تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر صفات کمی و کیفی دو رقم ارزن دانه‌ای

حامد جوادی[۱*]، محمدجواد ثقه‌الاسلامی[۲] و سید غلام‌رضا موسوی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دو رقم ارزن دانه‌ای آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند در سال ۱۳۸۹ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه دو رقم ارزن دانه‌ای شامل باستان (ارزن دم‌روباهی) و پیشاهنگ (ارزن معمولی) و شش سطح محلول‌پاشی کود ریزمغذی (شاهد، آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + روی + منگنز) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین طول پانیکول، وزن هزار دانه، تعداد پانیکول در مترمربع از رقم پیشاهنگ و بیشترین عملکرد دانه، تعداد دانه در پانیکول، شاخص برداشت و عملکرد پروتئین از رقم باستان حاصل شد. محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی صفاتی مانند طول پانیکول، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و درصد پروتئین را تحت‌تأثیر قرار داد ولی تأثیری بر عملکرد دانه نداشت. محلول‌پاشی با آهن + روی + منگنز درصد پروتئین را نسبت به شاهد افزایش داد ولی عملکرد پروتئین تحت‌تأثیر قرار نگرفت. براساس نتایج حاصل از این آزمایش جهت دست‌یابی به بیشینه عملکرد دانه ارزن شاید بتوان از رقم باستان و محلول‌پاشی با کود روی استفاده کرد که نیاز به تحقیقات بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: محلول‌پاشی، کود ریزمغذی، باستان، پیشاهنگ، ارزن دانه‌ای

۱. استادیار بوم‌شناسی زراعی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران

۲. دانشیاران گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: h_javadi@pnu.ac.ir

مقدمه

امروزه تحمل به خشکی و کوتاهی طول دوره رشد از ویژگی‌های مطلوب یک گیاه زراعی به‌شمار می‌رود. ارزن از جمله گیاهانی است که به‌دلیل کوتاهی طول دوره رشد و مقاومت نسبی به خشکی می‌تواند در بیشتر مناطق کشور که از نظر تأمین آب و یا طول دوره مناسب برای رشدونمو گیاهان مشکل دارند، مورد استفاده قرار گیرد و در تولید غذا برای دام و طیور نقش مهمی بازی کند (۲).

عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند. این عناصر ضمن شرکت در ساختار برخی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند (۲۳). کمبود این عناصر گاهی به‌عنوان محدود کننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می‌توانند عمل کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می تواند وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشد (۱۶ و ۱۹). مصرف برگی عناصر ریزمغذی به دفعات متعدد، ضمن رفع کمبود آنها سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه نیز می‌شوند (۳۰). نتایج تحقیقات متعدد حاکی از تأثیر مثبت کاربرد ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی می‌باشد (۴ و ۱۸). نژادحسینی و همکاران (۲۰) در بررسی اثر محلول‌پاشی روی بر گیاه ارزن دانه‌ای معمولی (*Panicum miliaceum*) گزارش نمودند که محلول‌پاشی روی، باعث افزایش عملکرد دانه، وزن خشک شاخساره و کاهش طول خوشه گردید درحالی‌که بر وزن هزار دانه تأثیری نداشت. هم‌چنین کاربرد کود روی باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه ارزن شد. احمدی آغ‌تپه و همکاران (۳) در خصوص اثر محلول‌پاشی کود کامل بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica*) گزارش نمودند که محلول‌پاشی با کود کامل باعث افزایش عملکرد علوفه خشک و درصد پروتئین گردید. این محققان علت افزایش پروتئین خام را به نقش اساسی نیتروژن و عناصری مانند روی، مس و آهن در پروتئین‌سازی مربوط دانستند. نتایج مطالعات محققان متعددی (۳، ۱۵، ۱۷، ۲۱، ۲۴ و ۲۸) تأیید کننده افزایش میزان پروتئین خام در اندام‌های هوایی و دانه گیاهان در اثر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی می‌باشد. متاعی و همکاران (۱۳) در بررسی اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین (*Zea mays var saccharata*) گزارش نمودند که محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی اثر معنی‌داری بر عملکرد زیستی و عملکرد پروتئین دانه داشت ولی عملکرد دانه و شاخص برداشت را تحت‌تأثیر قرار نداد. بیشترین عملکرد زیستی به‌طور مشترک متعلق به محلول‌پاشی با آهن و منگنز بود. هم‌چنین در تیمار محلول‌پاشی با آهن بیشترین عملکرد پروتئین حاصل شد. مصطفوی‌راد و همکاران (۱۴) گزارش کردند که کاربرد توأم روی و منگنز باعث افزایش عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول خوشه و وزن خوشه در گندم گردید.

