یافته های نوین کشاورزی
سال یازدهم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۵

مطالعه اثر محلول پاشی عناصر روی، آهن و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان رقم پیشگام

رضا صدرآبادی حقیقی*، دانشکده کشاورزی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
سیده شیما سخاوتی، دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر روی، آهن و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان رقم پیشگام آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ در تربت جام به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل محلول پاشی با آهن، روی، منگنز، آهن+روی، آهن+منگنز، روی+منگنز، آهن+روی+منگنز و شاهد بود. محلول‌پاشی با استفاده از کلات عناصر کم‌مصرف به میزان یک در هزار در دو مرحله ساقه‌دهی و گلدهی صورت پذیرفت. نتایج آزمایش نشان داد محلول‌پاشی بر ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت معنی‌دار بود. محلول‌پاشی باعث افزایش ارتفاع بوته‌ها گردید. بیشترین ارتفاع گندم در تیمارهای آهن+منگنز، آهن+منگنز+روی، منگنز+روی حاصل شد. بیشترین طول سنبله در تیمارهای آهن+روی، آهن+منگنز به دست آمده که البته با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشتند. تعداد دانه در سنبله در تیمارهای روی و روی+ آهن+ منگنز نسبت به سایر تیمارهای شاهد بیشتر بود. البته هیچ یک از تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر نتوانست عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد.

واژه های کلیدی : ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت

* نویسنده مسئول :E-mail: rsadrabadi@mshdiau.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹٦/۰۹/۱٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۰٤/۲٤

مقدمه

غلات تامین کننده ۷۰٪ غذای مردم کره زمین است. بیش از سه چهارم انرژی و یک دوم پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تامین می‌شود همچنین پایه اساسی تغذیه و حیات انسان به شمار می‌روند (۱۹). گندم از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی و مهمترین غله‌ای است که در نقاط مختلف دنیا به‌منظور تولید دانه برای تهیه نان، تغذیه حیوانات و مصارف صنعتی کشت می‌شود و به عنوان غذای اصلی نیمی از جمعیت دنیا از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است به همین دلیل یک گیاه استراتژیک تلقی می‌گردد. این گیاه در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی و غلات بیشترین سطح زیر کشت را در ایران و جهان به خود اختصاص داده است. بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۹٤-۱۳۹۳، از تولید ۱۸/۲٤ میلیون تن غلات در سال یاد شده، گندم ٦۳/۱۷٪ سهم در تولید غلات داشته است (۲).

افزایش تولید گندم برای پاسخ گویی به نیاز داخلی به دلایل افزایش رو به تزاید جمعیت و زیادی مصرف سرانه، الزامی است. ولی آنچه که امروزه چه در سطح بین المللی و چه در داخل کشور فکر اکثر محققین و تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان است، تولید محصولات کشاورزی سالم می‌باشد. یقینا استفاده بهینه از کودهای شیمیایی و به‌ویژه عناصر کم‌مصرف در برنامه تغذیه متعادل خواهد توانست از یک سو شعار سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (F.A.O.) تحت عنوان "تولید غذایی سالم برای همه" نیز از طریق عملکرد بیشتر، تولید کافی و غذای سالم و غنی شده در سطح بین‌المللی عینیت بخشیده و از سوی دیگر به برخورداری از نتایج مطلوب و محاسن آن در داخل کشور کمک نماید (۱۲). کمبود عناصر غذایی تقریباً در تمامی مزارع جهان متداول است. میزان کمبود از منطقه‌ای به منطقه دیگر و گیاهی به گیاه دیگر متغیر است (۳). بدون بهبود حاصلخیزی خاک استفاده از ارقام اصلاح شده و عملیات زراعی مطلوب، نقشی نخواهد داشت. در اراضی زیر کشت غلات کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف به‌ویژه عنصر روی گسترش جهانی دارد (۳۲). آمارهای جهانی نیز نشان می‌دهد حدود ۵۰٪ از خاک‌های تحت کشت غلات در جهان از نظر عنصر روی قابل دسترس و حدود ۳۰٪ از نظر کمبود آهن مشکل دارند. مصرف زیاد و یکنواخت غلات با غلظت‌های پایین عناصر کم مصرف از دلایل عمده برای گسترش جهانی کمبودهای روی و آهن در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (۸). در ایران نیز به دلیل آهکی بودن و واکنش زیاد خاک‌ها، کمی مواد آلی، بی کربناته بودن آب‌های آبیاری کمبود روی گسترش زیادی داشته و بر اساس بررسی‌های انجام شده ٤۰٪ از مزارع تحت کشت گندم آبی دچار کمبود شدید روی می‌باشد (۵). همچنین بدن انسان بالغ حاوی ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم منگنز است که بسته به سن افراد این نیاز فرق می‌کند که این مقدار منگنز بیشتر در کبد، کلیه‌ها و استخوان وجود دارد (۱۹).

