یافته های نوین کشاورزی
سال نهم- شماره٤- تابستان ١٣٩٤

تاثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر میزان عناصر و خصوصیات کیفی علوفه سورگوم

ایمان فراهانی *، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اراک، ایران
حسن طهماسبی زاده، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اراک، ایران
مرجان صالحی، کارشناس ارشد زیست شناسی

چکیده

اجرای این طرح در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور فرمهین صورت گرفت. طرح در قالب بلوک کامل تصادفی در ٤ تکرار و هر تکرار شامل ۸ کرت اجرا شد. تیمارها شامل محلولپاشی عناصر روی، آهن و منگنز، آهن و منگنز، آهن و روی، روی و منگنز، آهن، روی، منگنز و تیمار شاهد بود. مصرف کودها به صورت محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار وکودهای مورد استفاده از نوع سولفات بود. محلول‌پاشی در دو مرحله ساقه دهی و ظهور گل تاجی صورت گرفت. نتایج نشان داد اثر تیمار بر میزان خاکستر، فیبر، پروتئین، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز معنی دار شد. مصرف آهن، روی و منگنز باعث کاهش غلظت فسفر و فیبر و افزایش نیتروژن و پتاسیم در علوفه سورگوم شدند. همچنین بین عناصر آهن، روی و منگنز در میزان غلظت آنها در گیاه رابطه منفی وجود دارد و مصرف هر کدام باعث کاهش غلظت دیگری می‌شود.

واژه های کلیدی: محلول پاشی، آهن، روی، منگنز و کیفیت علوفه

---

* نویسنده مسئول: E-mail: iman.agronomy@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/٤/١٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱/۲۵

مقدمه

کودهای ریزمغذی ٤٪ کل کودهای مصرفی را در جهان تشکیل می دهند اما در ایران این مقدار در حدود ۰/۱۷ درصد است (۱۷). یکی از مشکلات عمده ای که در غنی سازی دانه با عناصر غذائی کم مصرف وجود دارد، برهمکنش منفی بین این عناصر به‌خصوص روی با آهن و منگنز در گیاه می باشد (۱۵). مصرف خاکی و برگی عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس در امر تغذیه باعث افزایش عملکرد و کیفیت دانه می شود که در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیش از نقش منگنز است (۸). به علت اثر آنتاگونیستی بین بعضی از عناصر کم مصرف عملکرد و اجزای عملکرد را کاهش می یابد (۳۱). کاربرد محلول پاشی عنصر روی ۲٪ موجب افزایش عملکرد و صفات کیفی آن شد(۱). با توجه به یافته های سونی و همکاران (۲۰۰۱) به این نتیجه رسیدند که افزودن آهن و منگنز به خاک سبب افزایش غلظت این عناصر در دانه و کاه شد.

رنل و گراهام (۱۹۹۵) انتقال روی و منگنز به دانه گندم را مورد مطالعه قرار داده و دریافتند که روی انتقال مجددی خوبی از برگ ها به دانه داشته است درحالیکه انتقال مجدد منگنزکم بوده است.آهن ازاین لحاظ بین روی و منگنز می‌باشد. تاثیر سو منگنز در کاهش جذب روی را به رقابت یونی این دو عنصر برای جایگزینی در محل های جذب در سطح ریشه نسبت می دهند (۸). مصرف خاکی روی در افزایش عملکرد و محلول پاشی روی بر بهبود خواص کیفی ذرت مؤثرتر بودند (۲۳). مصرف روی به صورت خاکی، جذب فسفر در دانه را افزایش داد، ولی محلولپاشی روی، تأثیری بر آن نداشت (۲). کریمیان (۱۲) مشاهده نمود که با افزایش غلظت روی در دانه گندم، غلظت پتاسیم در دانه کاهش، ولی غلظت‌های نیتروژن و فسفر در دانه افزایش یافت این تحقیق در ادامه بیان نمود که کاربرد روی، تأثیری بر غلظت و جذب کل فسفر در ذرت نداشت. محلول پاشی روی و منگنز اثر مثبتی بر میزان پروتئین در گیاه داشت (۲۵ و ۲۷). مصرف عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش درصد پروتئین گردید (۱٤).

مواد و روش‌ها

برای بررسی تاثیر محلول پاشی عناصر آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزا عملکرد سورگوم رقم اسپیدفید اجرای این آزمایش در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور فرمهین صورت گرفت. طرح در قالب بلوک کامل تصادفی در ٤ تکرار و هر تکرار شامل ۸ کرت اجرا شد. هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به طول ٦ متر وفواصل ۵۰ سانتی‌متر بود. جهت جلوگیری از تداخل تیمارها بین کرت ها ۳ شیار فاصله قرار گرفت. تیمارها شامل مصرف عناصر روی، آهن و منگنز، مصرف آهن و منگنز، مصرف آهن و روی، مصرف روی و منگنز، مصرف آهن، مصرف روی، مصرف منگنز و تیمار شاهد بود.

