اثر کم آبیاری، کودهای زیستی و گوگرد بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد دانه و درصد روغن کاملینا (*Camelina sativa* L.)

محمدمهدی مطیعی

عضو هیأت علمی گروه مهندسی کشاورزی دانشگاه پیام نور تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: eh.motiee1357@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵

چکیده

کاربرد باکتری‌های محرک رشد (PGPR) یکی از راهکارهای کاهش تنش خشکی بوده که در کشاورزی به کار می‌رود. به منظور ارزیابی اثر کودهای زیستی و کاربرد گوگرد بر کاهش اثرات کم آبیاری، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد. رژیم آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی بر اساس فائو) و تلقیح با کود زیستی در شامل چهار سطح (تلقیح با Thiobacillus، Pseudomonas و Pseudomonas + Thiobacillus و عدم تلقیح به‌عنوان شاهد) در کرت-های فرعی و سطوح کود گوگرد در دو سطح (۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی فرعی بودند. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد روغن بودند. اثر کم آبیاری، کودهای زیستی و گوگرد برای صفات تعداد خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه، عملکرد بیولوزیک و شاخص برداشت معنی‌دار و برای صفات ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه و درصد روغن غیرمعنی‌دار حاصل گردید بیش‌ترین تعداد خورجین اصلی در بوته (۷۱)، تعداد دانه در خورجین (۱۸/۶۷)، وزن ۱۰۰۰ دانه (۱/۳۶۴ گرم)، عملکرد دانه (۱۹۲۹ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۴۸۴۶ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۴۲/۱۱) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس که این افزایش به‌ترتیب شامل ۲۱/۶، ۳۹/۳، ۵۵، ۲۸/۸ و ۴۲ درصد حاصل شد. بنابراین می‌توان نتیجه گیری کرد اثر تغذیه‌ای کاربرد تلفیقی گوگرد و تیوباسیلوس و سودوموناس از طریق اثرات مثبت بر جذب عناصر غذایی و تحریک هورمون های رشد موجب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و زراعی گیاه کاملینا گردیده است.

کلمات کلیدی: کاملینا، تنش خشکی، کود زیستی، درصد روغن و گوگرد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

مقدمه

کاملینا گیاهی روغنی-دارویی با نام علمی *Camelina sativa* L. Crantz کم‌تر شناخته شده و متعلق به خانواده Brassicaceae می‌باشد که علاوه‌بر مصارف خوراکی و درمانی، در صنعت به‌عنوان سوخت زیستی (سوخت موتور جت) و در مواد آرایشی- بهداشتی کاربرد دارد (Yang *et al*., 2016; Zanetti *et al*., 2021; Hoseini *et al*., 2018; Gomez-Monedero *et al*., 2015). ارزش خاص کاملینا در محتوای روغن آن می‌باشد که دارای ۶۰-۵۰ درصد از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد. محتوای آنتی‌اکسیدان طبیعی توکوفرول، در روغن کاملینا قابل‌توجه و اهمیت می‌باشد (Zanetti *et al*., 2021). ارقام آن از نظر ترکیب اسید چرب روغن دانه دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (Stamenkovic *et al*., 2023). گیاهان در طول چرخه زندگی خود به طور مداوم در معرض تنش های غیر زنده مانند تنش خشکی قرار دارند. خشکسالی رایج ترین تنش محیطی است که می تواند بر رشد گیاهان در سراسر جهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک تأثیر بگذارد، بنابراین خشکی به محدودیت‌های اصلی تولید محصولات زراعی تبدیل شده است (Bahadur *et al*., 2019). همچنین تنش خشکی باعث تغییرات ساختاری، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان شده است (Ghosh *et al*., 2017). با وجود محدودیت منابع آب و توزیع مکـانی نامناسب آن در پهنهٔ جغرافیایی کشور، کارایی استفاده از این منبع ارزشمند بسیار پایین است. کشاورزی پایدار با رعایت اصـول اکولوژیک، می‌تواند ضمن ایجاد توازن در محیط زیست، کارایی استفاده از منابع را افـزایش داده و زمینه‌ی بهره‌وری برای مدت زمان طولانی‌تری را برای انسـان فراهم سـازد. یکـی از ارکـان اصـلی در کشـاورزی پایـدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌هـای زراعی با هدف کـاهش چشـمگیری در مصـرف آب و نهـاده‌هـای شیمیایی است. کود شیمیایی باعث بسیاری از مشکلات زیست محیطی و بهداشتی مانند آلودگی خاک و مواد غذایی به دلیل فلزات سنگین و مواد رادیواکتیو می‌شود. امروزه به‌منظور حاصلخیزی خاک و تولیـد محصولات در کشاورزی پایدار، کودهای زیستی جـایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی به شمار می‌آیند (Velimirovic *et al*., 2021). باکتری‌های محرک رشد یکی از انـواع کودهـــای بیولوژیک محسوب می-شـوند و جـــزء مهمترین میکروارگانیسم‌های همزیست با گیاهان در اغلـب خاک‌ها هستند. در ایـن همزیسـتی قـارچ، قند، اسیدهای آمینه، ویتـامین‌ها و برخی مـواد آلی دیگر را از میزبان دریافت و در مقابل مواد معدنی و به‌خصوص مواد فسفات را از خاک جذب و در اختیار گیاه قرار می‌دهد و از ایـن طریق باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه میزبان می‌شوند (Barin *et al*., 2022). باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیـاه از طریـق تثبیت نیتروژن حل کردن فسـفات، آزادسـازی آهـن خاک از طریق تولیـد سیدروفور همچنین بـا تولید هورمون‌های گیاهی ماننـد اکسین سایتوکنین، جیبرلین و کاهش سطح اتیلن از طریـق تولیـد آنـزیم-ACC دآمینـاز، باعث افزایش وزن ریشه، افزایش رشد طـولی و انشـعابات فرعی، تولید

