

## تأثیر محلول پاشی عناصر کم‌مصرف روی و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا (*Brassica napus* L.) رقم طلایه در منطقه زرقان فارس

راضیه هدایت‌پور<sup>۱</sup>، محسن موحدی دهنوی<sup>۲\*</sup>، حمیدرضا خادم حمزه<sup>۳</sup>، سیده مریم مرشدی<sup>۱</sup>

۱، ۲ و ۳ به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه یاسوج، عضو هیات علمی دانشگاه یاسوج و عضو هیات علمی مرکز

تحقیقات کشاورزی زرقان فارس

\*پست الکترونیک نویسنده مسئول: Movahhedi1354@mail.yu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۷)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا (رقم طلایه)، آزمایش مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات کشاورزی زرقان استان فارس در سال ۸۸-۱۳۸۷ اجرا گردید. دوبرار محلول پاشی (یکی در مرحله ساقه رفتن و دیگری اوایل گلدهی) شامل سولفات روی در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) و سولفات آهن در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) بصورت آزمایش فاکتوریل ۲ عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد برهم‌کنش محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد روغن معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۴۹۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار، درصد پروتئین دانه به میزان ۳۷/۷ درصد و عملکرد روغن به میزان ۲۱۲۴/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به محلول پاشی توام روی و آهن به میزان ۴ گرم در لیتر بود. افزایش غلظت روی از صفر به ۴ گرم در لیتر، باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه از ۴/۲۴ به ۴/۶۹ گرم، تعداد دانه در خورجین از ۱۹/۱۲ به ۲۲/۸۸ و همچنین میزان روغن دانه از ۳۸/۶۷ به ۴۳/۱۷ درصد شد. با افزایش محلول پاشی روی از صفر به ۴ گرم در لیتر، غلظت روی در دانه به طور معنی‌داری از ۲۲/۰۷ به ۳۳/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت. افزایش غلظت آهن از صفر به ۴ گرم در لیتر، باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه از ۴/۲۴ به ۴/۶۴ گرم و افزایش غلظت آهن در دانه به طور معنی‌داری از ۶۴/۲۹ به ۷۹/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم شد. با توجه به نتایج، دوبرار محلول پاشی توام سولفات روی و آهن به میزان ۴ گرم در لیتر جهت دستیابی به عملکرد کمی و کیفی بیشتر کلزای رقم طلایه در منطقه زرقان پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: پروتئین، روغن، عملکرد، کلزا، وزن هزار دانه

## مقدمه

کلزا از گیاهان روغنی است که کشت آن در سال‌های اخیر در ایران مطرح شده است. از آنجا که در حال حاضر حدود ۹۰ درصد روغن کشور وارداتی می‌باشد، توسعه کشت کلزا نقطه امید برای تأمین قسمت عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور می‌باشد. این گیاه سومین گیاه روغنی مهم دنیاست که سطح کشت آن در مناطق معتدل به سرعت در حال افزایش است (بازالما<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). روی عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشد است. عقیم بودن دانه‌های گرده، کوچکی اندازه برگ، وجود نوارهای روشن در امتداد رگبرگ اصلی برگ و کوتولگی گیاه از علائم کمبود این عنصر است (خلیلی محله و رشدی، ۱۳۸۷). آهن نقش اساسی در متابولیسم کلروفیل‌ها دارد و به عنوان کوفاکتور در بسیاری از پروتئین‌های دخیل در فعالیت‌های سلولی از قبیل تنفس، فتوسنتز و تمایز سلولی شرکت دارد (برادلسی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۲؛ بایبوردی و مامدوف<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰). کمبود آهن می‌تواند کارایی اندامک‌های فتوسنتزی را به شدت تحت تأثیر قرار دهد (فری و رد<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲). آهن همچنین در ساختمان پروتئین‌ها از جمله سیتوکروم به کار گرفته شده است (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۴). مصرف خاکی عناصر ریزمغذی، علاوه بر پایین بودن کارایی جذب آن‌ها توسط گیاه، از لحاظ اقتصادی نیز بسیار پرهزینه است و از این رو می‌توان از روش‌های جایگزین مانند محلول پاشی بهره جست. جذب عنصر روی توسط گیاه با دو سازوکار فعال و غیر فعال صورت می‌گیرد. جذب غیر فعال آن از طریق جذب الکتروستاتیکی یون‌های روی دیواره سلولی سلول‌های ریشه صورت می‌گیرد. جذب فعال روی بیشتر تحت تأثیر دما و تهویه محیط ریشه می‌باشد و به نظر می‌رسد که سازوکار جذب فعال روی تأمین کننده بخش عمده روی مورد احتیاج گیاه باشد. با توجه به جذب کند عنصر روی و سایر عناصر مشابه توسط ریشه بهتر است این عناصر از طریق

