



اثر قطع آبیاری و منابع مختلف کودی بر تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

یداله تقی زاده^۱، جلال جلیلیان^۲، سینا سیاوش مقدم^۳
تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۹

چکیده

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه، در سال ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل قطع آبیاری در چهار سطح: آبیاری کامل، قطع آبیاری در مراحل رشدی تکمه‌بندی، گلدهی و پر شدن دانه در کرت‌های اصلی و منابع مختلف کودی در شش سطح: شاهد، آب‌پاشی، محلول‌پاشی کودهای نانو، شیمیایی، زیستی و تلفیقی (نانو+شیمیایی+زیستی) در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد در بوته‌های گلرنگ شاهد، قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی تعداد طبق و عملکرد روغن را به ترتیب ۵۲/۳ و ۶۲/۶ درصد در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب و تیمار کودی تلفیقی کاهش داد. در شرایط آبیاری کامل و تیمار کود تلفیقی بیشترین وزن هزار دانه (۴۴/۳ گرم) و عملکرد دانه (۲۵۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و کمترین مقدار وزن هزار دانه (۳۴/۷ گرم) و عملکرد دانه (۱۰۳۲/۹ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی به ترتیب در تیمار کودی نانو و شاهد بدست آمد. بوته‌های تحت تیمار کودی تلفیقی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بالاترین شاخص برداشت (۴۲ درصد) را داشتند در حالی که کمترین میزان آن (۲۴/۳ درصد) از بوته‌های تحت تیمار کود زیستی و قطع آبیاری در مرحله گلدهی بدست آمد. نتایج کلی نشان داد با قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و کاربرد کود تلفیقی، بدون تأثیر معنی‌دار در کاهش عملکرد دانه، می‌توان مصرف آب را در زراعت گلرنگ تقلیل داد.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، کود شیمیایی، کود نانو، محلول‌پاشی

تقی زاده، ی.، ج. جلیلیان و س. سیاوش مقدم. ۱۳۹۸. اثر قطع آبیاری و منابع مختلف کودی بر تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۶: ۲۱۶-۲۰۴.

۱- کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- جلال جلیلیان، دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران-مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: J.Jalilian@urmia.ac.ir

۳- سینا سیاوش مقدم، استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

مقدمه

یکی از نیازهای اساسی جمعیت رو به رشد در زمینه محصولات کشاورزی، تأمین روغن از دانه‌های روغنی است. دانه گلرنگ دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۹۱). در بین گیاهان روغنی، روغن گلرنگ به دلیل دارا بودن میزان بالای اسید لینولئیک (۷۳ تا ۸۵ درصد) مطرح می‌باشد (امیدی و همکاران، ۱۳۹۳). دانه‌های روغنی همچنین دارای مقدار قابل توجهی پروتئین، هیدرات کربن، ویتامین و مواد معدنی می‌باشند. کاهش واردات روغن‌های گیاهی و دانه‌های روغنی مستلزم برنامه‌ریزی همه جانبه در زمینه حمایت از توسعه کشت دانه‌های روغنی است (خواجه‌پور، ۱۳۹۱).

از آنجائی که رشد گیاهان بشدت تحت تاثیر عوامل محیطی از جمله دما، میزان در دسترس بودن مواد مغذی، نور و آب می‌باشد لذا تنش‌های محیطی همه ساله باعث کاهش شدید عملکرد گیاهان زراعی شده و از بروز پتانسیل آن‌ها جلوگیری می‌کنند (عابدی‌باباغری و همکاران ۱۳۹۰). در بین تنش‌های محیطی غیر زنده، تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد در اکثر مناطق کشت گیاهان زراعی می‌باشد (بوهنرت و جنسن، ۱۹۹۶). جذب عناصر غذایی توسط گیاهان تحت تأثیر میزان آب موجود در خاک قرار می‌گیرد، گزارش شده است که کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ و کاهش عملکرد می‌شود (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱).

در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حاصلخیزی خاک برخوردار است. اصطلاح کودهای زیستی علاوه بر مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی و کود سبز به کودهای حامل ریز جانداران باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها نیز اطلاق می‌گردد (ظفریان و همکاران، ۱۳۹۰). از سویی دیگر فناوری نانو نیز این امکان را فراهم کرده است تا بهره‌برداری از مقیاس نانو و یا تولید مواد با ساختار نانو به عنوان حامل کود و یا حاملین با رها سازی کنترل شده که به اصطلاح کود هوشمند نامیده شده را به عنوان امکانات جدید به منظور افزایش بهره‌وری مصرف مواد مغذی و کاهش هزینه محافظت از محیط زیست ارائه نماید (مردعلی‌پور و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد کود زیستی بیوسولفور و هومیک اسید در مقایسه با کودهای شیمیایی با کاهش اثر منفی قطع آبیاری اثر مثبت در افزایش اندازه و قطر دانه در گلرنگ

