اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور

محمد کافی و مجید رستمی [۱]

چکیده

به منظور مطالعه اثر تنش خشکی انتهای فصل رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن سه رقم گلرنگ زراعی (*Carthamus tinctorius* L.) در شرائط آبیاری با آب شور آزمایشی در بهار و تابستان سالهای ۱۳۸۲و ۱۳۸۳ به صورت کرتهای خرد شده و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقات شوری، قطب علمی گیاهان ویژه دانشگاه فردوسی مشهد واقع در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری کامل، تنش متوسط خشکی(قطع آبیاری در مرحله گلدهی) و تنش شدید خشکی (قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبقها)) به عنوان کرت اصلی و ارقام گلرنگ مورد بررسی اصفهان، اراک و KH به عنوان کرت فرعی بودند. نتایج حاصل نشان داد که تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی دار ارتفاع بوته، تعداد طبق دربوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد، درصد روغن و میزان کلروفیل برگ شد. در بین ارقام نیز در هر دوسال اجرای آزمایش بیشترین عملکرد دانه و روغن مربوط به رقم KH و کمترین مقدار عملکرد دانه و روغن مربوط به رقم اصفهان بود. بر اساس نتایج این آزمایش، در شرایط بدون تنش رقم اراک نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت درحالیکه رقم KH برای کاشت در شرایط تنش خشکی گزینه بهتری می‌باشد. هم چنین در شرائط این آزمایش تمامی ارقام گلرنگ رشد و نمو طبیعی از خود نشان داده و در مقایسه با متوسط عملکرد گلرنگ در کشور عملکرد بیشتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد دانه و روغن، گلرنگ.

مقدمه

روغن یکی از مواد غذایی اصلی مورد نیاز بشر است و حدود ۲۰ درصد کالری مورد نیاز انسان بسته به رژیمهای غذایی متفاوت توسط روغن تأمین می شود. افزایش تقاضای روغن گیاهی در بازارهای جهانی و به دنبال آن افزایش قیمت آن، باعث فشارهای اقتصادی به کشورهای وارد کننده روغن از جمله ایران گردیده است . بنابراین با توجه به افزایش جمعیت و مصرف سرانه روغن افزایش سطح زیر کشت دانه های روغنی و افزایش عملکرد آنها برای کاهش وابستگی به کشورهای دیگر ضروری است. بر اساس آمار موجود، بیش ۹۰ درصد از کل روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود (۱۰) .

در گذشته کشت گلرنگ بیشتر به منظور تهیه رنگ و استفاده از آن در رنگرزی بوده است ولی امروزه علاوه بر استفاده از گلچه‌های آن در رنگرزی از دانه آن نیز برای تهیهٔ روغن استفاده می‌شود (۱). میزان روغن قابل استخراج دانه گلرنگ در شرایط مساعد بسته به رقم تا ۴۵ درصد می‌رسد (۹). گلرنگ تقریباً در ۶۰ کشور جهان کشت می‌شود و

۱- به ترتیب عضو هیأت علمی و دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، (قطب علمی گیاهان زراعی ویژه).

سطح زیر کشت آن در دنیا در سال ۲۰۰۵ برابر با یک میلیون و سیزده هزار هکتار می باشد (۱۷). گلرنگ پتانسیل عملکرد بیش از ۴ تن در هکتار را دارد و عملکرد بالای ۲ تن در هکتار عملکرد مطلوب به شمار می رود. متوسط عملکرد گلرنگ در ایران حدود ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نزدیک به متوسط جهانی است (۱۰). گلرنگ یکی از گیاهان بومی ایران است و وجود تیپهای وحشی گلرنگ در نقاط مختلف کشور نشان‌دهنده دامنه سازگاری بالای این گیاه با شرایط آب و هوایی کشور است، در حقیقت می‌توان آنرا جزء گیاهان فراموش شده به شمار آورد (۹).

کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگها، کم شدن دوام سطح برگ و کاهش عملکرد می شود (۱۱) آبیاری از طریق تغییر اجزای عملکرد می‌تواند عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد. اثر زمان ظهور تنش خشکی بر عملکرد دانه ممکن است به اندازهٔ شدت تنش اهمیت داشته باشد (۸). تنش خشکی در مرحله جوانه زنی گلرنگ باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی می شود (۲۱). تنش خشکی در مرحله رشد رویشی از طریق کاهش شاخص سطح برگ باعث کاهش تولید ماده خشک و کاهش عملکرد گیاه می‌شود. گلرنگ درمرحله رشد رویشی نسبت به‌مراحل بعدی نسبت‌به کمبود آب مقاوم تر است و عدم آبیاری در این مرحله باعث گسترش سیستم ریشه ای گیاه و افزایش مقاومت گیاه نسبت به شرایط گرم وخشک در مراحل بعدی می شود، بنابراین توصیه می‌شود که پس از جوانه زدن و استقرار گلرنگ یک دوره خشکی کوتاه مدت به گیاه داده شود (۶).

گلرنگ گیاهی نسبتا متحمل به شوری است و در شرایط دیم از لحاظ مقاومت به شوری مشابه جو است (۱۰). باسیل و کافکا (۱۴) در بررسی واکنش گلرنگ به شوری آب مشاهده کردند که با افزایش شوری از ۲/۱ به ۷/۲dS/m، وزن خشک کل گیاه به میزان ۵۶ درصد کاهش یافت. آنها همچنین گزارش کردند که شوری باعث افزایش تعداد کل طبقهای گلرنگ شد و افزایش شوری باعث شد که طبقهای ثالثیه و بعد از آن تشکیل نشوند و تعداد طبقهای ثانویه نیز حدود ۴۰ درصد کاهش یابد. به عقیده باسیل و کافکا (۱۳) چون بیشترین تاثیر شوری بر وزن خشک ساقه است بنابراین می‌توان گلرنگ را حتی در خاکهایی با شوری بیشتر از ۷dS/m بدون کاهش عملکرد کاشت. سینگ و همکاران(۲۲) طی مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که شوری بیشتر از ۸dS/m باعث کاهش معنی دار عملکرد گلرنگ در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود.

