بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی بر پتانسیل عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ (*Cartahamus tinctorius* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

فهیمه دانشور[۱]، غلامرضا خواجوئی‌نژاد[۲]،

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۱۲

مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول

چکیده

در این مطالعه اثر کودهای زیستی بر پتانسیل عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام گلرنگ، تحت رژیم‌های آبیاری مختلف، ارزیابی گردید. طرح آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در کرمان اجرا شد. دور آبیاری در سه سطح شامل ۵ روز، ۱۰ روز و ۱۵ روز به‌عنوان فاکتور اصلی اعمال شد و کودهای زیستی در دو سطح شاهد و باکتری‌های *Azotobacter sp* و *Azosprillum sp.* +کود فسفاته بارور ۲ و همچنین سه رقم گلدشت، لاین Mex. 22-191 و سینا به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند و صفات مختلف زراعی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد رژیم‌های آبیاری تأثیر معنی‌داری بر همه صفات به‌جز شاخص برداشت داشت، تأخیر در آبیاری از پنج روز به ۱۵ روز عملکرد دانه را به‌اندازه ۳۳٪ کاهش داد، همچنین کاربرد کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر همه صفات به‌جز تعداد دانه در طبق و شاخص برداشت داشت. دربین ارقام در تمام صفات اندازه‌گیری شده به‌جز شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت که بیانگر تنوع بالا در بین آن‌هاست، در حالی‌که اثر متقابل آبیاری در رقم معنی‌دار نگردید که بیانگر پاسخ یکسان ارقام به رژیم‌های آبیاری مختلف است. اثر متقابل آبیاری×کود×رقم تنها برای تعداد طبق در بوته و وزن هزاردانه و اثر متقابل کود×رقم برای عملکرد بیولوژیک و دانه معنی‌دار گردید. با کاربرد کود عملکرد ارقام نیز در مقایسه با شاهد، افزایش یافت. براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین میانگین عملکرد دانه از لاین Mex. 22-191 در شرایط کاربرد کودهای زیستی حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، تنش خشکی، Safflower.

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران، تلفن تماس:
[۲] استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران، تلفن تماس: ۰۹۱۳۱۴۰۶۵۱۲ Khajoei@mail.uk.ac.ir

مقدمه

گلرنگ (*Cartahamus* tinctorius L.) ازجمله دانه‌های روغنی است که حاوی ٪۴۰-۳۵ روغن می‌باشد و به‌عنوان یک منبع مهم روغن خوراکی شناخته می‌شود (کلساریسی و همکاران، ۲۰۰۵) بنابراین می‌تواند نقش بسزایی در تأمین روغن مورد نیاز کشور ایفا کند. بیش از ۹۰ درصد روغن موجود در دانه‌ها به‌صورت روغن اشباع نشده می‌باشد که به‌عنوان روغن خوراکی با کیفیت بالا به‌شمار می‌رود. امروزه بر اهمیت گلرنگ به‌عنوان دانه روغنی، به‌خصوص به‌علت دارا بودن اسید چرب غیراشباع و ضروری لینولئیک، افزوده شده و به تولید آن در جهان، توجه خاص معطوف گردیده است (خواجه‌پور، ۱۳۸۶). از طرفی تنش خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد (جنکس و هاسگاوا، ۲۰۰۵). تنش خشکی اصلی‌ترین تنش غیر زیستی است که تولید محصول را در این مناطق کاهش می‌دهد (راشد محصل و کافی، ۱۳۷۱). با توجه به اینکه کشور ایران با متوسط نزولات ۲۴۰ میلی‌متر در زمره‌ی مناطق خشک و نیمه خشک طبقه بندی می‌گردد بنابراین کاشت گیاهانی که دارای پتانسیل عملکرد و تولید قابل توجه در شرایط کمبود آب باشند می‌تواند در بهره‌وری بیشتر از این مناطق مؤثر باشد (سرمدنیا، ۱۳۷۲). گلرنگ با توجه به بومی بودن، دارای خصوصیات ارزشمندی ازجمله سازگاری با شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک، کیفیت بالای روغن، مقاومت به تنش‌های غیرزنده به‌خصوص تنش خشکی می‌باشد (روهینی و سانکارا، ۲۰۱۰؛ ویس، ۲۰۰۰).

باتوجه به اینکه منابع چربی حیوانی نمی‌توانند تأمین کننده نیازهای فعلی جمعیت باشند، کاشت گیاهان روغنی جهت رفع نیاز، ضروری به نظر می‌رسد. امروزه با توجه به اینکه نیاز به روغن‌های با کیفیت بالا در حال افزایش است، ضرورت استفاده از نهاده‌های بیولوژیک برای بالا بردن کیفیت دانه‌های روغنی احساس می‌شود و در نتیجه مدیریت کود، یک عامل مهم در کشت گیاهان روغنی مانند گلرنگ است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). در دهه‌های اخیر، تولیدات کشاورزی متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی به‌منظور کسب عملکرد بیشتر بوده است که علاوه بر مشکلات و آلودگی محیط زیست، این مواد تهدیدی برای دستیابی به تولید پایدار می‌باشند. تأکید سیستم‌های آینده کشاورزی پایدار، بر مبنای کاهش در مصرف نهاده‌ها و انرژی و مدیریت مناسب آب و خاک و منابع بیولوژیکی و حفظ محیط زیست به‌منظور دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار است، ضمن اینکه با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی‌رویه عناصر غذایی، هزینه‌ها به حداقل رسانده و کارایی نهاده‌ها را افزایش دهد. استفاده از کودهای بیولوژیک فوایدی همچون صرفه اقتصادی، پایداری منابع خاک، حفظ تولید در دراز مدت و جلوگیری از آلودگی محیط زیست را به همراه دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

کودهای زیستی در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزاد زی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه ای و جوانه زنی بهتر بذور می‌گردند (راجندران و دیوارج، ۲۰۰۴؛ چن، ۲۰۰۶؛ وسی، ۲۰۰۳).