دارند (فیض‌الزاده و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین گزارش شده که اثر متقابل تنش کم آبی و منابع کودی بر درصد روغن دانه گلرنگ معنی‌دار بوده و تنش خشکی به ویژه در هنگام رسیدگی، درصد روغن را کاهش می‌دهد (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). جهت رسیدن به عملکرد مطلوب در گلرنگ بایستی کودهای زیستی به صورت ۵۰ درصد با کود نیتروژنه رایج تلفیق گردد. در این صورت آلودگی حاصل از کودهای شیمیایی کاهش پیدا کرده و به توسعه کشاورزی پایدار می‌انجامد (ناصری و همکاران، ۲۰۱۰). هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر کاهش دفعات آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه همراه با کاربرد انواع کود به صورت جداگانه و تلفیقی بر برخی صفات مورفولوژیکی و عملکردی گلرنگ بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و صفات زراعی مهم گلرنگ، این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ ثانیه و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴۱ ثانیه از نصف‌النهار گرینویچ) با ۱۳۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. رقم مورد استفاده در این پژوهش، رقم گلدشت (از ارقام بهاره، بدون خار و با گل‌هایی به رنگ نارنجی تا قرمز است) که بذران از مرکز اصلاح نهال و بذر کرج تهیه گردید. جهت تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از انجام آزمایش از زمین محل اجرای آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و جهت تجزیه به آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال گردید، نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک، در جدول (۱) درج گردیده است. در این تحقیق اثرات دو عامل در قالب کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل: قطع آبیاری در چهار سطح شامل: [۱- آبیاری کامل (I_1) - ۲- قطع آبیاری از مرحله تکمه‌بندی (I_2) - ۳- قطع آبیاری از مرحله گلدهی (I_3) و ۴- قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه (I_4)] و کرت‌های فرعی شامل کاربرد منابع مختلف کود با شش سطح شامل: ۱- شاهد (B) - ۲- آب‌پاشی (W) - ۳- محلول‌پاشی کود نانو (N) - ۴- محلول‌پاشی کود شیمیایی (C) - ۵- کود زیستی [ازت بارور+۱+ فسفات بارور+۲+ بیوسولفور] (Z) و ۶- تلفیقی: [نانو + شیمیایی + زیستی] (T) بودند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته خاک	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر (mg/g)	پتاسیم (mg/g)	درصد رطوبت	درصد رطوبت نقطه
لومی رسی	۰/۵۴	۷/۱۵	۰/۹۴	۰/۹۴	۱۱/۶	۳۹۵	۲۷/۹۹	۱۴/۵

کاشت به صورت خشکه کاری صورت گرفت، عمق کاشت بذور ۴-۳ سانتی متر در نظر گرفته شد و به منظور اطمینان از جوانه زنی و داشتن تعداد بونه کافی در هر کرت، بذور به صورت ردیفی و قرار دادن دو عدد بذور در هر نقطه با رعایت فاصله ۱۰ سانتی متر کشت گردید. به منظور دست یابی به نتایج آماری معتبر و صحیح و برای جلوگیری از نفوذ آب بین کرت های تحت تنش و بدون تنش، ۱/۵ متر بین تیمارهای آبیاری و یک متر بین کرت های هر تیمار و دو متر بین هر بلوک فاصله داده شد. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۲/۵ متر عرض در ۳/۵ متر طول در نظر گرفته شد که مشتمل بر هفت ردیف به صورت جوی و پشته بودند. فاصله بین ردیف ها به طور ثابت برای تمامی واحدهای آزمایش ۴۰ سانتی متر و فواصل بین بوته ها در روی ردیف ۱۰ سانتی متر بود. در مجموع آزمایش دارای ۲۴ تیمار در هر بلوک و ۷۲ واحد آزمایشی بود.

جهت تعیین مراحل رشد (از نظر اعمال تیمارهای آبیاری)، از روش پیشنهادی تاناکا و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شد، تیمار آبیاری کامل (I₁) بر اساس عرف منطقه هر هفت روز یکبار صورت می گرفت و همچنین قطع آبیاری از مراحل تکمه بندی (I₂)، گلدهی (I₃) و پر شدن دانه (I₃) تا زمان بروز آثار پژمردگی در گیاهان صورت می گرفت که معیار، پژمردگی برگ های جوان بود (عابدی بابا عری و همکاران، ۱۳۹۰؛ موحدی دهنوی و مدرس ثنائوی ۱۳۸۵؛ صدیق و همکاران، ۲۰۰۳). میزان آب مصرفی در هر یک از رژیم های آبیاری با استفاده از کنتور اندازه گیری شد، مقدار کلی آب مصرفی در رژیم های آبیاری کامل (I₁)، قطع آبیاری از مرحله تکمه بندی (I₂)، قطع آبیاری از مرحله گلدهی (I₃) و قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه (I₄) به ترتیب ۵۷۰۶، ۳۳۴۵، ۴۱۳۲ و ۴۵۲۵ متر مکعب در هکتار بود.

کلیه اندازه گیری ها در هر پلات، پس از حذف حاشیه (دو ردیف از طرفین و ۵۰ سانتی متر از ابتدا و انتهای (ردیف ها)، در پنج ردیف وسطی انجام گرفت. در هر کرت آزمایشی، ۲۰ بوته از گیاهان در زمان رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شدند و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر ساقه، قطر طبق،

