"مجله علوم زراعی ایران"
جلد شانزدهم، شماره۳، پاییز ۱۳۹۳

ارزیابی تنوع و تحمل به خشکی در نسل F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius* L.) و وحشی (*C. oxyacanthus* L.)

Evaluation of variation and drought tolerance in F_3 generation of a cross between domesticated (*Carthamus tinctorius* L.) and wild (*C. oxyacanthus* L.) safflower species

فاطمه مصطفائی[۱]، آقا فخر میرلوحی[۲]، قدرت‌اله سعیدی[۳]، محمدرضا سبزعلیان[۴]، پروانه عسگری‌نیا[۵] و مهدی قیصری[۶]

چکیده

مصطفایی، ف.، آ.ف. میرلوحی، ق. سعیدی، م. ر. سبزعلیان، پ. عسگری نیا و م. قیصری. ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع و تحمل به خشکی در نسل F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius* L.) و وحشی (*C. oxyacanthus* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۶(۳): ۱۸۰-۱۶۵.**

گلرنگ با کیفیت بالای روغن **دانه و تحمل زیاد به تنش‌های محیطی در تولید دانه‌های روغنی از اهمیت خاصی برخوردار است. گونه‌های وحشی خویشاوند تلاقی‌پذیر یکی از منابع ژن‌های مفید برای بهبود ارقام زراعی در این گیاه به شمار می‌آیند. این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تحمل به خشکی ۴۱ فامیل F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius* L.) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus* L.) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط تنش و عدم تنش خشکی انجام شد. وراثت پذیری عمومی بالایی برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تک بوته در این جمعیت، مشاهده شد. بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به صفت عملکرد دانه تک بوته در شرایط تنش و عدم تنش (به ترتیب ۴۱ و ۳۶ درصد) بود. نمودار توزیع فراوانی صفات بیانگر تفکیک متجاوز در بین فامیل‌های F_3 مورد ارزیابی در هر دو جهت و در هر دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی برای اکثر صفات بود. وجود اثر متقابل معنی‌دار فامیل و محیط در همه صفات بیانگر واکنش متفاوت فامیل‌ها در بروز این صفات در محیط‌های مختلف رطوبتی بود. فامیل ۳۶ که دارای عملکرد بالایی در هر دو شرایط محیطی و کاهش عملکرد پایین در اثر تنش بود، به عنوان برترین فامیل شناسایی شد. نتایج این آزمایش نشان داد که می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از گلرنگ وحشی *C. oxyacanthus* L. جهت بهبود بعضی از صفات ژنوتیپ‌های زراعی گلرنگ و تولید لاین‌های متحمل به خشکی بهره‌برداری کرد.**

واژه‌های کلیدی: تفکیک متجاوز، تنش خشکی، تنوع ژنتیکی و گلرنگ وحشی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲ این مقاله مستخرج از رساله کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)(پست الکترونیک: mirlohi@cc.iut.ac.ir)
۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۴- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۵- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۶- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

مقدمه

تنش خشکی در بین تنش‌های محیطی بیشترین اثر منفی را بر تولید گیاهان زراعی دارد (Karkanis *et al*., 2011). گیاه گلرنگ با کیفیت بالای روغن، تحمل نسبتا بالا به شوری، خشکی و سرمای زمستانه، از اهمیت خاصی برای تولید دانه‌های روغنی کشور برخوردار است (Zeinali, 2001). بومی بودن این گیاه و سازگاری آن با شرایط اقلیمی ایران از جمله امتیازات گیاه گلرنگ می‌باشد، بطوریکه علاوه بر گونه زراعی، گونه‌های وحشی آن نیز در مناطقی از کشور یافت می‌شوند (Khajehpour, 2005). گونه‌های وحشی گلرنگ به عنوان منبع مهم از ژن‌های مطلوب برای بهبود بسیاری از صفات مهم نظیر مقاومت به آفات و بیماری‌ها، افزایش تحمل به خشکی و شوری، بهبود کیفیت روغن و حتی افزایش عملکرد محسوب می‌شوند (Hajjar and Hodgkin, 2007).

ژن‌های مقاومت به اسیدیته بالا از گونه *Oryza rufipogon* L. به برنج زراعی منتقل شده است (Brar and Khosh, 1983). در جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.) که نزدیکترین خویشاوند جو زراعی (*Hordeum vulgare* L.) می‌باشد، آلل‌هایی برای عملکرد بهتر تحت شرایط تنش خشکی یافته شده است (Baum *et al*., 2003; Talame *et al.,* 2004). مجیدی و همکاران (Majidi *et al*., 2011) گزارش نمودند که گونه وحشی *C. oxyacanthus L.* از پایداری عمومی بالایی تحت شرایط تنش خشکی برخوردار است و از این رو می‌تواند به عنوان منبع ژنی مفیدی برای انتقال ژنهای مقاومت به خشکی به گونه اهلی باشد. یک روش کارآمد برای انتقال این صفات از گونه‌های وحشی به گونه‌های زراعی تلاقی‌های بین گونه‌ای است. با استفاده از این روش میزان تنوع ژنتیکی افزایش می‌یابد که از این تنوع می‌توان در جهت پیشبرد برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. اشری و نولز (Ashri and Knowles, 1960) تلاقی بین گونه‌ای *C. tinctorius* L. و *C. oxyacanthus* L. (2n=24) را گزارش کردند.

گونه وحشی *C. oxyacanthus* L. در مقایسه با گلرنگ اهلی تحمل بیشتری به تنش خشکی دارد و اگرچه امکان تلاقی آن با گلرنگ اهلی وجود دارد، ولی تاکنون گزارشی مبنی بر انتقال این صفت به نتاج و بررسی تحمل به تنش خشکی در نسل‌های در حال تفرق حاصل از این تلاقی در دسترس نمی‌باشد. تحقیق حاضر با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و تحمل به خشکی فامیل‌های F_3 حاصل از این تلاقی در مقایسه با دو والد اهلی و وحشی در دو محیط رطوبتی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

یک بوته هیبرید F_1 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای C111 (یک ژنوتیپ زراعی از گونه *Carthamus tinctorius* L.) و $Isfahan_{II}$ (یک نمونه از گلرنگ وحشی *C. oxyacanthus* L.)، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد در سال زراعی ۱۳۸۷، خودگشن شد (Sabzalian *et al*., 2010). ۴۱ بذر F_2 حاصل از این خودگشنی به طور جداگانه در سال زراعی ۱۳۸۸ کشت شدند و بذور F_3 حاصل از هر بوته F_2 به‌طور جداگانه برداشت شدند. ژنوتیپ زراعی والدینی (C111) در آزمایش ابوالحسنی و سعیدی (Abolhasani and Saeidi, 2006) تحت تاثیر تنش، کاهش عملکرد نشان داد و میزان حساسیت آن به خشکی ۷/۱ درصد برآورد گردید. تاکنون در مورد نمونه گونه وحشی ($Isfahan_{II}$) مطالعه‌ای در خصوص تحمل به تنش خشکی صورت نگرفته بود، اما مجیدی و همکاران (Majidi *et al*., 2011) گزارش نمودند که گونه وحشی *C. oxyacanthus* L. از پایداری عمومی بالایی تحت شرایط تنش خشکی برخوردار است.

