نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۳۷۳-۳۶۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 2, Summer. 2012, p. 368-373

واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت به کاربرد خاک‌مصرف و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی

مریم غفاری ملایری [۱*]- غلامعلی اکبری [۲]- آرش محمدزاده [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر کاربرد عناصر ریزمغذی آهن، روی و کود کامل میکرو به‌صورت خاک‌مصرف و محلول‌پاشی بر عملکرد و اجـزاء عملکـرد ذرت KSC۷۰۴ آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارهای این آزمایش شامل: تیمار شاهد (C)، محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه رفتن (M۱)، محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M۲)، محلـول‌پاشـی کـود سـولفات روی در مرحله ساقه‌رفتن (Z۱)، محلول‌پاشی کود سولفات روی در مرحله ساقه‌رفتن + مرحلـه ظهـور بـلال (Z۲)، محلـول‌پاشـی کـود سـولفات‌آهـن در مرحلـه ساقه‌رفتن (F۱)، محلول‌پاشی کود سولفات‌آهن در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (F۲)، کود کامل به‌صورت خاک‌مصرف (SM)، کود سولفات‌آهن به‌صورت خاک‌مصرف (SF) و کود سولفات روی به‌صورت خاک‌مصرف (SZ) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلـف کودی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال معنی‌دار بـود. همچنین تاثیر تیمارهای بکار رفته در سطح احتمال ۵ درصد بر صفات شاخص برداشت، قطر بلال، وزن هزار دانه و وزن چوب بلال معنی‌دار بـود. نتـایج به‌دست آمده از مقایسات میانگین نیز نشان داد که در تمامی صفات مورد مطالعه، محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحلـه سـاقه‌رفـتن + مرحلـه ظهـور بلال (M۲) و تیمار شاهد (C) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را داشتند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، عملکرد و اجزاء عملکرد، عناصر ریزمغذی

مقدمه

گیـاه ذرت یکـی از گیاهـان پـر توقـع و در عـین حـال یکـی از محصولات راهبردی کشور به حساب می آید. این گیاه بـا دوره رشـد کوتاه و عملکرد بالا از گیاهان مهم خانواده غلات است. بـه‌طـورکلـی سهم ذرت در تأمین غذای انسان ۲۰ درصد و در تغذیه دام و طیـور و ماده اولیه برای تهیه فرآورده‌های صنعتی حدود ۵ درصـد اسـت (۱۵). برای رسیدن به عملکردهای بالای ذرت دانه‌ای باید ترکیـب مناسـبی از موادغذایی در اختیار گیاه قرار گیرد (۱۵). متأسفانه به‌دلیـل اسـتمرار در مصرف غیرعلمی کود توسط تولیدکننـدگان محصـولات‌کشـاورزی (عمدتا اوره و فسفات‌آمونیوم) و آتش‌زدن بقایای کاه و کلـش، عـلاوه بر به هم خوردن تعادل عناصرغذایی در خاک و هدر رفت سرمایه ملی کشور، عملکرد مناسبی از ذرت نیز عاید کشاورزان منطقه نمی‌گردد. از طرف دیگر، به‌دلیل بالابـودن pH و درصـد بـالای کربنـات کلسـیم، جذب عناصر کم‌مصرف توسـط گیـاه بـا مشـکلات عدیـده‌ای روبـرو می‌باشد که کمیت و کیفیت ایـن محصـول را تحـت تـأثیر قـرار داده است. در ایران نیز به‌دلیل حاکمیت شرایط آهکـی خـاک‌هـا، مصـرف نامتعادل کودهای شیمیایی و به‌خصوص مصرف بی‌رویه فسـفر، عـدم رعایت تناوب زراعی، مصـرف نـاچیز کودهـای آلـی و بـالاخره عـدم مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی در گذشـته، امـروزه کمبـود این عناصر در خاک‌ها و در نتیجه موادغذایی بیشتر مشهود مـی‌باشـد. کودهای ریزمغذی چهار درصـد کـل کودهـای مصـرفی را در جهـان تشکیل می‌دهند، اما در ایران این مقدار در حدود ۰/۱۷ درصـد اسـت. سه عنصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز بیش از سایر عناصـر در امـر تغذیه ذرت نقش دارند (۱۴). آهن یکی از عناصر مهم در واکنش‌هـای اکسایش-کاهش در گیاهان مـی‌باشـد. در حـدود ۷۵ درصـد از آهـن

