مطالعه برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چند رقم کلزا با کاربرد کود ورمی‌کمپوست در شرایط تنش خشکی

اکرم فیض‌آبادی[۱]، قربان نورمحمدی*[۲] و فواد فاتحی[۳]

۱) دانشجوی دکتری گروه علوم زراعی و باغی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲) استاد گروه علوم زراعی و باغی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳) استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: g.noorm2019@gmail.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۰**

چکیده

کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید کلزا در مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی از طریق قطع آبیاری انتهای فصل و کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک کلزا، یک آزمایش فاکتوریل ـ اسپلیت در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل رژیم آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل در طول فصل، قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی تا انتهای فصل و قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا انتهای فصل) و ورمی‌کمپوست در دو سطح (عدم کاربرد و کاربرد ۲۰ تن در هکتار) به‌صورت فاکتوریل در کرت اصلی و ژنوتیپ در ۶ سطح (RGS003، Zafar، Julius، Jerry، Zabol10 و Hyola4815) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست و رقم بر صفات اندازه-گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که بوته‌ها در سال دوم دارای ارتفاع، قطر ساقه، تعداد خورجین و مقدار کلروفیل بیشتری نسبت به سال اول بوده، اما مقدار کربوهیدرات محلول، مقاومت روزنه‌ای و دمای کانوپی گیاه در سال اول بیشتر از سال دوم بود. بیشترین ارتفاع، تعداد خورجین، کلروفیل برگ و قطر ساقه متعلق به رقم Zafar در شرایط آبیاری نرمال و کمترین مقدار در رقم Zabol10 در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی مشاهده شد. ارتفاع بوته، تعداد خورجین، مقاومت روزنه‌ای و کلروفیل برگ کلزا در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست بیشتر از شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بود، اما مقادیر صفات کربوهیدرات محلول و دمای کانوپی در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بالاتر بود. بیشترین مقدار کربوهیدرات محلول در برگ متعلق به رقم Zabol10 در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی و کمترین مقدار کربوهیدرات محلول در رقم Zafar در شرایط آبیاری نرمال مشاهده شد. بالاترین مقاومت روزنه‌ای متعلق به رقم‌های Zafar در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین در رقم Zabol10 در شرایط آبیاری نرمال بود. کمترین و بیشترین دمای کانوپی به ترتیب در شرایط آبیاری نرمال و قطع آبیاری از مرحله گلدهی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، رقم، کلزا و مورفوفیزیولوژیک.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

مقدمه

گیاه کلزا به دلیل ویژگی‌های خاص مانند سازگاری با شرایط آب و هوایی، ارزش تناوبی بالا، کنترل علف‌های هرز، دارا بودن ژنوتیپ‌های بهاره و پاییزه و محتوای بالای روغن در واحد سطح (۴۴-۴۰ درصد) به‌عنوان نقطه امیدی برای تأمین روغن خوراکی موردنیاز کشور به شمار می‌آید (رضایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۴؛ مقدم و همکاران، ۱۳۹۰). درصد پایین اسیدهای چرب اشباع شده روغن کلزا نسبت به روغن‌های گیاهی دیگر سبب شده تا روغن کلزا به‌عنوان یک روغن خوراکی مفید مورد توجه قرار گیرد (سید محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). مشخص شده است که تقریباً ۳۳ درصد از اراضی جهان مستعد خشک‌سالی بوده که تهدیدی جدی برای کشاورزی و تولید محصولات زراعی در آینده نزدیک است. خشکی تغییرات مختلفی را در رفتار مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی گیاهان ایجاد می‌کند که ازجمله آن‌ها می‌توان به تغییر رابطه آب گیاه، کاهش سرعت رشد، کاهش ارتفاع ساقه، گسترش برگ، حرکت روزنه، عدم تعادل یون‌ها و عناصر غذایی و فتوسنتز اشاره کرد. میزان تغییرات بستگی به مدت‌زمان، شدت تنش و زمان وقوع آن دارد (امیری و همکاران، ۱۳۹۱؛ آراسته و فرنیا، ۱۳۹۲؛ Hasanuzzaman *et al*., 2018). در شرایط تنش خشکی، گیاهان چندین استراتژی برای پاسخ به تنش انجام می‌دهند که می‌توان به تنظیم بالا یا پایین رفتن بیان ژن‌های خاص، افزایش سطح آبسیزیک اسید، تجمع املاح محلول و آنزیم‌های حفاظتی و بهبود سطح آنتی اکسیدانتی اشاره نمود (Li *et al*., 2018). در بسیاری از مناطق کشت کلزای کشور در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد که مصادف با مراحل تشکیل خورجین و پر شدن دانه است، دما به‌سرعت افزایش پیدا کرده و باعث بروز خسارت گرمازدگی و تنش خشکی می‌شود(شعبانی و همکاران، ۱۳۸۸). از طرفی در این زمان به علت محدود بودن منابع آبی و اختصاص آب به زراعت‌های بهاره و تابستانه معمولاً زراعت کلزا با کمبود آب و تنش خشکی مواجه می‌شود (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از راه‌حل‌های افزایش تولید محصول در شرایط محدودیت منابع آب، کاربرد ارقام مقاوم به خشکی هستند (Nemoto *et al*., 1998). توسعه ارقام متحمل به تنش یک اولویت مهم و حیاتی برای کاهش اثرات منفی خشکی و دستیابی به‌سطح بالاتری از عملکرد می‌باشد (Naderi and Emam, 2014). از طرف دیگر، با مصـرف روزافزون کودهای شیمیایی، توسعه کشت متراکم، استفاده از ارقام پرمصرف، عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و سوزاندن آن‌ها، سالیانه از مقدار ماده آلی خاک به میزان قابل‌توجهی کاسته شده و در نتیجه باعث کاهش قدرت باروری و حاصلخیزی خاک گردیده است (زوله، ۱۳۹۰؛ جمشیدی، ۱۳۹۱). یکی از راه‌های افزایش عملکرد، بهبود خواص تغذیه‌ای و فیزیکی خاک مزارع با افزودن ماده آلی به خاک می‌باشد (سماوات، ۱۳۸۹). کودهای آلی به‌ویژه کود ورمی‌کمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شمار می‌روند که این عناصر را به مرور

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

زمان در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (Chaudhry *et al*., 1999). استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی علاوه بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک مانند قارچ‌های میکوریزا و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات در جهت فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌گردد (Arancon *et al*., 2004). استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات مخرب تنش خشکی را در گیاهان زراعی کاهش دهد (Gholipoor *et al*., 2014). گلدهی و تشکیل خورجین‌ها از حساس‌ترین مراحل کلزا به تنش خشکی می‌باشند و در اغلب مناطق زراعی ایران که نوسانات مقدار و توزیع بارندگی آن‌ها زیاد است این نوع تنش‌ها رخ می‌دهند بنابراین برای این مناطق باید ارقامی را انتخاب کرد که بتوانند در سال‌های کم باران با تحمل خشکی، عملکرد مقرون به‌صرفه و پایداری تولید کرده و در شرایط مساعد رطوبتی از رطوبت ذخیره شده در خاک نیز حداکثر استفاده را انجام دهند. سیستم‌های کشاورزی متداول نشان داده‌اند که اگرچه به کمک کودهای شیمیایی در کوتاه‌مدت می‌توان به عملکردهای بالایی دست یافت، اما پایداری حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست در این سیستم‌ها زیر سؤال است. محققین مهم‌ترین روش فائق آمدن بر این مشکل را رو آوردن به کشاورزی پایدار و استفاده از کودهای آلی زیستی ازجمله ورمی‌کمپوست اعلام می‌کنند (شریفی عاشورآبادی، ۱۳۷۷). از این‌رو این پژوهش با هدف بررسی برخی از ارقام کلزا به کاربرد کود ورمی‌کمپوست به‌عنوان کودهای زیستی و آلی در بهبود ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد گیاه کلزا در شرایط اعمال تنش خشکی آخر فصل انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت جغرافیایی ˚۳۵ و ′۴۹ طول شمالی و ˚۵۱ و ′۶ عرض شرقی با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا در سال ۹۵-۱۳۹۳ انجام شد. منطقه کرج جز مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک بوده و بر اساس میانگین داده‌های ۳۰ ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۳ میلی‌متر می‌باشد. اطلاعات آب و هوایی هر دو فصل کشت کلزا در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد مطالعه در این پژوهش شامل رژیم آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل در طول فصل رشد، قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی و قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا انتهای فصل رشد) و کود ورمی‌کمپوست در دو سطح (عدم کاربرد و کاربرد ۲۰ تن در هکتار) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان کرت اصلی و رقم در ۶ سطح (RGS003، Zafar، Julius، Jerry، Zabol10 و Hyola4815) به‌عنوان عامل فرعی بودند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل آبیاری و شخم به‌وسیله گاوآهن برگردان دار قبل از کشت، دیسک و ماله برای خرد کردن کلوخ‌ها و یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه بود. بعد از آماده‌سازی زمین به‌منظور تعیین

