دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره اول، شماره سوم، پاییز ۹۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

مطالعه تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی

یعقوب یزدانی چم حیدری[۱]، محمود رمرودی[۲*]، محمدرضا اصغری‌پور[۲]
[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران
[۲] دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲۰

چکیده

برای بررسی تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت بذر زیره سبز تحت تنش خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تنش خشکی به عنوان عامل اصلی شامل فواصل آبیاری پنج، ۱۰ و ۱۵روز و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی آهن، روی و ترکیب آن‌ها بودند. نتایج نشان داد که افزایش تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه و عملکرد اسانس شد. محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، عملکرد بیولوژیک و دانه، درصد و عملکرد اسانس و شاخص برداشت تأثیر معنی‌دار داشت. بیشترین عملکرد دانه (۸۳۳/۸ کیلوگرم در هکتار) از محلول‌پاشی روی به دست آمد. برهم‌کنش محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی و تنش خشکی بر تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار دور پنج روز آبیاری و محلول‌پاشی عنصر روی حاصل گردید.

***واژه‌های کلیدی*: درصد اسانس، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عناصر ریزمغذی، وزن هزار دانه**

*نویسنده مسئول: mramroudi42@uoz.ac.ir

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مقدمه

گیاهان دارویی، گیاهانی هستند که برخی از اندام‌های آن‌ها حاوی مواد مؤثره و خواص دارویی است. این گیاهان، از لحاظ پیشگیری بیماری و درمان و هم در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع اهمیت خاصی دارند (Fayyaz *et al.,* 2011). گرایش به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به طور مداوم در جهان رو به افزایش است. به‌گونه‌ای که قرن بیستم، قرن بازگشت به طبیعت و استفاده از داروهای گیاهی نام نهاده شد (Carruba *et al*., 2002).

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) از خانواده چتریان، یکی از محصولات مهم صادراتی است که با توجه به شرایط خاص اکولوژیکی مورد نیاز برای کشت آن، در مناطق محدودی از جهان تولید می‌شود. زیره سبز، یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی اهلی در کشور شناخته شده است. در حال حاضر، این گیاه در استان‌های خراسان، آذربایجان شرقی، یزد، سمنان، اصفهان و بخش‌هایی از استان گلستان و کرمان کشت می‌گردد و سال به سال بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می‌شود (Kafi *et al.,* 2002). در شرایطی که pH خاک بالا بوده و جذب مواد غذایی از طریق ریشه امکان‌پذیر نباشد، استفاده از روش محلول‌پاشی و جذب برگی عناصر غذایی در تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه، اهمیت بسیاری دارد. از سوی دیگر، استفاده از این روش باعث می‌شود که آلودگی‌های زیست محیطی و آلودگی آب‌های زیرزمینی به حداقل برسد (Soleimani *et al.,* 2011).

رشد و نمو گیاهان علاوه بر فراهمی عناصر پرمصرف، به فراهمی عناصر کم‌مصرف هم نیازمند است. با توجه به نقش عنصر روی در فعالیت‌های آنزیمی و اهمیت آهن در تشکیل کلروفیل، عرضه این عناصر از طریق محلول‌پاشی می‌تواند در کیفیت و کمیت تولید محصولات تأثیر به‌سزایی داشته باشد (Tadayon and Raeisi, 2008). مصرف ریزمغذی‌ها، مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری را افزایش می‌دهد و عناصر ریزمغذی آهن و روی تأثیر زیادی در کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی دارند (Babaeian *et al.,* 2010). با کاهش میزان رطوبت خاک، تحرک عناصر روی و آهن در خاک کاهش یافته، با توجه به محدودیت رشد ریشه، گیاه به طور فزاینده‌ای با کمبود این عناصر مواجه می‌شود (Sheshbahreh and Movahhedi, 2012). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی نعناع فلفلی به دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه و تشدید فتوسنتز موجب افزایش عملکرد وزن خشک گیاه شد (Heidari *et al.,* 2008).

بروز تنش کم‌آبی در مراحل مختلف نموی، به‌ویژه در مرحله زایشی به علت کاهش طول دورهٔ فتوسنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه است که این امر ناشی از پیری زودرس برگ‌ها و کاهش سطح برگ و نیز کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه بوده و موجب کاهش عملکرد به سبب کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (Ramroudi *et al.,* 2011). خشکی، فتوسنتز

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

گیاهان را محدود می‌کند که تغییر در مقدار کلروفیل و خسارت به سیستم فتوسنتزی از پیامدهای آن است (Nayyar and Gupta, 2006). افزون بر این، خشکی فعالیت‌های فتوشیمیایی را محدود می‌کند و فعالیت آنزیم‌ها در سیکل کالوین را کاهش می‌دهد (Monakhova and Chernyadev, 2002).

