به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۰ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۷
صفحه‌های ۵۶۱-۵۴۷

ارزیابی تأثیر سطوح کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ

فاطمه محتشمی[۱]، محمودرضا تدین[۲*]، پرتو روشندل[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۳. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ وصول مقاله ۱۰/۱۰/ ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی تنش کم‌آبی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، در بهار سال ۱۳۹۵ انجام شد. در این پژوهش تیمارها شامل سه سطح آبیاری بر اساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و ژنوتیپ‌های گلرنگ شامل سینا، محلی اصفهان و فرامان بودند. نتایج نشان داد تنش کم‌آبی موجب کاهش معنی‌دار تعداد شاخه‌های جانبی در هر بوته، ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، زیست‌توده و شاخص برداشت شد. کمترین عملکرد دانه (۱۱۹۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۳۱۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار تنش کم‌آبی ۵۰ درصد و بیشترین عملکرد دانه (۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۶۵۹ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد. همچنین نتایج نشان داد در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۱۹۹۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۵۶۱ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ سینا و کمترین عملکرد دانه (۱۶۵۹ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۴۲۶ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ محلی اصفهان مشاهده شد. نتایج نشان داد تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورفولوژیک، درصد روغن و عملکرد روغن از مؤلفه‌های مهم بوده که می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها و یا ارقام مناسب تحت شرایط خشکی از آن استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: درصد روغن، زیست‌توده، شاخص برداشت، عملکرد روغن، وزن هزاردانه.

۱. مقدمه

گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، امروزه بیشتر برای

* نویسنده مسئول
Email: mrtadayon@yahoo.com

تولید دانه به‌منظور استخراج روغن خوراکی کشت می‌شود، ولی در برخی کشورها از جمله چین و هند این گیاه به‌خاطر گل‌های آن در رنگ و طعم دادن به غذاها و تهیه رنگ پارچه استفاده می‌گردد و همچنین به‌دلیل کاربردهای دارویی متعدد کشت می‌شود [۲۲]. با توجه به مشکلات موجود در صنعت روغن‌های نباتی در داخل و این‌که بیش از ۹۳ درصد از نیاز مصرفی به روغن (به‌صورت دانه‌های روغنی و روغن خام) از طریق واردات تأمین می‌شود، لازم است تلاش‌های گسترده‌ای در جهت بهبود شرایط از جمله به‌کار بردن منابع روغنی جدید همچنین اصلاح این منابع روغنی به‌منظور دستیابی به بازدهی و کیفیت مطلوب‌تر از نظر تغذیه‌ای و عملکردی انجام شود [۲۰]. گلرنگ به‌علت دارا بودن بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع، به‌ویژه اسید لینولئیک و اسید اولئیک می‌تواند نقش مهمی در گسترش سطح زیر کشت گیاهان روغنی و تأمین دانه‌های روغنی در کشور داشته باشد [۲۱].

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده ایجادکننده خسارت بالا در گیاهان و به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید شناخته شده است [۱۵]. تأثیر خشکی بر محتوا و ترکیب اسیدهای چرب دانه گلرنگ، ارزش اقتصادی روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانه را تعیین می‌کند. بنابراین خشکی می‌تواند اثر برجسته‌ای بر کیفیت و کمیت روغن استخراج شده از دانه داشته باشد [۲۱].

گلرنگ، با داشتن تیپ‌های پاییزه و بهاره و دامنه سازگاری گسترده نسبت به شرایط آب‌وهوایی کشور، از آینده نویدبخشی در توسعه کشت دانه‌های روغنی برخوردار است. با توجه به طولانی بودن کشت گلرنگ پاییزه، در حال حاضر جهت کاهش کشت آن و توجیه اقتصادی محصول تولیدشده نسبت به مدت زمان اشغال مزرعه توسط این گیاه، به‌نظر می‌رسد کشت بهاره آن از اولویت بیشتری برخوردار باشد [۱۳].

بیاواس و همکاران [۲۳]با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ۲۶ رقم، لاین و جمعیت گلرنگ در دو سال در شرایط نیمه‌خشک مشاهده کردند ارقام Syria، Hama و Haryinan و لاین S-541-2 دارای بیشترین عملکرد دانه و لاین‌های ۲۵۰۵۴۰ و S-541-2 دارای بیشترین محتوی روغن بودند. ستانبولگلو [۲۴]در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گلرنگ گزارش نمود که تنش آبی در مرحله غوزه‌دهی به‌طور جدی عملکرد این گیاه را کاهش می‌دهد و این مرحله حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد. ضمن این‌که تنش آبی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه بیشترین تأثیر را در کاهش وزن دانه دارد. یاری و همکاران [۱۸]با ارزیابی گلرنگ بهاره تحت تأثیر تنش خشکی ایجادشده در اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی، مشاهده کردند که تنش خشکی در مرحله گلدهی بیشترین تأثیر را در کاهش ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن داشته است. پورداد و جمشیدی مقدم [٦] با ارزیابی ۱۰۰ ژنوتیپ گلرنگ در شرایط دیم گزارش کردند که بالا بودن عملکرد در ژنوتیپ‌های پرمحصول مربوط به سه جزء عملکرد دانه شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه بود. پژوهش‌گران تنوع زیادی را در ارقام گلرنگ از لحاظ تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن در شرایط تنش و بدون تنش خشکی مشاهده کردند و اظهار داشتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد دانه در غوزه و وزن دانه گردید [۱۵].

