دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و ششم، ۱۳۹۸

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

یداله تقی‌زاده[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 ۹۵-۱۳۹٤ 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 ٦۲/٦ 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 (٤٤/۳ گرم) و عملکرد دانه (۲۵۲٦/۸ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و کمترین مقدار وزن هزار دانه (۳٤/۷ 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 (٤۲ درصد) را داشتند در حالی که کمترین میزان آن (۲٤/۳ 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. ۳٦: ۲۱٦-۲۰٤.

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 ٤۵ 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 آنجائی‌که 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 (عابدی‌باباعربی و همکاران ۱۳۹۰). در بین تنش‌های محیطی غیر زنده، تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل کاهنده عملکرد در اکثر مناطق کشت گیاهان زراعی می‌باشد (بوهنرت و جنسن، ۱۹۹٦). 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 ارایه نماید (مردعلیپور و همکاران، ۲۰۱٤). 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 (فیض‌الهزاده و همکاران، ۲۰۱٤). 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 ٤۵ درجه و ٤۱ ثانیه از نصف‌النهار گرینویچ) با ۱۳۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ 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 بذرآن 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 ۳۰-۰ 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 ٤- 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) ٤- محلول‌پاشی کود شیمیایی (C) ۵- کود زیستی [ازت بارور۱+ فسفات بارور۲+ بیوسولفور] (Z) و ٦- تلفیقی: [نانو + شیمیایی + زیستی] (T) بودند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	هدایت الکتریکی(dS/m)	اسیدیته خاک	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر (mg/g)	پتاسیم (mg/g)	درصد رطوبت ظرفیت زراعی	درصد رطوبت نقطه پژمردگی دائم
لومی رسی	۰/۵٤	۷/۱۵	۰/۹٤	۰/۰۹٤	۱۱/٦	۳۹۵	۲۷/۹۹	۱٤/۵

جهت اعمال تیمار کودهای زیستی، ازت بارور۱ حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس *Azotobacter chorococum* و فسفات بارور ۲ حاوی باکتری حل کننده فسفات از جنس *Pantoea agglomerans* sp. و *Pseudomonas* sp. که حاوی تعداد 10^{7} تا 10^{8} باکتری از دو جنس بالا بود و به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار و به شیوه بذرمال استفاده شد. بیوسولفور نیز که حاوی میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگرد بوده و به میزان ۵ کیلوگرم به همراه ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله در هکتار (به صورت نواری در کنار ردیف‌های کاشت در تیمارهای Z و T) 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. کرت‌های تیمار آب‌پاشی در زمان اعمال محلول‌پاشی فقط با آب تیمار شدند. برخی از محققین اتفاق نظر دارند بخشی از اثرات مثبتی که محلول‌پاشی 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 باباعربی و همکاران ۱۳۹۰، موحدی‌دهنوی و مدرس‌ثانوی ۱۳۸۵). تیمار شیمیایی با کود شیمیایی میکرو سبز تایید شده در جهاد کشاورزی حاوی ۲۰ درصد (N-P2O5-K2O) و عناصر ریزمغذی Fe Cu 500ppm, Zn Mn 500ppm, 1000ppm) Free chelates B 200ppm, MO 5ppm, 500ppm, 10000ppm,) محلول‌پاشی گردید. تیمار نانو با کود نانو محصول شرکت فن‌آور سپهر پارمیس با تایید دانشگاه علوم پزشکی **بقیة 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) محلول‌پاشی شد. تیمار T با ترکیبی از کود نانو و شیمیایی به صورت ۵۰ درصد از هر کدام محلول‌پاشی شد. غلظت کاربردی کودها دو لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب و حجم پاشش در هر دور محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌لیتر در هر متر مربع بود. سه مرتبه محلول‌پاشی از مرحله ساقه روی با فاصله زمانی دو هفته یکبار اعمال گردید.

