نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۱ / بهار ۱۳۹۸

تاثیر کودهای فسفره زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط کم آبیاری

سحر احمدپور ابنوی [۱]، محمود رمرودی [۲*]، محمد گلوی [۲]، محدثه شمس الدین سعید [۴]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۱

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشگاه زابل
۲- دانشیار و استاد گروه زراعت، دانشگاه زابل
۳- استادیار گروه تولیدات گیاهی، مرکز آموزش عالی کشاورزی بردسیر
* مسئول مکاتبه: Email: mramroudi42@uoz.ac.ir

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آبی و پیامدهای مصرف کودهای شیمیایی به لحاظ زیست‌محیطی، شناخت عوامل موثر بر تولید گیاهان زراعی در شرایط کم آبی اهمیت زیادی دارد. به منظور بررسی تاثیر کودهای فسفره شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط متفاوت رطوبتی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. کم‌آبیاری شامل آبیاری معمولی، قطع یک نوبت آبیاری قبل و بعد از گلدهی به عنوان عامل اصلی و انواع کودهای فسفره در ٤ سطح شامل: شاهد (عدم مصرف کود)، ۱۰۰درصد کود شیمیایی فسفره، ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفره + کود زیستی فسفات بارور۲ (کود تلفیقی) و کود زیستی فسفات بارور ۲ به عنوان عامل فرعی بودند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد شاخه های اصلی و فرعی و شاخص برداشت تنها بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار صفات مذکور متعلق به تیمار تلفیقی کود های فسفره زیستی و شیمیایی بود که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱/۲، ۱/۷ و ۱/٦ و ۱/۵۵ برابر افزایش یافتند. همچنین نتایج نشان داد تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، میزان کلروفیل و کاروتنوئید بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی، آبیاری و برهمکنش آنها قرار گرفتند. بیشترین مقدار این صفات در تیمار تلفیق کود زیستی و شیمیایی در شرایط آبیاری نرمال مشاهده شد که نسبت به تیمار کودی شاهد به ترتیب ۲، ۱/٤، ۲/۱۲ و ۲/۵۹ ، ۲/۲٤ برابر افزایش یافتند. همچنین نتایج نشان داد تاثیر مثبت کاربرد کودهای زیستی خالص در بهبود صفات موثر در عملکرد گلرنگ کمتر از کودهای شیمیایی خالص در کلیه تیمارهای آبیاری بود. بیشترین میزان کاروتنوئید (۵/۵۷ میلی‌گرم بر گرم برگ تازه) متعلق به تیمار تلفیق کود زیستی و شیمیایی در تیمار قطع آبیاری بعد از گلدهی بود. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد ترکیب کود های فسفره زیستی و شیمیایی در تحمل شرایط خشکی می تواند نقش بسزایی در گیاه گلرنگ ایفا کند.

واژه های کلیدی: درصد روغن، شاخص برداشت، فسفات بارور۲، کلروفیل برگ، قطع آبیاری

Effect of Biological and Chemical Phosphorus Fertilizer on Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorius L.)* under Low Irrigation Conditions

Sahar Ahmadpour Abnvi[1], Mahmoud Ramroudi[2]*, Mohamad Galavi[3]

Received: April 8, 2018 Accepted: January 1, 2019
1-Msc Student of Agroecology, University of Zabol, Iran.
2-Assoc. Prof., Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
3-Prof., Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
*Corresponding Author: E-mail: mramroudi42@uoz.ac.ir

Abstract

Regarding to limitation of water resources and the consequences of chemical fertilizers in terms of the environment, recognizing the affecting factors of crop production in limited water conditions is very important. In order to investigate the effect of chemical and biological phosphoric fertilizers on yield and yield components of safflower under different irrigations, an experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with three replications at the Agricultural College of Zabol University. The irrigation treatment included normal irrigation, discontinuation of irrigation intervals before and after flowering as the main factor and types of phosphorous fertilizers in 4 levels: control (no fertilizer), 100% chemical phosphorus fertilizer, 50% chemical phosphorus fertilizer + 50% biological phosphate (combined fertilizer) and 100% Biological phosphate fertilizer were sub factor. Based on the results of analysis of variance, plant height, number of main and minor branches and harvest index were significantly affected by different fertilizer treatments. Comparison of means showed that the highest amount of traits were belong to the combined treatment of chemical and biological phosphoric fertilizers which increased 1.2, 1.7 and 1.6 and 1.55 times, respectively. The results also showed that number of heads per plant, 1000 seed weight, biological yield, grain yield, chlorophyll and carotenoids were significantly affected by different fertilizer treatments, irrigation and interaction. The highest amount of these traits was observed in the combination of biological and chemical fertilizer under normal irrigation conditions, which increased 2, 2.4, 2.12 and 2.59, respectively, compared to the control fertilizer treatment, respectively. Also, the results showed that the application of pure fertilizers to improve the effective traits in safflower yield was lower than pure fertilizers in all irrigation treatments. The highest amount of carotenoids (5.57 $mg.g^{-1}FW$) belonged to the combination of biological and chemical fertilizer in irrigation treatment after flowering. According to the results, it seems that the combination of chemical and biological phosphorous fertilizers in tolerance to drought conditions can play a significant role in safflower plants.

Keywords: Chlorophyll, Discontinious Irrigation, Harvest Index, Oil Percentage, Phosphate 2

مقدمه

روند رو به رشد مصرف روغن‌های نباتی و هزینه زیاد تامین روغن مورد نیاز از طریق واردات، توسعه کشت دانه‌های روغنی سازگار به شرایط اقلیمی را حائز اهمیت کرده است (عسکری و مرادی‌دلینی ۲۰۰۷). گلرنگ دارای خصوصیات ارزشمندی از جمله سازگاری با شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک، کیفیت بالای روغن، مقاومت به تنش‌های غیر زنده به‌خصوص تنش خشکی می‌باشد (روهینی و سانکارا ۲۰۰۰). بنابراین گلرنگ به‌عنوان یک دانه روغنی بومی به‌علت دارا بودن اسید چرب غیراشباع لینولئیک می‌تواند در توسعه کشت دانه‌های روغنی از آینده نویدبخشی برخوردار باشد (عسکری و مرادی‌دلینی ۲۰۰۷).

امروزه در کشاورزی کودها به‌عنوان ابزاری برای حرکت به سمت حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شوند (علی‌اصغری زاده ۲۰۰۷). با توجه به مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و اثرات مضر آن بر چرخه‌های بیولوژیکی، امروزه کاربرد کودهای زیستی به عنوان منابع و نهاده‌های تجدید پذیر که موجب بهره‌وری بیشتر و خطرات زیست محیطی کمتر می‌شوند (کیزیلکایا ۲۰۰۸)، اهمیت روز افزونی پیدا نموده است. این کودها به‌عنوان جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی جهت افزایش باروری خاک و تولید محصولات در کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند (وو و همکاران ۲۰۰۵). کود زیستی در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای می‌گردند (رجندران و دیوارج ۲۰۰٤). در بیشتر خاک‌های ایران نیز به دلیل بالا بودن pH و فراوانی یون کلسیم قابلیت جذب برخی عناصر مثل فسفر، برای تامین رشد مناسب گیاه کمتر از مقدار لازم است (علی‌اصغری زاده ۲۰۰۷). تقریبا بیشتر کودهای فسفری اضافه شده به خاک توسط کمپلکس‌های آهن، آلومنیوم و کلسیم تثبیت می‌شود (گیانشور و همکاران ۲۰۰۲ و توران و همکاران ۲۰۰٦). در این بین، کود زیستی فسفر بارور ۲ از ۲۲ سویه باکتری حل کننده فسفات از خاک‌های بومی ایران جداسازی گردیده و آزمایشات انجام شده حاکی از سازگاری آن با شرایط محیطی بومی مزارع کشور می‌باشد (ملبوبی ۲۰۰٤). این کود حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس (سویه P5) و سودوموناس پوتیدا (سویه P13) می‌باشد که به ترتیب با استفاده از دو سازکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می‌گردند (ملبوبی ۲۰۰۷). اجاقلو (۲۰۰۷) گزارش کرد استفاده از کود زیستی فسفات بارور۲ و ازتوباکتر در گلرنگ منجر به افزایش ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته و عملکرد دانه شد. نتایج تحقیق دیگری حاکی از آن است که عملکرد ذرت با کاربرد کود زیستی فسفاته افزایش پیدا کرد (مشبکی اصفهانی و بشارتی ۲۰۱۵).