اندام‌های هوایی در اختیار گیاه قرار داده شوند (سپاوشی و همکاران، ۱۳۸۳). زمان و کریمی (۱۳۸۶) گزارش کردند که محلول پاشی عناصر کم‌مصرف بر افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیستی و تعداد خورجین در بوته کلزا مؤثر است. با کاربرد محلول پاشی روی و آهن، ۱/۵ درصد محتوای روغن دانه کلزا افزایش یافت (پاتواردهان و یاسری<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶). بایبوردی و ملکوتی (۲۰۰۷) نشان دادند که محلول پاشی سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، روغن و پروتئین دانه در کلزا می‌شود. مطالعه بایبوردی و مامدوف (۲۰۱۰) نشان داد که استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌گردد. امیدیان و همکاران (۱۳۹۱) پی بردند که محلول پاشی سولفات روی به نحو چشمگیری عملکرد، اجزای عملکرد، طول خورجین، میزان روغن، میزان پروتئین و ارتفاع بوته را در گیاه کلزا افزایش می‌دهد. غیبی (۱۳۸۲) محلول پاشی روی با غلظت ۴ در هزار، قبل از خروج گیاه از حالت روزت، را مناسب گزارش کرد. نتایج تحقیقات مربوط به مصرف عنصر روی در مراحل مختلف رشد گیاه سویا نشان داده است که محلول پاشی روی آن را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار داده و باعث بهبود عملکرد آن می‌شود (جامسوم<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). پاژکی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی اثر محلول پاشی آهن بر عملکرد کلزای پاییزه دریافتند که اثر آهن بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار گردید. منجزی و همکاران، (۲۰۱۳) با بررسی اثر آهن و روی بر خصوصیات عملکردی گندم در شرایط تنش خشکی دریافتند که عملکرد و وزن هزار دانه گندم به‌طور معنی‌داری در اثر استفاده از این دو عنصر افزایش می‌یابد. همچنین احمدی<sup>۷</sup> و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد دانه و روغن کنگد پی بردند که عنصر روی بیشترین تأثیر را بر

- 1- Basalma
- 2- Broadley
- 3- Mamedov
- 4- Frey and Reed

- 5- Yaseri and Patwardhan
- 6 - Jamsom
- 7- Monjezi

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک (نمونه برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

۷/۸۶	اسیدیته
شنی - لومی	بافت
۰/۰۵	نیتروژن کل (درصد)
۰/۵	کربن (درصد)
۱۴/۵	آهک (درصد)
۱۳۰	پتاسیم تبادل (mg kg <sup>-1</sup> )
۱۷/۴	فسفر- تبادل (mg kg <sup>-1</sup> )
۲/۶	آهن (mg kg <sup>-1</sup> )
۰/۴۸	روی (mg kg <sup>-1</sup> )

هر کرت آزمایشی شامل ۴ پشته به طول ۶ متر به فاصله ۶۰ سانتی متر و روی هر پشته ۲ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی متر از هم بود. فاصله بوته روی ردیف ۴ سانتی متر بود. بعد از رسیدن کامل خورجین‌ها از هر کرت تعداد ۲۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و متوسط وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته اندازه‌گیری شد. برداشت نهایی از دو خط وسط با حذف حاشیه از بالا و پایین و در سطح ۳ مترمربع صورت گرفت و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری پروتیین از دستگاه کلدال استفاده شد. استخراج روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله با حلال پترولیوم بنزین انجام گرفت. مقادیر جذب آهن و روی، توسط دستگاه جذب اتمی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم قرائت گردید. اعداد قرائت شده بوسیله مقایسه با شکل حاصل از نمونه‌های استاندارد تعدیل شدند و در نهایت غلظت عناصر بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بذر بدست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

### نتایج و بحث

#### اجزای عملکرد دانه

نتایج نشان داد که برهم‌کنش روی و آهن اثر معنی داری بر وزن هزار دانه نداشت (جدول ۲). اما اثر محلول‌پاشی روی بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که افزایش غلظت روی از صفر تا ۴ گرم در لیتر، وزن هزار دانه را به طور معنی‌داری از ۴/۲۴