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

ریشه‌های نازکتر و افـزایش تولیـد تارهـای کشنده و در نتیجـه افـزایش سـطح ریشه و جـذب آب و عناصر بیشتر می‌شوند (Sarcheshmeh poor *et al*., 2014; Sun *et al*., 2020). بنابراین، تلقیح گیاهان بـا ایـن میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش جذب عناصر غـذایی و در نتیجه، باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Bomfim *et al*., 2021). گوگرد پس از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم چهارمین عنصر پرمصرف ضروری در اکثر گیاهان زراعی می‌باشد (Zenda *et al*., 2021). با توجه به شرایط اقلیمی و ویژگی خاک‌های ایران توجه به مصرف گوگرد در اراضی کشاورزی بسیار ضـروری می‌باشد (Narayan *et al*., 2022). در صورت کمبود گوگرد رشد و نمو گیاهان دچار تاخیر شـده که این، موجب کاهش کمی و کیفی محصـول می‌شود (Motior *et al*., 2011). این عنصر در گیاهان روغنی اهمیت دو چندانی دارد زیرا علاوه بر ضرورت وجـود گوگرد در تشکیل برخی اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، تشکیل کلروفیل و ویتامین‌ها؛ در گیاهان روغنی ایـن عنصـر همچنین بخشی از ساختمان اسیدهای چرب، کـوآنزیم A، تیامین، بیوتین، گلوتـامین، اسـید لیپوئیـک و سـولفولیپیدها می‌باشد (Narayan *et al*., 2022). یکی دیگر از خصوصیات مهم گوگرد قابلیت اکسیداسیونی می‌باشد کـه سبب می‌شود مصرف ایـن عنصـر علاوه بـر تـامین یـون سولفات مورد نیاز گیاه، با تولید اسید سولفوریک و کاهش اسیدیته خاک در محدوده ریزوسفر موجب افزایش حلالیـت و قابلیت جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصـرف در خاک و بهبود خصوصیات رشـدی گیاه گردد (Akter *et al*., 2013). سعیدی نژاد و همکـاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که مصرف کود گوگرد سبب افـزایش معنی‌دار تمـام صـفات عملکردی کمی وکیفی کنجد گردید. علت این امر علاوه بر اثر تغذیه‌ای گوگرد، کاهش اسیدیته خاک و افـزایش معنی‌دار جذب فسفر عنوان گردید. از این رو هدف از این آزمایش ارزیابی اثر کودهای زیستی و کاربرد گوگرد بر کاهش اثرات کم آبیاری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد دانه و درصد روغن کاملینا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمار رژیم آبیاری شامل ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بر اساس روش فائو به عنوان عامل اصلی و تلقیح با کود زیستی Thiobacillus، Pseudomonas و Pseudomonas + Thiobacillus و عدم تلقیح به‌عنوان شاهد در کرت‌های فرعی و مصرف کود گوگرد گرانوله در دو سطح (عدم کاربرد و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی-فرعی در نظر گرفته شدند (Allen *et al*., 1998). باکتری‌های تیوباسیلوس و سودوموناس از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا تهیه گردید و بر اساس میزان توصیه شرکت با کود گوگرد گرانوله، بر اساس نقشه کشت مخلوط شد و به صورت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

نواری در کرت‌های آزمایشی استفاده شد. نخستین آبیاری بی‌درنگ پس از کاشت اعمال و پس از آن آبیاری هر هفت روز یک‌بار انجام گرفت، اعمال تنش خشکی پس از استقرار کامل گیاه و در مرحله شش برگی انجام گرفت. نمونه‌های خاک برای آنالیز به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران منتقل شد که نتایج به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱: مشخصات خاک مزرعه موردبررسی در دو عمق

عمق (سانتی‌متر)	اسیدیته	ظرفیت تبادلی کاتیونی (اکی‌مول بر گرم)	هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس/متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	فسفر (پی-پی‌ام)	بافت	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)
۱۵-۰	۷/۳	۱۹/۳	۱/۸	۰/۷۸	۰/۷۶	۲۴۵	۱۱/۳۸	لوم رسی	۱۶	۴۰	۴۴
۳۰-۱۵	۷/۱	۱۵/۲	۱/۴	۰/۵۶	۰/۴۲	۲۲۴	۱۰/۲۱	-	۱۸	۳۸	۴۴

در زمین محل آزمایش پس از عملیات شخم و تهیه بستر، کرتهایی به ابعاد ۳×۲ متر تهیه شد. فاصله بین کرتهای آزمایش از هم نیم متر و بین تکرارها دو متر، فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مقادیر لازم کود گوگرد قبل از کاشت در کرت‌های مربوطه با خاک مخلوط شد. کشت در آبان ماه ۱۳۹۹ انجام گرفت. تعداد پنج بوته در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته، تعداد خورجین اصلی و تعداد دانه در خورجین اندازه گیری و سپس میانگین آن‌ها برای هر کرت در جدول مربوطه یادداشت شد. از دانه‌های استحصالی در هر کرت ۵۰۰ عدد بذر با دستگاه بذر شمار اتوماتیک شمارش و با ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم (۰/۰۱) توزین و عدد به‌دست آمده برای هزار دانه محاسبه شد. پس از اتمام دوره رویش و رسیدگی کامل برداشت بصورت دستی از دو خط میانی هر کرت به طول دو متر و با حذف اثر حاشیه ای، انجام شد. پس از خشک شدن بوته ها و جدا کردن دانه‌ها با ترازوی دقیق برای هر کرت عملکرد دانه حساب شد. برای محاسبه عملکرد بیولوژیک، پس از رسیدن گیاه به طور کامل، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و سپس دو متر مربع از هر کرت برداشت شد و قبل از کوبیدن، جهت تعیین وزن بیولوژیک توزین شد. با بدست آوردن عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در هر کرت، شاخص برداشت توسط رابطه ۱ محاسبه گردید.

