اثر محلول‌پاشی 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 پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو بر صفات کمی و کیفی هیبریدهای ذرت بهاره، این آزمایش به‌صورت 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 محلول‌پاشی عناصر میکرو در پنج سطح محلول‌پاشی با آب خالص (شاهد)، محلول‌پاشی با آهن، محلول‌پاشی با مس، محلول‌پاشی با منگنز و محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز به‌عنوان فاکتور اول و دو هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس مبین به‌عنوان فاکتور دوم انجام شد. نتایج نشان که برهمکنش محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبربد 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 معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه (۹۷۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیستی (۲۲۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۹۷۹ کیلوگرم در هکتار) از تیمار محلول‌پاشی آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴، به‌ترتیب ۳۵، ۲۶ و ۴۶ درصد افزایش نشان دادند. با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود که محلول‌پاشی عناصر میکرو می‌تواند سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی در هیبرید مبین شود و هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ از قابلیت کودپذیری پایین‌تری برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: طول بلال، عملکرد دانه، محلول‌پاشی آهن و مس و وزن هزاردانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین 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 علاوه‌بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی در سلامت انسان و دام نیز تأثیر بسزایی دارند (Alloway, 2008). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، مس و منگنز بهتر از مصرف خاکی می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه مؤثر واقع شود، زیرا آهن، روی و منگنز برای رشد گیاهان عالی ضروری بوده و در فعالیت‌های مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارند، به‌طوری که هر عامل ثانویه‌ای که موجب غیرقابل دسترس بودن این عناصر برای گیاه شود علایم ناشی از کمبود به صور مختلف از قبیل کاهش عملکرد و کاهش غلظت این عناصر در اندام‌های مختلف نمایان خواهد شد، هر گونه تنش تغذیه‌ای ناشی از کمبود این عناصر نیز به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت انسان و حیوان اثر نامطلوبی به جای می‌گذارد (بای‌بوردی 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، پروتئین‌ها و سرکوب فعالیت‌های آنزیمی می‌گردد (Arif *et al.*, 2016). هم‌چنین آهن یکی دیگر از عناصر ضروری اما کم مصرف و دارای نقش مهمی در تثبیت نیتروژن و فعالیت برخی آنزیم‌ها نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز است. نقش آهن در ساخت کلروفیل، تولید کربوهیدرات‌ها، تنفس، احیای شیمیایی نیترات و سولفات، تبدیل نیتروژن نتیراته به اسیدهای آمینه، حیاتی است (Ruiz *et al.*, 2000). منگنز نقش کلیدی در تشکیل کلروپلاست و سیستم‌های آنزیمی گیاه داشته و مصرف این کود باعث بهبود فتوسنتز گیاه و افزایش تولید محصول خواهد شد (Malcoti and Tehrani, 2008). Yousefpour و Farajzadeh Memari Tabrizi (۲۰۱۸) با بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ذرت شیرین اظهار داشتند بیش‌ترین تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین با محلول‌پاشی آهن و روی در دو مرحله رشد رویشی و تاسل‌دهی 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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

توجه به نتایج بررسی این پژوهشگران محلول‌پاشی عناصر غذایی کم‌مصرف، ارتفاع، شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، قطر بلال، وزن دانه، عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه را افزایش داد. بیشترین افزایش مربوط به محلول‌پاشی توأم آهن و روی بود. متاعی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعات خود بیان نمودند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی می‌تواند نقش معنی-داری را در بهبود عملکرد و درصد پروتئین دانه ذرت داشته باشد. به گونه‌ای که بیش‌ترین عملکرد دانه (۶۶۷۹ کیلوگرم در هکتار) از تیمار محلول‌پاشی با کود میکرو و کم‌ترین عملکرد دانه (۶۲۳۸ کیلوگرم در هکتار) به تیمار شاهد تعلق گرفت. هیبریدهای ذرت در بیش‌تر مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور به‌دلیل پایین بودن مقدار مواد آلی خاک از عملکرد در واحد سطح پایینی برخوردار می‌باشند (اسماعیل‌زاده‌خراسانی و همکاران، ۱۳۹۱). هیبریدهای ذرت بسته به ویژگی‌های بیولوژیکی و فنولوژیکی، واکنش متفاوتی به مقادیر مختلف کودهای میکرو و ماکرو نشان می‌دهند (نورکی و همکاران، ۱۳۹۶). موسوی و ذاکرنژاد (۱۳۹۹) با بررسی هیبریدهای کارون، مبین و سینگل‌کراس ۷۰۴ اظهار داشتند سینگل‌کراس ۷۰۴ برتر از سایر هیبریدهای مورد بررسی بود، به‌طوری‌که 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 به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع غذای بشر و بررسی نقش مثبت محلول‌پاشی آهن و روی در کیفیت عملکرد گیاه ذرت این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی کودهای آهن، روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای ذرت در منطقه ویس در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه‌ای 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 نمونه‌گیری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد و خصوصیات آن مورد آزمایش قرار گرفت. بر پایهٔ نتایج آزمایش خاک از عمق صفر تا ۳۰، بافت خاک لومی رسی، اسیدیته ۶/۹، هدایت الکتریکی ۳/۶۲ دسی‌زیمنس بر متر، نیتروژن ۰/۱۳ درصد، فسفر ۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، مس ۱/۱ میلی-گرم بر کیلوگرم، آهن ۱۲/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، منگنز ۱۱/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی عناصر میکرو در پنج سطح محلول‌پاشی با آب خالص (شاهد)، محلول‌پاشی با آهن، محلول‌پاشی با مس، محلول‌پاشی با منگنز و محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز به عنوان فاکتور اول و دو هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس مبین به عنوان فاکتور دوم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

