

تأثیر میکوریزا و فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت تنش خشکی

زبیده غلامی کالوس^۱، امین صالحی^{۲*}، محسن موحدی^۳، علی مرادی^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

*مسئول مکاتبه: E-mail: Aminsalehi@yu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بر عملکرد گلرنگ رقم صفه تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۵ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل تنش خشکی در سه سطح آبیاری کامل، تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله پرشدن دانه و کودهای زیستی به عنوان عامل فرعی شامل شاهد یا عدم کاربرد کود زیستی، فسفات بارور ۲، میکوریزا و میکوریزا + فسفات بارور ۲ بود. کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش تعداد طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه گردید. بیشترین میزان عملکرد دانه با ۳۴۱۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی میکوریزا آربوسکولار و فسفات بارور ۲ و کمترین میزان عملکرد دانه با ۱۴۵۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار تنش در مرحله گلدهی و عدم کاربرد کود زیستی به دست آمد. تنش در مرحله گلدهی و گرده افشانی گیاه باعث کاهش بیشتر عملکرد دانه گردید. بیشترین درصد روغن دانه در تیمار آبیاری معمول و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی بدست آمد و کمترین درصد روغن دانه مربوط به تنش مرحله پر شدن دانه و عدم کاربرد کودهای زیستی بود. تنش خشکی در مراحل گلدهی و پر شدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه، روغن و درصد روغن دانه و مصرف کودهای زیستی در شرایط تنش خشکی با بهبود اجزای عملکرد باعث افزایش در صفات ذکر شده نسبت به عدم کاربرد کودهای زیستی گردید.

واژه های کلیدی: کودهای زیستی، کشاورزی پایدار، عملکرد روغن، عملکرد دانه، گلرنگ

Effect of Mycorrhizal and Phosphate Barvar 2 on Yield and Yield Components and Oil Content of Safflower (*Carthamus tinctorius* L. cultivar soffeh) under Drought Stress

Zobeydeh Gholami Kalus¹, Amin Salehi^{2*}, Mohsen Movahedi Dehnavi³, Ali Moradi²

Received: January 28, 2018 Accepted: October 15, 2018

1-MSc Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran.

2-Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran.

3-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran.

*Corresponding Author Email: Aminsalehi@yu.ac.ir

Abstract

The effect of bio fertilizers of Mycorrhiza and phosphate Barvar2 on yield of safflower cultivar soffeh under drought stress were investigated in a Research Farm Faculty of Agriculture at Yasouj University in 2016, as split plot Experiment randomized complete block design with three replications. Main factor included drought stress in three stages (full irrigation, flowering and pollination stage, and grain filling stage) and bio fertilizers as sub factor were included control or no application Bio fertilizer, Phosphate Barvar 2, Arbuscular mycorrhiza, and Arbuscular mycorrhiza + Phosphate Barvar 2. Application of bio fertilizers increased the grain yield components including number of fertile head, number of grain per head and 1000-grain weight. The highest grain yield (3413 kg.ha⁻¹) was obtained in conventional irrigation treatments and the combined application of biofertilizers, arbuscular mycorrhiza and phosphate Barvar2, and the lowest grain yield (1451 kg.ha⁻¹) in stress at flowering stage and in the absence of bio fertilizer application. Stress at flowering stage reduced the grain yield. The highest percentage of grain oil was obtained in conventional irrigation treatments and integrated application of bio fertilizers, and the lowest percentage of grain oil was due to grain filling stage stress and non-application of bio fertilizers. Drought stress at flowering and grain filling stages reduced grain yield, oil yield and grain oil content. Application of biofertilizers in drought stress conditions with improvement in yield components increased the mentioned traits in compared with non-application of biofertilizers.

Keywords: Bio-fertilizers, Sustainable Agriculture, Oil Yield, Grain Yield, Safflower

مقدمه
طبی، صنعتی و غذایی از گلبرگ‌های آن، کیفیت بالای روغن دانه و وجود بیش از ۲۷ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسید چرب لینولئیک و اولئیک، مقاومت نسبتاً بالا به شوری و خشکی از جمله مواردی

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. گیاهی یک‌ساله از تیره آستراسه^۱ می‌باشد و خصوصیات مطلوب و خاص این گیاه نظیر استفاده‌های

۲۰۱۰). حشمتی و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر کودهای زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد گلرنگ بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی فسفات بارور ۲، باعث افزایش عملکرد گیاه گردید.

در اثر تنش خشکی به دلیل کاهش حجم آب خاک و در نتیجه کاهش توزیع عناصر غذایی در بافت خاک جذب عناصر غذایی از طریق ریشه کاهش می‌یابد (لویت ۱۹۸۰). کاهش عملکرد در این مرحله ممکن است به واسطه کاهش تعداد دانه در طبق حاصل شود. همچنین تنش در مرحله گلدهی گلرنگ، موجب کاهش معنی‌دار تعداد طبق در بوته می‌شود که این افت ناشی از کاهش طبق‌های ثانویه می‌باشد (فرخی‌نیا و همکاران ۲۰۱۱). چنانچه تنش در مرحله زایشی رخ دهد کاهش عملکرد به واسطه کاهش دوره پرشدن و وزن دانه‌ها می‌باشد (عرب و همکاران ۲۰۱۶). محسن‌نیا و جلیلیان (۲۰۱۲) همچنین بیان کردند در شرایط تنش خشکی میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد. راستی و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که وزن هزار دانه گلرنگ در شرایط آبیاری نرمال افزایش یافت. نتایج راعی و همکاران (۲۰۱۵) بر روی گیاه گلرنگ نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش قطر طبق شده که به تبع آن باعث کاهش تعداد دانه در طبق، کاهش وزن هزار دانه، و در نهایت کاهش عملکرد گیاه می‌شود. همزیستی میکوریزایی توانایی گیاهان را در مقابله تنش‌های محیطی از قبیل کمبود مواد غذایی، خشکی و اختلالات خاک بهبود می‌بخشد (بارا و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به قرار گرفتن کشور در منطقه خشک و نیمه خشک این تحقیق به منظور بررسی اثر قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن گلرنگ در شرایط تنش خشکی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

جهت مطالعه اثر کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بر برخی صفات گلرنگ رقم صفا تحت

است که آن را به عنوان گیاه روغنی با ارزشی مطرح نموده است (کلساریسی و همکاران ۲۰۰۵). بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از سازمان خواربار کشاورزی سطح زیر کشت گلرنگ در ایران در سال ۲۰۱۴ حدود ۷۸۱ هکتار می‌باشد و میانگین عملکرد و تولید آن در همین سال به ترتیب ۶۷۱ کیلوگرم در هکتار و ۵۲۴ تن بوده است (فائو ۲۰۱۴).