گونه‌های باکتریایی آزوسپیریلوم (Azospirillum sp.) و ازتوباکتر (Azotobacter sp.) از جمله گونه‌هایی هستند که دارای قابلیت تثبیت نیتروژن به‌طریق همیاری با گیاهان هستند و در نظام‌های کشاورزی پایدار مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند (تایلاک و همکاران، ۲۰۰۵). ازتوباکتر یک باکتری غیرهمزیست هوازی بوده و با تولید برخی مواد از جمله پلی ساکاریدها در محیط ریشه، گیاه را از عوامل مهاجم حفظ کرده و از نفوذ یون‌های فلزات سمی به‌درون سلول‌ها نیز ممانعت می‌نماید. ازتوباکتر غالباً در خاک یافت می‌شود و می‌تواند سالانه ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار تثبیت زیستی نیتروژن انجام دهد (بحرانی و همکاران، ۱۳۸۶). باکتری‌های آزوسپیریلوم انواع مختلفی از همکاری را در گونه‌های گیاهی مختلف ایجاد می‌کنند (فیشر و همکاران، ۲۰۰۳). اثرات سودمند تلقیح با آزوسپیریلوم فقط مربوط به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نمی‌باشد، بلکه عمدتاً به علت افزایش کارایی جذب آب و مواد غذایی است که به علت گسترش سیستم ریشه‌ای رخ می‌دهد و افزایش منطقه‌ای از خاک که توسط ریشه بهره برداری می‌شود (دال سانتا و همکاران، ۲۰۰۴؛ ریز و همکاران، ۲۰۰۰). آزوسپیریلوم در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح تعدادی از مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک،

بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در افزایش رشد نقش مفید و مؤثری دارند (کدر، ۲۰۰۲).

تحقیق میرزاخانی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که تلقیح بذر گلرنگ بهاره با باکتری آزادزی ازتوباکتر و یک قارچ همزیست مولد میکوریزا علاوه بر افزایش عملکرد دانه و روغن، موجب افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل نامساعد محیطی و بهبود کیفیت محصول می‌گردد.

محسن نیا و جلیلیان (۱۳۹۱) 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.

امیدی (۱۳۹۱) در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره، تنش خشکی در مرحله تکمه زنی و گل‌دهی را دارای بیشترین تأثیر در عملکرد دانه نسبت به مرحله پر شدن دانه گزارش کرد، بنابراین، این سطح آبیاری را قابل توصیه به زارعین دانست. ایشان همچنین اثر تنش رطوبتی را بر عملکرد ارقام مختلف معنی دار گزارش کردند.

ایبل (۱۹۷۶) بیان کرد که گیاه گلرنگ در شرایط دارای تنش خشکی به‌دلیل کاهش تعداد طبق و تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه کمتری تولید می‌کند.

همچنین بهدانی و موسوی‌فر (۲۰۱۱) با بررسی اثر کم آبیاری بر وزن خشک اندامهای هوایی سه ژنوتیپ گلرنگ گزارش نمودند که با افزایش مدت زمان آبیاری از وزن خشک اندام‌های هوایی هر سه ژنوتیپ کاسته شد.

در ایران تنش‌های رایج خشکی و شوری تا حد زیادی تولید محصولات کشاورزی را با مشکل مواجه نموده است از این رو گرایش به تحقیق در زمینه توسعه کشت و پرورش گیاهان سازگار به تنش‌های مذکور از قبیل گلرنگ ضروری به نظر می رسد. با توجه به خشکی منطقه کرمان و نقش کودهای بیولوژیک در افزایش مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده این آزمایش با هدف بررسی سطوح مختلف آبیاری و کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ در شرایط اقلیمی کرمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پائیز سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان واقع در ۶ کیلومتری جنوب شرقی کرمان، با طول و عرض جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵ ثانیه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۷ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۷۲۰ متر از سطح دریا و در زمینی به مساحت ۷۰۰ متر مربع اجرا شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. در این طرح دور آبیاری بعنوان فاکتور اصلی (دور آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) و تیمارهای کود بیولوژیک در دو سطح شامل نیتروکسین دارای باکتری‌های *Azotobacter sp*، و *Azosprillum sp.* (۲ لیتر در هکتار براساس توصیه شرکت سازنده (فناوری زیستی مهر آسیا)) +کود فسفاته بارور ۲ (۱۰۰ گرم در هکتار بر اساس توصیه شرکت زیست فناور سبز) و شاهد (عدم استفاده از کود) و سه رقم گلرنگ (گلدشت، سینا و لاین Mex. 22-191) به‌عنوان فاکتورهای فرعی مدنظر قرار گرفتند. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف کاشت به‌طول ۳ متر و فاصله ۵۰ سانتی‌متر از هم بود و بین کرت‌های فرعی دو ردیف نکاشت باقی گذاشته شد. تهیه زمین با شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم صورت گرفت. برای ایجاد جوی و پشته مناسب کاشت از دستگاه فاروئر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر استفاده شد. بذور گلرنگ قبل از کشت با باکتری‌ها به‌روش استاندارد و با رعایت توصیه-های شرکت تولید کننده به کود آغشته شد. عملیات تلقیح بذور باید در محیطی دور از تابش مستقیم خورشید انجام گیرد و فاصله زمانی بین تلقیح و کشت باید تا حد امکان کوتاه باشد بدین منظور صبح زود روز کاشت، هنگامی که هوا نسبتاً سرد و شدت تشعشع خورشیدی کم بود، ابتدا بذور لازم، با کودهای بیولوژیک ذکر شده درون یک نایلون معمولی و داخل پاکت کاغذی (جهت جلوگیری از برخورد نور) به خوبی مخلوط شدند، سپس اقدام به کشت شد. هنگام کشت، رطوبت خاک مزرعه در حد مناسب برای بقای باکتری‌ها بود. کاشت بذور در تاریخ

۳۰ آبان به صورت ردیفی با فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی هر ردیف و در عمق ۳ سانتی‌متر انجام شد.