جهت اعمال تیمار کودهای زیستی، ازت بارور ۱ حاوی باکتری های تثبیت کننده نیتروژن از جنس *chorococum* و فسفات بارور ۲ حاوی باکتری حل کننده فسفات از جنس *Pantoea agglomerans* sp. و *Pseudomonas* که حاوی تعداد ۱۰^۷ تا ۱۰^۸ باکتری از دو جنس بالا بود و به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار و به شیوه بذرمال استفاده شد. بیوسولفور نیز که حاوی میکروارگانیزم های اکسید کننده گوگرد بوده و به میزان ۵ کیلوگرم به همراه ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله در هکتار (به صورت نواری در کنار ردیف های کاشت در تیمارهای T و Z) استفاده شد. تمامی عملیات بذرمال کردن کودها در سایه و به دور از تابش مستقیم نور خورشید صورت گرفت، که بلافاصله پس از خشک شدن بذرها در سایه، اقدام به کاشت گردید. کرت های تیمار آب پاشی در زمان اعمال محلول پاشی فقط با آب تیمار شدند. برخی از محققین اتفاق نظر دارند بخشی از اثرات مثبتی که محلول پاشی بر روی رشد و نمو گیاهان دارند مربوط به پاشیدن آب بر روی گیاه است به همین دلیل برای مشخص شدن دقیق سهم آب خالی این تیمار در آزمایش گنجانده شد (عابدی بابا عری و همکاران ۱۳۹۰، موحدی دهنوی و مدرس ثنائوی ۱۳۸۵). تیمار شیمیایی با کود شیمیایی میکرو سبزی تایید شده در جهاد کشاورزی حاوی ۲۰ درصد (N-P2O5-K2O) و عناصر ریز مغذی (Fe Cu 500ppm, Zn Mn 500ppm, 1000ppm) Free chelates B 200ppm, MO 5ppm, 500ppm, 10000ppm) محلول پاشی گردید. تیمار نانو با کود نانو محصول شرکت فن آور سپهر پارمیس با تایید دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله شامل ۱۱ عنصر (N%5, P%3, K%2, Mn%0.7, Mg%6, Cu%0.65, Mo%0.1, Ca%6, B%0.65, Fe%4.5, Zn%8) محلول پاشی شد. تیمار T با ترکیبی از کود نانو و شیمیایی به صورت ۵۰ درصد از هر کدام محلول پاشی شد. غلظت کاربرد کودها دو لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب و حجم پاشش در هر دور محلول پاشی ۵۰۰ میلی لیتر در هر متر مربع بود. سه مرتبه محلول پاشی از مرحله ساقه روی با فاصله زمانی دو هفته یکبار اعمال گردید.

تعداد طبق در گیاه را به میزان ۵۲/۲۵ درصد نسبت به شرایط (I_1) و تیمار کودی (T) کاهش داد (جدول ۳). اعمال قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی می‌تواند مانع رشد جوانه‌های جانبی شده و تعداد شاخه فرعی را کاهش داده، در نتیجه سبب کاهش تعداد طبق در گیاه شود (هایاشی و هانادا، ۱۹۸۵).

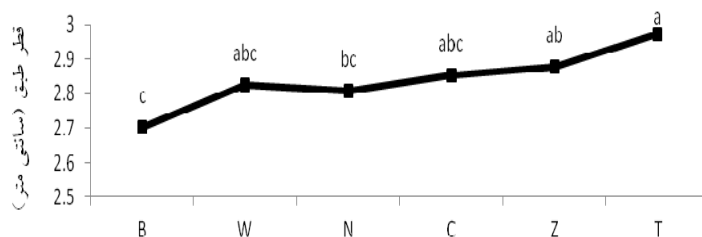
اثر سطوح مختلف تغذیه گیاهی بر قطر طبق در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، به طوری که بیشترین میزان قطر طبق (۲/۹۷ سانتی‌متر) در شرایط کاربرد تیمار کود شیمیایی (C) و کمترین میزان آن (۲/۷ سانتی‌متر) در تیمار بدون محلول‌پاشی (B) بدست آمد (شکل ۱).

محلول‌پاشی با عناصر غذایی، از طریق افزایش فتوسنتز و نقل و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی و سبب افزایش در اندازه اجزای گیاه از جمله قطر طبق می‌گردد. کوه‌نورد و همکاران (۱۳۹۰) افزایش قطر طبق در گلرنگ در اثر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی را بر اثر جذب بهتر عناصر غذایی از طریق برگ، بهبود فتوسنتز و افزایش انتقال آسمیلات‌ها گزارش کردند.

تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری درصد روغن ابتدا با استفاده از حلال n-هگزان به روش هورویتز (۲۰۰۰)، درصد روغن با دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد و سپس بر اساس عملکرد کل دانه، عملکرد کل روغن محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS-9.1 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها روش دانکن در سطح آماری ۵ درصد مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

به استثنای قطر طبق، اثر متقابل رژیم آبیاری و منابع مختلف کودی بر تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن طبق‌های پر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن، عملکرد زیستی در هکتار و شاخص برداشت اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). بر این اساس بیشترین تعداد طبق در گیاه (به میزان ۱۳/۹۷ عدد) در شرایط آبیاری مطلوب (I_1) و تیمار تلفیقی (T) و کمترین تعداد آن (۶/۶۷ عدد) در تیمار I_2B دیده شد. به عبارت دیگر قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2) و تیمار بدون محلول‌پاشی



شکل ۱- مقایسه میانگین قطر طبق گلرنگ تحت تاثیر منابع مختلف کودی

تیمار کودی شامل: بدون محلول‌پاشی (B)، آب‌پاشی (W)، محلول‌پاشی کود شیمیایی (C)، محلول‌پاشی کود نانو (N)، کود زیستی (ازت بارور ۱ + فسفات بارور ۲ + بیوسولفور) (Z) و تلفیقی (شیمیایی + نانو + زیستی) (T) می‌باشد.