نظر به اهمیت توسعه کشت گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی مقاوم به شوری و همچنین سازگاری آن با مناطق حاشیه‌ای، این تحقیق با هدف مطالعه واکنش ارقام گلرنگ به سطوح مختلف تنش خشکی در شرایط آبیاری با آب شور در دشت مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقات شوری، قطب علمی زراعت دانشکده کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد و در مجاورت مزرعه نمونه آستان قدس رضوی اجرا شد. خاک مزرعه دارای بافت لوم سیلتی بود. برای آماده سازی زمین، پس از شخم زمین توسط گاوآهن برگردان‌دار کلوخه ها توسط دیسک خرد شده و در نهایت نیز اقدام به تسطیح زمین شد. کشت به صورت دستی انجام شد و پس از باز کردن شیارهایی به عمق حدود ۵ سانتی متر بر روی هر ردیف بذر به صورت خطی داخل هر شیار ریخته شد و پس از سبز شدن با در نظر گرفتن فاصله ۵ سانتی متر روی ردیف اقدام به تنک کردن شد. هر کرت دارای ابعاد ۳×۵ متر بود که شامل ۶ ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی متر و طول ۵ متر می‌شد. آزمایش به صورت کرتهای خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. کرتهای اصلی شامل ۳ سطح آبیاری به ترتیب، تیمار آبیاری کامل تا انتهای فصل رشد (شاهد)،

قطع آبیاری در ابتدای مرحله گلدهی (تنش متوسط خشکی)، و قطع آبیاری در مرحله تشکیل طبقها (تنش شدید خشکی) و کرتهای فرعی نیز شامل سه رقم گلرنگ اصفهان، اراک و KH بود.

آبیاری هر هفت روز یکبار و در کرتهای شاهد تا انتهای فصل و زمان زرد شدن برگها صورت گرفت. متوسط میزان شوری آب مورد استفاده در آبیاری مزرعه dS/m ۴/۹ بود. مقدار نسبی کلروفیل برگ به صورت غیر مستقیم و با استفاده از دستگاه کلروفیل متر(SPAD 502, Minolta) تعیین شد. برای این کار در داخل هر کرت ۳۰ برگ در موقعیت تقریبا مشابه (قسمت فوقانی) از بوته های مختلف انتخاب شده و میزان کلروفیل آنها با استفاده از دستگاه فوق تعیین شد ونهایتا میانگین این اعداد به عنوان عدد کلروفیل متر مربوط به آن کرت ثبت گردید. زمان اندازه گیری کلروفیل در سال اول بلافاصله پس از اعمال آخرین تیمار آبیاری و در سال دوم ۱۰ روز پس از اعمال آخرین تیمار آبیاری بود. جهت اندازه گیری دمای پوشش سبز در مرحله گلدهی از دماسنج مادون قرمز مدل (Infratrace 800) استفاده شد. اندازه گیریها در ساعت ۱ بعد از ظهر انجام شد و هنگام اندازه گیری زاویه میل دستگاه حدود ۴۵ درجه و فاصله آن از سطح برگها حدود ۵۰ سانتی متر بود. چون ممکن بود در هنگام نشانه روی دستگاه موقعیت و جهت تابش خورشید بر قرائت دما موثر باشد میانگین ۴ اندازه گیری در جهات چهار گانه ملاک دمای پوشش سبز گردید.

درپایان فصل رشد و پس از رسیدگی کامل تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و اجزاء عملکرد شامل تعدادطبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه گیری شد. برای تعیین عملکرد گلرنگ از هر کرت آزمایشی مساحتی برابر ۲ متر مربع برداشت شد پس از کوبیدن و جدا کردن دانهها بوسیله غربال، عملکرد دانه اندازه گیری شد. اندازه گیری روغن پس از آسیاب کردن دانه ها و تهیه نمونه ها با استفاده از دستگاه سوکسله انجام شد.

پس از آماده شدن دادهها از نرم افزار MSTAT-C برای آنالیز و از نرم افزارهای Sigmaplot و MS-Excel جهت رسم شکلها استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

به علت خاردار بودن اکثر ارقام گلرنگ امکان برداشت این گیاه به صورت دستی وجود ندارد بنابراین یکی از اهداف اصلی در توسعه کشت گلرنگ، ساخت و استفاده از دستگاههای برداشت مکانیزه است، در این راستا یکی از صفاتی که بسیار حائز اهمیت است ارتفاع بوته گلرنگ است زیرا در صورتیکه ارتفاع به یک حداقل قابل قبول نرسد امکان برداشت مکانیزه فراهم نمی گردد.

نتایج این بررسی نشان داد که از نظر ارتفاع تفاوت معنی‌داری بین ارقام وجود داشت ($P\leq0.05$) (جدول ۱)، بطوریکه رقم اصفهان، بیشترین ارتفاع (۵۴/۵ سانتی متر در سال اول و ۶۰/۷ سانتی متر در سال دوم) و رقم KH کمترین ارتفاع(۳۸/۵ سانتی متر در سال اول و ۴۰/۱ سانی متر در سال دوم) را دارا بودند. در هر دو سال اجرای آزمایش با افزایش شدت تنش خشکی ارتفاع بوته ها کاهش یافت (شکل ۱). کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش خشکی یکی از بارزترین علائم است. مشخص شده است که تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع می‌شود و هرچه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیکتر باشد تنش تاثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد (۸). به نظر میرسد که ارتفاع بیشتر بوته ها در شرایط تنش خشکی به قیمت کاهش عملکرد دانه تمام خواهد شد. اگرچه رقم KH کمترین ارتفاع و کمترین درصد کاهش ارتفاع را در شرایط تنش داشت ولی میزان عملکرد آن بیشتر از دو رقم دیگر بود.

