

بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات رویشی گلرنگ بهاره

مریم فرخی نیا^۱، محسن رشدی^۲، بهمن پاسبان اسلام^۳ و ساسان رضادوست^۲

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات تنش خشکی بر ارتفاع بوته، ارتفاع اولین طبق از سطح خاک، قطر طبق، تعداد شاخه‌های فرعی، نسبت مغز به کل دانه، عملکرد دانه و درصد روغن گلرنگ بهاره، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی سال زراعی ۱۳۸۶ به اجرا درآمد. مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار پیاده گردید. فاکتورهای به کار رفته شامل ۲ رقم (محلی اراک-۲۸۱۱ و محلی اصفهان) و فاکتور آبیاری در ۴ سطح بدون تنش و تنش کمبود آب در مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پرشدن دانه‌ها بودند. نتایج نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، ارتفاع اولین طبق از سطح خاک، قطر طبق، نسبت مغز به کل دانه و عملکرد دانه گردید. بر اثر قطع آبیاری در مرحله ساقه‌روی ارتفاع بوته و ارتفاع اولین طبق از سطح خاک، کاهش یافت و نیز تنش خشکی باعث کاهش قطر طبق و نسبت مغز به کل دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه‌ها گردید. بر اثر تنش خشکی از میزان عملکرد دانه کاسته شد، که از ۳۲۶۳/۵ کیلوگرم در هکتار در حالت آبیاری عادی به ۲۳۸۸/۵ کیلوگرم در هکتار با قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی رسید. با توجه به نتایج به دست آمده، تعداد شاخه‌های فرعی و درصد روغن دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. بین ارقام از نظر عملکرد دانه و درصد روغن تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت رقم محلی اصفهان با داشتن بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۹۷۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش در مراحل حساس فنولوژیک و آبیاری عادی نسبت به رقم محلی اراک - ۲۸۱۱ با میانگین ۲۷۳۵/۶۶ کیلوگرم در هکتار بهتر عمل کرده است.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، درصد روغن، رقم، صفات رویشی، عملکرد دانه، گلرنگ بهاره.

مقدمه و بررسی منابع علمی

گلرنگ گیاهی است که تحقیقات بر روی آن از اواخر دهه ۴۰ در کشور با جمع‌آوری توده‌های بومی آغاز گردید و پس از آن نیز با دریافت ارقام متعددی از سایر کشورهای جهان به ویژه ایالات متحده ادامه یافت (خواج‌پور، ۱۳۸۳). اثرات زیان‌آور خشکی به طور کلی در سلول‌ها و بافت‌هایی که در مراحل رشد و توسعه سریع قرار دارند، بیشتر مشخص است (امام، ۱۳۷۴). با وجود این که بخش زیادی از اراضی زیر کشت گلرنگ در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است، تحقیقات زیادی در جهت افزایش عملکرد دانه در این مناطق و تولید ارقام سازگار و مقاوم به خشکی، صورت نگرفته است (شکری و همکاران، ۱۳۸۶). گلرنگ به واسطه تحمل به خشکی امروزه به عنوان یک گیاه زراعی در تناوب دیم‌زارهای مناطق کوهستانی مطرح می‌باشد (اخترنگ و پالا، ۲۰۰۱).

کومار (۲۰۰۰) با ارزیابی پتانسیل توسعه کشت گلرنگ و آفتابگردان در کشور هندوستان و تطبیق آنها، به این نتیجه رسید که سود حاصل از تولید گلرنگ بالاتر از تولید آفتابگردان در مساحت مشخصی از مزرعه است. وی علت اصلی این امر را مقاومت بالاتر گلرنگ به کمبود آب ذکر کرده است و دلیل آن سیستم عمودی و گسترده ریشه گیاه است که به آن اجازه می‌دهد، رطوبت و مواد غذایی را از اعماق خاک جذب نماید. در مطالعه هاشمی‌دزفولی (۱۹۹۴) تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، گل‌دهی زودتر، رسیدگی

