مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره چهارم، زمستان ۸۸
۱۱۳-۱۳٤
www.ejcp.info

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

مجید جامی‌الاحمدی[۱]*، محمدعلی بهدانی[۱] و علی رحیمی[۲]

[۱]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند،

[۲]کارشناس 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. به‌منظور مطالعه واکنش ارقام گلرنگ بهاره به تنش شوری، آزمایشی به‌صورت 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، به‌عنوان تیمار اصلی و سه ژنوتیپ گلرنگ شامل محلی اصفهان، PI، و IL111 به‌عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شدند. تنش شوری با استفاده از آبی با شوری ۸/٦ 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 به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر 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 حدفاصل 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

Archive of SID
www.SID.ir

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 ٦ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (شانون، ۱۹۹۷). سطوح شوری که موجب کاهش ۵۰ درصد در جوانه‌زنی و عملکرد آن می‌شود به‌ترتیب معادل ۱۲ و ١٤ دسی‌زیمنس می‌باشد که بدین‌ترتیب بعد از گیاهانی همچون جو، پنبه، چغندرقند و سورگم و بالاتر از گندم، یونجه، ذرت، برنج، بقولات و سایر گیاهان زراعی قرار می‌گیرد (فائو، ۱۹۹۸؛ شانون، ۱۹۹۷؛ هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰٤). 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 نگه 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

Archive of SID

www.SID.ir

شوری در مراحل بعدی می‌باشد (فرانکوئیس و برنستین، ۱۹٦٤؛ شانون، ۱۹۹۷؛ هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰٤). مشاهده شده است که عملکرد بذر گلرنگ تا شوری ٦/۷ دسی‌زیمنس بر متر تحت‌تأثیر قرار نمی‌گیرد (باسیل و کافکا، ۲۰۰۲)، و زمانی که شوری به حدود ۱٤ دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد، عملکرد به نصف کاهش می‌یابد (هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰٤). 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، ۲۰۰٤).

مقاومت به شوری در بین ارقام گلرنگ متفاوت بوده (هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰٤) 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، ۱۹۹٦). مشخص شده است که بین ارقام مختلف گلرنگ از نظر تعداد طبق فرعی (احسان‌زاده و زارعیان‌بغدادآبادی، ۲۰۰۳)، وزن هزاردانه (احسان‌زاده و زارعیان‌بغدادآبادی، ۲۰۰۳؛ مجدنصیری و همکاران، ۲۰۰۳؛ فرید و احسان‌زاده، ۲۰۰٦)، شاخص برداشت (کوتروباس و همکاران، ۲۰۰٤)، 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، ۲۰۰٤؛ فرید و احسان‌زاده، ۲۰۰٦) 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 تحت‌تأثیر شوری قرار می‌گیرد (هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰٤). میزان روغن دانه‌های گلرنگ ممکن است بسته به رقم تا ٦۰ درصد نیز برسد هر چند افزایش شوری معمولاً باعث کاهش درصد روغن می‌شود (هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰٤). دیده شده است که افزایش شوری از صفر به غلظت‌های زیاد نمک موجب کاهش درصد روغن از ۳۸/٤ به ۳٤ 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، ۲۰۰٤). کاشت گلرنگ به‌منظور 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، ۲۰۰٤)، که به نظر می‌رسد علاوه‌بر عوامل ژنتیکی، مرحله تأثیرگذاری شوری نیز

Archive of SID

www.SID.ir

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 تحت‌تأثیر 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 حالی‌که 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، ۱۹۹٦) 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 قابل‌قبول 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 ۱۳۸٦ 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 ۸/٦ 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

Archive of SID

www.SID.ir

سانتی‌متر 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 به‌کار می‌رفت. ویژگی‌های آب مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. هر کرت از ۷ خط کاشت به طول ٦ 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^{-1})	SAR	pH
Cl^-	K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	Na^+			
٧٤/٤	٠/٤٠	٢٦/٦	١٢/٤	٤٨/٧	٨/٦	١١/٠٣	٦/٣

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 سبزشدن، گیاهچه‌ها تا رسیدن به تراکم مورد نظر تنک شدند. در زمان رسیدگی گیاه و زردشدن 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

Archive of SID

www.SID.ir

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.

	pH	EC	N	P	K	Na	Ca	SP	شن	سیلت	رس
		(dSm^{-1})	ppm	$mg.kg^{-1}$		$meq.l^{-1}$			(درصد)		
قبل از آزمایش	۷/۸۷	۲/۰٤	۹٦/٦	٦/۰	۱۲۲/۳	۱۰/٤	۲/۷	۲۷/٦	۷۵	۱۷	۸
بعد از آزمایش											
شاخه‌دهی	۷/٤	۲۵/۲۰	۸۹/٦	۱٤/۲	۱٤۰/٤	۱۳۹/۵	۳۳/۰	۲٤/٤	۷۲	۲۰	۸
تکمه‌دهی	۷/٤۱	۱۷/۲٤	۸٤	۸/۲	۱۵۹/٤	۹٤/۷	۳۳/۳	۲۵/۵	۷۲	۱۹	۹
گلدهی	۷/٤۱	۱۲/۷۳	۸٦/۸	۵/۰	۱۳۱/۳	۷۰/٤	۱۹/۷	۲۸/٦	۷۱	۲۱	۸

