دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال سیزدهم، شماره چهل و چهارم، ۱۴۰۰

# اثر محلول پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در منطقه مرودشت

علی اکبر فلاح[۱]، غلامرضا معافپوریان[۲]، محمد سعید تدین[۳]، فرشید دهقانی[۳]، احمد زارع[٤]

دریافت: ۹٤/۷/۸ پذیرش: ۹۸/۱/۱۸

**چکیده**

به منظور بررسی اثرات محلول پاشی سطوح مختلف سولفات روی و آهن بر ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مرودشت انجام گرفت. فاکتور اول شامل چهار سطح محلول پاشی سولفات روی (صفر، ۲، ٤ و ٦ در هزار) و فاکتور دوم شامل چهار سطح محلول پاشی سولفات آهن (صفر، ۲، ٤ و ٦ در هزار) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف محلول پاشی سولفات روی و آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا معنی دار است. بیشترین تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح کاربرد ٦ در هزار سولفات روی به دست آمد که با غلظت ٤ در هزار اختلاف معنی داری نداشت. نتایج حاصل از محلول پاشی سولفات آهن نیز نشان داد که بیشترین تعداد خورجین، تعدا دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مربوط به محلول پاشی ٦ در هزار سولفات آهن بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با غلظت ٤ در هزار نداشت. با افزایش محلول پاشی سولفات آهن و روی درصد روغن افزایش یافت، اما این میزان افزایش از لحاظ آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد. در کل می توان نتیجه گرفت که در مدیریت تغذیه گیاهی محلول پاشی ٤ در هزار سولفات روی و آهن برای رسیدن به عملکرد مطلوب دانه در شهرستان مرودشت می تواند توجیه اقتصادی بهتری داشته باشد.

**واژه های کلیدی**: درصد روغن، عملکرد روغن، مدیریت تغذیه گیاهی، عملکرد بیولوژیک، کلزا

**فلاح، ع.ا.، غ. معافپوریان، م.س. تدین، ف. دهقانی و ا. زارع. ۱٤۰۰. اثر محلول پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در منطقه مرودشت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤٤: ۱۲-۱.**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات فارس، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران- مسئول مکاتبات.
afallah1359@yahoo.com
۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزیث و منابع طبیعی فارس، شیراز، ایران
۳- جهاد کشاورزی شهرستان مرودشت، مرودشت، ایران
٤- استادیار دانشگاه اهواز، اهواز ایران

**مقدمه**

کلزا از مهم‌ترین دانه‌ای روغنی دهه‌ای اخیر به شمار می آید که به دلیل بهبود روغن و کنجاله آن، تولید این گیاه به مقدار زیادی در سطح جهان افزایش یافته است (کاک مک، ۲۰۰۸) بیش از نود درصد مصرف داخلی روغن‌های خوراکی کشور از طریق واردات تأمین می‌شود. به این لحاظ لزوم برنامه ریزی بلند مدت و منسجم با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن‌های خوراکی غیر قابل انکار خواهد بود. چندیست که گیاه کلزا به عنوان یک گیاه مناسب روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی کشور مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به شرایط دما و رطوبت، کاشت پاییزه این گیاه در اغلب نقاط کشور به راحتی امکان پذیر است (هدایت پور و همکاران، ۱۳۹۳).

کمبود عناصر ریز مغذی در خاک منحصر به کشور نبوده و بخش وسیعی از تحقیقات در سایر کشورها را پژوهش در زمینه عناصر ریز مغذی تشکیل می دهد (پازکی و همکاران،۱۳۸۸). در خاک های آهکی که مشکل تثبیت و عدم جذب عناصر غذایی وجود دارد مناسب ترین روش تغذیه برگی می باشد.

روی یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان دام و گیاه است و در بسیاری از سامانه های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد. بر اثر کمبود روی گیاهان از نظر عوامل تنظیم کننده رشد از جمله اکسین دچار اختلال می شوند. گیاهان در مواقع کمبود روی فیتوسیدروفور تولید کرده و ان را از طریق ریشه دفع می نمایند و عنصر روی غیر قابل جذب را به صورت قابل جذب تبدیل می کنند. روی عنصر مهم در فعالیت آنزیم های دی هیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده های رشد است. عقیم بودن دانه های گرده، کوچکی اندازه برگ، وجود نوارهای روشن در امتداد رگبرگ های اصلی برگ و کوتولگی گیاه از علائم کمبود روی می باشد (خلیلی محله و رشیدی، ۱۳۸۷).

ابینو و مرکوکارشیه (۲۰۰٤)، فاگریا (۲۰۰۲)، کاکماک و مارچنر (۲۰۰۰) در تحقیقات خود گزارش نمودند که محلول پاشی روی به صورت سولفات روی بر شاخ و برگ گیاهان بیشترین اثرات مثبت را بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج، گندم، ذرت و سویا داشته است. خان و همکاران (۲۰۰٦) در مطالعه خود با کاربرد کود مخلوط حاوی عناصر کم مصرف به نام هل‌تونیک در پاکستان بر روی گندم به این نتیجه رسیدن که با کاربرد این کود عملکرد دانه گندم از ۱/٤۸ به ٤/۲۵ تن در هکتار و عملکرد کاه از ۱/۵۵ به ۳/۵۵ تن در هکتار افزایش یافت. نتایج احمدی (۲۰۱۰) نشان داد که کاربرد ٦۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن دارای بیشترین عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه کلزا گردید.

نتایج امیدیان و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که محلول پاشی سولفات روی در دو مرحله ساقه دهی و گلدهی کلزا افزایش ۱۱ و ۱۷ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار عدم کاربرد (شاهد) را برای عملکرد دانه به همراه داشته است و همچنین محلول پاشی در زمان گلدهی منجر به افزایش روغن و درصد پروتئین دانه کلزا نسبت به شاهد گردید.

آهن یکی از عناصر ضروری اما کم مصرف و کم تحرک است. گیاهان در بین همه عناصر کم مصرف، بیشترین نیاز را به آهن دارند ( منجزی و همکاران، ۲۰۱۳). گیاه آهن را به شکل دو ظرفیتی (+Fe2) جذب می کند. این عنصر برای بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و زیست شیمیایی از جمله ساخت کلروفیل، واکنش های اکسایش و احیاء فتوسنتز، تنفس و سیستم های آنزیمی ضروری است. با اینکه مقدار کل این عنصر در خاک زیاد است لیکن برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک ها از جمله pH قلیایی، کمبود مواد آلی، مصرف بیش از حد کودهای فسفر دار، تغذیه آهن به وسیله گیاهان را تحت تاثیر قرار داده و فراهمی آن را کاهش می دهد (رونقی و همکاران، ۱۳۸۱). عبدزاد و نیاکی (۲۰۱۰) تاثیر غلظت های مختلف کلات آهن به روش محلول پاشی و غلظت های متفاوت نیتروژن در بادام زمینی را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که بالاترین میزان غلاف و عملکرد دانه (به ترتیب ۲۹۱٦ و ۱۸۲۸ کیلوگرم در هکتار)، در غلظت ٤/۵ گرم در لیتر آهن بدست آمد.

