بدون تلقیح با کود زیستی به دست آمد، این تفاوت از نظر آماری با عملکرد حاصل از تیمار ۷۵ درصد کود فسفر به همراه تلقیح با کود زیستی معنادار نبود که این مطلب حاکی از کارایی این باکتری‌ها در جبران کمبود



در هر دو سال اجرای آزمایش، بیشترین عملکرد علوفه‌تر از تیمار بدون تلقیح و ۱۰۰ درصد کود فسفر با شرایط تنش کم به دست 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، به طوری 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 به وضوح مشاهده شد، به طوری که در دو تیمار تلقیح با باکتری و استفاده از ۷۵ و ۵۰ درصد کود فسفر تفاوت عملکردهای حاصل بسیار کم بود؛ در حالی 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 به همراه اجرای فرایند تلقیح بذور با باکتری‌های حل‌کننده فسفات نه تنها تأمین‌کننده 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].

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

مقایسه میانگین اثر ساده فسفر حاکی از آن بود که کمترین مقدار فسفر جذب شده 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 نشان‌دهنده تأثیر کود زیستی در جبران کمبود کود فسفر است، به طوری 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 مقایسه میانگین اثر ساده 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. این گونه به نظر می‌رسد که وجود سطوح بالای کود فسفر یا مقدار کمتر از آن به همراه استفاده از کود زیستی، موجب تأثیر منفی بر جذب عناصر منیزیم و روی در گیاه ذرت شد (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش نیز حاکی از آن بود که با افزایش تنش، مقدار جذب عناصر به ویژه فسفر و آهن کاهش یافت، به نحوی که جذب فسفر نسبت به شرایط بدون تنش به ترتیب ۳۰/۶۵، ۲۱/۸۴ و ۴/۸ درصد در شرایط تنش شدید، متوسط و کم کاهش نشان داد و جذب آهن نیز به ترتیب 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 مقایسه میانگین اثر متقابل نیز حاکی از آن بود که