عملکرد دانه، تعداد دانه در کپسول، عملکرد روغن و وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد داشت. با توجه به اینکه کشاورزان امروزه بیشتر از کودهای حاوی عناصر پرمصرف استفاده می‌کنند و کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف را کمتر در مزرعه بکار می‌برند، برای تضمین تولیدات کشاورزی لازم است با رعایت اصول مصرف بهینه کود از تخلیه و انباشتگی عناصر غذایی در خاک‌های کشور جلوگیری نماییم. بنابراین عناصر کم‌مصرف روی و آهن باید به مقدار کافی برای دستیابی به حداکثر عملکرد مطلوب فراهم شود. لذا این تحقیق به بررسی محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و آهن بر عملکرد کلزا پرداخته است.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی زرقان فارس به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. عامل اول عنصر روی (از منبع سولفات روی) در سه سطح شامل صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر و عامل دوم عنصر آهن (از منبع سولفات آهن) در سه سطح شامل صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر بود. محلول‌پاشی بر روی بوته‌های کلزا در دو مرحله، یکی قبل از ساقه‌دهی و دیگری، در اوایل گلدهی انجام شد. رقم کلزای مورد کشت، طلایه و تاریخ کشت آن ۲۰ مهر سال ۱۳۸۷ بود. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) کود فسفات آمونیوم (۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار)، سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار) و اوره (۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار) در دو مرحله قبل از کاشت و مرحله ساقه‌دهی) به‌طور یکنواخت در زمین پخش شد. سم‌پاشی علیه علف‌های هرز با علف‌کش بوتیزان استار به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار قبل از آبیاری دوم انجام شد.

برای عملکرد دانه مشاهده می‌شود که در تیمار بدون محلول پاشی با روی و محلول پاشی روی با غلظت ۲ گرم در لیتر، محلول پاشی آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت، اما در تیمار محلول پاشی روی با غلظت ۴ گرم در لیتر، سطوح آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. عملکرد دانه ۴۹۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار در این تیمار (غلظت ۴ گرم در لیتر آهن)، بیشترین افزایش را نسبت به تیمار بدون محلول پاشی آهن که شامل ۴۰۰۵/۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه می‌باشد، نشان داد (شکل ۱). منجزی و همکاران (۲۰۱۳) ملاحظه نمودند، که برهم‌کنش محلول پاشی روی و آهن بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش خشکی معنی‌دار بود.

احتمالاً به دلیل پایین بودن روی خاک و همچنین بالا بودن pH خاک و سبک بودن بافت خاک (لومی-شنی) کارایی جذب روی در خاک کاهش یافته و مصرف سولفات روی پاسخ گیاه را در پی داشته است؛ افزایش عملکرد دانه کلزا با محلول پاشی سولفات روی توسط محققین نیز گزارش شده است (بایبوردی و مامدوف، ۲۰۱۰؛ بایبوردی و ملکوتی، ۲۰۰۷؛ امیدیان و همکاران ۱۳۹۱؛ نصری و خلعتبری، ۱۳۸۷). محلول پاشی آهن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۲).

با افزایش غلظت روی وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین افزایش یافت، در واقع افزایش غلظت روی با افزایش عملکرد دانه همراه بود. نوع و زمان مصرف عناصر کم‌مصرف در این بررسی، یعنی محلول پاشی در هنگام خروج از ریزوم و گلدھی، باعث افزایش عملکرد دانه شده است، دلیل این افزایش احتمالاً مربوط به نقش این عناصر ریزومغذی در تشکیل بذر و تجمع هیدروکربن‌ها در آن است.

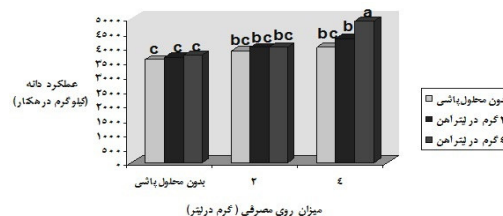
### پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر برهم‌کنش محلول پاشی روی و آهن بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). در تیمار بدون محلول پاشی با روی، سطوح آهن اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین در دانه نداشت؛ محلول پاشی با غلظت ۲ گرم در لیتر روی و غلظت ۴ گرم در لیتر آهن با ۳۵/۲۶ درصد پروتئین در