بایبوردی و مامدوف (۲۰۱۰) طی آزمایشی که به منظور ارزیابی کارایی روش های کاربرد آهن و روی، در کلزا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که محلول پاشی این عناصر نسبت به کاربرد خاکی، کارایی بالاتری دارد. ضمناً نتایج آنان نشان داد که بالاترین عملکرد بذر، عملکرد

روغن، درصد روغن، وزن هزار دانه و درصد پروتئین، از تیمارهای آهن بعلاوه روی در کاربرد خاکی و محلول پاشی بدست آمد. نتایج پازکی و همکاران(۱۳۸۸) نشان داد که محلول پاشی ٤ در هزار سولفات آهن در مرحله ساقه رفتن و آغاز گلدهی با عملکرد ۳۸۲٦ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه در کلزا بود و این در حالی بود که در شرایط عدم کاربرد کود آهن این مقدار عملکرد برابر ۳۱٤۰ کیلوگرم در هکتار بود و نتایج نشان داد که با کاربرد ٤ در هزار عملکرد دانه ۲۰ درصد افزایش داشته است.

همچنین نتایج کیخا و همکاران(۱۳۸٤) نشان داد که کاربرد ۵ در هزار سولفات آهن منجر به افزایش عملکرد دانه، بیولوژیک، عملکرد روغن در ارقام بهاره کلزا گردید. تحقیقات هدایت پور و همکاران(۱۳۹۳) مبنی بر کاربرد کود های آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی رقم طلایه کلزا نشان داد که کاربرد توام ٤ گرم در لیتر از دو منبع سولفات روی و آهن منجر به بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن گردید. به طوری که عملکرد دانه (٤۹۰۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد روغن (۲۱۲٤ کیلوگرم در هکتار) و درصد پرتئین (۷/۳۷ درصد) دارای بیشترین مقدار در اثر کاربرد توام ٤ گرم در لیتر آهن و روی بود.

تحقیقات بایبوردی و مامدوف(۲۰۱۰) مبنی بر کاربرد جداگانه سولفات آهن و روی و همچنین کاربرد توام به صورت خاک مصرف و برگ مصرف نشان داد که بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن، وزن هزار دانه و درصد روغن مربوط به کاربرد توامأ سولفات روی و آهن در دو روش خاک مصرف و برگ مصرف بود.

ارزیابی سطوح مختلف سولفات روی و سولفات آهن بر گیاه خردل نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده زمانی حادث گردید که سولفات روی به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار و ۱/۵کیلوگرم در هکتار آهن به کار برده شود (نواز و همکاران ۲۰۱۲).

پایین بودن میانگین عملکرد گیاهان زراعی در استان فارس علاوه بر مسایل محیطی و مدیریتی، به دلیل مصرف نامتعادل کود های شیمیایی و به خصوص نادیده گرفتن نقش عناصر کم مصرف از جمله روی و آهن در برنامه توصیه کودی باشد. با توجه به بروز خشکسالی های اخیر نقش تغذیه بهینه در کاهش عوارض خشکی شدیداً احساس می‌شود. همچنین در خاک‌های این مناطق (جنوب کشور) به دلیل pH قلیایی و کربنات کلسیم بالا، میزان روی و آهن قابل دسترس خاک پایین می‌باشد (گلیناسکی و همکاران، ۲۰۰۱). لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی نقش عناصر روی و آهن در افزایش عملکرد کلزا در شرایط خشک استان فارس اجرا شد.

**مواد و روش ها**

این آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی درچهارتکرار در شهرستان مرودشت در منطقه نقش رستم انجام شد. شهرستان مرودشت در ۵۲ درجه و ٤۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۵۹۵ متری از سطح دریا واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۳٦۵ میلی‌متر و درجه حرارت بین ٤۱ درجه حداکثر و ۹ درجه حداقل می‌باشد. عوامل مورد بررسی شامل محلول پاشی سولفات روی در چهار سطح (۰ ،۲ ،٤ و ٦ در هزار ) و محلول پاشی سولفات آهن در چهار سطح (۰ ،۲ ،٤ و ٦ در هزار ) بود. برای تعیین خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش (از نظر بافت خاک و عناصر غذایی) از ۱۵ نقطه بوسیله اوگر تا عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری انجام گردید و نمونه خاک مرکب به آزمایشگاه ارسال شد (جدول۱).

**جدول۱-نتایج آزمون تجزیه خاک مزرعه مورد مطالعه**

| عمق خاک | pH | قابلیت هدایت الکتریکی | نیتروژن کل | قسفر | پتاسیم | شن | سیلت | رس | بافت خاک | آهن | روی | منکنز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سانتی متر | | دسی زیمنس برمتر | درصد | میلیگرم درکیلوگرم خاک | میلیگرم درکیلوگرم خاک | درصد | درصد | درصد | | میلیگرم درکیلوگرم خاک | میلیگرم درکیلوگرم خاک | میلیگرم درکیلوگرم خاک |
| ۳۰-۰ | ۸/۰۳ | ۰/۷۲ | ۰/۰٤ | ٦ | ٤۳۳/۳ | ۲۰ | ۳٦ | ٤٤ | رسی | ۸/۸ | ۰/۸٤ | ٤/۸ |