به‌دلیل اهمیت عناصر ریز مغذی در عملکرد محصولات زراعی و حفظ محیط زیست و اهمیتی که در تولید زیره سبز دارد، این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر عناصر ریز مغذی آهن و روی در شرایط تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در سیستان در خاک شنی لومی اجرا گردید. شهر زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۹۸/۲ متر از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان از نظر آب و هوا، زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک دارد. متوسط بارندگی در آن، ۵۸/۹ میلی متر در سال و متوسط دمای سالانه آن ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. میزان سالانه تبخیر در آن ۴۸۶۵ میلی‌متر است که بیش از ۷۸ برابر بارندگی سالانه منطقه می‌باشد.

آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی شامل: فواصل آبیاری پنج، ۱۰ و ۱۵ روزه که اعمال تنش پس از استقرار کامل و در مرحله شش برگی انجام گرفت و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل: عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی آهن (با غلظت چهار گرم در لیتر)، محلول‌پاشی روی (سولفات روی با غلظت دو گرم در لیتر) و ترکیب آهن و روی (با غلظت چهار گرم در لیتر برای آهن و دو گرم در لیتر برای روی) انجام شد. محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی به‌صورت محلول‌پاشی برگی دو بار در فصل، بعد از مرحله هفت تا ۱۰ برگی (حدود ۳۵ روز بعد از جوانه‌زنی) و آغاز مرحله زایشی گیاهان اعمال گردید.

هر کرت آزمایشی دارای چهار ردیف به طول چهار متر بود و فواصل بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف کاشت شش سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از پاییز به خاک کود دامی (۲۰ تن در هکتار) داده و شخم عمیق زده شد. در آبان‌ماه با دیسک و ماله خاک نرم و تسطیح گردید. کاشت در اواخر آبان ماه انجام شد. در دوره داشت عمل تنک کردن (چهار تا شش برگی)، بر اساس نیاز گیاه و به صورت دستی با علف‌های هرز مبارزه شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از هر کرت آزمایشی پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و دانه مساحت ۰/۵ مترمربع از وسط هر کرت با حذف اثر حاشیه برداشت گردید. برای استخراج اسانس، از روش تقطیر آب (دستگاه کلونجر) استفاده شد و عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS9.1 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت. رسم نمودار با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته به ترتیب از دور آبیاری پنج و ۱۵ روز آبیاری به دست آمد (جدول ۲). در شرایط تنش خشکی، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد همین این امر به کاهش ارتفاع بوته می‌انجامد.

جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه، شاخص برداشت، درصد و عملکرد اسانس زیره سبز تحت تأثیر دورآبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی مناب	ارتفاع بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار		۲۵/۸	۸/۴۰	۵۵۱۱/۰	۰/۰۲	۲۱۱۷/۶	۳۴۵۶/۴	۳/۴۷	۰/۰۰۵	۰/۰۲
دورآبیاری(I)	۲	۳۴/۴**	۹۰/۹**	۳۱۳/۳	۱/۸۳**	۱۷۵۰۴/۷**	۳۹۶۸۶/۸**	۴۱/۹۷**	۳/۰۰۶**	۱/۳۱**
خطای a	۲	۰/۷	۲/۴۰	۶۰۳۷/۱	۰/۰۲	۹۸۷/۰۴	۴۳۶/۵	۰/۴۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
محلول‌پاشی(M)	۴	۱۰/۴**	۱۲/۶*	۱۶۶۸/۰**	۰/۰۱	۹۵۳۴۴/۰**	۹۶۳۶/۳**	۱۵/۸۴**	۰/۰۳۳**	۰/۰۸**
M×I	۳	۱/۷	۳/۰۹	۵۸۳/۵*	۰/۰۶*	۱۰۶۳۳/۹**	۱۰۰۹/۰	۳/۹۴	۰/۰۰۶	۰/۰۱*
خطای b	۶	۱/۱۸	۴/۴۰	۱۷۵/۶	۰/۰۱	۲۰۹/۷	۱۶۹/۹	۲/۹۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹
ضریب‌تغییرات(درصد)		۴/۳۲	۱۶/۳۰	۱۴/۱۶	۴/۹۵	۱/۸۲	۵/۰۹	۵/۳۲	۳/۵۴	۷/۳۲

**و* به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

ارتفاع بوته تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته از تلفیق محلول‌پاشی عناصر آهن و روی حاصل شد که با سایر تیمارهای محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در مقایسه با شاهد حدود ۱۱درصد افزایش داشت (جدول ۲). به گزارش تدین و رئیسی (Tadayon and Raeisi, 2008)، مصرف توأم آهن و روی باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شود که با توجه به اهمیت عنصر روی در فعالیت‌های آنزیمی و شرکت آهن در تشکیل کلروفیل، عکس‌العمل مثبت گیاه به عناصر آهن و روی دور از انتظار نیست. برهم‌کنش دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱).