۱ و ۲- به ترتیب دانشـجوی کارشناسـی‌ارشـد و اسـتادیار گـروه زراعـت، پـردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: m_ghaffari@ut.ac.ir)
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

سلول با کلروپلاست در ارتباط می‌باشد (۲۲) که کمبود آن می‌تواند تولید کلروپلاست را متوقف سازد. همچنین آهن در ساخت و نگهداری کلروفیل، تنفس سلولی، احیای شیمیایی نیترات و سولفات و در جذب ازت ایفای نقش کرده و در متابولیسم اسید نوکلئیک و کلروپلاست و RNA موثر است (۲۹). مقدار کل آهن در خاک‌ها ۲۰۰ الی ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد، ولی با این وجود فقط میزان کمی از آن به‌صورت محلول می‌باشد (۲۸). برخلاف تعداد دیگری از عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، نقش روی در سیستم‌های گیاهی بهتر شناخته شده است. مشاهدات نشان می‌دهد که کمبود روی باعث کوتاه‌شدن فاصله میانگره‌ها می‌شود و مشخص شده است که این عنصر ارتباط نزدیکی با میزان اکسین موجود در گیاه دارد. همچنین این عنصر در ساختمان برخی از آنزیم‌ها مانند الکل دهیدروژناز، سوپراکسید دیسموتاز، کربنیک آنهیدراز و RNA پلی‌مراز نقش دارد. عوامل مختلفی مانند اسیدیته و کلسیم بالای خاک (۱۱) می‌تواند میزان جذب روی توسط گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. کاتیون‌های فلزی شامل مس، آهن و منگنز مانع از جذب روی توسط گیاه می‌شوند. این پدیده امکان دارد به‌دلیل رقابت برای اشغال مکان‌های حمل‌کننده یکسان صورت گیرد. از طرفی فسفر زیاد خاک نیز می‌تواند مانع جذب روی بخصوص در خاک‌های آهکی شود، ولی کاربرد کودهای نیتروژنه از آنجایی‌که سبب افزایش رشد گیاه می‌شود، نیاز به روی را افزایش می‌دهد (۳۰). کمبود آهن عموماً با زیادی سطوح سایر عناصر کم‌مصرف می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد. هنگامی که مقدار آهن قابل‌جذب خاک کم است، این امکان وجود دارد که کاربرد روی، کمبود آهن را تشدید کند. لینگل (۱۹) با مطالعه اثر عناصر فلزی مختلف بر روی جذب و انتقال آهن در گیاه سویا گزارش کرد که عنصر روی در بین عناصر مورد مطالعه، بیشترین تأثیر را در کاهش جذب آهن و انتقال آن به قسمت‌های هوایی برعهده دارد. مظفر (۲۳) اثر کمبود آهن را روی توزیع عناصر در گیاه ذرت مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که کمبود آهن غلظت روی را به‌خصوص در اندام‌های هوایی گیاه افزایش می‌دهد. مصرف خاکی و برگی عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس در امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و نیز عملکرد دانه می‌شود که در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیش از نقش منگنز و مس است (۹). مطالعات نشان‌داده گیاهانی از قبیل ذرت و سورگوم توانایی تراوش مولکول‌های خاصی به‌نام فیتوسایدرفور را دارند که باعث افزایش قابلیت جذب آهن توسط گیاه می‌شود، ولی با وجود بهره‌گیری از چنین توانایی به‌دلیل داشتن ریشه