عملیات کاشت در تاریخ اول مهرماه ماه۱۳۸۹ انجام شد.. ابعاد هر کرت ۱۸ متر در نظر گرفته شد. طول کرت ٦ متر و عرض کرت ۳ متر بود. کاشت توسط خطی کار انجام گرفت و فاصله بین خطوط ۱۰ سانتی متر و میزان بذر مصرفی ۹ کیلوگرم در هکتار بود. رقم مورد استفاده رقم طلایه در نظر گرفته شد. با توجه به ازمایش خاک و بالا بودن پتاسیم، کود فسفر به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره به میزان ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار که صد کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و مابقی در دو مرحله به صورت سرک داده شد. آبیاری مزرعه به صورت غرقابی و اولین آبیاری هفته اول مهرماه انجام شد. آبیاری تکمیلی در زمستان با توجه به عدم بارندگی یک بار صورت گرفت. در بهار دور آبیاری بر اساس شرایط منطقه بین ۱۰ تا ۱۲ روز بود. جهت مبارزه با شته در کلزا از دو آفت کش پریمور و دیمیتوات به میزان نیم کیلو در هکتار و جهت کنترل علف های هرز باریک برگ از علف کش هالوکسی فوپ متیل (گالانت سوپر) به میزان ۱ لیتر در هکتار استفاده گردید. زمان محلول پاشی عناصر در سه مرحله رشدی کلزا شامل: فاز ۳ کد ۳۲، طویل شدن ساقه و مشاهده دومین میان گره، فاز ۳ کد ۳۹، مشاهده نهمین میان گره به بعد و فاز ۵ کد ۵۱ قبل از ظهور جوانه گل بود (مایر، ۲۰۰۱). محلول پاشی توسط سم پاش پشتی (اتومایزر) انجام گرفت و میزان اب مصرفی در هکتار ۲۵۰ لیتر در هکتار بود. با در نظر گرفتن اثرات حاشیه ای در هر کرت، از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی جدا و ارتفاع، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن خورجین اندازه گیری شد. برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از دو متر مربع وسط هر کرت نمونه برداری به صورت تخریبی انجام گرفت. برای تعیین وزن هزار دانه بعد از جدا کردن دانه از خورجین و تمیز کردن آن، چهار دسته بذر به صورت تصادفی انتخاب و از هر دسته ۲۵۰ دانه شمارش و وزن گردید و در نهایت وزن هزار دانه محاسبه گردید. درصد روغن دانه در آزمایشگاه و بر اساس روش سوکسله ا اندازه گیری شد و برای تعیین عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه کلزا استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه های میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با نرم افزار SAS (نسخه۹/۱) انجام گرفت. برای رسم نمودار از برنامه Excel استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر محلول پاشی سولفات روی بر صفات اندازه گیری برای صفت درصد روغن معنی دار نبود و برای سایر صفات معنی دار بود. اثر محلول پاشی سولفات آهن بر کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای درصد روغن معنی دار شد. اثرات متقابل محلول پاشی سولفات روی و آهن برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و عملکرد روغن در هکتار معنی دار و برای صفت تعداد دانه در خورجین معنی دار نبود (جدول۱)

**جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف محلول پاشی سولفات روی و آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا**

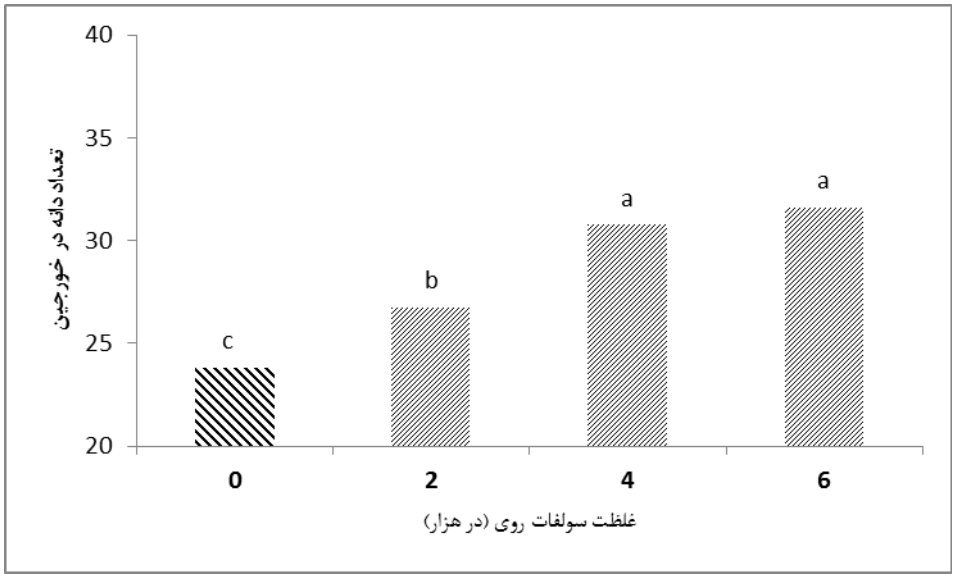
| منابع تغییر | درجه آزادی | تعداد دانه در خورجین | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک | درصد روغن | عملکرد روغن |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۱۰/۸۹* | ۰/۰۵۳$^{ns}$ | ٤۳۱۲٦۰/۱۵$^{*}$ | ۸٤۱۲٤۳/۲۷$^{ns}$ | ۱/٦۲$^{ns}$ | ٦۳۷۳۵/۲۸$^{**}$ |
| روی | ۳ | ۱۵٦/٤٦$^{**}$ | ۲/۰٦$^{**}$ | ٤۸۰۹۵۱٦/۹۷$^{**}$ | ۱٤۷٦۰۷۲٦/۷٤$^{**}$ | ۲/۱۸$^{ns}$ | ٦۳٦٤۸۳/۷۰$^{**}$ |
| آهن | ۳ | ۱٤۸/۱۳$^{**}$ | ۵/۲٤$^{**}$ | ۵۳۵۷۲۳۷/۵۸$^{**}$ | ۲۵۳٤۷٦۸۱/۳٤$^{**}$ | ۱/۵۷$^{ns}$ | ۷۳۵۳٦۱/۰۰$^{**}$ |
| اثرات متقابل | ۹ | ٦/۵۹$^{ns}$ | ۰/۱٦$^{*}$ | ۲۸٦۰۲۰/٦۲$^{*}$ | ۸٦۰٦۸۲/۳۹$^{*}$ | ۲/۳٦$^{ns}$ | ۳٤۲۹۳/۷۹$^{**}$ |
| خطا | ۳۰ | ٦/٦۵ | ۰/۰۷ | ۱۱۲٤۱٤/۵۵$^{ns}$ | ۳۸۷۸۵۱/۸ | ۱/٤٤ | ۱۲۱۵۷/۱۸ |
| ضریب تغییرات | | ۹/۱۳ | ٦/۵۷ | ۷/۸٤ | ۵/۱۵ | ۳/٤٤ | ۷/۳۸ |

ns ،* و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری، سطح معنی داری ۵ و ۱ درصد می باشد.

### تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین نیز تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی سولفات روی قرار گرفت و نتایج نشان داد که با افزایش سولفات روی میزان تعداد دانه در خورجین کلزا افزایش یافت. بیشترین تعداد دانه در خورجین که معادل ۳۱/۵۸ بود مربوط به محلول پاشی سولفات روی به میزان ٦ در هزار بود قابل ذکر است که بین این تیمار با تیمار محلول پاشی ٤ در هزار از لحاظ

