

اثر محلول پاشی عناصر میکرو بر صفات کمی و کیفی هیبریدهای جدید ذرت بهاره

ابتسام باوی^۱، سعید ذاکرنژاد^{۲*} و خوشناز پاینده^۳

۱ و ۲) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۳) گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول: zakernezhad48@yahoo.com

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی عناصر میکرو بر صفات کمی و کیفی هیبریدهای ذرت بهاره، این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان ویس در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول پاشی عناصر میکرو در پنج سطح محلول پاشی با آب خالص (شاهد)، محلول پاشی با آهن، محلول پاشی با مس، محلول پاشی با منگنز و محلول پاشی با آهن، مس و منگنز به عنوان فاکتور اول و دو هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس مبین به عنوان فاکتور دوم انجام شد. نتایج نشان که برهمکنش محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید بر تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و عملکرد پروتئین، طول بلال و شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد و بر وزن هزاردانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. بیشترین عملکرد دانه (۹۷۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیستی (۲۲۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۹۷۹ کیلوگرم در هکتار) از تیمار محلول پاشی آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴، به ترتیب ۳۵، ۲۶ و ۴۶ درصد افزایش نشان دادند. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می شود که محلول پاشی عناصر میکرو می تواند سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی در هیبرید مبین شود و هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ از قابلیت کودپذیری پایین تری برخوردار می باشد.

واژه های کلیدی: طول بلال، عملکرد دانه، محلول پاشی آهن و مس و وزن هزاردانه.

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم ترین گیاهان زراعی است که بعد از گندم و برنج مقام سوم را در بین غلات به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت ذرت در دنیا بیش از ۱۳۰ میلیون هکتار گزارش شده است (FAO, 2018). امروز علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف استفاده از عناصر ریزمغذی به عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است. عناصر غذایی ریزمغذی علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی در سلامت انسان و دام نیز تأثیر بسزایی دارند (Alloway, 2008). محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، مس و منگنز بهتر از مصرف خاکی می تواند در افزایش عملکرد گیاه مؤثر واقع شود، زیرا آهن، روی و منگنز برای رشد گیاهان عالی ضروری بوده و در فعالیت های مختلف بیوشیمیایی سلول های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارند، به طوری که هر عامل ثانویه ای که موجب غیرقابل دسترس بودن این عناصر برای گیاه شود علایم ناشی از کمبود به صورت مختلف از قبیل کاهش عملکرد و کاهش غلظت این عناصر در اندام های مختلف نمایان خواهد شد، هر گونه تنش تغذیه ای ناشی از کمبود این عناصر نیز به طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت انسان و حیوان اثر نامطلوبی به جای می گذارد (بای بوردی و ملکوتی، ۱۳۸۲).

مس عنصری فیزیولوژیکی است که در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نقش دارد. با وجود اهمیت مس در رشد و نمو گیاهی، زمانی که مس به مقدار اضافی در اختیار گیاه قرار گیرد باعث ایجاد علائم سمیت در گیاه می شود. مس اضافی باعث کاهش رشد و فعالیت فتوسنتزی و باعث ایجاد آسیب در غشاها، پروتئین ها و سرکوب فعالیت های آنزیمی می گردد (Arif *et al.*, 2016). هم چنین آهن یکی دیگر از عناصر ضروری اما کم مصرف و دارای نقش مهمی در تثبیت نیتروژن و فعالیت برخی آنزیم ها نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز است. نقش آهن در ساخت کلروفیل، تولید کربوهیدرات ها، تنفس، احیای شیمیایی نیترات و سولفات، تبدیل نیتروژن نیترا ته به اسیدهای آمینه، حیاتی است (Ruiz *et al.*, 2000). منگنز نقش کلیدی در تشکیل کلروپلاست و سیستم های آنزیمی گیاه داشته و مصرف این کود باعث بهبود فتوسنتز گیاه و افزایش تولید محصول خواهد شد (Malcoti and Tehrani, 2008). Farajzadeh و Yousefpour و Memari Tabrizi (۲۰۱۸) با بررسی اثر محلول پاشی عناصر میکرو در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ذرت شیرین اظهار داشتند بیش ترین تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین با محلول پاشی آهن و روی در دو مرحله رشد رویشی و تاسل دهی نسبت به تیمار شاهد حاصل شد. Glowacka (۲۰۱۳) اظهار داشت کاربرد کود آهن در ذرت منجر به افزایش قابل توجه آهن در گیاه شده که این افزایش در میزان آهن همسو با افزایش رشد ذرت است. Safyan و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر کودهای مختلف را بر رشد و عملکرد ذرت بررسی نمودند. با