تحت تأثیر تنش خشکی افت می‌کند و روی سایر اجزاء عملکرد تأثیر می‌گذارد. این استدلال با نتایج دیگر محققان بر روی آفتابگردان مطابقت دارد (کازی و همکاران، ۲۰۰۲). گیاهان قرار گرفته در تیمار کود تلفیقی تحت شرایط آبیاری مطلوب (I_1T) بیشترین تعداد دانه در طبق (۶۳/۸ عدد) را دارا بودند در حالیکه کمترین تعداد دانه در طبق (۳۵/۴۷ عدد) در تیمار آب‌پاشی و قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2W) مشاهده شد، به عبارت دیگر تیمار (I_1T) ، تعداد دانه در طبق را به میزان ۴۴/۴ درصد نسبت به تیمار (I_2W) افزایش داد.

تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری بر قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که بیشترین میزان قطر طبق (۲/۹۵ سانتی‌متر) در شرایط قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I_4) و کمترین مقدار آن (۲/۷۵ سانتی‌متر) در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I_3) بدست آمد (شکل ۲).

گزارش شده که شرایط آبیاری کامل با فراهم نمودن آب مناسب در محیط ریشه سبب رشد و نمو بهتر و افزایش مواد ذخیره‌ای دانه و در نتیجه افزایش عملکرد و قطر طبق می‌گردد (تارانتینو و آلبا، ۱۹۷۸). قطر طبق از اساسی‌ترین صفاتی است که

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت رژیم‌های مختلف آبیاری و تیمار کودی

میانگین مربعات (MS)										
عملکرد										
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد طبق در بوته	قطر طبق	تعداد دانه در طبق	وزن طبق پر	وزن هزار دانه	دانه	روغن	زیستی	شاخص برداشت دانه
بلوک	۲	۰/۲۴ ^{n.s}	۰/۰۲ ^{n.s}	۲/۴۹ ^{n.s}	۳۹۶۰/۴ ^{ns}	۲۶/۰۴ ^{n.s}	۲۷۲۲۷/۴ ^{n.s}	۳۱۱۰/۳ ^{n.s}	۱۵۵۷/۴ ⁿ	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
رژیم آبیاری	۳	۲۳/۲۴ ^{**}	۰/۱۹۹ ^{**}	۶۹۷/۹ ^{**}	۱۱۰۳۷/۷ [*]	۴۸/۳ ^{**}	۸۳۱۱۹۰/۷ ^{**}	۸۹۵۸۶/۱ ^{**}	۱۲۹۳۱/۲ ^{**}	۰/۰۰۰۷ ^{**}
اشتباه کرت اصلی	۶	۰/۲۴۷	۰/۰۳۲	۴/۴	۱۲۹۹/۹	۱۲/۵	۶۷۵۰	۸۵۸/۵	۲۰۱/۷	۰/۰۰۰۵
تیمار کودی	۵	۲۲/۱ ^{**}	۰/۰۹ [*]	۲۸۳/۷ ^{**}	۷۱۶۶/۹ ^{**}	۲۷/۳ ^{**}	۱۸۱۳۸۸ ^{**}	۱۴۴۴۴۵/۵ ^{**}	۲۳۴۰۹/۷ ^{**}	۰/۰۰۱۱ ^{**}
آبیاری × کود	۱۵	۵/۳ ^{**}	۰/۰۴ ^{n.s}	۱۷۴/۳ ^{**}	۱۹۱۲/۷ ^{**}	۱۶/۶ ^{**}	۲۲۰۱۰۲/۴ ^{**}	۱۵۲۴۰/۹ ^{**}	۲۵۰۴/۳ ^{**}	۰/۰۰۰۵ ^{**}
اشتباه آزمایشی	۴۰	۰/۳۲	۰/۰۳	۴/۳	۶۷۱/۲	۶/۶	۱۰۱۱۱/۵	۹۹۲/۹	۲۰۶/۶	۰/۰۰۰۴
ضریب تغییرات (%)	۶/۲	۶/۲	۵/۹	۴/۴	۱۲/۲	۶/۳	۵/۵	۶/۸	۴/۸	۵/۲

^{n.s}، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین قطر طبق گلرنگ تحت تاثیر رژیم های مختلف قطع آبیاری

آبیاری (I_2) دیده شد (جدول ۳). کاهش ۲۱/۷۹ درصدی وزن هزار دانه در تیمار (I_2N) نسبت به تیمار (I_1T)، کارایی بهتر در تلفیق کود زیستی با کود نانو و کود شیمیایی تحت آبیاری مطلوب نسبت به کاربرد تنهای کود نانو تحت قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی را نشان می‌دهد که این یافته را می‌توان از طریق کارایی بهتر سیستم‌های تلفیقی در افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلونیدهای خاک نسبت به سایر سیستم‌ها توجیه کرد (مونتومورو، ۲۰۰۹).