میزان کلروفیل برگ

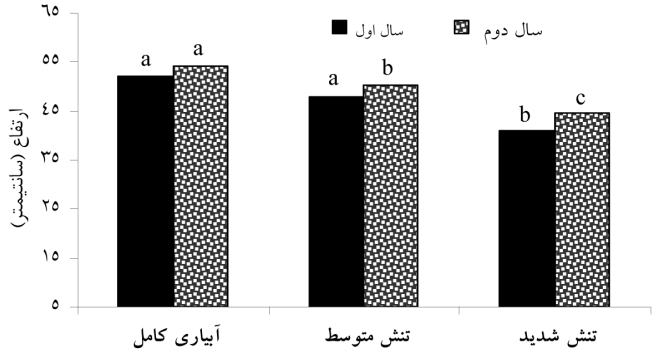
قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه اثر معنی داری بر میزان کلروفیل برگ داشت ($P\leq0.05$) (شکل ۲)،

جدول ۳ : تأثیر تیمار های آزمایشی برخصوصیات رشدی و وزن کل زیست توده و دانه گیاه گلرنگ.

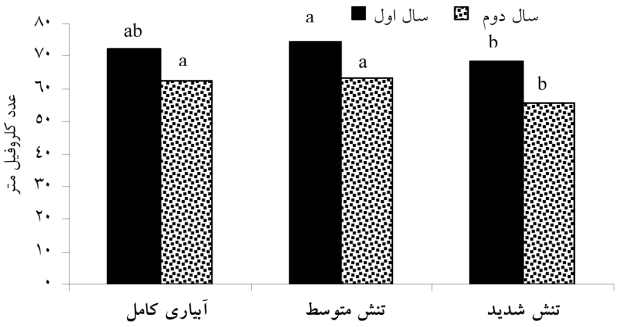
	منابع تغییر	ارتفاع بوته (cm)	کلروفیل برگ	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه درطبق	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	درصد روغن	عملکرد روغن (kg/ha)	دمای پوشش گیاهی(ºC)
سال اول	I_1	۵۲/۱	۷۲/۲	۱۰/۸	۳۴/۱	۳۴/۷	۲۵۹۱	۳۲/۱	۸۳۲	۳۲/۵
	I_2	۴۸/۱	۷۴/۴	۸/۲	۳۰/۴	۳۳/۶	۱۳۰۳	۳۰/۴	۳۹۹	۳۳/۷
	I_3	۴۱/۳	۶۸/۲	۶/۱	۲۵	۳۱/۲	۹۷۷	۳۰/۵	۳۰۲	۳۶/۸
	LSD5%	۴/۰۹	۴/۳۲	۱/۶	۴/۲۷	۰/۷	۶۸	۱/۲۴	۵۳/۹	۱/۴۸
	V_1	۴۷/۶	۷۰/۶	۷/۹	۲۹/۶	۳۳/۸	۱۶۷۱	۳۰/۲	۵۰۷	۳۴/۴
	V_2	۵۴/۵	۷۳/۴	۹/۶	۳۱/۳	۲۹/۹	۱۴۴۸	۳۰/۱	۴۴۷	۳۴/۷
	V_3	۳۸/۵	۷۰/۹	۸/۷	۲۸/۷	۳۵/۹	۱۷۵۲	۳۲/۸	۵۷۹	۳۴/۱
	LSD5%	۲/۱	NS	۱/۰۶	۱/۱۷	۰/۴۶	۲۳	۱/۳۹	۳۱/۳	NS
	I_1V_1	۵۲/۲	۷۱/۵	۱۰/۳	۳۴	۳۵/۱	۲۷۲۲	۳۰/۵	۸۳۲	۳۱/۷
	I_1V_2	۶۲/۷	۷۴/۸	۱۲/۴	۳۵/۷	۳۱/۵	۲۵۰۱	۳۲/۲	۸۰۷	۳۳/۲
	I_1V_3	۴۱/۲	۷۰/۵	۱۰/۱	۳۲/۸	۳۷/۷	۲۵۵۱	۳۳/۶	۸۵۸	۳۲/۵
	I_2V_1	۴۹	۷۱/۷	۷/۵	۳۰	۳۳/۶	۱۳۶۵	۲۹/۷	۴۰۷	۳۳/۸
	I_2V_2	۵۷/۲	۷۶/۵	۱۰	۳۱/۷	۳۰/۲	۱۰۷۷	۲۹/۱	۳۱۴	۳۴
	I_2V_3	۳۸/۲	۷۵	۷/۱	۲۹/۵	۳۶/۸	۱۴۶۷	۳۲/۵	۴۷۷	۳۳/۶
	I_3V_1	۴۱/۵	۶۸/۶	۵/۹	۲۴/۷	۳۲/۵	۹۲۷	۳۰/۴	۲۸۳	۳۷/۷
	I_3V_2	۴۶/۲	۶۹/۱	۶/۴	۲۶/۵	۲۸/۲	۷۶۷	۲۸/۸	۲۲۲	۳۷/۲
	I_3V_3	۳۶/۲	۶۷/۲	۶	۲۸/۶	۳۳/۳	۱۲۳۷	۳۲/۵	۴۰۲	۳۶/۱
	LSD5%	NS	NS	NS	NS	۰/۸	۳۹/۵	NS	۵۴/۳	۱/۰۷
سال دوم	I_1	۵۴/۲	۶۲/۶	۱۲/۸	۳۴/۲	۳۴/۱	۲۱۹۶	۳۲/۶	۷۱۷	۳۲/۹
	I_2	۵۰/۳	۶۳/۵	۷/۷	۲۷/۳	۳۳/۸	۱۲۳۱	۳۱/۲	۳۸۶	۳۴/۱
	I_3	۴۴/۷	۵۵/۵	۶/۷	۲۶/۱	۳۰/۴	۹۴۶	۳۰/۸	۲۹۳	۳۵/۷
	LSD5%	۲/۹۱	۳/۶۲	۳/۱۱	۲/۹۳	۰/۴۷	۸۲/۵	۱/۰۸	۳۶/۶	۱/۳۹
	V_1	۴۸/۴	۵۸/۷	۸/۵	۲۸/۸	۳۲/۹	۱۵۰۰	۳۱	۴۷۰	۳۴/۴
	V_2	۶۰/۷	۶۰/۵	۱۰/۴	۳۱/۴	۲۹/۶	۱۳۰۹	۳۱/۳	۴۱۵	۳۳/۵
	V_3	۴۰/۱	۶۰/۴	۹/۷	۲۷/۴	۳۵/۳	۱۵۶۴	۳۲/۴	۵۱۰	۳۴/۷
	LSD5%	۲/۱۸	NS	۰/۵۹	۱/۵۱	۰/۴۲	۲۸/۷	NS	۳۰/۳	NS
	I_1V_1	۵۳	۶۱	۱۲/۵	۳۴/۲	۳۴/۲	۲۳۱۶	۳۱/۸	۷۳۹	۳۳/۲
	I_1V_2	۶۶/۲	۶۵	۱۵	۳۶	۳۰/۹	۲۱۷۱	۳۲/۹	۷۱۴	۳۲/۱
	I_1V_3	۴۳/۵	۶۱/۷	۱۱/۱	۳۲/۵	۳۷/۲	۲۱۰۱	۳۲/۲	۶۹۹	۳۳/۵
	I_2V_1	۴۹/۱	۶۱/۱	۶/۷	۲۵/۲	۳۳/۱	۱۲۸۸	۳۰/۸	۳۹۷	۳۴/۲
	I_2V_2	۶۱/۸	۶۵/۶	۹	۲۹/۵	۳۰/۱	۱۰۱۲	۳۰	۳۰۳	۳۳/۲
	I_2V_3	۴۰/۳	۶۴/۲	۷/۶	۲۳/۶	۳۶/۴	۱۳۹۲	۳۲/۸	۴۵۷	۳۴/۷
	I_3V_1	۴۳/۲	۵۴/۱	۶/۲	۲۷/۱	۳۱/۵	۸۹۶	۳۰/۴	۲۷۶	۳۵/۸
	I_3V_2	۵۴/۲	۵۷	۷/۲	۲۸/۸	۲۷/۶	۷۴۳	۳۱	۲۳۰	۳۵/۱
	I_3V_3	۳۶/۵	۵۵/۴	۶/۶	۲۶/۳	۳۲/۳	۱۱۹۸	۳۱/۲	۳۷۵	۳۶
	LSD5%	NS	NS	۱/۰۳	NS	۰/۷۵	۴۹/۷	NS	۵۲/۴	NS

