Archive of SID

دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۵، صفحه ۷۶۲-۷۵۳ (۱۳۹۴)

تأثیر کاربرد برگی عناصر ریزمغذی (آهن و روی) بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

سمیرا مرادی[۱]، مجید پوریوسف[۲*] و بابک عندلیبی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، پست الکترونیک: pouryousef@znu.ac.ir

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۲ تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۳

چکیده

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی یک روش مفید برای جذب سریع عناصر در گیاهان و جلوگیری از آلوده شدن خاک می باشد. به‌منظور بررسی تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی (آهن و روی) بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در بهار سال ۱۳۹۱ انجام شد. در این آزمایش محلول‌پاشی با آهن در چهار سطح (۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر) و محلول پاشی با روی در سه سطح (۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که بیشتر صفات مورد بررسی شامل وزن هزاردانه، عملکرد دانه، محتوا و عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر محلول پاشی با آهن و روی قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه (۲۶۳۷/۹۶ کیلوگرم در هکتار) از محلول پاشی با آهن و روی به میزان ۲ گرم در لیتر بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد اسانس (۷۵/۷۱ کیلوگرم در هکتار) و محتوای اسانس (۲/۸۸٪) از محلول پاشی با آهن ۳ گرم در لیتر و روی ۲ گرم در لیتر بدست آمد و کمترین میزان صفات مذکور از تیمار شاهد حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، محلول‌پاشی، سولفات روی، سولفات آهن، عملکرد دانه، محتوای اسانس.

مقدمه

گیاه چندساله رازیانه یا *Foeniculum vulgare* Mill. یکی از مهمترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی از خانواده چتریان می‌باشد که عمدتاً به‌منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می‌گیرد. هم اکنون در بیشتر نقاط جهان، مانند کشورهای آسیایی (هند، ژاپن و چین)، جنوب و مرکز اروپا و بسیاری از کشورهای آفریقایی و همچنین در آمریکای جنوبی (برزیل و آرژانتین) زمین‌های زراعی وسیعی زیر کشت رازیانه قرار می‌گیرند (امیدبیگی، ۱۳۸۶).

عناصر ریزمغذی در گیاهان به مقدار کم مورد استفاده قرار می گیرند ولی اثرات مهمی بر جای می گذارند. این عناصر در صورت کمبود گاهی به‌عنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می توانند عمل کنند و

www.SID.ir

Archive of SID

همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می سازند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). آهن یکی از عناصر ضروری و کم‌مصرف برای رشد و نمو گیاهان است که در فرایندهای فیزیولوژیکی نقش مهمی دارد. بررسی‌های انجام شده نشان داده‌اند که آهن نقش مهمی در متابولیسم گیاهان مانند فعالیت آنزیم های کاتالیزوری مرتبط با سوپر اکسید دیسموتاز و آنزیم های مسیر تنفسی نوری و گلیکولات دارد و با کمبود آن فعالیت برخی از آنزیم‌های گیاهی مختل می‌شود (Marschner, 1986؛ Brittenham, 1994؛ Miller *et al.*, 1995).

روی نیز یک عنصر ضروری برای گیاهان است که به‌عنوان یک کوفاکتور عملکردی، ساختاری و تنظیمی در ارتباط با متابولیسم ساکاریدها، فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاهان نقش دارد. تأثیر این عنصر بر تشکیل کلروفیل، توسعه کلروپلاست، افزایش سرعت فتوسنتز، جذب بیشتر عناصر غذایی و در کل تولید بیشتر کربوهیدرات‌ها و افزایش رشد عمومی و عملکرد گیاهان گزارش شده‌است (Marschner, 1993؛ Srivastava *et al.*, 1997). در ارتباط با تأثیر کاربرد برگی عناصر آهن و روی بر کمّیت و کیفیت گیاهان دارویی تحقیقات محدودی انجام شده اما نتایج آزمایش‌های انجام شده حکایت از تأثیر مثبت محلول پاشی این دو عنصر بر کمّیت و کیفیت گیاهان دارویی دارد. Maurya (۱۹۹۰) در مورد گشنیز، Zehtab Salmasi و همکاران (۲۰۰۸) در مورد نعناع فلفلی و Mousa و همکاران (۲۰۰۳) در مورد سیاهدانه، تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی ازجمله آهن و روی را مورد بررسی قرار داده و همگی گزارش کرده‌اند که محتوا و عملکرد اسانس گیاهان مذکور در نتیجه استفاده برگی عناصر مذکور بهبود می‌یابند.

بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه نه تنها به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود بلکه بشدت می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد. آهن نقش مهمی در متابولیسم گیاهان ازجمله فعال‌سازی آنزیم های دخیل در فتوسنتز، تنفس نوری و مسیر گلیکولات دارد. روی نیز به‌عنوان جزء فلزی بسیاری از آنزیم‌ها، در متابولیسم ساکاریدها، پروتئین‌ها و فتوسنتز نقش دارد (Marschner, 1986؛ Miller *et al.*, 1995). نتایج بیشتر تحقیقات انجام شده در ارتباط با تأثیر عناصر ریزمغذی آهن و روی بر محتوای اسانس گیاهان دارویی مختلف، حکایت از تأثیر مثبت این عناصر بر افزایش محتوای اسانس داشته است (El-Sawi & Mohamed, 2002؛ Maurya, 1990؛ Pande *et al.*, 2007؛ Said-Al Ahl & Omer 2009).

با توجه به اینکه در مورد تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بر گیاهان دارویی و مخصوصاً رازیانه تحقیقات بسیار محدودی انجام شده و نحوه تأثیرپذیری عملکرد کمّی رازیانه از کاربرد برگی عناصر ریزمغذی مشخص نیست؛ از این‌رو هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر محلول پاشی با آهن و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه بود.

مواد و روشها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در کیلومتر پنج جاده زنجان- تبریز انجام شد. زنجان دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان سرد و تابستان ملایم تا نسبتاً گرم است که در عرض شمالی ۴۱ و °۳۶ و طول شرقی ۲۹ و °۴۸ و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا قرار دارد. زمین محل آزمایش دارای خاکی با بافت لومی رسی بوده که برخی از مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده‌است.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

ماده آلی (٪)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته (pH)	آهک کل (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)
۱/۱۸	۰/۷۲	۸/۲۸	۷/۲	۰/۰۹	۹/۶	۲۸۶	۶/۱	۰/۳۲	۱/۱

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این پژوهش تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی شامل آهن (مصرف به صورت سولفات آهن) در چهار غلظت شامل (۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر) و روی (مصرف به‌صورت سولفات روی) در سه غلظت شامل (۰، ۲ و ۴ در هزار) مورد بررسی قرار گرفت. محلول پاشی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی گیاه انجام شد. بذرهای مورد استفاده انتخاب شده از توده اصفهان بود و از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. زمین محل آزمایش در پاییز ۱۳۹۰ شخم خورده و در بهار ۱۳۹۱ پس از دیسک زدن، با ایجاد جوی و پشته برای کشت آماده شد. کاشت رازیانه در ۴ اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر بود. بر روی هر ردیف بذرهای رازیانه با فاصله ۱۰ سانتی‌متر و در عمق ۲ سانتی‌متر کشت شدند. بوته ها در مرحله۲ تا ۴ برگی تنک شدند و تراکم کاشت به ۱۰ بوته در مترمربع رسانده شد. آبیاری به فاصله هر هفت روز به طریقه نشتی انجام شد. در مراحل اولیه که رشد رازیانه کند بود، علف‌های هرز با وجین دستی کنترل شدند. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه از هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه‌ها از مساحتی در حدود ۲ مترمربع نمونه برداری شد و پس از جدا کردن دانه‌ها، برای تعیین عملکرد دانه، نمونه‌ها در آون ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت گذاشته شدند و بعد اقدام به توزین شد. برای تعیین اجزای عملکرد نیز ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شده و صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک و چتر و وزن هزاردانه در آنها اندازه گیری شد.