مصرف کودها به صورت محلول‌پاشی با غلظت ٥ در هزار وکودهای مورد استفاده از نوع سولفاته بود. محلول‌پاشی در دو مرحله ساقه دهی و ظهور گل تاجی صورت گرفت. عملیات تهیه بستر به ترتیب شامل شخم بهاره، دیسک و تسطیح زمین و ایجاد شیارهای کاشت انجام گردید. یک سوم از کود اوره به صورت قبل از کشت با خاک مخلوط شد و مابقی در دو نوبت در اختیار گیاه قرار گرفت. برای مصرف کودها کنار شیار را باز نموده و کود را پاشیده و دوباره روی آنرا را با خاک پوشاندیم. کودهای فسفر و پتاس نیز بر اساس نیاز گیاه و نتیجه آزمون خاک در اختیار گیاه قرار گرفت.

قبل از کاشت روی پشته ها شیارهایی به عمق ٤ سانتی‌متر ایجاد گردید، و سپس تعداد ٢ تا ٣ بذر کاشته شد. برای به‌دست آوردن تراکم مناسب بذر با تراکم زیاد کشت شد و در مرحله ٥ تا٧ برگی با تنک کردن بوته های اضافی، تراکم مورد نظر به‌دست آمد. مبارزه با علف هرز به موقع و به صورت دستی صورت گرفت. آبیاری هر ٧ روز یکبار صورت پذیرفت. برای دستیابی به نتایج آماری صحیح و حذف اثر حاشیه سه ردیف وسط از مجموع ٥ ردیف کاشت به عنوان نمونه آزمایشی برداشت شد و دو ردیف از هر طرف تحت عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد. همچنین یک متر از ابتدا و انتهای کرتها در نمونه برداری استفاده نگردید. جهت بدست آوردن خصوصیات خاک در محل مورد نظر آزمایش خاک از نظر عناصر ماکرو و میکرو مورد ارزیابی قرار گرفت. در انتهای کار قبل از مرحله گلدهی جهت به‌دست آوردن میزان خاکستر، فیبر، پروتئین، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در علوفه مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت اندازه گیری خصوصیات خاک و علوفه، نمونه ها به آزمایشگاه خاک آزما نگین ورامین انتقال یافت. روش اندازگیری عناصر آهن، روی و منگنز با روش اتمیک، نیتروژن با روش کجدال، فسفر با روش کالریمتری، پتاسیم با روش فلیم فتومتر و خاکستر با روش گراویمتری اندازه گیری شدند. نتایج حاصل از اندازه گیری صفات و تجزیه و تحلیل های آماری توسط برنامه های SAS و SPSS صورت گرفت.

جدول١: نتایج آزمون خاک

Texture	Cu	Mn	Zn	Fe	Clay	Silt	Sand	K	P	N	O.C	TNV	pH	E.C	S.P	عمق
SCL	٠/٥٨	١/١٦	٠/١٢	٦/٧٤	٢٧	٢٤	٤٩	٢٥٠	١٠/٢	٠/٠٥	٠/٤٥	٧	٧/٩	٠/٥٧	٢٩/٣	٣٠-٠

نتایج و بحث

خاکستر و فیبر

اثر تیمار بر صفات خاکستر و فیبر با سطح احتمال ١ درصد معنی دار شد. بالاترین میزان خاکستر ٥/٩٨٪ در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز و کمترین نیز ٦/٦٦ ٪ در تیمار شاهد به‌دست آمد.

بالاترین میزان فیبر نیز ۱۲/۵٦٪ در تیمار شاهد و کمترین ۹/۵۳٪ در تیمار محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز به‌دست آمد. همان‌طور که در نتایج نیز مشخص است با مصرف عناصر آهن، روی و منگنز درصد خاکستر افزایش و درصد فیبر کاهش یافت. تیمار نوع کود مصرفی و تیمار زمان مصرف کود بر میزان خاکستر علوفه اثر مثبت داشت (۱۵). محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز باعث افزایش درصد خاکستر (۱۲/۰۷٪) شد. همچنین تیمارهای محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز نتوانستند اثر معنی داری بر مقدار درصد فیبر خام موجود در علوفه ارزن داشته باشند (۲۵).

پروتئین

اثر تیمار بر درصد پروتئین با سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. بالاترین میزان پروتئین ۱۳/٦۳٪ در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز و کمترین نیز ۱۱/٤۹٪ در تیمار شاهد به‌دست آمد. مصرف آهن، روی و منگنز باعث افزایش غلظت پروتئین در علوفه سورگوم شدند.

