نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۳ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۲/ صفحات ۱۱۶-۱۰۵

Effect of Selenium Application on Yield, Yield Components and Oil Percentage of Two Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars Under Water Deficit Irrigation Conditions

Houra Sadat Shahidi[1], Noor Ali Sajadi[2], Hamid Dehghanzadeh[3*]

Received: 08 May 2022 Accepted: 09 August 2022
1-Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran.
2- Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.
3-Dept. of Agricultural Sciences, Payame Noor University, University of Tehran, Iran.
*Corresponding Author Email: Dehghanzadeh@pnu.ac.ir

Abstract

Background and Objective: The present study was performed to evaluate the effect of selenium application on seed yield, yield components and oil yield of two safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under water deficit irrigation conditions.

Materials and Methods: This study was carried out as a factorial split plot based on randomized complete block design with three replications in Naragh islami azad university research farm, Mahalat province, Markazi, Iran during 2013-2014 crop season. The main factor included complete irrigation during growing season (irrigation 6 time), lack of irrigation from the flowering stage and lack of irrigation from the head forming stage. Sub factor was considered application of selenium (including 0, 20 and 40 k/ha) and two safflower cultivars (Sina and Mahaly Esfahan).

Results: The results showed that the plant height, leaf area, yield and yield components and oil yield of safflower cultivars significantly decreased under water stress treatments. Discontinuation of irrigation in the pollination stage led to the greatest reduction in grain yield and oil yield by 31.6% and 39.7% compared to full irrigation, respectively. The highest grain yield, biological yield and oil yield with average of 3987, 9514 and 609 k/ha by application of 40 g/ha selenium and complete irrigation obtain, respectively. Application of selenium in discontinuation of irrigation regimes due to significantly decrease negative effect of water stress on yield components, grain yield, biological yield and oil yield. The Mahaly Esfahan cultivar had the highest number capitulum per plant, number grain per capitulum, grain yield, biological yield and oil yield.

Conclusion: In general, 40 g/ha application of selenium with Mahaly Esfahan safflower cultivar decreased water stress effect and increased grain yield and oil yield under optimum conditions compared with no selenium application 44.1 and 24.5 percent, respectively.

Keywords: Number of Grain per Capitulum, Number Capitulum per Plant, Oil Seeds, Safflower, Water Stress

CC BY NC

DOI: 10.22034/saps.2022.49272.2781

تاثیر کاربرد سلنیوم بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و درصد روغن دو رقم گلرنگ تحت شرایط کم آبیاری

حورا سادات شهیدی[۱]، نور علی ساجدی[۲]، حمید دهقان زاده*[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۸
۱ - گروه زراعت واصلاح نباتات، واحد نراق, دانشگاه آزاد اسلامی ، نراق، ایران.
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۳ - گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: Dehghanzadeh@pnu.ac.ir

چکیده

اهداف : پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثر کاربرد سلنیوم بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و عملکرد روغن دو رقم گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی، اجرا گردید

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد نراق واقع در استان مرکزی، شهر محلات انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح آبیاری طبق عرف منطقه (۶ مرتبه آبیاری در طول فصل) ، قطع آبیاری درمرحله تشکیل طبق و قطع آبیاری در مرحله گرد افشانی به عنوان فاکتور اصلی، کاربرد سلنیوم (در سه مقدار ۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در هکتار) و دو رقم گلرنگ (سینا و محلی اصفهان) به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته، مساحت برگ، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن ارقام گلرنگ گردید. قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی منجر به بیشترین کاهش عملکرد دانه و عملکرد روغن بترتیب به میزان ۳۱/۶ و ۳۹/۷ درصد در مقایسه با آبیاری کامل گردید. بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن در آبیاری کامل و کاربرد۴۰ گرم در هکتار سلنیوم و به ترتیب به میزان ۳۹۸۷، ۹۵۱۴ و ۶۰۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کاربرد سلنیوم در تیمارهای قطع آبیاری باعث کاهش معنی‌دار اثرات خشکی بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن شد. رقم محلی اصفهان دارای بالاترین تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی با توجه به یافته های این پژوهش، می‌توان با کاربرد ۴۰ گرم در هکتار سلنیوم و کاشت رقم محلی اصفهان، ضمن کاهش اثرات خشکی در هر دو مرحله تشکیل طبق و گرده‌افشانی، در شرایط بدون تنش هم افزایش عملکرد دانه و روغن را به ترتیب به میزان ۴۴/۱ و ۲۴/۵ درصد در مقایسه با عدم کاربرد سلنیوم به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه در طبق، تعداد طبق در بوته، تنش خشکی، دانه‌های روغنی، گلرنگ

مقدمه

حجم بالای واردات روغن در ایران، همچنین محدودیت منابع آبی در سر راه تولید دانه‌های روغنی ضرورت شناسایی گونه‌ها و ارقام مقاوم به شرایط تنش و تعیین حساس‌ترین مراحل نمو گیاه به تنش را آشکار می‌سازد (معتکفی و همکاران ۲۰۲۱). گلرنگ بومی ایران بوده و به دلیل قابلیت‌هایی نظیر سازگاری بالا به شرایط نا مساعد خشکی و شوری و همچنین داشتن روغنی با کیفیت، مورد توجه می‌باشد (گلچین و همکاران ۲۰۲۱).