های افشان و سطحی، این توانایی کم‌رنگ شده و علائم کمبود آهن در آن‌ها مشاهده می‌شود (۲۷). وایتی و چامبلیس(۳۱) مشکل اساسی ذرت، سورگوم، غلات دانه‌ریز و بادام‌زمینی در نواحی مرکزی و شمال فلوریدا را کمبود عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس دانسته که ناشی از وجود خاک های شنی با محتوای ماده آلی کم، pH بالای خاک و عدم‌مصرف کودهای ریزمغذی در گذشته است. آن ها عنوان کردند مصرف برگی این عناصر به‌میزان سه کیلوگرم در هکتار در دفعات متعدد می‌تواند در رفع کمبود عناصر مزبور کمک کند. محلول‌پاشی گیاهان مرتعی فلوریدای آمریکا با عناصر ریزمغذ ی آهن، مس، روی، منگنز و کبالت در افزایش علوفه تولیدی در مراتع و کاهش بیماری ورم پستان و مصونیت دام‌های گوشتی از عوامل بیماری‌زا مؤثر واقع شده است (۲۱). از آنجا که عناصر ریزمغذی نقش بسیار مهمی را در رشد و نمو گیاهان‌زراعی برعهده دارند، لذا تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تأثیر عناصر ریزمغذی آهن، روی و همچنین کود کامل میکرو به‌صورت محلول‌پاشی و خاک مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید KSC۷۰۴ و تعیین بهترین زمان مصرف و نوع کاربرد این کودها، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر عناصر ریزمغذی (آهن، روی و کود کامل میکرو) به‌صورت خاک‌مصرف و محلول‌پاشی بر کیفیت، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار و ۱۰ تیمار در بهار سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل: تیمار شاهد (C)، محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن (M_1)، محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2)، محلول‌پاشی کود سولفات‌روی در مرحله ساقه‌رفتن (Z_1)، محلول‌پاشی کود سولفات‌روی در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (Z_2)، محلول‌پاشی کود سولفات‌آهن در مرحله ساقه‌رفتن (F_1)، محلول‌پاشی کود سولفات‌آهن در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (F_2)، کود کامل به‌صورت خاک‌مصرف (M_S)، کود سولفات‌آهن به‌صورت خاک‌مصرف (F_S) و کود سولفات روی به‌صورت خاک‌مصرف (Z_S) بودند. تهیه زمین در پاییز سال ۱۳۸۷ با یک شخم عمیق آغاز شده و در بهار سال ۱۳۸۸ با یک شخم سطحی و یک دیسک تکمیل گردید که همزمان با دیسک، مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره و ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپرفسفات به زمین داده شده و بلافاصله با خاک مخلوط گردید. فواصل بین ردیف کشت در این آزمایش ۷۵ سانتی‌متر و طول هر کرت نیز ۸ متر بود. عملیات کاشت در تاریخ ۲ خرداد به‌صورت کپه‌ای و با دست صورت گرفت. آبیاری به طریقه جوی و پشته‌ای بوده که طبق عرف منطقه هر ۱۰ روز یکبار بود. مبارزه با علف‌های هرز در مزرعه نیز در طول دوره رویشی گیاه به‌صورت دستی انجام گرفت. در نهایت صفاتی مانند عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، طول بلال، قطر بلال، وزن

