به زراعی کشاورزی
دوره ۱۵ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۲
صفحه‌های ۳۰-۱۷

تأثیر مقادیر مختلف فسفر و محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)

سارا وزیری کته‌شوری*[۱]، ماشااله دانشور[۲]، اکبر سهرابی[۳]، فرهاد نظریان فیروزآبادی[۴]

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان ـ ایران
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان ـ ایران
۳. استادیار گروه خاکشناسی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان ـ ایران
۴. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان ـ ایران

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۶/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۲/۳۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود فسفر، آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی، آزمایشی، طی سال زراعی ۹۰ـ۱۳۸۹، در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کود فسفر در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، به صورت خاک کاربرد) به‌عنوان کرت اصلی، آهن و روی هر یک در سه سطح (صفر، غلظت ۳ در هزار و غلظت ٦ در هزار، به‌صورت محلول‌پاشی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تأثیرات اصلی سطوح فسفر، آهن و روی بر عملکرد دانه، تعداد غلاف در واحد سطح و وزن صد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل فسفر×آهن بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن صد دانه و تعداد غلاف در واحد سطح معنی‌دار شد و اثر متقابل فسفر×روی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل فسفر×آهن×روی برای عملکرد دانه، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. حداکثر عملکرد نخود به مقدار ۱۲۲۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار اثر متقابل ۲۰۰ کیلوگرم فسفر و غلظت ٦ در هزار آهن و روی حاصل شد. بنابراین، به نظر می‌رسد تلفیق ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با غلظت ٦ در هزار آهن و روی در مناطق با آب و هوا و خاک مشابه محل اجرای طرح برای نخود زراعی (رقم ILC482) مناسب است.

کلیدواژه‌ها: شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عناصر غذایی، کشت دیم، کودهای شیمیایی.

* نویسنده مسئول Email: sara.vaziri.1362@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

حبوبات دانه های خشک خوراکی هستند که به خانوادهٔ بقولات و زیر تیرهٔ پرانه آسا تعلق دارند. بذر خشک و رسیدهٔ حبوبات ارزش غذایی زیاد و قابلیت نگه‌داری خوبی دارد و یکی از منابع مهم و سرشار از پروتئین (۳۲ـ۱۸ درصد) است [۱۰]. نخود یکی از منابع مهم پروتئینی گیاهی و یکی از بقولاتی است که سهم عمده‌ای در جیرهٔ غذایی انسان دارد [٤۲]. بهبود وضعیت محیط کشت از طریق به‌کارگیری صحیح نهاده‌های کشاورزی نظیر آب، کود، ماشین‌آلات و سموم دفع آفات و بذور اصلاح‌شده امکان‌پذیر است. یکی از نهاده‌های مهم کشاورزی، مصرف صحیح کودهای شیمیایی است که اهمیت آن در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی شناخته شده است [٦]. با نگرشی به روند رو به رشد جمعیت جهان و نیاز روزافزون به غذا به منظور افزایش بازده فرآورده‌های گیاهی و بهبود کیفیت آن ها، گرایش برای به‌کارگیری کودهای عناصر کم مصرف در میان کشاورزان رواج یافته است [۱۷]. فسفر یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان زراعی است که به‌دلیل تثبیت با یون های معدنی نظیر آلومینیوم، آهن، کلسیم و منیزیم، قابلیت جذب آن توسط گیاه به‌شدت کاهش می یابد [۲۸]. گیاهان نسبت به کمبود فسفر قابل جذب در خاک عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند، به طور کلی، گیاهان جوان به فسفر بیشتری نسبت به گیاهان مسن نیاز دارند. به‌علاوه، توسعهٔ ریشه در مراحل اولیهٔ رشد محدودتر است و مقدار فسفر قابل جذب بیشتری در ناحیهٔ توزیع ریشه ضرورت دارد. گیاهان ظرفیت زیادی برای جذب و ذخیرهٔ فسفر دارند [۱۲]. همچنین، مطالعات نشان می‌دهند که در تمام مناطق زیر کشت حبوبات افزایش عملکرد دانه و کوتاه‌شدن دورهٔ رسیدن و افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش مصرف کودهای فسفاته همراه است [۹].

آهن با ایجاد رشد رویشی مناسب از طریق افزایش تعداد و سطح برگ در سورگوم، مشارکت در فتوسنتز، افزایش ارتفاع و مادهٔ خشک زمینهٔ تشکیل و توسعهٔ اجزای عملکرد دانه و در نتیجه عملکرد دانه را فراهم می‌آورد [۳۵]. جذب عمدهٔ آهن به‌صورت ترکیب با سایر مواد آلی و تولید کمپلکس است. آهن عنصری غیرمتحرک است و کمبود آن در برگ‌های جوان دیده می‌شود. آهن در فرایند اکسیداسیون و احیا نقش دارد. به‌طور کلی، عارضهٔ کلروز آهن در خاک‌های آهکی و قلیایی رایج است که بین ۲۵ تا ٤۵ درصد اراضی کشاورزی در سطح جهان آهکی هستند [٤]. در بررسی روش‌های مختلف مصرف آهن در برخی محصول‌های زراعی گزارش شده است که محلول‌پاشی آهن نسبت به مصرف خاکی آن ارجحیت دارد [۳۳]. محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد دانه در سویا شده است [۲٤]. در کشاورزی متمرکز کمبود روی رایج و گسترده است. این پدیده به علت برداشت شدید روی قابل استفاده از منطقهٔ نفوذ ریشه در خاک به وجود می‌آید، از طرفی در خاک های آهکی و قلیایی، کمبود روی به علت pH بالای خاک است [۲۵]. به علت جذب کند عنصر روی و سایر عناصر مشابه توسط ریشه، بهتر است این عناصر از طریق اندام‌های هوایی در اختیار گیاه قرار داده شوند [۱۵]. در مطالعه‌ای در مورد لوبیا نشان داده شد که محلول‌پاشی روی و منگنز باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود [٤۱]. در مطالعهٔ اثر روی بر عملکرد ذرت نتیجه گرفته شد که تأثیر این عنصر بر رشد، نمو و عملکرد گیاه تحت تأثیر pH خاک قرار دارد، به‌صورتی که با افزایش pH حلالیت روی کاهش می‌یابد [۱۸]. گزارش شده است که کمبود روی در گیاهان گسترش جهانی دارد و برآورد شده است که حدود ۳۰ درصد از اراضی تحت کشت جهان با کمبود روی مواجه هستند [۲۰]. مصرف روی در باقلا باعث افزایش تعداد غلاف در بوته می‌شود [۲۲]. در آزمایشی افزایش تعداد غلاف در بوتهٔ ماش سیاه با مصرف روی گزارش شده است.[۳٤]. در گیاه آفتابگردان افزایش وزن هزاردانه با

