

## تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر صفات کمی و کیفی دو رقم ارزن دانه‌ای

حامد جوادی<sup>۱\*</sup>، محمدجواد ثقه‌الاسلامی<sup>۲</sup> و سید غلام‌رضا موسوی<sup>۲</sup>

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

### چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی 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 به صورت 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 محلول پاشی کود ریزمغذی (شاهد، آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + 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. محلول پاشی کودهای ریزمغذی صفاتی مانند طول پانیکول، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و درصد پروتئین را تحت تأثیر قرار داد ولی تأثیری بر عملکرد دانه نداشت. محلول پاشی با آهن + روی + منگنز درصد پروتئین را نسبت به شاهد افزایش داد ولی عملکرد پروتئین تحت تأثیر قرار نگرفت. براساس نتایج حاصل از این آزمایش جهت دست‌یابی به بیشینه عملکرد دانه ارزن شاید بتوان از رقم باستان و محلول پاشی با کود روی استفاده کرد که نیاز به تحقیقات بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: محلول پاشی، 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 رشد و نمو 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 می‌تواند عمل کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می‌تواند 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. احمدی‌آغ‌تپه 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 تحت تأثیر 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
نیترژن (%)	۰/۰۱	۰/۱۵ - ۰/۱
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

گردید. پس از استقرار بوته‌ها میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار کود نیترژن خالص (از منبع اوره) در مرحله پنجه‌زنی و ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیترژن خالص (از منبع اوره) در مرحله ساقه‌دهی به صورت سرک به طور یکنواخت در فاصله ردیف‌های کاشت پخش شد. تیمار کودهای ریزمغذی در مراحل شروع ساقه‌دهی و خوشه‌دهی به صورت محلول‌پاشی استفاده گردید. این کودها شامل روی از منبع کلرات روی ۱۵٪، آهن از منبع کلرات آهن ۶٪ و منگنز از منبع کلرات منگنز ۱۷٪ بودند که به ترتیب با غلظت‌های ۲/۵، ۳/۵ و ۳/۵ در هزار محلول پاشی شدند. فاکتورهای مورد ارزیابی شامل صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن و درصد پروتئین دانه بودند.

به منظور تعیین برخی صفات مورفولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت فرعی به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع گیاه و طول پانیکول در آنها اندازه‌گیری شد. به منظور 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. به منظور 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 نیترژن دانه به روش کجلدال اندازه‌گیری شد و سپس میزان پروتئین دانه و عملکرد پروتئین با استفاده از روابط زیر به دست آمد (۹):

$$(۱) \quad ۶/۲۵ \times \text{درصد نیترژن دانه} = \text{درصد پروتئین دانه}$$

$$(۲) \quad \text{درصد پروتئین دانه} \times \text{عملکرد دانه} = \text{عملکرد پروتئین}$$

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

منگنز (Fe + Zn + Mn) و رقم ارزن دانه‌ای شامل باستان (ارزن دم‌روباهی) و پیشاهنگ (ارزن معمولی) بودند. ارقام باستان و پیشاهنگ به ترتیب به عنوان رقم جدید ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica*) و رقم جدید ارزن معمولی (*Panicum miliaceum*)، اخیراً به عنوان 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 به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت ۱۸ مترمربع (۳ × ۶) و فواصل بین هر دو کرت یک متر و بین دو تکرار سه متر در نظر گرفته شد. براساس نتایج آزمون خاک به میزان ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیترژن 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 جوی‌پشته ایجاد شد. کاشت بذور در تاریخ اول تیر به روش خشکه‌کاری و با دست انجام گردید. قبل از کاشت، بذور به وسیله قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به میزان ۲ در هزار ضدعفونی گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. آبیاری مزرعه به طریقی نشتی و با مدار ۷ روز انجام

دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

دلیل کاهش طول پانیکول در تیمار محلول‌پاشی با منگنز، کاهش تعداد دانه در پانیکول می‌باشد.