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

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.8.4]

میزان عناصر غذایی پرمصرف خاک و درنهایت نیاز کودی اقدام به نمونه‌گیری مرکب در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر شد (جدول ۲) و بر اساس نتایج تجزیه خاک، مقدار ۵۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل، ۶۶ کیلوگرم پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم در مرحله پیش‌کاشت و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره استفاده شد. به‌منظور استفاده بهینه از نیتروژن، یک‌سوم مقدار موردنیاز به‌صورت پایه و بقیه کود نیتروژن موردنیاز به‌صورت سرک در مرحله شروع ساقه رفتن و ظهور اولین غنچه‌های گل مصرف شد.

جدول ۱: بارش، دمای کمینه و بیشینه در دو سال زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹۳) در طول فصل رشد کلزا

	۱۳۹۳-۱۳۹۴			۱۳۹۴-۱۳۹۵		
ماه	دمای کمینه	دمای بیشینه	بارش	دمای کمینه	دمای بیشینه	بارش
مهر	۹/۴۷	۲۱/۴۶	۵/۰۱	۱۳/۱۴	۲۵/۹۶	۳/۵۰
آبان	۳/۴۲	۱۲/۵۶	۳۱/۴۱	۶/۹۰	۱۵/۱۷	۷۷/۴۱
آذر	۱/۵۷	۱۰/۴۹	۲۲/۸	۰/۶۶	۸/۷۶	۲۸/۶۱
دی	۰/۰۴	۱۰/۴	۲/۹	-۰/۰۲	۹/۹۸	۱۵/۶۱
بهمن	۱/۳	۱۱/۷۱	۲۴/۷۲	-۰/۳۷	۱۰/۰۸	۸/۷۱
اسفند	۳/۶۶	۱۵/۱۸	۳۰/۱۴	۵/۹۳	۱۷/۱۹	۱۳/۸۱
فروردین	۹/۶۹	۲۲/۶۲	۱۴/۲	۶/۱۲	۱۷/۵۱	۷۷/۷۰
اردیبهشت	۱۳/۶۷	۲۹/۶۲	۹/۳۴	۱۲/۶۴	۲۷/۱۶	۱۳/۰۱
خرداد	۱۹/۳۷	۳۶/۱۸	۰/۲۱	۱۵/۶۳	۳۱/۸۲	۰/۰۲

جدول۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست

خصوصیات خاک	سال ۹۴-۱۳۹۳	سال ۹۵-۱۳۹۴	ورمی‌کمپوست
نیتروژن کل (درصد)	۰/۱	۰/۰۹	۱/۰۷درصد
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۹۲	۱۶۱	۰/۷۳ درصد
فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۴/۹	۱۴/۴	۰/۶۲ درصد
کربن آلی (درصد)	۰/۹۲	۰/۸۵	۹/۴ درصد
اسیدیته	۷/۹	۷/۸	۷/۵
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۱/۴	۱/۳۷	۵/۰۳
بافت خاک	لومی ـ رسی	لومی ـ رسی	-

به‌منظور کنترل پیش‌کاشت علف‌های هرز علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش شد و به‌وسیله دیسک سبک، با خاک مخلوط شد. بذر ارقام مورداستفاده کلزا از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه و در تاریخ ۱۰ مهر در هر دو سال زراعی کشت به‌صورت مستقیم انجام شد. به‌منظور جلوگیری از نشت آب در بین کرت‌های تنش و غیر تنش، دو متر فاصله بین آن‌ها در نظر گرفته شد. برای کنترل آفت شته مومی کلم از سم سیستمیک متاسیستوکس به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله شروع ساقه‌دهی استفاده شد. در این تحقیق صفات مختلف مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در بوته ثبت و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.8.4]

اندازه‌گیری شدند. به‌منظور تعیین صفاتی مانند ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در بوته، در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و این صفات در آن‌ها اندازه‌گیری شدند (قره‌چایی و همکاران، ۱۳۹۸). صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده شامل کربوهیدرات محلول، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، دمای کانوپی و مقاومت روزنه‌ای بوده که نمونه‌برداری‌ها در مرحله خورجین‌دهی کامل انجام شد. کربوهیدرات‌های محلول برگ با استفاده از ۰/۱ گرم از نمونه برگی و بر اساس روش فنل ـ اسید سولفوریک و قرائت درطول موج ۴۸۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Schlegl, 1986). به‌منظور اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در مرحله خورجین دهی از هر کرت نمونه‌بردای انجام شد (برگ‌های جوان). بلافاصله پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها با استفاده از فویل‌های آلومینیومی درون ظرف حاوی نیتروژن مایع قرار گرفتند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، مقدار کلروفیل مطابق روش ارائه شده توسط آرنون اندازه‌گیری شد (Arnon, 1949). در این روش اندازه‌گیری غلظت کلروفیل با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد، به این ترتیب که مقدار جذب محلول‌ها در طول موج ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل بر اساس رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ محاسبه شدند(Arnon, 1949):