مصرف کودهای شیمیایی در محصولات زراعی، صرف‌نظر از هزینه زیاد آن، می‌تواند مشکلات زیست محیطی را نیز به همراه داشته باشد. در نتیجه‌ی مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، کمبود بعضی از عناصر غذایی تشدید شده و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها نیز دستخوش تغییرات شده‌اند (روبرتز ۲۰۰۸). امروزه به منظور حل این معضلات از روش‌های زیستی از جمله همزیستی ریشه گیاهان با میکروارگانیسم‌ها از طریق کودهای زیستی استفاده می‌شود (آلباهو و همکاران ۲۰۰۹). کودهای زیستی متشکل از باکتری‌ها و همچنین قارچ‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی، مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات آن‌ها تولید می‌شوند (اسیتکن و همکاران ۲۰۱۰). قارچ‌های میکوریزا از طریق افزایش سطح جذب ریشه نه تنها توانایی گیاه میزبان را در جذب آب و عناصر غذایی افزایش می‌دهند، بلکه با اصلاح ساختمان فیزیکی خاک، محیط مناسب‌تری را برای رشد و توسعه بستر ریشه‌ای گیاه میزبان به بوجود می‌آورند (ادسموی و کلیپ ۲۰۰۹). همچنین استفاده از کودهای زیستی قارچ میکوریزا در تولید محصولات زراعی سبب بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های غیر زنده می‌شود (مجیدی و امیری ۲۰۱۱). فسفات بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات می‌باشد که با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه‌ی ترکیبات فسفوری نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می‌گردند (یادگاری و همکاران

شرایط تنش خشکی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تنش خشکی به عنوان عامل اصلی در سه سطح بدون قطع آبیاری (آبیاری کامل)، تنش گله‌ای و گرده‌افشانی (قطع آبیاری در مرحله گله‌ای و گرده‌افشانی) و تنش پر شدن دانه (قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) و عامل فرعی نیز شامل ۴ سطح مختلف کودزیستی میکوریزا *G. mossae* و کود زیستی فسفات بارور ۲ شامل ۱- میکوریزا، ۲- کود زیستی فسفات بارور ۲، ۳- میکوریزا + کود زیستی فسفات بارور ۲ و ۴- عدم کاربرد کود زیستی بود. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی کرت‌بندی و ایجاد پشته‌ها صورت گرفت. کرت‌ها به ابعاد ۴×۲/۵ متر آماده شد. هر کرت اصلی از چهار کرت فرعی و هر کرت فرعی از چهار خط کشت به طول چهار متر با فاصله ۵۰ سانتیمتر و فاصله بذر روی ردیف پنج سانتیمتر بود. سپس بذرهای گلرنگ با فاصله ۸ سانتی‌متر از یکدیگر، روی ردیف‌های کاشت

در عمق ۵-۳ سانتی‌متری در ۲۰ خردادماه به صورت هیرم‌کاری کشت گردید. قبل از کاشت، آزمون خاک انجام گرفت (جدول ۱) و کود دهی بر اساس آزمون خاک و در نظر گرفتن نیاز گیاه انجام گرفت (۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در دو مرحله قبل از کاشت و مرحله ساقه رفتن به ردیف‌های گلرنگ به صورت نواری اضافه شد و ۷۵ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل). آبیاری‌ها از زمان سبز شدن بذر تا مرحله ۴-۳ برگی، هر چهار روز یک بار و پس از آن، هفته‌ای یک بار انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز، در طول رشد رویشی به صورت وجین دستی انجام گرفت و در زمان اعمال تنش خشکی کرت‌های فاقد تنش نیز طبق روال معمول هفته‌ای یکبار آبیاری شدند. در طول رشد رویشی، جهت پیشگیری از گسترش علف‌های هرز سه تا چهار مرتبه وجین دستی صورت گرفت. طی مرحله داشت، مزرعه در دو نوبت با سم متاسیستوکس و با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار برای مبارزه با آفت شته و مگس گلرنگ سم‌پاشی گردید

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	ماده آلی (درصد)	نیترژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	آهن قابل جذب	روی قابل جذب
رسی سیلتی	۷/۷	۰/۵	۱/۶	۰/۱۶	۸	۲۶۰	۱۴/۸	۰/۴۸

در هنگام رسیدگی پس از حذف دو ردیف حاشیه هر کرت و ۵۰ سانتی‌متر از دو طرف کرت، سطحی معادل سه متر مربع جهت اندازه‌گیری عملکرد و اجزا عملکرد برداشت گردید. سپس صفات مورد نظر شامل عملکرد دانه و اجزا عملکرد (تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) اندازه‌گیری شد. همچنین از نسبت عملکرد دانه به وزن کل بوته، شاخص برداشت بدست آمد. جهت اندازه‌گیری درصد روغن دانه از روش

سوکسله (جانسون و اولریچ ۱۹۵۹) به شرح زیر استفاده شد. ابتدا ۱۰ گرم دانه از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و آسیاب شد. سپس نمونه‌های آسیاب شده داخل کاغذ صافی پیچانده شدند، نمونه کاغذ صافی به همراه پودر دانه، در کارتوش دستگاه سوکسله قرار گرفت. برای هر نمونه با توجه به حجم بالون، حدود ۲۵۰ میلی-لیتر حلال اتر پترولیوم (شرکت مرک با نقطه جوش ۶۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد) در بالون ریخته شد و سپس

مرحله گلدهی گیاه باعث سقط گلچه‌ها و کاهش باروری گیاه گلرنگ در این مرحله از رشد و در نهایت باعث کاهش تعداد طبق در بوته شده است؛ و استفاده از کودهای زیستی به جهت جذب بهتر عناصر غذایی و آب باعث افزایش تعداد طبق در گیاه گردید.

تعداد دانه در طبق

اثر تنش خشکی و کود زیستی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش در مرحله گلدهی نسبت به شرایط آبیاری کامل و تنش در مرحله پر شدن دانه اثر کاهشی معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق دارد (شکل ۲). به طوری که بیشترین تعداد دانه در طبق مربوط به آبیاری کامل (۵۹/۵ دانه در طبق) بود. مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی نشان داد که با مصرف کودهای زیستی تعداد دانه در طبق افزایش یافت (شکل ۳). با توجه به نمودار مقایسه میانگین مربوط به اثر تنش خشکی می‌توان بیان کرد که تنش در مرحله گلدهی باعث افت تعداد دانه در طبق شد و این امر حاصل سقط و از بین رفتن گله‌ها در این مرحله از رشد بود، همچنین تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه احتمالاً باعث کاهش تعداد دانه سالم و افزایش تعداد دانه‌های پوک در طبق می‌شود (شکل ۲). استفاده تلفیقی از کود زیستی میکوریزا آربوسکولار و فسفات بارور ۲، باعث افزایش تعداد دانه در طبق نسبت به عدم استفاده از کود زیستی شد. بیشترین تعداد دانه در طبق (۶۰/۴۴ دانه) مربوط به استفاده تلفیقی و کمترین تعداد دانه (۴۷/۳۲) مربوط به عدم کاربرد کود زیستی بود (شکل ۳). قارچ میکوریزا ارتباط آب با گیاه میزبان را بوسیله افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، افزایش تعرق و کاهش مقاومت روزه‌ها بوسیله تغییر در تعادل هورمونی گیاه بهبود می‌بخشد. این تغییرات سبب بهبود گیاهان میکوریزایی تحت تنش خشکی می‌شود. نتایج حاصل از مطالعه فنایی و ناروئی‌راد (۲۰۱۴) نشان داد که کمبود آب در طی مراحل گلدهی و پر شدن دانه در گلرنگ سبب کاهش تعداد دانه در طبق می‌گردد.