ییلماز و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم مشاهده کردند مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد

بلکه غلظت این عنصر در دانه گنـدم هـم افـزایش می‌یابد و سبب غنی شدن دانه می‌شود. همچنین محققان زیادی اظهار داشتند در حال حاضر عکس العمل گیاهان نسبت به مصرف روی بیش از سایر عناصر کم‌مصرف می‌باشد (۱۸، ۲۰ و ۲۲). درگاهی و همکاران (۲۰۱٤) در آزمایشی بیان داشتند محلول‌پاشی یک‌بار گندم در مرحله ساقه‌دهی و یا دوبار محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی توسط کلات روی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گردید. همچنین افزایش میزان روی دانه ضمن بهبود شاخص‌های امنیت غذایی به دلیل بهبود شرایط جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در خاک، میزان مصرف بذر در واحد سطح را کاهش می‌دهد و در نهایت با بهبود عملکرد کمی و کیفی و همچنین کاهش هزینه تولید سبب بهبود شاخص‌های امنیت غذایی خواهد شد (۱).

ملکوتی و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی اثر آهن، منگنز، روی و مس بر عملکرد و کیفیت دانه گندم در اراضی آهکی منطقه درودزان شیراز گزارش کردند با مصرف عناصر کم‌مصرف، عملکرد دانه، کاه، وزن هزاردانه و میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد. المجید و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی اثرات محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز ارتفاع بوته را افزایش داد ولی مس اثر کمتری بر این صفت داشت. موسوی و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند با مصرف عناصر کم‌مصرف مخصوصاً سولفات روی و سولفات منگنز، علاوه بر افزایش تولید و غنی سازی دانه گندم، بذرهای گندم به دلیل ذخیره‌سازی از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند. بلالی و همکاران(۲۰۰۲) در یک آزمایش گلخانه‌ای اثرات سه سطح منگنز (۰، ۲/۵و ۵.۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در یک خاک دچار کمبود شدید منگنز، عملکرد و غلظت این عنصر را در دانه وکاه گندم بررسی کردند. آنان به این نتیجه رسیدند مصرف منگنز سبب افزایش عملکرد گندم شده است.

همچنین افزودن منگنز سبب افزایش غلظت منگنز در دانه شد. لطف اللهی و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش کردند مصرف خاکی و محلول‌پاشی با سولفات منگنز، رشد و عملکرد گندم را نسبت به شاهد افزایش و مقدار منگنز در دانه و کاه را افزایش داد. بایبوردی و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی اثر بخشی روش‌های خاکی و محلول‌پاشی روی، بور و منگنز بر عملکرد دانه و روغن کلزا در میانه گزارش نمودند بین روش‌های مصرف اختلاف معنی‌دار مشاهده و روش‌های محلول‌پاشی نسبت به خاکی برتری داشته است. بر این اساس این تحقیق به منظور بررسی اثر عناصر غذایی روی(Zn)، آهن(Fe) و منگنز(Mn) به صورت محلول‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۵– ۱۳۹٤ در مجتمع کشت و صنعت امام علی (ع) واقع در ۳۵ کیلومتری شهرستان تربت‌جام استان خراسان رضوی اجرا شد. طول جغرافیایی محل آزمایش ٦۰ درجه و یک دقیقه طول شرقی و ۳٤ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی در ارتفاع ۹۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. رقم پیشگام