در این آزمایش ۴۱ فامیل F_3 حاصل از این تلاقی همراه با دو والد در قالب طرح بلوک‌های کامل

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

تصادفی با سه تکرار در دو محیط رطوبتی عدم تنش و تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر فامیل در یک ردیف دو متری با فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر و فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر کشت شد. این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در عرض جغرافیایی ۲۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی انجام شد. ارتفاع محل اجرای آزمایش از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان خشک می‌باشد. متوسط بارندگی و درجه حرارت منطقه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴ درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک محل آزمایش لومی رسی بوده و وزن مخصوص ظاهری لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک حدود ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب، میانگین اسیدیته خاک ۷/۵، هدایت الکتریکی آن حدود ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر و رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه ۲۲ درصد وزنی است.

محیط‌های رطوبتی مورد استفاده شامل محیط بدون تنش با اعمال ضریب MAD (Management Allowed Depletion): متوسط کسری از کل آب در دسترس که می‌تواند از عمق توسعه ریشه تخلیه شود بدون اینکه به گیاه تنشی وارد شود) برابر با۵±۵۰ درصد و محیط تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD برابر با ۵±۸۵ درصد بود. تیمار تنش رطوبتی پس از مرحله شروع تشکیل تکمه صورت گرفت. در طی دوره رشد برای دو محیط رطوبتی مقدار تبخیر-تعرق با استفاده از رابطه پنمن– مانتیس- فائو محاسبه شد و زمان تقریبی آبیاری تخمین زده شد. برای تعیین حجم آب مورد نیاز در هر دور آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری از خاک تا عمق توسعه ریشه (۶۰ سانتی‌متری) انجام گرفت و بر اساس درصد رطوبت وزنی خاک، حجم آب آبیاری (V_{irrig}) بر حسب لیتر از رابطه یک محاسبه شد.

$$V_{irrig}= [(\theta_{Fc}-\theta_{avg})\times \rho \times D \times A] / 10 \quad (۱)$$

θ_{Fc} = رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی در عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری(درصد)، θ_{avg}= میانگین رطوبت وزنی لایه‌های مختلف خاک تاعمق ۶۰ سانتی‌متری قبل از آبیاری (درصد)، D= عمق فعال توسعه ریشه برابر ۶۰ سانتی‌متر، ρ = وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و A سطح کرت بر حسب متر مربع می‌باشد. برای اندازه‌گیری میزان آب ورودی به کرت‌ها از فلوم SW شماره ۴ استفاده شد که دبی آب عبوری از آن با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$Q=0.0294 \quad H^{2.102} \quad (۲)$$

Q برابر دبی آب ورودی (لیتر در ثانیه) و H ارتفاع آب روی شاخص فلوم برحسب سانتی‌متر می‌باشد.

در هر واحد آزمایشی تعداد ۱۰ بوته تصادفی با حذف اثر حاشیه انتخاب و صفات فنولوژیک (تعداد روز تا آغاز گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی)، مورفولوژیک (ارتفاع بوته و تعداد انشعاب در بوته)، اجزای عملکرد (تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) و عملکر دانه تک بوته در آنها اندازه‌گیری گردید.

با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات، واریانس ژنتیکی و فنوتیپی صفات مختلف برآورد گردید و سپس قابلیت توارث و ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی محاسبه گردید. جهت برآورد وراثت پذیری صفات از رابطه $h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2+\sigma_e^2/r}$ استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها به صورت تجزیه مرکب و بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

توزیع فراوانی اکثر صفات مورد مطالعه در بین فامیل‌های F_3، دارای تنوع پیوسته بود و تفکیک متجاوز

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

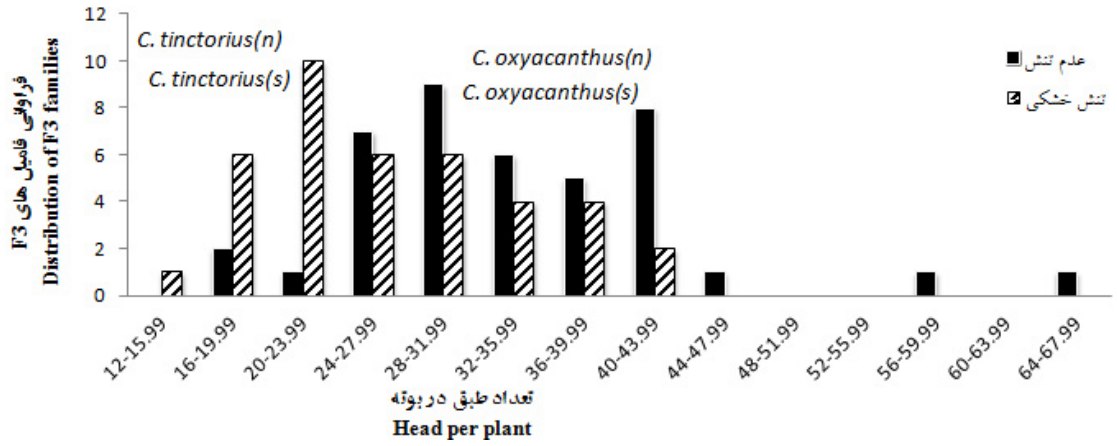
برای تمامی صفات مشاهده شد (شکل‌های ۱-۴). این موضوع نشان‌دهنده چند ژنی بودن صفات و وجود آلل‌های تاثیرگذار بر این صفات در هر دو والد اهلی و وحشی است، به‌طوری که ترکیبات جدید آللی در نتاج حاصل از تلاقی باعث افزایش و یا کاهش این صفات نسبت به والدین گردید.

