



## واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ بهاره به تنش شوری در مراحل مختلف رشد

\*مجید جامی‌الاحمدی<sup>۱</sup>، محمدعلی بهدانی<sup>۱</sup> و علی رحیمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند،

<sup>۲</sup>آکارشناس مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

### چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در ایران با محدودیت مواجه ساخته است و از این رو معرفی ارقام مناسبی که دارای عملکرد مطلوب در شرایط تنش شوری باشند، موجب افزایش بازده تولید می‌شود. به منظور مطالعه واکنش ارقام گلرنگ بهاره به تنش شوری، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. سه زمان اعمال تنش شوری، در مراحل شاخه‌دهی، تکمه‌دهی و گلدهی، به عنوان تیمار اصلی و سه ژنوتیپ گلرنگ شامل محلی اصفهان، PI، و IL111 به عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شدند. تنش شوری با استفاده از آبی با شوری ۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شد. نتایج حاصل نشان داد که در کل شوری تأثیر غیرمعنی‌داری بر اجزاء عملکرد ارقام گذاشت، ولی برآیند همین تغییرات اندک سبب شد که عملکرد بذر و روغن و درصد روغن به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان اعمال شوری قرار گیرند. ارقام مورد بررسی نیز از نظر عملکرد دانه و روغن و اکثر اجزاء عملکرد با یکدیگر تفاوت نشان دادند و از این نظر رقم محلی اصفهان برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به دو رقم دیگر نشان داد. برش‌دهی اثر متقابل ارقام در هر سطح شوری نشان داد که تفاوت عمده بین ارقام به واکنش آنها به شوری اعمال شده در زمان تکمه‌دهی برمی‌گشت و در این زمان رقم محلی اصفهان برتری محسوسی از جنبه تعداد و وزن بذور تولیدی نسبت به دو رقم دیگر نشان داد. در کل به نظر می‌رسد که رقم محلی اصفهان، خوپذیری بیشتری به شرایط آبیاری با آب شور داشته و در صورتی که در حفاصل بین زمان تکمه‌دهی تا گلدهی کامل، با آب شیرین آبیاری شود، می‌تواند عملکرد قابل‌قبولی تولید نماید.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، ارقام، عملکرد، درصد روغن، شوری

\*- مسئول مکاتبه: mja230@yahoo.com

## مقدمه

به‌رغم پیشرفت‌های قابل‌توجه در گسترش کشاورزی و تولید غذا در سال‌های اخیر، تعداد افراد دچار سوء‌تغذیه در جهان همچنان رو به افزایش است. با افزایش جمعیت و نیاز به تولید غذای بیشتر، گرایش به استفاده از منابع آب و خاک شور بیشتر شده و تجارب بسیاری هم‌اکنون در سرتاسر دنیا در مورد استفاده از این منابع نامطلوب وجود دارد (هاشمی‌نیا و همکاران، ۱۹۹۷). با استفاده مناسب و مدیریت شده از آب‌های شور می‌توان فراهمی آب برای آبیاری را افزایش داد، به ویژه که مقادیر قابل‌توجهی از چنین آب‌هایی در مکان‌های مختلف جهان در دسترس می‌باشند (رودز و همکاران، ۱۹۹۲). راهکارهای فنی متعددی که جهت استفاده از این منابع آب شور پیشنهاد شده است (برای مثال، رودز و همکاران، ۱۹۹۲؛ هاشمی‌نیا و همکاران، ۱۹۹۷)، که یکی از مهم‌ترین آنها، استفاده از آب‌های شیرین در مراحل رشدی حساس به شوری و استفاده از آب شور در مابقی فصل رشد گیاهان است که در این راستا تعیین مراحل رشدی حساس به شوری گیاهان زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

گیاهان تحمل متفاوتی به شوری دارند و ممکن است، به ویژه پس از استقرار، کاملاً به آن مقاوم باشند. گلرنگ یکی از گیاهان زراعی نسبتاً مقاوم به شوری به حساب می‌آید و در شرایط شور نیز قادر به تولید محصول قابل‌قبولی است. آستانه تحمل به شوری گلرنگ بالا بوده (حدود ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر برای عصاره اشباع خاک) و آستانه کاهش عملکرد آن ۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (شانون، ۱۹۹۷). سطوح شوری که موجب کاهش ۵۰ درصد در جوانه‌زنی و عملکرد آن می‌شود به ترتیب معادل ۱۲ و ۱۴ دسی‌زیمنس می‌باشد که بدین ترتیب بعد از گیاهانی همچون جو، پنبه، چغندر قند و سورگم و بالاتر از گندم، یونجه، ذرت، برنج، بقولات و سایر گیاهان زراعی قرار می‌گیرد (فائو، ۱۹۹۸؛ شانون، ۱۹۹۷؛ هانس - هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین می‌توان از آب شور برای آبیاری گلرنگ استفاده کرد بدون این که سبب کاهش عملکرد شود، مشروط به این که سطوح مؤثر شوری آب و خاک در کمتر از حد ۸ دسی‌زیمنس بر متر ننگه داشته شود (باسیل و کافکا، ۲۰۰۲).

مقاومت به شوری اکثر گیاهان در مراحل مختلف رشدی متفاوت است. بسیاری از گیاهان طی جوانه‌زنی تقریباً به شوری مقاوم هستند، اما طی سبزشدن و مراحل اولیه رشد گیاهچه‌ای به شوری حساس می‌شوند (رودز و همکاران، ۱۹۹۲). مقاومت گلرنگ نیز در مراحل مختلف رشد به شوری متفاوت است. برای مثال تحمل گیاهچه‌های گلرنگ به شوری تقریباً برابر نیمی از مقاومت آن به

شوری در مراحل بعدی می‌باشد (فرانکوئیس و برنستین، ۱۹۶۴؛ شانون، ۱۹۹۷؛ هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). مشاهده شده است که عملکرد بذر گلرنگ تا شوری ۶۷ دسی‌زیمنس بر متر تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (باسیل و کافکا، ۲۰۰۲)، و زمانی که شوری به حدود ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد، عملکرد به نصف کاهش می‌یابد (هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). به نظر می‌رسد که تحت شرایط شوری، تعداد دانه در طبق تغییری نمی‌کند، اما تعداد طبق و نیز وزن دانه کاهش می‌یابد (هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴).

مقاومت به شوری در بین ارقام گلرنگ متفاوت بوده (هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴) و به نظر می‌رسد عوامل ژنتیکی در این امر دخیل می‌باشند. بدیهی است که استفاده از ارقام مقاوم به شوری به همراه مدیریت زراعی مناسب، امکان بهره‌برداری از اراضی شور را فراهم می‌سازد (اشرف و اولیری، ۱۹۹۶). مشخص شده است که بین ارقام مختلف گلرنگ از نظر تعداد طبق فرعی (احسان‌زاده و زارعیان‌بغدادآبادی، ۲۰۰۳)، وزن هزاردانه (احسان‌زاده و زارعیان‌بغدادآبادی، ۲۰۰۳) و مجدنصیری و همکاران، ۲۰۰۳؛ فرید و احسان‌زاده، ۲۰۰۶)، شاخص برداشت (کوتروباس و همکاران، ۲۰۰۴)، تعداد دانه در طبق و بوته (مجدنصیری و همکاران، ۲۰۰۳) عملکرد و درصد روغن (راشدمحصل و بهدانی، ۱۹۹۵؛ مجدنصیری و همکاران، ۲۰۰۳؛ هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴؛ فرید و احسان‌زاده، ۲۰۰۶) و سایر صفات تفاوت وجود دارد.

شوری همچنین ممکن است سبب تغییراتی در ترکیب محصول تولیدی شود (رودز و همکاران، ۱۹۹۲). عملکرد روغن گیاهان روغنی از طریق کاهش عملکرد بذر و نیز از طریق کاهش درصد روغن بذر تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). میزان روغن دانه‌های گلرنگ ممکن است بسته به رقم تا ۶۰ درصد نیز برسد هر چند افزایش شوری معمولاً باعث کاهش درصد روغن می‌شود (هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). دیده شده است که افزایش شوری از صفر به غلظت‌های زیاد نمک موجب کاهش درصد روغن از ۳۸/۴ به ۳۴ درصد شده است. هر چند به نظر می‌رسد که در شرایط تنش شوری نسبت اسیدهای چرب زیاد تغییر نمی‌کند، ولی درصد پوسته بذر افزایش می‌یابد (نالز، ۱۹۸۹؛ شانون، ۱۹۹۷؛ زینلی، ۱۹۹۹؛ هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). کاشت گلرنگ به منظور استحصال روغن می‌باشد، بنابراین تأثیر شوری بر عملکرد روغن بسیار حائز اهمیت است (نالز، ۱۹۸۹). شوری سبب ایجاد نوساناتی در محتوای روغن بذر گلرنگ می‌شود (هانس-هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴)، که به نظر می‌رسد علاوه بر عوامل ژنتیکی، مرحله تأثیرگذاری شوری نیز

در این امر دخیل باشد که نیاز به بررسی و تعیین حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه جهت اجتناب از تأثیر منفی شوری دارد.