در موسسه تحقیقاتی اصلاح وتهیه نهال و بذر با هدف مقاومت به بیماری زنگ‌ها و نیز تحمل نسبی به کم آبیاری آخر فصل از دو رگ گیری چینی zhong78-90 با رقم برکت ایجاد شد که متوسط عملکرد آن در شرایط معمول ۷/۵ تن در هکتار می‌باشد. این رقم به بیماری زنگ مقاوم و میزان تحمل آن به انجماد بیشتر از اکثر ارقام متداول اقلیم سرد است. این رقم به‌علت مقاومت به خوابیدگی در شرایط سیستم آبیاری بارانی نسبت به دیگر ارقام ارجعیت دارد برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (سانتی متر)	pH	هدایت الکتریکی (dSm-1)	سدیم (٪)	کربنات کلسیم معادل (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کربن آلی (٪)	آهن (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۳۰-۰	۸/۰۲	۲/۱	۳۳/٤۹	۲۰/۱	۰/۷	۱۰	۱۵۰	٤	۲/٤۲	۰/۵۱	۰/۳	۵/۲	۵۵	۲۱	۲٤

آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل ۸ تیمار آهن، روی، منگنز، آهن+روی، آهن + منگنز، روی + منگنز و آهن+ روی+ منگنز و شاهد بودند. محلول‌پاشی با استفاده از کود کلات عناصر کم‌مصرف ١٤٪ شرکت بازرگانان کالا برابر با هر تیمار و به میزان یک در هزار انجام شد. این عمل توسط سم پاش پشتی- دستی در صبح زود انجام گرفت. قبل از اعمال محلول‌پاشی، سمپاش توسط آب کالیبره گردید. محلول‌پاشی در دو مرحله و در زمان های ساقه‌دهی و گلدهی صورت پذیرفت. معیار برای هر یک از این مراحل وارد شدن ۵۰٪ از گیاهان به مرحله فوق بود. کشت در مهرماه ١٣٩٤ با تعداد کرت‌ها در هر بلوک ۸ کرت و ابعاد هر کرت ۲ در ۲ متر در نظر گرفته شد.

هر کرت شامل ۱۰ ردیف و فاصله بین ردیف ها ۲۰ سانتی متر بود. هر کرت دارای دو پشته بود و روی هر پشته پنج ردیف گندم کشت گردید. طول هر بلوک ١٦ متر و عرض آن هشت متر و فاصله بین بلوک ها ۱ متر در نظر گرفته شد. جهت حذف اثرات حاشیه‌ای نیم متر از طول یعنی بالا و پایین کرت حذف شد باقی مانده کرت که شامل هشت ردیف و به طول یک متر بودند مورد استفاده قرار گرفت. برای کنترل علف های هرز از علف‌کش استفاده نشد و کنترل آنها از طریق وجین دستی صورت پذیرفت. در این تحقیق صفاتی مانند تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، عملکرد زیستی، عملکرد کاه، عملکرد دانه و شاخص برداشت مورد مطالعه قرار گرفت. ارتفاع بوته و طول خوشه (۲۰

بوته با انتخاب تصادفی) با خط‌کش برحسب سانتیمتر اندازه‌گیری شد. تعداد دانه در سنبله (۲۰ بوته با انتخاب تصادفی) و وزن هزار دانه شمارش و محاسبه شد. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه کل نمونه برداشت شده از یک کرت توزین و سپس اقدام به جداکردن دانه و تعیین عملکرد دانه شد. بر اساس عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، شاخص برداشت از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{محصول اقتصادی (عملکرد دانه)}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