تیمار نوع کود مصرفی و تیمار زمان مصرف کود بر درصد پروتئین تأثیر گذاشت (١٤). تحقیقات نشان می دهد مصرف برخی از عناصر ریزمغذی و از همه مهم تر عنصر روی باعث افزایش پروتئین خام در اندام های هوایی و دانه ذرت می شود (۳۲). محلول پاشی روی و منگنز اثر مثبتی بر میزان پروتئین در گیاه داشت (۲۵ و۲۷). خلیلی محله و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند مصرف عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش درصد پروتئین گردید. با محلول‌پاشی سولفات منگنز و روی گیاه، استفاده بیشتر و بهینه ای از نیتروژن موجود در خاک کرده و در نتیجه پروتئین سازی افزایش یافته است (۳).

نیتروژن

اثر تیمار بر میزان نیتروژن در علوفه سورگوم با سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد. بالاترین میزان نیتروژن ۲/٤٦٪ در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز و کمترین نیز ۲/۰۱٪ در تیمار شاهد به‌دست آمد. هر سه عنصر در افزایش غلظت نیتروژن در علوفه تاثیر مثبتی داشتند. تأثیر روی بر افزایش جذب نیتروژن در گیاه توسط محققان زیادی گزارش شده است (۸ و ١٦). محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز باعث افزایش نیتروژن (۲/۸۳٪) موجود در علوفه شد (۲۵). وجود مقدار زیاد روی در خاک، کمک به افزایش غلظت و جذب نیتروژن در دانه شد. بنابراین در سطح بالای روی، بین بور و نیتروژن اثر هم یاری مشاهده شد (۲).

فسفر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار بر درصد فسفر با سطح احتمال ١٪ معنی دار شد. بیشترین میزان فسفر ٠/٣٥٪ در تیمار شاهد و کمترین نیز ٠/٢٥٪ در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز به‌دست آمد. همان‌طور که در نتایج نیز مشخص است مصرف عناصر آهن، روی و منگنز باعث کاهش غلظت فسفر در گیاه شدند بنابراین بین عناصر فوق و غلظت فسفر در گیاه رابطه منفی وجود دارد.

چاکرالحسینی و همکاران (٢٠٠٨) گزارش کردند با افزایش سطوح آهن میانگین غلظت و جذب کل فسفر به طور معنی داری کاهش یافت. به نحوی که مصرف ١٠ میلی گرم آهن در کیلوگرم خاک سبب بیشترین کاهش در غلظت و جذب کل فسفر به ترتیب به میزان ٥٦ و ٥٨ ٪ نسبت به شاهد گردید. یکی از دلایل احتمالی کاهش غلظت فسفر را در گیاه می توان تأثیر رقت ناشی از اثر مثبت آهن بر رشد گیاه داشت. کاربرد منگنز در خاک باعث افزایش غلظت فسفر در دانه گندم همراه است (١٣). وجود مقدار خاک ممکن است باعث جذب مقدار زیاد فسفر در دانه و همچنین افزایش عملکرد شود (٣). میزان جذب فسفر در دانه ذرت بر اثر کاربرد روی و بور در میزان عملکرد ١١ تن با هکتار را ٣٦/٧ کیلوگرم در هکتار بیان نمودند (٩). تیمار محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر محتوی فسفر گیاه نشان داد (٢٥). کاربرد روی غلظت عناصر فسفر (٣ تا ١٠٪) را در برگ پرچم کاهش داد (٦).

پتاسیم

اثر تیمار بر غلظت پتاسیم با سطح احتمال ١٪ معنی دار شد. بالاترین میزان پتاسیم ١/٢١٪ در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز و کمترین نیز ٠/٦٨٪ در تیمار شاهد به‌دست آمد. هر سه عنصر در افزایش غلظت پتاسیم در علوفه سورگوم تاثیر مثبتی داشتند و مصرف آنها منجر به افزایش غلظت پتاسیم می شود. تیمارهای محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز نتوانستند اثر معنی داری بر مقدار درصد پتاسیم داشته باشند (٢٥). سطوح مختلف روی و بور تأثیری بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه داشتند، ولی کاربرد تمام سطوح روی و بور، باعث افزایش جذب نیتروژن و پتاسیم در دانه شد (٢). کاربرد توأم فسفر و روی در گندم دیم غلظت عناصر نیتروژن و پتاسیم را در گیاه افزایش داد که افزایش هیچ کدام از این عناصر از نظر آماری معنی دار نبود (٦).

آهن

اثر تیمار بر غلظت آهن در گیاه با سطح احتمال ١ ٪ معنی دار شد. بالاترین غلظت آهن ٤٤٧/٦ قسمت در میلیون در تیمار محلول‌پاشی آهن به‌دست آمد و کمترین نیز ١٦٠/٥ قسمت در میلیون در تیمار محلول پاشی روی و منگنز به‌دست آمد. همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین ها مشاهده می‌شود محلول پاشی

آهن باعث افزایش غلظت آهن در علوفه نسبت به شاهد گردید. محلول پاشی روی و منگنز نیز به طور جداگانه باعث کاهش غلظت آهن در گیاه شدند و مشخص است که بین غلظت آهن و مصرف روی و منگنز در علوفه سورگوم رابطه منفی وجود دارد. همچنین عنصر روی تاثیر بیشتری در کاهش غلظت آهن داشت.