با توجه به سازگاری ارزن به شرایط آب‌وهوایی منطقه خراسان جنوبی این تحقیق به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دو رقم ارزن دانه‌ای انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۵۴۸ متر از سطح دریا اجرا شد. به‌منظور تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی در شش سطح شامل شاهد، آهن (Fe)، روی (Zn)، منگنز (Mn)، آهن + روی (Fe + Zn) و آهن + روی +

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

نام شاخص	مقدار شاخص	حد مطلوب
بافت خاک	لوم رسی شنی	لومی
اسیدیته	۸/۳	۶/۵ – ۷/۵
هدایت الکتریکی (mS/cm)	۲/۷	<۴
نیتروژن (%)	۰/۰۱	۰/۱ – ۰/۱۵
فسفر (ppm)	۵/۴	۱۵
پتاسیم (ppm)	۲۷۰	۳۰۰
آهن (mg/kg)	۹/۲	۱۱ – ۱۶
روی (mg/kg)	۰/۸	۱ – ۳
منگنز (mg/kg)	۷/۸	۹ – ۱۲

منگنز (Fe + Zn + Mn) و رقم ارزن دانه‌ای شامل باستان (ارزن دم‌روباهی) و پیشاهنگ (ارزن معمولی) بودند. ارقام باستان و پیشاهنگ به‌ترتیب به‌عنوان رقم جدید ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica*) و رقم جدید ارزن معمولی (*Panicum miliaceum*)، اخیراً به‌عنوان ارقام جدید ارزن توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی گردیده است (۱۱ و ۱۲). بدین ترتیب این آزمایش جمعاً دارای ۱۲ تیمار بود. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و با فاصله ردیف ۰/۵ متر بود که دو ردیف کناری در دو طرف هر کرت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت ۱۸ مترمربع (۶ × ۳) و فواصل بین هر دو کرت یک متر و بین دو تکرار سه متر در نظر گرفته شد. براساس نتایج آزمون خاک به‌میزان ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، ۵۲/۲ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع سوپرفسفات تریپل) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص (از منبع سولفات پتاسیم) قبل از کاشت با استفاده از کودپاش سانتریفیوژ در داخل زمین پخش شد. سپس توسط فاروئر جوی‌وپشته ایجاد شد. کاشت بذور در تاریخ اول تیر به روش خشکه‌کاری و با دست انجام گردید. قبل از کاشت، بذور به‌وسیله قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به‌میزان ۲ در هزار ضدعفونی گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. آبیاری مزرعه به طریقی نشتی و با مدار ۷ روز انجام گردید. پس از استقرار بوته‌ها میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص (از منبع اوره) در مرحله پنجه‌زنی و ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره) در مرحله ساقه‌دهی به‌صورت سرک به‌طور یکنواخت در فاصله ردیف‌های کاشت پخش شد. تیمار کودهای ریزمغذی در مراحل شروع ساقه‌دهی و خوشه‌دهی به‌صورت محلول‌پاشی استفاده گردید. این کودها شامل روی از منبع کلات روی ۱۵٪، آهن از منبع کلات آهن ۶٪ و منگنز از منبع کلات منگنز ۱۷٪ بودند که به‌ترتیب با غلظت‌های ۲/۵، ۳/۵ و ۳/۵ در هزار محلول‌پاشی شدند. فاکتورهای مورد ارزیابی شامل صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن و درصد پروتئین دانه بودند. به‌منظور تعیین برخی صفات مورفولوژیکی، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت فرعی به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع گیاه و طول پانیکول در آنها اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه عملیات برداشت نهایی برای تیمارها زمانی انجام گرفت که ساقه‌ها و خوشه‌ها به رنگ زرد در آمده بودند. برای این منظور پس از حذف دو ردیف حاشیه و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت، سطحی معادل ۴/۸ مترمربع جهت تعیین عملکرد دانه اختصاص داده شد. سپس در سطح مذکور کلیه بوته‌ها برداشت شد، تا پس از خرمن‌کوبی و بوجاری عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار براساس ۱۲ درصد رطوبت تعیین گردد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد، سطحی معادل ۰/۵ مترمربع از هر کرت برداشت و اجزای عملکرد شامل تعداد پانیکول در مترمربع، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه محاسبه گردید. جهت تعیین عملکرد کیفی ابتدا میزان نیتروژن دانه به روش کجلدال اندازه‌گیری شد و سپس میزان پروتئین دانه و عملکرد پروتئین با استفاده از روابط زیر به‌دست آمد (۹):

(۱) درصد پروتئین دانه = درصد نیتروژن دانه × ۶/۲۵

(۲) عملکرد پروتئین = عملکرد دانه × درصد پروتئین دانه

پس از جمع‌آوری داده‌های مزرعه‌ای و انجام برخی محاسبات لازم، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای

دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود (جدول ۲). محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی ارتفاع گیاه را نسبت به شاهد افزایش نداد (جدول ۳). نتایج احمدی آغ‌تپه و همکاران (۳) در ارزن دم‌روباهی، مارالیان و همکاران (۱۵) در گندم، رمرودی و همکاران (۲۲) در اسفرزه و سپهر و همکاران (۲۵) در آفتابگردان نیز نشان داد که محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی ارتفاع گیاه را تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهد. نتایج جدول تجزیه واریانس در خصوص برهمکنش رقم و محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با منگنز در رقم باستان باعث کاهش ارتفاع بوته گردید ولی تفاوت آماری معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد (جدول ۴). دلیل کاهش ارتفاع بوته در رقم باستان در تیمار محلول‌پاشی با منگنز، کاهش طول پانیکول می‌باشد که بر اثر کاهش تعداد دانه در پانیکول حادث شده است (جدول ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش آنها بر طول پانیکول معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم پیشاهنگ از لحاظ طول پانیکول نسبت به رقم باستان برتر بود (جدول ۳). بیشترین طول پانیکول از محلول‌پاشی با مخلوط آهن و روی با میانگین ۱۳/۸ سانتی‌متر حاصل شد ولی تفاوت آماری معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد (جدول ۳). همانتاراجان و گارج (۸) گزارش کردند که کاربرد توأم آهن و روی باعث افزایش طول سنبله گندم گردید. نتیجه به‌دست آمده با نتایج رمرودی و همکاران (۲۲) و مارالیان و همکاران (۱۵) مطابقت نداشت. در رقم باستان محلول‌پاشی با کود منگنز طول پانیکول را کاهش داد ولی در رقم پیشاهنگ محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی (به‌استثناء آهن) باعث افزایش طول پانیکول گردید (جدول ۴). دلیل کاهش طول پانیکول در تیمار محلول‌پاشی با منگنز، کاهش تعداد دانه در پانیکول می‌باشد.

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد دانه در رقم باستان با میانگین ۱۸۶۵/۱ کیلوگرم در هکتار بالاتر از عملکرد دانه در رقم پیشاهنگ با میانگین ۱۶۱۶/۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). شاید علت بالاتر بودن عملکرد دانه در رقم باستان تعداد دانه در پانیکول بیشتر در این رقم باشد. در مطالعات مهرانی و همکاران (۱۲ و ۱۳) نیز رقم باستان نسبت به رقم پیشاهنگ از لحاظ عملکرد دانه برتری داشت. محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۲). وتس و همکاران (۲۹) گزارش نمودند محلول‌پاشی با سولفات روی موجب بهبود رشد ذرت شد ولی تأثیر کمی بر عملکرد دانه داشت. این در حالی است که محققان متعددی(۱، ۵، ۱۷، ۲۴ و ۲۷) به تأثیر مثبت محلول‌پاشی روی در افزایش عملکرد دانه اشاره نموده‌اند. برهمکنش رقم و محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در رقم باستان محلول‌پاشی با روی باعث افزایش ۳۷/۵ درصدی عملکرد نسبت به شاهد گردید. در رقم پیشاهنگ محلول‌پاشی با منگنز باعث افزایش عملکرد به‌میزان ۸/۳ درصد نسبت به شاهد گردید ولی کاربرد سایر کودهای ریزمغذی در این ارقام تأثیر مثبتی در عملکرد دانه ایجاد نکرد (جدول ۴). کاربرد کودهای حاوی روی می‌تواند جذب و غلظت سایر عناصر غذایی در گیاه را تحت‌تأثیر قرار دهد (۲۶). هم‌چنین با تأثیر بر مقدار کلروفیل برگ، غلظت ایندول استیک اسید (IAA) و افزایش فتوسنتز باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد (۲۳).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که وزن هزار دانه رقم پیشاهنگ با میانگین پنج گرم بیشتر از رقم باستان با میانگین ۳/۲ گرم بود (جدول ۳). احتمالاً تعداد دانه در

جدول ۲. میانگین مربعات مربوط به اثر کودهای ریزمغذی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه ارقام ارزن دانه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		ارتفاع گیاه پانیکول	طول	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد پانیکول در مترمربع	تعداد دانه در پانیکول	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۱۸۶/۷۴ ns	۳/۹۶ *	۲۱۷۸۶/۹۲ ns	۰/۰۲۸ ns	۲۴۳۳/۴ ns	۳۴۰۸/۵۱ ns	۲۲۸۶۶۰/۸۱ ns	۵/۴۷ ns	۰/۱۴۶ ns	۱۹۰/۴۱ ns
کود ریزمغذی	۵	۷۲/۱ ns	۵/۶۳ **	۶۶۹۶۹/۶۰ ns	۰/۰۴۲ ns	۸۱۰/۷/۶ ns	۱۵۶۶۶/۴۸ ns	۴۵۳۸۱۷۱/۴ **	۲۲۲/۴ **	۰/۸۱۷ *	۱۰۴۳/۴۵ ns
رقم	۱	۱۷/۳۶ ns	۶۰۴/۳ **	۵۵۷۵۸۳/۳ **	۲۸/۵۸ **	۱۹۹۹۵۸/۰۲ **	۸۹۵۳۱۹/۶۷ **	۴۳۴۴۶۱/۲ ns	۳۲۳/۸۸ *	۰/۰۶۳ ns	۷۲۲۵/۸۵ **
رقم × کود ریزمغذی	۵	۱۹۶/۲۶ *	۵/۰۸ **	۳۱۳۸۸۷/۳۲ **	۰/۰۱ ns	۲۳۸۹/۲۲ *	۱۹۵۳۰/۳۸ ns	۲۱۰۶۷۲۵/۵۸ **	۱۸۳/۹۵ *	۰/۴۵۴ ns	۳۲۶۱/۵۶ **
خطای آزمایشی	۲۲	۶۴/۶	۰/۹۷	۲۸۷۷۴/۳	۰/۰۴۲	۸۷۲/۵۶	۹۰۴۹/۰۲	۲۸۳۰۱۹/۱۹	۴۹/۸۱	۰/۳۲	۵۲۶/۲۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۱۳	۸/۰۳	۲۵/۰۵	۴/۹۶	۱۳/۴۴	۲۳/۴۲	۲۵/۶۷	۱۶/۱۹	۵/۳۵	۲۳/۳۸