تعداد چتر در بوته: تعداد چتر در بوته تحت تأثیر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش شدت تنش از تعداد چتر در بوته کاسته شد. به طوری که کمترین و بیشترین تعداد چتر با مقادیر ۲۳/۷۲ و ۲۷/۰۸ در بوته به ترتیب از دور ۱۵ و پنج روز آبیاری به دست آمد (جدول ۲). کافی و کشمیری (Kafi and Keshmiri, 2011) در مطالعه خود روی گیاه زیره سبز بیان کردند که در شرایط تنش خشکی تعداد چتر در بوته کاهش می‌یابد. با اعمال تنش خشکی روی اسفرزه تعداد سنبله در بوته کاهش یافت (Ramroudi *et al.*, 2011). کاهش آب مورد نیاز گیاه اگر در مرحله زایشی باشد، به دلیل اختلال در عمل گرده‌افشانی و کوتاه شدن زمان آن موجب کاهش تعداد سنبله و دانه می‌شود (Patra *et al.*, 1999). با اعمال تنش خشکی تعداد چتر کاهش می‌یابد. این کاهش به دلیل ریزش گل و سقط دانه‌های تازه تشکیل شده است که باعث کاهش تعداد چتر و دانه می‌شود (Alizadeh *et al.*, 2004). گزارش رضوانی مقدم و نوروزپور (Rezvani Moghaddam and Nourouzpourn, 2005)، نتایج مشابهی در سیاه دانه مبنی بر کاهش تعداد چتر در بوته با افزایش شدت تنش را نشان می‌دهد.

تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر تعداد چتر در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد چتر در بوته از محلول‌پاشی آهن حاصل شد که در مقایسه با شاهد حدود ۲۲/۰ درصد افزایش داشت (جدول ۲). عنصر آهن از طریق پنجه‌زنی مطلوب و تشکیل آغازه‌های برگ، باعث افزایش تعداد سنبله در غلات می‌شود (Ebrahimi and Hassanpour, 2002). برهم‌کنش دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر تعداد چتر در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۲- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه، شاخص برداشت، درصد و عملکرد اسانس زیره سبز تحت تأثیر دورآبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
دور آبیاری (روز)							
۵	۲۷/۰۸a	۱۶/۰۸a	۹۶/۵۰a	۸۷۳/۷۵a	۳۴/۳۸b	۱/۱۲c	۰/۹۸c
۱۰	۲۴/۵۸b	۱۱/۳۳b	۹۳/۳۶a	۷۸۵/۸۳b	۳۰/۸۲b	۱/۸۸b	۱/۴۴b
۱۵	۲۳/۷۲b	۱۱/۰۹b	۹۰/۸۳a	۷۶۶/۰۰c	۳۱/۶۰b	۲/۱۱a	۱/۶۶a
محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها							
Fe	۲۵/۱۱a	۱۴/۵۵a	۹۰/۷۷a	۸۲۱/۲۲a	۳۳/۳۸b	۱/۷۲a	۱/۳۹a
Zn	۲۵/۶۶a	۱۲/۱۱b	۸۸/۱۱a	۸۳۳/۷۸a	۳۱/۳۶b	۱/۷۵a	۱/۴۴a
Fe +Zn	۲۶/۲۲a	۱۲/۸۸ab	۱۰۰/۶۶a	۸۲۰/۱۱a	۳۳/۴۲a	۱/۷۲a	۱/۳۹a
Control	۲۳/۵۰b	۱۱/۸۷b	۶۴/۶۲b	۷۵۵/۶۳b	۳۰/۹۰b	۱/۵۴b	۱/۱۶b

*میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.