بیشترین مقدار عملکرد دانه (۲۵۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری کامل (I_1) و تیمار کود تلفیقی (T) مشاهده شد و کمترین مقدار آن تحت شرایط قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2) و تیمار بدون محلول‌پاشی (B) به میزان ۱۰۳۲/۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). در واقع، عملکرد دانه در بوته-های گلرنگ تحت ترکیب تیماری I_2B به میزان ۵۹/۱ درصد نسبت به گلرنگ‌های تحت ترکیب تیماری I_1T کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش نسبت به آبیاری مطلوب را می‌توان به کاهش فتوسنتز و ماده سازی در گیاه تحت شرایط تنش نسبت داد چرا که کاهش فتوسنتز خالص و کاهش مواد غذایی انتقال یافته از برگ به دانه از پی آمده‌های تنش کمبود آب است که باعث پایین آوردن عملکرد دانه می‌شود. کاهش عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری در مراحل رشد رویشی و زایشی را می‌توان به اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری، که با تسریع پیری و کاهش طول دوره رشد و پر شدن دانه گیاه همراه است نسبت داد (کلاول و همکاران، ۲۰۰۵). آزمایش‌های انجام شده توسط برخی محققین از جمله امیدوی (۱۳۸۸) بیانگر آن است که قطع آبیاری در مراحل غنچه‌دهی و گلدهی باعث کاهش عملکرد دانه در گلرنگ می‌شود که در این آزمایش نیز نتیجه مشابهی به دست آمد. عملکرد دانه متاثر از صفات مهمی از قبیل تعداد طبق، تعداد

عناصری که در فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه شرکت می‌کنند میزان تولید شیره پرورده را در گیاه بالا می‌برند و چنانچه میزان صادرات فتوسنتزی به اندام‌های گیاهی در مرحله گلدهی به خوبی صورت پذیرد، باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود (موحدی‌دهنوی و مدرس‌ثانوی ۱۳۸۵). تعداد دانه در طبق از مهمترین اجزای عملکرد دانه می‌باشد (جیو یاهاپی و لیانلو، ۱۹۹۲)، و بدیهی است افزایش در میزان این صفت می‌تواند منجر به تولید بیشتر دانه و افزایش عملکرد شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رژیم آبیاری و منابع مختلف کودی بر وزن طبق‌های پر در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، به طوری که بیشترین مقدار وزن طبق پر (۲۸/۲۳ گرم در بوته) در تیمار کود تلفیقی و شرایط آبیاری مطلوب (I_1T) و کمترین میزان آن (۱۲/۶۷ گرم در بوته) در تیمار شاهد تحت شرایط قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2B) مشاهده شد (جدول ۳). در واقع وزن طبق‌های پر در تیمار کود تلفیقی تحت آبیاری مطلوب نسبت به تیمار شاهد و قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی به میزان ۵۵ درصد افزایش نشان داد.

شرایط مطلوب آبیاری به همراه تغذیه مناسب گیاه با افزایش فتوسنتز و تولید ماده خشک بیشتر باعث تولید اندام‌های رویشی بیشتر و تعداد طبق زیادتری در بوته می‌گردد. موحدی‌دهنوی و مدرس‌ثانوی (۱۳۸۵)، گزارش کردند که از لحاظ تعداد دانه در طبق بین تیمارهای مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود دارد و کمترین تعداد دانه در طبق گلرنگ از تیمار قطع آبیاری در گل‌دهی بدست آمد. تعداد دانه کمتر نیز باعث کاهش وزن طبق پر در گیاه می‌گردد.

بیشترین وزن هزار دانه (۴۴/۳۳ گرم) از تیمار تلفیقی (T) و در شرایط آبیاری مطلوب (I_1) بدست آمد، در حالی که کمترین میزان آن (۳۴/۶۷ گرم) در تیمار کود نانو (N) و در شرایط

زیادی ماده خشک را تجمع می‌دهد، کاهش میزان آبیاری در این مرحله باعث آسیب زیادی به ماده خشک تجمع می‌شود و در نهایت عملکرد زیستی می‌شود، در حالی که با قطع آبیاری در مراحل پایانی رشد یعنی تیمار I_4 ، میزان خسارت کمتر می‌شود. کاهش ماده خشک تجمع می‌یابد یا عملکرد زیستی با قطع آبیاری در بسیاری از آزمایش‌ها از جمله توسط امید (۱۳۸۸)، ابوالهاشم و همکاران (۱۹۹۸)، هاشمی دزفولی (۱۹۹۴) نیز گزارش شده است.

اثر متقابل رژیم آبیاری و سطوح تغذیه گیاهی بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، به طوری که بیشترین مقدار شاخص برداشت (۴۲ درصد) از تیمار تلفیقی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I_4T) و کمترین میزان ($24/33$ درصد) آن از تیمار کود زیستی و قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I_3Z) بدست آمد (جدول ۳). به عبارت دیگر، شاخص برداشت در تیمار کود زیستی و قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I_3Z) به میزان ۴۲ درصد نسبت به تیمار تلفیقی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I_4T) کاهش نشان داد. شاخص برداشت دانه از حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیستی بدست می‌آید، از اینرو علت اصلی تولید شاخص برداشت بیشتر در اثر کاربرد کود تلفیقی تولید بیشتر عملکرد کل دانه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان در صورت مواجه شدن با شرایط کمبود آب، بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد دانه با کاربرد کود تلفیقی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه در مصرف آب به میزان ۲۱ درصد، صرفه‌جویی کرد. همچنین از آنجایی که بیشترین خسارت وارده بر عملکرد گیاه گلرنگ در مراحل تکمه‌بندی و گلدهی اتفاق می‌افتد، تامین نیاز آبی گیاه در طی این مراحل ضروری به نظر می‌رسد. جهت کاهش مصرف آب و همچنین افزایش کارایی مصرف آب کاربرد تیمار کودی تلفیقی (زیستی + نانو + شیمیایی) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه برای منطقه پیشنهاد می‌شود.