ns، * و ** به‌ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه ارزن دانه‌ای تحت‌تأثیر رقم و کودهای ریزمغذی

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	طول پانیکول (سانتی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد پانیکول در مترمربع	تعداد دانه در پانیکول	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
رقم										
باستان	۷۲/۸ a	۸/۱ b	۱۸۶۵/۱ a	۳/۲ b	۱۴۵/۳ b	۴۲۵/۶ a	۴۰۸۴/۴ a	۴۶/۶ a	۱۰/۶ a	۱۹۸/۴ a
پیشاهنگ	۷۱/۴ a	۱۶/۳ a	۱۶۱۶/۲ b	۵/۰ a	۲۹۴/۳ a	۱۱۰/۲ b	۴۳۰۴/۱ a	۴۰/۶ b	۱۰/۵ a	۱۷۰/۱ b
کودهای ریزمغذی										
شاهد	۷۵/۳ a	۱۱/۱ b	۱۷۰۱/۳ a	۴/۲ a	۲۲۴/۸ a	۲۱۶/۶ a	۳۲۳۲/۷ d	۵۲/۷ a	۱۰/۰ b	۱۷۱/۶ a
آهن	۷۲/۶ a	۱۱/۴ b	۱۸۱۶/۶ a	۴/۰ a	۲۲۸/۶ a	۳۳۷/۱ a	۴۹۲۴/۱ ab	۴۰/۵ ab	۱۰/۷ ab	۱۹۵/۷ a
روی	۷۱/۱ a	۱۲/۷ ab	۱۹۰۶/۲ a	۴/۰ a	۲۰۷/۳ a	۳۰۰/۴ a	۴۳۱۸/۵ bc	۴۴/۱ ab	۱۰/۳ ab	۱۹۷/۶ a
منگنز	۶۶/۲ a	۱۲/۰ b	۱۶۲۴/۱ a	۴/۲ a	۲۰۶/۸ a	۲۰۴/۰ a	۳۸۵۲/۷ cd	۴۲/۸ ab	۱۰/۵ ab	۱۷۰/۳ a
مخلوط آهن و روی	۷۵/۸ a	۱۳/۸ a	۱۶۵۴/۱ a	۴/۱ a	۲۳۵/۱ a	۲۸۸/۹ a	۳۳۹۶/۱ cd	۴۶/۷ ab	۱۰/۵ ab	۱۷۵/۰ a
مخلوط آهن، روی و منگنز	۷۱/۸ a	۱۲/۴ ab	۱۷۴۱/۶ a	۴/۰ a	۲۱۶/۳ a	۲۶۰/۲ a	۵۴۴۱/۴ a	۳۴/۵ b	۱۱/۱ a	۱۹۵/۲ a

داخل ستون و برای هر عامل آزمایشی، حروف نامشابه نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای ریزمغذی و رقم بر برخی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه ارزن دانه‌ای