کاشت به صورت خشکه‌کاری صورت گرفت، عمق کاشت بذور ٤-۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و به منظور اطمینان از جوانه‌زنی و داشتن تعداد بوته کافی در هر کرت، بذور به صورت ردیفی و قرار دادن دو عدد بذر در هر نقطه با رعایت فاصله ۱۰ سانتی‌متر کشت گردید. به منظور دست‌یابی به نتایج آماری معتبر و صحیح و برای جلوگیری از نفوذ آب بین کرت‌های تحت تنش و بدون تنش، ۱/۵ متر بین تیمارهای آبیاری و یک متر بین کرت‌های 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. فاصلهٔ بین ردیف‌ها به طور ثابت برای تمامی واحدهای آزمایش ٤۰ سانتی‌متر و فواصل بین بوته‌ها در روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. در مجموع آزمایش دارای ۲٤ 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 (I_1) بر اساس عرف منطقه هر هفت روز یکبار صورت می‌گرفت و همچنین قطع آبیاری از مراحل تکمه‌بندی (I_2)، گلدهی (I_3) و پر شدن دانه (I_3) تا زمان بروز آثار پژمردگی در گیاهان صورت می‌گرفت که معیار، پژمردگی برگ‌های جوان بود (عابدی باباعربی و همکاران، ۱۳۹۰؛ موحدی‌دهنوی و مدرس‌ثانوی ۱۳۸۵؛ صدیق و همکاران، ۲۰۰۳). میزان آب مصرفی در هر یک از رژیم‌های آبیاری با استفاده از کنتور اندازه‌گیری شد، مقدار کلی آب مصرفی در رژیم‌های آبیاری کامل (I_1)، قطع آبیاری از مرحله تکمه‌بندی (I_2)، قطع آبیاری از مرحله گلدهی (I_3) و قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه (I_4) به ترتیب ۵۷۰٦، ۳۳٤۵، ٤۱۳۲ و ٤۵۲۵ متر مکعب در هکتار بود.

کلیه اندازه‌گیری‌ها در هر پلات، پس از حذف حاشیه (دو ردیف از طرفین و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای (ردیف‌ها)، 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،

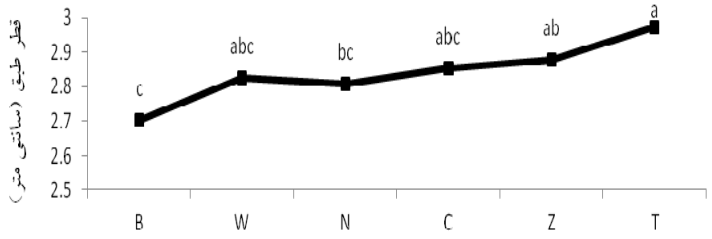
تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن اندازه‌گیری شدند. برای اندازه گیری درصد روغن ابتدا با استفاده از حلال n- هگزان به روش هورویتز (۲۰۰۰)، درصد روغن با دستگاه سوکسله اندازه گیری شد و سپس بر اساس عملکرد کل دانه، عملکرد کل روغن محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها، 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 (٦/٦٧ عدد) در تیمار I_2B دیده شد. به عبارت دیگر قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2) و تیمار بدون محلول‌پاشی 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).

محلول پاشی 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 آسیمیلات‌ها گزارش کردند.



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

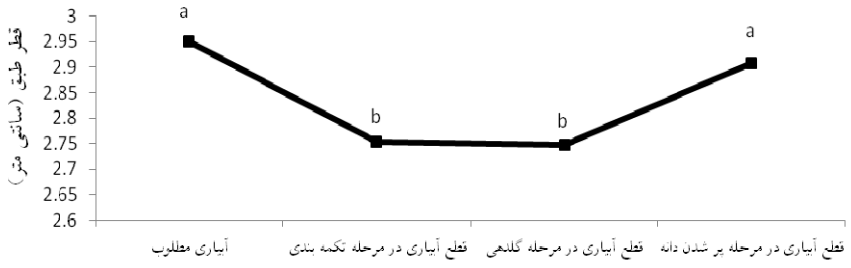
تاثیر دورهای مختلف آبیاری بر قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که بیشترین میزان قطر طبق (۲/۹۵ سانتی‌متر) در شرایط قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I_4) و کمترین مقدار آن (۲/۷۵ سانتی‌متر) در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I_3) بدست آمد (شکل ۲).