## 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 ارزیابی دم‌روباهی، مارالیان و همکاران (۱۵) در گندم، مرودی 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 مرودی 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 (به‌استثنا آهن) باعث افزایش طول پانیکول گردید (جدول ۴).

### 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 به میزان 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 عملکردی و میزان پروتئین دانه ارزن دانه‌ای

میانگین مربعات											
عملکرد پروتئین	درصد پروتئین	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	تعداد دانه در پانیکول	تعداد پانیکول در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	طول پانیکول	ارتفاع گیاه	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۹۰/۴۱ <sup>DS</sup>	۰/۱۲۶ <sup>DS</sup>	۵/۴۷ <sup>DS</sup>	۲۲۸۸۶۰/۸۱ <sup>DS</sup>	۳۴۰۸/۵۱ <sup>DS</sup>	۲۴۳۳/۴ <sup>DS</sup>	۰/۰۲۸ <sup>DS</sup>	۲۱۷۸۶/۹۲ <sup>DS</sup>	۳/۹۶ <sup>*</sup>	۱۸۶/۷۴ <sup>DS</sup>	۲	تکرار
۱۰۴۳/۴۵ <sup>DS</sup>	۰/۸۱۷ <sup>*</sup>	۲۲۷/۴ <sup>**</sup>	۲۵۳۸۱۷/۱۴ <sup>**</sup>	۱۵۶۶۶/۴۸ <sup>DS</sup>	۸۱۰/۸۶ <sup>DS</sup>	۰/۰۴۲ <sup>DS</sup>	۶۶۶۶۹/۶۰ <sup>DS</sup>	۵/۶۳ <sup>**</sup>	۷۲/۱ <sup>DS</sup>	۵	کود ریزمغذی
۷۲۲۵/۸۵ <sup>**</sup>	۰/۰۶۳ <sup>DS</sup>	۳۳۳/۸۸ <sup>*</sup>	۴۳۴۴۶۱/۲ <sup>DS</sup>	۸۹۵۳۱۹/۶۷ <sup>**</sup>	۱۹۹۹۵۸/۰۲ <sup>**</sup>	۲۸/۵۸ <sup>**</sup>	۵۵۷۵۸۳/۳ <sup>**</sup>	۶۰۴/۳ <sup>**</sup>	۱۷/۳۶ <sup>DS</sup>	۱	رقم
۳۲۶۱/۵۶ <sup>**</sup>	۰/۴۵۴ <sup>DS</sup>	۱۸۳/۹۵ <sup>*</sup>	۲۱۰۶۷۶۵/۵۸ <sup>**</sup>	۱۹۵۳۰/۳۸ <sup>DS</sup>	۲۳۸۹/۴۲ <sup>*</sup>	۰/۰۰۱ <sup>DS</sup>	۳۱۳۸۷۷/۳۲ <sup>**</sup>	۵/۰۸ <sup>**</sup>	۱۹۶/۲۶ <sup>*</sup>	۵	رقم × کود ریزمغذی
۵۲۶/۲۵	۰/۳۲	۴۹/۸۸	۲۸۳۰۱۹/۱۹	۹۰۴۹/۰۲	۸۷۲/۵۶	۰/۰۴۴	۲۱۷۷۶/۳	۰/۹۷	۶۴/۶	۲۲	خطای آزمایشی
۲۲/۳۸	۵/۳۵	۱۶/۱۹	۲۵/۶۷	۲۲/۲۲	۱۳/۴۴	۲/۹۶	۲۵/۰۵	۸/۰۳	۱۱/۱۳		ضرب تغییرات (درصد)

DS\* و \*\* به ترتیب 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 تحت تأثیر رقم و کودهای ریزومغذی

