به زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵
صفحه‌های ۷۸-۶۹

تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله

پیمان محمدزاده توتونچی[۱] و رضا امیرنیا[۲]*

۱. کارشناس ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۱ انجام شد. تیمارها شامل شاهد، محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + منگنز، روی + منگنز و آهن + روی + منگنز بودند. عناصر مذکور از منبع سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز تأمین شدند و با غلظت سه در هزار محلول‌پاشی شدند. نتایج نشان داد که بین محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در بین تیمارها، بیشترین ارتفاع بوته (۴۰/۶۸ سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۶/۷۶ عدد)، تعداد غلاف در بوته (۲۵/۷۳ عدد)، تعداد دانه در غلاف (۱۵/۳۶ عدد)، وزن هزاردانه (۱۴/۹۹ گرم) و عملکرد دانه (۸۵۷/۶۲ کیلوگرم) متعلق به تیمار محلول‌پاشی آهن + روی + منگنز بود. لذا محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز سبب بهبود خصوصیات رشدی و عملکردی شنبلیله می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ریزمغذی، شنبلیله، صفات ظاهری، عملکرد، محلول‌پاشی

*نویسنده مسئول Email: r.amirnia@urmia.ac.ir

۱. مقدمه

فلات ایران به عنوان منشأ و خاستگاه بسیاری از گیاهان دارویی معرفی شده است. باتوجه به نیاز صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی به گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه تولیدات صنایع مذکور، کشت گیاهان دارویی در ایران در حال گسترش بوده و در این رابطه انجام تحقیقات و مطالعات ضروری است [۱]. یکی از گیاهان دارویی که در طب سنتی ایران و ملل مختلف سابقه مصرف دیرینه داشته و خواص درمانی متعددی برای آن ذکر شده، گیاه شنبلیله است. شنبلیله یا شنبلید (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی است علفی یکساله، پایا، کرکدار و متعلق به خانواده حبوبات[1] که بذر و قسمت‌های هوایی این گیاه، قرن‌ها به عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام است. همچنین در طب سنتی نیز تقریباً به همان قدمت، برای درمان بیماری‌های کورک، دیابت، سلولیتیس و سل مورد مصرف بوده است [۶].

عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان موردنیاز هستند و ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه نیز دخالت دارند [۲۰]. کمبود این عناصر، گاهی به عنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد، می‌توانند عمل کنند و همین امر، لزوم توجه بیشتر به کاربرد آن‌ها را مشخص می‌سازد [۱۳]. سه عنصر آهن، روی و منگنز بیش از سایر عناصر ریزمغذی در امر تغذیه گیاه نقش دارند. آهن در ساختمان سیتوکروم به عنوان ناقل الکترون در سیستم‌های فتوسنتزی، در فرآیند تنفس و عملیات اکسیداسیون و احیاء و نیز ساخت کلروفیل دخالت دارد. روی، عنصر مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد است. منگنز در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و از تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی جلوگیری می‌کند [۷].

نتایج تحقیقات متعدد حاکی از تأثیر مثبت کاربرد ریزمغذی‌ها در افزایش کمی و کیفی عملکرد گیاهان زراعی و برخی گونه‌های دارویی می‌باشد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی سبب افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ گردید، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه از تیمار آهن و بیشترین تعداد طبق بارور در بوته و درصد پروتئین از تیمار روی و بیشترین درصد روغن از تیمار ترکیبی روی و آهن به‌دست آمد [۱۰]. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و منگنز سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد کپسول بارور در بوته، تعداد دانه در هر کپسول و وزن هزاردانه گیاه کرچک گردید [۲۲]. عملکرد بذر، عملکرد گل، شاخص برداشت و وزن هزاردانه گیاه بابونه در اثر محلول‌پاشی آهن و روی، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [۲۴].

محلول‌پاشی ریزمغذی‌هایی نظیر آهن و روی سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه در گیاه زیره سیاه گردید [۱۸]. محلول‌پاشی بُر، آهن و روی در گلرنگ باعث افزایش عملکرد دانه گردید [۲۳]. تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گیاه اسفرزه معنی‌دار بود و تیمار محلول‌پاشی با روی، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد [۸]. تعداد شاخه جانبی و وزن تر بوته در گیاه همیشه بهار، تحت تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها ارتفاع بوته افزایش معنی‌داری یافت [۲۷]. مصرف عناصر ریزمغذی در موارد کمبود، به‌خصوص از طریق محلول‌پاشی می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ را بهبود بخشد [۱۳]. در سویا (*Glycine max* L.) کاربرد روی موجب افزایش ماده خشک، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه گردید [۱۹].