I_1، I_2 و I_3 به ترتیب تیمارهای آبیاری کامل، تنش متوسط خشکی و تنش شدید خشکی. V_1، V_2 و V_3 به ترتیب ارقام اراک، اصفهان و KH می باشند.

NS: غیر معنی دار



شکل۱: اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر میانگین ارتفاع ارقام گلرنگ.

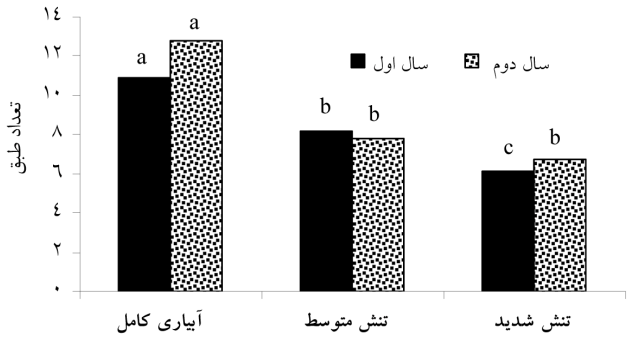


شکل۲: اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان کلروفیل برگ گلرنگ در دو سال اجرای آزمایش.

درحالیکه ارقام گلرنگ از این نظر اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول ۱). تفاوت مشاهده شده بین میانگین عدد کلروفیل متر دردوسال اجرای آزمایش می تواند به علت تغییرات آب و هوا، متفاوت بودن زمان نمونه گیری و خطای آزمایش باشد (۸). بیشترین میزان عدد کلروفیل متر در سال اول (۷۴/۴) و همچنین در سال دوم (۶۳/۵) در تیمار تنش متوسط خشکی مشاهده شد ولی با افزایش شدت تنش خشکی شدت رنگ سبز برگها کاهش یافت. نتایج مشاهده شده در این آزمایش با نتایج برخی از آزمایشهای مشابه مغایرت دارد (۸)، زیرا همانگونه که اشاره شد تنش ملایم خشکی باعث افزایش عدد کلروفیل متر شد، البته این روند به همین صورت ادامه نداشت و در تنش شدید خشکی کمترین مقدار عدد کلروفیل متر مشاهده شد. آنتولین و همکاران (۱۲) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل برگ کاهش ولی نسبت کلروفیل a به کلروفیل b افزایش می یابد. گزارش شده است که افزایش این نسبت موجب تیره شدن برگها و افزایش عدد کلروفیل متر خواهد شد (۱۶). اگرچه به صورت طبیعی نیز در مراحل انتهایی فصل رشد میزان کلروفیل برگ کاهش می یابد ولی تنش خشکی باعث تسریع این پدیده می شود.