نتایج آمار توصیفی صفات اندازه‌گیری شده در فامیل‌های F_3 در شرایط تنش و عدم تنش خشکی نشان داد که دامنه تغییرات برای صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی کمتر بود (جدول ۱). به عنوان مثال دامنه تغییرات برای صفت عملکرد دانه تک بوته در محیط عدم تنش بین ۱۹-۴ گرم و در شرایط تنش بین ۸/۴-۱/۱۸ گرم متغیر بود. نتایج بررسی ضرایب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی نشان دهنده تنوع در بین فامیل‌های F_3 گلرنگ در هر دو محیط تنش و عدم تنش از نظر صفات مهم زراعی ـ مورفولوژیک بود. در هر دو شرایط بیشترین تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به صفت عملکرد دانه تک بوته و کمترین تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی بود (جدول ۱). برآورد وراثت‌پذیری صفات در هر دو محیط نشان داد که اکثر صفات دارای وراثت‌پذیری عمومی بالایی بودند. در هر دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی بیشترین وراثت‌پذیری عمومی مربوط به وزن هزار دانه (۹۳ و ۹۵ درصد) و تعداد دانه در طبق (۹۱ و ۹۳ درصد) بود. کمترین وراثت‌پذیری در شرایط عدم تنش مربوط به تعداد انشعاب در بوته (۸۶ درصد) و در محیط تنش متعلق به تعداد روز تا گلدهی (۸۱ درصد) بود. وراثت‌پذیری عمومی بالا برای صفات مورد ارزیابی بویژه عملکرد دانه و اجزای آن بیانگر این است که بیشتر تنوع فنوتیپی مشاهده شده تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده است. وجود تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا برای پیشرفت ژنتیکی ناشی از انتخاب در برنامه‌های اصلاحی از ضروریات می‌باشد (Falconer and Mackay, 1966). با مقایسه کلی بین دو سطح تنش و عدم تنش می‌توان نتیجه گرفت که تنش خشکی دامنه تغییرات، تنوع و وراثت‌پذیری اکثر صفات را کاهش داده است، از این‌رو می‌توان گفت که تنش خشکی یک محدودیت برای بروز تنوع ژنتیکی بالقوه است و می‌تواند بازده انتخاب را کاهش دهد. توکلی و همکاران (Tavakoli *et al.,* 2012) نیز در بررسی تحمل به خشکی توده‌های گلرنگ گزارش داد که تنش خشکی باعث کاهش ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی و وراثت‌پذیری اکثر صفات می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای دو محیط نشان داد که تفاوت بین فامیل‌های F_3 از نظر همه صفات معنی‌دار بود(جدول ۲). این موضوع نشانگر وجود تنوع ژنتیکی برای صفات زراعی مورد بررسی و امکان گزینش برای این صفات در میان فامیل‌های مورد مطالعه می‌باشد. تنش رطوبتی روی همه صفات تاثیر بسیار معنی‌داری داشت. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای همه صفات بسیار معنی‌دار بود که بیانگر واکنش متفاوت فامیل‌ها در بروز این صفات در محیط‌های مختلف بود.

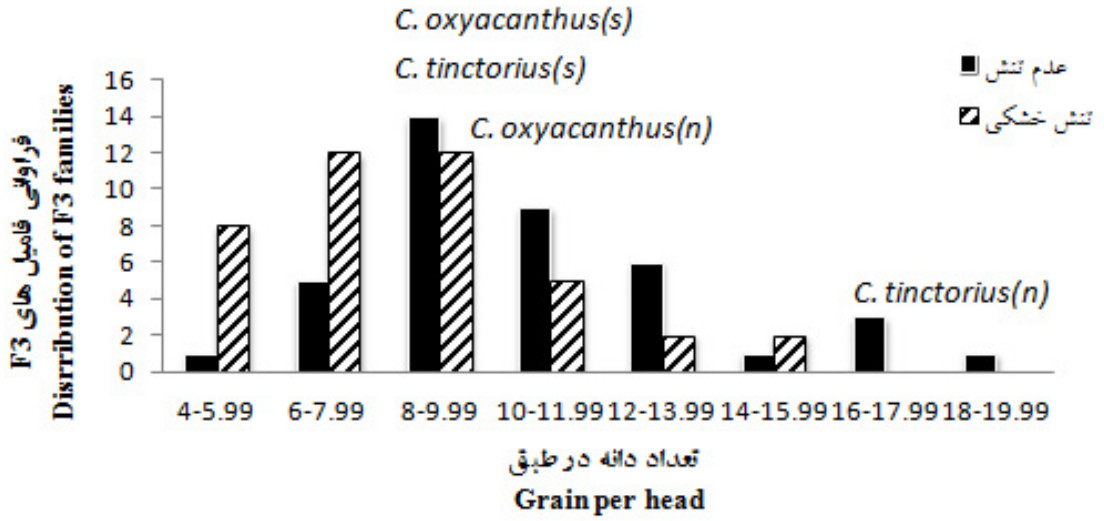
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین فامیل‌ها برای تعداد روز تا گلدهی معنی‌دار بود. تنش رطوبتی تاثیر بسیار معنی‌داری بر تعداد روز تا گلدهی داشت (جدول ۲). میانگین این صفت برای فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۹۴/۲۸، ۸۴ و ۹۴ در شرایط عدم تنش و ۸۸، ۸۰ و ۹۳ در شرایط تنش بود. میزان کاهش این صفت بر اثر تنش در بین فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۶/۷، ۴/۷۶ و یک درصد بود (جدول ۳). گزارش شده است که در مراحل نمو گیاه، حتی تنش بسیار جزئی می‌تواند منجر به تحریک رشد زایشی و گلدهی شود (Kafi and Damghani, 2000). در آزمایش حاضر نیز اعمال تنش در مرحله تشکیل تکمه باعث گردید که گیاهان زودتر وارد مرحله زایشی شوند. ابوالحسنی و سعیدی (Abolhasani and Saeidi, 2006) و توکلی و همکاران (Tavakoli *et al.,* 2012) گزارش کردند که

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]



شکل ۱- توزیع فراوانی فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius*) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus*) در دو محیط تنش خشکی و عدم تنش برای صفت تعداد طبق در بوته

