نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۶۲۸-۶۱۳

مصرف عناصر ریزمغذی در چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم دوروتی

سعیدسلیمانی[1] و النازفرج زاده معماری تبریزی[1]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۹/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

عناصر ریزمغذی نقش مهمی در تولید و عملکرد گیاهان دارند. این بررسی در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی ملکان با هدف مطالعه تأثیر برخی از عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) با غلظت‌های مختلف در مراحل رشد (۶-۴ برگی و ۱۰-۸ برگی) چغندرقند در ۳ تکرار به صورت اسپلیت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. حداکثر عملکرد ریشه با کاربرد غلظت نه در هزار عناصر غذایی در مرحله ۶-۴ برگی حاصل گردید. محلول‌پاشی عناصر در هر سه غلظت در مرحله ۱۰-۸ برگی سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد ریشه باعث شدند. کاربرد غلظت شش در هزار این عناصر ریزمغذی، عملکرد ریشه را تا ۱۵/۶ درصد افزایش داد. کاربرد عنصر منگنز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد شکر سفید چغندرقند نداشت. از سوی دیگر، کاربرد غلظت نه در هزار عنصر روی افزایشی ۱۶/۴ و کاربرد غلظت‌های شش و نه در هزار عنصر آهن افزایشی به‌ترتیب ۱۸/۶ و ۳۶ درصدی در عملکرد شکر سفید را باعث گردیدند. درصد عیارقند تحت تأثیر کاربرد عنصر منگنز قرار نگرفت ولی کاربرد مقادیر بالای عناصر آهن و روی در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند افزایش معنی‌داری در عیارقند چغندرقند باعث شد. در این مطالعه بیشترین افزایش در عیارقند تحت تأثیر کاربرد غلظت نه در هزار عنصر آهن به‌دست آمد. با توجه به اهمیت اقتصادی عملکرد شکر سفید و ریشه می‌توان محلول‌پاشی عناصر آهن و روی با غلظت نه در هزار در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند را جهت افزایش تولید مد نظر قرار داد.

واژگان کلیدی: چغندرقند، عناصر ریزمغذی، عملکرد ریشه، محلول‌پاشی.

۱- گروه زراعت ، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

* نگارنده‌ی مسئول Farajzadeh_e@malekaniau.ac.ir

مقدمه

تولید قند از چغندرقند به دلیل استفاده گسترده در صنایع غذایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Mohammadzadeh and Hatamipour, 2010). چغندرقند دومین گیاه قندی مهم برای تولید شکر در جهان است (Refay, 2010). در گیاهان، کمبود عناصر ریزمغذی منجر به ایجاد محدودیت‌های زیادی در فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی می‌گردد حتی با وجود این‌که گیاهان به مقادیر پایینی از این کودها نیازمند هستند لذا، به منظور افزایش تولید گیاهان زراعی با کمیّت و کیفیت بالا کوددهی عناصر غذایی ریزمغذی ضروری است. آهن به‌عنوان یکی از عناصر غذایی ضروری گیاهان عملکرد و کیفیت گیاهان را با افزایش مقدار کلروفیل و میزان کربوهیدرات‌ها افزایش می‌دهد. همچنین، آهن به‌عنوان گیرنده الکترون و فعال کننده چندین آنزیم انتقال الکترون در فتوسنتز عمل می‌کند (Irmak *et al*., 2012). آهن نقش ساختاری، عملکردی و تنظیمی بسیار مهمی را در گیاهان بر عهده دارد. این عنصر به‌عنوان کوفاکتور در فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها دخالت دارد (Salem and El-Gizawy, 2012). آهن همچنین در تقسیم و تمایز سلول‌های گیاهان نقش مهمی دارد (Moosavi and Ronaghi, 2011).

روی دومین عنصر فلزی فراوان در ارگانیسم‌ها بعد از آهن است. گیاهان عالی معمولاً روی را به صورت دو ظرفیتی جذب می‌کنند که به‌عنوان اجزای فلزی آنزیم‌ها یا بخش ساختاری عملکردی و کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌ها عمل می‌کند. روی همچنین برای تولید کلروفیل، عملکرد گرده‌ها، باروری و جوانه‌زنی مورد نیاز است (Prasad *et al*., 2012). هم‌اکنون خاک‌های دچار کمبود منگنز به‌طور گسترده‌ای در سرتاسر جهان پراکنده شده‌اند (Laszlo, 2008). عموماً اعتقاد بر این است که اندام‌های گل‌دهنده و تولیدکننده میوه به کمبود منگنز حساس هستند. کمبود منگنز منجر به کاهش باروری دانه‌های گرده و کاهش میزان اسیمیلات‌های انتقال داده شده برای توسعه میوه‌ها و دانه‌ها می‌گردد. منگنز به تشکیل کلروفیل نیز کمک می‌کند لذا کمبود منگنز باعث ایجاد کلروز رگبرگی می‌شود. محلول‌پاشی منگنز عمدتاً برای اصلاح کمبود منگنز در مراحل استقرار گیاهچه‌ها و مرحله تولید مثلی گیـــاه به کار برده می‌شود (Eleyan *et al*., 2014). مکی و همکاران (Mekki *et al*., 2014) تأثیر محلول‌پاشی روی و منگنز را بر رشد و عملکرد چغندرقند بررسی و نشان داد محلول‌پاشی با عناصر روی و منگنز افزایش معنی‌داری را در عیار قند و عملکرد قند و شکر سفید چغندرقند باعث می‌شود. مظلومی و همکاران (Mazlomi *et al*., 2012) طی پژوهشی بیان کردند که بیشترین افزایش در وزن برگ و اندام‌هوایی در غلظت ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر آهن به‌دست آمد. بیشترین عملکرد تر ریشه (۱۴۰۵۷۱ کیلوگرم در هکتار)، کل بیوماس (۵۳۵۷۶ کیلوگرم در هکتار) و میزان قند (۲۶۹۹۴ کیلوگرم در هکتار) از محلول-پاشی ۲ گرم در لیتر آهن در مرحله ۸۰ درصد پوشش سبز به‌دست آمد. محلول‌پاشی آهن در ۴۰ تا ۸۰ درصدی پوشش زمین منجر به افزایش عملکرد خشک ریشه، بیوماس و عملکرد شکر سفید گردید. مصطفی و همکاران (Moustafa *et al*., 2011) بیان کردند که کاربرد منگنز، روی و آهن به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدهای چغندرقند را افزایش می‌دهد. کاربرد عناصر ریزمغذی همچنین میزان نیتروژن را افزایش داد. طول، قطر و وزن تر ریشه، طوقه و عملکرد ریشه نیـز به‌طور معنی‌داری

تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی افزایش معنی‌داری نشان دادند.

