ارزیابی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) تحت تاثیر سولفات آهن و روی

سید فاضل فاضلی کاخکی[1]، جعفر نباتی[2*]، مرتضی امامی[1] و علی علوی‌کیا[1]

[1] گروه علوم زراعی و باغی، مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی، [2]عضو هیات علمی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۰۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٤/۱۰/۲۸)

چکیده:

عملکرد واقعی برداشت شده از زیره سبز توسط کشاورزان بسیار کمتر از عملکرد بالقوه آن می‌باشد. در میان عوامل متعدد رشد، روی و آهن به عنوان مهمترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد شناسایی شده‌اند. در همین راستا، به منظور بررسی تاثیر سولفات آهن و روی بر اجزای عملکرد و عملکرد زیره سبز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۹۲ درگلخانه تحقیقاتی دانشکده علمی کاربردی جهاد کشاورزی شهید هاشمی نژاد مشهد به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل چهار غلظت صفر، ۷۰، ۱٤۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ترکیبات سولفات آهن و سولفات روی مورد ارزیابی قرار گرفت. اعمال تیمارهای آزمایش به تفکیک در سه مرحله رشدی در ۵۰ درصد رشد رویشی، ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد پر شدن دانه انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی از تیمار بدون کاربرد سولفات آهن و ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد. با کاربرد ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و سولفات آهن بیشترین مقدار وزن خشک ریشه و وزن دانه در بوته حاصل شد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن دانه در بوته با وزن تر (r=۰/۷۲) و خشک اندام هوایی (r=۰/۷۰**) و سپس با تعداد دانه در بوته (r=۰/۹۰**) مشاهده شد. به طور کلی نتایج نشان داد که پاسخ گیاه زیره سبز به اعمال کود ریز مغذی سولفات روی بارز تر از سولفات آهن بود.**

واژهای کلیدی: ارتفاع بوته، شاخه جانبی، وزن دانه در بوته، عناصر ریز مغذی.

مقدمه:

افزایش عملکرد در واحد سطح از اهداف اساسی در بخش کشاورزی است، که این امر تنها زمانی محقق خواهد شد که از تمامی امکانات موجود استفاده کرده و روش بهتری را برای کاشت، داشت و برداشت ارائه گردد. هرچند تغذیه خاکی یک از عمده‌ترین عوامل افزایش تولید محصولات زراعی در واحد سطح است، اما به دلیل کشت فشرده و عدم اجرای تناوب صحیح سبب فقیر شدن خاک‌ها از عناصر ضروری رشد، گیاهان را با مشکل مواجه ساخته است. از طرفی ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و در این مناطق به دلایلی از قبیل آهکی بودن خاک‌ها، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، پایین بودن مواد آلی و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته دچار کمبود شدید ریز مغذی‌ها به ویژه روی و آهن شده که سبب کاهش پتانسیل عملکرد گیاهان در این مناطق شده است (رحیمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). Graham و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که کمبود عناصر ریز مغذی در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک دنیا عامل محدودیت رشد بسیاری از گیاهان است. به طوری که وجود بی‌کربنات در خاک‌های

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: jafarnabati@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

آهکی مناطق خشک و نیمه خشک سبب ایجاد زردی در برگ شده و به نوعی باعث غیر متحرک شدن آهن در بافت‌های گیاهی می‌شود. مطالعات نشان داده است که مصرف کودهای محتوی عناصر ریز مغذی سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی زراعت گندم، کنجد، گلرنگ، سیب زمینی، ذرت و سایر محصولات زراعی شده است (بای‌بوردی و همکاران، ۱۳۸۲). در شرایط کمبود آهن، به دلیل کاهش سنتز کلروفیل رنگ برگ‌ها به زردی متمایل می‌گردد. همچنین در شرایط کمبود آهن سنتز پروتئین‌های آهن‌دار کلروپلاست کاهش یافته در نتیجه سبب متورم شدن تیلاکوئیدها شده و از انباشتگی آنها کاسته می‌شود و در این شرایط عرضه آهن سبب ترمیم پروتئین‌های کلروپلاست و افزایش کلروفیل برگ می‌گردد (Miller *et al.*, 1982). در همین ارتباط محلول‌پاشی ۰/۲ درصد آهن در ترکیب با عناصر دیگر باعث افزایش میانگین وزن میوه، تعداد میوه و تعداد کل در هر خوشه و عملکرد گوجه فرنگی شد (Bose and Tripathi, 1996).

روی نیز یکی دیگر از عناصر ریز مغذی ضروری برای رشد گیاهان است مقدار نیاز گیاهان به روی اندک و بین ۵ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. این مقدار کم روی نقش کلیدی در اعمال فیزیولوژیک گیاه مانند فتوسنتز، تشکیل قند، سنتز پروتئین، باروری و تولید دانه، تنظیم رشد گیاه و سیستم دفاعی گیاه دارد (الووی، ۱۳۸۵). روی نقش تجزیه کنندگی و ساختمانی در واکنش‌های آنزیمی دارد (Marschner, 1995). بین ۵۸ تا ۹۱ درصد روی به شکل محلول (مولکول‌های ترکیبی با وزن کم و نیز یون آزاد) وجود دارد. Srivastava و Gupta (۱۹۹۶) گزارش کردند که روی در فعالیت آنزیم‌های کربونیک آندهیدراز (انتقال CO_2 در فرایند فتوسنتز)، RNA پلی‌مراز، فسفولیپاز، سوپر اکسید دیسموتاز و بسیار از آنزیم‌های دهیدروژناز نقش حیاتی دارد. کمبود روی سبب کاهش ۵۰ تا ۷۰ درصدی فتوسنتز بسته به گونه گیاهی و شدت کمبود دارد. که این کاهش کارایی فتوسنتز در اثر کاهش فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز است (Alloway, 2008). همچنین Welch و همکاران (۱۹۸۲) گزارش کرد که روی نقش اساسی در ثبات غشاء سلول‌های گیاه دارد که نقش آن مشابه کلسیم نیست و کمبود روی سبب عدم بازگشت پایداری غشاء سلول‌های گیاه می‌شود به طوری که روی به همراه مس از طریق فعال سازی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز سبب پاکسازی غشاء از رادیکال‌های آزاد به خصوص سوپر اکسید شده و باعث افزایش پایدار آن شده است (Cakmak and Marschner, 1988). در خصوص تأثیر روی بر رشد گیاهان مطالعه Grejtovsky و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش عملکرد خشک کاپیتول و غلظت روی در اندام‌های هوایی بابونه آلمانی شد.