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 به‌دلیل تولید ۲۱/۵ درصد دانه کمتر در این تیمار شوری بود (جدول ٤). 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 ٤) به‌دلیل 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، ۲۰۰٦). هر چند باید توجه داشت که به‌دلیل 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 ٤). در کل چنین به نظر می‌رسد که بیشترین تفاوت بین ارقام به صفات مرتبط با طبق‌های فرعی بر می‌گردد. به‌عبارت دیگر در حالی‌که 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 ٤). تفاوت بین ارقام ایرانی از نظر وزن هزاردانه، تعداد طبق، تعداد دانه و عملکرد قبلاً گزارش شده است (مجدنصیری و همکاران، ۲۰۰۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مجموع مربعات منابع تغییرات صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و روغن سه رقم گلرنگ بهاره تحت‌تأثیر اعمال شوری در مراحل مختلف رشد.

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد طبق در متر مربع			وزن طبق در متر مربع			وزن بذر در متر مربع			وزن هزاردانه	تعداد بذر در متر مربع	عملکرد بذر	درصد روغن	عملکرد روغن	شاخص برداشت
		طبق اصلی	طبق فرعی	کل	طبق اصلی	طبق فرعی	کل	طبق اصلی	طبق فرعی	کل						
تکرار	۲	۱۰۳۲/۱۸^{ns}	۷۹٦/۲۸^{ns}	۳۱۲۸/۸٥^{ns}	٦٦٦۱٥/۲۳*	٦۰٦۰۹/۸۱^{ns}	۳۱۳٤۲/٥٦^{ns}	۲۳٤۹۱/٤٦**	۳٥۳۹/۳۳^{ns}	٤٤٥۲۷/۲٦*	۳/۸٥^{ns}	٤۹۳٦۸۷۰/۰۳*	۱۸٥٥٤۸۰/۷٤*	۳۸/۸۸^{ns}	٥۱۲۲۹۷/۲۳*	۲۲٤/٦۱^{ns}
شوری	۲	۱۲۱/۰۱^{ns}	۲۲۹۸/۸۸^{ns}	۳۳۸۷/٦۲^{ns}	۱۹۲٥٤/۸۹^{ns}	۲۰۲۷۸/۷۹^{ns}	۷۷۰۰۸/٥٥^{ns}	۱٤۳٦/۱٤^{ns}	۱۲٥٤/٤۸^{ns}	۳۸۸۲/۰۱^{ns}	۱۲/۹٦^{ns}	۱۰٥٤٤۰٤٤/۹٦^{ns}	۲٤٥۱۰٦٤/۰٤*	۲٤۹/٤۷*	۸۰۲۰۷۸/۷٥**	۱۳۱/۱۳^{ns}
خطای الف	٤	۹۲٤/۲۸	٥۲۷۳/۳۳	۷۸۸۰/۳۷^{ns}	٤۸۳۳۳/۳٤	٤۳٥۳۰/۳۳^{ns}	۸٤۱۱۸/۷۸	۳۰۲٥/۱۸	۳۱۷۷/٤٤	٦۲۳٥/۱۳	۳۹/۰٤	۸۳۳٥٤۱/۲۹	۳٥۷۰٥٤/۳۷	۸۸/۳۱	۱۳۷۱۲٥/٤۰	۲۲۱/۱۲
رقم	۲	۱۰٤/۱٥^{ns}	٥۲۲٦۹/٦۱**	٤۷۷۰۷/۰۷**	۱۸۱۸٦/۹٥^{ns}	٦۰٥٤۲/۱٤*	۸٦۳۳٤/۰۳^{ns}	۳۹٥٤/۱٤^{ns}	۱۳۷٥۱/٥۱*	۱۲۱۸۷/۰۲^{ns}	٥۷۸/۳۰**	۷۱٦۲٥۰٥/۲٥*	۷٤۱۱٥٤٤/٦٦**	٦٦۳/٦۱**	۲۳۳۱۹۹٤/۷۳**	۱٥٦٥/۸۷*
شوری× رقم	٤	۸۳۳/۲٦^{ns}	۱۸۸۲۰/۳٤^{ns}	۲۱۸۰۷/۹٦^{ns}	٤٦٥٦۹/٦۰^{ns}	۱٤٥٦۹۸/۰^{ns}	۳۲۷۰۸٥/۱٦^{ns}	۲۸۰۰۳/٤۳*	۱٤۹۳۲/٥۷^{ns}	۷۸٤٥۷/۲٤*	٤۸/٥۹^{ns}	۷۸۲۸۷٦۱۹/۳۸*	۱۸۸۷٥۹۳/۱٥^{ns}	۳۲/۱٥^{ns}	٤٤۹٦۱۷/٥۷^{ns}	۱٦۰/٥٥^{ns}
خطای ب	۱۲	۱۸۹٥/۷۸	۲۹۱۹۸/۸٤	٤۰٥۹۲/۲۰	٦۹۷۳۷/٤۲	۲۱۸۷۹۰/٤۰	٤۳٦۰۹۸/٦٦	۱۹٥۱۷/۹۹	۲۱۰۲۲/۷۲	٦٤۸۸۹/۱۰	۱۰۷/۷۸	٦٦۱۳۷۷۳/۹۱	۳۳۲۰٦٦۳/٤۸	۲۷۲/٥۱	٦۷۷۰۲۲/۲٦	۱۹۰٥/۸۳

