# کاربرد عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی

خوشناز پاینده[1*]، مانی مجدم[2] و نازلی دروگر[3]

۱) استادیارگروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲) استادیارگروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۳) باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: **payandeh426@gmail.com**

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۷** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹**

## چکیده

**به‌منظور بررسی اثر کاربرد عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی، این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در شهرستان حمیدیه به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی در دو سطح آبیاری مطلوب، قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی در کرت‌های اصلی و محلول-پاشی کود کامل ریزمغذی در چهار سطح شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد)، و محلول‌پاشی با غلظت‌های دو در هزار، چهار در هزار لیتر، شش در هزار (سی سی در لیتر) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه درصد روغن و عملکرد روغن معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری مطلوب (با میانگین ۳۱۱۰/۷ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین عملکرد دانه (با میانگین ۲۲۸۰/۲۲ کیلوگرم در هکتار) به تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی اختصاص یافت. نتایج نشان داد که با افزایش در سطوح محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن افزایش یافت. بیش‌ترین این صفات از آبیاری مطلوب و محلول پاشی شش در هزار به‌دست آمد که با تیمار چهار در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین عملکرد دانه (با میانگین ۳۲۹۰/۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری مطلوب و محلول‌پاشی چهار در هزار به‌دست آمد. در مجموع می‌توان بیان نمود که به منظور دست‌یابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باید آبیاری در تمامی مراحل رشد به‌ویژه در مرحله زایشی انجام شود، لذا کشت گیاه کلزا با محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به میزان چهار در هزار در شرایط رطوبتی مناسب پیشنهاد می‌شود.**

**واژه‌های کلیدی:** درصد روغن، عملکرد دانه، آبیاری و عملکرد روغن.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

**مقدمه**

گیاهان روغنی به‌عنوان منبع روغن‌های اشباع نشده، بخش بزرگی از روغن مصرفی انسان را تأمین کرده و با توجه به اثر روغن‌ها در سلامت جسمانی انسان، مصرف آن‌ها رشد فزاینده‌ای یافته است. کلزا با دارا بودن ۴۴-۴۰ درصد روغن یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی محسوب شده و پس از سویا و نخل روغنی سومین گیاه روغنی یکساله جهان است که به خاطر روغن خوراکی آن کشت می‌شود (FAO, 2013). کشت کلزا در سال‌های اخیر در کشور رواج گسترده‌ای پیدا نموده و توسعه زراعت آن نقطه امیدی برای تأمین قسمت عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور بوده که در حال حاضر حدود ۹۰ درصد روغن کشور وارداتی می‌باشد (فتاحی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). آب یک عامل کلیدی در تولید محصولات زراعی است. عملکرد محصولات زراعی در بسیاری از مناطق توسط تنش‌های محیطی زنده یا غیر زنده محدود شده و به همین دلیل اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه محصولات زراعی مشاهده می‌شود. رطوبت کم در هر یک از مراحل مختلف رشد موجب کاهش جذب آب، عناصر غذایی، کاهش نقل و انتقال عناصر در داخل گیاه و نهایتاً کاهش عملکرد دانه یا محصول نهایی می‌شود. استفاده بهینه از آب دارای اهمیت بسزائی می‌باشد، به‌ویژه در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بر آن حاکم است که حدود دو سوم مساحت ایران را در بر می‌گیرد (نصرآبادی و عطاردی، ۱۳۸۶). Godarzi و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی کلزا گزارش نمودند که توقف آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه کلزا موجب کاهش ۳۵ و ۱۸ درصد عملکرد دانه می‌شود. دانشمند و همکاران (۱۳۸۷) گزارش نمودند کاهش درصد روغن دانه و عملکرد روغن کلزا در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی می‌تواند بواسطه اکسیداسیون برخی اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه و کاهش قابلیت تبدیل هیدرات‌های کربن به روغن در شرایط تنش باشد. Davari (۲۰۱۷) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد کلزا نشان داد که کم‌ترین عملکرد دانه با میانگین (۱۸۷۶ کیلوگرم در هکتار) از قطع آبیاری در مرحله گلدهی حاصل شد. حیدری و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثر تنش خشکی پایان فصل بر عملکرد دانه در دو رقم کلزا گزارش نمودند که تنش خشکی پایان فصل بر تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشتند. عملکرد از ۶۷۸۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب به ۳۹۳۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش خشکی پایان فصل کاهش یافت. عناصر غذایی کم‌مصرف عناصر بسیار لازم و اساسی برای رشد و نمو گیاهان‌اند که در مقادیر کم‌تر از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مصرف می‌شوند. امروزه ثابت شده است که عناصر غذایی کم‌مصرف در بعضی محصولات زراعی باعث افزایش عملکرد می‌شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۸۴). اگر عناصر کم‌مصرف به‌صورت محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار گیرند کمبود ناشی از مصرف خاکی را به‌طور کامل جبران می‌کنند و جایگزین مناسب در این زمینه به شمار می‌روند. هم‌چنین در شرایط مزرعه، یعنی جایی که