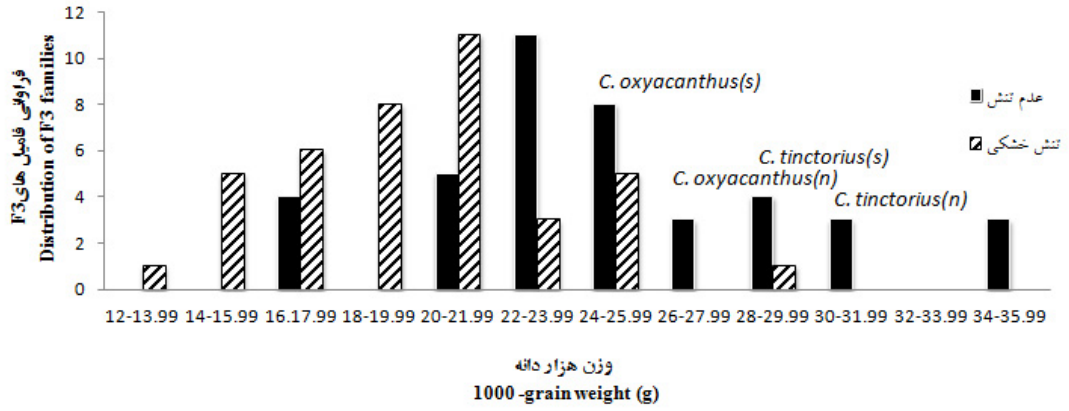
Fig. 1. Distribution of F_3 families derived from a cross between cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C.oxyacanthus*) species in drought stress and normal condition for number of head per plant



شکل ۲- توزیع فراوانی فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius*) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus*) در دو محیط تنش خشکی و عدم تنش برای صفت تعداد دانه در طبق

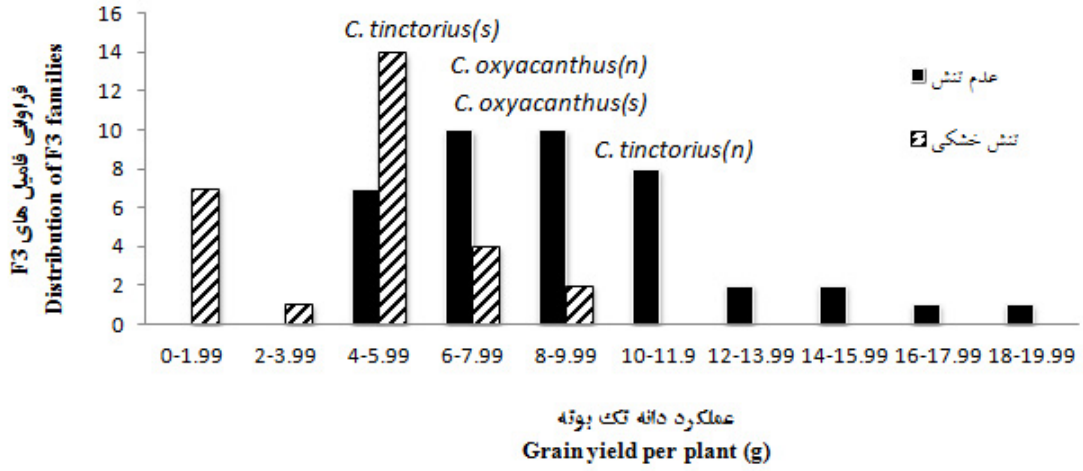
Fig. 2. Distribution of F_3 families derived from a cross between cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C.oxyacanthus*) species in drought stress and normal condition for number of grain per head

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]



شکل ۳- توزیع فراوانی فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius*) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus*) در دو محیط تنش خشکی و عدم تنش برای صفت وزن هزار دانه

Fig. 3. Distribution of F_3 families derived from a cross between cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C.oxyacanthus*) species in drought stress and normal condition for 1000-grain weight



شکل ۴- توزیع فراوانی فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius*) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus*) در دو محیط تنش خشکی و عدم تنش برای صفت عملکرد دانه تک بوته

Fig. 4. Distribution of F_3 families derived from a cross between cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C.oxyacanthus*) species in drought stress and normal condition for grain yield per plant

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

جدول ۱- آمار توصیفی صفات گیاهی در فامیل‌های F3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius*) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus*) در شرایط تنش خشکی و عدم تنش

Tabel 1. Descriptive statistics for plant characteristics in F3 families derived from a cross between cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C.oxyacanthus*) species in drought stress and normal condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	حداقل Minimum		حداکثر Maximum		ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation (%)		ضریب تنوع ژنتیکی Genotypic coefficient of variation (%)		وراثت‌پذیری عمومی Heritability (%)	
		عدم تنش Normal	تنش Stress	عدم تنش Normal	تنش Stress	عدم تنش Normal	تنش Stress	عدم تنش Normal	تنش Stress	عدم تنش Normal	تنش Stress
Days to flowering	روز تا گلدهی	84	80	108	96	7.09	5.2	6.6	4.71	87	81
Days to physiological maturity	روز تا رسیدگی	118	113	138	125	3.02	3	2.8	2.78	87	86
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	70.35	69.8	110	104.5	11.54	9.1	10.9	8.6	90	89
Number of branches plant $^{-1}$	تعداد انشعاب	5.5	4.9	11.8	10.5	19.20	13.9	17.8	12.52	86	83
Number of head plant $^{-1}$	تعداد طبق در بوته	13.7	12.7	66.67	43.33	29.60	29.3	27.8	27.24	88	86
Number of grain head^{-1}	تعداد دانه در طبق	5.9	4.3	18.79	15.08	30.34	29.26	29.26	27.84	93	91
1000-grain weight (g)	وزن هزار دانه	16	12.37	35.85	29.9	18.07	18.88	17.64	18.18	95	93
Grain yield plant $^{-1}$ (g)	عملکرد دانه تک بوته	4.24	1.18	19.37	8.04	37.09	43.07	35.52	40.97	92	90

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد در فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius*) و گلرنگ وحشی (*C. oxyacanthus*) تحت شرایط تنش خشکی عدم تنش

Tabel 2. Combined analysis of variance for phenological, morphological, grain yield and yield components traits in F_3 families derived from a cross between cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C. oxyacanthus*) species in drought stress and normal condition