تعداد طبق در بوته

تیمار آبیاری در هر دوسال اثر معنی داری بر تعداد طبق در بوته داشت ($P\leq0.05$). در سال اول بیشترین تعداد طبق (۱۰/۸عدد) در تیمار آبیاری کامل و کمترین تعداد طبق (۶/۱ عدد) در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد .در سال دوم نیز اگرچه بیشترین تعداد طبق (۱۲/۸عدد) مربوط به تیمار آبیاری کامل بود و این تیمار اختلاف معنی داری با دو تیمار دیگر داشت ولی بین تیمار تنش متوسط و تیمار تنش شدید خشکی اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۳). بین ارقام مورد آزمایش نیز در هر دوسال بیشترین تعداد طبق مربوط به رقم اصفهان و کمترین تعداد آن مربوط به رقم اراک بود (جدول۱). تعداد طبق در بوته یکی از مهمترین

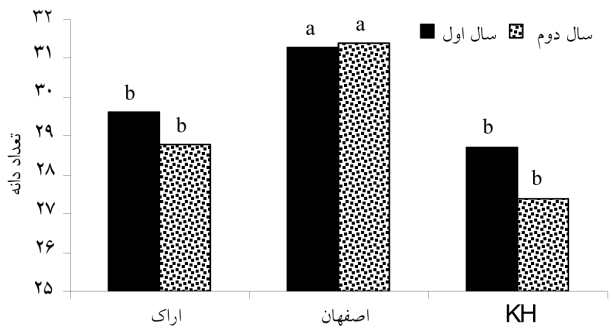


شکل۳: اثر تیمارهای مختلف آبیاری برمیانگین تعداد طبق در ارقام گلرنگ

اجزاء عملکرد بوده و طبق نتایج برخی از پژوهشگران(۲ و۴) در بین اجزاء عملکرد بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد. نتایج حاصل از مطالعات دیگر(۳ و ۷) نیز بیانگر این مطلب است که تعداد طبق در بوته مهمترین صفت مؤثر بر عملکرد است و تعداد دانه در طبق از اهمیت کمتری در مقایسه با آن برخوردار است. بر اساس نتایج بدست آمده می توان گفت که هر چه زمان اعمال تنش خشکی به مرحله تشکیل طبقها نزدیکتر باشد اثر آن بر تعداد طبق و نهایتا برعملکرد دانه بیشتر خواهد شد. اعمال تنش خشکی پس از مرحله تشکیل طبق های اولیه باعث کاهش تعداد طبقهای ثانویه و ثالثیه می شود که این طبقها در مقایسه با طبقهای اولیه معمولا قطر کمتری دارند (۱۵).

تعداد دانه در طبق

بر اساس نتایج بدست آمده، در سال اول بیشترین تعداد دانه در طبق (۳۴/۱ عدد) در تیمار آبیاری کامل و کمترین تعداد آن (۲۵ عدد) در تیمار تنش خشکی شدید مشاهده شد، در سال دوم روند مشاهده شده با سال اول مشابه بود و کمترین تعداد دانه در تیمار تنش خشکی شدید مشاهده شد ولی اختلاف این تیمار با تیمار تنش متوسط معنی دار نبود (جدول۱). بین ارقام مورد بررسی نیز از لحاظ این صفت اختلاف معنی داری وجود داشت ($P\leq0.05$). در هر دو سال بیشترین تعداد دانه در طبق در رقم اصفهان و کمترین تعداد آن در رقم KH مشاهده شد ولی بین رقم اراک و KH



شکل۴: میانگین تعداد دانه در طبق در ارقام مختلف گلرنگ.

اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴). تعداد دانه در طبق یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه است که همبستگی مثبتی با عملکرد دارد (۳). نتایج مطالعات پژوهشگران دیگر(۱۱ و۴) نیز نشان داده است که عدم آبیاری گلرنگ در مرحله گلدهی و قبل از آن باعث کاهش تعداد دانه در طبق می شود و هرچه زمان اعمال تنش به مرحله گلدهی نزدیکتر باشداثر بیشتری بر تعداد دانه خواهد گذاشت. اعمال تنش خشکی پس از پایان مرحله گلدهی و گرده افشانی تاثیر اندکی بر کاهش تعداد دانه داشته و بیشتر باعث کاهش وزن هزار دانه می شود (۸).

وزن هزار دانه

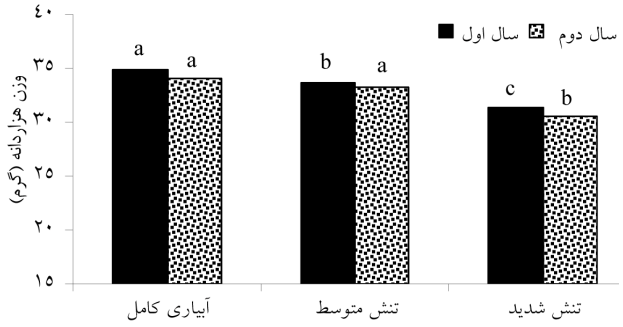
اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر وزن هزار دانه ارقام گلرنگ در هر دو سال اجرای آزمایش معنی دار بود ($P\leq0.01$) (شکل ۵). در سال اول بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۳۴/۷ گرم) مربوط به تیمار آبیاری تمام فصل و کمترین وزن هزار دانه (۳۱/۲ گرم) مربوط به تیمار تنش خشکی شدید بود. در سال دوم نیز اگرچه همین روند مشاهده شد ولی در همه تیمارها وزن هزار دانه در مقایسه با تیمارهای مشابه در سال قبل کاهش یافت، بطوریکه در سال دوم بیشترین مقدار وزن هزار دانه ۳۴/۱ گرم و کمترین مقدار آن ۳۰/۴ گرم بود.