سریع‌تر و کاهش عملکرد گردید. تسریع گلدهی در شرایط کمبود آب (امیدی‌تبریزی، ۱۹۹۸) و تأخیر در رسیدگی گلرنگ به واسطه آبیاری زیاد توسط (هاول و همکاران، ۱۹۹۷) گزارش شده است. تسریع در رسیدگی به واسطه تنش خشکی اگرچه ممکن است به اُفت عملکرد منجر گردد ولی در کشت تابستانه این محصول می‌تواند عاملی برای فرار گیاه از سرمازدگی اوایل پاییز و بارش‌های زودرس منطقه محسوب شود. همچنین تنش خشکی سبب کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها، ماده خشک تولید شده، فتوسنتز جاری گیاه، ذخیره مواد غذایی در ساقه و اندام‌های رویشی شده و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه شود (کومار، ۲۰۰۰). آبیاری بیش از حد در مرحله رشد رویشی نیز می‌تواند باعث افزایش شاخ و برگ گیاه گردد که در مراحل بعدی رشد و مصادف با هوای گرم، میزان تبخیر و تعرق را افزایش داده و می‌تواند عامل محدود شدن عملکرد گیاه گردد. گیاه گلرنگ در مرحله رشد رویشی، نسبت به مراحل بعدی رشد به کمبود آب مقاوم‌تر است و عدم آبیاری در این مرحله باعث گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه شده که توسعه ریشه‌های گیاه باعث مقاوم‌تر شدن گیاه نسبت به شرایط گرم و خشک در مراحل بعدی می‌شود (خواج‌پور، ۱۳۸۳). آبیاری، راندمان فتوسنتز در واحد سطح سبز را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود برگ‌ها دوام بیشتری پیدا کنند و در نتیجه رشد ریشه و استخراج آب از اعماق پایین‌تر ادامه یابد و

معنی داری وجود دارد. طبق بررسی‌های پژوهشگران، صفاتی مانند قطر طبق، تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع بوته و حجم نهایی بوته از مهم‌ترین ویژگی‌هایی هستند که به طور غیرمستقیم در تعیین عملکرد دانه نقش دارند (جکسون، ۱۹۹۵). ماتور و همکاران (۱۹۹۶) دریافتند که تعداد روز تا شروع گل‌دهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی، تعداد طبق در بوته و قطر طبق در ارقام مختلف گلرنگ، تفاوت معنی‌داری از خود نشان داده و اثر قطر طبق را مهم‌ترین عامل غیرمستقیم در جهت افزایش عملکرد دانسته‌اند.

در مورد اثر تنش خشکی بر روی درصد روغن گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. اصولاً درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل‌کننده در اثر تنش خشکی بعید به نظر می‌رسد. از این رو کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی جزئی است (جنسن و همکاران، ۱۹۹۶). در حالت کلی درصد روغن دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد ولی تنش خشکی میزان عملکرد روغن را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش عملکرد دانه است (هاشمی‌دزفولی، ۱۹۹۴). گزارش شده است تنش خشکی با افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب باعث القای تحمل به خشکی در گلرنگ می‌گردد (یائو، ۲۰۰۶).

این آزمایش، با هدف ارزیابی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه، درصد روغن، صفات

نیز تنظیم اسمزی بهتر صورت می‌گیرد (رائو و مندهام، ۱۹۹۱). بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با رشد، فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی و تقسیم و توسعه سلولی تحت تأثیر کاهش آب قرار گرفته و از طرفی اصولاً تنش آبی فتوسنتز را سریع‌تر و با شدت بیشتری نسبت به تنفس کاهش می‌دهد. به همین دلیل تنش خشکی باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاهی می‌گردد (نادری درباغشاهی و همکاران، ۱۳۸۳). عملکرد تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد که این عوامل خود متأثر از تنش آب هستند. به عنوان مثال مشاهده شده است که در رطوبت کافی، تراکم بوته بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دارد در حالی که در شرایط تنش آب، تعداد دانه‌ها و گاهی اوقات وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد (امیدی‌تبریزی، ۱۹۹۸). کوتروباس و همکاران (۲۰۰۴) با ارزیابی ژنوتیپ‌های هیبرید و آزاد گرده‌افشان گلرنگ در کشت دیم و تحت شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای یونان، به این نتیجه رسیدند که تولید و تجمع ماده خشک تا مرحله گرده‌افشانی و میزان انتقال این مواد به دانه در طول دوره پر شدن دانه و در نهایت عملکرد دانه با همدیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از این جهات تنوع معنی‌داری وجود دارد. پاسبان‌اسلام (۱۳۸۳) با بررسی ۱۴ ژنوتیپ گلرنگ در خسروشهر تبریز، مشاهده کرد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه و درصد روغن اختلاف

