نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۷۸۸-۷۸۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 781-788

اثر کم آبیاری و تراکم بوته بر رشد و عملکرد دانه گلرنگ

مجید نوروزی[۱]- سید عبدالرضا کاظمینی[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۷

چکیده

به منظور بررسی اثر کم آبیاری و تراکم بوته بر رشد و عملکرد دانه گلرنگ، آزمایش مزرعه ای در سال ۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه اجرا شد. طرح آزمایشی به صورت کرت های یک بار خرد در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل رژیم آبیاری در سه سطح (۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ ظرفیت مزرعه) به عنوان کرت اصلی و تراکم گلرنگ رقم سینا در چهار سطح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر فاصله بوته روی ردیف به ترتیب ۶۶، ۳۳، ۲۲ و ۱۶ بوته در متر مربع) به عنوان کرت فرعی بودند. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله کاشت عملکرد دانه بطور معنی داری کاهش یافت به گونه ای که حداکثر عملکرد دانه (۳۵۱/۰۳ گرم در متر مربع) در فاصله کاشت ۵ سانتیمتر و حداقل آن (۲۲۲/۹۵ گرم در متر مربع) در فاصله ۲۰ سانتیمتر بدست آمد. با کاهش میزان آبیاری از ۷۵ به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه عملکرد دانه به طور معنی دار (۶۳ درصد) کاهش یافت. از بین اجزای عملکرد دانه، تعداد طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه با کاهش میزان آبیاری و افزایش تراکم بطور معنی داری کاهش یافت. ارتفاع بوته و عملکرد روغن نیز به طور معنی دار تحت تاثیر تیمار آبیاری و فاصله کاشت قرار گرفت به گونه ای که با کاهش میزان آبیاری و افزایش فاصله کاشت، ارتفاع و عملکرد روغن کاهش یافت. لذا بمنظور دستیابی به عملکرد بهینه گلرنگ، تامین رطوب خاک به میزان ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه و فاصله کاشت ۱۰ سانتی متر (۳۳ بوته در متر مربع) توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: عملکرد روغن، تعداد دانه در طبق، تنش خشکی، ظرفیت مزرعه

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی است که از دیرباز در مناطق خشک و نیمه‌خشک و نیز ایران و هندوستان و دیگر نقاط خاورمیانه و شرق افریقا کشت می‌شده است (۱۴). گلرنگ از گیاهان بومی ایران است، وجود تیپ‌های وحشی در نقاط مختلف کشور نشان دهنده‌ی دامنه‌ی سازگاری بالای این گیاه با شرایط آب و هوایی کشور است (۹). با توجه به اینکه ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود، با مشکل کمبود آب و نزولات جوی مواجه است. علاوه بر این در چنین مناطقی نوسانات بارندگی نیز زیاد بوده و ممکن است برخی از مراحل مهم رشدی گیاه به دلیل کم آبی تحت تاثیر کاهش پتانسیل آب خاک قرار گیرد. کمبود آب و بروز تنش خشکی درمحیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه گیاه، تغییررنگ برگ ها، کم شدن دوام سطح برگ وکاهش عملکرد می‌شود (۱۵). آبیاری از طریق تغییر اجزای عملکرد دانه می‌تواند عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد. اثر زمان بروز تنش خشکی بر عملکرد دانه ممکن است به اندازه ی شدت خشکی اهمیت داشته باشد (۷). تنش خشکی در مرحله رشد رویشی از طریق کاهش شاخص سطح برگ باعث کاهش، تولید ماده خشک وکاهش عملکرد گیاه می‌شود .گلرنگ درمرحله رشد رویشی نسبت به مراحل بعدی به کمبود آب مقاوم‌تر است. عدم آبیاری در این مرحله باعث گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه و افزایش مقاومت گیاه نسبت به شرایط گرم و خشک در مراحل بعدی می‌شود (۶). در آزمایشی ارزیابی معیار تحمل به خشکی مشاهده شد که در شرایط کم آبیاری عملکرد دانه، عملکرد روغن و وزن هزار دانه بیترین کاهش را نشان داد و این موضوع بیانگر این نکته است که صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه بیشتر تحت تاثیر خشکی قرار می گیرد ولی قطر ساقه، قطر طبق و ارتفاع نهایی گیاه در اثر تنش رطوبتی آسیب متوسطی می‌بینند (۷). کافی و رستمی (۱۲)گزارش کردند که تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی دار ارتفاع، تعداد طبق دربوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد، درصد روغن و میزان کلروفیل برگ شد. گلینزاد و همکاران (۲۰) اثر آبیاری بهینه، تنش ملایم و تنش شدید را روی عملکرد دانه گلرنگ مورد بررسی قرار دادند آنها مشاهده نمودند که بیشترین