در هر دو سال اجرای آزمایش بیشترین وزن هزار دانه مربوط به رقم KH و کمترین مقدار آن مربوط به رقم اصفهان بود (جدول ۱). کاهش وزن هزار دانه گیاه در اثر تنش خشکی در آزمایش پژوهشگران دیگر نیز مورد تائید قرار گرفته است (۸ و۴). با توجه به نتایج مربوط به عملکرد دانه مشخص شد که رقم KH که مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد وزن هزار دانه بیشتری نیز دارد. عکس این مطلب نیز برای رقم اصفهان صادق است. به نظر میرسد کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی به علت کاهش دوره پرشدن دانه و پیری زودرس گیاه باشد (۸).

اثر متقابل تیمار آبیاری و رقم نیز بر روی صفت وزن هزار دانه معنی دار بود ($P\leq0.05$) و روند تغییرات آن در هر دو سال اجرای آزمایش کاملا یکسان بود (جدول ۱). در سال اول بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۳۷/۷ گرم) مربوط به رقم KH در تیمار آبیاری کامل و کمترین مقدار وزن هزار دانه (۲۸/۲ گرم) مربوط به رقم اصفهان در تیمار تنش شدید خشکی بود. در سال دوم بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۳۷/۲ گرم) در تیمار آبیاری کامل رقم KH مشاهده شد و کمترین مقدار وزن هزاردانه (۲۷/۶ گرم) مربوط به رقم اصفهان در تیمار تنش خشکی شدید بود.

عملکرد دانه

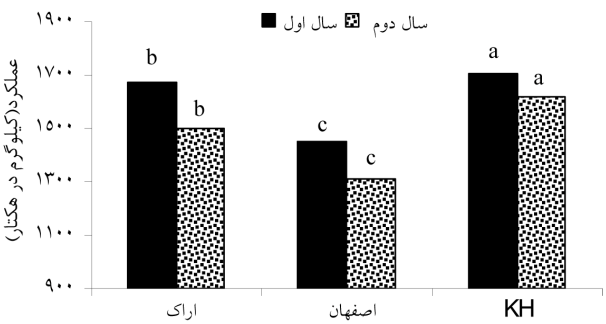
تیمارهای آبیاری اثر معنی داری بر عملکرد داشتند ($P\leq0.01$) (جدول ۱). درهر دو سال بیشترین مقدار عملکرد (۲۵۹۱ کیلوگرم در هکتار در سال اول و ۲۱۹۶ کیلوگرم در هکتار در سال دوم) در تیمار آبیاری کامل و کمترین مقدار



شکل۵: اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر میانگین وزن هزار دانه ارقام گلرنگ.

عملکـرد (۹۷۷ کیلـوگرم در هکتـار در سـال اول و ۹۴۶ کیلوگرم در هکتار درسال دوم) در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد. در سال اول قطع یک آبیاری و اعمال تنش خشکی متوسط باعث شد که عملکرد دانه به میزان ۴۹ درصد کاهش پیدا کند در حالیکه در سال دوم در همین شرایط عملکرد در مقایسه با تیمار آبیاری تمام فصل ۴۳ درصد کاهش یافت. در سال اول اعمال تنش شدید خشکی باعث کاهش عملکرد به میزان ۶۲ درصد شد در صورتیکه در سال دوم و درشرایط مشابه میزان کاهش عملکرد ۵۶ درصد بود. بین ارقام مختلف نیز از لحاظ عملکرد اختلاف معنی داری مشاهده شد. در هر دوسال اجرای آزمایش بیشترین عملکرد مربوط به رقم KH و کمترین مقدار عملکرد مربوط به رقم اصفهان بود (شکل ۶). نتایج آزمایش توکلی (۴) نشان داد که با قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه گلرنگ عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد (آبیاری کامل) فقط ۹ درصد کاهش یافت و این کاهش عملکرد معنی دار نبود. در همین آزمایش قطع آبیاری در مرحله گلدهی باعث کاهش معنی دار عملکرد شد که این کاهش ناشی از کاهش تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق بود.

اثر متقابل تیمار آبیاری و رقم نیز در هر دوسال معنی دار شد ($P\leq0.01$). معنی دار شدن اثر متقابل بیانگر این است که ارقام مختلف در تیمارهای مختلف آبیاری عکس العمل یکسانی نشان نمی دهند. همانگونه که در جدول شماره (۱) مشاهده می شود در تیمار آبیاری کامل بیشترین عملکرد مربوط به رقم اراک است درحالیکه در تیمارهای تنش خشکی متوسط و شدید بیشترین عملکرد مربوط به رقم KH است. نتایج فوق بیانگر این نکته است که در شرایط کنترل شده و بدون تنش ارقام اراک و اصفهان مزیت بیشتری در مقایسه با رقم KH دارند، در صورتیکه رقم KH برای کاشت در شرایط تنش مناسبتر است.



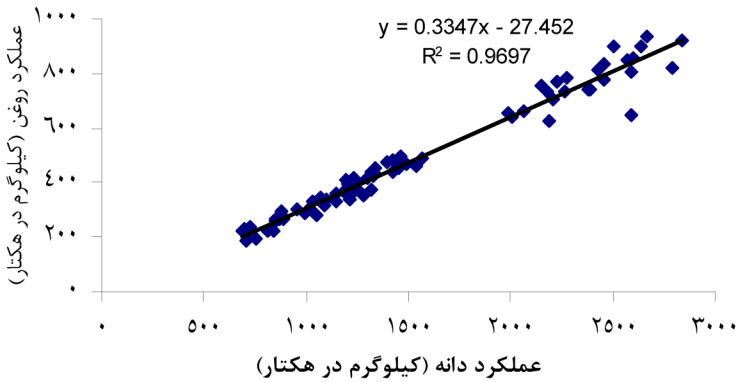
شکل۶: میانگین عملکرد دانه در ارقام مختلف گلرنگ.