رابطه ۱: شاخص برداشت = عملکرد دانه / عملکرد بیولوژیک ×۱۰۰

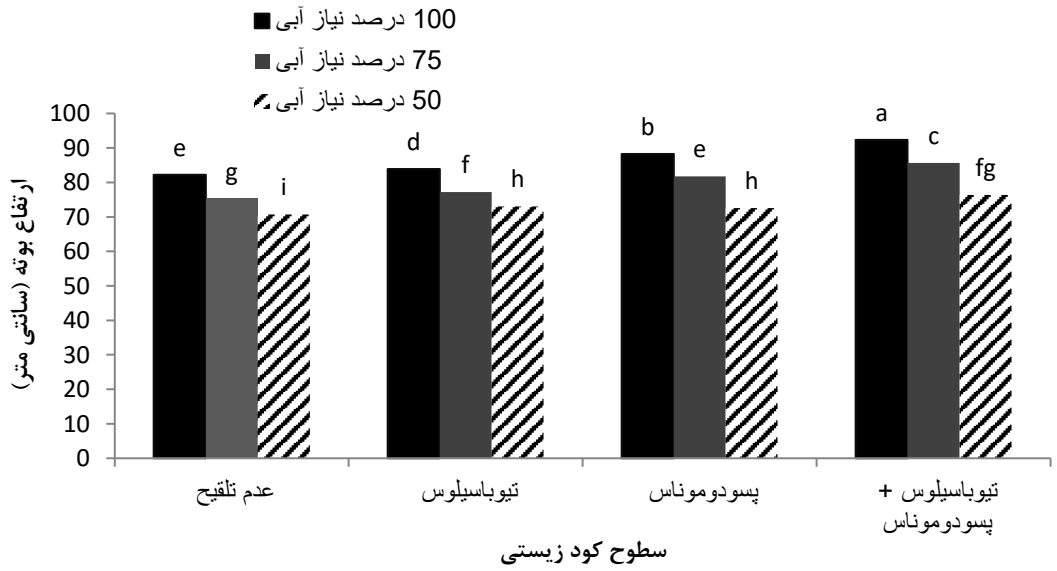
درصد روغن دانه نیز با دستگاه سوکسله (دمای ۴۵ درجه سانتیگراد و حلال دی‌اتیل‌اتر خشک) اندازه‌گیری شد (Huang *et al*., 2006). آنالیز داده های جمع آوری شده با نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی، گوگرد، اثر متقابل رژیم آبیاری و کود زیستی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و اثر متقابل رژیم آبیاری و گوگرد، کود زیستی و گوگرد و اثرات رژیم آبیاری×کود زیستی×گوگرد غیر معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر رژیم آبیاری و کود زیستی بر ارتفاع بوته کاملینا نشان داد که با کاهش درصد نیاز آبی (افزایش تنش) از ارتفاع بوته کاسته شده و کود زیستی با کم کردن اثرات منفی تنش آبی باعث بهبود این صفت در گیاه کاملینا می‌شود. بیشترین ارتفاع بوته (۹۲/۳۳ سانتی‌متر) از سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد توأم تیوباسیلوس + پسودوموناس و کمترین آن (۷۰/۰۷ سانتی متر) از ۵۰ درصد نیاز آبی و عدم تلقیح حاصل گردید.



شکل ۱: اثر متقابل رژیم آبیاری و کود زیستی بر میانگین ارتفاع بوته کاملینا

همچنین اثر ساده گوگرد بر میانگین ارتفاع بوته کاملینا نشان داد که با کاربرد کود گوگرد ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. ارتفاع بوته مانند هر کدام از صفات رویشی و زایشی به شدت تحت تاثیر عناصر غذایی قرار می‌گیرد. دسترسی گیاهان به مواد معدنی و آب کافی، خصوصا عنصر نیتروژن از طریق تاثیر بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن آن‌ها در افزایش ارتفاع گیاه موثر است. بهبود خصوصیات خاک و قابل جذب شدن مواد معدنی به علت مصرف گوگرد می‌تواند موجب افزایش ارتفاع بوته شود. عناصر نیتروژن و فسفر تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی ارتفاع گیاه دارند.تحقیقات نشان داده است

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

کـه مصـرف کودهـای شـیمیایی گـوگرد و فسفر و استفاده از کودهای زیسـتی حـل کننـده فسـفات و تیوباسیلوس در افزایش معنی‌دار ارتفاع بوتـه نقـش دارنـد (Narayan *et al*., 2022).



شکل ۲: اثر ساده کود گوگرد یر میانگین ارتفاع بوته کاملینا

تعداد خورجین در بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آن‌ها و اثرات سه جانبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر سه جانبه تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته (۷۱) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و کمترین تعداد خورجین اصلی (۵۵/۶۷) مربوط به شرایط تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) و عدم تلقیح با باکتری‌ها حاصل شد. نتایج نشان داد که با کاربرد کودهای زیستی و گوگرد و عدم ایجاد تنش خشکی به میزان ۲۱/۶ درصد تعداد خورجین در بوته افزایش یافته است. بررسی روند تغییرات تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر سطوح آبیاری نشان داد با افزایش شدت تنش کم‌آبی از تعداد خورجین اصلی در تمامی سطوح باکتریایی کاسته شد. تعداد خورجین در بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آن‌ها و اثرات سه جانبه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر سه جانبه تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته (۷۱) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و کمترین تعداد خورجین اصلی (۵۵/۶۷) مربوط به شرایط تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) و عدم تلقیح با باکتری‌ها حاصل شد. نتایج نشان داد که با کاربرد کودهای زیستی و گوگرد و عدم ایجاد تنش خشکی به میزان ۲۱/۶ درصد تعداد خورجین در بوته افزایش یافته است. بررسی روند تغییرات تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر سطوح آبیاری نشان داد با افزایش شدت تنش کم‌آبی از تعداد خورجین اصلی در تمامی سطوح باکتریایی کاسته شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد دانه و درصد روغن کاملینا تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد خورجین بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن
تکرار	۲	۲۵۰/۴۴	۱۱/۱۶	۲۱/۰۹	۰/۱۹	۹۲۳۴/۰۰۹	۲۲۰۳۵۳/۱۶	۴۷/۴۲	۳۲/۷۲
رژیم آبیاری	۲	۱۱۱۶/۰۱**	۴۲/۰**	۹۲/۲۶**	۰/۶۵**	۴۹۷۹۲۵۰/۶۶**	۵۸۲۷۴۰۷/۱۲*	۱۴۸۱/۲**	۳۹۴/۴۵**
اشتباه کرت های اصلی	۴	۲۰/۷۵	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۱۲۴۲/۱۶	۸۵۹۰۷۲/۷۹	۵۶/۹۵	۳/۲
کود زیستی	۳	۲۶۸/۱۵**	۱۲۱/۰**	۱۲/۰۷**	۰/۰۵۱**	۱۰۵۳۵۰/۷۹**	۳۲۹۰۹۰/۶۱**	۱۶/۵۸**	۵۹/۴۲**
رژیم آبیاری×کود زیستی	۶	۱۳/۵**	۱/۳۳**	۰/۱۷**	۰/۰۱۸**	۲۷۲۵۱/۰**	۲۰۴۸۱/۵۶**	۱۵/۵۲**	۴/۳۶ns
اشتباه کرت های فرعی	۱۸	۱/۴	۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۷/۰	۲۱۹۳/۳۶	۰/۱۵	۳/۳۳
کود گوگرد	۱	۲۸۶/۴**	۴۵۰/۰**	۲۴/۵**	۰/۱۱۷**	۷۵۸۵۵/۱۲**	۵۷۷۰۹۶/۰۵**	۰/۶۹**	۲۲۱/۲**
آبیاری×کود گوگرد	۲	۰/۴۶ns	۰/۵**	۰/۳۷**	۰/۰۰۳**	۸/۰**	۱۳۱۴۹/۰۱**	۲/۵۵**	۱۱/۱۳ns
کود زیستی×کود گوگرد	۳	۱/۴۳ns	۸/۳۳**	۱/۰۹**	۰/۰۰۷**	۳۹۷۷/۵۳**	۳۲۶۳۳/۰۵**	۱/۲۵**	۲۱/۰۶*
آبیاری×کود زیستی×کود گوگرد	۶	۵/۱۱ns	۴/۵**	۰/۲۴**	۰/۰۰۰ns	۳۱۳۵/۵۱**	۱۰۲۶۳/۰۱**	۲/۳۴**	۲/۵۶ns
اشتباه کرت های فرعی فرعی	۲۴	۲/۹	۰/۵۸	۰/۰۴	۰/۰۰۰	۳۳/۶۱	۲۱۹۳/۳۶	۰/۱۷	۴/۸۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۱۳	۱/۱۹	۱/۳۲	۱/۷۳	۱/۴۳	۱/۱۱	۱/۳۲	۹/۳۷ کنترل شد