تنش خشکی از مهمترین و گسترده‌ترین تنش-های محیطی است که بر رشد و تولید گیاهان زراعی تأثیر منفی می‌گذارد (بتول و همکاران ۲۰۲۲). کمبود آب اولین عامل محدودکننده برای تولید گیاهان زراعی در شرایط خشک و نیمه خشک شناخته می‌شود (یوسفی‌راد و شریفی ۲۰۱۹). تاثیر تنش خشکی بر کاهش عملکرد و اجزای عملکرد (یوسفی‌راد و شریفی ۲۰۱۹)، کاهش سطح برگ، تسریع پیری و کاهش عملکرد دانه (بهادری و همکاران ۲۰۲۱)، کاهش ارتفاع بوته، تعداد و قطر طبق، کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه (جوشن و همکاران ۲۰۲۰ و احمدپور ابنوی وهمکاران ۲۰۱۹)، کاهش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن (سهیلی موحد و همکاران ۲۰۱۹ و پارسا مطلق و همکاران ۲۰۲۱ و معتکفی و همکاران ۲۰۲۱) در گلرنگ گزارش شده است. همچنین در مطالعه‌ای افزایش دور آبیاری از ۷۰ به ۱۳۰ میلی‌متر باعث کاهش ارتفاع بوته (۲۳/۹ درصد)، طول پانیکول (۱۷/۶ درصد)، وزن هزار دانه (۲۲/۶ درصد)، و عملکرد دانه (۲۱/۶ درصد) کینوا شد (محکمی و همکاران ۲۰۲۱). در مطالعه دیگری خشکی بترتیب باعث کاهش ارتفاع، وزن هزار دانه و درصد روغن گلرنگ به میزان ۴۴/۴۱، ۳۱/۲۴ و ۱۷/۱۰ درصد گردید (معتکفی و همکاران ۲۰۲۱). همچنین در آزمایش دیگری بیشترین اثر منفی تنش خشکی در مرحله گلدهی گلرنگ مشاهده شد، به طوری که تنش در این مرحله سبب افت ۴۹ درصدی عملکرد دانه و ۳۳ درصدی زیست توده گلرنگ شد (یوسفی‌راد و شریفی ۲۰۱۹). در مقایسه ارقام گلرنگ در شرایط تنش خشکی مشخص شد خشکی بترتیب باعث کاهش شاخص برداشت، درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد زیست بوم به میزان ۱۱/۹۱، ۶/۰، ۲۱/۱، ۱۵/۰۲ درصد گردید (گلچین و همکاران ۲۰۲۱). مهمترین تأثیر منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه می‌باشد که این کمبود عناصر غذایی باعث ایجاد اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز، تنفس و سنتز ترکیبات آلی سنگین، تولید و فعالیت آنزیم‌ها و در نهایت با اختلال در فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می-شود (معتکفی و همکاران ۲۰۲۱).

یکی از راه‌های تعدیل اثرات منفی تنش خشکی استفاده از کودهای آلی و محرک‌های رشد می‌باشد. سلنیوم با نقش حفاظتی خود می‌تواند وضعیت آب در گیاهان را تنظیم و بهبود بخشد (معتکفی و همکاران ۲۰۲۱). سلنیوم یکی از عنصرهای شیمیایی غیرفلزی و کمیاب است و برای بسیاری از حیوانات از جمله انسان ضروری است. با این حال از سلنیوم به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان نام برده نشده است (تری و همکاران ۲۰۰۰). سلنیوم یک عنصر ضروری برای۳۰ سلنوآنزیم و سلنو پروتئین محسوب می‌شود و بخش مهمی از آنزیم‌هایی است که سلول‌ها را در برابر رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند (نوروزی و همکاران ۲۰۱۸). گزارش‌هایی از تاثیر سلنیوم در افزایش تعداد دانه در طبق افتابگردان (**خدایی و همکاران ۲۰۱۸**)، افزایش وزن دانه و عملکرد دانه جو (ساجدی و همکاران ۲۰۱۷)، افزایش تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین، شاخص برداشت و درصد روغن کلزا (بای‌بوردی و همکاران ۲۰۱۶)، افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه و عملکرد دانه نخود (ساجدی و نوروزی ۲۰۲۰) بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد گلرنگ (یوسفی‌راد و شریفی ۲۰۱۹) در شرایط تنش وجود دارد. یوسفی‌راد و شریفی (۲۰۱۹) افزایش ۳۱ درصدی عملکرد دانه گلرنک با کاربرد سلنیوم را گزارش کردند. همچنین محلول پاشی ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم باعث افزایش ۴/۹ درصدی وزن دانه در سنبله، ۶ درصدی عملکرد دانه، ۸/۴ درصدی عملکرد بیولوژیکی

گندم در مقایسه با شاهد گزارش گردید (ساجدی و همکاران ۲۰۱۷). در مطالعه‌ای افزایش ۱۷/۶ درصدی تعداد غلاف در بوته، ۴۵/۴ درصدی تعداد دانه در بوته (به واسطه کاهش اثرات خشکی)، ۲۸/۳۳ درصدی وزن دانه، افزایش ۲۵/۴ درصدی عملکرد دانه با کاربرد سلنیوم در نخود تحت شرایط دیم گزارش شده است (نوروزی و همکاران ۲۰۱۸).