اهمیت گیاه گلرنگ به‌دلیل مقاومت بالای این گیاه به شرایط نامساعد محیطی از جمله خشکی و نیز قابلیت بالای این گیاه در تولید روغن بر کسی پوشیده نیست. لیکن در این بین شناخت ژنوتیپ‌هایی که توان سازگاری

بیشتری با شرایط مذکور دارند گامی مهم در دستیابی به عملکردهای قابل قبول می‌باشد و هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی و مقایسه عملکرد برخی ژنوتیپ‌های گلرنگ موجود در کشور به تنش کم‌آبی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به کم‌آبی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) طراحی و اجرا شد. جهت مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری روی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در بهار و تابستان سال زراعی ۱۳۹٤-۱۳۹۵ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) که از مرحله ساقه‌روی تنش خشکی اعمال شد و فاکتور فرعی آزمایش شامل سه ژنوتیپ گلرنگ (محلی اصفهان، فرامان و سینا) بود که از شرکت توسعه کشت گیاهان روغنی اصفهان تهیه شد. قبل از آماده‌سازی زمین، ۱۰ نمونه خاک به‌صورت زیگ‌زاگ از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری مزرعه برداشت و با یکدیگر مخلوط شدند سپس یک نمونه مرکب خاک از آن‌ها تهیه شده و جهت به‌دست آوردن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید نتیجه تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

عملیات آماده‌سازی خاک شامل شخم سطحی، دیسک و ماله‌کشی بود و زمین کرت‌بندی شد. هر کرت شامل نه خط کاشت به طول سه متر بود. فاصله بوته‌ها روی خط پنج سانتی‌متر و تراکم بوته در هر کرت ٤۰ بوته در متر مربع بود. کشت در اوایل اردیبهشت و پس از رسیدن رطوبت مزرعه به حد ظرفیت زراعی و تأمین دمای پایه برای جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ انجام شد. کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز و آفات، سله‌شکنی به‌صورت دستی به‌موقع اجرا شد. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها در مرحله ۳ تا ٤ برگی، جهت دست یافتن به تراکم مورد نظر، بوته‌های اضافی تنک شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا استقرار کامل مزرعه هر هفت روز یک بار بر اساس تخلیه آب سهل‌الوصول انجام شد. تغذیه گیاه گلرنگ شامل کوددهی (کود پایه: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل) و همچنین ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره حاوی ٤٦ درصد نیتروژن خالص) در سه قسط (قسط اول زمان دو تا چهار برگی، قسط دوم زمان ساقه‌دهی و قسط سوم زمان گل‌دهی) بود که در این مطالعه مبنای کار قرار گرفت.

جهت تعیین میزان آب آبیاری با استفاده از مشخصات خاک و گیاه و رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ حد پایینی رطوبت سهل‌الوصول (Θ_{MAD})، مقدار ظرفیت قابل ذخیره برای گیاه با توجه به عمق ریشه تعیین و سپس با استفاده از اندازه کرت حجم آب برای تیمار شاهد مشخص شد [۱٤].

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

خصوصیات فیزیکی	خصوصیات شیمیایی				
۱۷ درصد رس، ٤۲ درصد سیلت و ٤۱ درصد شن	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	نیتروژن (٪)	pH	EC (ds/m)
لوم	۲۹٦	۷/۱	۰/۰۹	۷/۷۰	۱/۱

(۱) حد پایینی رطوبت حجمی سهل‌الوصول (Θ_{MAD})

$$\Theta_{MAD} = \Theta_{FC} - (\Theta_{FC} - \Theta_{pwp}) \times MAD$$

(۲) عمق آب مورد نیاز $d = (\Theta_{FC} - \Theta_{Soil}) \times D$

(۳) حجم آب مورد نیاز $V= d \times A$

در این رابطه‌ها Θ_{FC} رطوبت حجمی ظرفیت زراعی مزرعه، Θ_{pwp} رطوبت حجمی نقطه پژمردگی دائم، Θ_{Soi} رطوبت حجمی خاک، MAD ضریب تخلیه مجاز، d عمق آب مورد نیاز (m)، D عمق مؤثر ریشه گیاه مورد نظر (m)، V حجم آب مورد نیاز، d عمق آب و A ابعاد کرت می‌باشد. نیاز آبی سایر تیمارها با توجه به نیاز آبی تیمار شاهد تعیین و با استفاده از کنتور، حجم آب مورد نیاز به هر کرت اضافه گردید فاصله بین دور آبیاری با استفاده از داده‌های هواشناسی و تعیین نیاز آبی روزانه مشخص و تیمارهای رطوبتی (تنش آبی) در مرحله ساقه‌روی اعمال شد.

با مشاهده علایم رسیدگی گیاه در اواسط مهر، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هرکرت آزمایشی برداشت و ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های جانبی، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزاردانه اندازه‌گیری شدند. طی مرحله مذکور، از هر کرت آزمایشی ۱/۵ متر مربع برداشت و پس از جدا کردن دانه و کاه و کلش هر یک به‌طور جداگانه نگهداری شدند. دانه‌ها برای خشک کردن در معرض تابش نور آفتاب و جریان طبیعی هوا قرار داده شدند و برای خشک کردن کاه و کلش آن‌ها به‌مدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از خشک شدن نمونه‌ها، با ترازوی دقیق وزن دانه و کاه و کلش به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شده و از مجموع عملکرد دانه و کاه و کلش، عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. شاخص برداشت نیز از طریق رابطه (٤) محاسبه گردید.

(٤) شاخص برداشت $HI = GY / BY$

در این رابطه GY عملکرد دانه، BY عملکرد بیولوژیک و HI شاخص برداشت می‌باشد.

جهت اندازه‌گیری روغن دانه، مقدار ۲ گرم نمونه آسیاب و خشک‌شده مربوط به هر کرت، توسط دستگاه سوکسله به‌مدت ١٦ ساعت در مجاورت حلال پترولیوم اتر مورد استخراج روغن قرار گرفت و پس از توزین توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، مقدار روغن نمونه هر کرت بر اساس ماده خشک، به‌صورت درصد در یک گرم نمونه تعیین گردید [۲۰]. عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به‌دست آمد. تجزیه واریانس صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) انجام گرفت و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد مقایسه قرار گرفتند. رسم جدول‌ها نیز توسط نرم‌افزارهای Excel و word صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. تجزیه واریانس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری و ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلرنگ بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزاردانه، زیست‌توده، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن تأثیر معنی‌داری داشت (جدول۲).