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی یک‌ساله و علفی از تیره چتریان (Apiaceae) است که ارتفاع ان بین ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر بسته به شرایط آب و هوایی متفاوت است. اندام مورد استفاده آن میوه است که دارای هفت درصد روغن، ۱۳درصد زرین و حدود چهار درصد اسانس است (زرگری، ۱۳۷۶). زیره سبز یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گیاهان دارویی است که می‌تواند در مناطق خشک و نیمه خشک ایران در شرایط کمبود آب و با حاصلخیزی کم خاک، حائز اهمیت فراوانی باشد به همین دلیل در سال‌های اخیر توجه بیشتری به این گیاه شده و سطح زیر کشت آن نسبت به ۲۰ سال گذشته حدود چهار برابر افزایش به ۳۲۳۶۴ هکتار رسیده است. به واسطه شرایط اقلیمی مناسب در شرق کشور ۹۰ درصد تولید زیره سبز در این مناطق قرار دارد (ولد آبادی و همکاران، ۱۳۸۸). عملکرد آن در کشت آبی متغیر بوده و بین ۲۴۳ تا ۸۷۳ کیلوگرم در هکتار متغیر است و میانگین عملکرد در کشت آبی ۵۸۸ کیلوگرم است (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2007). زیره سبز یکی از مهمترین گیاهان دارویی کشور است که در صنایع غذایی، آرایشی نیز کاربرد دارد (کافی، ۱۳۸۱). همچنین صادراتی بودن زیره سبز باعث ارز آوری برای کشور شده و می‌تواند اشتغال قابل توجهی را تولید نماید.

با توجه به نقش عناصر ریز مغذی در فرآیندهای رشدی گیاهان مصرف مناسب این عناصر می‌تواند نقش مهمی در میزان تولیدات گیاهی داشته باشند. از طرفی در خصوص تأثیر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

بافت خاک	اسیدیته	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نسبت کربن به نیتروژن	کربن آلی (درصد)	نیتروژن	پتاسیم	فسفر
						(میلی گرم بر کیلوگرم)		
لوم شنی	۷/۳	۱/٤	۲/۱	۱۰	۳/۵	۰/۰۸	۱۵٤	۹/۱

کودهای آهن و روی بر عملکرد زیره سبز اطلاعات کمی در دست است. لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر سولفات روی و آهن بر صفات مورفولوژی و عملکرد زیره طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها:

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علمی کاربردی جهاد کشاورزی شهید هاشمی نژاد مشهد با دمای ۳± ۲٦/۱۸ درجه سانتی گراد دمای روز و شب و نور طبیعی در سال ۱۳۹۳- ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار غلظت صفر، ۷۰، ۱٤۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر از ترکیبات سولفات آهن و سولفات روی بود. برای این منظور از گلدان‌هایی به ابعاد ۳۰ (قطر) در ٤۰ (ارتفاع) سانتی متری استفاده شد. در هر گلدان حدود ۱۵ کیلوگرم خاک که به نسبت ۱:۱:۱ شامل شن، ماسه و خاک غربال شده با مش چهار میلی متری استفاده شد. در ابتدای آزمایش خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مورد استفاده تعیین شد (جدول ۱). میزان نیتروژن بر اساس آزمایش خاک و بر مبنای مطالعات پیشین (ولدانی و همکاران، ۱۳۸۸) در یک هکتار تا عمق ۳۰ سانتی‌متر محاسبه شد و به مقدار ۱۲۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن (با منشا اوره) در دو نوبت زمان کاشت و مرحله ارتفاع شش سانتی‌متری اعمال شد.

بذر زیره سبز مورد استفاده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. ابتدا بذرها به منظور شسته شدن ترکیبات فنلی ٤۸ ساعت در آب قرار گرفتند (مداح و همکاران، ۱۳۸٦) و سپس با قارچ‌کش کاربوکسین ضد عفونی شدند. کاشت بذرها در عمق ۱/۵-۱ سانتی‌متر و در تاریخ بیستم بهمن ماه ۱۳۹۲ انجام شد. جهت اطمینان از سبز شدن بذور درون هر گلدان ۳۰ بذر کشت شد. از آنجایی که در هر گلدان نیاز به پنج گیاه بود عملیات تنک کردن در سه مرحله انجام شد. در مرحله‌ی اول در دو برگی طی عملیات تنک کردن تعداد بوته‌ها در هر گلدان به بیست بوته رسید. در مرحله‌ی دوم در ارتفاع چهار سانتی‌متری به ده بوته و در مرحله‌ی سوم در ارتفاع شش سانتی‌متری ساقه در هر گلدان پنج بوته باقی‌ماند. پس از کاشت اولین آبیاری انجام شد. جهت تامین رطوبت ۱۵ روز بعد آبیاری دوم انجام شد. در طول آزمایش هر ۱۰ روز یک‌بار آبیاری انجام و آخرین آبیاری ۱۰٤ روز پس از کشت انجام شد. تیمارهای آزمایش به تفکیک در سه مرحله‌ی، ۵۰ درصد رشد رویشی (٦۹ روز پس از کاشت)، گلدهی (۸٤ روز پس از کاشت) و در مرحله دانه بستن (۹۸ روز پس از کاشت) اعمال شدند.

در انتهای فصل رشد تمام بوته‌های گلدان از سطح خاک برداشت و ارتفاع، تعداد شاخه‌ی جانبی، وزن تازه اندام هوایی، تعداد چترک در بوته، تعداد بذر در بوته، وزن صد دانه و وزن دانه در بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از آن ریشه‌های گیاهان از خاک جدا و جهت تعیین وزن خشک اندام هوایی و ریشه نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت قرار گرفتند.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار Mstat-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث:

خصوصیات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد زیره سبز: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته تحت تاثیر معنی‌دار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه تحت تاثیر کاربرد سولفات آهن و سولفات روی در گیاه دارویی زیره سبز