به ۴/۶۹ گرم افزایش داد (جدول ۳). محلول پاشی آهن نیز بر وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). با افزایش غلظت آهن از صفر تا ۴ گرم در لیتر، وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری از ۴/۲۴ به ۴/۶۴ گرم افزایش یافت (جدول ۳). بایبوردی و مامدوف (۲۰۱۰) اظهار داشتند که محلول پاشی آهن در دو مرحله ساقه رفتن و قبل از گلدهی در کلزا، سبب افزایش وزن هزار دانه شده است. همچنین مرشدی و همکاران (۱۳۷۹) بیان داشتند که افزایش وزن هزار دانه به دلیل نقش عناصر ریزومغذی روی و آهن در تشکیل و تجمع هیدروکربن‌ها و مواد فتوسنتزی در دانه است. عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی باعث افزایش ذخایر کربوهیدرات گیاه شده و در نتیجه به هنگام پر شدن دانه، ماده خشک بیشتری در اختیار دانه‌ها قرار می‌گیرد بنابراین وزن دانه‌ها افزایش می‌یابد. تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت، اما تعداد دانه در خورجین از تیمار روی متأثر شد (جدول ۳). با افزایش غلظت روی از صفر تا ۴ گرم در لیتر، تعداد دانه در خورجین به‌طور معنی‌داری از ۱۹/۱۲ به ۲۲/۸۸ افزایش یافت (جدول ۳). احمدی و همکاران (۱۳۹۱)، کیخا و همکاران (۱۳۸۴) و همایونی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعات خود دریافتند که با افزایش غلظت روی، تعداد دانه در خورجین کلزا افزایش یافت. در مطالعه میرزا پور و خوش گفتار منش (۱۳۸۷) تیمار آهن، تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین کلزا نداشت.

### عملکرد دانه

نتایج نشان داد که برهم‌کنش روی و آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین برهم‌کنش محلول پاشی روی و آهن



شکل ۱- برهم‌کنش محلول پاشی روی و آهن برای عملکرد دانه

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تیمارهای آزمایش برای اجزای عملکرد و عملکرد کلزا

میانگین مربعات		درجه آزادی		منابع تغییرات	
عملکرد دانه	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته
۴۲۳۰/۱۱ <sup>NS</sup>	۳۳*	۰/۱۴۶ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۱ <sup>NS</sup>	۳	تکرار
۱۷۲۰/۱۱۷/۰۳**	۲۴/۳ <sup>NS</sup>	۴۲/۳۸**	۰/۶۳**	۲	روی
۱۹/۱۹ <sup>NS</sup>	۱/۷۹ <sup>NS</sup>	۰/۳۵ <sup>NS</sup>	۰/۴۸۵**	۲	آهن
۲۹۴۰۵۳/۹۸*	۱۹/۰۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۳۱ <sup>NS</sup>	۴	روی×آهن
۱۷۰۰۱۷۰/۶۷	۱۹۲	۳۳/۲۹	۱/۱۳	۲۴	خطا
۶/۶۵	۵/۱	۵/۶	۴/۸۷	-	ضریب تغییرات (درصد)

\* و \*\* به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد و NS معنی دار نمی باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده محلول پاشی روی و آهن برای اجزاء عملکرد و عملکرد دانه کلزا

عامل‌های آزمایش	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
محلول پاشی				
روی				
صفر گرم در لیتر	۴/۲۴ c	۱۹/۱۲ c	۵۳/۹۲ b	۳۶۴۸/۳ c
۲ گرم در لیتر	۴/۴۳ b	۲۱/۰۵ b	۵۵/۹۲ ab	۳۹۵۵/۷ b
۴ گرم در لیتر	۴/۶۹ a	۲۲/۸۸ a	۵۶/۶۷ a	۴۴۰۱/۳ a
محلول پاشی آهن				
صفر گرم در لیتر	۴/۲۴ b	۲۰/۸۵ a	۵۵/۹۳ a	۳۸۴۲/۶ b
۲ گرم در لیتر	۴/۴۸ a	۲۱/۰۲ a	۵۵/۱۷ a	۴۰۰۳/۰ ab
۴ گرم در لیتر	۴/۶۴ a	۲۱/۱۹ a	۵۵/۴۲ a	۴۱۵۹/۶ a

در هر مقایسه حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی داری ندارند (دانکن ۵/).