صمگه پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین	شاخص برداشت	صمگه زیستی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه (گرم)	مترسوخ پانیکول	تعداد پانیکول در تعداد دانه در	طول پانیکول (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تیمار
۱۹۸/۴a	۱۰/۶a	۶۶/۶a	۴۰۸/۴a	۳/۲b	۱۸۶۵/۱a	۱۴۵/۳b	۴۲۵/۶a	۸/۱b	۷۲/۸a	رغم
۱۷۰/۱b	۱۰/۵a	۴۰/۶b	۴۳۰/۴۱a	۵/۰a	۱۶۱۶/۳b	۲۹۴/۳a	۱۱۰/۳b	۱۶/۳a	۷۱/۴a	باستان
۱۷۱/۶a	۱۰/۰b	۵۲/۷a	۳۳۲/۷d	۴/۲a	۱۷۰۱/۳a	۲۲۴/۸a	۲۱۶/۶a	۱۱/۱b	۷۵/۳a	کودهای ریزومغذی
۱۹۵/۷a	۱۰/۷ab	۴۰/۵ab	۴۹۲/۴۱ab	۴/۰a	۱۸۱۶/۶a	۲۲۸/۶a	۳۳۶/۱a	۱۱/۴b	۷۲/۶a	شاهد
۱۹۷/۶a	۱۰/۳ab	۴۴/۱ab	۴۳۱/۸/۵bc	۴/۰a	۱۹۰۶/۲a	۲۰۷/۳a	۳۰۰/۴a	۱۲/۷ab	۷۱/۱a	آهن
۱۷۰/۳a	۱۰/۵ab	۴۲/۹ab	۳۸۵/۲/۷cd	۴/۲a	۱۶۲۴/۱a	۲۰۶/۸a	۲۰۴/۰a	۱۲/۰b	۶۶/۲a	روی
۱۷۵/۰a	۱۰/۵ab	۴۶/۷ab	۳۳۹/۶/۱cd	۴/۱a	۱۶۵۴/۱a	۲۳۵/۱a	۲۸۸/۹a	۱۳/۸a	۷۵/۸a	منگنز
۱۹۵/۲a	۱۱/۱a	۳۴/۵b	۵۴۴/۱/۴a	۴/۰a	۱۷۴۱/۶a	۲۱۶/۳a	۲۶۰/۲a	۱۲/۴ab	۷۱/۸a	مخلوط آهن، روی و منگنز

داخل ستون و برای هر عامل آزمایشی، حروف نامشابه نشان‌دهنده 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

عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)	شاخص برداشت	درصد	شاخص زیستی عملکرد	عملکرد دانه در تعداد پاکتول	وزن هزار دانه تعداد پاکتول	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ارزنج گیاه (ماتش متر)	طول پاکتول (ماتش متر)	تیمار
۱۷۱/۱ cdef	۱۰/۱ b	۵۴/۶ a	۳۰۷۷/۳ e	۳۴۴/۸ bc	۱۲۷/۳ c	۳/۳ b	۱۶۸۱/۲ bcd	۷/۶ cd	۸۰/۳ a	شاهد
۲۰۳/۱ abcd	۱۰/۵ ab	۴۷/۵ ab	۴۶۱۹/۱ bc	۵۶۸/۶ a	۱۵۲/۰ c	۳/۲ b	۱۹۳۳/۳ b	۸/۷ c	۷۸/۳ a	آهن
۲۳۵/۳ a	۱۰/۰ b	۴۵/۶ abc	۵۰۶۲/۴ b	۴۷۷/۳ ab	۱۳۹/۳ c	۳/۲ b	۲۳۱۲/۴ a	۸/۸ c	۱۶/۴ a	روی
۱۴۸/۲ ef	۱۰/۷ ab	۳۷/۸ bc	۳۶۶۴/۰ cde	۲۷۷/۸ cd	۱۶۱/۰ c	۳/۲ b	۱۳۸۳/۳ d	۶/۸ d	۶۰/۰ b	منگنز
۲۰۶/۶ abc	۱۰/۹ ab	۴۸/۱ ab	۳۶۶۶/۴ cde	۳۹۱/۰ ab	۱۴۵/۳ c	۲/۲ b	۱۸۹۷/۱ b	۹/۳ c	۱۶/۸ a	مخلوط آهن و روی
۲۲۶/۲ ab	۱۱/۳ a	۴۵/۷ abc	۴۴۱۷/۲ bcd	۳۹۳/۹ bc	۱۵۲/۰ c	۳/۱ b	۱۶۸۳/۳ b	۷/۷ cd	۶۵/۳ ab	مخلوط آهن، روی و منگنز
۱۷۲/۱ cdef	۱۰/۰ b	۵۰/۷ ab	۳۳۸۸/۱ e	۸۸/۴ e	۳۲۷/۲ a	۵/۱ a	۱۷۲۱/۴ bc	۱۴/۷ b	۷۰/۴ ab	شاهد
۱۸۸/۳ bode	۱۱/۰ ab	۳۳/۶ cd	۵۲۲۹/۱ b	۱۰۵/۵ de	۳۰۵/۳ ab	۲/۹ a	۱۶۹۹/۹ bcd	۱۳/۰ b	۶۷/۰ ab	آهن
۱۵۹/۴ abf	۱۰/۶ ab	۲۷/۶ abc	۳۵۷۲/۷ de	۱۲۳/۵ de	۲۷۵/۳ ab	۲/۹ a	۱۲۹۹/۹ cd	۱۶/۶ a	۶۵/۹ ab	روی
۱۹۲/۵ abcd	۱۰/۳ ab	۴۸/۰ ab	۴۰۴۱/۴ cde	۱۳۰/۱ de	۲۵۲/۶ b	۵/۱ a	۱۸۶۴/۹ b	۱۷/۲ a	۷۲/۴ ab	منگنز
۱۴۳/۴ f	۱۰/۱ b	۴۵/۲ abc	۳۱۲۵/۸ e	۸۶/۴ e	۳۳۵/۰ a	۵/۰ a	۱۴۱۱/۱ cd	۱۸/۳ a	۷۴/۷ ab	مخلوط آهن و روی
۱۶۶/۳ cdef	۱۱/۰ ab	۲۲/۳ d	۶۲۶۵/۶ a	۱۲۶/۶ de	۲۸۰/۶ ab	۲/۸ a	۱۲۹۹/۹ cd	۱۷/۲ a	۷۸/۲ a	مخلوط آهن، روی و منگنز

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

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 معنی دار نبود اما اثر محلول پاشی با کودهای ریزمغذی بر عملکرد زیستی معنی دار بود (جدول ۲). محلول پاشی با کود ریزمغذی نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد زیستی شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد زیستی از محلول پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز حاصل شد که افزایش ۴۰/۵۹ درصدی نسبت به شاهد داشت (جدول ۲). گزارش خلیلی محله و رشدی (۱۰) در ذرت، اعتصام (۶) در گندم و احمدی آغ‌تپه و همکاران (۳) در ارزن دم‌روباهی نیز حاکی از آن است که محلول پاشی منگنز، روی و آهن باعث افزایش عملکرد زیستی گردید. حیدری (۷) افزایش معنی دار عملکرد زیستی را به دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه و تشدید فتوسنتز در نتیجه محلول پاشی 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 محلول پاشی با کودهای ریزمغذی بر عملکرد زیستی معنی دار بود (جدول ۲). در ارقام باستان و پیشاهنگ محلول پاشی با کودهای ریزمغذی نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد زیستی گردید. بیشترین عملکرد زیستی در رقم باستان از محلول پاشی با روی و در رقم پیشاهنگ از محلول پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز حاصل شد که به ترتیب 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 معنی دار 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