بدین‌ترتیب، نظر به اهمیت عناصر کم‌مصرف در بهبود

1 Fabaceae

عملکرد محصولات زراعی و حفظ محیط زیست، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان‌غربی (طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۳۸ متر از سطح دریا)، در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ cm.

نیتروژن کل (٪)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز (mg/kg)	ماده آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	بافت خاک
۰/۱۱	۶/۱	۳۱۳	۰/۳۹	۰/۱۸	۰/۶۷	۰/۲۳	۸/۱	۱/۳	لومی – رسی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + منگنز، روی + منگنز و آهن + روی + منگنز بود. محلول‌پاشی هر یک از عناصر کم‌مصرف با غلظت سه در هزار از منبع سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز با استفاده از سم‌پاش پشتی بعد از کالیبره کردن با فشار یک اتمسفر انجام شد [۳]. ابعاد هر کرت ۴ × ۳ مترمربع در نظر گرفته شد و هر کرت شامل ۱۰ ردیف کاشت بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۳۵ و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. کاشت بذر در اواسط خرداد ماه صورت گرفت. زمان لازم برای تکمیل فاز رویشی در این گیاه، بسته به رقم و شرایط محیطی متفاوت بوده و به طور میانگین ۳۰ تا ۳۵ روز پس از کاشت بذر گیاه وارد فاز زایشی می‌گردد. بذور قبل از کاشت با باکتری رایزوبیوم تلقیح شدند. عمق کاشت بذر ۲-۱ سانتی‌متر بود. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی برحسب نیاز گیاهان در مراحل بعدی انجام شد. دور آبیاری براساس شرایط آب و هوایی منطقه، هفت روز بود. مبارزه با علف‌های هرز بعد از کاشت به صورت دستی انجام گرفت، به نحوی که مزرعه طی دوره انجام آزمایش، عاری از علف‌های هرز بود.

کوددهی براساس آنالیز خاک، به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره صورت گرفت. کودهای مورد نیاز گیاه همزمان با عملیات آماده‌سازی زمین به خاک اضافه گردید. جهت دستیابی به تراکم گیاهی ۴۰ بوته در مترمربع، پس از استقرار گیاهچه‌ها عمل تنک‌کاری در مرحله سه تا چهار برگی شدن گیاهچه‌ها صورت گرفت. محلول‌پاشی طی دو مرحله انجام شد. محلول‌پاشی اول در مرحله به ساقه رفتن (هشت تا ۱۰ برگی شدن بوته‌ها) و محلول‌پاشی دوم ۱۵ روز پس از محلول‌پاشی اول صورت گرفت. زمان محلول‌پاشی اوایل صبح و پیش از طلوع آفتاب انتخاب گردید تا حتی‌الامکان از اثرات نامطلوب نور خورشید جلوگیری به عمل آید. بعد

از اتمام هر مرحله محلول‌پاشی نسبت به آبیاری مزرعه اقدام گردید تا با افزایش حرکت آب در داخل سیستم گیاه، جذب کودهای به‌کار رفته سریع‌تر و بهتر انجام گیرد و رطوبت نسبی مزرعه افزایش یابد. به منظور کاهش اثر محلول‌های مورد نظر روی کرت‌های مجاور، بین کرت‌ها فاصله یک و بین بلوک‌ها فاصله دو متری درنظر گرفته شد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه (زمانی‌که افزایشی در میزان اندوخته دانه صورت نگیرد و تغییری در ماده خشک دانه به وقوع نپیوندد)، ۱۰ بوته از هر کرت یا رعایت اثر حاشیه‌ای و به صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی کامل گیاه به منظور تعیین عملکرد دانه پس از حذف اثر حاشیه، بوته‌ها از وسط کرت که فضای عملکرد (دو مترمربع) درنظر گرفته شده بود، برداشت شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) در سطح احتمال پنج درصد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر اجزای عملکرد در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۷۲/۱۵۴	۰/۰۰۹۱	۴/۴۸۷	۰/۴۲	۰/۰۰۱	۵۱۰/۳۰۰
تیمار	۷	۶۵/۲۷۶*	۰/۰۳۵۴*	۱/۹۰۵*	۸/۸۳۵*	۴/۶۲۶*	۲۲۵۱۷/۹۱۴*
خطا	۱۴	۲۵/۷۲۵	۰/۰۰۵۴	۰/۷۴۲	۰/۷۶۵	۰/۳۶۷	۱۱۸۱/۶۴۳
ضریب تغییرات (٪)		۸/۴۷	۱۱/۵۷	۹/۸۸	۱۵/۱۴	۸/۱۲	۱۱/۱۵

* – معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

تأثیر تیمارها بر عملکرد و اجزای عملکرد

ارتفاع بوته

بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی سولفات آهن + روی + منگنز (۴۰/۶۸ سانتی‌متر) و شاهد (۲۴/۴۰ سانتی‌متر) بود. بین تیمارهای محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + منگنز و روی + منگنز از لحاظ تأثیر بر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و این تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)
شاهد	۲۴/۴۰^{c}	۳/۴۰^{c}	۹/۹۳^{c}	۹/۴۶^{d}	۱۰/۶۲^{d}	۵۵۸/۳۴^{d}
آهن	۳۱/۹۰^{b}	۴/۳۶^{b}	۱۵/۳۶^{b}	۱۲/۰۱^{b}	۱۲/۳۵^{bc}	۷۴۹/۷۸^{b}
روی	۳۳/۲۳^{b}	۴/۶۳^{b}	۱۸/۵۶^{b}	۱۱/۷۵^{bc}	۱۲/۵۱^{bc}	۷۵۱/۹۶^{b}
منگنز	۳۳/۲۱^{b}	۴/۷۰^{b}	۱۵/۸۳^{b}	۱۰/۱۱^{cd}	۱۱/۸۴^{c}	۶۷۳/۳۱^{c}
آهن + روی	۳۲/۱۲^{b}	۴/۵۰^{b}	۱۵/۲۳^{b}	۱۱/۳۴^{bc}	۱۳/۲۳^{b}	۷۳۸/۲۳^{b}
آهن + منگنز	۳۲/۶۶^{b}	۴/۶۰^{b}	۱۶/۱۳^{b}	۱۱/۶۸^{bc}	۱۲/۲۷^{bc}	۷۸۱/۲۴^{b}
روی + منگنز	۳۳/۲۳^{b}	۴/۷۳^{b}	۱۵/۹۳^{b}	۱۲/۱۷^{b}	۱۲/۶۲^{bc}	۷۲۷/۲۱^{bc}
آهن + روی + منگنز	۴۰/۶۸^{a}	۶/۷۶^{a}	۲۵/۷۳^{a}	۱۵/۳۶^{a}	۱۴/۹۹^{a}	۸۵۷/۶۲^{a}

* – میانگین‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

ارتفاع بوته گیاه اسفرزه (*Plantago ovate* L.) تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به طور معنی‌داری افزایش یافت [۸]. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی گردید. لذا، فراهمی آهن سبب تحریک تولید کلروفیل در سلول‌های برگ می‌شود که نتیجه آن افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می‌باشد [۹]. ارتفاع بوته زیره سیاه تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [۱۸].

به نظر می‌رسد عنصر آهن از طریق تأثیر بر فتوسنتز گیاه و شرکت در فرآیند تثبیت نیتروژن توسط گیاه و نیز در ترکیب با آنزیم‌های نیترات و نیتریت ردوکتاز (به‌ترتیب در سیتوپلاسم و کلروپلاست) سبب افزایش ارتفاع بوته شده است [۴]. عنصر روی نیز با تأثیر بر بیوسنتز اکسین توانسته است در افزایش ارتفاع بوته نقش مؤثری داشته باشد [۲]. منگنز نیز با تأثیر بر آنزیم‌های دخیل در متابولیسم هیدرات‌های کربن، اسیدهای آمینه و نیز تولید کلروفیل، سبب افزایش ارتفاع بوته شده است [۱۲].