Archive of SID
www.SID.ir

مصرف عناصر کم‌مصرف گزارش شده است [۳]. همچنین، عناصر آهن و روی با افزایش مقدار هیدرات‌های کربن باعث بالارفتن میزان وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبلهٔ گندم شده است [۲۷]. مصرف روی در نخود معمولی عملکرد دانه در هکتار را افزایش می‌دهد [۲۹]. با عنایت به گستردگی سطح زیر کشت نخود و همچنین، اهمیت اقتصادی آن در استان لرستان، شناسایی برخی عوامل مهم تأثیرگذار بر عملکرد آن اهمیت زیادی دارد، بنابراین، هدف از این آزمایش پاسخ نخود زراعی رقم ILC482 به سطوح مختلف کود فسفر، آهن و روی در شرایط دیم در این استان است.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل با طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان، واقع در شهرستان خرم‌آباد، طی سال زراعی ۹۰ـ۱۳۸۹، به‌صورت دیم اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: عامل فسفر در سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل به‌صورت خاک کاربرد، عامل آهن به طریق محلول پاشی از منبع فوسین در سه سطح صفر، ۳ و ٦ در هزار و عامل روی به طریق محلول پاشی از منبع سولفات روی در سه سطح صفر، ۳ و ٦ در هزار برابر مقادیر توصیه‌شده براساس نتایج تجزیهٔ خاک مصرف شد. تیمارهای شاهد (عدم محلول‌پاشی) بدون محلول‌پاشی آب خالص بودند. قبل از آزمایش، نمونه‌گیری خاک از عمق ۰ـ۴۰ سانتی متر انجام شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی لای‌دار، اسیدیتهٔ برابر ۷/۹ و کربن آلی ۰/۴۳ درصد و مقدار فسفر، آهن و روی قابل جذب آن به ترتیب ۱/۲، ۵ و ۰/۴۴ پی‌پی‌ام بود. زمین محل آزمایش در پاییز شخم نسبتا عمیقی زده شد و در اسفندماه، عملیات نهایی آماده‌سازی زمین انجام شد. از قارچ‌کش کاپتان برای ضدعفونی کردن بذر استفاده شد. بر حسب نیاز گیاه ۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان کود استارت به مزرعه داده شد. کاشت با دست در ۱٦ اسفندماه ۸۹ اجرا شد. هر تکرار شامل سه کرت اصلی و هر کرت اصلی دارای نه کرت فرعی بود. هر کرت فرعی دارای ٦ خط کاشت، با فاصلهٔ بین خطوط ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصلهٔ بذرها از یکدیگر روی خط کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود. کاربرد کود فسفر قبل از کاشت به‌صورت خاک کاربرد بود. کاربرد کود فوسین و سولفات روی در ابتدای غلاف‌دهی به‌صورت محلول‌پاشی بود. در طول دورهٔ رشد مراقبت‌های لازم از قبیل کنترل آفات، امراض و علف‌های هرز براساس دستورالعمل‌های فنی انجام شد. داده‌های هواشناسی منطقهٔ کاشت در جدول ۱ درج شده است.

به منظور اندازه‌گیری تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد غلاف در ۱ مترمربع از هر کرت شمارش شد. برای تعداد دانه در غلاف از هر کرت ۲۰ غلاف به‌طور تصادفی و با در نظرگرفتن اثر حاشیه انتخاب، شمارش و میانگین‌گیری شد. برای وزن صد دانه از هر کرت صد دانه به‌طور تصادفی انتخاب و با ترازوی دقیق، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای عملکرد بیولوژیک بعد از حذف اثر حاشیه‌ای تمامی بوته‌ها به‌صورت کف برداشت شد و بدین صورت عملکرد بیولوژیکی هر کرت به‌دست آمد. برای عملکرد دانه، بوته‌های برداشت‌شدهٔ کل کرت (۲/٤ مترمربع) بعد از حذف اثر حاشیه، کوبیده و دانه‌ها وزن شدند. به منظور اندازه‌گیری شاخص برداشت از رابطهٔ HI=(YE/ YB) 100 استفاده شد [۸]. در این رابطه، YE عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) و YB عملکرد بیولوژیکی است. تجزیهٔ داده‌های صفات مورد بررسی به دلیل وجود خطا در آزمایش‌های مزرعه‌ای به منظور نرمال‌شدن، قبل از آنالیز واریانس، تبدیل داده روی آن‌ها انجام شد. تجزیهٔ واریانس صفات با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسهٔ میانگین صفات از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن اجرا شد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات هواشناسی کاربردی خرم‌آباد در سال زراعی ۹۰ـ۱۳۸۹

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد)	حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد)	مجموع ساعات آفتابی	رطوبت نسبی (٪)
مهر	۰/۲	۷/۰	۳۶/۶	۲۸۸/۹	٤٤
آبان	۲۶/۳	-۰/۸	۳۱/۸	۲٤۰/۷	٦۲
آذر	۵۳/٦	-۳/۸	۲۵/٦	۲۲٤/۵	٦٦
دی	۲۲/۹	-۵/۲	۱٦/۵	۱۹۰/۲	۸٤
بهمن	٦۵/۸	-۵/٤	۱۵/۸	۱۷۲/۹	۸۱
اسفند	۹۷/۷	-۲/٤	۲٤/۲	۲۰۵/۸	۵٤
فروردین	۳٦/۱	۱/٦	۲۸/٦	۲٦۰/۰	۷۲
اردیبهشت	٦٤/٦	٦/٤	۳٤/۵	۲۱۵/٤	۷۹
خرداد	۰	۱۰/۰	٤۱/٤	۳۵۰/٤	۳۹
تیر	۰	۱۵/۵	٤٤/٤	۳٤٤/۷	۲۸
مرداد	۰	۱۵/۸	٤٤	۳٦۱/۱	۲۷
شهریور	۰	۹/٤	۳۹/۵	۳۳۹/۸	۳۵
جمع	۳٦۷/۲				

۳. نتایج و بحث

۱.۳ . تعداد غلاف در واحد سطح

نتایج نشان داد تأثیرات اصلی سطوح فسفر، آهن و روی در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت تعداد غلاف در واحد سطح معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش مصرف فسفر، بر تعداد غلاف در واحد سطح افزوده شد، به‌طوری که کمترین تعداد غلاف در واحد سطح (۷۵٤/۷) مربوط به تیمار شاهد و بیشترین تعداد غلاف در واحد سطح (۸۵۱/۸) مربوط به سطح سوم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپر فسفات تریپل) بود. همچنین، با افزایش کاربرد آهن تعداد غلاف در واحد سطح افزایش یافت، به‌طوری که، کمترین تعداد غلاف در واحد سطح (۷۷۰/٦) مربوط به تیمار شاهد و بیشترین تعداد غلاف (۸۳۸/۳) مربوط به سطح سوم آهن بود (جدول ۳). هرچند بیشترین تعداد غلاف مربوط به سطح سوم کود آهن بود، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سطح دوم نداشت.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد غلاف در واحد سطح	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۶۱۶٤/۵۳۱	۰/۰۰۱	۰/۱٤۵	۳۵۷/۲۵۳	۱۰۵۸۵۷/۳۸۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
فسفر	۲	٦۹۹۸۹/۸٦٤**	۰/۰٤۵^{ns}	۲۳/۲۳۱*	٦۷٤۸۸/۷۳۹*	۱٦۹۰٤۳/۹۳۷^{ns}	۰/۰۰٤^{ns}
خطای a	٤	۳۸٦٦/۹۲۰	۰/۰۰۹	۲/۱۱۹	٤۹٤۱/۹٦۹	۱۵۸۱۸۳/۷٤۵	۰/۰۰۲
آهن	۲	۳۵٦۷۰/۹۷۵**	۰/۰۷٦**	۵۲/۱۰٦**	۱٤۰۸٦۷/۹۵۳**	۸۷۷۱۷/۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۹**
فسفر×آهن	٤	۱۲۳۸۹/۱٤۲**	۰/۰۰٦^{ns}	۱/٤۱٦*	۱۰٤۱۵/۹٤٦**	۲۱۵۸۱۱/۲۸۱**	۰/۰۰۱^{ns}
روی	۲	۵۲۸۳۰/۲۳۵**	۰/۱۲۵**	۳٦/٤۷۲**	۱۰٦۲٦۱/۷۲۵**	۱۲۷۳٤۹/۳۲٦^{ns}	۰/۰۰٤**
فسفر×روی	٤	۲۳۱۵/۲۹۰^{ns}	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۹۰۹^{ns}	٦٦۱۸/۵۵۸^{ns}	۷۱۹۲٦/٦٦۰^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
آهن×روی	٤	٤۹۲۸/٤۰۱^{ns}	۰/۰۱۵^{ns}	۰/۵۷٤^{ns}	٤۸٦/٦۱۷^{ns}	۲۵٤۸۷/۸۹۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
فسفر×آهن×روی	۸	٤۷۲۵/۵٤۰^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۱/۳۷۹**	۳٦۹۷/۵۲۷*	٤۳٤۳۵/۵٤۹*	۰/۰۰۱^{ns}
خطای b	٤۸	۲۸٤۵/۹۰۱	۰/۰۰۷	۰/٤۹۸	۱۷۱۹/۱۹۱	۵۲۱۲۳/۱٦٤	۰/۰۰۱
درصد (C.V)		٦/۵۷	۸/۱۲	۳/۰۵	٤/۰۰	۷/۹۱	٦/۹۱