درصد و عملکرد روغن

بر اساس نتایج بدست آمده درصد روغن دانه در تیمارهای آبیاری اختلاف معنی داری داشت ($P\leq0.05$). در هر دوسال اجرای آزمایش بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار آبیاری کامل بود که با دو تیمار دیگر اختلاف معنی داری داشت (جدول ۱). بین تیمارهای تنش شدید و متوسط خشکی اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نتایج مطالعات پژوهشگران دیگر(۱۱ و ۴) نشان داده است که درصد روغن دانه گلرنگ در اثر اعمال تیمارهای مختلف آبیاری تغییر اندکی می کند. 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 می شود و بنابراین احتمال آسیب دیدن تمامی ژنهای کنترل کننده این صفت بسیار کم است (۴). نکته دیگر اینکه درصد روغن عبارت است از نسبت روغن موجود در دانه به کل وزن دانه که شامل پوست و فیبر نیز می شود. چون در شرایط اعمال تنش کل وزن دانه نیز کاهش می یابد این نکته باعث می شود که با وجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن دانه تغییر زیادی نداشته باشد (۴). نتایج مطالعات محققان دیگر(۵ و ۲۰) نیز بیانگر آن بود که قطع آبیاری و تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه می شود که این تغییرات کم ولی معنی دار است.

بیشترین عملکرد روغن در هر دوسال اجرای آزمایش در تیمار آبیاری کامل و کمترین مقدار آن در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد(جدول ۱). بین ارقام نیز از لحاظ

عملکرد روغن اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P\leq0.05$)، بطوریکه بیشترین عملکرد مربوط به رقم KH و کمترین مقدار آن مربوط به رقم اصفهان بود (جدول ۱). عملکرد روغن حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه است، به همین دلیل اگرچه در سال دوم ارقام از لحاظ درصد روغن دانه اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند ولی به دلیل اینکه اختلاف عملکرد دانه آنها معنی دار است نهایتا حاصلضرب این دو که عملکرد روغن را تشکیل می دهد تفاوت معنی داری را نشان داد. با توجه به اینکه تغییرات مربوط به رقم اراک بود. ولی در تیمارهای تنش متوسط و شدید خشکی نتایج عکس مشاهده شد. بدین صورت که با افزایش شدت تنش خشکی دمای برگ ارقام اراک و اصفهان به میزان بیشتری افزایش یافت بطوریکه در تیمار تنش شدید دمای برگ ارقام اراک و اصفهان حداقل یک درجه سانتیگراد بیشتر از رقم KH بود. این اختلاف می تواند به علت تفاوت پاسخ روزنه ای گیاه در شرایط کمبود آب باشد. نتایج حاصل از تحقیقات پژوهشگران دیگر (۸،۱۸) نیز تاکید بر این نکته دارند که با افزایش تنش خشکی، دمای



شکل۷: همبستگی بین عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه گلرنگ

درصد روغن در تیمارهای مختلف کم می باشد، تغییرات عملکرد روغن مشابه تغییرات عملکرد دانه است و همبستگی بسیار زیادی با آن دارد (شکل ۷).

درجه حرارت پوشش گیاهی

بیشترین درجه حرارت پوشش گیاهی (۳۶/۸ درجه سانتیگراد در سال اول و ۳۵/۷ درجه سانتیگراد در سال دوم) در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد و تفاوت آن با سایر تیمارها معنی داری بود ($P\leq0.05$)، در حالیکه اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و تنش متوسط خشکی معنی دار نشد (جدول ۱). در سال اول بیشترین درجه حرارت برگ در تیمار آبیاری کامل مربوط به رقم اصفهان و کمترین آن کنوپی افزایش می یابد و اختلاف دمای کنوپی و دمای هوا زیاد می شود. ایرماک و همکاران (۱۹) مشاهده کرد که با افزایش مدت تنش خشکی اختلاف دمای هوا و دمای کنوپی (Tc-Ta) افزایش پیدا کرد. قطع آبیاری و اعمال تنش خشکی باعث می شود که پتانسیل آب و محتوی نسبی آب برگها به میزان قابل توجهی کاهش یابد. در این شرایط گیاه روزنه های خود را می بندد و تعرق کمتری صورت می گیرد. از آنجا که تعرق مهمترین عامل کاهش دمای برگها می باشد، با کاهش میزان تعرق، درجه حرارت برگها و به دنبال آن درجه حرارت کنوپی افزایش می یابد (۸). اندازه گیری دمای کنوپی (Tc) روش بسیار مناسبی برای مطالعه سریع، دقیق و غیر تخریبی پاسخ گیاه به تنش آب می باشد.

1- Canopy Temperature Depression

بـرای کـاهش خطـای احتمـالی در آزمایـشهای بعـدی بهتر اسـت کـه بـه جـای اسـتفاده از درجـه حـرارت گیـاهی از شـاخص کـاهش دمـای پوشـش گیـاهی (CTD) اسـتفاده شود.