در حال حاضر اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران به‌نحوی تحت تأثیر شوری می‌باشند و شوری و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در کشور ما با محدودیت مواجه ساخته است (کافی و همکاران، ۲۰۰۸). این مسأله به ویژه در سال‌های اخیر در استان خراسان جنوبی به‌دلیل موقعیت ویژه آن در حاشیه کویر مرکزی ایران و نیز شرایط اقلیمی خشک آن نمود ویژه‌ای یافته و سطح گسترده‌ای از اراضی این استان هم‌اکنون با مشکل فزاینده گسترش شوری مواجه‌اند، و بدیهی است با توجه به تغییرات اقلیمی، تأثیرگذاری شوری در آینده شدت بیشتری خواهد گرفت. از طرف دیگر گیاهان روغنی متداول نسبت به شوری حساس می‌باشند، که این امر گسترش کشت این گیاهان را در این استان با محدودیت مواجه ساخته است، در حالی که گلرنگ به لحاظ بومی بودن و سازگاری با شرایط اقلیمی حاکم بر کشور، و سازگاری آن به مناطق گرم و خشک و تحمل‌پذیری و مقاومت آن به شرایط محدودیت رطوبت و شوری و امکان کشت بهاره و پاییزه، به همراه نقش مفید آن در تناوب زراعی (زینلی، ۱۹۹۹؛ داجو و موندل، ۱۹۹۶) می‌تواند در الگوی کاشت این مناطق وارد شود. در این بین شناخت ارقامی که توان سازگاری بهتری با این شرایط دارند، گامی مهم در دستیابی به عملکردهای قابل قبول می‌باشد. لذا این تحقیق با توجه به اهمیت موضوع و با هدف ارزیابی و بررسی تفاوت واکنش ارقام مختلف گلرنگ به شرایط شوری اعمال شده در مراحل مختلف رشدی، انجام شد تا ضمن تحقق اهداف فوق، زمینه انجام پژوهش‌ها و بررسی‌های بعدی نیز فراهم گردد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۸۶ به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه رقم گلرنگ (محلی اصفهان، IL111 و PI) به‌عنوان تیمار فرعی بود که در مراحل مختلف رشدی تحت آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی حدود ۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر قرار گرفتند. مراحل انتخابی جهت اعمال تنش شوری به‌عنوان تیمار اصلی به‌ترتیب شامل شاخه‌دهی (آغاز طویل شدن جوانه‌های جانبی به طول حدود ۱ سانتی‌متر در ۵۰ درصد بوته‌ها)، تکمه‌دهی (تشکیل جوانه زایشی به‌صورت تکمه‌ای با قطر ۱

سانتی متر در انتهای ساقه اصلی ۵۰ درصد بوته‌ها) و گلدهی (خروج گل‌ها در ۵۰ درصد از طبق‌های ساقه اصلی هر کرت) بودند (یساری و همکاران، ۲۰۰۵).

آب شور مورد نیاز از چاه آب موجود در مزرعه آموزشی دانشکده تأمین شد که پس از ذخیره‌سازی در تانکر، در زمان مورد نظر به کار می‌رفت. ویژگی‌های آب مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. هر کرت از ۷ خط کاشت به طول ۶ متر و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر تشکیل شده و بذور در هر خط کاشت با فاصله ۸ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. به‌منظور جلوگیری از تداخل تیمارهای شوری در تیمارهای مجاور، بین هر دو کرت اصلی ۱۵۰ سانتی‌متر (۳ ردیف)، بین دو کرت فرعی ۵۰ سانتی‌متر (یک ردیف) و نیز بین تکرارها فاصله‌ای به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر به‌عنوان حاشیه به‌صورت کشت نشده رها شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل شیمیایی آب مورد استفاده در آزمایش.

غلظت یون‌های محلول (میلی‌اکی‌والانت بر لیتر)					EC (dSm <sup>-1</sup> )	SAR	pH
Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>			
۷۴/۴	۰/۴۰	۲۶/۶	۱۲/۴	۴۸/۷	۸/۶	۱۱/۰۳	۶/۳

کود مصرفی بر مبنای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در نظر گرفته شد که تمامی کود فسفات و یک سوم کود اوره قبل از کاشت به خاک اضافه شده و سپس مابقی کود اوره به‌صورت سرک طی فصل رشد در دو مرحله (هم‌زمان با تنک و ساقه‌دهی) مصرف شد. کاشت در پانزدهم فروردین ماه با دست انجام شده و مزرعه بلافاصله آبیاری شد. دور آبیاری بر مبنای ۷ روز انتخاب شد و آبیاری تمام کرت‌ها تا زمان اعمال تیمار شوری با آبی با شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. از خاک مزرعه قبل از شروع آزمایش یک نمونه کلی گرفته شد و پس از اتمام آزمایش نیز از هر تیمار شوری یک نمونه خاک جداگانه تهیه و ویژگی‌های خاک توسط آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نوع بافت خاک، شنی لومی تعیین شد (جدول ۲). سه هفته بعد از سبز شدن، گیاهچه‌ها تا رسیدن به تراکم مورد نظر تنک شدند. در زمان رسیدگی گیاه و زرد شدن تمامی بوته‌ها، پس از حذف اثر حاشیه ابتدا از هر کرت ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل و اجزاء عملکرد مانند تعداد طبق، وزن هر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه، تعیین شدند. سپس تمامی بوته‌های موجود در

سطحی معادل ۳ مترمربع برداشت شده و عملکرد نهایی در واحد سطح تعیین شد. در پایان درصد روغن دانه‌های تولیدی توسط روش سوکسیله بر مبنای یک نمونه ۵۰ گرمی از دانه‌های هر کرت تعیین و عملکرد روغن بر مبنای آن محاسبه شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل خاک قطعه آزمایشی، قبل و پس از اعمال تیمارهای آزمایشی.

رس	سیلت (درصد)	شن	SP	Ca	Na	K	P	N	EC (dSm <sup>-1</sup> )	pH	
				meq.l <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		ppm		
۸	۱۷	۷۵	۲۷/۶	۲/۷	۱۰/۴	۱۲۲/۳	۶/۰	۹۶/۶	۲/۰۴	۷/۸۷	قبل از آزمایش
											بعد از آزمایش
۸	۲۰	۷۲	۲۴/۴	۳۳/۰	۱۳۹/۵	۱۴۰/۴	۱۴/۲	۸۹/۶	۲۵/۲۰	۷/۴	شاخه‌دهی
۹	۱۹	۷۲	۲۵/۵	۳۳/۳	۹۴/۷	۱۵۹/۴	۸/۲	۸۴	۱۷/۲۴	۷/۴۱	تکمه‌دهی
۸	۲۱	۷۱	۲۸/۶	۱۹/۷	۷۰/۴	۱۳۱/۳	۵/۰	۸۶/۸	۱۲/۸۳	۷/۴۱	گلدهی

تجزیه آماری با استفاده از بسته‌های نرم افزاری Genstat و SAS انجام شد و تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند. مقایسات میانگین با استفاده از حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

## نتایج و بحث

براساس نتایج آزمون خاک، هرچه شوری زودتر اعمال شد، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک افزایش یافت که در اثر تجمع میزان املاح بیشتر به ویژه سدیم در خاک بود (جدول ۲). این موضوع سبب شد گیاهان میزان تنش بیشتری را تجربه نمایند. با این وجود اثر زمان اعمال شوری بر هیچ‌یک از اجزاء عملکرد معنی‌دار نشد، ولی ارقام مورد استفاده تفاوت‌های چشمگیری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۳). عدم معنی‌دار شدن اثر شوری بر اجزاء عملکرد در حالی بود که اعمال زودتر شوری (در زمان شاخه‌دهی) نسبت به اعمال آن در زمان گلدهی موجب کاهش تعداد طبق به میزان ۱۵/۱ درصد در هر مترمربع گردید. وزن طبق‌های تولیدی ۲۳/۳ درصد کمتر بود که خود به دلیل تولید ۲۱/۵ درصد دانه کمتر در این تیمار شوری بود (جدول ۴). توکلی (۲۰۰۲) در بررسی اثر تنش خشکی بر گلرنگ دریافت که عدم آبیاری گلرنگ قبل از گلدهی موجب کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود، در حالی‌که