رویشی و نیز شناسایی مراحل حساس به خشکی با استفاده از دو رقم گلرنگ بهاره اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب تبریز، با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی در طی سال زراعی ۱۳۸۶ به صورت بهاره به اجرا درآمد. ارتفاع این محل از سطح دریا ۱۳۱۰ متر است. شرایط آب و هوایی ایستگاه محل آزمایش در طول دوره کشت، در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اول شامل ۲ رقم محلی گلرنگ بهاره به نام‌های محلی اراک-۲۸۱۱ و محلی اصفهان و عامل دوم شامل ۴ سطح مختلف آبیاری، شاهد (بدون تنش) و قطع آبیاری در سه مرحله ساقه‌روی، گل‌دهی و پرشدن دانه بود. هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۴ متر که ابعاد کاشت بین ردیف‌ها و روی ردیف‌ها به ترتیب ۵۰ و ۷ سانتی‌متر و عمق کاشت بذور ۴-۳ سانتی‌متر تنظیم گردیدند. برای جلوگیری از نفوذ آب بین کرت‌های تحت تنش و بدون تنش، ۲ متر بین هر کرت و ۳ متر بین هر بلوک فاصله داده شد. سال قبل مزرعه تحت آیش بوده و pH خاک مزرعه به طور متوسط ۸/۱ و بافت خاک لوم شنی بود. برای بهبود تغذیه گیاهان با توجه به نتایج

تجزیه خاک از کودهای اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپرفسفات تریپل ۷۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم ۶۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. در طول دوره آزمایش عملیات مدیریتی مزرعه از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات بر حسب نیاز صورت گرفتند. در مرحله روزت (۶ برگی) با استفاده از حشره‌کش سونین به نسبت یک در هزار علیه طوقه‌بر و در مرحله طبق‌دهی دوبار، با فاصله ۱۰ روز با سم دیازینون و غلظت یک در هزار علیه مگس گلرنگ سمپاشی انجام شد. در تیمارهای تحت تنش خشکی در مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پرشدن دانه آبیاری تا این مراحل طبق روال عادی صورت گرفت، با شروع هر کدام از مراحل ساقه‌روی، گل‌دهی و پرشدن دانه آبیاری به طور کامل قطع شد. برای اعمال تیمار آبیاری، خاک مزرعه در افق توزیع ریشه‌های گیاه (تا عمق ۹۰ سانتی‌متری) با حفر پروفیل، مورد بررسی قرار گرفت. برای کنترل آب خاک از روش وزنی استفاده گردید و به طور مرتب پس تعیین ظرفیت زراعی خاک (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) میزان آب قابل استفاده خاک (AW) کنترل می‌شد. در دوره اعمال تنش با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، بارندگی صورت نگرفت ولی برای مهار بارندگی‌های احتمالی پوشش نایلونی بر روی کرت‌های تحت تنش پیش‌بینی شده بود که مورد استفاده قرار نگرفت. با مشاهده علائم رسیدگی فیزیولوژیکی در اوایل شهریور ماه، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین طبق از سطح خاک، قطر طبق،

معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته مربوط به قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه (۸۹/۸۲ سانتی‌متر) بود که با آبیاری نرمال و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی کمترین ارتفاع بوته از تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌روی (۶۹/۹ سانتی‌متر) حاصل گردید (جدول ۳). تنش خشکی از طریق کاهش فتوسنتز و در نتیجه کمبود شیره پرورده، موجب کوتاه شدن ارتفاع گیاه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود. چون گل‌رنگ یک گیاه رشد محدود است و زمانی که وارد فاز زایشی می‌شود، یعنی در مرحله شروع گل‌دهی حداکثر رشد طولی و رویشی خود را طی کرده و کمتر در اثر تنش کاهش می‌یابد و رشد رویشی و افزایش ارتفاع ساقه متوقف می‌شود (غفارزاده گاوگانی، ۱۳۸۴). تأثیر تنش خشکی بر ارتفاع بوته در آزمایش شکری و همکاران (۱۳۸۶) نیز معنی‌دار گزارش شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان دادند که اثر تنش خشکی بر ارتفاع اولین طبق از سطح خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع اولین طبق از سطح خاک به ۶۳/۰۶ سانتی‌متر با قطع آبیاری در مرحله ساقه‌روی شد، به طوری‌که این میانگین در شرایط نرمال و بدون قطع آبیاری برابر ۷۱/۲۶ سانتی‌متر بود که با تیمار قطع آبیاری در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اهمیت این صفت بیشتر جهت برداشت مکانیزه با کمباین و پیش‌بینی تلفات