نتیجه‌گیری

در این آزمـایش بیـشترین مقـدار عملکـرد در تیمارهـای تنش مربوط به رقم KH بود درحالیکه در شرایط بدون تـنش (آبیاری کامل تا انتهای فصل رشد) عملکرد رقـم KH کمتـر از دو رقم دیگر بود، بنابراین به نظـر مـی رسـد کـه رقـم KH برای کاشت در مناطقی با احتمال بروز تنش خـشکی (بـویژه در انتهـای فـصل رشـد)، مناسـبتر از سـایر ارقـام باشـد. بر اساس نتایج این آزمـایش انـدازه گیـری میـزان کلروفیـل برگ و درجه حرارت پوشش گیاهی فقط برای تعیین شـدت تنش و تفکیک سطوح مختلـف تـنش خـشکی امکـان پـذیر می‌باشـد و انـدازه گیـری صـفات فـوق بـرای مقایـسه ارقـام گلرنـگ و شناسـایی ارقـام مقـاوم بـه تـنش خـشکی توصـیه نمی‌گردد.

قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از قطب علمـی گیاهـان زراعی ویژه، دانشکده کشاورزی دانـشگاه فردوسـی مـشهد، بـه خـاطر تـأمین اعتبـار مـالی بـرای اجـرای ایـن تحقیـق سپاسگزاری نمایند.

منابع

۱- آلیاری، ه.، ف. شکاری و ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی .

۲- امیدی تبریزی، ا. ح.، م. ر. احمدی، م. ر. شهسواری و س. کریمی. ۱۳۷۹. بررسی پایداری عملکرد دانه و روغن در چند رقم و لاین گلرنگ زمستانه. نهال و بذر. ۱۶ (۲): ۱۳۰-۱۴۵.

۳- برادران، ر و ح. زینالی خانقاه. ۱۳۷۵. بررسی رابطه ژنتیکی عملکرد و اجزای آن و مطالعه همبستگی صفات مهم زراعی گلرنگ از طریق تجزیه علیت. چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. اصفهان، ایران.

۴- توکلی، ا. ۱۳۸۱. بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن گلرنگ. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۵- حیدری، س. ح و م. ت. آساد. ۱۳۷۷. تاثیر رژیمهای آبیاری، میزان کود ازته و تراکم بوته بر عملکرد گلرنگ رقم زرقان در منطقه ارسنجان فارس. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج، ایران.

۶- خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۷. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- راشد محصل، م. ح و م. ع. بهدانی. ۱۳۷۳. بررسی اثر رقم و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۸ (۲): ۱۱۰-۱۲۴.

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 کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- زینلی، ا. ۱۳۷۸. گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۰- فروزان، ک. ۱۳۷۸. گلرنگ. انتشارات شرکت توسعه کشت دانه های روغنی.

۱۱- یزدی صمدی، ب.۱۳۷۵. بررسی مقاومت به خشکی در ارقام ایرانی و خارجی گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲: ۶-۱۱.

12- Antolin, M. C., J. Yoller and M. Sanchez-Diaz. 1995. Effect of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen fixing alfalfa plants. Plant Sci. 107: 159-165.

13- Basil, E. S. and S. R. Kaffka. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to salin soil and irrigation. I Consumptive water use. Agric. Water Manage. 54: 67-80.

14- Basil, E. S. and S. R. Kaffka. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to salin soil and irrigation. II. Crop response to salinity. Agric. Water Manage. 54: 81-92.

15- Dajue, L. and H. H. Mundel. 1996. Safflower. International Plant Genetic Resources Institute.

16- Estill, K., R. H. Delaney, W. K. Smith and R. L. Ditterline. 1991. Water relation and productivity of alfalfa leaf chlorophyll variants. Crop Sci. 31: 1229-1233.

17- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2006. FAOSTAT Statistics Database. Available online at: http://faostat.fao.org/
18- Halim, R. A., D. R. Buxton, M. J. Hattendrof and R. E. Carlson. 1990. Crop water stress index and forage quality relationship in Alberta. Agron. J. 82: 906-909.
19- Iramki, S. D., D. Z. Haman and R. Bastug. 2000. Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. Agron. J. 92: 1221-1234.
20- Patel, N. C. and Z. G. Patel. 1993. Performance of safflower under different irrigation scheduling in sought Gujarat. Ann. Agr. Res. 14: 109-110.
21- Rostami, M., R. Mirzaei and M. Kafi. 2003. Assessment of drought resistance in four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars at the germination stage. 7th International Conference on Development of Dryland. 14 - 17 September 2003. Tehran. Iran
22- Singh, R. and G. P. Bhargava.1995. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and dill (*Anethum gaveolens*) to salinity. Indian J. Agric. Sci. 65: 442- 449.

Yield characteristics and oil content of three safflower (*Cathamus tinctorius*) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water

M. Kafi, M. Rostami [1]

Abstract

In order to study the effect of drought and salinity stress on quantitative and qualitative yield in reproductive growth stage of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), an experiment was conducted on two successive years 2003 and 2004 growing season in Field Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. A split plot design using the base of randomized complete block design applied, where level of irrigation including complete irrigation during whole growing season (control), cutting irrigation at flowering (medium stress) and cutting irrigation at heading bud formation (high stress) as main plot, and safflower cultivars including Isfahan, Arak, and KH as subplot. Source of irrigation water was saline water pumped from the deep well with electrical conductivity (EC) of 4.9 dS/m. Result shows that cutting irrigation at heading bud formation caused a significant reduction in plant height, head number per plant, number of seed per head, seed weight, seed yield, oil yield and chlorophyll content. The highest seed and oil yield in both years obtained from KH cultivar and the lowest seed and oil yield was belonging to Isfahan cultivar. Overall results showed that in non- stress conditions Arak variety showed the best growth and yield performances, while in drought stress conditions KH variety is a better alternative. All three cultivars of safflower complete their life cycle with a satisfactorily yield in the presence of salinity.

Keywords: Drought stress, safflower, seed and oil yield

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Centre of Excellence for Special Crops (CESC)