۱ و *۲ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد یار بخش زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*– نویسنده مسئول: Email: kazemin@shirazu.ac.ir)

عملکرد مربوط به آبیاری بهینه به میزان ۴۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و تنش شدید خشکی عملکرد دانه را به میزان ۴۴درصد نسبت به آبیاری بهینه کاهش داد. تراکم بوته از طریق تاثیر بر عملکرد دانه تک بوته، بر عملکرد دانه در واحد سطح تاثیر می‌گذارد. چنانچه عملکرد دانه در اثر رقابت پایین باشد وجود تعداد زیادی بوته در تراکم بالا می‌تواند کمبود عملکرد بوته و متعاقباً عملکرد دانه در واحد سطح را جبران کند. محدودیت عملکرد دانه در تراکم پایین به دلیل کمی تعداد بوته در واحد سطح و در تراکم بالا به علت زیادی بوته‌های نازا است (۲۳). اوید و همکاران (۲۵) نشان دادند که با کاهش تراکم بوته گلرنگ طول دوره رسیدگی طولانی تر شده و افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. فتحی (۱۰) در مطالعه چهار فاصله بوته ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر با فاصله ردیف ثابت ۵۰ سانتیمتر مشاهده کرد که تعداد دانه در طبق به صورت معنی داری با افزایش فاصله بوته (کاهش تراکم بوته) افزایش یافت.

با توجه به کمبود شدید آب و بروز خشکسالی‌های پی در پی در سال های اخیر و نیاز کشور به تولید روغن، افزایش سطح زیر کشت گیاهان دانه روغنی مقاوم به خشکی ضروری به نظر می‌رسد. لذا بدین منظور این مطالعه جهت بررسی تاثیر تغییر رژیم آبی و تراکم کاشت بر عملکرد دانه و خصوصیات مورفولوژیک گلرنگ اجرا گردید.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر تراکم های مختلف گلرنگ و کم آبیاری بر عملکرد و ویژگی های مورفولوژیک گلرنگ آزمایشی در دانشکده کشاورزی شیراز واقع در ۱۱ کیلومتری شمال شرقی شهر شیراز با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۰ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح کرت های یک بار خرد شده با ۳ تکرار در قالب بلوک های کامل تصادفی اجرا شد. در این آزمایش کرت اصلی مقادیر آب آبیاری در سه سطح (۵۰،۷۵،۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) و کرت فرعی تراکم گیاه در چهار سطح (۵،۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر فاصله بوته روی خط به ترتیب ۶۶، ۳۳، ۲۲ و ۱۶ بوته در متر مربع) بود. رقم گلرنگ سینا بود که رقمی پاییزه و از نوع خاردار و دارای طول فصل رشد طولانی بود. عملیات زراعی شامل شخم و دیسک و لولر و ایجاد خطوط با فاصله ۶۰ سانتی متر به کمک فارور، انجام شد. کاشت گلرنگ در دو طرف پشته به صورت دستی در کرت‌هایی به ابعاد (۳×۳ متر) ۹ متر مربع انجام گردید. فاصله کرت های اصلی و فرعی به ترتیب یک و نیم متر در نظر گرفته شد. کود نیتروژن از منبع اوره در دو نوبت، ۱/۲ در زمان کاشت و مابقی در زمان ساقه رفتن بر اساس ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به هر کرت داده شد. کود فسفات نیز از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت به هر کرت اضافه شد.

برای آبیاری مزرعه ابتدا مقدار آب موجود در خاک را از طریق روش وزنی در اعماق ۰ تا ۹۰ سانتی متر اندازه گیری و مقدار آب مورد نیاز را برای رسیدن به ظرفیت مزرعه را محاسبه شد، سپس با توجه به اینکه آبیاری زمین به وسیله ی سیستم تیپ انجام گرفت، مقدار آب خروجی از لوله ی تیپ به طول یک متر را در مدت زمان مشخص اندازه گیری و کالیبره کرده و با توجه به تیمارهای آبیاری مقدار آب و زمان لازم برای آبیاری هر کرت محاسبه شد. فواصل آبیاری برای همه کرت ها ۹ روز بود. مرحله ی شروع کم آبیاری از زمان شروع ساقه روی گلرنگ بود. به منظور اندازه گیری اجزای عملکرد در زمان برداشت، پس از حذف اثر حاشیه ، پنج بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت و سپس ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، تعداد طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه ودرصد روغن محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد دانه از سطحی به وسعت یک متر مربع از نزدیک خاک نمونه ها را برداشته و وزن نموده و سپس دانه ها را جدا کرده و عملکرد دانه در واحد سطح برآورد شد. برای تعیین درصد روغن دانه از روش سوکسله استفاده شد. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم SAS, ver. 9.1 صورت گرفت و آن دسته از اثراتی که مقدار F برای آنها معنی دار شد با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD[1]) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر تیمار های کم آبیاری، تراکم بوته و بر همکنش آنها بر ارتفاع بوته معنی دار بود (جدول ۱). با کاهش مقدار آب از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای، ارتفاع بوته گلرنگ کاهش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کاهش آب موجود در خاک باعث اختلال در فرایند های فتوسنتزی و کاهش تولید مواد پرورده شده و مانع از دستیابی به پتانسیل ژنتیکی کامل گیاه می‌گردد. همچنین افزایش تنش خشکی در زمان رشد گیاه باعث افزایش رقابت بین بخش‌های هوایی و زمینی بوته می‌شود و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص دهد و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش های هوایی از جمله ساقه رسیده، که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود (۱۸).