www.SID.ir

جدول ٤- میانگین صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و روغن سه رقم گلرنگ بهاره تحت‌تأثیر اعمال شوری در مراحل مختلف رشد.

سطوح تیمار		تعداد طبق در مترمربع			وزن طبق در مترمربع			وزن بذر در مترمربع			وزن هزاردانه (گرم)	تعداد بذر (در مترمربع)	عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
		اصلی	فرعی	کل	اصلی	فرعی	کل	اصلی	فرعی	کل						
اثرات اصلی																
شاخه‌دهی	PI	٧٣/٤٦	٧٢/١٦	١٤٥/٦٢	٢٧٠/٣٧	١٢٤/٣٥	٣٩٤/٧٢	١٣٥/٣٧	٣٧/٥٠	١٧٢/٨٧	٣١/٣٣	٥٥٦٠/٧١	١٣٤٩/٧٩	٣١/١٢	٥١١/٠٩	٢٢/٦٣
تکمه‌دهی	IL111	٧٦/٠٥	٩٠/٣١	١٦٦/٣٦	٣١٦/٢٠	١٨٤/١٧	٥٠٠/٣٧	١٥٢/٨٧	٤١/٧٦	١٩٤/٦٣	٣٠/٧٨	٦٤٢٩/٩٤	١٨٥٥/٥٦	٤٠/٥٦	٨٠٠/٢٩	٢٥/٢٨
زمان اعمال شوری	محلی اصفهان	٧٨/٦٤	٩٢/٩٠	١٧١/٥٤	٣٣٣/٧٠	١٨٠/٦٥	٥١٤/٣٥	١٤٧/٢٢	٥٣/٦١	٢٠٠/٨٣	٢٩/٦٧	٧٠٨٦/٥٠	٢٠٦٨/١٥	٤٣/٥٢	٩٢٢/٠٦	٢٨/٠٣
گلدهی		١٩/٩٠	٤٧/٥٢	٥٨/٠٩	١٤٣/٩	١٣٦/٥	١٨٩/٨	٣٥/٩٩	٣٦/٨٦	٥١/٦٧	٤/٠٩	١٨٨٩	٣٩١/٠٤	٦/١٥	٢٤٢/٣	٩/٧٣١
	LSD$_{٥\%}$	٧٣/٨٩	١٣٢/٢٢	٢٠٦/١١	٢٧٦/٣٠	٢٠٨/٨٩	٤٨٥/١٩	١٢٨/٣٣	٦١/٤٨	١٨٩/٨١	٢٩/٦٧	٦٢٤٧/٣٤	٢٠٢٦/٣٤	٤٣/٥٥	٨٩٠/٢٦	٢٥/٧٣
PI		٧٨/٦٤	٢٦/٦٦	١٠٥/٠٠	٣٣٩/٧٢	٥٤/٤٤	٣٩٤/١٧	١٥٠/٨٣	١٢/٤١	١٦٣/٢٤	٣٦/٦٧	٤٤٢٢/٤٦	١٠٢٥/٥١	٣٣/٠٦	٤٣٨/٨٦	١٥/٧٨
ارقام	IL111	٧٥/٦٢	٩٦/٧٩	١٧٢/٤١	٣٠٤/٢٦	٢٢٥/٨٣	٥٣٠/٠٩	١٥٦/٣٠	٥٨/٩٨	٦١٥/٢٨	٢٥/٤٤	٨٤٠٧/٣٥	٢٢٢١/٦٥	٤٣/٦٠	١٠٠٠/٣١	٣٤/٤٢
محلی اصفهان	محلی اصفهان	١٢/٩١	٥٠/٦٦	٥٩/٧٤	٧٨/٣٠	١٣٨/٧	١٩٥/٨	٤١/٤٢	٤٢/٩٩	٧٥/٥٣	٣/٠٨	٢٤١١	٤٥١/٧٨	٤/٨٩	٢٤٤	١٢/٩٤