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

مگنر (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)	عملکرد علوفه خشک (Kg/m <sup>2</sup> )	عملکرد علوفه تر (Kg/m <sup>2</sup> )	سطوح فسفر	سال
۶۴/۹۸ <sup>a</sup>	۲۵/۲۸ <sup>a</sup>	۲۳۳/۹۱ <sup>a</sup>	۱/۴۶۴ <sup>a</sup>	۰/۳۱۶ <sup>a</sup>	۰/۳۸۸ <sup>a</sup>	۰/۱۳۵ <sup>b</sup>	۲/۸۱۳ <sup>d</sup>	۶/۸۵۹ <sup>d</sup>	تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر	۱۳۹۱
۶۶/۰۳ <sup>a</sup>	۲۴/۴۵ <sup>a</sup>	۲۶۳/۸۸ <sup>a</sup>	۱/۴۷۴ <sup>a</sup>	۰/۳۰۹ <sup>a</sup>	۰/۴۲۲ <sup>a</sup>	۰/۲۳۳ <sup>a</sup>	۲/۹۶۸ <sup>c</sup>	۷/۰۰۷ <sup>c</sup>	تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	۱۳۹۱
۶۶/۶۱ <sup>a</sup>	۲۴/۳۷ <sup>a</sup>	۲۷۱/۶۶ <sup>a</sup>	۱/۵۰۱ <sup>a</sup>	۰/۳۰۵ <sup>a</sup>	۰/۳۹۲ <sup>a</sup>	۰/۲۴ <sup>a</sup>	۳/۴۱۱ <sup>b</sup>	۸/۱۰۲ <sup>b</sup>	تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	۱۳۹۱
۶۶/۹۹ <sup>a</sup>	۲۱/۹۱ <sup>b</sup>	۲۶۷/۱۲ <sup>a</sup>	۱/۴۹۹ <sup>a</sup>	۰/۲۵۴ <sup>b</sup>	۰/۴۰۴ <sup>a</sup>	۰/۲۴۵ <sup>b</sup>	۳/۶۴۴ <sup>a</sup>	۸/۶۵۸ <sup>a</sup>	تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	۱۳۹۱
۶۶/۲۸ <sup>a</sup>	۲۱/۰۴ <sup>b</sup>	۲۵۵/۹۵ <sup>a</sup>	۱/۵۳۸ <sup>a</sup>	۰/۲۳۹ <sup>b</sup>	۰/۴۲۷ <sup>a</sup>	۰/۲۳۴ <sup>a</sup>	۳/۸۱۷ <sup>a</sup>	۸/۸۵۷ <sup>a</sup>	بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	۱۳۹۱
۶۰/۴۴ <sup>d</sup>	۱۹/۶۸ <sup>d</sup>	۱۹۷/۴۸ <sup>d</sup>	۱/۳۰ <sup>d</sup>	۰/۲۵۳ <sup>d</sup>	۰/۳۲۵ <sup>d</sup>	۰/۱۸۱ <sup>d</sup>	۳/۱۷۶ <sup>b</sup>	۶/۸۵۴ <sup>d</sup>	تنش شدید	۱۳۹۱
۶۴/۱ <sup>c</sup>	۲۲/۰۸ <sup>c</sup>	۲۵۰/۸۸ <sup>c</sup>	۱/۳۷ <sup>c</sup>	۰/۲۹۷ <sup>b</sup>	۰/۴۳۱ <sup>b</sup>	۰/۲۰۴ <sup>c</sup>	۳/۳۵۹ <sup>a</sup>	۷/۶۳۳ <sup>c</sup>	تنش متوسط	۱۳۹۱
۶۶/۳۴ <sup>b</sup>	۲۳/۴۸ <sup>b</sup>	۲۸۶/۲۸ <sup>b</sup>	۱/۶۲ <sup>b</sup>	۰/۳۰۱ <sup>a</sup>	۰/۴۳۱ <sup>b</sup>	۰/۲۲۵ <sup>b</sup>	۳/۳۷۵ <sup>a</sup>	۸/۴۳۹ <sup>b</sup>	تنش کم	۱۳۹۱
۷۴/۰۲ <sup>a</sup>	۲۸/۳۸ <sup>a</sup>	۳۰۷/۲۸ <sup>a</sup>	۱/۶۸ <sup>a</sup>	۰/۲۸۷ <sup>c</sup>	۰/۴۴۱ <sup>a</sup>	۰/۲۶۱ <sup>a</sup>	۳/۲۹۸ <sup>a</sup>	۸/۶۸۱ <sup>a</sup>	بدون تنش	۱۳۹۱