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

فاکتورهای مؤثر بر جذب خاکی مواد غذایی بسیار متغیر است، ممکن است محلول‌پاشی روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان باشد (Aytak *et al.*, 2015). عنصر روی یکی از ریزمغذی‌های ضروری مورد نیاز برای رشد مطلوب گیاه است. این عنصر نقش مهمی را در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی درون گیاه به عهده دارد (Alloway, 2008). روی در تشکیل اسید ایندول اسیتیک دخالت و رشد گیاه را تنظیم می‌کند. به‌علاوه روی باعث فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود، به‌طوری که برای سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری است. کمبود این عنصر تشکیل دانه و قدرت حیات آن را کاهش می‌دهد. آسیب به ساختمان گرده و تشکیل میوه حتی زمانی که گیاهان در زمان گلدهی از دریافت روی محروم شوند نیز مشاهده می‌شود (Pandey *et al.*, 2009). آهن یکی دیگر از عناصر ضروری اما کم مصرف در اکثر گیاهان است. نقش این عنصر در تثبیت نیتروژن و فعالیت برخی آنزیم‌ها نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به خوبی بررسی شده است. نقش آهن در ساخت کلروفیل، تولید کربوهیدرات‌ها، تنفس، احیای شیمیایی نیترات و سولفات، تبدیل نیتروژن نتیراته به اسیدهای آمینه، حیاتی است و یکی از عناصر ضروری برای گیاه بوده و نقش اساسی در ساختمان کلروپلاست دارد (Ruiz *et al.*, 2000). Sienkiewicz-Cholewa و Kieloch (۲۰۱۵) با بررسی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر کلزا نشان دادند که استفاده از محلول‌پاشی کود روی و آهن، اثر بهینه‌ای بر صفات کلزا داشت. بالاترین عملکرد دانه با ۴/۲ تن، وزن هزار دانه با ۵/۹ گرم و تعداد خورجین در بوته با ۷۹/۲ و تعداد دانه در خورجین با ۲۶/۷ در تیمار محلول‌پاشی با روی و آهن مشاهده شد، اما کم‌ترین این صفات از تیمار عدم محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی به‌دست آمد. Bybordy و Mamedov (۲۰۱۰) نشان داد که استفاده از عناصر ریزمغذی نظیر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌شود. Pourgholam و همکاران (۲۰۱۳) با محلول‌پاشی عنصر ریزمغذی آهن در گیاه کلزا گزارش نمودند که میزان آهن فعال درون گیاه و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز که برای چرخه اسیدهای آمینه لازم می‌باشد، و در نتیجه پروتئین و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. هدایت‌پور و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۴۹۰۵ کیلوگرم در هکتار، درصد پروتئین به میزان ۳۷/۷ درصد و عملکرد روغن به میزان ۲۱۲۴/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن به میزان چهار گرم در لیتر بود. این تحقیق با هدف مطالعه زراعی و فیزیولوژیک گیاه کلزا در منطقه جهت شناخت مراحل حساس رشد که گیاه با کمبود آب مواجه می‌شود و بررسی مصرف و نقش عناصر ریزنغذی به اجرا درآمد.

**مواد و روش ها**

این تحقیق در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان حمیدیه در استان خوزستان با طول جغرافیای ۴۸

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا انجام شد. مشخصات خاک‌شناسی محل تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی در دو سطح آبیاری مطلوب، قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تا پایان دوره در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی کود کامل ریزمغذی (حاوی عناصر ریزمغذی روی ۱/۵ درصد، آهن ۲/۵ درصد و منگنز ۰/۵ درصد) در چهار سطح شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی با غلظت‌های دو در هزار، چهار در هزار، شش در هزار (سی سی در لیتر) در کرت‌های فرعی اجرا شد. این آزمایش جمعا از ۳۲ کرت تشکیل شد که هر کرت آزمایشی به طول پنج متر و دارای هفت خط کاشت با فاصله ۳۰ سانتی‌متر که فاصله‌ی بین بوته‌های روی ردیف پنج سانتی‌متر با تراکم ۶۷ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. برای آن‌که تیمار محلول‌پاشی در کرت‌های مجاور اثر گزار نباشد، بین دو کرت فرعی یک متر (معادل یک خط نکاشت) و بین کرت-های اصلی ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد.

**جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش**

| عمق نمونه برداری (cm) | درصد اشباع | هدایت الکتریکی ($dsm^{-1}$) | واکنش گل اشباع | کربن آلی (٪) | فسفر قابل جذب (ppm) | پتاسیم قابل جذب (ppm) | ذرات تشکیل دهنده خاک (٪) | | | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | شن | رس | لای | |
| ۳۰-۰ | ۴۸ | ۳/۶۲ | ۷/۱ | ۰/۶ | ۹/۴ | ۱۵۱ | ۲۱ | ۴۱/۵ | ۳۷/۵ | لومی رسی |