رابطه ۱: $$\text{Chlorophyll a}=(19.3\times A663-0.86\times A645)V/100W$$

رابطه ۲: $$\text{Chlorophyll b}=(19.3\times A645-3.6\times A663)V/100W$$

رابطه ۳: $$\text{Total chlorophyll (mg/ml)}=\text{Chla}+\text{Chlb}$$

در این معادلات W وزن‌تر، A جذب نوری در طول موج‌های مختلف و V حجم محلول صاف شده می‌باشد. مقاومت روزنه‌ای توسط دستگاه پرومتر مدل Delta-T AP4, Delta-T Devices, Cambridge, UK اندازه‌گیری شد. بدین منظور قسمت میانی چند برگ جوان از بخش یک‌سوم بالایی گیاه که به‌طور کامل توسعه‌یافته بودند انتخاب شدند و در محفظه دستگاه قرار داده شدند و عدد روی دستگاه قرائت شد (مرادی اقدم و همکاران، ۱۳۹۷). به‌منظور اندازه‌گیری دمای کانوپی از دماسنج مادون‌قرمز مدل ۸۸۸۹ استفاده شد. شایان ذکر است که کلیه اندازه‌گیری‌های دمای کانوپی بین ساعات ۱۱ تا ۱۳ هر روز بود. در هر کرت آزمایشی دمای ۱۰ نقطه مختلف در کانوپی گیاهی به طور تصادفی اندازه‌گیری شد و در نهایت میانگین ۱۰ نقطه به‌عنوان دمای کانوپی برای هر کرت آزمایشی در نظر گرفته شد (Reynolds *et al*., 2001). تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام شدند.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثرات سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست، رقم و همچنین برهم‌کنش آبیاری و رقم بر صفت ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بوته‌ها در سال دوم دارای ارتفاع بیشتری (۱۳۲/۷سانتی‌متر) نسبت به سال اول (۱۲۲/۰۵ سانتی‌متر) بودند (جدول ۴). میانگین درجه حرارت بیشینه در سه ماهه آخر فصل رشد (فروردین، اردیبهشت و خرداد) در سال اول و دوم به ترتیب ۳۲/۵ و ۲۹ درجه سانتی‌گراد و مقدار بارش در سه ماه آخر فصل رشد در سال اول و دوم به ترتیب ۲۳ و ۹۰ میلی‌متر بود (جدول ۱)، به‌عبارت‌دیگر شرایط محیط رشد (دما و بارندگی) در سه ماه آخر فصل رشد در سال دوم نسبت به سال اول مناسب‌تر بوده است و این می‌تواند علل اصلی تفاوت در ارتفاع گیاه در دو سال زراعی می‌باشد. ارتفاع کلزا در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (۱۲۳/۹ سانتی‌متر) کمتر از شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست (۱۳۰/۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۶). نتایج اثر متقابل آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته متعلق به رقم Zafar (۱۶۱/۱۵ سانتی‌متر) در شرایط آبیاری نرمال درحالی‌که کمترین ارتفاع بوته (۹۷/۶ سانتی‌متر) در رقم Zabol10 در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد مشاهده شد (جدول ۹). نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تنش خشکی در مرحله گلدهی و تشکیل خورجین کلزا سبب کاهش صفات ارتفاع بوته در همه ارقام گردید. یکی از مهم‌ترین نشانه‌های تنش خشکی بر گیاهان کاهش ارتفاع بوته است. اگر تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد گیاه رخ دهد، تأثیر کمتری نسبت به تنش خشکی در مراحل ابتدایی رشد دارد (Zirgoli and Kahrizi, 2015). رشد سلول‌ها با پتانسیل آب در ارتباط است و کاهش فشار تورژسانس روی تقسیم سلولی و طویل شدن سلول در گیاهان حساس به تنش اثر می‌گذارد و موجب کاهش ارتفاع بوته می‌گردد (طباطبایی و همکاران،۱۳۹۰). همچنین نتایج این تحقیق نشان دادکه کاربرد کود ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه کلزا گشت. کود ورمی‌کمپوست دارای هیومیک، فولیک و دیگر اسیدهای آلی است که توسط میکروارگانیسم‌ها تولید شده و می‌تواند موجب تحریک رشد گیاهان شود (Hosseinzadeh *et al*., 2016). ورمی‌کمپوست قادر به تولید موادی شبیه به اکسین بوده (Musxolo *et al*., 1999) و می‌تواند با تأثیر بر سنتز هورمون‌ها به‌ویژه اکسین باعث رشد و متعاقب آن ارتفاع گیاه شود. تصدیقی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی نشان دادند که در هر سطح تنش خشکی بیشترین ارتفاع بوته مربوط به کاربرد بیشترین سطح استفاده از ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار) و کمترین ارتفاع بوته مربوط به عدم کاربرد استفاده از ورمی‌کمپوست بوده و ارتفاع بوته با افزایش شدت تنش خشکی کاهش یافت.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

قطر ساقه

اثر سال، آبیاری و رقم بر صفت قطر ساقه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و اثر ورمی‌کمپوست و اثرات متقابل ازلحاظ آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۳). نتایج نشان داد که قطر ساقه در سال دوم (۱۵/۵ میلی‌متر) بیشتر از سال اول (۱۲/۷۶ میلی‌متر) بود (جدول ۴). قطر ساقه در شرایط آبیاری نرمال دارای بیشترین مقدار (۱۶/۳ میلی‌متر) درحالی‌که در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). بیشترین و کمترین قطر ساقه متعلق به رقم‌های Zafar (۱۴/۷ میلی‌متر) و Zabol10 (۱۳/۵ میلی‌متر) بود (جدول ۷). قطر ساقه در گیاهان تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد. دلیل این امر نیز می‌تواند کاهش تورژسانس سلول در اثر افزایش تنش خشکی و کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه باشد (Alkire and Simon, 1993). نتایج لطفی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که قطر ساقه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) با افزایش شدت تنش خشکی کاهش یافت. رشد زایشی سریع و کاهش رشد رویشی تحت شرایط تنش خشکی و رقابت بین اندام‌های زایشی و رویشی باعث کاهش قطر ساقه می‌شود (Zirgoli and Kahrizi, 2015).

تعداد خورجین

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست، رقم و هم‌چنین برهم‌کنش بین آبیاری و سال، رقم و آبیاری بر صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تعداد خورجین در بوته (۱۵۸/۴) و تعداد خورجین در ساقه اصلی (۶۶/۶۹) در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۴). تعداد خورجین در ساقه اصلی (۶۴/۵) و تعداد خورجین در بوته (۱۵۹/۹۹) در تیمار حاوی کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بیشتر بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل سال و آبیاری نشان داد که بالاترین تعداد خورجین در بوته (۲۱۱/۸) و تعداد خورجین در ساقه اصلی (۸۴/۳۵) در تیمار آبیاری نرمال در سال دوم و کمترین آن‌ها در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد در سال اول مشاهده شد (جدول ۸). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی (۹۳/۷) و تعداد خورجین در بوته (۳۲/۱۸) متعلق به رقم Zafar در شرایط آبیاری نرمال و کمترین آن مربوط به رقم Zabol10 در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد بود (جدول ۹). همان‌طور که نتایج نشان داد تنش خشکی سبب کاهش تعداد خورجین در ارقام موردبررسی کلزا گردید و کاربرد کود ورمی‌کمپوست باعث افزایش تعداد خورجین در گیاه شد که در تحقیقات مختلف نیز این نتایج گزارش شده است. نتایج مطالعه سعیدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که با کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست تعداد چتر در بوته زیره سبز افزایش یافت. نتایج تحقیق مومنی فیلی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته سویا متعلق به بیشترین

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

مصرف ورمی‌کمپوست (۱۵ تن در هکتار) بود. ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای بیولوژیک فراهمی بیشتر عناصر فسفر، کلسیم، پتاسیم، نیتروژن و منیزیم را باعث می‌شود (Orozco *et al*., 1996). بنابراین دسترسی بهتر به عناصر غذایی و وجود مواد آلی در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست منجر به فراهمی شرایط بهتر در زمان گلدهی و گرده‌افشانی می‌شود و درنهایت تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (جهانگیری‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵). در گیاه کلزا غلاف‌ها در مرحله گلدهی شکل می‌گیرند و ریزش آن‌ها نیز از همین دوره شروع شده و در جریان رشد نیز ادامه می‌یابد. به نظر می‌رسد که کمبود عرضه مواد فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی، باعث عدم تلقیح گل‌ها در زمان گرده‌افشانی، عدم تأمین مواد فتوسنتزی به میزان کافی برای خورجین‌ها و ریزش آن‌ها و درنهایت کاهش تعداد خورجین می‌شود (شهرابی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۲).