چوب بلال، شاخص برداشت و وزن هزاردانه اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری صفات، تعداد ۵ نمونه گیاه از هر کرت با رعایت حاشیه از سطح خاک برداشت شد. برای محاسبه صفت عملکرد بیولوژیکی نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ الی ۷۲ ساعت خشک و توزین گردید. برای محاسبه شاخص برداشت از فرمول زیر استفاده گردید:

$$HI = GY/BY \times 100$$

که در آن GY، عملکرد اقتصادی محصول و BY کل ماده‌خشک تولیدی گیاه می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش، ابتدا از نرم‌افزار Minitab ۱۳۰ برای بررسی نرمال‌بودن داده استفاده شد و سپس از نرم‌افزار MSTATC برای تجزیه داده‌ها و مقایسات میانگین استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که صفاتی مانند عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند. همچنین تأثیر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد بر روی صفات شاخص برداشت، قطر بلال، وزن چوب بلال و وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۱). همان‌طور که نتایج به‌دست آمده از مقایسات میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد، بیشترین میزان عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2) با عملکرد ۱۰۶۴۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با عملکرد دانه ۸۵۷۹ کیلوگرم در هکتار است. در آزمایش انجام شده در ارومیه توسط شرفی و همکاران (۸) نتیجه‌گیری شد که از لحاظ آماری اثر تیمارهای کودی بر میزان عملکرد دانه در دو رقم ذرت دانه‌ای معنی‌دار بود، به‌طوری که مصرف توأم ۵۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در رقم ذرت دانه‌ای ۱۰۸ بالاترین عملکرد را داشت. خلیلی محله و رشدی (۴) گزارش کردند که محلول پاشی عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش ۳۴/۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد در گیاه ذرت دانه‌ای۴۰۷ شد. در آزمایشی که توسط رحیمی و مظاهری (۷) انجام گرفت، مشخص شد که کاربرد آهن به میزان ۲/۵ در هزار در مرحله ۸ برگی منجر به تولید بیشترین عملکرد در ذرت می‌شود. کریمیان و یثربی (۱۸) طی آزمایشی نشان دادند که مصرف روی باعث افزایش عملکرد ذرت می‌شود. پارکر (۲۵) گزارش کرد که کاربرد روی سبب افزایش عملکرد ذرت و افزایش غلظت آن در برگ‌ها و ساقه می‌شود و توانایی ارقام مختلف ذرت در استفاده از روی متفاوت است. پارکر دلیل آن را درجات متفاوت انتقال روی از ریشه به اندام‌های هوایی، مقادیر مختلف مورد نیاز گیاه و نیز عدم‌تعادل با سایر عناصر ذکر کرده است. محسنی و همکاران (۱۳) گزارش نمودند که کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی در دو رقم ۶۴۷ و ۷۰۴ ذرت، عملکرد را به‌ترتیب نسبت به تیمار شاهد به میزان ۲۷/۶۸ و ۲۱/۳۸ درصد افزایش داد. ییلماز و همکاران (۳۳) نشان دادند که مصرف روی موجب افزایش معنی‌داری درعملکرد دانه واجزاء عملکرد گندم (تعداد سنبله درمترمربع ، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) شد که از بین این اجزاء، تأثیر مصرف روی بر تعداد سنبله درمترمربع شدیدتر بود. این محققان نشان دادند که بر اثر مصرف روی تعداد سنبله در مترمربع تا ۸۱ و وزن هزار دانه تا ۲۶ درصد افزایش یافت. رینگل وگراهام (۲۶) نیز نشان دادند که با مصرف کود روی وزن‌خشک دانه و کاه و کلش در گندم افزایش یافت. رحیمی و مظاهری (۶) در بررسی تاثیر کاربرد عناصر آهن و روی در گیاه آفتابگردان مشاهده نمودند که روی سبب افزایش عملکرد دانه در این گیاه می‌شود. چاکرالحسینی و همکاران (۲) طی آزمایشی که بر روی گیاه برنج انجام دادند مشاهده نمودند که کاربرد ترکیبی سولفات‌روی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت خاک مصرف و محلول‌پاشی ۳ در هزار، عملکرد شلتوک را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. بهاری و همکاران (۱) نشان دادند که کاربرد کود آهن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در نخود می‌شود. عملکرد دانه گندم در خاک‌های دارای روی و سایر عناصر ریزمغذی کافی ، ۲/۵ برابر بیش از خاک‌هایی است که با حداقل این عناصر و یا کمبود آن‌ها روبه‌رو هستند (۲۰). روی با افزایش مقدار تنظیم‌کننده های رشد، کمک به متابولیسم مواد و با تاثیرگذاشتن بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس و مشارکت در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، شرکت در تولید مواد هیدروکربن‌دار و پروتئین و انتقال آن‌ها و همچنین با تاثیر بر فرآیندهای زایشی، باعث افزایش تعداد، وزن دانه و در نهایت عملکرد می‌شوند (۳و۱۶). یافته‌های فوق با نتایج پارکر (۲۷) هم‌خوانی داشت. در رابطه با صفت عملکرد بیولوژیک نیز بیشترین و کمترین میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2) و تیمار شاهد (C) مشاهده گردید که به‌ترتیب برابر ۲۱۵۰۰ و ۱۹۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۲). یالماز و همکاران (۳۲) در کاربرد عنصر روی گیاه گندم مشاهده نمودند که عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. خلیلی محله و رشدی (۵) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در دو زمان ساقه‌رفتن و ظهور گل تاجی در ذرت، بیشترین ماده‌خشک را تولید می‌کند. بر اساس نتایج گزارش رحیمی و مظاهری (۶)، کاربرد عناصر ریزمغذی آهن و روی می‌تواند عملکرد بیولوژیک را در گیاه آفتابگردان افزایش دهد. ابرادور و همکاران (۲۴) نیز تاثیر روی بر عملکرد ماده خشک ذرت را مثبت ارزیابی نمودند. مقدار شاخص