۶۳/۵۵ <sup>e</sup>	۲۵/۴۴ <sup>a</sup>	۲۶۱/۳۱ <sup>d</sup>	۱/۵۰ <sup>b</sup>	۰/۲۹۹ <sup>a</sup>	۰/۴۶۴ <sup>a</sup>	۰/۲۲۹ <sup>c</sup>	۱/۹۸۳ <sup>d</sup>	۷/۱۲۸ <sup>c</sup>	تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر	۱۳۹۲
۶۷/۱۲ <sup>d</sup>	۲۴/۰۶ <sup>b</sup>	۲۷۱/۰۶ <sup>c</sup>	۱/۳۳ <sup>c</sup>	۰/۲۷۹ <sup>c</sup>	۰/۴۶۴ <sup>a</sup>	۰/۲۴۱ <sup>c</sup>	۲/۲۳۵ <sup>c</sup>	۷/۵۵۴ <sup>d</sup>	تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	۱۳۹۲
۷۰/۸۸ <sup>b</sup>	۲۳/۹۴ <sup>c</sup>	۲۷۷/۸۳ <sup>b</sup>	۱/۴۲ <sup>d</sup>	۰/۲۷۹ <sup>c</sup>	۰/۴۱۴ <sup>d</sup>	۰/۲۵۷ <sup>b</sup>	۲/۶۶۲ <sup>ab</sup>	۸/۸۱۹ <sup>c</sup>	تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	۱۳۹۲
۷۰/۶۷ <sup>c</sup>	۲۰/۵۱ <sup>d</sup>	۲۸۴/۳۱ <sup>a</sup>	۱/۴۵ <sup>c</sup>	۰/۲۶۴ <sup>d</sup>	۰/۴۳۹ <sup>c</sup>	۰/۲۶۶ <sup>a</sup>	۲/۸۸۱ <sup>a</sup>	۹/۲۲ <sup>b</sup>	تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	۱۳۹۲
۷۲/۸۵ <sup>a</sup>	۱۸/۴۱ <sup>e</sup>	۲۵۴/۸۱ <sup>e</sup>	۱/۵۵ <sup>a</sup>	۰/۲۹۲ <sup>b</sup>	۰/۴۵۲ <sup>b</sup>	۰/۲۳۲ <sup>d</sup>	۲/۶۴ <sup>ab</sup>	۹/۸۱۱ <sup>a</sup>	بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	۱۳۹۲
۶۴/۰۱ <sup>d</sup>	۱۹/۴۹ <sup>c</sup>	۲۰۴/۳۱ <sup>d</sup>	۱/۲۹ <sup>d</sup>	۰/۲۱۸ <sup>c</sup>	۰/۴۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۰۱ <sup>d</sup>	۳/۱۴۰ <sup>d</sup>	۷/۲۹۳ <sup>d</sup>	تنش شدید	۱۳۹۲
۶۷/۱۴ <sup>c</sup>	۲۰/۸۹ <sup>c</sup>	۲۵۹/۴۴ <sup>c</sup>	۱/۳۹ <sup>c</sup>	۰/۲۶۹ <sup>b</sup>	۰/۴۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۲۶ <sup>c</sup>	۳/۳۸۷ <sup>c</sup>	۸/۲۴۳ <sup>c</sup>	تنش متوسط	۱۳۹۲
۷۰/۹۰ <sup>b</sup>	۲۳/۲۱ <sup>b</sup>	۲۸۳/۵۱ <sup>b</sup>	۱/۵۴ <sup>b</sup>	۰/۳۲۹ <sup>a</sup>	۰/۴۶۳ <sup>a</sup>	۰/۲۵۹ <sup>b</sup>	۳/۵۲۶ <sup>a</sup>	۹/۱۱۴ <sup>b</sup>	تنش کم	۱۳۹۲
۷۳/۸۴ <sup>a</sup>	۲۶/۲۹ <sup>a</sup>	۳۳۲/۱۱ <sup>a</sup>	۱/۵۷ <sup>a</sup>	۰/۳۱۴ <sup>a</sup>	۰/۴۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۳/۴۷۱ <sup>b</sup>	۹/۳۷۴ <sup>a</sup>	بدون تنش	۱۳۹۲