1 -Least significant difference

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات رژیم آبیاری و فاصله کاشت بر ویژگی های گلرنگ

		میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته گلرنگ	تعداد شاخه فرعی در بوته	ارتفاع اولین شاخه فرعی	تعداد طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	درصد روغن	عملکرد دانه گلرنگ	عملکرد روغن
تکرار	۲	۸۵/۷۵^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۲۱۴/۷۲^{ns}	۲۱/۵۴^{ns}	۴/۹۶^{ns}	۷/۱۶*	۱۷۲۹/ ۱۱ns	۱۶/۴۷^{ns}	۲۳۲/۹۹ns	۴۹/۹^{ns}
آبیاری	۲	۳۱۷۹/۶۳**	۰/۲۰۳^{ns}	۹۲۰/۳۴**	۲۰/۱۹*	۳۰۳/۵۸ **	۶۴۷/۰۷**	۷۱۲۲۲۰/۳۹**	۱۴۷/۸۶**	۱۹۳۶۷۶/۷۸**	۳۶۵۸۳/۵**
خطای اصلی	۴	۱۱۲/۸۳	۰/۵۷	۱۴۶/۶۵	۴۶/۲۹	۴۳/۲۹	۱۳۳/۹۰	۵۳۷۳	۲۵/۳۹	۱۲۵۹/۷۴	۴۱۷/۸
تراکم	۳	۵۶۵/۹۲ *	۲۱/۴۹**	۸۲۰/۷۹**	۶۶/۶۸**	۴۶/۳*	۷/۱۶^{ns}	۹۰۳۰۳/۵۹**	۲۱/۲۶^{ns}	۳۰۸۹۳/۶۵**	۵۳۵۵/۹**
آبیاری × تراکم	۶	۶۵۲/۰۱ *	۲/۷۳^{ns}	۸۳/۱۷۲^{ns}	^{ns}۸/۹۸	۲۶/۵۹^{ns}	۱۶۲/۰۸^{ns}	۳۳۰۳۰/۶۷**	۳۸/۷۵^{ns}	۵۱۸۹/۹۵*	۱۲۱۷/۲^{ns}
خطا	۱۸	۱۸۲/۲۵	۱/۲۵	۴۹/۳۷	۱۳/۰۵	۳۲۲۷	۱۳۳/۹۰	۱۱۱۶۵/۴۶	۲۵/۳۹	۴۳۷۳/۷۵	۸۷۶/۱
ضریب تغییرات		۱۴	۱۳/۰۹	۸/۸۰	۱۳/۰۹	۲۱/۲۴	۱۷	۱۶	۲۱	۲۳	۲۲

۱. ns و * و ** به ترتیب غیر معنی داری، معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد احتمال

با افزایش فاصله کاشت از ۵ سانتی متر به ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر ارتفاع بوته کاهش یافت که این کاهش از ۵ به ۱۰ سانتی متر معنی دار بود (جدول ۲) و دلیل آن می‌تواند مربوط به رقابت در دریافت نور باشد که با افزایش تراکم همراه می‌باشد به گونه ای که در تراکم های بیشتر بوته گلرنگ که با کاهش فاصله کاشت بوته ها همراه بوده است بوته های گلرنگ رقابت بیشتری برای دریافت نور با یکدیگر خواهند داشت. افزایش ارتفاع بوته به دلیل کاهش فاصله ردیف کاشت میتواند مربوط به رقابت برای نور باشد (۲۸).

تعداد شاخه فرعی

نتایج تجریه واریانس تعداد شاخه فرعی نشان داد که فاصله کاشت بوته روی ردیف به طور معنی داری تعداد شاخه فرعی را تغییر داد. درحالیکه اثر کم آبیاری بر تعداد شاخه فرعی معنی دار نبود (جدول ۱). با افزایش فاصله کاشت تعداد شاخه فرعی روی بوته افزایش یافت به نحوی که تعداد شاخه فرعی از ۷ در فاصله کاشت ۵ سانتی متر به ۱۰/۷ در فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر به میزان ۳۴ درصد به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۲) به نظر می رسد که با افزایش فاصله ردیف کاشت، رقابت بین بوته ای زودتر اتفاق می افتد که این موضوع باعث محدود شدن شرایط مطلوب محیطی از جمله مواد غذایی و نور شده و باعث جلوگیری از تولید شاخه های فرعی می شود. با کاهش مقدار آب مصرفی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه تعداد شاخه فرعی در بوته کاهش یافت هر چند این کاهش معنی دار نبود (جدول ۲).