به‌منظور استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب استفاده شد (میرعبداللهی، ۱۳۹۰). پس از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹، رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel و رسم جدول‌ها با کمک نرم‌افزار word انجام گردید. مقایسه میانگین صفات نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

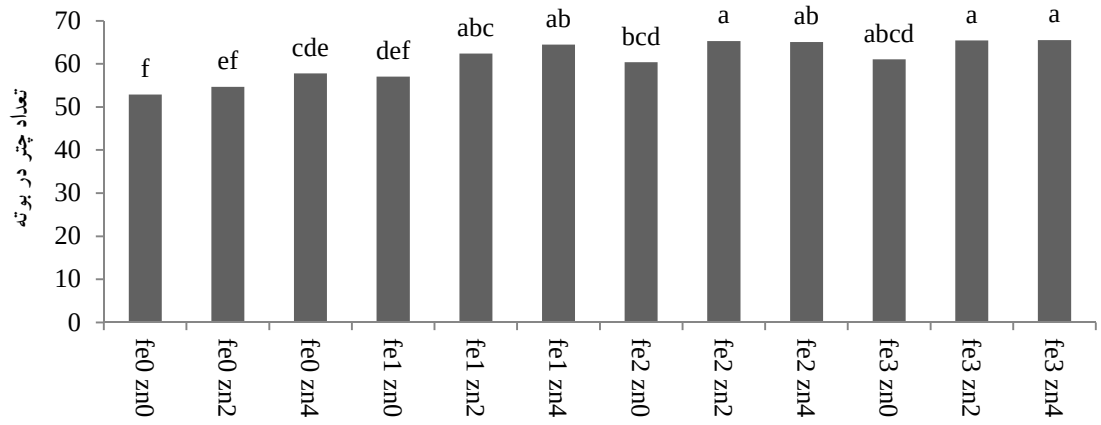
جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی با آهن و روی بر اجزای عملکرد رازیانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در چترک	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد اسانس	محتوای اسانس
بلوک	۲	۰/۴۶ ns	۶/۵۵ ns	۶۰/۱۴ **	۲/۲۲ **	۰/۰۶ *	۳۷۲۳۰/۸ **	۳/۹۹ ns	۰/۰۱۵ ns
آهن	۳	۱۵۱/۰۷ **	۱/۷۳ *	۲۰/۵۷ ns	۰/۱۳ ns	۰/۱۰ **	۴۱۶۶۴۰/۷ **	۱۲۰۲/۳۶ **	۰/۶۷ **
روی	۲	۹۵/۴۵ *	۲/۳۴ *	۹/۴۹ ns	۰/۵۷ ns	۰/۱۰ **	۲۱۲۰۷۸/۶ **	۴۴۵/۸۵ **	۰/۱۶ **
اثر متقابل آهن و روی	۶	۳/۶۰ *	۰/۱۷ *	۲/۲۶ ns	۰/۰۷ ns	۰/۲۳ *	۲۲۵۷۹/۳ **	۴۲/۱۰ **	۰/۰۲ *
اشتباه	۲۲	۶/۶۹	۰/۵۳	۸/۶۷	۰/۹۱	۰/۰۱	۳۸۰۴/۶۰	۶/۸۸	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)		۴/۲۴	۶/۶۳	۱۳/۰۶	۱۰/۸۳	۳/۴۲	۱۲/۶۳	۹/۳۲	۳/۷۴

ns، *، **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱ ٪

www.SID.ir

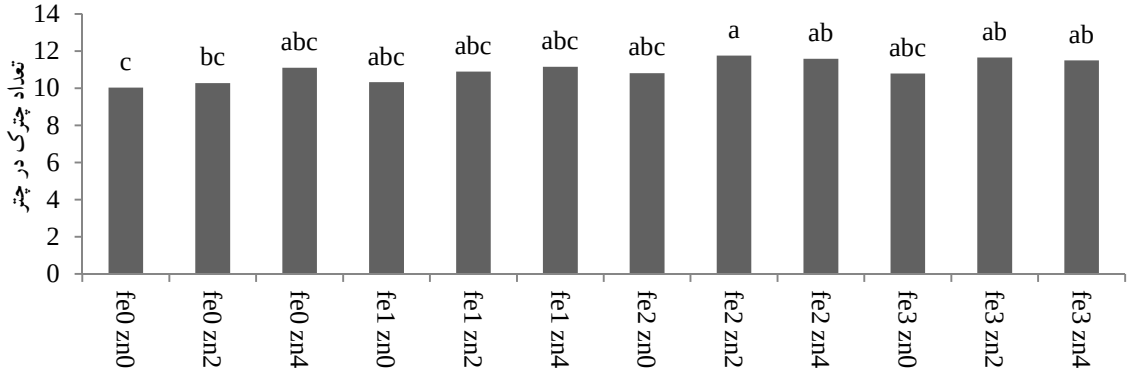
Archive of SID



شکل ۱– اثر متقابل محلول‌پاشی روی وآهن بر تعداد چتر در بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر



شکل ۲- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر تعداد چترک در چتر رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 وFe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر

نتایج

تعداد چتر در بوته و چترک در چتر

تعداد چتر در بوته به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر محلول‌پاشی با آهن قرار گرفت، اما تأثیر محلول‌پاشی با روی و اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی بر تعداد چتر در بوته معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد چتر در بوته (۶۵/۵۲ چتر) از محلول‌پاشی با آهن ۳ در هزار و روی ۴ گرم در لیتر و کمترین تعداد چتر در بوته (۵۲/۸۹ چتر) از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۱). تعداد چترک در چتر نیز به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی و همچنین اثر متقابل این دو عنصر قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین تعداد چترک در چتر (۱۱/۷) از محلول‌پاشی با آهن و روی ۲ گرم در لیتر و کمترین میزان صفت مذکور (۱۰) از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد دانه در چترک و چتر

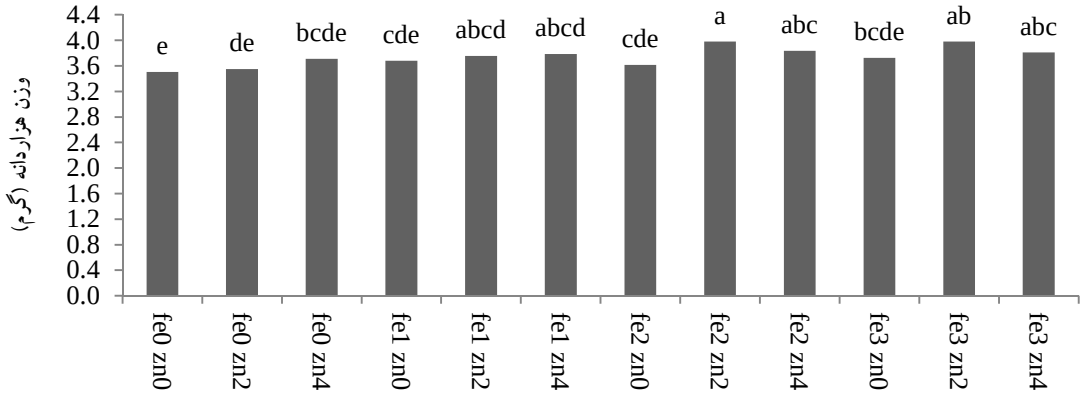
محلول‌پاشی با آهن، روی و همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی بر تعداد دانه در چتر و چترک معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) نبود (جدول ۲).

وزن هزاردانه

تأثیر محلول پاشی با آهن و روی بر وزن هزاردانه معنی دار بود ($p\leq ۰/۰۱$)، اما اثر متقابل محلول پاشی با آهن و روی بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود ($p\leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین وزن هزاردانه (۳/۹۸ گرم) از محلول پاشی با آهن و روی ۲ در هزار و کمترین آن (۳/۵۰ گرم) از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۳).

عملکرد دانه

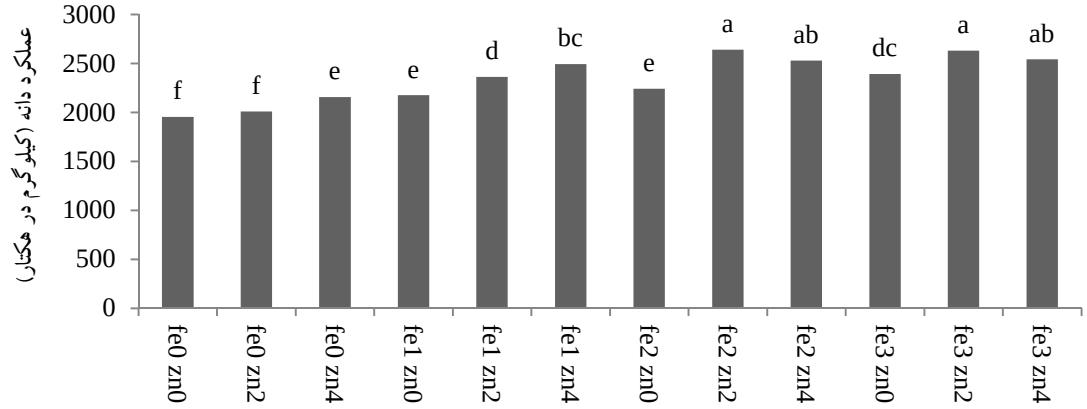
تأثیر محلول‌پاشی با آهن، روی و اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه (۲۶۳۷/۹۶ کیلوگرم در هکتار) از آهن و روی ۲ گرم در لیتر و کمترین میزان آن (۱۹۵۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد بدست آمد که نسبت به شاهد حدود ۳۵٪ افزایش داشت و با آهن ۳ در هزار و روی ۲ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴).