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز در مراحل مختلف رشدی بر چغندرقند بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی ملکان اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ۴۲ درجه و ۶ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵۸ دقیقه‌ی شمالی با ارتفاع ۱۲۸۵ متر از سطح دریای آزاد است. این آزمایش به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد و تعداد ۷۲ کرت با ابعاد ۱۴ در ۵۰ متر مربع و در هر کرت ۸ ردیف کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای به طول ۴ متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فواصل روی ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر از همدیگر با تراکم ۴ بوته در متر مربع تهیه گردید. فاصله بین کرت‌ها یک خط نکاشت و بین هر بلوک یک متر در نظر گرفته شد.

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از عامل اول عنصر ریزمغذی در ۳ سطح (روی، آهن و منگنز) در کرت اصلی، عامل دوم مراحل محلول‌پاشی در دو سطح (محلول‌پاشی در مرحله ۶-۴ و ۱۰-۸ برگی) در کرت‌های فرعی و فاکتور سوم غلظت عناصر ریزمغذی به کار برده شده در چهار سطح (سه، شش و نه در هزار و شاهد) در کرت‌های فرعی فرعی قرار داده شدند. پس از تهیه نقشه کاشت اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین و ایجاد جوی و پشته گردید. در اواخر فروردین ماه بذور رقم دوروتی چغندرقند به فاصله ۲۰ سانتی‌متری در محل داغ آب پشته‌هایی که به فاصله ۵۰ سانتی‌متری از هم قرار داشتند در عمق چهار سانتی‌متری پشته به صورت خشکه کاری کاشته شد. برای اطمینان از سبزشدن در هر محل دو عدد بذر استفاده گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعد با فاصله هر هفت روز یک بار اعمال گردید. پس از ظهور گیاهچه‌ها یک بوته در محل هر کپه نگهداری و بوته اضافی حذف گردید. کودها بر اساس تجزیه خاک و توصیه کودی مورد استفاده گردید. مزرعه در طول آزمایش عاری از علف‌هرز نگه داشته شد. کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. در طول آزمایش بیماری یا آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله ۶-۴ و ۱۰-۸ برگی قبل از طلوع آفتاب با استفاده از سم‌پاش موتوری انجام پذیرفت. جهت تهیه غلظت‌های سه، شش و نه در هزار به‌ترتیب ۳، ۶ و ۹ گرم عنصر ریزمغذی با یک لیتر آب مخلوط گردید. جهت جذب بهتر مقداری مایع ظرفشویی به محلول غذایی تهیه شده اضافه گردید.

جهت تجزیه خاک محل اجرای طرح یک نمونه خاک از شش نقطه‌ی مزرعه از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه ارسال و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشخص گردید که نتایج در جدول یک ارایه شده است.

میزان مصرف کودهای نیتروژنه و فسفره به‌ترتیب ۲۵۰ کیلوگرم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. در پاییز پس از زرد شدن برگ‌ها، عملیات برداشت آغاز و پس از حذف ردیف‌های کناری هر کرت تعداد پنج نمونه به‌طور تصادفی از ردیف میانی با حذف ۰/۵ متر از حاشیه‌ها برداشت و به تفکیک هر کرت جهت اندازه‌گیری‌های لازم به آزمایشگاه منتقل و صفات سطح برگ، قطر ریشه، طول ریشه، عملکرد ریشه، عیارقند، عملکرد شکر سفید و بیوماس مورد اندازه‌گیری قرارگرفت.

جهت اندازه گیری سطح برگ پس از برداشت پنج بوته چغندرقند با استفاده از لوله‌های مسی با قطر دهانه مشخص، ریز نمونه‌هایی به شکل دیسک تهیه و توزین گردیدند. با استفاده از داده‌های وزن کل برگ، وزن دیسک‌ها و مساحت دیسک‌ها در یک تناسب ساده، سطح برگ یک بوته محاسبه شد.

طول ریشه بعد از برش طوقه از زیر محل طوقه تا انتهای ریشه با استفاده از خط‌کش در پنج بوته اندازه گیری شد. بعد از حذف ۰/۵ متر از حاشیه به عنوان اثر حاشیه، سایر ریشه‌ها برداشت و وزن کل آنها توسط ترازو توزین و به عنوان عملکرد در واحد سطح در محاسبات آماری استفاده شد. بعد از توزین ریشه‌ها از هر کرت، تعدادی ریشه انتخاب و خرد شده و مقداری از نمونه خرد شده هر کرت در داخل پاکت نایلونی قرار داده شده و جهت اندازه‌گیری درصد قند و میزان خلوص قند به آزمایشگاه منتقل شد. از حاصل‌ضرب عملکرد ریشه در عیار قند، عملکرد شکر سفید در واحد سطح به‌دست آمد.