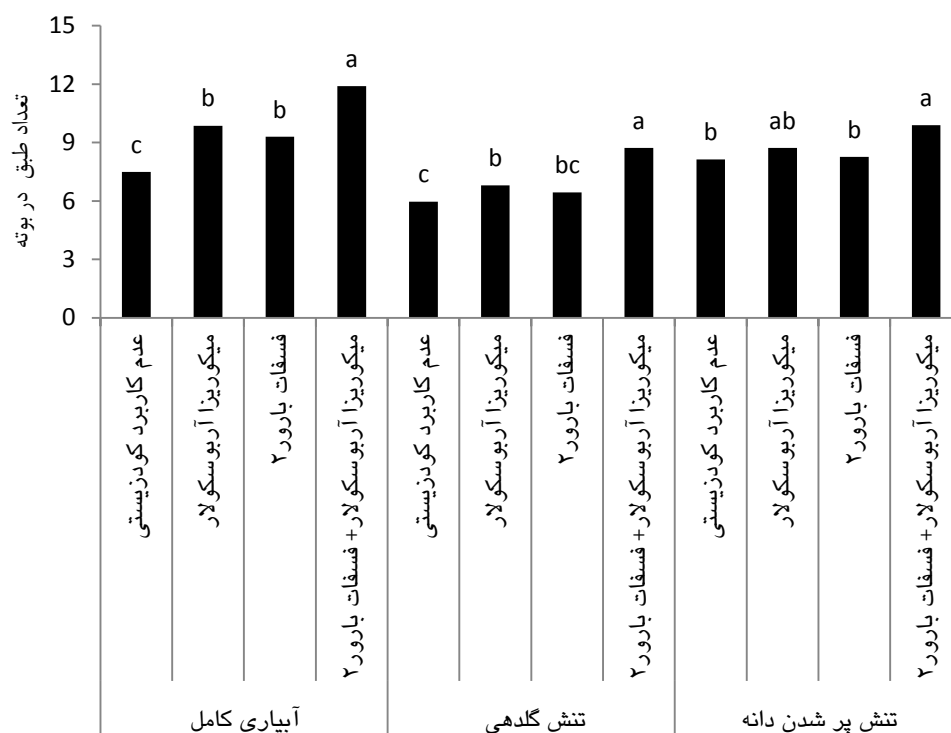
دستگاه روشن شد. پس از حدود ۴/۵ ساعت، روغن نمونه استخراج شد و به بالون منتقل گردید. سپس کارتوش در آون قرار داده و پس از خشک شدن کاغذ صافی، باقیمانده پودر دانه وزن شد از اختلاف بدست آمده، درصد روغن محاسبه گردید. از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن، عملکرد روغن بدست آمد. تجزیه آماری در دو مرحله جداگانه برای مراحل گلدهی و پر شدن دانه انجام گرفت، مقایسه میانگین تیمارها به روش LSD در سطح ۵ درصد و مقایسه میانگین اثرات متقابل در صورت معنی‌دار بودن با رویه L.S.Means انجام شد (سلطانی ۲۰۰۶). رسم نمودارها با کمک نرم-افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

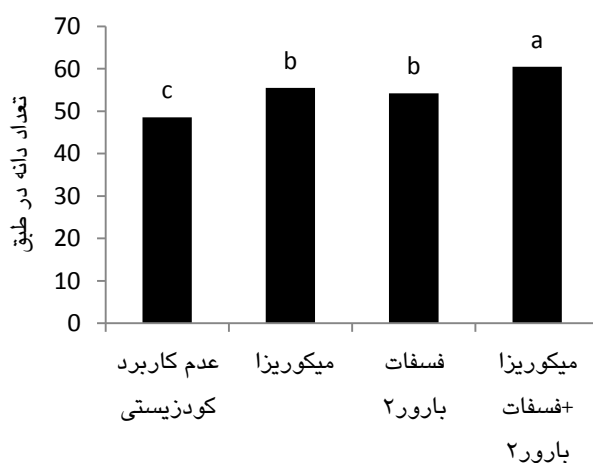
تعداد طبق در بوته

اثر تنش خشکی و کودهای زیستی و همچنین بر همکنش دو عامل تنش خشکی و کودزیستی بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار گردید (جدول ۲). اثر کودهای زیستی بر تعداد طبق در بوته در سطوح تنش خشکی معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی نشان داد که در شرایط آبیاری کامل، بیشترین تعداد طبق در بوته (۱۱/۹) مربوط به استفاده تلفیقی از کودهای زیستی میکوریزا + فسفات بارور ۲ می‌باشد و کمترین تعداد طبق در بوته مربوط به عدم استفاده از کودهای زیستی بود.

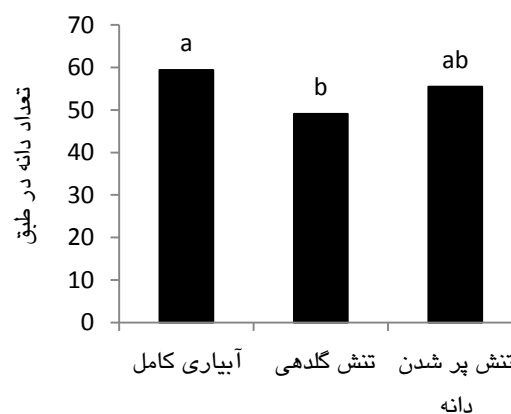
مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در سطوح تنش گلدهی بیشترین تعداد طبق (۸/۵۳) مربوط به استفاده همزمان از کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بود و کمترین تعداد طبق (۵/۹۶) طبق در بوته) مربوط به عدم استفاده از کودهای زیستی در این سطح از تنش بود. همچنین در مرحله پر شدن دانه بیشترین تعداد طبق مربوط به استفاده همزمان از کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بود که اختلاف معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (شکل ۱). اعمال تنش خشکی در



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد طبق در بوته در سطوح مختلف تنش خشکی و کودهای زیستی



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق در سطوح مختلف کودهای زیستی