۲.۳. ارتفاع بوته

اثر رژیم‌های آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین (٦٧/١٩ سانتی‌متر) و کمترین (٥١/٠٤ سانتی‌متر) ارتفاع بوته به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد (جدول۳). به‌طوری‌که میزان ارتفاع بوته در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ٣١/٦٤ درصد در مقایسه با تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول۳) که با نتایج فرخی‌نیا و همکاران [۱۳] مبنی بر این‌که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه گلرنگ می‌شود، مطابقت دارد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات مرفولوژیک ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تأثیر سطوح آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد شاخه‌های جانبی	ارتفاع بوته	تعداد غوزه در بوته	تعداد دانه در غوزه	وزن هزاردانه
تکرار	۲	۱/۷۲	۲۷۲/۹۷	۵۹/۲۷	٤٤٨/۹۸	۹۹/۳۹
رژیم‌های آبیاری	۲	۲٤/۷۵**	۵۹٤/۱۰**	۱۸٤/٦٦**	٤۷۳/۹۸**	۵۲/۹۸**
خطا (a)	٤	۹/۱٤	۲۷۷/٦۵	۱۱۳/۲۵	۱۷۰/۳۸	۲/۷۸
ژنوتیپ	۲	٤/٤**	۲۰۷/۸۳**	۷۲/۷۱**	۱۰/۸۵**	۳۰٦/۷٤**
آبیاری × ژنوتیپ	٤	۱/٦٦^{ns}	۱۰/۹۹^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۱/٤۲^{ns}	۰/۵٤^{ns}
خطا (b)	۱۲	۰/۳۰	۹/۹۷	۱/٤۲	۱/٤۹	۰/۹٦
ضریب تغییرات (درصد)		٦/۸۱	۵/۲۹	٦/۲۰	۷/۳۸	۲/۳۹

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ادامه جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات مرفولوژیک ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تأثیر سطوح آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	زیست‌توده	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	٤٦٦۰٦۵۵/۹۸	۷۵۱۷۲۳۸/۸٤	۲۵۹/۱٤	۸/۱۷	۳۵۰۵۱۳
رژیم‌های آبیاری	۲	۳۰۹۹٤۸٤/۰۱**	٦۲۵۹۰۱۰/۷۲**	۲٤٦/۹٦**	۱٦/۲۸**	۲۸۱۹۸۱/۸٤**
خطا (a)	٤	۱۹٤۰٤۷٦/٦۲۰	۳۱۲٦۳٦۰/۵۳	۱۵۹/۳۱	۱۵/۳٤	۱٤۲٤۹۷/۳٤
ژنوتیپ	۲	۲۸۵۵۳۹/۰۹۱**	٦۱۵۵۱۲/٤۷**	۲٤/۱٦*	۱۵/۸۲**	٤٦٦۳٦/۵۱**
آبیاری × ژنوتیپ	٤	۳۷٦۷۵/۲۰۹^{ns}	٤۹٤۰۷/۷٤^{ns}	۳/۳۹^{ns}	۰/۸۹^{ns}	۵٦۸۷/۳۲^{ns}
خطا (b)	۱۲	۳۲۸۸۰/٤۳	٦۷۹۲۸/۱۸	٤/٤۱	۰/۵۷	۲۸۷۷/٤٦
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۷٤	٦/۵٤	۷/۳۱	۷۹/۲	۱۰/۵٦

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی صفات مرفولوژیک ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تأثیر سطوح آبیاری

	تیمار	تعداد شاخه‌های جانبی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد غوزه در بوته	تعداد دانه در غوزه	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (kg/ha)	زیست‌توده (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)	درصد روغن	عملکرد روغن
رژیم‌های آبیاری	(۱۰۰٪) نیازآبی	۹/۵۷a	٦۷/۱۹a	۲۲/۷a	۲۲/۲۳a	٤۳/۰۷a	۲۳۱۰/٤a	٦۱۵۵/۹a	۳۵/۷٦a	۲۸/۵۹a	٦۵۹/۱a
	(۷۰٪) نیاز آبی	۸/۳۸a	٦۰/٦۷a	۲۰/۸۰a	۱۹/۰۱a	٤۱/۵۱a	۲۰۷۵/۱a	۵۷۷۱/٦a	۳٤/٤۳a	۲٦/٤۳b	۵۵۱/۲b
	(۵۰٪) نیاز آبی	٦/۲۹b	۵۱/۰٤b	۱٤/۰۸b	۸/۳٦b	۳۸/۳۱b	۱۱۹٦/۹b	٤۵۵۸/۲b	۲٦/۱۰b	۲٦/۱۳b	۳۱۳/۳c
ژنوتیپ	فرامان	۸/۷a	٦۱/۹٦a	۲۰/۳٦a	۱٦/۱۱b	٤۲/۹٦b	۱۹۲٤/٦۹a	۵۵۰۷/۸a	۳۲/۹۱a	۲۷/۹۳a	۵۳۵/۸۳a
	محلی اصفهان	٦/٦۲b	٦۳/۵۵a	۱۵/۷۵b	۱۷/۷۸a	۳٤/۳۹c	۱٦۵۹/۵۳b	۵۲۲۷/٦b	۳۰/۲۱b	۲۵/۵۳b	٤۲٦/۰٤b
	سینا	۸/۹۲a	۵٤/۲۷b	۲۲/٤۷a	۱۵/۷۱b	٤۵/۵٤a	۱۹۹۸/۱٤a	۵۷۵۰/۲a	۳۳/۱٦a	۲۷/۷۰a	۵٦۱/۵۸a

میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

در گلرنگ ارتفاع بوته و به تبع آن ارتفاع طبق‌بندی در مرحله ساقه‌روی تعیین می‌گردد. بنابراین، تنش کم‌آبی در مرحله ساقه‌روی گلرنگ ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که نشان داده شده است که وقوع تنش خشکی در مرحله ساقه‌روی با اختلال در فرآیندهای فتوسنتزی و کاهش تولید مواد پرورده جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد، مانع از دستیابی به پتانسیل ژنتیکی کامل گیاه می‌گردد. به‌علاوه افزایش تنش خشکی در زمان رشد گیاه سبب می‌گردد رقابت برای جذب آب بین بخش هوایی و زمینی در بوته افزایش یابد و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص دهد و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش هوایی از جمله ساقه رسیده، که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود [۲۶].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر ارتفاع بوته نیز تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲) به‌طوری‌که ژنوتیپ محلی اصفهان و سینا به‌ترتیب دارای بیشترین (۶۳/۲۵) و کمترین (۵۴/۲۷) ارتفاع بودند (جدول ۳). در آزمایشی دیگر نیز در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته مشاهده شد [۹]. به‌نظر می‌رسد اختلاف‌های ژنتیکی در رابطه با ژن‌های مؤثر در ارتفاع بوته، موجب ارتفاع متفاوت در ژنوتیپ‌های گلرنگ شده است. پهلوی و همکاران [۷] طی بررسی نسل‌های F_1 و F_2 ژنوتیپ‌های گلرنگ گزارش کردند که در اثر تجزیه دای‌آلل F_1 و F_2 صفت ارتفاع بوته در تجزیه نتاج F_1 توارث‌پذیری عمومی بالایی دارد. توارث‌پذیری خصوصی نیز در نسل‌های F_1 و F_2 برای صفت ارتفاع بوته محاسبه شد و در ارزیابی نتاج دی آلل F_1، مقادیر توارث‌پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته زیاد بود. مقادیر بالای توارث‌پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته نشان داد که واریانس ژنتیکی افزایشی نقش قابل‌توجهی در ایجاد تنوع این صفت دارد. مقادیر محاسبه‌شده توارث‌پذیری خصوصی با استفاده از نسل F_2 تلاقی‌های دای‌آلل برای صفت ارتفاع بوته بالا بود. مشاهده مقادیر بالای توارث‌پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته در هر دو نسل F_1 و F_2 نشان از نقش ژن‌هایی با اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت دارد، بنابراین بخش بیشتر تنوع مشاهده‌شده برای صفت مورد بررسی توسط عوامل ژنتیکی ایجاد شده است.

کافی و رستمی [۲] گزارش کردند که به‌علت خاردار بودن اکثر ارقام گلرنگ امکان برداشت این گیاه به‌صورت دستی وجود ندارد، بنابراین یکی از اهداف اصلی توسعه کشت گلرنگ، ساخت و استفاده از دستگاه‌های برداشت مکانیزه است، در این راستا یکی از صفاتی که بسیار حائز اهمیت می‌باشد ارتفاع بوته گلرنگ است، لذا شناسایی ژنوتیپ‌های دارای حداقل ارتفاع بوته و به کارگیری آنها در برنامه‌های به‌نژادی می‌تواند مطلوب به نظر آید.

۳.۳. تعداد شاخه‌های جانبی

بین رژیم‌های آبیاری از نظر تعداد شاخه‌های جانبی تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی (۹/۵۷) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین میزان صفت مذکور (۶/۲۹) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی بود (جدول ۳). به‌طوری‌که تعداد شاخه‌های جانبی در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ۵۲/۱۴ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). با افزایش تنش خشکی به‌نظر می‌رسد تعداد سلول‌های آغازین تشکیل‌شده جهت تولید انشعابات اولیه شاخه کاهش می‌یابد و در نتیجه به کاهش تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه می‌انجامد. با افزایش صفت مذکور تعداد غوزه‌ها در بوته بیشتر خواهد بود و ازآنجاکه همبستگی مثبت بین تعداد غوزه و عملکرد دانه در واحد

سطح وجود دارد، این صفت می‌تواند در عملکرد دانه بسیار تأثیرگذار باشد [۳].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز از نظر تعداد شاخه‌های جانبی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول۲). تعداد شاخه‌های جانبی در ژنوتیپ سینا بیشترین (۸/۹۲) و در ژنوتیپ محلی اصفهان کمترین (٦/٦٢) بود و تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ سینا و فرامان ازنظر تعداد شاخه‌های جانبی وجود نداشت (جدول ۳). با توجه به نتایج گزارش‌شده در این پژوهش به‌نظر می‌رسد که از یک‌سو تفاوت در پتانسیل ژنتیکی و از سوی دیگر بهره‌برداری بیشتر از پتانسیل‌های محیطی موجب افزایش ساخت و تحریک آغازنده‌های ایجادکننده شاخه و افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به آغازه‌های جانبی ژنوتیپ سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. همچنین، با توجه به این که تنظیم کننده رشد اکسین تولیدشده در مریستم انتهایی ساقه موجب غالبیت انتهایی و به دنبال آن موجب افزایش ارتفاع ساقه و کاهش نمو جوانه‌های جانبی می‌شود این احتمال وجود دارد که مقدار تولید این تنظیم‌کننده رشد در مریستم انتهایی ژنوتیپ محلی اصفهان در مقایسه با ژنوتیپ فرامان و سینا بیشتر بوده و موجب افزایش ارتفاع و کاهش تعداد شاخه‌های جانبی این ژنوتیپ در مقایسه با ژنوتیپ سینا و فرامان شده است. بختوری و همکاران [۲] گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه‌های جانبی در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تأثیر ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی وجود دارد.

٤.۳. تعداد غوزه در بوته

رژیم‌های مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد غوزه در بوته داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین تعداد غوزه در بوته (۲۲/۷) و کمترین آن (١٤/٠٨) به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی بود (جدول ۳). به‌طوری‌که تعداد غوزه در بوته در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ۳۷/۹۷ درصد در مقایسه با تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). در آزمایشی با چهار تیمار آبیاری (٦٠، ۱۰۰ و ١٤٠ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر از کلاس A) تعداد غوزه در بوته به‌ترتیب ۷۸، ۸۵ و ۹۳ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد [۵].به‌نظر می‌رسد هر عاملی که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، مانند آبیاری موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیشتری جهت تولید غوزه در روی گیاه، از طریق افزایش انشعابات جانبی و دوره رشد خواهد شد.