کودهای زیستی به تنهایی قادر به تامین کلی عناصر غذایی فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه نبوده، چنانچه با مقدار کمی از کود شیمیایی به‌کار روند، می‌توانند در افزایش عملکرد موثرتر واقع شوند. حشمتی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر گلرنگ بهاره گزارش کردند کاربرد کود فسفر در سطح ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار به همراه کود زیستی در هنگام اعمال تنش در مرحله زایشی باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۷٦۱/٦۷ کیگوگرم در هکتار و افزایش ۱۲/۵۳ درصدی شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین آنها گزارش کردند با اعمال تنش خشکی در مرحله زایشی، میزان اسیدهای چرب غیراشباع و همچنین درصد و عملکرد روغن در

نتیجه کاربرد کودزیستی همراه با کاربرد کود شیمیایی فسفر افزایش معنی‌داری نشان دادند. نامبردگان کاربرد همزمان کود زیستی فسفات بارور ۲ با کود شیمیایی فسفر را بهترین تیمار معرفی کردند. گزارشات متعددی تاثیر مثبت کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیک با کودهای شیمیایی بر افزایش سطح برگ، تجمع ماده خشک (ایبوچی و همکاران ۲۰۰۷ و ابراهیم‌پور و همکاران ۲۰۱۱) و عملکرد (نقی زاده و همکاران ۲۰۱۲ ، مدنی و همکاران۲۰۱۰) را گزارش نمودند.

امروزه کمبود آب و تنش خشکی از عوامل مهم کاهش محصولات کشاورزی در دنیا هستند (دات و همکاران ۲۰۰۰). یکی از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب، کم‌آبیاری است که طی آن به گیاه اجازه داده می‌شود مقداری تنش آبی را در طول فصل رشد تحمل نماید (وانگ و همکاران ۲۰۰۰). افزایش مدت زمان قطع آبیاری موجب رسیدگی سریع‌تر، گلدهی زودتر، کاهش طول دوره رشد، میزان تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، سرعت رشد محصول و عملکرد دانه گلرنگ می‌گردد (هاشمی دزفولی ۱۹۹٤ ، موسوی و همکاران ۲۰۱۰). از سوی دیگر بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در شرایط تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی به کاهش اثرات منفی تنش کمک خواهد نمود. محسن‌نیا و جلیلیان (۲۰۱۲) اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در ارومیه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبی و منابع کودی بر تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن گلرنگ معنی‌دار بود. به طور کلی، اعمال تنش کم آبی در مرحله رشد رویشی باعث بیشترین کاهش در اکثر صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ شد. در بین منابع کودی، تیمار کود تلفیقی (اوره+ هیومیکس + بیوسولفور) بیشترین اثر مفید بر تولید گلرنگ داشت. راعی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند کاربرد کودهای بیولوژیک توام با سطوح تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر کلروفیل برگ، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و درصد روغن گلرنگ داشت و به‌طور معنی‌داری اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را کاهش داد، اما دانشور و خواجوئی (۲۰۱۳) اثر دور آبیاری و کودهای زیستی شامل ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و کود فسفاته بارور ۲ را در سه رقم گلرنگ مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که دور آبیاری و استفاده از کودهای زیستی هر یک به تنهایی ویژگی‌های رویشی و عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ را تحت تاثیر قرار داد، اما اثر متقابل دور آبیاری و کود معنی‌داری نبود. به عبارتی آنها گزارش نمودند استفاده از کودهای زیستی نتوانست اثر خشکی ناشی از طولانی شدن دور آبیاری را تحت‌الشعاع قرار دهد.

یکی از اهداف کشاورزی پایدار، تولید محصولات کشاورزی بدون تخریب محیط زیست با توسعه کاربرد کودهای زیستی در شرایط تنش می‌باشد. با توجه به گزارشاتی مبنی بر اینکه استفاده از کودهای زیستی به تنهایی نمی‌تواند نیاز گیاه به عناصر غذایی را تامین کند، لذا این تحقیق به منظور بررسی اثرات کودهای فسفره زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط کم آبیاری (قطع آبیاری در مراحل مختلف) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در سد سیستان که دارای موقعیت جغرافیایی ٦۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ٤۹۸/۲ متر از سطح دریا که با زمستان سرد و خشک با تابستان گرم و خشک بود، اجرا گردید. بافت خاک محل آزمایش لوم و شنی و سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	بافت خاک
2.89	۷/۱	۰/۸۱	۰/۰۵	۱۱	۱۳۷	لوم شنی

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. رژیم آبیاری در سه سطح I1: آبیاری معمولی (شاهد)، I2: قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و I3: قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی به عنوان عامل اصلی و ترکیب کود فسفره در چهار سطح P1: عدم مصرف کود (شاهد)، P2: ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفره به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار، P3: ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفره + ۵۰ درصد کود زیستی فسفات بارور۲ (کود تلفیقی) و P4: کود زیستی فسفات بارور۲ به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار به عنوان عامل فرعی بودند.

زمین محل آزمایش در پاییز شخم عمیق زده شد و سپس عملیات دیسک و تسطیح انجام گرفت. هر کرت آزمایشی دارای چهار ردیف کاشت به طول سه متر با فاصله ۵۰ سانتی متر و روی ردیف ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. کاشت به روش خشکه‌کاری در اوایل اسفند ماه سال ۱۳۹۳ انجام گرفت و کود های شیمیایی هم‌زمان با کشت به خاک اضافه شدند. کود زیستی فسفات بارور۲ پس از کاشت بذرها با اولین آب آبیاری (غرقابی) به زمین افزوده گردید. در تیمار آبیاری معمولی، آبیاری کرت‌ها با فاصله زمانی ۱۵ روز یکبار از ابتدای کاشت تا برداشت انجام گرفت. در تیمارهای کم آبیاری، قطع آبیاری قبل از گلدهی یا بعد از گلدهی با توجه به نقشه طرح انجام گرفت و تا پایان برداشت ادامه داشت. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در طول دوره‌ی رشد انجام گرفت و تنک کردن بوته‌ها در مرحله استقرار گیاه (٦-٤ برگی) صورت گرفت.