ارتفاع اولین شاخه فرعی

اثر رژیم آبیاری و فاصله کاشت بر روی ارتفاع اولین شاخه فرعی معنی دار بود (جدول۱) و مقایسه میانگین نشان داد که با کاهش ظرفیت مزرعه از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ارتفاع اولین شاخه فرعی از سطح زمین کاهش یافت (جدول۲) با کاهش آب موجود در خاک رشد رویشی زود تر به اتمام رسیده وگیاه سریعتر وارد فاز زایشی شده است و از طرف دیگر به دلیل کاهش ارتفاع بوته گلرنگ فاصله اولین انشعاب از سطح زمین هم کمتر خواهد شد. ابل (۱۶) مشاهده کرد که با افزایش تراکم بوته ارتفاع محل اولین انشعاب از سطح زمین افزایش می‌یابد. تراکم های مختلف بر روی ارتفاع اولین شاخه فرعی اثر معنی دار داشت (جدول ۱) به گونه ای که با افزایش فاصله کاشت بوته از ۵ به ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر ارتفاع اولین شاخه فرعی افزایش یافت (جدول ۲). ابل (۱۶) نیز مشاهده کرد که با کاهش تراکم بوته ارتفاع محل اولین انشعاب از سطح زمین افزایش می‌یابد.

تعداد طبق در بوته

تاثیر رژیم آبیاری و تراکم بوته بر تعداد کل طبق در بوته معنی دار بود (جدول ۱) و با کاهش میزان آب از ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ۷۵ و ۵۰ درصد، تعداد کل طبق در بوته کاهش یافت که این کاهش از ۷۵ به ۵۰ درصد به میزان ۸/۴ درصد (۱۲/۸۵ در مقابل ۱۱/۷۷) معنی دار بود (جدول ۲). به عبارت دیگر به نظر می‌رسد کم آبیاری از طریق تاثیر بر پتانسیل رشد گیاه و نیز کاهش مکان های بالقوه جهت تولید طبق گیاه، از طریق کاهش ارتفاع گیاه، انشعابات جانبی و دوره رشد با توجه به نتایج بدست آمده ، تعداد طبق را تحت

تاثیر قرار خواهد داد و این کاهش با نتایج ابل (۱۶) و کافی و رستمی (۱۲) که با مطالعه تنش خشکی بر روی گلرنگ صورت گرفته تطابق دارد. فرخی نیا و پاسبان اسلام (۱۱) در بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل ساقه روی، گلدهی و پر شدن دانه بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد روغن در دو رقم گلرنگ (محلی اراک۲۸۱۱، محلی اصفهان) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش معنی دار تعداد طبق در بوته و تعداد دانه می‌شود. بین تراکم های مختلف نیز از نظر تعداد کل طبق در بوته اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱). با افزایش فاصله کاشت از ۵ به ۲۰ سانتی متر تعداد طبق افزایش یافت (جدول ۲) به عبارت دیگر افزایش فاصله کاشت به دلیل تاثیر بر تشکیل تعداد انشعابات باعث افزایش تعداد کل طبق در بوته گلرنگ گردید. افزایش تراکم باعث تشدید رقابت درون و بین بوته ای و کاهش طبق های درجه سه و افزایش تعداد طبق های نابارور شده است (۴).

تعداد دانه در طبق

اثر رژیم آبیاری و تراکم بوته بر تعداد دانه در طبق معنی دار بود (جدول۱) و با کاهش ظرفیت مزرعه ای از ۱۰۰ به ۵۰ درصد، تعداد دانه در طبق به میزان ۴۰ درصد (۲۵/۰۳ در مقابل ۱۴/۹۷) به طور معنی داری کاهش یافت (جدول۲). به عبارت دیگر هرچند مقدار نور رسیده به گیاه ممکن است ثابت باشد ولی درشرایط تنش شدید خشکی به نظر می‌رسد کارایی استفاده از نور به دلیل بسته شدن روزنه ها می‌تواند کاهش یابد و فعالیت فتوسنتزی گیاه را مختل نماید و لذا تعداد دانه به عنوان یکی از اجزای عملکرد دانه را متاثر نماید. احمدی و همکاران (۱) نشان داد که قطع آبیاری در مرحله غنچه دهی و گل دهی بطور معنی داری تعداد دانه در غوزه را کاهش داد. ابل (۱۶) و توکلی (۵) نیز گزارش نمودند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در طبق درگلرنگ گردید. با افزایش فاصله کاشت روی ردیف از ۵ به ۲۰ سانتی متر، تعداد دانه در طبق افزایش یافت و حداکثر تعداد دانه در فاصله ۲۰ سانتی متر بوته روی ردیف بدست آمد که در مقایسه با فاصله ۵ سانتی متر به میزان ۲۲ درصد به طور معنی داری افزایش نشان داد (جدول ۲). به عبارت دیگر با افزایش تراکم بوته و نیز سایه اندازی بوته ها بر یکدیگر، رقابت برای جذب نور افزایش یافته ولذا فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌تواند کاهش یابد که خود عاملی مهم درکاهش اجزای زایشی در هر طبق می باشد (۱۷).