			میانگین مربعات (MS)							
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	انشعاب در بوته Branches plant $^{-1}$	طبق در بوته Head plant $^{-1}$	دانه در طبق Grain head $^{-1}$	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield
Place	محیط	1	2346.06**	8059.55**	2356.32**	17.82**	3237.96**	351.23**	1513.71**	1601.57**
Block (Place)	بلوک (محیط)	4	175.22	108.40	106.94	8.64	252.03	2.632	25.88	14.03
Family	فامیل	42	136.63**	48.80**	332.56**	9.35**	343.8**	35.21**	82.12**	24.67**
Place×Family	فامیل×محیط	42	60.37**	34.62**	181.16**	2.90**	125.57**	16.23**	22.56**	17.63**
Error	خطای آزمایشی	168	14.95	5.75	27.44	0.924	29.44	2.02	3.02	1.81

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Not-significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

جدول ۳- جدول مقایسه میانگین فامیل‌های F_3، والد اهلی و وحشی و میزان کاهش هر صفت در شرایط بدون تنش در مقایسه با شرایط تنش خشکی

Table3. Mean Comparison of F_3 families, cultivated parent and wild parent and percent of reduction per trait in the normal compared with drought stress condition

		عدم تنش Normal			تنش Stress			میزان کاهش صفت Percent of trait reduction (%)		
Plant characteristics	صفات گیاهی	فامیل‌های F_3 F_3 families	والد اهلی Cultivated parent	والد وحشی Wild parent	فامیل‌های F_3 families F_3	والد اهلی Cultivated parent	والد وحشی Wild parent	فامیل‌های F3 F_3 families $_3$	والد اهلی Cultivated parent	والد وحشی Wild parent
Days to flowering	روز تا گلدهی	94.28	84	94	88	80	93	6.7	4.76	1
Days to physiological maturity	روز تا رسیدگی	129	128	134	118	120	122	8.58	6.25	8.96
Plant height	ارتفاع بوته	91.3	97	82	87.73	89.53	99.5	7.21	7.7	21.37
Number of branches plant $^{-1}$	تعداد انشعاب	8.65	6/9	6.77	8.12	5.83	6.74	6.12	15	1
Number of head plant $^{-1}$	تعداد طبق در بوته	33.95	13.67	34.33	26.55	12.67	33.67	21.77	7	1.92
Number of grain head $^{-1}$	تعداد دانه در طبق	10.77	16.67	9.76	8.55	9	8.58	20.61	45.65	12
1000-grain weight	وزن هزار دانه	24.7	31.55	27.45	19.32	29.9	24.31	20	5.23	21.54
Grain yield plant $^{-1}$	عملکرد دانه تک بوته	9	9.79	7.34	3.96	4	6.17	56	59	16

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

تنش رطوبتی منجر به کاهش صفت تعداد روز تا گلدهی در ژنوتیپ‌های گلرنگ می‌گردد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از لحاظ تعداد روز تا رسیدگی بین فامیل‌های F_3 در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت . این صفت به طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش رطوبتی نیز قرار گرفت (جدول ۲). میانگین تعداد روز تا رسیدگی برای فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۱۲۹، ۱۲۸ و ۱۳۴ روز در شرایط عدم تنش و ۱۱۸، ۱۲۰و ۱۲۲ روز در شرایط تنش بود. تنش خشکی باعث کاهش ۸/۵۸، ۶/۲۵ و ۸/۹۶ درصدی میانگین تعداد روز تا رسیدگی به ترتیب در بین فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی گردید (جدول ۳). آثار سوء خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه متفاوت است و بیشترین تاثیر را در مرحله‌ای که گیاه به بیشترین میزان آب نیاز دارد، ایجاد می‌کند. بنابراین دوره بحرانی گیاه در صورتی که منطبق بر دوره خشکی معمول در منطقه نباشد، فرار از تنش خشکی تلقی خواهد شد و تا حد امکان از میزان خسارت وارده کاسته می‌شود. بنابراین زودرسی از صفاتی است که گیاه بوسیله آن می‌تواند از تنش خشکی آخر فصل اجتناب نماید. البته بین زودرسی و عملکرد بالقوه عموماً رابطه معکوس وجود دارد، بدین دلیل در برنامه‌های به‌نژادی نباید دوره رشد از مقدار مورد نیاز کوتاه‌تر شود (Arona *et al*., 2002). در این پژوهش نیز زمان رسیدگی فامیل‌ها در شرایط تنش، برای فرار از تنش خشکی، کوتاه‌تر بود. در آزمایش نادری باغشاهی و همکاران (Naderi Baghshahi *et al*., 2003) روی گلرنگ طی دو سال متوالی اثر رژیم آبیاری بر تعداد روز تا رسیدگی در هر دو سال معنی‌دار گردید و با افزایش شدت تنش تعداد روز تا رسیدگی نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. تسریع در رسیدگی گلرنگ به‌واسطه کمبود آب توسط مظفری و اسدی (Mozaffari and Asadi, 2006) نیز گزارش شده است.

فامیل‌های مورد ارزیابی از نظر ارتفاع بوته دارای تفاوت معنی‌داری بودند. این صفت تحت تاثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). میانگین ارتفاع بوته برای فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۹۱/۳۲، ۹۷ و ۸۲ در شرایط عدم تنش و ۸۴/۷۳، ۸۹/۵۳ و ۹۹/۵ سانتی‌متر در شرایط تنش بود. فامیل‌های F_3 و والد اهلی به ترتیب ۷/۲۱ و ۷/۷ درصد کاهش ارتفاع در شرایط تنش داشتند، اما در والد وحشی نه تنها کاهش ارتفاع مشاهده نشد، بلکه میزان آن ۲۱/۳۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). اولین قسمتی که در اثر تنش خشکی در گیاه آسیب می‌بیند رشد سلولی است. کاهش پتانسیل آب در سلول‌های گیاهی باعث کاهش پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن و رشد سلول می‌شود. بنابراین اندازه سلول تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد و باعث کوتاه ماندن ارتفاع گیاه می‌شود (Farid, 2004)، اما در والد وحشی یکی از عللی که تنش نتوانسته است بر ارتفاع بوته تاثیر منفی بگذارد، میتواند این باشد که این گیاه به شرایط بیشبود آب عادت نداشته و بطور وحشی احتمالا در شرایطی خشک‌تر از تیمار اعمال شده در پژوهش حاضر رشد و نمو می‌کند. گزارشات دیگر نیز حاکی از کاهش ارتفاع بوته گلرنگ اهلی در اث تنش خشکی (Bagheri and Farokhnia *et al*., 2011; Sam-Daliri, 2011) و افزایش آن در ژنوتیپ‌های گلرنگ وحشی می‌باشد (Tavakoli *et al*., 2012).

نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را بین فامیل‌های مورد بررسی از نظر صفت تعداد انشعاب در بوته نشان داد. اثر تنش رطوبتی بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). میانگین تعداد انشعاب در بوته برای فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۸/۶۵، ۶/۹ و ۶/۷۷ در شرایط عدم تنش و ۸/۱۲، ۵/۸۳ و ۶/۷۴ در شرایط تنش خشکی بود. تنش خشکی باعث ۶/۱۲، ۱۵ و یک درصد کاهش در تعداد انشعاب در بوته به ترتیب در بین فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

گردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد که تحت شرایط افزایش فواصل آبیاری، تعداد سلول‌های آغازین تشکیل شده جهت تولید انشعابات اولیه ساقه کاهش می‌یابد و در نتیجه به کاهش تعداد انشعاب در بوته می‌انجامد (Behdani and Jami Al-Ahmadi, 2011). بهدانی و جامی الاحمدی (Behdani and Jami Al-Ahmadi, 2011) گزارش کردند که تعداد انشعاب‌های اولیه و ثانویه در هر بوته گلرنگ با افزایش دور آبیاری کاهش یافت. افزایش تعداد انشعاب در بوته در ژنوتیپ‌های گلرنگ وحشی تحت تنش خشکی توسط توکلی و همکاران(Tavakoli *et al*., 2012) نیز گزارش شده است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ، فامیل‌های مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد از لحاظ تعداد طبق در بوته بودند. تنش رطوبتی تاثیر بسیار معنی‌داری بر این صفت داشت. میانگین این صفت در شرایط عدم تنش خشکی ۳۳/۴۸ و در شرایط تنش ۲۶/۴۰ بود که ۲۱ درصد کاهش را در شرایط تنش نشان داد. میانگین این صفت برای فامیل‌های F3، والد اهلی و والد وحشی در شرایط عدم تنش به ترتیب ۳۳/۹۴، ۱۳/۶۷ و ۳۴/۳۳ و در شرایط تنش به ترتیب ۲۶/۵۵، ۱۲/۶۷ و ۳۳/۶۷ بود. در بین فامیل‌های F3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۲۱/۷۷، ۷ و ۱/۹۲ درصد کاهش برای این صفت در شرایط تنش مشاهده شد. به نظر می‌رسد که نقصان تولید و عرضه مواد فتوسنتزی در اثر تنش، باعث عدم تامین مواد فتوسنتزی به میزان کافی جهت تخصیص مناسب به طبق‌های تولید شده و در حال رشد می‌شود و در نتیجه منجر به ریزش آنها و کاهش این صفت در گیاهان می‌گردد (Naeimi *et al*., 2007). دلیل دیگر کاهش این صفت می‌تواند کم شدن تعداد انشعاب در بوته در اثر تنش خشکی باشد که در نتیجه آن طبق کمتری نیز تولید می‌شود. ابل (Abel, 1976) در مطالعه خود نشان داد که تنش خشکی در گلرنگ باعث کاهش تعداد طبق در بوته در مقایسه با شرایط بدون تنش گردید. نتایج مشابهی توسط شریف مقدسی و امیدی (Sharrifmoghaddasi and Omidi, 2010) در گلرنگ مبنی بر کاهش تعداد طبق در اثر تنش خشکی گزارش شده است.

نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود که فامیل‌های مورد بررسی از نظر صفت تعداد دانه در طبق دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بودند. این صفت تحت تاثیر تنش خشکی کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). تعداد دانه در طبق برای فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۱۰/۷۷، ۱۶/۶۷ و ۹/۷۶ در شرایط عدم تنش و ۸/۵۵، ۹ و ۸/۵۸ در شرایط تنش بود. کاهش این صفت در بین فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب برابر ۲۰/۶۱، ۴۵/۶۵ و ۱۲ درصد بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که خشکی در مرحله گل‌دهی باعث خشک شدن دانه گرده و افت میزان بذر تلقیح شده گردیده و در نتیجه میزان دانه‌های پوک در طبق افزایش و یا تعداد دانه در طبق کاهش می‌یابد (Oelke *et al*., 2004). در آزمایش میلادی لاری و احسان‌زاده (Miladi Lari and Ehsanzadeh, 2010) با کاهش رطوبت قابل دسترس، تعداد دانه در طبق حدود ۲۶ درصد کاهش یافت. در آزمایش پاسبان اسلام و همکاران (Pasban eslam *et al*., 2010) بر روی گلرنگ نیز کمترین تعداد دانه در طبق در تیمار تنش و بیشترین تعداد دانه در تیمار بدون تنش گزارش شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین فامیل‌های F_3 ارزیابی شده از نظر صفت وزن هزار دانه تفاوت بسیار معنی‌دار وجود داشت. اثر تنش خشکی بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). میانگین این صفت برای فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۲۴/۷۸، ۳۱/۵۵ و ۲۷/۴۸ گرم در شرایط عدم تنش و ۱۹/۸۲، ۲۹/۹ و ۲۴/۳۱ گرم در شرایط تنش بود. میزان کاهش صفت در بین فامیل‌های F_3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۲۰، ۵/۲۳ و ۱۱/۵۴ درصد بود (جدول ۳). کاهش وزن هزار دانه در تنش رطوبتی را می‌توان به