رنل و گراهام (۱۹۹۵) اعلام کردند بین روی وآهن برهمکنش منفی دیده شده است. احتمالا روی و آهن درفرایند جذب ازریشه با هم رقابت میکنند و به همین دلیل ممکن است درمحلول پاشی این رقابت وجود نداشته باشد. کاربرد روی بطور معنی داری باعث افزایش غلظت آهن در ساقه و کاهش آن در ریشه و خوشه گردید (۲۸). مصرف منگنز افزایش غلظت آهن در ساقه و خوشه و کاهش غلظت آهن در ریشه گردید (۹). اثر روی در سطح ۵٪ بر غلظت آهن دانه معنی دار شد (۲٤). تیواری و همکاران (۱۹۸۲) با مطالعه روابط روی و آهن، به این نتیجه رسیدند که مصرف هر یک از این دو عنصر، غلظت عنصر دیگر را پایین میآورد. هنگامی که مقدار آهن قابل جذب خاک کم است این امکان وجود دارد که کاربرد روی، کمبود آهن را تشدید کند (۱۸). اثر محلول پاشی منگنز بر غلظت آهن منفی بود و با عث کاهش غلظت آهن گردید (۱۳، ۳۰و ۳۳).

اثرات اصلی منگنز بر غلظت آهن در بخش‌های مختلف گندم در سطح آماری ۱٪ معنی دار گردید. همچنین گزارش کردند که در ریشه با افزایش غلظت منگنز خاک، غلظت آهن کاهش، ولی در ساقه و خوشه برهمکنش مثبت بین این دو عنصر مشاهده گردید (۱۲). با مصرف روی، آهن و مس، غلظت آهن و روی در دانه و کلش گندم بطور معنی داری افزایش می یابد (۲۰). بین مصرف روی با غلظت آهن در دانه گندم برهمکنش منفی وجود دارد (۱۹). کاربرد روی غلظت عناصر آهن (۳ تا ۱۱٪) را در برگ پرچم کاهش داد (٦). محلول پاشی روی، ۸ ٪ غلظت آهن در دانه و محلول پاشی آهن، ۲۱ % غلظت آهن و ۲۰٪ جذب آهن را افزایش داد (۲٤). مصرف خاکی روی باعث افزایش غلظت آهن در ساقه و کاهش غلظت آن در خوشه گردید. بنابراین این دو عنصر در مرحله انتقال از ساقه به خوشه با یکدیگر رقابت می کنند .مصرف خاکی منگنز نیز، منجر به افزایش غلظت آهن در خوشه و ساقه و کاهش غلظت آن در ریشه گردید. بدین ترتیب منگنز حرکت آهن را به اندام های هوائی تسهیل می کند (۹). غلظت آهن با محلول پاشی آهن افزایش یافت (۵ و ۲٤).

روی

اثر تیمار بر غلظت روی با سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. بیشترین غلظت روی ۱۳۲/٤ و ۱۳۲/۲ به ترتیب در تیمارمحلول پاشی روی و تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز به‌دست آمد. کمترین نیز ۲۵/۹۲ در تیمار محلول پاشی آهن به‌دست آمد. بر اساس نتایج به‌دست آمده بین روی و آهن برهمکنش

منفی وجود دارد و با مصرف هر کدام دیگری کاهش می یابد. همچنین منگنز نیز با غلظت روی رابطه منفی دارد و باعث کاهش غلظت روی نسبت به شاهد شد. کاربرد آهن تأثیر معنی داری بر میانگین غلظت روی در گیاه نداشت (٥). مصرف هر یک از دو عنصر روی و آهن ، غلظت عنصر دیگر را پایین می آورد (٣٤). اثر متقابل روی در آهن در سطح ٥٪ بر غلظت روی دانه معنی دار شد. همچنین غلظت روی دانه با محلول پاشی آهن نسبت به شاهد افزایش یافت (٢٤). مصرف خاکی آهن، باعث کاهش غلظت روی در خوشه و ساقه و افزایش غلظت آنها در ریشه گردید (٨). کاربرد توأم فسفر و روی تأثیری در افزایش غلظت روی در برگ گندم دیم نداشت (٦). مصرف توام این سه عنصر، مقدار انتقال روی از ریشه به خوشه بیش از آهن و منگنز بود (٩). کاربرد منگنز در خاک با کاهش غلظت روی همراه است (١٣ و ٢٩). محقیقین زیر خلاف آن را اعلام نمودند (٧ و ٩). در مطالعه بر هم کنش عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم، با کاربرد روی در خاک، غلظت روی به طور معنی داری در ریشه و خوشه افزایش یافت. مصرف خاکی منگنز نیز، اثر معنی داری بر غلظت روی در خوشه نداشت ولی باعث افزایش غلظت روی در ریشه و ساقه گردید (٩). غلظت روی دانه ١٣٪ بامحلول پاشی آهن نسبت به شاهد افزایش یافت (٢٤). با افزایش مصرف روی به صورت خاکی یا محلول پاشی، میزان روی در گیاه افزایش می یابد (١١، ٢٤ و ٣٢).