با توجه به این‌که خشکی و کم آبی در ایران همواره از مهمترین مسائل مشکلات کشاورزی بوده و مصرف منابع انرژی، آب و مواد غذایی به طور روزافزونی در جامعه افزایش می‌یابد، بنابراین تحقیق حاضر بر افزایش تحمل گلرنگ به تنش خشکی با مدیریت زراعی تاکید دارد. در این بین، کاربرد عناصر مفید در بهبود و تعدیل آثار تنش خشکی، می‌تواند یک مدیریت زراعی مناسب محسوب شود.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر سلنیوم به عنوان یک عنصر طبیعی، جهت کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی بر برخی خصوصیات مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد نراق واقع در استان مرکزی، شهر محلات با طول جغرافیایی ۵۰/۲۷ و عرض جغرافیایی ۳۳/۵۴ و ارتفاع ۱۸۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۲۴۶ میلی‌متر می‌باشد. میزان بارندگی و دما در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در جدول ۱ آورده شده است. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری (در سه سطح آبیاری طبق عرف منطقه و هر ۶ مرتبه در طول فصل رشد، قطع آبیاری درمرحله تشکیل طبق و قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی) به عنوان فاکتور اصلی، کاربرد سلنیوم (در سه مقدار ۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در هکتار (ساجدی و همکاران ۲۰۱۷) و دو رقم گلرنگ (سینا و محلی اصفهان) به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شدند. سلنیم از منبع سلنات سدیم (Na_2SeO_4) استفاده گردید. ارقام مورد استفاده از موسسه تحقیقات نهال و بذر کرج تهیه گردید. آماده سازی زمین در اسفند ماه ۱۳۹۲ انجام گردید. به منظور آماده سازی زمین، آبیاری قبل از کاشت انجام گرفت و پس از گاورو شدن به وسیله گاو آهن برگرداندار شخم زده شد. سپس به منظور خرد شدن کلوخه‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین دیسک و ماله زده شد. بذور در ۲۰ فروردین کاشته و بلافاصله آبیاری گردید. کود-دهی بر اساس آزمون خاک (جدول ۲) و به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و ۸۰ کیلوگرم P_2O_5 از منبع کودی اوره و فسفات آمونیوم به خاک داده شد. روش کاشت به صورت جوی و پشته‌ای و هرکرت شامل چهار ردیف کاشت به طول ۵ متر و عرض ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. بذرهای تهیه شده در عمق ۳ تا ۴ سانتی-متر به صورت خشکه‌کاری و با در نظر گرفتن فواصل ۵ سانتی‌متر روی ردیف،کشت گردیدند. برای جلوگیری از نفوذ جانبی آب، فاصله بین کرت‌ها دو متر و بین تکرارها ۳ متر در نظر گرفته شد. در دو تیمار قطع آبیاری در مراحل تشکیل طبق (ظهور جوانه زایشه بصورت تکمه و قطر ۱ سانتی‌متر در انتهای ساقه اصلی) و گرده‌افشانی (۵۰)درصد گلدهی (شهسواری و همکاران ۲۰۰۵)، آبیاری تا پیش از زمان اعمال تیمار به طور منظم و طبق عرف منطقه ۶ مرتبه آبیاری در طول فصل رشد و بصورت نشتی انجام شد. غلظت‌های مورد مطالعه در مرحله رزت و ساقه‌رفتن با استفاده از سمپاش دستی محلول‌پاشی شدند به طوری که تمام گیاهان مرطوب شدند. در زمان گلدهی سطح برگ با انتخاب ۵ بوته تصادفی در هر کرت و با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل AM-300 ساخت کمپانی ADC انگلستان اندازه گیری شد. در زمان رسیدگی (از آخر خرداد تا اوایل تیرماه)، برای تعیین صفات مورد نظر از هر کرت آزمایشی ۱۵ بوته به طور تصادفی و از سطح ۲ متر مربع به صورت کف‌بری و به روش دستی و حذف حاشیه انتخاب و ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه

بر عملکرد بیولوژیکی (شامل دانه، ساقه، برگ و طبق) محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری روغن دانه از دستگاه سوکسله استفاده گردید. برای این منظور، مقدار دو گرم نمونه آسیاب و خشک شده مربوط به هر کرت، توسط دستگاه سوکسله به مدت ۱۶ ساعت در مجاورت حلال پترولیوم اتر مورد استخراج روغن قرار گرفت. تغلیظ عصاره مذکور در داخل بالون توزین شده و با استفاده از دستگاه دوار تقطیر در خلاء انجام گرفت و سپس بالن حاوی رغن استخراج شده توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. مقدار روغن نمونه هر کرت بر اساس ماده خشک، به صورت درصد در یک گرم نمونه با استفاده از رابطه (۱) تعیین گردید (آکوستا و آدامز ۱۹۹۱):

(رابطه ۱) درصد روغن دانه بر اساس ماده خشک = (وزن نمونه خشک /وزن بالن و روغن – وزن بالن خالی و خشک) ×۱۰۰

تجزیه واریانس داده‌ها بوسیله نرم افزار SAS انجام گردید. در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

جدول ۱- میانگین دما ی حداکثر و حداقل (درجه سانتی گراد) و بارندگی ماهانه (میلی متر) در طی ماه‌های انجام آزمایش

اطلاعات	اسفند ۹۲	فروردین ۹۳	اردیبهشت ۹۳	خرداد ۹۳	تیر ۹۳
میانگین حداکثر دما	۱۳/۱	۲۳/۱	۲۶/۴	۳۱/۳	۳۴/۳
میانگین حداقل دما	۰/۹	۹/۳۹	۱۲/۱۸	۱۸/۸۷	۲۰/۶۴
میزان بارندگی	۲۵/۴	۴۴/۹	۷	۳/۶	۱/۹

جدول ۲-مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک در محل اجرای آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

هدایت الکتریکی	pH	فسفر	پتاسیم	ماده آلی	نیتروژن کل	شن	سیلت	رس	بافت خاک	نقطه پژمردگی(٪)	ظرفیت زراعی (٪)
($dS.m^{-1}$)		-----$mg.kg^{-1}$-----		----------(%)----------							
۰/۶۸	۷/۵	۱۴/۱	۳۵۱/۶	۰/۵	۰/۰۶	۸۲	۶	۱۲	شنی لومی	۱۲/۰	۱۷/۱

نتایج و بحث

تاثیر آبیاری بر ارتفاع بوته، سطح برگ، تعدادطبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته، سطح برگ، تعدادطبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن در آبیاری کامل به دست آمد (جدول ۴). قطع آب در مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن به ترتیب به میزان ۲۴/۴۷، ۱۰/۱۶، ۳۳/۴۷، ۴۰/۲۶، ۱۸/۰۳، ۳۱/۶۵، ۱۶/۹، ۱۸/۴، ۱۱/۸۳ و ۴۸/۳۲ درصد در مقایسه با آبیاری کامل گردید (جدول ۴). همچنین قطع آب در مرحله تشکیل طبق باعث کاهش سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق ، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، و عملکرد روغن بترتیب به میزان ۴۷/۹ ، ۱۰/۱۶، ۱۵/۹، ۲۶/۰، ۲۵/۷، ۲۸/۰، ۱۳/۵،

