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

راضیه هدایت‌پور[۱]، محسن موحدی دهنوی[۲*]، حمیدرضاخادم حمزه[۳]، سیده مریم مرشدی[۱]

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 محلول‌پاشی 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. دوبار محلول‌پاشی (یکی در مرحله ساقه رفتن و دیگری اوایل گلدهی) شامل سولفات روی در سه سطح (صفر، ۲ و۴ 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 محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی 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، دوبار محلول‌پاشی 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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

مقدمه

کلـزا از گیاهـان روغنـی اسـت کـه کشـت آن در سال‌های اخیر در ایران مطرح شده است. از آنجـا کـه در حـال حاضـر حـدود ۹۰ درصـد روغـن کشـور وارداتـی می‌باشد، توسعه کشت کلـزا نقطـه امیـدی بـرای تـأمین قسمت عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور می‌باشـد. ایـن گیاه سومین گیاه روغنی مهم دنیاست که سـطح کشـت آن در مناطق معتدل به سرعت در حـال افـزایش اسـت (بازالمـا[1]، ۲۰۰۸). روی عنصـری مهـم در فعالیـت آنزیم‌های دهیدرژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشـد اسـت. عقـیم بـودن دانـه‌هـای گـرده، کوچکی اندازه برگ، وجـود نوارهـای روشـن در امتـداد رگبرگ اصلی برگ و کوتولگی گیاه از علائم کمبود این عنصر است (خلیلی محله و رشدی، ۱۳۸۷). آهـن نقـش اساسـی در متابولیسـم کلروفیـل‌هـا دارد و بـه عنـوان کوفـاکتور در بسـیاری از پـروتئین‌هـای دخیـل در فعالیت‌های سـلولی از قبیـل تـنفس، فتوسـنتز و تمـایز سـلولی شـرکت دارد (برادلـی[2] و همکـاران، ۲۰۱۲؛ بـایبوردی و مامـدوف[3]، ۲۰۱۰). کمبـود آهـن مـی‌توانـد کارایی اندامک‌های فتوسنتزی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (فری و رد[4]، ۲۰۱۲). آهن همچنـین در سـاختمان پروتئین‌ها از جمله سیتوکروم به‌کـار گرفتـه شـده اسـت (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۴). مصـرف خـاکی عناصـر ریزمغذی، علاوه بر پـایین بـودن کـارایی جـذب آن‌هـا توسط گیاه، از لحاظ اقتصادی نیز بسیار پرهزینه است و از ایـن رو مـی‌تـوان از روش‌هـای جـایگزین ماننـد محلول‌پاشی بهره جست. جذب عنصر روی توسط گیاه با دو سازوکار فعال و غیر فعال صورت می‌گیـرد. جـذب غیر فعال آن از طریق جذب الکتروسـتاتیکی یـون‌هـای روی دیواره سلولی سلول‌های ریشه صـورت مـی‌گیـرد. جذب فعال روی بیشتر تحت تأثیر دما و تهویـه محـیط ریشه می‌باشد و به نظر می‌رسد که سازوکار جذب فعال روی تأمین کننده بخش عمده روی مورد احتیاج گیـاه باشد. با توجه به جذب کند عنصر روی و سـایر عناصـر مشابه توسط ریشـه بهتـر اسـت ایـن عناصـر از طریـق اندام‌های هوایی در اختیار گیاه قرار داده شوند (سیاوشی و همکـاران، ۱۳۸۳). زمـان و کریمـی (۱۳۸۶) گـزارش کردند که محلول‌پاشـی عناصـر کـم‌مصـرف بـر افـزایش عملکرد دانه، عملکرد زیستی و تعداد خـورجین در بوتـه کلزا مؤثر است. با کاربرد محلول‌پاشـی روی و آهـن، ۱/۵ درصد محتوای روغن دانه کلزا افزایش یافت (پاتواردهـان و یاسری[5]، ۲۰۰۶). بـایبوردی و ملکـوتی (۲۰۰۷) نشـان دادنـد کـه محلـول‌پاشـی سـولفات روی باعـث افـزایش عملکرد دانه، تعـداد خـورجین در گیـاه، تعـداد دانـه در خورجین، روغن و پروتئین دانه در کلزا می‌شود. مطالعـه بایبوردی و مامدوف (۲۰۱۰) نشـان داد کـه اسـتفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکـرد دانـه در گیـاه کلـزا می‌گـردد. امیـدیان و همکـاران (۱۳۹۱) پـی بردنـد کـه محلول‌پاشی سولفات روی به نحو چشـمگیری عملکـرد، اجزای عملکرد، طول خـورجین، میـزان روغـن، میـزان پروتئین و ارتفاع بوته را در گیاه کلزا افـزایش مـی‌دهـد. غیبی (۱۳۸۲) محلول‌پاشی روی بـا غلظـت ۴ در هـزار، قبل از خـروج گیـاه از حالـت روزت، را مناسـب گـزارش کرد. نتایج تحقیقات مربـوط بـه مصـرف عنصـر روی در مراحل مختلف رشد گیـاه سـویا نشـان داده اسـت کـه محلول‌پاشی روی آن را در اسرع وقت در اختیـار گیـاه قرار داده و باعث بهبود عملکرد آن می‌شود (جامسـوم[6] و همکاران، ۲۰۰۹). پازکی و همکاران (۱۳۸۸) بـا بررسـی اثر محلول‌پاشی آهن بر عملکرد کلـزای پـاییزه دریافتنـد که اثر آهن بر تعـداد خـورجین در بوتـه، تعـداد دانـه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار گردیـد. منجزی و همکاران، (۲۰۱۳) با بررسی اثر آهن و روی بر خصوصیات عملکردی گنـدم در شـرایط تـنش خشـکی دریافتند کـه عملکـرد و وزن هـزار دانـه گنـدم بـه‌طـور معنـی‌داری در اثـر اسـتفاده از ایـن دو عنصـر افـزایش می‌یابد. همچنین احمدی[7] و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثر محلول‌پاشی عناصـر ریـز مغـذی بـر عملکـرد دانـه و روغن کنجد 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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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.