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، **: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ^{ns}: نداشتن تفاوت معنی‌دار

در مورد سطوح روی نیز کمترین تعداد غلاف در واحد سطح مربوط به تیمار شاهد (۷٦٤) و بیشترین آن مربوط به سطح سوم (۸۵۱/۱) بود (جدول ۳) که سطح سوم با سطح دوم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. افزایش تعداد غلاف در بوته با مصرف روی نیز گزارش شده است [۲۲، ۳٤]. نتایج تجزیهٔ واریانس نیز نشان داد اثر متقابل فسفر×آهن در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد غلاف در واحد سطح معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین تعداد غلاف در واحد سطح مربوط به تیمار شاهد (مصرف نکردن هر دو کود) (٦۷۰/۷) و بیشترین غلاف در واحد سطح (۸۵۷/۹) مربوط به ترکیب سطح سوم فسفر×سطح سوم آهن بود؛ فقط تیمار شاهد (مصرف‌نکردن دو کود) به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر ترکیب‌های کودی داشت، در بقیهٔ سطوح با افزایش مقدار کود هرچند تعداد غلاف در سطح افزایش یافت، اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند. این امر احتمالا به دلیل قانون بازده نزولی میچرلیخ است که در صورت کمبود مواد غذایی در خاک، رشد و عملکرد گیاه تحت تأثیر این کمبود است. با مصرف این مواد غذایی رشد و عملکرد افزایش می‌یابد، ولی بعد از برطرف شدن کمبود با افزایش مواد غذایی وارد محدودهٔ جذب تجملی می‌شود و افزایش مواد غذایی تأثیر کمی روی عملکرد دارد [۸]. سایر اثرهای متقابل دوجانبه و اثر متقابل

Archive of SID
www.SID.ir

فسفر×آهن×روی بر صفت تعداد غلاف در واحد سطح اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۲).

۲.۳. تعداد دانه در غلاف

فقط اثر سادهٔ آهن و روی در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). با کاربرد آهن تعداد دانه در غلاف افزایش یافت و کمترین میانگین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۰/۹۶ بود. بین سطوح دوم و سوم کود آهن به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری دیده نشد. همچنین، با کاربرد روی، تعداد دانه در غلاف افزایش یافت، به‌طوری که، کمترین تعداد دانه در غلاف در تیمار شاهد و بیشترین تعداد دانه در غلاف در سطح سوم بود (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین تأثیرات اصلی تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

تیمار	تعداد غلاف در سطح m^2	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (gr)	عملکرد دانه(kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)
کود فسفر						
P_1	۷۵٤/۷^{b}	۰/۹۷^{a}	۲۲/۱۲^{b}	۹۸۰/۵^{b}	۲۸۲۳^{a}	۳٤/٦^{a}
P_2	۸۲۹/۷^{ab}	۱/۰۲^{a}	۲۳/۳۵^{a}	۱۰۵۱^{a}	۲۸۵۹^{a}	۳٦/۹^{a}
P_3	۸۵۱/۸^{a}	۱/۰۵^{a}	۲۳/۹٤^{a}	۱۰۷۷^{a}	۲۹۷٤^{a}	۳٦/٤^{a}
کود آهن						
F_1	۷۷۰/٦^{b}	۰/۹٦^{b}	۲۱/٦۱^{c}	۹۵٦/٦^{c}	۲۸۲٦^{a}	۳۳/۹^{b}
F_2	۸۲۷/۳^{a}	۱/۰۳^{a}	۲۳/٤٦^{b}	۱۰۵٤^{b}	۲۸۹۰^{a}	۳٦/٦^{a}
F_3	۸۳۸/۳^{a}	۱/۰٦^{a}	۲٤/۳۳^{a}	۱۰۹۸^{a}	۲۹٤۰^{a}	۳۷/٤^{a}
کود روی						
Z_1	۷٦٤/۰^{b}	۰/۹٤^{b}	۲۱/۹٤^{c}	۹٦۹/۸^{c}	۲۸۵۰^{a}	۳٤/۰^{b}
Z_2	۸۲۱/۰^{a}	۱/۰٤^{a}	۲۳/۲۰^{b}	۱۰٤٤^{b}	۲۸٤۱^{a}	۳٦/۸^{a}
Z_3	۸۵۱/۱^{a}	۱/۰۷^{a}	۲٤/۲۷^{a}	۱۰۹۵^{a}	۲۹٦۵^{a}	۳۷/۱^{a}

داده‌های دارای حرف مشترک در هر ستون برای هر عامل اختلاف معنی‌دار ندارند.

P_1 (شاهد، 0 kg/ha)، P_2 (100 kg/ ha)، P_3 (200 kg/ ha). F_1 و Z_1 (شاهد)، F_2 و Z_2 (غلظت ۳ در هزار)، F_3 و Z_3 (غلظت ٦ در هزار).