انجام شد. محلول‌پاشی به میزان دو در هزار در مرحله رویشی (شش برگی)، دو بار به فاصله زمانی ۱۰ روز، انجام شد. به منظور آماده‌سازی بستر بذر در بهار زمین مورد نظر توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم‌زده شد و سپس خرد کردن کلوخه‌ها توسط دیسک انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کشت به طول هشت متر، فاصله ردیف‌ها از هم ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بذور روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. کود پایه به‌کار برده شده در مزرعه شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره به‌صورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد در مرحله شش برگی به‌صورت 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 صفی‌آباد دزفول تهیه شد. بعد از آماده‌سازی زمین، کاشت بذر در اواخر بهمن ماه ۱۳۹۶ به صورت دستی روی پشته‌ها در عمق چهار سانتی‌متری خاک انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت بذر انجام شد. گیاهچه-های ذرت در مرحله چهار برگی کامل، تنک و کنترل علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی انجام شد. رسیدگی دانه‌ها با ایجاد لایه سیاه در قاعده دانه‌ها مشخص گردید و برداشت نهایی با حذف ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای خطوط از سطحی معادل دو مترمربع انجام شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی پس از حذف ۰/۵ متر از دو انتهای خطوط، تمامی بلال‌های موجود در سه خط میانی به طول دو متر به‌صورت دستی برداشت و پس از خشک شدن در آون، جداسازی دانه‌ها به‌صورت دستی انجام گرفت و با رطوبت ۱۴ درصد وزن شد. اندازه‌گیری تعداد دانه در ردیف بر اساس شمارش و میانگین تعداد دانه از ابتدا تا انتها در ۵ بلال انجام شد. به‌منظور محاسبه وزن هزار دانه، دو دسته ۵۰۰ تایی از بذور جدا نموده و اگر اختلاف آن‌ها کم‌تر از شش درصد بود، مجموع وزن آن‌ها به عنوان وزن هزار دانه تعیین شد (موسوی و ذاکرنژاد، ۱۳۹۹). جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی از هر کرت مساحتی معادل دو مترمربع برداشت و بخشی حدود ۵۰۰ گرم جدا کرده و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه در آون تهویه‌دار با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و بعد از خشک شدن وزن آن‌ها محاسبه شد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به صورت درصد، محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه به‌دست آمد (Jones *et al.*, 1991). عملکرد پروتئین دانه نیز از حاصل‌ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه حاصل شد (Keeney and Nelson, 1982).

محاسبات آماری توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

نتایج و بحث

تعداد دانه در ردیف

تعداد دانه در ردیف تحت اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبرید و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف با ۵۰ و ۴۹ دانه از تیمارهای محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هر دو هیبرید و کم‌ترین با ۳۴ و ۳۵ دانه از تیمار بدون محلول‌پاشی (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، محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبرید ذرت

		میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین	طول بلال	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۹/۸**	۱۰/۶**	۲۲۱۴۰**	۱۰۲۴۳۵**	۱/۱^{ns}	۲/۹*	۲۴۶/۶**	۰/۵۵^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
محلول‌پاشی عناصر میکرو	۴	۱۷۵**	۴۱۲**	۶۴۵۲۱۷**	۲۴۱۳۰۸۶۱**	۴۱/۳*	۳/۶*	۱۰۹/۱*	۹۸/۱**	۰/۹۳**
هیبرید	۱	۱۴۲/۶**	۳۱۴/۱**	۵۴۱۲۳۰**	۳۰۱۴۴۲**	۳/۲^{ns}	۰/۹^{ns}	۳/۸^{ns}	۸/۱*	۰/۲۸**
محلول پاشی× هیبرید	۴	۱۳۷/۳**	۸/۸*	۳۵۷۸۹۱**	۲۴۰۱۷۵**	۱۰/۸*	۳/۴*	۲۶۷/۲**	۸۴/۲**	۰/۰۴**
خطا	۲۷	۴/۱	۷/۲	۲۴۱۱	۱۵۳۸۰	۸/۹	۱/۲	۹۷/۱	۷/۲	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۸	۸/۳	۱۱/۲	۱۳/۱	۷/۶	۵/۹	۶/۱	۹/۳	۹/۴

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

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

تیمارها		تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)
نیتروژن	هیبرید				
محلول پاشی با آب	سینگل کراس ۷۰۴	۳۴ e	۱۳۵ g	۶۳۰۰ f	۱۶۲۱۰ e
	مبین	۳۵ e	۱۴۰ f	۶۶۱۰ e	۱۶۳۰۰/۹ e
محلول پاشی با مس	سینگل کراس ۷۰۴	۴۲ b	۱۵۳ c	۸۲۰۰/۳ bc	۱۹۷۶۲/۱ b
	مبین	۴۳ b	۱۵۷/۲ bc	۸۲۴۰/۴۱ bc	۱۹۹۱۰/۵ b
محلول پاشی با آهن	سینگل کراس ۷۰۴	۳۷ d	۱۴۶ e	۷۶۰۰/۵ d	۱۸۰۲۴/۳۱ d
	مبین	۳۸ d	۱۵۰ d	۷۹۵۰/۲ c	۱۸۵۱۱/۹ c
محلول پاشی منگنز	سینگل کراس ۷۰۴	۴۰ c	۱۴۸ de	۷۹۸۱/۴۲ c	۱۸۰۹۹/۶ d
	مبین	۴۲ bc	۱۵۲ cd	۸۰۶۰/۱۱ c	۱۹۵۰۲/۳ bc
محلول پاشی مس، آهن و منگنز	سینگل کراس ۷۰۴	۴۹ a	۱۶۰ b	۸۵۰۲/۳ b	۲۰۴۹۲/۲ ab
	مبین	۵۰ a	۱۶۴ a	۹۷۰۰ a	۲۲۰۳۰ a

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

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

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

وزن هزار دانه

در این تحقیق اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را بر وزن هزار دانه نشان داد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیش‌ترین وزن هزاردانه از تیمار محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴ حدود ۱۷/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی عناصر میکرو با اثر در افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه در رقم مبین شدند. این نتایج نشان می‌دهد که وجود مواد تغذیه‌ای ریزمغذی به میزان کافی در اندام‌های گیاهی و انتقال آن به دانه باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود. نتایج گزارشات Safyan و همکاران (۲۰۱۲) مؤید آن است که محلول‌پاشی عناصر غذایی کم‌مصرف، وزن دانه را افزایش داد. بیش‌ترین افزایش مربوط به محلول‌پاشی توام عناصر ریزمغذی بود. سایر پژوهش‌گران نظیر Mosavifeyzabadi و همکاران (۲۰۱۳) به نقش مثبت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در افزایش وزن هزار دانه اشاره نموده‌اند. در این تحقیق هیبریدهای زودرس وزن دانه بیش‌تری نسبت به هیبریدهای دیررس داشتند. در این راستا نورکی و همکاران (۱۳۹۶)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

گزارش نمودند که تأثیر هیبرید بر وزن هزار دانه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد با توجه به این‌که هیبریدها در یک دامنه آماری قرار داشتند ولی هیبرید سینگل‌کراس 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 محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت و برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد دانه از محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (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) محلول‌پاشی عناصر میکرو نقش معنی‌داری را در بهبود عملکرد دانه ذرت داشت. به گونه‌ای که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی 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 برهم‌کنش محلول-پاشی و هیبرید بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. آن‌ها بیان نمودند بیش‌ترین عملکرد دانه با ۹۷۱۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار محلول‌پاشی روی + منگنز در هیبرید ۷۰۳ حاصل شد.

عملکرد زیستی

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت و برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد زیستی به تیمار محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین اختصاص یافت که نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (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 به‌دلیل 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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

گردد (جلیل‌شش‌بهره و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج در تحقیقات Soleymani و Shahrajabian (۲۰۱۶) و Assadollah Zare و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش گردیده است. بیش‌تر بودن عملکرد زیستی رقم سینگل کراس مبین می‌تواند حاکی از بالاتر بودن عملکرد دانه این رقم نسبت به رقم دیگر آزمایش باشد که این نتایج با یافته‌های موسوی و ذاکرنژاد (۱۳۹۹) مطابقت داشت.

شاخص برداشت

تجزیه تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت و برهم‌کنش آن‌ها بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیش‌ترین شاخص برداشت از تیمار محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴، ۱۲ درصد افزایش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد با توجه به نقش عناصر ریزمغذی مانند آهن، مس و منگنز در افزایش راندمان رشد رویشی گیاه به صورت اجزای عملکرد و عملکرد دانه بیش‌تر، افزایش شاخص برداشت در هیبرید مبین قابل انتظار است. در این پژوهش محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی عملکرد دانه را نسبت به عملکرد زیستی بیش‌تر 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 می‌گردد بنابراین، با افزایش عملکرد دانه شاخص برداشت نیز در رقم مبین افزایش می‌یابد، این نتایج با نتایج تحقیقات Goodarziو همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. احتمالاً سازگاری رقم مبین و خصوصیات ژنتیکی آن، عامل افزایش ماده خشک و در نتیجه کاهش شاخص برداشت می‌باشد. نتایج سایر پژوهش‌گران نظیر نورکی و همکاران (۱۳۹۶) با نتایج این تحقیق هم‌خوانی داشت.

درصد پروتئین

در این تحقیق اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبریدهای ذرت در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را بر درصد پروتئین دانه نشان داد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین درصد پروتئین دانه به‌ترتیب از تیمار محلول‌پاشی عناصر میکرو در هیبرید مبین و تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) در هیبرید ۷۰۴ حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد و هیبرید ۷۰۴ حدود ۱۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). می‌توان بیان کرد اولین علائم احتمالی کمبود عناصر ریزمغذی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول‌هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می‌شود در صورتی که مقدار گلوکز، نیتروژن غیرپروتئینی و DNA نسبتاً افزایش می‌یابد. همچنین این عناصر در فعالیت‌های دهیدروژناز و پروتیناز دخالت دارد و بدین وسیله نقش کلیدی در تولید پروتئین ایفا می‌نماید (Marschner, 1995). نتایج به‌دست آمده توسط جلیل‌شش‌بهره و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

همکاران (۱۳۹۲) حاکی از آن است که محلول‌پاشی عناصر میکرو، پروتئین دانه را به طور معنی‌داری 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 Yousefpour و Farajzadeh Memari Tabrizi (۲۰۱۸) اظهار داشتند بیش‌ترین درصد پروتئین با محلول‌پاشی 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 معنی‌داری وجود دارد که این امر به پتانسیل ژنتیکی هیبریدهای مربوطه ارتباط دارد که نتایج Raeei و همکاران (۲۰۱۹) این نتایج را تأیید نمودند.

عملکرد پروتئین

عملکرد پروتئین تحت اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبرید و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد پروتئین از تیمار محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین و کم‌ترین عملکرد پروتئین از تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) در هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ حاصل شد که نسبت به تیمار محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی عناصر میکرو و هیبرید و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در برهم‌کنش محلول‌پاشی و هیبرید بیش‌ترین طول بلال با ۲۵ سانتی‌متر از تیمارهای محلول‌پاشی با آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین و کم‌ترین با ۱۵ سانتی‌متر از تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی در هیبرید ۷۰۴ حاصل شد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

(جدول ۲). در این پژوهش در اثر کمبود عناصر ریزمغذی در گیاه، به تدریج توقف رشد حاصل می‌شود و در نتیجه اندام-های رویشی گیاه دچار مشکل می‌شود. محلول‌پاشی آهن و روی بر گیاه ذرت توانسته عناصر غذایی بیش‌تری را در اختیار گیاهان قرار دهد. بدیهی است زمانی که عناصرغذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار بگیرند، به‌دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام می‌شود و تجمع آسیمیلات‌ها به میزان کافی صورت خواهد گرفت در نتیجه طول بلال افزایش می‌یابد (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. به‌نظر می‌رسد 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 بزرگ‌تری 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 محلول‌پاشی، هیبرید و برهم‌کنش محلول‌پاشی و هیبرید بر صفت شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین شاخص سطح برگ با ۴/۴ به تیمار محلول‌پاشی آهن، مس و منگنز در هیبرید مبین و کمترین با ۳/۲ به تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی در هیبرید ۷۰۴ تعلق داشتند (جدول ۲). افزایش شاخص سطح برگ، تحت اثر افزایش محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نظیر آهن و مس به خوبی بیانگر اثر مثبت این عناصر بر این صفت می‌باشد. به‌نظر می‌رسد بیش‌تر بودن شاخص سطح برگ در تیمارهای محلول‌پاشی این باشد که اثر سطوح مختلف کودهای میکرو بر روی رشد رویشی اثر قابل ملاحظه‌ای دارد. توسعه سطح برگی از طریق بهبود تعداد، اندازه و سطح برگ‌ها به کمک مواد تغذیه‌ای فراهم می‌شود که این امر باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. هم‌چنان‌که Soleymani و Shahrajabian (۲۰۱۶) گزارش نمودند به‌دلیل اثر مثبت آهن و منگنز در بیوسنتز اکسین و اثر در افزایش فتوسنتز و رشد، افزایش شاخص سطح برگ قابل انتظار می‌باشد. نتایج این پژوهش با گزارش‌های 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 بیش‌تر بوته در واحد سطح و سطح برگ بیشتر، افزایش جذب نور در این رقم نسبت به هیبرید دیگر می‌باشد. به نظر می‌رسد پایین بودن شاخص سطح برگ در هیبرید ۷۰۴ در مقایسه به دلیل توانایی محدود گیاه در توسعه‌ی بوته و تولید برگ می‌باشد این نتایج با یافته‌های Baharvand و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

نتیجه‌گیری

از آن‌جا که در بحث تولید گیاهان زراعی، ارزش واقعی به کیفیت محصول وابسته است در این تحقیق مشخص گردید که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه ذرت دارد و هم‌چنین با توجه به این‌که بیش‌ترین مقادیر عملکرد دانه و پروتئین به عنوان عملکرد کمی و کیفی از استعمال کود روی، آهن و منگنز که از عناصر ریزمغذی محسوب می‌شوند به‌دست آمد، احتمالاً می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از چنین کودهایی می‌توان بهترین شرایط را جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاه ذرت در هیبرید مبین فراهم نمود. با توجه به نتایج حاصله به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی 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 پایین‌تری برخوردار بود.

منابع

اسماعیل‌زاده‌خراسانی، ش.، صادقی‌شعاع، م.، پاک‌نژاد، ف.، آقایاری، ف.، اردالان، و.، و فاطمی ریکا، ز. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش کم آبیاری و شیوه‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۳): ۱۸۹-۱۷۵.

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.

جلیل‌شش‌بهره، م.، موحدی‌دهنوی، م. و هاشمی‌جزیی، س.م. ۱۳۹۲. بهبود عملکرد کمی و کیفی سویا با محلول‌پاشی عناصر آهن و روی در شرایط تنش خشکی.تولیدات گیاهی. ۳۶(۲): ۱۲۳-۱۱۱.

قطاوی، ح. معافپوریان، غ. و بحرانی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر محلول‌پاشی سولفات روی و دور آبیاری برعملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین ذرت دانه‌ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴(۱): ۱۲-۱.

کوچکی، ع. و سرمدنیا غ. ح. ۱۳۸۷. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

متاعی، س.، امیرنیا، ر.، تاجبخش، م. و عبدالهی‌ماندلخانی، ب. ۱۳۹۳. تأثیر آهن، روی و منگنز و روش مصرف آن‌ها بر فنولوژی، عملکرد و کیفیت دانه ذرت شیرین. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۴ (۱۱): ۲۴۰-۲۳۰

ملکوتی، م. ج.، و طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها 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 دانه‌ای (*Zea mays* L.). مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲ (۴۵): ۹۱-۱۱۱.

نورکی، ف.، علوی‌فاضل، م.، نادری، ع.، پناه‌پور، ا. و لک، ش. ۱۳۹۶. اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات در ترکیب با کود شیمیایی فسفره بر عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای در شمال استان خوزستان. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۱۱ (۴۱): ۶۵-۷۶.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

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 yieldof 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 onyield 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.

Raeei, 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.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

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

E. Bavi[1], S. Zakernezhad[2*] and Kh. Payandeh[3]

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.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]