تعداد شاخه‌های جانبی و نسبت مغز به کل دانه در ۱۰ بوته به صورت تصادفی از هر کرت آزمایشی و رعایت اثر حاشیه کرت‌ها، برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری و سپس میانگین آنها ثبت گردید. همچنین با توجه به ابعاد کاشت، بعد از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از دو انتهای هر کرت به عنوان حاشیه، بوته‌های هر واحد آزمایشی برداشت و پس از خرمن‌کوبی و توزین دانه‌ها، عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. درصد روغن دانه‌ها به روش استخراج پیوسته با دستگاه سوکسله تعیین گردید. تجزیه واریانس ساده و مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش طی سال زراعی ۱۳۸۶

ماه‌های سال	میانگین دما حداقل (°C)	میانگین دما حداکثر (°C)	میانگین کل دما (°C)	مجموع بارندگی (mm)
فروردین	۳/۲	۱۲/۷	۷/۹	۵۳/۶
اردیبهشت	۹/۸	۱۸/۴	۱۴/۱	۳۴/۴
خرداد	۱۵/۱	۲۹/۴	۲۲/۳	۲۱/۵
تیر	۱۸/۳	۳۰/۷	۲۴/۵	۰/۲
مرداد	۱۸	۳۲/۳	۲۵/۲	۱
شهریور	۱۵/۸	۳۰/۲	۲۳	۱/۸
میانگین فصل رویش	۱۳/۶	۱۹/۵	۱۸/۷	۱۱۲/۵

نتایج و بحث

با توجه به نتایج به دست آمده، اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد

یک صفت ژنتیکی با وراثت‌پذیری بالا است، در مرحله شروع ساقه‌روی نیز تنش خشکی روی آن تأثیر معنی‌دار نداشته است. به طور کلی تعداد شاخه فرعی در بوته در نتیجه ترکیب ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی است که نقش برجسته‌تری در عملکرد نهایی دانه بازی می‌کند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تنش خشکی بر قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بزرگترین قطر طبق (۲۶/۳۱ میلی‌متر) در شرایط آبیاری نرمال به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای قطع آبیاری در مراحل ساقه‌روی و گل‌دهی نداشت. در حالی‌که کوچک‌ترین طبق‌ها (۲۴/۰۱ میلی‌متر) از تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه حاصل گردید (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش تولید و ارسال مواد فتوسنتزی در مرحله ظهور و پرشدن طبق شده و موجب کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود، در نتیجه قطر طبق کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد تأمین آب کافی برای گل‌رنگ در مرحله پرشدن دانه از اهمیت ویژه‌ای در افزایش قطر طبق و تولید عملکرد نهایی گیاه دارد، پس بروز تنش خشکی در این مرحله و یا قبل از آن (گل‌دهی) می‌تواند در کاهش اندازه طبق‌ها و تولید دانه مؤثر باشد.

با بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که تنش خشکی اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر نسبت مغز به کل دانه داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد

برداشت مطرح است، بنابراین ارقامی که ارتفاع اولین طبق از سطح خاک بالاتری داشته باشند یا به عبارت دیگر اگر پایین‌ترین طبق در فاصله بالاتری تشکیل شود، تعداد بیشتری طبق در برداشت مکانیزه به دست آمده و تلفات ناشی از برداشت مکانیزه کاهش می‌یابد. پاسبان اسلام (۱۳۸۶) گزارش کرد که بالاترین ارتفاع طبق از سطح زمین مربوط به رقم محلی اصفهان با ۷۶/۷ سانتی‌متر در مقایسه با رقم IL.111 با ۵۳/۴ سانتی‌متر بود. وی رقم محلی اصفهان را به عنوان رقم مناسب‌تر برای برداشت مکانیزه توصیه کرد.

با بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که بین ارقام و سطوح تنش از لحاظ تعداد شاخه فرعی، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). علت عدم تفاوت ارقام در ایجاد شاخه‌های فرعی را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی و رشد آنها نسبت داد. این صفت مورفولوژیکی همانند ارتفاع تأثیر مثبتی در عملکرد دانه دارد، چرا که با افزایش شاخه‌های فرعی، تعداد طبق نیز بر روی شاخه افزایش می‌یابد. چون تعداد شاخه‌های فرعی که اکثراً منتج به ایجاد طبق، به عنوان یکی از اجزای عملکرد می‌گردد، بدون شک تأثیر فراوانی در افزایش عملکرد یک محصول دارند. غفارزاده گاوگانی (۱۳۸۴) گزارش کرد که تنش خشکی در اواسط گل‌دهی تأثیری بر روی تعداد شاخه فرعی گیاه ندارد، زیرا در مرحله شروع گل‌دهی، کلیه شاخه‌های فرعی گیاه ظاهر شده است. از سوی دیگر با توجه به اینکه احتمالاً تعداد شاخه فرعی

عملکرد دانه رقم محلی اراک-۲۸۱۱ کمتر از این میزان و در حد عملکرد حاصل از تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌روی رقم محلی اصفهان بود (شکل ۱). کمترین عملکرد دانه از رقم محلی اراک-۲۸۱۱ از تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی حاصل گردید. با وجود اثر متقابل معنی‌دار بین دو فاکتور، روند تغییرات عملکرد دانه در هر دو رقم تحت تیمارهای تنش آب نشان می‌دهد، این تغییرات از نوع تغییر در مقدار بوده و ترتیب تغییرات عملکرد تحت تأثیر سطوح تنش خشکی در هر دو رقم یکسان است. بنابراین در هر دو رقم می‌توان گفت بیشترین عملکرد دانه از تیمار شاهد حاصل گردید و به ترتیب با قطع آبیاری در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه از میزان عملکرد کاسته شد. البته این افت عملکرد در تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه با تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی یکسان بود. به نظر می‌رسد رقم محلی اصفهان یک رقم متحمل به خشکی با پتانسیل عملکرد بالا می‌باشد، این رقم با داشتن بالاترین تعداد طبق، بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد. یکی از دلایل برتری رقم محلی اصفهان از نظر عملکرد، می‌توان به مسایل ژنتیکی که در شکل‌گیری و تکامل این رقم مؤثر هستند و نیز به سازگاری آن با شرایط آب و هوایی منطقه اشاره کرد. در این تحقیق تأثیر بیشتر تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، بر عملکرد دانه است. قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی، باعث از دست دادن آب در دانه‌گرده شده و درصد تلقیح را کاهش می‌دهد و در طول دوره پرشدن دانه، به دلیل

بالاترین نسبت مغز به کل دانه در شرایط نرمال و بدون تنش (۵۹ درصد)، که از نظر آماری با تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌روی یکسان بود و کمترین میزان آن در مرحله پرشدن دانه (۵۱ درصد) که از نظر آماری با تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی یکسان بود، به دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش فتوسنتز به دلیل تنش خشکی، موجب کاهش نسبت مغز به کل دانه شده باشد و با ادامه روند تنش خشکی، از میزان مغز در دانه کاسته شد. زیرا وجود آب کافی در نقل و انتقال شیره پرورده و پرشدن دانه نقش به‌سزایی دارد و هر چه انتقال مواد به دانه‌ها بیشتر باشد، درصد مغز به پوست دانه افزایش می‌یابد. هر چه درصد نسبی پوسته به دانه کمتر شود (مغز افزایش یابد) ارزش محصول افزایش می‌یابد. تحقیقات گوناگون نشان می‌دهد که درصد روغن بستگی زیادی به میزان پوست دانه دارد. نولز (۱۹۹۹) بیان داشت که میزان بالای پوسته در بذر، به دلیل اینکه درصد روغن و پروتئین را کاهش می‌دهد، از لحاظ تجاری صفت نامطلوبی است، همچنین وی عقیده دارد که بین اندازه‌های بذر و درصد پوست همبستگی وجود ندارد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر متقابل ارقام و سطوح تنش خشکی از نظر عملکرد دانه را معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دو فاکتور بر عملکرد دانه نشان داد که رقم محلی اصفهان در شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود، در حالیکه بالاترین

یافته‌های کومار (۲۰۰۰) تطابق و همخوانی دارد که حاکی از آن است، در اثر تنش خشکی، تغییرات درصد روغن کم می‌باشد.

با بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول ۴ مشخص شد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با صفات تعداد شاخه‌های فرعی و قطر طبق دارد. رامچاندرام (۱۹۹۳) پس از بررسی همبستگی ژنوتیپی و تجزیه علیت برای چند صفت کمی در گلرنگ گزارش نمود که عملکرد دانه با قطر ساقه، ارتفاع گیاه، طول شاخه و قطر طبق همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. همچنین عملکرد دانه با ارتفاع اولین طبق از سطح خاک همبستگی منفی و معنی‌دار داشته که این امر حاکی از آن است که توانایی ارقام در انتقال و انباشتگی مواد فتوسنتزی به ویژه از طبق به دانه‌ها که از عوامل مهم افزایش عملکرد در گلرنگ است، دارای عکس‌العمل یکسانی هستند.

نتیجه‌گیری کلی

مقایسه میانگین ارقام نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و درصد روغن مربوط به رقم محلی اصفهان بود و تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه عملکرد را کاهش داد، لذا مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه در گلرنگ حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی دیده شدند.

عدم تأمین مواد پرورده کافی، درصد دانه‌های عقیم شده در طبق افزایش و یا تعداد دانه در طبق کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج اثرات متقابل در شکل ۱ رقم محلی اراک - ۲۸۱۱ در شرایط آبیاری نرمال که از نظر آماری در گروه (bc) قرار داشت، توانست عملکرد بیشتری نسبت به بقیه مراحل تولید کند، البته این میزان تولید نسبت به رقم محلی اصفهان پایین بود. همچنین این رقم در مرحله گل‌دهی کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد. این مسأله حاکی از تأثیر قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی بر عملکرد این رقم می‌باشد و شاید ناشی از حساسیت این رقم در مرحله گل‌دهی به تنش خشکی بوده که نتوانسته اثرات محدودیت آب را در مراحل بعدی رشد، جبران نماید. در آزمایشی که نادری در باغشاهی و همکاران (۱۳۸۳) بر روی واریته‌های گلرنگ در رژیم‌های مختلف آبیاری انجام داد، نتایج مشابهی را گزارش کردند.

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر رقم در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد روغن معنی‌دار شد (جدول ۲). رقم محلی اصفهان درصد روغن بیشتری در مقایسه با رقم محلی اراک داشت (شکل ۲). در مورد اثر تنش بر درصد روغن، نتایج حاکی از آن است که درصد روغن تحت تأثیر تنش خشکی و عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد. افت درصد روغن در اثر تنش خشکی شدید در مقایسه با تنش خشکی ملایم نسبتاً بالاتر است که نشان می‌دهد، اگر شدت تنش زیاد نباشد، تأثیر چندانی بر درصد روغن دانه نخواهد داشت. نتایج تحقیقات حاصل با

سپاس‌گزاری

آذربایجان شرقی به اجرا درآمد که از اساتید و

کارکنان این مرکز تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

این پژوهش با همکاری بخش اصلاح و تهیه نهال

و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر روی گلرنگ بهاره در شرایط تنش خشکی طی سال زراعی ۸۶