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق در سطوح مختلف تنش خشکی

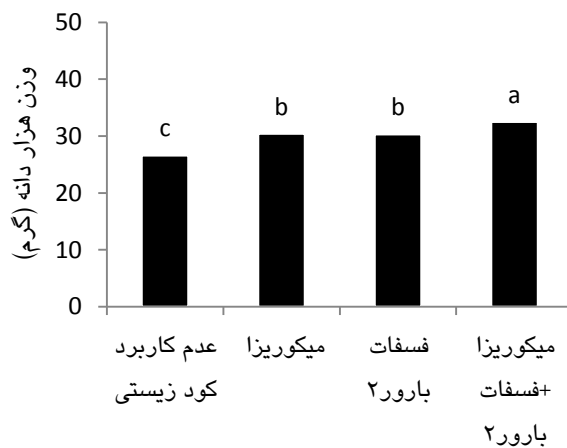
وزن هزار دانه

تنش خشکی در مراحل گلدهی و گرده افشانی و پر شدن دانه کاهش وزن هزار دانه گلرنگ را در پی داشت و کمترین وزن هزار دانه (۲۶/۹۹ گرم) مربوط به تنش مرحله پر شدن دانه بود (شکل ۴). همچنین مقایسه میانگین‌های اثر کودهای زیستی نشان داد که استفاده از

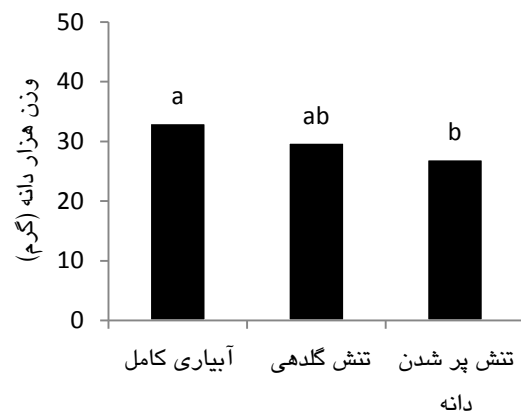
اثر تنش خشکی و کودهای زیستی بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۳۳/۰۵ گرم) مربوط به آبیاری کامل می‌باشد

گیاه در نتیجه تنش خشکی حاصل کاهش دوره پر شدن دانه و از دست رفتن فصل رشد است. ناصری و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که وزن هزار دانه بر اثر تلقیح بذور گلرنگ با باکتری نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش یافت. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج حشمتی و همکاران (۲۰۱۷) که روی آفتابگردان تحت شرایط تنش رطوبتی مطالعه‌ای انجام دادند مطابقت داشت.

این کودها باعث افزایش وزن هزار دانه شد. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به استفاده همزمان کود زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ (۳۲/۵ گرم) مشاهده گردید و کمترین وزن هزار دانه (۲۶/۵۷) مربوط به عدم کاربرد کود زیستی مشاهده گردید (شکل ۵). همچنین اختلاف بین وزن هزار دانه در سطح آبیاری کامل با تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه ۱۸/۳۳ درصد می‌باشد. در مجموع می‌توان بیان داشت که کاهش وزن هزار دانه



شکل ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف کودهای زیستی



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف تنش خشکی

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و کودهای زیستی بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد		وزن		میانگین مربعات		شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
		تعداد طبق	تعداد در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	وزن کل بوته	عملکرد دانه			
بلوک	۲	۰/۳۶	۷۹/۴۷	۷/۵۸	۳۲۳۰۴۸/۴۴	۸۷۸۶۰/۰۲	۲۹/۷۱	۰/۶۵۳	۲۰۲۴۱/۰۸	
تنش خشکی	۲	۲۱/۹۹**	۳۲۸/۱۷**	۱۱۰/۳۹**	۴۹۱۳۳۶۸**	۳۰۶۰۴۸۴/۱۹۴*	۳۶۶/۱۸**	۳۰/۳۱**	۳۲۰۱۴۹**	
خطای اصلی	۴	۲/۳۱	۳۲/۲۶	۱۰/۳۴	۲۳۲۵۹/۱۵	۱۴۱۹۲۴۷/۱۱	۱۰/۰۱	۲/۵۲	۲۳۹/۴۵	
کود زیستی	۳	۱۴/۲۵**	۲۱۵/۳۴**	۵۴/۷۱**	۴۳۹۵۳۷**	۹۸۵۶۴۵/۲۲*	۲۲/۹۲**	۲۴/۴۹**	۵۹۶۱۱/۸۵**	
تنش خشکی × کود زیستی	۶	۰/۹۸۱*	۲۱/۱۳ ^{ns}	۱/۶۵ ^{ns}	۵۲۳۱۷/۱۷*	۱۰۷۷۹۳۶/۲۲ ^{ns}	۱۳/۸*	۱/۰۶*	۳۳۴۷/۳۸**	
خطای آزمایش	۱۸	۰/۲۸۱	۱۳/۸	۲/۸۲	۱۸۷۱۰/۸۸	۵۹۲۵۴۵/۰۵	۳/۳۹	۰/۳۴۵	۸۴۴	
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۵	۶/۸۰	۵/۶	۵/۸۶	۸/۱۳	۸/۳۶	۲/۶۳	۶/۰۵	

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر سطوح کود زیستی در هر سطح تنش بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد طبق	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
آبیاری کامل	۲	۹/۸۵**	۲۳۱۳۳۰**	۳۳/۹۳**	۱۱/۶۱**	۳۰۶۶۷**
تنش گلدهی	۲	۴/۴۳**	۲۱۱۴۴۴**	۱۱/۳۷*	۹/۵۳**	۲۲۶۱۰**
تنش پر شدن دانه	۲	۱/۹۳**	۱۰۱۳۹۸**	۵/۲۳ ^{ns}	۵/۴۷**	۱۳۰۲۹**

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی داری باشد.