جدول ٢: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی علوفه سورگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		خاکستر	فیبر	پروتئین	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
تکرار	٣	٠/٣٧	٢/٠١	١٩/٤	٠/١٦	٠/٠٠٦	٠/٠٠٨	٦٤/٢٩	١٥٨/٧	١٠٥/٤٥
تیمار	٧	٣/٤٤**	٣/٩٤**	١/٨٨**	٠/٠٦*	٠/٠٠٧**	٠/١٣**	٨٨٢٣٧**	١٢٠١٠/٥**	٢٥٢٥/٩٧**
خطا	٢١	٠/١٤٣	٠/٤	٠/٢٧	٠/٠٢	٠/٠٠١	٠/٠٠٥	٢٥٦/٢	٤٠/٨٧	٤٣/١٩
ضریب تغییرات(٪)		٤/٥٨	٥/٧٩	٤/٠٨	٧/٢٦	٤/٥٩	٧/٣٢	٥/٢٥	٨/٠٢	٨/٢١

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ١٪ ، ٥٪ و غیر معنی‌دار

جدول ٣: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی علوفه سورگوم

درجه تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن هزار دانه	وزن تک دانه	تعداد دانه در پانیکول	عملکرد دانه	طول پانیکول
تکرار	٣	١٧/١	٠/٠٠٠١	٩٥٥/٩	٠/٠٣٥	١/٣٨
تیمار	٧	١٣/٥٢**	٠/٠٠٠١*	٣٦٣١٨/٢ns	١/١٥**	١٢/١٣**
خطا	٢١	٣/٩٦	٠/٠٠٠١	٢٨٨٧١/٤	٠/١٥	٦/٢٥
ضریب تغییرات (٪)		٦/٠١	٥/٧	٧/٥	٧/٨١	٦/٢٥

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ١٪ ، ٥٪ و غیر معنی‌دار

منگنز

اثر تیمار بر غلظت منگنز با سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. بیشترین غلظت منگنز ۱۰۵/۷ و ۱۰۵ به ترتیب در تیمار محلول پاشی منگنز و تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز به دست آمد. کمترین نیز ۲۵/۹۲ در تیمار محلول پاشی روی بدست آمد. با توجه به نتایج حاصل مصرف آهن و روی باعث کاهش غلظت منگنز شدند پس بین آهن و روی و غلظت منگنز در علوفه سورگوم رابطه منفی وجود دارد. کاربرد روی، غلظت منگنز را در ریشه و ساقه کاهش و در خوشه افزایش داد (۹ و ۱۷). مصرف خاکی یا محلول پاشی آهن، باعث کاهش غلظت منگنز در خوشه و ساقه گردید (۹ و ۳۳). اما پهلوان راد و همکاران (۲٤) خلاف آن را اعلام کردند. به دلیل برهمکنش منفی روی با آهن و منگنز، با افزایش غلظت روی در دانه گندم، غلظت آهن و منگنز دانه کاهش یافت (۱۸). تیمار محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر محتوی منگنز و روی در علوفه ارزن معنی‌دار بود (۲۵). کاربرد روی غلظت عنصر منگنز (۱ تا ۱۲٪) را در برگ پرچم کاهش داد (٦). مصرف منگنز غلظت منگنز را افزایش داده است (۷). محلول پاشی منگنز سبب افزایش ۷ درصدی غلظت و ۹ درصدی جذب این عنصر در دانه گردید (۲٤). مصرف روی همچنین کاهش غلظت منگنز در ریشه و ساقه و افزایش غلظت آن در خوشه را در پی داشت. از این رو، روی منجر به افزایش انتقال منگنز از ریشه و ساقه به خوشه گندم می شود (۹).

وزن تک دانه و وزن هزار دانه

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر تیمار بر صفت وزن هزار دانه و وزن تک دانه به ترتیب با سطح احتمال ۱ و ۵٪ معنی دار شد. بالاترین وزن هزار دانه در محلول پاشی توام آهن، روی و منگنز به میزان ۳۵/۹۵ گرم و پایین ترین وزن هزار دانه نیز در تیمار شاهد به میزان ۳۰/۵ گرم به دست آمد. بالاترین وزن تک دانه نیز در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز به میزان ۰/۰۳۵ گرم و پایین ترین وزن هزار دانه نیز در تیمار شاهد به میزان ۰/۰۳گرم به دست آمد. محققان زیر اعلام کردند اثر استفاده از کود میکرو بر صفت وزن هزار دانه معنی دار شد (۱۷ و ۲۱). رحیمی و همکاران (۲۰۰۸) افزایش وزن هزار دانه را با کاربرد عناصر ریزمغذی گزارش نمودند. تیمار محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی ومنگنز موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه ذرت شد (۱٤). این نتایج با اظهارات برنان (۲۰۰۱) مطابقت دارد.