تعداد شاخه جانبی

تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه جانبی مربوط به محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز (۶/۷۶ عدد) بود و کمترین تعداد شاخه جانبی متعلق به تیمار شاهد (۳/۴۰ عدد) بود. همچنین بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، تیمار محلول‌پاشی توآم آهن، روی و منگنز برتری داشت و سایر تیمارهای محلول‌پاشی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

بررسی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی در گلرنگ نشان داد که تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر مذکور قرار گرفت و به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته به تیمار محلول‌پاشی آهن تعلق داشت که حاکی از تأثیر به‌سزای محلول‌پاشی آهن بر این ویژگی بود [۱۰].

تعداد انشعابات فرعی در گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن، به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی محلول‌پاشی با عنصر روی، تأثیر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشت [۲۱]. در تحقیقی با بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) مشاهده گردید که اثر آهن و روی بر تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار شد. دلیل چنین افزایشی در تعداد شاخه‌های فرعی چنین ذکر شده است که با مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی، فعالیت فتوسنتزی گیاه افزایش یافته و باعث توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخ و برگ می‌شود [۳].

آزمایشی به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) انجام شد. نتایج بیانگر این نکته بود که تعداد شاخه‌های فرعی تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر مذکور قرار گرفت و افزایش معنی‌داری نشان داد. چنین استنباط گردید که افزایش در ویژگی‌های رشدی گیاه همیشه بهار در اثر محلول‌پاشی با ریزمغذی‌ها می‌تواند به دلیل بهبود رشد سیستم ریشه‌ای گیاه و به تبع آن جذب بیشتر و بهتر آب و مواد غذایی باشد. به‌علاوه عناصر ریزمغذی، آنزیم‌های دخیل در سنتز کلروفیل (نظیر کاتالاز، پراکسیداز، الکل دهیدروژناز، کربنیک دهیدروژناز، تریپتوفان سنتتاز و غیره) را فعال نموده و از این طریق، سبب تحریک رشد رویشی گیاه شده‌اند [۲۷].

تعداد غلاف در بوته

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۵/۷۳ عدد) از محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز به‌دست آمد و کمترین تعداد غلاف در بوته (۹/۹۳ عدد) مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین در بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، تیمار محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز برتری داشت و بقیه تیمارهای محلول‌پاشی، در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و بُر در گیاه سیاهدانه، تعداد کپسول در بوته را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد کپسول در بوته به محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی و کمترین میزان آن به تیمار شاهد تعلق داشت [۹]. بررسی تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک نشان داد که تعداد کپسول بارور در هر بوته تحت تأثیر محلول‌پاشی با ریزمغذی‌ها قرار گرفت و به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [۲۲]. محلول‌پاشی کلزا با سولفات روی سبب افزایش معنی‌داری در تعداد خورجین در بوته گردید. محلول‌پاشی سولفات روی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و افزایش تولید گل‌های بارور، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد خورجین را فراهم می‌کند [۲]. محلول‌پاشی روی و منگنز در گیاه کدوی تخم‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) سبب افزایش معنی‌دار عملکرد میوه گردید. چنین استدلال شد که افزایش فعالیت‌های هورمونی در میوه‌های در حال رشد در اثر محلول‌پاشی روی و منگنز سبب شد که مزوکارپ میوه نسبت به سایر اندام‌های گیاه به عنوان یک مقصد فیزیولوژیکی قوی‌تر عمل نماید و مواد فتوسنتزی را به طور کارآمدتر جذب کند [۲۵].

تعداد دانه در غلاف

تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها بیانگر این مطلب بود که بیشترین تعداد دانه در غلاف (۱۵/۳۶ عدد) مربوط به محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز بود و کمترین مقدار آن (۹/۴۶ عدد) مربوط به تیمار شاهد بود.

تیمارهای محلول‌پاشی روی، منگنز، آهن + روی و آهن + منگنز در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