دانه‌ها در کلزا (پور غلام<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳؛ بایبوردی و ملکوتی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷) و سویا (جامسوم، ۲۰۱۳) افزایش یافت.

محلول پاشی آهن در کلزا، میزان آهن فعال درون گیاه و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز که برای چرخه اسیدهای آمینه لازم می باشد، و در نتیجه پروتئین را افزایش می دهد (یارنیا و همکاران، ۱۳۸۶؛ پورغلام و همکاران، ۲۰۱۳).

دانه نسبت به بدون محلول پاشی با آهن با ۳۰/۴۸ درصد پروتئین، اثر معنی داری بر درصد پروتئین دانه داشت.

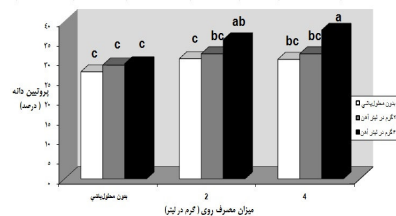
همچنین در محلول پاشی با غلظت ۴ گرم در لیتر روی، سطوح آهن اثر معنی داری بر درصد پروتئین دانه داشت؛ به طوری که غلظت ۴ گرم در لیتر آهن با ۳۷/۷ درصد پروتئین در دانه، افزایش معنی داری را نسبت به تیمار بدون محلول پاشی با آهن نشان داد (شکل ۲). در گزارش‌های نصری و خلعتبری (۱۳۸۷) کاربرد همزمان روی و آهن باعث افزایش اندک درصد پروتئین شد. زیرا روی برای سنتز پروتئین در گیاهان لازم است؛ مقدار سنتز پروتئین در گیاهان دارای کمبود روی با توجه به تجمع اسیدهای آمینه به طور موثری کاهش می یابد (مرشدی، ۱۳۷۹). با محلول پاشی روی درصد پروتئین

1- Pourgholam  
2- Bybordi and Malakouti

### عملکرد روغن

عملکرد روغن تابعی از درصد روغن و عملکرد دانه می باشد. در این مطالعه اثر برهم کنش روی و آهن بر عملکرد روغن دانه معنی دار گردید (جدول ۴). در تیمارهای بدون محلول پاشی با روی و محلول پاشی با غلظت ۲ گرم در لیتر روی، سطوح آهن اثر معنی داری بر عملکرد روغن دانه نداشتند؛ اما در تیمار محلول پاشی با غلظت ۴ گرم در لیتر روی، سطوح آهن اثر معنی داری بر عملکرد روغن دانه داشت؛ به طوری که غلظت ۴ گرم در لیتر آهن با ۲۱۲۴/۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به بدون محلول پاشی با آهن با ۱۷۷۱/۳ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی داری بر عملکرد روغن دانه داشت (شکل ۳).

محلول پاشی روی بر عملکرد روغن دانه اثر معنی داری داشت (جدول ۴). با افزایش محلول پاشی روی از صفر به ۴ گرم در لیتر، عملکرد روغن از ۱۴۱۲/۷۷ به ۱۸۹۸/۷۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۵). بیشترین عملکرد روغن در تیمارهای محلول پاشی کلزا، از محلول پاشی عنصر روی بدست آمد (مرشدی و نقیبی، ۱۳۸۳؛ بایبوردی و ملکوتی، ۲۰۰۷).



شکل ۲- برهم کنش محلول پاشی روی و آهن برای پروتئین

دانه

### درصد روغن

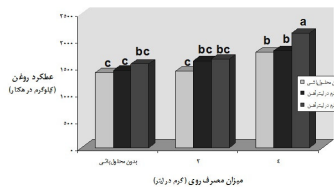
نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم کنش محلول پاشی روی و آهن و سطوح محلول پاشی آهن بر درصد روغن دانه معنی دار نبود (جدول ۴). اما اثر محلول پاشی روی بر درصد روغن دانه معنی دار بود. با افزایش غلظت روی از صفر به ۴ گرم در لیتر، روغن دانه از ۳۸/۶۷ به ۴۳/۱۷ درصد افزایش یافت. در مطالعه مرشدی و نقیبی (۱۳۸۳)، بایبوردی و ملکوتی (۲۰۰۷) و خیابوی و همکاران (۱۳۸۹) محلول پاشی روی در کلزا درصد روغن را به طور معنی داری افزایش داد. احتمالاً کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی اکسیدان شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می شود، از این رو کمبود عنصر روی می تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود.

جدول ۴- نتایج حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات کلزا

میانگین مربعات				پروتئین دانه	روغن دانه	عملکرد روغن	غلظت روی دانه	غلظت آهن دانه	منابع تغییرات درجه آزادی
تکرار	۳	۲	۲						
تکرار	۳	۳/۸ <sup>ns</sup>	۲/۵۹ <sup>ns</sup>	۴۸۹۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۴/۳۸ <sup>ns</sup>	۴۲/۹۵ <sup>ns</sup>			
روی	۲	۸۶/۳۳ <sup>**</sup>	۶۱/۴۴ <sup>*</sup>	۷۱۹۸۹۴/۱۹ <sup>**</sup>	۳۸۱/۳۹ <sup>**</sup>	۲۲/۹۹ <sup>ns</sup>			
آهن	۲	۳۶/۰ <sup>*</sup>	۳/۴۴ <sup>ns</sup>	۵۹۰۸۵/۸ <sup>*</sup>	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۶۷۱/۰۵ <sup>**</sup>			
روی × آهن	۴	۲۴/۳۳ <sup>*</sup>	۴/۷۴ <sup>ns</sup>	۵۲۳۴۶/۹ <sup>*</sup>	۲/۴۴ <sup>ns</sup>	۷/۹۸ <sup>ns</sup>			
خطا	۲۴	۷/۶۴	۱۱/۰۷	۳۴۰۹۵/۸۹	۲۱/۶۹	۹۱/۵۵			
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۷۹	۸/۱۶	۱۱/۲۷	۱۶/۶۲	۱۳/۴۱			

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns معنی دار نمی باشد.

روی، غلظت روی در کلزا را افزایش داد. گیاهان در مواقع کمبود روی، فیتوسیدروفور تولید کرده و آن را از طریق ریشه دفع می‌نمایند و عنصر روی غیرقابل جذب را به صورت قابل جذب تبدیل می‌کنند. این مواد اثر کلاتی دارند، گیاهان در شرایط کمبود روی در خاک از روی غیرقابل جذب نیز استفاده می‌کنند.



شکل ۳- برهمکنش محلول‌پاشی روی و آهن برای عملکرد

روغن

### غلظت روی در دانه‌ها

اثر برهم‌کنش روی و آهن و محلول‌پاشی روی بر غلظت آهن دانه معنی‌دار نبود، اما محلول‌پاشی آهن بر غلظت آهن دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). با افزایش محلول‌پاشی آهن از صفر به ۴ گرم در لیتر، غلظت آهن دانه از ۶۴/۲۹ به ۷۹/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت (جدول ۵). در مطالعه بایوردی و مامدوف (۲۰۱۰) محلول‌پاشی آهن به طور معنی‌داری غلظت آهن در دانه را افزایش داد.

اثر برهم‌کنش روی و آهن و محلول‌پاشی آهن بر غلظت روی دانه معنی‌دار نبود، اما تأثیر محلول‌پاشی روی بر غلظت روی دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). به طوری‌که با افزایش محلول‌پاشی روی از صفر به ۴ گرم در لیتر، غلظت روی دانه از ۲۲/۰۷ به ۳۳/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت (جدول ۵). بایوردی و مامدوف (۲۰۱۰) دریافتند که مصرف روی در کلزا سبب افزایش غلظت روی در دانه‌ها، ریشه و کاه و کلش کلزا گردید. همچنین آن‌ها بیان داشتند که محلول‌پاشی

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده محلول‌پاشی روی و آهن برای برخی صفات کلزا

عامل‌های آزمایش	پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	روی در دانه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	آهن در دانه (میلی‌گرم در کیلوگرم)
محلول‌پاشی روی					
صفر گرم در لیتر	۲۸/۴۲ c	۳۸/۶۷ b	۱۴۱۲/۷۷ c	۲۲/۰۷ c	۷۰/۰۸ a
۲ گرم در لیتر	۳۲/۲۵ b	۴۰/۵ ab	۱۶۰۲/۲۳ b	۲۸/۷۳ b	۷۲/۸۲ a
۴ گرم در لیتر	۳۳/۵۸ a	۴۳/۱۷ a	۱۸۹۸/۷۲ a	۳۳/۲۸ a	۷۱/۱۱ a
محلول‌پاشی آهن					
صفر گرم در لیتر	۳۰/۴۲ b	۴۱/۰ a	۱۵۸۴/۹۱ c	۲۷/۸۸ a	۶۴/۲۹ b
۲ گرم در لیتر	۳۰/۴۲ b	۴۰/۱۷ a	۱۶۱۱/۳۲ b	۲۸/۰۴ a	۷۰/۵۴ b
۴ گرم در لیتر	۳۳/۳۱ a	۴۱/۱۷ a	۱۷۱۷/۴۸ a	۲۸/۱۶ a	۷۹/۱۸ a