قبل از برداشت گیاهان میزان کلروفیل برگ با استفاده از روش جوشی و همکاران (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شد. سپس در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی عملیات برداشت انجام شد. برای اندازه گیری ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی در بوته، تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه، تعداد ۵ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت گردید. عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با برداشت از ۲ ردیف میانی با حذف اثر حاشیه‌ای از سطح ۱ متر مربع انجام شد. سپس درصد روغن دانه (جوشی و همکاران ۱۹۹۸) و کاروتنوئید (آرنون ۱۹٦۷) تعیین گردید. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 تجزیه و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته تنها به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر عامل کود قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و زیستی بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۸/٦۹ درصد افزایش داشت و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). اوجاقلو (۲۰۰۷) گزارش کرد استفاده از کود زیستی فسفات بارور ۲ و ازتو باکتر در گیاه گلرنگ منجر به افزایش ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و عملکرد دانه می‌شود. وی گزارش کرد کودهای زیستی به تنهایی قادر به تامین کلی عناصر غذایی فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه گلرنگ نبوده و چنانچه همراه با مقداری کود

شیمیایی یا مرغی به کار روند می‌توانند در افزایش عملکرد دانه موثر واقع شوند. این نتیجه با نتایج محمدی و همکاران (۲۰۱۲) مبنی بر افزایش عملکرد دانه با مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی مطابقت دارد. سعیدنژاد و همکاران (۲۰۱۲) در تمامی تیمارهای اعمال شده کودهای بیولوژیک، برتری معنی‌داری را از نظر ارتفاع بوته در سورگوم علوفه‌ای نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند. ارتفاع بوته یک صفت ژنتیکی است که تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار می‌گیرد. از دلایل مهمی که می‌توان برای تاثیر کودهای بیولوژیک در افزایش ارتفاع بوته بر شمرد این است که باکتری‌های موجود در این کودها با حل کردن مواد معدنی مانند فسفات و تولید سیدورفورها، تولید هورمون های گیاهی از قبیل اکسین و ژیبرلین را افزایش داده و از این طریق ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد گیاه را افزایش می‌دهند که در نهایت منجر به افزایش طول میانگره‌ها می‌شوند (حسن‌پور و همکاران ۲۰۱۰)، اما قطع آبیاری در مراحل مختلف و اثر متقابل آبیاری و کود نتوانست این صفت را تحت تاثیر قرار دهد (جدول ۲). چون گلرنگ یک گیاه رشد محدود است و زمانی که وارد فاز زایشی می‌شود، یعنی در مرحله شروع گلدهی حداکثر رشد طولی و رویشی خود را طی کرده و کمتر در اثر تنش کاهش می‌یابد و رشد رویشی و افزایش ارتفاع ساقه متوقف می‌شود (غفار زاده گاوگانی ۲۰۰۵).

جدول ۲- میانگین مربعات ویژگی‌های زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد، درصد روغن، کلروفیل برگ و کاروتنوئید تحت تأثیر کم‌آبیاری و کودهای فسفره

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین										
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد طبق در بوته	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	شاخص کلروفیل	کاروتنوئید
تکرار	۲	۳۷۳/٤	۲/٦۹	۳/٦۹	۰/۱۱	٤/٦۳	۷۹۱٦	۳٦٤/۷	٥/۸٤	۰/۳۲	۰/۳٦	۰/۱۱
کم آبیاری	۲	۱۲۹/۱٥^{ns}	٦/۸٦ ^{ns}	٦/۰۲ ^{ns}	۲۸/٥٥**	۱۳٤/۲۱*	۱٦۹۲۸۹**	۸۹۷۲/۹**	۲۲/۷٤ ^{ns}	۸/۳٥*	۱٦٤/۲۳**	۲۱/۸۱**
خطایa	٤	۲٥۰/۱۰	۱/٤۰	۱/٤۰	۰/۰٤	۲/٤٦	۸۸۹٦	۲۳٤/۱	٥/٤٦	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۰۲
کود	۳	۱۸۷/٥۹**	۲۱/۸۰**	۱٦/۰۷**	۷۳/۸۸**	۲۰۹/٤۹**	۱۰۰۰٦٥۸**	۳۱٦۷/۳**	۱۰/۳۱** ۰	۱۳/٦۹**	۳٤۹/۳٦**	٦/۹۷**
کم آبیاری × کود	٦	۳۱/۳۱ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/٥٤ ^{ns}	۱/۰۲**	۷/۸۹*	۹۷٥۸**	۷۲۸/۹**	۳/۳٦ ^{ns}	۰/۱٦ ^{ns}	۱٤/٦۹**	۰/۳٦**
خطایb	۱۸	۲۱/۱۹	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۰۷	۲/۱۲	۲٥٤٦	۲۳٦/٦	۱/۳٦	۰/۱۱	۰/۲٦	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۷/۹۳	٥/۱٦	۷/٦٥	۲/۹۲	۳/۷۷	٥/۱٦	۹/۹۳	٦/۹٥	۱/۲۹	۲/۳۲	۳/۹۷

**، * و ns، به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ٥ درصد و عدم معنی‌داری می باشد.

تعداد شاخه اصلی و فرعی

تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی گلرنگ نیز همانند ارتفاع بوته تنها تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی به‌طور معنی‌داری قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کود تلفیقی باعث افزایش به‌ترتیب ۱/۷ و ۱/٦ برابری تعداد شاخه اصلی و فرعی نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۳) که با نتایج بررسی در گیاه دارویی مرزه مطابقت داشت (نوشکم و همکاران ۲۰۱٥). افزایش انشعابات گلرنگ در اثر استفاده از کودهای زیستی می‌تواند ناشی از افزایش در ارتفاع بوته و رشد رویشی گیاه باشد که حاصل بهبود جذب عناصر غذایی فسفر، گوگرد و نیتروژن است. شاخه‌های منشعب

چون منتهی به سرشاخه‌های گلدار می‌شوند و تعداد طبق در بوته را افزایش می‌دهند، نهایتا تاثیر مثبتی در افزایش عملکرد دانه می‌گذارند. اثر برهمکنش کم‌آبیاری و کود بر تعداد شاخه اصلی و فرعی معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول۳- مقایسه میانگین اثر کودهای فسفره بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی در بوته، شاخص برداشت و درصد روغن

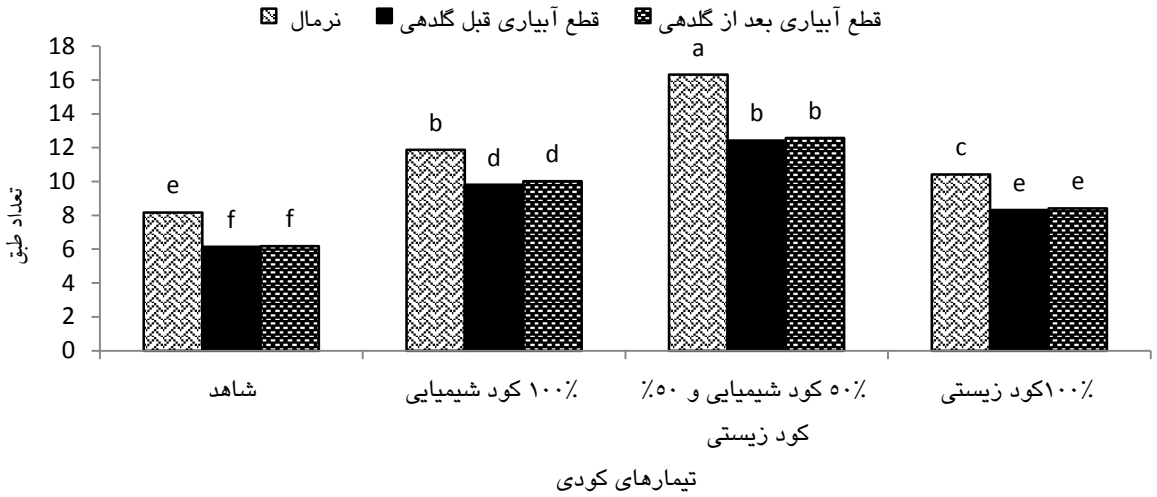
	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه اصلی	تعداد شاخه فرعی	شاخص برداشت (%)	درصد روغن
شاهد	b٥٤/٢١	d٥/٣٣	c٥/٤٤	c١٣/٩٠	d٢٤/٥٥
١٠٠٪ کود شیمیایی	ab٥٨/٤٤	b٧/٢٢	b٦/٨٨	b١٦/٢٦	b٢٦/٥٦
٥٠٪کود شیمیایی+٥٠٪ کود زیستی	a٦٤/٣٤	a٩/٠٠	a٨/٦٦	a٢١/٦٠	a٢٧/٣٩
١٠٠٪ کود زیستی	b٥٥/٢٠	c٦/٣٣	b٦/٥٥	bc١٥/٥١	c٢٥/٥٦

میانگین‌های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشند.