بررسی تغذیه برگی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی‌سازی دانه‌های روغنی کلزا نشان داد که با افزایش غلظت روی، تعداد دانه در غلاف افزایش یافت و محلول‌پاشی آهن و روی موجب بهبود کیفیت و غنی‌سازی دانه‌ها شد [۱۱]. صفت تعداد دانه در غلاف در سویا تحت تأثیر محلول‌پاشی روی قرار گرفت و به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [۵]. بررسی محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشدی سویا نشان داد استفاده از کودهای حاوی روی حدوداً ۴ تا ۶ هفته پس از کاشت باعث افزایش تعداد دانه در غلاف گردید، درحالی‌که مقادیر مختلف محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر تعداد دانه در غلاف نداشته است. از آنجایی‌که رابطه بین تشعشع دریافتی با تولید ماده خشک خطی است [۱۷]، وزن خشک برگ نیز افزایش یافته و گیاه با پتانسیل بالقوه بالاتری وارد فاز زایشی می‌گردد و گیاه پتانسیل بالاتری برای تولید دانه از خود بروز می‌دهد [۱۵]. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در گیاه اسفرزه تعداد دانه در سنبله را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد [۸]. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) در گیاه کلزا تعداد دانه در خورجین را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. تغذیه گیاه با عنصر روی به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده باعث افزایش طول عمر آن و درنتیجه موجب افزایش گرده‌افشانی و درنهایت تعداد بیشتر دانه در خورجین می‌شود. همچنین، با توجه به نقش عناصر آهن و منگنز در انتقال الکترون و تولید کلروفیل، با افزایش سطح منگنز و آهن بر میزان سطح سبز افزوده شده که این امر منجر به افزایش فتوسنتز و تشکیل بیشتر تعداد دانه در خورجین می‌شود [۱۴].

وزن هزاردانه

تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی به‌طور معنی‌داری وزن هزاردانه را نسبت به شاهد افزایش دادند، به‌طوری‌که بیشترین (۱۴/۹۹ گرم) و کمترین (۱۰/۶۲ گرم) وزن هزاردانه به ترتیب در تیمارهای محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز و تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای محلول‌پاشی آهن، محلول‌پاشی روی، محلول‌پاشی منگنز، محلول‌پاشی آهن + منگنز و محلول‌پاشی روی + منگنز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

در آزمایشی وزن هزاردانه اسفرزه تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به نحوی که بیشترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی با منگنز بود و کمترین میزان از تیمار شاهد به‌دست آمد. محلول‌پاشی عناصر مذکور سبب افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و یا تسهیم بهتر مواد فتوسنتزی در دانه‌ها می‌گردد [۸]. در یک تحقیق، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی در گلرنگ سبب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. به نظر می‌رسد که آهن از طریق افزایش فعالیت فتوسنتزی و تولید مواد پروتئینی و کربوهیدرات‌ها در گیاه سبب افزایش وزن هزاردانه می‌شود. عناصر روی و بُر از طریق تأثیر بر فرآیند زایشی و کمک به ماده‌سازی و تولید کربوهیدرات و پروتئین دانه می‌توانند در افزایش وزن هزاردانه مؤثر باشند [۱۰]. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در گیاه کلزا سبب افزایش وزن هزاردانه نسبت به تیمار شاهد گردید. وجود روی در هورمون اکسین باعث رشد رویشی، شاخه‌بندی و فتوسنتز بیشتر و تولید دانه‌های زیادتر می‌شود و نیز وجود آهن در کلروفیل و تأثیر آن بر میزان فتوسنتز و تثبیت

دی‌اکسیدکربن و تولید نشاسته و قند و ذخیره‌سازی آن در دانه موجب افزوده شدن وزن هزار دانه شده است [۱۴]. محلول‌پاشی سولفات روی سبب افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه کلزا گردید. افزایش وزن هزاردانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع بود که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه گردید [۲].

عملکرد دانه

تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۸۵۷/۶۲ کیلوگرم در هکتار) از محلول‌پاشی توأم آهن، روی و منگنز و کمترین میزان (۵۵۸/۳۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۲). بین تیمارهای محلول‌پاشی آهن، محلول‌پاشی روی، محلول‌پاشی آهن + روی، محلول‌پاشی آهن + منگنز و محلول‌پاشی روی + منگنز از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین تیمارهای محلول‌پاشی منگنز و محلول‌پاشی روی + منگنز با همدیگر اختلاف آماری نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون نشان داد که محلول‌پاشی آهن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید و این افزایش با محلول‌پاشی روی، بیشتر شد. تحرک اندوخته‌های ساقه که شامل تولیدات مازاد مربوط به فتوسنتز قبل از مرحله پر شدن دانه است، تا اندازه زیادی در عملکرد دانه سهیم است. در صورت افزودن عناصر غذایی به خاک، معمولاً تعداد مقصدهای فیزیولوژیکی برای ماده خشک در اندام‌های رویشی و زایشی افزایش می‌یابد [۳]. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی بر عملکرد دانه گلرنگ بسیار معنی‌دار بود. لذا آهن با تأثیر بر فتوسنتز، باعث افزایش کربوهیدرات‌ها می‌شود و از آنجایی‌که نهایتاً ذخیره این مواد در دانه صورت می‌گیرد، می‌توان اظهار نمود که محلول‌پاشی آهن سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود [۱۰].