اعمال تنش خشکی پس از پایان گلدهی تأثیر اندکی بر تعداد دانه داشته و بیشتر موجب کاهش وزن هزاردانه می‌شود. کافی و رستمی (۲۰۰۷) نیز در بررسی اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی در ارقام مختلف گلرنگ بهاره در شرایط آبیاری با آب شور دریافتند که قطع آبیاری در مرحله تشکیل تکمه‌ها، موجب کاهش معنی‌دار تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه می‌شود. شاید یکی از مهم‌ترین دلایل عدم معنی‌دار شدن تفاوت بین صفات اجزاء عملکرد با وجود اختلاف زیاد (جدول ۴) به دلیل کوچک بودن درجه آزادی خطای آزمایش (اثر بلوک در شوری) باشد که خود ناشی از تکرار کم در نظر گرفته شده در این آزمایش است که سبب افزایش معیار F جدول می‌شود (سلطانی، ۲۰۰۶). هر چند باید توجه داشت که به دلیل ماهیت این آزمایش مزرعه‌ای و اجبار در ذخیره‌سازی آب در تانکر قبل از انجام آبیاری توسط لوله جهت حصول اطمینان از به کار رفتن حجم آب مساوی در کرت‌های آزمایشی، حجم محدود ذخیره‌سازی تانکرهای موجود در محل آزمایش خود مانعی در راه افزایش وسعت طرح و تعدد تکرارهای آزمایشی بود.

بین ارقام از نظر تعداد و وزن طبق‌های تولیدی و نیز وزن هزاردانه و تعداد بذر تولیدی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳)، و هر یک از ارقام در برخی از اجزاء عملکرد بر دیگران برتری نشان دادند (جدول ۴). در کل چنین به نظر می‌رسد که بیشترین تفاوت بین ارقام به صفات مرتبط با طبق‌های فرعی بر می‌گردد. به عبارت دیگر در حالی که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد و وزن طبق‌های اصلی و نیز وزن بذر تولیدی در طبق‌های اصلی بین ارقام وجود نداشت، راهبردهای خوپذیری گیاه به شرایط حاکم و انعطاف‌پذیری در واکنش‌های آنها بیشتر به تغییر در ویژگی‌های مرتبط با تعداد و وزن طبق‌های ثانویه برمی‌گشت (جدول‌های ۳ و ۴). تفاوت بین ارقام ایرانی از نظر وزن هزاردانه، تعداد طبق، تعداد دانه و عملکرد قبلاً گزارش شده است (مجدنصیری و همکاران، ۲۰۰۳).

جدول ۳- مجموع مربعات منابع تغییرات صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و روشن سه رقم گلرنگ بهره تحت تأثیر اعمال شوری در مراحل مختلف رشد.

شاخص برداشت	عملکرد روغن	درصد روغن	عملکرد بذر	عملکرد در متر مربع	تعداد بذر در متر مربع	وزن هزار دانه	وزن بذر در متر مربع		وزن طبق در متر مربع		تعداد طبق در متر مربع		درجه آزادی	منبع تغییرات
							کل	طبق فرعی	طبق اصلی	کل	طبق فرعی	طبق اصلی		
۲۲/۱/۱۳ <sup>ns</sup>	۵	۳۸/۷۲ <sup>ns</sup>	۳۸۰۷۳۵۷۱	۳۸۰۷۳۵۷۱	۴۴۸۰۳۳۳	۳۸/۷۲ <sup>ns</sup>	۳۸۰۷۳۵۷۱	۳۳۱۳۲۵۲۱ <sup>ns</sup>	۳۳۱۳۲۵۲۱ <sup>ns</sup>	۶۱۱۵۲۳۳ <sup>ns</sup>	۶۱۱۵۲۳۳ <sup>ns</sup>	۱۰۳۲/۱۸ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۱۳/۱/۱۳ <sup>ns</sup>	۸۰۰۲۰۷۸۷۵ <sup>**</sup>	۴۶۶۳۴۱ <sup>ns</sup>	۲۱۰۵۳۱	۲۱۰۵۳۱	۳۸۷۲۸	۱۲/۶/۱۳ <sup>ns</sup>	۲۱۰۵۳۱	۱۴۳۳۳۳۱ <sup>ns</sup>	۱۴۳۳۳۳۱ <sup>ns</sup>	۲۰۲۷۸۷۹ <sup>ns</sup>	۲۰۲۷۸۷۹ <sup>ns</sup>	۱۲۱۰/۱ <sup>ns</sup>	۲	شوری
۲۲/۱/۱۴	۱۸۷۱۲۵۴۰	۱۳/۷۷ <sup>ns</sup>	۸۳۳۵۰۸۵۳	۸۳۳۵۰۸۵۳	۴۱۰۳۸۱۱	۳۰۰۹۳	۳۳۱۸۸۱۴	۷۱۰۵۰۹۷	۷۱۰۵۰۹۷	۴۸۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۴۸۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۹۲۴/۷۸	۴	خطای الف
۱۵/۵/۱۵	۲۲۴۴۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱۳/۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱۳۳۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱۳۳۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۳۸۳۳۳ <sup>ns</sup>	۳۰۰۹۳	۱۳۳۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۳۹۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۳۹۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱۶۰۵۵۲۱۴ <sup>ns</sup>	۱۶۰۵۵۲۱۴ <sup>ns</sup>	۱۰۴/۱۵ <sup>ns</sup>	۲	رقم شوری <sup>x</sup>
۱۶۰۵/۱۶	۴۴۶۶۶۶۶ <sup>ns</sup>	۳۳/۱۵ <sup>ns</sup>	۱۵۱۵۱۵۱۵۱ <sup>ns</sup>	۱۵۱۵۱۵۱۵۱ <sup>ns</sup>	۴۵۰۹۳	۳۸۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱۵۱۵۱۵۱۵۱ <sup>ns</sup>	۳۳۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۳۳۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۱۶۰۵۵۲۱۴ <sup>ns</sup>	۱۶۰۵۵۲۱۴ <sup>ns</sup>	۳۳۳۳۳ <sup>ns</sup>	۴	خطای ب
۱۹۰۵/۱۹	۶۷۰۲۲/۲۲	۲۷/۵۱ <sup>ns</sup>	۳۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳	۴۴۸۷۳۶	۱۰/۸/۱۰	۲۱۰۲۲/۲۲	۶۶۶/۱۵۶۱	۶۶۶/۱۵۶۱	۱۸۸۷۹۰۴۰	۱۸۸۷۹۰۴۰	۱۸۵۸/۷۸	۱۲	

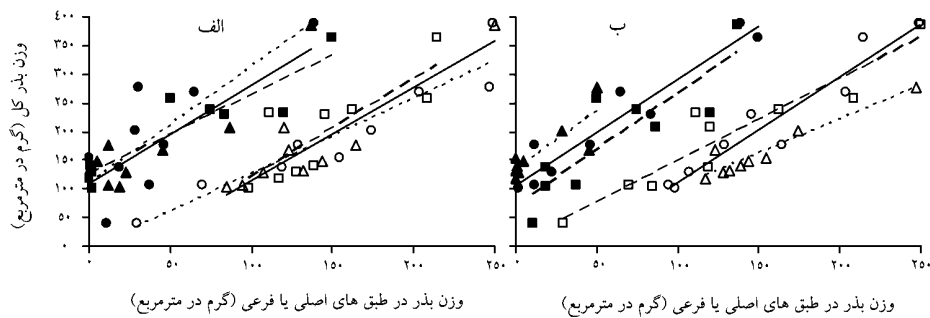


جدول ۴- میانگین صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و روغن سه رقم گلرنگ بهاره تحت تأثیر اصمالت شوری در مراحل مختلف رشد.