	LSD$_{٥\%}$															
اثر متقابل																
PI	PI	٧٧/٧٨	١٣٦/١١	٢١٣/٨٩	٢٨٦/١١	٢٤٤/١٧	٥٣٠/٢٨	١٥١/٣٩	٨٠/٥٦	٢٣١/٩٤	٣١/٠٠٠	٧٣٣٥/٥٦	١٣٥٥/٥٨	٤٠/٧١	٧٨٥/٧٨	٢٥/٤٧
شاخه‌دهی	IL111	٦٨/٧٠	٢٢/٠٤	٩٠/٧٤	٢٨١/٩٤	٤٨/٠٦	٣٣٠/٠٠٠	١٣٢/٧٨	١٦/٦٧	١٤٩/٤٤	٣٧/٣٣	٣٩٩٤/٢٢	٧٢٢/٢٢	٣٠/١٧	٢١٤/٠٥	١٣/٧٤
محلی اصفهان	محلی اصفهان	٧٣/٨٩	٥٨/٣٣	١٣٢/٢٢	٢٤٣/٠٦	٨٠/٨٣	٣٣٣/٨٩	١٢١/٩٤	١٥/٢٨	١٣٧/٢٢	٢٥/٦٧	٥٣٥٢/٣٤	١٩١٣/٥٨	٣٧/٤٩	٥٣٣/٤٥	٢٨/٦٨
PI	PI	٦٨/٧٠	٨٩/٤٤	١٥٨/١٥	٢٠٤/٤٤	١٢١/١١	٣٦٥/٥٦	٧٦/٧٨	٢٢/٢٢	٩٥/٠٠	٢٧/٣٣	٣٤٩١/٣٠	١٩٩٧/٥٣	٤٣/٧٣	٨٨٣/٩٦	٢٦/٥٧
تکمه‌دهی	IL111	٧٧/٧٨	٤٢/٧٨	١٢٠/٥٦	٣٧٧/٢٢	٥٥/٥٦	٤٣٢/٧٨	١٩١/٦٧	١٩/٧٢	٦١١/٣٩	٣٧/٦٧	٥٥٨٥/٠١	٨١٥/٠٦	٣٢/٨٦	٢٦٣/٤١	١٢/٣٢
محلی اصفهان	محلی اصفهان	٨١/٦٧	١٣٨/٧٠	٢٢٠/٣٧	٣٦٦/٩٤	٣٧٥/٨٣	٧٤٢/٧٨	١٩٤/١٧	٨٣/٣٣	٢٧٧/٥٠	٢٧/٣٣	١٠٢٦٣/٥٢	٢٧٤٥/٠٧	٤٥/٠٩	١٢٥٣/٤٨	٣٦/٩٣
PI	PI	٧٥/١٩	١٧١/١١	٢٤٦/٣٠	٣٣٨/٣٣	٢٦١/٣٩	٥٩٩/٧٢	١٦٠/٨٣	٨١/٦٧	٢٤٢/٥٠	٣٠/٦٧	٧٩١٥/١٧	٢١٦٧/٩٠	٤٦/٢٠	١٠٠١/٠٥	٢٥/١٤
I IL111	گلدهی	٨٩/٤٤	١٤/٢٦	١٠٣/٧٠	٣٦١/٠٠٠	٥٩/٧٢	٤١٩/٧٢	١٢٨/٠٦	٠/٨٣	١٢٨/٨٩	٣٥/٠٠٠	١٥٣٩/٦٦	٣٦٨٨/١٦	٣٦/١٥	٥٥١/١٣	٢١/٢٨
محلی اصفهان	محلی اصفهان	٧١/٣٠	٩٣/٣٣	١٦٤/٨٣	٣٠٦/٧٨	٢٢٠/٨٣	٥٣٣/٦١	١٥٢/٧٨	٧٨/٣٣	٣٣١/١١	٢٣/٣٣	٩٦٥٦/١٨	٢٤٩٧/٢٨	٤٨/٢١	١٢١٤/٠١	٣٧/٢٥
	LSD$_{٥\%}$	٢٢/٣٦	٨٧/٧٥	١٠٣/٥	١٣٥/٦	٢٤٠/٢	٣٣٩/١	٧١/٧٥	٧٤/٤٦	١٣٠/٨	٥/٣٣	٤١٧٦	٧٨٢/٣	٨/٤٨	٤٢٢/٦	٢٢/٤٢