عملیات تهیه بستر شامل شخم با گاو آهن برگرداندار، دیسک و نهایتا عملیات تسطیح با ماله بود. کود پایه به‌کار برده شده در مزرعه شامل کود نیتروژن از منبع اوره به‌صورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد در مرحله ساقه‌دهی به‌صورت سرک)، کود فسفر نیز براساس۶۰ کیلوگرم فسفر خالص و کود پتاسیم۵۰ کیلوگرم در هکتار $K_2O$ از منبع سولفات پتاسیم به‌صورت پایه در هنگام تهیه زمین بود. محلول‌پاشی کود مایع میکرو کیمیا که حاوی عناصر ریزمغذی روی ۱/۵ درصد، آهن ۲/۵ درصد و منگنز ۰/۵ درصد بود، در مرحله ساقه‌روی در نسبت‌های دو، چهار و شش سی‌سی در یک لیتر آب تهیه و با دستگاه سم‌پاش دست‌پاش گلخانه‌ای انجام گرفت. بعد از آماده‌سازی زمین، کاشت بذر در تاریخ ۲۰ آبان ماه ۱۳۹۶ به‌صورت دستی انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت بذر انجام شد. کنترل علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی انجام شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه از محاسبه وزن کل دانه‌های مربوط به خطوط سوم، چهارم و پنجم از سطحی معادل ۱/۵ مترمربع به‌دست آمد (عملکرد دانه با رطوبت ۱۰ درصد تعیین شد). تعداد خورجین ها در ۲۰ بوته شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد خورجین در بوته در نظر گرفته شد. برای به‌دست آوردن تعداد دانه در خورجین، تعداد ۱۰۰ خورجین از ۲۰ بوته را به‌صورت تصادفی انتخاب و جدا نموده و دانه‌های به‌دست آمده از آن‌ها را به‌وسیله

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.38.2.4 ]

دستگاه بذر شمار الکتریکی شمارش نموده و با استفاده از میانگین‌گیری تعداد دانه در خورجین به‌دست آمد. برای به‌دست آوردن وزن هزار دانه پس از توزین دو مجموعه‌ی ۵۰۰ تایی با محاسبه‌ی ساده به‌دست آمد. در صورتی که اختلاف دو نمونه کم‌تر از شش درصد باشد، مجموع به‌صورت وزن هزار دانه محاسبه شد. جهت تعیین درصد روغن دانه از روش سوکسله (دما ۴۵ درجه سلسیوس و حلال دی اتیل اتر خشک) استفاده شد (حسینی، ۱۳۷۳). عملکرد روغن در واحد سطح، از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) در درصد روغن به‌دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### تعداد خورجین در بوته

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر تعداد خورجین در بوته تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر تعداد خورجین در بوته نشان داد که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته به تیمار آبیاری مطلوب و کم‌ترین تعداد خورجین در بوته به تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تعلق گرفت (جدول ۳). به نظر می‌رسد در کلزا کاهش مقدار آب در مرحله گلدهی (خورجین‌دهی) موجب کاهش تعداد خورجین‌ها در بوته شد، ولی تنش پس از مرحله گل‌دهی، کاهش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین را سبب می‌شود (Masoud Sinaki *et al.*, 2007). از طرفی نعیمی و همکاران (۱۳۸۶) در گیاه کلزا نشان می‌دهد که برخورد مرحله زایشی گیاه با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد در کلزا نظیر تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین شد که کاهش عملکرد دانه، به‌طور عمده از طریق کاهش تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین می‌باشد. هم‌چنین Vannozi و Larner (۲۰۰۷) گزارش دادند کمبود آب در کلزا موجب کاهش عملکرد دانه از طریق کم شدن تعداد خورجین در بوته شد. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته از تیمار ۶ در هزار و کم-ترین تعداد خورجین در بوته از تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۳). محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن و روی به‌دلیل جذب بهتر بعضی عناصر مانند نیتروژن، باعث افزایش فعالیت‌های حیاتی گیاه، افزایش جذب نیتروژن، افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد خورجین در بوته در نهایت فتوسنتز می‌شود (Ahmadi, 2010). در این رابطه افشانی و همکاران (۱۳۹۴) در گیاه کلزا گزارش نمودند که عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول‌پاشی منجر به کاهش تعداد خورجین در بوته شد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی، اثر مثبت بر تعداد خورجین در بوته (۶۳/۳۷) در تیمار محلول پاشی چهار در هزار لیتر داشت. به‌نظر می‌رسد همچنان‌که Tandon (۲۰۰۵) گزارش نمود وجود عناصر ریزمغذی

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.38.2.4 ]

نظیر روی در مناطق مریستمی، به‌علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا، باعث افزایش شاخه‌بندی، تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه و درصد روغن شد. از طرفی Sienkiewicz-Cholewa و Kieloch (۲۰۱۵) در کلزا نشان دادند که استفاده از محلول‌پاشی کود روی و آهن، اثر بهینه‌ای بر صفات کلزا داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین عملکرد دانه با ۴/۲ تن، وزن هزار دانه با ۵/۹ گرم و تعداد خورجین در بوته با ۷۹/۲ در تیمار محلول‌پاشی با روی و آهن مشاهده شد، اما کم‌ترین این صفات از تیمار عدم محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی بدست آمد که همگی این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت.

**جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در کلزا بر اساس میانگین مربعات**

| | | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | تعداد خورجین در بوته | تعداد دانه در خورجین | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | درصد روغن | عملکرد روغن |
| تکرار | ۳ | ۳/۴۴ ns | ۳/۰۸ns | ۰/۰۲ns | ۲۹۱ns | ۰/۰۵ns | ۸۵ns |
| تنش خشکی | ۱ | ۲۹۶/۷۸** | ۲۷/۴۳** | ۲/۳۱** | ۱۲۰۶۹۰/۸** | ۱۵۳/۲۶** | ۶۸۹۱/۳** |
| خطای اصلی | ۳ | ۱۸/۲۴ | ۲/۹۵ | ۰/۰۹۱ | ۹۸۵۴/۲۳ | ۱۰/۴۸ | ۱۱۵/۶۷ |
| محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی | ۳ | ۲۵۶/۳۳** | ۲۵/۶۳** | ۲/۶** | ۱۱۵۸۸۰/۵** | ۱۰۳/۰۴** | ۵۵۲۷/۴** |
| تنش خشکی*محلول‌پاشی | ۳ | ۱۴/۷۸ns | ۱/۲۷ns | ۰/۰۱n.s | ۹۸۶۶۰/۲** | ۱/۲۴n s | ۴۶/۶ns |
| خطای فرعی | ۱۸ | ۱۵/۹ | ۲/۳۷ | ۰/۰۶۲ | ۹۱۴۰/۳ | ۸/۶۳ | ۹۸/۵ |
| ضریب تغییرات | - | ۹/۷ | ۶/۸۴ | ۶/۷ | ۳/۵۴ | ۶/۲۴ | ۷/۷۳ |

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

### تعداد دانه در خورجین

در این تحقیق اثر تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما برهم‌کنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در خورجین نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین به تیمار آبیاری مطلوب و کم‌ترین تعداد دانه در خورجین به تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تعلق گرفت (جدول ۳). در این تحقیق تیمار آبیاری مطلوب به علت تأمین آب کافی به ویژه در مراحل گل‌دهی و توسعه خورجین‌ها، تعداد دانه در خورجین افزایش یافت که این نتایج را پاسبان اسلام (۱۳۹۴) تأیید نمود. از طرفی تنش کمبود آب در مرحله خورجین‌دهی موجب کاهش جذب مواد پرورده و در نتیجه کاهش فتوسنتز برگ و تولید شیره پرورده شد که این وضعیت موجب از بین رفتن گل‌ها و در نتیجه افزایش آسیب-پذیری تشکیل دانه در خورجین در شرایط تنش خشکی می‌شود (هنر و همکاران، ۱۳۹۱). از نظر حساسیت به تنش آب، مرحله گل‌دهی بیش‌ترین حساسیت را دارد، از طرفی آبیاری بیش‌ترین اثر را بر تعداد بذر در خورجین دارد (Faraji *et al.*, 2009). در این رابطه نعیمی و همکاران (۱۳۸۶) در گیاه کلزا نشان می‌دهد که برخورد مرحله زایشی گیاه با تنش

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد در کلزا نظیر تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین شد که کاهش عملکرد دانه، به‌طور عمده از طریق کاهش تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین می‌باشد. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین از تیمار ۶ در هزار که با تیمار چهار در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین تعداد دانه در خورجین از تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۳). می‌توان بیان داشت آهن با اثر بر فعالیت فتوسنتزی سبب افزایش تولید دانه در گیاه شد و عنصر روی نیز با سنتز اسیدهای نوکلئیک باعث اثر در رشد اندام‌های زایشی و سلول‌های مریستمی می‌شود در نتیجه سبب افزایش رشد رویشی و زایشی شد (هدایت‌پور و همکاران، ۱۳۹۳).

**جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در کلزا در واکنش به تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی**

| تیمارها | میانگین صفات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد خورجین در بوته | تعداد دانه در خورجین | وزن هزار دانه (گرم) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | درصد روغن (درصد) | عملکرد روغن (گرم در مترمربع) |
| **تنش خشکی** | | | | | | |
| **آبیاری مطلوب** | ۴۶/۷۸a | ۲۴/۲۸a | ۴/۱۱a | ۳۱۱۰/۷a | ۵۰/۳۴a | ۱۵۶/۹a |
| **قطع آبیاری در مرحله خورجین دهی** | ۳۵/۵۱b | ۲۰/۸b | ۳/۳۲b | ۲۲۸۰/۲۲b | ۴۳/۷۴b | ۹۹/۸۲b |
| **محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی** | | | | | | |
| **عدم محلول‌پاشی (شاهد)** | ۳۵c | ۲۰/۴ c | ۳/۱b | ۲۲۷۰c | ۴۱/۹۴c | ۹۵/۲c |
| **دو در هزار** | ۳۸/۵ b | ۲۲/۳۲b | ۳/۷۷ab | ۲۵۰۰/۲۲b | ۴۶/۸۸b | ۱۱۷/۳b |
| **چهار در هزار** | ۴۵/۰۷a | ۲۳/۱۳ab | ۳/۸۶a | ۲۹۷۵/۵۱a | ۴۹/ ۱۳a | ۱۴۶/۱۶a |
| **شش در هزار** | ۴۶a | ۲۴/۳۶a | ۴/۱۴a | ۳۰۳۴/۳۶a | ۵۰/۲۳a | ۱۵۲/۴۱a |

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

همچنین اثر افزاینده عناصر ریزمغذی در افزایش تعداد دانه در خورجین می‌تواند به‌دلیل افزایش فتوسنتز، تسهیل رشد ریشه یا اثر در تلقیح گلچه‌ها بوده باشد (شعبان‌زاده و گلوی، ۱۳۹۰). از طرفی علت بالا بودن تعداد دانه در گیاه در تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی را شاید توانست در عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف دانست، که این نتایج با یافته‌های Pandey و همکاران (۲۰۰۹) که اعلام نمودند تعداد دانه در غلاف با مصرف کود روی افزایش یافت مطابقت داشت. بر طبق اظهارات افشانی و همکاران (۱۳۹۴) عدم آبیاری در مرحله گل‌دهی و عدم محلول‌پاشی منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین (۱۶/۸۵) شد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی، اثر مثبت بر تعداد