شاخص برداشت	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	روغن (درصد)	عملکرد پندار (کیلوگرم در هکتار)	تعداد پندار (در مترمربع)	وزن هزارانه (گرم)	وزن پندار در مترمربع		وزن طبق در مترمربع		سطوح تیمار		
						کل	فرقی	اصلی	فرقی	اصلی	فرقی	
۲۲/۳۳	۱۳۴۹/۸۷	۳۷/۱۲	۱۳۴۹/۸۷	۵۵۶/۸۷	۳۱/۳۳	۱۳۵۰	۳۹۴۸۲	۲۷۰۳۷	۱۴۵۶۲	۷۲/۱۶	۷۳/۴۶	شاهدی
۲۵/۲۸	۱۸۵۵/۵۶	۴۰/۵۶	۱۹۴/۳۳	۶۴۹۹/۸۷	۳۰/۷۸	۴۱۸۶	۵۰۰۳۷	۱۸۴/۱۷	۱۲۲۳۳	۹۰/۳۶	۷۶/۰۵	تکدهمی
۲۸/۰۳	۲۰۳۸/۱۵	۴۲/۵۲	۲۰۳۸/۱۵	۷۰۸۲/۵۰	۲۹/۸۷	۵۳۱۱	۵۱۴۳۵	۱۸۰/۳۵	۱۷۱/۵۴	۹۲/۹۰	۷۸/۶۴	گلدی
۱۳۸/۹	۲۴۲۱/۰۴	۶۵/۰	۱۸۹/۱	۱۸۹/۱	۴/۰۹	۳۷۱۶	۱۸۹/۱	۱۳۶/۵	۵۸۰/۹	۴۷/۵۲	۱۹/۹۰	LSD <sub>0.05</sub>
۳۸/۵۴	۲۰۳۲/۰۱	۵۵/۴۳	۳۸/۵۴	۱۲۴۸/۲۶	۲۹/۳۳	۷۲۴۸	۴۵۵/۱۹	۲۰۸/۸۹	۲۰۶/۱۱	۱۳۲/۲۲	۷۳/۸۹	PI
۷۸/۵۱	۱۵۰۲۰/۱	۶۰/۳۳	۷۸/۵۱	۶۳۱۲/۳۳	۸۲/۳۳	۱۳۸۷۱	۳۹۴/۴۴	۱۰۵/۰۰	۲۲۳/۶	۲۲/۳۶	۷۸/۶۴	IL1111
۴۳/۳۴	۵۷/۱۱۱۱	۰/۳۴	۴۳/۳۴	۵۸۰۰/۲۷	۳۳/۵۴	۷۵/۵۶	۵۳/۰/۹	۲۲۵/۳۳	۱۷۲/۴۱	۹۶/۷۹	۷۵/۸۲	محلی صفهان
۳۹/۲۱	۷۸/۱۵۳	۵۷/۳	۳۹/۲۱	۱۱۳۱	۲۰/۲۱	۴۵/۵۸	۱۹۵/۱	۱۳۸/۷	۵۹/۴۴	۵۰/۳۶	۱۲/۹۱	LSD <sub>0.05</sub>
۸۳/۵۴	۷۵/۵۷۸	۱۸/۰۳	۸۳/۵۴	۱۵۳۵/۵۸	۳۱/۰۰	۵۰۰/۷	۵۳/۲۸	۲۴۴/۱۷	۲۱۳/۷۹	۱۳۳/۱۱	۷۷/۷۸	PI
۳۸/۴۱	۱۱۲۲/۱۸	۸۱/۰۰	۳۸/۴۱	۱۱۳۲/۸۷	۳۳/۵۸	۸۲/۶۱	۳۳/۰/۰	۴۸/۰/۶	۹۰/۸۴	۲۲/۰۴	۶۸/۰۰	IL1111
۷۶/۲۸	۷۵/۸۱۹۱	۵۳/۸۱	۷۶/۲۸	۳۱۴۵/۵۵	۸۲/۵۴	۱۱۱۱/۱۱	۵۷/۸۳	۸۰/۷۳	۳۳۲/۲۲	۵۸/۳۳	۷۳/۸۹	محلی صفهان
۸۵/۱۴	۴۵/۵۹۵۱	۳۸/۴۳	۸۵/۱۴	۴۱۲/۳۱	۴۴/۵۸	۲۲/۲۱	۳۶۵/۵۴	۱۱۱/۱۱	۱۵۸/۱۵	۴۳/۴۴	۶۸/۰۰	PI
۱۲/۲۱	۶۰/۵۰۱۷	۳۷/۱۱	۱۲/۲۱	۶۵/۱۱/۱	۸۲/۵۸	۱۸۹/۱۱	۴۳۲/۸۳	۳۷/۵۴	۱۲۰/۵۶	۴۲/۷۸	۷۷/۷۸	IL1111
۳۵/۳۳	۸۰/۳۵۵۱	۶۰/۵۳	۳۵/۳۳	۱۰۰۵۵/۵۵	۸۲/۵۸	۳۳/۳۷	۷۴۲/۷۸	۳۷/۵۴	۳۲۰/۳۷	۱۳۸/۰۰	۸۱/۶۷	محلی صفهان
۳۱/۵۴	۵۰/۱۰۰۰۱	۰/۸۳	۳۱/۵۴	۸۱/۵۱/۹۸	۳۰/۲۱	۸۲/۱۶	۵۸۵/۲۲	۳۶۱/۳۹	۲۴۶/۳۰	۱۷۱/۱۱	۷۵/۱۹	PI
۷۸/۱۴	۲۴۹۹/۵۱	۵۱/۳۳	۷۸/۱۴	۶۱۷۷/۳۳	۵۰/۵۴	۱۲۸/۰/۶	۴۱۹/۲۲	۵۹۵/۲۲	۳۶۰/۰۰	۱۴/۲۶	۸۹/۴۴	IL1111
۳۵/۳۸	۱۰/۳۱۱۱	۱۰/۳۱	۳۵/۳۸	۷۱/۶۵/۶	۳۳/۵۴	۷۸/۵۱	۵۱۳/۶۱	۲۰۲/۳۳	۱۴۶/۳۳	۴۲/۳۳	۷۱/۳۰	محلی صفهان
۱۳/۲۱	۷۸/۱۳	۷۳/۷	۱۳/۲۱	۵۸۱/۳	۳۱/۰۱	۵۷/۱۴	۳۳۹/۱	۲۴۰/۲	۱۰۰/۵	۸۷/۵۵	۲۲/۳۳	LSD <sub>0.05</sub>

شکل (۱) وابستگی وزن کل بذور تولیدی را به سهم هر یک از طبق‌های اصلی و فرعی در تولید بذر در سطوح مختلف شوری و نیز در بین ارقام نشان می‌دهد. بررسی شکل (۱) و معادلات برازش یافته برای هر سطح شوری (جدول ۷) نشان می‌دهد که اعمال شوری در زمان شاخه‌دهی سبب تغییر چندانی در شیب معادله رگرسیونی برازش یافته برای طبق‌های اصلی و فرعی نشد، در حالی که اعمال شوری در زمان تکمه‌دهی سبب واگرایی و اعمال آن در زمان پرشدن دانه‌ها سبب همگرایی خطوط برازش یافته برای ارتباط بین وزن بذر در طبق‌های اصلی و یا فرعی با وزن کل بذور تولیدی شد (شکل ۱). به عبارت دیگر، در زمانی که تنش در مرحله تکمه‌دهی اعمال شد، عملکرد بالاتر مربوط به گیاهانی بود که وزن بذر طبق‌های اصلی آنها بیشتر بود. به بیان دیگر، حصول عملکردهای بالاتر در این تیمار با تولید بذور بیشتر و وزن کل بذر بالاتر در طبق‌های اصلی همراه بود. بدیهی است به دلیل این که بذور طبق‌های اصلی زودتر تشکیل شده و تخصیص مواد به آنها بیشتر است، وزن بالاتری نسبت به بذوری دارند که دیرتر در طبق‌های فرعی شکل می‌گیرند. گرچه در این آزمایش تعداد بذورهای موجود در طبق‌های اصلی و فرعی به‌طور جداگانه شمارش نشد، ولی بررسی رابطه بین کل تعداد بذور تشکیل شده با وزن کل آنها نشان می‌دهد که با افزایش تعداد بذر در تیمار تنش در زمان تکمه‌دهی، وزن کل بذور با شیب بیشتری افزایش یافت (شکل ۲، جدول ۷). کوتروباس و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی چند رقم گلرنگ در فصول مختلف به این نتیجه رسیدند که افزایش وزن خشک بذر در یک سال نسبت به سال دیگر، مربوط به برتری افزایش تعداد بذر در طبق بوده است. اعمال تنش شوری بعد از تکمه‌دهی (در زمان گلدهی) به دلیل فاصله زمانی بین اعمال شوری تا بروز اثر آن، تأثیری بر بارور شدن گل‌های طبق‌های اصلی و فرعی نگذاشت و بنابراین در این مرحله هرچه گیاهان توان بیشتری برای تولید ماده خشک و اختصاص آن به بخش‌های زایشی داشتند، دانه‌های طبق‌های فرعی سهم بیشتری در کل وزن دانه‌های تولیدی را به خود اختصاص می‌دادند (شکل ۱، جدول ۷)؛ هر چند بدیهی است که در این حالت بذورهای تشکیل یافته در طبق‌های فرعی از وزن کمتری برخوردار بوده و باعث شدند که واکنش وزن کل بذور تولیدی به تعداد آنها از شیب کمتری برخوردار باشد (شکل ۲، جدول ۷). به‌رغم این موضوع، چگونگی پراکنش نقاط برای طبق‌های اصلی و فرعی (شکل ۱) نشانگر سهم بیشتر طبق‌های اصلی در تمامی تیمارهای شوری در کل وزن بذور تولیدی می‌باشد. به عبارت دیگر در این شرایط تنش، با وجود تشکیل طبق‌های فرعی، این طبق‌ها احتمالاً