جدول ۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر میانگین خصوصیات اندازه گیری شده گلرنگ

تیمار آزمایشی	ارتفاع بوته گلرنگ (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته	ارتفاع اولین شاخه فرعی (cm)	تعداد طبق دربوته	تعدا دانه در طبق	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیک (g/m2)	درصد روغن	عملکرد دانه گلرنگ (g/m2)	عملکرد روغن (g/m2)
رژیم آبیاری (ظرفیت مزرعه)										
٪۱۰۰	۱۳/۶ a	۸/۶۸ a	۸۹/۴ a	۱۴/۳۵ a	۲۵/۰۳ a	۴۱/۱ a	۸۹۱/۵۸ a	۴۹/۴۵ a	۳۶۸/۸۳a	۱۶۲/۹ a
٪۷۵	۱۱۷/۸ a	۸/۵ a	۷۷/۵ b	۱۲/۸۵a	۱۹/۹۲ ab	۳۵/۸ a	۶۳۸/۳ b	۴۹/۳۴ a	۳۳۵/۶۳ a	۱۶۰/۳ a
٪۵۰	۱۰۱/۰ c	۸/۴۳ a	۷۲/۴ b	۱۱/۷۷ b	۱۴/۹۷ b	۲۶/۳ b	۴۰۴/۴۷ c	۴۳/۳۲ b	۱۳۴/۱۰b	۶۶/۰۳ b
تراکم (فاصله بوته روی ردیف) برحسب سانتی متر										
۵	۱۲۴/۵ a	۶/۹۷ c	۹۱/۴ a	۹/۶ b	۱۸ c	۲۶/۸ b	۷۹۰/۵۴ a	۴۵/۳۵ a	۳۵۱/۰۳ a	۱۵۷/۷۵ a
۱۰	۱۲۲/۹ b	۸/۱۳ b	۸۰/۳ b	۱۲/۹۷ ab	۱۹ /۰۴ ab	۳۲/۳ a	۶۲۳/۶۵ b	۴۶/۹۹ a	۳۰۲/۶۲ ab	۱۴۲/۰۲ ab
۱۵	۱۱۵/۱ b	۸/۳۸ b	۷۹/۵ b	۱۳/۰۵ ab	۱۹/۶۷ ab	۳۹/۰ a	۶۰۰/۵۴ b	۴۸/۵۲ a	۲۴۱/۴۴ bc	۱۱۴/۳۳ bc
۲۰	۱۰۷/۳ b	۱۰/۶۶ a	۶۸/۰ c	۱۶/۳ a	۲۳/۲۲ a	۳۹/۵ a	۵۶۵/۴۹ c	۴۸/۶۱ a	۲۲۲/۹۵ c	۱۰۵/۰۰ c

* میانگین ها با حروف یکسان در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار آماری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار هستند..

وزن هزار دانه

اثر رژیم آبیاری بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول۱). با کاهش میزان آب وزن هزار دانه کاهش یافت که این کاهش از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه به میزان۳۶ درصد (۴۱/۰۹ در مقابل ۲۶/۳۱ گرم) بطور معنی داری بود (جدول۲). بروز کمبود آب در مرحله پر شدن دانه در گلرنگ باعث کاهش معنی دار تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه می‌گردد (۱۹). خواجه پور (۶) نیز اعلام کرد که اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر وزن هزاردانه ارقام گلرنگ درآزمایشات معنی دار بوده است. به نظر می‌رسد کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی به علت کاهش دوره پرشدن دانه وپیری زودرس گیاه باشد.