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

کاهش فتوسنتز و دوام سطح برگ، که در نتیجه آنها سرعت و طول پر شدن دانه‌ها کاهش می‌یابد، مربوط دانست (Kochaki *et al*., 1995). امیدی (Omidi, 2009) و ابوالحسنی و سعیدی (Abolhasani and Saeidi, 2006) با بررسی اثر تنش خشکی بر روی گیاه گلرنگ بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش وزن هزار دانه در گلرنگ می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین فامیل‌ها برای صفت عملکرد دانه تک بوته بسیار معنی‌دار بود و تنش رطوبتی تاثیر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دانه تک بوته داشت (جدول ۲). میانگین عملکرد دانه تک بوته برای فامیل‌های F3، والد اهلی و والد وحشی به ترتیب ۹، ۹/۷۹ و ۷/۳۴ گرم در بوته در شرایط عدم تنش و ۳/۹۶، ۴ و ۶/۱۷ گرم تک بوته در شرایط تنش خشکی بود. تنش خشکی باعث ۵۶، ۵۹ و ۱۶ درصد کاهش در میانگین عملکرد دانه تک بوته به ترتیب در بین فامیل‌های F3، والد اهلی و والد وحشی گردید (جدول ۳). بیشترین مقدار عملکرد دانه تک بوته در شرایط عدم تنش به فامیل‌های ۲۰، ۲۴، ۳۳، ۶، ۳۶ و ۱۵ (به ترتیب ۱۹/۳۷، ۱۷/۳۱، ۱۵، ۱۴/۲۱، ۱۱/۴۶ و ۱۱/۳۰ گرم در بوته) و در شرایط تنش به فامیل‌های ۲۷، ۳۶، ۳۰، ۱۵،۶ و ۳۳ (به ترتیب ۸، ۷/۱۰، ۶/۶۵، ۶/۵۲، ۶/۴۱ و ۵/۸۷ گرم در بوته) تعلق داشت که در بین آنها فامیل ۳۶ کمترین میزان کاهش عملکرد (۳۸ درصد) را در اثر تنش به خود اختصاص داد و به عنوان برترین فامیل شناخته شد.

پتانسیل عملکرد دانه گلرنگ به تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بستگی دارد و تنش خشکی عملکرد گلرنگ را به دلیل کاهش این اجزا کاهش می‌دهد. کافی و رستمی (Kafi and Rostami, 2007) در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد در گلرنگ نشان دادند که تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در بوته می‌شود.

کاهش عملکرد دانه در گلرنگ در اثر تنش خشکی با نتایج بسیاری از محققین مطابقت داشت (Abolhasani and Saeidi, 2006; Tavakoli *et al.,* 2012; Farokhnia *et al*., 2011 and Mosallayi *et al*., 2011)

نتیجه‌گیری

بطور کلی بر اساس ارزیابی مقدماتی که بر روی فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای گلرنگ اهلی (*Carthamus tinctorius* L.) و وحشی (*C. oxyacanthus* L.) برای صفات مهم زراعی در شرایط تنش خشکی و عدم تنش انجام شد، می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت زیادی بین گلرنگ اهلی، گونه وحشی *C. oxyacanthus* L و فامیل‌های F_3 حاصل از تلاقی بین گونه‌ای آنها، از نظر تحمل به خشکی وجود داشت و میزان کاهش اکثر صفات (به ویژه صفات تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه تک بوته) در اثر تنش در والد وحشی کمتر از والد اهلی بود که نشان دهنده تحمل بالاتر والد وحشی به خشکی بود. همچنین به دلیل وجود تنوع ژنتیکی مناسب در بین فامیل‌های F_3 و خاصیت تفکیک متجاوز، امکان انتخاب فامیل‌های دارای میانگین عملکرد بالاتر از والدین در شرایط تنش خشکی وجود داشت و فامیل ۳۶ که دارای عملکرد بالایی در هر دو شرایط محیطی و کاهش عملکرد پایین در اثر تنش خشکی بود، به عنوان برترین فامیل شناخته شد. بنابراین می‌توان در برنامه‌های اصلاحی، از گونه گلرنگ وحشی *C. oxyacanthus* L. در افزایش تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالای گلرنگ اهلی بهره برد و در جهت تولید ارقامی با عملکرد مناسب در شرایط کم آبی اقدام کرد.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

منابع مورد استفاده

References

Abel, G. H. 1976. Effects of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels and spacing on safflower cultivar. Agron. J. 68: 448-451.

Abolhasani, Kh. and Gh. Saeidi. 2006. Investigation of agronomic traits of safflower genotypes in two moisture regimes in Isfahan. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13 (4): 407-419. (In Persian with English abstract).

Arona, A., R. K. Sairam and G. C. Srivastava. 2002. Oxidative and antioxidative systems in plants. Curr. Sci. 82: 1227- 1238.

Ashri, A. and P. F. Knowles. 1960. Cytogenesis of safflower (*Carthamus tinctorius*) species and their hybrids. Agron. J. 52: 11-17.

Bagheri, H. and M. Sam-Daliri. 2011. Effect of water stress on agronomic traits of spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). J. Basic. Appl. Sci. 5(12): 2621- 2624.

Baum, M., S. Grando, G. Backes, A. Jahoor, A. Sabbagh and S. Ceccarelli. 2003. QTLs for agronomic traits in the Mediterranean environment identified in recombinant inbred lines of the cross 'Arta' x *H-spontaneum* 41-1. Theor. Appl. Genet. 107: 1215–1225.

Behdani, M. A. and M. Jami Al-Ahmadi. 2011. Response of spring safflower varieties to different irrigation distance in Birjand. Iran. J. Field Crops Res. 8: 315-323. (In Persian with English abstract).

Brar, D. and G. S. Khosh. 1983. Wide hybridization and chromosome manipulation in cereals. Pp. 221-263. In: D. A. Evans, W. R. Sharp and P.V. Ammirato (Eds.) Handbook of Plant Cell Culture. MacMillan, New York, U.S.A.

Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1966. Introduction to Quantitative Genetics. (4th Ed.), Longmans Green, Harlow, Essex, UK. pp. 125-130.

Farid, N. and P. Ehsanzadeh. 2006. Yield and yield components of spring-sown safflower genotypes and their response to shading on inflorescence and the adjacent green tissue in Isfahan. JWSS- Isfahan University of Technology. 10 (1):189-199. (In Persian with English abstract).

Farokhnia, M., M. Roshdi, B. Pasban Islam and R. Sasan Dost. 2011. Evaluation of some physiological characteristics and yield of spring safflower under water stress. Iran. J. Crop Sci. 42(3): 545-553. (In Persian with English abstract).

Hajjar, R. and T. Hodgkin. 2007. The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years. Euphytica. 156: 1-13.

Kafi, M. And A. Damghani, 2000. Mechanisms of Stress Tolerance in Plants. Ferdowsi of Mashhad University Press. (In Persian).

Kafi, M. and M. Rostami. 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower culivars and drought in reproductive stag and irrigation with saline water. Iran. J. Field Crops Res. 5(1): 121-130. (In Persian with English abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

Khajehpour, M. R. 2005. Production of Industrial Crop. Jehade_Daneshgahi Publication, Isfahan Univ. of Technology. (In Persian).