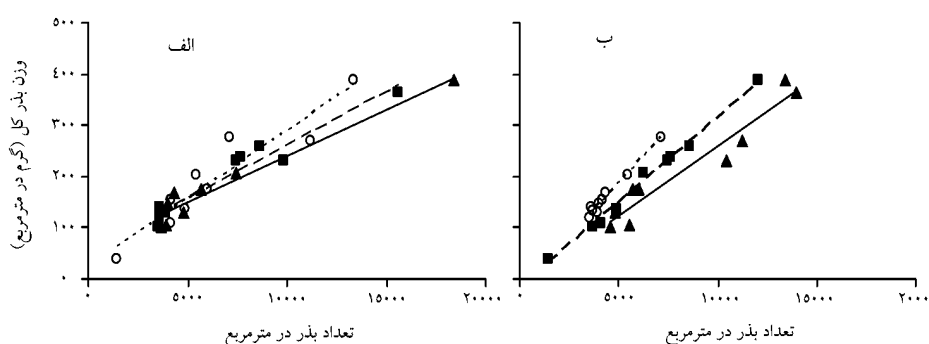
به دلیل عدم حمایت از سوی منبع در تأمین مواد فتوسنتزی نتوانستند به سهم زیادی در عملکرد کل دست یابند. هر چند کوتروباس و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش خود تحت شرایط عدم تنش نتیجه گیری کردند که عملکرد گلرنگ احتمالاً با محدودیت مخزن مواجه می باشد.



شکل ۱- رابطه بین کل وزن بذر تولیدی در واحد سطح با وزن بذر در طبق های اصلی (علایم توخالی) و فرعی (علایم توپر) گیاه در سطوح مختلف شوری (شکل الف) و ارقام مختلف (شکل ب). در شکل الف، تیمارهای شوری عبارتند از اعمال شوری در مراحل شاخه دهی (مثلث، خط راست)، تکمه دهی (دایره، خط نقطه چین) و گلدهی (مربع، خط منقطع). ارقام مورد آزمایش شامل PI (مربع، خط منقطع)، IL111 (دایره، خط نقطه چین). و محلی اصفهان (مثلث، خط راست) می باشند. معادلات خطوط وایازی در جدول ۷ ارائه شده اند.

یکی دیگر از اثرات شوری، تأثیرگذاری بر رابطه بین وزن طبق ها با تعداد بذر بود. به طور کلی، با افزایش تخصیص مواد به طبق ها و افزایش وزن آنها، تعداد بذر تولیدی نیز افزایش پیدا کرد، هر چند شیب افزایشی در زمان اعمال شوری در مرحله شاخه دهی بیشتر از مراحل دیگر بود (شکل ۳، جدول ۷). داده های جدول (۴) نشان می دهند که به رغم این موضوع، گیاهان در هر دو تیمار تنشی که بعد از تشکیل طبق ها اعمال شده بودند، به طور یکسان حدود ۳۹ درصد از ماده خشک تجمع یافته در طبق ها مربوط به بذر بود، در حالی که این مقدار در تیمار تنش در زمان شاخه دهی، ۴۴ درصد بود. به عبارت دیگر، هنگامی که شوری در مرحله شاخه دهی اعمال شد، به دلیل محدودیت زود هنگامی که برای گیاه ایجاد نمود سبب کاهش سهم بخش های غیردانه ای طبق شد، به طوری که در این حالت به ازای هر گرم وزن طبق، حدود ۱۴/۱ عدد بذر در این تیمار تشکیل شد، در حالی که این میزان در تیمارهای تنش در تکمه دهی و پرشدن دانه به ترتیب ۱۲/۹ و ۱۳/۸ عدد بذر بود. با کسر وزن کل بذر تولیدی در واحد

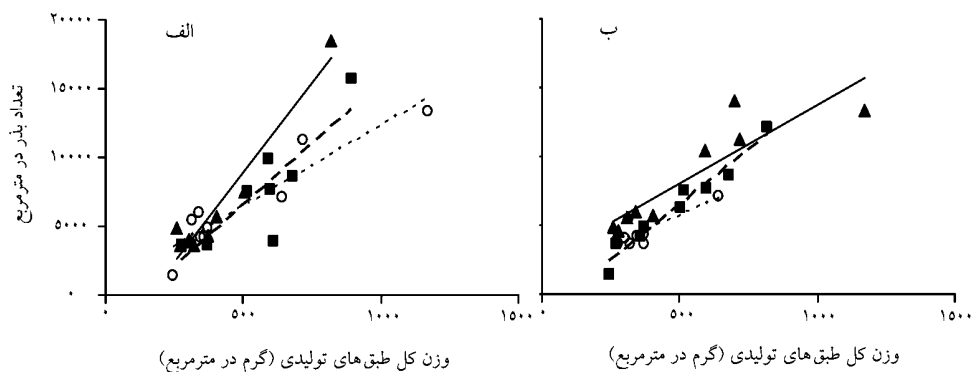
سطح از وزن کل طبق‌ها نیز مشخص می‌شود که میزان وزن بخش‌های غیربذری طبق در تیمارهای اعمال شوری در شاخه‌دهی، تکمه‌دهی و گلدهی به ترتیب ۲۲۱/۹، ۳۰۵/۷ و ۳۱۲/۵ گرم بود که نشان می‌دهد هرچه محدودیت حاصل از تنش در مرحله زودتری از دوره رشدی گیاه رخ داد، سبب ایجاد محدودیت بیشتری برای گیاه شده و گیاه در این حالت به‌عنوان یک راهکار خوپذیری، از سهم بخش‌های دیگر به نفع تولید بذر خود کاسته است.



شکل ۲- رابطه بین کل تعداد بذر تولیدی در واحد سطح با وزن کل بذر در سطوح مختلف شوری (شکل الف) و ارقام مختلف (شکل ب). در شکل الف، تیمارهای شوری عبارتند از اعمال شوری در مراحل شاخه‌دهی (▲)، خط راست)، تکمه‌دهی (○، خط نقطه‌چین) و گلدهی (■، خط منقطع). ارقام مورد آزمایش شامل PI (■، خط منقطع)، IL111 (○، خط نقطه‌چین). و محلی اصفهان (▲، خط راست) می‌باشند. معادلات خطوط و ایازی در جدول ۷ ارائه شده‌اند.

در حالی که تفاوتی بین ارقام از نظر تعداد طبق‌های اصلی وجود نداشت، رقم IL111 به‌طور معنی‌داری تعداد طبق فرعی کمتر و در نتیجه تعداد کل طبق کمتری نسبت به دو رقم دیگر تولید نمود (جدول ۴). با این وجود، وزن بالاتر طبق‌های اصلی این رقم سبب شد که با وجود وزن بسیار کمتر طبق‌های فرعی و کل طبق‌های تولیدی آن، تفاوت معنی‌داری از این نظر و به تبع آن از نظر وزن بذور تولیدی در کل طبق‌های گیاه بین ارقام مشاهده نشود (جدول‌های ۳ و ۴). بررسی مقادیر نسبی نشان می‌دهد که در رقم IL111، تعداد و وزن طبق‌های اصلی به ترتیب ۷۵ و ۸۶ درصد کل طبق‌های گیاه را شامل می‌شدند، در حالی که این مقادیر برای PI، به ترتیب ۳۵ و ۵۷ درصد و برای رقم محلی اصفهان به ترتیب ۴۳ و ۵۷ درصد بود. همین تشکیل بذر بیشتر در طبق‌های اصلی که ۹۲ درصد وزن

کل بذره‌های تولیدی را شامل می‌شد، خود یکی از دلایل اصلی برتری وزن هزاردانه رقم IL111 بود که در کل تعداد دانه کمتری تولید کرد (جدول ۴). مجدنصیری و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند کاهش تعداد دانه موجب اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به تعداد کمتری از دانه‌های در حال پرشدن می‌شود و از این طریق دانه‌های بزرگ‌تر تولید می‌گردد. از سوی دیگر، همان‌طور که بیان شد، دو رقم محلی اصفهان و PI تعداد طبق بیشتری نسبت به رقم IL111 تولید کردند. ویلیامز (۱۹۶۲) بیان داشت معمولاً با افزایش تعداد طبق، وزن هزاردانه کاهش می‌یابد که دلیل این امر، افزایش تعداد بذر تولیدی با افزایش تعداد طبق تشکیل شده می‌باشد. بیشتر این بذرها در طبق‌های فرعی قرار دارند که مواد کمتری نسبت به طبق‌های اصلی دریافت می‌کنند. هر چند همبستگی بالای تعداد کل بذور تولیدی با تعداد طبق ثانویه ( $r=0.74$ ,  $p<0.01$ ) نشانگر نقش مهم طبق‌های ثانویه در انعطاف‌پذیری واکنش گیاه به شرایط تنش اعمال شده و بهبود عملکرد در این شرایط می‌باشد.