عملکرد بیولوژیک گلرنگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر رژیم آبیاری، فاصله

کاشت و برهمکنش آنها بر عملکرد بیولوژیک گلرنگ در سطح ۱ درصد معنی دار است (جدول ۱) و با کاهش رطوبت خاک از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه عملکرد بیولوژیک گلرنگ به میزان ۵۴ درصد کاهش یافت (جدول ۲). نبی پور و همکاران (۲۴) اثر قطع آبیاری را در مرحله جوانه زنی، گلدهی و رسیدگی را با حالت آبیاری نرمال در گیاه گلرنگ بررسی کردند، رژیم های مختلف آبیاری اثرات معنی‌دار را در سطح ۵ درصد روی وزن خشک نشان دادند. به عبارت دیگر در تحت شرایط تنش خشکی به نظر می‌رسد به منظور افزایش جذب آب، از یک طرف گیاهان مشارکت بیشتری در اختصاص مواد به ریشه ها داشته باشند و از طرف دیگر کاهش در کل تولید ماده خشک در تحت شرایط تنش می‌تواند در نتیجه کاهش رشد گیاه، فتوسنتز و یا حتی ساختار سایه انداز گیاه در مدت تنش باشد. در تحقیق دیگری تحت شرایط تنش و بدون تنش، آبیاری باعث تجمع بیشتر ماده خشک در گیاه نخود گردید و نیز توزیع این مواد را بهتر نمود، به طوری که سهم بیشتری از این مواد به غلاف ها اختصاص یافت (۱۷). بیشترین عملکرد بیولوژیک درفاصله کاشت ۵ سانتی متر (۷۹۰/۵۴ گرم در متر مربع) وکمترین آن در فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر (۵۶۵/۴۹ گرم در متر مربع) بدست آمد (جدول۲). گنجعلی و همکاران (۱۳) ضمن بررسی تاثیر تراکم بر عملکرد و اجزاء آن در ارقام گلرنگ نشان دادند که بیشترین درصد ماده خشک در بیشترین تراکم بوته حاصل شد. نتایج اثر برهمکنش سطوح آبیاری و فاصله کاشت نشان داد که حداکثر عملکرد بیولوژیک در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه و فاصله کاشت ۵ سانتی متر (۱۰۸۶/۱ گرم در متر مربع) و حداقل آن در ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه و فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر (۳۸۰/۱۳ گرم در متر مربع) بدست آمد (جدول ۳).

درصد روغن دانه

درصد روغن دانه تحت تاثیر رژیم آبیاری تفاوت معنی داری نشان داد (جدول۱). با کاهش مقدار آب از ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای درصد روغن کاهش یافت که این کاهش از ۷۵ به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای معنی دار بود (جدول ۲).

جدول ۳- میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و فاصله کاشت بر خصوصیات گلرنگ

رژیم آبیاری (ظرفیت مزرعه) بر حسب	فاصله کاشت بوته روی ردیف (cm)	عملکرد بیولوژیک گلرنگ (g/m2)	عملکرد دانه گلرنگ (g/m2)
٪۱۰۰	۵	۱۰۸۶/۱ a	۴۴۵/۰۲ a
	۱۰	۸۱۲/۴۲ b	۴۴۳/۴۳ a
	۱۵	۹۸۰/ ۶۲a	۴۲۵/۴۱ a
	۲۰	۶۸۷/۲ bc	۳۵۷/۰۷ ab
٪۷۵	۵	۷۹۳/۷ b	۳۰۳/۶۷ bc
	۱۰	۵۹۵/۴۸ cd	۳۰۲/۸ bc
	۱۵	۵۳۷/ ۸۸ cde	۲۲۹/۱ bc
	۲۰	۶۲۶/۱۳ cd	۲۴۱/۳۴ cd
٪۵۰	۵	۴۹۱/۸۳ de	۱۶۴/۶۵ de
	۱۰	۴۶۲/۷۸ de	۱۲۵/ ۳۹ e
	۱۵	۲۸۳/۱۳ f	۱۲۳/۸۵ e
	۲۰	۳۸۰/۱۳ ef	۱۲۲/۴۱ e

*در هر ستون میانگین های دارای یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار آماری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار هستند ($p<0.05$).

به عبارت دیگر هزینه هایی که گیاه در برخورد با شرایط تنش خواهد داشت مانند تنظیم اسمزی و افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه از یک طرف و نیز کاهش فتوسنتز از سوی دیگر موجب کاهش انرژی لازم برای ساخت موادی مانند روغن که نیاز به انرژی بیشتری دارد می‌شود ولذا باعث کاهش درصد روغن نیز می‌شود . نتایج مطالعات پاتل و همکاران (۲۶) بیانگر آن است که تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه می‌شود که این تغییرات کم ولی معنی داراست. نتایج برخی محققین دیگر (۱۵) نیز بر این نکته تاکید دارد که قطع آبیاری و تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه می‌شود. در مطالعه رودرانایک و همکاران (۲۷) تنش خشکی باعث کاهش وزن دانه و درصد روغن دانه گردید. در این مطالعه هر چند با افزایش تراکم درصد روغن بیشتر شده است ولی این افزایش معنی دار نبود (جدول ۲).