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

دانه خورجین داشت. از طرفی Ahmadi (۲۰۱۰) با برررسی اثر عناصر ریزمغذی روی بر گیاه کلزا نشان داد که محلول پاشی تعداد دانه در خورجین را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

**وزن هزار دانه**

اثر تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه به تیمار آبیاری مطلوب و کم‌ترین وزن هزار دانه به تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تعلق گرفت (جدول ۳). بخش قابل توجهی از وزن دانه‌ها در دوره پر شدن دانه از فتوسنتز جاری حاصل می‌شود. کاهش رطوبت در دوره پر شدن دانه باعث کاهش فتوسنتز جاری در این دوره شده و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. وزن هزار دانه آخرین جز از اجزا عملکرد است که تعیین می‌شود و تنها جز از اجزای عملکرد است که به شرایط محیطی دوره پس از گلدهی بستگی دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). بر طبق اظهارات جمشیدی و همکاران (۱۳۹۱) در گیاه کلزا گزارش نمودند که تنش خشکی از مرحله ساقه‌دهی تا رسیدگی گیاه احتمالاً بیش‌تر به واسطه کاهش تولید آسیمیلات‌های فتوسنتزی در فاصله ساقه‌دهی تا آغاز پر شدن دانه و در نتیجه کاهش محسوس شیره پرورده برای پر شدن دانه‌ها، چروکیدگی و کاهش وزن دانه‌ها را موجب شده است. از طرفی Davari (۲۰۱۷) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد کلزا نشان داد که کم‌ترین وزن هزار دانه و عملکرد دانه از قطع آبیاری در مرحله گلدهی حاصل شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه از تیمار شش در هزار که با تیمار چهار در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین وزن هزار دانه از تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که وجود مواد تغذیه‌ای ریزمغذی به میزان کافی در اندام‌های گیاهی و انتقال آن به دانه باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود. بر طبق تحقیقات مصرف عناصر ریزمغذی سبب افزایش دوام سطح سبز گیاه شد و از کاهش وزن هزار دانه جلوگیری می‌کند (Homayouni *et al.*, 2013). در این رابطه افشانی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش نمودند که بیش‌ترین وزن هزار دانه (۶/۴) از ترکیب تیماری آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول‌پاشی آهن به‌دست آمد. همچنان‌که Sienkiewicz-Cholewa و Kieloch (۲۰۱۵) در کلزا نشان‌دادند که بالاترین وزن هزار دانه با ۵/۹ گرم در تیمار محلول‌پاشی با روی و آهن مشاهده شد، اما کم‌ترین این صفت از تیمار عدم محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی به‌دست آمد.

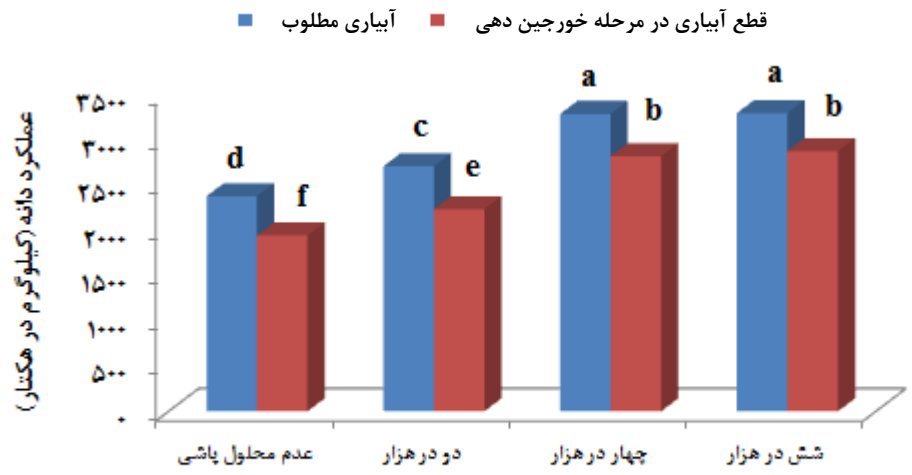
**عملکرد دانه**

نتایج نشان داد اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نشان داد که بیش‌ترین