تعداد طبق در بوته

تعداد طبق در بوته به‌طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمار کم‌آبیاری و کود نشان داد که بیشترین تعداد طبق در کلیه تیمارهای قطع آبیاری متعلق به تیمار کود تلفیقی زیستی و شیمیایی ٥٠ درصد بود که نسبت به تیمار شاهد کودی تقریبا ۲ برابر تعداد طبق بیشتری تولید کردند (شکل ۱). افزایش تعداد طبق در بوته در نتیجه کاربرد کودهای بیولوژیک می‌تواند به دلیل افزایش جذب مواد غذایی گیاه باشد (شالان ۲۰۰٥). دانشور و خواجویی (۲۰۱۳) در پژوهشی روی گلرنگ به نتایج مشابهی دست یافتند.

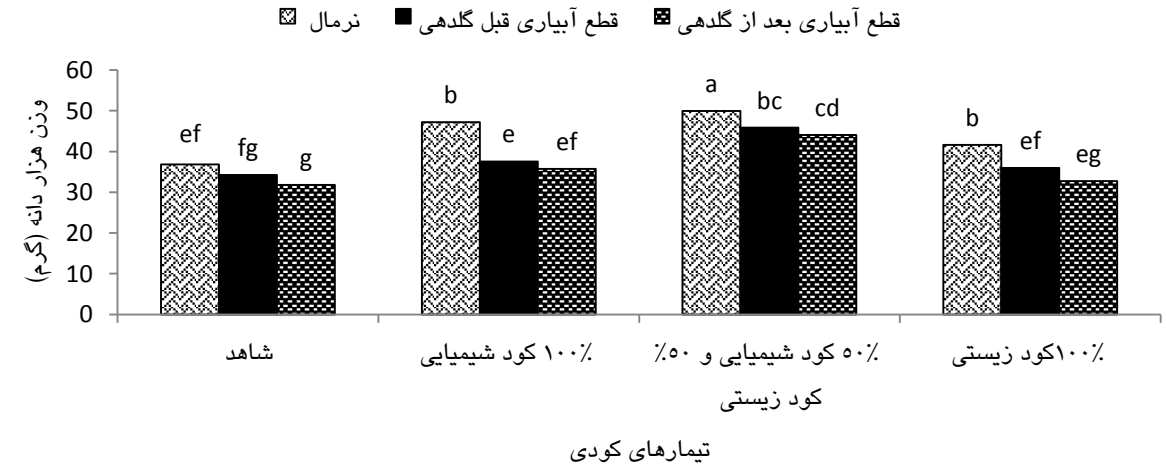
همچنین نتایج نشان داد در کلیه تیمارهای کودی تعداد طبق در تیمار آبیاری نرمال بیشتر از سایر تیمارهای قطع آبیاری بود. کافی و رستمی (۲۰۰۷) تعداد طبق در بوته را مهم‌ترین صفت موثر بر عملکرد گلرنگ دانسته و معتقدند هر چه شدت تنش خشکی بیشتر باشد کاهش تعداد طبق در بوته هم بیشتر خواهد بود. تنش خشکی با کاهش طول دوره رشد گیاه و همچنین تسریع در ورود به مرحله زایشی منجر به کاهش تعداد طبق در بوته می‌شود، همچنین کمبود آبیاری مانع رشد جوانه‌های جانبی و تعداد شاخه فرعی شده و در نتیجه تعداد طبق در بوته را کاهش می‌دهد (هایاشی و هانادا ۱۹۸٥). نتایج مطالعه فرخی‌نیا و همکاران (۲۰۰۹) روی اثر اعمال تنش خشکی (بدون تنش و تنش کمبود آب در مراحل ساقه روی، گلدهی و پرشدن دانه) روی گلرنگ بهاره نشان داد بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی موجب کاهش معنی‌دار تعداد طبق در بوته گردید که این افت ناشی از کاهش طبق های ثانویه بود. در تحقیق دیگر نیز مشخص گردید که با افزایش شدت تنش خشکی (۱۰۰ به ٥٠ درصد ظرفیت زراعی) در گلرنگ، به دلیل کاهش ارتفاع بوته، انشعابات جانبی و دوره رشد از تعداد طبق در بوته به‌طور معنی‌داری کاشته شد (نوروزی و کاظمینی ۲۰۱۳). افزایش تعداد طبق در آبیاری معمولی با نتایج بررسی توکلی و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی داشت.



شکل ۱- ترکیبات تیماری کود و کم‌آبیاری برای تعداد طبق در بوته

وزن هزاردانه

تأثیر کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها بر وزن هزاردانه معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش تنش کم‌آبیاری و کود نشان داد کلیه تیمارهای آبیاری با کاربرد کود تلفیقی شیمیایی و زیستی ۵۰ درصد، بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. به گونه ای که وزن هزار دانه در تیمارهای آبیاری نرمال، قطع آبیاری قبل از گلدهی و بعد از گلدهی با مصرف تلفیقی کود شیمیایی و زیستی فسفر ۵۰ درصد به ترتیب ۳۶، ۳٤ و ۳۸ درصد نسبت به تیمار کودی شاهد افزایش یافت (شکل ۲). دانشور و خواجویی (۲۰۱٤) گزارش کردند استفاده از کودهای زیستی به دلیل افزایش توسعه ریشه و افزایش جذب مواد غذایی سبب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه شده است. نتایج تحقیق رضائی‌چینه و دباغ محمدی نسب (۲۰۱٤) نشان داد که وزن هزاردانه گیاه دارویی زنیان در تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی با زیستی نسبت به تیمار شاهد ۱۱ درصد افزایش نشان داد.