کربوهیدرات محلول

ازجمله راهبردهای گیاهان برای مقاومت در برابر تنش‌های خشکی تجمع محلول‌های سازشی شامل یون‌های فلزی ضروری (مانند K^+) و اساساً محلول‌های آلی شامل قندهای محلول (ازجمله ساکاروز، گلوکز، فروکتوز، ترهالوز و رافینوز) قندهای غیر محلول (ازجمله نشاسته، آمیلوز و آمیلوپکتین) و اسیدهای آمینه چهارگانه مانند پرولین و ترکیبات سولفونیومی می‌باشد (Yordanov *et al*., 2003). نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثرات سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست، رقم و برهم‌کنش بین آبیاری و رقم در سطح آماری بر صفت کربوهیدرات‌های محلول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار کربوهیدرات محلول گیاه در سال اول (۳۰/۹۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) بیشتر از سال دوم (۲۷/۳۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) بود (جدول ۴) که احتمالاً به دلیل شرایط مختلف دمایی در دو سال می‌باشد (جدول ۱). هم‌چنین مقدار این صفت در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (۳۰/۲۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) بیشتر از شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست (۲۸/۰۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین مقدار کربوهیدرات محلول در برگ متعلق به رقم Zabol10 (۴۰/۹ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و کمترین مقدار کربوهیدرات محلول در برگ در رقم Zafar (۱۸/۲ میلی-گرم در گرم وزن‌تر) در شرایط آبیاری نرمال مشاهده شد (جدول ۹). همان‌طور که نتایج نشان داد در شرایط تنش خشکی، مقدار کربوهیدرات در برگ همه ارقام افزایش نشان داد. مطالعات بسیاری حاکی از تغییر مقدار قندها تحت تنش خشکی است (Ma *et al*, 2006). در اثر تنش خشکی نشاسته تجزیه شده، قسمتی یا تمامی آن از بافت‌های گیاهی ناپدید می‌گردد. کاهش میزان نشاسته درنتیجه افزایش فعالیت آمیلاز می‌باشد که پس از آن مقدار قندهای محلول افزایش پیدا می‌کند (Ma *et al*., 2006). بروجردنیا و همکاران (۱۳۹۵) در یک تحقیق اثر تنش خشکی را بر برخی صفات فیزیولوژیک لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش شدت تنش میزان

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

کربوهیدرات‌های محلول کل به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد. در این گزارش عنوان شد که در شرایط تنش خشکی با کاهش مقدار آب قابل دسترس، فتوسنتز کاهش یافته و متعاقب آن تولید ماده خشک گیاه نیز کاهش پیدا کرد. اگر در شرایط اعمال تنش خشکی بتوان شرایطی را ایجاد کرد که شدت تنش تعدیل شود، می‌توان انتظار داشت مقدار کربوهیدرات‌ها تغییر نشان دهد. عبداللهی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیق خود نشان دادند که کاربرد مقادیر کم ورمی‌کمپوست موجب کاهش میزان قندهای محلول برگ خیار شد، اما با رسیدن مقدار به ۶۰ درصد، میزان قندهای محلول مجدداً افزایش پیدا کرد.

مقاومت روزنه‌ای

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست، رقم و هم‌چنین برهم‌کنش بین آبیاری و سال، رقم و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقاومت روزنه‌ای در شرایط عدم کاربرد کود ورمی‌کمپوست (۱۴/۱۹ ثانیه بر سانتی‌متر) کمتر از شرایط کاربرد کود ورمی‌کمپوست (۱۴/۹۸ثانیه بر سانتی‌متر) بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و سال نشان داد که بالاترین مقدار مقاومت روزنه‌ای گیاه در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به بعد در سال اول (۲۲/۰۴ ثانیه بر سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار آبیاری نرمال در سال دوم (۷/۰۲ ثانیه بر سانتی‌متر) مشاهده گردید (جدول ۸). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار مقاومت روزنه‌ای متعلق به رقم‌های Zafar (۲۳/۳ ثانیه بر سانتی‌متر) در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به بعد و کمترین در رقم‌های Julius (۴/۸ ثانیه بر سانتی‌متر) در شرایط آبیاری نرمال بود (جدول ۹). همان‌طور که نتایج نشان داد مقاومت روزنه‌ای ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی افزایش یافت. یکی از عوامل مهم در کاهش فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها در شرایط کمبود آب می‌باشد که نتیجه آن کاهش هدایت روزنه‌ای و درنهایت کاهش میزان فتوسنتز می‌باشد (Lawlor and Cornic, 2002). Jiang و همکاران (۲۰۰۱) معتقدند که بسته شدن روزنه‌ها تحت تنش خشکی نتیجه تولید ABA است و از این هورمون به‌عنوان هورمون تنش یاد می‌کنند. بر اساس نتایج این تحقیق، کاربرد کود ورمی‌کمپوست سبب افزایش مقاومت روزنه‌ای گیاه شد. کودهای آلی ازجمله ورمی‌کمپوست می‌توانند ماده آلی خاک را افزایش داده و درنهایت موجب حفظ رطوبت خاک شوند. در تحقیقی کمالی و گلدانی (۱۳۹۵) کاربرد کودهای مختلف (شاهد، کمپوست، دامی و ورمی‌کمپوست) را بر توده اطلسی ایرانی در شرایط تنش کم‌آبیاری ارزیابی و نتایج نشان داد که کودهای آلی تأثیر معنی‌داری بر هدایت روزنه‌ای داشت. گلدانی و همکاران (۱۳۹۵) سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد حجمی) را بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک ریحان را بررسی و نشان دادند که هدایت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح کاربرد ورمی کمپوست قرار گرفت.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

دمای کانوپی

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست و رقم بر صفت دمای کانوپی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). دمای کانوپی در سال اول (۳۲/۴۲ درجه سانتی‌گراد) بیشتر از سال دوم (۳۱/۵۹ درجه سانتی-گراد) بود (جدول ۴) که احتمالاً به‌دلیل شرایط دمایی بالاتر در سال اول می‌باشد (جدول ۱). کمترین مقدار دمای کانوپی در شرایط آبیاری نرمال (۳۰/۱۵ درجه سانتی‌گراد) و بیشترین مقدار دمای کانوپی در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد (۳۳/۹۲ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد (جدول ۵). دمای کانوپی در شرایط عدم کاربرد کود ورمی‌کمپوست (۳۲/۲۶ درجه سانتی‌گراد) بیشتر از شرایط کاربرد کود ورمی‌کمپوست (۳۱/۷۵ درجه سانتی‌گراد) بود (جدول ۶). در بین ارقام مورد مطالعه بیشترین و کمترین مقدار دمای کانوپی مربوط به ارقام Zabol10 (۳۲/۵ درجه سانتی‌گراد) و Zafar (۳۱/۵ درجه سانتی‌گراد) بود (جدول ۷). دمای کانوپی وضعیت آبی گیاه را بیان می‌کند و گیاهان با انجام عمل تعرق، باعث پایین آمدن دمای پوشش گیاهی می‌شوند و هر عاملی که به‌نوعی بتواند میزان تبخیر و تعرق گیاه را افزایش دهد، درنهایت موجب کاهش دمای سایه‌انداز گیاهی می‌شود (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۸)، اما در شرایط تنش خشکی، به دلیل کمبود آب و بسته بودن روزنه‌ها تعرق کمتری توسط گیاه صورت گرفته و دمای پوشش گیاهی بیشتر از شرایط آبیاری کامل است. پاسبان اسلام (۱۳۹۰) گزارش کرد که تنش خشکی انتهای فصل گلرنگ موجب افزایش دمای برگ شد. در گندم، قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد موجب افزایش دمای کانوپی شد. دمای کانوپی به وضعیت رطوبتی خاک بستگی دارد. ورمی‌کمپوست دارای قدرت جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب می‌باشد (Arancon *et al.*, 2004). بنابراین استفاده از ورمی‌کمپوست به‌دلیل فراهمی بهتر عناصر غذایی برای گیاه می‌تواند موجب گسترش بیشتر شاخ و برگ گیاهان زراعی شده و در نهایت تبخیر و تعرق بیشتری صورت پذیرد. تبخیر و تعرق بیشتر در نهایت موجب کاهش دمای کانوپی می‌شود.