به‌منظور دستیابی به تراکم مورد نظر، با تنک کردن مزرعه بوته‌های اضافی حذف شدند و عملیات تنک بعد از مرحله‌ی سبز شدن و استقرار کامل گیاهچه‌ها انجام شد. اولین آبیاری قبل از کاشت، به‌طور سنگین و در حدی که خاک حداقل تا عمق یک متری مرطوب گردد، انجام شد و دومین آبیاری به‌منظور استقرار مطلوب باکتری‌ها و بهبود سبز شدن گیاهچه‌ها بلافاصله پس از کشت انجام شد. آبیاری به‌روش نشتی و با فاصله هر هفت روز یک بار تا مرحله به ساقه رفتن گیاه انجام شد. اعمال تیمار تنش خشکی از تاریخ ۳ اردیبهشت پس از استقرار کامل گیاهچه، در شرایط بدون تنش هر ۵ روز و در شرایط تنش هر ۱۰ روز و ۱۵ روز یک‌بار صورت گرفت و آخرین آبیاری نیز ۳-۲ هفته قبل از ریزش برگ‌ها در زمان رسیدگی دانه انجام شد. آبیاری جهت یکسان بودن حجم آبیاری باتوجه به یکسان بودن بافت خاک و مساحت کرت‌ها با پمپ و با ثبت زمان مساوی برای هر کرت صورت پذیرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و با دست طی دو مرحله انجام گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	ازت (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	شن (٪)	لای (٪)	رس (٪)	کربن آلی (٪)	بافت خاک	عمق (cm)
۳/۶۶	۷/۷	۰/۵	۰/۹۴	۲۳۵	۷۵	۱۴	۱۱	۰/۴۹	لوم-شنی	۰-۳۰

برداشت گیاهان از تاریخ ۲۰ مرداد زمانی‌که دانه رسیده و شاخ و برگ آن زرد شده بود، طی ۳ روز متوالی، با دست صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر قبل از برداشت نهایی از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد و صفات ارتفاع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند؛ برای تعیین عملکرد نهایی هر رقم، در هر کرت از دو ردیف میانی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای (از طرفین یک ردیف کاشت و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای ردیف) و سطحی به مساحت یک متر مربع برداشت شد و عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای Excel، SAS و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش، کود و رقم بر صفات مورد بررسی در گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۷/۱۴^{ns}	۱۰/۱۰^{ns}	۱۰۵۲/۰۲**	۱۴/۸۹**	۴۳۱۴/۰۲^{ns}	۱۶۹/۲۴^{ns}	۱۷۳/۶۴*
آبیاری	۲	۸۸۶/۷۱**	۱۳۴۵/۱۸**	۶۴۹/۷۵**	۱۳۴/۵۸**	۷۰۹۹۰/۵۷**	۱۵۵۲۷/۵۷**	۳۵/۸۹^{ns}
خطای ۱	۴	۱۱/۷۱	۲۲/۸۱	۴۳/۸۰	۰/۵۷	۲۶۷۷/۵۴	۶۶/۷۴	۳۲/۶۳
کود	۱	۱۱۹۰/۹۸**	۴۸۸۴/۹۰**	۷۶/۸۰^{ns}	۱۳۵۸/۰۱**	۶۸۷۶۵/۳۵**	۸۸۹۳/۵۰**	۰/۲۳^{ns}
رقم	۲	۵۹۳۰/۱۰**	۸۶۲۰/۵۰**	۲۲۷۹/۵۰**	۲۶۹۷/۹۸**	۵۷۶۰۰/۹۰**	۹۲۷۲/۰۲**	۳۲/۶۴^{ns}
آبیاری×کود	۲	۵/۱۳^{ns}	۶/۷۸^{ns}	۷/۱۲^{ns}	۱/۶۵^{ns}	۵۲۲۶/۷۹^{ns}	۱۵/۱۶^{ns}	۳۵/۱۲^{ns}
آبیاری×رقم	۴	۳۱/۹۷*	۷۰/۶۴**	۲۹/۱۹^{ns}	۳/۵۱^{ns}	۵۹۱/۱۰^{ns}	۲۳/۲۶^{ns}	۴/۸۲^{ns}
کود×رقم	۲	۳/۲۰^{ns}	۳/۲۸^{ns}	۱۱/۶۰^{ns}	۲۷۸/۳۴**	۱۵۱۵۶/۰۲*	۲۷۹/۰۵*	۲۹۰/۹۳**

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش، کود و رقم بر صفات مورد بررسی در گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
آبیاری×کود×رقم	۴	۷/۲۹ ns	۲۹/۷۴*	۱۳/۸۸ ns	۵/۸۹**	۷۲۳/۷۱ ns	۳۲/۸۰ ns	۱۴/۲۵ ns
خطای ۲	۳۰	۱۱/۵۹	۹/۵۱	۲۳/۱۳	۰/۵۹	۳۳۴۵/۹۷	۸۳/۳۵	۴۲/۹۸
ضریب تغییرات	-	۳/۳۰	۵/۳۶	۱۱/۶۷	۲/۱۱	۱۴/۸۲	۶/۱۸	۱۷/۰۱