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز از نظر تعداد غوزه در بوته تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین تعداد غوزه (۲۲/٤۷) و کمترین آن (۱۵/۷۵) به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ سینا و محلی اصفهان بود (جدول ۳). بین ژنوتیپ سینا و فرامان از نظر تعداد غوزه در بوته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). با توجه به این‌که در این پژوهش ژنوتیپ سینا و فرامان دارای تعداد غوزه بیشتری در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان است به‌نظر می‌رسد این دو ژنوتیپ دارای قدرت جوانه‌زنی و استقرار بوته مطلوب‌تری در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بوده که این ویژگی موجب افزایش بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی و افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به مریستم‌های زایشی را فراهم نموده است و از سوی دیگر احتمالاً تفاوت‌های ژنتیکی ژنوتیپ سینا و فرامان با ژنوتیپ محلی اصفهان از نظر تعداد مریستم‌های زایشی ایجادکننده غوزه زمینه تفاوت در تعداد غوزه در بوته را بین زنوتیپ سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان ایجاد نموده

است. همچنین، با توجه به نتایج بیان‌شده در این پژوهش می‌توان کاهش یا افزایش تعداد غوزه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی را با تغییر تعداد شاخه‌های جانبی که خود تحت تأثیر عوامل ارثی و محیطی است مربوط دانست. با توجه به اینکه تعداد غوزه در بوته در این پژوهش از تنوع برخوردار بود می‌توان ژنوتیپ‌هایی با تعداد غوزه بیشتر را برای انتخاب غیرمستقیم عملکرد انتخاب کرد. نتایج این پژوهش با نتایج خلیلی و همکاران [۸] مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر تعداد غوزه در بوته مطابقت دارد.

۵.۳. تعداد دانه در غوزه

تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد دانه در غوزه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در تیمار آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب بیشترین (۲۲/۲۳) و کمترین (۸/۳٦) تعداد دانه در غوزه به‌دست آمد (جدول ۳). به‌طوری‌که تعداد دانه در غوزه در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ٦۲/۳۹ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). با توجه به نتایج گزارش‌شده در این پژوهش به‌نظر می‌رسد که تنش کمبود آب در مرحله دانه‌بندی سبب سقط جنین در بعضی از غوزه‌ها شده در نتیجه تعداد دانه در غوزه‌ها کاهش یافته است. یائو [۲۷] گزارش کرده که تنش کم آبی موجب خشک شدن دانه گرده و افت میزان تلقیح‌شده و در نتیجه درصد دانه‌های پوک در طبق افزایش و یا تعداد دانه در غوزه کاهش یافته است. کاهش تعداد دانه در غوزه تحت تأثیر تنش خشکی توسط برخی از محققین گزارش شد [۵ و ۳].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز از نظر تعداد دانه در غوزه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های گلرنگ نشان داد که بیشترین (۱۷/۷۸) و کمترین (۱۵/۷۱) تعداد دانه در غوزه به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های محلی اصفهان و سینا بود و تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های سینا و فرامان از نظر تعداد دانه در غوزه وجود نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که تعداد بیشتر غوزه در ژنوتیپ‌های سینا و فرامان موجب کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به هر غوزه شده و در نتیجه موجب کاهش وزن غوزه و تعداد دانه در غوزه ژنوتیپ‌های سینا و فرامان شده است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش شده توسط فرجام و همکاران [۱۲] مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر تعداد دانه در غوزه مطابقت دارد.

٦.۳. وزن هزاردانه

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن هزاردانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب بیشترین (٤۳ گرم) و کمترین (۳۸/۳۱ گرم) وزن هزاردانه حاصل شد (جدول ۳). به‌طوری که وزن هزاردانه در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ۱۱/۰۵ درصد در مقایسه با تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳) که با نتایج باغخانی و فرح بخش [۱] مبنی بر این که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه می‌شود مطابقت دارد.

تنش خشکی رشد گیاه گلرنگ را کاهش داده و تولید اندام‌های زایشی و همچنین پر شدن دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لذا با افزایش رطوبت آسیمیلاسیون کربن با سهولت بیشتری امکان‌پذیر بوده و سبب بهبود رشد گیاه و پر شدن دانه و افزایش عملکرد دانه می‌گردد [۱۷]. کاهش وزن هزاردانه در گیاه گلرنگ، ناشی از کوچک بودن سطح برگ‌ها در اثر تنش خشکی و در نتیجه ساخته شدن مواد فتوسنتزی کمتر بوده و تنش خشکی سبب کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌شود که این مسئله به نوبه خود بر کاهش وزن هزاردانه مؤثر است [۱۰].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز از نظر وزن هزاردانه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین وزن هزاردانه (٤٥/٥٤ گرم) مربوط به ژنوتیپ سینا و کمترین آن (٣٤/٣٩ گرم) مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان بود (جدول ۳). احتمالاً برتری ژنوتیپ سینا در رابطه با وزن هزاردانه به ویژگی‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی آن برمی‌گردد. ازآنجایی‌که ژنوتیپ‌های سینا و فرامان تعداد دانه در غوزه کمتری داشتند به‌طور معمول می‌بایست وزن هزاردانه آن‌ها افزایش یابد، زیرا سهم مواد فتوسنتزی اختصاص‌یافته به هر دانه افزایش یافته است. همچنین، این احتمال وجود دارد که که سرعت پر شدن یا طول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بیشتر بوده که موجب افزایش وزن دانه این دو ژنوتیپ در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش‌شده توسط بهدانی و جامی‌الاحمدی [۳] مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر وزن هزاردانه مطابقت دارد.