۱۷/۵ و ۳۹/۷۴ درصد در مقایسه با آبیاری کامل گردید (جدول۴). تاثیر قطع آب در مرحله تشکیل طبق در کاهش سطح برگ و وزن هزار دانه بیشتر از قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی بود (جدول ۴). بیشترین درصد روغن در تیمار آبیاری کامل به دست آمد که با تیمار قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبق تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن گلرنگ در شرایط خشکی گزارش شده که با نتایج این بررسی همسو می‌باشد (جوشن و همکاران و یوسفی‌راد و شریفی

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ تحت تیمارهای آبیاری و سلنیوم

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	سطح برگ در گلدهی	تعداد طبق بارور در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۲۸۲/۴۶	۴/۶۶	۰/۰۷	۱۲/۰۵	۰/۰۷	۸۹۰۴۱	۸۸۰۸۳۲۸	۳۲۳/۹۶	۰/۲۵	۲۸۱/۰۶
آبیاری	۲	۱۱۷/۸۵*	۱۲۳۳/۵۵*	۰/۲۴ *	۱۰/۰۵ *	۱/۲۴ *	۲۸۸۵۶۴**	۸۰۳۵۸۸**	۴۸/۴۴ *	۱۲/۵۰ *	۳۵۱۳۲/۳۱*
خطای الف	۴	۲۱/۷۱	۳/۵۵	۳/۹۳	۹/۲۷	۰/۰۸	۲۲۰۶۵۸	۴۹۴۷۱۸۹	۳۷/۹۶	۱۴/۵۹	۲۳۸۹/۶۸
سلنیوم	۲	۱۲/۷۴ ns	۵/۰۵ ns	۱۰/۲۹*	۲۵۳/۵۵**	۱/۸۷*	۹۶۸۶۴۶**	۲۵۷۲۲۳۷ *	۳۵۹/۶۳*	۲۳/۷۴*	۴۱۰۰/۰۰ *
رقم	۱	۱۱۹۴/۷۴**	۲۰۴/۱۶**	۲۷۱/۱۲**	۱۸۹۶/۲۹**	۸/۹۳**	۱۱۰۲۰۷۳**	۲۷۴۳۹۶۶۳**	۵/۱۲ *	۰/۲۹ ns	۹/۶ *
آبیاری× سلنیوم	۴	۴۱/۳۷ ns	۱۱/۴۴*	۱۱/۰۷**	۸۳/۱۱**	۰/۵۳ ns	۳۰۸۶۷۰۷**	۶۹۸۷۴۲۴**	۴۹۳/۵۸**	۲۷/۹۶ ns	۴۹۴۶۸/۹۵/۶**
آبیاری× رقم	۲	۲۸/۰۷ns	۶/۰۰ ns	۱۱/۷۵**	۴۵۹/۴۲**	۱/۴۰ ns	۱۲۸۱۶۵ ns	۱۲۳۸۱۳۰۶**	۳۵۹/۶۲*	۳/۹۶ ns	۵۹۰۱/۲۸ ns
سلنیوم× رقم	۲	۶۰/۷۹ns	۰/۳۸ ns	۴/۹۶ ns	۲۶۴/۹۶**	۱/۰۹ ns	۹۵۲۸۸۳**	۶۶۲۳۴۷۱**	۳۲۴/۸۰*	۱۴/۴۱ ns	۳۳۰۲۳/۴۳*
آبیاری×سلنیوم × رقم	۴	۱۲/۰۴ns	۴/۵۵ ns	۴۱/۲۴**	۱۰۷/۰۹**	۱/۳۶*	۱۵۴۲۵۲ ns	۲۱۴۶۴۲۵ ns	۱۲۵/۹۰ ns	۲۲/۱۳ ns	۱۲۸۰۸/۳ ns
خطای ب	۳۰	۵/۱۵۱	۴/۰۵	۲/۰۰	۶/۰۷	۰/۵۰	۱۷۱۹۹۸	۱۰۵۶۳۹۸	۷۰/۴۳	۱۰/۷۷	۹۴۲/۰۳
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۶/۱۳	۷/۶۹	۱۰/۱۷	۹/۶۴	۲۰/۸۳	۱۵/۶۹	۱۵/۳۰	۲۱	۱۷/۲۲	۱۹/۴۸

ns ، * ، * * بترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد می باشد.

جدول ۴- اثر ساده تیمارهای آبیاری، قارچ میکوریزا و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

تیمارهای آزمایش		ارتفاع بوته (cm)	سطح برگ در گلدهی (cm)	تعداد طبق بارور در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)	درصد روغن	عملکرد روغن ($kg.ha^{-1}$)
آبیاری											
	کامل	۴۸/۶۰ a	۳۴/۴۹ a	۱۶/۶۴ a	۳۲/۳۶ a	۳۷/۷ a	۳۲۹۹/۵ a	۷۴۷۳/۰ a	۴۴/۵۰ a	۲۰/۰۳ a	۶۶۰/۸۸ a
	قطع آبیاری در تشکیل طبق	۴۲/۶۶ b	۱۷/۹۴ c	۱۳/۹۹ b	۲۳/۹۴ b	۲۸/۰b	۲۳۷۳/۰ b	۶۴۶۳/۰ b	۳۶/۷۱ b	۱۹/۴۵ a	۴۶۱/۵۴ b
	قطع آبیاری در گرده افشانی	۴۲/۶۶ b	۲۶/۰۵ b	۱۱/۰۷ c	۱۹/۳۳ c	۳۰/۹ b	۲۲۵۵/۰ b	۶۲۱۰/۰ c	۳۶/۳۰ b	۱۷/۶۶ b	۳۹۸/۲۳ c
رقم											
	سینا	۴۰/۱۰ b	۲۸/۱۰ a	۱۱/۶۶ b	۱۸/۹۵ b	۳۴/۶ a	۲۵۰۰/۰ b	۶۰۰۳/۰ b	۴۱/۶۴ a	۱۹/۰۰ a	۴۷۵/۰۱ b
	محلی اصفهان	۴۹/۱۸ a	۲۴/۲۱ b	۱۶/۱۴ a	۳۱/۴۷ a	۲۹/۸ b	۲۷۸۵/۰ a	۷۴۲۸/۰ a	۳۷/۵۰ b	۱۹/۱۳ a	۵۳۲/۷۷ a
سلنیوم (گرم در هکتار)	۰	۴۲/۷۱ a	۲۵/۰۵ a	۱۳/۰۵ b	۲۱/۲۱ b	۳۰/۳ b	۲۴۵۱/۰ b	۶۸۳۴/۸ a	۳۶/۱۷ c	۱۷/۸۸ b	۴۸۸/۲۶ b
	۲۰	۴۶/۵۵ a	۲۵/۶۶ a	۱۴/۱۶ a	۲۶/۷۷ a	۳۴/۲ a	۲۶۲۴/۰ ab	۷۰۲۰/۰ a	۳۸/۷۶ b	۱۹/۱۵ ab	۵۰۲/۴۵ a
	۴۰	۴۲/۹۹ a	۲۶/۱۰ a	۱۴/۴۹ a	۲۷/۶۶ a	۳۶/۶ a	۲۸۵۳/۰ a	۶۲۹۲/۶ b	۴۴/۸۸ a	۲۰/۱۷ a	۵۰۶/۵۳ a