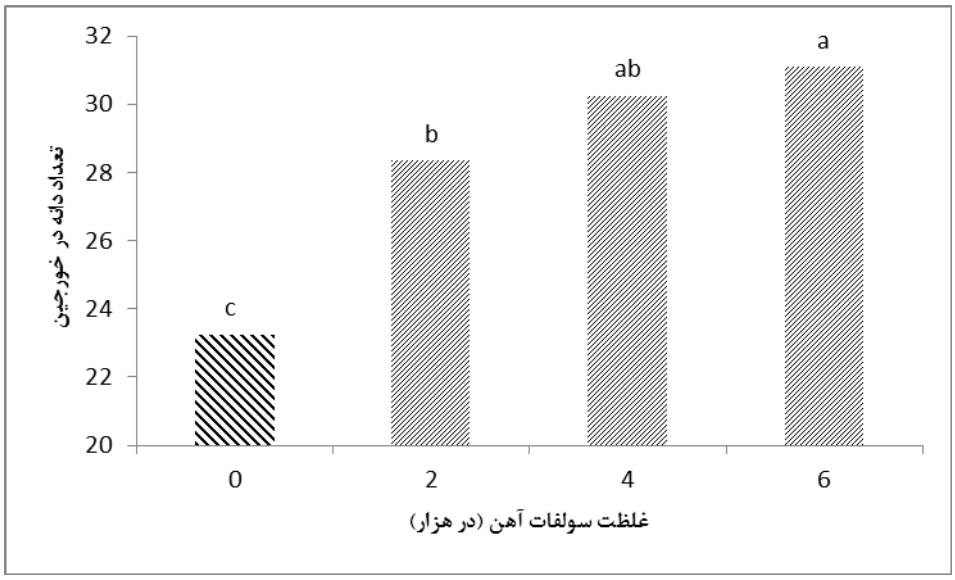
آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد و در یک گروه قرار گرفتند(شکل -۱). بعد از این دو تیمار بیشترین تعداد دانه در خورجین مربوط به تیمار محلول پاشی ۲ در هزار سولفات روی بود که در این تیمار تعداد دانه در خورجین معادل ۲۶/۷۵ عدد بود. کمترین تعداد دانه در خورجین مربوط به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی سولفات روی) بود که در این تیمار تعداد دانه در خورجین معادل ۲۳/۸۳ عدد بود. بین دو تیمار شاهد و تیمار محلول پاشی ۲در هزار سولفات روی از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود داشت. نتایج نشان داد که با محلول پاشی سولفات روی تعداد دانه در خورجین افزایش یافت و دلیل این افزایش مربوط به اثر کاربرد روی در مسیر فتوسنتز و رشد گیاه دانست. نتایج هدایت پور و همکاران(۱۳۹۳) نشان داد که با افزایش غلظت روی از صفر به ٤ گرم در لیتر، تعداد دانه در خورجین از ۱۹/۱۲ به ۲۲/۸۸ دانه افزایش یافت. افزایش تعداد دانه در اثر محلول پاشی سولفات روی در گیاهان روغنی از جمله کنجد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱)، کلزا (کیخا و همکاران،۱۳۸٤)، کتان (همایونی و همکاران، ۲۰۱۳) گزارش شده است.




**شکل -۱- اثر سطوح مختلف محلول پاشی سولفات روی بر تعداد دانه در خورجین**

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت محلول پاشی سولفات آهن تعداد دانه در خورجین افزایش یافت و بیشترین تعداد دانه در خورجین مربوط به دو سطح محلول پاشی ٤ و ٦ در هزار سولفات آهن بود که در این دو تیمار تعداد دانه در خورجین به ترتیب معادل ۳۰/۲۵ و ۳۱/۰۸ بود (شکل -۲). در اثر محلول پاشی سولفات آهن به میزان ۲ در هزار تعداد دانه در خورجین برابر ۲۸/۳۳ عدد بود. نتایج نشان داد که در صورت محلول پاشی سولفات آهن تعداد دانه در خورجین برابر ۲۳/۲۵ عدد بود. محلول پاشی سولفات آهن به میزان ٦ در هزار در هکتار نسبت به تیمار شاهد میزان تعداد دانه در خورجین را به میزان ۸ عدد افزایش داد که این افزایش معادل بیست و پنج درصد بود. با افزایش محلول پاشی سولفات آهن، میزان رشد گیاه به دلیل نقش این عنصر در مسیر فتوسنتز افزایش یافت و از این رو در مرحله زایشی میزان انتقال شیره پرورده به سمت خورجین افزایش و از این رو تعداد دانه در خورجین به صورت کامل تشکیل گردید (شکل-۲). فرناندز و همکاران (۲۰۰٤) بیان کردند که افزایش عملکرد می تواند به دلیل افزایش توان فتوسنتزی در گیاه و دوام سطح برگ که در نهایت منجر به افزایش تولید در گیاه می گردد، باشد. فراهمی آهن به طور مشخصی باز شدن روزنه ها را افزایش می دهد که ناشی از اثرات آهن در سنتز کلروفیل می باشد و این امر می تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات بیشتر برای متابولیسم و تولید انرژی بیشتر در گیاه باشد (شیمشی، ۲۰۰۷). تیواری و همکاران (۲۰۰۵) نتیجه گرفتند که آهن در متابولیسم نیتروژن و در نتیجه افزایش سطح برگ گیاه نقش عمده ای دارد. ملکوتی و نفیسی(۱۳۷۳) گزارش کرد که میزان آهن خاک در جذب و افزایش کارایی استفاده از

عناصر غـذایی مـاکرو مـوثر مـی باشـد و در تثبیـت بیولـوژیکی نیتروژن موثر می باشد (هاوا، ۲۰۰۱). چاکر الحسینی و همکـاران (۱۳۸۱) نتیجه گیری کردند که مصرف آهن در سطوح ۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم سبب افـزایش معنـی دار در وزن مـاده خشـک سویا و وزن هزار دانه گردید ولی در سطوح بالاتر از آهن، رشـد سویا کاهش یافت. با افزایش کاربرد روی و آهن، میزان فتوسـنتز گیـاه و تولیـد خـالص افـزایش و در نتیجـه سـهم انتقـال مـواد آسیمیلاسیون یا همان شیره پرورده به سمت خـورجین افـزایش و در نتیجه تعداد دانه نیز افزایش یافت. در مراحل زایشـی کـاربرد کود روی و آهن می تواند بر تعداد دانه در خورجین تاثیر گـذار باشد. در اثر کمبود روی در گیاه به تدریج توقـف رشـد حاصـل می شود و در نتیجه اندام های رویشی به ویـژه بـرگ بـه عنـوان دستگاه فتوسنتزی دچـار مشـکل مـی شـود. در نتیجـه ایـن امـر ساخت مواد فتوسنتز هم مختل شده و تشکیل اندام زایشی آسیب می بیند و لذا تعداد دانه و وزن دانه کاهش مـی یابـد (گراهـام و مک دو نالد، ۲۰۰۰). بوترینا و همکاران( ۱۹۹۱) براین باورند که کاربرد عناصر کم مصرف قبل از گلدهی تاثیر کمـی بـر صـفات کمی و کیفی دارد چرا که جذب بعد از گلدهی نسبت بـه زمـان گل دهـی و قبـل از آن بسـیار زیـادتر مـی باشـد. پـور غـلام و همکاران(۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که کاربرد عناصر ریز مغذی آهـن و روی در کلزا سبب افزایش تعداد دانه در خورجین و در نهایت عملکرد دانه کلزا می گردد.