قبل از تجزیه آماری، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای ترسیم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

در این بررسی نوع عنصر ریزمغذی در صفات تعداد برگ و طول ریشه در سطح احتمال یک درصد و در صفات عیار قند و عملکرد شکر سفید در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشت. زمان کاربرد کودها نیز در صفات اثر معنی‌داری داشت. در این بررسی غلظت عناصر ریزمغذی در تمامی صفات تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر، طول ریشه، قطر ریشه، عیارقند، عملکرد ریشه و عملکرد شکرسفید در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل نوع عنصر ریزمغذی در غلظت، در صفات تعداد برگ و وزن تر در سطح احتمال یک درصد و در صفات طول ریشه، عیارقند و عملکرد شکر سفید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل زمان کاربرد عنصر ریزمغذی در غلظت در صفت وزن تر در سطح احتمال یک درصد و در صفات تعداد برگ، طول ریشه، عیارقند و عملکرد ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سه جانبه (نوع عنصر ریزمغذی × زمان کاربرد × غلظت) در وزن تر و عیارقند در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد برگ

مقایسه میانگین‌های تعداد برگ چغندرقند نشان داد که کاربرد عنصر منگنز تأثیری بر تعداد برگ‌های چغندرقند نداشت ولی بسته به غلظت کاربرد عناصر روی و آهن افزایش معنی‌داری در تعداد برگ چغندرقند باعث شدند. کاربرد غلظت‌های سه و نه در هزار روی تأثیری بر تعداد برگ‌های چغندرقند نداشت ولی کاربرد غلظت شش در هزار روی افزایش معنی‌داری را در تعداد برگ‌های چغندرقند باعث شدند. غلظت شش درهزار روی منجر به افزایش ۱۲/۲ درصدی تعداد برگ‌های چغندرقند گردید (جدول ۵). تولید برگ‌ها در چغندرقند وابسته به فعالیت مریستم‌های طوقه است (Tsialtas *et al.*, 2011). بررسی‌ها نشان داده که کاربرد روی فعالیت مریستم‌های تولید کننده برگ‌ها را افزایش می‌دهد و آغازین‌های برگی دارای مقادیر بالایی از روی هستند (Robinson *et al.*, 2003). لذا، عنصر روی می‌تواند نقش مهمی در افزایش تعداد برگ‌های گیاهان داشته باشد. در این بررسی کاربرد عنصر آهن نیز افزایش معنی‌داری در تعداد برگ‌های چغندرقند داشت.

غلظت سه در هزار آهن در این مطالعه تأثیری بر تعداد برگ نداشت ولی با افزایش غلظت عناصر ریزمغذی تعداد برگ افزایش معنی‌داری نشان داد. غلظت‌های شش و نه در هزار آهن، تعداد برگ‌های چغندرقند را به‌ترتیب ۱۳ و ۲۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. با توجه به نتایج، اثر غلظت محلول‌پاشی در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند، غلظت‌های سه و شش در هزار عنصر بر تعداد برگ معنی‌دار نبود ولی غلظت نه در هزار عناصر ریزمغذی تعداد برگ‌های چغندرقند را در مقایسه با شاهد ۱۶/۶ درصد افزایش داد. در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند تنها غلظت شش در هزار عناصر ریزمغذی تأثیری بر تعداد برگ‌های چغندرقند نداشت ولی غلظت‌های شش و نه در هزار، تعداد برگ‌های چغندرقند را به ترتیب ۱۴/۲ و ۱۴/۷ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. بین غلظت‌های شش و نه در هزار از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). نتایج این بررسی نشان داد که غلظت‌های مختلف عناصر ریزمغذی در مراحل مختلف رشدی تأثیر متفاوتی بر تعداد برگ‌های چغندرقند داشت که از مهم‌ترین دلایل آن تفاوت نیاز صفات مختلف در مراحل مختلف رشدی به عناصر غذایی می‌تواند باشد چرا که بررسی‌های انجام شده نیز توسط سایر محققان نشان داده است که صفات مختلف در مراحل رشدی، پاسخ متفاوتی را به کاربرد کودها نشان می‌دهند (Kobraee *et al*., 2013). بر اساس مشاهدات مزرعه‌ای در اواخر دوره رشدی، تعداد برگ‌های چغندرقند از طریق از بین رفتن برگ‌های پیرتر کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت که بررسی‌ها نشان داده که یکی از دلایل پیری برگ‌های گیاهان عدم وجود عناصر غذایی کافی در خاک است (Feng *et al*., 2012). بنابراین، با تأمین مواد غذایی در اواخر دوره رشدی می‌توان از کاهش تعداد برگ در اثر پیری برگ‌ها جلوگیری نمود.

سطح برگ

تأثیر غلظت عناصر ریزمغذی بر سطح برگ‌های چغندرقند معنی‌دار بود (جدول ۲). غلظت ۳ در هزار عناصر ریزمغذی تأثیری بر سطح برگ‌های چغندرقند نداشت ولی غلظت‌های بالاتر عناصر ریزمغذی افزایش معنی‌داری را در سطح برگ‌های چغندرقند باعث گردید. غلظت‌های ۶ و ۹ در هزار عناصر ریزمغذی سطح برگ‌های چغندرقند را به‌ترتیب ۱۵/۱ و ۹/۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. بین غلظت‌های ۶ و ۹ در هزار عصاره از نظر سطح برگ چغندرقند اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). افزایش سطح برگ‌های گیاهان تحت تأثیر کاربرد عناصر آهن، روی و منگنز در بررسی‌های مختلف به اثبات رسیده است. قطاوی و همکاران (Galavi *et al*., 2012) در بررسی که انجام دادند مشاهده نمودند که کاربرد روی سطح برگ ذرت را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. مظلومی و همکاران (Mazlumi *et al*., 2012) نیز مشاهده نمودند که کاربرد عنصر آهن سطح برگ چغندرقند را افزایش داد. همچنین، سلیمانی و همکاران (Soleymani *et al*., 2012) بیان کردند که کاربرد عنصر منگنز افزایش معنی‌داری در سطح برگ‌های ذرت علوفه‌ای باعث می‌شود. رشد برگ‌ها وابسته به میزان اسیمیلات‌های تولیدی در برگ‌ها است. بررسی‌ها نشان داده که هر دو عنصر آهن و منگنز نقش مهمی در فتوسنتز برعهده دارند. آهن برای تشکیل کلروفیل و انجام فتوسنتز ضروری است و کمبود آن به شدت میزان تولید اسمیلات‌ها را کاهش می‌دهد (Pirzad and Shokrani, 2012). روی نیز نقش قابل توجهی در فرآیندهای متابولیسم نیتروژن، جذب نیتروژن، تولید پروتئین، سنتز کلروفیل و فتوسنتز دارد (Potarzycki and Grzebisz, 2009).