کلروفیل

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست و رقم و اثر متقابل آب و رقم بر صفت کلروفیل a و کلروفیل کل معنی‌دار و اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست و اثر متقابل سال و آب بر صفت کلروفیل a و b معنی‌دار، اما اثر رقم بر کلروفیل b معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقدار کلروفیل a (۰/۹۸ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)، کلروفیل b (۰/۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و کلروفیل کل (۱/۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۴). مقدار کلروفیل کل (۱/۲۳ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و کلروفیل a (۰/۹ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و b (۰/۳۲ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در شرایط عدم کاربرد کود ورمی‌کمپوست کمتر از شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست بود (جدول ۶). نتایج اثر متقابل

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

آبیاری و سال بر صفت کلروفیل a و b نشان داد که بالاترین مقدار کلروفیل a (۱/۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و b (۰/۳۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در سال دوم و در شرایط آبیاری نرمال و کمترین مقدار در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی به بعد در سال اول مشاهده گردید (جدول ۸). تفاوت بین مقدار کلروفیل برگ در دو سال اجرای آزمایش می‌تواند به‌دلیل شرایط مختلف دمایی و بارندگی در دو سال می‌باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a (۱/۳ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و کلروفیل کل (۱/۷۵ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) متعلق به رقم Zafar در شرایط آبیاری نرمال و کمترین مقدار متعلق به رقم Zabol10 در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی به بعد بود (جدول ۹). نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار داده و میزان آن را کاهش می‌دهد و این نتایج در گزارش‌های مختلف ارائه شده است. محتوای کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد (Ghosh *et al*., 2004). تنش خشکی کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار داده و میزان آن را کاهش می‌دهد. کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به‌واسطه کاهش سنتز کمپلکس پروتئین محافظت کننده دستگاه فتوسنتزی و صدمه اکسیداتیو لیپیدها، رنگ‌دانه و پروتئین‌های کلروپلاست به همراه افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز در شرایط تنش خشکی باشد. کاهش سبزینگی برگ در شرایط طولانی مدت ممکن است تا حدودی به‌دلیل کاهش جریان نیتروژن به بافت‌ها و فعالیت نیترات رداکتاز باشد. با کمبود رطوبت، فعالیت ریشه و درنهایت جذب نیتروژن کاهش یافته که این موضوع می‌تواند باعث کاهش میزان کلروفیل برگ شود. تنش آبی در مرحله گلدهی و پرشدن غلاف در ارقام مختلف کلزا باعث کاهش کلروفیل a و b شده است (Kumar and paul, 1997). بر اساس نتایج این آزمایش، تیمارهای حاوی کود ورمی‌کمپوست سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ گردید که در پژوهش‌های دیگر نیز نتایج مشابهی حاصل شده است. افزایش میزان کود آلی به‌دلیل افزایش عناصر غذایی مانند نیتروژن، آهن و منیزیم که در کلروفیل‌سازی مؤثر هستند، منجر به افزایش محتوی کلروفیل برگ می‌شوند (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج یک تحقیق نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست از صفر تا ۱۰ تن در هکتار بر غلظت کلروفیل در برگ ذرت تأثیر معنی‌داری داشته، به‌طوری‌که محتوی کلروفیل از ۱/۳۶ به ۱/۹۳ میلی‌گرم بر گرم افزایش یافت (Amyanpoori *et al*., 2015). نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که محتوای کلروفیل ذرت در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست تحت تأثیر قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست، محتوای کلروفیل برگ‌ها افزایش یافت.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

جدول۳: تجزیه مرکب اثر تیمارهای آبیاری، کود ورمی‌کمپوست و رقم بر صفات مورد مطالعه کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	کربوهیدرات محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	مقاومت روزنه‌ای	دمای کانوپی
سال (Y)	۱	۶۱۷۹/۲**	۴۲۳/۹**	۷۹۶۶/۷**	۵۷۴۵/۳**	۷۰۱/۰۸**	۰/۳۷**	۰/۱۲**	۰/۹۴**	۱۲۰/۶**	۳۷/۰۸**
بلوک در سال R(Y)	۴	۱۷/۹۳	۱۳/۵۶	۳۴۸/۷	۹/۶	۳۰/۷۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۲/۰۸	۰/۳۴
آبیاری (I)	۲	۴۳۱۷۲/۰۱**	۳۳۴/۱۳**	۲۳۹۸۰۷/۷**	۳۷۰۷۲/۹**	۵۳۸۸/۹**	۷/۵**	۰/۰۷**	۹/۱۵**	۳۵۴۶/۷**	۲۵۵/۷**
ورمی‌کمپوست (V)	۱	۲۶۰۷/۶**	۱۷/۹^{ns}	۱۲۳۹۱/۱۸**	۱۹۴۵/۲**	۲۶۱/۱**	۰/۳**	۰/۰۰۵**	۰/۴۳**	۳۳/۴**	۱۴/۰۵**
آبیاری×ورمی‌کمپوست (I×V)	۲	۳۰/۱۹^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۲۳۷/۱۸^{ns}	۱۰/۷۴^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۳/۴۷^{ns}	۰/۰۷^{ns}
آبیاری×سال (I×Y)	۲	۵/۹^{ns}	۱/۰۲^{ns}	۳۹۲/۵*	۴۷۱/۶**	۲/۳۶^{ns}	۰/۰۵*	۰/۰۰۸**	۰/۰۲^{ns}	۱۴/۹**	۰/۶۲^{ns}
سال×ورمی‌کمپوست (V×Y)	۱	۱۱/۰۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۳/۸۹^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}
آبیاری×ورمی‌کمپوست× سال (I×V×Y)	۲	۴/۶^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۵۳/۲^{ns}	۳/۷۳^{ns}	۰/۸۵^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۱۳^{ns}
خطای اصلی: بلوک در سال و آبیاری و ورمی‌کمپوست R(V×Y×I)	۲۰	۱۹/۲۷	۴/۳	۱۰۹/۳۳	۳۲/۱۶	۴/۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱	۲/۷	۱/۴۹
رقم (C)	۵	۹۹۶/۰۵*	۹/۲**	۵۹۱۵/۵**	۹۷۶/۷۹**	۱۳۹/۹**	۰/۲**	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۲۵**	۶۰/۵**	۷/۴۶**
آبیاری×رقم (I×C)	۱۰	۲۳۰/۲**	۱/۹^{ns}	۱۵۸۱/۴**	۲۲۲/۳**	۳۰/۲۶**	۰/۰۴**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۵**	۳۵/۶**	۱/۵^{ns}
ورمی‌کمپوست×رقم (V×C)	۵	۱۱/۴^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۵۶/۵^{ns}	۶/۲۹^{ns}	۱/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}
آبیاری × ورمی‌کمپوست× رقم (I×V×C)	۱۰	۱۱/۹^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۷۲/۱۴^{ns}	۷/۳۷^{ns}	۰/۹۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}
سال در رقم Y(C)	۵	۱۳/۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۲۳/۱۲^{ns}	۱۶/۲۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۸^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۰/۰۱^{ns}
سال×آبیاری ×رقم Y(I×C)	۱۰	۱۳/۵^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۲۴/۶۵^{ns}	۵/۳۶^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۰/۰۶^{ns}
سال×ورمی‌کمپوست × رقم Y(V×C)	۵	۱۲/۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴/۲۳^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
سال×آبیاری × ورمی‌کمپوست× رقم Y(I×V×C)	۱۰	۵/۱۲^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۶/۶۴^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}
خطای کرت‌های فرعی (C)	۱۲۰	۳۲/۰۴	۳/۸	۱۰۶/۷۵	۳۵/۳	۳/۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۵۱	۱/۱۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۴	۱۳/۷	۶/۷۸	۹/۶	۶/۰۶	۹/۲	۱۳/۰۹	۸/۶	۴/۹	۳/۳۳

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و۱ درصد و غیر معنی‌دار.