توجه به نتایج بررسی این پژوهشگران محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف، ارتفاع، شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، قطر بلال، وزن دانه، عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه را افزایش داد. بیشترین افزایش مربوط به محلول پاشی توأم آهن و روی بود. متاعی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعات خود بیان نمودند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی می تواند نقش معنی - داری را در بهبود عملکرد و درصد پروتئین دانه ذرت داشته باشد. به گونه ای که بیشترین عملکرد دانه (۶۶۷۹ کیلوگرم در هکتار) از تیمار محلول پاشی با کود میکرو و کمترین عملکرد دانه (۶۲۳۸ کیلوگرم در هکتار) به تیمار شاهد تعلق گرفت. هیبریدهای ذرت در بیشترین مناطق خشک و نیمه خشک کشور به دلیل پایین بودن مقدار مواد آلی خاک از عملکرد در واحد سطح پایینی برخوردار می باشند (اسماعیل زاده خراسانی و همکاران، ۱۳۹۱). هیبریدهای ذرت بسته به ویژگی های بیولوژیکی و فنولوژیکی، واکنش متفاوتی به مقادیر مختلف کودهای میکرو و ماکرو نشان می دهند (نورکی و همکاران، ۱۳۹۶). موسوی و ذاکرنژاد (۱۳۹۹) با بررسی هیبریدهای کارون، مبین و سینگل کراس ۷۰۴ اظهار داشتند سینگل کراس ۷۰۴ برتر از سایر هیبریدهای مورد بررسی بود، به طوری که از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. نورکی و همکاران (۱۳۹۶) اعلام داشتند که بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم سینگل کراس ۷۰۴ و کمترین آن در رقم سینگل کراس مبین بود.

با توجه به اهمیت تولید پایدار ذرت به عنوان یکی از مهم ترین منابع غذای بشر و بررسی نقش مثبت محلول پاشی آهن و روی در کیفیت عملکرد گیاه ذرت این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول پاشی کودهای آهن، روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای ذرت در منطقه ویس در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه ای واقع در شهرستان ویس در استان خوزستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۵۱ متر از سطح دریا انجام شد. به منظور تعیین خصوصیات خاک قبل از اجرای آزمایش نمونه گیری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک انجام شد و خصوصیات آن مورد آزمایش قرار گرفت. بر پایه نتایج آزمایش خاک از عمق صفر تا ۳۰، بافت خاک لومی رسی، اسیدیته ۶/۹، هدایت الکتریکی ۳/۶۲ دسی زیمنس بر متر، نیتروژن ۰/۱۳ درصد، فسفر ۹/۱ میلی گرم بر کیلوگرم، مس ۱/۱ میلی - گرم بر کیلوگرم، آهن ۱۲/۱ میلی گرم بر کیلوگرم، منگنز ۱۱/۲ میلی گرم بر کیلوگرم بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول پاشی عناصر میکرو در پنج سطح محلول پاشی با آب خالص (شاهد)، محلول پاشی با آهن، محلول پاشی با مس، محلول پاشی با منگنز و محلول پاشی با آهن، مس و منگنز به عنوان فاکتور اول و دو هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس مبین به عنوان فاکتور دوم

انجام شد. محلول پاشی به میزان دو در هزار در مرحله رویشی (شش برگه)، دو بار به فاصله زمانی ۱۰ روز، انجام شد. به منظور آماده سازی بستر بذر در بهار زمین مورد نظر توسط گاواهن برگردان دار شخم زده شد و سپس خرد کردن کلوخه ها توسط دیسک انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کشت به طول هشت متر، فاصله ردیف ها از هم ۷۵ سانتی متر و فاصله بذور روی ردیف ۱۸ سانتی متر بود. فاصله بین کرت ها یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. کود پایه به کار برده شده در مزرعه شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره به صورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد هم زمان با کاشت و ۵۰ درصد در مرحله شش برگه به صورت سرک) و کود فسفر نیز براساس ۹۰ کیلوگرم فسفر خالص در هنگام تهیه زمین بود. هیبریدهای مورد کشت برای گیاه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ و مبین بود و از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول تهیه شد. بعد از آماده سازی زمین، کاشت بذر در اواخر بهمن ماه ۱۳۹۶ به صورت دستی روی پشته ها در عمق چهار سانتی متری خاک انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت بذر انجام شد. گیاهچه های ذرت در مرحله چهار برگه کامل، تنک و کنترل علف های هرز به صورت وجین دستی انجام شد. رسیدگی دانه ها با ایجاد لایه سیاه در قاعده دانه ها مشخص گردید و برداشت نهایی با حذف ۵۰ سانتی متر از ابتدا و انتهای خطوط از سطحی معادل دو متر مربع انجام شد. جهت اندازه گیری عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی پس از حذف ۰/۵ متر از دو انتهای خطوط، تمامی بلال های موجود در سه خط میانی به طول دو متر به صورت دستی برداشت و پس از خشک شدن در آون، جداسازی دانه ها به صورت دستی انجام گرفت و با رطوبت ۱۴ درصد وزن شد. اندازه گیری تعداد دانه در ردیف بر اساس شمارش و میانگین تعداد دانه از ابتدا تا انتها در ۵ بلال انجام شد. به منظور محاسبه وزن هزار دانه، دو دسته ۵۰۰ تایی از بذور جدا نموده و اگر اختلاف آن ها کم تر از شش درصد بود، مجموع وزن آن ها به عنوان وزن هزار دانه تعیین شد (موسوی و ذاکرنژاد، ۱۳۹۹). جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی از هر کرت مساحتی معادل دو متر مربع برداشت و بخشی حدود ۵۰۰ گرم جدا کرده و پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه در آون تهویه دار با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و بعد از خشک شدن وزن آن ها محاسبه شد (کوچکی و سرمدنی، ۱۳۸۷). شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به صورت درصد، محاسبه گردید. برای اندازه گیری مقدار پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه به دست آمد (Jones et al., 1991). عملکرد پروتئین دانه نیز از حاصل ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه حاصل شد (Keeney and Nelson, 1982).