لذا عناصر روی و منگنز با نقش مهمی که در تولید اسمیلات‌ها بر عهده دارند رشد بخش‌های مختلف گیاهان را افزایش می‌دهند. رشد برگ‌ها وابسته به اسمیلات‌های تولیدی در برگ‌ها است. بوروسکی و میچالک (Borowski and Michałek, 2011) گزارش نمودند که کمبود آهن تعداد رنگدانه‌های فتوسنتز کننده را کاهش می‌دهد و منجر به ایجاد کلروز در برگ‌ها می‌شود. تحت این شرایط هدایت روزنه‌ای برگ‌ها کاهش می‌یابد که در این صورت میزان فتوسنتز و تعرق کاهش یافته و میزان دی اکسید کربن برگ‌ها افزایش می‌یابد. از سوی دیگر کمبود روی با تأثیر بر فعالیت کربونیک آناهیدراز از میزان فتوسنتز و رشد بخش‌های مختلف گیاهان می‌کاهد. کربونیک آناهیدراز اتم روی دارد که هیدراسیون دی اکسیدکربن را کاتالیز می‌کند. محل فعالیت این آنزیم در کلروپلاست و سیتوپلاسم است و فعالیت این آنزیم وابسته به مقدار این عنصر در گیاه تغییر می‌کند. فعالیت اصلی این آنزیم دهیدراسیون دی‌اکسیدکربن، افزایش جذب دی‌اکسیدکربن در واحد سطح برگ، افزایش فتوسنتز و تولید بیوماس است. در گیاهان دچار کمبود روی فعالیت این آنزیم متوقف می‌شود (Mousavi *et al*., 2013). مظلومی و همکاران (Mazlumi *et al*., 2012) برای بررسی اثر مقادیر محلول‌پاشی آهن در مراحل رشد چغندرقند، آزمایشی اجرا نمودند. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی آهن (صفر، ۱، ۲ و ۳ در هزار) و در مراحل رشد گیاه (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد پوشش سطح زمین) بود. بیشترین مساحت برگ متعلق به ترکیب تیماری محلول پاشی یک در هزار در مرحله ۶۰ درصد پوشش سطح زمین بود. کلیه تیمارهای محلول‌پاشی آهن به ویژه در غلظت‌های بالاتر (سه در هزار) سطح برگ را نسبت به شاهد افزایش داد.

وزن تر

مقایسه میانگین‌های وزن تر تحت تأثیر نوع عناصر ریزمغذی، مرحله و غلظت کاربرد نشان داد که کاربرد عنصر روی در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند تأثیری بر وزن تر بوته‌های چغندرقند نداشت ولی در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند کاربرد عنصر روی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر بوته‌های چغندرقند داشت. در صورت محلول‌پاشی غلظت‌های شش و نه در هزار روی در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند، وزن تر بوته نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۵ و ۲۲ درصد افزایش یافت. بین غلظت‌های شش و نه در هزار روی در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند از نظر وزن تر بوته‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). سایر محققین نیز اظهار داشتند که روی، میزان فتوسنتز و دوام سطح برگ را افزایش می‌دهد و در نتیجه میزان تولید اسیمیلات‌ها افزایش می‌یابد (Yousefi, 2012). اما در این بررسی عنصر آهن بیشترین تأثیر را بر وزن تر بوته‌های چغندرقند داشت. در این بررسی کاربرد آهن با غلظت شش و نه در هزار در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند بیشترین تأثیر را بر وزن تر بوته‌ها داشت. این تیمارها وزن تر بوته‌های چغندرقند را به‌ترتیب به میزان ۲۶ و ۳۳ درصد افزایش دادند. لذا مشاهده می‌گردد که در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند، با افزایش غلظت آهن محلول‌پاشی شده وزن تر بوته‌ها افزایش بیشتری نشان داد. برعکس عنصر روی در صورت کاربرد عنصر آهن در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند با غلظت نه در هزار وزن تر بوته‌ها ۲۲ درصد افزایش یافت. آهن از مهم‌ترین عناصر غذایی برای رشد گیاهان است، این عنصر نقش بسیار مهمی در بسیاری از فرآیندهای حیاتی گیاهان از جمله فتوسنتز، انتقال اسیمیلات‌ها، رشد، تقسیم سلولی، فعالیت هورمون‌ها، جذب سایر مواد غذایی، تولید و فعالیت آنزیم‌ها و پروتئین‌ها بر عهده دارد

(Zehtab-Salmasi *et al*., 2012). بنابراین، وجود این عنصر رشد مطلوب‌تر گیاهان را در پی خواهد داشت.

در این مطالعه کاربرد عنصر منگنز نیز افزایش معنی‌داری در وزن تر بوته‌ها باعث شد. در صورت کاربرد عنصر منگنز در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند تنها غلظت نه در هزار منگنز افزایش معنی‌داری را در وزن تر بوته‌ها باعث و این صفت را در مقایسه با شاهد به میزان ۱۲ درصد افزایش داد. در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند بر عکس مرحله ۶-۴ برگی، غلظت نه در هزار منگنز تأثیری بر وزن تر بوته‌ها نداشت ولی غلظت‌های پایین‌تر افزایش معنی‌دار را در وزن تر بوته‌ها باعث شد. غلظت‌های سه و شش در هزار منگنز در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند، وزن تر بوته‌ها را در مقایسه با شاهد ۲۰ درصد افزایش داد.

طول ریشه

کاربرد عناصر روی و آهن افزایش معنی‌داری در طول ریشه‌های چغندرقند باعث شد ولی عنصر منگنز تأثیری بر طول ریشه نداشت. با مقایسه میانگین‌های طول ریشه مشاهده گردید که در تیمار عنصر روی، غلظت سه در هزار تأثیری بر طول ریشه‌های چغندرقند نداشت ولی غلظت‌های بالاتر، افزایش معنی‌دار طول ریشه‌های چغندرقند را باعث شد. در این بررسی غلظت‌های شش و نه در هزار عنصر روی، طول ریشه‌های چغندرقند را به‌ترتیب ۱۴/۹ و ۱۱/۷ درصد افزایش داد. بین غلظت‌های شش و نه در هزار از نظر طول ریشه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در بین غلظت‌های مورد بررسی، عنصر آهن نیز تنها در غلظت نه در هزار افـزایش معنـی‌دار در طول ریشه‌های چغندرقند را باعث و این صفت را در مقایسه با شاهد ۱۷ درصد افزایش داد (جدول ۵). رشد ریشه‌های گیاهان وابسته به حضور اسمیلات‌های انتقال یافته از برگ‌ها به ریشه‌ها است. در این بررسی مشاهده گردید که کاربرد عناصر آهن و روی تعداد برگ‌ها و کاربرد عناصر آهن و منگنز شاخص کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد. افزایش میزان کلروفیل می‌تواند تولید اسیمیلات‌ها را در گیاه افزایش دهد. نتایج به دست آمده از سایر بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که کاربرد عناصر روی و آهن نقش قابل توجهی در افزایش رشد ریشه‌های گیاهان دارد.