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

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.8.4]

جدول۴: اثر سال بر صفات مورد مطالعه

سال	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی‌متر)	دمای کانوپی (درجه سانتی‌گراد)
سال اول	۱۲۲/۰۵b	۱۲/۷۶b	۱۴۶/۲۵b	۵۶/۳۷b	۳۰/۹۷a	۰/۹b	۰/۳b	۱/۲۱b	۱۵/۳۳a	۳۲/۴۲a
سال دوم	۱۳۲/۷۴a	۱۵/۵a	۱۵۸/۴a	۶۶/۶۹a	۲۷/۳۷b	۰/۹۸a	۰/۳۵a	۱/۳۴a	۱۳/۸۴b	۳۱/۵۹b

میانگین‌های، در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۵: اثر آبیاری بر صفات مورد مطالعه

آبیاری	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی-متر)	دمای کانوپی (درجه سانتی-گراد)
آبیاری معمول یا شاهد	۱۵۲/۴a	۱۶/۳a	۲۱۱/۸a	۸۴/۳۵a	۲۰/۶۳c	۱/۲۷a	۰/۳۶a	۱/۶۳a	۷/۳c	۳۰/۱۵c
قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	۱۲۶/۳b	۱۴/۸b	۱۴۸/۵b	۶۱/۲۶b	۲۸/۹۵b	۰/۹۴b	۰/۳۳b	۱/۲۷b	۱۵/۰۲b	۳۱/۹۵b
قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد	۱۰۳/۴c	۱۲c	۹۶/۶c	۳۸/۹۷c	۳۷/۹a	۰/۶۲c	۰/۲۹c	۰/۹۲c	۲۱/۳۷a	۳۳/۹۲a

میانگین‌های، در هرستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۶: اثر ورمی‌کمپوست بر صفات مورد مطالعه

ورمی‌کمپوست	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی-گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی‌متر)	دمای کانوپی (درجه سانتی‌گراد)
عدم کاربرد	۱۲۳/۹b	۱۴۴/۷b	۵۸/۵b	۳۰/۲۷a	۰/۹b	۰/۳۲b	۱/۲۳b	۱۴/۱۹b	۳۲/۲۶a
۲۰ تن در هکتار	۱۳۰/۸a	۱۵۹/۹a	۶۴/۵a	۲۸/۰۷b	۰/۹۸a	۰/۳۳a	۱/۳۲a	۱۴/۹۸a	۳۱/۷۵b

میانگین‌های، در هرستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

جدول۷: اثر رقم بر صفات موردمطالعه

رقم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی‌متر)	دمای کانوپی (درجه سانتی‌گراد)
RGS003	۱۲۹/۷b	۱۴/۴abc	۱۵۷/۰۵b	۶۴/۰۷b	۲۷/۷b	۰/۹۹a	۱/۳۲a	۱۵/۷a	۳۱/۷b
Zafar	۱۳۳/۴a	۱۴/۷a	۱۶۷/۲a	۶۷/۵a	۲۷/۱۲b	۱/۰۲a	۱/۳۶a	۱۵/۴b	۳۱/۵b
Julius	۱۲۳/۱c	۱۳/۷bc	۱۴۱/۹c	۵۷/۴c	۳۰/۶a	۰/۸۹b	۱/۲۱b	۱۳/۲d	۳۲/۳a
Jerry	۱۲۳/۵c	۱۳/۷bc	۱۴۳/۱c	۵۷/۷c	۳۰/۶a	۰/۸۸b	۱/۲۰b	۱۶/۰۲a	۳۲/۳a
Zabol 10	۱۲۱/۶c	۱۳/۵c	۱۳۸/۳c	۵۵/۶c	۳۱/۴a	۰/۸۶b	۱/۱۸b	۱۳/۲d	۳۲/۵a
Hyola 4815	۱۳۲/۸a	۱۴/۶ab	۱۶۶/۱a	۶۶/۷ab	۲۷/۳b	۱/۰۲a	۱/۳۶a	۱۳/۸c	۳۱/۵b

میانگین‌های، در هرستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۸: اثر متقابل سال و آبیاری بر صفات موردمطالعه

سال	آبیاری	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی‌متر)
سال اول	آبیاری معمول	۲۰۳/۵b	۷۷/۲b	۱/۲b	۰/۳۴c	۷/۷e
	قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	۱۴۲/۲d	۵۵/۲d	۰/۸۹d	۰/۳۱d	۱۶/۲c
	قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد	۹۲/۹f	۳۶/۷f	۰/۶۱۷e	۰/۲۵e	۲۲/۰۴a
سال دوم	آبیاری معمول	۲۲۰/۲a	۹۱/۵a	۱/۳۳a	۰/۳۷a	۷/۰۲f
	قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	۱۵۴/۸c	۶۷/۳c	۰/۹۹c	۰/۳۵b	۱۳/۷d
	قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد	۱۰۰/۲e	۴۱/۲e	۰/۶۳e	۰/۳۳c	۲۰/۷b

میانگین‌های، در هرستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

جدول۹: اثر متقابل آبیاری و رقم بر صفات موردمطالعه

آبیاری	رقم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد خورجین در بوته	کربوهیدرات محلول (میلی-گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی‌متر)
آبیاری معمول	RGS003	۱۴۵/۳c	۷۷/۴c	۱۹۱/۷d	۲۲/۶e	۱/۱۸c	۱/۵۳۴b	۹/۱i
	Zafar	۱۶۱/۱۵a	۹۳/۷a	۲۳۶/۵a	۱۸/۳g	۱/۳a	۱/۷۵a	۶/۵j
	Julius	۱۴۶/۹bc	۷۸/۹bc	۱۹۷/۵cd	۲۱/۹ef	۱/۲۱bc	۱/۵۶b	۴/۸k
	Jerry	۱۵۱/۵b	۸۳/۶b	۲۱۰/۳b	۲۰/۷f	۱/۲۶b	۱/۶۲b	۹/۴i
	Zabol 10	۱۴۹/۴bc	۸۰/۷bc	۲۰۲/۹bc	۲۱/۳ef	۱/۲۳b	۱/۵۹b	۵/۳bk
	Hyola 4815	۱۵۹/۷a	۹۱/۶a	۲۳۱/۸a	۱۸/۷g	۱/۳۶۶a	۱/۷۳a	۸/۷i
قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	RGS003	۱۳۴/۰۴d	۶۸/۷d	۱۶۷/۴e	۲۵/۷d	۱/۰۵d	۱/۴c	۱۶/۶e
	Zafar	۱۳۰/۷d	۶۴/۷d	۱۵۷/۵e	۲۷/۴d	۰/۹۹d	۱/۳c	۱۶/۲e
	Julius	۱۲۲/۳e	۵۷/۸e	۱۳۸/۹f	۳۰/۵c	۰/۸۸e	۱/۲d	۱۱/۹h
	Jerry	۱۲۰/۳e	۵۵/۵e	۱۳۴/۱f	۳۱/۱c	۰/۸۵e	۱/۱۸d	۱۷/۴d
	Zabol 10	۱۱۷/۸e	۵۴/۰۵e	۱۳۰/۶f	۳۲/۰۷c	۰/۸۳e	۱/۱۶d	۱۴/۴f
	Hyola 4815	۱۳۲/۶d	۶۶/۶d	۱۶۲/۵e	۲۶/۷d	۱/۰۲d	۱/۳۶c	۱۳/۴g
قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد	RGS003	۱۰۹/۹f	۴۶/۰۱f	۱۱۲g	۳۴/۸b	۰/۷۳f	۱/۰۴e	۲۱/۶b
	Zafar	۱۰۸/۰۵f	۴۴/۱۸f	۱۰۷/۶g	۳۵/۷b	۰/۷f	۱/۰۱e	۲۳/۳a
	Julius	۱۰۰/۲g	۳۵/۶g	۸۹/۳h	۳۹/۴a	۰/۵۶g	۰/۸۵f	۲۲/۸a
	Jerry	۹۸/۷g	۳۳/۹g	۸۵/۱h	۴۰/۱a	۰/۵۴g	۰/۸۲f	۲۱/۱b
	Zabol 10	۹۷/۶g	۳۲/۱۸g	۸۱/۵h	۴۰/۹a	۰/۵۲g	۰/۷۹f	۱۹/۹c
	Hyola 4815	۱۰۶/۲f	۴۱/۹f	۱۰۳/۹g	۳۶/۳b	۰/۶۸f	۰/۹۹e	۱۹/۲c

میانگین‌های، در هرستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند..