تیمار		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	طول پانیکول (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد پانیکول در مترمربع	تعداد دانه در پانیکول	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
رقم × کود ریزمغذی											
باستان	شاهد	۸۰/۳ a	۷/۶ cd	۱۶۸۱/۲ bcd	۳/۳ b	۱۲۲/۳ c	۳۴۴/۸ bc	۳۰۷۷/۳ e	۵۴/۶ a	۱۰/۱ b	۱۷۱/۱ cdef
	آهن	۷۸/۳a	۸/۷ c	۱۹۳۳/۳b	۳/۲ b	۱۵۲/۰ c	۵۶۸/۶ a	۴۶۱۹/۱ bc	۴۷/۵ ab	۱۰/۵ ab	۲۰۳/۱ abcd
	روی	۷۶/۴ a	۸/۸ c	۲۳۱۲/۴ a	۳/۲ b	۱۳۹/۳ c	۴۷۷/۳ ab	۵۰۶۲/۴ b	۴۵/۶ abc	۱۰/۰ b	۲۳۵/۳ a
	منگنز	۶۰/۰ b	۶/۸ d	۱۳۸۳/۳d	۳/۲ b	۱۶۱/۰ c	۲۷۷/۸ cd	۳۶۶۴/۰ cde	۳۷/۸ bc	۱۰/۷ ab	۱۴۸/۲ ef
	مخلوط آهن و روی	۷۶/۸ a	۹/۳ c	۱۸۹۷/۱ b	۳/۲ b	۱۴۵/۳ c	۴۹۱/۰ ab	۳۶۶۶/۴ cde	۴۸/۱ ab	۱۰/۹ ab	۲۰۶/۶ abc
	مخلوط آهن ، روی و منگنز	۶۵/۳ ab	۷/۷ cd	۱۹۸۳/۳ h	۳/۱ h	۱۵۲/۰ c	۳۹۳/۹ bc	۴۴۱۷/۲ bcd	۴۵/۷ abc	۱۱/۳ a	۲۲۶/۲ ab
پیشاهنگ	شاهد	۷۰/۴ ab	۱۴/۷ b	۱۷۲۱/۴ bc	۵/۱ a	۳۲۷/۳ a	۸۸/۴ e	۳۳۸۸/۱ e	۵۰/۷ ab	۱۰/۰ b	۱۷۲/۱ cdef
	آهن	۶۷/۰ ab	۱۴/۰ b	۱۶۹۹/۹ bcd	۴/۹ a	۳۰۵/۳ ab	۱۰۵/۵ de	۵۲۲۹/۱ b	۳۳/۶ cd	۱۱/۰ ab	۱۸۸/۳ bcde
	روی	۶۵/۹ ab	۱۶/۶ a	۱۲۹۹/۹ cd	۲/۹ a	۲۷۵/۳ ab	۱۲۳/۵ de	۳۵۷۲/۷ de	۲۲/۶ abc	۱۰/۶ ab	۱۵۹/۹ def
	منگنز	۷۲/۴ ab	۱۷/۲ a	۱۸۶۴/۹ b	۵/۱ a	۲۵۲/۶ b	۱۳۰/۱ de	۴۰۴۱/۴ cde	۴۸/۰ ab	۱۰/۳ ab	۱۹۲/۵ abcd
	مخلوط آهن و روی	۷۴/۷ ab	۱۸/۳ a	۱۴۱۱/۱ cd	۵/۰ a	۳۲۵/۰ a	۸۶/۹ e	۳۱۲۵/۸ e	۴۵/۲ abc	۱۰/۱ b	۱۴۳/۴ f
	مخلوط آهن، روی و منگنز	۷۸/۴ a	۱۷/۲ a	۱۲۹۹/۹ cd	۴/۸ a	۲۸۰/۶ ab	۱۲۶/۶ de	۶۴۶۵/۶ a	۲۳/۳ d	۱۱/۰ ab	۱۶۴/۳ cdef

داخل ستون، حروف نامشابه نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

پانیکول بیشتر در رقم باستان نسبت به رقم پیشاهنگ باعث شده مواد پرورده لازم جهت پر شدن دانه‌ها فراهم نشده و سهم هر دانه در پانیکول کاهش یابد و درنتیجه باعث کاهش وزن هزار دانه در رقم باستان گردد. نتایج مطالعات مهرانی و همکاران (۱۲ و ۱۳) نیز با نتیجه به‌دست آمده مطابقت داشت. اثر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش رقم و محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جداول ۳ و ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر تعداد پانیکول در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۲). از لحاظ تعداد پانیکول در مترمربع رقم پیشاهنگ با میانگین ۲۹۴/۳ در رتبه بالاتری نسبت به رقم باستان با میانگین ۱۴۵/۳ بود. اثر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش رقم و محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر تعداد پانیکول در مترمربع معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتیجه به‌دست آمده با نتیجه مطالعه رمرودی و همکاران (۲۲) در خصوص اسفرزه مطابقت دارد. مقایسه میانگین در خصوص برهمکنش رقم و محلول‌پاشی نشان داد که در رقم باستان محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی اثر معنی‌داری بر تعداد پانیکول در مترمربع نداشت اما در رقم باستان محلول‌پاشی با کود منگنز تعداد پانیکول در مترمربع را کاهش داد (جدول ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر تعداد دانه در پانیکول معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم باستان با میانگین ۴۲۵/۶ نسبت به رقم پیشاهنگ با میانگین ۱۱۰/۲ از تعداد دانه بیشتری در پانیکول برخوردار بود (جدول ۳). نتایج مطالعات مهرانی و همکاران (۱۲ و ۱۳) نیز با نتیجه به‌دست آمده مطابقت داشت. اثر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش رقم و محلول‌پاشی با کود ریزمغذی بر تعداد دانه در پانیکول معنی‌دار نبود (جدول ۲). در رقم باستان محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی (به‌استثناء منگنز) نسبت به شاهد تعداد دانه در پانیکول را افزایش داد و میزان تأثیر محلول‌پاشی با آهن نسبت به سایرین بیشتر بود. در رقم پیشاهنگ محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی نسبت به شاهد تعداد دانه در پانیکول را افزایش داد ولی تفاوتی از این لحاظ بین مخلوط آهن و روی و شاهد مشاهده نشد (جدول ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر عملکرد زیستی معنی‌دار نبود اما اثر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر عملکرد زیستی معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با کود ریزمغذی نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد زیستی شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد زیستی از محلول‌پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز حاصل شد که افزایش ۴۰/۵۹ درصدی نسبت به شاهد داشت (جدول ۲). گزارش خلیلی‌محله و رشدی (۱۰) در ذرت، اعتصام (۶) در گندم و احمدی آغ‌تپه و همکاران (۳) در ارزن دم‌روباهی نیز حاکی از آن است که محلول‌پاشی منگنز، روی و آهن باعث افزایش عملکرد زیستی گردید. حیدری (۷) افزایش معنی‌دار عملکرد زیستی را به‌دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه و تشدید فتوسنتز در نتیجه محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها ذکر کرد. با توجه به اهمیت عنصر روی در فعالیت‌های آنزیمی (۲۳)، شرکت آهن در تشکیل کلروفیل گیاه و شرکت منگنز در سنتز کربوهیدرات‌ها و فعال‌سازی آنزیم‌ها (۱۶)، گیاه از طریق افزایش فتوسنتز و تولید مواد پرورده لازم باعث افزایش عملکرد زیستی شده است.