برداشت نیز در سطح ۵ درصد تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت (جدول ۱). به‌طوری‌که مشابه صفات قبل، بیشترین مقدار شاخص برداشت در تیمار محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2) و محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن (M_1) به‌ترتیب با مقدار ۵۰/۱ و ۴۹/۷ درصد مشاهده گردید و همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد، بین تیمارهای محلول‌پاشی (M_2 و M_1) و کاربرد کود در خاک (M_S)، تیمارهای محلول‌پاشی، شاخص برداشت بیشتری داشته است. خلیلی محله و رشدی (۵) گزارش کردند که مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی در ذرت سیلویی باعث افزایش نسبت بلال به شاخساره می‌شود. با توجه به جدول شماره ۲، در صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، قطر و طول بلال تیمارهای محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2) و تیمار شاهد (C) به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند. همچنین در بین تیمارهای مورد بررسی، مصرف محلول‌پاشی هر یک از کودها، اثر بهتری نسبت به کاربرد تیمارهای خاک‌مصرف داشته است. حمایت‌اله و خان (۱۷) تأثیر عناصر کم‌مصرف آهن، روی، منگنز و مس بر عملکرد ذرت دانه‌ای را بررسی نمود. نتایج ایشان نشان داد که تیمارهای آهن و روی و منگنز به‌طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد بلال، تعداد دانه در بلال شد. خلیلی محله و رشدی (۴) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش صفاتی همچون طول بلال، قطر بلال، دانه در ردیف بلال، دانه در بلال، وزن‌خشک چوب بلال می‌شود. با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۲) وزن چوب بلال در تیمار محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2) بیشترین مقدار (۱۸۵/۳ گرم) و در تیمار شاهد (C) کمترین مقدار (۱۸۲/۴ گرم) را داشت. نتیجه صفات قبل در این مورد نیز صادق می‌باشد به‌طوری‌که، کاربرد محلول‌پاشی کود مناسب‌تر از کاربرد خاک مصرف کود بوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر عناصر ریزمغذی آهن، روی و کود کامل میکرو بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت

منابع تغییرات	درجه ازادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	قطر بلال	طول بلال	وزن چوب بلال	ارتفاع بوته	وزن هزاردانه
بلوک	۳	۶/۲۳۶^{ns}	۲/۱۳^{ns}	۸/۶^{ns}	۵۲۴^{ns}	۱/۲۴*	۲۴۱/۲۳۵^{ns}	۵۲/۲*	۵۴۶/۰۸^{ns}	۳۴۱۸/۳^{ns}
تیمار	۹	۱۳/۲۱۹**	۲/۰۱**	۶/۳**	۱۱۴**	۳/۲۴*	۶/۲**	۱۲/۱۵*	۲/۴۱۵*	۳۲/۲*
خطا	۲۷	۲۱۵۹	۲۴۵۸	۰/۶۳۴	۱۸/۳۶	۱۲/۲۸۷	۱۸۳۲۲	۴۵۱۹/۱	۱۷۸۵/۴	۱۴۴۲۳
ضریب تغییرات	-	۱۲/۶	۵/۷	۲/۶	۱۲/۶	۱۴/۵	۴/۹	۱۳/۲	۸/۶	۷/۱

*و** به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیرمعنی‌داری

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تأثیر عناصر ریز مغذی آهن، روی و کامل میکرو

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	قطر بلال (سانتی‌متر)	طول بلال (سانتی‌متر)	وزن چوب بلال (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)
C	۸۵۷۹g	۱۹۱۲۰c	۱۴/۱i	۴۰/۸g	۴۱/۱e	۱۶/۱e	۱۷۱/۵ef	۲۳۹/۸g	۲۴۵/۱f
M_1	۱۰۴۲۱ab	۲۱۱۵۶a	۱۵/۲b	۴۵/۸a	۴۳/۴ab	۱۸/۱ab	۱۸۲/۴ab	۲۴۷/۱a	۲۷۵/۸ab
M_2	۱۰۶۴۹a	۲۱۵۰۰a	۱۵/۹a	۴۶/۵a	۴۳/۸a	۱۸/۶a	۱۸۵/۳a	۲۴۷/۹a	۲۷۸/۹a
F_1	۹۶۸۹de	۱۹۹۴۶b	۱۴/۵gh	۴۳/۲de	۴۲/۹cd	۱۷/۴bc	۱۷۵/۹cd	۲۴۳de	۲۶۵/۱de
F_2	۹۹۴۶bc	۲۰۲۴۸b	۱۴/۸ef	۴۴/۷cd	۴۳/۲bc	۱۸/۲ab	۱۷۷/۸cd	۲۴۴/۶cd	۲۷۲/۷bc
Z_1	۹۷۲۶de	۱۹۷۱۴b	۱۴/۶ef	۴۳/۷de	۴۲/۸cd	۱۷/۵bc	۱۷۶/۲cd	۲۴۳/۲de	۲۶۷/۲cd
Z_2	۱۰۲۵۴ab	۲۰۲۵۰b	۱۴/۹de	۴۴/۹bc	۴۳/۱bc	۱۸/۳ab	۱۷۹/۲cd	۲۴۴/۹bc	۲۷۲/۸bc
M_S	۹۸۴۶bcd	۱۹۸۹۸b	۱۵cd	۴۵/۱bc	۴۳/۱bc	۱۷/۹bc	۱۸۰bc	۲۴۶/۸a	۲۷۴/۳ab
Z_S	۹۲۱۴f	۱۹۲۱۷c	۱۴/۳gh	۴۲/۵ef	۴۲/۶cd	۱۷/۲cd	۱۷۴/۳de	۲۴۱/۸ef	۲۶۲/۱de
F_S	۹۵۲۷ef	۱۹۱۴۰c	۱۴/۴gh	۴۲/ ۶ef	۴۲/۵cd	۱۷/۳bc	۱۷۴/۸de	۲۴۱/۵ef	۲۶۲/۴de

*اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌دار با هم ندارند.