شکل ۳- اثر متقابل محلول‌پاشی روی وآهن بر وزن هزاردانه بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر



شکل ۴- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

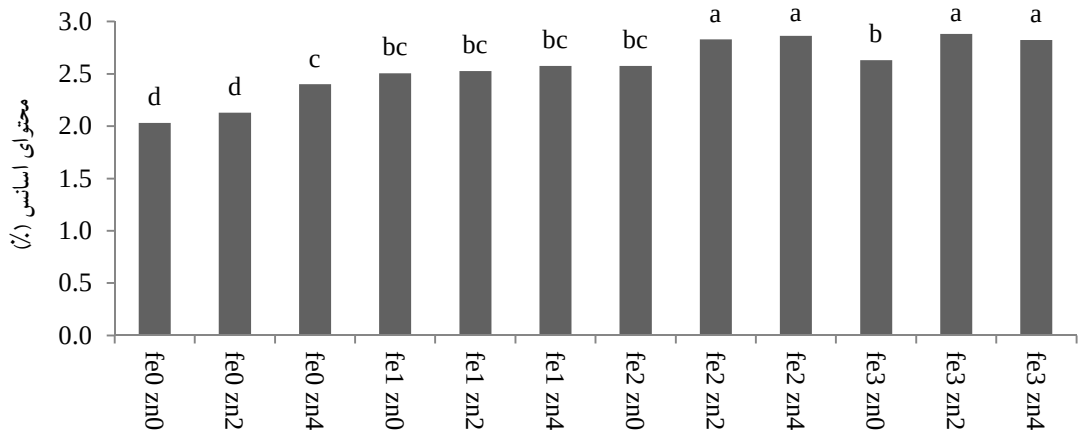
Zn0، Zn2 و Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

محتوا و عملکرد اسانس دانه

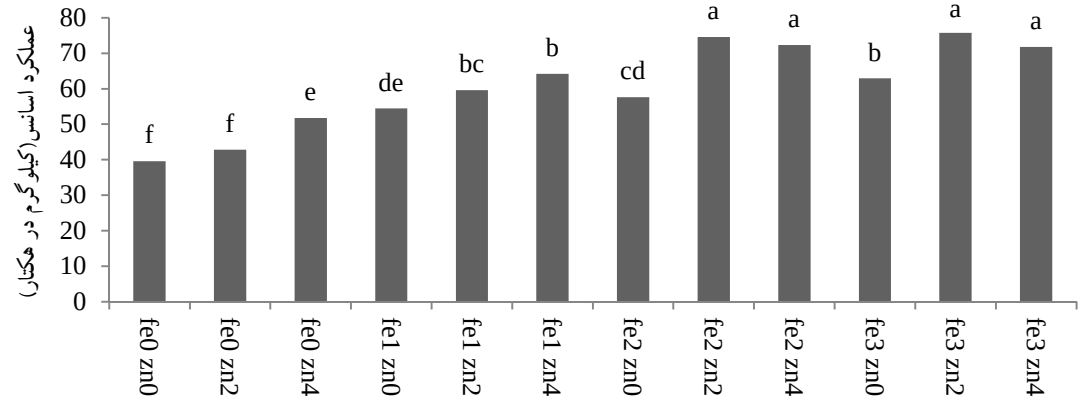
تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر محتوای اسانس دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی نیز بر این صفت در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد اسانس نیز به‌طور معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر محلول‌پاشی با آهن و روی و همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی قرار گرفت (جدول ۲). به‌نحوی که بیشترین درصد اسانس (۲/۸۸٪) از محلول‌پاشی با آهن ۳ در هزار و روی ۲ گرم در لیتر بدست آمد که نسبت به شاهد در حدود ۴۱/۸۷٪ افزایش داشت، اما با تیمارهای آهن ۳ در هزار و روی ۴ در هزار، آهن و روی ۲ در هزار و آهن ۲ در هزار و روی ۴ در هزار تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۵). بیشترین میزان عملکرد اسانس نیز (۷۵/۷۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به محلول‌پاشی با آهن ۳ در هزار و روی ۲ گرم در لیتر بود که نسبت به شاهد حدود ۹۱٪ افزایش داشت (شکل ۶).



شکل ۵- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر محتوای اسانس (٪) بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 و Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر



شکل ۶- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 و Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

نتایج آزمایش نشان داد که تمامی تیمارهای محلول پاشی موجب افزایش تعداد چتر در بوته و چترک در چتر در مقایسه با شاهد شدند. بر طبق نتایج تجزیه خاک میزان روی و آهن موجود در خاک محل اجرای آزمایش در حد پایینی بود و احتمالاً محلول پاشی روی و آهن در این آزمایش موجب بهبود جذب و تأمین این عناصر برای گیاه شده‌است. براساس نتایج تحقیقات مختلف، شکل‌گیری اندام‌های زایشی و فرایند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی مختل می‌شوند که این امر را به کاهش تولید ایندول استیک‌اسید نسبت می‌دهند (Khattab & Srivastava *et al*., 1997؛ Omer, 1999). البته افزایش تعداد واحدهای زایشی (چتر در بوته و چترک در چتر) با محلول پاشی کود های سولفات روی و آهن در این آزمایش با نتایج بسیاری از تحقیقات در مورد گیاهان مختلف مطابقت دارد (Khattab & Omer, 1999؛ Maurya, 1990؛ Mousa *et al*., 2003؛ Ravi *et al*., 2008).

نتایج آزمایش همچنین حکایت از افزایش معنی دار وزن هزاردانه رازیانه در نتیجه محلول‌پاشی با عناصر آهن و روی داشت. مشخص شده‌است که روی و آهن با تأثیر بر میزان کلروفیل برگ‌ها و افزایش سنتز ایندول استیک‌اسید باعث تأخیر در پیری گیاه و در نتیجه طولانی شدن دوره فتوسنتز می‌شوند. این امر باعث بهبود تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آنها به گل‌آذین‌ها و دانه‌های در حال رشد می‌شود، در نتیجه رقابت بین دانه های در حال شکل‌گیری برای دسترسی به مواد غذایی کاهش می‌یابد. در نتیجه، این عوامل می توانند در افزایش وزن هزاردانه رازیانه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر آهن و روی مؤثر باشند. نتایج این آزمایش با نتایج سایر تحقیقات مبنی بر افزایش وزن هزاردانه تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی ازجمله آهن و روی مطابقت دارد (Khattab & Omer, 1999؛ Maurya, 1990؛ Mousa *et al*., 2003؛ Ravi *et al*., 2008).

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده تأثیر مثبت محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد دانه بود. افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد آهن، روی و کاربرد مشترک این دو عنصر می‌تواند به‌دلیل تأثیر مثبت محلول پاشی با این عناصر بر اجزای عملکرد دانه ازجمله تعداد چتر در بوته، چترک در چتر و وزن هزاردانه باشد. بنابراین به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه رازیانه در اثر کاربرد روی و آهن، در ارتباط با وظایف و نقش‌های شناخته شده آهن و روی در گیاه باشد که می‌تواند به‌طور کلی در بهبود رشد عمومی گیاه، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه رازیانه مؤثر بوده باشد. البته اثر تحریک‌کنندگی آهن و روی بر رشد و عملکرد گیاهان در تحقیقات دیگری نیز گزارش شده‌است (Khattab & Omer, 1999؛ Maurya, 1990؛ Mousa *et al*., 2003؛ Ravi *et al*., 2008؛ Zehtab-Salmasi *et al*., 2008).