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

بیشترین ارتفاع بوته ۱۱۰/۶ سانتی‌متر از دور آبیاری ۵ روز و کمترین آن ۹۶/۷ سانتی‌متر از دور آبیاری ۱۵ روز حاصل شد. کاهش دور آبیاری (۱۵ روز) سبب کاهش ۱۲/۵۵ درصدی در ارتفاع بوته شد (جدول ۳). افزایش تنش خشکی سبب افزایش رقابت برای جذب آب بین بخش هوایی و زمینی در بوته می‌شود و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص دهد و در نتیجه موادفتوسنتزی کمتری به بخش هوایی از جمله ساقه رسیده، که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود (چانبدراکا، ۱۹۹۴). بین ارقام تفاوت معنی‌داری در ارتفاع بوته مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته ۱۲۳/۲۱ سانتی‌متر مربوط به رقم ۱۹۱-۲۲ بود. کمترین ارتفاع ۸۸/۱ سانتی‌متر متعلق به رقم گلدشت بود (جدول ۵). اثر متقابل دور آبیاری در رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد که نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام به فواصل آبیاری است. بیشترین ارتفاع ۱۳۳/۱ مربوط به رقم ۱۹۱-۲۲ و از دور آبیاری ۵ روز حاصل شد (جدول ۶). تنش رطوبتی منجر به کاهش رشد میانگره‌ها و در نتیجه باعث کاهش ارتفاع بوته در ارقام مختلف گردیده است. همچنین کاهش در ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط کمبود رطوبت در مطالعه امیدی (۱۳۸۸) گزارش شده است. اثر کودهای بیولوژیک بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). ارتفاع بوته در کاربرد کودهای بیولوژیک ۱۰۷/۷ سانتی‌متر بود که در مقایسه با شاهد افزایش ۸/۷ درصدی را نشان داد (جدول ۴). فراهم بودن عناصر غذایی در نتیجه استفاده از کودهای زیستی، از طریق افزایش طول میانگره‌ها باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. سعیدنژاد و همکاران (۱۳۹۱) در تمامی تیمارهای اعمال شده کودهای بیولوژیک، برتری معنی‌داری را از نظر ارتفاع گیاه در سورگوم علوفه‌ای نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند، در این بررسی گیاهان تحت تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست دارای بیشترین ارتفاع بوته بودند. اردکانی و همکاران (۱۳۷۹) نیز افزایش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد باکتری‌های محرک رشد را در گندم گزارش کردند.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر صفات مورد بررسی در گلرنگ

آبیاری	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
۵ روز	۱۱۰/۵۵a	۶۵/۴۶a	۴۶/۸۴a	۳۹/۱۷a	۴۴۹۸/۸۹a	۱۷۷۳/۳۳a	۴۰/۱۵a
۱۰ روز	۱۰۱/۷۸b	۵۸/۵۷b	۴۱/۹۱a	۳۶/۵۷b	۳۹۵۷/۷۲b	۱۴۶۶/۶۶b	۳۷/۹۱a
۱۵ روز	۹۶/۶۷c	۴۸/۲۸c	۳۴/۸۸b	۳۳/۷۱c	۳۲۴۶/۶۷c	۱۱۸۶/۶۱c	۳۷/۵۴a

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر کود زیستی بر صفات مورد بررسی در گلرنگ

کود	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
کود بیولوژیک	۱۰۷/۷۰a	۶۶/۹۵a	۴۲/۴۰a	۴۱/۵۰a	۴۲۵۷/۷۸a	۱۶۰۳/۳۷a	۳۸/۶۰a
شاهد	۹۸/۳۱b	۴۷/۹۳b	۴۰/۰۲a	۳۱/۴۷b	۳۵۴۴/۴۱b	۱۳۴۷/۷۰b	۳۸/۴۷a

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در بین ارقام مورد مطالعه گلرنگ

رقم	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
گلدشت	۸۸/۰۸^{c}	۳۴/۴۷^{c}	۵۴/۱۸^{a}	۵۰/۵۸^{a}	۳۲۸۵/۵۶^{b}	۱۲۵۰/۰۰^{c}	۳۸/۸۵^{a}
سینا	۹۷/۷۳^{b}	۷۸/۰۵^{a}	۳۴/۱۰^{b}	۲۸/۵۵^{c}	۴۰۱۸/۸۹^{a}	۱۴۷۲/۲۲^{b}	۳۷/۰۶^{a}
Mex. 22-191	۱۲۳/۲۱^{a}	۵۹/۸۰^{b}	۳۵/۳۵^{b}	۳۰/۳۲^{b}	۴۳۹۸/۸۳^{a}	۱۷۰۳/۳۸^{a}	۳۹/۷۰^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد طبق در بوته در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). بیشترین تعداد طبق (۶۵/۵ طبق در بوته) مربوط به دور آبیاری ۵ روز و کمترین آن (۴۸/۳ طبق در بوته) مربوط به دور آبیاری ۱۵ روز بود. تأخیر در آبیاری از ۵ روز به ۱۵ روز سبب کاهش ۲۶/۲ درصدی در تعداد طبق در بوته شد (جدول ۳). کودهای بیولوژیک نیز تأثیر معنی‌داری بر تعداد طبق در بوته داشتند. بیشترین تعداد طبق (۶۷ طبق در بوته) مربوط به استفاده از کود بیولوژیک نسبت به شاهد بوده است (جدول ۴). اثر متقابل آبیاری در رقم و آبیاری در کود در رقم بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار شد؛ ارقام در شرایط متفاوت دور آبیاری و کود بیولوژیک از نظر تعداد طبق تفاوت معنی‌داری با هم نشان دادند (جدول ۲). رقم سینا در دور آبیاری ۵ روز نسبت به تیمارهای کم آبیاری (جدول ۶) و در تیمار کودی نسبت به شاهد (جدول ۷) از ارقام دیگر در این تیمارها، تعداد طبق بیشتری داشت. همچنین این رقم در تمام تیمارهای کودی و آبیاری از سایر ارقام پتانسیل بالاتری را از نظر این صفت نشان داد. عدم کاربرد کود بیولوژیک اثرات منفی ناشی از تنش رطوبتی را افزایش داد (جدول ۸). رقم سینا در دور آبیاری ۱۰ و ۱۵ روز از نظر تعداد طبق در بوته نسبت به سایر ارقام در دور آبیاری ۵ روز نیز برتری داشت. این نتایج بیانگر سازگاری این رقم با شرایط تنش رطوبتی و همچنین کاهش اثرات مضر ناشی از تنش با کاربرد کودهای بیولوژیک در ارقام می‌باشد. در سایر ارقام نیز کاربرد کود بیولوژیک اثرات مضر تنش را کاهش داد (جدول ۸). تنش خشکی با کاهش طول دوره رشد گیاه و هم چنین تسریع در ورود به فاز زایشی منجر به کاهش تعداد طبق در بوته می‌شود، همچنین کمبود آبیاری مانع رشد جوانه‌های جانبی شده و تعداد شاخه فرعی و در نتیجه تعداد طبق در بوته را کاهش می‌دهد (هایاشی و هانادا، ۱۹۸۵). این نتایج با نتایج ایبل (۱۹۷۶) مطابقت دارد. افزایش تعداد طبق در بوته در نتیجه کاربرد کودهای بیولوژیک می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه باشد (شالان، ۲۰۰۵). بین ارقام تفاوت معنی‌داری در تعداد طبق در بوته مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین تعداد طبق در بوته (۷۸ طبق در بوته) مربوط به رقم سینا و کمترین آن (۳۴/۵ طبق در بوته) مربوط به رقم گلدشت بود (جدول ۵).