ns غیرمعنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات تیمارهای آزمایشی بر صفات بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد دانه و درصد روغن کاملینا تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی

رژیم آبیاری	کود زیستی	کود گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین بوته	تعداد دانه در خورجین	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
	عدم تلقیح	۰	۶۶ de	۱۷/۶۷ c	۱۷۳۶ f	۴۵۳۹ d	۳۹/۹۵ d
	عدم تلقیح	۵۰	۶۶ de	۱۷ c	۱۸۴۲ e	۴۵۴۷ d	۴۰/۲ cd
۱۰۰ نیاز آبی	T	۰	۶۷ cd	۱۷ c	۱۸۵۵ d	۴۵۷۴ cd	۴۰/۲۲ cd
	T	۵۰	۶۷ cd	۱۷ c	۱۸۶۲ d	۴۵۹۷ cd	۴۰/۹ bc
	P	۰	۶۸ bc	۱۸ b	۱۸۸۹ c	۴۶۴۰ c	۴۰/۹۷ b
	P	۵۰	۶۹ b	۱۸ b	۱۹۰۰ b	۴۷۵۳ b	۴۱/۳۶ b
	T+P	۰	۶۹ b	۱۸ b	۱۸۹۱ bc	۴۶۵۴ c	۴۱/۱۳ b
	T+P	۵۰	۷۱ a	۱۸/۶۷ a	۱۹۲۹ a	۴۸۴۶ a	۴۲/۱۱ a
	عدم تلقیح	۰	۶۴ fg	۱۶ e	۱۱۸۳ k	۴۱۴۳ g	۲۷/۶ ghi
	عدم تلقیح	۵۰	۶۴ fg	۱۶ e	۱۱۹۶ j	۴۱۹۷ g	۲۷/۶۶ ghi
	T	۰	۶۴ fg	۱۶ e	۱۱۹۷ j	۴۳۳۳ f	۲۷/۷۵ ghi
	T	۵۰	۶۵ ef	۱۶ e	۱۲۰۴ j	۴۳۴۹f	۲۸/۰۷ gh
۷۵ درصد نیاز آبی	P	۰	۶۵ ef	۱۵ d	۱۲۳۱ i	۴۳۶۸ ef	۲۸/۲۴ g
	P	۵۰	۶۶ de	۱۵ d	۱۲۴۲ h	۴۴۰۳ ef	۲۹/۷۱ f
	T+P	۰	۶۶ de	۱۵ d	۱۲۳۳ hi	۴۳۹۱ ef	۲۹/۴۶ f
	T+P	۵۰	۶۶ de	۱۵ d	۱۲۷۰ g	۴۴۴۸ e	۳۰/۷۵ e
	عدم تلقیح	۰	۵۵/۶۷ k	۱۱/۳۳ h	۸۶۰/۷ r	۳۴۴۸ k	۲۴/۴۱ k
	عدم تلقیح	۵۰	۵۸ j	۱۳ g	۸۶۲/۷ q	۳۴۵۴ k	۲۴/۴۲ k
	T	۰	۵۸/۶۷ j	۱۳ g	۸۶۵/۵ q	۳۴۶۳ k	۲۵ k
	T	۵۰	۶۰ i	۱۳ g	۸۸۵/۲ p	۳۶۳۰j	۲۵/۰۲ k
۵۰ درصد نیاز آبی	P	۰	۶۰/۶۷ i	۱۴ f	۹۹۶/۷ o	۳۶۷۵ j	۲۶/۰۵ j
	P	۵۰	۶۳ gh	۱۴ f	۱۱۲۳ n	۳۸۷۱ h	۲۷/۳۵ i
	T+P	۰	۶۲ h	۱۴ f	۱۰۷۷ m	۳۷۸۱ i	۲۷/۱۷ hi
	T+P	۵۰	۶۳ gh	۱۴ f	۱۱۴۰ l	۳۸۹۴ h	۲۷/۴۶ ghi

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشابه در سطح احتمال خطای پنج درصد اختلاف معنی‌دار آماری با هم ندارند.