موسوی و همکاران (Mousavi *et al*., 2013)، پیرزاد و شکرانی (Pirzad and Shokrani, 2012) و جبین و احمد (Jabeen and Ahmad, 2012) در بررسی که روی گیاهان مختلف انجام دادند بیان کردند که کاربرد عناصر روی و آهن افزایش معنی‌داری در طول ریشه‌های *Cucurbita pepo*، *Calendula officinalis* و آفتابگردان باعث می‌گردد. محققین گزارش نموده‌اند که کمبود روی با کاهش آنزیم الکل دهیدروژناز توسعه ریشه را کاهش می‌دهد (Mousavi *et al*., 2013). عنصر آهن نیز با افزایش تقسیم سلولی ریشه‌ها بر طول ریشه‌ها می‌افزاید (Pirzad and Shokrani, 2012). مقایسه میانگین‌های طول ریشه تحت تأثیر غلظت و مرحله کاربرد عناصر نشان داد که محلول‌پاشی عناصر در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند تأثیری بر طول ریشه‌های چغندرقند نداشت، ولی کاربرد غلظت‌های شش و نه در هزار عناصر ریزمغذی در مرحله ۱۰-۸ برگی افزایش معنی‌داری در طول ریشه‌های چغندرقند باعث شد. کاربرد غلظت‌های شش و نه در هزار عناصر ریزمغذی در مرحله۱۰-۸ برگی، طول ریشه‌های چغندرقند را در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۱۴/۱ و ۱۴/۳ درصد افزایش داد (جدول ۶).

قطر ریشه

مقایسه میانگین‌های قطر ریشه چغندرقند تحت تأثیر غلظت مختلف عناصر ریزمغذی نشان داد که کاربرد غلظت سه در هزار تأثیری بر قطر ریشه‌های چغندرقند نداشت ولی غلظت‌های شش و نه در هزار

افـزایش معنی‌داری را در این صفت باعث شـد. غلظت‌های شش و نه در هزار قطر ریشه‌های چغندرقند را ۱۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). مکی و همکاران (Mekki *et al*., 2014) تأثیر کاربرد غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام روی و منگنز را بر رشد و عملکرد چغندرقند بررسی و نشان داد کاربرد روی و منگنز قطر ریشه چغندرقند را در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۴۹ و ۳۷ درصد افزایش می‌دهد.

عملکرد ریشه

در این مطالعه عملکرد ریشه چغندرقند تحت تأثیر نوع عناصر ریزمغذی و غلظت آنها قرار گرفت. بر اساس مقایسه میانگین بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند در صورت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله ۱۰-۸ برگی با غلظت شش در هزار به‌دست آمد که در مقایسه با شاهد ۱۵/۶ درصد بیشتر بود. غلظت‌های سه و نه در هزار در مرحله ۱۰-۸ برگی، این صفت را در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۱۱/۷ و ۶/۸ درصد افزایش داد. در صورت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند غلظت‌های سه و شش در هزار تأثیری بر عملکرد ریشه نداشتند ولی غلظت نه در هزار عناصر ریزمغذی افزایش ۱۰/۴ درصدی را در عملکرد ریشه باعث شد (جدول ۶). مکی و همکاران (Mekki *et al*., 2014) تأثیر کاربرد غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام روی و منگنز را بر رشد و عملکرد چغندرقند بررسی ونشان داد کاربرد روی ۲۲۰ درصد و کاربرد منگنز ۱۸۰ درصد بر عملکرد ریشه چغندرقند می‌افزاید.

یارنیا و همکاران (Yarnia *et al*., 2008) نیز در بررسی خود مشاهده نمودند که کاربرد عناصر روی، آهن و منگنز افزایش معنی‌داری در عملکرد ریشه چغندرقند باعث می‌گردد. استیون و همکاران (Stevens and Mesbah, 2005) نیز افزایش معنی‌داری در عملکرد ریشه تحت تأثیر کاربرد عنصر روی مشاهده نمودند.

عیار قند

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، کاربرد عنصر منگنز تأثیری بر عیارقند چغندرقند نداشت. کاربرد عنصر روی و آهن در مرحله ۶-۴ برگی چغندرقند تأثیری بر عیارقند نداشت ولی کاربرد این دو عنصر در مرحله ۱۰-۸ برگی افزایشی معنی‌دار در عیارقند چغندرقند ایجاد کرد. در مرحله ۱۰-۸ برگی، کاربرد غلظت نه در هزار روی، عیارقند را به میزان ۱۴/۱ درصد افزایش داد (جدول ۷). مکی و همکاران (Mekki *et al*., 2014) تأثیر محلول‌پاشی روی و منگنز را بر رشد و عملکرد چغندرقند بررسی و اعلام نمودند محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز افزایش معنی‌داری را در عیارقند و عملکرد شکر سفید باعث می‌شود. یارنیا و همکاران (Yarnia *et al*., 2008) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

در این مطالعه کاربرد غلظت‌های سه و نه در هزار آهن در مرحله ۱۰-۸ برگی عیارقند را به‌ترتیب ۱۵/۴ و ۳۰/۹ درصد افزایش داد. بنابراین، کاربرد غلظت نه در هزار عنصر آهن بیشترین افزایش را در عیار قند باعث شد. یارنیا و همکاران (Yarnia *et al*., 2008) در بررسی که بر روی چغندر قند انجام دادند مشاهده نمودند که محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز افزایش معنی‌داری در عیار قند باعث می‌شود.