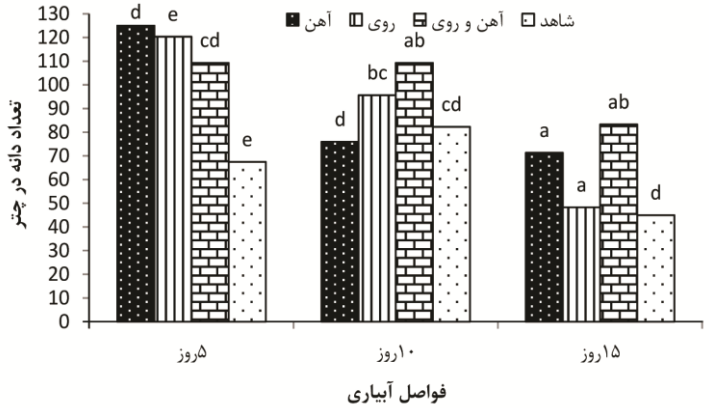
تعداد دانه در چتر: تعداد دانه در چتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت (جدول ۱). با وجود این، تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در چتر گردید (جدول ۲). به گزارش توکلی زینلی (Tavakkoli Zeinali, 2002)، کاهش تعداد دانه در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت کاهش آسمیلات‌ها به واسطه کاهش سطح برگ گیاه و فتوسنتز در مرحله پر شدن دانه باشد. ثقه الاسلامی و همکاران (Seghatol Eslami *et al*., 2007) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در خوشه و کاهش وزن هزار دانه می‌شود. با افزایش شدت تنش خشکی تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته در زیره سبز کاهش می‌یابد (Ahmadian, 2004).

تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر تعداد دانه در چتر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در چتر از تلفیق محلول‌پاشی آهن و روی حاصل شد (جدول ۲). به گزارش رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al.*, 2011)، در گیاه اسفرزه بیشترین تعداد دانه در سنبله از محلول‌پاشی روی و آهن به دست آمد.

تأثیر برهم‌کنش دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر تعداد دانه در چتر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در چتر از دور پنج روز آبیاری با محلول‌پاشی آهن و کمترین آن از دور ۱۵ روز آبیاری و عدم محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به دست آمد. با افزایش

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

فاصله آبیاری، تأثیر محلول‌پاشی با آهن بر تعداد دانه در چتر به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل ۱).

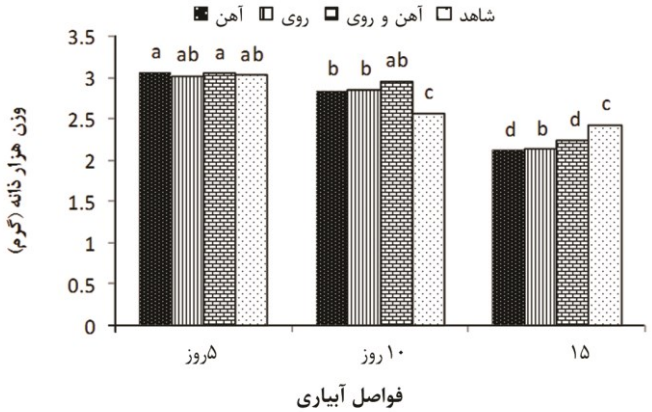


شکل ۱- برهم‌کنش محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی و دور آبیاری بر تعداد دانه در چتر گیاه زیره سبز.

وزن هزار دانه: تأثیر تنش خشکی، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آنها بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از دور پنج روز آبیاری با محلول‌پاشی توأم آهن و روی و کمترین آن از دور ۱۵ روز آبیاری با محلول‌پاشی عنصر آهن به دست آمد. فواصل آبیاری پنج و ۱۰ روز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. با افزایش فاصله آبیاری، محلول‌پاشی توأم آهن و روی وزن هزار دانه را کاهش داد (شکل ۲). تنش خشکی در زمان پر شدن غلاف باعث کاهش طول مدت این دوره و در نتیجه کوچک شدن دانه‌ها می‌گردد (Tarumingkeng and Coto, 2003). کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی در آزمایش‌های دیگران از جمله ابوهاشم و همکاران (Abulhashem *et al*., 1998) و حیدری و اسد (Heidari and Asad, 1998) گزارش شده است. با توجه به نقش عناصر روی و آهن در فرآیندهای فتوسنتزی و تجمع هیدرات‌های کربن، کاربرد این دو عنصر سبب افزایش وزن هزار دانه سویا شده است (Sheshbahreh and Movahhedi, 2012). به گزارش چاوز و همکاران (Chaves *et al*., 2002)، تنش خشکی با کاهش حرکت مواد ذخیره‌ای به دانه به علت محدودیت آب، یا با کاهش سهم فتوسنتزی برگ‌ها، در پر شدن دانه بر وزن هزار دانه تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل با کاهش حرکت مواد ذخیره‌ای و محدودیت آب به علت خشکی انتقال عناصر آهن و روی در گیاه محدود می شود و وزن هزار دانه کاهش می یابد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

همانتارانجان و گارگ (Hemantaranjan and Garg, 1988) نیز در گیاه گندم نشان دادند که مصرف توأم آهن و روی موجب افزایش وزن هزار دانه گردید.