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($P<0.05$)

۲۰۱۹ و پارسا مطلق و همکاران ۲۰۲۰ و معتکفی و همکاران ۲۰۲۱ واحمد پور ابنوی و همکاران ۲۰۱۹). کاهش سطح برگ ارقام گلرنگ در شرایط خشکی توسط سایر محققان گزارش شده که با نتایج این بررسی همسو می باشد (جوشن و همکاران ۲۰۲۰). کاهش تولید مواد فتوسنتزی به دلیل کاهش فتوسنتز ناشی از تأثیر محدودیت آب از مرحله گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژی جهت ارائه به بخش‌های هوایی و در حال رشد گیاه، به همراه کاهش طویل شدن فاصله میان گره‌ها احتمالاً منجر به کاهش ارتفاع گلرنگ به واسطه نامحدود بودن رشد این گیاه می‌گردد (جوشن و همکاران ۲۰۲۰). تنش خشکی از یک طرف با کاهش طول دوره رشد گیاه و تسریع در ورود به مرحله زایشی و از طرف دیگر کمبود آبیاری مانع رشد جوانه‌های جانبی و تعداد شاخه فرعی شده و در نتیجه تعداد طبق در بوته را کاهش می‌دهد (احمد پور ابنوی و همکاران ۲۰۱۹). کاهش تعداد دانه در طبق در شرایط خشکی به واسطه کاهش فتوسنتز و عدم فراهمی منابع است که منجر به عدم تشکیل طبق‌ها و عقیمی گل‌ها در طبق می‌گردد (گلچین و همکاران ۲۰۲۱). کاهش وزن دانه در شرایط خشکی به واسطه کاهش تولید و انتقال آسیمیلات و همچنین کاهش دوره پر شدن دانه گزارش شده است (یوسفی‌راد و شریفی ۲۰۱۹ و قاسم بگلو و همکاران ۲۰۲۱). به نظر می‌رسد درصد روغن در شرایط تنش رطوبتی به علت عدم انتقال مواد غذایی منجر به کاهش اندازه وکیفیت بذر و زودرسی گیاه نسبت به شرایط بدون تنش شده و درصد روغن کاهش می‌یابد (پارسا مطلق و همکاران ۲۰۲۱ و رضایی چیانه و همکاران ۲۰۱۷). مهمترین تأثیر منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه می-باشد که این کمبود عناصر غذایی باعث ایجاد اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز، تنفس و سنتز ترکیبات آلی سنگین، تولید و فعالیت آنزیم‌ها و در نهایت اختلال در فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی شده و باعث کاهش عملکرد می‌شود (معتکفی و همکاران ۲۰۲۱).

ارقام اختلاف معنی‌داری در ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد طبق باور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد روغن داشتند (جدول ۳). با این حال بین ارقام از نظر درصد روغن دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). رقم محلی اصفهان دارای بالاترین ارتفاع بوته، تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن و رقم سینا دارای بیشترین سطح برگ، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بود (جدول ۴). واکنش متفاوت ارقام به تنش خشکی توسط سایر محققان گزارش شده که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (مجنون حسینی و همکاران ۲۰۲۲ و بهادری و همکاران ۲۰۲۱ و جوشن و همکاران ۲۰۲۰). ارقام مختلف گلرنگ دارای عملکرد متفاوتی در شرایط محیطی یکسان هستند و این می‌تواند به دلیل تفاوت در سطح برگ، تفاوت در خصوصیات فیزیولوژیکی موثر در تحمل خشکی باشد (جوشن و همکاران ۲۰۲۰).

کاربرد سلنیوم تاثیر معنی‌داری بر تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن داشت (جدول ۳). کاربرد سلنیوم باعث افزایش تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن گردید (جدول ۴). اثر متقابل آبیاری × سلنیوم بر سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین سطح برگ با آبیاری کامل و کاربرد ۴۰ گرم سلنیوم و کمترین سطح برگ در تیمار قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبق و عدم کاربرد سلنیوم به دست آمد (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در آبیاری کامل و کاربرد۴۰ گرم در هکتار سلنیوم و کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و عدم کاربرد سلنیوم به دست آمد (جدول ۵). بیشترین شاخص برداشت در تیمار قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبق و کاربرد ۴۰ گرم سلنیوم و کمترین شاخص برداشت در تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و عدم کاربرد سلنیوم به دست آمد (جدول ۵). بیشترین عملکرد روغن

در آبیاری کامل و کاربرد ۴۰ گرم سلنیوم و کمترین عملکرد روغن در تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده-افشانی و عدم کاربرد سلنیوم به دست آمد. این تیمارها بترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه هم بودند (جدول ۵). اثر متقابل آبیاری × رقم بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن در آبیاری کامل و رقم اصفهان به دست آمد (جدول ۶). کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در رقم سینا و در قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی، و کمترین عملکرد روغن در تیمار رقم اصفهان و در قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی به دست آمد (جدول ۶). تیمار رقم سینا × قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبق دارای بیشترین شاخص برداشت و تیمار رقم سینا × قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی دارای کمترین شاخص