بر طبق نتایج آزمایش با محلول پاشی آهن و روی محتوای اسانس دانه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت. به‌هرحال افزایش محتوای اسانس در نتیجه کاربرد آهن و روی در تحقیقات دیگر و در مورد گیاهان مختلف نیز گزارش شده‌است (El-Sawi & Mohamed, 2002؛ Maurya, 1990؛ Pande *et al*., 2007؛ Said-Al Ahl & Omer 2009). بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه نه تنها به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود بلکه بشدت می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار گیرد. آهن نقش مهمی در متابولیسم گیاهان ازجمله فعال‌سازی آنزیم های دخیل در فتوسنتز، تنفس نوری و مسیر گلیکولات دارد. روی نیز به‌عنوان جزء فلزی بسیاری از آنزیم‌ها، در متابولیسم ساکاریدها، پروتئین‌ها و فتوسنتز نقش دارد (Brittenham, 1994؛ Marschner, 1993؛ Srivastava *et al*., 1997). دی‌اکسید کربن و گلوکز از پیش‌ماده‌های بیوسنتز مونوترپن‌ها هستند و ساکاریدها نیز به‌عنوان منبع تأمین انرژی برای سنتز ترپنوئیدها به حساب می‌آیند (Sangwan *et al*., 2001). با توجه به اینکه آهن و روی در امر فتوسنتز و متابولیسم ساکاریدها دخیل می‌باشند و

www.SID.ir

Archive of SID

دی‌اکسید کربن و گلوکز نیز از مواد اولیه‌ای هستند که برای بیوسنتز ترپن‌ها لازم می‌باشند، بنابراین نقش آهن و روی در سنتز و تجمع اسانس‌ها می‌تواند حائز اهمیت باشد (Misra *et al*., 2006 ؛Srivastava *et al*., 1997).

عملکرد اسانس نیز در نتیجه محلول پاشی با آهن و روی به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت، که به نظر می‌رسد این افزایش ناشی از افزایش محتوای اسانس و عملکرد دانه بر اثر محلول‌پاشی با آهن و روی باشد. از آنجایی که ارتباط مستقیمی بین محتوای اسانس و عملکرد دانه با عملکرد اسانس وجود دارد، از این رو هر گونه افزایش در محتوای اسانس و عملکرد دانه افزایش عملکرد اسانس را نیز به همراه خواهد داشت. بنابراین افزایش عملکرد اسانس گیاهان مختلف دارویی با کاربرد آهن و روی توسط محققان دیگر نیز گزارش شده‌است (El-Sawi & Mohamed, 2002؛ Khattab & Omer, 1999؛ Pande *et al*., 2007؛ Said-Al Ahl & Mahmoud, 2010).

در مجموع نتایج آزمایش حکایت از کارایی بیشتر کاربرد همزمان عناصر ریزمغذی آهن و روی در افزایش عملکرد دانه، محتوا و عملکرد اسانس دانه رازیانه در مقایسه با کاربرد تکی عناصر مذکور داشت. در کل بیشترین عملکرد دانه و اسانس از کاربرد همزمان محلول‌پاشی با آهن ۳ گرم در لیتر و روی ۲ گرم در لیتر و همچنین آهن ۲ گرم در لیتر و روی ۲ گرم در لیتر بدست آمد که این ترکیب‌های تیماری می‌توانند به‌عنوان تیمارهای برتر در این آزمایش معرفی شوند. با توجه به جمیع جهات می‌توان نتیجه گرفت که با کاربرد برگی این عناصر نه تنها می‌توان عملکرد کمّی و کیفی رازیانه را افزایش داد، بلکه در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از آلوده شدن خاک‌ها نیز گام برداشت.

منابع مورد استفاده

- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات فکر روز، تهران، ۲۸۳ صفحه.
- ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م.م.، ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی: عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۳۹۸ صفحه.
- میرعبدالهی، س.م.، ۱۳۹۰. تغییرات میزان و ترکیب اسانس گیاه دارویی رازیانه تحت شرایط آبیاری محدود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان، زنجان،۱۲۴ صفحه.
- Brittenham, G.M., 1994. New advances in iron metabolism iron deficiency and iron overload. Current Opinion in Hematology, 1: 101-106.
- El-Sawi, S.A. and Mohamed, M.A., 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. Food Chemistry, 77: 75-80.
- Khattab, M.E. and Omer, E.A., 1999. Influence of excessive fertilization with micro-nutrients on the growth, yield, essential oil and micro-elements of some Apiaceae plants. Egyptian Journal of Horticulture, 26(3): 249-266.
- Marschner, H., 1993. Zinc uptake fram soil: 59-77. In: Robon, A.D., (Ed.). Zinc in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Drodrecht, The Netherlands, 208p.
- Marshner, H., 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 889p.
- Maurya, K.R., 1990. Effect of micronutrients on yield and essential oil content of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Indian Perfumer, 34(4): 263-265.
- Miller, G.W., Huang, L.J., Welkie, G.I.N. and Pushmik, J.C., 1995. Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity: 19-28. In: Abadia, T., (Ed.). Iron Nutrition in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordecht, 401p.
- Misra, A., Dwivedi, S., Srivastava, A.K., Tewari, D.K., Khan, A. and Kumar, R., 2006. Low iron stress nutrition for evaluation of Fe-efficient genotype physiology, photosynthesis, and essential monoterpene oil(s) yield of *Ocimum sanctum*. Photosyntetica, 44(3): 474-477.
- Mousa, G.T., EI-Sallami, I.H. and Ali, E.F., 2003. Response of *Nigella sativa* L. to foliar application of gibberellic acid, benzyladenine, iron and zinc. Assiut Journal of Agricultural of Sciences, 32: 141-156.
- Pande, P., Anwar, M., Chand, S., Yadav, V.K. and Patra, D.D. 2007. Optimal level of iron and zinc in relation to its influence on herb yield and production of essential oil in menthol mint. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38(5-6): 561-578.

www.SID.ir

Archive of SID

- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S. and Dharamtti, P.R., 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21(3): 382-385.
- Said-Al Ahl, H. and Omer, E., 2009. Effect of spraying with zinc and/ or iron on growth and chemical composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) harvested at three stages of development. Journal Medicinal Food Plants, 1(2): 30-46.
- Said-Al Ahl, H. and Mahmoud, A.A., 2010. Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Ozean Journal of Applied Science, 3(1): 97-111.
- Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F. and Sangwan, R.S., 2001. Regulation of essential oil production in plants. Plant Growth Regulation, 34(1): 3-21.
- Srivastava, N.K., Misra, A. and Sharma, S., 1997. Effect of zinc deficiency on net photosynthetic rate, 14C Partition, and oil accumulation in leaves of peppermint. Photosynthetica, 33(1): 71-79.
- Zehtab-Salmasi, S., Heidari,. F and Alyari, H., 2008. Effect of micronutrients and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). Plant Science Research, 1(1): 24-28.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on yield, yield components, and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)

S. Morady[1], M. Pouryousef[2*] and B. Andalibi[1]

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
E-mail: pouryousef@znu.ac.ir

Received: November 2013 Revised: February 2014 Accepted: June 2014

Abstract

Foliar application of micronutrients is a useful technique for rapid absorption of minerals in the plants and avoids soil contamination. To evaluate the effect of foliar application of micronutrients (iron and zinc) on yield, yield components, and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), an experiment was conducted as factorial based on randomized complete blocks design with three replications at the Faculty of Agriculture, University of Zanjan during the growing season of 2012. In this experiment, the effect of foliar application of Fe (using ferrous sulphate) at four concentrations (0, 1, 2 and 3 $gr.L^{-1}$) and foliar application of Zn (using zinc sulphate) at three concentrations (0, 2 and 4 $gr.L^{-1}$) were investigated. Results showed that the majority of measured traits including number of umbels per plant, 1000-seed weight, grain yield, essential oil content and essential oil yield were significantly affected ($p\leq 0.01$) by combined application of iron and zinc. Therefore, the highest grain yield (2637.96 kg ha^{-1}) was obtained in foliar application of Fe + Zn at a concentration of 0.2%. In addition, the highest essential oil content (2.88%) and essential oil yield (75.71 kg ha^{-1}) were obtained in combined application of Fe 0.3% and Zn 0.2% and the lowest content of mentioned traits was obtained in control.