صفات ارتفاع بوته و وزن هزاردانه نیز تحت تأثیر تیمارها قرار گرفته که بیشترین تأثیر را دربین تیمارها تیمار محلول‌پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه‌رفتن+مرحله ظهور بلال (M_2) و کمترین آن را تیمار شاهد (C) داشت. خلیلی محله و رشدی (۵) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در دو زمان ساقه‌رفتن و ظهور گل تاجی در ذرت، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه ذرت می‌گردد. به گزارش ملکوتی و طهرانی (۱۴)، کمبود روی به‌علت تاثیر سوء بر بیوسنتز اکسین، می‌تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود. همچنین حمایت اله و خان (۱۷) گزارش نمود که وزن هزاردانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر عناصر کم‌مصرف آهن، روی، منگنز و مس قرار گرفته و افزایش می‌یابد. مصرف عناصر کم مصرف مورد مطالعه در تیمارهای مختلف باعث برتری قابل‌توجهی در کمیت صفات موردبررسی نسبت به شاهد شد، که حکایت از نقش مهم این عناصر در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دارد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که در بین تیمارهای مطالعه شده، تیمار کود کامل میکرو به‌صورت محلول‌پاشی و در دو زمان مرحله ساقه رفتن + مرحله ظهور بلال (M_2) بیشترین تأثیر را بر عملکرد و اجزاء عملکرد داشت و این نتایج بیانگر این است که تیمار محلول‌پاشی بهتر از کاربرد خاک‌مصرف بوده است. تیمارهایی که در آن از این عناصر استفاده شد نسبت به تیمار شاهد در صفات مورد بررسی بهبود کمی قابل‌توجهی را از خود نشان دادند.

منابع

۱- بهاری، م.، ر. پهلوانی، ن. اکبری و پ. احسان زاده. ۱۳۸۴. تاثیر مقادیر مختلف کودهای کم‌مصرف آهن و مس بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط دیم منطقه الیگودرز–ازنا در استان لرستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات): ۲۰۱-۱۹۰.

۲- چاکرالحسینی، م. ر.، ر. محتشمی و ح. ر. اولیایی. ۱۳۸۸. بررسی اثرات میزان، منبع و روش مصرف کود روی بر صفات کمی و کیفی برنج زراعی رقم چرام۱. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. ۵(۱): ۴۳-۳۳.

۳- حق پرست تنها، م. ر. ۱۳۷۱. تغذیه و متابولیسم گیاهان. (ترجمه). انتشارات مدرسه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ۵۲۷ ص.

۴- خلیلی محله، ج.، و م. رشدی. ۱۳۸۶. اثرات محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد و اجزا عملکرد ذرت دانه ای ۴۰۷. علوم کشاورزی. ۱۳(۲(ویژه نامه)):۴۶۵-۴۵۳.

۵- خلیلی محله، ج.، و م. رشدی. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. مجله نهال و بذر. ۲۴(۲):۲۹۲-۲۸۱.

۶- رحیمی، م. م.، و د. مظاهری. ۱۳۸۳. تأثیر عناصر ریزمغذی‌های آهن و روی بر روی عملکرد و اجزا عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۴: ۲۰-۱۶.

۷- رحیمی، م. م.، و د. مظاهری. ۱۳۸۷. واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن و مس. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۸: ۱۰۰-۹۶.

۸- شرفی، س.، م. تاج بخش، س. عزیزی، ع. ا. پورمیرزا و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی اثرات آهن و روی بر عملکرد پروتئین و توازن تغذیه‌ای در دو رقم ذرت دانه‌ای در ارومیه. مجله خاک و آب. ویژه‌نامه تیوباسیلوس، ۱۲(۱۱). ۹۴-۸۵.

۹- ضیائیان، ع. ا. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی گلخانه‌ای اثرات مصرف آهن، منگنز، روی و مس بر تولید گندم در خاک‌های شدیداً آهکی استان فارس. تغذیه متعادل گندم. مجموعه مقالات. گردآورنده م. ج. ملکوتی. نشر آموزش کشاورزی. ۵۴۴ صفحه. تهران.