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 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 (٦٣/٨ عدد) را دارا بودند در حالیکه کمترین تعداد دانه در طبق (٣٥/٤٧ 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 ٤٤/٤ درصد نسبت به تیمار (I_2W) افزایش داد.

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	۰/۲٤$^{n.s}$	۰/۰۰۲$^{n.s}$	۲/٤۹$^{n.s}$	۳۹٦۰/٤^{ns}	۲٦/۰٤$^{n.s}$	۲۷۲۲۷/٤$^{n.s}$	۳۱۱۰/۳$^{n.s}$	۱٥٥۷/٤^{n}	۰/۰۰۰۱^{ns}
رژیم آبیاری	۳	۲۳/۲٤**	۰/۱۹۹**	٦۹۷/۹**	۱۱۰۳۷/۷*	٤۸/۳**	۸۳۱۱۹۰/۷**	۸۹٥۸٦/۱**	۱۲۹۳۱/۲**	۰/۰۰۷**
اشتباه کرت اصلی	٦	۰/۲٤۷	۰/۰۳۲	٤/٤	۱۲۹۹/۹	۱۲/٥	٦۷٥۰	۸٥۸/٥	۲۰۱/۷	۰/۰۰۰٥
تیمار کودی	٥	۲۲/۱**	۰/۰۹*	۲۸۳/۷**	۷۱٦٦/۹**	۲۷/۳**	۱۸۱۳۸۸**	۱٤٤٤٤٥/٥**	۲۳٤۰۹/۷**	۰/۰۱۱ **
آبیاری × کود	۱٥	٥/۳**	۰/۰٤$^{n.s}$	۱۷٤/۳**	۱۹۱۲/۷**	۱٦/٦**	۲۲۰۱۰۲/٤**	۱٥۲٤۰/۹**	۲٥۰٤/۳**	۰/۰۰٥**
اشتباه آزمایشی	٤۰	۰/۳۲	۰/۰۳	٤/۳	٦۷۱/۲	٦/٦	۱۰۱۱۱/٥	۹۹۲/۹	۲۰٦/٦	۰/۰۰۰٤
ضریب تغییرات (٪)		٦/۲	٥/۹	٤/٤	۱۲/۲	٦/۳	٥/٥	٦/۸	٤/۸	٥/۲

^{ns}، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.



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

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 یاهایی 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 (۲۸/۲۳گرم در بوته) در تیمار کود تلفیقی و شرایط آبیاری مطلوب (I_1T) و کمترین میزان آن (۱۲/٦۷گرم 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 (٤٤/۳۳ گرم) از تیمار تلفیقی (T) و در شرایط آبیاری مطلوب (I_1) بدست آمد، در حالی که کمترین میزان آن (۳٤/٦۷ گرم) در تیمار کود نانو (N) و در شرایط آبیاری (I_2) دیده شد (جدول ۳). کاهش ۲۱/۷۹ درصدی وزن هزار دانه در تیمار (I_2N) نسبت به تیمار (I_1T)، کارآیی بهتر در تلفیق کود زیستی با کود نانو و کود شیمیای 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 کارآیی بهتر سیستم‌های تلفیقی در افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک نسبت به سایر سیستم‌ها توجیه کرد (مونتمورو، ۲۰۰۹).

بیشترین مقدار عملکرد دانه (۲۵۲٦/۸ 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 پی‌آمدهای 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 امیدی (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