۷.۳. درصد روغن

رژیم‌های مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر درصد روغن داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین درصد روغن (۲۸/۵۱) و کمترین آن (۲۵/٦۳) به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی بود و تفاوت معنی‌داری بین ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی وجود نداشت (جدول ۳). به‌طوری‌که درصد روغن در تیمار۵۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۱۰/۱ و ۷/۲۹ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). گزارش شده که درصد روغن دانه گلرنگ در اثر تیمارهای مختلف آبیاری تغییر اندکی می‌کند، ولی این تغییر معنی‌دار است [۲۱]. از جمله دلایلی که برای تغییرات اندک درصد روغن در شرایط اعمال تیمارهای مختلف آبیاری آورده شده است این است که مقدار روغن دانه صفتی کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و بنابراین احتمال آسیب دیدن تمامی ژن‌های کنترل‌کننده این صفت بسیار کم است [١٦]. نکته دیگر این‌که درصد روغن عبارت است از نسبت روغن موجود در دانه به کل وزن دانه که شامل پوست و فیبر نیز می‌شود. چون در شرایط اعمال تنش، کل وزن دانه نیز کاهش می‌یابد این نکته باعث می‌شود که با وجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن دانه تغییر زیادی نداشته باشد [۲۱].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز از نظر درصد روغن تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین درصد روغن (۲۷/۹۳) مربوط به ژنوتیپ سینا و کمترین آن (۲۵/۵۳) مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان بود (جدول ۳). درصد روغن دانه در ژنوتیپ فرامان تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ سینا نداشت (جدول ۳). در این پژوهش تفاوت معنی‌دار درصد روغن در ژنوتیپ سینا و فرامان با ژنوتیپ محلی اصفهان احتمالاً به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی در رابطه با ژن‌های کنترل‌کننده میزان روغن دانه و همچنین سازگاری بیشتر ژنوتیپ سینا و فرامان با شرایط محیطی موجب افزایش بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی و افزایش سنتز مواد فتوسنتزی و تخصیص آن به دانه شده و میزان سنتز روغن را افزایش داده است. از سوی دیگر به‌نظر می‌رسد که طول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بیشتر بوده و فرصت بیشتری جهت سنتز روغن ایجاد نموده است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش‌شده توسط اشرفی و رزمجو [۲۱] مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر درصد روغن مطابقت دارد.

۸.۳. عملکرد دانه

بین رژیم‌های آبیاری از نظر عملکرد دانه، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیشترین عملکرد دانه (۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) و رژیم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی کمترین میزان عملکرد دانه (۱۱۹٦ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به‌طوری‌که عملکرد دانه در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ٤۸/۱۹ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول۳). رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی منجر به افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی شد که این موضوع به‌دلیل کاهش رقابت بین گیاهان برای آب و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غوزه و وزن هزاردانه گیاه می‌باشد [۸]. کمترین عملکرد دانه در رژیم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد که به‌نظر می‌رسد تنش کم‌آبی باعث ایجاد تنش اکسیداتیو می‌شود و این تنش موجب اختلال در ساختار کلروپلاست و کاهش محتوی کلروفیل می‌شود و در نتیجه منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی و عملکرد دانه گیاه شده است [۱۹].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه (۱۹۹۸/۱٤ کیلوگرم در هکتار) در واحد سطح در ژنوتیپ سینا که بیشترین تعداد شاخه و غوزه در بوته را دارا بود اختصاص یافت، ولی کمترین میزان صفت مذکور (۱٦۵۹/۵۳ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ محلی اصفهان به‌دست آمد (جدول ۳). توسط برخی از محققین بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تفاوت‌های معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در واحد سطح گزارش شد [۱٦ و ۳]. عملکرد دانه حاصل ضرب اجزای عملکرد، یعنی تعداد واحد زایشی در واحد سطح، تعداد دانه در واحد زایشی و متوسط وزن هزاردانه است و با توجه به این‌که در ژنوتیپ سینا که بیشترین تعداد غوزه در بوته را داشت بیشترین عملکرد دانه به‌دست آمد. می‌توان نتیجه گرفت که اهمیت تعداد غوزه در بوته در افزایش عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مقایسه با تعداد دانه در بوته بیشتر است. تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک و اجزای عملکرد، امری بدیهی است و از این تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها، می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ژنوتیپ‌های اصلاح‌شده گلرنگ استفاده کرد.

۹.۳. زیست‌توده

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر زیست‌توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دارشد (جدول ۲). در تیمارهای آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب بیشترین (٦۱۵۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (٤۵۵۸ کیلوگرم در هکتار) زیست‌توده حاصل شد (جدول ۳). به‌طوری‌که میزان زیست‌توده در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی ۲۵/۹۵ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). گزارش شده که تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گلرنگ موجب کاهش زیست‌توده و عملکرد دانه شد [۱۷]. کاهش در عملکرد زیست‌توده را می‌توان ناشی از کاهش سطح ویژه برگ، کاهش در سطح اجزای رویشی و به تبع آن کاهش قدرت منبع (برگ‌ها و سطوح فتوسنتزکننده و همچنین کاهش در اجزای زایشی گیاه دانست [۱].

تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر زیست‌توده در واحد سطح وجود داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که ژنوتیپ سینا و محلی اصفهان به‌ترتیب بیشترین (۵۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۲۲۷ کیلوگرم در هکتار) زیست‌توده

را به خود اختصاص دادند. بین ژنوتیپ سینا و فرامان تفاوت معنی‌داری از نظر زیست‌توده وجود نداشت (جدول ۳). با توجه به نتایج گزارش‌شده در این پژوهش ژنوتیپ سینا و فرامان دارای تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غوزه در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان بوده‌اند که بی‌گمان در افزایش زیست‌توده ژنوتیپ سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان تأثیرگذار بوده است. احتمالاً تفاوت‌های ژنتیکی ژنوتیپ سینا و فرامان در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان در تفاوت زیست‌توده این دو ژنوتیپ در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان تأثیرگذار بوده و از سوی دیگر به‌نظر می‌رسد که ژنوتیپ سینا و فرامان دارای قدرت جوانه‌زنی و استقرار بوته مطلوب‌تری بوده که زمینه را جهت افزایش بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی فراهم نموده و موجب افزایش تولید و تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های رویشی و زایشی شده و در نهایت موجب افزایش زیست‌توده دو ژنوتیپ مذکور در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. تفاوت معنی‌دار زیست‌توده در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ در مطالعه باغخانی و فرحبخش [۱] نیز گزارش شد.