Archive of SID
www.SID.ir

۳.۳. وزن صد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیهٔ واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات اصلی سطوح فسفر در سطح ۵ درصد و اثرات اصلی سطوح آهن و روی در سطح ۱ درصد بر وزن صد دانه بود (جدول ۲). همچنین، اثر متقابل فسفر×آهن در سطح احتمال ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار بود. همچنین، نتایج نشان داد که اثر متقابل فسفر×آهن×روی بر وزن صد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه های میانگین نشان داد کمترین وزن صد دانه مربوط به تیمار شاهد (مصرف‌نکردن هر سه کود) با میانگین ۱۹/۳۱ گرم و بیشترین وزن صد دانه مربوط به اثر متقابل سطح سوم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپر فسفات تریپل)×سطح سوم آهن (غلظت ٦ در هزار، فوسین)×سطح سوم روی (غلظت ٦ در هزار، سولفات روی) با میانگین ۲۷/۲۹ گرم بود (جدول ۵). این در حالی است که بعضی محققان گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و وزن هزاردانهٔ گندم در شرایط دیم نداشت [۲۳]. در تحقیقی گزارش شده است استفادهٔ توأم از عناصر ریزمغذی باعث افزایش وزن تک‌دانه در سویا می‌شود [۳۰]. علاوه بر ناکافی‌بودن مواد غذایی خاک، کاربرد آهن و روی به‌صورت محلول‌پاشی باعث کاهش اثرات آنتاگونیستی می‌شود. اثر مثبت آهن و روی ممکن است به دلیل تأثیر بر اجزای برخی آنزیم‌ها باشد، در کل نقش ضروری در متابولیسم گیاهان دارند [١٦] گزارش شده است که تأثیر توأم آهن و روی در مقایسه با کاربرد تیمار آهن و روی به تنهایی در برنج اثر مفیدتری داشت [٤٣]. در گیاه آفتابگردان افزایش وزن هزاردانه با کاربرد عناصر کم‌مصرف گزارش شده است [۳]. کم‌بودن وزن صد دانه در تیمارهای پایین کودی به دلیل رقابت دانه‌ها در به‌دست آوردن مواد غذایی و کاهش کربوهیدرات ذخیره‌ای گیاه است که تعداد سلول‌های مولد و وزن صد دانه کاهش می‌یابد. همچنین، با توجه به مقدار بارندگی در منطقه (جدول ۱) می‌توان گفت بارندگی باعث می‌شود مقدار آهک از افق‌های فوقانی شسته شود و به افق‌های تحتانی برود. بنابراین، تثبیت فسفر کمتر اتفاق افتاده است و گیاه راحت‌تر می‌تواند از فسفر استفاده کند. برخی عناصر کم‌مصرف همانند روی و آهن برای رشد گیاه ضروری هستند و در فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تولید هورمون‌های رشد و تشکیل کلروفیل گیاهی دخالت دارند و کمبود آن‌ها می‌تواند موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه و در نهایت، کاهش کمیت و کیفیت محصول شود. در شرایطی که خاک زراعی از نظر عناصر ریزمغذی و سطح خاک خشک کمبود داشته باشد، مانند شرایط آزمایش، باید از محلول‌پاشی برگی این عناصر استفاده کرد که سبب افزایش وزن دانه می‌شود.

٤.۳. عملکرد دانه

طبق نتایج تجزیهٔ واریانس اثر فسفر در سطح احتمال ۵ درصد و اثر آهن و روی هر یک در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار بودند (جدول۲). در آزمایشی محلول پاشی آهن از منبع سولفات آهن عملکرد نخودفرنگی را افزایش داد [۳۷]. بعضی محققان نیز به این نتیجه رسیدند که تغذیهٔ برگی روی باعث افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد در گندم شد [۷]. اثر متقابل فسفر×آهن در سطح ۱ درصد و اثر متقابل فسفر×آهن×روی برای صفت عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی دار بودند. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد کمترین مقدار عملکرد دانه مربوط به شاهد (استفاده‌نکردن کود) ۷۲۵ کیلوگرم در هکتار و بیشترین مقدار مربوط به اثر متقابل سطح سوم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپر فسفات تریپل)×سطح سوم آهن (غلظت ٦ در هزار، فوسین)×سطح سوم روی (غلظت ٦ در هزار، سولفات روی) با میانگین ۱۲۲۸ کیلوگرم در هکتار بود که اختلاف

Archive of SID
www.SID.ir

معنی‌دار آماری با سطوح دیگر داشت (جدول ۵). افزایش عملکرد دانهٔ ذرت با مصرف توأم آهن و روی در برخی تحقیقات گزارش شده است [۱]. در کل نتایج آزمایش نشان داد با افزایش کود عملکرد دانه افزایش معنی داری می‌یابد و گیاه نخود عکس‌العمل مثبتی به میزان افزایش کودهای شیمیایی مصرفی نشان داده است. دلیل این امر را می‌توان به کمبود عناصر غذایی فسفر، آهن و روی در خاک تحت آزمایش نخود مرتبط دانست. با توجه به اینکه مقدار فسفر قابل استفاده در خاک مورد آزمایش ۱/۲ پی‌پی‌ام بوده است و از حد بحرانی فسفر در زراعت نخود ۵/۵ تا ۷ پی‌پی‌ام [۳۲]، خیلی پایین‌تر است، گیاه نخود به سطح فسفر مصرفی (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌خوبی واکنش نشان داده است. اثر آنتاگونیسمی بیشتر بین روی و فسفر رخ می‌دهد. میزان یکی از این دو عنصر جذب عنصر دیگر را به وسیلهٔ گیاه کاهش می‌دهد، به‌طوری که اگر خاک دچار کمبود خفیف یکی باشد، مصرف یکی از دو عنصر سبب کمبود دیگری می‌شود. این وضع را می‌توان با مصرف هر دو کود به گیاه اصلاح کرد [۱۴]. از طرفی در آزمایش حاضر استفاده خاک کاربرد فسفر و استفاده شاخ و برگ کاربرد عنصر روی سبب شده است، تداخل بین این دو عنصر از بین رود و در نتیجه بین این دو عنصر اثر آنتاگونیسمی بروز نکند. بنابراین، پاسخ مثبت گیاه به اثر متقابل سه‌جانبهٔ کودهای کاربردی در این آزمایش توجیه‌شدنی است. عنصر روی با بهبود ساخت مواد فتوسنتزی و مشارکت در تولید اندام‌های زایشی به‌ویژه تعداد دانه در سنبله و افزایش وزن دانه امکان دستیابی به عملکرد دانهٔ بیشتر را فراهم می‌کند [۱۳]. در برخی مطالعات نیز تأثیر مثبت عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانهٔ غلات گزارش شده است [۱۱]. در همین زمینه نتایج پژوهش دیگری نشان داد که مصرف تغذیهٔ برگی عنصر روی در کنجد موجب افزایش اجزای عملکرد و در نهایت، عملکرد دانه شده است. عنصر روی ممکن است با افزایش میزان جذب سایر عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز افزایش عملکرد دانه را موجب شود [۴۰]. در آزمایشی در مورد نخود دیم نشان داده شد که سولفات روی بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد [۵]. بعضی محققان نیز در خصوص تأثیر روی بر گیاه عدس از نظر عملکرد دانه و عملکرد نسبی گزارش کردند [۲۶]. محققان دیگر نتایجی داشتند مبنی بر اینکه کاربرد سطوح مختلف کود فسفره (سوپر فسفات تریپل) و روی (اکسید روی) موجب افزایش عملکرد دانهٔ باقلا در جنوب غربی استرالیا شد [۱۹]. همچنین، افزایش عملکرد گندم بر اثر مصرف آهن و روی به ترتیب ۷۸۰، ۸۶۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است [۳۹]. نشان داده شده در لوبیا برخی عناصر ریزمغذی مثل آهن و روی باعث افزایش سطح برگ شده است [۳۸]. بنابراین، افزایش منبع باعث تولید بیشتر مواد فتوسنتزی و در نهایت، افزایش عملکرد می‌شود. همان‌طور که دیده شد، بیشترین عملکرد دانه بر اثر متقابل $P_3F_3Z_3$ بود که به دلیل اثر روی در پرشدن دانه و اثر متقابل با آهن است که کاتیون بسیار مهمی در کلروفیل برگ است، بیشتر پژوهشگران بر این باورند که فسفر کافی سبب ازدیاد رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می‌شود. بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از خاک به منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی به‌ویژه آهن و روی افزایش می‌یابد [۲۱]. به عبارت دیگر اهمیت فسفر می‌تواند از طریق افزایش رشد ریشه و جذب رطوبت به‌خصوص در شرایط دیم باشد و همان طور که دیده شد در این تحقیق بین فسفر، روی و آهن برهم‌کنش منفی دیده نشد. احتمالا این عناصر در فرایند جذب ریشه با هم رقابت می‌کنند و به همین دلیل ممکن است در محلول‌پاشی این رقابت وجود نداشته باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