شکل ۳- رابطه بین وزن کل طبق‌های تولیدی در واحد سطح با تعداد کل بذر در سطوح مختلف شوری (شکل الف) و ارقام مختلف (شکل ب). در شکل الف، تیمارهای شوری عبارتند از اعمال شوری در مراحل شاخه‌دهی (▲)، خط راست)، تکمه‌دهی (○)، خط نقطه‌چین) و گلدهی (■، خط منقطع). ارقام مورد آزمایش شامل PI (■، خط منقطع)، IL111 (▲، خط نقطه‌چین) و محلی اصفهان (○، خط راست) می‌باشند. معادلات خطوط و ابازای در جدول ۷ ارائه شده‌اند.

بررسی خطوط رگرسیونی برآزش‌یافته بین وزن کل بذور تولیدی با وزن بذر در طبق‌های اصلی و یا فرعی به همراه ضرایب مربوطه (شکل ۱، جدول ۷) نشان می‌دهد که شیب افزایشی رابطه وزن کل

بذور به وزن بذور طبق‌های اصلی و فرعی در رقم محلی اصفهان یکسان می‌باشد، در حالی که در رقم IL111 این شیب برای طبق‌های اصلی بسیار کمتر از طبق‌های فرعی بوده و رقم PI از این نظر در حد واسط دو رقم دیگر قرار می‌گیرد (جدول ۷). این امر نشان می‌دهد که در سطوح بالاتر وزن کل بذور تولیدی، سهم طبق‌های فرعی در رقم محلی اصفهان نسبت به دو رقم افزایش بیشتری دیگر یافت. همین امر سبب شد که هرچه تخصیص مواد در این رقم به طبق‌ها بیشتر شود، مواد پرورده بیشتری به طبق‌های فرعی اختصاص یافته و در کل وزن طبق‌ها و به تبع آن تعداد دانه تولیدی افزایش پیدا کند (شکل ۳-ب؛ جدول ۷). افزایش تعداد کل بذر در واحد سطح در رقم محلی اصفهان تا حدی ناشی از افزایش بذور واقع در طبق‌های فرعی به ویژه در کرت‌هایی که عملکرد بالاتری داشتند (کرت‌هایی که دیرتر با تنش شوری مواجه شدند، جدول ۴) بود و بنابراین بدیهی است که این‌گونه بذور وزن کمتری نسبت به بذور طبق‌های اصلی داشته باشند. همین امر خود دلیل کاهش وزن هزاردانه در رقم محلی اصفهان نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد. بنابراین با افزایش تعداد بذر رقم محلی اصفهان در واحد سطح، وزن بذر کل با شیب کمتری نسبت به دو رقم دیگر افزایش یافت (شکل ۲-ب؛ جدول ۷).

واکنش‌های متفاوت ارقام از جنبه میزان بذر تشکیل شده در طبق‌های اصلی گیاه سبب شد که در بین تمامی صفات، تنها وزن بذر طبق‌های اصلی و کل و نیز تعداد بذر تولیدی تفاوت‌های معنی‌داری در سطوح مختلف برهم‌کنش بین زمان اعمال شوری و ارقام نشان دهند (جدول ۴). به‌منظور تعیین دقیق‌تر واکنش ارقام به زمان اعمال شوری، برش‌دهی اثر متقابل ارقام در هر سطح شوری انجام شد (سلطانی، ۲۰۰۶) و بدین ترتیب مشخص شد که عمده تفاوت بین ارقام به واکنش آنها به شوری اعمال شده در زمان تکمه‌دهی برمی‌گردد (جدول ۵) و در این بین رقم محلی اصفهان برتری محسوسی از جنبه تعداد و وزن بذور تولیدی نسبت به دو رقم دیگر در این زمان اعمال تنش نشان داد (جدول ۶). در حقیقت چنین به نظر می‌رسد که شوری اعمال شده در زمان تکمه‌دهی تأثیر بیشتری بر تشکیل گل و باروری گل‌هایی که بعداً تشکیل شدند گذاشته است و بین زمان اعمال آبیاری با آب شور در زمان گلدهی تا گذشتن شوری عصاره اشباع خاک از حد آستانه تحمل گیاه (۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر، شانون، ۱۹۹۷) فاصله زمانی وجود داشته که همین امر سبب تأثیرگذاری کمتر این تیمار بر تعداد بذر و اثرگذاری بیشتر آن بر وزن هزاردانه شده است (جدول ۲). بنابراین بدیهی است که هر رقمی که بتواند در زمان تکمه‌دهی گل‌های بیشتری در شرایط آبیاری با آب شور تشکیل دهد، از مقاومت نسبی بیشتری به شرایط تنش شوری برخوردار خواهد بود، به ویژه که رقم محلی اصفهان شاخص برداشت

بالاتری نسبت به دو رقم دیگر داشت که نشان‌دهنده تخصیص بیشتر مواد در این رقم به بخش زایشی و تولید دانه می‌باشد (جدول ۴). در آزمایش کوتروباس و همکاران (۲۰۰۴) نیز تفاوت ارقام از نظر شاخص برداشت مشاهده شد و برترین ارقام شاخص برداشتی معادل ۳۵ درصد داشتند که تقریباً مشابه شاخص برداشت رقم محلی اصفهان در این آزمایش (۳۴ درصد) می‌باشد. هر چند فرید و احسان‌زاده (۲۰۰۶) بین ارقام مورد آزمایش خود تفاوتی از نظر شاخص برداشت مشاهده نکردند.

جدول ۵- برش‌دهی اثر متقابل مجموع مربعات سطوح ارقام در هر سطح اعمال شوری برای صفات وزن و تعداد بذور تولیدی.

زمان اعمال شوری	درجه آزادی	مجموع مربعات		
		وزن بذر در کل طبق‌ها	تعداد بذر (در مترمربع)	وزن بذر در طبق‌های اصلی
شاخه‌دهی	۲	۲۳۴۸۶ <sup>NS</sup>	۱۶۹۴۲۱۶۵ <sup>NS</sup>	۱۷۵۰/۲۹۸ <sup>NS</sup>
تکمه‌دهی	۲	۵۱۲۲۳*	۷۰۹۹۴۹۸۵*	۲۸۸۷۷/۰۰۰**
گلدهی	۲	۱۵۹۲۹ <sup>NS</sup>	۵۶۵۱۵۸۸۹*	۱۳۳۰/۶۵۵ <sup>NS</sup>

<sup>NS</sup>، \* و \*\* به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشند.

در وضعیتی که تنش در زمان تکمه‌دهی اعمال شد، تعداد و وزن بذر در رقم محلی اصفهان نسبت به رقم PI به ترتیب ۱۹۲/۵ و ۱۹۲/۱ درصد بیشتر بود، در حالی که برتری آن نسبت به رقم IL111 برای تعداد بذر ۸۲/۹ درصد و برای وزن کل دانه‌ها ۳۱/۳ درصد بود. دلیل این کاهش تفاوت نسبت به رقم IL111، تشکیل تعداد دانه بیشتر و وزن هزاردانه بالاتر رقم IL111 می‌باشد (جدول‌های ۴ و ۶). در حالی که با توجه به شاخص برداشت بسیار پائین رقم IL111 در مقایسه با دو رقم دیگر (جدول ۴)، چنین به نظر می‌رسد که این رقم در مراحل بعدی، یعنی زمانی که تنش در زمان گلدهی اعمال شد، توانایی لازم برای پرکردن تمامی دانه‌ها را نداشته که خود موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه‌ها، به ویژه در طبق‌های فرعی که با تأخیر زمانی نسبت به طبق‌های اصلی تشکیل می‌شوند، و نیز کاهش وزن دانه‌ها شد، هر چند این کاهش معنی‌دار نبود. تأثیرپذیری کمتر وزن دانه‌ها نسبت به تعداد دانه از این رو است که وزن دانه صفتی است که وابستگی بیشتری به ویژگی‌های ژنتیکی رقم دارد و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (احسان‌زاده و زارعیان‌بغدادی، ۲۰۰۳). بنابراین در کل چنین به نظر می‌رسد که رقم IL111 انعطاف‌پذیری کمتری نسبت به دو رقم دیگر در واکنش به شوری نشان می‌دهد و همین کاهش معنی‌دار تعداد و وزن طبق‌های ثانویه در این رقم و به تبع آن