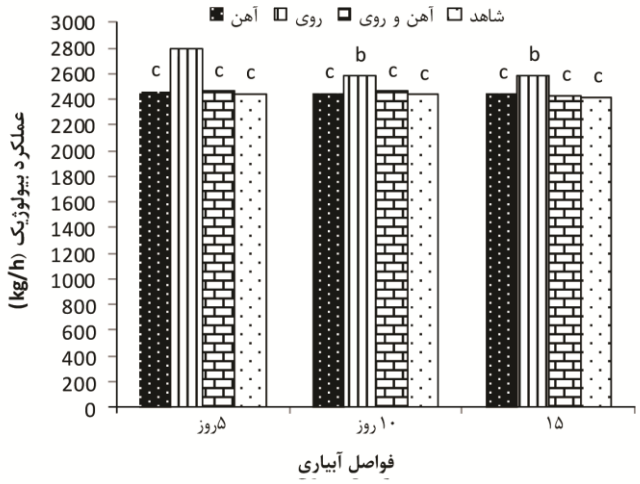
شکل ۲- برهم‌کنش محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی و تنش خشکی بر وزن هزار دانه گیاه زیره سبز.

عملکرد بیولوژیک: تأثیر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و برهم‌کنش آنها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از دور پنج روز آبیاری با محلول‌پاشی عنصر روی و کمترین آن از دور ۱۵ روز آبیاری با عدم محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به‌دست آمد. شکل ۳، عکس‌العمل متفاوت عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها را نشان می‌دهد. در مجموع، می‌توان گفت که فواصل مختلف آبیاری و محلول‌پاشی عنصر روی، عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد افزایش داد؛ ولی بیشترین افزایش، در دور آبیاری پنج روز با محلول‌پاشی عنصر روی حاصل شد. عنصر روی با افزایش بیوسنتز اکسین و افزایش فتوسنتز باعث افزایش بیوماس و عملکرد بیولوژیک می‌شود (Sharafi *et al.*, 2000). تنش خشکی در گیاه، سبب کاهش توسعه رویشی گیاه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ به ویژه سطح برگ‌ها شد. در نتیجه، توانایی فتوسنتزی گیاه و سرعت انباشت ماده خشک کاهش یافت. کاهش ماده خشک در گیاه زراعی که به‌علت کاهش آب خاک ایجاد می‌شود، ناشی از کاهش جذب تشعشع تابیده شده و یا کاهش کارایی فتوسنتز و یا ترکیبی از این دو است (Daneshian, 1990). لاولر و کرنیک (Lawler and Cornic, 2002) اظهار داشتند که در شرایط تنش کمبود آب، کاهش عملکرد بیولوژیک می‌تواند به‌دلیل کاهش فشار آماس سلول و یا ناشی از کاهش سطح برگ گیاه باشد. در مجموع، می‌توان گفت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مقدار فتوسنتز خالص کمتر و همچنین کاهش هدایت روزنه‌ای و مقدار کلروفیل کمتر در شرایط تنش می‌تواند منجر به تولید مقدار کمتری بیوماس شود (Liu *et al.*, 2004).

نتایج آزمایش خلیلی محله و رشدی (Khalili Mahale and Roshdi, 2008) نشان داد که محلول‌پاشی عنصر روی باعث افزایش ماده خشک کل می‌شود که احتمالا به دلیل تأثیر عنصر روی بر کلروفیل برگ و هورمون ایندول استیک اسید است. بدین ترتیب که افزایش میزان کلروفیل‌های a و b موجب افزایش میزان فتوسنتز شده که این امر موجب تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر می‌گردد (Hemantaranjan and Grag, 1988). برنان (Brenan, 2001) نشان داد که عملکرد بیولوژیک در گندم با مصرف کودهای روی به دلیل تأثیر بر برخی از آنزیم ها و کلروفیل و افزایش فتوسنتز، افزایش یافت.



شکل ۳- برهم‌کنش محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی و تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک گیاه زیره سبز.

عملکرد دانه: عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین افزایش عملکرد دانه از دور پنج روز آبیاری و کمترین آن از دور ۱۵ روز آبیاری به دست آمد (جدول ۴). کاهش سرعت سوخت و ساز کربن، کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و کاهش جذب آب در اثر کاهش رشد ریشه از عوامل دخیل در کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی شناخته شده‌اند (Gonzalez, 2005). در شرایط آبیاری کامل، میزان فتوسنتز و تولید مواد پرورده افزایش یافته و در نتیجه از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه، وزن دانه و در نهایت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

عملکرد آن افزایش می‌یابد (Palmer *et al*., 1995). به گزارش فرخی نیا و همکاران (Farrokhinia *et al*., 2011)، تنش خشکی در گیاه با کاهش آب برگ و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و افت فتوسنتز از یک سو و متأثر کردن فعالیت‌های آنزیمی و فرآیندهای مربوطه از سوی دیگر، موجب افت عملکرد دانه می‌شود. با اعمال تنش خشکی، به دلیل ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و همچنین کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Farnia *et al.,* 2006).