۱۰.۳. عملکرد روغن

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دارشد (جدول ۲). در تیمارهای آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیار آبی به‌ترتیب بیشترین (۶۵۹/۱۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۳۱۳/۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن حاصل شد (جدول ۳). به‌طوری‌که میزان عملکرد روغن در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ۵۲/۴۸ درصد در مقایسه با تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که تنش کم‌آبی موجب کاهش سنتز مواد فتوسنتزی شده، بنابراین آسمیلات کمتری به اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد دانه مانند وزن هزاردانه، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه اختصاص یافته که در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه شده است و همچنین به‌دلیل اینکه با کاهش رطوبت مورد نیاز گیاه، دوره پرشدن دانه کوتاه شده، بنابراین، مدت زمان لازم برای ذخیره‌سازی روغن در دانه، کاهش یافته است و با در نظر گرفتن اینکه عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد روغن حاصل می‌شود می‌توان دریافت که علت کاهش عملکرد روغن به‌علت کاهش درصد و عملکرد روغن تحت رژیم‌های کم‌آبی بوده است. در آزمایشی که با تیمارهای سطوح مختلف آبیاری بر اساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی روی گلرنگ انجام گرفت، بیشترین عملکرد روغن به مقدار (۴۰۷ کیلوگرم در هکتار) با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین عملکرد روغن نیز به مقدار (۲۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار) با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد [۱۱].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد روغن در واحد سطح وجود داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که ژنوتیپ سینا و محلی اصفهان به‌ترتیب بیشترین (۵۶۱/۵۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۳۵/۸۳ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). بین ژنوتیپ سینا و فرامان تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد روغن وجود نداشت (جدول ۳). احتمالاً تفاوت معنی‌دار درصد روغن و به‌ویژه عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های سینا و فرامان با ژنوتیپ محلی اصفهان موجب تفاوت معنی‌دار عملکرد روغن این دو ژنوتیپ با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. تفاوت عملکرد روغن بین ژنوتیپ‌های گلرنگ توسط پاسبان اسلام [۴] نیز گزارش شده است.

۱۱.۳. شاخص برداشت

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در رژیم‌های آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیار آبی به‌ترتیب بیشترین (۳۵/۷۶ درصد) و کمترین (۲۶/۱۰ درصد) شاخص برداشت حاصل شد (جدول ۳). به‌طوری‌که میزان شاخص برداشت در تیمار۵۰ درصد نیاز آبی ۲۷/۰۱ درصد در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۳). شاخص برداشت یک شاخص مهم فیزیولوژیک است که بیانگر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به دانه‌ها می‌باشد به‌نظر می‌رسد این شاخص تحت تنش‌های کم‌آبی و به‌ویژه شدت تنش کم‌آبی تغییرات متفاوتی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که به احتمال زیاد در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی میزان فتوسنتز در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافته و موجب کاهش درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به دانه‌ها شده و میزان شاخص برداشت را در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش داده است. محققان گزارش کرده‌اند که برخورد مرحله زایشی گیاه با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد در کلزا (*Brassica napus*) نظیر تعداد خورجین در گیاه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین می‌گردد که کاهش عملکرد دانه عمدتاً از طریق کاهش تعداد خورجین در گیاه می‌باشد و موجب کاهش عملکرد اقتصادی می‌شود [۲۵].

بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص برداشت در واحد سطح وجود داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های سینا و محلی اصفهان به‌ترتیب بیشترین (۳۳/۱۶ درصد) و کمترین (۳۰/۲۱ درصد) شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. اما، بین ژنوتیپ سینا و فرامان تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص برداشت وجود نداشت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد عملکرد دانه بیشتر، در ژنوتیپ‌های سینا و فرامان موجب افزایش شاخص برداشت آن‌ها در مقایسه با ژنوتیپ محلی اصفهان شده است. هرچه شاخص برداشت بیشتر باشد، نشان‌دهنده آن است که درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی به دانه‌ها انتقال یافته است. تفاوت شاخص برداشت بین ژنوتیپ‌های گلرنگ توسط کافی و رستمی [۱۶] نیز گزارش شده است.

٤. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر افزایش تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار صفات مربوط به ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزاردانه، زیست‌توده، عملکرد بیولوژیک، درصد روغن و عملکرد روغن شد. ژنوتیپ سینا از لحاظ صفات مذکور به‌استثنای ارتفاع بوته و تعداد دانه در غوزه دارای بیشترین میزان صفات در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی بود درحالی‌که ژنوتیپ محلی اصفهان جزء کم‌بازده‌ترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها طی انجام این پژوهش بود. تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌ها از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک، درصد روغن و عملکرد روغن از مؤلفه‌های مهم بوده که می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌ها و یا ارقام مناسب با شرایط خاص از آن استفاده کرد.

اثر متقابل ژنوتیپ و تنش کم آبی بر هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نگردید. لذا تغییرات این صفات در هر دو تیمار سطوح کم آبی و ژنوتیپ مستقل عمل نموده است.

منابع

۱. باغخانی ف و فرحبخش ح (۱۳۸۷) اثرات تنش خشکی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸(۲): ۴۵-۵۷.

۲. بختوری ص ب، پاسبان اسلام ب، قربی چلکی س و محمدی ح (۱۳۹۴) اثر پرایمینگ و تنش کم‌آبی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. پژوهش‌نامه گیاهان دانه روغنی ایران. ۴(۲): ۵۹-۷۴.

۳. بهدانی م و جامی الاحمدی م (۱۳۸۹) عکس‌العمل ارقام بهاره گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بیرجند. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۲): ۳۱۵-۳۲۳.

۴. پاسبان اسلام ب (۱۳۹۰) تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۲): ۲۷۵-۲۸۳.

۵. پالیزدار م، دلخوش ب، شمیرانی‌راد ا و نور محمدی ق (۱۳۹۱) بررسی اثر رژیم‌های آبیاری و مقادیر پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۸(۴): ۶۲۸-۶۴۵.

۶. پورداد س وجمشید مقدم م (۱۳۹۲) بررسی تنوع ژنتیکی در کلکسیون گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) در شرایط دیم کشور. مجله زراعت دیم ایران. ۱(۳): ۱-۱۶.

۷. پهلوی م ه، سعیدی ق و میرلوحی آ ف (۱۳۹۷) پاسخ به گزینش غیرمستقیم برای عملکرد و میزان روغن دانه در گلرنگ. مجله تولید گیاهان زراعی. ۱(۳): ۴۹-۶۳۹.

۸. خلیلی م، تقوی م و پور ابوقداره ع (۱۳۹۲) ارزیابی عملکرد دانه و برخی از صفات زراعی و مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های بهاره گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط آبیاری و دیم. اصلاح گیاهان زراعی. ۱۶: ۱۳۹-۱۴۸.