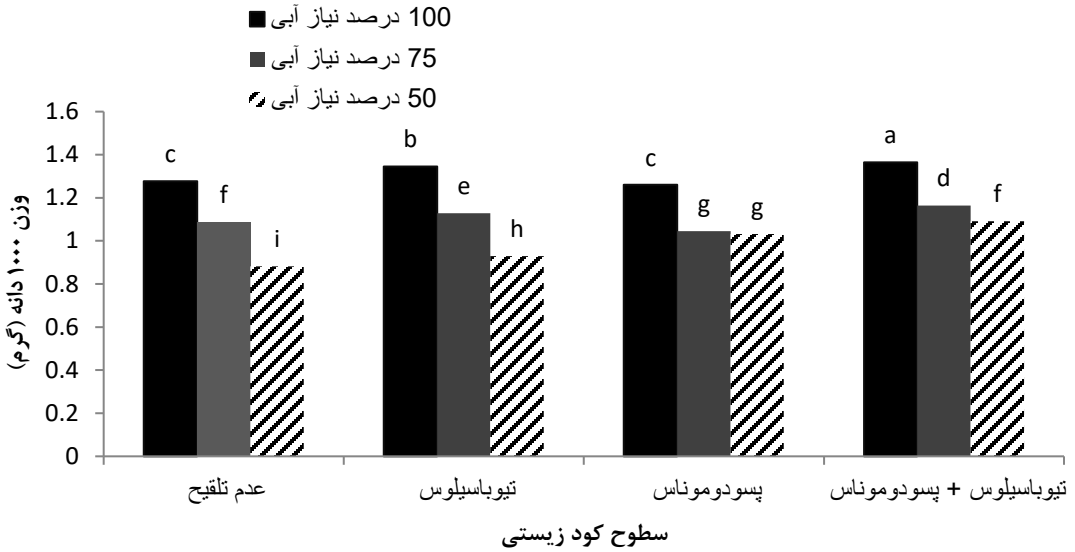
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

به نظر می‌رسد هر عاملی مانند وجود رطوبت و مواد غذایی مناسب که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌دهد، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه‌ی کپسول بیشتری روی گیاه از طریق افزایش ارتفاع و انشعابات جانبی خواهد شد. چایبی و همکاران گزارش کردند که تعداد غلاف در گیاه، ارتفاع گیاه و وزن صد دانه در گیاه بادام زمینی به طور معنی‌داری با افزایش گوگرد افزایش یافت موسوی نیک (۱۳۹۱) نیز نشان داد که تاثیر کاربرد گوگرد بر تعداد سنبله در اسفرزه معنی‌دار بود (Chaubey *et al*., 2000).

تعداد دانه در خورجین: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آنها و اثرات سه جانبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر سه جانبه تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین (۱۸/۶۷) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و کمترین تعداد دانه در خورجین (۱۱/۳۳) مربوط به شرایط تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) و عدم تلقیح با باکتری‌ها حاصل شد. با توجه به نتایج به دست آمده با کاربرد کود زیستی و گوگرد و آبیاری ۱۰۰ درصد تعداد دانه در خورجین به میزان ۳۹/۳ درصد نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و گوگرد و تنش شدید افزایش یافته است. علت این امر احتمالا می‌تواند به دلیل داشتن خورجین بزرگتر با طول خورجین بیشتر باشد. همچنین رشد رویشی بیشتر منجر به باروری تعداد بیشتر خورجین خواهد شد و به نظر می‌رسد این تاثیرگذاری بیشتر ناشی از بارور شدن خورجین که در انشعابات فرعی ساقه هستند، باشد. در بسیاری از مطالعات بیان شده که اثر کمبود کود گوگرد ابتدا روی تعداد دانه در سنبله است.

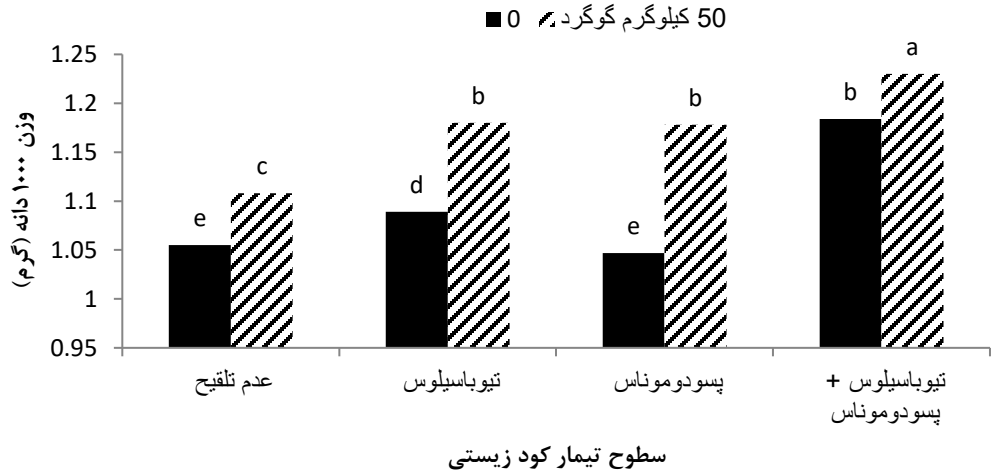
وزن ۱۰۰۰ دانه: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار اما اثرات سه جانبه غیر معنی‌دار شد. با توجه به شکل ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و کود زیستی بر میانگین وزن ۱۰۰۰ دانه کاملینا نشان داد که با کاهش درصد نیاز آبی (افزایش تنش) به میزان ۳۵/۳ درصد از وزن ۱۰۰۰ دانه کاسته شده و کود زیستی با کم کردن اثرات منفی تنش آبی باعث بهبود این صفت در گیاه کاملینا می‌شود. بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه (۱/۳۶۴ گرم) از سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد هم‌زمان تیوباسیلوس + پسودوموناس و کمترین آن (۰/۸۸۱۷ گرم) از ۵۰ درصد نیاز آبی و عدم تلقیح حاصل گردید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]



شکل ۳: اثر متقابل رژیم آبیاری و کود زیستی بر میانگین وزن ۱۰۰۰ دانه کاملینا

مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی و گوگرد بر میانگین وزن ۱۰۰۰ دانه کاملینا نشان داد که کود زیستی و گوگرد با افزایش ۱۴/۲ درصدی باعث بهبود این صفت در گیاه کاملینا می‌شود. بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه (۱/۲۳ گرم) از کاربرد توأم تیوباسیلوس + پسودوموناس و کاربرد ۵۰ کیلوگرم گوگرد و کمترین آن (۱/۰۵۵ گرم) از عدم تلقیح و کاربرد گوگرد حاصل گردید.