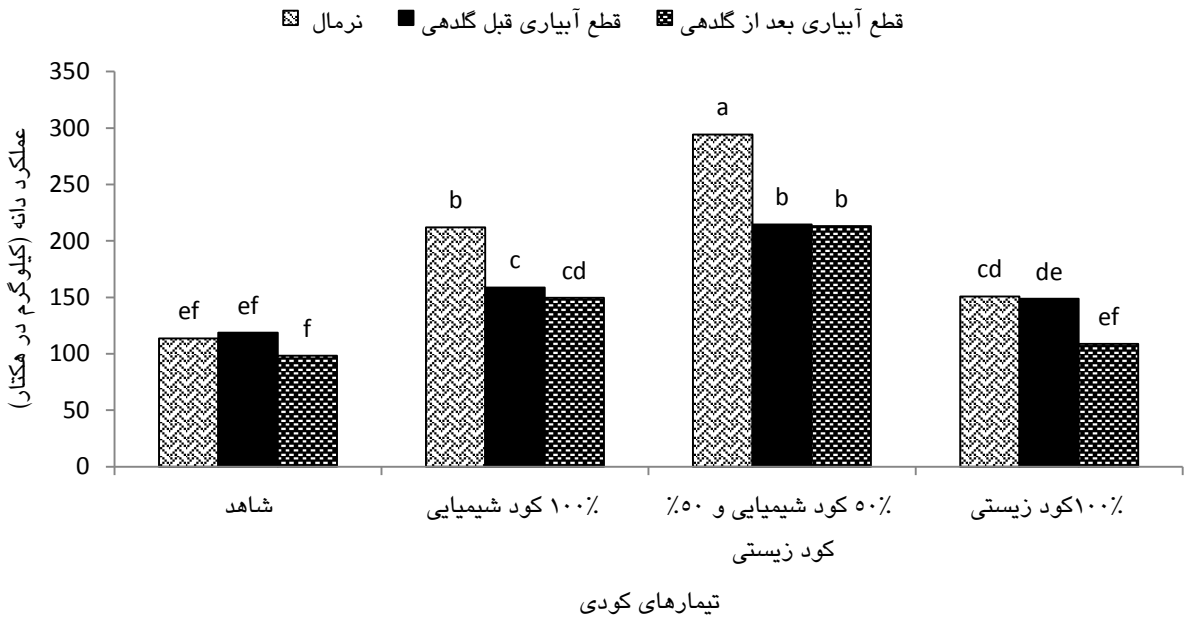


شکل ۲- ترکیبات تیماری کود و کم‌آبیاری برای وزن هزار دانه

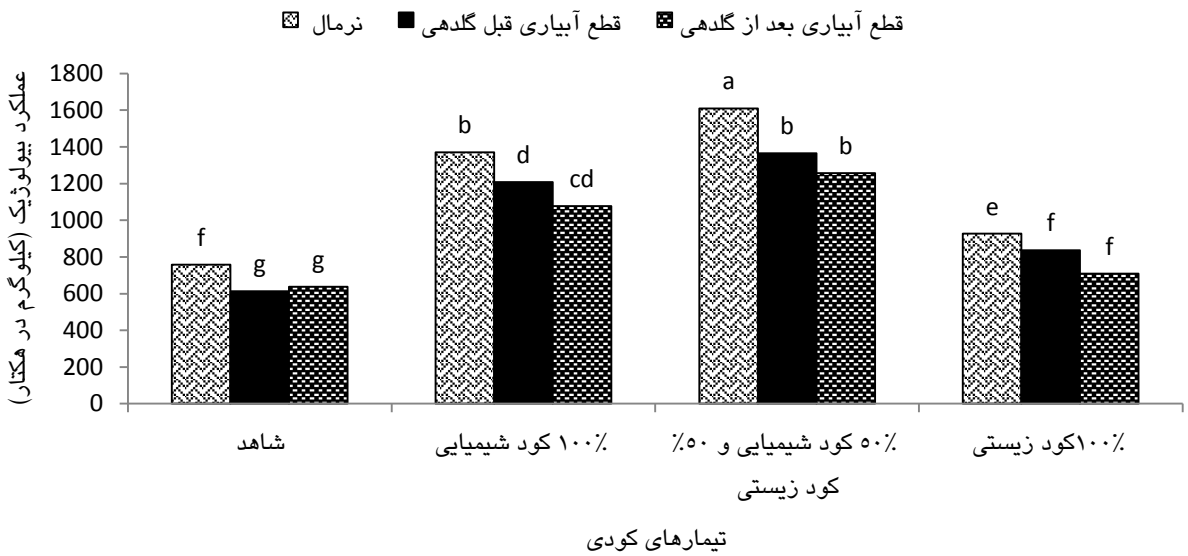
در بین تیمارهای کم‌آبیاری در کلیه تیمارهای کودی، شرایط آبیاری نرمال بیشترین وزن هزار دانه را دارا بود. افزایش وزن هزاردانه مربوط به شرایط محیطی مناسب در زمان پر شدن دانه است، کاهش رطوبت در این زمان منجر به کاهش وزن هزاردانه می‌شود (دانشور و خواجویی ۲۰۱٤). پایین تر بودن وزن هزار دانه با قطع آبیاری بعد از گلدهی می‌تواند در نتیجه محدودیت آب باشد که به شدت قدرت منبع و توان ساخت یا انتقال مواد فتوسنتزی را کاهش می‌دهد (رمرودی و همکاران ۲۰۱۱). کاهش وزن هزار دانه با قطع آبیاری قبل از گلدهی نیز می‌تواند به دلیل اثرات نامطلوب تنش بر فتوسنتز و تولید مواد غذایی ذخیره باشد که نهایتا در انتقال مجدد مواد به دانه قدرت منبع کاهش پیدا کرده است.

عملکرد بیولوژیک و دانه

عملکرد بیولوژیک و دانه گلرنگ به‌طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های برهمکنش کم‌آبیاری و کود نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه مربوط به آبیاری معمول و کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کودهای شیمیایی و زیستی و کمترین آنها مربوط به تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد گلدهی و شاهد کودی بود (شکل‌های ۳ و ٤). با کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و زیستی در تیمارهای آبیاری نرمال، قطع آبیاری قبل از گلدهی و قطع آبیاری بعد از گلدهی به ترتیب میزان عملکرد بیولوژیک ۲/۱۲، ۲/۲۲ و ۱/۹۷ برابر و میزان عملکرد دانه نیز به ترتیب ۲/۵۹، ۱/۸۱ و ۲/۱۷ برابر شد. همچنین نتایج نشان داد تاثیر مثبت کاربرد کودهای زیستی خالص در افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گلرنگ کمتر از کودهای شیمیایی خالص بود. تنش خشکی به دلیل کاهش آماس سلولی سبب کاهش فواصل میانگره، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و در نهایت کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود (امیدی ۲۰۰۹). محدودیت آبی در مراحل مختلف نموی موجب کاهش سطح برگ، کاهش جذب نور و فتوسنتز جاری می‌شود که منجر به کاهش میزان تجمع ماده خشک می‌گردد (محسن‌نیا و جلیلنیا ۲۰۱۲ ، فررز و همکاران ۱۹۹۸). بروز تنش کم‌آبی طی مراحل مختلف نموی به‌ویژه در مرحله زایشی به علت کاهش طول دوره فتوسنتز و انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه، موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (امیدی ۲۰۰۹). در بررسی تاثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی گزارش شده است که تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (حسینیان و مجنون حسینی ۲۰۱۵). بنابراین برای حصول عملکرد دانه مناسب تامین آب مورد نیاز برای گیاه طی دوره کوتاه گرده‌افشانی تا پر شدن دانه ضروری می‌باشد. عملکرد دانه آفتابگردان نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر کاربرد تلفیقی کود زیستی توام با کود شیمیایی افزایش یافت (یوسف‌پور و همکاران، ۲۰۱٤).



شکل ۳- ترکیبات تیماری کود و کم‌آبیاری برای عملکرد دانه گلرنگ



شکل ۴- ترکیبات تیماری کود و کم‌آبیاری برای عملکرد بیولوژیک

نتایج تحقیقی نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (کلانتر احمدی و همکاران ۲۰۱۷)، در حالی که مصرف کودهای زیستی سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی تاثیری بیشتری نسبت به کاربرد منفرد آنها دارد (عباسی سیاهجانی و همکاران ۲۰۱۷).