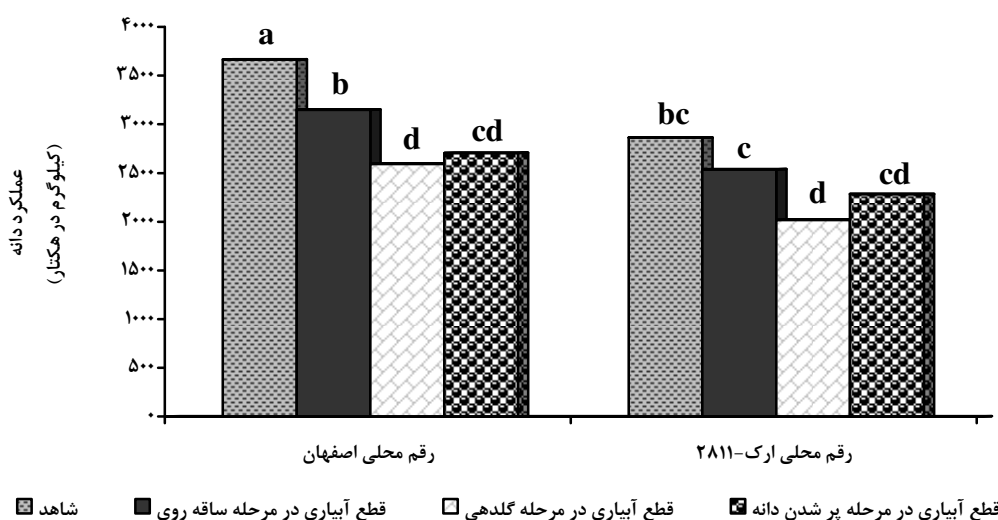
میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ارتفاع اولین طبق از سطح خاک	تعداد شاخه فرعی	قطر طبق	نسبت مغز به کل دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۷۸۲	۳۷/۱۷	۱۹/۱۱۴	۰/۲۹	۰/۰۰۱	۳۷۳۱/۵۴۲
ژنوتیپ	۱	۹۱/۲۶	۲/۹۴	۰/۷۷۰	۰/۳۲	۰/۰۰۱	۳۵۴۵۳۷/۰۴۲**
تنش	۳	۴۳۴/۳۴۳**	۱۳۲/۲۰**	۳/۷۸۵	۵/۷۰**	۰/۰۰۷**	۸۸۴۶۳۸/۹۳۱**
ژنوتیپ × تنش	۳	۹۲/۰۴۱	۱۸/۷۵	۲/۵۹۰	۰/۳۲	۰/۰۰۱	۳۷۱۵۸/۲۶۴**
اشتباه آزمایش	۱۴	۶۴/۳۱۵	۱۱/۷۸	۱/۵۸۸	۰/۴۲	۰/۰۰۱	۱۴۹۷۲/۳۰۴
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۸۳	۴/۹۱	۱۷/۸۴	۲/۵۶	۵/۲۸	۴/۲۸

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

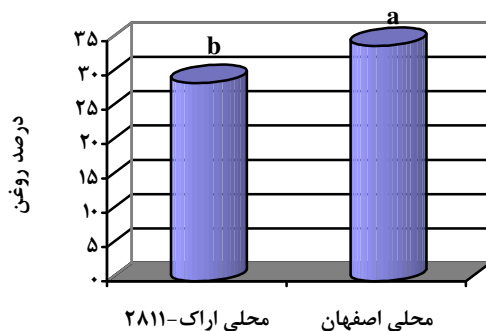
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات آبیاری صفات مورد مطالعه بر روی گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب

فاکتورهای آزمایشی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ارتفاع اولین طبق از سطح خاک (سانتی‌متر)	قطر طبق (میلی‌متر)	نسبت مغز به کل دانه
بدون تنش (شاهد)	۸۱/۸۸a	۷۱/۲۶ a	۲۶/۳۱a	۰/۵۹ a
مرحله ساقه‌روی	۶۹/۹۰b	۶۳/۰۶ b	۲۵/۵۰a	۰/۵۷ a
مرحله گل‌دهی	۸۵/۱۶ a	۷۲/۱۰ a	۲۵/۷۰ a	۰/۵۶ b
مرحله پرشدن دانه	۸۹/۸۱ a	۷۳/۴۶ a	۲۴/۰۱ b	۰/۵۱ b