شکل ۴: اثر متقابل کود زیستی و گوگرد بر میانگین وزن ۱۰۰۰ دانه کاملینا

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

هر عاملی که موجب تغییر در مقدار وزن دانه گردد، سبب تغییر در عملکرد دانه می‌شود. در این بین، گوگرد افزوده شده به خاک موجب طولانی‌تر شدن زمان پر شدن دانه، افزایش میزان مواد تولیدی و در نهایت وزن هزار دانه می‌گردد. بناری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که افزایش گوگرد باعث افزایش تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و درصد روغن آفتابگردان گردید. فروغی و عبادی (۱۳۹۱) در گیاه گلرنگ و چقازردی و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه ذرت تأثیر حضور گوگرد بر وزن هزار دانه را گزارش کرده‌اند.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آنها و اثرات سه جانبه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر سه جانبه تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۹۲۹ کیلوگرم در هکتار) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و کمترین عملکرد دانه (۸۶۰/۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به شرایط تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) و عدم تلقیح با باکتری‌ها حاصل شد. کاربرد کود زیستی و گوگرد و آبیاری کامل با افزایش در حدود ۵۵ درصد نسبت به شاهد و تنش شدید آبی موجب افزایش عملکرد دانه این گیاه گردید. گزارش شده است که تلقیح بذور سویا با تیوباسیلیوس، به افزایش معنادار عملکرد دانه می‌انجامد (دباغیان و همکاران، ۱۳۹۴). باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی‌بیوتیک، سیانید هیدروژن و سیدروفور را نیز بر عهده دارند و موجب رشد و توسعهٔ ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان، محافظت از ریشه‌ها در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی و در نتیجه افزایش محصول می‌شود (Gilik *et al*., 2001). استفاده از کود گوگرد و باکتری تیوباسیلوس علاوه بر نقش مستقیم تغذیه‌ای گوگرد بر گیاه، موجب کاهش اسیدیته خاک و در دسترس قرار گرفتن مواد معدنی مورد استفاده گیاه شده، که این امر سبب افزایش معنی‌دار میزان عملکرد دانه می‌گردد (Orman and Kaplan, 2007). صفاری و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی روی گیاه روغنی گلرنگ با توجه به معنی‌دار شدن عملکرد دانه بیان داشتند که اثرات مثبت گوگرد بر متابولیسم گیاهی و تقویت گیاه در مرحله رشد زایشی موجب افزایش عملکرد گیاهان می‌شود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

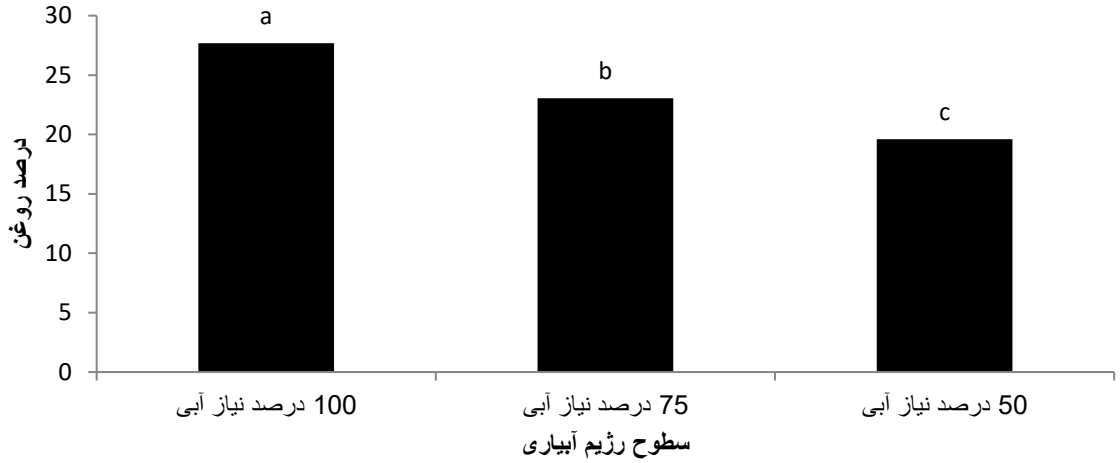
عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آن‌ها و اثرات سه جانبه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. با توجه به جدول ۳ مقایسه میانگین اثر سه جانبه تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۸۴۶ کیلوگرم در هکتار) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و کمترین عملکرد بیولوژیک (۳۴۴۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به شرایط تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) و عدم تلقیح با باکتری‌ها حاصل شد. کاربرد کود زیستی و گوگرد و آبیاری کامل با افزایش در حدود ۲۸/۸ درصد نسبت به شاهد و تنش شدید آبی موجب افزایش عملکرد بیولوژیک کاملینا گردید. اسیدی کردن موضعی خاک، افزایش قابلیت انحلال عناصر، افزایش جذب مواد افزایش راندمان گیاهان در فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و دوام بیشتر برگ‌های گیاه سبب بهبود عملکرد می‌شود (Narayan *et al*., 2022).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد همچنین اثرات متقابل آن‌ها و اثرات سه جانبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر سه جانبه تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۴۲/۱۱) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و کمترین شاخص برداشت (۲۴/۴۱) مربوط به شرایط تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) و عدم تلقیح با باکتری‌ها حاصل شد. کاربرد کود زیستی و گوگرد و آبیاری کامل با افزایش در حدود ۴۲ درصد نسبت به شاهد و تنش شدید آبی موجب افزایش شاخص برداشت کاملینا گردید. دلیل این مساله را می‌توان با توجه به آنچه از تجزیه و آنالیز داده‌های مربوط به عملکرد بیولوژیکی و دانه به دست آمد، مشخص کرد. با توجه به آنکه مقدار شاخص برداشت در واقع تناسبی میان عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی است، به نظر می‌رسد از آنجایی که مقدار این دو پارامتر تحت تأثیر دفعات آبیاری قرار گرفته‌اند، شاخص برداشت گیاه را نیز تحت تأثیر قرار داده‌اند. همچنین یکی دیگر از دلایل افزایش بیشتر رشد زایشی نسبت به رشد رویشی باشد به عبارت دیگر افزایش عملکرد دانه نسبت به افزایش عملکرد زیستی بیشتر بوده است. موسوی نیک (۱۳۹۱) گزارش کرد که بیشترین شاخص برداشت از ۱۰۰ درصد میزان توصیه شده کود گوگرد و کمترین شاخص برداشت از تیمار شاهد حاصل شد.