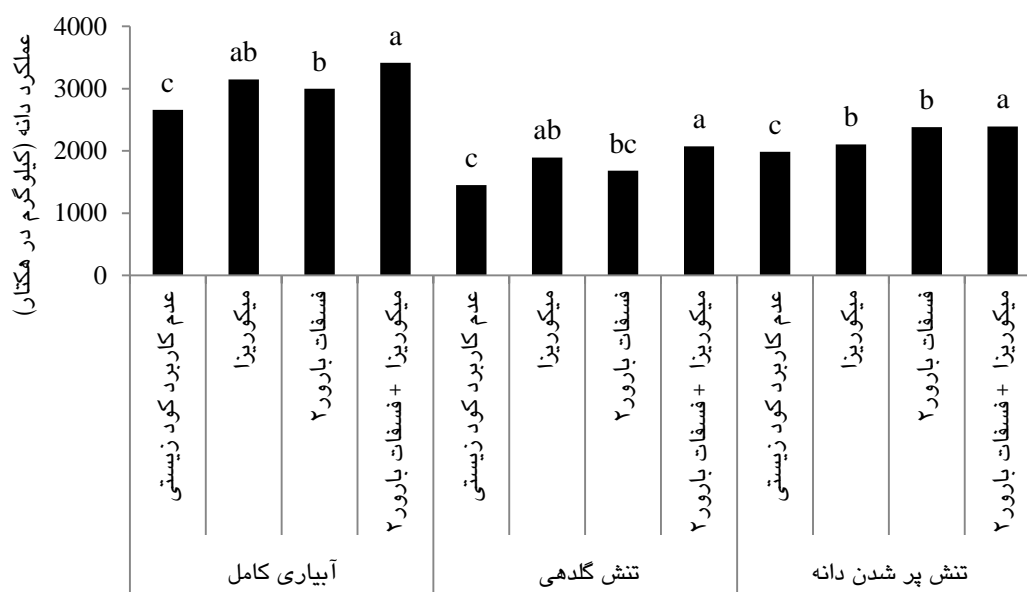
عملکرد دانه

اثر تنش خشکی و کودهای زیستی بر عملکرد دانه معنی دار گردید و همچنین بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی بر عملکرد دانه معنی دار گردید (جدول ۲). نتایج برشدهی نشان داد که در تمامی سطوح تنش اثر کودهای زیستی بر عملکرد دانه معنی دار گردید (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های برهمکنش تنش خشکی و کودهای زیستی نشان داد بیشترین میزان عملکرد دانه در سطوح آبیاری کامل به میزان ۳۴۱۳ کیلوگرم در هکتار مربوط استفاده تلفیقی از کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بود. در شرایط آبیاری کامل کمترین میزان عملکرد دانه (۲۶۶۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به عدم استفاده از کاربرد کود زیستی بود، در تیمار تنش در مرحله گلدهی بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب مربوط به استفاده تلفیقی از کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ و عدم کاربرد کود زیستی به میزان ۲۰۷۵ و ۱۴۵۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد، در سطوح تیماری تنش در مرحله پر شدن دانه بیشترین

میزان عملکرد دانه مربوط به تیمار استفاده تلفیقی از کود زیستی میکوریزا آربوسکولار و فسفات بارور ۲ به میزان ۲۳۰۳ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد دانه ۱۹۸۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به عدم کاربرد کود زیستی بود (شکل ۶). تنش در مراحل گلدهی و پر شدن دانه کاهش قابل توجهی در میزان عملکرد دانه داشت. و بیشترین افزایش عملکرد در آبیاری کامل و استفاده از کودهای زیستی بود که به نظر می‌رسد به دلیل افزایش در اجزای عملکرد از جمله تعداد طبق و تعداد دانه در طبق باشد.

محققین با بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی بر پتانسیل عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی فسفات بارور، باعث افزایش عملکرد دانه گردید (دانشور و علیزاده ۲۰۱۴). در واقع چنین استنباط می‌شود که همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه گلرنگ ممکن است از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، افزایش محتوای کلروفیل، باعث افزایش فتوسنتز گیاه شده و از این طریق موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه شده است (یوسف‌پور و یدوی ۲۰۱۴).



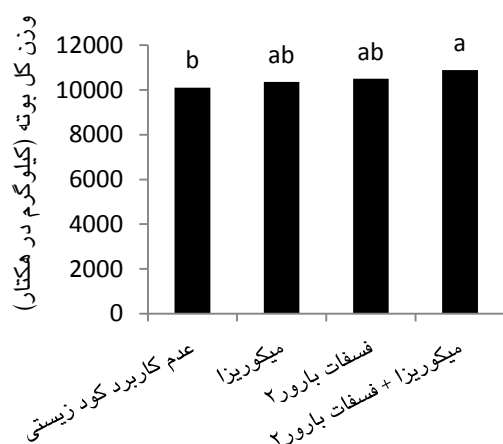
شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش خشکی و کودهای زیستی

معنی‌دار گردید (جدول ۴-۱۶). مقایسات میانگین اثر تنش خشکی نشان داد کمترین میزان وزن کل بوته (۹۸۸۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تنش در مرحله گلدهی گیاه بود (شکل ۷). و بین میزان وزن کل بوته در سطح آبیاری کامل (شاهد) و تنش در مرحله پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر گلرنگ نشان داد استفاده از تیمار کودی تاثیر معنی‌داری بر میزان وزن کل بوته گیاه گلرنگ داشت به طوری که کمترین میزان وزن کل بوته (۱۰۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به عدم استفاده از کودهای زیستی و بیشترین میزان وزن کل بوته مربوط به استفاده همزمان میکوریزا آربوسکولار و فسفات بارور ۲ (۱۰۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۸).

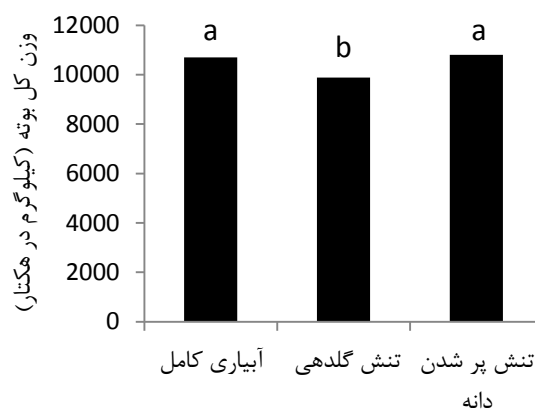
کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش گلدهی می‌تواند به دلیل سقط و از بین رفتن گلچه‌ها و عدم باروری گیاه در این مرحله از رشد گیاه باشد. کاهش عملکرد دانه می‌تواند مستقیماً در اثر بسته شدن روزنه‌ها و یا به طور غیر مستقیم در اثر افزایش آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین‌ها و کلروفیل‌ها باشد، که در نهایت باعث کاهش سرعت میزان فتوسنتز و به تبع آن کاهش مقدار مواد فتوسنتزی و در نهایت عملکرد دانه می‌گردد (چائی‌چی و همکاران ۲۰۰۳).