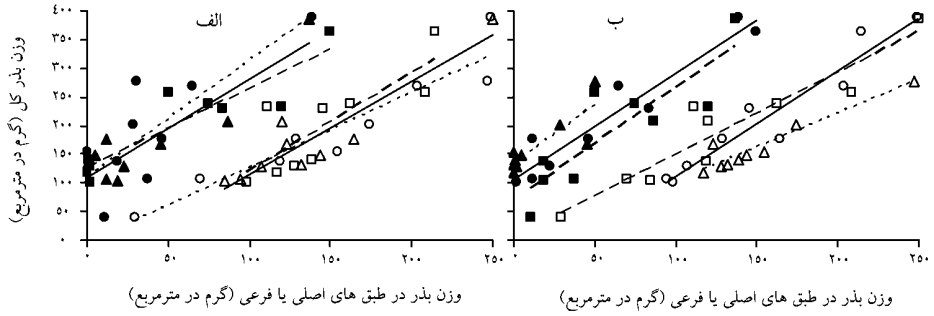
www.SID.ir

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 برازش‌یافته برای هر سطح شوری (جدول ۷) نشان می‌دهد که اعمال شوری در زمان شاخه‌دهی سبب تغییر چندانی در شیب معادله رگرسیونی برازش‌یافته برای طبق‌های اصلی و فرعی نشد، در حالی‌که اعمال شوری در زمان تکمه‌دهی سبب واگرایی و اعمال آن در زمان پرشدن دانه‌ها سبب همگرایی خطوط برازش‌یافته برای ارتباط بین وزن بذر در طبق‌های اصلی و یا فرعی با وزن کل بذور تولیدی شد (شکل ۱). به‌عبارت 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 به‌دلیل 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 بذرهای 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 (۲۰۰٤) 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) به‌دلیل 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 بذرهای تشکیل‌یافته 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. به‌عبارت دیگر در این شرایط تنش، با وجود تشکیل طبق‌های فرعی، این طبق‌ها احتمالاً

Archive of SID

www.SID.ir

به‌دلیل عدم حمایت از سوی منبع در تأمین مواد فتوسنتزی نتوانستند به سهم زیادی در عملکرد کل دست یابند. هر چند کوتروباس و همکاران (۲۰۰٤) در آزمایش خود تحت شرایط عدم تنش نتیجه‌گیری کردند که عملکرد گلرنگ احتمالاً با محدودیت مخزن مواجه می‌باشد.



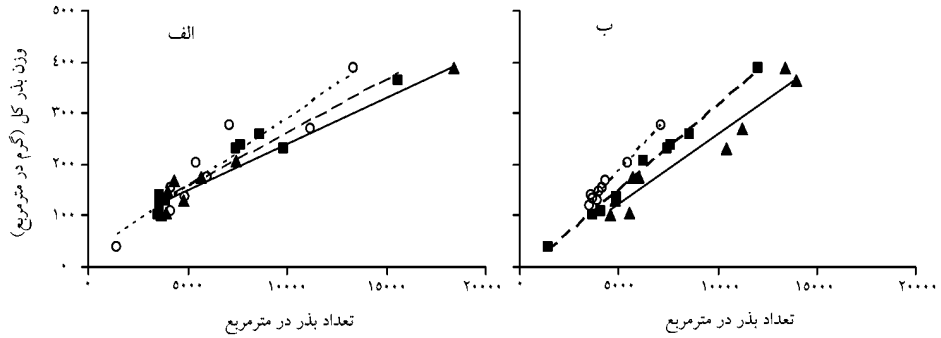
شکل ۱- رابطه بین کل وزن بذر تولیدی در واحد سطح با وزن بذر در طبق‌های اصلی (علایم توخالی) و فرعی (علایم توپر) گیاه در سطوح مختلف شوری (شکل الف) و ارقام مختلف (شکل ب). در شکل الف، تیمارهای شوری عبارتند از اعمال شوری در مراحل شاخه‌دهی (مثلث، خط راست)، تکمه‌دهی (دایره، خط نقطه‌چین) و گلدهی (مربع، خط منقطع). ارقام مورد آزمایش شامل PI (مربع، خط منقطع)، IL111 (دایره، خط نقطه‌چین). و محلی اصفهان (مثلث، خط راست) می‌باشند. معادلات خطوط وایازی در جدول ۷ ارایه شده‌اند.

یکی دیگر از اثرات شوری، تأثیرگذاری بر رابطه بین وزن طبق‌ها با تعداد بذر بود. به‌طورکلی، با افزایش تخصیص مواد به طبق‌ها و افزایش وزن آنها، تعداد بذر تولیدی نیز افزایش پیدا کرد، هر چند شیب افزایشی در زمان اعمال شوری در مرحله شاخه‌دهی بیشتر از مراحل دیگر بود (شکل ۳، جدول ۷). داده‌های جدول (٤) نشان می‌دهند که به‌رغم این موضوع، گیاهان در هر دو تیمار تنشی که بعد از تشکیل طبق‌ها اعمال شده بودند، به‌طور یکسان حدود ۳۹ درصد از ماده خشک تجمع‌یافته در طبق‌ها مربوط به بذر بود، در حالی‌که این مقدار در تیمار تنش در زمان شاخه‌دهی، ٤٤ درصد بود. به‌عبارت دیگر، هنگامی که شوری در مرحله شاخه‌دهی اعمال شد، به‌دلیل محدودیت زودهنگامی که برای گیاه ایجاد نمود سبب کاهش سهم بخش‌های غیردانه‌ای طبق شد، به‌طوری‌که در این حالت به‌ازای هر گرم وزن طبق، حدود ١٤/١ عدد بذر در این تیمار تشکیل شد، در حالی‌که این میزان در تیمارهای تنش در تکمه‌دهی و پرشدن دانه به‌ترتیب ۱۲/۹ و ۱۳/۸ عدد بذر بود. با کسر وزن کل بذر تولیدی در واحد

Archive of SID

www.SID.ir

سطح از وزن کل طبق‌ها نیز مشخص می‌شود که میزان وزن بخش‌های غیربذری طبق در تیمارهای اعمال شوری در شاخه‌دهی، تکمه‌دهی و گلدهی به‌ترتیب 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.