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با محلول‌پاشی عنصر روی حاصل شد که در مقایسه با شاهد حدود ۱۰ درصد افزایش داشت و کمترین میزان آن از عدم محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به دست آمد. تالوث و همکاران (Thalooth *et al*., 2006) در تحقیق خود روی گیاه ماش اعلام کردند که محلول‌پاشی روی در شرایط تنش خشکی اثر مثبتی بر عملکرد داشت. مارشنر (Marshner, 1995) بیان کرد عنصر روی در ساخت پروتئین لوله گرده شرکت داشته و سبب ذخیره در این اندام شده که موجب افزایش گرده و تشکیل دانه می‌شود. بایبوردی و ملکوتی (Bybordi and Malakouti, 2007) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی عنصر روی دارای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه می‌باشد. برهم‌کنش دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد دانه معنی دار نشد (جدول ۳).

شاخص برداشت: تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۳). بیشترین افزایش شاخص برداشت از دور پنج روز آبیاری و کمترین آن از دور ۱۰ روز آبیاری به دست آمد (جدول ۴). به گزارش رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al.,* 2011)، بالاترین شاخص برداشت در اسفرزه از رژیم آبیاری کامل به دست آمد که دلیل آن را کاهش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه دانستند. با اعمال تنش خشکی، به دلیل کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد و این کاهش نسبت به کاهش عملکرد بیولوژیکی بیشتر است. از این رو، شاخص برداشت، کاهش می‌یابد و هر چه تنش خشکی شدیدتر گردد شاخص برداشت، کاهش بیشتری نشان می‌دهد (Farnia *et al.,* 2006). ثقه‌الاسلامی و همکاران (Seghatol Eslami *et al*., 2007) نیز در رابطه با کاهش شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی نتایج مشابهی ارائه کرده‌اند.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین شاخص برداشت با محلول‌پاشی توأم آهن و روی حاصل شد که در مقایسه با شاهد حدود هشت درصد افزایش داشت و کمترین میزان آن از عدم محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به دست آمد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی میزان رشد رویشی را افزایش داد؛ ولی افزایش عملکرد دانه با نسبت کمتری تحت تأثیر قرار گرفت. بنابراین، محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی تأثیر به‌سزایی بر شاخص برداشت داشت. افزایش شاخص برداشت با مصرف عناصر ریز مغذی نشان دهنده تأثیرگذاری قابل توجه عناصر ریز مغذی در انتقال مواد فتوسنتزی به سمت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

اندام‌های ذخیره‌ای است (Yarnia *et al.*, 2009). شعبان‌زاده و گلوی (Shabanzadeh and Galavi, 2011) بیان داشتند که بالاترین شاخص برداشت در سیاه‌دانه از تیمار محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریز مغذی و کمترین آن از تیمار شاهد به دست آمد. برهم‌کنش دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۳).

درصد و عملکرد اسانس: تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد و عملکرد اسانس در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۳)، به‌طوری که از دور ۱۵ روز آبیاری بیش‌ترین و از دور پنج روز آبیاری کم‌ترین درصد و عملکرد اسانس به دست آمد (جدول ۴). آرزمجو و همکاران (Arazmjou *et al*., 2010) بیان کردند که اعمال تنش به افزایش میزان اسانس در بابونه منجر شد. سلماسی (Salmasi, 2001) در تحقیقی روی گیاه آنیسون گزارش کرد که میزان اسانس در دانه انیسون رابطه عکس با مقدار آب مصرفی داشت. احمدیان و همکاران (Ahmadian *et al*., 2010)، نتایج مشابهی مبنی بر افزایش درصد اسانس تحت تأثیر تنش خشکی روی زیره سبز، حسنی و امیدبیگی (Hassani and Omidbeigi, 2002) در ریحان، صفی‌خانی و همکاران (Safikhani *et al.*, 2007) در گیاه دارویی بادرشبو گزارش کرده‌اند.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین افزایش مربوط به محلول‌پاشی با عنصر روی بود که در مقایسه با شاهد، درصد اسانس ۱۳درصد و عملکرد اسانس ۲۴ درصد افزایش داشت و کمترین میزان آن با عدم محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی به دست آمد (جدول۴). در اثر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی روی گیاه نعناع فلفلی، میزان اسانس برگ و عملکرد اسانس افزایش یافت (Heidari *et al.*, 2008). برهم‌کنش دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار نشد (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان گفت که در این بررسی، تنش خشکی سبب کاهش خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه زیره سبز شد. با محلول‌پاشی عناصری از جمله آهن و روی که نقش مهمی در کاتالیزوری فرآیندهای متابولیسمی و حفظ آماس سلولی در گیاه در شرایط تنش بر عهده دارند، گیاهان توانستند عملکرد و رشد قابل قبول‌تری در شرایط تنش داشته باشند. بنابراین برای جبران حداقل برخی اثرات مضر تنش خشکی، محلول‌پاشی چنین عناصری می‌تواند در مقاومت به خشکی گیاه، نقش مؤثری داشته باشد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