برهمکنش رقم و محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر عملکرد زیستی معنی‌دار بود (جدول ۲). در ارقام باستان و پیشاهنگ محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد زیستی گردید. بیشترین عملکرد زیستی در رقم باستان از محلول‌پاشی با روی و در رقم پیشاهنگ از محلول‌پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز حاصل شد که به‌ترتیب افزایش ۳۹/۲۱ و ۴۷/۵۹ درصدی نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم باستان با میانگین ۴۶/۶ درصد از شاخص بالاتری نسبت به رقم پیشاهنگ با میانگین ۴۰/۶ درصد برخوردار بود (جدول ۳). دلیل این برتری افزایش عملکرد دانه

در رقم باستان نسبت به پیشاهنگ می‌باشد. اثر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی باعث کاهش شاخص برداشت نسبت به شاهد گردید به‌طوری‌که بیشترین کاهش متعلق به تیمار مخلوط آهن، روی و منگنز بود (جدول ۳). محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی از طریق افزایش رشد رویشی و افزایش عملکرد زیستی نسبت به شاهد باعث این کاهش گردید. برهمکنش رقم و محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی باعث کاهش شاخص برداشت در هر دو رقم نسبت به شاهد گردید. در رقم باستان محلول‌پاشی با منگنز و در رقم پیشاهنگ محلول‌پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز بیشترین کاهش را نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴). در رقم باستان کاهش عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با منگنز از طریق کاهش انتقال مواد لازم و کاهش طول پانیکول و در رقم پیشاهنگ افزایش عملکرد زیستی در تیمار محلول پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز از طریق افزایش ارتفاع گیاه و رشد رویشی باعث کاهش شاخص برداشت نسبت به شاهد گردید.

درصد پروتئین دانه و عملکرد آن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار نبود اما اثر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی درصد پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش داد به‌طوری‌که بیشترین درصد پروتئین دانه از مخلوط آهن، روی و منگنز با میانگین ۱۱/۱ درصد حاصل شد ولی تفاوتی بین سایر تیمارهای محلول‌پاشی مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج پرهام‌فر(۲۱) و احمدی آغ‌تپه (۳) در ارزن دم‌روباهی، محسنی و همکاران (۱۷)، تاندون (۲۸) در ذرت، رنجبر و بهمنیار (۲۴)، مارالیان و همکاران (۱۵) در گندم نشان دادند که محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی باعث افزایش سنتز پروتئین و بهبود کیفیت محصول می‌گردد. برهمکنش رقم و محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد پروتئین دانه در رقم باستان ۱۴/۲۶ درصد بیشتر از رقم پیشاهنگ بود (جدول ۳). دلیل بالاتر بودن عملکرد پروتئین دانه در رقم باستان، عملکرد دانه بالاتر این رقم نسبت به پیشاهنگ می‌باشد. اثر محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). احتمالاً علت آن بی‌تأثیر بودن محلول‌پاشی بر عملکرد دانه باشد. برهمکنش رقم و محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در رقم باستان محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی (به‌استثناء منگنز) نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه شد. بیشترین عملکرد پروتئین دانه متعلق به محلول‌پاشی با روی بود که نسبت به شاهد ۲۷/۲۸ درصد افزایش داشت (جدول ۴). احتمالاً به‌دلیل افزایش عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با روی عملکرد پروتئین دانه افزایش داشت. در رقم پیشاهنگ محلول‌پاشی با آهن و منگنز نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گردید که میزان آن به‌ترتیب ۸/۶ و ۱۰/۵۹ درصد نسبت به شاهد بود (جدول ۴). احتمالاً دلیل افزایش عملکرد پروتئین دانه در تیمارهای مذکور افزایش عملکرد دانه باشد.