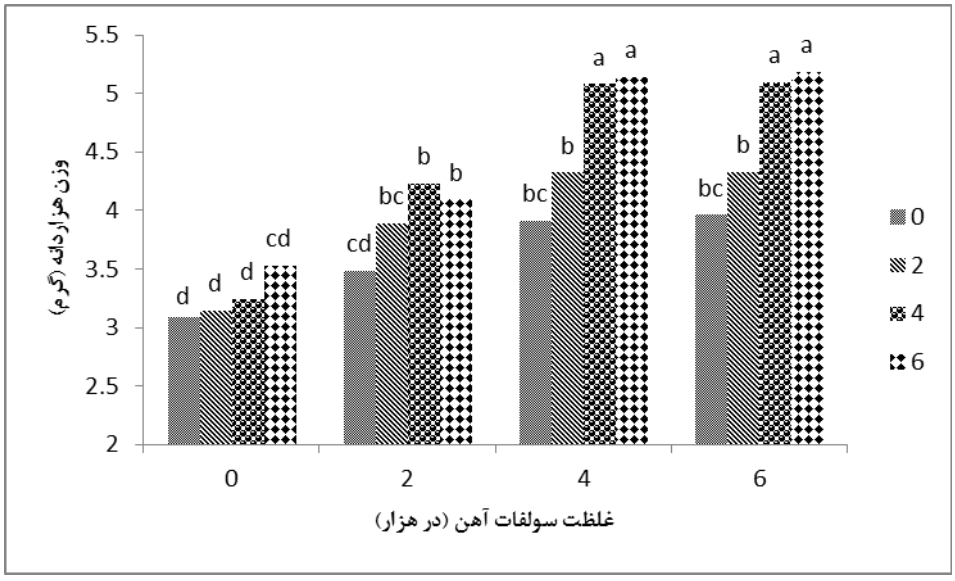



**شکل -۲- اثر سطوح مختلف محلول پاشی سولفات آهن بر تعداد دانه در خورجین**

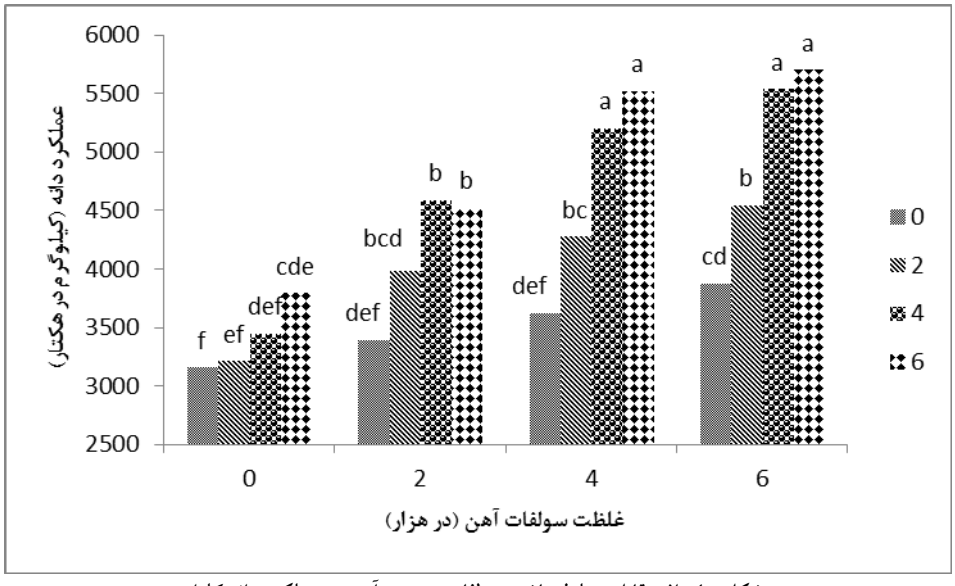
**وزن هزار دانه**

بیشـترین وزن هـزا دانـه کلـزا معـادل ۵/۱۸ گـرم بـود کـه مربـوط بـه تیمـار محلـول پاشـی سـولفات آهـن و روی بـا غلظت ٦ در هزار بود. قابل ذکـر اسـت کـه بـین ایـن تیمـار بـا سه تیمـار محلـول پاشـی سـولفات روی بـا غلظـت ٤ در هـزار به همراه محلـول پاشـی سـولفات آهـن بـا غلظـت ٦ در هـزار، تیمار محلـول پاشـی ٤ و ٦ در هـزار سـولفات آهـن بـه همـراه محلـول پاشـی سـولفات روی بـا غلظـت ٤ و ٦ در هـزار از لحـاظ آمـاری اخـتلاف معنـی داری وجـود نداشـت و در یـک گـروه قـرار گرفتنـد (شـکل -۳). در تیمـار محلـول پاشـی سولفات آهـن بـا غلظـت ٦ در هـزار بیشـترین وزن هـزار دانـه کلـزا مربـوط بـه محلـول پاشـی ٦ و ٤در هـزار سـولفات روی بـود و ایـن در حـالی بـود کـه در سـطح ٦ در هـزار سـولفات آهن کمترین وزن هـزار دانـه کلـزا معـادل ۳/۹٦ گـرم بـود کـه بـا محلـول پاشـی سـولفات روی بـا غلظـت ۲ در هـزار از لحـاظ آمـاری اخـتلاف معنـی داری نداشـت و هـر دو در یـک گـروه آمـاری قـرار گرفتنـد (شـکل- ۳). نتـایج مقایسـه هـای میـانگین نشـان داد کـه در تیمـار محلـول پاشـی ٤ در هـزار سـولفات روی نیـز بیشـترین وزن هـزار دانـه مربـوط بـه دو سـطح محلـول پاشـی ٤ و ٦ در هـزار بـود کـه بـا هـم در یـک گـروه آمـاری قـرار گرفتنـد. وزن هـزار دانـه کلـزا در تیمـار محلول پاشـی سـولفات آهـن بـا غلظـت ۲ در هـزار بـه همـراه محلـول پاشـی سـولفات روی بـا غلظـت ٤ و ٦ در هـزار برابـر بـا محلـول پاشـی سـولفات آهـن بـا غلظـت ٤ در هـزار و بـا

محلـول پاشـی ۲ در هـزار سـولفات روی برابـر بـود (شـکل-۳). نتـایج نشـان داد کـه محلـول پاشـی بـیش از ٤ در هـزار سولفات روی و سـولفات آهـن بـر وزن هـزار دانـه کلـزا تـاثیر گـذار نمـی باشـد. نصـری و خلعتبـری (۱۳۸۷) افـزایش عملکرد دانه کلزا بـا محلـول‌پاشـی عناصـر کـم مصـرف روی و آهـن را گـزارش کردنـد. محلـول‌پاشـی آهـن در دو مرحلـه سـاقه رفـتن و قبـل از گلـدهی، سـبب افـزایش وزن هزاردانـه، عملکرد دانـه و غلظـت آهـن در دانـه‌هـای کلـزا گردیـد و اثـر متقابـل محلـول‌پاشـی روی و آهـن در عملکـرد دانـه کلـزا معنی‌دار بود (مرشدی و همکاران، ۱۳۷۹).