۵.۳. عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد تأثیرات اصلی همهٔ تیمارهای فسفر، آهن و روی با وجود افزایش ناشی از کاربرد آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد، از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار بود، در حالی که، در آزمایشی نشان داده شد محلول‌پاشی عنصر روی می‌تواند به مقدار ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک ذرت را افزایش دهد [۳۱]. اثر متقابل فسفر در آهن در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد با میانگین ۳۱۱۵ کیلوگرم در هکتار از برهم‌کنش سطح سوم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل)×سطح دوم روی (غلظت ۳ در هزار سولفات روی) به‌دست آمد. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک با میانگین ۲۶۷۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار شاهد (مصرف‌نکردن کود) بود (جدول ٤). ظهور تجمع مادهٔ خشک در صورت وجود منابع تغذیه‌ای امکان‌پذیر می‌شود. اثر متقابل فسفر×آهن×روی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول۲). با مصرف مقادیر کودهای فسفر×آهن×روی عملکرد بیولوژیک متغیر شد، بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۳۳٦٦ کیلوگرم در هکتار از اثر متقابل سطح سوم فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل)×سطح دوم آهن (غلظت ۳ در هزار فوسین)×سطح سوم روی (غلظت ٦ در هزار سولفات روی) حاصل شد و کمترین عملکرد ۲٤۹۵ کیلوگرم در هکتار بود. تحقیقات روی ذرت نتایجی مشابه آزمایش حاضر روی نخود داشت، بدین صورت که کاربرد فسفر و روی اثر معنی‌داری بر عملکرد مادهٔ خشک در مقایسه با تیمار شاهد داشت [۲۱]. این در حالی است که بعضی محققان با مطالعهٔ تأثیر فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی چند گیاه زراعی از جمله باقلا در استان فارس در یک آزمایش گلخانه‌ای با کاربرد ۵ سطح فسفر و ۳ سطح روی گزارش کردند که وزن خشک باقلا با مصرف فسفر افزایش یافته است، ولی مصرف روی تأثیری بر وزن خشک آن ندارد؛ اما مصرف فسفر جذب کل روی را در گیاه افزایش می‌دهد [۲]. در این زمینه مصرف مقداری عنصر فسفر و عناصر ریزمغذی باعث افزایش تولید مادهٔ خشک بیشتر شده است و در نتیجه تجمع مواد خشک‌شدهٔ نهایی در انتهای دورهٔ رشد گیاه افزایش یافت. از طرفی بارندگی کافی در این منطقه (جدول ۱) که در اوایل رشد نخود اتفاق افتاده و گیاه را با خشکی دیر هنگام مواجه کرده، باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و در نهایت، افزایش عملکرد گیاه شده است.

٦.۳. شاخص برداشت

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد تیمار فسفر اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت، اثر سادهٔ سطوح آهن و روی در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی‌داری بر صفت فوق داشتند (جدول ۲). همچنین، نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد برهم‌کنش فسفر×آهن×روی بر صفت شاخص برداشت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین نشان داد بیشترین میزان شاخص برداشت در سطوح کود آهن با میانگین ۳۷/٤ درصد از سطح سوم آهن (غلظت ٦ در هزار فوسین) به‌دست آمد. کمترین شاخص برداشت با میانگین ۳۳/۹ درصد از تیمار شاهد حاصل شد. همچنین، بیشترین میزان شاخص برداشت در سطوح روی با میانگین ۳۷/۱ درصد از سطح سوم روی (غلظت ٦ در هزار سولفات روی) به‌دست آمد و کمترین میزان شاخص برداشت با میانگین ۳٤ از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). بنابراین، با افزایش سطح آهن و روی تا حدودی با صرف تولیدات فتوسنتزی به تولید میزان دانه‌های بیشتر به‌جای تولید شاخ و برگ، باعث افزایش ضریب برداشت بیشتر می‌شود. بعضی محققان نتایجی مشابه داشتند، آن‌ها گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم در شرایط دیم نداشت [۲۳]. در حالی که، در تحقیقی نشان داده شده است که فسفر باعث افزایش شاخص برداشت در ماش می‌شود [۳٦].

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤. مقایسهٔ میانگین تأثیرات متقابل دوجانبه بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