دانه‌ی پر در طبق و وزن هزار دانه می‌باشد و با توجه به اهمیت محلول‌پاشی از لحاظ قرار دادن عناصر غذایی در اختیار گیاه و جذب بهتر این عناصر از طریق برگ باعث افزایش فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه شده و عملکرد کل دانه را افزایش می‌دهد. افزایش عملکرد دانه در اثر محلول‌پاشی از طریق تقلیل اثر تنش قطع آبیاری در کارهای سایر محققین از جمله عابدی - باباعربی و همکاران (۱۳۹۰) و موحدی‌دهنوی و مدرس‌ثانوی (۱۳۸۵) گزارش شده است.

نتایج نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد روغن از تیمار کود تلفیقی و آبیاری مطلوب (I_1T) به میزان $682/65$ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان آن از تیمار بدون محلول‌پاشی و قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2B) به میزان $255/08$ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). کاهش $427/57$ کیلوگرمی عملکرد روغن در تیمار (I_2B) نسبت به تیمار (I_1T) می‌تواند متأثر از پاسخ عملکرد دانه نسبت به ترکیب سیستم‌های مختلف کودی و آبیاری باشد، به طوری که در تیمار تلفیقی (I_1T)، که شامل کود زیستی، کود نانو و کود شیمیایی و تحت شرایط مطلوب آبیاری بوده، توانسته عناصر مورد نیاز و آب کافی را در اختیار گیاهان تحت این تیمار قرار دهد که به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع کافی آسیمیلات‌ها را به دنبال داشته و همین مسئله منجر به افزایش عملکرد دانه و در نهایت عملکرد روغن گردید.

عملکرد زیستی شامل کل بیوماس اندام هوایی گیاه است. نتایج تجزیه واریانس این صفت نشان داد که اثر متقابل رژیم آبیاری و منابع کودی بر عملکرد زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار عملکرد زیستی ($6203/02$ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری کامل و تیمار تلفیقی (I_1T) بدست آمد در حالیکه کمترین مقدار آن ($3254/2$ کیلوگرم در هکتار) در شرایط قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی و تیمار شاهد (I_2B) بدست آمد. به عبارت دیگر تیمار کودی شاهد تحت شرایط قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2B) عملکرد زیستی را به میزان $47/53$ درصد نسبت به تیمار کودی تلفیقی و شرایط آبیاری کامل (I_1T) کاهش داد (جدول ۳). کاهش عملکرد زیستی ناشی از کاهش تجمع ماده خشک است و از آنجایی که در مرحله رشد رویشی هنوز گیاه با سرعت تقریباً

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های، اثر متقابل رژیم آبیاری × تیمار کودی بر صفات گلرنگ