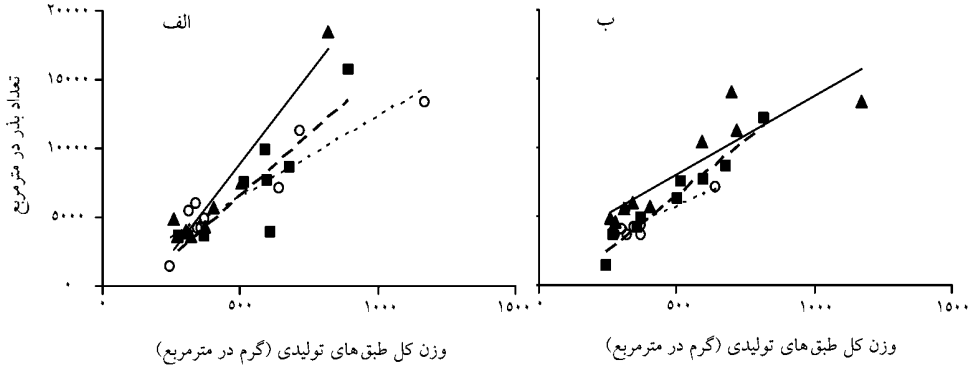


شکل ۲- رابطه بین کل تعداد بذر تولیدی در واحد سطح با وزن کل بذر در سطوح مختلف شوری (شکل الف) و ارقام مختلف (شکل ب). در شکل الف، تیمارهای شوری عبارتند از اعمال شوری در مراحل شاخه‌دهی (▲، خط راست)، تکمه‌دهی (○، خط نقطه‌چین) و گلدهی (■، خط منقطع). ارقام مورد آزمایش شامل PI (■، خط منقطع)، IL111 (○، خط نقطه‌چین).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

در حالی‌که 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 ٤). 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 به‌تبع آن از نظر وزن بذور تولیدی در کل طبق‌های گیاه بین ارقام مشاهده نشود (جدول‌های ۳ و ٤). بررسی مقادیر نسبی نشان می‌دهد که در رقم IL111، تعداد و وزن طبق‌های اصلی به‌ترتیب ۷۵ و ۸٦ درصد کل طبق‌های گیاه را شامل می‌شدند، در حالی‌که این مقادیر برای PI، به‌ترتیب ۳۵ و ۵۷ درصد و برای رقم محلی اصفهان به‌ترتیب ٤۳ و ۵۷ درصد بود. همین تشکیل بذر بیشتر در طبق‌های اصلی که ۹۲ درصد وزن

Archive of SID
www.SID.ir

کل بذرهای تولیدی را شامل می‌شد، خود یکی از دلایل اصلی برتری وزن هزاردانه رقم IL111 بود که در کل تعداد دانه کمتری تولید کرد (جدول ٤). 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 (۱۹٦۲) 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 ($r=۰/۷٤$ ،$p<۰/۰۱$) 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 وایازی در جدول ۷ ارایه شده‌اند.

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

Archive of SID

www.SID.ir

بذور به وزن بذور طبق‌های اصلی و فرعی در رقم محلی اصفهان یکسان می‌باشد، در حالی‌که 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 به‌تبع 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 ٤) 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 ٤). به‌منظور تعیین دقیق‌تر واکنش ارقام به زمان اعمال شوری، برش‌دهی اثر متقابل ارقام در هر سطح شوری انجام شد (سلطانی، ۲۰۰٦) و بدین‌ترتیب مشخص شد که عمده تفاوت بین ارقام به واکنش آنها به شوری اعمال شده در زمان تکمه‌دهی برمی‌گردد (جدول ٥) 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 ٦). 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 (۷/٥ 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

Archive of SID

www.SID.ir

بالاتری نسبت به دو رقم دیگر داشت که نشان‌دهنده تخصیص بیشتر مواد در این رقم به بخش زایشی و تولید دانه می‌باشد (جدول ٤). در آزمایش کوتروباس و همکاران (٢٠٠٤) نیز تفاوت ارقام از نظر شاخص برداشت مشاهده شد و برترین ارقام شاخص برداشتی معادل ٣٥ درصد داشتند که تقریباً مشابه شاخص برداشت رقم محلی اصفهان در این آزمایش (٣٤ درصد) می‌باشد. هر چند فرید و احسان‌زاده (٢٠٠٦) بین ارقام مورد آزمایش خود تفاوتی از نظر شاخص برداشت مشاهده نکردند.