## به زراعی کشاورزی

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

مگنر (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)	عملکرد علوفه خشک (Kg/m <sup>2</sup> )	عملکرد علوفه تر (Kg/m <sup>2</sup> )	سطح تنش	سطح کود فسفر
۵۷/۵ <sup>c</sup>	۱۸/۲۸ <sup>c</sup>	۱۸۰/۲۸ <sup>h</sup>	۱/۱۸ <sup>h</sup>	۰/۲۶ <sup>gh</sup>	۰/۳۵ <sup>a</sup>	۰/۱۲ <sup>l</sup>	۲/۳۱ <sup>۳</sup>	۴/۹۱ <sup>۸</sup>	تنش شدید	
۶۲/۴ <sup>f</sup>	۲۲/۸۸ <sup>def</sup>	۲۳۱/۲۸ <sup>h</sup>	۱/۲۵ <sup>gh</sup>	۰/۳۱ <sup>bcdef</sup>	۰/۴۰ <sup>a</sup>	۰/۱۶ <sup>g</sup>	۲/۸۶ <sup>gh</sup>	۶/۲۸ <sup>hi</sup>	تنش متوسط	تلقیح با باکتری و بدون کود فسفر
۶۸/۲ <sup>d</sup>	۲۵/۸ <sup>c</sup>	۲۷۰/۲۸ <sup>f</sup>	۱/۶۸ <sup>l</sup>	۰/۳۳ <sup>abc</sup>	۰/۴۰ <sup>a</sup>	۰/۱۳ <sup>l</sup>	۲/۹۹ <sup>۳g</sup>	۷/۴۸ <sup>g</sup>	تنش کم	
۷۰/۸ <sup>c</sup>	۳۳/۲۸ <sup>a</sup>	۲۹۳/۲۸ <sup>cd</sup>	۱/۸۴ <sup>a</sup>	۰/۳۶ <sup>a</sup>	۰/۴۰ <sup>a</sup>	۰/۱۶ <sup>lk</sup>	۳/۱۷ <sup>۵def</sup>	۸/۳۵ <sup>def</sup>	بدون تنش	
۶۰/۸۳ <sup>g</sup>	۲۱/۲۸ <sup>ghi</sup>	۱۹۷/۹۵ <sup>i</sup>	۱/۳۳ <sup>fg</sup>	۰/۲۸ <sup>defgh</sup>	۰/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۱۹ <sup>ij</sup>	۲/۶۵ <sup>h</sup>	۵/۶۴ <sup>۱j</sup>	تنش شدید	
۶۳/۵۳ <sup>f</sup>	۲۶/۶ <sup>efg</sup>	۲۶۶/۶۲ <sup>f</sup>	۱/۴۰ <sup>cd</sup>	۰/۳۴ <sup>abcde</sup>	۰/۴۵ <sup>a</sup>	۰/۲۱ <sup>gh</sup>	۲/۸۶ <sup>۳gh</sup>	۶/۵۰ <sup>۷h</sup>	تنش متوسط	تلقیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر
۶۳/۶۷ <sup>f</sup>	۲۶/۱۲ <sup>de</sup>	۲۸۴/۶۲ <sup>de</sup>	۱/۴۸ <sup>cd</sup>	۰/۳۳ <sup>abc</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۴ <sup>de</sup>	۳/۱۳ <sup>۵ef</sup>	۷/۸۴ <sup>efg</sup>	تنش کم	
۷۶/۰۳ <sup>a</sup>	۲۹/۸ <sup>b</sup>	۳۰۵/۹۵ <sup>abc</sup>	۱/۶۶ <sup>a</sup>	۰/۲۹ <sup>cdefg</sup>	۰/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۲۷ <sup>bc</sup>	۳/۰۵ <sup>۵g</sup>	۸/۰۳۸ <sup>defg</sup>	بدون تنش	
۶۱/۰۷ <sup>g</sup>	۲۱/۲۸ <sup>ghi</sup>	۲۰۴/۶۲ <sup>i</sup>	۱/۳۸ <sup>cdef</sup>	۰/۲۸ <sup>efgh</sup>	۰/۳۱ <sup>a</sup>	۰/۲۰ <sup>ijkl</sup>	۳/۵۵ <sup>۶abc</sup>	۷/۵۵ <sup>۶g</sup>	تنش شدید	تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر
۶۳/۸۷ <sup>ef</sup>	۲۲/۴۵ <sup>efg</sup>	۲۷۶/۹۵ <sup>ef</sup>	۱/۴۶ <sup>cd</sup>	۰/۳۲ <sup>abcd</sup>	۰/۴۰ <sup>a</sup>	۰/۲۲ <sup>efgh</sup>	۳/۵۱ <sup>۳bc</sup>	۷/۹۸ <sup>۱defg</sup>	تنش متوسط	