محاسبات آماری توسط نرم افزار آماری SAS 9.1 انجام و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد دانه در ردیف

تعداد دانه در ردیف تحت اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید و برهم کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در ردیف با ۵۰ و ۴۹ دانه از تیمارهای محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هر دو هیبرید و کمترین با ۳۴ و ۳۵ دانه از تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هر دو هیبرید حاصل شد (جدول ۲). با توجه به نقش عناصر میکرو نظیر آهن، مس و منگنز در آنزیم‌های دخیل در فرآیند فتوسنتزی گیاه، محلول پاشی این عناصر باعث بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و از طریق بهبود دسترسی اندام‌های زایشی گیاه به مواد فتوسنتزی تعداد دانه تشکیل شده در ردیف افزایش یافت، که این نتایج با یافته‌های قطاوی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت. در این تحقیق عناصر میکرو با اثر بر فعالیت فتوسنتزی سبب افزایش تولید دانه در گیاه می‌گردند و با سنتز اسیدهای نوکلئیک باعث اثر در رشد اندام‌های زایشی و سلول‌های مریستمی می‌شود در نتیجه سبب افزایش رشد رویشی و زایشی می‌گردد. کاهش تعداد دانه در ردیف در شرایط کمبود مواد تغذیه‌ای ریزمغذی نشان‌دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید تعداد دانه است. این نتایج با نتایج Alavi Fazel و همکاران (۲۰۱۲) و Mosanna و Khalilvand Behrozyar (۲۰۱۵) مطابقت داشت. همچنین به نظر می‌رسد ارقام دیررس چون دارای طول دوره رشد بیش‌تری هستند گیاه فرصت بیش‌تری برای تولید ماده خشک خواهد داشت. هر گیاهی که بتواند ماده خشک بیش‌تری تولید نماید می‌تواند تعداد دانه در ردیف بیش‌تری نیز تولید کند. در این رابطه Modhej و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که هیبرید مبین از تعداد دانه کم‌تری نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه برخوردار بود. از طرفی موسوی و ذاکرنژاد (۱۳۹۹) بیان داشتند با افزایش طول دوره رشد هیبریدها تعداد دانه در بلال افزایش می‌یابد که این افزایش عمدتاً از طریق افزایش تعداد دانه در ردیف در واریته‌های دیررس نسبت به واریته‌های زودرس می‌باشد.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	میانگین مربعات			
						شاخص برداشت	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین	طول بلال
تکرار	۲	۹/۸ ^{ns}	۱۰/۶ ^{ns}	۲۲۱۴۰ ^{ns}	۱۰۲۴۳۵ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}	۲/۹ ^{ns}	۲۴۶/۶ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
محلول پاشی عناصر میکرو	۴	۱۷۵ ^{ns}	۴۱۲ ^{ns}	۶۴۵۲۱۷ ^{ns}	۲۴۱۳۰۸۶۱ ^{ns}	۴۱/۳ ^{ns}	۳/۶ ^{ns}	۱۰۹/۱ ^{ns}	۹۸/۱ ^{ns}
هیبرید	۱	۱۴۲/۶ ^{ns}	۳۱۴/۱ ^{ns}	۵۴۱۲۳۰ ^{ns}	۳۰۱۴۴۲ ^{ns}	۳/۲ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۳/۸ ^{ns}	۸/۱ ^{ns}
محلول پاشی × هیبرید	۴	۱۳۷/۳ ^{ns}	۸/۸ ^{ns}	۳۵۷۸۹۱ ^{ns}	۲۴۰۱۷۵ ^{ns}	۱۰/۸ ^{ns}	۳/۴ ^{ns}	۲۶۷/۲ ^{ns}	۸۴/۲ ^{ns}
خطا	۲۷	۴/۱	۷/۲	۲۴۱۱	۱۵۳۸۰	۸/۹	۱/۲	۹۷/۱	۷/۲
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۸	۸/۳	۱۱/۲	۱۳/۱	۷/۶	۵/۹	۶/۱	۹/۳

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید بر صفات مورد مطالعه در ذرت

عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در ردیف	تیمارها	
				هیبرید	نیترژن
۱۶۲۱۰ ^e	۶۳۰۰ ^f	۱۳۵ ^g	۳۴ ^e	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی با
۱۶۳۰۰/۹ ^e	۶۶۱۰ ^e	۱۴۰ ^f	۳۵ ^e	مبین	آب
۱۹۷۶۲/۱ ^b	۸۲۰۰/۳ ^{bc}	۱۵۳ ^c	۴۲ ^b	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی با
۱۹۹۱۰/۵ ^b	۸۲۴۰/۴۱ ^{bc}	۱۵۷/۲ ^{bc}	۴۳ ^b	مبین	مس
۱۸۰۲۴۳/۱ ^d	۷۶۰۰/۵ ^d	۱۴۶ ^e	۳۷ ^d	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی با
۱۸۵۱۱/۹ ^c	۷۹۵۰/۲ ^c	۱۵۰ ^d	۳۸ ^d	مبین	آهن
۱۸۰۹۹/۶ ^d	۷۹۸۱/۴۲ ^c	۱۴۸ ^{de}	۴۰ ^c	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی
۱۹۵۰۲/۳ ^{bc}	۸۰۶۰/۱۱ ^c	۱۵۲ ^{cd}	۴۲ ^{bc}	مبین	منگنز
۲۰۴۹۲/۲ ^{ab}	۸۵۰۲/۳ ^b	۱۶۰ ^b	۴۹ ^a	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی مس،
۲۲۰۳۰ ^a	۹۷۰۰ ^a	۱۶۴ ^a	۵۰ ^a	مبین	آهن و منگنز

میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

ادامه جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید بر صفات مورد مطالعه در ذرت

شاخص سطح برگ	طول بلال (سانتی متر)	عملکرد پروتئین (گرم در متر مربع)	درصد پروتئین (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	تیمارها	
					هیبرید	نیترژن
۳/۲ ^f	۱۵ ^e	۵۲۲ ⁱ	۸/۳ ^g	۳۸/۸ ^g	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی با
۳/۴ ^e	۱۷ ^d	۵۸۴/۲ ^h	۸/۱۸ ^{fg}	۴۰/۵۴ ^f	مبین	آب
۳/۸ ^c	۲۱ ^b	۷۹۵/۰۲ ^d	۹/۶ ^{dc}	۴۲/۴۹ ^b	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی با
۴ ^{bc}	۲۴ ^{bc}	۸۰۵/۴۴ ^c	۹/۷۷ ^c	۴۱/۳۸ ^{cd}	مبین	مس
۴ ^{bc}	۱۸/۵ ^{cd}	۶۷۲/۴۱ ^g	۸/۵۱ ^f	۴۰/۱۶ ^c	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی با
۴ ^{bc}	۲۰ ^b	۷۳۹/۲ ^f	۸/۷۹ ^e	۴۱/۰۴ ^e	مبین	آهن
۳/۶۶ ^d	۱۹ ^{cd}	۷۵۱/۶۲ ^f	۸/۸۱ ^e	۴۱/۸ ^c	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی منگنز
۴ ^{bc}	۲۱/۵ ^b	۷۶۲/۴۱ ^e	۸/۹۴ ^d	۴۱/۱۲ ^d	مبین	محلول پاشی منگنز
۴/۱۹ ^b	۲۳/۴ ^{bc}	۸۹۲/۴ ^b	۹/۶۶ ^b	۴۲/۱۹ ^{bc}	سینگل کراس ۷۰۴	محلول پاشی مس،
۴/۴۳ ^a	۲۵ ^a	۹۷۹ ^a	۱۰/۱ ^a	۴۴ ^a	مبین	آهن و منگنز

میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

وزن هزار دانه

در این تحقیق اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت در سطح احتمال یک درصد و برهم کنش آن ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری را بر وزن هزار دانه نشان داد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیشترین وزن هزاردانه از تیمار محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴ حدود ۱۷/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). به نظر می رسد محلول پاشی عناصر میکرو با اثر در افزایش جذب عناصری نظیر نیترژن باعث افزایش وزن هزار دانه در رقم مبین شدند. این نتایج نشان می دهد که وجود مواد تغذیه ای ریزمغذی به میزان کافی در اندام های گیاهی و انتقال آن به دانه باعث افزایش وزن دانه ها می شود. نتایج گزارشات Safyan و همکاران (۲۰۱۲) مؤید آن است که محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف، وزن دانه را افزایش داد. بیشترین افزایش مربوط به محلول پاشی توام عناصر ریزمغذی بود. سایر پژوهشگران نظیر Mosavifeyzabadi و همکاران (۲۰۱۳) به نقش مثبت محلول پاشی عناصر ریزمغذی در افزایش وزن هزار دانه اشاره نموده اند. در این تحقیق هیبریدهای زودرس وزن دانه بیشتری نسبت به هیبریدهای دیررس داشتند. در این راستا نورکی و همکاران (۱۳۹۶)

گزارش نمودند که تأثیر هیبرید بر وزن هزار دانه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد با توجه به این که هیبریدها در یک دامنه آماری قرار داشتند ولی هیبرید سینگل کراس بیشترین و هیبرید کارون کمترین مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. نتایج تحقیقات Raeei و همکاران (۲۰۱۹) مؤید نتایج این پژوهش بود.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت و برهم کنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴ حدود ۳۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). می‌توان دلیل افزایش عملکرد دانه را در نتیجه کاربرد عناصر کم مصرف در رقم مبین، فراهمی عناصر غذایی، افزایش محتوی پروتئین دانه، تعداد و وزن هزار دانه ذکر کرد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق هم‌پوشانی دارد. استفاده از عناصر ریزمغذی با توجه به اثر بر افزایش فتوسنتز، عملکرد را افزایش می‌دهند و سودمندی ریزمغذی‌ها در افزایش سطوح برداشت نمایانگر می‌شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). براساس گزارشات متاعی و همکاران (۱۳۹۳) محلول پاشی عناصر میکرو نقش معنی داری را در بهبود عملکرد دانه ذرت داشت. به گونه‌ای که بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول پاشی با کود میکرو و کمترین عملکرد دانه به تیمار شاهد تعلق گرفت. نتایج آزمایش Janmohammadi و همکاران (۲۰۱۸) و Ma و همکاران (۲۰۱۷) در خصوص به‌کارگیری عناصر به‌صورت محلول پاشی در گیاهان و اثر آن در افزایش عملکرد گیاه مؤید موثر بودن این روش می‌باشد. در همین راستا Assadollah Zare و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند برهم کنش محلول-پاشی و هیبرید بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. آن‌ها بیان نمودند بیشترین عملکرد دانه با ۹۷۱۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار محلول پاشی روی + منگنز در هیبرید ۷۰۳ حاصل شد.