**شکل-۳-اثرمتقابل محلول پاشی سولفات روی و آهن بر وزن هزار دانه کلزا**




**شکل- ٤- اثرمتقابل محلول پاشی سولفات روی و آهن بر عملکرد دانه کلزا**

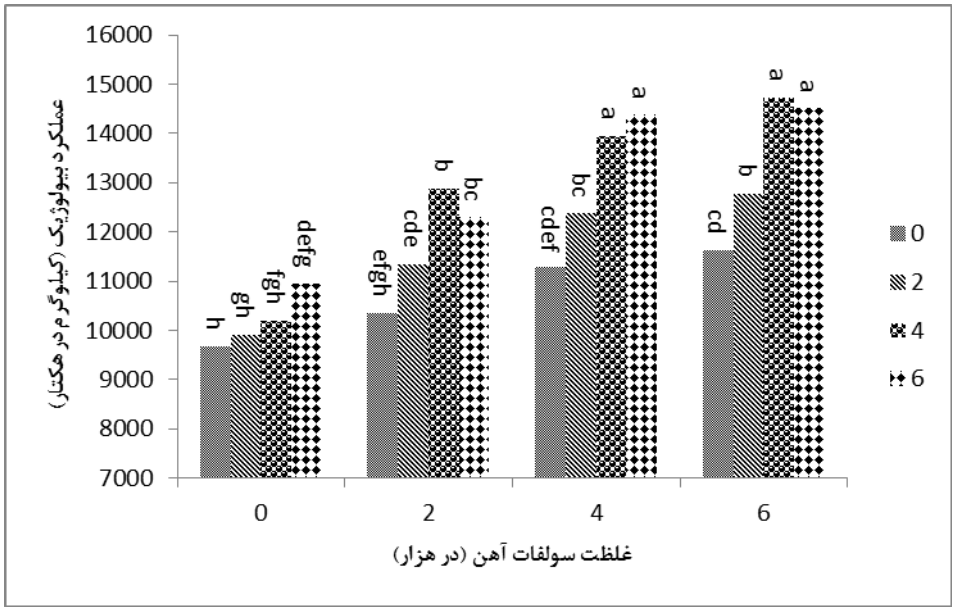
**عملکرد دانه کلزا**

عملکـرد دانـه کلـزا تحـت تـاثیر تیمارهـای مختلـف سـولفات آهـن و روی قـرار گرفـت. بیشـترین عملکـرد دانـه گندم ( ٥٦٩٩ کیلـوگرم در هکتـار ) مربـوط بـه محلـول پاشـی بـا غلظـت ٦ در هـزار سـولفات روی و آهـن بـود. ایـن تیمـار (٦ در هـزار سـولفات روی و آهـن) بـا سـه تیمـار محلـول

پاشی کود آهن با غلظت ٦ در هزار و محلول پاشی ٤ در هزار سولفات روی، تیمار توام محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ٤ در هزار و سولفات روی با غلظت ٤ و ٦ در هزار اختلاف معنی داری نداشت و در یک گروه قرار گرفتند (شکل- ٤). محلول پاشی کود آهن با غلظت ۲ در هزار به همراه محلول پاشی سولفات روی با غلظت ٤ و ٦ در هزار با تیمار محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ٦ در هزار و محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۲ در هزار در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی داری نداشتند (شکل-۳). در تیمار شاهد یا به عبارت دیگر عدم محلول پاشی سولفات آهن تنها بین سطح صفر و٦ در هزار سولفات روی از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده گردید (شکل ۳).

**عملکرد بیولوژیک**

عملکرد بیولوژیک کلزا تحت تاثیر سطوح محلول پاشی سولفات روی و سولفات آهن قرار گرفت و بیشترین عملکرد بیولوژیک کلزا مربوط به محلول پاشی٤ و ٦ در هزار سولفات آهن به همراه محلول پاشی٤ و ٦ در هزار سولفات روی بود که در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل -۵). کمترین عملکرد بیولوژیک نیز مربوط به تیمار عدم محلول پاشی سولفات روی و آهن بود. عملکرد بیولوژیک کلزا در تیمار محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ۲ در هزار به همراه محلول پاشی سولفات روی با غلظت ٤ در هزار با تیمار محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ٦ در هزار و محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۲ در هزار در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل -۵). اثر مصرف آهن به صورت کلات آهن باعث افزایش محصول و پروتئین گندم گردید. این موضوع در گزارشات ملکوتی و نفیسی (۱۳۷۳) و پهلوان راد و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت دارد. آهن با ایجاد رشد رویشی مناسب از طریق افزایش تعداد و سطح برگ، مشارکت در فتوسنتز، افزایش ماده خشک، افزایش اجزای عملکرد می گردد. آهن در ساختمان کلروفیل نقش دارد و کمبود آن منجر به کاهش میزان کلروفیل می گردد و در نتیجه رنگ سبز برگ ها به زردی متمایل می گردد و این پدیده کلروز نامیده می شود که منجر به کاهش رشد گیاه می گردد (پین تو و همکاران، ۲۰۰۵).

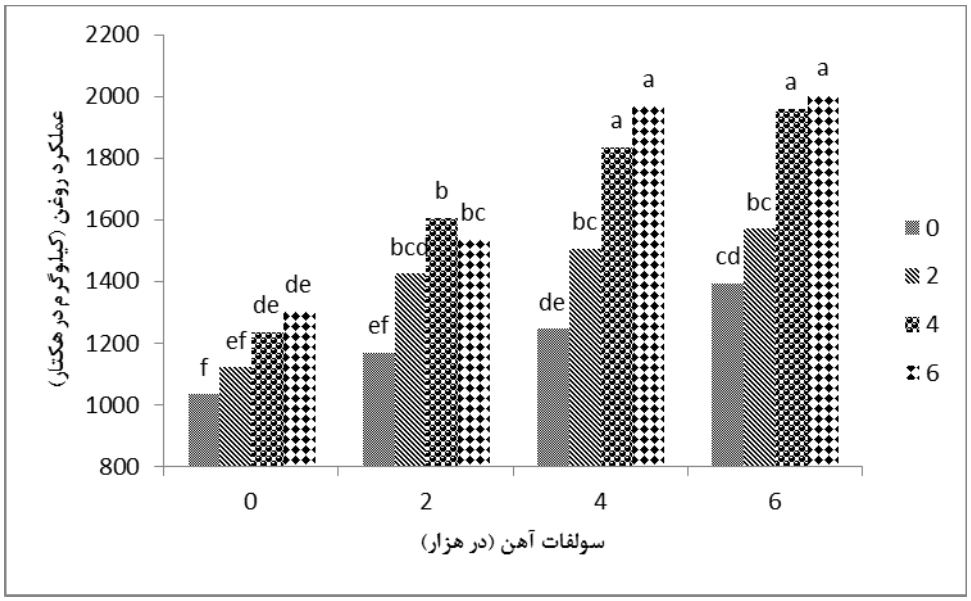



**شکل- ۵- اثرمتقابل محلول پاشی سولفات روی و آهن بر عملکرد بیولوژیک کلزا**

**عملکرد روغن**

بیشترین عملکرد روغن مربوط به محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ٤ و ٦ در هزار به همراه محلول پاشی ٤ و ٦ در هزار سولفات روی بود. عملکرد روغن در تیمار شاهد (عدم محلول پاشی روی و آهن) دارای کمترین مقدار بود (شکل -٦). عملکرد روغن در تیمار