۶۴/۳۳ <sup>ef</sup>	۲۴/۴۵ <sup>d</sup>	۲۹۲/۹۵ <sup>cd</sup>	۱/۵۱ <sup>bc</sup>	۰/۳۴ <sup>ab</sup>	۰/۴۱ <sup>a</sup>	۰/۲۵ <sup>cd</sup>	۳/۳۹ <sup>۵de</sup>	۸/۴۹ <sup>۵de</sup>	تنش کم	
۷۷/۲۷ <sup>a</sup>	۲۹/۲۸ <sup>b</sup>	۳۱۲/۱۲ <sup>a</sup>	۱/۶۲ <sup>ab</sup>	۰/۲۶ <sup>gh</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۷ <sup>bc</sup>	۳/۱۸ <sup>۵def</sup>	۸/۳۸ <sup>def</sup>	بدون تنش	
۶۱/۳۷ <sup>g</sup>	۱۹/۲۸ <sup>jk</sup>	۲۰۶/۶۲ <sup>i</sup>	۱/۲۷ <sup>fgh</sup>	۰/۲۲ <sup>l</sup>	۰/۳۱ <sup>a</sup>	۰/۱۹ <sup>ij</sup>	۳/۷۸ <sup>۸ab</sup>	۸/۰۵۱ <sup>defg</sup>	تنش شدید	تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر
۶۵/۵۳ <sup>e</sup>	۲۱/۴۵ <sup>ghi</sup>	۲۴۹/۲۸ <sup>g</sup>	۱/۳۴ <sup>efg</sup>	۰/۲۷ <sup>efgh</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۳ <sup>defg</sup>	۳/۸۸ <sup>۳ab</sup>	۸/۵۹ <sup>۶bcde</sup>	تنش متوسط	
۶۸/۱۳ <sup>d</sup>	۲۲/۱۲ <sup>gh</sup>	۲۹۷/۲۸ <sup>bcd</sup>	۱/۶۸ <sup>l</sup>	۰/۲۵ <sup>gh</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۲۴ <sup>def</sup>	۳/۴۸ <sup>۳bcd</sup>	۸/۷۰ <sup>۸bcd</sup>	تنش کم	
۷۲/۹۳ <sup>b</sup>	۲۶/۸۸ <sup>cd</sup>	۳۱۵/۲۸ <sup>a</sup>	۱/۶۸ <sup>l</sup>	۰/۲۶ <sup>gh</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۳۰ <sup>a</sup>	۳/۵۲ <sup>۱bc</sup>	۹/۲۷ <sup>۳abc</sup>	بدون تنش	
۶۰/۴۳ <sup>g</sup>	۱۸/۲۸ <sup>c</sup>	۱۹۷/۹۵ <sup>i</sup>	۱/۳۳ <sup>fg</sup>	۰/۲۰ <sup>l</sup>	۰/۳۰ <sup>d</sup>	۰/۱۸ <sup>kl</sup>	۳/۵۷ <sup>۱abc</sup>	۷/۵۹ <sup>۱fg</sup>	تنش شدید	بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر
۶۴/۱۷ <sup>ef</sup>	۲۰/۱۲ <sup>ij</sup>	۲۳۰/۲۸ <sup>h</sup>	۱/۳۷ <sup>defg</sup>	۰/۲۴ <sup>gh</sup>	۰/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۲۲ <sup>efgh</sup>	۳/۷۷ <sup>a</sup>	۸/۸۹ <sup>۸bcd</sup>	تنش متوسط	
۶۷/۴۷ <sup>d</sup>	۲۰/۹۵ <sup>hi</sup>	۲۸۶/۲۸ <sup>de</sup>	۱/۷۵ <sup>۴a</sup>	۰/۲۴ <sup>gh</sup>	۰/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۲۴ <sup>de</sup>	۳/۸۷ <sup>a</sup>	۹/۶۸ <sup>a</sup>	تنش کم	
۷۳/۰۷ <sup>b</sup>	۲۴/۸۸ <sup>cd</sup>	۳۰۹/۲۸ <sup>ab</sup>	۱/۶۸ <sup>kl</sup>	۰/۲۵ <sup>gh</sup>	۰/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۲۸ <sup>bc</sup>	۳/۵۵ <sup>۷abc</sup>	۹/۳۵ <sup>۸ab</sup>	بدون تنش	