۱۰-ضیائیان، ع. و ج. قادری.۱۳۸۲ . بررسی عملکرد ذرت دانه‌ای به کاربرد گوگرد و روی. خلاصه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود رسم در کشاورزی. ۴-۲ اسفندماه ۱۳۸۲.

۱۱-قادری، ج.، و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. نقش روی و منگنز در تولید بذرهای قوی گندم. نشریه فنی شماره ۶۸

۱۲-کوچکی، ع.، و سرمدنیا، غ. ۱۳۸۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ پانزدهم. ۴۰۰ ص.

۱۳-محسنی، س. ح.، ا. قنبری، ع. م. منسوجی، م. ر. رمضان پور و م. محسنی. ۱۳۸۵. تاثیر عناصر ریزمغذی بر و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ۶۴۷ و ۷۰۴ ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L). پژوهش‌نامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۴(۲): ۷۱-۶۳.

۱۴-ملکوتی، م. ج.، و م.م. طهرانی. ۱۳۷۹ . نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. عناصر خرد با تاثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. شماره ۴۳ . تهران. ایران.

۱۵–ملکوتی، م. ج.، و م.ن. غیبی. ۱۳۷۸ . تعیین حد بحرانی عناصرغذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیز نیروی‌انسانی وزارت کشاورزی

۱۶–ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵ . کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود درایران. نشر آموزش کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی. آموزش و ترویج کشاورزی. کرج.تهران. ۲۷۹ ص.

17- Himayatullah, B. and M. Khan. 1998. Response of irrigated maize to trace elements in the presence of NPK sarhad. Journal Agric. 14:117-120.

18- Karimian, N. and J. Yasrebi. 1995. Predicition of residual effects of zinc sulfate on growth and zinc uptake of corn plants using three zinc soil tests. Commn. Soil and Plant. Anal. 25(1-2): 256-363.

19- Lingle. J. C., L. O. Tiffin. and J. C. Brown. 1963. Iron uptake-transport of soybeans as influenced by other cations. Plant Physiology. 71-76.

20- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edn. Academic Press, London, pp. 446.

21- Mcrowell, L. E. E. 2002. Recent advance in minerals and vitamins on nutrient of lacting cowes. Pakistan Journal of Nutrition 1: 8-19.

22- Mengel, K., and E. A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4nd edn. International Potash Institute. IPI, Bern, Switzerland. 685 p.

23- Mozafar, A. 1997. Distribution of nutrient elements along the maize leaf: Alteration by iron deficiency. J. Plant Nutr. 20:999–1005.

24- Obrador, A., J. Novillo, and J. M. Alvarez. 2003. Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. Soil Science Society of American Journal. 67:564-572.

25- Parker, D.R. 1997. Response of six crop species to Zinc solution activities buffered with HEDTA. Soil Sci. Am. J. 61:167-176.

26- Rengel, Z. and R.D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soils.I-Vegetative growth. Plant and Soil 173:267-244.

27- Römheld, V. and H. Marschner. 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. Advanced in Plant Nutrition. 2:155–204.

28- Tagliavini, M., D. Scudellari, B. Marangoni, and M. Toselli. 1995. Acid spray regreening of kiwi fruit leaves affected by lime-induced iron chlorosis. In: J. Abadia, Editor, Iron Nutrition in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. pp. 191-195.

29- Tandon, H. L. S. 1995. Micronutrients in soils, crops and fertilizers. Guidebook-cum-Directory. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India

30- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaten. 1984. Zinc. In: Soil fertility and fertilizers. 4th edition. Macmillan Publishing Company, New York, USA. pp: 382–391.

31- Whitty, E. N., and Chambliss, C. G. 2005. Fertilization of field and forage crops. Nevada State University Publication. 21pp.

32- Yalmaz, A., H. Ekiz, and B. Gultekin.1998. Effect of seed zinc content on grain yield. J. Plant. Nut. 21 (10): 2257-2267.

33- Yilmaz, A., H. Ekis, and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. J.Plant Nutr. 20:461-471.