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

عملکرد دانه از تیمار آبیاری مطلوب و محلول پاشی چهار در هزار و کم‌ترین عملکرد دانه از تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی و عدم محلول‌پاشی (شاهد) حاصل شد (شکل ۱). در پژوهش حاضر نیز چون تنش از مرحله گل‌دهی آغاز و تا پایان دوره رشد ادامه داشته است، گیاه در هر دو مرحله خورجین‌دهی و پر شدن دانه تحت تنش خشکی بوده پس کاهش زیاد عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در این پژوهش به‌دلیل کاهش تعداد دانه در خورجین می‌باشد و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی موجب کاهش خسارت ناشی از تنش بر عملکرد دانه شد (Masoud Sinaki *et al.*, 2007). در این رابطه افشانی و همکاران (۱۳۹۴) بر گیاه کلزا در شرایط کم آبیاری گزارش نمودند که عدم آبیاری در مرحله گل‌دهی و عدم محلول‌پاشی منجر به کاهش تعداد دانه در خورجین شد. محلول‌پاشی روی، اثر مثبت بر تعداد خورجین در بوته داشت. بیش‌ترین وزن هزار دانه از ترکیب تیماری آبیاری در تمام مراحل رشد و محلول‌پاشی آهن به‌دست آمد که با تیمارهای عدم آبیاری در مرحله ساقه روی و تشکیل خورجین و محلول‌پاشی آهن اختلاف معنی‌داری نشان‌نداد. کم‌ترین عملکرد دانه در هکتار از ترکیب تیماری عدم آبیاری در مرحله گلدهی و عدم محلول‌پاشی به‌دست آمد. از طرفی Godarzi و همکاران (۲۰۱۷) در کلزا گزارش نمودند که توقف آبیاری در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه کلزا موجب کاهش ۳۵ و ۱۸ درصد عملکرد دانه می‌شود. تنش خشکی فعالیت آنزیم کاتالاز، پرولین و کربوهیدرات را افزایش می‌دهد و رطوبت نسبی برگ و شاخص کلروفیل و کاروتنوئیدها را کاهش می‌دهد. هم‌چنین Soleymani و Shahrajabian (۲۰۱۶) گزارش نمودند که تیماری که آهن و روی را همزمان دریافت نموده بیش‌ترین عملکرد دانه را دارا می‌باشد که به‌دلیل اثر مثبت روی در بیوسنتز اکسین و اثر آهن در افزایش فتوسنتز و رشد قابل انتظار می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.




**شکل ۱: اثر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه**

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

**درصد روغن**

اثر تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). بیش‌ترین میزان درصد روغن به تیمار آبیاری مطلوب و کم‌ترین درصد روغن به تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تعلق گرفت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد کم‌تر بودن درصد روغن در شرایط کمبود آب به علت کاهش غلظت روغن دانه از یک سو به‌دلیل کاهش اندازه بذرها و از سوی دیگر به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره کننده، هم‌چنین کاهش فعالیت تعدادی از آنزیم‌های سنتزکننده چربی نظیر لیپاز که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می‌شود مرتبط دانست. همچنان‌که کاهش غلظت روغن دانه کلزا تحت شرایط کمبود آب توسط Masoud Sinaki و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شد. برطبق اظهارات Edvards و Hartel (۲۰۱۱) تنش خشکی در مرحله زایشی کلزا باعث کاهش درصد روغن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. در این رابطه دانشمند و همکاران (۱۳۸۷) کاهش درصد روغن دانه و عملکرد روغن ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی در مرحله گل‌دهی اذعان داشته‌اند، که این امر می‌تواند به‌واسطه اکسیداسیون برخی اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه و کاهش قابلیت تبدیل هیدرات‌های کربن به روغن در شرایط تنش روی داده باشد. هرچه دمای محیط و تنش خشکی در طول دوره پر شدن دانه بالاتر و طول این مرحله کوتاه‌تر شده باشد، درصد روغن کم‌تر شده است که نتیجه به‌دست آمده با نتایج Faratull و همکاران (۲۰۰۴) که اختلاف معنی‌داری برای درصد روغن گزارش نمودند، مطابقت دارد. هم‌چنین Vafabakhsh و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که تنش خشکی شدید در مرحله زایشی باعث کاهش تبدیل ماده خشک به روغن می‌شود و یا به عبارتی میزان درصد روغن در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیش‌ترین درصد روغن از تیمار شش در هزار که با تیمار چهار در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین درصد روغن از تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۳). می‌توان بیان داشت در این تحقیق عناصر ریزمغذی در کلزا درصد روغن را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. احتمالا کمبود عناصر ریزمغذی نظیر روی و آهن باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می‌شود. از این رو کمبود عناصر ریزمغذی روی و آهن می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود که خیاوی و همکاران (۱۳۸۹) این نتایج را تأیید نمودند. بای بوردی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نمودند اعمال تیمار کودی عناصر کم مصرف در کلزا باعث افزایش عملکرد در واحد سطح و درصد روغن دانه شد. در این رابطه امیدیان و همکاران (۱۳۹۱) پی بردند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی به‌نحو چشمگیری میزان روغن در گیاه کلزا را افزایش

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

می‌دهد. نتایج مطالعات سعیدی و صدقی (۱۳۸۷) نشان دهنده آن است که مصرف آهن باعث افزایش درصد روغن در کلزا شده است.

**عملکرد روغن**

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد روغن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر تعداد خورجین در بوته نشان داد که بیش‌ترین عملکرد روغن به تیمار آبیاری مطلوب و کم‌ترین عملکرد روغن به تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی تعلق گرفت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که اعمال تنش خشکی، طول دوره پرشدن دانه‌ها را کاهش داده و فرصت بیش‌تری برای تجمع پروتئین در دانه فراهم می‌شود و در نتیجه درصد روغن و عملکرد روغن کاهش می‌یابد (فراست و همکاران، ۱۳۹۱). در این رابطه بالجانی و شکاری (۱۳۹۱) اظهار داشتند که کاهش درصد روغن و عملکرد روغن به موازات اعمال تنش آبیاری بعد از گل‌دهی را می‌توان به کاهش سطح برگ، اختلال در فتوسنتز به‌واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به مقصد یا دانه-ها، یا افزایش میزان تنفس جهت جلوگیری از صدمات تنش نسبت داد. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیش‌ترین عملکرد روغن از تیمار شش در هزار و کم‌ترین عملکرد روغن از تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۳). گیاهان روغنی، از گیاهان حساس به‌کمبود عنصر ریزمغذی روی و آهن بوده و باید نسبت به‌دادن کود روی و آهن به آن‌ها اقدام نمود تا علاوه بر افزایش تولید، غلظت روی و آهن در آن‌ها افزایش یابد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). به‌نظر می‌رسد در این تحقیق عناصر ریزمغذی در کلزا درصد روغن را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. احتمالا کمبود عناصر ریزمغذی نظیر روی و آهن باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می‌شود، از این رو کمبود عناصر ریزمغذی روی و آهن می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود که خیاوی و همکاران (۱۳۸۹) این نتایج را تأیید نمودند. در این رابطه هدایت‌پور و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر محلول-پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد روغن به میزان ۲۱۲۴/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن به میزان چهار گرم در لیتر بود.