تیمار	تعداد غلاف در سطح m^2	تعداد دانه درغلاف	وزن صد دانه (gr)	عملکرد دانه(kg/ha)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)
فسفر×آهن						
P_1F_1	٦٧٠/٧^{b}	٠/٩٢٢^{c}	٢٠/١٥^{e}	٨٥٨/٥^{e}	٢٦٧٨^{c}	٣٢/١^{d}
P_1F_2	٧٩١/٩^{b}	١/٠١١^{bc}	٢٢/٤٩^{d}	١٠٠٨^{cd}	٢٧٣٨^{c}	٣٦/٦^{abc}
P_1F_3	٨٠١/٤^{a}	١/٠٠^{bc}	٢٣/٧٢^{bc}	١٠٧٥^{ab}	٣٠٥٣^{ab}	٣٥/٢^{bcd}
P_2F_1	٧٨٧/٦^{b}	٠/٩٦٦^{bc}	٢٢/١٩^{d}	٩٩٨/٧^{d}	٢٩٠٨^{abc}	٣٤/٦^{cd}
P_2F_2	٨٤٦/٠^{a}	١/٠٤٤^{ab}	٢٣/٥١^{c}	١٠٥٨^{bc}	٢٨١٧^{bc}	٣٧/٦^{abc}
P_2F_3	٨٥٥/٤^{a}	١/٠٦٧^{ab}	٢٤/٣٥^{ab}	١٠٩٦^{ab}	٢٨٥١^{bc}	٣٨/٤^{ab}
P_3F_1	٨٥٣/٤^{a}	١/٠٠^{bc}	٢٢/٥٠^{d}	١٠١٣^{cd}	٢٨٩٣^{abc}	٣٥/١^{bcd}
P_3F_2	٨٤٤/١^{a}	١/٠٤٤^{ab}	٢٤/٣٨^{ab}	١٠٩٧^{ab}	٣١١٥^{a}	٣٥/٥^{abc}
P_3F_3	٨٥٧/٩^{a}	١/١٣٠^{a}	٢٤/٩٣^{a}	١١٢٢^{a}	٢٩١٦^{abc}	٣٨/٦^{a}
فسفر×روی						
P_1Z_1	٦٩٥/٧^{e}	٠/٩١١^{d}	٢٠/٧٨^{e}	٨٨٢/٣^{d}	٢٦٩٩^{ab}	٣٢/٥^{c}
P_1Z_2	٧٦٨/٨^{d}	١/٠٠^{bcd}	٢٢/٣٨^{d}	١٠٠٧^{c}	٢٨٥٦^{ab}	٣٥/٣^{abc}
P_1Z_3	٧٩٩/٦^{bcd}	١/٠٢^{abcd}	٢٣/٢٠^{c}	١٠٥٢^{bc}	٢٩١٤^{ab}	٣٦/١^{ab}
P_2Z_1	٧٧٣/٧^{cd}	٠/٩٦^{cd}	٢٢/٥٥^{cd}	١٠١٥^{c}	٢٩٠٧^{ab}	٣٥/٠^{bc}
P_2Z_2	٨٥٠/٠^{ab}	١/٠٤^{abc}	٢٣/١٦^{c}	١٠٤٢^{bc}	٢٧٩٧^{ab}	٣٧/٣^{ab}
P_2Z_3	٨٦٥/٣^{ab}	١/٠٦^{abc}	٢٤/٣٤^{b}	١٠٩٥^{ab}	٢٨٧٣^{ab}	٣٨/٤^{a}
P_3Z_1	٨٢٢/٨^{abcd}	٠/٩٥^{cd}	٢٢/٥٠^{cd}	١٠١٢^{c}	٢٩٤٦^{ab}	٣٤/٥^{bc}
P_3Z_2	٨٤٤/١^{abc}	١/٠٨^{ab}	٢٤/٠٥^{b}	١٠٨٢^{ab}	٢٨٧١^{ab}	٣٧/٧^{ab}
P_3Z_3	٨٨٨/٦^{a}	١/١٣^{a}	٢٥/٢٦^{a}	١١٣٧^{a}	٣١٠٧^{a}	٣٧/٠^{ab}
آهن×روی						
F_1Z_1	٧٠١/٩^{d}	٠/٩٠٠^{d}	٢٠/٧٣^{f}	٨٨٤/٨^{f}	٢٧٨٤^{a}	٣١/٧^{d}
F_1Z_2	٧٨٨/٤^{bc}	١/٠١^{bcd}	٢١/٥٥^{e}	٩٦٩/٨^{e}	٢٨٠٨^{a}	٣٤/٦^{cd}
F_1Z_3	٨٢١/٣^{abc}	٠/٩٧^{bcd}	٢٢/٥٦^{d}	١٠١٥^{cde}	٢٨٨٧^{a}	٣٥/٤^{bc}
F_2Z_1	٧٧٢/٢^{c}	٠/٩٣^{cd}	٢٢/٢١^{de}	٩٩٤/٥^{de}	٢٨١٢^{a}	٣٥/٣^{bc}
F_2Z_2	٨٤٩/٣^{ab}	١/٠٧^{ab}	٢٣/٦٠^{c}	١٠٦٢^{bc}	٢٨٢٩^{a}	٣٧/٥^{abc}
F_2Z_3	٨٦٠/٤^{ab}	١/٠٨^{ab}	٢٤/٥٨^{b}	١١٠٦^{b}	٣٠٢٩^{a}	٣٧/٠^{abc}
F_3Z_1	٨١٨/٠^{abc}	١/٠٠^{bcd}	٢٢/٨٩^{d}	١٠٣٠^{cd}	٢٩٥٦^{a}	٣٥/٠^{bc}
F_3Z_2	٨٢٥/١^{abc}	١/٠٤^{abc}	٢٤/٤٥^{b}	١١٠٠^{b}	٢٨٨٧^{a}	٣٨/٢^{ab}
F_3Z_3	٨٧١/٧^{a}	١/١٥^{a}	٢٥/٦٦^{a}	١١٦٢^{a}	٢٩٧٧^{a}	٣٩/١^{a}

داده‌های دارای حرف مشترک در هر ستون و برای هر عامل دوگانه اختلاف معنی‌دار ندارند.

P_1 (شاهد، 0 kg/ha)، P_2 (100 kg/ha)، P_3 (200 kg/ ha). F_1 و Z_1 (شاهد)، F_2 و Z_2 (غلظت ٣ در هزار)، F_3 و Z_3 (غلظت ٦ در هزار)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین تأثیرات متقابل فسفر×آهن×روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