Keywords: fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), foliar application, zinc sulfate, ferrous sulfate, grain yield, essential oil content.

www.SID.ir

Archive of SID

دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۵، صفحه ۷۶۲-۷۵۳ (۱۳۹۴)

تأثیر کاربرد برگی عناصر ریزمغذی (آهن و روی) بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

سمیرا مرادی[۱]، مجید پوریوسف[۲*] و بابک عندلیبی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، پست الکترونیک: pouryousef@znu.ac.ir

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۲ تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۳

چکیده

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی یک روش مفید برای جذب سریع عناصر در گیاهان و جلوگیری از آلوده شدن خاک می باشد. به‌منظور بررسی تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی (آهن و روی) بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در بهار سال ۱۳۹۱ انجام شد. در این آزمایش محلول‌پاشی با آهن در چهار سطح (۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر) و محلول پاشی با روی در سه سطح (۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که بیشتر صفات مورد بررسی شامل وزن هزاردانه، عملکرد دانه، محتوا و عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر محلول پاشی با آهن و روی قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه (۲۶۳۷/۹۶ کیلوگرم در هکتار) از محلول پاشی با آهن و روی به میزان ۲ گرم در لیتر بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد اسانس (۷۵/۷۱ کیلوگرم در هکتار) و محتوای اسانس (۲/۸۸٪) از محلول پاشی با آهن ۳ گرم در لیتر و روی ۲ گرم در لیتر بدست آمد و کمترین میزان صفات مذکور از تیمار شاهد حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، محلول‌پاشی، سولفات روی، سولفات آهن، عملکرد دانه، محتوای اسانس.

مقدمه

گیاه چندساله رازیانه یا *Foeniculum vulgare* Mill. یکی از مهمترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی از خانواده چتریان می‌باشد که عمدتاً به‌منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می‌گیرد. هم اکنون در بیشتر نقاط جهان، مانند کشورهای آسیایی (هند، ژاپن و چین)، جنوب و مرکز اروپا و بسیاری از کشورهای آفریقایی و همچنین در آمریکای جنوبی (برزیل و آرژانتین) زمین‌های زراعی وسیعی زیر کشت رازیانه قرار می‌گیرند (امیدبیگی، ۱۳۸۶).

عناصر ریزمغذی در گیاهان به مقدار کم مورد استفاده قرار می گیرند ولی اثرات مهمی بر جای می گذارند. این عناصر در صورت کمبود گاهی به‌عنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می توانند عمل کنند و

www.SID.ir

Archive of SID

همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می سازند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). آهن یکی از عناصر ضروری و کم‌مصرف برای رشد و نمو گیاهان است که در فرایندهای فیزیولوژیکی نقش مهمی دارد. بررسی‌های انجام شده نشان داده‌اند که آهن نقش مهمی در متابولیسم گیاهان مانند فعالیت آنزیم های کاتالیزوری مرتبط با سوپر اکسید دیسموتاز و آنزیم های مسیر تنفسی نوری و گلیکولات دارد و با کمبود آن فعالیت برخی از آنزیم‌های گیاهی مختل می‌شود (Marschner, 1986؛ Brittenham, 1994؛ Miller *et al.*, 1995).

روی نیز یک عنصر ضروری برای گیاهان است که به‌عنوان یک کوفاکتور عملکردی، ساختاری و تنظیمی در ارتباط با متابولیسم ساکاریدها، فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاهان نقش دارد. تأثیر این عنصر بر تشکیل کلروفیل، توسعه کلروپلاست، افزایش سرعت فتوسنتز، جذب بیشتر عناصر غذایی و در کل تولید بیشتر کربوهیدرات‌ها و افزایش رشد عمومی و عملکرد گیاهان گزارش شده‌است (Marschner, 1993؛ Srivastava *et al.*, 1997). در ارتباط با تأثیر کاربرد برگی عناصر آهن و روی بر کمّیت و کیفیت گیاهان دارویی تحقیقات محدودی انجام شده اما نتایج آزمایش‌های انجام شده حکایت از تأثیر مثبت محلول پاشی این دو عنصر بر کمّیت و کیفیت گیاهان دارویی دارد. Maurya (۱۹۹۰) در مورد گشنیز، Zehtab Salmasi و همکاران (۲۰۰۸) در مورد نعناع فلفلی و Mousa و همکاران (۲۰۰۳) در مورد سیاهدانه، تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی ازجمله آهن و روی را مورد بررسی قرار داده و همگی گزارش کرده‌اند که محتوا و عملکرد اسانس گیاهان مذکور در نتیجه استفاده برگی عناصر مذکور بهبود می‌یابند.

بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه نه تنها به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود بلکه بشدت می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد. آهن نقش مهمی در متابولیسم گیاهان ازجمله فعال‌سازی آنزیم های دخیل در فتوسنتز، تنفس نوری و مسیر گلیکولات دارد. روی نیز به‌عنوان جزء فلزی بسیاری از آنزیم‌ها، در متابولیسم ساکاریدها، پروتئین‌ها و فتوسنتز نقش دارد (Marschner, 1986؛ Miller *et al.*, 1995). نتایج بیشتر تحقیقات انجام شده در ارتباط با تأثیر عناصر ریزمغذی آهن و روی بر محتوای اسانس گیاهان دارویی مختلف، حکایت از تأثیر مثبت این عناصر بر افزایش محتوای اسانس داشته است (El-Sawi & Mohamed, 2002؛ Maurya, 1990؛ Pande *et al.*, 2007؛ Said-Al Ahl & Omer 2009).

با توجه به اینکه در مورد تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بر گیاهان دارویی و مخصوصاً رازیانه تحقیقات بسیار محدودی انجام شده و نحوه تأثیرپذیری عملکرد کمّی رازیانه از کاربرد برگی عناصر ریزمغذی مشخص نیست؛ از این‌رو هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر محلول پاشی با آهن و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه بود.

مواد و روشها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در کیلومتر پنج جاده زنجان- تبریز انجام شد. زنجان دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان سرد و تابستان ملایم تا نسبتاً گرم است که در عرض شمالی ۴۱ و °۳۶ و طول شرقی ۲۹ و °۴۸ و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا قرار دارد. زمین محل آزمایش دارای خاکی با بافت لومی رسی بوده که برخی از مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده‌است.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

ماده آلی (٪)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته (pH)	آهک کل (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)
۱/۱۸	۰/۷۲	۸/۲۸	۷/۲	۰/۰۹	۹/۶	۲۸۶	۶/۱	۰/۳۲	۱/۱

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این پژوهش تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی شامل آهن (مصرف به صورت سولفات آهن) در چهار غلظت شامل (۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر) و روی (مصرف به‌صورت سولفات روی) در سه غلظت شامل (۰، ۲ و ۴ در هزار) مورد بررسی قرار گرفت. محلول پاشی در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی گیاه انجام شد. بذرهای مورد استفاده انتخاب شده از توده اصفهان بود و از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. زمین محل آزمایش در پاییز ۱۳۹۰ شخم خورده و در بهار ۱۳۹۱ پس از دیسک زدن، با ایجاد جوی و پشته برای کشت آماده شد. کاشت رازیانه در ۴ اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر بود. بر روی هر ردیف بذرهای رازیانه با فاصله ۱۰ سانتی‌متر و در عمق ۲ سانتی‌متر کشت شدند. بوته ها در مرحله۲ تا ۴ برگی تنک شدند و تراکم کاشت به ۱۰ بوته در مترمربع رسانده شد. آبیاری به فاصله هر هفت روز به طریقه نشتی انجام شد. در مراحل اولیه که رشد رازیانه کند بود، علف‌های هرز با وجین دستی کنترل شدند. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه از هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه‌ها از مساحتی در حدود ۲ مترمربع نمونه برداری شد و پس از جدا کردن دانه‌ها، برای تعیین عملکرد دانه، نمونه‌ها در آون ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت گذاشته شدند و بعد اقدام به توزین شد. برای تعیین اجزای عملکرد نیز ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شده و صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک و چتر و وزن هزاردانه در آنها اندازه گیری شد.