رژیم آبیاری	تیمار کودی	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن طبق (گرم در بوته)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد			شاخص برداشت (%)
						دانه (کیلوگرم در هکتار)	روغن (کیلوگرم در هکتار)	زیستی (کیلوگرم در هکتار)	
آبیاری کامل (I ₁)	B	۸/۷de	۳۷/۲jk	۲۱/۴۶c-f	۴۱a-c	۱۵۶۷/۰۴i	۴۰۴/۷۲f-h	۴۲۸۱/۶۲gh	۳۷c-f
	W	۸/۹vd	۵۴/۶cd	۲۱/۱c-g	۴۳ab	۱۵۲۷/۱۷i	۳۸۲/۸۵f-i	۳۷۷۰/۶۶i	۴۰/۳۳a-c
	N	۸/۷۳de	۵۴/۲۷cd	۲۶/۴۶ab	۳۷/۶۷c-e	۲۲۱۵/۷۸de	۶۲۷/۴b	۵۳۳۱/۲۰cd	۴۱/۶۷ab
	C	۱۰/۵c	۵۲/۶d	۲۱c-g	۴۳/۳۳ab	۲۰۹۹/۱۶e	۵۳۴/۲۵d	۵۰۲۰/۱۶de	۴۱/۳۳ab
قطع آبیاری در مرحله تکمیل‌بندی (I ₂)	Z	۷/۷e-g	۴۸/۲۷e	۱۸/۷e-g	۴۳ab	۱۷۶۰/۴۱f-h	۴۲۹/۵۳e-g	۵۰۴۷/۹۸de	۳۵d-h
	T	۱۳/۹۷a	۶۳/۸a	۲۸/۲۲a	۴۴/۳۳a	۲۵۲۶/۷۷a	۶۸۲/۶۵a	۶۲۰۳/۰۲a	۴۰/۶۷a-c
	B	۶/۶۷g	۳۷/۲jk	۱۲/۷۶h	۳۵e	۱۰۳۲/۹۲k	۲۴۵/۰۸j	۳۲۵۴/۰۲j	۳۲h
	W	۷/۶۷e-g	۳۵/۴۷k	۱۸/۴۳e-g	۳۶de	۱۵۹۳/۸۱hi	۳۹۴/۶۴f-i	۴۳۴۸/۲۶f-h	۳۷c-f
قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I ₃)	N	۹d	۵۲/۴d	۲۰/۰۶e-g	۳۴/۶۷e	۱۶۲۱/۵۷g-i	۴۰۸/۳۱f-h	۴۸۳۱/۴۰e	۳۳/۶۷f-h
	C	۷/۸۳ef	۵۲/۸d	۱۹/۰۶e-g	۴۴a	۱۸۷۱/۴۷f	۴۳۹/۵۴ef	۵۵۱۴/۴۶bc	۳۴e-h
	Z	۷/۲۳fg	۴۷/۲ef	۱۸/۸۶e-g	۴۰a-d	۱۵۴۳/۸۳i	۳۶۸/۰۳hi	۳۸۳۱/۸۰i	۴۰/۶۷a-c
	T	۷fg	۴۵/۸e-g	۱۷/۳fg	۴۰a-d	۱۵۳۲/۷۲i	۳۶۲/۶۵hi	۴۶۴۸/۱۴e-g	۳۳gh
شیدن دانه (I ₄)	B	۸/۶۳de	۳۸/۵۳i-k	۱۷/۵۶fg	۴۰a-d	۱۶۳۲/۶۸g-i	۳۶۹/۱۱hi	۴۶۹۸/۱۲e-g	۳۴/۶۷d-h
	W	۹/۳۳d	۴۳/۳۳gh	۲۰/۴۳d-g	۴۰a-d	۱۶۵۴/۸۹g-i	۳۶۴/۶hi	۴۳۳۱/۶۰f-h	۳۸a-d
	N	۸/۶۳de	۴۴/۳۳f-h	۲۲/۱۶b-f	۴۰/۶۷a-d	۲۳۲۶/۸۵bcd	۶۰۶/۲۴b	۶۰۹۲/۰۶a	۳۸/۳۳a-d
	C	۱۰/۵c	۳۷/۴۷k	۲۰/۴۳d-g	۳۸/۶۷b-e	۲۲۴۳/۵۵cde	۵۹۵/۲۸bc	۵۶۵۳/۲۴bc	۳۹/۶۷a-c
تیمار کودی شامل: شاهد (B)، آب‌پاشی (W)، محلول‌پاشی کود شیمیایی (C)، محلول‌پاشی کود نانو (N)، کود زیستی (ازت بارور ۱ + فسفات بارور ۲ + بیوسولفور) (Z) و تلفیقی (شیمیایی + نانو + زیستی) (T) می‌باشد	Z	۷/۳۷fg	۴۰/۸۷h-j	۲۱/۲۳c-g	۴۲ab	۱۱۳۸/۴۳jk	۲۵۶/۰۱j	۴۶۹۸/۱۲e-g	۲۴/۳۳i
	T	۱۰/۸c	۳۸/۵۳i-k	۲۵/۷۳a-c	۴۳ab	۲۲۶۰/۲۱cde	۵۴۸/۸۹cd	۶۱۸۶/۳۶a	۳۶/۶۷c-g
	B	۷fg	۴۲/۲g-i	۱۶/۲۳gh	۴۰a-d	۱۲۸۲/۸۲j	۳۴۳/۸۴i	۳۹۵۹/۵۸hi	۳۳gh
	W	۸/۶۷de	۳۷/۹۳jk	۲۰/۸۳c-g	۴۱/۳۳a-c	۱۷۹۹/۲۸fg	۴۶۶/۸۵e	۴۷۵۳/۶۰ef	۳۷/۶۷b-e
تیمار کودی شامل: شاهد (B)، آب‌پاشی (W)، محلول‌پاشی کود شیمیایی (C)، محلول‌پاشی کود نانو (N)، کود زیستی (ازت بارور ۱ + فسفات بارور ۲ + بیوسولفور) (Z) و تلفیقی (شیمیایی + نانو + زیستی) (T) می‌باشد	N	۱۲b	۴۸/۴۷e	۲۳/۵a-e	۴۳/۳۳ab	۲۲۰۴/۶۷de	۶۲۵/۸b	۵۶۱۴/۴۲bc	۳۹a-c
	C	۱۲b	۶۰/۸ab	۲۵/۳۶a-d	۴۲ab	۲۴۰۴/۵۹abc	۵۸۷/۱۵b-d	۶۲۲۵/۳۴a	۳۸/۳۳a-d
	Z	۸/۷۳de	۵۷/۷۳bc	۲۵/۷۶a-c	۴۳ab	۱۴۷۷/۱۹i	۳۸۰/۳۵g-i	۵۵۴۲/۲۸bc	۲۶/۶۷i
	T	۱۲/۵۲b	۶۲/۲۷a	۲۶/۹ab	۴۰a-d	۲۴۸۲/۳۴ab	۶۴۲/۷۴ab	۵۸۹۲/۱۴ab	۴۲ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

تیمار کودی شامل: شاهد (B)، آب‌پاشی (W)، محلول‌پاشی کود شیمیایی (C)، محلول‌پاشی کود نانو (N)، کود زیستی (ازت بارور ۱ + فسفات بارور ۲ + بیوسولفور) (Z) و تلفیقی (شیمیایی + نانو + زیستی) (T) می‌باشد

منابع

- امیدی، ا. ح. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. مجله به‌زراعی نهال و بذر. جلد ۲۵، شماره ۱: ۳۱-۱۵.
- امیدی، آ.، م. میرزاخانی و م. ر. اردکانی. ۱۳۹۳. ارزیابی صفات کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت تاثیر کاربرد ازتو باکتر و همزیستی میکوریزایی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۶، شماره ۲: ۳۳۸-۳۲۴.
- خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۹۱. گیاهان صنعتی چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸۰ ص.

- ظفریان، ل.، ع. عیوضی و ف. جلیلی. ۱۳۹۰. اثر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و اجزای آن در دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله پژوهش در علوم زراعی. جلد ۳، شماره ۱۲: ۲۹-۴۰.
- عابدی بابا عریبی، س.، م. موحدی دهنوی، ع. یدوی و ا. ادھمی. ۱۳۹۰. تاثیر محلول پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۴، شماره ۱: ۷۵-۹۵.
- کوهنورد، پ.، ج. جلیلیان و ع. ر. پیرزاد. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر برخی صفات زراعی گلرنگ در نظام های زراعی رایج و اکولوژیک. مجله دانش زراعت. شماره ۶: صفحه ۲۵-۱۵.
- محسن نیا، ا. و ج. جلیلیان. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۴، شماره ۳: ۲۴۵-۲۳۵.
- موحدی دهنوی، م. و س. ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۵. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم گلرنگ پائیزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۳، ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات، صفحه ۱۱-۱.
- Abul Hashem, M. N. Amin Majumdar, Abdul Hamid and M. M. Hossain. 1998. Drought stress on seed yield, yield attributes, growth, cell membrane stability and gas exchange of synthesized *Brassica Napus* L. J. Agron. Crop Sci. 180:129-136.
- Bohnert, H. J and R. G. Jensen. 1996. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. Trends Biotechnol. 14(3):89-97.
- Clavel, D., N. K. Drame, H. Roy Macauley, S. Braconnier and D. Laffray. 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Cultivars. Environ Exper. Bot. 54: 219-230.
- Feyzollahzadeh, M., A. Modares Motlagh and A. M. Nikbakht. 2014. Effect of irrigation and nutrient on physical properties of safflower seeds. Int. Agrophys. 28:7-14.
- Guo Yahai, X and L. Lianlu. 1992. The relations between yield formation and development of flowering parts as well as growth of branches and leaves. IIIth International Safflower Conf. Beijing, China. Pp: 465-477.
- Hashemi Dezfouli, A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. Crop Research Hisar. 7:313-319.
- Hayashi, H and K. Hanada. 1985. Effects of soil water deficit on seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) plants. JPN. J. Crop Sci. 54: 346-352.
- Horwitz, W. (2000). Official methods of analysis of the AOAC international. 18th ed. Gaithersburg, MD, AOAC International.
- Kazi, B. R., F. C. Oad, G. H. Jamro, L. A. Jamali and N. L. Oad. 2002. Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. Pakistan J. Appl. Sci. 2 (5): 550-552.
- Mardalipour, M., H. Zahedi and Y. Sharghi. 2014. Evaluation of Nano biofertilizer efficiency on agronomic traits of spring wheat at different sowing date. Biol. Forum Int. J. 6(2): 349-356.
- Montemurro, F. 2009. Different nitrogen fertilization sources, soil tillage and crop rotations in winter wheat: effect on yield, quality and nitrogen utilization. J. Plant Nutr. 32: 1-18.
- Naseri, R., A. Mirzaei and S. Vazan. 2010. Response of yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to seed inoculation with *Azotobacter* and *Azospirillum* and different nitrogen levels under dry land conditions. World Appl Sci J. 11 (104): 1287-1291.
- Siddique, M. R. B., A. Hamid, and M. S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 35-39.
- Tanaka, D. L., N. R. Riveland, J. W. Bergman and A. A. Schneiter. 1997. Safflower plant development stages. IVth International Safflower Conf. Italy, Bari. 2-7 June.
- Tarantino, E and E. Alba. 1978. Influence of irrigation and plant density on yield characteristics of some commercial and improved sunflower cultivars grown as a second crop. Ital. J. Agron. 12 (3): 136-142.

The effect of irrigation disruption and different fertilizers sources on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Y. Tagizadeh¹, J. Jalilian², S. Siavash Moghaddam³

Received: 2016-11-18 Accepted: 2017-6-9

Abstract

This experiment was done as split plot based on a randomized complete blocks design with three replications in the field of Urmia University, in 2015. The main plot was irrigation disruption at four levels including: full irrigation, irrigation disruption at heading, flowering and grain filling stages and different sources of fertilizer comprised of control, water spray, foliar application of Nano, chemical fertilizer, bio-fertilizer application and combined application of fertilizers [Nano + chemical + bio-fertilizer], were assigned as subplot. Results showed that in control plants under irrigation disruption at heading stage the capsule number per plant and oil yield was decreased 52.25 and 62.6 percent in compared to the plants treated with combined application of fertilizers and full irrigation. Normal irrigation and combined fertilizer treatments had maximum 1000-seed weight (44.33 g) and seed yield (2526.8 kg/ha) and the lowest of 1000-seed weight (34.7g) and seed yield (1032.9 kg/ha) were obtained in plants under irrigation disruption at heading stage and application of Nano fertilizer and control, respectively. The highest harvest index (42%) was detected in irrigation disruption at the grain filling stage and combined fertilizers, and the lowest (24.33%) was observed in irrigation disruption at flowering stage followed by bio-fertilizer application. Generally, result showed that irrigation disruption during the grain filling stage and application of combined fertilizers without any significant effect on yield led to a reduction water consumption on safflower farm.

Keywords: Bio-fertilizer, chemical fertilizer, foliar application, nano fertilizer

1- Graduated Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

2- Associated Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

3- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran