



تأثیر کاربرد عناصر ریزمغذی بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی ماش (*Vigna radiata* L.)

امیر تاجیک^۱، امید صادقی پور^{۲*}، علیرضا پاژکی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت و مراحل مختلف محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر برخی صفات فیزیولوژیکی و زراعی ماش رقم پرتو آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری واقع در جنوب تهران انجام شد. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه سطح از غلظت‌های مختلف عناصر ریزمغذی شامل: محلول پاشی با آب مقطر (شاهد)، محلول پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام و محلول پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۲ پی‌پی‌ام بود. فاکتور دوم نیز شامل چهار سطح از مراحل مختلف محلول پاشی عناصر ریزمغذی شامل: محلول پاشی در مرحله ۶ برگ، محلول پاشی در اوایل گلدهی، محلول پاشی در مراحل ۶ برگ و اوایل گلدهی و همچنین محلول پاشی در مراحل ۶ برگ، ۸ برگ، اوایل و اواسط گلدهی بود. نتایج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف پاشش عناصر ریزمغذی بر صفات شاخص سطح برگ، شاخص سبزی‌نگی، زیست توده و عملکرد دانه معنی‌دار ولی بر صفات هدایت روزنه‌ای و محتوی نسبی آب معنی‌دار نبود. همچنین اثر مراحل مختلف محلول پاشی به جز بر صفات محتوی نسبی آب بر سایر صفات معنی‌دار بود. اثرات متقابل فاکتورهای آزمایشی نیز به جز بر صفات شاخص سطح برگ بر سایر صفات معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد دانه و زیست توده به ترتیب با میانگین-های ۹۳/۰۱ و ۱۴۸/۹۹ گرم بر متر مربع از محلول پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام در اوایل گلدهی بدست آمد. بنابراین می‌توان این تیمار را برای بهبود رشد و عملکرد ماش پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، شاخص سبزی‌نگی، عناصر کم مصرف، عملکرد، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

ماش (*Vigna radiata* L.) گیاهی است از تیره لگومینوز که در بخش‌های مختلفی از دنیا کشت شده و نقش مهمی در تغذیه کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کند. به دلیل دوره رشد کوتاه، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، تقویت خاک و جلوگیری از فرسایش آن، گیاه بسیار مناسبی به عنوان کشت دوم محسوب می‌شود (Allahmoradi et al., 2011). گیاهان حاوی بیش از ۹۰ عنصرند اما فقط ۱۶ عنصر برای آن‌ها ضروری است. عناصر ضروری، براساس نیاز کمی گیاهان به دو گروه تقسیم می‌شوند، دسته‌ای که گیاه نیاز بیشتری به آن‌ها داشته و به عنوان عناصر پرمصرف در نظر گرفته شده و دسته‌ای که گیاه به آن‌ها نیاز کمتری داشته در طبقه‌بندی جزء عناصر غذایی کم مصرف قرار می‌گیرند. عناصر پر مصرف شامل: کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد می‌باشند. در گروه عناصر غذایی کم‌مصرف (ریزمغذی)، آهن، منگنز، بُر، روی، مس، مولیبدن و کلر قرار دارند. طبقه‌بندی عناصر غذایی به پرمصرف و کم-

مصرف، براساس مقادیر مورد نیاز گیاه است و گرنه، همه عناصر غذایی برای رشد گیاه از اهمیت یکسانی برخوردار هستند. در صورتی که کمبود هر یک از عناصر غذایی برای رشد گیاه اتفاق بیافتد، گیاه متحمل خسارت خواهد شد (خدابنده، ۱۳۹۲). از کودها به عنوان ابزاری برای نیل به حداکثر تولید استفاده می‌شود. کودها باید بتوانند علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را ارتقاء داده، ضمن افزایش راندمان تولید، سلامتی انسان و دام را نیز تامین کنند. متأسفانه مصرف کودهای شیمیایی در کشور نامتعادل است و مطابقتی با نیاز واقعی گیاه ندارد. مصرف بی رویه کودهای نیتروژنه و فسفات باعث آلودگی آب، خاک و همچنین بالا رفتن غلظت فسفر در خاک‌ها شده که مشکلات عدیده‌ای از جمله ممانعت از جذب عناصر کم مصرف را بوجود آورده است. اگر چه عناصر کم مصرف به مقدار کمی در واحد سطح به کار می‌روند ولی با تأثیر فراوان بر جذب عناصر پر مصرف و بهبود خواص کمی و کیفی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۸۴).

آهن علاوه بر حضور در ساختار برخی آنزیم‌ها، در سنتز پروتئین لازم است و از آنجائی که نقش عمده آهن در سنتز پروتئین‌های همراه با کلروفیل است، کمبود آن سبب کاهش محتوی کلروفیل می‌شود. روی یا به عنوان بخش فلزی آنزیم‌ها و یا به عنوان فعال کننده شماری از آنزیم‌ها از نظر نوع کار، ساختمان یا تنظیم کننده نقش آن‌ها عمل می‌کند. منگنز فعال کننده چندین آنزیم به خصوص آنزیم‌هایی است که در ساخت اسید چرب و نوکلئوتید دخالت دارند. همچنین در تنفس و فتوسنتز ضروری است. مس همانند آهن با آنزیم‌های دخیل در واکنش‌های اکسیداسیون و احیا ارتباط دارد. اگر چه نقش اصلی بُر در متابولیسم گیاه شناخته نشده است، ولی شواهدی در خصوص نقش آن در تولید نوکلئیک اسید، واکنش‌های هورمونی و اعمال غشایی وجود دارد. کمبود بُر بسته به گونه و سن گیاه ممکن است علائم متفاوتی از خود نشان دهد. مشهورترین نقش مولیبدن در گیاه، شرکت آن در ترکیب نیترات ردکتاز می‌باشد. این آنزیم احیای نیترات به نیتريت در ضمن اسیمیلاسیون سلول را کاتالیز می‌کند (ضرابی مافی و همکاران، ۱۳۹۲). Baybordi & Mamedov (2010) گزارش کردند که روش‌های کاربرد کودهای ریزمغذی جهت کسب بهترین نتیجه بسیار مهم است و محلول‌پاشی برگ یک روش بسیار مناسب برای تغذیه گیاهان محسوب می‌شود. موحدی دهنوی و مدرس ثانوی (۱۳۸۵) اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجرای عملکرد سه رقم گلرنگ پائیزه را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد محلول‌پاشی توانست اجزاء عملکرد شامل تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه را بهبود بخشد. همچنین محلول‌پاشی روی و منگنز باعث بهبود گرده افشانی گردید. حسن زاده آذر و همکاران (۱۳۸۸) اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بُر، روی و منگنز بر خواص کمی و کیفی چغندر قند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باعث افزایش عملکرد، درصد قند خالص، درصد قند ناخالص و عملکرد شد. تغذیه برگی با عناصر روی و منگنز به صورت محلول‌پاشی نه تنها سبب افزایش کمیت و

نتیجه عملکرد ریشه و محتوای گل جنسینگ به طور معنی داری افزایش یافت که در نهایت میزان محصول و کیفیت آن را بهبود بخشید. (Brighenti & Castro (2008) در آزمایشی نشان دادند که مصرف بُر موجب افزایش عملکرد دانه آفتابگردان شد. آن‌ها اظهار کردند که بُر از طریق افزایش باروری دانه گرده و در نتیجه افزایش تعداد دانه‌های پر موجب افزایش عملکرد دانه شد. Khalili mahalleh & Roshdi (2008) طی آزمایشی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی را در دو زمان ساقه رفتن و اندکی قبل از ظهور گل تاجی ذرت جهت افزایش عملکرد توصیه کردند و اثر روی را مهمتر دانستند. اگرچه اطلاعات نسبتاً زیادی در مورد تاثیر مثبت محلول‌پاشی عناصر غذایی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی وجود دارد اما اطلاعات محدودی در خصوص بررسی اثرات محلول‌پاشی همزمان چند عنصر ریزمغذی در غلظت‌ها و مراحل مختلف رشدی گیاه ماش در دسترس است لذا تحقیق حاضر، طراحی و اجرا گردید.

کیفیت چغندر قند شد، بلکه این روش می‌تواند جنبه‌های اقتصادی قابل توجهی در کاهش هزینه‌های مصرف کود از جمله رفع سریع کمبود آن، آسانتر بودن اجرای آن و کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر را در بر داشته باشد. کمرکی و گلوی (۱۳۹۱) ارزیابی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که بین تیمارها از نظر ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بیولوژیک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت تفاوت معنی-داری وجود داشت اما تعداد دانه در طبق تحت تاثیر محلول‌پاشی قرار نگرفت. بیشترین عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه به تیمار آهن و بیشترین تعداد طبق بارور در بوته، به تیمار روی تعلق داشت. (Zhang *et al.* (2013) اثرات محلول‌پاشی بر بهبود وضعیت تغذیه‌ای، میزان و کیفیت محصول گیاه جنسینگ را بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند که این گیاه به عنصر آهن بیشتر حساس بود و هنگامی که محلول-پاشی صورت گرفت، برگ گیاه مقدار یون آهن بیشتری را جذب کرده و به ریشه فرستاد، در

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری با مختصات عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۹ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰ متر اجرا گردید. این منطقه جزو مناطق خشک با تابستانی گرم و خشک و زمستانی سرد و خشک محسوب می‌شود که میانگین بارش و دمای سالانه آن به ترتیب ۲۰۱/۷ میلی‌متر و ۲۰/۴ سانتیگراد است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه سطح از غلظت‌های مختلف عناصر ریزمغذی شامل: محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۲ پی‌پی‌ام بود. فاکتور دوم

شامل چهار سطح از زمان‌های مختلف محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی شامل: محلول‌پاشی در مرحله ۶ برگی، محلول‌پاشی در اوایل گلدهی، محلول‌پاشی در مراحل ۶ برگی و اوایل گلدهی و همچنین محلول‌پاشی در مراحل ۶ برگی، ۸ برگی، اوایل و اواسط گلدهی بود. عناصر ریزمغذی مورد استفاده در این طرح، محلول نوتریتال میکرو شامل آهن ۰/۵٪، روی ۰/۴٪، منگنز ۰/۳٪، بر ۰/۱٪، مس ۰/۵٪، مولیبدن ۰/۱٪ و گوگرد ۰/۲٪ بود که توسط عامل کلات کننده HEEDTA کلات شده بود. این محلول ساخت کشور اسپانیا است و توسط شرکت CIBARG نمایندگی انحصاری آن در ایران توزیع شده است. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری خاک نمونه برداری به عمل آمد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی

هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	نیترژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسی (ppm)	کربن آلی (%)	آهن (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	منگنز (ppm)	بر (ppm)	بافت خاک
۲/۸	۷/۵۲	۰/۲۲	۲۱	۵۱۸	۱/۰۹	۳/۳	۰/۴۴	۱/۳	۸/۹۴	۳	لومی

اول تیر ماه سال ۱۳۹۲ کشت بذور ماش رقم پرتو انجام شد. بذور با تراکم زیاد روی پشته‌ها کشت شدند و سپس روی این بذور با مخلوط خاک نرم و ماسه پوشانده شد. در مرحله تشکیل ۳ برگ حقیقی عمل تنک انجام شد و فاصله بوته‌ها از یکدیگر ۱۰ سانتیمتر تعیین گردید که در نهایت تراکمی معادل ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به شرایط منطقه و نیاز گیاه هر ۷-۱۰ روز یکبار انجام شد. وجین علف‌های هرز در چند مرحله و به صورت دستی انجام گرفت. ضمن این که آفت یا بیماری که جهت کنترل آن نیاز به سمپاشی باشد مشاهده نگردید. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نیز طبق نقشه طرح در اوایل صبح به وسیله سمپاش پستی موتوری انجام شد. در اواسط گل دهی، محتوی نسبی آب، هدایت

خاک قطعه آزمایشی در سال قبل به صورت آیش بود. به منظور آماده سازی زمین شخم عمیق در پاییز سال قبل از کشت به وسیله گاواهن برگردان‌دار زده شد و در بهار قبل از کشت، به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، دیسک و ماله زده شد. کمی قبل از کشت با فاروئر جوی و پشته‌هایی به فاصله ۵۰ سانتیمتر از هم ایجاد گردید. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر با فاصله ۵۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها روی هر خط کاشت ۱۰ سانتیمتر بود. بین کرت‌ها دو خط نکاشت و بین تکرارها نیز دو نهر یکی به عنوان زهکش و دیگری به عنوان نهر آبیاری وجود داشت. با توجه به نتایج آزمایش خاک نیازی به مصرف کود نبود. روی هر پشته با استفاده از فوکا شیاری به عمق ۲-۳ سانتی متر ایجاد شد. در

جهت تعیین شاخص سطح برگ، سطح برگ-های ۵ بوته از خط دوم هر کرت پس از حذف حاشیه توسط دستگاه-Leaf Area Meter CI202 اندازه‌گیری شد. با توجه به تراکم ۲۰ بوته در متر مربع، حاصلضرب عدد حاصل در عدد چهار برابر با شاخص سطح برگ بود. در هفته اول مهرماه ۱۳۹۲ و پس از رسیدگی کامل، پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خط سوم هر کرت یعنی ۳ متر طولی که معادل ۱/۵ متر مربع بود تمامی بوته‌ها برداشت شده و پس از هوا خشک شدن و جدا کردن دانه‌ها از غلاف‌ها عملکرد دانه تعیین گردید. سپس سایر بخش‌های بوته‌ها و دانه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و میزان زیست توده تعیین گردید. در نهایت داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۵ صورت گرفت.

روزنه‌ای، شاخص سبزی‌نگی و شاخص سطح برگ به شرح ذیل اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه محتوی نسبی آب، از خط دوم هر کرت دیسک‌هایی از ۱۰ برگ فعال و کاملاً توسعه یافته قسمت فوقانی پنج بوته تهیه و بلافاصله وزن تر آن‌ها توسط ترازوی دقیق یادداشت شد. سپس نمونه‌ها درون ظرف‌های محتوی آب مقطر قرار گرفته و پس از ۲۴ ساعت وزن اشباع آن‌ها تعیین گردید. پس از آن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها محاسبه شد. از تقسیم تفاضل وزن تر و خشک بر تفاضل وزن اشباع و خشک محتوی نسبی آب برگ‌ها بدست آمد. برای سنجش هدایت روزنه‌ای از دستگاه Portable Leaf Porometer-SC1, Decagon و جهت اندازه‌گیری شاخص سبزی‌نگی نیز از دستگاه Chlorophyll Content Meter-CL01, Hansatech Instruments استفاده گردید. پس از حذف اثر حاشیه‌ای، این صفات از طریق برگ‌های کاملاً توسعه یافته بوته‌های خط دوم هر کرت در ساعات ۱۱-۱۰ اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی و زراعی ماش تحت تاثیر غلظت و مراحل محلول پاشی عناصر ریزمغذی

میانگین مربعات							
منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	هدایت روزنه ای	شاخص سبزیگی	محتوی نسبی آب	زیست توده	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۰۲ ^{ns}	۳۷/۵۶ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}	۷۴/۳۵*	۳۲/۹۳ ^{ns}	۳۲۶/۴۲ ^{ns}
غلظت پاشش	۲	۰/۵۲**	۴۴/۵۵ ^{ns}	۲۴/۴۱**	۱۸/۰۶ ^{ns}	۲۱۵۵/۱۲**	۴۴۲۰/۲۰**
مرحله پاشش	۳	۰/۱۴*	۱۸۶/۷۱**	۱۷/۴۷**	۴۴/۲۱ ^{ns}	۱۵۴۷/۹۳**	۶۵۴/۱۵*
غلظت×مرحله پاشش	۶	۰/۰۶ ^{ns}	۵۲/۳۲*	۲۵/۲۰**	۲۱۷/۵۳**	۲۱۴۰/۵۹**	۶۷۱/۶۷**
اشتباه	۲۲	۰/۰۴	۱۴/۹۰	۲/۵۲	۱۶/۹۳	۱۱۹/۰۵	۱۶۱/۱۴
ضرب تغییرات	-	۸/۱۷	۷/۵۳	۷/۳۵	۵/۰۷	۹/۱۱	۹/۲۵

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی غلظت و مراحل محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی ماش

تیمار	شاخص سطح برگ	هدایت روزنه ای (میکرو مول بر ثانیه)	شاخص سبزیگی (واحد اسپد)	محتوی نسبی آب (درصد)	زیست توده (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
غلظت‌های پاشش						
C ₀	۱/۲۳b	۵۳/۴۰a	۱۳/۱۹b	۸۱/۰۰a	۹۲/۵۲b	۳۵/۳۹b
C ₁	۱/۳۶b	۴۹/۷۳a	۱۵/۶۳a	۷۹/۹۴a	۱۱۳/۴۰a	۷۱/۹۶a
C ₂	۱/۶۴a	۵۰/۵۳a	۱۳/۴۴b	۸۲/۳۸a	۱۱۷/۵۲a	۶۳/۷۸a
مراحل محلول پاشی						
S ₁	۱/۲۳b	۴۹/۳۰bc	۱۳/۵۹bc	۷۹/۳۴a	۸۹/۸۳c	۴۹/۶۱b
S ₂	۱/۵۲a	۵۱/۱۶b	۱۲/۳۸c	۸۲/۰۴a	۱۱۰/۳۳b	۶۰/۷۳ab
S ₃	۱/۴۷a	۴۶/۹۰c	۱۵/۵۹a	۷۹/۲۵a	۱۲۱/۳۱a	۶۷/۳۵a
S ₄	۱/۴۱ab	۵۷/۵۳a	۱۴/۲۳ab	۸۳/۸۱a	۱۰۹/۷۹b	۵۰/۴۸b

در هر تیمار، اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل غلظت و مراحل محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی ماش

تیماها	شاخص سطح برگ	هدایت روزنه ای (میکرو مول بر ثانیه)	شاخص سبزی‌نگی (واحد اسپد)	محتوی نسبی آب (درصد)	زیست توده (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
C ₀ × S ₁	۱/۱۸a	۴۳/۳۶e	۱۰/۴۴d	۷۱/۵۵e	۵۶/۹۸f	۲۴/۵۰g
C ₀ × S ₂	۱/۲۲a	۵۵/۲۲abc	۱۴/۰۷bc	۹۰/۲۸ab	۷۰/۳۷f	۳۸/۶۲efg
C ₀ × S ₃	۱/۲۷a	۵۱/۹۹bcd	۱۶/۳۲b	۷۴/۹۵de	۱۳۰/۱۳abc	۵۰/۱۴def
C ₀ × S ₄	۱/۲۴a	۵۹/۰۲ab	۱۱/۹۲cd	۸۵/۳۵abc	۱۱۲/۶۲bcd	۲۸/۳۲fg
C ₁ × S ₁	۱/۲۴a	۵۲/۱۴bcd	۱۶/۰۶b	۸۲/۵۴cd	۹۱/۶۳e	۴۹/۱۶def
C ₁ × S ₂	۱/۶۲a	۴۹/۵۵cde	۱۱/۰۹d	۸۲/۲۷cd	۱۴۸/۹۹a	۹۳/۰۱a
C ₁ × S ₃	۱/۴۰a	۴۵/۵۳de	۱۹/۷۳a	۷۹/۱۶cde	۱۰۲/۱۳de	۸۵/۵۹ab
C ₁ × S ₄	۱/۲۱a	۵۱/۷۲cd	۱۵/۶۵b	۷۵/۷۹de	۱۱۰/۸۸cde	۶۰/۱۰cde
C ₂ × S ₁	۱/۲۹a	۴۸/۳۹cde	۱۴/۲۷bc	۸۳/۹۲bc	۱۲۰/۸۹bcd	۷۵/۱۹abc
C ₂ × S ₂	۱/۷۳a	۴۸/۶۹cde	۱۲/۰۰cd	۷۱/۷۱e	۱۱۱/۶۴b-e	۵۰/۵۸def
C ₂ × S ₃	۱/۷۴a	۴۷/۱۸de	۱۱/۱۴d	۸۳/۶۳bc	۱۳۱/۶۷ab	۶۶/۳۲bcd
C ₂ × S ₄	۱/۷۹a	۶۱/۸۶a	۱۵/۱۳b	۹۲/۱۴a	۱۰۵/۸۷de	۶۳/۰۳bcd

اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

غلظت‌های پاشش:

(C₀) محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)

(C₁) محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام

(C₂) محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۲ پی‌پی‌ام

مراحل محلول‌پاشی:

(S₁) محلول‌پاشی در مرحله ۶ برگی

(S₂) محلول‌پاشی در اوایل گلدهی

(S₃) محلول‌پاشی در مراحل ۶ برگی و اوایل گلدهی

(S₄) محلول‌پاشی در مرحله ۶ برگی، ۸ برگی، اوایل و اواسط گلدهی

شاخص سطح برگ

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثرات اصلی غلظت و مراحل محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر شاخص سطح برگ ماش به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار تشخیص داده نشد (جدول ۲). از نظر غلظت پاشش، بالاترین شاخص سطح برگ از تیمار ۲ پی‌پی‌ام و کمترین آن نیز از تیمار شاهد بدست آمد. از نظر مراحل محلول‌پاشی نیز بالاترین شاخص سطح برگ از تیمار محلول‌پاشی در مرحله اوایل گلدهی و کمترین آن نیز مربوط به محلول‌پاشی در مرحله ۶ برگی بود (جدول ۳). در توصیف دلیل افزایش شاخص سطح برگ در اثر کاربرد عناصر ریزمغذی باید گفت که این عناصر باعث تولید بیشتر کلروفیل در برگ‌های گیاه و در نتیجه افزایش سطح سبز برگ می‌شوند (Vitosh *et al.*, 1997). از طرفی تاثیر مثبت عناصری مانند روی بر افزایش شاخص سطح برگ به نقش آن در پروتئین‌سازی نسبت داده شده است (Dhillon *et al.*, 1987). کاربرد عناصر روی و بر در گیاه کلزا باعث افزایش

شاخص سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد شد که با توجه به نقش این عناصر در تامین مواد غذایی برای گیاه و نیز سنتز کلروفیل در برگ‌ها قابل توجه می‌باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۰). Abdolsalam *et al.* (1994) در مطالعه روش‌های تغذیه گیاهان با عناصر ریزمغذی بیان نمودند که مصرف برگی این عناصر بیش از سایر روش‌ها بر رشد و توسعه برگ‌ها تاثیر داشت و موجب افزایش شاخص سطح برگ ذرت گردید. احمدی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در بررسی تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر کنگد گزارش نمودند که شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت.

هدایت روزنه‌ای

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف پاشش عناصر ریزمغذی بر هدایت روزنه‌ای برگ‌ها معنی‌دار نبود. با این وجود اثر مراحل محلول‌پاشی و اثرات متقابل غلظت و مراحل محلول‌پاشی بر هدایت روزنه‌ای به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. از نظر مراحل محلول‌پاشی بالاترین میزان هدایت

با افزایش دفعات محلول‌پاشی و غلظت‌های بالاتر، گیاه از نظر رشدی در شرایط مناسب قرار گرفته و قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها نیز افزایش یافته که این امر منجر به حفظ پتانسیل بالای آبی در برگ‌ها شده و در نهایت هدایت روزنه‌ای برگ‌ها را افزایش داده است. کمترین میزان هدایت روزنه‌ای نیز از تیمار محلول‌پاشی آب مقطر در مرحله ۶ برگی بدست آمد (جدول ۴). در اثر مصرف عناصر ریزمغذی در گیاه سنتز آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز افزایش می‌یابد که از این طریق سرعت اسمیلاسیون CO_2 افزایش می‌یابد و به دنبال افزایش سرعت فتوسنتز، تقاضا برای دی اکسید کربن نیز افزایش یافته بنابراین هدایت روزنه‌ای نیز در این شرایط بیشتر می‌شود (راهنما، ۱۳۹۴). بابائیان و همکاران (۱۳۸۹) در مورد تاثیر محلول‌پاشی بر هدایت روزنه‌ای در گیاه آفتابگردان به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین اثر بخشی روش‌های مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی، بر و منگنز بر گیاه کلزا بررسی گردید و مشخص شد که در اثر محلول‌پاشی، هدایت روزنه‌ای افزایش یافت (بای بوردی و همکاران، ۱۳۷۹).

روزنه‌ای از تیمار ۴ مرحله محلول‌پاشی (در مراحل ۶ برگی، ۸ برگی، اوایل و اواخر گلدهی) و کمترین آن نیز از تیمار محلول‌پاشی در مرحله ۶ برگی بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد در اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مراحل مختلف رشد، گیاه از نظر تغذیه‌ای در شرایط ایده‌آل قرار گرفته و میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد. از آنجایی که یکی از عوامل تاثیرگذار بر میزان فتوسنتز، افزایش هدایت روزنه‌ای جهت جذب CO_2 بیشتر می‌باشد لذا در تحقیق حاضر نیز این امر به وضوح قابل مشاهده بود. امیدی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تاثیر مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی و مس بر خصوصیات کمی و کیفی پسته گزارش نمودند که در اثر محلول‌پاشی، میزان هدایت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که دلیل این امر را افزایش فشار آماس سلول‌های محافظ روزنه اعلام نمودند. از لحاظ اثرات متقابل نیز نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان هدایت روزنه‌ای از تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۲ پی‌پی‌ام و در چهار نوبت (مراحل ۶ برگی، ۸ برگی، اوایل و اواخر گلدهی) حاصل شد. احتمالاً

شاخص سبزی‌نگی

اثرات اصلی و متقابل غلظت و مراحل محلول-پاشی عناصر ریزمغذی بر شاخص سبزی‌نگی برگ‌های ماش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). از نظر غلظت‌های پاشش، بالاترین شاخص سبزی‌نگی از تیمار ۱ پی‌پی‌ام محلول‌پاشی و کمترین آن نیز مربوط به تیمار شاهد بود. از لحاظ مراحل محلول‌پاشی نیز بیشترین شاخص سبزی‌نگی در تیمار محلول‌پاشی در دو نوبت ۶ برگگی و اوایل گلدهی و کمترین آن نیز مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله اوایل گلدهی بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها، بیشترین شاخص سبزی‌نگی از محلول-پاشی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام در مراحل ۶ برگگی و اوایل گلدهی بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی فقط در مرحله گلدهی به این دلیل که بعد از مراحل تشکیل برگ بوده، و بیشتر مواد سنتز شده به سمت دانه‌ها گسیل می‌شوند تا برگ‌ها، تیمار خیلی مناسبی نبود. محلول‌پاشی عناصر غذایی باعث افزایش سنتز کلروفیل موجود در برگ می‌شود چرا که عناصر

ریزمغذی ساختار اصلی موجود در اندامک کلروپلاست را تشکیل می‌دهند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۷). آهن یکی از عناصر ضروری برای رشد تمامی گیاهان است. در صورت کمبود آن کلروفیل به مقدار کافی در سلول‌های برگ تولید نمی‌شود و برگ‌ها رنگ پریده دیده می‌شوند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۸۴). بهاری و همکاران (۱۳۸۴) گزارش نمودند که در اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی، میزان کلروفیل برگ‌های نخود افزایش معنی‌داری یافت.

محتوی نسبی آب برگ

اثرات اصلی غلظت و مراحل پاشش عناصر ریزمغذی بر محتوی نسبی آب برگ ماش معنی‌دار نبود اما اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار تشخیص داده شد (جدول ۲). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها، بیشترین محتوی نسبی آب از تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۲ پی‌پی‌ام در چهار مرحله (۶ برگگی، ۸ برگگی، اوایل و اواسط گلدهی) و کمترین آن نیز از تیمار محلول‌پاشی آب مقطر در مرحله ۶ برگگی بدست آمد (جدول ۴). در اثر محلول‌پاشی

عناصر ریزمغذی، گیاه در شرایط مطلوب رشدی قرار گرفته و با جذب آب، کارایی آن نیز بالا می‌رود. به طوری که برای جذب CO_2 آب کمتری از دست می‌دهد زیرا شیب غلظتی که در اتاقک زیر روزنه ایجاد می‌شود به قدری بالا خواهد رفت که تمایل برای جذب CO_2 چندین برابر خواهد شد. بنابراین به ازای ورود هر مولکول CO_2 ، آب کمتری نیز خارج می‌شود که از این طریق محتوی نسبی آب برگ نیز افزایش خواهد یافت (قدسی و همکاران، ۱۳۸۳).
محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی از طریق افزایش میزان رشد و همچنین فتوسنتز، اندام سبز گیاه را افزایش داده و از این طریق منجر به افزایش محتوی نسبی آب برگ می‌گردد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

زیست توده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل غلظت و مراحل محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر زیست توده ماش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). از نظر غلظت‌های پاشش، بیشترین میزان زیست توده از تیمار ۲ پی‌پی‌ام حاصل شد که البته اختلاف

معنی‌داری با تیمار ۱ پی‌پی‌ام نداشت. کمترین میزان آن نیز از تیمار شاهد بدست آمد. از لحاظ مراحل محلول‌پاشی نیز بالاترین میزان زیست توده از تیمار محلول‌پاشی در مراحل ۶ برگی و اوایل گلدهی و کمترین آن نیز از تیمار محلول-پاشی در مرحله ۶ برگی بدست آمد (جدول ۳).
نتایج جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها نیز نشان داد که بیشترین میزان زیست توده از تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام در مرحله گلدهی حاصل شد (جدول ۴). بهاری و همکاران (۱۳۸۴) گزارش نمودند مصرف کود-های ریزمغذی تأثیر قابل توجهی بر رشد، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه نخود داشت. پای گذار و همکاران (۱۳۸۸) نیز اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن مرواریدی را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که بالاترین میزان عملکرد علوفه تازه و خشک از تیمار عدم تنش (آبیاری مطلوب) همراه با محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز حاصل شد.
Mohamad *et al.* (1990) در بررسی‌های خود نتایج مشابهی در خصوص تأثیر مثبت

محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک گندم گزارش نمودند. سورانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز گزارش کردند که مصرف بُر و روی باعث افزایش تعداد پنجه، وزن خشک، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه برنج گردید. به نظر می‌رسد حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه ماش به کمبود عناصر ریز مغذی، مرحله گلدهی باشد چون تامین این عناصر غذایی موجب افزایش وزن خشک بوته‌ها گردید. کمرکی و گلوی (۱۳۹۱) ارزیابی محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد بین تیمارها از نظر ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بیولوژیک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت اما تعداد دانه در طبق تحت تاثیر محلول پاشی قرار نگرفت.

عملکرد دانه

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثرات اصلی غلظت-ها و مراحل پاشش عناصر ریزمغذی و همچنین اثرات متقابل این دو عامل بر عملکرد دانه ماش به ترتیب در سطح احتمال یک، پنج و یک

درصد معنی‌دار بود. از نظر غلظت‌های پاشش بالاترین عملکرد دانه مربوط به محلول پاشی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام و کمترین آن نیز مربوط به تیمار شاهد بود. از لحاظ مراحل محلول پاشی نیز بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول پاشی در مراحل ۶ برگی و اوایل گلدهی و کمترین آن نیز از تیمار محلول پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله ۶ برگی بدست آمد (جدول ۳). نتایج جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها نیز نشان داد که بالاترین عملکرد دانه از تیمار محلول پاشی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام در مرحله اوایل گلدهی و کمترین آن نیز از تیمار محلول پاشی آب مقطر در مرحله ۶ برگی حاصل شد (جدول ۴). این امر تاثیر مثبت عناصر ریزمغذی البته با غلظتی متعادل را بر عملکرد دانه ماش تایید می‌کند. مرشدی و نقیعی (۱۳۸۳) اثر محلول پاشی مس و روی بر اجزاء عملکرد، عملکرد دانه و خواص کیفی دانه کلزا را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد بین سطوح روی و اثر متقابل مس و روی بر تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود

(۱۳۷۹) گزارش کردند که اعمال تیمار کودی عناصر کم مصرف در کلزا باعث افزایش عملکرد در واحد سطح شد. حسین آبادی و همکاران (۱۳۸۵) نیز اثرات محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی گندم هامون در منطقه سیستان را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که با مصرف عناصر ریزمغذی عملکرد دانه افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت‌های مختلف و در مراحل رشدی متفاوت گیاه ماش تاثیر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده داشت. بالاترین عملکرد دانه ماش از تیمار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت ۱ پی‌پی‌ام در اوایل گلدهی بدست آمد. بنابراین می‌توان این تیمار را برای بهبود رشد و عملکرد دانه ماش توصیه نمود.

داشت. توفیق‌یان و همکاران (۱۳۹۲) بررسی تاثیر تغذیه با عناصر ریزمغذی (آهن و روی) و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش رقم پرتو را مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که عملکرد دانه به طور معنی‌داری در تیمار محلول‌پاشی با ترکیب کودهای آهن و روی نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت. در تحقیق حاضر، محلول‌پاشی در مرحله ۶ برگگی موجب بهبود رشد رویشی و توسعه برگ‌ها گردید که منابع تولید در گیاه می‌باشند و در مرحله دوم نیز که در اوایل گلدهی محلول‌پاشی صورت گرفت در اصل تعداد و اندازه مخازن فیزیولوژیک افزایش یافت و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه در این تیمار گردید. ملکوتی و لطف‌الهی (۱۳۷۸) بیان کردند که با تکمیل مصرف عناصر غذایی کم مصرف از طریق محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید. ضمن این که روی و منگنز از جمله عناصر کم مصرف و ضروری برای رشد گیاه محسوب شدند. بای بوردی و همکاران

منابع

- روغن کلزا در میانه. مجله خاک و آب (ویژه نامه کلزا). ۱۲: ۳۷-۴۸.
- بهاری، م.، ر. پهلوی، ن. اکبری و پ. احسان زاده. ۱۳۸۴. تأثیر مقادیر مختلف کودهای کم مصرف آهن و مس بر رشد و عملکرد ژنوتیپ-های نخود تحت شرایط دیم در منطقه الیگودرز. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲: ۲۰۱-۱۹۰.
- پای گذار، ی.، ا. قنبری، م. حیدری، و ا. توسلی. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن مرواریدی رقم نوتریفید تحت تنش خشکی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی). ۳ (۱۰): ۶۷-۷۹.
- توفیقیان، م.، ح. عجم نوروژی، و ع. نخزری مقدم. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر تغذیه با عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش رقم پرتو. اولین کنفرانس علوم کشاورزی و محیط زیست.
- حسن زاده آذر، س.، م. رشدی، و ک. فتوحی. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر، روی و منگنز بر خواص کمی و کیفی اجزای ریشه
- احمدی، ج.، م. م. سیفی، و م. امینی دهقی. ۱۳۹۱. تاثیر محلول پاشی ریزمغذی های آهن، روی و کلسیم بر عملکرد دانه و روغن ارقام کنجد. مجله تولید گیاهان زراعی. ۵ (۳): ۱۳۰-۱۱۵.
- امیدی، ل.، و. مظفری، ا. تاج آبادی پور، و ح. دشتی. ۱۳۸۹. تاثیر مصرف خاکی و محلول-پاشی روی و مس بر خصوصیات کمی و کیفی پسته. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۴ (۵۲): ۱۶۲-۱۴۹.
- بابائیان، م.، م. حیدری، و ا. قنبری. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر کم مصرف بر ویژگی های فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در آفتابگردان. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۴): ۳۷۷-۳۹۱.
- بای بوردی، ا.، م. ج. ملکوتی و ح. رضایی. ۱۳۷۹. اثر بخشی روش های مصرف خاکی و محلول پاشی روی، بور و منگنز بر عملکرد دانه و

- چغندر قند. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۲ (۵): ۱۱-۲۵.
- حسین‌آبادی، ع.، م. گلوی، و م. حیدری. ۱۳۸۵. مطالعه اثرات محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی گندم هامون در منطقه سیستان. یافته‌های نوین کشاورزی. ۱ (۲): ۱۱۰-۱۰۳.
- خدابنده، ن. ۱۳۹۲. زراعت غلات. نوبت چاپ یازدهم. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. ۵۳۸ ص.
- راهنما، ا. ۱۳۹۴. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات پوران پژوهش. چاپ هفتم. ۴۴۲ ص.
- سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. چاپ هفتم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ ص.
- سورانی، ص.، م. بهمن‌یار و ع. ا. مؤمنی. ۱۳۸۴. بررسی اثر محلول‌پاشی روی و بُر بر رشد و عملکرد برنج رقم خزر. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
- ضرابی مافی، ف.، ا. صادقی پور و ا. رشیدی اصل. ۱۳۹۲. اثرات محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت شرایط تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، گروه کشاورزی. ۱۴۹ ص.
- عزیزی، خ.، ع. نوروزیان، س. حیدری، و م. یعقوبی. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر محلول‌پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، برخی شاخص‌های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا در شرایط اقلیمی خرم‌آباد. مجله دانش زراعت. ۳ (۵): ۱۶-۱.
- قدسی، م.، م. کمالی، م. چایچی و د. مظاهری. ۱۳۸۳. ارزیابی حساسیت مراحل نمو گندم و همبستگی بین صفات مرتبط با عملکرد در شرایط تنش رطوبتی. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه گیلان.
- کمرکی، ح. و م. گلوی. ۱۳۹۱. ارزیابی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی بر

موحدی دهنوی، م. و ع.م. مدرس ثانوی.
۱۳۸۵. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی
و منگنز بر عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم
گلرنگ پائیزه تحت تنش خشکی در منطقه
اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
۱۳: ۱۱-۱.

**Abdolsalam, A.A., A.H. Ibrahim, and
A.H. Elgarhi.** 1994. Comparative of
application of foliar spray or seed coating
to maize on a sand soil. *Annals of
Agricultural Science Moshthor*, 32: 660-
673.

**Allahmoradi, P., M. Ghobadi, and S.
Taherabadi.** 2011. Physiological aspects
of mung bean (*Vigna radiata* L.) in
response to drought stress. *International
conference on food engineering and
biotechnology, IPCBEE vol.9*, 272-275.
IACSIT Press, Singapore.

Baybordji, A. and G. Mamedov. 2010.
Evaluation of application methods of zinc
and iron for canola (*Brassica napus* L.).
Not. Hort. Agric. 2: 94-103.

Brighenti, A.M. and C. Castro. 2008.
Boron foliar application on sunflower
(*Helianthus annuus* L.). *HELIA*, Nr. 48:
127-136.

ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ. نشریه بوم
شناسی کشاورزی. ۴ (۳): ۲۰۶-۲۰۱.

کوچکی، ع.، م. حسینی، و م. نصیری
محللاتی. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان
زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۰
ص.

مرشدی، ا. و ح. نقیبی. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر
سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر
عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. علوم
کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱ (۳): ۲۲-۱۵.

ملکوتی، م.ج. و م.م. طهرانی. ۱۳۸۴. نقش
ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت
محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان).
انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۹۸ ص.

ملکوتی، م.ج. و م.ا. لطف الهی. ۱۳۷۸. نقش
روی در افزایش کمی و کیفی محصولات
کشاورزی و بهبود سلامت جامعه. نشر آموزش
کشاورزی. ۱۲۰ ص.

zinc and iron on yeild of Wheat. Sarhad journal of Agriculture. 6: 615- 618.

Vitosh, M.L., D.D. Warnek and R.E. Lucas. 1997. Boron. Mishigan State University Extention Soil and Manegemnt Fertilizer. Available on the <http://www.Msue.msu.edv>.

Zhang, H., H. Yang, Y. Wang, Y. Gao and Y. Zhang. 2013. The response of ginseng grown on farmland to foliar-applied iron, zinc, manganese and copper. Industrial Crops and Products. 45: 388-394.

Dhillon, K.S., S.K. Dhillon, B. Singh and B.D. Kansal. 1987. Effect of different levels of nitrogen on yield and chemical composition of spinach (*Spinacea oleracea* L.). Journal research Punjab agriculture. 24: 31-36.

Khalili Mahaleh, J. and M. Roshdi. 2008. The effect of foliar application of micronutrient on quantitative and qualitative characteristics of corn silage in Khoy. Seed and Plant Journal. 2: 281-293

Mohamad, W., M. Iqbal and S.M. Shal. 1990. Effect on mode of application of

Effect of micronutrients application on physiological and agronomic traits of Mung bean (*Vigna radiata* L.)

A. Tajik¹, O. Sadeghipour^{2*}, A.R. Pazoki²

1. M.Sc. Student, Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre- Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of different concentrations and stages of micronutrients foliar application on some physiological and agronomic traits of mung bean (cv. Partow) an experiment was conducted in 2013, at the research field of the Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch at the south of Tehran. This research was a factorial based on randomized complete block design with three replications. The first factor consisted of three levels of different concentrations of micronutrient elements including: distilled water (control), micronutrient foliar application with 1 ppm concentration and micronutrient foliar application with 2 ppm concentration. The second factor included four levels of different stages of micronutrient foliar application: spraying at 6-leaf stage, spraying at early flowering, spraying at 6-leaf and early flowering, and spraying at 6-leaf, 8-leaf, early and mid-flowering. The results showed that the effect of different concentrations of micronutrient foliar application on leaf area index (LAI), chlorophyll value, biomass and grain yield was significant but on stomatal conductance and relative water content (RWC) was not significant. Also, the effect of different stages of spraying except on RWC on other traits was significant. Interaction effects of experimental factors except for LAI were significant on other traits. The highest grain and biomass yields with average 93.01 and 148.9 g/m², respectively, were obtained from 1 ppm micronutrient foliar application at the early flowering stage. Therefore, this treatment can be suggested to improve mung bean growth and yield.

Key words: Chlorophyll value, Leaf area index (LAI), Micronutrient elements, Stomatal conductance, Yield

* Corresponding author (sadeghipour@iausr.ac.ir)