**نتیجه گیری**

از آن‌جا که در بحث تولید گیاهان زراعی، ارزش واقعی به کیفیت محصول وابسته است، در این تحقیق مشخص شد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه کلزا دارد و هم‌چنین با توجه به اینکه بیش‌ترین مقادیر عملکرد دانه و روغن از استعمال کود روی و آهن که از عناصر ریزمغذی محسوب می‌شوند به‌دست آمد، می‌توان نتیجه

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.38.2.4 ]

گرفت که با استفاده از چنین کودهایی می‌توان بهترین شرایط را جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاه کلزا فراهم نمود. با توجه به محدودیت جذب عناصر ریزمغذی آهن و روی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک محلول-پاشی عناصر جهت بالا بردن میزان عناصر ریزمغذی در گیاه یک روش منطقی کاربرد کود می باشد. بنابراین، در مجموع می‌توان بیان نمود که به‌منظور دست‌یابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باید آبیاری در تمامی مراحل رشد به ویژه در مرحله زایشی انجام شود، لذا کشت گیاه کلزا با محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به میزان چهار در هزار در شرایط رطوبتی مناسب پیشنهاد می‌شود.

**سپاسگزاری**

این مقاله از طرح پژوهشی درون دانشگاهی تحت عنوان" کاربرد عناصر ریزمغذی بر مؤلفه‌های تولیدی و فیزیولوژیکی گیاه کلزا تحت تنش خشکی " استخراج شده و هزینه آن توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز تأمین شد که بدین وسیله قدردانی می‌شود.

**منابع**

**افشانی، س.، امیرنیا، ر.، هادی، ه. ۱۳۹۴.** بررسی اثر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پائیزه در شرایط کم آبیاری. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳ (۱): ۵۲-۴۳.

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

**بالجانی، ر.، و شکاری، ف. ۱۳۹۱.** تاثیر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲ (۱):۱۰۸-۸۷.

**بای بوردی، ا.، ملکوتی، م. ج.، و رضایی، ح. ۱۳۷۹.** اثر بخشی روش‌های مصرف خاکی و محلول پاشی روی، بور و منگنز بر عملکرد دانه و روغن کلزا در میانه. مجله خاک و آب. ویژه نامه کلزا. ۱۶۹:۱۲-۱۵۸.

**پاسبان اسلام، ب. ۱۳۹۴.** پایداری عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن کلزا تحت تأثیر خشکی ابتدا و انتهای فصل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵ (۴): ۱۸۹-۱۷۷.

**جمشیدی، ن.، شیرانی راد، ا. ح.، تختچین، ف.، ناظری، پ.، و غفاری، م. ۱۳۹۱.** ارزیابی ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی، مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژیک گیاهان زراعی. ۶ (۳): ۳۳۸-۳۲۳.

**حسینی، ز. ۱۳۷۳. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی**. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۱۰ صفحه.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

**حیدری، ا.، بیژن زاده، ا.، نادری، ر. ا.، امام، ی. ۱۳۹۴.** اثر تنش خشکی پایان فصل و سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه و دمای سایه انداز گیاهی در دو رقم کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷ (۲۷): ۳۷-۵۴.

**خیاوی، م.، خورشیدی بنام، م.ب.، اسماعیلی آفتابدری، م.، آذرآبادی، س.، فرامرزی، ع.، عمارت پرداز، ج. ۱۳۸۹.** تأثیر محلول پاشی سولفات روی و بور برعملکرد و برخی صفات کیفی دانه دو رقم کلزا. مجله دانش آب و خاک. ۲۰ (۳): ۴۵-۳۱.

**دانشمند، ع.، شیرانی‌راد، ا. ر.، نورمحمدی، ق.، زارعی، ق.، و دانشیان، ج. ۱۳۸۷.** اثر رژیم های آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و کیفیت دانه دو رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰ (۳): ۲۶۱-۲۴۴.

**سعیدی، ق.، و صدقی. آ. ۱۳۸۷.** تاثیر بعضی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه، میزان روغن و سایر صفات زراعی دو رقم کلزا در اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۴۵): ۸۸-۷۷.

**شعبان زاده، ش.، گلوی، م. ۱۳۹۰.** تاثیر محلول پاشی عناصر ریز مغذی و دور آبیاری بر ویژگی های زراعی و عملکرد سیاه دانه. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۴ (۱): ۹-۱.