جدول ٥- 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 طبق‌های اصلی	وزن بذر در کل طبق‌ها	تعداد بذر (در مترمربع)
شاخه‌دهی	٢	١٧٥٠/٢٩٨^{ns}	٢٣٤٨٦^{ns}	١٦٩٤٢١٦٥^{ns}
تکمه‌دهی	٢	٢٨٨٧٧/٠٠٠**	٥١٢٢٣*	٧٠٩٩٤٩٨٥*
گلدهی	٢	١٣٣٠/٦٥٥^{ns}	١٥٩٢٩^{ns}	٥٦٥١٥٨٨٩*

^{ns}، * و **به‌ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح ٠/٠٥ و ٠/٠١ می‌باشند.

در وضعیتی که تنش در زمان تکمه‌دهی اعمال شد، تعداد و وزن بذر در رقم محلی اصفهان نسبت به رقم PI به‌ترتیب ١٩٢/٥ و ١٩٢/١ درصد بیشتر بود، در حالی‌که برتری آن نسبت به رقم IL111 برای تعداد بذر ٨٢/٩ درصد و برای وزن کل دانه‌ها ٣١/٣ درصد بود. دلیل این کاهش تفاوت نسبت به رقم IL111، تشکیل تعداد دانه بیشتر و وزن هزاردانه بالاتر رقم IL111 می‌باشد (جدول‌های ٤ و ٦). در حالی‌که با توجه به شاخص برداشت بسیار پائین رقم IL111 در مقایسه با دو رقم دیگر (جدول ٤)، 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 تحت‌تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (احسان‌زاده و زارعیان‌بغدادی، ٢٠٠٣). 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 به‌تبع آن

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش وزن بذرهای 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 ٤).

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 جزیی سبب شد که عملکرد نهایی در این تیمار به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر زمان‌های اعمال تنش باشد (جدول ٤). عدم تفاوت معنی‌دار شاخص برداشت بین زمان‌های اعمال شوری (جدول ٤) 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. به‌عبارت دیگر در زمان اعمال تنش مقدار تخصیص مواد کمتر از فتوسنتز و تولید مواد تحت‌تأثیر 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 ٦- مقایسه میانگین صفات وزن و تعداد بذر تولیدی در هر سطح اعمال شوری.

سطوح تیمار		وزن بذر در متر مربع (گرم)		تعداد بذر (در متر مربع)
اعمال شوری	رقم	طبق اصلی	کل	
شاخه‌دهی	PI	۱۵۱/۳۹^{a}	۲۳۱/۹٤^{a}	۷۳۳۵/۵٦^{a}
	IL111	۱۳۲/۷۸^{a}	۱٤۹/٤٤^{a}	۳۹۹٤/۲۲^{a}
	محلی‌اصفهان	۱۲۱/۹٤^{a}	۱۳۷/۲۲^{a}	۵۳۵۲/۳٤^{a}
تکمه‌دهی	PI	۷۲/۷۸^{b}	۹۵/۰۰^{c}	۳٤۹۱/۳۰^{b}
	IL111	۱۹۱/٦۷^{a}	۲۱۱/۳۹^{ab}	۵۵۸۵/۰۱^{b}
	محلی‌اصفهان	۱۹٤/۱۷^{a}	۲۷۷/۵۰^{a}	۱۰۲۱۳/۵۲^{a}
گلدهی	PI	۱٦۰/۸۳^{a}	۲٤۲/۵۰^{a}	۷۹۱۵/۱۷^{a}
	IL111	۱۲۸/۰٦^{a}	۱۲۸/۸۹^{a}	۳٦۸۸/۱٦^{b}
	محلی‌اصفهان	۱۵۲/۷۸^{a}	۲۳۱/۱۱^{a}	۹٦۵٦/۱۸^{a}

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

Archive of SID

www.SID.ir

هزینه‌های اضافی گیاه در زمان مواجه شدن با تنش شوری، مانند هزینه تعدیل اسمزی[1] 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 ٤). 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 ($r=۰/۹۷^{**}$؛ $n=۲۷$) و درصد روغن ($r=۰/۸۰^{**}$؛ $n=۲۷$) وجود داشت. این یافته‌ها و نیز همبستگی مثبت عملکرد دانه با بیومس کل و تعداد طبق تولیدی، در راستای نتایج امیدی‌تبریزی و همکاران (۱۹۹۹) است که تجزیه علیت برروی 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 ٤). در حالی‌که 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 ۱۲/٤ درصد عملکرد روغن بیشتری نسبت به PI تولید نمود. مطالعات یوری و همکاران (۱۹۷۲)، راشدمحصل و بهدانی (۱۹۹۵) و مجدنصیری 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 ٤)، 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، ۱۹۷٤)

1- Osmotic Adjustment

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- عرض از مبداء، شیب و ضرایب تبیین خطوط رگرسیونی برازش‌یافته بین اجزاء مختلف عملکرد. شکل کلی معادله رگرسیونی خطی به‌صورت y=a+bx می‌باشد که در آن y متغیر وابسته، x متغیر مستقل و a و b ضرایب رگرسیونی می‌باشند.