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 ٦٨٢/٦٥ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان آن از تیمار بدون محلول‌پاشی و قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2B) به میزان ۲۵۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). کاهش ٤٢٧/٥٧ 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 (٦٢٠٣/٠٢ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری کامل و تیمار تلفیقی (I_1T) بدست آمد در حالیکه کمترین مقدار آن (٣٢٥٤/٢ 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 ٤٧/٥٣ 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 آنجائی‌که در مرحله رشد رویشی هنوز گیاه با سرعت تقریبا زیادی ماده خشک را تجمع می‌دهد، کاهش میزان آبیاری در این مرحله باعث آسیب زیادی به ماده خشک تجمعی 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 تجمعی یا عملکرد زیستی با قطع آبیاری در بسیاری از آزمایش‌ها از جمله توسط امیدی (۱۳۸۸)، ابوالهاشم و همکاران (۱۹۹۸)، هاشمی دزفولی (۱۹۹٤) 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 (٤٢ درصد) از تیمار تلفیقی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I_4T) و کمترین میزان (٢٤/٣٣ 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 ٤٢ 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 آنجایی‌که 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 کارآیی مصرف آب کاربرد تیمار کودی تلفیقی (زیستی+ نانو+ شیمیایی) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه برای منطقه پیشنهاد می‌شود.

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

رژیم آبیاری	تیمار کودی	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه درطبق	وزن طبق پر (گرم در بوته)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (%)
آبیاری کامل (I_1)	B	۸/٦de	۳۷/۲jk	۲۱/٤٦c–f	٤۱a-c	۱٥٦٦/۰٤i	٤۰٤/۷۲f-h	٤۲۸۱/٦۲gh	۳۷c-f
	W	۸/۹۷d	٥٤/٦cd	۲۱/۱c-g	٤۳ab	۱٥۲۷/۱۷i	۳۸۲/۸٥f-i	۳۷۷۰/٦٦i	٤۰/۳۳a-c
	N	۸/۷۳de	٥٤/۲۷cd	۲٦/٤٦ab	۳٦/٦۷c-e	۲۲۱٥/۷۸de	٦۲٦/٤b	٥۳۳۱/۲۰cd	٤۱/٦۷ab
	C	۱۰/٥c	٥۲/٦d	۲۱c-g	٤۳/۳۳ab	۲۰۹۹/۱٦e	٥۳٤/۲٥d	٥۰۲۰/۱٦de	٤۱/۳۳ab
	Z	۷/۷e-g	٤۸/۲۷e	۱۸/۷e-g	٤۳ab	۱۷٦۰/٤۱f-h	٤۲۹/٥۳e-g	٥۰٤۷/۹۸de	۳٥d-h
	T	۱۳/۹۷a	٦۳/۸a	۲۸/۲۲a	٤٤/۳۳a	۲٥۲٦/۷۷a	٦۸۲/٦٥a	٦۲۰۳/۰۲a	٤۰/٦۷a-c
قطع آبیاری در مرحله تکمه‌بندی (I_2)	B	٦/٦۷g	۳۷/۲jk	۱۲/۷٦h	۳٥e	۱۰۳۲/۹۲k	۲٤٥/۰۸j	۳۲٥٤/۲۰j	۳۲h
	W	۷/٦۷e-g	۳٥/٤۷k	۱۸/٤۳e-g	۳٦de	۱٥۹۳/۸۱hi	۳۹٤/٦٤f-i	٤۳٤۸/۲٦f-h	۳۷c-f