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که گیاه کلزا در سال دوم به‌دلیل شرایط محیطی مناسب‌تر، دارای ارتفاع، قطر ساقه، تعداد خورجین و مقدار کلروفیل بیشتری نسبت به سال اول بوده و مقدار کربوهیدرات محلول، مقاومت روزنه‌ای و دمای کانوپی گیاه در سال اول بیشتر از سال دوم بود. ارتفاع بوته، تعداد خورجین، مقاومت روزنه‌ای و کلروفیل برگ کلزا در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست بیشتر از شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بود، اما مقادیر صفات کربوهیدرات محلول و دمای کانوپی در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بالاتر بود. اعمال تنش خشکی در مرحله گلدهی و تشکیل خورجین کلزا سبب کاهش صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد خورجین، کلروفیل برگ و افزایش کربوهیدرات محلول، مقاومت روزنه‌ای و دمای کانوپی برگ در همه ارقام گردید. بیشترین ارتفاع، تعداد خورجین، کلروفیل برگ و قطر ساقه متعلق به رقم Zafar در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی و کمترین مقدار در رقم Zabol10 در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی مشاهده شد.

منابع

امیری، ا.، قنبری، ا.، توسلی، ا.، رستگاری پور، ف. و روشنی، ش. ۱۳۹۱. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام کلزا تحت شرایط تنش رطوبتی و شناسایی بهترین رقم بر اساس شاخص‌های مقاومت. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۴ (۱۵): ۲۸-۱۷.

آراسته، ا. و فرنیا، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام کلزا در شرایط آب و هوایی لرستان. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵ (۱۹): ۱۱۱-۹۹.

بروجردنیا، م.، بی‌همتا، م.ر.، عالمی سعید، خ. و عبدوسی، و. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول، نشت الکترولیت‌ها و محتوای آب نسبی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۲۹): ۴۱-۲۳.

پاسبان اسلام، ب. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲ (۲): ۲۸۳-۲۷۵.

تصدیقی، ح.، صالحی، ا.، موحدی دهنوی، م. و بهزادی، ی. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس بابونه آلمانی با کاربرد ورمی‌کمپوست و سطوح آبیاری مختلف. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵ (۳): ۷۸-۶۱.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

جمشیدی، م. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی کربن آلی خاک به‌منظور بررسی توان خاک‌ها در انتقال و نگهداری عناصر آلاینده در استان‌های خوزستان و فارس. گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب، شماره ثبت۴۲۵۶۱.

جهانگیری‌نیا، ا.، سیادت، ع.، کوچک‌زاده، ا.، مرادی تلاوت، م.ر. و سیاح‌فر، م. ۱۳۹۵. تأثیر کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم‌آبی. نشریه به‌زراعی کشاورزی. ۱۸ (۲): ۳۳۱-۳۱۹.

حیدری، ا.، بیژن زاده، ا.، نادری، ر. و امام، ی. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی پایان فصل و سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه و دمای سایه‌انداز گیاهی در دو رقم کلزا. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷ (۲۷): ۳۷-۵۳.

رضایی‌زاده، ع.، محمدی، و.، زالی، ع.، زینالی، ح. و مردی، م. ۱۳۹۰. بررسی صفات مهم زراعی و روابط مهم زراعی و روابط بین آن‌ها تحت شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی در رگه‌های هاپلوئید مضاعف کلزا. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۲۴ (۴): ۶۹۴-۶۸۳.

زوله، م. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان کربن آلی خاک در استان‌های جنوبی ایران. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

سعیدنژاد، ا.ح. و رضوانی‌مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی‌کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*). نشریه علوم باغبانی. ۲۴ (۲): ۱۴۸-۱۴۲.

سماوات، س. ۱۳۸۹. نقش مدیریت مواد آلی خاک در حاصلخیزی خاک (مسائل و محدودیت‌ها). اولین کنگره چالش‌های کود در ایران، تهران.

سید محمدی، ن.، اله دادی، ا.، سید محمدی، س.ع. و سرافراز، ع. ۱۳۹۱. تنوع برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارقام کلزای بهاره، تحت فواصل و رژیم‌های مختلف آبیاری. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۴ (۱۶): ۱۷-۵.

شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۷۷. بررسی حاصل‌خیزی خاک در اکوسیستم‌های زراعی. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

شعبانی، ع.، کامگار حقیقی، ع.ا.، سپاسخواه، ع.، امام، ی.، هنر، ت. ۱۳۸۸. اثر تنش آبی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه کلزا (*Brassica napus*). نشریه علوم آب و خاک. ۱۳ (۴۹): ۴۲-۳۱.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

شهرابی فراهانی، ب.، فرهمندفر، ا.، حسنلو، ط.، شیرانی‌راد، ا.ح. و طباطبایی، س.ع. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل به خشکی چند رقم کلزا بر اساس خصوصیات فیزیولوژی و زراعی در منطقه یزد. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۶(۴): ۹۷-۷۷.

شیرانی‌راد، ا. ح.، جباری، ح. و دهشیری، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی پاسخ ارقام بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) به دو فصل کاشت پاییزه و بهاره. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱ (۳): ۵۰۵-۴۹۳.

طباطبایی، ع.، قاسمی، ع. و شاکری، ا. ۱۳۹۰. اثر تنش آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن ارقام کلزا. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۳ (۱۲): ۵۳-۴۱.

عبدالهی، ک.، اسماعیل‌پور، ب.، خرم دل، س.، راستگو، س.، پرمون، ق. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی پوتریسین بر برخی صفات بیوشیمیایی و خصوصیات زایشی خیار گلخانه‌ای. نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی. ۶(۲۱): ۱۶۷-۱۵۳.

قره‌چایی، ن.، پاک‌نژاد، ف.، شیرانی راد، ا.ح.، توحیدلو، ق. و جباری،،ح. ۱۳۹۸. بررسی اثرات تنش خشکی آخر فصل و تاریخ کاشت بر برخی صفات زراعی ژنوتیپ های امید بخش کلزای پاییزه. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۲ (۱): ۱۹۵-۱۸۱.

گلدانی، م. و کمالی.، م. ۱۳۹۵. ارزیابی اثر بسترهای کشت حاوی ورمی‌کمپوست، کمپوست و کود دامی تحت شرایط تنش خشکی در گیاه اطلسی ایرانی(*Petunia* spp). نشریه تولیدات گیاهی(مجله علمی کشاورزی). ۳۹ (۳): ۱۰۰-۹۱.

گلدانی،م.، کمالی،م.، محتشمی،س. و غنی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر سطوح مختلف ورمیکمپوست بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و شاخص‌های رشد دو اکوتیپ ریحان (*Ocimum basilicum* L.). نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۳۰ (۳): ۲۶۹-۲۵۷.