عملکرد زیستی

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت و برهم کنش آن‌ها بر عملکرد زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد زیستی به تیمار محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین اختصاص یافت که نسبت به تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴، ۲۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). می‌توان اظهار داشت در این پژوهش افزایش عملکرد زیستی با مصرف عناصر کم مصرف در هیبرید مبین ممکن است به دلیل تغذیه بهتر و افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش بیوماس در گیاه باشد، زیرا عناصر ریزمغذی روی و آهن پیش‌ماده سازنده و فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌های مؤثر بر رشد گیاه و عملکرد نهایی هستند و دسترسی به این عنصر می‌تواند موجب تسهیل واکنش‌های بیوشیمیایی و بهبود عملکرد زیستی

گردد (جلیل شش بهره و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج در تحقیقات Soleymani و Shahrajabian (۲۰۱۶) و Assadollah Zare و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش گردیده است. بیش تر بودن عملکرد زیستی رقم سینگل کراس مبین می تواند حاکی از بالاتر بودن عملکرد دانه این رقم نسبت به رقم دیگر آزمایش باشد که این نتایج با یافته های موسوی و ذاکرنژاد (۱۳۹۹) مطابقت داشت.

شاخص برداشت

تجزیه تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت و برهم کنش آن ها بر شاخص برداشت معنی دار شد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیش ترین شاخص برداشت از تیمار محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴، ۱۲ درصد افزایش یافت (جدول ۲). به نظر می رسد با توجه به نقش عناصر ریزمغذی مانند آهن، مس و منگنز در افزایش راندمان رشد رویشی گیاه به صورت اجزای عملکرد و عملکرد دانه بیش تر، افزایش شاخص برداشت در هیبرید مبین قابل انتظار است. در این پژوهش محلول پاشی عناصر ریزمغذی عملکرد دانه را نسبت به عملکرد زیستی بیش تر افزایش داده و این امر باعث افزایش شاخص برداشت شده است. از آنجایی که شاخص برداشت از کسر عملکرد اقتصادی (دانه) بر عملکرد زیستی حاصل می گردد بنابراین، با افزایش عملکرد دانه شاخص برداشت نیز در رقم مبین افزایش می یابد، این نتایج با نتایج تحقیقات Goodarzi و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. احتمالاً سازگاری رقم مبین و خصوصیات ژنتیکی آن، عامل افزایش ماده خشک و در نتیجه کاهش شاخص برداشت می باشد. نتایج سایر پژوهش گران نظیر نورکی و همکاران (۱۳۹۶) با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

درصد پروتئین

در این تحقیق اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت در سطح احتمال یک درصد و برهم کنش آن ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری را بر درصد پروتئین دانه نشان داد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیش ترین و کم ترین درصد پروتئین دانه به ترتیب از تیمار محلول پاشی عناصر میکرو در هیبرید مبین و تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴ حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد و هیبرید ۷۰۴ حدود ۱۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). می توان بیان کرد اولین علائم احتمالی کمبود عناصر ریزمغذی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می شود در صورتی که مقدار گلوکز، نیتروژن غیر پروتئینی و DNA نسبتاً افزایش می یابد. همچنین این عناصر در فعالیت های دهیدروناز و پروتیناز دخالت دارد و بدین وسیله نقش کلیدی در تولید پروتئین ایفا می نماید (Marschner, 1995). نتایج به دست آمده توسط جلیل شش بهره و

همکاران (۱۳۹۲) حاکی از آن است که محلول پاشی عناصر میکرو، پروتئین دانه را به طور معنی داری افزایش داد. وی گزارش داد عناصر آهن و مس از عناصری هستند که در ساختار آنزیم‌هایی نقش دارند که در سنتز آمینواسیدها درگیر هستند و آمینواسیدها اساس سنتز پروتئین‌ها می‌باشند. لذا مصرف این عناصر مقدار پروتئین دانه را افزایش داد. از طرفی Farajzadeh Memari Tabrizi و Yousefpour (۲۰۱۸) اظهار داشتند بیش‌ترین درصد پروتئین با محلول پاشی عناصر میکرو در دو مرحله رشد رویشی و تاسل‌دهی نسبت به تیمار شاهد حاصل شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین بین میزان پروتئین دانه دو هیبرید ذرت تفاوت‌های معنی داری وجود دارد که این امر به پتانسیل ژنتیکی هیبریدهای مربوطه ارتباط دارد که نتایج Raei و همکاران (۲۰۱۹) این نتایج را تأیید نمودند.