عملکرد دانه شنبلیله تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. دلیل چنین افزایشی به جذب مستقیم این عنصر از طریق برگ‌ها نسبت داده شده است [۱۶]. در یک ارزیابی، عملکرد بذر در گیاه اسفرزه به شدت تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی قرار گرفت و به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. دلیل این افزایش، بهبود رشد گیاه، بهبود پدیده فتوسنتز و تنفس و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در اثر محلول‌پاشی با عناصر مذکور ذکر گردید [۲۶]. عملکرد دانه کدوی تخم کاغذی تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر روی و منگنز به طور معنی‌داری افزایش یافت. دلیل این افزایش، تجمع بیشتر ماده خشک تولیدی در بذور ذکر شد. به عبارت دیگر، عناصر ریزمغذی میزان فتوسنتز را افزایش داده و با افزایش دوام سطح برگ، متعاقباً عملکرد دانه نیز افزایش یافت [۲۵].

باتوجه به اینکه تعداد غلاف در بوته و نیز تعداد دانه در غلاف، از اجزای مهم عملکردی شنبلیله می‌باشند و این دو عامل در اثر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی افزایش یافتند، لذا می‌توان دلیل افزایش عملکرد دانه را افزایش اجزای مذکور ذکر کرد. از طرف دیگر، در اثر افزایش فتوسنتز به دنبال کاربرد ریزمغذی‌ها، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شده و به سمت دانه‌ها که مهمترین مقصد فیزیولوژیکی در گیاه به شمار می روند، سرازیر شده است و این عاملی در افزایش عملکرد دانه بوده است.

نتیجه‌گیری

به‌کارگیری عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به صورت همزمان سبب افزایش رشد رویشی شنبلیله گردید و

به‌دنبال گذر از مرحله رویشی، گیاه با اندوخته غذایی کافی وارد فاز زایشی شد، لذا تعداد غلاف و نیز تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. از طرف دیگر، عناصر مذکور سبب شکل‌گیری بهتر دانه‌ها گردید. به دلیل اینکه مواد اندوخته‌ای گیاه در مرحله پر شدن دانه‌ها به سمت این مقاصد فیزیولوژیکی سرازیر می‌شوند، لذا وزن هزاردانه افزایش یافت. با جمع‌بندی مطالب مطرح شده و باتوجه به این‌که صفات یاد شده از اجزای مهم عملکردی شنبلیله می‌باشد، می‌توان گفت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی مورد آزمایش، عملکرد گیاه را نسبت به شاهد بهبود می‌بخشد.

منابع

۱. امیدبیگی ر (۱۳۸۴) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۴۳۸ ص.

۲. امیدیان ا، سیادت ع، ناصری ر و مرادی م (۱۳۹۱) اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۲۸-۱۶.

۳. پیرزاد ع، طوسی پ و درویش‌زاده ر (۱۳۹۲) اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون. علوم زراعی ایران. ۱۵: ۲۳-۱۲.

۴. پیشاور م، سروش‌زاده ع و قناتی ف (۱۳۸۹) تأثیر مصرف خاکی و محلول‌پاشی آهن بر روی برخی از خصوصیات کیفی دانه گیاه بادام‌زمینی (*Arachis hypogeae* L.). زیست‌شناسی گیاهی. ۲(۵): ۵۰-۳۷.

۵. جامسون م، گالشی س، پهلوانی م و زینلی ا (۱۳۸۸) بررسی اثر محلول‌پاشی روی (Zn) بر عملکرد و خواص کیفی دانه دو رقم سویا در کشت تابستانه. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۶(۱): ۲۸-۱۷.

۶. حسن‌زاده ا، رضازاده ش، شمسا ف، دولت‌آبادی ر و زرین‌قلم ج (۱۳۸۹) مروری بر خواص درمانی و فیتوشیمیایی شنبلیله. گیاهان دارویی. ۳۴: ۱۷-۱.