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	وزن تازه اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	تعداد چترک در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه در بوته
بلوک	۲	۰/۳۷۳	۰/۰۱٤	۰/۰۰۲	۰/۰۸۹	۰/۰۰۲	۰/۰۱۰	۱۵/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
سولفات روی	۳	۷/۵٤**	۵/۳۲**	۱/۷۱**	۰/۹۹۱**	۰/۰٤۸**	۹۵/۷**	٤٦۸۰**	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰٦۹**
سولفات آهن	۳	۱۲/۰**	۲/۹٦**	۰/۹۷۹**	۰/۳٤۹**	۰/۰۰۹^{ns}	۷۳/۷**	۲۲۳۸**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۲۵**
سولفات آهن×سولفات روی	۹	۱۱/۸**	۱/۰٦**	۰/۱٦۳**	۰/۰۹۱**	۰/۰۱٤**	۱٤/۷**	۸٤٦**	۰/۰۰۹**	۰/۰۲۱**
خطا	۳۰	۰/۵٤۳	۰/۱٤۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/٤۲۸	۱۳/٤	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		٤/۲٤	۹/۰۵	۱۱/۵	۱۸/۷	۱۸/۷	۷/۵۲	۵/۱٤	۱٤/۱	۱٦/۸

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

(P≤۰/۰۱) سولفات آهن، سولفات روی و برهمکنش آنها قرار گرفت (جدول ۲). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار بدون کاربرد سولفات آهن و ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد حدود ۳۲ درصد افزایش داشت و کمترین مقدار صفت مذکور از تیمار شاهد (عدم استفاده از سولفات آهن و روی) به دست آمد (جدول ۳). نتایج مطالعه Ravi و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه گلرنگ نشان داد که استفاده از ۳۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه سولفات روی و آهن (۰/۵ درصد) به صورت محلول‌پاشی برگی باعث افزایش ارتفاع گلرنگ شد. آنها علت افزایش صفات مورفولوژیکی را در گلرنگ تأثیر متقابل گوگرد، روی و آهن و نقش آنها در سنتز IAA ، متابولیسم اکسین و تشکیل کلروفیل عنوان کردند. نتایج مشابهی در گیاه خردل نیز گزارش شده است (Rathore and Tomar, 1990). به نظر می‌رسد مقدار مناسب روی از طریق تأثیر بر سنتز تریپتوفان، باعث افزایش مقدار IAA شده که رشد گیاه را افزایش داده است (Miller *et al.*, 1982).

تعداد شاخه در بوته تحت تاثیر معنی‌دار سولفات آهن، سولفات روی و برهمکنش آنها (P≤۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی در بوته به ترتیب از محلول‌پاشی با ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار بدون کاربرد سولفات روی حاصل شد (جدول ٤). مطالعات پیشین نشان داده است که کاربرد عنصر روی، موجب افزایش تعداد پنجه در گندم شده است کاربرد عنصر روی موجب افزایش میزان تولید ایندول استیک اسید در گیاهان می‌شود که نتیجه آن افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و طول آنها می گردد (Shaheen *et al.*, 2007). استفاده از غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن کمترین و تیمار عدم کاربرد آن بیشترین تعداد شاخه جانبی را در بوته داشت (جدول ٤). کاربرد ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و نیز عدم استفاده از سولفات آهن بیشترین و محلول‌پاشی ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن و تیمار بدون کاربرد سولفات روی کمترین تعداد شاخه جانبی دارا بودند (جدول ۳). در ارتباط با تاثیر منفی عنصر روی و آهن بر تعداد شاخه های جانبی در گیاهان گزارشی مشاهده نشده است در مقابل کاربرد همزمان این دو عنصر موجب افزایش تولید در گندم شد (Habib, 2009). نتایج مطالعه Ebrahimian و همکاران (۲۰۱۰) در آفتابگردان نشان داد که استفاده از سکوسترین آهن و سولفات روی به غلظت دو در هزار به صورت محلول‌پاشی سبب افزایش بسیاری از صفات مورفولوژیکی در آفتابگردان شد. نتایج مشابهی در خصوص تأثیر ریز مغذی ها در پنبه نیز گزارش شده است (آبرو و همکاران، ۲۰۰٤). به نظر می‌رسد افزایش تعداد شاخه جانبی مربوط به فعال سازی جوانه‌های جانبی ساقه از طریق افزایش بیوسنتز اکسین و تأثیر توام نیتروژن و آهن باشد (Abro *et al.*, 2004). در این مطالعه افزایش ارتفاع گیاه در اثر افزایش کاربرد سولفات روی رخ داد که این افزایش ارتفاع می تواند در افزایش تعداد شاخه‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف سولفات آهن و سولفات روی بر صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی زیره سبز