جهت تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار Minitab و همچنین برای رسم جداول و نمودارهای لازم از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. میانگین داده‌ها به وسیله آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ ٪ با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول۲). مقایسه میانگین ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف محلول‌پاشی نشان داد بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار محلول‌پاشی آهن+ روی+ منگنز بود که با تیمارهای آهن+روی و منگنز+روی تفاوت آماری وجود نداشت. کمترین ارتفاع بوته متعلق به تیمار شاهد بود که این تیمار نیز با تیمارهای آهن، روی و آهن+منگنز نیز تفاوت آماری نداشت (جدول۳). به نظر می رسد عنصر آهن از طریق تاثیر بر فتوسنتز گیاه و شرکت در فرآیند تثبیت نیتروژن توسط گیاه و نیز در ترکیب با آنزیم‌های نیترات و نیتریت ردوکتاز (به ترتیب در سیتوپلاسم و کلروپلاست) سبب افزایش ارتفاع بوته شده است (۲۶). عنصر روی نیز با تاثیر بر بیوسنتز اکسین توانسته است در افزایش ارتفاع بوته نقش مؤثری داشته باشد (۲۵). منگنز نیز با تاثیر برآنزیم‌های دخیل در متابو لیسم هیدرات‌های کربن اسیدهای آمینه و نیز تولید کلروفیل سبب افزایش ارتفاع بوته شده است (۲٤). المجید و همکارن (۲۰۰۰) با بررسی اثرات برگ‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد و کیفیت گندم در خاک‌های رسی مصر نتیجه گرفتند برگ‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز ارتفاع بوته را افزایش داد ولی عنصر مس اثر کمتری بر این صفت داشت. ساجدی (۲۰۰٤) و ضیائیان (۲۰۰٦) نیز عدم اثر معنی‌دار بودن مصرف عناصر کم مصرف به ارتفاع بوته را در ذرت علوفه‌ای گزارش کردند در حالی‌که اسماعیلی و همکاران (۲۰۰٦) افزایش ارتفاع بوته گیاه ذرت را در به‌کار بردن عناصر کم‌مصرف، اعلام نمودند.

جدول۲: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	٦/١٩ ns	۰/٦٢٧ns	۲/۲٥ ns	۳٥۷٦٥۲۹*	٤۹۰۲۹۲٤٤**	۳/۷ns
تیمار	۷	٤۷/۰۰۲**	۱/٦۰٥**	٤۷/٥۸**	۱۸۳۹٦۷۳ns	٥۳٦٤۳۰٦ns	۲۷/۸۳**
خطا	۱٤	۳/۰٦۸	۰/۲۸	۹/۰۲	۷۰۹٥٤۸	٦۹٥٥۲۷۸	۱/٦۷
ضریب تغییرات (٪)		۷/۱۹	۸/۹۷	٦/۱۰	۲٦/٦٦	۱۸/۸	۲۲/٤۲

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

طول سنبله

بررسی نتایج تجزیه واریانس مربوط به این صفت نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول۲). مقایسه میانگین طول سنبله نشان داد بیشترین طول سنبله مربوط به تیمار آهن+منگنز و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار منگنز بود که این مقدار با تیمارهای آهن+روی و منگنز+روی تفاوت نداشت (جدول۳). طول سنبله یکی از صفاتی است که می‌تواند به طور غیرمستقیم بر عملکرد دانه تاثیر مثبت بگذارد (۳۰). پژوهشگران در آزمایش‌های خود به این نتیجه رسیدند کاربرد عنصر روی به صورت خاکی و محلول‌پاشی و کاربرد توام آنها باعث افزایش اجزای عملکرد شده است (۲۸) که احتمالاً به دلیل تأثیر عنصر روی بر کلروفیل برگ و هورمون ایندول استیک اسید (IAA) می‌باشد، بدین ترتیب که افزایش میزان کلروفیل‌های bو a موجب افزایش میزان فتوسنتز شده که این امر موجب تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر می‌گردد، از طرف دیگر IAA از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کند و در نتیجه اجزای عملکرد را افزایش می‌دهد (۳۱).