نتیجه‌گیری

بررسی ارقام مورد مطالعه نشان داد که رقم باستان به‌دلیل وجود تعداد دانه در پانیکول بیشتر از عملکرد بالاتری نسبت به رقم پیشاهنگ برخوردار بود. دو رقم فوق تفاوتی از لحاظ درصد پروتئین دانه نداشتند ولی عملکرد پروتئین دانه به‌دلیل عملکرد دانه بالاتر در رقم باستان بیشتر بود. با توجه به اینکه میزان عناصر کم‌مصرف در خاک کمتر از حد بحرانی بود، انتظار می‌رفت محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی مربوطه بتواند اثر

مثبت معنی‌داری در عملکرد دانه داشته باشد. عدم بروز این تأثیر معنی‌دار می‌تواند نشان‌دهنده عدم توانایی ارزن در استفاده از این عناصر باشد، که این امر را می‌توان به کوتاه بودن فصل رشد آن نسبت داد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه می‌توان از رقم باستان و محلول‌پاشی با کود روی استفاده کرد.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش براساس قرارداد شماره ۸۰۲/۵۴۴۶ مورخ ۱۳۹۰/۶/۱۳ شورای پژوهشی دانشگاه پیام‌نور خراسان جنوبی تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Ali, A. A. G. and S. A. E. Mowafy. 2003. Effect of different levels of potassium and phosphorus fertilizers with foliar application of zinc and boron on peanut in sandy soils. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 30: 335-358.
2. Azari, A. and M. R. Mirzaee. 2012. Effect of sowing date on grain yield and yield components of foxtail millet *(Setaria italica)* Promising Lines. *Seed and Plant Production Journal* 28(1): 95-105. (In Farsi).
3. Ahmadi Aghtape, A., A. Ghanbari, A. Sirousmehr, B. Siahsar and M. R. Asgharipour. 2012. Effect of treated wastewater, with complete fertilizer sprayed on some forage quality and quality criteria of foxtail millet *(Setaria italica)*. *Journal of Water and Soil* 26(3): 660-671. (In Farsi).
4. Babhulkar, P. S., K. Dinesh, W. P. Badole, S. S. Balpande and D. Kar. 2000. Effect of sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 48: 541-543.
5. Darwish, D. S., M. El–Gharreib, A. El- Hawary and O. A. Rafft. 2002. Effect of some macro and micronutrients application on peanut production in a saline soil in El-Faiyum governorate. *Egyptian Journal of Agronomy* .17: 17-32.
6. Etesam, G. 1998. Comparison of Different Methods to Increase Intake of Trace Elements and Magnesium on Yield and Quality of Wheat. The Final Report, Zabol Agricultural Research Center. Zabol.
7. Heidari, F. 2006. Effect of micronutrients and plant density on phenology, yield and essential oil of peppermint *(Mentha piperita)*. MSc. Thesis, Tabriz University, Tabriz. Iran.
8. Hemantaranjan, A. and O. K. Garg .1988. Iron and Zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum L. Journal of Plant Nutrition* 11:1439-1450.
9. Javadi, H., M. H. Rashed Mohassel, G. R. Zamani, A. Azari Nasrabad and G. R. Mousavi. 2010. Effect of plant density on yield, yield components and protein content of four varieties of grain sorghum *Iranian Journal of Field Crops Research* 3(2): 233-243. (In Farsi).
10. Khalili Mohaleh, J. and M. Roshdi. 2009. Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in khoy. *Seed and Plant Production Journal* 24(2): 281-293. (In Farsi).
11. Mehrani, A., A. Mosavat, A. shoshi, M. R. Najafi Nejad, A. Tabatabaei and A. R. Ghasemi. 2013. Pishahang, A new common millet cultivar for short growing period areas of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal* 29(4): 861-863. (In Farsi).
12. Mehrani, A., A. Mosavat, A. Shoshi, M. R. Najafi Nejad, A. Tabatabaei and A. R. Ghasemi. 2013. Bastan, A new foxtail millet cultivar adapted to short growing season for forage production. *Seed and Plant Improvement Journal* 29(4): 865-867. (In Farsi).
13. Mataei, S., M. Tajbakhsh, R. Amirnia and B. Abdollahi Mandulakani. 2013. Changes in yield and quality traits of sweet corn affected by micronutrient fertilizers and Methods of application them. *Journal of Horticulture Science* 26(4): 370-377. (In Farsi).
14. Mostafavi Rad, M., Z. Tahmasebi Sarvestani and V. R. Mahmoodi. 2009. Effect of Zn and Mn micronutrient element on yield and some agronomic traits in three wheat cultivars. *Pajouhesh and Sazandegi* 80: 2-8. (In Farsi).
15. Maralian, H., R. Didar Talesh Mikael, K. Shahbazi and M. Torabi Giglou. 2009. Study of the effects of foliar application of Fe and Zn on wheat quality and quantity properties. *Agricultural Biotechnology* 8(4): 47-59. (In Farsi).
16. Malakouti, M. G. and M. M. Tehrani. 2009. The Role of Micronutrients in Enhancing Performance and Improving the Quality of Agricultural Products (Crushed by the Impact of Macro-Elements). Tarbiat Modares University Press. Tehran.
17. Mohseni, S. H., A. Ghanbari, M. R. Ramezanpour and M. Hussain. 2007. Effect of dose and method of administration of zinc and brick acid on yield, quality and nutrient uptake of maize in two varieties. *Iranian Journal*