درصد روغن: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رژیم آبیاری، کود زیستی و گوگرد، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار، اثر متقابل کود و گوگرد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر ساده رژیم آبیاری بر

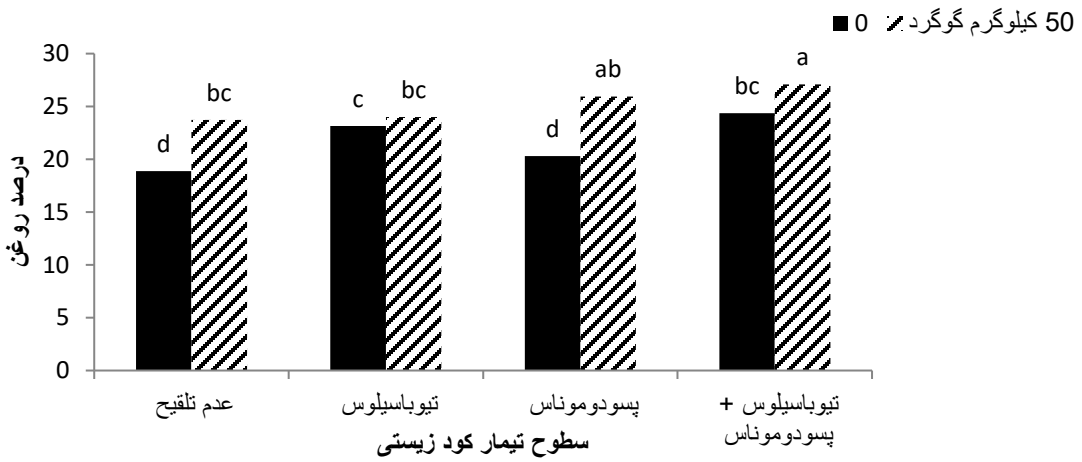
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

درصد روغن نشان داد که با افزایش تنش خشکی حدود ۲۸/۵ درصد از مقدار این صفت در گیاه کاملینا کاسته می‌شود (شکل ۱).



شکل ۵: اثر ساده رژیم آبیاری بر میانگین درصد روغن

همچنین شکل ۶ نشان می‌دهد که با کاربرد کود زیستی و گوگرد به میزان ۳۰ درصد، باعث افزایش درصد روغن شده است. بیشترین درصد روغن (۲۷/۰۹ درصد) از کاربرد تلفیقی باکتری‌های تیوباسیلوس+سودوموناس و ۵۰ کیلوگرم گوگرد و کمترین آن (۱۸/۸۹ درصد) از عدم کاربرد کود زیستی و گوگرد حاصل گردید.



شکل ۶: اثر متقابل کود زیستی و گوگرد بر میانگین درصد روغن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش مشخص گردید که اعمال تنش خشکی در دانه روغنی کاملینا منجر به کاهش رشد در گیاه شده و عملکرد و اجزاء عملکرد را تحت تاثیر قرار میدهد. بدین صورت که با کاهش ظرفیت زراعی خاک از ۱۰۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، تعداد ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین، تعداد خوجین اصلی، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد روغن نسبت به تیمار شاهد کاهش می دهد. کاربرد باکتریهای محرک رشد باعث افزایش تثبیت نیتروژن در ریشه همچنین افزایش جذب عناصر غذایی و گوگرد باعث افزایش رشد زایشی و رویشی و در نتیجه افزایش عملکرد اقتصادی گیاه گردیده است.به طور کلی با توجه به آهکی و قلیایی بودن بیشتر اراضی کشاورزی و پایین بودن قابلیت جذب عناصر غذایی در آنها، مصرف همزمان کود گوگرد و باکتری‌های تیوباسیلوس و سودوموناس برای کاهش اسیدیته خاک، بهبود شرایط خاک، افزایش عملکرد و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی از خاک و همچنین کاهش اثرات منفی تنش خشکی توصیه می‌شود.

منابع

بناری، ع.، موسوی نیک، م.، بهدانی، م.ع. و بشارتی، ح. ۱۳۹۲. تأثیر مقادیر کود آلی گوگرد و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزاء آن در آفتابگردان. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۶(۳): ۱۵-۱.

چقازردی، ح.، محمدی، غ. و بهشتی آل‌آقا، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر گوگرد و کود دامی بر خصوصیات رشد گیاه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) و اسیدیته خاک. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱(۱): ۱۷۰-۱۶۲.

دباغیان، ز.، عباسیان، ا.، پیردشتی، ه.ا. و بهاری ساروی، ح. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای زیستی تیوباسیلوس، ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و گوگرد آلی بر گره‌زایی و عملکرد سویا (*Glycine max* L.). نشریه زراعت. ۲۸(۱۰۷): ۱۷-۲۵.

سعیدی نژاد، م.، بهدانی، م.ع.، سیاری زهان، م.ح.، و محمودی، س.، ۱۳۹۸. تاثیر مصرف گوگرد و کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) بومشناسی کشاورزی، ۱۱: ۸۵۷-۸۴۵.

صفاری، م.، مددی زاده، م.، و شریعتی نیا، ف.، ۱۳۹۰. بررسی آثار تغذیهای عناصر نیتروژن، بور و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گلرنگ. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۴: ۱۴۱-۱۳۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

فروغی، ل. و عبادی، ع. ۱۳۹۱. تأثیر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۲): ۵۶-۳۷

موسوی نیک، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر سطوح مختلف کود گوگرد بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* L.) در شرایط تنش خشکی در منطقه بلوچستان، نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۴(۲): ۱۸۲-۱۷۰.

Akter, F., Islam, Md. N., Shamsuddoha, A. T. M., Bhuiyan, M. S. I., and S. Shilpi. 2013. Effect of phosphorus and sulphur on growth and yield of soybean (*Glycine max* L.). International Journal of Bio-resource and stress Management. 4(4): 555-560.

Bahadur, A., Batool, A., Nasir, F., Jiang, S., Mingsen, Q., Zhang, Q., Pan, J., Liu, Y. and Feng, H. 2019. Mechanistic insights into arbuscular mycorrhizal fungi-mediated drought stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences. 20(17): 4199.