تیمار	تعداد غلاف در سطح m^2	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	شاخص برداشت(٪)
$P_1F_1Z_1$	۵۹۹/۳^{e}	۰/۹۰^{c}	۱۹/۳۱^{l}	۷۲۵/۰^{m}	۲۶۱۱^{cd}	۲۷/۶^{e}
$P_1F_1Z_2$	۶۷۵/۳^{de}	۰/۹۰^{c}	۲۰/۰۸^{kl}	۹۰۳/۸^{l}	۲۷۳۷^{bcd}	۳۳/۳^{cd}
$P_1F_1Z_3$	۷۳۷/۳^{cd}	۰/۹۶^{bc}	۲۱/۰۴^{ijk}	۹۴۷/۰^{kl}	۲۶۸۶^{bcd}	۳۵/۳^{abcd}
$P_1F_2Z_1$	۷۳۵/۰^{cd}	۰/۹۰^{c}	۲۰/۴۷^{jkl}	۹۰۶/۵^{l}	۲۴۹۵^{cd}	۳۶/۰^{abcd}
$P_1F_2Z_2$	۸۱۰/۳^{abc}	۱/۰۶^{bc}	۲۲/۹۴^{defg}	۱۰۳۳^{fghij}	۲۷۶۱^{bcd}	۳۷/۳^{abcd}
$P_1F_2Z_3$	۸۳۰/۳^{abc}	۱/۰۶^{bc}	۲۴/۰۷^{bcde}	۱۰۸۳^{bcdefg}	۲۹۵۸^{abc}	۳۶/۶^{abcd}
$P_1F_3Z_1$	۷۵۲/۷^{bcd}	۰/۹۳^{bc}	۲۲/۵۶^{fgh}	۱۰۱۵^{ghijk}	۲۹۹۱^{abc}	۳۴/۰^{cd}
$P_1F_3Z_2$	۸۲۰/۷^{abc}	۱/۰۳^{bc}	۲۴/۱۲^{bcd}	۱۰۸۵^{bcdefg}	۳۰۷۱^{abc}	۳۵/۳^{abcd}
$P_1F_3Z_3$	۸۳۱/۰^{abc}	۱/۰۳^{bc}	۲۴/۴۸^{bc}	۱۱۲۵^{bcd}	۳۰۹۹^{abc}	۳۶/۳^{abcd}
$P_2F_1Z_1$	۶۷۵/۳^{de}	۰/۹۰^{c}	۲۱/۲۶^{ijk}	۹۵۶/۹^{jkl}	۲۹۳۵^{abcd}	۳۲/۶^{de}
$P_2F_1Z_2$	۸۲۸/۷^{abc}	۱/۰۳^{bc}	۲۱/۸۵^{jhl}	۹۸۳/۱^{hijk}	۲۷۹۴^{bcd}	۳۵/۳^{abcd}
$P_2F_1Z_3$	۸۵۸/۷^{abc}	۰/۹۶^{bc}	۲۳/۴۷^{cdef}	۱۰۵۶^{cdefgh}	۲۹۹۵^{abc}	۳۶/۰^{abcd}
$P_2F_2Z_1$	۸۱۶/۳^{abc}	۰/۹۶^{bc}	۲۲/۸۷^{defgh}	۱۰۲۹^{fghij}	۲۹۴۶^{abcd}	۳۵/۰^{bcd}
$P_2F_2Z_2$	۸۵۸/۰^{abc}	۱/۰۶^{bc}	۲۲/۳۳^{cdef}	۱۰۵۰^{defghi}	۲۷۴۱^{bcd}	۳۸/۳^{abcd}
$P_2F_2Z_3$	۸۶۳/۷^{abc}	۱/۱۰^{bc}	۲۴/۳۵^{bc}	۱۰۹۶^{bcdefg}	۲۷۶۴^{bcd}	۳۹/۶^{abc}
$P_2F_3Z_1$	۸۲۹/۳^{abc}	۱/۰۳^{bc}	۲۳/۵۳^{cdef}	۱۰۵۹^{cdefgh}	۲۸۳۹^{bcd}	۳۷/۳^{abcd}
$P_2F_3Z_2$	۸۶۳/۳^{abc}	۱/۰۳^{bc}	۲۴/۳۲^{bc}	۱۰۹۴^{bcdefg}	۲۸۵۶^{bcd}	۳۸/۳^{abcd}
$P_2F_3Z_3$	۸۷۳/۷^{abc}	۱/۱۳^{ab}	۲۵/۲۰^{b}	۱۱۳۴^{bc}	۲۸۵۹^{bcd}	۳۹/۶^{abc}
$P_3F_1Z_1$	۸۳۱/۰^{abc}	۰/۹۰^{c}	۲۱/۶۱^{hij}	۹۷۲/۵^{ijkl}	۲۸۰۴^{bcd}	۳۵/۰^{bcd}
$P_3F_1Z_2$	۸۶۱/۳^{abc}	۱/۱۰^{bc}	۲۲/۷۲^{efgh}	۱۰۲۳^{fghijk}	۲۸۹۴^{bcd}	۳۵/۳^{abcd}
$P_3F_1Z_3$	۸۶۸/۰^{abc}	۱/۰۰^{bc}	۲۳/۱۷^{cdefg}	۱۰۴۳^{efghi}	۲۹۸۰^{abc}	۳۵/۰^{bcd}
$P_3F_2Z_1$	۷۶۵/۳^{bcd}	۰/۹۳^{bc}	۲۳/۲۹^{cdef}	۱۰۴۸^{defghi}	۲۹۹۵^{abc}	۳۵/۶^{bcd}
$P_3F_2Z_2$	۸۷۹/۷^{ab}	۱/۱۰^{bc}	۲۴/۵۳^{bc}	۱۱۰۴^{bcdef}	۲۹۸۴^{abc}	۳۷/۰^{abcd}
$P_3F_2Z_3$	۸۸۷/۳^{ab}	۱/۱۰^{bc}	۲۵/۳۲^{b}	۱۱۳۹^{b}	۳۳۶۶^{ab}	۳۴/۶^{bcd}
$P_3F_3Z_1$	۸۷۲/۰^{abc}	۱/۰۳^{bc}	۲۲/۵۸^{fgh}	۱۰۱۶^{ghijk}	۳۰۳۸^{abc}	۳۳/۶^{cd}
$P_3F_3Z_2$	۷۹۱/۳^{abcd}	۱/۰۶^{bc}	۲۴/۹۱^{b}	۱۱۲۱^{bcde}	۲۷۳۴^{bcd}	۴۱/۰^{ab}
$P_3F_3Z_3$	۹۱۰/۳^{a}	۱/۳۰^{a}	۲۷/۲۹^{a}	۱۲۲۸^{a}	۲۹۷۴^{abc}	۴۱/۳^{a}

داده‌های دارای حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

P_1 (شاهد، 0 kg/ha)، P_2 (100 kg/ ha)، P_3 (200 kg/ ha). F_1 و Z_1 (شاهد)، F_2 و Z_2 (غلظت ۳ در هزار)، F_3 و Z_3 (غلظت ۶ در هزار)

Archive of SID
www.SID.ir

۷.۳. نتیجه‌گیری

براساس نتایج این بررسی می توان گفت کمترین عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در تیمارهای شاهد بودند. سطوح اصلی فسفر، آهن و روی بر عملکرد دانه، تعداد غلاف در واحد سطح و وزن صد دانه معنی‌دار بودند، برای صفت تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت اثرات اصلی به‌جز سطوح فسفر معنی دار بودند. همچنین، اثر متقابل فسفر×آهن بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن صد دانه و تعداد غلاف در واحد سطح معنی‌دار بود. به‌طور کلی نتایج حاصل نشان داد که ضعف مواد آلی خاک زمینهٔ کمبود عناصر تغذیه‌ای لازم برای رشد گیاه را فراهم می‌کند. در این صورت مصرف کودهای شیمیایی یکی از راه‌های مهم تقویت خاک و گیاه است. در این بررسی نیز نخود وقتی تحت تأثیر تغذیهٔ مناسب فسفر، آهن و روی قرار گرفت، واکنش مثبتی از نظر عملکرد و اجزای عملکرد از خود نشان داد. با این حال، این واکنش در سطوح مختلف عناصر غذایی متفاوت بود. در شرایط توأم عناصر غذایی، عملکرد بیش از مصرف انفرادی این عناصر افزایش یافت و به نظر می‌رسد عناصر غذایی مصرف‌شده اثر منفی روی یکدیگر نداشتند. لذا، می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط محیطی مشابه از لحاظ خاک و آب و هوا تلفیق ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل×غلظت ٦ در هزار فوسین×غلظت ٦ در هزار سولفات روی به‌دلیل کسب حداکثر عملکرد دانه نسبت به سایر سطوح کودی توصیه‌شدنی است.

منابع

۱. ابراهیمی، م؛ حسن‌پور، ا؛ (۱۳۸۱). «مقایسهٔ دو رقم ذرت میان‌رس ٦٤٧ و دیررس ۷۰٤ با استفاده از آهن و روی در تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقهٔ فارس». *هفتمین کنگرهٔ زراعت*. کرج، ص. ۲۷.

۲. ادهمی، ا؛ رونقی، ا؛ (۱۳۷۸). *تأثیر فسفر و روی بر رشد و محتوی شیمیایی در ذرت، لوبیا، سویا و باقلا*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. رحیمی، م؛ مظاهری، د؛ خدابنده، ن؛ (۱۳۸۲). «اثر ریز مغذی‌ها بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم آفتابگردان». *پژوهش و سازندگی*. ٦۱، ص. ۹٦ـ۱۰۳.

٤. سالاردینی، ع، ا؛ مجتهدی، م؛ (۱۳٦۷). *اصول تغذیهٔ گیاه*. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

۵. سیاوشی، ک؛ سلیمانی، ر؛ ملکوتی، م، ج؛ (۱۳۸۳). «تأثیر زمان‌های مختلف مصرف سولفات روی و تاریخ کاشت بر عملکرد و درصد پروتئین نخود دیم». *علوم خاک و آب*، ۱۸، ۱، ص. ۱۳٤ـ۱۲۳.