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

مگنر (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)	عملکرد علوفه خشک (Kg/m <sup>2</sup> )	عملکرد علوفه تر (Kg/m <sup>2</sup> )	سطوح تنش	سطوح کود فسفر
۵۶/۴	۱۹/۳۱ <sup>a</sup>	۱/۴۴۱ <sup>def</sup>	۰/۲۰۶ <sup>k</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۱۹۲ <sup>i</sup>	۲/۲۷۵ <sup>f</sup>	۵/۶۹۳ <sup>s</sup>	تنش شدید		
۶۲/۴	۲۶/۳۴ <sup>f</sup>	۱/۶۸۲ <sup>b</sup>	۰/۳۰۱ <sup>g</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۲۲۳ <sup>fg</sup>	۲/۸۹۴ <sup>g</sup>	۶/۸۱۳ <sup>q</sup>	تنش متوسط	تلفیح با باکتری و بدون کود فسفر	
۶۵/۴	۲۷/۸۱ <sup>c</sup>	۱/۴۱۱ <sup>efgh</sup>	۰/۳۴۱ <sup>c</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۲۲۳ <sup>fg</sup>	۳/۱۶۸ <sup>n</sup>	۸/۱۲۸ <sup>o</sup>	تنش کم		
۶۹/۴	۳۲/۴۳ <sup>a</sup>	۱/۴۷۲ <sup>def</sup>	۰/۳۵۲ <sup>b</sup>	۰/۵۰۳ <sup>a</sup>	۰/۲۶۲ <sup>cd</sup>	۳/۰۹۲ <sup>o</sup>	۸/۳۶۲ <sup>i</sup>	بدون تنش		
۶۲/۴	۲۱/۲۵ <sup>b</sup>	۱/۱۹۱ <sup>i</sup>	۰/۲۲۱ <sup>h</sup>	۰/۵۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۱۱ <sup>h</sup>	۲/۵۸ <sup>t</sup>	۶/۰۱ <sup>r</sup>	تنش شدید		
۶۵/۱۹	۲۱/۸۱ <sup>g</sup>	۱/۲۲۲ <sup>kl</sup>	۰/۲۴۱ <sup>i</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۲۲۲ <sup>gh</sup>	۲/۸۶۶	۷/۰۴۱ <sup>p</sup>	تنش متوسط	تلفیح با باکتری و ۲۵ درصد کود فسفر	
۶۸/۱	۲۳/۸۲ <sup>e</sup>	۱/۳۳۱ <sup>lmn</sup>	۰/۳۳۱ <sup>d</sup>	۰/۵۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۵۲ <sup>de</sup>	۳/۳۱۹ <sup>i</sup>	۸/۵۱۳ <sup>k</sup>	تنش کم		
۷۲/۴	۲۹/۳۰ <sup>b</sup>	۱/۵۳۱ <sup>cd</sup>	۰/۳۲۱ <sup>e</sup>	۰/۴۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۸۱ <sup>b</sup>	۳/۲۰ <sup>m</sup>	۸/۶۵۷ <sup>j</sup>	بدون تنش		
۶۶/۶	۲۱/۲۶ <sup>b</sup>	۱/۲۸۱ <sup>kl</sup>	۰/۴۴۱ <sup>j</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۲۲۱ <sup>gh</sup>	۳/۵۳ <sup>l</sup>	۸/۲۱۳ <sup>m</sup>	تنش شدید		
۶۸/۴	۲۶/۳۴ <sup>f</sup>	۱/۳۳۱ <sup>lmn</sup>	۰/۳۲۱ <sup>e</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۲۲۱ <sup>gh</sup>	۳/۵۴۵ <sup>b</sup>	۸/۶۴۱	تنش متوسط	تلفیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر	
۷۳/۱	۲۴/۳۵ <sup>d</sup>	۱/۴۹۲ <sup>cde</sup>	۰/۳۱۴ <sup>f</sup>	۰/۴۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۷۲ <sup>bc</sup>	۳/۵۷۷ <sup>g</sup>	۹/۱۷۵ <sup>h</sup>	تنش کم		
۷۴/۴	۲۷/۸۱ <sup>c</sup>	۱/۵۸۱ <sup>c</sup>	۰/۲۴۱ <sup>i</sup>	۰/۳۵۱ <sup>a</sup>	۰/۳۱۱ <sup>a</sup>	۳/۴۵۹ <sup>k</sup>	۹/۳۵۵ <sup>l</sup>	بدون تنش		
۶۷/۴ <sup>m</sup>	۱۸/۸۱ <sup>i</sup>	۱/۳۰۱ <sup>jk</sup>	۰/۲۲۱ <sup>h</sup>	۰/۴۰۳ <sup>a</sup>	۰/۲۱۱ <sup>h</sup>	۳/۸۸۴ <sup>e</sup>	۸/۸۸ <sup>i</sup>	تنش شدید	تلفیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر	
۷۰ <sup>b</sup>	۱۹/۸۳ <sup>i</sup>	۱/۳۵۱ <sup>ghij</sup>	۰/۲۴۱ <sup>i</sup>	۰/۴۵۲ <sup>a</sup>	۰/۲۴۱ <sup>df</sup>	۳/۸۱ <sup>d</sup>	۹/۶۹۶ <sup>g</sup>	تنش متوسط		
۷۱/۴	۲۱/۳۱ <sup>b</sup>	۱/۵۷۱ <sup>c</sup>	۰/۳۲۱ <sup>e</sup>	۰/۴۵۱ <sup>a</sup>	۰/۲۸۲ <sup>b</sup>	۳/۶۶۸ <sup>f</sup>	۹/۴۰۷ <sup>e</sup>	تنش کم		
۷۳/۶ <sup>d</sup>	۲۲/۳۰ <sup>f</sup>	۱/۵۸۲ <sup>c</sup>	۰/۲۷۲ <sup>h</sup>	۰/۴۵۱ <sup>a</sup>	۰/۳۱۲ <sup>a</sup>	۳/۵۰۷ <sup>i</sup>	۹/۴۸۶ <sup>d</sup>	بدون تنش		
۶۶/۴ <sup>m</sup>	۱۶/۸۱ <sup>n</sup>	۱/۲۸۲ <sup>kl</sup>	۰/۲۰۱ <sup>k</sup>	۰/۴۰۱ <sup>a</sup>	۰/۱۷۱ <sup>j</sup>	۳/۵۴۸ <sup>b</sup>	۸/۲۴۳ <sup>m</sup>	تنش شدید	بدون تلفیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر	
۶۹/۴	۱۸/۳۱ <sup>m</sup>	۱/۳۹۱ <sup>ghij</sup>	۰/۲۴۱ <sup>i</sup>	۰/۴۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۱۱ <sup>h</sup>	۳/۹۰۶ <sup>c</sup>	۹/۵۳۴ <sup>c</sup>	تنش متوسط		
۷۶ <sup>b</sup>	۱۸/۸۱ <sup>k</sup>	۱/۸۰۶ <sup>kl</sup>	۰/۳۴۱ <sup>d</sup>	۰/۴۴۱ <sup>j</sup>	۰/۵۰۱ <sup>a</sup>	۴/۰۸۸ <sup>b</sup>	۱۰/۴۸۵ <sup>b</sup>	تنش کم		
۷۸/۶ <sup>a</sup>	۱۹/۸۱ <sup>i</sup>	۱/۶۸۱ <sup>a</sup>	۰/۳۸۱ <sup>a</sup>	۰/۵۰۳ <sup>a</sup>	۰/۲۸۱ <sup>b</sup>	۴/۰۹۶ <sup>a</sup>	۱۱/۰۷۳ <sup>a</sup>	بدون تنش		