وزن کل بوته

بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی تاثیر معنی‌داری بر وزن کل بوته گلرنگ نداشتند، و اثر تنش خشکی و کودهای زیستی هر کدام به تنهایی در سطح ۵٪



شکل ۸- مقایسه میانگین وزن کل بوته در سطوح مختلف کودهای زیستی



شکل ۷- مقایسه میانگین وزن کل بوته در سطوح مختلف تنش خشکی

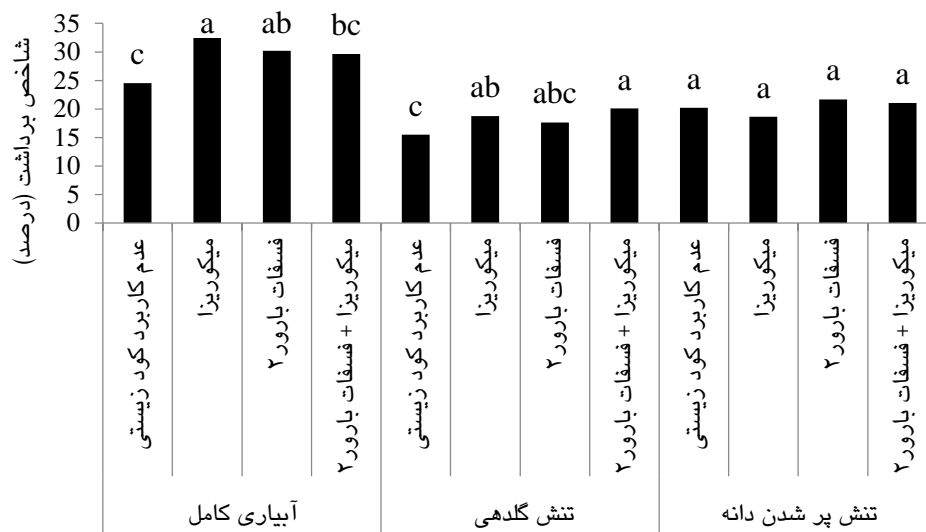
شاخص برداشت

اثر تنش خشکی و کودهای زیستی و بر همکنش این دو بر شاخص برداشت معنی دار شد (جدول ۲). نتایج برش‌دهی نشان داد در سطوح آبیاری کامل اثر کودهای زیستی در سطح ۱٪، تنش گله‌ی اثر کودهای زیستی در سطح ۵٪ معنی دار و در سطح تنش پر شدن دانه غیر معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی نشان داد که در تیمار آبیاری کامل بیشترین شاخص برداشت مربوط به استفاده از کود زیستی آربوسکولار (۳۲/۴۶ درصد) بود که می‌تواند ناشی از افزایش عملکرد دانه در این تیمار نسبت به وزن کل بوته همین تیمار باشد؛ با توجه به مقایسات میانگین در سطح تنش گله‌ی کاهش شاخص برداشت در این سطح از تنش مشاهده شد که ناشی از کاهش عملکرد دانه و اجزاء عملکرد بود. با اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه بین سطوح کودهای زیستی استفاده شده اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۷). در سطح تنش گله‌ی اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار شاخص برداشت ۲۲/۵۶ درصد می‌باشد. همچنین با استفاده تلفیقی از کودهای زیستی در این مطالعه مشاهده شد که شاخص برداشت در سطح آبیاری کامل نسبت به تنش گله‌ی و پر شدن دانه افزایش ۳۳/۳۹ و ۲۸/۷۲ درصد را نشان داد. راستی و همکاران (۲۰۱۴)

تنش خشکی به دلیل کاهش آماس سلولی سبب کاهش فواصل میانگه، ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک و در نهایت کاهش وزن کل بوته در گیاه می‌گردد، کودهای زیستی با تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته سبب افزایش رشد رویشی و در نتیجه فراهم سازی امکان بهره‌برداری بهتر از نور و فتوسنتز بیشتر و در نهایت افزایش رشد و نمو شده‌اند. بررسی مقایسات میانگین اکبری و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیانگر افزایش عملکرد زیستی بذر تلقیح شده با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد نسبت به بذور شاهد در آفتابگردان می‌باشد. فنائی و همکاران (۲۰۱۶) قطع آبیاری در فاز رویشی عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد ۳۶٪ کاهش داد، همچنین امید (۲۰۰۹) گزارش کرد تنش رطوبتی سبب کاهش تجمع ماده خشک و نتیجتاً کاهش عملکرد بیولوژیک دانستند. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج این محققین هماهنگی دارد. چرا که این باکتری‌ها با تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته سبب افزایش رشد رویشی و در نتیجه امکان فراهم سازی بهره‌برداری بهتر از نور و فتوسنتز بیشتر و در نهایت افزایش رشد و نمو شده‌اند.

رویشی گیاه بیشتر از عملکرد دانه تاثیرگذار باشد، در این صورت با افزایش شدت تنش خشکی، شاخص برداشت افزایش پیدا می‌کند، اما اگر تنش خشکی بر عملکرد دانه تاثیر بیشتری داشته باشد، در این حالت افزایش شدت تنش خشکی موجب کاهش شاخص برداشت می‌شود.

بیان کردند تنش خشکی شدید در گلرنگ کاهش شاخص برداشت را در پی دارد. علت کاهش شاخص برداشت در فاز گلدهی، افت بیشتر عملکرد دانه در قیاس با عملکرد زیستی می‌تواند باشد. بنابراین، می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که تغییرات شاخص برداشت در سطوح مختلف آبیاری بستگی به تاثیر تنش خشکی بر اندام‌های رویشی و دانه دارد به عبارت دیگر اگر تنش خشکی بر اندام‌های



شکل ۹- مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح مختلف تنش خشکی و کودهای زیستی

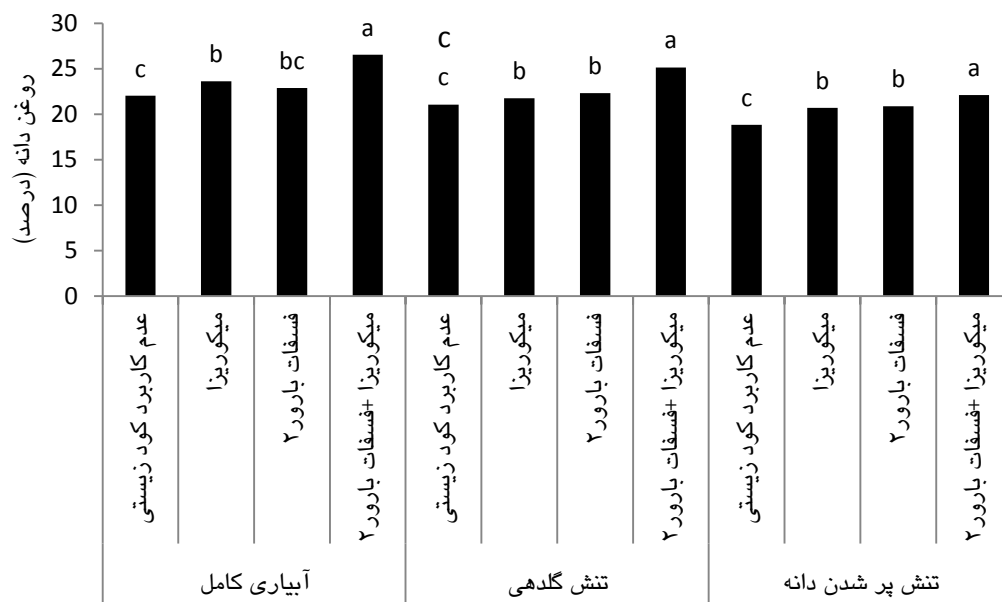
شده و با مصرف کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ این مقدار کاهش کمتر شده است به طوری که در مرحله پر شدن دانه اختلاف درصد روغن دانه با کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی ۱۴/۸ درصد افزایش نشان داد و اختلاف معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها در همین سطح تنش نشان داد (شکل ۱۰). به نظر می‌رسد در این مطالعه اثرات مثبت کودهای زیستی از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر خود موجبات تولید فراورده‌های فتوسنتزی بیشتری و بهبود رشد گردد که در نهایت موجب افزایش درصد روغن دانه در گیاه در مقایسه با تیمار عدم تلقیح با کود زیستی شده است. نصیری و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر کود بیولوژیک حل‌کننده