تعداد دانه در پانیکول

با توجه به نتایج به‌دست آمده اثر تیمار بر صفت تعداد دانه در پانیکول معنی دار نشد. در مطالعه تأثیر کودهای کم مصرف آهن، روی و مس بیشترین تعداد دانه در سنبله با مصرف کودهای آهن، مس و روی حاصل شد و حداقل تعداد دانه در سنبله تیمار شاهد به‌دست آمد. کاهش تعداد دانه در سنبله در شرایط

کمبود مواد تغذیه ای ریز مغذی نشان دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید تعداد دانه است (١٦). گزارش کرد که محلول پاشی سولفات روی باعث افزایش تعداد دانه در خوشه می‌شود (٢٤).

جدول٤: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی علوفه سورگوم

تیمارها	درصد					قسمت در میلیون				
	خاکستر	فیبر	پروتئین	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
شاهد	٦/٦٦E	١٢/٥٦A	١١/٤٩C	٢/٠١B	٠/٣٥B	٠/٦٨D	١٧٧/٢B	٣٠/٢٦B	٦٠/٥٨B
Fe	٧/٨D	١١/٥٦Abc	١٢/٤٣Bc	٢/١٩Ab	٠/٣٢C	٠/٨٢C	٤٤٧/٦A	٢٥/٩٢B	٥٨/٦٣B
Zn	٨/١٩Cd	١١/٣٢Abc	١٢/٦٢Ab	٢/٢٢Ab	٠/٢٨D	٠/٩٧Bc	١٦١/٣B	١٣٢/٤A	٥٢/٦٩B
Mn	٧/٥٤D	١١/٨٤Ab	١٢/٢٣Bc	٢/٢Ab	٠/٣٧A	٠/٨٦Bc	١٦٥/٤B	٢٩/٤٣B	١٠٥/٧A
Fe Zn	٩/٠١Ab	١٠/٢٦Cd	١٣/٢٨Ab	٢/٣٢Ab	٠/٢٦F	١/١٤A	٤٤٠/٧A	١٣٠/١A	٥٤/٧٥B
Fe Mn	٨/٢٦Bcd	١٠/٥١Bcd	١٢/٨٢Ab	٢/٢٤Ab	٠/٣٢C	٠/٩٧B	٤٣١/٤A	٢٨/١٨B	١٠٢/١A
Zn Mn	٨/٩٢Abc	١٠/٣٣Cd	١٣/٢٨Ab	٢/٣٢Ab	٠/٢٨E	١/١٢A	١٦٠/٥B	١٣٠/٦٥A	١٠٠/٧A
Fe Zn Mn	٩/٥٨A	٩/٥٣D	١٣/٦٣A	٢/٤٦A	٠/٢٥G	١/٢١A	٤٣١A	١٣٢/٢A	١٠٥A

میانگین هایی که دارای حروف غیر مشترک می باشند اختلاف آماری در سطح پنج درصد دارند

جدول ٥: مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده علوفه سورگوم

تیمارها	وزن هزار دانه گرم	وزن تک دانه گرم	تعداد دانه در پانیکول	عملکرد دانه تن در هکتار	طول پانیکول سانتیمتر
شاهد	٣٠/٥b	٠/٠٣D	٢١٤٦a	٤/٧٢bc	٢٠/١٣C
Fe	٣١/٤٣b	٠/٠٣١Cd	٢١٨٥a	٤/٥٥C	٢١/٨٨bc
Zn	٣٢/٦٥ab	٠/٠٣٢bcd	٢٢١٨a	٤/٦C	٢١/٩٨bc
Mn	٣١/٨٥ab	٠/٠٣١Cd	٢١٨٧a	٤/٥٧C	٢٢/١bc
Fe Zn	٣٤/٦٧ab	٠/٠٣٤ab	٢٣٤٨a	٥/٤٢ab	٢٤/٤٢ab
Fe Mn	٣٣/٦٥ab	٠/٠٣٣abc	٢٣٠٧a	٥/٥٦a	٢٣/٨ab
Zn Mn	٣٤/٣ab	٠/٠٣٣abc	٢٣١٠a	٥/٦٦a	٢٣/٧٥ab
Fe Zn Mn	٣٥/٩٥a	٠/٠٣٥a	٢٤٢٠a	٥/٧٥a	٢٥/٥٨a