	N	۹d	٥۲/٤d	۲۰/۰٦e-g	۳٤/٦۷e	۱٦۲۱/٥۷g-i	٤۰۸/۳۱f-h	٤۸۳۱/٤۰e	۳۳/٦۷f-h
	C	۷/۸۳ef	٥۲/۸d	۱۹/۰٦e-g	٤٤a	۱۸۷۱/٤۷f	٤۳۹/٥٤ef	٥٥۱٤/٤٦bc	۳٤e-h
	Z	۷/۲۳fg	٤۷/۲ef	۱۸/۸٦e-g	٤۰a-d	۱٥٤۳/۸۳i	۳٦۸/۰۳hi	۳۸۳۱/۸۰i	٤۰/٦۷a-c
	T	vfg	٤٥/۸e-g	۱۷/۳fg	٤۰a-d	۱٥۳۲/۷۲i	۳٦۲/٦٥hi	٤٦٤۸/۱٤e-g	۳۳gh
طع آبیاری در مرحله گلدهی (I_3)	B	۸/٦۳de	۳۸/٥۳i-k	۱۷/٥٦fg	٤۰a-d	۱٦۳۲/٦۸g-i	۳٦۹/۱۱hi	٤٦۹۸/۱۲e-g	۳٤/٦۷d-h
	W	۹/۳۳d	٤۳/۳۳gh	۲۰/٤۳d-g	٤۰a-d	۱٦٥٤/۸۹g-i	۳٦٤/٦hi	٤۳۳۱/٦۰f-h	۳۸a-d
	N	۸/٦۳de	٤٤/۳۳f-h	۲۲/۱٦b-f	٤۰/٦va-d	۲۳۲٦/۸٥bcd	٦۰٦/۲٤b	٦۰۹۲/۰٦a	۳۸/۳۳a-d
	C	۱۰/٥c	۳٦/٤۷k	۲۰/٤۳d-g	۳۸/٦۷b-e	۲۲٤۳/٥٥cde	٥۹٥/۲۸bc	٥٦٥۳/۲٤bc	۳۹/٦۷a-c
	Z	۷/۳۷fg	٤۰/۸۷h-j	۲۱/۲۳c-g	٤۲ab	۱۱۳۸/٤۳jk	۲٥٦/۰۱j	٤٦۹۸/۱۲e-g	۲٤/۳۳i
	T	۱۰/۸c	۳۸/٥۳i-k	۲٥/۷۳a-c	٤۳ab	۲۲٦۰/۲۱cde	٥٤۸/۸۹cd	٦۱۸٦/۳٦a	۳٦/٦۷c-g
قطع آبیاری در مرحله شدن دانه (I_4)	B	vfg	٤۲/۲g-i	۱٦/۲۳gh	٤۰a-d	۱۲۸۲/۸۲j	۳٤۳/۸٤i	۳۹٥۹/٥۸hi	۳۳gh
	W	۸/٦۷de	۳۷/۹۳jk	۲۰/۸۳c-g	٤۱/۳۳a-c	۱۷۹۹/۲۸fg	٤٦٦/۸٥e	٤۷٥۳/٦۰ef	۳۷/٦۷b-e
	N	۱۲b	٤۸/٤۷e	۲۳/٥a-e	٤۳/۳۳ab	۲۲۰٤/٦۷de	٦۲٥/۸b	٥٦۱٤/٤۲bc	۳۹a-c
	C	۱۲b	٦۰/۸ab	۲٥/۳٦a-d	٤۲ab	۲٤۰٤/٥۹abc	٥۸۷/۱٥b-d	٦۲۲٥/۳٤a	۳۸/۳۳a-d
	Z	۸/۷۳de	٥۷/۷۳bc	۲٥/۷٦a-c	٤۳ab	۱٤۷۷/۱۹i	۳۸۰/۳٥g-i	٥٥٤۲/۲۸bc	۲٦/٦۷i
	T	۱۲/٥۲b	٦۲/۲۷a	۲٦/۹ab	٤۰a-d	۲٤۸۲/۳٤ab	٦٤۲/۷٤ab	٥۸۹۲/۱٤ab	٤۲ab

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 ویژگی های 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 بوم شناسی کشاورزی. جلد ٦، شماره ۲: ۳۳۸-۳۲٤.

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، شماره۱۲: ۴۰-۲۹.

عابدی باباعربی، س.، م. موحدی‌دهنوی، ع. یدوی و ا. ادهمی. ۱۳۹۰. تاثیر محلول‌پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ٤، شماره ۱: صفحه ۹۵-۷۵.

کوه‌نورد، پ.، ج. جلیلیان و ع.ر. پیرزاد. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر برخی صفات زراعی گلرنگ در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک. مجله دانش زراعت. شماره ٦: صفحه ۲۵-۱۵.

محسن‌نیا، ا. و ج. جلیلیان. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ٤، شماره ۳: ۲٤۵-۲۳۵.

موحدی‌دهنوی، م. و س.ع.م. مدرس‌ثانوی. ۱۳۸۵. اثر محلول‌پاشی 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. ModaresMotlagh 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. Tagizadeh[1], J. Jalilian[2], S. Siavash Moghaddam[3]

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