جدول۱- نتایج آزمایش خاک (نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

اسیدیته	۷/۸۶
بافت	شنی- لومی
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۵
کربن (درصد)	۰/۵
آهک (درصد)	۱۴/۵
پتاسیم تبادلی ($mg\ kg^{-1}$)	۱۳۰
فسفر- تبادلی ($mg\ kg^{-1}$)	۱۷/۴
آهن ($mg\ kg^{-1}$)	۲/۶
روی ($mg\ kg^{-1}$)	۰/۴۸

هر کرت آزمایشی شامل ۴ پشته به طول ۶ متر به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و روی هر پشته ۲ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم بود. فاصله بوته روی ردیف ۴ سانتی‌متر بود. بعد از رسیدن کامل خورجین‌ها از هر کرت تعداد ۲۰ بوته به‌طور 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

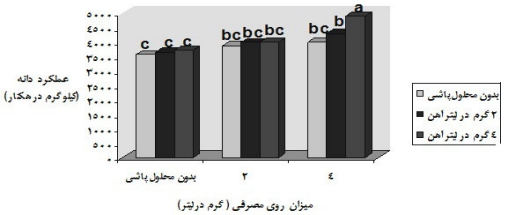
محلول‌پاشی روی بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری‌که افزایش غلظت روی از صفر تا ۴ گرم در لیتر، وزن هزار دانه را به‌طور معنی‌داری از ۴/۲۴

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

به ۴/۶۹ گرم افزایش داد (جدول ۳). محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی 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 ریزمغذی 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 قرا می گیرد 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 به طور 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 محلول‌پاشی روی و آهن



شکل ۱- برهمکنش محلول‌پاشی روی و آهن برای عملکرد دانه

برای عملکرد دانه مشاهده می‌شود که در تیمار بدون محلول‌پاشی با روی و محلول‌پاشی روی با غلظت ۲ گرم در لیتر، محلول‌پاشی آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت، اما در تیمار محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی آهن که شامل ۴۰۰۵/۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه می‌باشد، نشان داد (شکل ۱). منجزی و همکاران (۲۰۱۳) ملاحظه نمودند، که برهم‌کنش محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی سولفات روی توسط محققین نیز گزارش شده است (بایبوردی و مامدوف، ۲۰۱۰؛ بایبوردی و ملکوتی، ۲۰۰۷؛ امیدیان و همکاران ۱۳۹۱؛ نصری و خلعتبری، ۱۳۸۷). محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی در هنگام خروج از روزت و گلدهی، باعث افزایش عملکرد دانه شده است، دلیل این افزایش احتمالاً مربوط به نقش این عناصر ریزمغذی در تشکیل بذر و تجمع هیدروکربن‌ها در آن است.