منابع

Abulhashem L., Amin Majumdar M.N., Abdul Hamid N., Hossain M. 1998. Effects of drought stress on seed yield, yield attributes growth, cell membrane stability and gas exchange of synthesized (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 180: 129-136.

Ahmadian A. 2004. Effect of irrigation frequency and manure on yield and quality of cumin. MSc Thesis, College of Agriculture, University of Zabol. (In Persian).

Ahmadian A., Ghanbari A., Galavi M., Siasar B. Arazmjou A. 2010. Effect of irrigation regimes and manure on the nutrient content, chemical composition and essential oil of cumin. Journal of Crop and Weeds Ecophysiology, 16: 83-94. (In Persian).

Alizadeh A., Tavvosi M., Inanlou M. Nassiri, M. 2004. Effect of different irrigation regimes on the yield and yield components of cumin. Journal of Agricultural Research, 1: 1-8. (In Persian).

Arazmjou A., Haidari M. Ghanbari A. 2010. Effects of water stress and manure on yield and quality of chamomile. Iranian Journal of Crop Sciences, 2(12):100-111. (In Persian).

Babaeian M., Haidari M. Ghanbari A. 2010. Effects of water stress and foliar microelements application on physiological characteristics and nutrient uptake in sunflower (*Helianthosannus* L). Journal of Agricultural Science, 12(4): 377-391. (In Persian).

Brenan R.F. 2001. Residual value of Zinc fertilizer for production of wheat. Australia Journal of Experimental Agriculture, 41: 541-547.

Bybordi A., Malakouti M.J. 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola. Zinc crops, International Congress of Improving Crop Production and Human Health, 24– 26 May, Istanbul, Turkey.

Chaves M.M., Maroco J.P., Periera S., Rodrigues M.L., Ricarddo C.P.P., Osorio M.L., Carvalho I., Faria T., Pinheiro C. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and Growth. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 98: 907-916.

Carruba A., La Torre R., Matranga A. 2002. Cultivation trials of some aromatic and Medicinal Plants in a Semiarid Mediterranean Environment. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture, 576: 207-213.

Daneshian J. 1990. Investigate the physiological effects of water stress in soybean. Ph.D Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian).

Ebrahimi M., Hassanpour A. 2002. Compare among early and late varieties of corn using iron and zinc spraying and different planting dates in Fars. Seventh Congress of Agriculture. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Farnia A., Nourmohammadi Gh., Naderi A., Darvish F. MajidiHarvan A. 2006. Effects of drought stress and strain of the bacterium *Brady rhizobium japonicum* on yield and its related traits in soybean in Boroojerd. Iranian Journal of Crop Sciences. 8 (3): 201-214. (In Persian).

Farrokhinia M., Roshdi M., PasebanEslam B., Sasandoust R. 2011. Evaluation of some physiological characteristics on yield of spring safflower under water stress. Iranian Journal of Crop Sciences, 42(3): 545-553. (In Persian).

Fayyaz M., Zare S. Ashori P. 2011. Identification and distribution of pharmaceutical and industrial crops of Chaharmahal-va-Bakhtiari province, Institute of Forests and Rangelands Research. (In Persian).

Gonzalez A.M. 2005. Physiological responses of tagasaste to a progressive drought in its native environment on the Canary Islands. Environmental and Experimental Botany, 53: 195-204.

Hassani A., Omidbeigi R. 2002. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic characteristics of basil. Journal of Agricultural Sciences, 3: 47-59. (In Persian).

Heidari F., Zehtab S., Javanshir A., Aliari H., Dadpour M. 2008. The effect of micronutrients consumption and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Menthapiperita* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 24(1): 9-19. (In Persian).

Heidari H.M., Asad M.T. 1998. Effect of irrigation regimes, nitrogen fertilizer and plant density on grain yield of sunflower varieties in Arsanjan. Proceedings of the Congress of Iran, 45-41. (In Persian).