سولفات روی	سولفات آهن	ارتفاع بوته	شاخه جانبی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	چترک در بوته	دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه در بوته
	میلیگرم در لیتر	سانتی متر	تعداد	گرم	گرم	گرم	تعداد	تعداد	گرم	گرم
۰	۰	۱۴/۰^{k}	۳/۵۳$^{c-f}$	۱/۳۱^{cd}	۰/۷۴۰^{cd}	۰/۳۴۴^{bc}	۹/۴^{d}	۵۸/۶^{gh}	۰/۲۶۹^{e}	۰/۱۵۷$^{g-j}$
	۷۰	۱۷/۱$^{f-h}$	۴/۰۱$^{b-d}$	۰/۸۴۵^{fg}	۰/۴۶۲^{e}	۰/۲۸۹^{cd}	۱۱/۲^{c}	۵۴/۶^{hi}	۰/۴۱۰^{a}	۰/۲۲۳$^{f-h}$
	۱۴۰	۱۵/۳^{ij}	۲/۸۰^{g}	۰/۶۸۴^{gh}	۰/۴۱۱^{e}	۰/۳۳۱^{c}	۴/۴^{hi}	۴۲/۰^{j}	۰/۴۱۵^{a}	۰/۱۷۳$^{g-j}$
	۲۰۰	۱۸/۶^{cd}	۳/۲۶$^{e-g}$	۰/۶۸۳^{gh}	۰/۴۷۰^{e}	۰/۲۵۶$^{c-e}$	۶/۲^{g}	۳۶/۲^{jk}	۰/۴۰۰^{ab}	۰/۱۴۳^{ij}
۷۰	۰	۲۰/۵^{a}	۵/۲۰^{a}	۱/۷۶^{a}	۱/۱۹^{a}	۰/۴۴۲^{a}	۱۸/۵^{a}	۹۳/۰^{de}	۰/۳۲۵$^{c-e}$	۰/۳۰۰$^{c-e}$
	۷۰	۱۷/۷$^{d-f}$	۳/۸۶$^{b-e}$	۱/۶۳^{ab}	۱/۱۷^{a}	۰/۴۶۴^{a}	۱۳/۶^{b}	۱۰۲/۰^{bc}	۰/۴۱۴^{a}	۰/۴۲۳^{a}
	۱۴۰	۱۶/۴$^{g-i}$	۴/۱۳^{bc}	۱/۵۴^{ab}	۰/۹۹۹^{ab}	۰/۲۹۱^{cd}	۸/۳^{ef}	۶۴/۳^{fg}	۰/۳۲۴$^{c-e}$	۰/۲۱۰$^{f-i}$
	۲۰۰	۱۵/۹$^{h-j}$	۴/۴۰^{b}	۰/۹۳۸^{ef}	۰/۷۰۹^{d}	۰/۳۰۴^{cd}	۷/۹^{f}	۸۷/۰^{e}	۰/۳۰۴^{de}	۰/۳۰۳$^{b-d}$
۱۴۰	۰	۱۹/۲^{bc}	۵/۴۳^{a}	۱/۴۸^{bc}	۰/۹۵۹$^{a-c}$	۰/۲۹۸^{cd}	۱۱/۳^{c}	۱۰۶/۰^{b}	۰/۳۷۷$^{a-d}$	۰/۴۰۳^{a}
	۷۰	۱۸/۴$^{c-e}$	۳/۷۶$^{c-e}$	۱/۵۹^{ab}	۱/۱۴^{a}	۰/۲۶۲$^{c-e}$	۸/۴^{def}	۹۱/۳^{de}	۰/۲۹۷^{e}	۰/۲۷۳$^{d-f}$
	۱۴۰	۱۷/۴$^{d-g}$	۵/۳۶^{a}	۱/۴۹^{bc}	۰/۹۹۷^{ab}	۰/۴۲۸^{ab}	۹/۴^{d}	۱۱۴/۰^{a}	۰/۳۲۹$^{b-e}$	۰/۳۷۷^{ab}
	۲۰۰	۱۷/۳$^{e-g}$	۵/۲۳^{a}	۱/۱۲^{de}	۰/۷۷۰$^{b-d}$	۰/۳۴۰^{bc}	۹/۰^{de}	۶۹/۶^{f}	۰/۳۲۷$^{b-e}$	۰/۲۲۷$^{e-g}$
۲۰۰	۰	۲۰/۰^{ab}	۵/۰۶^{a}	۱/۴۳^{bc}	۰/۹۷۳^{ab}	۰/۲۹۸^{cd}	۷/۸^{f}	۹۷/۴^{cd}	۰/۳۷۴$^{a-d}$	۰/۳۶۳$^{a-c}$
	۷۰	۱۵/۳^{ij}	۲/۹۳^{fg}	۰/۵۴۰^{hi}	۰/۳۳۱^{e}	۰/۱۸۸^{e}	۵/۳^{gh}	۵۱/۳^{i}	۰/۳۲۶$^{b-e}$	۰/۱۵۰$^{h-j}$
	۱۴۰	۱۵/۲^{j}	۳/۴۶$^{d-f}$	۰/۴۲۳^{i}	۰/۲۷۸^{e}	۰/۱۹۴^{e}	۴/۰^{i}	۳۴/۳^{k}	۰/۳۱۵$^{c-e}$	۰/۱۱۰^{j}
	۲۰۰	۱۹/۳$^{a-c}$	۴/۰۸$^{b-d}$	۰/۵۰۷^{hi}	۰/۲۹۹^{e}	۰/۲۲۲^{de}	۴/۴^{hi}	۳۸/۶^{jk}	۰/۳۸۶$^{a-c}$	۰/۱۵۷$^{g-j}$

میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سولفات روی و اثر سولفات آهن بر صفات مورد مطالعه گیاه دارویی زیره سبز

صفات	سولفات روی (میلی‌گرم در لیتر)				سولفات آهن (میلی‌گرم در لیتر)			
	صفر	۷۰	۱۴۰	۲۰۰	۰	۷۰	۱۴۰	۲۰۰
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۱۶/۲^{c}	۱۷/۶^{ab}	۱۸/۱^{a}	۱۷/۴^{b}	۱۸/۴^{a}	۱۷/۱^{c}	۱۶/۱^{d}	۱۷/۸^{b}
تعداد شاخه جانبی	۳/۴^{d}	۴/۴^{b}	۴/۹^{a}	۳/۸^{c}	۴/۸^{a}	۳/۶^{c}	۳/۹^{bc}	۴/۲^{b}
وزن تر اندام هوایی (گرم)	۰/۸۷۹^{b}	۱/۴۶^{a}	۱/۴۲^{a}	۰/۷۳^{c}	۱/۵۹^{a}	۱/۱۵^{b}	۱/۰۳^{c}	۰/۸۱۲^{d}
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	۰/۵۲۱^{b}	۱/۰۱۰^{a}	۰/۹۶۶^{a}	۰/۴۷۰^{b}	۰/۹۶۲^{a}	۰/۷۷۷^{b}	۰/۶۷۱^{bc}	۰/۵۶۲^{c}
وزن خشک ریشه (گرم)	۰/۳۰۵^{b}	۰/۳۷۵^{a}	۰/۳۳۲^{ab}	۰/۲۲۵^{c}	۰/۳۴۶^{a}	۰/۳۰۱^{ab}	۰/۳۱۱^{ab}	۰/۲۸۱^{b}
تعداد چترک دربوته	۷/۸۰^{c}	۱۲/۱۰^{a}	۹/۳۵^{b}	۵/۳۷^{d}	۱۱/۷^{a}	۹/۶۴^{b}	۶/۵۰^{c}	۶/۸۷^{c}
تعداد دانه در بوته	۴۷/۹^{d}	۸۶/۶^{b}	۹۵/۵^{a}	۵۵/۴^{c}	۸۸/۹^{a}	۷۴/۸^{b}	۶۳/۷^{c}	۵۷/۹^{d}
وزن صد دانه (گرم)	۰/۳۷۳^{a}	۰/۳۴۲^{ab}	۰/۳۳۳^{b}	۰/۳۵۰^{ab}	۰/۳۳۶^{a}	۰/۳۶۲^{a}	۰/۳۴۶^{a}	۰/۳۵۴^{a}
عملکرد دانه در بوته (گرم)	۰/۱۷۴^{b}	۰/۳۰۹^{a}	۰/۳۲۰^{a}	۰/۱۹۵^{b}	۰/۳۰۶^{a}	۰/۲۶۸^{b}	۰/۲۱۸^{c}	۰/۲۰۷^{c}

حروف مشترک در هر سطر بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

فرعی موثر باشد.