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد



شکل ۱- اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد دانه گلرنگ



شکل ۲- اثر ساده رقم بر درصد روغن

جدول ۴- ارزیابی همبستگی صفات در دو رقم گلرنگ بهاره

صفات مورد مطالعه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱. تعداد شاخه فرعی	۱						
۲. ارتفاع بوته	۰/۵۸۱**	۱					
۳. ارتفاع اولین طبق از خاک	۰/۱۸۴	۰/۶۴۷**	۱				
۴. قطر طبق	-۰/۰۳۷	-۰/۲۲۳	-۰/۰۷۲	۱			
۵. عملکرد دانه	۰/۵۱۰**	-۰/۴۰۱	-۰/۴۱۲*	۰/۵۳۱**	۱		
۶. نسبت مغز به کل دانه	-۰/۰۴۱	-۰/۳۷۵	-۰/۳۴۴	۰/۵۶۷**	۰/۵۲۸	۱	
۷. درصد روغن	۰/۰۷۹	۰/۲۲۲	-۰/۰۳۴*	۰/۰۳۳	-۰/۴۷۵*	۰/۳۹۰**	۱

منابع مورد استفاده

- ✓ امام، ی. ۱۳۷۴. فیزیولوژی تولید گیاهان زارعی گرمسیری (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۷۵ صفحه.
- ✓ پاسبان‌اسلام، ب. ۱۳۸۳. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های بی‌خار جدید گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. شماره ۴. صفحات ۸۷۴-۸۶۹.
- ✓ پاسبان‌اسلام، ب. ۱۳۸۶. ارزیابی خصوصیات فیزیولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های بهاره گلرنگ برای تحمل به خشکی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی تبریز. ۴۲ صفحه.
- ✓ خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.
- ✓ شگری، ف.، خ. علی‌زاده. و. رشیدی. ۱۳۸۶. ارزیابی برخی از صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین‌ها و ارقام گلرنگ. مجله علوم کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. سال اول. شماره ۳. صفحه ۱۱-۱.

✓ غفارزاده گاوگانی، ع. ۱۳۸۴. بررسی ژنوتیپ‌های خاردار و بی‌خار گلرنگ برای مقاومت به کمبود آب اواخر فصل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۸۹ صفحه.

✓ نادری درباغشاهی، م.ر.، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی، ف. درویش. و ا.ح. شیرانی‌راد. ۱۳۸۳. ارزیابی عکس‌العمل سه لاین گلرنگ به شدت‌های مختلف تنش خشکی. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. صفحه ۱۵-۳.

✓ Akhtarbeg. H.H., and M. Pala. 2001. Prospects of safflower production in dry land areas of Iran. Vth Int. Safflower Conf. Montana USA Julay. Pp: 23- 27.

✓ Hashemi Dezfouli, A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress, Crop Research Hisar. 7: 313- 319.

✓ Howell, T.A., A.D. Schneider. and S.R. Evti. 1997. Subsurface and surface micro-irrigation of corn-southern high plains. Trans. ASAE. 40: 635- 641.

✓ Jakson, K.J. 1995. Plant population and moisture usage in safflower, Sesame and Safflower. Status and Potentials. Pp: 26.

✓ Jensen, C.R., V.O. Morgensen., G. Mortensen. and J.K. Fieldsend. 1996. Glucosinolate, oil and protein of field grown rape affected by soil drying and evaporative demands. Field Crop Research. 47: 693- 705.

✓ Knowles, P.F. 1999. Safflower. In G. Roebbelen (eds). Oil Crops of the world. Mc Graw-Hill book Company. Pp: 363- 373.

✓ Koutroubas, S.D., D.K. Papakosta. and A. Doitsinis. 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilation to safflower yield. Field Crops Research. 90: 263- 244.

✓ Kumar, H. 2000. Development potential of safflower in comparison to sunflower. Sesame and Safflower Newsletter. Institute of sustainable agriculture. Spain. 15: 86- 89.

✓ Mathur, J.R., S.B. Tikka., R.K. Sharman. and S.P. Singh. 1996. Genetic variability and path coefficient analysis of yield components in safflower. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding. 8: 314- 315.

✓ Omid-Tabrizi, A.H. 1998. Correlation between traits and path analysis for grain and oil yield in spring safflower. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj. Iran. Pp: 36-45.

✓ Ramachandram, M. 1993. Genetic analysis and association of seed yield oil content and their components in safflower. Ph. D. Thesis, University of Agricultural Science of Dharward, India. 112 Pp.

✓ Rao, M.S.S. and N.J. Mendham. 1991. Comparison of chinoli and B. napus oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 117: 177- 187.

✓ Yau, S.K. 2006. Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi- arid, high - elevation Mediterranean environment. European Journal of Agronomy. 10: 1- 8.