Hemantaranjan A., Garg O.K. 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of (*Triticum aestivum* L.). Journal of Plant Nutrition,11: 1439-1450.

Kafi M., Keshmiri A. 2011. Study of yield in landraces and cultivars of Hindi cumin (*Cuminum cyminum*) in dry and saline conditions. Journal of Horticultural Science, 25 (3): 327-334. (In Persian)

Kafi M., RashedMohassel M., Kouchaki A.R., Mollafilabi A. 2002. Cumin: Production and Processing Technology. Ferdowsi University of Mashhad Press. pp 78-73. (In Persian).

KhaliliMahale J., Roshdi M. 2008. Effect of foliar application of micronutrients on yield and quality of silage corn. Journal of Seed and Plant, 24: 281-293. (In Persian).

Lawler D.W. Cornic G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. Journal Plant Cell and Environment, 25: 275-294.

Liu F., Andersen M.N. Jensen C.R. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. Field Crops Research, 85:159-166.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. (2nd Ed.), Academic Press Inc., London, 347-364.

Monakhova O.F., Chernyadev I.I. 2002. Protective role of kartolin- 4 in wheat plants exposed to soil drought. Applied and Environmental Microbiology, 38: 373-380.

Nayyar H., Gupta D. 2006. Differential sensitivity of C_3 and C_4 plants to water deficit stress. Association with oxidative stress and antioxidants. Journal Environmental and Experimental Botany, 58: 106-113.

Palmer J., Dunphy E., Reese P. 1995. Managing drought- stressed soybeans in the Southeat. North Carolina Cooperative Extension Service as Publication Number AG-19-12

Patra D.D., Anwar M., Singh S., Prasad A., Singh D.V. 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress condition. Recent advances in management of arid ecosystem. Proceeding of Symposium Held in Indiam, March, pp. 347-350.

Ramroudi M., KeikhZhaleh M., Galavi M., SeghaEslami M., Baradaran R. 2011. Effect of foliar application of micro-nutrients and irrigation regimes on yield and quality psyllium. Journal of Agricultural Ecology, 3: 219-226. (In Persian).

Safikhani F., HeidariSharifabad H., Siadat S.A., SharifiAshorabadi A., Seyednezhad S.M., Abbaszadeh B. 2007. Effect of drought stress on physiological characteristics and essential oil yield of badrshbi. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23 (1): 86-99. (In Persian).

Salmasi Z. 2001. Physiological effects of planting date and irrigation on growth, yield, essential oil of anise. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (In Persian).

SeghatolEslami M., Kafi M., MajidiHarvan A., Nourmohammadi G.H., Darvishi F. 2007. Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet in Southern Khorasan. Journal of Science and Technology in Agriculture and Natural Resources, 1: 215-225. (In Persian).

Shabanzadeh Sh., Galavi M. 2011. Effect of foliar application of micronutrients and irrigation on agronomic traits and yield of *Nigella sativa*. Journal of Environmental Stresses on Agronomic Sciences, 4 (1): 2-9. (In Persian).

Sharafi S., Tajbakhsh M., Majidi M., Mirzapour A. 2000. Effects of iron and zinc on yield, protein content and nutritional balance in two varieties of corn. Water and Soil, 12(1): 85-94. (In Persian).

Sheshbahreh M., Movahhedi M. 2012. Effect of foliar application of iron and zinc on seed vigor of soybean grown under drought conditions. Electronics Journal of Crop Production, 5 (1): 19-33. (In Persian).

Soleimani A., Firouzi M., Narenjani L. 2011. Effect of foliar application of micronutrients on some physiological factors affecting growth and dry matter

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

yield of forage corn. Iranian Journal of Field Crop Research, 9(3): 340-347. (In Persian).

Tadayon A., Raeisi F. 2008. Reactions of sainfoin accessions to foliar application of nitrogen, iron and zinc in cold climates of Chaharmahal-va-Bakhtiari. Iranian Journal of Field Crop Research, 6(1): 41-48. (In Persian).

Tarumingkeng, R.C. Coto Z. 2003. Effect of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman Science Philosopy PPs 702, Term paper, Graduate School, Borgor Agricultural University (Institut Ppertanian Bogor).

Tavakkoli Zeinali A. 2002. The effect of irrigation cessation at different growth stages on yield and its components in safflower seed. M.Sc. Thesis, Tehran University, 120 p. (In Persian).

Thalooth M., Tawfik M., Magda Mohamed H. 2006.Acomparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants growth under water stress conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2:37-46.

Yarnia M., Farajizade A., Rezaei F., Ahmadzade F., Noubari N. 2009. Effect of micronutrients on beet production. Journal of Agricultural Science, 10: 26-38. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]