



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

صفحه‌های ۶۹-۷۸

## تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سنبليله

پیمان محمدزاده توتونچی<sup>۱</sup> و رضا امیرنیا<sup>۲\*</sup>

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

۲. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۳۰

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سنبليله، 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، محلول پاشی 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 محلول پاشی شدند. نتایج نشان داد که بین محلول پاشی عناصر ریزمغذی و شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود داشت. در بین تیمارها، بیشترین ارتفاع بوته (۴۰/۶۸ سانتی متر)، 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 محلول پاشی آهن + روی + منگنز بود. لذا محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز سبب بهبود خصوصیات رشدی و عملکردی سنبليله می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ریزمغذی، سنبليله، صفات ظاهری، عملکرد، محلول پاشی

## 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 شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی است علفی یکساله، پایا، کرکدار و متعلق به خانواده حبوبات<sup>۱</sup> 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، می‌تواند 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، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه از تیمار آهن و بیشترین بارور در بوته و درصد پروتئین از تیمار روی و بیشترین درصد روغن از تیمار ترکیبی روی و آهن به دست 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، به طور 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، به خصوص 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].

بدین ترتیب، نظر به اهمیت عناصر کم مصرف در بهبود

1 Fabaceae

به زراعی کشاورزی

## تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سنبله

استان آذربایجان غربی (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.

عملکرد محصولات زراعی و حفظ محیط زیست، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی محلول پاشی عناصر آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سنبله می باشد.

## مواد و روشها

تحقیق حاضر در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی

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

نیترژن کل (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	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

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 آماده سازی زمین به خاک اضافه گردید. جهت دستیابی به تراکم گیاهی ۴۰ بوته در مترمربع، پس از استقرار گیاهچه ها عمل تنک کاری در مرحله سه تا چهار برگی شدن گیاهچه ها صورت گرفت. محلول پاشی طی دو مرحله انجام شد. محلول پاشی اول در مرحله به ساقه رفتن (هشت تا ۱۰ برگی شدن بوته ها) و محلول پاشی دوم ۱۵ روز پس از محلول پاشی اول صورت گرفت. زمان محلول پاشی اوایل صبح و پیش از طلوع آفتاب انتخاب گردید تا حتی الامکان از اثرات نامطلوب نور خورشید جلوگیری به عمل آید. بعد

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، محلول پاشی آهن، روی، منگنز، آهن + روی، آهن + منگنز، روی + منگنز و آهن + روی + منگنز بود. محلول پاشی هر یک از عناصر کم مصرف با غلظت سه در هزار از منبع سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز با استفاده از سم پاش پشتی بعد از کالیبره کردن با فشار یک اتمسفر انجام شد [۳]. ابعاد هر کرت ۳ × ۴ مترمربع در نظر گرفته شد و هر کرت شامل ۱۰ ردیف کاشت بود. فاصله بین ردیف های کاشت ۳۵ و فاصله بوته ها روی ردیف ۱۲ سانتی متر در نظر 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 می گردد. بذور قبل از کاشت با باکتری رایزوبیوم تلقیح شدند. عمق کاشت بذر ۱-۲ سانتی متر بود. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری های بعدی برحسب

## به زراعی کشاورزی

در زمان رسیدگی کامل گیاه به منظور تعیین عملکرد دانه پس از حذف اثر حاشیه، بوته‌ها از وسط کرت که فضای عملکرد (دو مترمربع) در نظر 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).

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 در نظر گرفته شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه (زمانی که 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.

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

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	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 به ترتیب 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).