میانگین هایی که دارای حروف غیر مشترک می باشند اختلاف آماری در سطح پنج درصد دارند

عملکرد دانه

اثر تیمار بر عملکرد دانه با سطح احتمال ١٪ معنی دار شد و بالاترین عملکرد دانه ٥/٧٥ تن در هکتار در تیمار محلول پاشی توام آهن، روی و منگنز و پایین ترین عملکرد دانه نیز در تیمار شاهد به میزان ٤/٧٢ تن در هکتار به‌دست آمد. اثر عناصر کم مصرف بر صفت عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال در سطح ٥٪ معنی دار شد (٣١). با مصرف عناصر کم مصرف عملکرد دانه افزایش یافت (١٥ و ٢٧). اثر مصرف کود

ریزمغذی برصفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی دار گردید (۱۱). محلول پاشی آهن باعث افزایش ۳٦ ٪ عملکرد دانه شده است (۱۰). محلول پاشی ٤ در هزار آهن باعث افزایش ٤۷٪ عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردیده است (۲٤). کاربرد روی عملکرد دانه را ۲۰٪ افزایش داد (٦). با افزایش مصرف روی عملکرد دانه افزایش یافت به طوری‌که در اثر عملکرد دانه با مصرف حداکثر مقدار روی و حداقل عملکرد دانه نیز با عدم مصرف روی به‌دست آمد (۸). عارف (۲۰۰۹) اعلام کرد کاربرد سطوح مختلف روی بر عملکرد دانه، در سطح یک درصد معنی دار گردید. با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، عملکرد ذرت از ۸۰۰۰ به ۱۰۲۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (۹). محلول پاشی عنصر روی اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد داشت (۱، ۲ و ۲٤).

طول پانیکول

همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود اثر تیمار بر طول پانیکول با سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد و بالاترین طول پانیکول در تیمار محلول پاشی آهن، روی و منگنز به میزان ۲۵/۵۸سانتی‌متر و پایین ترین میزان نیز در تیمار شاهد به مقدار ۲۰/۱۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. همچنین اثر تیمار بر صفات تعداد برگ، قطر ساقه و شاخص برداشت معنی دار نشد. خلیلی محله و رشدی (۲۰۰۷) کردند که زمان مصرف کود و نوع کود مصرفی تأثیر معنی داری بر روی تعداد برگ در بوته نداشت. همچنین اثر نوع کود مصرفی نیز بر قطر ساقه معنی دار شد و اعلام کرد بیشترین قطر ساقه مربوط به محلول‌پاشی آهن و روی بوده است.

منابع

1.Ali, A. A. G. and Mowafy, S. A. E. 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.Aref, F. 2009. Effect of zinc and boron on yield and nitrogen, phosphorus and potassium in corn. Iranian Journal of Agricultural Science. 5;133-153.

3.Bacon, S. C., Lanyon, L. E. and Schlander, R. M. 2002. Plant nutrient flow in the managed pathways of an intensive dairy farm. Agron. J. 82:755–761.

4.Bernan. R. F. 2001. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. Australian journal experimental agriculture. 41:541-547.

5.Chakeralhoseini, M. 2008. Effects of the amount, source and method of fertilizer on the yield and quality of rice Chram 1. Journal of Agricultural Sciences. 5;33-43.

6.Feizi, V. and Valizadeh, G. 2006. Effects of combined application of P and Zn in nutrient uptake and residual soil phosphorus on dryland wheat. Seed and Plant Journal. 21;241-267.

7.Golchin, A., Esmaili, M. and Malakoti, M. J. 2000. Effect of organic matter, manganese and copper on the yield and quality of winter wheat in cold provinces of the country. Journal of Crop Physiology. 16;58-65.

8.Gupta, V. K. and singh, B. 1985. Residual effect of zinc and magnesium on maize crop. J. Indian soc. Soil sci, 33:517-520.

9.Hamzepoor, N., Malakoti, M. J. and Majidi, A. 2011. Interaction of Zn, Fe and Mn in different organs of wheat. Journal of Soil and Water. 24;1-8.

10.Heckman, J. R., Sims, J. T., Beegle, D. B., Coale, F. J., Herbert, S. J., Bruulsema, T. W. and Bamka, W. J. 2003. Nutrient Removal by Corn Grain Harvest. Agron. J. 95:587–591.