درصد روغن

بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی بر درصد روغن معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج برش‌دهی نشان داد که در تمامی سطوح تنش اثر کودهای زیستی بر درصد روغن معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی نشان داد بیشترین درصد روغن دانه در تیمار آبیاری کامل مربوط به استفاده تلفیقی از کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بود (۲۶/۶ درصد) و کمترین میزان درصد روغن دانه در تنش مرحله پر شدن دانه مربوط به عدم استفاده از کود زیستی (۱۸/۸۳ درصد) بود. مقایسات میانگین‌ها نشان داد با اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه از میزان درصد روغن دانه کاسته

متابولیکی بذر و آسیب به انتقال آسیمیلاتها به دانه باشد. زیرا گیاه فرصت کافی برای سنتز روغن از پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر را ندارد.

فسفات بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بیان کردند که در تیمار کودی حل‌کننده فسفات، بیشترین درصد روغن دانه بدست آمد. کاهش درصد روغن دانه در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت اختلال در فرآیندهای



شکل ۱۰- مقایسه میانگین درصد روغن دانه در سطوح مختلف تنش خشکی و کودهای زیستی

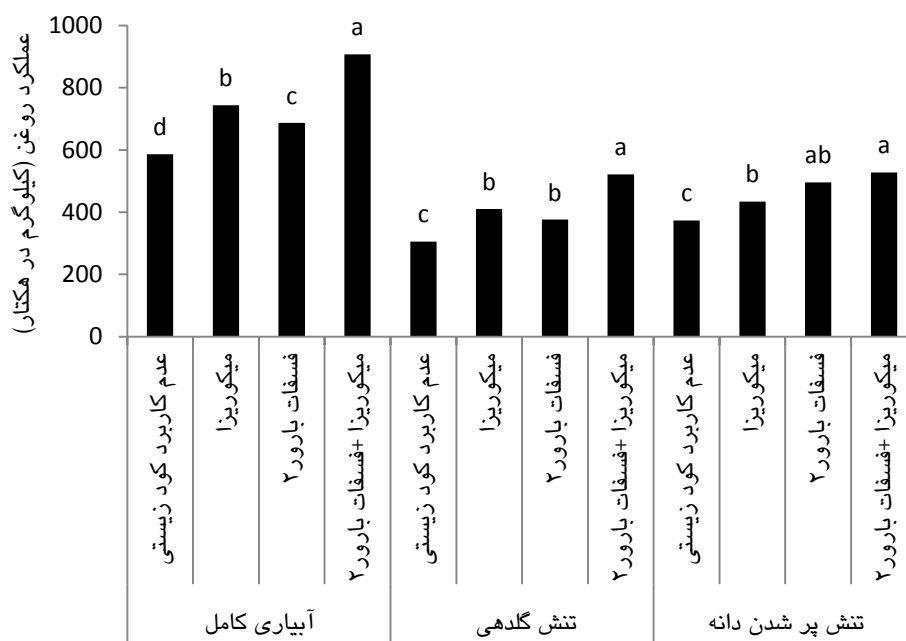
فسفات همچنین ممکن است باعث بهبود تولیدات گیاهی از طریق تولید متابولیسیم‌های ثانویه شود. در تیمارهای تنش در مرحله گلدهی و پر شدن دانه کاهش عملکرد روغن نسبت به آبیاری کامل مشاهده شد که این موضوع به دلیل کاهش عملکرد دانه در این دو سطح از تنش می‌باشد. چرا که عملکرد روغن حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن می‌باشد. در بین سطوح تیماری تنش مرحله گلدهی بیشترین عملکرد روغن (۵۲۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و کمترین (۳۰۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم کاربرد کود زیستی بدست آمد. در بین سطوح تنش مرحله پر شدن دانه بیشترین عملکرد روغن (۵۲۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و کمترین (۳۷۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط تیمار عدم کاربرد کود زیستی بدست آمد. در مجموع تنش

عملکرد روغن

بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر کودهای زیستی در تمامی سطوح تنش خشکی (آبیاری کامل، تنش گلدهی و تنش پر شدن دانه) بر عملکرد روغن معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های بر همکنش تنش خشکی و کودهای زیستی نشان داد بیشترین میزان عملکرد روغن در تیمار آبیاری کامل و استفاده تلفیقی از کودهای زیستی میکوریزا و فسفات بارور ۲ بود (شکل ۱۱). استفاده از کودهای زیستی به طور معنی‌داری عملکرد روغن را تحت تاثیر مثبت قرار داد. شهاب و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات، فسفر تثبیت شده درون خاک را حل نموده و استفاده گیاه از آن موجب عملکرد بالاتر محصولات زراعی است. باکتری‌های حل‌کننده

عملکرد دانه (احسان زاده و محمودیه ۲۰۰۴)، می‌توان نتیجه گرفت که بالا بودن میزان روغن مربوط به بالا بودن عملکرد دانه است. با توجه به کاهش قابل توجه عملکرد دانه و عملکرد روغن در هر دو مرحله تنش، بیانگر این هست که گلرنگ حساسیت بالایی به کمبود آب در این مراحل دارد و کودهای زیستی هم نتوانسته جبران نماید.

باعث کاهش عملکرد روغن شده است. حشمتی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه خود بر روی گلرنگ بیان کردند در شرایط تنش در مرحله زایشی در سطوح مختلف کود زیستی فسفات بارور ۲ کاربرد کود فسفر به طور معنی‌داری عملکرد روغن را در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کاربرد کود فسفر) را افزایش داد. با توجه به رابطه مستقیم عملکرد روغن با درصد روغن و



شکل ۱۰- مقایسه میانگین عملکرد روغن دانه در سطوح مختلف تنش خشکی و کودهای زیستی

بارور ۲) در شرایط تنش با بهبود اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن گردید. در بین تیمارهای مورد مطالعه بهترین نتیجه در تیمار تلفیقی میکوریزا آربوسکولار + فسفات بارور ۲ در شرایط آبیاری کامل با بیشترین میزان عملکرد دانه و روغن به دست آمد از اینرو می‌توان این ترکیب کودی را برای گلرنگ در منطقه مورد آزمایش پیشنهاد کرد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که با افزایش سطح تنش در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه نسبت به آبیاری کامل عملکرد دانه و عملکرد روغن کاهش چشمگیری داشت که این کاهش در مرحله تنش گلدهی نسبت به تنش در مرحله پر شدن دانه بیشتر بود، از طرف دیگر کاربرد توام کودهای زیستی (میکوریزا آربوسکولار + فسفات