در هر ستون، حروف مشابه تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

باشد. به نظر می‌رسد در بین سطوح مختلف آزمایش مقدار ۴ گرم در لیتر سولفات روی و آهن دارای بیشترین تأثیر بر کلیه صفات مورد بررسی می‌باشد. همچنین دو بار محلول‌پاشی توأم سولفات

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد استفاده از محلول‌پاشی سولفات روی و آهن می‌تواند نقش موثری در بهبود عملکرد دانه، درصد روغن و پروتئین دانه و غنی‌سازی بذر از روی و آهن داشته

روی و آهن در منطقه زرقان فارس جهت بهبود کمی و کیفی گیاه کلزا رقم طلایه پیشنهاد می گردد.

### منابع

- احمدی، ج.، سیفی، م.م. و امینی دهقی، م. ۱۳۹۱. تأثیر محلول پاشی ریز مغذی های آهن، روی و کلسیم بر عملکرد دانه و روغن ارقام کنگد. مجله تولید گیاهان زراعی، ۵(۳): ۱۱۵-۱۳۰.
- امیدیان، ا.، سیادت، س.ع.، نصری، ر. و مرادی، م. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران، ۱۴(۱): ۱۶-۲۸.
- پازکی، ع.ر.، شیرانی راد، ا.ح.، حبیبی، د.، پاک نژاد، ف. و حاج سید هادی، م.ر. ۱۳۸۸. اثر زمان های محلول پاشی آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پاییزه کلزا در شهر ری. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۵(۱): ۳۱-۴۲.
- خلدبرین، ب. و اسلام زاده، ط. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی، چاپ دوم، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۹۵ صفحه.
- خلیلی محله، ج. و رشدی، م. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. مجله نهال و بذر. ۲۴(۲): ۲۹۲-۲۸۱.
- خیابوی، م.، خورشیدی بنام، م.ب.، اسماعیلی آفتابدری، م.، آذرآبادی، س.، فرامرزی، ع. و عمارت پرداز، ج. ۱۳۸۹. تأثیر محلول پاشی سولفات روی و بور بر عملکرد و برخی صفات کیفی دانه دو رقم کلزا (*Brassica napus L.*). مجله دانش آب و خاک، ۲۰(۳): ۳۱-۴۵.
- زمان، ک. و کریمی، ب. ۱۳۸۶. بررسی اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد ارقام کلزا، دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران.
- سیاوشی، ک.، سلیمانی، ر. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۳. تأثیر زمان های مختلف مصرف سولفات روی و تاریخ کاشت بر عملکرد و درصد پروتئین نخود دیم. علوم خاک و آب، ۱۸(۱): ۳۷-۴۳.
- غیبی، م.ن. ۱۳۸۲. ضرورت مصرف بهینه عناصر غذایی برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت کلزا. تغذیه بهینه دانه های روغنی، چاپ اول، ۴۵۲ صفحه.
- کیخا، غ.، فنایی، ح.، پل شکن، م.، اکبری مقدم، ع. و سراوانی، ف. ۱۳۸۴. بررسی اثرات محلول پاشی عناصر روی، بور و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا. نهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران. ۱۵۳-۱۴۹.
- مرشدی، ا. و نقیبی، ح. ۱۳۸۳. تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۳): ۱۵-۲۲.
- مرشدی، ا.، ملکوتی، م.ج.، نقیبی، ح. و رضایی، ح. ۱۳۷۹. تأثیر محلول پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی سازی دانه های کلزا در بردسیر کرمان. مجله خاک و آب، ویژه نامه کلزا. ۱۲: ۵۶-۶۸.
- میرزا پور، م.ه. و خوش گفتار منش، ا.ح. ۱۳۸۷. تأثیر کوددهی آهن بر رشد، عملکرد و مقدار روغن دانه آفتابگردان در یک خاک آهکی شور - سدیمی. مجله پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸(۴): ۶۱-۷۴.
- نصری، م. و خلعتبری، م. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر غلظت محلول پاشی ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه ورامین. فصلنامه کشاورزی پویا- دانش کشاورزی ایران، ۵(۲): ۱۹۷-۱۹۱.
- یازنیا، م.، فرج زاده، ا.، نوپری، ن. و احمد زاده، و. ۱۳۸۶. تأثیر تغذیه برگی عناصر میکرو بر عملکرد چغندر قند منوژرم رقم رسول. دهمین کنگره علوم خاک ایران.
- Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus L.*) cultivars. Research Journal of Agricultural and Biological Science, 4: 120-125.
- Broadley, M., Brown, P.I.C., Rengel, Z., and Zhao, F. 2012. Function of nutrients: micronutrients. In: Marschner, P. (Ed.), Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier, Amsterdam.