به‌منظور استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب استفاده شد (میرعبداللهی، ۱۳۹۰). پس از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹، رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel و رسم جدول‌ها با کمک نرم‌افزار word انجام گردید. مقایسه میانگین صفات نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

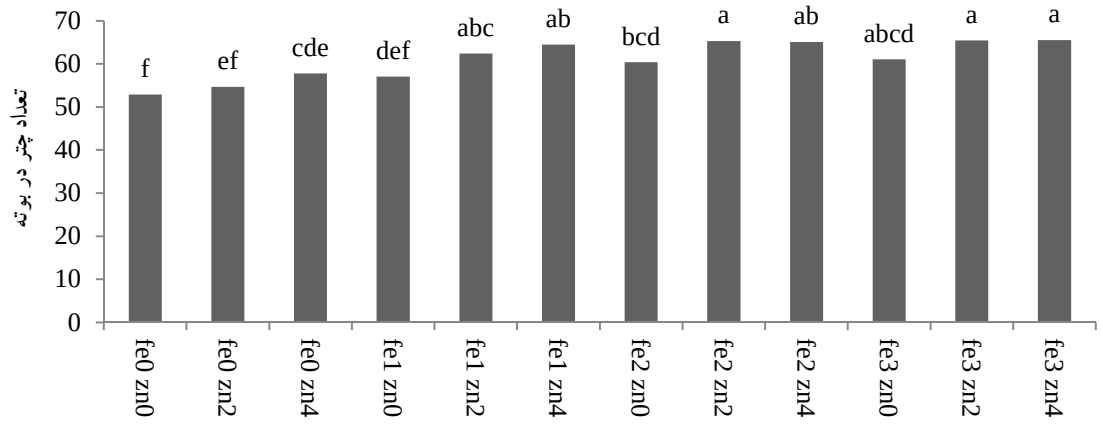
جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی با آهن و روی بر اجزای عملکرد رازیانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در چترک	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد اسانس	محتوای اسانس
بلوک	۲	۰/۴۶ ns	۶/۵۵ ns	۶۰/۱۴ **	۲/۲۲ **	۰/۰۶ *	۳۷۲۳۰/۸ **	۳/۹۹ ns	۰/۰۱۵ ns
آهن	۳	۱۵۱/۰۷ **	۱/۷۳ *	۲۰/۵۷ ns	۰/۱۳ ns	۰/۱۰ **	۴۱۶۶۴۰/۷ **	۱۲۰۲/۳۶ **	۰/۶۷ **
روی	۲	۹۵/۴۵ *	۲/۳۴ *	۹/۴۹ ns	۰/۵۷ ns	۰/۱۰ **	۲۱۲۰۷۸/۶ **	۴۴۵/۸۵ **	۰/۱۶ **
اثر متقابل آهن و روی	۶	۳/۶۰ *	۰/۱۷ *	۲/۲۶ ns	۰/۰۷ ns	۰/۲۳ *	۲۲۵۷۹/۳ **	۴۲/۱۰ **	۰/۰۲ *
اشتباه	۲۲	۶/۶۹	۰/۵۳	۸/۶۷	۰/۹۱	۰/۰۱	۳۸۰۴/۶۰	۶/۸۸	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)		۴/۲۴	۶/۶۳	۱۳/۰۶	۱۰/۸۳	۳/۴۲	۱۲/۶۳	۹/۳۲	۳/۷۴

ns، *، **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱ ٪

www.SID.ir

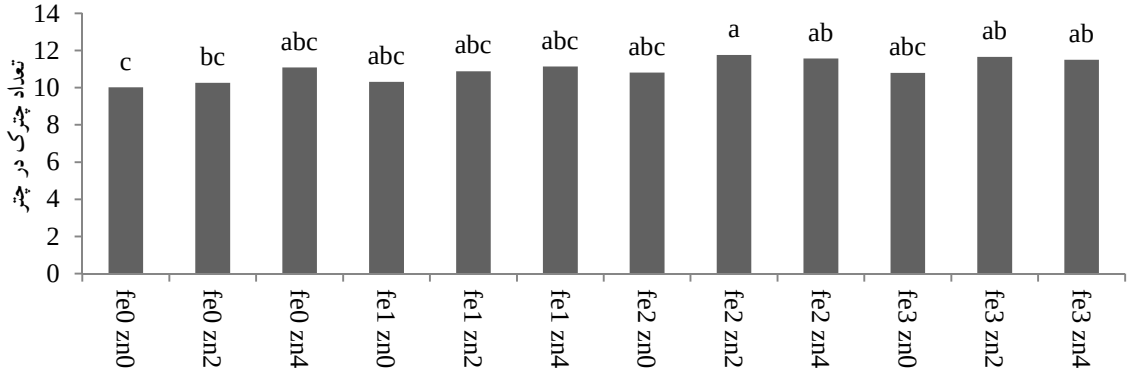
Archive of SID



شکل ۱– اثر متقابل محلول‌پاشی روی وآهن بر تعداد چتر در بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر



شکل ۲- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر تعداد چترک در چتر رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 وFe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر

نتایج

تعداد چتر در بوته و چترک در چتر

تعداد چتر در بوته به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر محلول‌پاشی با آهن قرار گرفت، اما تأثیر محلول‌پاشی با روی و اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی بر تعداد چتر در بوته معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد چتر در بوته (۶۵/۵۲ چتر) از محلول‌پاشی با آهن ۳ در هزار و روی ۴ گرم در لیتر و کمترین تعداد چتر در بوته (۵۲/۸۹ چتر) از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۱). تعداد چترک در چتر نیز به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی و همچنین اثر متقابل این دو عنصر قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین تعداد چترک در چتر (۱۱/۷) از محلول‌پاشی با آهن و روی ۲ گرم در لیتر و کمترین میزان صفت مذکور (۱۰) از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد دانه در چترک و چتر

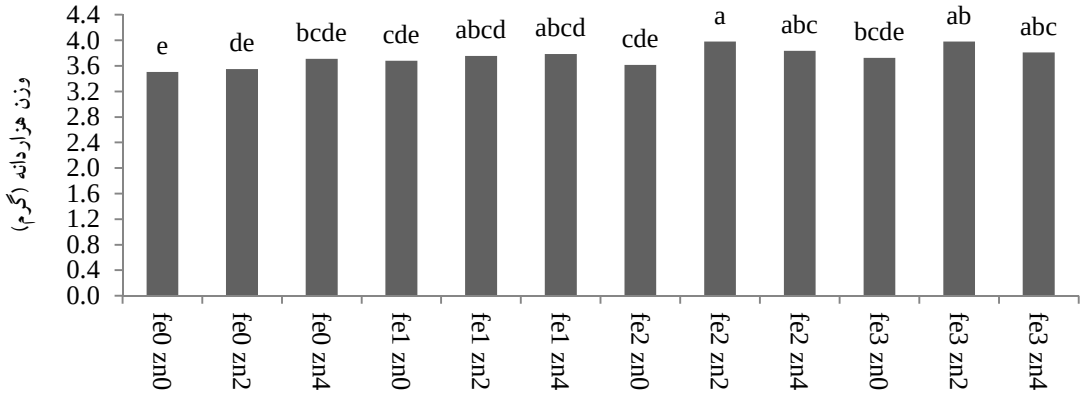
محلول‌پاشی با آهن، روی و همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی بر تعداد دانه در چتر و چترک معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) نبود (جدول ۲).

وزن هزاردانه

تأثیر محلول پاشی با آهن و روی بر وزن هزاردانه معنی دار بود ($p\leq ۰/۰۱$)، اما اثر متقابل محلول پاشی با آهن و روی بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود ($p\leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین وزن هزاردانه (۳/۹۸ گرم) از محلول پاشی با آهن و روی ۲ در هزار و کمترین آن (۳/۵۰ گرم) از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۳).

عملکرد دانه

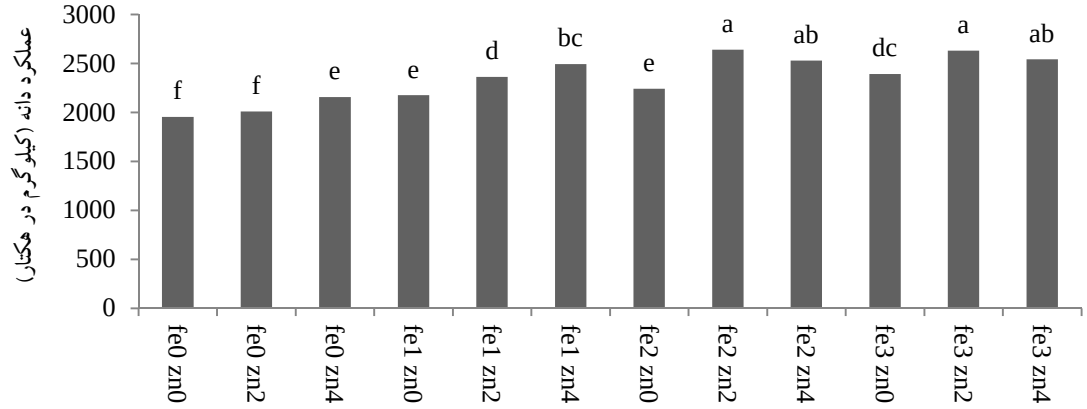
تأثیر محلول‌پاشی با آهن، روی و اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه (۲۶۳۷/۹۶ کیلوگرم در هکتار) از آهن و روی ۲ گرم در لیتر و کمترین میزان آن (۱۹۵۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد بدست آمد که نسبت به شاهد حدود ۳۵٪ افزایش داشت و با آهن ۳ در هزار و روی ۲ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴).