تأثیر سولفات آهن، سولفات روی و برهمکنش آنها بر وزن تر و خشک اندام هوایی معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد که نسبت به شاهد به ترتیب حدود ٤۰ و ٤۸ درصد افزایش داشت (جدول ٤). تیمار عدم کاربرد سولفات آهن بیشترین مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی را داشت و کمترین مقدار صفات مذکور از محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به دست آمد که نسبت به شاهد حدود ٤٦ و ٤۲ درصد وزن تازه و خشک اندام هوایی کمتری داشت (جدول ٤). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که کاربرد ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و عدم استفاده از سولفات آهن بیشترین مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی را داشت و کمترین مقدار آنها در تیمار محلول‌پاشی با غلطت ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد. در همه تیمارهای سولفات روی زمانی که غلظت تیمارهای سولفات آهن زیاد شد مقدار صفات مذکور کاهش یافت (جدول ۳). مطالعه اکرمی وشته و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داد که محلول‌پاشی آهن تأثیری بر تعداد شاخه فرعی در سویا نداشت اما محلول پاشی با روی سبب افزایش تعداد شاخه فرعی شد که حاکی از تأثیر مثبت روی در افزایش رشد بود که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (Rose *et al.*, 2005). مطالعات نشان می‌دهد افزایش زیست توده می‌تواند ناشی از تأثیر روی در مسیرهای بیوشیمیایی مختلف از قبیل افزایش بیوسنتز اکسین (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹)، متابولیسم کربوهیدارت‌ها، افزایش فعالیت ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و در نتیجه افزایش فتوسنتز، تبدیل قند به نشاسته و متابولیسم پروتئین باشد (Marschner, 1995; Mortvedth, 2003). افزایش میزان کاربرد سولفات روی بیشتر از ۱٤۰ میلی گرم در لیتر روی اکثر صفات مورد مطالعه تاثیر منفی داشت که احتمالا با بیش بود آن و اثر سمیت روی ارتباط داشته باشد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک ریشه تحت تأثیر معنی‌دار (P≤۰/۰۱) سولفات روی و برهمکنش سولفات روی در سولفات آهن قرار گرفت، اما سولفات آهن تاثیر معنی‌داری (P≥۰/۰۵) بر این صفت نداشت (جدول ۲). محلول‌پاشی با غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بیشترین مقدار وزن خشک ریشه را داشت که این تیمار با تیمار ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت سولفات روی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (P≥۰/۰۵) نداشت و کمترین مقدار صفت مذکور در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی به دست آمد (جدول ٤). برهمکنش تیمارها نشان داد که کاربرد غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی به همراه ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن، وزن خشک ریشه را نسبت به تیمار عدم کاربرد این ترکیبات ۲٦ درصد افزایش داد. کمترین مقدار وزن خشک ریشه در تیمار کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن بدست آمد. بر اساس داده‌های جدول (۵) در کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی به همراه سطوح ۷۰، ۱٤۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن مقدار وزن خشک ریشه از سایر تیمارهای مورد بررسی کمتر بود (جدول ۳). مطالعه Kazemi (۲۰۱٤) روی توت فرنگی نشان داد که محلول‌پاشی در سه مرحله رشدی (پس از استقرار، گلدهی و ۱۵ روز بعد از آن) با تیمارهای سولفات روی به مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، طول ریشه را نسبت به شاهد حدود ۵۲ درصد و محلول‌پاشی با ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن طول ریشه را نسبت به شاهد حدود ٤۱ درصد افزایش داد. با توجه به نقش روی در جذب دی اکسید کربن؛ که روی از اجزای کربنیک آنهیدراز است و همچنین نقش‌های آن در چندین فرایند دهیدروژناز و تولید اکسین موجب بهبود رشد خواهد شد (Kazemi, 2014) می‌توان عنوان کرد در این مطالعه عنصر روی توانسته نقش موثرتری نسبت به آهن در رشد زیره سبز داشته باشد.

نتایج داده‌های جدول (۲) حاکی از تأثیر معنی‌دار (P≤۰/۰۱) سولفات روی و سولفات آهن و برهمکنش آنها بر تعداد چترک در بوته‌های زیره سبز می‌باشد. تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بیشترین تعداد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

چترک در بوته را داشت که نسبت به تیمارهای عدم کاربرد، ۱۴۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آن به ترتیب حدود ۳۶، ۲۳ و ۵۶ درصد تعداد چترک در بوته بیشتری داشت (جدول ٤). با افزایش غلظت سولفات آهن تعداد چترک در بوته کاهش یافت به طوری که بیشترین مقدار صفت مذکور در تیمار عدم کاربرد و کمترین تعداد چترک در بوته از تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به دست آمد (جدول ٤). با توجه به اینکه یکی از از عوامل مهم در تعیین تعداد چترک در بوته تعداد گره در بوته و ارتفاع بوته است احتمالا به دلیل اینکه کاربرد آهن تاثیر مثبتی بر ارتفاع بوته نداشته است و حتی این اثر منفی بوده موجب کاهش تعداد چترک گردیده است. نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که کاربرد ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و عدم محلول‌پاشی با سولفات آهن بیشترین تعداد چترک در بوته را داشت، به طوری که نسبت به تیمار عدم کاربرد، حدود ٤۹ درصد تعداد چترک در بوته بیشتر بود و کمترین مقدار آن از اعمال تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی به همراه ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن حاصل شد (جدول ۳). نتایج مطالعه Hemantaranjan و Garg (۱۹۸۸) در گندم گزارش کردند که کاربرد عناصر روی و آهن بر تعداد خوشه در واحد سطح تأثیر معنی‌داری دارد. آنها علت افزایش عملکرد را تأثیر عناصر مذکور بر میزان کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک دانستند که سبب افزایش مقدار فتوسنتز در گیاه شده است. افزایش میزان فتوسنتز موجب رشد بیشتر گیاه شده احتمالا در نتیجه رشد طولی و افزایش ارتفاع، افزایش تعداد گره و در نتیجه تعداد چتر در زیره سبز خواهد شد.