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در رقم بر صفات مورد بررسی در گلرنگ

آبیاری	رقم	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
۵ روز	گلدشت	۹۳/۲۰^{ef}	۳۸/۳۷^{f}	۵۹/۳۷^{a}	۵۲/۶۳^{a}	۳۸۶۶/۶۷^{bc}	۱۵۶۶/۶۷^{cd}	۴۱/۳۸^{a}
	سینا	۱۰۵/۴۰^{d}	۸۷/۸۷^{a}	۳۹/۷۳^{d}	۳۱/۰۷^{e}	۴۶۶۶/۶۷^{ab}	۱۷۷۵/۵۰^{b}	۳۸/۴۲^{a}
	Mex. 22-191	۱۳۳/۰۷^{a}	۷۰/۱۷^{c}	۴۱/۴۳^{cd}	۳۳/۸۳^{d}	۴۹۶۳/۳۳^{a}	۱۹۷۸/۸۳^{a}	۴۰/۶۷^{a}
۱۰ روز	گلدشت	۸۶/۸۷^{gh}	۳۶/۰۷^{f}	۵۳/۹۳^{ab}	۵۰/۸۰^{b}	۳۲۶۶/۶۷^{cd}	۱۲۲۵/۵۰^{e}	۳۸/۱۹^{a}
	سینا	۹۷/۲۳^{e}	۷۸/۷۰^{b}	۳۳/۴۷^{de}	۲۸/۴۷^{f}	۴۱۴۸/۸۳^{abc}	۱۴۶۶/۶۷^{d}	۳۵/۹۴^{a}
	Mex. 22-191	۱۲۱/۲۷^{b}	۶۰/۹۷^{d}	۳۸/۳۳^{d}	۳۰/۴۷^{e}	۴۴۵۶/۶۷^{ab}	۱۷۰۸/۸۳^{bc}	۳۹/۶۳^{a}
۱۵ روز	گلدشت	۸۴/۱۷^{hi}	۲۹/۰۰^{g}	۴۹/۲۷^{bc}	۴۸/۳۳^{c}	۲۷۲۳/۳۳^{d}	۹۵۸۸/۸۳^{f}	۳۶/۹۹^{a}
	سینا	۹۰/۵۷^{fg}	۶۷/۶۰^{c}	۲۹/۱۰^{e}	۲۶/۱۳^{g}	۳۲۴۱/۱۷^{cd}	۱۱۷۵/۵۰^{e}	۳۶/۸۴^{a}
	Mex. 22-191	۱۱۵/۳۰^{c}	۴۸/۲۷^{e}	۲۶/۳۰^{e}	۲۶/۶۷^{g}	۳۷۷۵/۵۰^{bc}	۱۴۲۵/۵۰^{d}	۳۸/۸۱^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

تعداد دانه در طبق تحت تأثیر دور آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). افزایش زمان آبیاری از ۵ روز به ۱۵ روز سبب کاهش ۲۵/۵۳ درصدی تعداد دانه در طبق گردید (جدول ۳). امیدی (۱۳۸۸) و ایبل و همکاران (۱۹۷۶) نیز بیان نمودند تنش رطوبتی باعث کاهش تعداد دانه در طبق در گیاه گلرنگ می‌گردد. اثر کود زیستی بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار نشد. درحالی‌که در بین ارقام تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه در طبق مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در طبق (۵۴/۲ دانه) مربوط به رقم گلدشت و کمترین آن (۳۴/۱ دانه) از رقم سینا حاصل شد (جدول ۵). این اختلاف را می‌توان به‌دلیل رقابت درون بوته‌ای در ارقام بیان کرد. اثرات متقابل برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود در رقم بر صفات مورد بررسی در گلرنگ

کود	رقم	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
کود بیولوژیک	گلدشت	۹۲/۳۶^{d}	۴۴/۳۳^{d}	۵۶/۲۷^{a}	۵۹/۶۹^{a}	۳۳۳۲/۲۲^{c}	۱۴۲۲/۲۲^{c}	۴۳/۳۱^{a}
	سینا	۱۰۲/۴۲^{c}	۸۷/۰۹^{a}	۳۵/۰۹^{b}	۳۳/۲۴^{c}	۴۴۲۱/۱۱^{ab}	۱۵۸۸/۸۹^{b}	۳۶/۲۴^{bc}
	Mex. 22-191	۱۲۸/۳۳^{a}	۶۹/۴۴^{b}	۳۵/۸۷^{b}	۳۱/۵۸^{d}	۵۰۲۰/۰۰^{a}	۱۸۰۰/۰۰^{a}	۳۶/۲۷^{bc}
شاهد	گلدشت	۸۳/۸۰^{e}	۲۴/۶۲^{e}	۵۲/۱۱^{a}	۴۱/۴۹^{b}	۳۲۳۸/۸۹^{c}	۱۰۷۷/۷۸^{d}	۳۴/۴۰^{c}
	سینا	۹۳/۰۴^{d}	۶۹/۰۲^{b}	۳۳/۱۱^{b}	۲۳/۸۷^{f}	۳۶۱۶/۶۷^{bc}	۱۳۵۵/۵۶^{c}	۳۷/۸۹^{b}
	Mex. 22-191	۱۱۸/۰۹^{b}	۵۰/۱۶^{c}	۳۴/۸۴^{b}	۲۹/۰۷^{e}	۳۷۷۶/۶۷^{bc}	۱۶۰۷/۷۸^{b}	۴۳/۱۴^{a}