Karkani. A., B. Bilalis and A. Efthimiadou. 2011. Architectural plasticity, photosynthesis and growth responses of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus) plants to water stress in a semi-arid environment. Aust. J. Crop Sci .5(4): 369- 374.

Koocheki, A. M., H. Rashel, M. Nasiri and R. Sadrabadi. 1995. Principles of Physiology, Growth and Development of Plants. Razavi Press. (In Persian).

Majidi, M. M., V. Tavakoli, A. F. Mirlohi and M. R. Sabzalian. 2011. Wild safflower species (*Carthamus oxyacanthus*): A possible source of drought tolerance for arid environments. Aust. J. Crop Sci. 5: 1055-1063.

Miladi Lari, A. and P. Ehsanzadeh. 2010. Negative effect of drought on safflower grain yield through impact on photosynthetic surfaces and on efficiency. Iran. J. Field Crop Sci, 41: 375-384. (In Persian with English abstract).

Mosallayi, A. A., M. R. Sharifmoghadasi and A. H. Omidi. 2011. Evaluation of different irrigation regimes effects on grain yield and some important traits of new Iranian safflower cultivars. Adv. Environ. Biol. 5: 868- 871.

Mozaffari, K. and A. A. Asadi. 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis international safflower mutants sown in irrigated and drought stress condition. Asian J. Plant Sci. 5: 977- 983.

Naderi Baghshahi, M. R., Gh. Noor Mohammadi, A. Majidi, F. Darwish, A. H. Shirani-Rad and H. Madani. 2003. Effect of drought stress and plant density on Agro-physiological traits of three lines of safflower in summer planting. J. Seed Plant. 2: 281-296. (In Persian with English abstract).

Naeimi, M., Gh. A. Akbari, A. H. Shirani Rad, S. A. M. Modares Sanavi and S. A. Noori. 2007. Evaluation some agronomic some morphological and agronomic traits of canola varieties in response to irrigation at reproductive growth stages. J. Agric. Res. Water, Soil & Plant Agric. 7: 223-234. (In Persian with English abstract).

Oelke, E. A., E. S. Opliner and T. M. Teynor. 2004. Safflower. University of Minnesota. Pp. 97- 109.

Omidi, A. 2009. Effect of drought stress at different growth stages on seed yeild and some agro-physiological traits of three spring safflower cultivars. J. Seed Plant, 25 (1): 15-31. (In Persian with English abstract).

Pasban eslami, B., H. Monirlfari and M. Taher Chassemi. 2010. Evaluation of late seasan drought effects on seed and oil yield in spring safflower genotypes. Turk. J. Agric. For. 34: 373- 380.

Sabzalian, M. R., Gh. Saeidi and A. F. Mirlohi, 2010. Investigation of crossability and interspecific hybrids between cultivated (*Carthamus tinctorius* L) and wild (*C. oxyacantha* Bieb) safflower. Iran. J. Crop Sci. 40 (2): 177-185. (In Persian with English abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

Sharrifmoghaddasi, M. and A. H. Omidi. 2010. Study of interrupting irrigation effects at different growth stages on grain and oil yield of new safflower varieties. Adv. Environ. Biol. 4: 387- 391.

Talame, V., M. C. Sanguineti, E. Chiapparino, H. Bahri, M. Ben Salem, B. P. Forster, R. P. Ellis, S. Rhouma, W. Zoumarou, R. Waugh and R. Tuberosa. 2004. Identification of *Hordeum spontaneum* QTL alleles improving field performance of barley grown under rainfed conditions. Ann. Appl. Biol. 144: 309–319.

Tavakoli, V., M. M. Majidi, A. F. Mirlohi and M. R. Sabzalian 2012. Evalution of diversity and drought tolerance in cultivated (*Carthamus tinctorius*) and wild (*C. oxyacanthus*) safflower lines. Iran. J. Field Crops Res. 9 (4): 770-777. (In Persian with English abstract).

Zeinali, A. 2001. Safflower. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. (In Persian).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]

Evaluation of variation and drought tolerance in F_3 generation of a cross between domesticated (*Carthamus tinctorius* L.) and wild (*C. oxyacanthus* L.) safflower species

Mostafaie, F.[1], A.F. Mirlohi[2], Gh. Saiedi[3], M.R. Sabzalian[4], P. Asgarinia[5] and M. Gheisari[6]

ABSTRACT

Mostafaie, F., A.F. Mirlohi, Gh. Saiedi, M.R. Sabzalian, P. Asgarinia and M. Gheisari. 2014. Evaluation of variation and drought tolerance in F_3 generation of a cross between domesticated (*Carthamus tinctorius* L.) and wild (*C. oxyacanthus* L.) safflower species. **Iranian Journal of Crop Sciences. 16(3): 165-180. (In Persian).**

Safflower with high grain oil quality and good tolerance to environmental stresses can be important for oil seed production. A good source of useful genes for improving cultivars of this plant species is its wild relatives. This experiment was conducted to assess the genetic variation and tolerance to drought stress in F_3 families derived from a cross between domesticated *(Carthamus tinctorius* L.) and wild *(C.oxyacanthus* L.*)* safflower species using a randomized complete block design with three replications under drought stress and non-stress conditions. High heritability was observed for the studied traits including: days to flowering, days to physiological maturity, plant height, number of branches per plant, number of head per plant, number of grain.head^{-1}, 1000-grain weight and grain yield. The highest genetic coefficient of variability belonged to grain yield per plant (41% and 36% in stress and non-stress conditions, respectively). Transgressive segregation was also observed among the F_3 families in both directions and both conditions for most of the traits. The presence of significant genotype by environment interaction for the studied traits implied different reactions of families to drought stress and non-stress conditions. Family 36 with high yield in both stress and non-stress conditions and low reduction in grain yield under drought stress was identified as the superior family. Result of this experiment indicated that there are possibility of improving drought tolerance in safflower genotypes using inter-specific corssing with *Carthamus oxyacanthus* L.

Key word: Drought stress, Genetic diversity, Transgressive segregation and Wild safflower.

Received: April, 2013 **Accepted: September, 2014**

1- Former MSc Student, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2-Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (Corresponding author) (Email: mirlohi@cc.iut.ac.ir)
3- Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
4-Assistant Prof., Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
5- PhD. Student, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
6-Assistant Prof., Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.1.0]