اثر سولفات روی، سولفات آهن و برهمکنش آنها بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود (جدول ۲). تیمار محلول‌پاشی ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بیشترین دانه در بوته را داشت و نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی حدود ۵۰ درصد تعداد دانه در بوته بیشتری داشت. افزایش غلظت محلول سولفات روی از ۱٤۰ به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش تعداد دانه در بوته شد (جدول ٤). با افزایش غلظت سولفات آهن از صفر، ۷۰، ۱٤۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعداد دانه در بوته نسبت به سطح صفر آن به ترتیب حدود ۱٦، ۲۸ و ۳۵ درصد کاهش یافت. بیشترین تعداد دانه در بوته از تیمار بدون کاربرد سولفات آهن به دست آمد (جدول ٤). برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته از تلفیق تیمار ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و تیمار ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به دست آمد، که نسبت به تیمارهای عدم کاربرد، ۷۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و در همین غلظت سولفات آهن به ترتیب حدود ٦۳، ٤٤ و ۷۰ درصد تعداد دانه در بوته بیشتری داشت. کمترین تعداد دانه در بوته از استفاده توام غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به دست آمد (جدول ۳). تعداد دانه در بوته زیره سبز ارتباط مستقیمی با تعداد چترک در بوته دارد با توجه به اینکه رابطه کاربرد سولفات آهن با تعداد چترک در بوته منفی بود و از طرف دیگر این رابطه با سولفات روی مثبت بود احتمالا افزایش تعداد دانه در بوته نیز متاثر از این تغییرات باشد. مطالعه اکرمی وشته و همکاران (۱۳۹۱) در سویا نشان داد که تعداد دانه در بوته در گیاه سویا تحت تأثیر کاربرد محلول‌پاشی با آهن و روی قرار گرفت و بیشترین تعداد دانه از دو بار محلول‌پاشی با سولفات روی و یک بار محلول‌پاشی سولفات آهن به دست آمد و با افزایش تعداد محلول‌پاشی آهن تعداد دانه در بوته کاهش یافت در صورتی که این روند در روی سبب افزایش تعداد دانه در بوته گردید. در مطالعه دیگری محلول‌پاشی در مرحله هشت برگی در سویا از طریق افزایش سطح برگ و طول گلدهی سبب افزایش تعداد دانه در غلاف سویا گردید (Banks, 2004). بسیاری از عناصر ریز مغذی برای رشد گیاه ضروری هستند. این عناصر با تأثیری که بر بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی می‌گذارند سبب افزایش رشد و تولید را به همراه دارند (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰).

در این مطالعه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری (P≥۰/۰۱) بین سطوح مختلف سولفات آهن و سولفات روی بر وزن صد دانه مشاهده نشد، اما تأثیر برهمکنش تیمارها بر وزن صد دانه معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول ۳). بیشترین وزن صد دانه از محلول‌پاشی توام سولفات روی و آهن با غلظت ۷۰ میلی‌گرم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

در لیتر به دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۳۵ درصد افزایش داشت. کاربرد غلظت‌های ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن بدون استفاده از سولفات روی از لحاظ آماری با تیمار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و آهن که بیشترین مقدار وزن صد دانه را داشت تفاوت معنی داری نداشت. در تیمار غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و آهن مقدار وزن صد دانه بین ۰/۳۱۵ تا ۰/۳۸۶ گرم قرار داشت (جدول ۳). گزارش Akbari و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه اثر محلول پاشی روی و آهن بر زیره سبز در شرایط تنش خشکی حاکی از افزایش عملکرد این گیاه با کاربرد این عناصر ریز مغذی بود. مطالعه رسایی فر و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که محلول‌پاشی با روی و آهن سبب افزایش معنی‌داری وزن هزار دانه در سورگوم دانه‌ای شد به طوری که نسبت به شاهد وزن هزار دانه حدود ۱۵ درصد افزایش داشت. از طرف دیگر مطالعه اکرمی وشته و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که استفاده از یک و یا دو بار محلول‌پاشی با آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه در سویا نداشت. مطالعه Jiang و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که استفاده از ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات روی سبب افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه و عملکرد دانه در گندم شد. به نظر می‌رسد روی به عنوان یک کوفاکتور تنظیمی در بسیاری از آنزیم‌های مختلف و نیز در سنتز پروتئین نقش دارد و زمانی که با عنصر آهن مصرف شود از طریق جذب سایر عناصر غذایی سبب افزایش تولید در گیاه می‌گردد.

تأثیر سولفات روی، آهن و برهمکنش آنها بر وزن دانه در بوته، زیره سبز معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته به ترتیب از تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و تیمار بدون کاربرد سولفات روی به دست آمد. محلول‌پاشی با غلظت‌های صفر، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن وزن دانه در بوته به ترتیب ۰/۳۰۶، ۰/۲۶۸، ۰/۲۱۸ و ۰/۲۰۷ گرم بود (جدول ٤). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین وزن دانه در بوته از تیمار محلول‌پاشی توام ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و آهن به دست آمد، که نسبت به شاهد حدود ٦۳ درصد افزایش داشت. کمترین مقدار وزن دانه در بوته از تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به دست آمد. مقدار کاهش صفت مذکور در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و در افزایش غلظت سولفات آهن از صفر به ۷۰، ۱۴۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بسیار بارز بود (جدول ۳). نتایج مطالعه Akbari و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که محلول‌پاشی با روی و آهن سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز شد به طوری که مقدار عملکرد دانه در هکتار در مقایسه با شاهد در محلول‌پاشی با تیمارهای روی، آهن و روی همراه با آهن به ترتیب حدود ۱۵، ۱۱ و ۱۸ درصد افزایش داشت. نتایج مطالعه حاضر با مطالعات دیگری که محلول‌پاشی روی با آهن سبب افزایش عملکرد گیاهان شده است، مطابقت دارد (Kazemi, 2014; Ashrafi Esfahani *et al.*, 2013).

نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که وزن دانه در بوته با تمامی صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) دارد. بیشترین همبستگی وزن دانه در بوته با وزن تر ($r=$۰/۷۲**) و خشک اندام هوایی ($r=$۰/۷۲**) و با تعداد دانه در بوته ($r=$۰/۹۰**) بود (جدول ۵). در مطالعه رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸٤) بین تعداد کپسول در بوته با وزن دانه در بوته در کنجد همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=$۰/۷٤**) مشاهده شد. نتایج مشابهی نیز توسط کوتروباس و همکاران (۲۰۰۰) در کرچک نیز گزارش شده است. مطالعه اکرمی وشته (۱۳۹۱) نیز نشان داد که عملکرد سویا همبستگی مثبت و معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) با ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد شاخه فرعی دارد. همبستگی عملکرد دانه با عملکرد زیست توده بیانگر آن است که با افزایش زیست توده، امکان انتقال مواد فتوسنتزی تولیدی به اندام‌های زایشی بهبود یافته و از طریق بهبود در تولید دانه در بوته، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد (جدی حسینی و همکاران، ۱۳۸٦).

وجود برخی از ترکیبات در خاک سبب کاهش حلالیت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

جدول۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی زیره سبز

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۱-ارتفاع	۱								
۲- تعداد شاخه جانبی	۰/۵۵**	۱							
۳- وزن تازه اندام هوایی	۰/٤۰**	۰/۵۷**	۱						
٤- وزن خشک اندام هوایی	۰/٤۲**	۰/۵٤**	۰/۹۳**	۱					
٥-وزن خشک ریشه	۰/۱۹^{ns}	۰/۳۵*	۰/٦۰**	۰/٦۳**	۱				
٦-تعداد چترک در بوته	۰/٤۱**	۰/۵۳**	۰/۷٤**	۰/٦۸**	۰/٦۳**	۱			
۷-تعداد دانه در بوته	۰/٤۲**	۰/۷۰**	۰/۸۲**	۰/۸۱**	۰/۵٦**	۰/٦٤**	۱		
۸-وزن صد دانه	۰/۲۰^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	-۰/۱٤^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	-۰/۰٤^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	۱	
۹-عملکرد دانه در بوته	۰/٤٤**	۰/٦۱**	۰/۷۱**	۰/۷۳**	۰/۵۵**	۰/۵۸**	۰/۹۱**	۰/۲۸*	۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

عناصر ریز مغذی به خصوص روی و آهن می‌شود. در این شرایط محلول‌پاشی برگی بر کود دهی خاکی ارجحیت دارد. جذب روزنه‌ای در انتقال سریع مواد غذایی به محل هدف سبب تسریع برخی فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه می‌گردد. بنابراین به نظر می‌رسد کودهای ریز مغذی از طریق تأثیر بر فرآیندهای گیاهی سبب افزایش میزان تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آنها به سمت تولید و پر شدن دانه شده و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهند. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که واکنش گیاه دارویی زیره سبز به محلول‌پاشی سولفات روی مثبت بود. در صورتی که استفاده از محلول‌پاشی سولفات آهن تأثیری بر صفات مورد مطالعه نداشت و در برخی صفات تیمار عدم کاربرد آن از سایر غلظت‌ها مقدار بیشتری را نشان داد که احتمالا به دلیل نقش موثر تر عنصر روی در فعالیتهای زیستی زیره سبز باشد. با این حال برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار بدون کاربرد سولفات آهن و ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد حدود ۳۲ درصد افزایش داشت. این روند در تعداد شاخه جانبی نیز مشاهده شد. استفاده از غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و عدم استفاده از سولفات آهن بیشترین مقدار وزن تازه و خشک اندام هوایی را تولید کرد و کمترین مقدار آنها از محلول‌پاشی با غلظت ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن به همراه غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد. در همه تیمارهای سولفات روی زمانی که غلظت تیمارهای سولفات آهن زیاد شد، مقدار صفات مذکور کاهش یافت که نشان دهنده اثر کاهشی این دو عنصر در گیاه زیره سبز باشد. بیشترین وزن دانه در بوته از محلول‌پاشی توام ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌های روی و آهن به دست آمد که نسبت به تیمار عدم کاربرد حدود ٦۳ درصد افزایش داشت. بنابراین استفاده از غلظت ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی در کنار ۷۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آهن از طریق تأثیر بر بسیاری از صفات مورفولوژیکی سبب افزایش صفات مورفولوژیکی و عملکرد در گیاه زیره سبز شد که این تیمار با تیمار ۱٤۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی در یک سطح قرار گرفت.

منابع:

اکرمی وشته، م.، وزان، س. و گل زردی، ف. (۱۳۹۱) بررسی محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا، مجله پژوهش در علوم زراعی ٤: ۵۱-۳۹.

بای‌بوردی، ا.، ملکوتی، م.ج. و رضایی، ح. (۱۳۸۲) اثر بخشی روش‌های مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی، بور و منگنز بر عملکرد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

دانه و روغن کلزا در میانه، مجله علوم آب و خاک ۱۲: ۱۶۹-۱۵۸

جدی حسینی، س.م.، گالشی، س.، سلطانی، ا.، و اکرم قادری، ف. (۱۳۸٦) بررسی خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به شوری در پنبه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱٤: ۷۱-٦۳

خلدبرین، ب. و اسلام زاده، ط. (۱۳۸۰) تغذیه معدنی گیاهان عالی. جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز.

رحیمی زاده، م.، کاشانی، ع.، زارع فیض آبادی، ا.، مدنی، ح. و سلطانی، ا. (۱۳۸۹) تأثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۳: ۷۲-۵۷

رسایی فر، م.، مرادی اقدم، ا.، حسنی اصل، ن.ح. و حسینی، ن. (۱۳۸۹) تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز و مس بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای، مجله پژوهش‌های به زراعی ۲: ۳۵۲-۳٤۱

رضوانی مقدم، پ.، نوروزپور، ق.، نباتی، ج. و محمدآبادی، ع.ا. (۱۳۸٤) بررسی اثر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کنجد در تراکم‌های مختلف بوته و فواصل مختلف آبیاری، مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۳: ٦۸-۵۷

زرگری، ع. (۱۳۷٦) گیاهان دارویی جلد ۱ و ٤، انتشارات دانشگاه تهران.

مداح، س.م.، مراقبتی، ف.، پیدا، س. و صاحبی، ع.ر. (۱۳۸٦) بررسی اثر ۱۲ تیمار کودی (شیمیایی و آلی) بر عملکرد و اسانس گیاه زیره‌ی سبز توده خراسانی، مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم ۹: ٦۱-٤۸.

ملکوتی، م. و طهرانی، م. (۱۳۷۹) نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود محصولات کشاورزی "عناصر خرد با تأثیر کلان". چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران.