در هر ستون میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین اثر دور آبیاری در رقم در کود بر صفات تعداد طبق و وزن هزاردانه (گرم) در گلرنگ

صفات	ارقام	دور آبیاری ۵ روز		دور آبیاری ۱۰ روز		دور آبیاری ۱۵ روز	
		کود زیستی	شاهد	کود زیستی	شاهد	کود زیستی	شاهد
تعداد طبق	گلدشت	۴۹/۲۰^{g}	۲۷/۵۳^{i}	۴۷/۴۷^{g}	۲۴/۶۷^{ij}	۳۶/۳۳^{h}	۲۱/۶۷^{j}
	سینا	۹۴/۶۷^{a}	۸۱/۰۷^{c}	۸۷/۴۷^{b}	۶۹/۹۳^{d}	۷۹/۱۳^{c}	۵۶/۰۷^{ef}
	Mex. 22-191	۷۹/۰۰^{c}	۶۱/۳۳^{e}	۷۰/۸۰^{d}	۵۱/۱۳^{fg}	۵۸/۵۳^{e}	۳۸/۰۰^{h}
وزن هزاردانه	گلدشت	۶۲/۸۷^{a}	۴۲/۴۰^{d}	۵۹/۲۷^{b}	۴۲/۳۳^{d}	۵۶/۹۳^{c}	۳۹/۷۳^{e}
	سینا	۳۴/۶۷^{fg}	۲۷/۴۷^{k}	۳۳/۴۰^{gh}	۲۳/۵۳^{h}	۳۱/۶۷^{i}	۲۰/۶۰^{n}
	Mex. 22-191	۳۵/۲۰^{f}	۳۲/۴۷^{hi}	۳۱/۱۳^{i}	۲۹/۸۰^{j}	۲۸/۴۰^{k}	۲۴/۹۳^{l}

برای هر صفت میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر دور آبیاری، کود و رقم و اثر متقابل بین آن‌ها بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین وزن هزاردانه از اثر متقابل رقم گلدشت در تیمار کودی و دور آبیاری ۵ روز به‌دست آمد. به‌طور کلی رقم گلدشت در تمامی تیمارهای کودی و دورهای آبیاری اثر متقابل مناسب‌تری را از نظر این صفت نسبت به سایر ارقام در این تیمارها نشان داد. کمترین وزن هزاردانه از رقم سینا در عدم کاربرد کود و دور آبیاری ۱۵ روز به‌دست آمد. کاربرد کود زیستی سبب کاهش اثرات نامطلوب تنش رطوبتی در ارقام مختلف گردید، به‌طوری‌که کلیه ارقام در دور آبیاری ۱۵ روز با کاربرد کود بیولوژیک از نظر وزن هزاردانه افزایش معنی‌داری نسبت به دور آبیاری ۵ روز و عدم استفاده از کود زیستی نشان دادند (جدول ۸). افزایش وزن هزار دانه مربوط به شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه است، کاهش رطوبت در این زمان منجر به کاهش وزن هزار دانه می‌شود. علت این کاهش احتمالاً به دلیل محدود بودن انتقال مجدد در تیمارهای تحت تنش رطوبتی می‌باشد. کاهش وزن هزاردانه تحت تنش رطوبتی در آزمایش اهدایی و نور محمدی (۱۹۷۵) و مظفری و همکاران (۱۹۹۶) گزارش شده است. استفاده از کودهای بیولوژیک به‌دلیل افزایش توسعه ریشه و افزایش جذب مواد غذایی سبب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش وزن هزاردانه شده است. بین ارقام مورد

بررسی تفاوت معنی‌داری در وزن هزاردانه مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه (۵۰/۵۸ گرم) مربوط به رقم گلدشت و کمترین آن (۲۸/۵۵ گرم) از رقم سینا حاصل شد. دلیل این اختلاف را می‌توان اثر جبرانی بین اجزای عملکرد در ارقام بیان کرد. به‌طوری‌که رقم سینا که دارای بیشترین تعداد طبق در بوته بود از نظر تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه کاهش معنی‌داری را نسبت به رقم گلدشت که کمترین طبق را در بوته داشت، نشان داد. دلیل در کاهش سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته در اثر افزایش تعداد طبق در بوته در رقم سینا می‌باشد که منجر به کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه در این رقم گردیده است (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد بیولوژیک نشان داد که اثر دور آبیاری در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک ۴۴۹۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن ۳۲۴۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب از دور آبیاری ۵ روز و ۱۵ روز حاصل شد (جدول ۳). افزایش زمان آبیاری از پنج روز به ۱۵ روز سبب کاهش ۲۷/۸۳ درصدی در عملکرد بیولوژیک گردید. تنش خشکی بدلیل کاهش آماس سلولی سبب کاهش فواصل میانگره، ارتفاع، وزن تر و وزن خشک و در نهایت کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود. امیدی (۱۳۸۸) و مظفری و همکاران (۱۹۹۶) نتایج مشابه را در گلرنگ گزارش کردند و تنش رطوبتی را سبب کاهش تجمع ماده خشک و نتیجتاً کاهش عملکرد بیولوژیک دانستند. کودهای زیستی نیز تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشتند (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک ۴۲۵۷/۷۸ کیلوگرم از کاربرد مخلوط کودهای بیولوژیک حاصل شد (جدول ۴). ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی-داری نشان دادند (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک ۴۳۹۸/۸۳ کیلوگرم درهکتار از لاین Mex. 22-191 و کمترین آن ۳۲۸۵/۵۶ کیلوگرم در هکتار از رقم گلدشت حاصل شد (جدول ۵). همچنین اثر متقابل کود در رقم بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۲). در ارقام گلدشت و سینا واکنش خاصی به کود بیولوژیک نسبت به شرایط بدون کود نشان ندادند اما استفاده از کود زیستی موجب افزایش معنی‌داری در تجمع ماده خشک در رقم ۱۹۱-۲۲ گردید (جدول ۷). باکتری های موجود در کود با تولید ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در گیاه می‌شوند. نتایج حاصله با نتایج محسن نیا و جلیلیان (۱۳۹۱) مطابقت داشت. سعید نژاد و همکاران (۱۳۹۱) نیز استفاده از سطوح کودی مختلف را سبب افزایش ماده خشک در گیاه دانستند. سایر اثرات متقابل برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج نشان داد که دور آبیاری تأثیر معنی داری در سطح یک درصد بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه ۱۷۷۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار از دور آبیاری ۵ روز و کمترین آن ۱۱۸۶/۶۱ کیلوگرم در هکتار از دور آبیاری ۱۵ روز حاصل شد (جدول ۳). تنش رطوبتی با تأثیر بر طول دوره رشد گیاه و هم چنین کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش تعداد طبق در بوته، کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه شده است (جدول ۳). این نتایج با یافته های امیدی (۱۳۹۱) و محسن نیا و جلیلیان (۱۳۹۱) که قطع آبیاری را در گلرنک سبب کاهش عملکرد دانه گزارش کردند، مطابقت داشت. کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش ۱۶ درصدی در عملکرد دانه شد (جدول ۴). محسن نیا و جلیلیان (۱۳۹۱) کاهش عملکرد دانه در تیمار بدون کود نسبت به تیمارهای کودی را گزارش کردند. بین ارقام تفاوت معنی داری در عملکرد دانه مشاهده شد. بیشترین عملکرد ۱۷۰۳/۳۸ کیلوگرم مربوط به لاین Mex. 22-191 و کمترین آن ۱۲۵۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم گلدشت بود (جدول ۵). اثر متقابل کود در رقم بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). واکنش ارقام گلرنگ نسبت به تیمارهای کودی از نظر عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک از نظر روند تغییرات، متفاوت بود. از نظر عملکرد دانه ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری را در شرایط کاربرد کود نسبت به شاهد نشان دادند و روند کاهش عملکرد در شاهد نسبت به تیمار کودی در هر سه رقم یکسان بود (جدول ۷). احتمالا ترشح هورمون‌های محرک رشد گیاه و افزایش جذب عناصر غذایی توسط باکتری‌های مورد استفاده، در تحریک رشد گیاه، افزایش ماده خشک، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد مؤثر بوده است. کودهای زیستی، علاوه بر افزایش فراهمی عناصر