۹. شیراوند ر و مجیدی م م (۱۳۹۲) مقایسه گونه‌های وحشی و اهلی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) از نظر تحمل به تنش خشکی و تنوع صفات مرفولوژیک و زراعی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۷۳۸-۷۵۰.

۱۰. فتحیان ش، احسان‌زاده پ (۱۳۹۱) ارتباط برخی خصوصیات فیزیولوژیک با عملکرد در گلرنگ بهاره در دو رژیم آبیاری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۳(۴): ۶۴۹-۶۵۹.

۱۱. فراست م، ساجدی ن و میرزاخانی م (۱۳۸۷) واکنش صفات گیاهی چهار ژنوتیپ گلرنگ در شرایط تنش کمبود آب. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳(۱): ۶۷-۸۱.

۱۲. فرجام س، رخزادی ا، محمدی ه و سمکو ق ش (۱۳۹۲) اثر تنش قطع آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ بهاره. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۶(۲۳): ۹۹-۱۱۲.

۱۳. فرخی‌نیا م، رشدی م، پاسبان اسلام ب و ساسان دوست ر (۱۳۹۰) بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۳): ۵۴۵-۵۴۵.

۱۴. فرشی ع، سیادت ح، دربندی ص، انتصاری م ر، خیرابی ج، میرلطفی م، سلامت ع و سادات میرئی م ح (۱۳۸۲) مدیریت آب آبیاری در مزرعه. چاپ اول. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۰۰ ص.

۱۵. فنایی ح ر، کیخا ه و پیری ع (۱۳۹۴) اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه و روغن گلرنگ تحت شرایط کم‌آبیاری. علوم و تحقیقات بذر ایران. ۲(۲): ۴۹-۵۹.

۱۶. کافی م و رستمی م (۱۳۸۶) اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن سه رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط آبیاری با آب شور. پژوهش‌های زراعی ایران. ۵(۱): ۱۲۱-۱۳۱.

۱۷. میلادی لاری ا، احسان‌زاده پ (۱۳۸۹) تأثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد گلرنگ از طریق کاهش سطح فتوسنتزکننده و کارایی کوانتومی فتوسیستم II. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۲):۳۷۵-۳۸۲.

۱۸. یاری پ، کشتکار ا م و سپهری ع (۱۳۹۳) بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر رشد و عملکرد گلرنگ بهاره. فناوری و تولیدات گیاهی. ۱۴(۲): ۱۰۱-۱۱۷.

19. Amini H, Arzani A and Bahrami F (2013) Seed yield and some physiological traits of safflower as affected by water deficit stress. International Journal of Plant Production. 7 (3): 598-614.
20. Asghari B and Gharibi asl S (2016) The oil and protein content of Isfahan's safflower in different periods of irrigation, levels of humic acid and superabsorbent. International Journal of Life Science and Pharma Research. 1: 56-63.
21. Ashrafi E and Razmjoo Kh (2010) Effect of Irrigation Regimes on Oil Content and interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 193: 30-50.
22. Asqarpanh J and Kazemivash N (2013) Pharmacology and medicinal properties of (*Carthamus tinctorius* L). Chines Journal of integrative Medicine. 19(2): 59-53.
23. Beyyavas V, Haliloglus H, Copur O and Yilmaz A (2011) Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivar s; lines and populations under the semi-arid Conditions. South African Journal of Biotechnology. 10: 527-534.
24. Isanbullouglu A, Gocmen E, Gezer E, Pasa C and Konukcu F (2009) Effect of water stress at different development stages on yield and water productivity of winter and summer safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Agricultural Water Management. 96: 1429-1434.
25. Ma Q, Niknam SR and Turner DW (2000) Respenses of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B.juncea* to soil water deficit at different growth stages. Australian Journal of Agricultural Research. 57(2): 221-226.
26. Poorter H, Niklas K, Reich PB, Oleksyn J, Poot P and Mommer L (2012) Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 193: 30-5030.
27. Yau SK (2006) Winter versus spring sowing of rain–fed safflower in a semi- arid, high-elevation Mediterranean environment. European Journal of Agronomy. 10: 1-8.

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)
Vol. 20 ■ No. 2 ■ Summer 2018

Evaluation of the effect of deficit irrigation regimes on grain yield and yield components of safflower genotypes

Fateme Mohtashami[1], Mahmoud Raza Tadayon[2*], Parto Roshandel[3]

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Received: Desember 31, 2017 Accepted: March 3, 2018

Abstract

In order to evaluate the effect of water deficit stress on seed yield and yield components of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), an experiment has been conducted as a split plot with three replicates at the research filed of University of Shahrekord for the duration of spring 2016. The treatments have consisted of three levels of irrigation based on 100%, 75%, and 50% of the plant's water requirement as well as three selected safflower genotypes, including Sina, Isfahan, and Faraman. Results indicate that deficit irrigation causes a significant reduction in all traits, namely the number of lateral branches per plant, plant height, number of heads per plant, number of seeds per head, the weight of seeds in thousand, seeds' yield, oil percentage, oil yield, biological yield, and harvest index. The lowest values of seed yield (1196 $kg.ha^{-1}$) and oil yield (313 $kg.ha^{-1}$) are for the deficit irrigation treatment of 50% of plant's water requirement, while the highest seed yield (2310 $kg.ha^{-1}$) and oil yield (561$kg.ha^{-1}$) have been obtained in 100% of plant's water requirement. Also, according to the obtained results, it can be seen that there has been a significant variation among investigated safflower genotypes, wherein the highest seed yield (1998$kg.ha^{-1}$) and oil yield (561$kg.ha^{-1}$) belong to Sina genotype, whereas the lowest seed yield (1659$kg.ha^{-1}$) and oil yield (426 $kg.ha^{-1}$) are related to the local Isfahan genotype. Accordingly, it can be understood that the variations among genotypes in terms of morphological traits, oil percentage, and oil yield are important components that could be used to select genotypes or appropriate cultivars with drought conditions.

Keywords: Biological yield, grain thousand weight**,** harvest index, oil percentage, oil yield.

Corresponding author: mrtadayon@yahoo.com