عملکرد دانه

اثر رژیم آبیاری و فاصله کاشت بر عملکرد دانه معنی دار بود

(جدول۱) و با کاهش رطوبت خاک از ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه مقدار عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۹ درصد (۳۶۸/۸۳ در مقابل ۳۳۵/۶۳) و ۶۳ درصد (۳۶۸/۸۳ در مقابل ۱۳۴/۱) کاهش یافت که این کاهش در تنش شدید (۵۰ درصد FC) معنی دار بود (جدول۲). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را با توجه به نتایج بدست آمده می‌تواند به کاهش تعداد طبق، دانه در طبق و وزن هزار دانه در این شرایط نسبت داده شود. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد تنش خشکی با تاثیر بر ارتفاع بوته و به تبع آن ارتفاع طبق بندی بوته از یک طرف بر تعداد طبق بوته که یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است اثر گذاشته و از طرف دیگرکاهش فعالیت فتوسنتزی وتولید مواد پرورده را به همراه داردکه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. افزایش میزان آبیاری باعث افزایش عملکرد می‌شود که این موضوع به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان برای آب و افزایش تعداد شاخه های فرعی و تعداد طبق در گیاهان می‌باشد (۲۶) .کمبود آب و بروز تنش خشکی درمحیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ ها، کم شدن دوام سطح برگ وکاهش عملکرد می‌شود (۱۵). بیشترین عملکرد در فاصله کاشت ۵ سانتی متر وکمترین عملکرد در فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر بدست آمد و بطور کل با افزایش فاصله کاشت از ۵ به ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر عملکرد دانه به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). تراکم بوته از طریق تاثیر بر عملکرد دانه ی تک بوته، بر عملکرد دانه در واحد سطح تاثیر گذاشت. چنانچه عملکرد دانه به دلیل رقابت بین بوته ای کاهش یابد وجود تعداد زیادی بوته در تراکم بالا می‌تواند کمبود عملکرد بوته و عملکرد دانه در واحد سطح را جبران کند. محدودیت عملکرد دانه در تراکم پایین به دلیل کمی تعداد بوته در واحد سطح و در تراکم بالا به علت زیادی بوته‌های نازا است (۱۴). همچنین اثر بر همکنش رژیم آبیاری و تراکم بوته بر روی عملکرد دانه معنی دار شد (جدول ۱) و نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۴۴۵/۰۲ گرم در متر مربع) در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه و فاصله کاشت ۵ سانتی متر و کمترین عملکرد دانه (۱۲۲/۴۱ گرم در متر مربع) در سطح آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه و فاصله کاشت ۲۰ سانتی متر بدست آمد (جدول ۳). همچنین در هر سطح از آبیاری با افزایش فاصله کاشت عملکرد دانه کاهش یافت که درصد کاهش آن در حالت آبیاری نرمال، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه از فاصله کاشت ۵ به ۲۰ سانتی متر به ترتیب به میزان ۱۹/۷۶، ۲۰/۵۲ و ۲۵/۶۵ درصد بود (جدول ۳).

عملکرد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد روغن گلرنگ به طور معنی داری تحت تاثیر تیمار های آبیاری و تراکم بوته قرارگرفت (جدول ۱) با کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه عملکرد روغن را به ترتیب و به میزان ۱/۵ و ۵۹ درصد کاهش یافت. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله کاشت عملکرد روغن کاهش یافت که این کاهش از ۵ به ۱۰ و از ۱۰ به ۱۵ معنی دار بود. کاهش عملکرد روغن در این آزمایش به دلیل اثر این تیمار بر اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه گلرنگ بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده کاهش میزان آب آبیاری تا ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه، کاهش معنی داری در عملکرد و درصد روغن دانه گلرنگ در مقایسه با آبیاری کامل ایجاد نکرده است، که ضمن صرفه جویی و حفظ ۲۵ درصد آب می‌توان این مقدار آب را به تولیدات زراعی دیگر اختصاص داد. با افزایش فاصله کاشت بوته عملکرد دانه کاهش یافت که این کاهش از ۵ به ۱۰ سانتی متر معنی دار نبود. به عبارت دیگر عملکرد بهینه دانه و روغن گلرنگ در تیمار کم آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه و فاصله کاشت ۱۰ سانتی متر بدست آمد.

منابع

۱- احمدی ح .، ق نورمحمدی ، ا. ح. امیدی و ع. معارفیان .۱۳۸۸. بررسی اثرات قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گلرنگ زمستانه (*Carthamus tinctorius L.*) بر روی عملکرد دانه و روغن. اولین همایش ملی دانه های روغنی.