اعمال شوری	a	b	ضریب تبیین	ارقام	a	b	ضریب تبیین
متغیر مستقل= وزن بذر در طبق‌های اصلی (گرم در مترمربع)؛ متغیر وابسته= وزن بذر کل (گرم در مترمربع) (شکل ۱)							
گلدهی	-۵۳/۰۵۲	۱/۷۲٤٥	۰/٦۸	PI	٦/٦٥۸۸	۱/٤۲۷۲	۰/۸۹
تکمه‌دهی	-٦/۰٤۱٦	۱/۳۱۲۷	۰/۸۹	IL111	۱٤/۷۹٤	۱/۱۸۰۳	۰/۹۰
شاخه‌دهی	-٤٦/٥٤٦	۱/٦۲۰۹	۰/۸٥	محلی‌اصفهان	۷۲/۰۷۹	۱/۸۳۸٥	۰/۹۲
متغیر مستقل= وزن بذر در طبق‌های فرعی (گرم در مترمربع)؛ متغیر وابسته= وزن بذر کل (گرم در مترمربع) (شکل ۱)							
گلدهی	۱۲۷/۲۲	۱/۳۷۳	۰/۸۳	PI	٦۹/۲٦	۱/۹٦۰۸	۰/۷٤
تکمه‌دهی	۱۰۹/٦۸	۲/۰۳٤۳	۰/٦٥	IL111	۱۳٤/۱۹	۱/۹۹۸٦	۰/۷۰
شاخه‌دهی	۱۰۸/۱٥	۱/۷۲٦	۰/۸۲	محلی‌اصفهان	۱۰٦/٥۱	۱/۸٤٤۱	۰/۹۲
متغیر مستقل= تعداد بذر در مترمربع؛ متغیر وابسته= وزن بذر کل (گرم در مترمربع) (شکل ۲)							
گلدهی	٥٥/۱۷٦	۰/۰۲۰٥	۰/۹٤	PI	-۱٦/٦۷٥	۰/۰۳۳۱	۰/۹۹
تکمه‌دهی	۲٥/۲٤۳	۰/۰۲٦۳	۰/۸۸	IL111	-۲۲/٥۲	۰/۰٤۲	۰/۹۷
شاخه‌دهی	٦۱/۷٥٦	۰/۰۱۷۹	۰/۹٥	محلی‌اصفهان	-۱۰/۲٤۳	۰/۰۲٦۸	۰/۹۳
متغیر مستقل= وزن کل طبق‌های تولیدی (گرم در مترمربع)؛ متغیر وابسته= تعداد بذر در مترمربع (شکل ۳)							
گلدهی	-۲۳۱۲/۳	۱۷/٥۲	۰/۷٦	PI	-۱٥۳۷/۲	۱٦/۰٤٤	۰/۹٦
تکمه‌دهی	٦۰۸/۱	۱۱/٦۳٥	۰/۸٦	IL111	۱۲٥۱/۷	۸/۸۰۳٤	۰/٦۸
شاخه‌دهی	-٤۱۰۲/۹	۲٦/۱۲۸	۰/۹۳	محلی‌اصفهان	۲۳۷۰/۲	۱۱/۳۸۹	۰/۷۹

در کل چنین به نظر می‌رسد که زمان تکمه‌دهی گیاه یکی از حساس‌ترین مراحل رشدی گیاه گلرنگ به تنش شوری می‌باشد و ارقامی که بتوانند ماده خشک بیشتری به بخش‌های زایشی خود تخصیص داده و طبق‌های فرعی بیشتری را تشکیل داده و بارور سازند، از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به تنش اعمال شده برخوردار بوده و قادر به تولید عملکرد دانه و روغن بیشتری در این شرایط می‌باشند. گرچه ارقام خارجی ممکن است تحت شرایط مطلوب نمود بهتری داشته و عملکرد بیشتری تولید نمایند، ولی تحت تنش‌های 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 کرده‌اند، برتری قابل‌ملاحظه‌ای نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

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 به‌دلیل 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 tinectorius* 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 tinectorius* 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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: Groebbelen, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 2 (4): 113-134
www.ejcp.info

Responses of yield and yield components of three safflower (C*arthamus tinectorious* L.) spring cultivars to salinity induced at different growth stages

***M. Jami Alahmadi[1], M.A. Behdani[1] and A. Rahimi[2]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, [2]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^{-1}. 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 producea reasonable seed and oil yields.

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

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

Archive of SID
www.SID.ir