۷. خلیلی محله ج و رشدی م (۱۳۸۷) بررسی اثرات محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای ۷۰۴. علوم کشاورزی. ۱۳(۲): ۲۲-۱۴.

۸. رمرودی م، کیخاژاله م، گلوی م، ثقه‌الاسلامی م و برادران ر (۱۳۹۰) اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۳(۲): ۲۲۶-۲۱۹.

۹. شعبان‌زاده ش و گلوی م (۱۳۹۰) تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و دور آبیاری بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد سیاه دانه(*Nigella sativa* L.). تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۴(۱): ۹-۱.

۱۰. کمرکی ح و گلوی م (۱۳۹۱) ارزیابی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بر و روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۴(۳): ۲۰۶-۲۰۱.

۱۱. مرشدی آ، رضایی ح، ملکوتی م ج، نقیبی ج و رضایی ح (۱۳۷۹) تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی‌سازی دانه‌های کلزا در بردسیر کرمان. خاک و آب. ۱۲(۱): 55-63.

۱۲. مصطفوی‌راد م، طهماسبی ز، سروستانی و و محمودی ر (۱۳۸۷) اثر عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بر عملکرد و برخی صفات زراعی سه رقم گندم. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۸۰: ۸-۲.

۱۳. موحدی دهنوی م و مدرس ثانوی ع (۱۳۸۵) اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بر

عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۲): ۳۰-۲۱.

۱۴. نصری م و خلعتبری م (۱۳۸۷) بررسی تأثیر غلظت محلول‌پاشی ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا(*Brassica napus* L.) در منطقه ورامین. دانش کشاورزی ایران. ۵(۲): ۲۱۳-۱۹۷.

15. Banks LW (2004) Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 22(116): 226-231.

16. Chibba I, Nayyar V and Kanwar J (2007) Influence of mode and source of applied iron on fenugreek (*Trigonella corniculata* L.) in a typic ustochrept in Punjub, India. International Journal of Agriculture and Biology. 9(2): 254-256.

17. Cumudini S, Hume D and Chu G (2001) Genetic improvement in short season soybean: I. Dry matter accumulation, Partitoning, and Leaf area duration. Crop Science. 41: 391-398.

18. Hendawy S, El-Sherbeny S, Hossein M, Khalid Kh and Ghazal G (2012) Response of two species of black cumin to foliar spray treatment. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 6(10): 636-642.

19. Leilah A, Badawi M, Moursy E and Attia A (1990) Response of soybean plants to foliar application of zinc different levels of nitrogen. Journal of Agricultural Science. 13: 556-563.

20. Ravi S, Channal HT, Hebsur NS, Patil BN and Dharmatti P (2008) Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). Karnataka Journal Agriculture Science. 32: 382-385.

21. Said-Al Ahl HA and Mahmoud A (2010) Effect of zinc and iron foliar application on growth and essential oil sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Journal of Applied Sciences. 3(1): 97-111.

22. Salamatbakhsh MR, Tobe A and Taherifard E (2012) Effects of foliar application of micronutrients on yield and yield components of castor bean (*Ricinus communis* L.) varieties. European Journal of Experimental Biology. 2(4): 975-979.

23. Sangale PB, Palil GD and Daftardar SY (1998) Effect of foliar application of zinc, iron and boron on yield of safflower. Journal of Maharashtra Agriculture University. 6(1): 65-66.

24. Shirani Rad AH, Kavandi H and Bitarafan Z (2011) Plant density and folair application of Zn and Fe effects on some quantitative and qualitative traits of german chamomile. International Journal of Science and Advanced Technology. 1(10): 59-64.

25. Yousefi M and Zandi P (2012) Effects of foliar application of zinc and manganese on yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under two irrigation patterns. Journal of Polish Agricultural Universities. 15(4): 1505-1513.

26. Zehtab-Salmasi S, Behrouznejhad S and Gassemi-Golezani K (2012) Effects of foliar application of Fe and Zn on seed yield and mucilage content of Psullium at different stages of maturity. International Journal of Environmental Sciences. 3(2): 63-65.

27. Zika A (2013) Effect of micronutrient application and application time on growth traits and increasing yield of *Calendula officinalis* L. Journal of Soil and Water. 2(1): 56-62.