جدول ۵- اثر متقابل آبیاری و سلنیوم بر برخی اجزای عملکرد گلرنگ

آبیاری	سلنیوم ($g.ha^{-1}$)	سطح برگ در گلدهی (cm)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (%)	عملکرد روغن ($kg.ha^{-1}$)
آبیاری کامل	۰	۳۳/۳۳ b	۲۷۶۵/۹۵ c	۷۴۹۹/۸۶ bc	۳۹/۳۵ cd	۴۸۱/۹ d
	۲۰	۳۳/۶۶ b	۳۰۵۸/۰ b	۷۷۷۱/۲۸ bc	۳۶/۸۸ e	۵۴۰/۹۵ b
	۴۰	۳۶/۴۹ a	۳۹۸۷/۳۳ a	۹۵۱۴/۰۳ a	۴۱/۹۱ c	۶۰۹/۶ a
قطع آبیاری در تشکیل طبق	۰	۱۶/۹۹ e	۲۴۱۵/۳۲ e	۵۸۲۶/۷۵ d	۳۴/۵۵ e	۴۳۲/۷۵ d
	۲۰	۱۷/۴۹ e	۲۶۸۰/۱۷ d	۶۷۹۷/۸۴ d	۳۶/۹۷ d	۵۳۳/۵۵ c
	۴۰	۱۹/۳۳ de	۲۶۸۳/۳۳ d	۷۲۴۹/۵۸ c	۵۳/۹۰a	۴۷۲/۷۵ d
قطع آبیاری در گرده افشانی	۰	۲۲/۶۶ d	۱۷۰۱/۵۰g	۴۹۷۸/۳۴ g	۲۵/۰۳ f	۳۹۳/۹۵ e
	۲۰	۲۶/۳۳ c	۲۰۱۳/۳۳ f	۵۱۰۸/۷۴ f	۴۲/۴۴ bc	۴۶۲/۸۵ d
	۴۰	۲۷/۱۶ c	۲۴۲۵/۹۹ e	۵۷۱۶/۲۸ e	۳۸/۷۷ d	۴۷۰/۹۵ d

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($P<0.05$)

جدول ۶ - اثر متقابل آبیاری و رقم بر برخی اجزای عملکرد گلرنگ

آبیاری	رقم	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (%)	عملکرد روغن ($kg.ha^{-1}$)
آبیاری کامل	سینا	۳۲۱۳/۵۲ b	۷۵۹۸/۷۷ b	۴۲/۲۹ b	۵۱۹/۱۳ b
	اصفهان	۳۳۲۰/۶۶ a	۹۰۹۵/۲۰a	۳۶/۵۱ cd	۵۶۹/۱۶ a
قطع آبیاری در تشکیل طبق	سینا	۲۴۳۰/۴۴ c	۶۵۱۱/۲۷ c	۴۴/۶۷ a	۴۸۱/۲۶cd
	اصفهان	۲۵۱۰/۴۸ c	۶۴۹۴/۱۴ c	۴۳/۴۹ ab	۴۵۲/۲۳d
قطع آبیاری در گرده افشانی	سینا	۲۱۹۹/۵۱ d	۵۴۱۸/۴۹ d	۳۳/۷۸ d	۴۸۳/۵۰c
	اصفهان	۲۵۲۶/۲۲ c	۵۷۷۲/۵۵ d	۳۸/۹۰ c	۴۷۴/۲۰cd

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($P<0.05$)

برداشت بود (جدول ۶). اثر متقابل آبیاری× سلنیوم × رقم بر تعداد طبق بارور، تعداد دانه در طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد طبق بارور و تعداد دانه در طبق در قم اصفهان، آبیاری کامل و کاربرد ۴۰ گرم سلنیوم و کمترین آن در رقم سینا، قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و عدم کاربرد سلنیوم به دست