کاهش وزن بذره‌های تشکیل شده در طبق‌های فرعی و تعداد کل بذور تولیدی آن در واحد سطح سبب شد که این رقم عملکرد نهایی کمتری نسبت به دو رقم دیگر تولید نماید (جدول ۴). تنش شوری در زمان شاخه‌دهی گیاه موجب کاهش تمامی اجزاء عملکرد از قبیل تعداد و وزن طبق‌ها و نیز تعداد و وزن بذور تولیدی شد. گرچه این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود، ولی برآیند همین تفاوت‌های جزئی سبب شد که عملکرد نهایی در این تیمار به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر زمان‌های اعمال تنش باشد (جدول ۴). عدم تفاوت معنی‌دار شاخص برداشت بین زمان‌های اعمال شوری (جدول ۴) نشان می‌دهد که گیاهان صرف نظر از وقوع تنش در هر مرحله رشدی، با وجود تفاوت‌های به وجود آمده در کل بیومس تولیدی (داده‌ها نشان داده نشده‌اند) سعی می‌کنند نسبت تقریباً ثابتی از کل مواد پرورده تولیدی را به اندام‌های زایشی تخصیص دهند. به عبارت دیگر در زمان اعمال تنش مقدار تخصیص مواد کمتر از فتوسنتز و تولید مواد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. باسیل و کافکا (۲۰۰۲) نیز اظهار داشتند که به نظر می‌رسد گل‌رنگ دارای ظرفیت تنظیم شاخص برداشت در واکنش به سطوح متوسط شوری خاک و آب آبیاری می‌باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات وزن و تعداد بذر تولیدی در هر سطح اعمال شوری.

تعداد بذر (در متر مربع)	وزن بذر در متر مربع (گرم)		سطوح تیمار	
	کل	طبق اصلی	رقم	اعمال شوری
۷۳۳۵/۵۶ <sup>a</sup>	۲۳۱/۹۴ <sup>a</sup>	۱۵۱/۳۹ <sup>a</sup>	PI	شاخه‌دهی
۳۹۹۴/۲۲ <sup>a</sup>	۱۴۹/۴۴ <sup>a</sup>	۱۳۲/۷۸ <sup>a</sup>	IL111	
۵۳۵۲/۳۴ <sup>a</sup>	۱۳۷/۲۲ <sup>a</sup>	۱۲۱/۹۴ <sup>a</sup>	محلی اصفهان	
۳۴۹۱/۳۰ <sup>b</sup>	۹۵/۰۰ <sup>c</sup>	۷۲/۷۸ <sup>b</sup>	PI	تکمه‌دهی
۵۵۸۵/۰۱ <sup>b</sup>	۲۱۱/۳۹ <sup>ab</sup>	۱۹۱/۶۷ <sup>a</sup>	IL111	
۱۰۲۱۳/۵۲ <sup>a</sup>	۲۷۷/۵۰ <sup>a</sup>	۱۹۴/۱۷ <sup>a</sup>	محلی اصفهان	
۷۹۱۵/۱۷ <sup>a</sup>	۲۴۲/۵۰ <sup>a</sup>	۱۶۰/۸۳ <sup>a</sup>	PI	گلدهی
۳۶۸۸/۱۶ <sup>b</sup>	۱۲۸/۸۹ <sup>a</sup>	۱۲۸/۰۶ <sup>a</sup>	IL111	
۹۶۵۶/۱۸ <sup>a</sup>	۲۳۱/۱۱ <sup>a</sup>	۱۵۲/۷۸ <sup>a</sup>	محلی اصفهان	

برای هر زمان اعمال شوری، مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار بین ارقام در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ نمی‌باشند.



هزینه‌های اضافی گیاه در زمان مواجه شدن با تنش شوری، مانند هزینه تعدیل اسمزی<sup>۱</sup> و افزایش تخصیص مواد به ریشه از یک سو و تأثیرپذیری منفی فتوسنتز از سوی دیگر، موجب کاهش ساخت مواد، به ویژه موادی مانند روغن که تولید آنها انرژی بیشتری می‌طلبد، می‌شود (شانون، ۱۹۹۷) و میزان این کاهش بسته به زمان و شدت اعمال تنش متفاوت می‌باشد. در این مطالعه مشخص شد که اعمال تنش شوری در زمان شاخه‌دهی سبب کاهش درصد روغن و در نتیجه عملکرد روغن نسبت به زمان‌های دیرتر اعمال شوری شد (جدول ۴). کافی و رستمی (۲۰۰۷) اظهار داشتند که قطع آبیاری در مرحله تکمه‌دهی ارقام مختلف گلرنگ بهاره‌ای که با آب شور آبیاری شده بودند، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و درصد روغن شد. هر چند در آزمایش آنها، تنها اعمال تنش در مراحل رشد زایشی، در شرایط تنش توأم خشکی و شوری، با یکدیگر مقایسه شده‌اند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد روغن ( $n=27$ ;  $r=0.97^{**}$ ) و درصد روغن ( $n=27$ ;  $r=0.80^{**}$ ) وجود داشت. این یافته‌ها و نیز همبستگی مثبت عملکرد دانه با بیومس کل و تعداد طبق تولیدی، در راستای نتایج امیدتبریزی و همکاران (۱۹۹۹) است که تجزیه علیت بر روی عملکرد دانه و روغن در آزمایش آنها نشان داد که جهت افزایش روغن، ابتدا باید عملکرد دانه را افزایش داد که خود تابعی از بیومس گیاه و تعداد طبق در بوته می‌باشد.

حساسیت بیشتر IL111 نسبت به شوری در مقایسه با دیگر ارقام نه تنها در عملکرد کل مشهود بود، بلکه این رقم درصد و عملکرد روغن بسیار کمتری نسبت به دو رقم دیگر تولید نمود (جدول ۴). در حالی که دو رقم PI و محلی اصفهان دارای درصد روغن دانه و نیز عملکرد روغن بالاتری بودند، که گرچه تفاوت معنی‌داری از این لحاظ بین آنها وجود نداشت، ولی رقم محلی اصفهان ۱۲/۴ درصد عملکرد روغن بیشتری نسبت به PI تولید نمود. مطالعات یوری و همکاران (۱۹۷۲)، راشد محصل و بهدانی (۱۹۹۵) و مجد نصیری و همکاران (۲۰۰۳) نیز تفاوت‌های ارقام از نظر عملکرد دانه و درصد روغن را متذکر شده و تأکید کرده‌اند که درصد روغن به‌طور عمده متأثر از ژنوتیپ گیاه می‌باشد. یکی از دلایل اصلی پایین بودن درصد و عملکرد روغن در رقم IL111، دانه‌های درشت‌تر تولیدی این رقم و وزن هزاردانه بالاتر آن می‌باشد (جدول ۴)، زیرا مشخص شده است که دانه‌های کوچک‌تر معمولاً درصد پوسته کمتری نسبت به دانه‌های بزرگ‌تر داشته و بنابراین درصد روغن بیشتری دارند (اشری و همکاران، ۱۹۷۴)

#### 1- Osmotic Adjustment

جدول ۷- عرض از مبدا، شیب و ضرایب تبیین خطوط رگرسیونی برازش یافته بین اجزاء مختلف عملکرد. شکل کلی معادله رگرسیونی خطی به صورت  $y=a+bx$  می باشد که در آن  $y$  متغیر وابسته،  $x$  متغیر مستقل و  $a$  و  $b$  ضرایب رگرسیونی می باشند.