منابع مورد استفاده

- Adsemoye AO and Kloeppel JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiological Biotechnology*, 85:1-12.
- Ahmadi K, GholiZadeh H, Ebadzadeh H, Hatami F, Fazlistraq M, Hosseinpour R, Kazimian A and Rafiee M. 2016. Statistics of the Agricultural Crop Year of 1393-1394. Ministry of Agriculture Jihad Publications, Deputy Director of Planning and Economics, ICT Center. 163 Pages. (In Persian).
- Akbari P, Ghalavand A, Modarres Sanavy SAM. 2009. Effect of Different Nutrition Systems and Growth Bacteria (PGPR) on Yield and Yield Components of Sunflower. *Electronic Journal of Crop Production*, 2(3): 119-133. (In Persian).
- Albaho M, Bhatt N, Abo-Rezq H and Thomas B. 2009. Effect of three different substrates on growth and yield of two cultivars. *European Journal of Entomology*, 28(2): 227-233.
- Arab S, Baradaran Firozabadi M, Asghari HR, Gholami A, And Rahimi M. 2016. Effect of Ascorbic Acid and Sodium Nitroprosium Spread on Protein Content, Grain Yield and Some Agronomic Traits of Safflower under Irrigation Stress. *Crop Production Publication*. 9 (1): 69-87. (In Persian).
- Barea JM, Palenzuela J, Cornejo P, Sánchez-Castro I, Navarro-Fernández C, López-García A, Estrada B, Azcon R, Ferrol N and Azcón-Aguilar C. 2011. Ecological and functional roles of mycorrhizals in semi-arid ecosystems of Southeast Spain. *Journal of Arid Environments*, 75: 1292-1301.
- Chaiyuchi MR, Rustamzadeh M and Ismailyan SK . 2003. Investigation of black chickpea lines to drought stress under different irrigation regimes. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 10(4): 55-63. (In Persian).
- Daneshvar F, and Alizadeh GHR. 2014. The Effect of Application of Biological Fertilizers on Yield Potential and Yield Components of Safflower under Different Irrigation Regimes. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 4(16): 59-69. (In Persian).
- Ehsanzade P and Mahmoudieh R. 2004. Photosynthetic contribution of the inflorescence and adjacent green tissue to grain yield of safflower under field conditions. 13th International Congress of Photosynthesis, Abstract Book, August 2004, Montreal, Canada. Pp. 248-255.
- Esitken A, Yildiz HE, Ercisli S, Figen Donmez M, Turan M and Gunes A. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry, *Scientific Horticultural*. 124: 62-66.
- Fanaei HR, Azmal A and Piri I. 2016. Effect of biological and chemical fertilizers on grain yield, oil yield and some of the traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under different irrigation regimes. *Journal of Agricultural Ecology*, 8(4): 551-556. (In Persian).
- Fanay HM and Naroi Rad MH. 2014. Evaluation of yield, yield components and tolerance to drought stress in safflower genotypes. *Journal of Plant Production*, (3): 33-51 (In Persian).
- FAO. 2014. Statistical database. Available online at: <http://faostat.Fao.org/>
- Farokhiniya M, Roshdi M and Sasan dost R. 2011. Evaluation of Some physiological characteristics and spring safflower yield under water deficit stress. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 42 (3): 545-553. (In Persian).
- Johnson CM. and Ulrich A. 1959, Analytical methods for use in plant analysis. *California Agricultural Experimental Station Bulletin*, 766: 52-78.
- Heshmati S, Amini Dehaghi M and Fathi Amirkhiz K. 2017. Effect of corrosion of phosphorus bio- and chemical fertilizers on seed yield, oil yield and spring wheat safflower fatty acids (IL111) under water deficit conditions. *Iranian Journal of Crop Science*, 48(1): 159-169. (In Persian).
- Heshmati S, Amini Dehaghi M, Rezazade A R and Amirkhiz K, 2016. Investigation the effect of different phosphorus fertilizers on the physiological characteristics of photosynthetic pigments and soluble sugars

- of safflower under water stress conditions. Iranian Journal of Agronomy Research, 14(2): 304-317. (In Persian).
- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stress, Vol.2, Academic Press, New York.
- Majidi A, and Amiri P. 2011 Biological fertilizers of mycorrhiza fungus are a turning point for reducing the effects of environmental stresses on crop production. Journal of Agricultural Engineering and Agricultural Resources, (11) (42): 18-21. (In Persian).
- Mohsen Nia O and Jalilian J. 2012. Effects of drought stress and fertilizer sources on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Agroecology Journal, 4 (3): 235-245. (in Persian).
- Naseri R, Siadat, SAA, Nazarbaighi A, Mirzai A and Soleymanifar A, 2010. Effect of Azotobacter and Azospirillum bacteria on reduction of nitrogen fertilizer application of safflower. National Conference on New Achievements on Oil Plants, Islamic Azad University, Bojnourd Branch. Pp: 1-7. (In Persian).
- Nasiri SM, Ruzbehani A and Ziainasab M, 2016. Effect of water stress and phosphate solubilizing biological fertilizer on yield and yield components of safflower. Journal of Plant Ecophysiology, 8(27): 32-42. (In Persian).
- Novozamsky IR, Eck JC, Schouwenburg and Walinga I. 1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. Netherlands Journal of Agricultural Science, 22: 3-5.
- Omidi AM. 2009. Effect of drought stress in different stages of development on grain yield and some agricultural and physiological characteristics of three spring safflower cultivars. Journal of Cultivation of Seed and Seeds, 25(2): 15-31.
- Raei Y, Shariati J. and Weisany V .2015. Effect of bio-fertilizer on oil percentage, seed yield and yield of safflower (*Cartamus tinctorius* L.) in different levels of irrigation. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25 (1): 65-84.(In Persian).
- Rasti A, Safari M. and Maghsodi moad AA. 2014. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of safflower under drought stress. Irrigation and Water Engineering, 5(18): 69-80. (In Persian).
- Roberts TL, 2008. Improving nutrient use efficiency. Turkish Journal of Agriculture, 32: 177-182.
- Shahab S, Ahmed N and Khan NS. 2009 Indole acetic acid production and enhanced plant growth promotion by indigenous PSBs. African Journal of Agricultural Research, 4: 1312-1316.
- Soltani, A. 2006. Revision of the application of statistical methods in agricultural research. Jahad Daneshgahi of Ferdosi University. (In Persian).
- Yousef por Z and Yadavi AR, 2014. Effect of nitrogen and phosphorus and biochemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of sunflower. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(1): 95-112.