11.Hong, W. and Ji-yun, J. 2007. Effects of zinc deficiency and drought on plant growth and metabolism of reactive oxygen species in Maize (*Zea mays* L.). Agricultural Sciences in China. 6: 988-995.
12.Karimian, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorus on zinc nutrition of corn in a calcareous soil. J. plant nutr. 18:2261-2271.
13.Karimian, N. and Hashemi, S. M. 2001. Manganese nutrition of wheat as affected by phosphorus and manganese application to a calcareous soil. P. 834-835. *In* W. J. Horts, et al. (eds.) Plant Nutrition: food security and sustainability of agro ecosystems
through basic and applied research. 14th Int. Plant Nutr. Colloquim. Kluwer academic publisher Hanover, Germany.
14.Khalili Mahale, J. and Roshdi, M. 2009. Effects of foliar micronutrient elements on quantitative and qualitative characteristics of corn in Khoi. Seed and Plant Journal. 23;281-293.
15.Khalili Mahale, J., Rezadoost, S. and Roshdi, M. 2007. Effects of foliar micronutrient elements iron, zinc and manganese on quantitative and qualitative characteristics of sorghum Speedway Feed in second cropping in Khoi. Ninth Congress of Agronomy, Iran. Aboreihan Pardis. Tehran University. 175-180.
16.Latife, K. 1983. Effect of zinc sulphate and methods of application on growth yield and quality of maize variety. Agric j. res. 21:47-51.
17.Malakoti, M. J. and Tehrani, M. M. 2001. Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Micro- nutrients with macro- nutrients. 2nd Ed, Tarbiat Modarres University Press, Tehran.
18.Malakoti, M. J. and Balali, M. R. 2002. Increased production and optimum use of fertilizers containing micronutrients through fortification of wheat and its effect on the improvement of public health. Journal of Soil and Water Engineering Research Institute. 1126;178-186.
19.Malakoti, M. J. and Davoodi, M. H. 2003. Forgotten elemental zinc in agriculture in the life cycle of plants, animals and humans. Sana Publications. Ministry of Agriculture. 209-215.
20.Malakoti, M. J. and Elahi, M. A. 2000. Role in increasing the quantity and quality of agricultural products and improve the public health. Dissemination of agricultural education. 12;57-62.
21.Ming, C. and Yin, C. R. 1992. Effect of Mn and Zn-fertilizers on nutrient balance and deficiency diagnosis of winter wheat crop in pot experiment. International Symposium on the Role of Sulphur, Magnesium, and Micronutreints in Balance Plant Nutrition (edeited by: S. Portch): 369-379, Sulphur Institute, Washington, DC.
22.Mohamed, W., Iqbal, M. and Shal, S. M. 1990. Effect of mode of application of zinc and iron on yield of wheat. Sarhad journal of agriculture. 6:6, 615 -618.
23.Mohseni, S.H., Ghanbari, A., Ramazanpor, M.R., and Mohseni, M. 2006. Study effect quantity and methods consumer zinc sulfate and boric acid on yield, qualitative and nutrient absorption in two variety of grain corn. J Agric Sci. 31-38.
24.Pahlavan rad, M. R., Kikha, M. R, and Naroi, R. 2009. Effect of zinc, iron and manganese on yield, yield components, nutrient uptake and concentration in wheat grain. Journal of Agronomy and Horticulture. 79;142-150.
25.Paygozar,Y., Ghanbari, A., Heidari, M. and Tavasoli, A. 2010. Effect of foliar application of micronutrients on quantitative and qualitative characteristics of pearl millet varieties under drought stress. Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University of Tabriz.10;67-79
26.Rahimi, R., Khorgami, A., Rafie, M. and Ghobadpoor, M. 2010. Effect of different levels of zinc sulfate and manganese sulfate fertilizer on quantitative and qualitative traits of three cultivars of winter wheat in Khorramabad. Journal of Crop Physiology. 1;71-85.
27.Rahimi, M. and Mazaheri, D. 2008. Morphological and yield of maize as compared to the chemical reaction of iron and copper. Journal of Research and Development. 78;77-87.
28.Renel, Z. and Graham, R. D. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. II-Grain Yield. Plant and Soil. 173:267-274.
29.Rezai, K. and farbodnia, T. 2008. The response of pea plant to manganese toxicity in solution culture. Journal of agricultural science. 3:248-251.
30.Ronaghi, A. M., Parvizi, Y. and Karimian, N. A. 2002. Effect of Nitrogen and Manganese on the Growth and Chemical Composition of Spinach. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 5;71-83.
31.Sajedi, N., Ardakani, M., Naderi, A., Madani, H. and Mashadi, M. 2010. Effect of water deficit and nutrient application on yield, yield components and water use efficiency in corn. Journal of Iranian Field Crop Research. 7;13-19.
32.Sharafi, S., Tajbakhsh, A., Majidi, A. A. and Malakoti, M. J. 2001. Effect of iron-containing fertilizers on the yield and yield components of two cultivars of forage maize in Urmia. Journal of Soil and Water. 12;20-26.

33.Soni, M. L., Swarup, A. and singh, M. 2001. Influence of manganese and iron application on yield and manganese and iron nutrition of wheat in a reclamied sodic soil. Current Agric. 25: 73-77.
34.Tiwari, K. N. and Pathak, A. N. 1982. Studies on Fe-Zn interrelationships in rice under flooded and unflooded condition. J. Plant Nutr. 5 (4-7): 741-742.
35.Vaughn, B., Barbarick, K. A., Westfall, D. G. and Chapman, P. L. 2001. Tissue nitrogen levels for dryland hard red winter wheat. Agron. Tissue nitrogen levels for dry land hard red winter wheat. Agron. J. 82:561–565.