Barin, M., Asadzadeh, F., Hosseini, M., Hammer, E.C., Vetukuri, R.R. and Vahedi, R. 2022. Optimization of biofertilizer formulation for phosphorus solubilizing by Pseudomonas fluorescens Ur21 via response surface methodology, Processes, 10(4): 650,

Bomfim, C.A., Coelho, L.G.F., doVale, H.M.M. Mendes, I.D. Megias, M. Ollero, F .J. Dos Reis, F.B. 2021. Brief history of biofertilizers in Brazil: from conventional approaches to new biotechnological solutions, Braz. J. Microbiol., 52 (4): 2215-2232,

Chaubey, A. K., Sing, S. B. and M. K. Kaushik. 2000. Response of groundnut (Arachis hypogaea) to source and level of sulfur fertilizer in Mid-Western Plains of Uttar Pradesh. Indian Journal Agronomy. 45:166-169.

Ghosh, D., Lin, Q., Xu, J. and Hellmann, H. A. 2017. How plants deal with stress: exploration through proteome investigation. Frontiers in Plant Science, 8(1176): 1-2.

Gilik, B.R., Penrose, D. and Wenbo, M. 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances. 19: 135- 138.

Gomez-Monedero, B., Bimbela, F., Arauzo, J., Faria, J. and Ruiz, M.P. 2015. Pyrolysis of red eucalyptus, camelina straw, and wheat straw in an ablative reactor. Energy and Fuels, 29(3): 1766-1775.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

Hoseini, S., Najafi, G., Ghobadian, B., Yusaf, T. and Ebadi, M. 2018. The effects of Camelina "Soheil" as a novel biodiesel fuel on the performance and emission characteristics of diesel engine. Applied Sciences, 8(6): 1010.

Huang, S., Zhang, C., Wang, K., Li, G.Q. and Hu, F. 2014. Recent advances in the chemical composition of propolis. Journal of Molecules, 19, 19610-19632.

Motior, M. R., Abdou, A. S., Fareed, H. A. D. and M. A. Sofian. 2011. Responses of sulfur, nitrogen and irrigation water on Zea mays growth and nutrients uptake. Australian Journal of Crop Science. 5(3): 347-357.

Narayan, O.P., Verma, N., Jogawat, A., Dua, M., Johri, A.K. 2021. Sulfur transfer from the endophytic fungus Serendipita indica improves maize growth and requires the sulfate transporter SiSulT. Plant Cell. 33:1268–1285.

Orman, S., and M. Kaplan. 2007. Effects of elemental sulfur and organic manure on sulfur, zinc, and total chlorophyll contents of tomato in a calcareous sandy loam soil. Journal of Soil Science Society of America 55: 85-90.

Stamenkovic, O. S., Gautam, K., Singla-Pareek, S. L., Dhankher, O. P., Djalovic, I. G., Kostic, M. D. 2023. Biodiesel production from camelina oil: Present status and future perspectives. Food Energy Secur. 12, 1–25.

Sun, B. Bai, Z. Bao, L. Xue, L. Zhang, S. Wei, Y. Zhang, Z. Zhuang, G. Zhuang X. 2020. Bacillus subtilis biofertilizer mitigating agricultural ammonia emission and shifting soil nitrogen cycling microbiomes Environ. Int., 144, Article 105989.

Velimirovic, A. Jovovic, Z. Przulj N. 2021. From neolithic to late modern period: brief history of wheat Genetika, 53 (1): 407-417.

Yang, J., Caldwell, C., Corscadden, K., He, Q.S. and Li, J. 2016. An evaluation of biodiesel production from Camelina sativa grown in Nova Scotia. Industrial Crops and Products, 81: 162-168.

Zanetti, F., Alberghini, B., Marjanović Jeromela, A., Grahovac, N., Rajković, D., Kiprovski, B. 2021. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. Agron. sustain. Dev. 41, 2.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

Zenda, T., Songtao, L., Anyi, D., and Huijun, D. 2021. Revisiting sulphur—the once neglected nutrient: it's roles in plant growth, metabolism. Stress Toler. Crop Prod. Agric. 11, 626.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

The effect of different irrigation regimes, biofertilizers and sulfur on some morphological characteristics, seed yield and oil percentage of Camelina (Camelina sativa L.)

M. Motiiei

Member of the academic staff of the Department of Agricultural Engineering, Payam Noor University, Tehran, Iran.

*** Coresponding author: eh.motiee1357@pnu.ac.ir**

Received date: 2023.04.29 **Accepted date: 2023.08.16**

Abstract

The use of growth promoting bacteria (PGPR) is one of the solutions to reduce drought stress that is used in agriculture. In order to evaluate the effect of biofertilizers and sulfur application on reducing the effects of insufficient irrigation, an experiment was conducted in the form of Split-split plots in the form of a randomized complete block design with 3 replications in Khuzestan Agriculture and Natural Resources Research and Training Center in the crop year 2020-2021. Irrigation regime as the main factor in three levels (100, 75 and 50% of water requirement according to FAO) and inoculation with biological fertilizer in four levels (inoculation with Thiobacillus, Pseudomonas and Thiobacillus + Pseudomonas and no inoculation as a control) in Crete. Sub-fertilizers and sulfur fertilizer levels at two levels (0 and 50 kg/ha) were used as sub-sub plot. The studied traits included plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod, weight of 1000 seeds, seed yield, biological yield, harvest index and oil percentage. The effect of low irrigation, biofertilizers and sulfur for the traits of the number of main pods, number of seeds per pod, seed yield, biological yield and harvest index were significant and for the traits of plant height, weight of 1000 seeds and oil percentage, the highest number of pods was obtained. main in the plant (71), number of seeds in khorjin (18.67), weight of 1000 seeds (1.364 g), seed yield (1929 kg/ha), biological yield (4846 kg/ha) and harvest index (11/ 42) At the irrigation level of 100% of water requirement and the application of 50 kg/ha of sulfur and the combined application of Thiobacillus + Pseudomonas bacteria, this increase was achieved by 21.6, 39.3, 55, 28.8 and 42%, respectively. Therefore, it can be concluded that the nutritional effect of the combined use of sulfur, Thiobacillus and Pseudomonas has improved the morphological and agricultural characteristics of Camelina through positive effects on the absorption of nutrients and stimulation of growth hormones.

Key words: Camelina, Drought stress, Biological fertilizer, Oil percentage and Sulfur.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]