به‌زرای کشاورزی

تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شبلیله

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شبلیله

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 <sup>c</sup>	۳/۴۰ <sup>c</sup>	۹/۹۳ <sup>c</sup>	۹/۴۶ <sup>d</sup>	۱۰/۶۲ <sup>d</sup>	۵۵۸/۳۴ <sup>d</sup>
آهن	۳۱/۹۰ <sup>b</sup>	۴/۳۶ <sup>b</sup>	۱۵/۳۶ <sup>b</sup>	۱۲/۰۱ <sup>b</sup>	۱۲/۳۵ <sup>bc</sup>	۷۴۹/۷۸ <sup>b</sup>
روی	۳۳/۲۳ <sup>b</sup>	۴/۶۳ <sup>b</sup>	۱۸/۵۶ <sup>b</sup>	۱۱/۷۵ <sup>bc</sup>	۱۲/۵۱ <sup>bc</sup>	۷۵۱/۹۶ <sup>b</sup>
منگنز	۳۳/۲۱ <sup>b</sup>	۴/۷۰ <sup>b</sup>	۱۵/۸۳ <sup>b</sup>	۱۰/۱۱ <sup>cd</sup>	۱۱/۸۴ <sup>c</sup>	۶۷۳/۳۱ <sup>c</sup>
آهن + روی	۳۲/۱۲ <sup>b</sup>	۴/۵۰ <sup>b</sup>	۱۵/۲۳ <sup>b</sup>	۱۱/۳۴ <sup>bc</sup>	۱۳/۲۳ <sup>b</sup>	۷۳۸/۲۳ <sup>b</sup>
آهن + منگنز	۳۲/۶۶ <sup>b</sup>	۴/۶۰ <sup>b</sup>	۱۶/۱۳ <sup>b</sup>	۱۱/۶۸ <sup>bc</sup>	۱۲/۲۷ <sup>bc</sup>	۷۸۱/۲۴ <sup>b</sup>
روی + منگنز	۳۳/۲۳ <sup>b</sup>	۴/۷۳ <sup>b</sup>	۱۵/۹۳ <sup>b</sup>	۱۲/۱۷ <sup>b</sup>	۱۲/۶۲ <sup>bc</sup>	۷۲۷/۲۱ <sup>bc</sup>
آهن + روی + منگنز	۴۰/۶۸ <sup>a</sup>	۶/۷۶ <sup>a</sup>	۲۵/۷۳ <sup>a</sup>	۱۵/۳۶ <sup>a</sup>	۱۴/۹۹ <sup>a</sup>	۸۵۷/۶۲ <sup>a</sup>

\* میانگین های دارای حرف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند.

اسیدهای آمینه و نیز تولید کلروفیل، سبب افزایش ارتفاع بوته شده است [۱۲].

#### تعداد شاخه جانبی

تعداد شاخه های جانبی در گیاه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه جانبی مربوط به محلول پاشی 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 محلول پاشی، تیمار محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز برتری داشت و سایر تیمارهای محلول پاشی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

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

ارتفاع بوته گیاه اسفرزه (*Plantago ovate* L.) تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به طور معنی داری افزایش یافت [۸]. محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) سبب افزایش معنی دار ارتفاع بوته نسبت به شرایط عدم محلول پاشی گردید. لذا، فراهمی آهن سبب تحریک تولید کلروفیل در سلول های برگ می شود که نتیجه آن افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می باشد [۹]. ارتفاع بوته زیره سیاه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به طور معنی داری افزایش یافت [۱۸].

به نظر می رسد عنصر آهن از طریق تأثیر بر فتوسنتز گیاه و شرکت در فرآیند تثبیت نیتروژن توسط گیاه و نیز در ترکیب با آنزیم های نیترات و نیتريت ردوکتاز (به ترتیب در سیتوپلاسم و کلروپلاست) سبب افزایش ارتفاع بوته شده است [۴]. عنصر روی نیز با تأثیر بر بیوستز اکسین توانسته است در افزایش ارتفاع بوته نقش مؤثری داشته باشد [۲]. منگنز نیز با تأثیر بر آنزیم های دخیل در متابولیسم هیدرات های کربن،