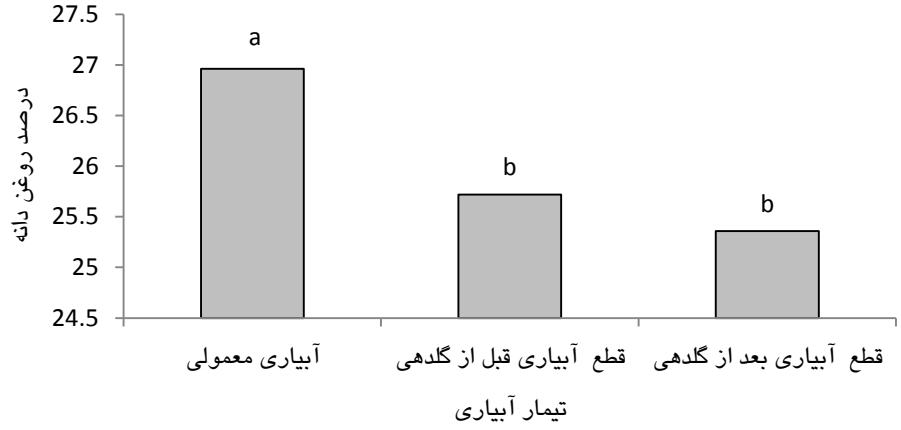
شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تاثیر کم‌آبیاری قرار نگرفت (جدول ۲)، اما بالاترین شاخص برداشت از تیمار آبیاری معمولی به‌دست آمد (جدول ۳). معنی دار نشدن تیمار کم‌آبیاری بر شاخص برداشت شاید به این دلیل باشد که تاثیر آن بر عملکرد بیولوژیک و دانه در تمامی تیمارهای آبیاری تقریبا یکسان بوده است که با نتایج تحقیقی در ارقام کلزا مطابقت دارد (امیری و همکاران ۲۰۱۲). نتایج

حاکی از آن است که شاخص برداشت به‌طور بسیار معنی‌داری تحت تاثیر کود قرار گرفت (جدول ۲) و بیشترین شاخص برداشت از تاثیر تلفیقی۵۰ درصد کودهای شیمیایی و زیستی و کمترین آن از شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). شاخص برداشت در تیمار کود تلفیقی نسبت به تیمار شاهد، تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و تیمار ۱۰۰ درصد کود زیستی به ترتیب ۱/۵۵، ۱/۳۳ و ۱/۳۹ برابر افزایش نشان داد. دلیل افزایش شاخص برداشت احتمالا می‌تواند ناشی از افزایش بیشتر عملکرد دانه تحت تاثیر کاربرد تلفیقی کودهای فسفره شیمیایی و زیستی نسبت به عملکرد بیولوژیک بوده باشد. نتایج تحقیق دیگری دلیل افزایش عملکرد دانه در سیستم‌های تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین عناصر غذایی قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه می‌دانند (مولکی و همکاران ۲۰۰٤). اثر برهمکنش کم‌آبیاری و کود بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۲).

درصد روغن دانه

نتایج نشان داد که درصد روغن دانه تحت تأثیر کم‌آبیاری و کود قرار گرفت، ولی اثر برهمکنش آنها معنی‌دار نشد (جدول ۲). بیشترین درصد روغن از تیمار آبیاری معمولی و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی حاصل شد (شکل ۵) .



شکل ۵- تاثیر تیمار کم‌آبیاری بر درصد روغن دانه گلرنگ

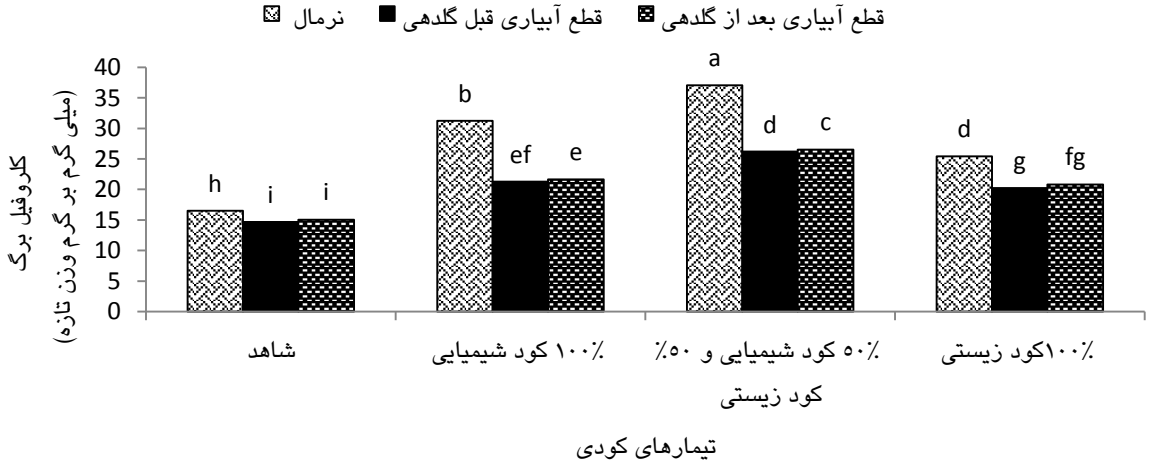
تیمار شاهد نسبت به تیمارهای قطع آبیاری قبل از گلدهی و بعد از گلدهی به ترتیب ۱/۲٤ و ۱/٦ درصد روغن بیشتری تولید شد. این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیقی که تنش خشکی اعمال شده در مرحله گلدهی کلزا منجر به کاهش بیشتر غلظت روغن دانه شدند، مطابقت دارد (امیری و همکاران ۲۰۱۲). تنش خشکی به‌ویژه هنگام رسیدگی، درصد روغن دانه را کاهش می‌دهد (ایاری و همکاران ۲۰۰۰). رضائی‌چینه و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند با افزایش تنش خشکی درصد روغن گلرنگ کاهش یافت و با کاربرد کود در شرایط تنش خشکی میزان قندهای محلول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج تحقیق دیگری نیز بیانگر آن بود که کم‌آبیاری و تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه می‌شود که این تغییرات کم، ولی معنی‌دار است (حیدری و اسد ۱۹۹۸). درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود. بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل کننده در اثر تنش خشکی بعید به نظر می‌رسد، از این رو کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی جزئی است (جنسون و همکاران ۱۹۹٦).

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) بیانگر آن است که بیشترین درصد روغن دانه حاصل تلفیق ۵۰ درصدی از کودهای فسفره شیمیایی و زیستی و کمترین آن مربوط

به تیمار شاهد بود.افزایش درصد روغن دانه در تیمار کود تلفیقی نسبت به تیمارهای شاهد، تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد کود زیستی به ترتیب ۲/۸٤، ۰/۸۳ و ۱/۸۳ درصد بود. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی به صورت تلفیقی بر عملکرد روغن دانه آفتابگردان که اثر افزایشی معنی‌داری داشتند (یوسف‌پور و یدوی ۲۰۱٤)، مطابقت دارد.

کلروفیل برگ

تأثیر کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد بر کلروفیل برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر برهمکنش کم‌آبیاری و کود نشانگر افزایش غلظت کلروفیل برگ در تیمار تلفیقی کودها و آبیاری نرمال بود (شکل ٦).