محلـول پاشـی ۲ در هـزار سـولفات آهـن و محلـول پاشـی ٦ در هـزار سـولفات روی بـا تیمارهـای محلـول پاشـی ۲ و ٤ در هـزار سـولفات روی در یـک گـروه قـرار گرفتنـد (شـکل -٦). در تیمـار شـاهد بـدون سـولفات آهـن تنهـا بـین دو تیمـار محلـول پاشـی ٦ در هـزار بـا تیمـار صـفر سـولفات روی از لحـاظ آمـاری اخـتلاف معنـی داری وجـود داشـت. کسـاب (۲۰۰۵) نشـان داد اسـتعمال برگـی روی، منیـزیم، منگنـز و آهـن بـه طـور معنـی‌دار پارامترهـای رشـد، عملکـرد و اجـزای آن را در گیـاه مـاش افـزایش داد. بعـلاوه اسـتعمال برگـی روی، پتاسـیم یـا منیـزیم، بـه طـور معنـی‌داری همـه صـفات عملکـرد مـاش را در مقایسـه بـا گیاهـان شـاهد افـزایش داد (تـالوث و همکـاران، ۲۰۰٦). همچنـین کـاربرد K2O در ترکیـب بـا سـولفات روی بیشـترین عملکـرد دانـه و روغـن و درصـد پـروتئین را در بـادام زمینـی داشـت (درویـش و همکـاران،۲۰۰۲). رامـش و همکـاران (۱۹۹۹) نشـان دادنـد کـه عملکـرد دانـه و درصـد پـروتئین بـا مصـرف ۵ میلـی گـرم در یک کیلـوگرم خـاک بـرای هـر گیـاه افـزایش معنـی داری پیـدا مـی کنـد. مرشـدی و همکـاران (۱۳۷۹) نقـش روی و آهـن را نیز همانند سـایر عناصـر غـذایی بسـیار مهـم دانسـته و کـاربرد کـود آهـن و روی در کلـزا بـه میـزان ۰/۹ و ۲/٤ کیلـوگرم در هکتار را در بالا بـردن عملکـرد دانـه، عملکـرد روغـن، درصـد پروتئین و عملکرد روغن گزارش کردند.




**شکل- ٦- اثرمتقابل محلول پاشی سولفات روی و آهن بر عملکرد روغن**

**درصد روغن**

بر اسـاس جـدول تجزیـه واریـانس بـرای صـفت درصـد روغـن بـرای سـطوح مختلـف محلـول پاشـی سـولفات روی و آهـن اخـتلاف معنـی داری مشـاهده نشـد. امـا بـر اسـاس مقایسـات میـانگین بیشـترین درصـد روغـن در محلـول پاشـی سـولفات روی مربـوط بـه محلـول پاشـی ٤ در هـزار (۳۵/٤۱ درصـد) و کمتـرین مربـوط بـه عـدم محلـول پاشـی (۳٤/٤۲ درصد) بود. درصـد روغـن در سـطوح مختلـف محلـول پاشـی سولفات آهن نیز با افـزایش غلظـت افـزایش یافـت بـه طـوری کـه در تیمـار شـاهد درصـد روغـن برابـر۳٤/٤۷و در اثـر محلـول پاشـی سـولفات آهـن بـا غلظـت٤ و ٦ در هـزار بـه ترتیـب معـادل ۳۵/۱۹ و ۳۵/۲۵ درصـد رسـید. بـا توجـه بـه میزان افزایش اندک درصـد روغـن اخـتلاف معنـی داری بـرای صفت درصد روغـن مشـاهده نشـد (داده هـا نشـان داده نشـده است).

**نتیجه گیری**

نتـایج تحقیـق نشـان داد کـه کلـزا بـه محلـول پاشـی سـولفات روی و آهـن واکـنش مثبـت نشـان مـی دهـد و محلـول پاشـی کودهـای سـولفات روی و آهـن منجـر بـه افزایش عملکرد و اجـزای عملکـرد دانـه مـی گـردد و حـداکثر افـزایش کلـزا در صـفات انـدازه گیـری شـده مربـوط بـه سولفات روی با غلظـت ٦ در هـزار بـود کـه بـا سـطح محلـول پاشـی ٤ در هـزار از لحـاظ آمـاری اخـتلاف معنـی داری

نداشت. نتایج محلول پاشی سولفات آهن نیز نشان داد که بهترین پاسخ در سطح مصرف سولفات آهن با غلظت ٦ در هزار می باشد. با توجه به توجیه اقتصادی محلول پاشی ٤ در هزار سولفات روی و آهن برای رسیدن به عملکرد مطلوب کلزا در منطقه مرودشت توصیه می گردد.

**منابع**


احمدی. ج.، م.م. سیفی و م. امینی دهقان. ۱۳۹۱. تاثیر محلول پاشی ریز مغذی های آهن، روی و کلسیم بر عملکرد دانه و روغن ارقام مختلف کنجد. مجله تولید گیاهان زراعی. ۵ (۳): ۱۱۵-۱۳۰.

امیدیان. ا.، س. ع. سیادت.، ر. ناصری و م مرادی. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ١٤(١):١٦-٢٨

پازکی، ع. ر.، ا. ح. شیرانی راد.، د. حبیبی.، ف. پاک نژاد و م. ر. حاج سید هادی. ۱۳۸۸. اثر زمان محلول پاشی آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پاییزه کلزا در شهر ری. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۵. (۱): ۳۱-٤٢

پهلوان‌راد، م. ر.، غ.ع. کیخا و م. ر. نارویی راد. ١٣٨٦. تأثیر کاربرد روی، آهن و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد، غلظت و جذب عناصر غذایی در دانه گندم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی،۷۹: ۱ تا ۱۳.

چاکر الحسینی، م. ر.، ع. رونقی.، م. مفتون و ن. ع. کریمیان. ۱۳۸۱. پاسخ سویا به کاربرد آهن و فسفر در یک خاک آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ٦ ( ٤): ٢٢-٣٧.

خلیلی محله، ج و م. رشیدی. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی رقم ۷۰٤ در خوی. مجله نهال و بذر. ٢٤. (٢). ٢٨١-٢٩٢

کیخا، غ.، ح. فنایی.، م. پل شکن.، ع. اکبری مقدم و ف. سراوانی. ١٣٨٤. بررسی اثرات محلول پاشی عناصر روی، بور و اهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا. نهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران. ١٤٩-١٥٣

مرشدی، ا.، م. ج. ملکوتی.، ح. نقیبی و ح. رضایی. ۱۳۷۹. تاثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی سازی دانه‌های کلزا در بردسیر کرمان. مجله خاک و آب. ویژه‌نامه کلزا. ۱۲: ٦٨ -٥٦

ملکوتی، م. ج. و ع. نفیسی.۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی. دانشگاه تربیت مدرس. ٣٤١ صفحه.