ولدآبادی، س.ع.ر.، علیمحمدی، م.، افشاری، م.ع. و دانشیان، ج. (۱۳۸۸) اثر نیتروژن بر عملکرد دانه و درصد اسانس توده‌های بومی زیره سبز، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی ۱:۳۹-۲۹

الووی، ب. (۱۳۸۵) نقش روی در تغذیه گیاهی و حاصلخیزی خاک. ترجمه بای‌بوردی ا.، انتشارات پریور. تبریز

Abro, G. H., Syed, T. S., Unar, M. A. and Zhang, M. S. (2004) Effect of application of a plant growth regulator and micronutrients on insect pest infestation and yield components of cotton. Journal of Entomology 1:12-16.

Akbari, G. H. A., Amirinejad, M., Baghizadeh, A., Allahdadi, I. and Shahbazi, M. (2013) Effect of Zn and Fe foliar application on yield, yield components and some physiological traits of cumin (*Cuminum cyminum* L.) in dry Farming. International Journal of Agronomy and Plant Production 4:3231-3237.

Alloway, B. J. (2008) Zinc in soil and crop nutrition. Second edition. Published by IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France.

Ashrafi Esfahani. A., Pirdashti, H., and Niknejhad, Y. (2014) Effect of Iron, Zinc and Silicon Application on Quantitative Parameters of Rice (*Oryza Sativa* L. CV.Tarom Mahalli). International Journal of Farming and Allied Sciences. 3:529-533.

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

Bose, U. S. and Tripathi, S. K. (1996) Effect of micronutrients on growth, yield and quality of tomato cv. Pusa Ruby. Crop Research. 12: 61-64.

Cakmak, I. and Marschner, H. (1988) Increase in membrane permeability and exudation in roots of Zn deficient plants. Journal of Plant Physiology 132: 356-361.

Ebrahimian, E., Bybordi, A. and Pasban Eslam, B. (2010) Efficiency of zinc and iron application methods on sunflower. Journal of Food, Agriculture and Environment 8: 783-789.

Graham, R. D., Alscher, J. S. and Haynes, S. C. (1992) Selecting zinc-efficient cereals genotypes for soils of low Zn status. Plant and Soil 146:241-250.

Grejtovsky, A., Markusova, K. and Eliasova, A. (2006) The response of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) plants to soil zinc supply. Plant, Soil and Environment 52: 1–7.

Habib, M. (2009) Effect of foliar application of Zn and Fe on wheat yield and quality. African Journal of Biotechnology 8:6795-6798.

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

Jiang, L., Zhang, D., Song, F., Zhang, X., Shao, Y. and Li, C. (2013) Effects of zinc on growth and physiological characters of flag leaf and grains of winter wheat after anthesis. Advance Journal Food Science Technology 5:571-577

Kazemi, M. (2014) Influence of foliar application of iron, calcium and zinc sulfat on vegetative growth and reproductive characteristics of strawberry CV. Pajaro. Trakia Journal of Sciences 1:21-26.

Marschner, H. (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edn. Academic Press, London.

Miller, G. W., Denney, A., Pushnik, J. U. and Mino-Ho, Y. (1982) The formation of δ-aminolevulinate a precursor of chlorophyll in barley and the role of iron. Journal Plant Nutrition 5:289-300.

Mortvedth, J. (2003) Efficient Fertilizer Use Micronutrient. Florida University Published 166: 125-139.

Rathore, D. S., and Tomar, S. S. (1990) Effect of sulphur and nitrogen on seed yield and nitrogen uptake by mustard. Indian Journal Agronomy 35:361-363

Ravi, S., Channal, H. T., Hebsur, N. S., Patil, B. N. 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 21:382-385.

Rezvani Moghaddam, P., Huda, A. K. S., Parvez, Q., Koocheki, A. (2007) Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to medicinal crop production in Khorasan, Iran. 5th International Conference World Association for Sustainable Development (WASD) Griffith University, Brisbane, Australia.

Rose, I. A., Felton, W. L. and Banks, L. W. (2005) Responses of four soybean varieties to folior zinc fertilizer. Australian Journal of Experimental Agriculture and animal Husbandry 21:236-240.

Shaheen, R., Samim, M. K. and Mahmud, R. (2007) Effect of zinc on yield and zinc uptake by wheat on some soils of Bangladesh. Journal of Soil and Nature 1: 7-14.

Srivastava, P. C. and Gupta, U. C. (1996) Trace Elements in Crop Production. Science Publishers, Lebanon, NH.

Welch, R. M., Webb, M. J. and Loneragan, J. F. (1982) Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity [Crops]. 9th International plant Nutrition Colloquium, Warwick University, England

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]

Morphological evaluation and yield components of cumin plant (*Cuminium cyminum* L) to micro nutrients

Sayed Fazel Fazeli Kakhki[1], Jafar Nabati[2*], Morteza Emami[1] and Ali Alavikia[1]

[1]Higher Educational of Jihad-e-Agriculture Khorasan Razavi;
[2]Members of Staff Ferdowsi University of Mashhad, Research Center for Plant Sciences
(Received: 25 January 2015, Accepted: 18 January 2016)

Abstracts:

Actual yields of cumin plant harvested by farmers are at level much less than attainable yield potential. Among many growth factors zinc and ferrous were recognized as one of main limiting factors of crop growth and yielding. In order to study the effects of zinc and iron foliar application on yield of cumin (*Cuminum cyminum*), with factorial experimental in completely randomize block design with three replication in applied and science college of Hashemi Nejad in Khorasan Razevi was carried out in growing season 2013-2014. The first and second factor were four concentrations of ferrous and zinc sulphate (zero, 70, 140 and 200mg.l^{-1}). Experimental treatments were applied in three growth stages (50 percent of vegetation, flowering and seed filling stages). Results showed that the highest plant and number of lateral branches was obtained in non supply ferrous sulfate and 70mg.l^{-1} zinc sulfate. The maximum dry weight of root and weight of the seed per plant were produced in consuming 70mg.l^{-1} zinc sulfate with 70mg.l^{-1} ferrous sulfate. The seed weight had significant and positive correlation with fresh (r=0.72**) and dry weight of biomass (r=0.70**) and also with the number of seed per plant (r=0.90**). Generally, there was more obvious response in cumin plant growth to applied zinc sulphat than applied ferrous sulphate micronutrients.

Keywords: Lateral Branch, Micronutrients, Plant height, Seed weight per plant.

*corresponding author, Email: jafarnabati@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.8.5]