پروتئین دانه

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	عملکرد دانه
تکرار	۳	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۴۶^{ns}	۳۳*	۴۲۳۰/۱۱^{ns}
روی	۲	۰/۶۳**	۴۲/۳۸**	۲۴/۳ ^{ns}	۱۷۲۰۱۱۷/۰۳**
آهن	۲	۰/۴۸۵**	۰/۳۵^{ns}	۱/۷۹^{ns}	۱۹/۱۹^{ns}
روی× آهن	۴	۰/۰۳۱^{ns}	۰ /۰۱۳^{ns}	۱۹/۰۷^{ns}	۲۹۴۰۵۳/۹۸*
خطا	۲۴	۱/۱۳	۳۳/۲۹	۱۹۲	۱۷۰۰۱۷۰/۶۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۴/۸۷	۵/۶	۵/۱	۶/ ۶۵

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داربودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده محلول‌پاشی 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)
محلول‌پاشی روی				
صفر گرم در لیتر	۴/۲۴ c	۱۹/۱۲ c	۵۳/۹۲ b	۳۶۴۸/ ۳c
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
محلول‌پاشی 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	۴۰۰۳/۰ab
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 معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

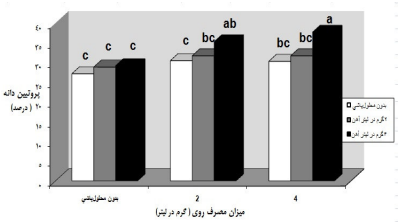
دانه نسبت به بدون محلول‌پاشی با آهن با ۳۰/۴۸ درصد پروتئین، اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه داشت.

همچنین در محلول‌پاشی با غلظت ۴ گرم در لیتر روی، سطوح آهن اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه داشت؛ به طوری‌که غلظت ۴ گرم در لیتر آهن با ۳۷/۷ درصد پروتئین در دانه، افزایش معنی‌داری را نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی 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 به‌طور موثری کاهش می‌یابد (مرشدی، ۱۳۷۹). با محلول‌پاشی روی درصد پروتئین دانه‌ها در کلزا (پور غلام[1] و همکاران، ۲۰۱۳؛ بایبوردی و ملکوتی[2]، ۲۰۰۷) و سویا (جامسوم، ۲۰۱۳) افزایش یافت.

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

1- Pourgholam
2- Bybordi and Malakouti

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۲- برهم‌کنش محلول‌پاشی روی و آهن برای پروتئین دانه

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش محلول‌پاشی روی و آهن و سطوح محلول‌پاشی آهن بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۴). اما اثر محلول‌پاشی روی بر درصد روغن دانه معنی‌دار 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 خیاوی و همکاران (۱۳۸۹) محلول‌پاشی روی در کلزا درصد روغن را به طور معنی‌داری افزایش داد. احتمالاً کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپدی می‌شود، از این رو کمبود عنصر روی می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود.

عملکرد روغن

عملکرد روغن تابعی از درصد روغن و عملکرد دانه می‌باشد. در این مطالعه اثر برهم‌کنش روی و آهن بر عملکرد روغن دانه معنی‌دار گردید (جدول ۴). در تیمارهای بدون محلول‌پاشی با روی و محلول‌پاشی با غلظت ۲ گرم در لیتر روی، سطوح آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد روغن دانه نداشتند؛ اما در تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۴ گرم در لیتر روی، سطوح آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد روغن دانه داشت؛ به طوری که غلظت ۴ گرم در لیتر آهن با ۲۱۲۴/۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به بدون محلول‌پاشی با آهن با ۱۷۷۱/۳ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری بر عملکرد روغن دانه داشت (شکل ۳).

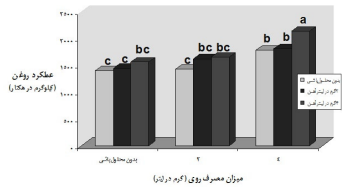
محلول‌پاشی روی بر عملکرد روغن دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). با افزایش محلول‌پاشی روی از صفر به ۴ گرم در لیتر، عملکرد روغن از ۱۴۱۲/۷۷ به ۱۸۹۸/۷۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۵). بیشترین عملکرد روغن در تیمارهای محلول‌پاشی کلزا، از محلول‌پاشی عنصر روی بدست آمد (مرشدی و نقیبی،۱۳۸۳ ؛ بایبوردی و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

جدول ۴- نتایج حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		پروتئین دانه	روغن دانه	عملکرد روغن	غلظت روی دانه	غلظت آهن دانه
تکرار	۳	۳/۸^{ns}	۲/۵۹^{ns}	۴۸۹۰/۴۱^{ns}	۴/۳۸^{ns}	۴۲/۹۵^{ns}
روی	۲	۸۶/۳۳**	۶۱/۴۴*	۷۱۹۸۹۴/۱۹**	۳۸۱/۳۹**	۲۲/۹۹^{ns}
آهن	۲	۳۶/۰*	۳/۴۴^{ns}	۵۹۰۸۵/۸*	۰/۲۲^{ns}	۶۷۱/۰۵**
روی× آهن	۴	۲۴/۳۳*	۴/۷۴^{ns}	۵۲۳۴۶/۹*	۲/۴۴^{ns}	۷/۹۸^{ns}
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 معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۳- برهمکنش محلول‌پاشی روی و آهن برای عملکرد روغن

غلظت روی در دانه‌ها

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). بایبوردی 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 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.