عملکرد شکر سفید

با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه کاربرد عنصر منگنز تأثیری بر عملکرد شکر سفید در چغندرقند نداشت ولی کاربرد عناصر آهن و روی افزایش معنی‌داری در این صفت داشتند. کاربرد غلظت‌های سه و شش در هزار عنصر روی تأثیری بر عملکرد شکر سفید در چغندرقند نداشت ولی غلظت نه در هزار عناصر ریزمغذی عملکرد شکر سفید

چغندرقند را ۱۶/۴ درصد افزایش داد. کاربرد غلظت‌های شش و نه در هزار عنصر آهن نیز عملکرد شکر سفید چغندرقند را به‌ترتیب ۱۸/۶ و ۳۶ درصد افزایش داد. لذا بیشترین عملکرد شکر سفید در چغندرقند در صورت کاربرد غلظت نه در هزار آهن به دست آمد (جدول ۵). مظلومی و همکاران (Mazlomi *et al*., 2012) آزمایشی در خصوص تأثیر کاربرد عنصر آهن نانو به صورت محلول‌پاشی انجام و افزایش معنی‌داری را در عملکرد شکر سفید با کاربرد عنصر آهن در تمامی مراحل رشدی چغندرقند گزارش نمودند. با کاربرد عنصر آهن میزان تابش فعال فتوسنتزی دریافتی توسط چغندرقند افزایش یافته و میزان انتقال اسیمیلات‌ها به ریشه‌ها نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه بر عملکرد شکر سفید افزوده می‌شود. یارنیا و همکاران (Yarnia *et al*., 2008) نیز در بررسی خود مشاهده نمودند که کاربرد عناصر روی، آهن و منگنز افزایش معنی‌داری در عملکرد شکر سفید چغندرقند باعث می‌گردد. در این بررسی در صورت کاربرد عناصر ریزمغذی در مرحله ۱۰-۸ برگی عملکرد شکر سفید چغندرقند در مقایسه با مرحله ۶-۴ برگی ۸/۷ درصد بیشتر بود (جدول ۳).

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی عناصر روی و به‌ویژه آهن با غلظت نه در هزار در مرحله ۱۰-۸ برگی چغندرقند بیشترین افزایش را در عملکرد شکر سفید و عملکرد ریشه باعث شد در حالی که عنصر منگنز تأثیری بر این صفات نداشت. خلوص قند نیز با کاربرد غلظت‌های شش و نه در هزار افزایش معنی‌داری را نشان داد. تأمین روی و به‌ویژه آهن در شرایط خاک منطقه مورد آزمایش افزایش قابل ملاحظه‌ای را در عملکرد چغندرقند باعث خواهد شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1 - Physical and chemical properties of the experimental soil

هدایت الکتریکی Ec(ds/m)	اسیدیته گل اشباع pH	درصد مواد خنثی شونده TNV	کربن آلی O.C(%)	نیتروژن کل %T.N	فسفر قابل جذب (P.P.M)	پتاسیم قابل جذب K (P.P.M)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	بافت خاک (texture soil)	عمق خاک (depth)
2.86	7.99	11.75	0.78	0.081	10.69	209	2.9	4.8	0.94	1.03	24	58	18	سیلت لومی	0-30

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در چغندرقند

Table 2- Analysis of variance of studied traits in sugar beet

منابع تغییر s.o.v	درجه آزادی df	تعداد برگ leaf number	سطح برگ leaf area	وزن تر biomass	طول ریشه root lenght	قطر ریشه root diameter	عیار قند sugar percent	عملکرد ریشه root yield	عملکرد شکر سفید white sugar yield
تکرار(Rep)	2	$0.681^{n.s}$	$2171.109^{n.s}$	$32.259^{n.s}$	9.287^{*}	$3.969^{n.s}$	$0.391^{n.s}$	$2.844^{n.s}$	$0.41^{n.s}$
نوع کود(Fertilizer Type)	2	38.889^{**}	$13339.23^{n.s}$	$50.207^{n.s}$	24.784^{**}	$2.78^{n.s}$	9.311^{*}	$11.968^{n.s}$	5.067^{*}
خطای اصلی(Error)	4	0.847	3310.266	20.985	0.748	5.399	1.188	14.038	0.615
زمان کاربرد کود(Fertilizer application time)	1	15.125^{*}	$773.556^{n.s}$	846.661^{**}	35.701^{*}	$11.842^{n.s}$	12.67^{**}	68.056^{**}	11.28^{**}
نوع کود * زمان کاربرد(fertilizer type*application time)	2	$3.5^{n.s}$	$2882.461^{n.s}$	$49.455^{n.s}$	$3.665^{n.s}$	$8.701^{n.s}$	$3.31^{n.s}$	$3.477^{n.s}$	$1.92^{n.s}$
خطای فرعی(Error)	6	1.708	2384.642	12.068	5.198	3.864	0.897	4.198	0.487
غلظت(concentration)	3	27.273^{**}	20097.468^{**}	695.964^{**}	46.520^{**}	26.271^{**}	10.885^{**}	100.89^{**}	9.96^{**}
نوع کود * غلظت (concentration*fertilizer type)	6	17.204^{**}	$3849.817^{n.s}$	101.238^{**}	8.763^{*}	$2.392^{n.s}$	2.342^{*}	$16.00^{n.s}$	1.81^{*}
زمان کاربرد * غلظت concentration*application time)	3	5.532^{*}	$1320.297^{n.s}$	166.583^{**}	10.781^{*}	$0.626^{n.s}$	2.959^{*}	59.100^{*}	$1.59^{n.s}$
نوع کود * زمان کاربرد * غلظت concentration*application) time*fertilizer type	6	$2.852^{n.s}$	$1700.133^{n.s}$	58.881^{*}	$3.604^{n.s}$	$4.086^{n.s}$	2.045^{*}	$1.398^{n.s}$	$0.91^{n.s}$
خطای فرعی فرعی(Error)	36	2.028	2201.603	21.756	3.562	3.872	0.826	15.308	0.732
ضریب تغییرات (درصد)(C.V)		7.1	8.23	5.21	5.77	8.78	5.21	7.16	8.96

ns عدم معنی‌داری، * و ** معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: non-significant, * and ** significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین های صفات تحت تأثیر زمان کاربرد کود