اعمال شوری	a	b	ضریب تبیین	ارقام	a	b	ضریب تبیین
متغیر مستقل = وزن بذر در طبق های اصلی (گرم در مترمربع)؛ متغیر وابسته = وزن بذر کل (گرم در مترمربع) (شکل ۱)							
گلدهی	-۵۳/۰۵۲	۱/۷۲۴۵	۰/۶۸	PI	۶/۶۵۸۸	۱/۴۲۷۲	۰/۸۹
تکمه دهی	-۶/۰۴۱۶	۱/۳۱۲۷	۰/۸۹	IL111	۱۴/۷۹۴	۱/۱۸۰۳	۰/۹۰
شاخه دهی	-۴۶/۵۴۶	۱/۶۲۰۹	۰/۸۵	محلی اصفهان	۷۲/۰۷۹	۱/۸۳۸۵	۰/۹۲
متغیر مستقل = وزن بذر در طبق های فرعی (گرم در مترمربع)؛ متغیر وابسته = وزن بذر کل (گرم در مترمربع) (شکل ۱)							
گلدهی	۱۲۷/۲۲	۱/۳۷۳	۰/۸۳	PI	۶۹/۲۶	۱/۹۶۰۸	۰/۷۴
تکمه دهی	۱۰۹/۶۸	۲/۰۳۴۳	۰/۶۵	IL111	۱۳۴/۱۹	۱/۹۹۸۶	۰/۷۰
شاخه دهی	۱۰۸/۱۵	۱/۷۲۶	۰/۸۲	محلی اصفهان	۱۰۶/۵۱	۱/۸۴۴۱	۰/۹۲
متغیر مستقل = تعداد بذر در مترمربع؛ متغیر وابسته = وزن بذر کل (گرم در مترمربع) (شکل ۲)							
گلدهی	۵۵/۱۷۶	۰/۰۲۰۵	۰/۹۴	PI	-۱۶/۶۷۵	۰/۰۳۳۱	۰/۹۹
تکمه دهی	۲۵/۲۴۳	۰/۰۲۶۳	۰/۸۸	IL111	-۲۲/۵۲	۰/۰۴۲	۰/۹۷
شاخه دهی	۶۱/۷۵۶	۰/۰۱۷۹	۰/۹۵	محلی اصفهان	-۱۰/۲۴۳	۰/۰۲۶۸	۰/۹۳
متغیر مستقل = وزن کل طبق های تولیدی (گرم در مترمربع)؛ متغیر وابسته = تعداد بذر در مترمربع (شکل ۳)							
گلدهی	-۲۳۱۲/۳	۱۷/۵۲	۰/۷۶	PI	-۱۵۳۷/۲	۱۶/۰۴۴	۰/۹۶
تکمه دهی	۶۰۸/۱	۱۱/۶۳۵	۰/۸۶	IL111	۱۲۵۱/۷	۸/۸۰۳۴	۰/۶۸
شاخه دهی	-۴۱۰۲/۹	۲۶/۱۲۸	۰/۹۳	محلی اصفهان	۲۳۷۰/۲	۱۱/۳۸۹	۰/۷۹

در کل چنین به نظر می رسد که زمان تکمه دهی گیاه یکی از حساس ترین مراحل رشدی گیاه گلرنگ به تنش شوری می باشد و ارقامی که بتوانند ماده خشک بیشتری به بخش های زایشی خود تخصیص داده و طبق های فرعی بیشتری را تشکیل داده و بارور سازند، از انعطاف پذیری بیشتری نسبت به تنش اعمال شده برخوردار بوده و قادر به تولید عملکرد دانه و روغن بیشتری در این شرایط می باشند. گرچه ارقام خارجی ممکن است تحت شرایط مطلوب نمود بهتری داشته و عملکرد بیشتری تولید نمایند، ولی تحت تنش های محیطی رایج در ایران مانند تنش شوری و یا خشکی، ارقام محلی ایران، مانند رقم محلی اصفهان که در طی زمان با شرایط کشور ما تطابق پیدا کرده اند، برتری قابل ملاحظه ای نشان می دهند.

### سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه بیرجند انجام شده است. نگارندگان خود را موظف می‌دانند از بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج)، به ویژه دکتر شیرانی‌راد به دلیل تأمین بذور مورد نیاز صمیمانه تشکر نمایند. همچنین از زحمات دکتر فرزاد پاک‌نژاد، عضو محترم هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج سپاسگزاری می‌شود.

### منابع

- Ashraf, M., and O'leary, J.W. 1996. Response of some newly developed salt tolerant genotypes of spring wheat to salt stress. I. Yield components and ion distribution. *J. Agron. Crop Sci.* 76: 91-101.
- Ashri, A., Zimmer, D.E., Urie, A.L., Cahaner, A., and Marani, A. 1974. Evaluation of the world collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). IV. Yield and yield components and their relationships. *Crop Sci.* 14: 799-820.
- Bassil, E.S., and Kaffka, S.R. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation. I. Consumptive water use. *Agric. Water Manage.* 54: 67-80.
- Dajue, L., and Mündel, H.H. 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant research, Gatersleben/International Plant Genetic Resource Institute, Rome, Italy, 83p.
- Ehsanzadeh, P., and Zareian Baghdad-Abadi, A. 2003. Yield and yield components and growth characteristics of two safflower genotypes under varying plant densities. *J. Sci. & Technol. Agric. Natur. Resour.* 7: 1. 129-140.
- FAO. 1988. World agriculture toward 2000: an FAO study. Alexandratos, N. (ed.). Bellhaven Press, London, 338p.
- Farid, N., and Ehsanzadeh, P. 2006. Yield and yield components of spring-sown safflower genotypes and their response to shading on inflorescence and the adjacent green tissue in Isfahan. *J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour.* 10: 1. 189-198.
- Francois, L.E., and Bernstein, L. 1964. Salt tolerance of safflower. *Agron. J.* 56: 35-37.
- Hans-Henning, M., Blackshaw, R.E., Byers, J.R., Huang, H.C., Johnson, D.L., Keon, R., Kubik, J., McKenzie, R., Otto, B., Roth, B., and Stanford, K. 2004. Safflower production on the Canadian prairies. Agriculture and Agri-Food Canada. Lethbridge, Alberta. 43p.

- Hashemi-Nia, S.M., Koocheki, A., and Ghahreman, N. 1997. The use of saline waters in sustainable agriculture. Publication of Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran, 236p. (Translated In Persian).
- Kafi, M., and Rostami, M. 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. Iranian J. Field Crops Res. 5: 121-132.
- Knowles, P.F. 1989. Safflower, Pp: 363-374, In: Groebelen, R., Downey, K., and Ashri, A. (eds.), Oil crops of the world. McGraw-Hill, New York.
- Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., and Doitsinis, A. 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. Field Crops Res. 90: 263-274.
- Majd-Nassiri, B., Karimi, M., Nour-Mohamadi, Gh., and Ahmadi, M.R. 2003. The evaluation of yield, yield components and physiological characteristics of five safflower genotypes in spring and summer sowing. J. Agric. Sci. 9: 3-18.
- Omidi Tabrizi, A.H., Ghannadha, M.R., Ahmadi, M.R., and Payghambari, S.A. 1999. Evaluation of some important agronomic traits of safflower using multivariate statistical methods. Iranian J. Agric. Sci. 30: 817-827.
- Rashed, M.H., and Behdani, M.A. 1995. The effect of cultivars and population densities on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Iranian J. Agric. Sci: 110-124.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A., and Mashali, A.M. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO irrigation and drainage, 48p.
- Shannon, M.C. 1997. Adaptation of plants to salinity. Adv. Agron. 60: 75-120.
- Soltani, A. 2006. Statistical methods in agricultural sciences and natural resources. Publication of Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran, 74p.
- Tavakoli, A. 2002. The evaluating effects of irrigation termination in different growth stages on yield and yield components of safflower cultivars. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University.
- Williamz, J.H. 1962. Influence of plant spacing and flower position on oil content of safflower. Crop Sci. 2: 475-477.
- Yassari, T., Shahsavari, M., Barzegar, A., and Omidi, A.H. 2005. Study of developmental stages and relationship between of them and seed yield in ten advanced safflower genotypes. Pajouhesh & Sazandegi, 68: 75-83.
- Zinali, A. 1999. Safflower, Publication of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 137p.



## Responses of yield and yield components of three safflower (*Carthamus tinctorious* L.) spring cultivars to salinity induced at different growth stages

\*M. Jami Alahmadi<sup>1</sup>, M.A. Behdani<sup>1</sup> and A. Rahimi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, <sup>2</sup>B.Sc. in Agronomy, the Expert of Experimental Station

### Abstract

Salinity stress is one of the most important environmental constraints that have been limited agricultural production in Iran. Therefore, introducing suitable cultivars having desirable yield under salinity stress will lead to increase of production efficiency. In order to study the response of spring safflower cultivars to salinity, an experiment was carried out at the Experimental Station of the University of Birjand during 2007. The study was done as a split-plot experiment based on a Completely Randomized Block Design with three replications. Treatments were three times of salinity application (at branching, budding, and flowering) as main plots and three cultivars (Mahali Isfahan (a local variety), PI, and IL111). Salinity stress was induced using well water with an EC equal to 8.6 dSm<sup>-1</sup>. Results showed salinity had non-significant effects on yield components of cultivars, but the effects followed by these small changes influenced seed and oil yields and oil percentage significantly by time of salinity exertion. There was a significant difference between cultivars in yield and also the most of yield components, with notable superiority of Mahali Isfahan over PI and IL11. Slicing of interactions of cultivars in each time of saline water application indicated that majority of differences between cultivars was related to their response to salinity induced at budding, with Mahali Isfahan had the highest seed weight and seed number. than others. In general, it seems that Mahali Isfahan cultivar had more adaptability to irrigation with saline water. If this cultivar is irrigating with fresh water during reproductive phase, especially between budding to full flowering, it can produce a reasonable seed and oil yields.

**Keywords:** Safflower; Cultivars; Salinity; Yield; Oil; Yield components

---

\*- Corresponding Author; Email: mja230@yahoo.com