تعداد دانه در سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای این صفت نشان داد اثر تیمارهای مختلف بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار روی و کمترین آن مربوط به تیمار آهن است. بین تیمار آهن و تیمار شاهد، منگنز، منگنز+روی، آهن+روی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول۳). بوترینا و همکاران (۱۹۹۱) ملاحظه کردند افزایش عملکرد دانه به وسیله محلول پاشی در مرحله غلاف رفتن گندم بدست آمده و با افزایش مصرف عناصر کم‌مصرف عملکرد دانه در گیاه و تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. نتایج آزمایشات فتحی و عنایت قلی زاده (۲۰۰۹) نیز نشان داد حداقل تعداد دانه در سنبله در تیمار شاهد بدون مصرف عناصر کم‌مصرف با

میانگین ۲۰/۸ دانه به دست آمد. لیندسای (۱۹۷۲) معتقد است کاهش تعداد دانه در سنبله در شرایط کمبود عناصر تغذیه‌ای کم‌مصرف نشان دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید تعداد دانه است.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول۲). نتایج میانگین مربعات نشان داد بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار عنصر روی است و بین تیمارهای روی و روی+منگنز تفاوت آماری چندانی دیده نشد. کمترین شاخص برداشت گندم مربوط به تیمار آهن+روی+منگنز بود که بین تیمارهای آهن+روی+منگنز، منگنز و آهن+منگنز تفاوت معنی‌داری دیده نشد(جدول۳). سیکرلی (۱۹۸۷) معتقد بود افزایش عملکرد غلات دانه ریز به طور عمده به علت افزایش شاخص برداشت است. رابسون و همکاران (۱۹۸٤) نیز بیان کردند با مصرف عناصر کم‌مصرف بیش از آن که بیوماس افزایش یابد بر عملکرد دانه افزوده شد و در نهایت به ارتقای شاخص برداشت منجر شد.

عملکرد دانه

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه معنی‌دار نیست (جدول۲). با توجه به مقایسه میانگین مشخص شد عنصر روی بیشترین و تیمار آهن کمترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشت که البته تفاوت معنی داری با تیمارهای آهن+روی و شاهد نداشت (جدول۳). موسوی و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند ترکیبات آهن، روی و منگنز تاثیر مثبت و معنی داری بر بیوماس تولیدی و اجزای عملکرد دانه گندم دارند بنابراین به کارگیری این ترکیبات می تواند عملکرد دانه را افزایش دهد.

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش تعداد دانه در سنبله در تیمارهای روی و روی+ آهن+ منگنز نسبت به سایر تیمارهای شاهد بیشتر بود. البته هیچ یک از تیمارهای محلول پاشی با عناصر نتوانست عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد که به نظر می رسد به دلیل تاثیر کیفی این عناصر باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات تیمارهای مختلف محلول‌پاشی

مراحل محلول‌پاشی	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)
آهن	۶۱/۹۵۶۷c	۷/۱۷۷ab	۲۶/۶۶۶۷d	۷۷۳۳/۳۳b	۲۴/۹۵۵۸c
روی	۵۹/۴۱۶۷c	۶/۰۸۳۳ab	۳۹/۶۴۶۷a	۹۷۹۲/۲۲a	۳۰/۳۹۸۸a
منگنز	۶۵/۰۸۳۳b	۶/۰۸۳۳c	۳۰/۱۶۶۷bcd	۷۷۵۹/۲۶b	۲۳/۲۸۰۹cd
آهن+روی	۶۷/۳۳۳ab	۶/۰۸۳۳c	۲۸/۲۵cd	۸۳۷۰/۳۷ab	۲۵/۴۹۰۹c
آهن+منگنز	۶۱/۵۱۶۷c	۷/۹۱۶۶a	۳۲/۴۷۳bc	۷۸۲۴/۰۷b	۲۳/۶۶۷cd
منگنز+روی	۶۷/۱ab	۵/۸۳۳c	۳۱/۴۱۶۷bcd	۸۷۴۲/۵۹ab	۲۹/۰۴۸ab
آهن+روی+ منگنز	۶۹/۶۱۶۷a	۶/۳۹۹Bc	۳۴/۴۹۶ab	۷۴۰۷/۴۱b	۲۱/۶۲۰d
شاهد	۵۹c	۷/۲ab	۳۱/۷۵bcd	۸۷۷۷/۷۸ab	۲۷/۸۱۶b

در هر ستون میانگین هایی که با حروف متفاوت نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ نیستند

منابع

1- Abdoli, M. 2014. Effects of foliar application of zinc sulfate at different phenological stages on yield formation and grain zinc content of bread wheat (cv. Kohdasht). Azarian Journal of Agriculture.

2- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Fazli Estabragh, M., Hosseinpour, R., Kazemian, A. And Rafiee, M. 2016. Agricultural products statistics.Ministry of Agriculture, Deputy Director of Planning and Economics, ICT Center. (In Persian).

3-Alturky, A. and Helali, M. 2004. Mobilization to pb, Zn, cu and cd, in polluted soil. pak. Journal. Biol. Sci, 7: 1972-1980.

4- Bilali, M, M., Malakouti, M.J., Khademi, Z. and Mashayekhi, H,H. 1999. Effect of Micronutrient Elements on Increasing Performance and Determination of Their Critical Limit in Soils Infected with Wheat Cultivars of Iran. Special Note for Wheat. Journal of Soil and Water Science. Volume 12, Issue 6. Tehran. Iran. (In Persian).

5- Balali, M.R. and Malakouti, M.J. 2002. Effects of different methods of micronutrient application on the uptake of nutrients in wheat grains in 10 provinces. Soil Science, 15(2): 1-11.

6- Baybordy, A. And Malakouti, M. J. 2003. Effect of iron, manganese, zinc and copper on the quality and quantity of wheat in saline conditions. Journal of Soil and Water Sciences, Vol. 17, No. 2, Pages 140-150. (In Persian).

7- Butorina, E.P,. Yogodin, A.B. and Feofanor, S. 1991. Effect of foliar application of urea and molybdenum on winter wheat grain yield and quality. Field Crop Abst: 46.

8- Cakmak, I. 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Plant and Soil, 247:3-24.

9- Ceccarelli, S. 1987. Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. Euphytica. 36(1): 265-273.

10- Dargahi, M., Sadrabadi Haghighi, R., and Klarestaghi, K. 2014. The Effect of Zinc Foliar applicationYield and Yield Components of Wheat Cultivars. Scientific Journal of Ecophysiology of Tabriz Agricultural Plants. Eighth volume No. 2 (30). Summer 2014. (In Persian).

11- El-Magid, A.A.A., Knany, R.E. and El-Fotoh, H.G.A. 2000. Effect of foliar application of some micronutrients on wheat yield and quality. Annals of Agricultural Science Cairo, Vol. 1: 301 -313**.**

12- Eskandari, M. A.2004. Proceedings of wheat feeding methods. First Edition. Shafa Publishing Tehran. Page 851. (In Persian)**.**

13- Fathi, GH. A. and Enayat Gholizadeh, M. A. 2009. Effect of Low Feeds of Iron, Zinc and Copper on growth and yield of barley cultivars in Khuzestan's climate. Quarterly Journal of Plant Protection Physiology. first year. No 1, pages 28 to 41. (In Persian).

14- Ismaili, M, A. And Abbasiyan, A. 2006. Effect of substratum and micronutrient fertilizers of zinc sulfate and manganese sulfate on growth and yield of corn in forage variety 704. Abstract of the articles of the 9th Congress of Agronomy and Plant Breeding at the University of Tehran. Iran. (In Persian).