غلظت آهن 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 بایبوردی و مامدوف (۲۰۱۰) محلول‌پاشی آهن به طور معنی‌داری غلظت آهن در دانه را افزایش داد.

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 درهکتار)	روی در دانه (میلی‌گرم درکیلوگرم)	آهن در دانه (میلی‌گرم درکیلوگرم)
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٪).

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 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 توام سولفات

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

روی و آهن در منطقـه زرقـان فـارس جهـت بهبـود کمی و کیفی گیاه کلزا رقم طلایه پیشنهاد می‌گردد.

منابع

احمدی، ج.، سیفی، م.م. و امینی دهقی، م. ۱۳۹۱. تأثیر محلول‌پاشی ریز مغذی‌های آهن، روی و کلسیم بر عملکرد دانه و روغن ارقام کنجد. مجله تولید گیاهان زراعی، ۵(۳):۱۳۰-۱۱۵.

امیدیان، ا.، سیادت، س.ع.، ناصری، ر. و مرادی، م .۱۳۹۱ .اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا . مجله علوم زراعی ایران، ۱۴(۱): ۲۸-۱۶.

پازکی، ع.ر.، شیرانی راد، ا.ح.، حبیبی، د.، پاک نژاد، ف. و حاج سید هادی، م.ر. ۱۳۸۸. اثر زمان های محلول‌پاشی آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پاییزه کلزا در شهر ری. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۵(۱): ۴۲-۳۱.

خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، 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.

خیاوی، م.، خورشیدی بنام، م.ب.، اسماعیلی آفتابدری، م.، آذرآبادی، س.، فرامرزی، ع. و عمارت پرداز، ج. ۱۳۸۹. تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی و بور بر عملکرد و برخی صفات کیفی دانهٔ دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). مجله دانش آب و خاک، ۲۰(۳): ۴۵-۳۱.

زمان، ک. و کریمی، ب. ۱۳۸۶. بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد ارقام کلزا، دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران.

سیاوشی، ک.، سلیمانی، ر. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۳. تأثیر زمان‌های مختلف مصرف سولفات روی و تاریخ کاشت بر عملکرد و درصد پروتیین نخود دیم. علوم خاک و آب، ۱۸(۱): ۴۳-۳۷.

غیبی، م.ن. ۱۳۸۲. ضرورت مصرف بهینه عناصر غذایی برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت کلزا. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی، چاپ اول، ۴۵۲ صفحه.

کیخا، غ.، فنایی، ح.، پل شکن، م.، اکبری مقدم، ع. و سراوانی، ف .۱۳۸۴. بررسی اثرات محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۳): ۲۲-۱۵.

مرشدی، ا.، ملکوتی، م.ج.، نقیبی، ح. و رضایی، ح. ۱۳۷۹. تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد، خواص کیفی و غنی-سازی دانه‌های کلزا در بردسیر کرمان. مجله خاک و آب، ویژه‌نامه کلزا. ۱۲: ۶۸-۵۶.

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): ۷۴-۶۱.

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

یارنیا، م.، فرج زاده، ا.، نوبری، ن. و احمد زاده، و. ۱۳۸۶. تأثیر تغذیه برگی عناصر میکرو بر عملکرد چغندرقند 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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

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[1], Mohsen Movahhedi Dehnavi[2], Hamidreza Khademhamzeh[3], Maryam Morshedi[1]

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^{-1}) and Iron sulfate in three levels: (0, 2, 4 gr lit^{-1}). 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^{-1}), seed protein percentage (37.7%) and oil yield (2124.5 kg ha^{-1}) was obtained from foliar application of combined zinc and iron at 4 g lit^{-1}. Increasing of zinc from 0 to 4 gr lit^{-1} 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^{-1}). Increasing iron from 0 to 4 gr lit^{-1} significantly increased 1000 seed weight (from 4.24 to 4.64 gr) and seed iron concentration (from 64.29 to 79.18 mg kg^{-1}). Ultimately, based on our results, the treatment of twice foliar application of zinc and iron sulfate and at 4 g lit^{-1} was suggested to get more quantity and quality of canola (Talaye) in Zarghan.

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]