نصری، م و م. خلعتبری. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر غلظت محلول‌پاشی ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه ورامین. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. ۵(۲): ۱۹۱-۱۹۷

هدایت پور، ر.، م. موحدی دهنوی.، ح. ر. حمزه و س. م. مرشدی. ۱۳۹۳. تاثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا رقم طلایه در منطقه فارس. نشریه تولید گیاهان روغنی. ۱ (۱) :. ۳۳- ٤٢

Abdzad, G. and A. N. N. Niaki. 2010. Effect of iron and fertilizers on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea*) in Astaneh Ashrafiyeh, Iran. Agric. and Environ. Sci .9(3):256-262.

Abunyewa, A. A. and H. Mercer-Quarishie. 2004. Response of maize to Mg and Zn application in the semiarid Zone of West Africa. Asian J. Plant Sci. 3:1-5.

Ahmadi, M. 2010. Effect of zinc and nitrogen rates on yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). American Eurasian J. Agric Environ. Sci.7 (3): 259-264.

Butorina, E. P., A. B. Yogodin and S. Feofanor. 1991. Effect of foliar application of urea and molybdenum on winter wheat grain yield and quality. Field Crop Abs. P: 46.

Bybordi, A and G. Mamedov. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for Canola (*Brassica napus*). Not. Sci Bio: 2(1): 94-103.

Cakmak, I and H. Marchner. 2000. Enhanced superoxide radical production in roots of Zinc deficient plants. J. Exp. Bot. 39:1449-1460.

Cakman, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortitication. J. Plant Soil. 302:1-7.

Darwish, D. S., G. EL- Gharreib, M. A. EL-Hawary and O. A. Rafft. 2002. Effect of some macro and micro nutrients application on Peanut production in a saline soil in EL-Faiyum Governorate. Egypt. J. Application. 17:17-32.

Fagaria, N. k. 2002. Influence of micro nutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops, pesquisa Agro pecuaria.37:1765-1772.

Fernandez, V., G. Winkelmann and G. Elbert. 2004. Iron supply to sugar beet plants through foliar application of iron citrate and ferric dime rum acid. Physiol. Planta. 122 (3):380–385.

Glinski, D. S., K. J. Karnok and R. N. Carro. 2001. Iron fertilization effects on creeping bent grass shoot and root growth. J. Agron. 146-168.

Graham, A and G. k. Mcdonald. 2000. Effects of zinc on photosynthesis and yield of wheat under heat stress. Aust. Agron. Conf. pp. 27-33.

Hava. O. 2001. Nutritional constraints on root nodule bacteria affecting symbiotic nitrogen fixation: a review. Aust. J. Exp. Agri. 41:417-433.

Homayouni, G. H., M. K. Souri and M. Zarein. 2013. Effects of zinc and nitrogen on yield components of five flax genotypes. Global J. Sci Frontier Res Chemist. 13(1):20-24.

Khan, Z. I., A. Hussein, M. Ashraf and L. R. Mc Dowell. 2006. Mineral Status of soils and forages in southern Punjab-Pakistan: Micro-minerals, Asian-Aust. J. Animal Sci. 19: 1139–1147.

Meier, U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants, BBCH monograph, 2. Edition federal biological research Centre for agriculture and forestry.

Monjezi, F., F. Vazin and M. Hassanzadehdelouei. 2013. Effects of iron and zinc spray on yield and yield components of wheat in drought stress. Cercetări Agronomic in Moldova, XLVI (1): 23-32.

Nawaz, N., M. S. Nawaz, N. M. Cheema and M. A. Khan. 2012. Zinc and iron application to optimize seed yield of mustard. Pakistan. J. Res. 25(1). 28-33.

Pinto, A., M. Mota and A. Varennes. 2005. Influence of organic matter on the uptake of zinc, copper and iron by Sorghum plants. Sci. Total Environ. 326:239-247.

Pourgholam, M., N. Nemati and M. Oveysi, 2013. Effect of zinc and iron under the influence of drought on prolin, protein and nitrogen leaf of rapeseed. Annals Bio Res. 4 (7):200-203

Ramesh, S., S. Raghbir, S. Mohinder, R. Sharam, R. Singh and M. Singh. 1999. Effect of P, Fe on the yield of Sunflower. Ann. Agri. Res. 4:2:145– 150.

Shiemshi , D. 2007. Leaf chlorosis and stomatal aperture. New Phytol. 166: 455-461

Tewari, R. K., P. Kumar and P. N. Sharma. 2005. Sign of oxidative stress in the chlorotic leave of iron starved plants. Plant Sci. 169:1037-1045.

Thalooth, M., M. Tawfik and M. H. Magda. 2006. A comparative study on the effect of Zinc, Potassium and Magnesium and Magnesium on growth, yield and some chemical constituents of Mungbean plants growth under Water stress conditions. World J. Agric Sci. 2:37-46.

Yasari, E and A. M. Patwardah. 2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica napus* L) under different chemical fertilizers application. Asian J. Plant Sci. 5:745-752.

# The effect of foliar application of iron sulphate and zinc sulphate on yield and yield components of rape seed in Marvdasht region

A.A. Falah[1], Gh. Moafporian[2], M.S. Tadaion[2], F. Dehghani[3], A. Zare[4]

Recievd: 2015-9-30 Accepted: 2019-4-7

**Abstract**

To study the effects of different levels of zinc and iron sulphate on qualitative and quantitative yield of canola, a factorial experiment base on a randomized complete block design with three replications was conducted in Marvdasht. The first factor consisted of four levels of zinc sulphate foliar application (0, 2, 4 and 6 per thousand) and the second factors consisted of four levels of iron sulphate foliar application (0, 2, 4 and 6 per thousand),. Analysis of variance indicated that the effect of different levels of zinc and iron on yield and yield components of rape seed is significant. The highest number of seeds per pod, seed weight, biological and grain yield were obtained by using the concentration of zinc sulphate 6 thousand that not significant with 4 thousand treatment. Means comparison if iron sulphate application showed that the highest number of seeds per pod, seed weight, biological and grain yield was used at a concentration of six per thousand and as statistically not significant with 4 per thousand treatment. By increasing concentrations of iron and zinc sulfate the oil percent increased, but this increase was not statistically significant. In general it can be concluded that in plant nutrition management the application of zinc and iron 4 per thousand to reach a favorable grain yield in Marvdasht city can be more economically feasible.

**Keywords**: Oil Percent, oil yield, plant nutrition management, biological yield, rapeseed

1- Graduated Student of Soil science, Sicence and Research Btranch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
2- Assistant professor, Fars Agriculture and Natural Science Research center, Shiraz, Iran
3- Marvdasht Agricultural Jahad Office, Marvdasht, Iran
4- Assitant Professor, Ahvaz University, Ahvaz, Iran