لطفی، م.، عباس‌زاده، ب. و میرزا، م. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، پرولین، قندهای محلول و عملکرد ترخون (*Atremisia dracunculus* L.). دو ماهنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰ (۱): ۲۹-۱۹.

مرادی اقدم، ا.، سیف زاده، س.، شیرانی راد، ا.ح.، ولدآبادی، س.ع. و ذاکرین، ح.ر. ۱۳۹۷. اثر قطع آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه ارقام کلزا تحت تاریخ‌های مختلف کاشت. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰ (۳۸): ۷۶-۵۹.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

مقدم، ا.، شیرانی راد، ا.ح.، خورگامی، ع. و رفیعی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و میزان کلروفیل برگ‌ها در چهار رقم کلزای بهاره در شرایط آب و هوایی خرم‌آباد. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۳ (۹): ۱۲۱-۱۰۷.

مؤمنی فیلی، پ.، خورگامی، ع. و سیاح‌فر، م. ۱۳۹۳. اثر کود زیستی ورمی‌کمپوست و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در خرم‌آباد. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶ (۲۳): ۱۲۷-۱۱۳.

نصراله‌زاده، ص.، شیرخانی، ع.، زهتاب سلماسی، س. و چوکان، ر. ۱۳۹۵. اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه و ویژگی‌های برگ ذرت در شرایط آبیاری متفاوت. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۲۹ (۴): ۹۰-۷۲.

Alkire, B.H. and Simon, J.E. 1993. Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soil. Acta Horticulture. 344: 544-556.

Amyanpoori, S., Ovassi, M. and Fathinejad, E. 2015. Effect of Vermicompost and Triple superphosphate on yield of Corn (*Zea mays* L.). Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 3(6): 494-499.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D. 2004. Influences of Vermicomposts on field strawberries: Part 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology. 93:145-153.

Arnon DI. 1949. Copper enzymes in isolatedchloroplasts: Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant physiology. 24: 1-15.

Chaudhry, M.A., Rehman, A., Naeem, M.A. and Mushtaq, N. 1999. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan Journal of Soil Science. 16: 63-68.

Gholipoor, M., Karamzadeh, A. and Gholami, A. 2014. Vermicompost as a soil supplement to relieve the effects of low-intensity drought stress on Chicklea yield. ISHS Acta Horticulturae 1018: I International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture. DOI 7660/ActaHortic.2014.1018.22.

Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K. and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost andfertilizer NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics Π. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bioresurces Technology. 95: 85–93.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Anee, T.I., Khan, M.I.R. and Fujita, M. 2018. Silicon-mediated regulation of antioxidant defense and glyoxalase systems confers drought stress tolerance in *Brassica napus* L. South African Journal of Botany. 115: 50–57.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H. and Ismaili, A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Photosynthetica. 54 (1): 87-92.

Jiang, Y. and Huang, B. 2001. Osmoticadjustment and root growth associated withdrought preconditioning- enhanced heattolerance in Kentucky bluegrass. Crop Science. 41: 1168-1173.

Kumar, A. and Singh, D.P. 1997. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oil seed *Brassica species*. Annals of Botany. 81: 413-420.

Lawlor, D.W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, Cell and Environment. 25: 275-294.

Li, J., Zeng, L., Cheng, Y., Lu, G., Fu, G., Ma, H., Liu, Q., Zhang, X., Zou, X., Li, C. 2018. Exogenous melatonin alleviates damage from drought stress in Brassica napus L. (rapeseed) seedlings. Acta physiologiae plantarum, 40(3): 43.

Ma, Q. Sh., Niknam, R. and Turner, D.W. 2006. Response of osmotic adjustment and seed yield of Brassica napus and Brassica.juncea to soil water deficit at different growth stages. *Australian Journal* of *Agricultural Research*. 57: 221-226.

Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F. and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on Daucus carota cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry. 31: 1303-1311.

Naderi, R. and Emam, Y. 2014. Evaluation of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars performance under drought stress. Australian Journal of Crop Science. 8(9): 1319-1323.

Nemoto, H, Suga, R, Ishihara, M. and Okutsu, Y. 1998. Deep rooted rice varieties detected through the observation of root characteristics using the trench method. Breeding Science. 48: 321-324.

Orozco, F.H., Cegarra, J., Trujillo, L.M. and Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm Eisenia fetida: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils. 22: 162-166.

Reynolds, M.P., Nagarajan, S., Razzaque, M.A. and. Ageeb, O.A.A. 2001. Heat toleranceIn: Reynolds. M. P., J. I. Oritz- Monastrio, and A. McNab. (eds), Application of Physiology inWheat Breeding. Mexico, D. F. CIMMYT. PP: 124-136.

Schlegl, H.G. 1986. Die verwertung orangischer souren durch chlorella lincht. Planta. 47: 510-521.

Yordanov, I., Velikova, V. and Tsonev, T. 2003. Plant Responses to drought and stress tolerance. Journals of the *Bulgarian Academy of Sciences*. 187-206.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

Zirgoli, M. H. and Kahrizi, D. 2015. Effects of end-season drought stress on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) in warm regions of Kermanshah Province. Biharean Biologist. 9(2): 133-140.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]

Study of some Morphophysiological Characteristics of Several Rapeseed Cultivars Using Vermicompost Fertilizer in Drought Tension Conditions

A. Feizabadi[1], Gh. Noormohammadi[2*] and F. Fatehi[3]

1) Ph. D Student of Department of Agronomy and Horticultural Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2) Professor of Department of Agronomy and horticultural Science, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

3) Assistant Professor of Department of Agriculture, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Corresponding author: g.noorm2019@gmail.com

This article is taken from a Ph.D. dissertation.

Received date: 25.07.2020 **Accepted date: 31.10.2020**

Abstract

Water deficiency is one of the most important factors limiting canola production in arid and semi-arid regions in Iran. In order to investigate the effect of drought tension through irrigation cut at the end of the season and application of vermicompost on some morphophysiological characteristics of rapeseed, a factorial-split experiment in the form of a randomized complete blocks design with three replications was carried out at Karaj Seed and Plant Improvement Research Institute in 2015 and 2016. Experimental factors include irrigation regime at three levels (full irrigation during the season, irrigation cut from the podding stage to the end of the season and irrigation cut from the flowering stage to the end of the season) and vermicompost at two levels (non-application and application of 20 tons per hectare) as the factorial in the main plot and genotype at 6 levels (RGS003, Zafar, Julius, Jerry, Zabol10 and Hyola4815) in the subplots. The results of analysis of variance showed that the effect of year, irrigation, vermicompost and cultivar on the measured traits was significant at the level of 1 percent probability. Mean comparison showed that the plants in the second year had higher height, stem diameter, number of pods and chlorophyll content than the first year, but the amount of soluble carbohydrates, stomata resistance and canopy temperature of the plant in the first year was higher than the second year. The highest height, number of pods, leaf chlorophyll and stem diameter belonged to Zafar cultivar under normal irrigation conditions and the lowest value was observed in Zabol10 cultivar under irrigation cut conditions from flowering stage. Plant height, number of pods, stomatal resistance and canola leaf chlorophyll in vermicompost application conditions were higher than non-vermicompost application conditions, but the values of soluble carbohydrates and canopy temperature were higher in vermicompost application conditions. The highest amount of soluble carbohydrates in leaves belonged to Zabol10 cultivar in the conditions of irrigation cut from flowering stage and the lowest amount of soluble carbohydrates in Zafar cultivar was observed in normal irrigation conditions. The highest stomatal resistance belonged to Zafar cultivars in irrigation cut-off treatment at flowering stage and the lowest in Zabol10 cultivar in normal irrigation conditions. The lowest and highest canopy temperatures were observed in normal irrigation conditions and irrigation cut from flowering stage, respectively.

Keywords: Deficit Irrigation, Cultivar, Rapeseed and Morphophysiologic.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.8.4]