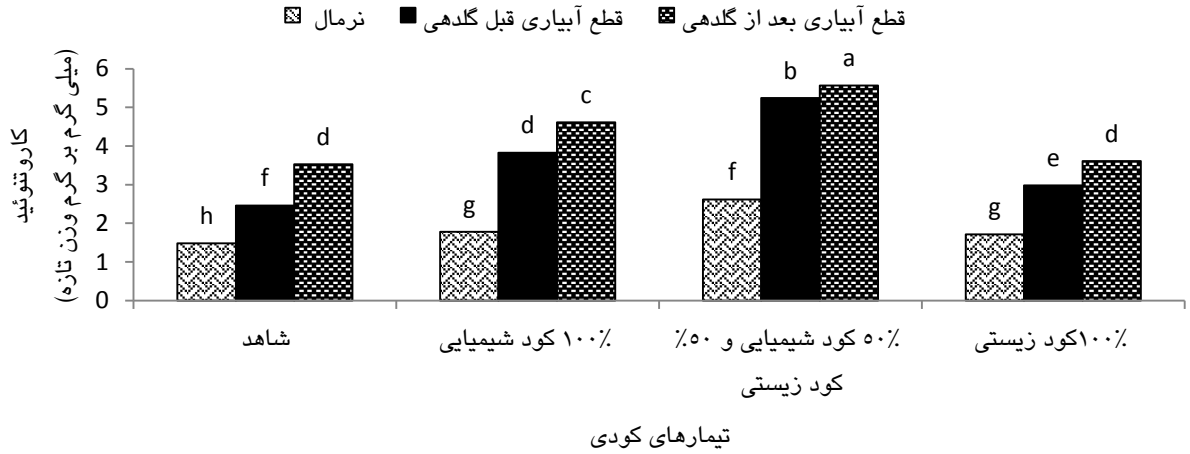
شکل ۶- ترکیبات تیماری کود و کم‌آبیاری برای میزان کلروفیل برگ

از آنجا که کلروفیل‌ها مولکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی می‌باشند و غلظت آنها به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته شده است. لذا کاهش آنها در شرایط کم‌آبیاری می‌تواند به عنوان یک عامل محدود کننده غیر روزنه‌ای به حساب آید (تاناکا و تاناکا ۲۰۰٦). در نتایج یک بررسی مشخص شد که بر اثر کم‌آبیاری، میزان کلروفیل برگ ذرت کاهش یافت (منصوری‌فر و همکاران ۲۰۱۰). تنش خشکی در مراحل مختلف نمو سبب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و بازسازی آنزیم روبیسکو می‌شود و در نهایت با عدم فعالیت کلروپلاست بر اثر عدم تامین آب کافی، پیری برگ‌ها اتفاق می‌افتد و سطح برگ کاهش می‌یابد.

کاروتنوئید

غلظت کاروتنوئید به طور معنی‌داری تحت تأثیر کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). اثر برهمکنش کم‌آبیاری و کود نشان داد که بیشترین غلظت کاروتنوئید از کود تلفیقی و قطع یک نوبت آبیاری بعد گلدهی و کمترین غلظت آن از تیمار شاهد و آبیاری معمول حاصل شد (جدول ٤). کاروتنوئید در اثر تنش خشکی افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار آن از تیمار قطع یک مرحله آبیاری بعد

از گلدهی بود (هاشم پور و همکاران ۲۰۱۱). کاروتنوئید خیلی آهسته‌تر از کلروفیل‌ها تجزیه می‌شوند و آخرین رنگدانه‌های هستند که تجزیه شده و از بین می‌روند (آنون ۲۰۰۸).



شکل ۷- ترکیبات تیماری کود و کم‌آبیاری برای میزان رنگیزه کاروتنوئید برگ

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های تحقیق، تاثیر تیمار کودی بر ویژگی‌های مورد مطالعه معنی‌دار شد. با توجه به تفاوت عملکرد و اجزاء عملکرد بین سطوح مختلف کودی این نتیجه حاصل شد که استفاده از کودهای فسفره شیمیایی و زیستی به صورت تلفیقی بیشترین تاثیر را بر ویژگی‌های مورد بررسی داشت، بنابراین کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود فسفره شیمیایی و زیستی می‌تواند در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش هزینه‌های تولید گلرنگ باشد.

منابع مورد استفاده

Abbasi Seyahjani E, Yarnia M, Faravash F, Khorsidi Benam MB and Asadi Rahmani H. 2017. Influence of rhizobium, pseudomonas and fungi mycorrhiza on some traits of red beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under drought stress. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(1): 85-102. (In Persian).

Ali Asghrizadeh N. 2007. Soil Microbiology and Biochemistry. Publication of Tabriz University, (In Persian).

Alyari H, Shekari F and Shekari F. 2000. Oil Seeds. Amidi Press, Tabriz, Amiri E, Ghanbari A, Tavsoli A, Rastgaripour F. and Roshani Sh, 2012. Comparisons of qualitative and quantitative traits in rapeseed cultivars under stress conditions and identify the best varieties based on the resistance indices. Journal of Crop Physiology, 4(15): 17-28. (In Persian).

Anon Y. 2008. Laporan Akhir Projek Penyeidikan Danpembangunan Bahan Binaan Alternative Daripada Sisapertanian Batang Kelapa Sawit. University Malaya and Institute Penyelidikan Perhutanan Malaysia.

Arnon AN. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.

Askari A and Moradi-dalini A. 2007. Evaluation of yield, its components and some growth characteristics of safflower in different planting dates in Hajiabad of Hormozgan. Journal of Seeds and Plants, 23: 419-430. (In Persian).

Daneshvar F, and Khojajnejad Gh. 2014. Effect of application of biological fertilizers on yield potential and yield components of safflower (*Cartahamus tinctorius* L.) under different irrigation regimes. Scientific Journal of Irrigation and Water Engineering, 16: 59-69.

Dat J, Vandenabeele S, Vranova E, Van Montagu M, Inze D and Van Breusegem F. 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sciences, 57: 779-795.

Ebrahimpour F, Ei dizadeh Kh. and Ibrahim MA. 2011. Effects of biological fertilizer in combined with chemical fertilizer on corn growth indices in Shushtar. The First National Conference on Strategies to Achieve Sustainable Agriculture. Ahvaz, Iran. Pp: 143-156.

Farokhi-nia M, Rashdi M, Paspan Islam B and Rezadoust S, 2009. Effects of drought stress on grain yield and some vegetative characteristics of safflower. Journal of Crops Research, 5(2): 1-11. (In Persian).

Fereres E, Gimenez C and Fernandez M. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought, I: yield relationships. Biology Fertility Soils, 37: 573-582.

Ghafarzadeh Gavgani A. 2005. Evaluation of thorny and thorn less safflower genotypes for resistance to late water shortages in safflower genotypes. MSc Thesis of Islamic Azad University, Branch of Karaj.

Gyaneshwar P, Kumar GN, Parekh LJ and Poole PS. 2002. Role of microorganisms in improving P nutrient of plants. Plant and Soil, 245: 83-93.

Hashemi Dezfouli A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. Crop Research Indian Journal of Agricultural Sciences, 7: 313- 319.

Hashempour F, Rostami Shahraji T, Assareh MH and Shariat A. 2011. Impact of drought stress on some physiological traits in five Eucalypt species. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(1): 222-233. (In Persian).

Hassanpour R, Pir Dashti H, Ismaili M and Abbasian A. 2010. Effect of super nitroplas and urea on the yield and yield components of sesame. Proceedings of the Eleventh Iranian Congress of Plant Breeding and Plant Breeding Institute of Natural Sciences, Tehran, Iran. Pp: 4220-4217.

Hayashi H and Hanada K. 1985. Effects of soil water deficit on seed yield and yield components of safflower. Japanese Journal of Crop Sciences, 54: 346-352.

Heidary S and Asad T. 1998. The effect of irrigation regimes, levels of nitrogen and plant density on yield of safflower cv. Zarghan-279 in Arsanjan. The 5th Agronomy and Plant Breeding Congress, Karaj, Iran.