٦. شاهویی، ص؛ (۱۳۸۵). *سرنوشت و خصوصیت خاک‌ها، (ترجمه)*. انتشارات دانشگاه کردستان، ۸۸۰ صفحه.

۷. عشقی‌زاده، ح؛ کافی، م؛ خوش‌گفتارمنش، ا؛ عزیزی، خ؛ (۱۳۹۰). «پاسخ چهار ژنوتیپ گندم (Triticum aestivum) به تغذیهٔ برگی روی در یک خاک آهکی». *زراعت*، ۹۱، ص. ٤۳ـ۳۵.

۸. کوچکی، ع؛ سرمدنیا، غ، ح؛ (۱۳۷۷). *فیزیولوژی گیاهان زراعی، (ترجمه)*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ٤۰۰ صفحه.

۹. کوچکی، ع؛ بنایان اول، م؛ (۱۳۷۲). *زراعت حبوبات*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳٦ صفحه.

۱۰. مجنون‌حسینی، ن؛ (۱۳۸۳). *حبوبات در ایران*. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.

۱۱. محمودیان، م؛ مختارپور، ح؛ کاظمی، م؛ (۱۳۸۱). «تأثیر روش‌های مختلف مصرف عناصر ریزمغذی بر شاخص های رشد، اجزای عملکرد و خواص کمی و کیفی ذرت». *هفتمین کنگرهٔ زراعت*. کرج، ۲۵۷–۲۵٦.

Archive of SID
www.SID.ir

۱۲. مظاهری، د؛ مجنون‌حسینی، ن؛ (۱۳۸۰). *مبانی زراعت عمومی*. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰صفحه.

۱۳. معتمد، ا؛ سیف‌زاده، س؛ (۱۳۸۳). تعیین اثرات آهن، روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان رقم پر محصول M7510 کرج، *هشتمین کنگرهٔ زراعت*، دانشگاه گیلان.

۱٤. ملکوتی، م، ج؛ ریاضی همدانی، س؛ (۱۳۷۰). *کودها و حاصلخیزی خاک. (ترجمه)*. دانشگاه تربیت مدرس.

۱۵. ملکوتی، م، ج؛ طباطبایی، س، ج؛ (۱۳۷٦). «تغذیهٔ گیاهان از طریق محلول‌پاشی». نشر *آموزش کشاورزی*. کرج، ایران، ۸.

16. Abd E-Hady BA (2007) Effect of Zinc Application on Growth and Nutrient Uptake of Barley Plant Irrigated with Saline Water. Journal Applied Sciences Research. 3: 431-436.

17. Alam S and Raza S (2004) Micronutrient fertilizer. Pakistan Journal of Biological Science. 4:1446-1450.

18. Bickel A (2000) Spatial Response of Corn to banded Zinc sulfate fertilizer in IOWA. Department of Agronomy Iowa state University Ames, Iowa. 17: 144-155.

19. Bolland MDA, Siddique KHM and Brennen RF (2000) Grain yield responses of faba bean(*Vicia faba* L.) to application fetilizer phosphorus and zinc. Australian Journal Experiment Agriculture. 40(6): 849-857.

20. Brennan RF (1992) The effect of zinc fertilizer on take-all and the grain yield of wheat grown on zinc-deficient soils of the Esperance region, Western Australia. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 31:215-219.

21. Bukvic G, Antunovia M, Popovia S and Rastija M (2003) Effect of P and Zn fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). Plant Soil Environment. 49:505-510.

22. El-Gizawy NKB and Mehasen SAS (2009) Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal. 6:1359-1365.

23. FeiziAsl V and Valizadeh Gh (2004) Effect of combined application of phosphorus and zinc in nutrient concentration and yield of dry land wheat cultivar sardari. Journal of Agronomic Sciences. 6: 223-238.

24. Goos RJ and Johnson B (2001) Seed treatment, seeding rate, and cultivar effects on iron deficiency chlorosis of soybean. Journal of Plant Nutrition. 24:1255-1268.

25. Graham A and Mcdonald G K (2000) Effects of zinc on photosynthesis and yield of wheat under heat stress. Australian Agronomy Conference. pp. 27-33.

26. Gulser F, Togay Y and Togay N (2004) The effects of zinc application on zinc efficiency and nutrient composition of lentil (*Lens culinaris*) cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7: 751-759.

27. Hemantaranjan A and Garg OK (1988) Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. Journal of Plant Nutrition. 11:1439-1450.

28. Jutur PP and Reddy AR (2007) Isolation, purification and properties of new restriction endonucleases from Bacillus badius and

Archive of SID
www.SID.ir

Bacillus lentus. Microbiological Research. 162:378-383.

29. Khan HR, McDonald GK and Rengel Z (2003) Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. Plant and Soil. 249:389-400.

30. Kobraee S, Sham si k and Rasekhi B (2011) Effect of micronutrients application on y ield and yield components of soybean. Annals. Biological Research. 2(2): 476-482.

31. LeBlanc PV, Gupta UC and Christie BR (1997) Zinc nutrition of silage corn grown on acid podzols. Journal of Plant Nutrition. 20:345-353.

32. Matar AE, Saxena M and Silim SN (1987) Soil as a guide to Phosphat fertilization of five legumes in Syria. Proceedings of the second regional work shop Ankara, Turkey . 1-6 September.

33. Mortvedt JJ (1986) Iron sources and management practices for correcting iron chlorosis problems. Journal of Plant Nutrition. 9:961-974.

34. Pandey N, Pathak GC and Sharm a CP (2009) Impairment in reproductive development is a major factor limiting yield of black gram under zinc deficiency. Biologia Plantarum. 53:723-727.

35. Pinto A, Mota M and Varennes A (2005) Influence of organic matter on t he uptake of zinc, copper and i ron by Sorghum plants. Science Total Environment. 326:239-247.

36. Rafiei, M (2009) Influence of Tillage and Plant Density on Mungbean American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture. 3(4): 877-880.

37. Seedinger MT and Moss DE (1976) Correction of iron deficiency in peas by foliar sprays. Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry. 16: 758-760.

38. SeifiNadergholi M, Yarnia M and Rahimzade Khoei F (2011) Effect of zinc and Fe and their application method on y ield and yield components of common bean. M iddle-East Journal Science Research. 8(5): 859-865.

39. Tandon, HLS (1995) M icronutrients in soils, Crops and Fertilizers-a sourcebook-cum-directory Fertilizer Dev elopment and Consultation Organisation.

40. Thiruppathi MK, Thanunathan K, Prakash M and Imayavaramban V (2001) Use of biofertilizer, phytohormone and zinc as a cost effective agrotechnique for increasing sesame productivity. Sesame and Saffl ower Newsletter. 16: 46-50.

41. Tolay I and Gul mezoglu N (2004) Effect of Manganese and Zinc Foliar Application on Common Bean. Plant Soil Environment. 42: 314-322.

42. Zaidi A, Khan M S and Am il MD (2003) Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on y ield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy. 19:15-21.

43. Zayed BA, Salem AKM and El Sharkawy HM (2011) Effect of di fferent micronutrient treatments on rice *(Oriza sativa* L.) growth and yield under saline soil conditions. World Journal Agriculture Sciences. 7(2): 179-184.

Archive of SID
www.SID.ir