معدنی خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، کنترل عوامل بیماری‌زا و تولید انواع هورمون‌های تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (استورز و کریستی، ۲۰۰۳).

اثر متقابل کود در رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار شد درحالی‌که دور آبیاری و کودهای بیولوژیک تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشتند، همچنین دربین ارقام نیز از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). معنی‌دار نشدن اثر دور آبیاری بر شاخص برداشت به این دلیل است که تأثیر بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تمامی تیمارهای آبیاری یکسان بوده است که با نتایج امیدی (۱۳۹۱) مطابقت داشت. کود بیولوژیک اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت در مقایسه با شاهد نداشت؛ که با نتایج محسن نیا و جلیلیان (۱۳۹۱) مطابقت نداشت. دلیل این امر را می‌توان اثر متقابل تغییر در رتبه کود در رقم دانست که باتوجه به اینکه در بین ارقام نیز از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد می‌توان نتیجه گرفت که عدم اختلاف معنی‌دار در بین ارقام و بین تیمار کودی و شاهد بدلیل پاسخ متفاوت ارقام در تیمارهای کود و شاهد بوده است. رقم گلدشت در شرایط کاربرد تیمار کودی دارای بیشترین شاخص برداشت (۴۳/۳٪) بود در حالی‌که همین رقم در شرایط عدم استفاده از کود از نظر شاخص برداشت (۳۴/۴٪) دارای کمترین مقدار بود. درمورد لاین Mex. 22-191 نیز نتایج نشان می‌دهد که این رقم در شرایط عدم استفاده از کود دارای بیشترین شاخص برداشت بوده است (۴۳/۴٪)، در حالی‌که در شرایط استفاده از کود کاهش معنی‌داری در شاخص برداشت این رقم مشاهده گردید (جدول ۷).

نتیجه گیری

نتایج حاصله حاکی از آن‌است که تأخیر در آبیاری سبب کاهش در عملکرد و اجزای عملکرد در گلرنگ می‌گردد، همچنین باتوجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت استفاده از کوهای زیستی می‌تواند اثرات نامطلوب ناشی از تنش رطوبتی را بر اجزای عملکرد در ارقام مختلف کاهش دهد. باتوجه به اثر متقابل موجود بین ارقام و تیمارهای کودی از نظر عملکرد، استفاده از کودهای زیستی در تمام ارقام، عملکرد را نسبت به شاهد افزایش داد، بنابراین استفاده از این کودها برای افزایش عملکرد در ارقام مختلف گلرنگ می‌تواند موثر باشد. لاین Mex. 22-191 از نظر عملکرد درشرایط مختلف، اعم از کاربرد و عدم کاربرد کود نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد لذا جهت مطالعات بیشتر توصیه می‌گردد.

منابع

۱. اردکانی، م.ر.، د. مظاهری ، ف. مجد و ق. نورمحمدی. ۱۳۷۹ . بررسی کارآیی مایکوریزا و استرپتومایسس در سطوح مختلف فسفر و تاثیر کاربرد آنها بر عملکرد و برخی صفات گندم. مجله علوم زراعی ایران. سال دوم، شماره دوم، ص ۲۸-۱۷.

۲. امیدی، ا.ح. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی های زراعی وفیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲-۲۵، شماره ۱، ص ۳۱-۱۵.

۳. بحرانی، ع.، م. حسینی، س. معمار و ز. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر باکتری های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر همراه با مصرف ریزمغذی‌ها به‌صورت محلول پاشی و کاربرد در خاک بر خصوصیات کمی و کیفی ۵ رقم گندم بعد از کشت ذرت در استان فارس. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۳۸، ص ۳۷۶-۳۶۷.