**فتاحی نژاد، ا.، سیادت، ع. ا.، اسفندیاری، م.، مقدسی، ر.، معزی، ع. ا. ۱۳۹۲.** تأثیر کود فسفر بر عملکرد، روغن و پروتئین کلزا در زراعت دیم در گروه های مختلف حاصلخیزی فسفر خاک. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵ (۱۸): ۱۰۰-۸۳.

**فراست، م.، ساجدین. ع.، میرزاخانی، م. ۱۳۹۱.** بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰ (۲):۳۵۳-۳۴۶.

**کوچکی، ع.، سرمدنیا، ع. ۱۳۸۷.** فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.

**ملکوتی، م. ج.، و طهرانی، م. م. ۱۳۸۴.** نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات عناصر خرد تأثیر کلان. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۲۸ صفحه.

**نصرآبادی، ع.، و عطاردی، ب. ۱۳۸۶.** گزارش نهایی بررسی اثرات مختلف آب آبیاری بر عملکرد دو رقم سورگوم علوفه‌ای. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۵ صفحه.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

**نعیمی، م.، اکبری، ا.، شیرانی راد، س.، مدرس ثانوی، س.، نوری، س.، و جباری، ح. ۱۳۸۶.** ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام مختلف کلزا بر اساس شاخص‌های ارزیابی تنش در انتهای فصل رشد. مجله الکترونیکی تولید گیاهان زراعی. ۱ (۳): ۲۵-۱۸.

**هدایت پور، ر.، موحدی دهنوی، م.، خادم حمزه، ح. ر.، مرشدی، س. م. ۱۳۹۳.** تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و آهن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا رقم طلایه در منطقه زرقان فارس. نشریه تولید گیاهان روغنی. ۱ (۱): ۴۳-۳۳.

**هنر، ت.، ثابت سروستانی، ع.، شمس، ش.، سپاسخواه، ع. ر.، کامگار حقیقی، ع. ا. ۱۳۹۱.** اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (رقم طلایه). مجله علوم زراعی ایران. ۱۴ (۴): ۳۳۲-۳۲۰.

**Ahmadi, M. 2010**. Effect of zinc and nitrojen fertilizer rate on yield and yield components of oilseed Rape (*Brassica napus* L.). American-Eurasian Journal Agriculture Environment Science. 7(3): 259-264.

**Alloway, B.J. 2008**. Zinc in soils and crop nutrition (2th ed.). Brussels: International zinc association (IZA), 136p.

**Aytak, Z., Gulmezoglu, N., Sirel, Z., and Tolay, I. 2015.** The effect of zinc on yield, yield components and micronutrient concentrations in the seeds of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). Network of Bitany, Horticulture and Agrology. 42 (1): 202-208.

**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.

**Davari, A. 2017**. Influence of Drought Stress on Plant Height, Biological Yield and Grain Yield of Rapeseed in Khash Region. International Journal of Agriculture and Biosciences. 6(1): 4-6.

**Edvards, J., and Hartel, K. 2011**. Canola Growth and Development. Department of Primary Industries, State of New South Wales Through, Sydney, Australia.

**FAO. 2013**. Food outlook. Global Market Analysis. Available in:http://www.fao.foodoutlook.com. (accessed march 2014).

**Faraji, A., Lattifi, N., Soltani, A. and Shirani-rad, A. H. 2009.** Seed yield and water use efficiency of canola. (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agric. Water Manage. 96: 132-140.

**Faratull, A. H., Sardar, A. and Farman, U. 2004**. Comparative yield potential and other quality characteristics of advanced lines of Rapeseed. International Journal Agriculture And Biology. 6: 203-205.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]

**Godarzi, A., Bazrafshan, F., zare, M., Faraji, H., Safahani Langeroodi, A.R. 2017**. Studying the effect of drought stress on yield and physiological characteristics in genotypes of canola (*Brassica napus* L.). Helix Scientific Explorer. 8: 1250-1258.

**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.

**Masoud Sinaki, M. J., Majidi Heravan, E., Shiranirad, H., Noormohammadi, G. and Zarei, G. H. 2007**. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). Am-Euras. Journal Agriculture Environment Science. 2: 417-422.

**Pandey, N., Pathak, G. C., and Sharma, C. P. 2009**. Impairment in reproductive development is a major factor limiting yield of black gram under zinc deficiency. Biology Plant. 53: 723-727.

**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.

**Ruiz, J. M, Baghour, M., and Romero, L . 2000**. Efficiency of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of Fe and the response of some bioindicators. Journal of Plant Nutrition. 23 (11-12): 1777-1786.

**Sienkiewicz-Cholewa, U., Kieloch, R. 2015**. Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). Plant Soil Environ. 4 (61): 164-170.

**Soleymani, A., & Shahrajabian, M. H. 2016**. The Effects of Fe, Mn and Zn Foliar Application on Yield, Ash and Protein Percentage of Forage Sorghum in Climatic Condition of Esfahan. International Journal of Biology; 4 (3): 92-97.

**Tandon, H. L. S. 2005**. Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India. pp: 138.

**Vafabakhsh, J., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Azizi, M. 2009**. Effects of water deficit on water use efficiency and yield of canola cultivars (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Agronomic Researches 7 (1): 295-302.

**Vannozi, G. and Larner, F. 2007**. Proline accumulation during drought stress in selenium treatments in rapeseed. Journal of Plant Physiology. 254 (12), 256-270.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.2.4 ]