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 در نتیجه باعث کاهش وزن هزار دانه در رقم باستان گردد. نتایج مطالعات مهرانی و همکاران (۱۲) و (۱۳) نیز با نتیجه به دست آمده مطابقت داشت. اثر محلول پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش رقم و محلول پاشی کودهای ریزمغذی بر وزن هزار دانه معنی دار نبود (جدول ۳ و ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر تعداد پانیکول در مترمربع معنی دار 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 محلول پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش رقم و محلول پاشی کودهای ریزمغذی بر تعداد پانیکول در مترمربع معنی دار نبود (جدول ۲). نتیجه به دست آمده با نتیجه مطالعه رمودی و همکاران (۲۲) در خصوص اسفروزه مطابقت دارد. مقایسه میانگین در خصوص برهمکنش رقم و محلول پاشی نشان داد که در رقم باستان محلول پاشی با کودهای ریزمغذی اثر معنی داری بر تعداد پانیکول در مترمربع نداشت اما در رقم باستان محلول پاشی 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 معنی دار 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 به دست آمده مطابقت داشت. اثر محلول پاشی با کودهای ریزمغذی و برهمکنش رقم و محلول پاشی با کود ریزمغذی بر تعداد دانه در پانیکول معنی دار نبود (جدول ۲). در رقم باستان محلول پاشی با کودهای ریزمغذی (به استثناء منگنز) نسبت به شاهد تعداد دانه در پانیکول را افزایش داد و میزان تأثیر محلول پاشی با آهن نسبت به سایرین بیشتر بود. در رقم پیشاهنگ محلول پاشی با کودهای ریزمغذی نسبت به شاهد تعداد دانه در پانیکول را افزایش داد



پروتئین و بهبود کیفیت محصول می‌گردد. برهمکنش رقم و محلول پاشی 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 محلول پاشی کودهای ریزمغذی بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). احتمالاً علت آن بی‌تأثیر بودن محلول پاشی بر عملکرد دانه باشد. برهمکنش رقم و محلول پاشی با کودهای ریزمغذی بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در رقم باستان محلول پاشی با کودهای ریزمغذی (به‌استثنا منگنز) نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه شد. بیشترین عملکرد پروتئین دانه متعلق به محلول پاشی با روی بود که نسبت به شاهد ۲۷/۲۸ درصد افزایش داشت (جدول ۴). احتمالاً به دلیل افزایش عملکرد دانه در تیمار محلول پاشی با روی عملکرد پروتئین دانه افزایش داشت. در رقم پیشاهنگ محلول پاشی با آهن و منگنز نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گردید که میزان آن به ترتیب 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 به دلیل 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 به دلیل عملکرد دانه بالاتر در رقم باستان بیشتر بود. با توجه به اینکه میزان عناصر کم‌مصرف در خاک کمتر از حد بحرانی بود، انتظار می‌رفت محلول پاشی با کودهای ریزمغذی مربوطه بتواند اثر

در رقم باستان نسبت به پیشاهنگ می‌باشد. اثر محلول پاشی با کودهای ریزمغذی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که محلول پاشی با کودهای ریزمغذی باعث کاهش شاخص برداشت نسبت به شاهد گردید به طوری که بیشترین کاهش متعلق به تیمار مخلوط آهن، روی و منگنز بود (جدول ۳). محلول پاشی با کودهای ریزمغذی از طریق افزایش رشد رویشی و افزایش عملکرد زیستی نسبت به شاهد باعث این کاهش گردید. برهمکنش رقم و محلول پاشی با کودهای ریزمغذی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول پاشی با کودهای ریزمغذی باعث کاهش شاخص برداشت در هر دو رقم نسبت به شاهد گردید. در رقم باستان محلول پاشی با منگنز و در رقم پیشاهنگ محلول پاشی با مخلوط آهن، روی و منگنز بیشترین کاهش را نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴). در رقم باستان کاهش عملکرد دانه در تیمار محلول پاشی 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 محلول پاشی با کودهای ریزمغذی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول پاشی با کودهای ریزمغذی درصد پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش داد به طوری که بیشترین درصد پروتئین دانه از مخلوط آهن، روی و منگنز با میانگین ۱۱/۱ درصد حاصل شد ولی تفاوتی بین سایر تیمارهای محلول پاشی 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 محلول پاشی با کودهای ریزمغذی باعث افزایش سنتز

### 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.

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.

### 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 khoys. *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 Sciences* 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<sup>1\*</sup>, M. J. Seghatoleslami<sup>2</sup> and GH. R. Mousavi<sup>2</sup>

(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<sup>2</sup> 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