۲- اسمی، ر. ۱۳۷۶. بررسی اثر فاصله بین ردیف و روی ردیف کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد و سایر خصوصیات زراعی دو رقم گلرنگ بهاره در منطقه اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده صنعتی اصفهان. ۱۰۲ صفحه.

۳- اذری ا.۱۳۸۰. تعیین الگوی کاشت بهینه رقم کوسه در تاریخ های کاشت دیر و زود. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده صنعتی اصفهان.

۴- پورهادیان ه .۱۳۸۴.اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص های رشد،کانوپی وعملکرد آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده صنعتی اصفهان

۵- توکلی، ا .۱۳۸۱. بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد ارقام گلرنگ .پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۶- خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۷- راضی، ه. و م. ت. آساد. ۱۳۷۷. ارزیابی تغییرات صفات مهم زراعی و معیارهای سنجش تحمل به خشکی در ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد دوم. شماره اول. ۱: ۴۳-۳۱.
۸- رستمی، م. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام گندم و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشکده ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۹- زینلی، ا. ۱۳۸۷. گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۱۰-فتحی، ف. و ح. مجدی نسب. ۱۳۸۱. اثر فاصله ردیف و بوته بر عملکرد دانه و روغن ارقام گلرنگ. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. انتشارات دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان. ۱۴۵ صفحه.
۱۱-فرخی نیا م.، م. رشدی.، ب پاسبان اسلام و ر. ساسان دوست. ۱۳۹۰. بررسی برخی از ویژگی های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. مجله علوم گیاهان زراعی ایران.۴۲ (۳).۵۵۳-۵۴۵.
۱۲-کافی، م. و م. رستمی. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن سه رقم گلرنگ بهاره در شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهش های زراعی ایران. ۵ (۱): ۱۲۱-۱۳.
۱۳-گنجعلی، ح. و ح. ر. حیدری شریف آباد و م. ج. سنگفراس. ۱۳۸۱. اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در منطقه سیستان و بلوچستان. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. انتشارات دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان. ۲۱۳ صفحه.
۱۴-ناصری، ف.۱۳۷۰. دانه های روغنی (ترجمه). انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.
۱۵-یزدی صمدی، ب. ۱۳۷۵. بررسی مقاومت خشکی ارقام ایرانی و خارجی گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران. ۶:۲۰-۱۱.
16- Able, G.H. 1986. Effects of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and spacing on safflower cultivars. Agron. Journal. 68:448-451.
17- Ashrafi E., and K, Razmjoo. 2010. Effect of irrigation regimes on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. Journal of the American Oil Chemists Society. 87: 499–506.
18- Chanbdrakar B.L, and N, Sekhar, and S.S, Tuteja, and R.S, Tripathi. 1994. Effect of irrigation and nitrogen on growth and yield of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian. Journal. Agronomy. 39: 701-702.
19- Efatdoost, N. 2003. Evaluation of drought stress effect on safflower genotypes. M. S. Thesis. Ardebil azad university. Phytochemistry Journal.58, 277-280
20- Gholinezhad, B, A, Hassanzadeh. A.G, Noormohamadi. and Bernousi, I. 2009. Study of the effect of drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid iroflor at different levels of nitrogen and plant population. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 37 (2) :85-94.
21- Gupta, A.K., and Singh, J. and Kaur, N. and Singh, R. 1993. Effect of polyethylene glycol induced water stress on uptake introversion and transport of sugars in chickpea seedling. Plant Physiology and Biochemistry. 31: 743-747
22- Kata, N.S. and G.P. Meena. 1989. Effect of row spacing, nitrogen and irrigation on seed yield, oil and water requirement of safflower. Field Crop Abstract. 11: 1107-1113.
23- Koutroubas, S.D. and D.K. Papakosta, and A. Doitsinis. 2000. Water requirements for castor oil crop (*Ricinnus communis* L.) In a mediterranean climate. Journal of Agronomy and Crop Science. 14: 33-41.
24- Nabipour, M. and M. Meskarbashee, and H. Yosefpour. 2007. The Effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorrius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 10: 421-426.
25- Oad, M.A. and S.M. Samo. 2002. Inter and intra row spacing effect on the growth seed yield and oil content of safflower. Asian Journal of Plant Sciences. 1: 18-19.
26- Patel, N.C. and Z.G. Patel. 1993. Performance of safflower under different irrigation scheduling sought gajarat. Annual Agricultural Research. 14: 109-110.
27- Rudra Naik, V. and G.G. Gulgangi, and C.P. Mallapupr, and S.G. Raju. 2001. Assosiathion analysis in safflower under rain fed condition. 5th international safflower conference, Montana, Usa. July 23-27. Pp. 56-61.

28- Uslu, N. and A. Akin, and M.B. Halitigil. 1998. Cultivar, weed and row spacing effects on some agronomic characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in spacing planting. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 22: 533- 536