عملکرد پروتئین

عملکرد پروتئین تحت اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد پروتئین از تیمار محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین و کم‌ترین عملکرد پروتئین از تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) در هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ حاصل شد که نسبت به تیمار محلول پاشی و هیبرید مبین ۴۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). در این تحقیق وجود اختلافات ژنتیکی بین دو هیبرید مورد مطالعه از دلایل احتمالی تفاوت عملکرد پروتئینی بین آن‌ها بود و تفاوت در الگوی توزیع و تخصیص مواد فتوسنتزی بین هیبریدها اغلب سبب تفاوت در عملکرد پروتئین در هیبریدهای مختلف می‌شود. احتمالاً سازگاری هیبرید مبین و ویژگی‌های ژنتیکی آن عامل افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش عملکرد پروتئین می‌باشد (Assadollah Zare et al., 2019). همچنین در بیان علت افزایش در محتوی پروتئین بذور با کاربرد عناصر ریزمغذی آهن، مس و منگنز باید گفت که این عناصر به‌طور مستقیم در هر دو پروسه بیان ژن و سنتز پروتئین نقش دارند. محققان به این نتیجه رسیدند که شاید کمبود مس باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود که در نتیجه باعث صدمات اکسیداتیو به مولکول‌های پروتئین، کلروفیل و اسیدهای نوکلئیک می‌شود و همین امر باعث کاهش عملکرد پروتئین در گیاه می‌گردد (Cakmak, 2000). تحقیقات نشان می‌دهد مصرف برخی از عناصر ریزمغذی و از همه مهم‌تر عنصر آهن و منگنز، باعث افزایش پروتئین خام در اندام‌های هوایی و دانه ذرت می‌شود (قطاوی و همکاران، ۱۳۹۰).

طول بلال

طول بلال تحت اثر محلول پاشی عناصر میکرو و هیبرید و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). در برهم‌کنش محلول پاشی و هیبرید بیش‌ترین طول بلال با ۲۵ سانتی‌متر از تیمارهای محلول پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین و کم‌ترین با ۱۵ سانتی‌متر از تیمار شاهد بدون محلول پاشی در هیبرید ۷۰۴ حاصل شد

(جدول ۲). در این پژوهش در اثر کمبود عناصر ریزمغذی در گیاه، به تدریج توقف رشد حاصل می شود و در نتیجه اندام های رویشی گیاه دچار مشکل می شود. محلول پاشی آهن و روی بر گیاه ذرت توانسته عناصر غذایی بیش تری را در اختیار گیاهان قرار دهد. بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار بگیرند، به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام می شود و تجمع آسیمیلات ها به میزان کافی صورت خواهد گرفت در نتیجه طول بلال افزایش می یابد (Ghaffari Malayeri *et al.*, 2012). از طرفی Ofosu-Anim و Leitch (۲۰۰۹) گزارش نمود که عدم مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی منجر به کاهش فتوسنتز در گیاه شد و این خود باعث کاهش تولید مواد فتوسنتزی و اختلال در روند رشد رویشی و نمو زایشی گیاه گردید که مؤید نتایج این پژوهش بود. به نظر می رسد هر رقم با توجه با سازگاری با شرایط محیطی، توان تولیدی خاصی دارد بنابراین در این تحقیق رقم مبین توانسته است که خود را بهتر با شرایط موجود وفق دهد و با استفاده بهینه از منابع و انطباق فنولوژی آن با شرایط مساعد محیطی طول بلال بزرگ تری را نسبت به هیبرید ۷۰۴ به خود اختصاص دهد که با نتایج نورکی و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت داشت.

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد تیمارهای محلول پاشی، هیبرید و برهم کنش محلول پاشی و هیبرید بر صفت شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش ترین شاخص سطح برگ با ۴/۴ به تیمار محلول پاشی آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین و کمترین با ۳/۲ به تیمار شاهد بدون محلول پاشی در هیبرید ۷۰۴ تعلق داشتند (جدول ۲). افزایش شاخص سطح برگ، تحت اثر افزایش محلول پاشی عناصر ریزمغذی نظیر آهن و مس به خوبی بیانگر اثر مثبت این عناصر بر این صفت می باشد. به نظر می رسد بیش تر بودن شاخص سطح برگ در تیمارهای محلول پاشی این باشد که اثر سطوح مختلف کودهای میکرو بر روی رشد رویشی اثر قابل ملاحظه ای دارد. توسعه سطح برگ از طریق بهبود تعداد، اندازه و سطح برگ ها به کمک مواد تغذیه ای فراهم می شود که این امر باعث افزایش شاخص سطح برگ می شود. هم چنان که Soleymani و Shahrajabian (۲۰۱۶) گزارش نمودند به دلیل اثر مثبت آهن و منگنز در بیوسنتز اکسین و اثر در افزایش فتوسنتز و رشد، افزایش شاخص سطح برگ قابل انتظار می باشد. نتایج این پژوهش با گزارش های پژوهشگران دیگر نظیر Mosavifeyzabadi و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت. در این تحقیق رقم مبین تا نزدیک به انتهای فصل رشد بالاترین شاخص سطح برگ را داشته است که این امر حاکی از تولید بیش تر بوته در واحد سطح و سطح برگ بیشتر، افزایش جذب نور در این رقم نسبت به هیبرید دیگر می باشد. به نظر می رسد پایین بودن شاخص سطح برگ در هیبرید ۷۰۴ در مقایسه به دلیل توانایی محدود گیاه در توسعه ی بوته و تولید برگ می باشد این نتایج با یافته های Baharvand و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت.

نتیجه گیری

از آن جا که در بحث تولید گیاهان زراعی، ارزش واقعی به کیفیت محصول وابسته است در این تحقیق مشخص گردید که محلول پاشی عناصر ریزمغذی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه ذرت دارد و همچنین با توجه به این که بیشترین مقادیر عملکرد دانه و پروتئین به عنوان عملکرد کمی و کیفی از استعمال کود روی، آهن و منگنز که از عناصر ریزمغذی محسوب می شوند به دست آمد، احتمالاً می توان نتیجه گرفت که با استفاده از چنین کودهایی می توان بهترین شرایط را جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاه ذرت در هیبرید مبین فراهم نمود. با توجه به نتایج حاصله به نظر می رسد که محلول پاشی عناصر میکرو توانست سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی در هیبرید مبین به ترتیب به میزان ۳۵ و ۴۶ درصد شود و هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ از قابلیت کودپذیری پایین تری برخوردار بود.

منابع

- اسماعیل زاده خراسانی، ش.، صادقی شعاع، م.، پاک نژاد، ف.، آقایی، ف.، اردالان، و.، و فاطمی ریکا، ز. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش کم آبیاری و شیوه های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۳): ۱۷۵-۱۸۹.
- بای بوردی، ا. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۲. تأثیر آهن، روی و مس بر کمیت و کیفیت گندم در شرایط شور. مجله علوم خاک و آب. ۱۷(۲): ۷۴-۵۳.
- جلیل شش بهره، م.، موحدی دهنوی، م. و هاشمی جزیی، س. م. ۱۳۹۲. بهبود عملکرد کمی و کیفی سویا با محلول پاشی عناصر آهن و روی در شرایط تنش خشکی. تولیدات گیاهی. ۳۶(۲): ۱۱۱-۱۲۳.
- قطاوی، ح. معافیوربان، غ. و بحرانی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر محلول پاشی سولفات روی و دور آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین ذرت دانه ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴(۱): ۱-۱۲.
- کوچکی، ع. و سرمدنی غ. ح. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.
- متاعی، س.، امیرنیا، ر.، تاجبخش، م. و عبدالحی ماندلخانی، ب. ۱۳۹۳. تأثیر آهن، روی و منگنز و روش مصرف آن ها بر فنولوژی، عملکرد و کیفیت دانه ذرت شیرین. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۴(۱۱): ۲۳۰-۲۴۰.
- ملکوتی، م. ج.، و طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، ناشر دانشگاه تربیت مدرس. ۲۹۲ صفحه.
- موسوی، س.، و ذاکرنژاد، س. ۱۳۹۹. اثر مدیریت مصرف نیتروژن بر صفات مورفوفیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای (*Zea mays* L.). مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲(۴۵): ۹۱-۱۱۱.
- نورکی، ف.، علوی فاضل، م.، نادری، ع.، پناه پور، ا. و لک، ش. ۱۳۹۶. اثر باکتری های حل کننده فسفات در ترکیب با کود شیمیایی فسفره بر عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای در شمال استان خوزستان. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۱۱(۴۱): ۶۵-۷۶.

Alavi Fazel, M., Mousavi, H., and Lack, SH. 2013. Analysis of Correlation and Stepwise Regression between Grain Protein Yield and Related Traits of Maize in Conditions of Drought Stress and Zinc Sulfate Spraying. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(23): 2783-2788.

Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition (2th ed.). Brussels: International zinc association (IZA), 136p.

Arif, N., Yadav, V., Singh, Sh., Singh, S., Ahmad, P., Mishra, R.K., Sharma, Sh. Tripathi, D.K., Dubeg, N.K., and Chauhan, D.K. 2016. Influence of high and low levels of plant beneficial heavy metals ion on plant growth and development. *Frontiers in Environmental Science*. 2016: 4:1-11.

Assadollah Zare, M., Sadeghi, M., Saneinejad, A.A., Skinny, M., and Rashno, F. 2019. The effect of zinc and manganese foliar application on yield and yield components of spring corn hybrids in northern Khuzestan, 2nd International Conference on New Horizons in Basic Sciences and Engineering, Tehran, New Horizons Association of Science and Technology. 8 pages.

Baharvand, Z., Zahedi, H., and Rafiee, M. 2014. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth parameters of three corn cultivars. *Journal of Applied Science and Agriculture*. 9(9): 22-26.

Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytology*. 146: 185-205.

FAOSTAT. 2017. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

Ghaffari Malayeri, M., Akbari, Gh.A., and Mohammadzadeh, A. 2012. Yield response and yield components of maize to soil application and foliar application of micronutrients. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(2): 368-373.

Glowacka, A. 2013. Uptake of Cu, Zn, Fe and Mn by maize in the strip cropping system. *Plant Soil Environment*. 59: 322-328.

Goodarzi, H., Kasraei, P., and Zand, B. 2014. Effect of different concentrations of iron and zinc micronutrients on yield and yield components of single cross 260 maize. *Journal of Crop Production Research*. 6(1): 49-64.