شاهد بود. همچنین در بین تیمارهای مختلف محلول پاشی، تیمار محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز برتری داشت و بقیه تیمارهای محلول پاشی، در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و بُر در گیاه سیاهدانه، تعداد کپسول در بوته را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار داد، به طوری که بیشترین تعداد کپسول در بوته به محلول پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی و کمترین میزان آن به تیمار شاهد تعلق داشت [۹]. بررسی تأثیر محلول پاشی ریزمغذی ها بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک نشان داد که تعداد کپسول بارور در هر بوته تحت تأثیر محلول پاشی با ریزمغذی ها قرار گرفت و به طور معنی داری افزایش یافت [۲۲]. محلول پاشی کلزا با سولفات روی سبب افزایش معنی داری در تعداد خورجین در بوته گردید. محلول پاشی سولفات روی با افزایش تعداد شاخه های جانبی و افزایش تولید گل های بارور، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد خورجین را فراهم می کند [۲]. محلول پاشی روی و منگنز در گیاه کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) سبب افزایش معنی دار عملکرد میوه گردید. چنین استدلال شد که افزایش فعالیت های هورمونی در میوه های در حال رشد در اثر محلول پاشی روی و منگنز سبب شد که مزوکارپ میوه نسبت به سایر اندام های گیاه به عنوان یک مقصد فیزیولوژیکی قوی تر عمل نماید و مواد فتوسنتزی را به طور کارآمدتر جذب کند [۲۵].

#### تعداد دانه در غلاف

تأثیر محلول پاشی ریزمغذی ها بر تعداد دانه در غلاف معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ها بیانگر این مطلب بود که بیشترین تعداد دانه در غلاف (۱۵/۳۶ عدد) مربوط به محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز بود و کمترین مقدار آن (۹/۴۶ عدد) مربوط به تیمار شاهد بود.

تعداد انشعابات فرعی در گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر محلول پاشی آهن، به طور معنی داری افزایش یافت ولی محلول پاشی با عنصر روی، تأثیر معنی داری بر صفت مذکور نداشت [۲۱]. در تحقیقی با بررسی اثر محلول پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) مشاهده گردید که اثر آهن و روی بر تعداد شاخه های فرعی معنی دار شد. دلیل چنین افزایشی در تعداد شاخه های 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 می شود [۳].

آزمایشی به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) انجام شد. نتایج بیانگر این نکته بود که تعداد شاخه های فرعی تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر مذکور قرار گرفت و افزایش معنی داری نشان داد. چنین استنباط گردید که افزایش در ویژگی های رشدی گیاه همیشه بهار در اثر محلول پاشی با ریزمغذی ها می تواند به دلیل بهبود رشد سیستم ریشه ای گیاه و به تبع آن جذب بیشتر و بهتر آب و مواد غذایی باشد. به علاوه عناصر ریزمغذی، آنزیم های دخیل در سنتز کلروفیل (نظیر کاتالاز، پراکسیداز، الکل دهیدروژناز، کربنیک دهیدروژناز، تربیتوفان سنتتاز و غیره) را فعال نموده و از این طریق، سبب تحریک رشد رویشی گیاه شده اند [۲۷].

#### تعداد غلاف در بوته

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر محلول پاشی ریزمغذی ها بر تعداد غلاف در بوته معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۵/۷۳ عدد) از محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز به دست آمد و کمترین تعداد غلاف در بوته (۹/۹۳ عدد) مربوط به تیمار

تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سنبله

### وزن هزاردانه

تیمارهای محلول پاشی با عناصر ریزمغذی به طور معنی داری وزن هزاردانه را نسبت به شاهد افزایش دادند، به طوری که بیشترین (۱۴/۹۹ گرم) و کمترین (۱۰/۶۲ گرم) وزن هزاردانه به ترتیب در تیمارهای محلول پاشی توأم آهن، روی و منگنز و تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای محلول پاشی آهن، محلول پاشی روی، محلول پاشی منگنز، محلول پاشی آهن + منگنز و محلول پاشی روی + منگنز تفاوت معنی داری از لحاظ آماری وجود نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