۴. خواجه پور، م. ۱۳۸۶. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. راشد محصل، م. ح. و م. کافی. ۱۳۷۱. تولید بذر در محصولات زراعی. انتشارات جهاد کشاورزی مشهد.

۶. سرمدنیا، غ. ۱۳۷۲ . اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت . مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۱۸-۱۵ شهریور. صفحه ۱۷۲.

۷. سعیدنژاد، ا.ح.، ح. ر. خزاعی و پ. رضوانی مقدم، ۱۳۹۱. مطالعه اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای (*Sorghum bicolor*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۰، شماره ۳، ص۵۱۰-۵۰۳.

۸. کوچکی، ع.، نخ فروش و ح. ظریف کتابی. ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیک. انتشارات دانشگاه فردوسی.

۹. محسن نیا، ا. و ج. جلیلیان. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۴، شماره ۳، ص ۲۴۵-۲۳۵.

۱۰.میرزاخانی، م.، م.ر. اردکانی، ا. آینه بند، ا.ح. شیرانی راد و ف. رجالی. ۱۳۸۷. اثر تلقیح ازتوباکتر و میکوریزا در سطوح نیتروزن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ بهاره. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۳۰-۲۸ مرداد. ص ۴۱۳.

11. Abel, G.H. 1976. Effects of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and spacing on safflower cultivar. Agronomy Jurnal.68:448-457.

12. Behdani, M.A. and B.E. Mousavifar. 2011. Effect of insufficient irrigation on plant dry mater and remobilization in three spring safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). Agroecology. 3(3): 277-289. (In Persian with English Summary).

13. Carter, P., C. Sheaffer and W. Voorhees. 1982. Root growth,her bag yield and plant water status of alfaalfa cultivars.crop sciences,22: 425-427.

14. Chanbdracar, B.L., N. Sechar, S.S. Tuteja, R.S. Tripathi. 1994. Effect of irrigation and nitrogen of growth and yield of summer sesame (*Sesamum indicum*) Indean. J. Agron. 39: 701-702.

15. Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/ or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International workshop on sustained Management of the Soil Rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer Use. October 2007 pp. 16-20.

16. Dall santa, O.R., R.F. Hernandez, G.L.M. Alvarez, P.R. Junior and C.R. Soccol. 2004. Azospirillium sp. Inoculation in wheat, barley and oats seeds greenhouse experiments. Brazilian Archives of Biology and Technology. 47: 843-850.

17. Ehdaei , B. and G. Nour Mohamadi. 1975. Effects of plant dating time on two safflower varieties for grain yield and some agronomic traits. Ahvaz University Journal of Agricultural Research. 9: 28-42.

18. Fischer, S.E., M.J. Miguel and G.B. Mori. 2003. Effects of root exudates on the exopolysaccharide composition and the lipopolysaccharide profile of Azospirillum brasilense cd under saline stress. FEMS Microbial, Lett. 219: 53-62.

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

20. Jenks, A.M. and M. P. Hasegawa. 2005. Plant Abiotic Stress. Blackwell Publishing Ltd. pp 270.

21. Kader, M.A. 2002. Effects of Azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences. 2: 259-261.

22. Kolsarıcı, Ö.S. Alluşoğlu, and M.D. Kaya. 2005. The Effects of Tillage and Nitrogen Doses on Water Use Efficiency, Soil Moisture and Seed Characters of Safflower (*carthamus tinctorius* L.) in Wheat-Safflower Rotation System. VIth International Safflower Conference, Istanbul 6-10 june, 2005. p: 126-131.

23. Mozafari, K., Y. Arshi and H. Zainali. 1996. Evaluation of drought stress on some morpho- physiologic and yield component of sunflower. Seed and Plant. 12(3): 24-33. (In Farsi).

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

25. Reis, V.M., J.I. Baldani, V.L.D. Baldani and J. Dobereiner. 2000. Biological nitrogen fixation in gramineae and palm trees. Plant Science. 19: 227-274.

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

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

28. Sturz A.V. and B.R. Christie. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research.72:107-123.

29. Tilak, K.V B.R., N. Ranganayaki, K. K. Pal, R. De. A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, A. Shilip Mittal, A. K. Tripathi and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89:136-150.

30. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 255: 571-586.

31. Weiss, E.A. 2000. Oil seed crops .Black well science Ltd. 364pp.

Study of bio-fertilizers application effects on yield potential and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different irrigation regimes

Fahime Daneshvar[1], Gholamreza Khajoei-Nejad[2]

Abstract

In this study, effects of bio-fertilizers on yield potential and agronomic characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different irrigation regimes were evaluated. Experimental design was RCBD with split plot factorial arrangement and 3 replication that was done on growing season of 2010-2011 at Kerman, (Iran). Different irrigation intervals included 5 days, 10 days and 15 days was applied in main plot and two levels of bio-fertilizers control and *Azotobacter sp.* and *Azosprillum sp.*+ phosphate bio-fertilizer as well as three cultivars (Goldasht, Sina and Mex. 22-191 line) were placed as sub plot with factorial arrangement and different agronomic traits were measured. Results showed that all of the traits significantly affected by irrigation regimes except harvest index. Delay in irrigation from 5 to 15 days reduced 33.11% of the seed yield, also all traits except number of seed per head and harvest index significantly affected by application of bio-fertilizers. There were significant differences in all of the measured traits except harvest index among the cultivars that represented variation among them while Irrigation×cultivar intraction was no significant that represented same responses of cultivars to different irrigation regimes. Irrigation×fertilizer×cultivar interaction effects were significant for number of head per plant and 1000-seed weight and the interaction effect of fertilizer×cultivar was significant for biological and seed yield. Biological and seed yield increased with application of bio-fertilizers compared to the control. According to the obtained results the highest seed yield was obtained from Mex. 22-191 line, in application of bio-fertilizer conditions.

Keywords: *Azosprillum, Azotobacter,* Drought stress, Safflower.

[1] Post Graduated Student in Agronomy and Member of Young Researcher Society, Shahid Bahonar University of Kerman.
[2] Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman.
Khajoei@mail.uk.ac.ir