Table 3- Mean Comparison of traits for foliar application

زمان محلول پاشی (foliar application time)	عملکرد شکر سفید white sugar yield (t/ha)
۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	9.145
۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	9.943

جدول ۴- مقایسه میانگین های صفات تحت تأثیر غلظت عناصر ریزمغذی

Table 4- Mean Comparison of traits in micronutrient concentrations

غلظت (در هزار) concentration	قطر ریشه root diameter (cm)	سطح برگ leaf area (cm^2)
0(**شاهد**)	20.89 b	528.3 c
3	22.03 ab	563.3 bc
6	23.18 a	608.4 a
9	23.56 a	579.7 ab

جدول ۵- مقایسه میانگین های صفات تحت تأثیر نوع کود و غلظت عناصر ریزمغذی

Table 5- Mean comparison of traits in fertilizer type* micronutrient concentrations

نوع کود Fertilizer type	غلظت concentration	عملکرد شکر سفید white sugar yield (t/ha)	طول ریشه root length (cm)	تعداد برگ leaf number
روی (Zn)	0(شاهد)	8.50 d	31.43 b	18.83 c
روی (Zn)	3	20.9 b-d	32.38 b	18.83 c
روی (Zn)	6	9.45 b-d	36.18 a	21.17 b
روی (Zn)	9	9.98 b	35.13 a	20.33 bc
آهن (Fe)	0(شاهد)	8.62 cd	30.53 b	18.83 c
آهن (Fe	3	9.65 bc	31.68 b	20 bc
آهن (Fe	6	10.28 b	32.50 b	21.33 b
آهن (Fe	9	11.77 a	35.77 a	25.67 a
منگنز (Mn)	0(شاهد)	8.73 cd	31.12 b	19.17 c
منگنز (Mn)	3	9.35 b-d	31.07 b	18.83 c
منگنز (Mn)	6	9.62 b-d	32.55 b	19 c
منگنز (Mn)	9	9.43 b-d	32.30 b	18.83 c

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های صفات تحت تأثیر زمان کاربرد کود و غلظت عناصر ریزمغذی

Table 6- Mean Comparison of traits in fertilizer application time* micronutrient concentrations

زمان کاربرد کود Fertilizer application time	غلظت concentration	عملکرد ریشه root yield (t/ha)	طول ریشه root length (cm)	تعداد برگ leaf number
۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	0(شاهد)	51.52 c	31.28 bc	18.89 b
۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	3	51.69 c	31.31 bc	19 b
۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	6	54.51 bc	32.38 bc	19.22b
۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	9	56.91 ab	33.10 b	21.33 a
۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	0(شاهد)	51.24 c	30.78 c	19 b
۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	3	57.20 ab	32.11 bc	19.44 b
۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	6	59.01 a	35.11 a	21.78a
۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	9	54.96 bc	35.70 a	21.89 a

جدول ۷- مقایسه میانگین های ترکیب تیماری نوع کود، زمان کاربرد کود و غلظت عناصر ریزمغذی

Table 7- Mean comparison of traits combination of fertilizer type* fertilizer application time*micronutrients concentration

غلظت (در هزار) concentration	زمان محلول پاشی foliar application time	نوع کود fertilizer	عیار قند sugar percent	وزن تر fresh weight
0(شاهد)	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	روی (Zn)	16.33 e	81.77 i-k
3	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	روی (Zn)	17.10 c-e	83.77 g-k
6	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	روی (Zn)	16.47 de	85.70 g-k
9	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	روی (Zn)	17.63 c-e	89.63 e-j
0(شاهد)	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	روی (Zn)	16.80 de	80.80 jk
3	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	روی (Zn)	16.77 de	89.93 e-i
6	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	روی (Zn)	17.97 b-e	100.3 bc
9	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	روی (Zn)	18.60 bc	98.87 b-d
0(شاهد)	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	آهن (Fe)	16.83 de	80.90 jk
3	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	آهن (Fe)	16.67 de	80.47 k
6	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	آهن (Fe)	17.57 c-e	88.73 f-k
9	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	آهن (Fe)	18.23 b-d	95.63 b-f
0(شاهد)	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	آهن (Fe)	16.57 de	81.30 i-k
3	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	آهن (Fe)	19.40 b	91.13 d-h
6	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	آهن (Fe)	17.97 b-e	102.6 ab
9	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	آهن (Fe)	22 a	108.7 a
0(شاهد)	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	منگنز (Mn)	17.03 c-e	82.43 h-k
3	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	منگنز (Mn)	17 c-e	84.27 g-k
6	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	منگنز (Mn)	16.60 de	87.27 f-k
9	۴ الی ۶ برگی (4-6 leaf)	منگنز (Mn)	16.78 c-e	92.60 c-g
0(شاهد)	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	منگنز (Mn)	16.93 c-e	81.10 i-k
3	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	منگنز (Mn)	16.60 de	98.50 b-d
6	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	منگنز (Mn)	16.77 de	97.83 b-e
9	۸ الی ۱۰ برگی (8-10 leaf)	منگنز (Mn)	18.03 b-e	84.37 g-k