Heshmati S, Amini Dehghi M and Fathi Amirkhiz K. 2017. Effect of application of phosphorous and chemical fertilizers on grain yield, oil yield and spring acidified fatty acids (ILL 111) under water deficit conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 48(1): 159-169. (In Persian).

Hosseinian SH and Majnoon Hosseni N. 2015. Evalution of irrigation cut off effect at flowering stage on yield and yield components of cowpea genotypes. Iranian Journal of Pulses Research, 6(2): 99-108. (In Persian).

Ibeauchi I, Faith LAO, Christian TT and Julius CO. 2007. Graded replacement of inorganic fertilizer with organic manure for sustainable maize production in Owerri Imo State Nigeria. Science Journal, 4(2): 82-87.

Jenson CR, Mogensen VO, Fieldsen JK and Thage JH. 1996. Seed glucosinolate, evaporative demand. Field Crop Research, 47: 93-105.

Joshi, NL, Mali PC and Sexena A. 1998. Effect of nitrogen and sculpture application on yield and fatty acid composition of mustard (*Brassica juncea* L.) oil. Journal Agronomy Crop Science, 180: 59-63.

Kafi M and Rostami M. 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctures*) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. Iranian Journal Field Crops Research, 1: 121-131. (In Persian).

Kalantar Ahmadi SA, Ebadi A, Daneshian J, Siadat AA and Jahanbakhsh S. 2017. Effect of drought stress and foliar application of growth regulators on photosynthetic pigments and seed yield if rapeseed (*Brassica napus* L. cv. Hyola 401). Iranain Journal Science, 18(3): 196214. (In Persian).

Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering, 33: 150-156.

Madani H, Naderi Brojerdi Gh, Aghajani H and Pazoki A. 2010. Evaluation of chemical phosphate fertilizers and phosphor solubilizing bacteria on seed yield, biological yield and tissues relative phosphours content in winter raised (*Brassica napus* L.). Journal Agronomy and Plant Breeding, 6(4): 93-108. (In Persian).

Malbubi A, 2004. Wheat and barley production by barvar-2 phosphorus biofertilizer application. Technical Publication No. 1. Zist Fannavar Sabz Publications.

Malbubi A. 2007. Characteristic of barvar-2 phosphorus biofertilizer. Technical Publication. Zist Fannavar Sabz Publications.

Mansouri-Far S, Modares Sanavy SAM and Mohammadi Mansouri Kh. 2010. Effect of water deficit stress and nitrogen on yield and compatibility metabolites of two medium maturity corn cultivars. Water and Soil Science, 20(2): 29-45. (In Persian).

Mohammadi M, Moghaddam H, Majoun Hosseini N, Ahamadi A and Khavazi K. 2012. Effects of biofertilizer and chemical phosphorus fertilizers on yield and seed protein of two different lentil cultivars (*Lens culinaris* L.) under different irrigation regimes. Iranian Journal Field Crop Science, 42(4): 845-855. (In Persian).

Mohsen Nia O and Jalilnia J. 2012. Effects of drought stress and fertilizer sources on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius*). Journal of Agroecology, 4(3): 235-245. (In Persian).

Moshabaki Isfahani F and Besharti H. 2015. Effect of biofertilizers on yield and quality of cucumber in field condition. Iranian Journal of Soil Retrench, 29(1): 11-22. (In Persian).

Mousavi Far BBA, Behdani MA, Jami Al-Ahmadi M and Hosseini Bajd MA. 2010. Effect of Limited irrigation on growth and yield of spring safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.) in Birjand. Journal of Agroecology, 2(4): 627-639. (In Persian).

Mouleki SP, Schoenau JL, Charles JJ and Wen G. 2004. Effect of rate, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science, 84: 199-210.

Naghizadeh M, Ramroudi M, Galavi M, Siahsar BA, Heidary M. and Maghsodi Moud AK. 2012. The effects of various phosphorus fertilizers on yield and yield components of maize and grass pea intercropping. Iranian Journal Field Crop Science, 43(2): 203-215. (In Persian).

Nooshkam A, Majnoun Hosseini N, Hadian J, Jahansooz MR, Khavazi K, Salehnia AN and Hedayatpour S. 2015. Study the effects of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of savory species (*Satureja khuzestanica* Jamzad). Electronic Journal of Crop Production, 8(8): 78-103. (In Persian).

Noroozi M and Kazemeini SAR. 2013. Effect of water stress and plant density on growth and seed yield of safflower. Journal of Field Crops Research, 10 (4):781-788. (In Persian).

Ojaghlo F. 2007. Effect of biological fertilizer inoculation on yield and its components in safflower. MSc thesis, Azad University of Ahvaz, Iran.

Omidi, AH. 2009. Effect of drought stress at different growth stages on seed yield and some agro-physiological traits of three spring safflower cultivars. Seed and Plant Production Journal, 25(2): 15-31. (In Persian).

Raie Y, Shareati J and Wisany W. 2015. Effect of biological fertilizers on seed oil, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different Irrigation. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25(1): 65-84. (In Persian).

Rajendran K and Devarj P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, 26: 235-249.

Ramroudi M, Keikha Jaleh M, Galavi M, Seghatoleslami MG and Baradran R. 2011. The effect of various micronutrient foliar applications and irrigation regimes on quantitative and qualitative yields of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Journal of Agroecology, 3(2): 219-226. (In Persian).

Rohini VK and Sankara KR. 2000. Embryo Transformation, A Practical Approach for realizing Transgenic Plants of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Annals of Botany, 86: 1043-1049.

Rezaei-chianeh A and Dabbagh Mohammadi Nassab A. 2014. Evaluation of biological and chemical fertilizers combined application on quality and quantity yield of fenugreek Ajowan strip cropping. Journal of Agroecology, 6(3):584-594. (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).

Saeidnejad AH Khazaei, HR and Rezvani Moghaddam P. 2012. Assessing the effect of organic compounds, biofertilizers and chemical fertilizers on morphological properties, yield and yield components of forage sorghum (*Sorghum bicolor*). Iranian Journal of Field Crops Research, 10(3): 503.-510. (In Persian).

Shaalan MN. 2005. Influence of bio fertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83:811-828.

Tanaka A and Tanaka R. 2006. Chlorophyll metabolism. Current Opinion in Plant Biology, 9: 248-255.

Tavakoli V, Majidi MM, Mirlohi AF and Sabzalian R. 2012. Study of relationships between traits and path analysis in cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*Carthamus oxyacanthus*) safflower genotypes under normal and water deficit conditions. Electronic Journal of Crop Production, 5(3):45-62. (In Persian).

Turan MA, Kathat V and Taban S. 2006. Salinity induced stomatal resistance, proline, and chlorophyll and ion concentration of bean. International Journal of Agricultural Research, 5: 483-488.

Wang CJ, Wang JM, Lin WL, Chu CY, Chou FP and Tseng TH. 2000. Protective effect of *Hibiscus anthocyanins* against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatic toxicity in rats. Chemical Toxicology, 38: 411-416.

Wu SC, Cao Z H, Li Z G, Cheung KC and Wong M H. 2005. Effects of bio fertilizers containing N-fixer, P and K. solubilizer and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geo derma, 125: 155-166.

Yousefpoor Z and Yadav A. 2014. Effect of biological and chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on quantitative and qualitative yield of sunflower. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(1):95-112. (In Persian).

Yousefpoor Z, Yadavi A, Balouch H and Forajee M. 2014. Evolution of yield and some physiological, morphological and phonological characteristics in sunflower (*Helianthus annuus* L.) influenced biological and chemical fertilizer of nitrogen and phosphorus. Journal of Agroecology, 6(3): 508-519. (In Persian).