of Agriculture Science 37: 38- 31. (In Farsi).
18. Mousavi, S. R., M. Galavi and G. Ahmadvand. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato *(Solanum tuberosum L.)*. *Asian Journal of Plant Science* 6: 1256-1260.
19. Movahhedy-dehnavy, M., S. A. M. Modarres-Sanavy and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. *Industrial Crops and Products* 30: 82-92
20. Nejad Hossaini, T., A. Astaraei, R. Khorasani and H. Emami. 2011. Effect of two organic manures, zinc and boron on yield, yield components and grain chemical composition in millet. *Iranian Journal of Field Crops Research* 9(1): 70-77. (In Farsi).
21. Parhamfar, T. 2011. Effect of macro and micro fertilizers and harvesting time on yield and quality of foxtail millet. MSc. Thesis, Zabol University, Zabol, Iran.
22. Ramroudi, M., M. Kykhazhalh, M. Galavi, M. J. Seghatoleslami and R. Baradaran. 2011. Effect of foliar application of micronutrients and irrigation regimes on yield and quality of the psyllium *(Plantago ovata Forsk)*. *Journal of Agroecology* 3 (2): 226- 219. (In Farsi).
23. Ravi, S., H. T. Channel, N. S. Hebsur, B. N. Patil and P. R. Dharmatti. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* .32: 382-385.
24. Ranjbar, G. A. and M. A. Bahmanyar. 2007. Effect of soil and foliar application of Zn fertilizer on yield and growth characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian Journal of Plant Science*s 6: 1000-1005.
25. Sepehr, A., M. H. Rasouli Sadaghiani and M. J. Malakouti. 2004. Effect of Different Resource of Potassium and Micronutrients Fertilizers on Quality and Quantity Increasing in Sunflower. Optimized Nourishment of Oil Grains. Khan Iran Press, Tehran. (In Farsi).
26. Soumare, M., F. M. G. Tack, M. G. Verloo. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Journal of Bioresource Technology* 6: 15- 20.
27. Thalooth, A. T., N. M. Badr and M. H. Mohamed. 2005. Effect of foliar spraying with Zn and different levels of phosphatic fertilizer on growth and yield of sunflower plants grown under saline conditions. Egyptian. *Journal of Agronomy* 27: 11-22.
28. Tandon, H. 1995. Micronutrient in Soil, Crops and Fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization (C- 110) Greater Kailash. New Delhi. India.
29. Viets, F. G., L. C. Boown, C. L. Crawford and G. E. Nelson. 1953. Zinc deficiency in corn central Washington. *Journal of Agronomy* 45: 559-665.
30. Whitty, E. N. and C. Chambliss. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication. USA.

Effect of Foliar Application of Iron, Zinc and Manganese on Quantitative and Qualitative Characteristics of Two Varieties of Grain Millet

H. Javadi[1*], M. J. Seghatoleslami[2] and GH. R. Mousavi[2]

(Received: December 20-2014; Accepted: September 12-2015)

Abstract

In order to study the effect of foliar application of Fe, Zn and Mn on yield, yield components and protein content of two varieties of grain millet an experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications in research field of Birjand branch, Islamic Azad University at 2010. In this study two millet varieties including Bastan (*Setaria italica*) and Pishahang (*Panicum miliaceum*), and six levels of foliar micronutrient fertilizer including control, Fe, Zn, Mn, (Fe+Zn), (Fe+Zn+Mn) were investigated. The results indicated that, panicle length, 1000 grain weight and panicle number per m^2 were higher in Pishahang than Bastan, but grain yield, number of seeds per panicle, harvest index and protein yield were higher in Bastan. Characteristics such as panicle length, biological yield and harvest index and protein percentage were affected by foliar micronutrient fertilizer but grain yield remained unchanged. Foliar application with (Fe+Zn+Mn) increased protein content compared to the control, but it did not affect protein yield. According to the results of this experiment, Bastan millet variety and foliar application of Zn is potent to produce the maximum grain yield, albeit it warrants further studies.

Keywords: Foliar application, Micronutrient fertilizer, Bastan, Pishahang, Grain millet

1. Assistant Professor, Agro ecology, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Associate Professors, Department of Agronomy and Crop Breeding, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.
*. Corresponding Author, Email: h_javadi@pnu.ac.ir