15- Hendawy, S., El-Sherbeny, S., Hossein. M., Khalid. Kh. and Ghazal. G. (2012). Response of two species of black cumin to foliar spray treatment. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(10): 636-642.
16- Lindsay, W.L. 1972. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soil. In: Micronutrient in Agriculture, eds. Mortvddet, j.j. Giordano, P.M. and Lindsay, W.L: 41-57. Soil Sci. Soc. Ame, Inc. Madison, WI.
17- Lotfolhi, M. And Malakouti, M. J. 1999. The role of zinc in the quantitative and qualitative increase of agricultural products and the improvement of community health (on the forgotten element). High Council for Policy Making on Reducing Poisoning and Optimizing the Use of Chemical Fertilizers, Publishing Agricultural Education, TAT Organization, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Karaj, Iran. (In Persian).
18- Majidi, M. And Malakouti, M. J. 2003. Effect of different amounts and sources on zinc yield and zinc absorption in wheat. Soil and Water Researches Journal, Soil and Water Research Institute. Volume 12, No 4, Tehran. Iran Pages 78 to 87. (In Persian).
19- Malakouti, M. J. And Teherani, M. M. 2008. The role of micronutrients in increasing the yield and improving the quality of agricultural products, Tarbiat Modares University. Page 292. (In Persian).
20- Malakouti, M.J. And Davodi, M. H. 2002. Zinc in agriculture is "a forgotten element in the plant, animal and human life cycle." Publishing Department of Horticulture. Ministry of Agriculture. Tehran. Iran. Page 220. (In Persian).
21- Malakouti, M. J., Ghaybi, J.N., Balali, M. R. And Divanbeagi, S. 2000. Effect of micronutrient elements on protein increase and wheat grain enrichment in ten provinces of the country. Agricultural education publication. Pages 379 to 393. (In Persian).
22- Malakouti, M. J., Savaghbi, Gh. And Balali, M. 1999. The role of using micronutrients in enrichment of grain, wheat flour and wheat, and reduction of phytic acid in order to promote the health of the community. Technical Journal No. 237, Agricultural Education Publishing Department, Ministry of Agricultural Jahad. (In Persian).
23- Moussavi, M., Rangel, Z., Hollamby, G.J.H. and aschar, J.A. 1997. Seed manganese content is more important than Mn fertilization for wheat growth under Mn deficient condition. Plant Nutrition: 267-268.
24- Omidbeigi, R. 2005. Process of processing medicinal plants. Astan Quds Razavi Mashhad Publications, p. 438. (In Persian).
25- Omidian, A., Sayyidat, A., Naseri, R. And Moradi, m. 2012. Effect of zinc sulfate solution on yield, oil content and protein content of four canola cultivars. Iran Crop Science. Volume Fourth, No.1, Pages 16 to 28. (In Persian).
26- Peshavar, M., Soroush Zadeh, A. And Ghanati, F. 2010. Effect of soil application and iron spraying on some quality characteristics of peanut (Arachis hypogeae L.) plant biology. Volume 2, Number 5, Pages 37 to 50. (In Persian).
27- Robson, A.D., Loneragan, J.F., Gartrell, W. and Snowball, K. 1984. Diagnosis of copper deficiencyin wheat by plant analysis. Australian of agri. Res, 35: 347-358.
28- Ryan, J. and Rashid, A. 2004. Micronutrient constrains to crop production in soils with Mediterranen-type characteristics: a review. Journal. Plant Nutrient. 27: 959-975.
29- Sajadi, N. A. 2004. Effect of different levels of nitrogen, iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of forage corn (single crop cultivar 704) in Markazi province. Master's thesis. Islamic Azad University Boroujerd Branch. Page 227. (In Persian).
30- Tomer, S.B. and orasad, G. 1988. Path coefficient analysis in barley. Barley Genet. Newslet: 18.
31- Vankhadeh, S. 2002. Response of sunflower to applied Zn, Fe, P, N. Nes.Journal, 1: 143-144.
32- Welch, R.M., Allaway, W.H., House, W.A., Kubota, J. 1991. Geographic distribution of trace element problems: 31-57. In: J.J. Mortvedt et al. Micronutrients in Agriculture. 2nd ed. Soil sci. Soc. Am. Madison, WI.
33- Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Guttekin, I., Karanlik, S., Bagci, SA. and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrient, 20: 461-471.
34- Ziaian, A. A. 2006. Effects of potassium and zinc in corn crop production. Journal of Soil and Water Sciences. Volume 20, Number 1, Pages 37 to 36. (In Persian).