آمد (جدول ۷). بیشترین وزن هزار دانه در رقم سینا، **با کا**ربرد ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم و آبیاری کامل و کمترین وزن هزار دانه در رقم اصفهان با عدم کاربرد سلنیوم و قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبق به دست آمد (جدول ۷). کاربرد سلنیوم باعث افزایش تعداد طبق بارور در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت گردید. افزایش عملکرد و اجزای دانه با کاربرد سلنیوم در سایر مطالعات گزارش گردید که با نتایج این بررسی همسو است (داوود و همکاران ۲۰۱۹ وساجدی و همکاران ۲۰۱۷ و خدایی و همکاران ۲۰۱۸ و یوسفی‌راد و شیرانی ۲۰۱۹ و معتکفی و همکاران ۲۰۲۱). افزایش تعدد دانه در طبق در آفتابگردان در شرایط خشکی با کاربرد سلنیوم گزارش گردید (خدایی و همکاران ۲۰۱۸). افزایش تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین، شاخص برداشت و درصد روغن در کلزا تحت شرایط شوری با کاربرد سلنیوم بواسطه تاخیر در پیری، کاهش اثرات تنش و بهبود رشد گیاه گزارش شده است (بایبوردی و همکاران ۲۰۱۶). بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط تنش و حتی عدم تنش با کاربرد سلنیوم گزارش شده، به طوری که افزایش عملکرد ناشی از سلنیوم ۳۱ درصد بیان گردید (یوسفی‌راد و شیرانی ۲۰۱۹). سلنیوم از طریق حفظ آنزیم‌های کلروپلاست و افزایش سطح برگ باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه کلم تکمه‌ای در شرایط خشکی گردید که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد (خادمی آستانه و همکاران ۲۰۱۷). همچنین در مطالعه‌ای افزایش ۱۷/۶ درصدی تعداد غلاف در بوته، ۴۵/۴ درصدی تعداد دانه در بوته (بواسطه کاهش ثرات خشکی)، ۲۸/۳۳ درصدی وزن دانه (به دلیل بهبود فتوسنتز و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه-ها)، افزایش ۲۵/۴ درصدی عملکرد دانه (افزایش اجزای عملکرد بواسطه افزایش تحمل به شرایط خشکی و در نتیجه تأثیر بیشتری بر رشد و فتوسنتز گیاه و افزایش انتقال مواد غذایی به دانه‌ها) با کاربرد سلنیوم در نخود تحت شرایط دیم گزارش گردید که با نتایج این تحقیق مبنی بر تاثیر سلنیوم در بهبود عملکرد و اجزای عملکر موثر است (نوروزی و همکاران ۲۰۱۸). سلنیوم نقش مهمی در خنثی کردن تنش‌های غیرزیستی در گیاهان دارد که توسط سرما، خشکی، نور شدید، آب، شوری و دمای بالا ایجاد شده‌اند (منتظری تختی و همکاران ۲۰۱۶). همچنین گزارش شده است که گیاهانی که با سلنیوم تغذیه شده اند تجمع نشاسته در کلروپلاست‌های آنها افزایش یافته است (بایبوردی و همکاران ۲۰۱۶). اثر سلنیوم در افزایش تحمل خشکی و بهبود روابط آبی گیاه مربوط به افزایش جذب آب به دلیل توسعه ریشه، افزایش فتوسنتز و تشکیل قندهای محلول بیان گردید (داوودی و همکاران ۲۰۱۹). القای تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی گلرنگ در این آزمایش باعث کاهش اجزای عملکرد (تعداد طبق، تعداد دانه در طبق، وزن دانه‌ها) و در نهایت باعث کاهش عملکرد گردید و کاربرد سلنیوم در سطوح تنش با اثرات مثبت خود از جمله دلیل بهبود فتوسنتز و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها (نوروزی و همکاران ۲۰۱۸)، افزایش تجمع نشاسته در کلروپلاست (بایبوردی و همکاران ۲۰۱۶)، افزایش تشکیل قندهای محلول و توسعه ریشه (داوودی و همکاران ۲۰۱۹)، موجب بهبود روابط آبی گیاه و افزایش جذب آب و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه و روغن گلرنگ گردید.

جدول ۷-اثر متقابل آبیاری، سلنیوم و رقم بر برخی اجزای عملکرد گلرنگ

آبیاری	سلنیوم ($g.ha^{-1}$)	رقم	تعداد طبق بارور در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (g)
		سینا	۱۷/۰۰ ab	۲۵/۶۶ ef	۳۷/۷ bc
آبیاری کامل	۰	اصفهان	۱۶/۹۵ b	۳۲/۰۰ d	۶۲/۲ d
		سینا	۱۷/۳۳ ab	۲۶/۳۳ e	۴۵/۴ a
آبیاری کامل	۲۰	اصفهان	۱۷/۶۶ ab	۳۴/۶۶ c	۲۷/۷ e
		سینا	۱۷/۴۴ ab	۴۰/۰۰ b	۴۴/۰ab
آبیاری کامل	۴۰	اصفهان	۱۸/ ۶۶a	۴۹/۳۳ a	۳۸/۵ bc
		سینا	۸/۶۶ gh	۱۲/۶۶ jk	۲۷/۱ d
قطع آبیاری در تشکیل طبق	۰	اصفهان	۱۴/۶۶ cd	۱۷/۳۳hi	۲۲/۰ e
		سینا	۱۱/۱۰ f	۱۶/۳۳ i	۳۶/۶ bc
قطع آبیاری در تشکیل طبق	۲۰	اصفهان	۱۵/۳۳ bcd	۲۰/۳۳ gh	۲۳/۵ ef
		سینا	۱۵/۰۰ bcd	۲۱/۰ gi	۴۲/۴ ab
قطع آبیاری در تشکیل طبق	۴۰	اصفهان	۱۶/۳۳ b	۲۳/۳۳ f	۳۳/۶ c
		سینا	۸/۹۶gh	۱۲/۰۰ k	۲۹/۹ cd
قطع آبیاری در گرده افشانی	۰	اصفهان	۱۳/۳۳ c-f	۱۲/۶۶ k	۳۱/۰ cd
		سینا	۱۲/۳۳ ef	۱۶/۶۶ i	۳۹/۰ b
قطع آبیاری در گرده افشانی	۲۰	اصفهان	۱۴/۶۶ c	۱۳/۳۶ k	۳۳/۵ c
		سینا	۱۴/۲۲ c	۱۷/۲۰ hi	۳۹/۵ b
قطع آبیاری در گرده افشانی	۴۰	اصفهان	۱۵/۶۶ b	۱۵/۴۲ij	۳۷/۵ bc

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($P<0.05$)

نتیجه‌گیری

تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد روغن در دو رقم گلرنگ مورد مطالعه گردید. قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی منجر به بیشترین کاهش عملکرد دانه و عملکرد روغن بترتیب به میزان ۳۱/۶ و ۳۹/۷ درصد در مقایسه با آبیاری کامل گردید. بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن در آبیاری کامل و کاربرد ۴۰ گرم در هکتار سلنیوم و به ترتیب به میزان ۳۹۸۷، ۹۵۱۴ و ۶۰۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کاربرد سلنیوم در تیمارهای قطع آبیاری باعث کاهش اثرات خشکی بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن شد. رقم محلی اصفهان دارای بالاترین تعداد طبق بارور در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن بود. بنابراین می‌توان با کاربرد ۴۰ گرم در هکتار سلنیوم و کاشت رقم محلی اصفهان، ضمن کاهش معنی‌دار اثرات خشکی، در شرایط بدون تنش هم افزایش عملکرد دانه و روغن را به ترتیب به میزان ۴۴/۱ و ۲۴/۵ درصد در مقایسه با عدم کاربرد سلنیوم به دست آورد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی نراق به جهت حمایت‌های معنوی تشکر می‌نماید.