References منابع مورد استفاده

- Borowski, E., and S. Michalek. 2011. The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 10: 183-193
- Eleyan, S.E.D., A.A. Abodahab, A.M. Abdallah, and H.A. Rabeh. 2014. Effect of foliar application of manganese and iron on growth characters, yield and fiber properties of some Egyptian cotton cultivars (*Gossypium barbadense* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 7: 1283-1292.
- Feng, Y., Y. Lei, and Z. Li. 2012. Micronutrient deficiencies accelerate leaf senescence in *Amomum villosum*. *Botanical Studies*. 53: 345-352.
- Galavi, M., M. Ramroudi, and A. Tavassoli. 2012. Effect of micronutrients foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius*). *African Journal of Agricultural Research*. 7(3): 482-486.
- Irmak, S., A. Nuran Çıl, H. Yücel, and Z. Kaya. 2012. The effects of iron application to soil and foliarly on agronomic properties and yield of peanut (*Arachis hypogaea*). *Journal of Food, Agriculture and Environment*.10 (3and4): 417 - 422.
- Jabeen, N. and R. Ahmad. 2012. Improving tolerance of sunflower and safflower during growth stages to salinity through foliar spray of nutrient solutions. *Pakistan Journal of Botany*. 44(2): 563-572.
- Kobraee, S., G. Noormohamadi, H. Heidari Sharif Abad, F. Darvish Kajori, and B. Delkhosh. 2013. Micronutrients distribution in soybean plant with Zn, Fe, and Mn application. *Annual Review & Research in Biology*. 3(2): 83-91.
- Laszlo, M. 2008. Manganese requirement of sunflower (*Helianthus annuus* L.), tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) and triticale (x *Triticosecale* W.) at early stage of growth. *European Journal of Agronomy*. 28: 586–596.
- Mazlomi M., A. Pirzad, and M. Zardoshti. 2012. Allocation ratio of photosynthate to different parts of sugar beet plant affected by nano-iron foliar application at varying growth stages. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 2: 121: 128.
- Mekki, B.B. 2014. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science*. 14 (9): 800-806.
- Mohammadzadeh, M., and M.S. Hatamipour. 2010. Effect of drying conditions on properties of dried sugar beet. *Iranian Journal of Chemical Engineering*. 7: 81-87. (In Persian).
- Moosavi, A.A., and A. Ronaghi. 2011. Influence of foliar and soil applications of iron and manganese on soybean dry matter yield and iron-manganese relationship in a Calcareous soil. *American Journal of Cultural Sosiology*. 5(12): 1550-1556.
- Mousavi, S.R., M. Galavi, and M. Rezaei. 2013. Zinc (Zn) Importance for crop production. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4 (1): 64-68.

- Moustafa, Z.R., A.M.K. Soudi, and K. El-Shenawy. 2011. Productivity and quality of sugar beet as influenced by nitrogen fertilizer and some micronutrients. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 89(3): 1005-1012.
- Pirzad, A., and F. Shokrani. 2012. Effects of iron application on growth characters and flower yield of *Calendula officinalis* L. under water stress. *World Applied Sciences Journal*. 18 (9): 1203-1208.
- Potarzycki, J., and W. Grzebisz. 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant Soil Environment*. 55(12): 519-527.
- Prasad, T.N.V.K.V., P. Sudhakar, Y. Sreenivasulu, P. Latha, V. Munaswamy, K. Raja Reddy, T.S. Sreeprasad, P.R. Sajanlal, and T. Pradeep. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *Journal of Plant Nutrition*. 35:905–927.
- Refay, Y.A. 2010. Root yield and quality traits of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties in relation to sowing date and stand densities. *World Journal of Agricultural Sciences*. 6 (5): 589-594.
- Robinson, B.H., E. Lombi, F.J. Zhao, and S.P. Mc Grath. 2003. Uptake and distribution of nickel and other metals in the hyperaccumulator Berkheya coddii. *New Phytologist*. 158: 279–285.
- Salem, H.M., and N.Kh.B. El-Gizawy. 2012. Importance of micronutrients and its application methods for improving maize (*Zea mays* L.) yield grown in clayey soil. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. 12 (7): 954-959.
- Soleymani, A., M. Firuzi, and L. Narenjani. 2012. Effect of foliar application of micronutrients on some physiological index effecting growth and yield of fodder maize. *Agricultural Research Journal of Iran*. 9: 340-347. (In Persian)
- Stevens, W.B., and A.O. Mesbah. 2005. Zinc sulfate applied to sugarbeet using broadcast, seed-placed and foliar methods. Western Nutrient Management Conference. 200-207.
- Tsialtas, J.T., E. Soulioti, N. Maslaris, and D.K. Papakosta. 2011. Effect of defoliation on leaf physiology of sugar beet cultivars subjected to water stress and re-watering. *International Journal of Plant Production*. 5 (3): 207-220.
- Yarnia, M., M. Bagher Khorshidi Benam, H. Kazemi Arbat, E. Farajzade Memari Tabrizi, and D. Hassanpanah. 2008. Effects of complete micronutrients and their application method on root yield and sugar content of sugar beet cv. Rassoul. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 6 (3&4): 341 - 345.
- Yousefi, M. 2012. Impact of Zn and mn foliar application on yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under two irrigation regimes. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2 (3): 102-107.
- Zehtab-Salmasi, S., S. Behrouznajhad, and K. Ghassemi-Golezani. 2012. Effects of foliar application of Fe and Zn on seed yield and mucilage content of psyllium at different stages of maturity. International Conference on Environment, Agriculture and Food Sciences (ICEAFS'2012) August 11-12, 2012 Phuket (Thailand).

Utilization of Micronutrients in Dorotti Sugar-beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivar

Saeid Soleymani[1], and Elnaz Farajzadeh Memari Tabrizi[1*]

Received: April 2015, Revised: 4 December 2015, Accepted: 13 September 2016

Abstract

Micronutrients have an important role in growth and yield of plants. This investigatin was carried out to evaluate effect of foliar applications of three micronutrients (Fe, Mn and Zn) at different times (4-6 and 8-10 leaf stage) with three replication on sugar beet. Based on results obtained all of the micronutrients used increased sugar beet sugar yield. Highest root yield was obtained by using 9 % of micronutrients at 4-6 leaf stage, but other concentrations did not have any effect on sugar beet yield. All of the three micronutrient concentrations increased root yield significantly. Application of 6% concentration increased root yield by 15.6 %. Mn application did not have any effect on sugar yield. 9 % concentration of Zn foliar application increased sugar yield by 16.4 %, and application of 6 and 9% of Fe increased sugar yield by 18.6 and 36 % respectively. Sugar percent did not changed by Mn application, but high concentrations of Fe and Zn at 8-10 leaf stage increased it. Highest increase in sugar percent obtained by using Fe 9 % foliar appliction. Because of economical importance of sugar and root yield, foliar application of 9 % of Fe and Zn at 8-10 leaf stage will be suitable.

Key words: Foliar application, Micronutrients, Sugar-beet, Yield.

1- Department of Agronomy, Malekan Branch, Islamic Azad University, Malekan, Iran.
* *Corresponding Author:Farajzadeh_e@malekaniau.ac.ir and Farajzadeh.elnaz@yahoo.com*