Janmohammadi, M. Abdoli, H., Sabaghnia, N., Esmailpour, M., and Aghaei, A. 2018. The effect of iron, zinc and organic fertilizer on yield of chickpea (*Cicer Artietinum* L.) in mediterranean climate. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 66(1): 49-62.

Jones, J., Wolf, B., and Mills, H.A. 1991. *Plant Analysis Handbook*, Micro-macro. Publishing, Inc, Athens, GA.

Keeney, D.R., and Nelson, D.W. 1982. Nitrogen — iorganic forms. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds) *Methods of soil analysis part 2*. ArgonOMY, Soil Science, Madison, Wisconsin, pp 643 – 698.

Ma, D., Sun, D., Wang, C., Ding, H., Qin, H., Hou, J., Huang, X., Xie, Y., and Guo, T. 2017. Physiological Responses and Yield of Wheat Plants in Zinc-Mediated Alleviation of Drought Stress. *Front Plant Science*. 8: 860-869.

Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second edition, Academic Press Limited. Harcourt Brace and Company, Publishers, London, pp. 347-364.

Modhej, A., Lack, A.A., and Kiani Ghaleh Sorkhi, F. 2014. Effect of nitrogen and defoliation on assimilate redistribution and grain yield of corn (*Zea mays* L.) under subtropical

conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences 84(3): 765–770.

Mosanna, R., and Khalilvand Behrozyar, E. 2015. Morpho- physiological response of maize (*Zea mays* L.) to zinc nano-chelate foliar and soil application at different growth stages. Journal on New Biological Reports. 4(1): 46-50.

Mosavifeyzabadi, H., Vazin, F., and Hassanzadehdelouei, M. 2013. Effects of nitrogen and zinc spray on yield of corn (*Zea mays* L.) in drought stress. Cercetari Agronomice in Moldova. 3(155): 329-39.

Nouraki, F., AlaviFazel, M., Naderi, A., Panahpoor, E., and Lak, Sh. 2016. Effect of integrated management of bio and chemical fertilizers on yield of maize hybrids (*Zea mays* L.). Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 4(4): 421-426.

Ofosu-Anim, J., and Leitch, M. 2009. Relative efficacy of organic manures in spring barley production. Australian Journal of Crop Science. 3(1):13-19.

Raei, R., Habibi Khaniani, B., Saneinejad, A.A., and Shamsabadi, R. 2019. The effect of direct and conventional planting methods on morphological traits of different grain hybrids in northern Khuzestan, 2nd International Conference on New Horizons in Basic Sciences and Engineering, Tehran, New Horizons Science and Technology Association. 8 pages.

Ruiz, J.M., Baghour, M., and Romero, L. 2000. Efficiency of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of Fe and the response of some bioindicators. Journal of Plant Nutrition. 23(11-12): 1777-1786.

Safyan, N., Naderidarbaghshahi, M. R., and Bahari, B. 2012. The effect of microelements spraying on growth, qualitative and quantitative grain corn in Iran. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3 (S): 2780-2784.

Soleymani, A., and Shahrajabian, M.H. 2016. The Effects of Fe, Mn and Zn Foliar Application on Yield, Ash and Protein Percentage of Forage Sorghum in Climatic Condition of Esfahan. International Journal of Biology. 4(3): 92-97.

Yousefpour, A., Farajzadeh Memari Tabrizi, E. 2018. Evaluation of micronutrient application at different growth stages on yield and yield components and grain quality of sweet corn. Journal of Crop Ecophysiology. 46(2): 287-302.

Effect of foliar application of microelements on quantitative and qualitative traits of new spring corn hybrids

E. Bavi¹, S. Zakernezhad^{2*} and Kh. Payandeh³

1 & 2) Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

3) Department of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

* Corresponding author: zakernezhad48@yahoo.com

This article is an excerpt from a master's thesis.

Received date: 2022.07.26

Accepted date: 2022.11.19

Abstract

In order to investigate the effect of foliar application of microelements on the quantitative and qualitative traits of spring corn hybrids, this factorial experiment was carried out in the form of a randomized complete block design with three replications in a farm located in Weis city in the crop year of 2016-2017. Experimental treatments include foliar application of microelements in five levels of pure water foliar application (control), foliar application of iron, foliar application of Cu, foliar application of manganese and foliar application of iron, Cu and manganese as the first factor and two hybrids SC704 and single cross Mobin were performed as the second factor. The results show that the foliar interaction of micro and hybrid elements on grain number per row, grain yield, biological yield, protein yield, ear length and leaf area index were significant at the level of 1% probability and on 1000-grain weight, harvest index and protein percentage at the level of 5% probability. The highest grain yield (9700 kg/ha), biological yield (22030 kg/ha) and protein yield (979 kg/ha) were obtained from foliar application of Cu, Iron and Manganese in hybrid compared to the treatment without foliar application (Control (SC704) showed an increase of 35%, 26% and 46%, respectively. According to the obtained results, it is suggested that foliar application of micro elements can increase the quantitative and qualitative performance of the Mobin hybrid and the Single Cross 704 hybrid has lower fertilizer ability.

Key words: Ear length, Seed yield, Iron and Cu sprayed and 1000-grain weight.