- Bybordi, A., and 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.
- Bybordy, A., and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae, 2(1): 94-103.
- Frey, P.A., and Reed, G.H. 2012. The ubiquity of iron. ACS Chemical Biology, 7: 1477–1481.
- Homayouni, Gh., Souri, M.K., and Zarein, M. 2013. Effects of zinc and nitrogen on yield components of five flax genotypes. Global Journal of Science Frontier Research Chemistry, 13 (1): 20-24.
- Jamsom, M., Galeshi, S., Pahlavani, M.H., and Zeinali, E. 2009. Evaluation of zinc foliar application on yield components, grain yield and grain quality of tow soybean cultivar in summer cultivation. Journal of plant production (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources).
- Monjezi, F., Vazin, F., and Hassanzadehdelouei, M. 2013. Effects of iron and zinc spray on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*) in drought stress. Cercetări Agronomice in Moldova, XLVI (1): 23-32.
- Pourgholam, M., Nemati, N., and Oveysi, M. 2013. Effect of zinc and iron under the influence of drought on prolin, protein and nitrogen leaf of rapeseed (*Brassica napus*). Annals of Biological Research, 4 (7): 200-203.
- Yasari, E., and Patwardah, A.M. 2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica napus* L.) under different chemical fertilizers application. Asian Journal of Plant Science, 5: 745-752.

**Effect of foliar application of zinc and iron on yield quantity and quality of canola (*Brassica napus* cv. Talaye) in Zarghan region, Fars**  
**Razieh Heayatpour<sup>1</sup>, Mohsen Movahhedi Dehnavi<sup>2</sup>, Hamidreza Khademhamzeh<sup>3</sup>, Maryam Morshedi<sup>1</sup>**

1, 2 and 3, respectively, former M.Sc student and associate professor of Yasouj university and scientific member of Zarghan agricultural research centre

Corresponding Author E-mail: Movahhedi1354@yu.ac.ir

(Received: 2014/06/8 - Accepted: 2014/09/29)

**Abstract**

In order to study the effect of foliar application of zinc and iron on yield quantity and quality of canola (*Brassica napus* cv. Talaye), an experiment was conducted in Zarghan region of Fars in 2008- 2009 crop season..Treatments including concentration of zinc sulfate in three levels: (0, 2, 4 gr lit<sup>-1</sup>) and Iron sulfate in three levels: (0, 2, 4 gr lit<sup>-1</sup>). This experiment was arranged as factorial using randomized complete block design (RCB) in four replications. Iron and zinc solutions were sprayed twice (at first in stem elongation and then second in early flowering). Significant interaction between zinc and iron foliar application was observed for grain yield, seed protein percentage and oil yield. Maximum grain yield (4905.3 kg ha<sup>-1</sup>), seed protein percentage (37.7%) and oil yield (2124.5 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained from foliar application of combined zinc and iron at 4 g lit<sup>-1</sup>. Increasing of zinc from 0 to 4 gr lit<sup>-1</sup> significantly increased 1000 seed weight (from 4.24 to 4.69 gr), number of seed per pod (from 19.12 to 22.88), seed oil percentage (from 38.67 to 43.17) and seed zinc concentration (from 33.28 to 22.07 mg kg<sup>-1</sup>). Increasing iron from 0 to 4 gr lit<sup>-1</sup> significantly increased 1000 seed weight (from 4.24 to 4.64 gr) and seed iron concentration (from 64.29 to 79.18 mg kg<sup>-1</sup>). Ultimately, based on our results, the treatment of twice foliar application of zinc and iron sulfate and at 4 g lit<sup>-1</sup> was suggested to get more quantity and quality of canola (Talaye) in Zarghan.

**Key words: Canola, Oil, Protein, Thousand seed weight, Yield**