منابع مورد استفاده

Acosta-Calegos JA and Adams MW. 1991. Plant traits and yield staibility of dry bean (*Phaseoluse vulgaris*) cultivars under drought stress. 9-213: 117. The Journal of Agricultural Sciene, 117 (2):213-219

Ahmadpour Abnvi S, Ramroudi M, Galavi M and Shamsaddin Saied M. 2019. Effect of biological and chemical phosphorus fertilizer on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under low irrigation conditions. Journal of Agricultural Scence and Sustainable Production, 29(1): 269-284. (In Persian**).**

Bahadori F, Bijanzadeh E and Behpouri A. 2021. Investigation of delayed planting and cutting off irrigation effect on biochemical traits, relative water content and yield of two safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences, 14(3): 605-618**.** (In Persian**).**

Batool M, El-Badri AM, Wang Z, Mohamed IAA, Yang H, Ai X, Salah A, Hassan MU, Sami R and Kuai J. 2022. Rapeseed morpho-physio-biochemical responses to drought stress induced by PEG-6000. Agronomy, 12(3): 579- 591.

Bybordi A. 2016. Effect of zeolite, selenium and silicon on yield, yield components and some physiological traits of canola under salt stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 14(1): 154-170. (In Persian**).**

Davoudi A, Zeinalzadeh-Tabrizi H and Shirani-Rad A. 2019. Effect of selenium foliar application on some quantitative and qualitative characteristics of rapeseed cultivars under end-season thermal stress. Journal of Crop Breeding, 11 (32) :74-87**.** (In Persian**).**

Ghasembaglou M, Sedghi M, Seyed Sharifi R and, Farzaneh S. 2021. The Effect of biofertilizers on grain yield and yield components of Pea (*Pisum sativum* L.) under different levels of irrigation. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31(3): 169-180. (In Persian**).**

Golchin L, Tavakoli A and Mohseni Fard E. 2021. Evaluation of the effects of 6-Benzyl Aminopurine application on safflower cultivars production under drought stress conditions. Journal of Crops Improvement, 23(2): 321-334. (In Persian**).**

Joshan Y, Sani B, Jabbari H, Mozafari H and Moaveni P. 2020. The effect of late season drought stress on some morphophysiological characteristics of Iranian safflower varieties in Karaj region. Environmental Stresses in Crop Sciences, 13(4): 1093-1104. (In Persian**).**

Khademi Astaneh R, Tabatabaie S and Bolandnazar S. 2017. Effect of se on yield and vegetative characteristics of brussels sprouts in hydroponics. Journal of Horticultural Science, 31(1): 167-179. (In Persian**).**

Khodaeii F, Abdali Mashhadi A, Lotfi Jalal Abadi A and Koochekzadeh A. 2018. Effect of mulch and selenium and boron foliar spraying on some quantitative and qualitative characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in saline soil. Journal of Crop Production, 11(3): 43-59. (In Persian**).**

Majnoun Hosseini N, Gholami M, Afshoon E, Jahansooz M and Rabieian E. 2022. Effect of irrigation regime and plant density on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences, 15(1): 67-78. (In Persian**).**

Mohkami A, Yazdanpanah N and Saeidnejad A. 2021. The Effect of vermicompost and biochar application on morphophysiological characteristics of quinoa under drought stress conditions. Iranian Journal of Soil and Water Research, 52(12). (In Persian**).**

Montazeri Takhti N, Khajoei Nejad G and Arvin M. 2016. Response of barley cultivars to chemical treatments of salicylic acid and selenium under drought stress in field condition. Journal of Crops Improvement, 18(2): 431-441. (In Persian**).**

Motakefi M, Sirousmehr A and Mohsen Mousavi Nik M. 2021. Effect of organic growth stimulator on yield, yield components, oil percentage, and some physiological indices of safflower under drought stress condition. Journal of Crops Improvement, 23(3): 548-535. (In Persian**).**

Norouzi M, Sajedi N and Gomarian M. 2018. Effects of salicylic acid and selenium at growth stages on yield and yield components of chick pea (*Cicer arietinum* L.) under dryland farming condition. Environmental Stresses in Crop Sciences, 11(3): 579-589. (In Persian**).**

Parsa Motlagh B, Mirmiran S, Fateminick F and Mahmoudi M. 2021. Evaluation of drought stress on unsaturated fatty acids and some physiological traits of four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars in Jiroft. Environmental Stresses in Crop Sciences, 14(3): 619-627. (In Persian**).**

Rezaei-chianeh A, Khorramdel S, Movludi A and Rahimi A. 2017. Effects of Nano-chelated zinc and mycorrhizal fungi inoculation on some agronomic and physiological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 15(1):168-184. (In Persian).

Sajedi N, Madani H and Sajedi A. 2017. Response of agronomic traits of wheat and barley to sources and different rates of selenium in rainfed condition. Iranian Journal of Field Crops Research, 15(2): 341-354. (In Persian**).**

Sajedi N and Norouzi M. 2020. Effect of salicylic acid and selenium application at different growth stages on some physiological traits of chickpea under rainfed conditions. Iranian Journal Pulses Research, 10(2): 36-48. (In Persian**).**

Shahsavari M, Yasari T, Barzegar A and Omid A. 2005. Study of developmental stages and relationship between of them and seed yield in ten advanced safflower genotypes. Pajouhesh and Sazandegi, 18(3) 68: 75-83. (In Persian).

Soheili-Movahhed S, Khomari S, Sheikhzadeh P and Alizadeh B. 2019. Improvement in seed quantity and quality of spring safflower through foliar application of boron and zinc under end season drought stress. Journal of Plant Nutrition, 42(8): 942-953. (In Persian**).**

Terry N, Zayed AM, De Souza MP and Tarun AS. 2000. Selenium in higher plants. Annual, Review Plant Molecular Biology, 51:401-432.

Usefirad M and Sharifi, M. 2019. Effect of salicylic acid and selenium foliar application on physiological and agronomic characteristics of safflower (*Carthamus tictorius* L.) in drought stress conditions. Crop Physiology Journal, (41): 29-46. (In Persian**).**