شکل ۳- اثر متقابل محلول‌پاشی روی وآهن بر وزن هزاردانه بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر



شکل ۴- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

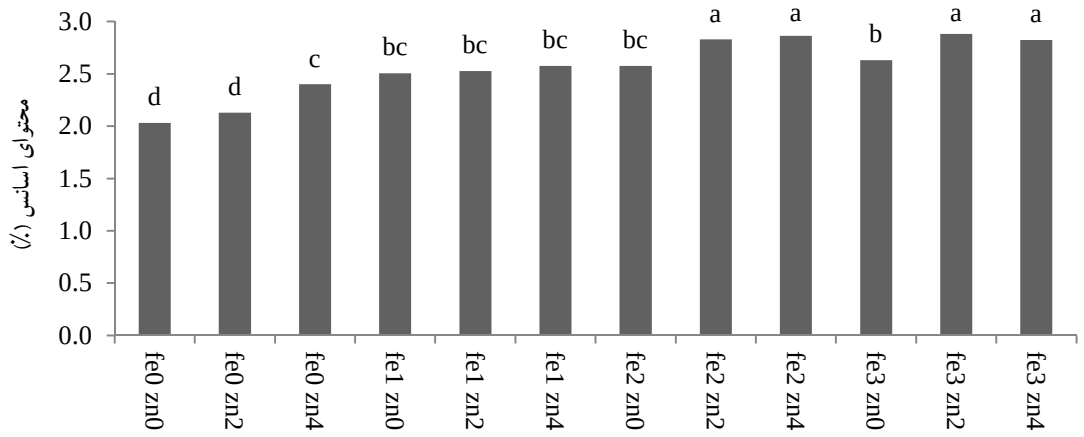
Zn0، Zn2 و Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

محتوا و عملکرد اسانس دانه

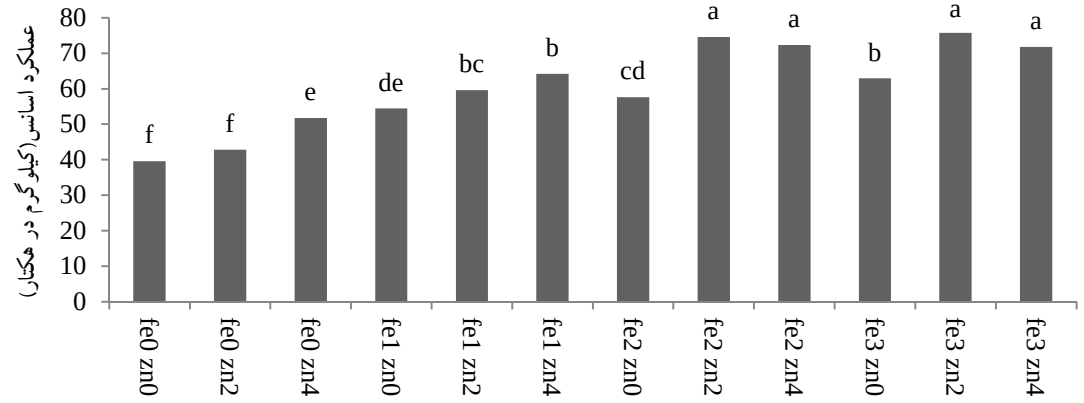
تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر محتوای اسانس دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی نیز بر این صفت در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد اسانس نیز به‌طور معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر محلول‌پاشی با آهن و روی و همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی با آهن و روی قرار گرفت (جدول ۲). به‌نحوی که بیشترین درصد اسانس (۲/۸۸٪) از محلول‌پاشی با آهن ۳ در هزار و روی ۲ گرم در لیتر بدست آمد که نسبت به شاهد در حدود ۴۱/۸۷٪ افزایش داشت، اما با تیمارهای آهن ۳ در هزار و روی ۴ در هزار، آهن و روی ۲ در هزار و آهن ۲ در هزار و روی ۴ در هزار تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۵). بیشترین میزان عملکرد اسانس نیز (۷۵/۷۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به محلول‌پاشی با آهن ۳ در هزار و روی ۲ گرم در لیتر بود که نسبت به شاهد حدود ۹۱٪ افزایش داشت (شکل ۶).



شکل ۵- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر محتوای اسانس (٪) بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 و Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر



شکل ۶- اثر متقابل محلول‌پاشی روی و آهن بر عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) بوته رازیانه

Fe0، Fe1، Fe2 و Fe3: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات آهن ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر

Zn0، Zn2 و Zn4: به‌ترتیب محلول‌پاشی با سولفات روی ۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

نتایج آزمایش نشان داد که تمامی تیمارهای محلول پاشی موجب افزایش تعداد چتر در بوته و چترک در چتر در مقایسه با شاهد شدند. بر طبق نتایج تجزیه خاک میزان روی و آهن موجود در خاک محل اجرای آزمایش در حد پایینی بود و احتمالاً محلول پاشی روی و آهن در این آزمایش موجب بهبود جذب و تأمین این عناصر برای گیاه شده‌است. براساس نتایج تحقیقات مختلف، شکل‌گیری اندام‌های زایشی و فرایند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی مختل می‌شوند که این امر را به کاهش تولید ایندول استیک‌اسید نسبت می‌دهند (Khattab & Srivastava *et al*., 1997؛ Omer, 1999). البته افزایش تعداد واحدهای زایشی (چتر در بوته و چترک در چتر) با محلول پاشی کود های سولفات روی و آهن در این آزمایش با نتایج بسیاری از تحقیقات در مورد گیاهان مختلف مطابقت دارد (Khattab & Omer, 1999؛ Maurya, 1990؛ Mousa *et al*., 2003؛ Ravi *et al*., 2008).

نتایج آزمایش همچنین حکایت از افزایش معنی دار وزن هزاردانه رازیانه در نتیجه محلول‌پاشی با عناصر آهن و روی داشت. مشخص شده‌است که روی و آهن با تأثیر بر میزان کلروفیل برگ‌ها و افزایش سنتز ایندول استیک‌اسید باعث تأخیر در پیری گیاه و در نتیجه طولانی شدن دوره فتوسنتز می‌شوند. این امر باعث بهبود تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آنها به گل‌آذین‌ها و دانه‌های در حال رشد می‌شود، در نتیجه رقابت بین دانه های در حال شکل‌گیری برای دسترسی به مواد غذایی کاهش می‌یابد. در نتیجه، این عوامل می توانند در افزایش وزن هزاردانه رازیانه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر آهن و روی مؤثر باشند. نتایج این آزمایش با نتایج سایر تحقیقات مبنی بر افزایش وزن هزاردانه تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی ازجمله آهن و روی مطابقت دارد (Khattab & Omer, 1999؛ Maurya, 1990؛ Mousa *et al*., 2003؛ Ravi *et al*., 2008).

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده تأثیر مثبت محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد دانه بود. افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد آهن، روی و کاربرد مشترک این دو عنصر می‌تواند به‌دلیل تأثیر مثبت محلول پاشی با این عناصر بر اجزای عملکرد دانه ازجمله تعداد چتر در بوته، چترک در چتر و وزن هزاردانه باشد. بنابراین به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه رازیانه در اثر کاربرد روی و آهن، در ارتباط با وظایف و نقش‌های شناخته شده آهن و روی در گیاه باشد که می‌تواند به‌طور کلی در بهبود رشد عمومی گیاه، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه رازیانه مؤثر بوده باشد. البته اثر تحریک‌کنندگی آهن و روی بر رشد و عملکرد گیاهان در تحقیقات دیگری نیز گزارش شده‌است (Khattab & Omer, 1999؛ Maurya, 1990؛ Mousa *et al*., 2003؛ Ravi *et al*., 2008؛ Zehtab-Salmasi *et al*., 2008).