در میزان جذب منیزیم با ادامه افزایش مقدار کود شیمیایی فسفر مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۶). به نظر می‌رسد که روند جذب منیزیم دارای رابطه 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 به همراه 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 به همراه 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 به همراه کود شیمیایی فسفر تا حدود زیادی این میزان کاهش در جذب را جبران می‌کند، به نحوی که مقدار جذب آهن در شرایط تنش شدید در تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی به همراه 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 به چشم می‌خورد، با این تفاوت که بیشترین مقدار جذب منگنز در تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفر به همراه کود زیستی و ۲۵ درصد کود شیمیایی فسفر به همراه 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 نکته 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). به نظر می‌رسد که تغییرات

همچنین در حالت کلی مشخص شد که روند جذب عناصر معدنی با افزایش سطح تنش کاهش بیشتری را نشان می‌دهد، به نحوی 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، به طوری که بیشترین میزان جذب کود فسفر در شرایط بدون تنش در تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی به علاوه کود زیستی مشاهده شد، درحالی که در شرایط تنش، بیشترین میزان جذب فسفر متعلق به تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه کود زیستی بود. عملکرد ماده خشک و غلظت فسفر در اندام‌های هوایی در اثر کاربرد قارچ میکوریزی به همراه فسفر (تا سطح سوم کاربرد فسفر)، افزایش یافت، ولی درصد کلنیزاسیون ریشه، غلظت روی و منگنز در اندام‌های هوایی روند کاهشی داشت، به طوری که کمترین غلظت روی و منگنز به کاربرد قارچ میکوریزی به همراه سطح چهارم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت [۳]. تأثیر استفاده تلقیحی کود بیولوژیکی به همراه 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 به طور محسوسی کاهش یافت. از این رو با افزایش مقدار کود شیمیایی فسفر نیز مقدار جذب منیزیم کاهش یافت؛ به طوری 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 به همراه کود زیستی در حد زیادی باقی ماند، ولی از آن به بعد کاهش شدیدی

### 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، خوازازی 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 سینگل کراس ۷۰۴ در سطوح مختلف فسفر. پژوهش‌های خاک. ۲۳(۱): ۱۱۵-۱۰۷.
۴. بای‌وردی 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 زادمایه باکتری افزاینده 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 چغندرقتند. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۲): ۲۴۶-۲۳۵.
۷. مختاری م و بشارتی ح (۱۳۹۲) اثر باکتری‌های حل-کننده 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.

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 حل‌کننده فسفات نه تنها سبب بهبود عملکرد علوفه‌تر و خشک‌ذرت 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 حل‌کننده 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.

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 absorption 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, Ruiz 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 Regular*. 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 contents in 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 Agriculture 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.