در آزمایشی وزن هزاردانه اسفرزه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز به طور معنی داری افزایش یافت، به نحوی که بیشترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار محلول پاشی با منگنز بود و کمترین میزان از تیمار شاهد به دست آمد. محلول پاشی عناصر مذکور سبب افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و یا تسهیم بهتر مواد فتوسنتزی در دانه‌ها می‌گردد [۸]. در یک تحقیق، محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی در گلرنگ سبب افزایش معنی دار 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]. محلول پاشی 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 زیاده‌تر می‌شود و نیز وجود آهن در کلروفیل و تأثیر آن بر میزان فتوسنتز و تثبیت

تیمارهای محلول پاشی 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 محلول پاشی آهن و روی موجب بهبود کیفیت و غنی‌سازی دانه‌ها شد [۱۱]. صفت تعداد دانه در غلاف در سویا تحت تأثیر محلول پاشی روی قرار گرفت و به طور معنی داری افزایش یافت [۵]. بررسی محلول پاشی 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، در حالی که مقادیر مختلف محلول پاشی تأثیر معنی داری از لحاظ آماری بر تعداد دانه در غلاف نداشتند است. از آنجایی که 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]. محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در گیاه اسفرزه تعداد دانه در سنبله را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری افزایش داد [۸]. محلول پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) در گیاه کلزا تعداد دانه در خورجین را به طور معنی داری افزایش داد. تغذیه گیاه با عنصر روی به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه کرده باعث افزایش طول عمر آن و در نتیجه موجب افزایش گرده‌افشانی و در نهایت 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].

به زراعی کشاورزی

فتوستنتز، باعث افزایش کربوهیدرات‌ها می‌شود و از آنجایی که 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 فتوستنتز 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 به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. دلیل این افزایش، تجمع بیشتر ماده خشک تولیدی در بذور ذکر شد. به عبارت دیگر، عناصر ریزمغذی میزان فتوستنتز 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 فتوستنتز به دنبال کاربرد ریزمغذی‌ها، مواد فتوستنتزی بیشتری تولید شده و به سمت دانه‌ها که مهمترین مقصد فیزیولوژیکی در گیاه به شمار می‌روند، 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

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 منیع 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 فتوستنتز 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



## تأثیر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد شبلیله

زرین قلم ج (۱۳۸۹) مروری بر خواص درمانی و فیتوشیمیایی شبلیله گیاهان دارویی. ۳۴: ۱۷-۱.

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

۸. مرودی م، کیخاژاله م، گلری م، نقه‌الاسلامی م و برادران ر (۱۳۹۰) اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate L.*) بوم‌شناسی کشاورزی. ۲(۲): ۲۲۶-۲۱۹.

۹. شعبان‌زاده ش و گلری م (۱۳۹۰) تأثیر محلول پاشی 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 گلری م (۱۳۹۱) ارزیابی محلول پاشی 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 محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی‌سازی دانه‌های کلزا در بردسیر کرمان. خاک و آب. ۱۲(۱): ۵۵-۶۳.

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 محلول پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بر

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 شبلیله می‌باشد، می‌توان گفت محلول پاشی عناصر ریزمغذی مورد آزمایش، عملکرد گیاه را نسبت به شاهد بهبود می‌بخشد.

## منابع

۱. امیدبگی 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 محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۲۸-۱۶.
۳. پیرزادع، طوسی پ و درویش‌زاده ر (۱۳۹۲) اثر محلول پاشی 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 محلول پاشی آهن بر روی برخی از خصوصیات کیفی دانه گیاه بادام‌زمینی (*Arachis hypogaeae L.*) زیست‌شناسی گیاهی. ۲(۵): ۵۰-۳۷.
۵. جامسون م، گالشی س، پهلوانی م و زینلی ا (۱۳۸۸) بررسی اثر محلول پاشی 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

## به‌زراعی کشاورزی

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 foliar 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.
- عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۲): ۲۱-۳۰.
۱۴. نصری م و خلعتبری م (۱۳۸۷) بررسی تأثیر غلظت محلول پاشی ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه ورامین. دانش کشاورزی ایران. ۵(۲): ۱۹۷-۲۱۳.
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 typical ustochrept in Punjab, 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, Partioning, 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.