بر طبق نتایج آزمایش با محلول پاشی آهن و روی محتوای اسانس دانه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت. به‌هرحال افزایش محتوای اسانس در نتیجه کاربرد آهن و روی در تحقیقات دیگر و در مورد گیاهان مختلف نیز گزارش شده‌است (El-Sawi & Mohamed, 2002؛ Maurya, 1990؛ Pande *et al*., 2007؛ Said-Al Ahl & Omer 2009). بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه نه تنها به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود بلکه بشدت می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار گیرد. آهن نقش مهمی در متابولیسم گیاهان ازجمله فعال‌سازی آنزیم های دخیل در فتوسنتز، تنفس نوری و مسیر گلیکولات دارد. روی نیز به‌عنوان جزء فلزی بسیاری از آنزیم‌ها، در متابولیسم ساکاریدها، پروتئین‌ها و فتوسنتز نقش دارد (Brittenham, 1994؛ Marschner, 1993؛ Srivastava *et al*., 1997). دی‌اکسید کربن و گلوکز از پیش‌ماده‌های بیوسنتز مونوترپن‌ها هستند و ساکاریدها نیز به‌عنوان منبع تأمین انرژی برای سنتز ترپنوئیدها به حساب می‌آیند (Sangwan *et al*., 2001). با توجه به اینکه آهن و روی در امر فتوسنتز و متابولیسم ساکاریدها دخیل می‌باشند و

www.SID.ir

Archive of SID

دی‌اکسید کربن و گلوکز نیز از مواد اولیه‌ای هستند که برای بیوسنتز ترپن‌ها لازم می‌باشند، بنابراین نقش آهن و روی در سنتز و تجمع اسانس‌ها می‌تواند حائز اهمیت باشد (Misra *et al*., 2006 ؛Srivastava *et al*., 1997).

عملکرد اسانس نیز در نتیجه محلول پاشی با آهن و روی به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت، که به نظر می‌رسد این افزایش ناشی از افزایش محتوای اسانس و عملکرد دانه بر اثر محلول‌پاشی با آهن و روی باشد. از آنجایی که ارتباط مستقیمی بین محتوای اسانس و عملکرد دانه با عملکرد اسانس وجود دارد، از این رو هر گونه افزایش در محتوای اسانس و عملکرد دانه افزایش عملکرد اسانس را نیز به همراه خواهد داشت. بنابراین افزایش عملکرد اسانس گیاهان مختلف دارویی با کاربرد آهن و روی توسط محققان دیگر نیز گزارش شده‌است (El-Sawi & Mohamed, 2002؛ Khattab & Omer, 1999؛ Pande *et al*., 2007؛ Said-Al Ahl & Mahmoud, 2010).

در مجموع نتایج آزمایش حکایت از کارایی بیشتر کاربرد همزمان عناصر ریزمغذی آهن و روی در افزایش عملکرد دانه، محتوا و عملکرد اسانس دانه رازیانه در مقایسه با کاربرد تکی عناصر مذکور داشت. در کل بیشترین عملکرد دانه و اسانس از کاربرد همزمان محلول‌پاشی با آهن ۳ گرم در لیتر و روی ۲ گرم در لیتر و همچنین آهن ۲ گرم در لیتر و روی ۲ گرم در لیتر بدست آمد که این ترکیب‌های تیماری می‌توانند به‌عنوان تیمارهای برتر در این آزمایش معرفی شوند. با توجه به جمیع جهات می‌توان نتیجه گرفت که با کاربرد برگی این عناصر نه تنها می‌توان عملکرد کمّی و کیفی رازیانه را افزایش داد، بلکه در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از آلوده شدن خاک‌ها نیز گام برداشت.

منابع مورد استفاده

- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات فکر روز، تهران، ۲۸۳ صفحه.
- ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م.م.، ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی: عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۳۹۸ صفحه.
- میرعبدالهی، س.م.، ۱۳۹۰. تغییرات میزان و ترکیب اسانس گیاه دارویی رازیانه تحت شرایط آبیاری محدود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان، زنجان،۱۲۴ صفحه.
- Brittenham, G.M., 1994. New advances in iron metabolism iron deficiency and iron overload. Current Opinion in Hematology, 1: 101-106.
- El-Sawi, S.A. and Mohamed, M.A., 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. Food Chemistry, 77: 75-80.
- Khattab, M.E. and Omer, E.A., 1999. Influence of excessive fertilization with micro-nutrients on the growth, yield, essential oil and micro-elements of some Apiaceae plants. Egyptian Journal of Horticulture, 26(3): 249-266.
- Marschner, H., 1993. Zinc uptake fram soil: 59-77. In: Robon, A.D., (Ed.). Zinc in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Drodrecht, The Netherlands, 208p.
- Marshner, H., 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 889p.
- Maurya, K.R., 1990. Effect of micronutrients on yield and essential oil content of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Indian Perfumer, 34(4): 263-265.
- Miller, G.W., Huang, L.J., Welkie, G.I.N. and Pushmik, J.C., 1995. Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity: 19-28. In: Abadia, T., (Ed.). Iron Nutrition in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordecht, 401p.
- Misra, A., Dwivedi, S., Srivastava, A.K., Tewari, D.K., Khan, A. and Kumar, R., 2006. Low iron stress nutrition for evaluation of Fe-efficient genotype physiology, photosynthesis, and essential monoterpene oil(s) yield of *Ocimum sanctum*. Photosyntetica, 44(3): 474-477.
- Mousa, G.T., EI-Sallami, I.H. and Ali, E.F., 2003. Response of *Nigella sativa* L. to foliar application of gibberellic acid, benzyladenine, iron and zinc. Assiut Journal of Agricultural of Sciences, 32: 141-156.
- Pande, P., Anwar, M., Chand, S., Yadav, V.K. and Patra, D.D. 2007. Optimal level of iron and zinc in relation to its influence on herb yield and production of essential oil in menthol mint. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38(5-6): 561-578.

www.SID.ir

Archive of SID

- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S. and Dharamtti, P.R., 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21(3): 382-385.
- Said-Al Ahl, H. and Omer, E., 2009. Effect of spraying with zinc and/ or iron on growth and chemical composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) harvested at three stages of development. Journal Medicinal Food Plants, 1(2): 30-46.
- Said-Al Ahl, H. and Mahmoud, A.A., 2010. Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Ozean Journal of Applied Science, 3(1): 97-111.
- Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F. and Sangwan, R.S., 2001. Regulation of essential oil production in plants. Plant Growth Regulation, 34(1): 3-21.
- Srivastava, N.K., Misra, A. and Sharma, S., 1997. Effect of zinc deficiency on net photosynthetic rate, 14C Partition, and oil accumulation in leaves of peppermint. Photosynthetica, 33(1): 71-79.
- Zehtab-Salmasi, S., Heidari,. F and Alyari, H., 2008. Effect of micronutrients and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). Plant Science Research, 1(1): 24-28.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on yield, yield components, and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)

S. Morady[1], M. Pouryousef[2*] and B. Andalibi[1]

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
E-mail: pouryousef@znu.ac.ir

Received: November 2013 Revised: February 2014 Accepted: June 2014

Abstract

Foliar application of micronutrients is a useful technique for rapid absorption of minerals in the plants and avoids soil contamination. To evaluate the effect of foliar application of micronutrients (iron and zinc) on yield, yield components, and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), an experiment was conducted as factorial based on randomized complete blocks design with three replications at the Faculty of Agriculture, University of Zanjan during the growing season of 2012. In this experiment, the effect of foliar application of Fe (using ferrous sulphate) at four concentrations (0, 1, 2 and 3 $gr.L^{-1}$) and foliar application of Zn (using zinc sulphate) at three concentrations (0, 2 and 4 $gr.L^{-1}$) were investigated. Results showed that the majority of measured traits including number of umbels per plant, 1000-seed weight, grain yield, essential oil content and essential oil yield were significantly affected ($p\leq 0.01$) by combined application of iron and zinc. Therefore, the highest grain yield (2637.96 kg ha^{-1}) was obtained in foliar application of Fe + Zn at a concentration of 0.2%. In addition, the highest essential oil content (2.88%) and essential oil yield (75.71 kg ha^{-1}) were obtained in combined application of Fe 0.3% and Zn 0.2% and the lowest content of mentioned traits was obtained in control.

Keywords: fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), foliar application, zinc sulfate, ferrous sulfate, grain yield, essential oil content.

www.SID.ir